

2023년도





한국기계가공학회 추계학술대회 논문집

2023 KSMPE Autumn Conference

일시 2023년 11월 29일(수) ~ 12월 02일(토)

장소 제주 그랜드하얏트호텔

주최  한국기계가공학회

주관  경상국립대학교  BrainKorea21.com  대구기계부품연구원  부경대학교
Oyeongsang National University 경상과학기술대학교 국공립 공동 소재/부품/장비 지역경제 양생사업단 DAEGU MECHANICS & MATERIALS INSTITUTE 스마트제조로봇융합연구소

 부산대학교  BrainKorea21.com  전주대학교  창원대학교  BrainKorea21.com
정밀정형 및 금형가공연구소 하이브리드제조혁신연지니아링센터 탄소연구소 지역혁신 성장동력 스마트산업단지 선도인력 교육연구단

후원  KC-ST  KIMM  DN  TaeguTec  SJ INNO TECH  (株) 一志테크
한국과학기술단체총연합회 한국기계연구원 솔루션즈 에스제이이노테크

 JTP  KBSE  한국폴리텍7대학 산학협력단  육군종합정비창  DIP 대구디지털혁신진흥원
JEONNAM TECHNOPARK ENGINEERING SERVICE 대구디지털혁신진흥원

2023년도 추계학술대회 조직위원회

조직위원장

박준영(수석부회장, 금오공대)
안동규(부회장, 조선대)

조직위원

김해지(경상국립대)	육세진(한양대)	문두환(고려대)
이경창(부경대)	이봉기(전남대)	이승재(원광대)
조영태(창원대)	최현진(DMI)	전은채(울산대)
곽이구(전주대)	김주한(서울과기대)	장성욱(동의대)
곽재섭(부경대)	곽은지(KIMM)	이승용(한국폴리텍대)
박상인(인천대)	심한섭(경상국립대)	장원석(KIMM)
김송길(부산대)	심도식(한국해양대)	옥종걸(서울과기대)
김창래(조선대)	김주영(UNIST)	박영준(서울대)
이정원(조선대)	조영태(전주대)	이호진(생기원)
김호진(동서대)	한장우(금오공대)	주백석(금오공대)

[사]한국기계가공학회 2023년도 추계학술대회 일정표

1. 일 시: 2023년 11월 29일(수)~12월 2일(토)
2. 장 소: 제주시 그랜드하얏트호텔
3. 학술대회 전체 일정
 - 1) 11월 29일(수): *OS1 공주대학교 산학공동 R&D, 등록(18:00~19:00)
 - 2) 11월 30일(목)

시간	장소	연회장 1	연회장 2	연회장 3	연회장 4+5	연회장 6
08:00~		등록				
09:00~10:00		*OS2-1 반도체 패키징 구리-구리 접합 1	*OS4-1 디지털융합 제조공정혁신 정밀기계가공산업 육성사업	OP1 제어/자동화/ 소음진동	포스터 발표 A (09:40~10:40)	*OS10-1 중-저온 산업폐열 이용 하이브리드 발전시스템 개발·실증
10:00~10:05	Break					
10:05~10:40		*OS2-2 반도체 패키징 구리-구리 접합 2	*OS4-2 이동식 협동로봇 실증 고도화 기술개발	OS8 원적외선 대역 렌즈 소재 및 제작기술		
10:40~11:05	Break					
11:05~11:10						
11:10~12:10		*OS2-3 반도체 패키징 구리-구리 접합 3	*OS5 글로벌주력 산업품질대응 뿌리기술개발사업	*OS9-1 마이크로/나노 가공 및 응용 기술 소개 1	포스터 발표 B (11:10~12:10)	
12:10~13:30		중식				
13:30~14:30		*OS3 복합정밀성형 부품 설계의 사전신뢰성 검증기술	*OS6 대구 특화형 서비스로봇 기술개발 1	*OS9-2 마이크로/나노 가공 및 응용 기술 소개 2	포스터 발표 C + 캡스톤디자인	*OS10-2 중-저온 산업폐열 이용 하이브리드 발전시스템 개발·실증 1단계 2차년도 최종보고회
14:30~14:40	Break					
14:40~15:40	<신진공학자 강연>	*OS7 산업용 섬유분야 리사이클 및 저탄소 공정설계	캡스톤디자인 본선 (14:40~16:00)			
16:00~17:00	Break				포스터 발표 D + 미래형자동차 경진대회	
17:00~17:40	특별강연 - 현장 맞춤형 3D 프린터 개발 이창우 박사(한국기계연구원)					
17:40~18:10	정기총회 및 시상식					

***Closed Session**

포스터 A : 금형/절삭가공/연삭가공, 시뮬레이션/최적화

포스터 B : CAD/CAM/CAE, NANO/MEMS/미세가공, 용접/특수가공, 적층제조

포스터 C : 공주대학교 산학공동 R&D, 제어/자동화/소음진동, 캡스톤디자인 경진대회, 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재 양성사업 산학 프로젝트 성과발표회(경상국립대학교), 금오공대 BK21 국방항공 소재/부품/장비 지역인재 양성 사업단

포스터 D : 제어/자동화/소음진동 2, 열유체/유체기계, 기계설계, 2023 미래자동차 사업단 캡스톤 경진대회

3) 12월 1일(금)

시간	장소	연회장 1	연회장 2	연회장 3	연회장 4	연회장 5	연회장 6	연회장 7
08:30~		등록						
09:30~10:30		OS11-1 극한환경 스마트 기계부품 설계/ 제조기술 1	OS13-1 스마트 기계부품 및 초고효율 CO ₂ 포집 필터개발	OP2 적층제조	OP3 금형/ 절삭가공/ 연삭가공	OP4 NANO/ MEMS/ 미세가공	*OS21 대구 특화형 서비스 로봇 기술개발 2	OP5-1 시뮬레이션/ 최적화 1
10:30~10:45		Break						
10:45~11:45		OS11-2 극한환경 스마트 기계부품 설계/ 제조기술 2	OS13-2 스마트 기계부품 및 초고효율 CO ₂ 포집 필터개발	*OS15 나노탄소소 재 기술연구 및 특성분석	*OS18 섬유/ 식품료/ 바이오 분야 로봇자동화		*대구기품원 <로봇산업 가치사슬 확장 및 상생시스 템 구축사업 성과점검 공유회>	OP5-2 시뮬레이션/ 최적화 2
11:45~13:00		중식						
13:00~13:40		Plenary Talk <혁신의 기로에 선 기계가공기술> 이응숙 박사(한국기계연구원)						
13:40~14:10		Keynote Speech 1 <바이오 프린팅 CAM 소프트웨어 개발> 박정환 교수(영남대학교)				*미래형 자동차 워크숍	*OS22 기능성 다중재료 적층제조 연구	OP7 기계설계
14:10~14:40	Keynote Speech 2 <영국 정부 첨단제조혁신 지원 및 제조혁신센터 소개> 이정환 박사 (재)한국첨단제조기술연구소							
14:40~15:10	Keynote Speech 3 <The role of collagen piezoelectricity in modulating bone stiffness via intrafibrillar mineralization> 조한나 교수 (Ohio state univ. Mechanical Eng.)			*OS19-1 항공기 엔진 MRO 사업				
15:10~15:40		Break						
15:40~16:40		*OS12-1 프로젝트 기반 로봇융합 스마트제조 인력 양성사업 1	OS 14 중견기업 지역혁신 얼라이언스 R&D	*OS16 디지털 트윈기술	OS19-2 항공기 엔진 MRO 사업	OP6 열유체/유체 기계	*O23 스마트 플랫폼 및 시스템 연구	*OS24 부산대- 국방기술 진흥원 특별세션
16:40~16:50	Break							
16:50~17:50		*OS12-2 프로젝트 기반 로봇융합 스마트제조 인력 양성사업 2		*OS17 WC 300 R&D 지원사업	*OS20 생기원 - 스마트제조			

*Closed Session

4) 12월 2일(토): 09:00~12:00 OS25 동력 전달 부품 기술

목 차

기조강연

Plenary Talk 1

사회자 : 안동규(조선대학교)

Plenary Talk-01 혁신의 기로에 선 기계가공기술	1
*이응숙(한국기계연구원)	

초청강연

Keynote Speech

좌장 : 문두환(고려대학교), 옥종걸(서울과학기술대학교),
조영태(창원대학교)

초청강연-01 바이오 프린팅 CAM 소프트웨어 개발	2
*박정환(영남대학교)	
초청강연-02 영국 정부 첨단제조혁신 지원 및 제조혁신센터 소개	3
*이정환((재)한국첨단제조기술연구소)	
초청강연-03 The role of collagen piezoelectricity in modulating bone stiffness via intrafibrillar mineralization	4
*조한나(Ohio state univ. Mechanical Eng.)	

초청강연

젊은 공학자

좌장 : 전은채(울산대학교)

초청강연-01 의료 분야 적용을 위한 밀리/마이크로 구조체 기반 무선 구동 플랫폼	5
*고광준(조선대)	
초청강연-02 광-물질 상호작용 기술을 통한 스마트 전자 시스템	6
*박정환(금오공대), 우유미, 허재찬, 정성민, 조용준, 안민기, 서호석, 김찬혁	
초청강연-03 에이조벤젠/액정탄성체 기반의 광구동 수중 유연 구동기 개발	7
*이하범(부산대학교), 서원빈, 김현	

특별강연

사회자 : 장원석(한국기계연구원)

특별강연-01 현장 맞춤형 3D 프린터 개발	9
*이창우(한국기계연구원), 이필호, 김용래	

특별세션 OS1

좌장 : 김문정(공주대학교)

OS1-1 3차원 금속 메시 구조를 이용한 미세 피치 테스트 소켓의 S-Parameter 개선	10
*서정준(공주대학교), 김문정	
OS1-2 진공 공정에서의 UV 활용 잔류 전하 제거 방법	11
*최우석(공주대학교), 전상준, 양대중	
OS1-3 Silicone Rubber Socket의 Coaxial 구조 적용을 통한 Crosstalk 개선	12
*김선아(공주대학교), 김문정	
OS1-4 탐승자를 고려한 열선 시트 표면의 온도 계측 분석	14
*이상현(공주대학교), 전의식, 주영조	
OS1-5 압력센서를 이용한 정전척의 정전력 성능평가	15
*유영균(공주대학교), 전상준, 양대중	
OS1-6 재활용 탄소섬유 강화 복합재의 고온에서 강도 특성 분석	16
*김준겸(공주대학교), 전의식, 김영신	
OS1-7 담체공법을 이용한 하수처리장의 질소 처리효율 연구	17
*윤희(공주대학교), 김영춘	
OS1-8 교정용 호선 크기의 치열 교정용 세라믹 자가 결찰 브라켓 슬롯의 토크 강도 해석	18
*임현수(공주대학교), 김옥환	
OS1-9 CLAMP 부착에 따른 고온 고압 환경에서 균압배관의 건전성 분석	19
*윤희석(공주대학교), 전의식, 김재경	
OS1-10 실험계획법을 이용한 GMR IC 적용 휠 속도 센서의 설계변수와 출력특성의 상관관계 분석	20
*장종석(공주대학교), 전의식, 김영신	

특별세션 OS2-1

좌장 : 김병준(한국공학대학교)

OS2-1-1 반도체 3차원 패키징의 핵심요소기술 : 구리-구리 접합	21
*김주영(울산과학기술원), 심영주, 박지윤	
OS2-1-2 반도체 패키징용 구리와 고분자의 저온 하이브리드 본딩	22
*심영주(울산과학기술원), 황경석, 김주영	
OS2-1-3 물결구조 실리카 봉지재료의 개발	23
*김수민(울산과학기술원), 김한글, 황경석, 유현지, 김주영	
OS2-1-4 반도체 패키징 구리 재배선층의 신뢰성 평가	24
*박지윤(울산과학기술원), Emmanuel Chery, Julien Bertheau, John Slabbekoorn, Joke De Messemaeker, Eric Beyne, 김주영	

OS2-1-5	주름 구조 실리카 박막의 이축 연신 특성 향상	25
	*조지현(울산과학기술원), 김나향, 황경석, 김주영	
OS2-1-6	다층 플렉서블 회로기판용 고신뢰성 배선 소재 개발	26
	*김병준(한국공학대학교)	

구두발표

반도체 패키징 구리-구리 접합기술연구회 2

특별세션 OS2-2

좌장 : 이기석(UNIST)

OS2-2-1	3차원 반도체 패키지를 위한 저온 구리 구리 접합용 합금 소재 연구	27
	*이승혁(한국공학대학교), 김병준	
OS2-2-2	전도성 섬유의 니팅 구조에 따른 전기적 기계적 특성 연구	28
	*전주원(한국공학대학교), 이승혁, 이재갑, 김윤희, 김병준	
OS2-2-3	투명 전자 소자 제작을 위한 ITO의 열처리에 따른 나노-마이크로 스케일 기계가공 특성 ...	29
	*최소은(한밭대학교), 이승훈, 황해인, 김정환	
OS2-2-4	나노스케일 절삭가공 및 MEMS 공정 기술을 활용한 구조색 소자	30
	*황해인(한밭대학교), 조인호, 이승훈, 김수연, 금미진, 고은성, 김정환	
OS2-2-5	급속 열처리 공정을 통해 자가 정렬된 투명한 Co 박막을 이용한 전자 소자 특성 연구	32
	*이승훈(한밭대학교), 송세환, 조인호, 박성균, 김정환	

구두발표

반도체 패키징 구리-구리 접합기술연구회 3

특별세션 OS2-3

좌장 : 김주영(UNIST)

OS2-3-1	자기 손실과 열발생의 원리	33
	*박영건(울산과학기술원), 강명환, 이수미, 이기석	
OS2-3-2	반도체 패키징 기술에서 자기동역학의 응용 가능성	34
	*박영건, 이기석(울산과학기술원)	
OS2-3-3	정밀 이온빔 가공을 통한 뉴로물픽 반도체용 자기 스커미온의 제어	35
	*김강휘(울산과학기술원), 이기석	
OS2-3-4	졸-겔 공정을 통한 기능성 나노입자 합성	36
	*옥혜진(울산과학기술원), 강명환, 이기석	
OS2-3-5	자기조립 단층을 위한 단분자 개발	37
	*이의민(울산과학기술원), 조한희	
OS2-3-6	유기 광음극에서의 대체 산화물 생성	38
	*김훈(울산과학기술원), 조한희	

구두발표

복합정밀성형 부품 설계의 사전신뢰성 검증기술

특별세션 OS3

좌장 : 김제현(경북하이브리드부품연구원)

- OS3-1 차량 휠베어링셀용 Support Steel의 성형성 사전검증기법 연구 39
*정희진(경북하이브리드부품연구원), 김제현, 손지영, 김세훈, 조수원, 안대철
- OS3-2 복합소재 맨더스프링(사형스프링)에 대한 최적화 연구 40
*김형근(스타웍스), 염정현, 신동우
- OS3-3 씰링성능(C set 20% 이하) 확보를 위한 소재 최적화 및 금형 직접 진공방식을 적용한 전기차 배터리팩용 대형(2M 이상) 가스켓 유효성 검증 기법 연구 41
*손지영(경북하이브리드부품연구원), 정희진, 김제현, 강동국
- OS3-4 이종사이즈 입자 최적 혼합을 위한 혼합기 시뮬레이션 사전 검증기법 연구 42
*김제현(경북하이브리드부품연구원), 정희진, 김중하, 이은혜
- OS3-5 마그네틱 엔코더 성형을 위한 가류금형 설계 43
*조수원(에스티엠), 안대철, 백길호, 전찬영, 정희진, 김세훈
- OS3-6 쉘의 초 저 토크 구현을 위한 Low Friction Treatment 기술 연구 44
*안대철(에스티엠), 조수원, 백길호, 정희진, 김세훈

구두발표

디지털융합 제조공정혁신 정밀기계가공산업 육성사업

특별세션 OS4-1

좌장 : 김진록(대구기계부품연구원)

- OS4-1-1 인코넬 718의 밀링 공정 중 절삭성과 변질층 연구 45
*이택(대구기계부품연구원), 윤일채, 허재영, 장경훈, 배주홍, 강익수
- OS4-1-2 셀 파우치 분류 모델 개발을 위한 데이터 매트릭스 설계 46
*박병희(대구기계부품연구원), 서영재, 김태현
- OS4-1-3 절삭소음 데이터의 SPECTOGRAM 을 통한 CNN 기반 공구상태 진단 47
*윤일채(대구기계부품연구원), 강익수, 허재영, 장경훈
- OS4-1-4 정밀 가공 기술을 이용한 비구면 어레이 패턴 가공 48
*이재령(대구기계부품연구원), 윤일채, 강익수, 신동균, 강민호, 김창의
- OS4-1-5 사용자 중심의 두개골 천공용 수동 바이트 개발 49
*권병찬(대구기계부품연구원), 김연오, 권상원
- OS4-1-6 치수정보를 통한 객체의 식별 및 분류 방법 50
*이혜진(대구기계부품연구원), 박병희, 전대웅

구두발표

이동식 협동로봇 실증 고도화 기술개발

특별세션 OS4-2

좌장 : 박기진(대구기계부품연구원)

- OS4-2-1 자동차부품 용접공정의 이동식 협동로봇 가상환경 위치보정 방법 연구 51
*박기진(대구기계부품연구원), 박종탁, 정제웅

OS4-2-2 도막두께 측정틀 구동 메커니즘 개선에 따른 구조 안정성 관한 연구	52
*이인태(유진엠에스), 이승도, 황의균, 김진대	
OS4-2-3 실내 자외선 방역 로봇 성능평가 방법에 대한 표준화 연구	53
*이상호(DGIST), 홍대한, 강태훈	
OS4-2-4 이동식 협동로봇 배터리 화재발생에 따른 소화분말 분사 거동에 관한 연구	55
*우광영(에스엘주식회사), 구자욱, 황의균, 채석민	
OS4-2-5 이동식 협동로봇 그리퍼 설계 안전성 검증을 위한 구조해석	56
*신만수(아진엑스텍), 최성혁, 장은실	
OS4-2-6 메타버스를 적용한 이동식 협동로봇 관제시스템 개발에 관한 연구	57
*오창진(에이치에이 주식회사), 윤영균, 오승재, 채석민, 장강호	

구두발표

글로벌 주력 산업품질대응 뿌리기술개발사업

특별세션 OS5

좌장 : 이재욱(한국생산기술연구원)

OS5-1 제진 판재의 금속-수지간 접합강도 증진을 위한 자기조립 단일층 표면처리 연구	58
*이소림(가천대학교), 이태일	
OS5-2 AI 제진소재 판재 결합을 위한 접합재 성능 분석	59
*강상민(일지테크)	
OS5-3 AI5052 알루미늄 제진판재 마찰교반점용접 조건에 따른 특성	60
*김기훈(부산대학교), 박시선, 김성관, 손민수, 정영근	
OS5-4 AL 제진소재를 적용한 충전기 통합 모듈 커버 부품 개발 연구	61
*박준석(대성엔지니어링), 김용식	
OS5-5 AI5052가 적용된 제진판재의 주파수응답함수 분석	62
*김진우(한국생산기술연구원), 이재욱, 이승엽, 박소현, 구시연	

구두발표

대구 특화형 서비스로봇 기술개발 1

특별세션 OS6

좌장 : 조지승(대구기계부품연구원)

OS6-1 안전보건관리체계의 비대면 구축을 위한 무선통신기술 탑재 실시간 현장 영상과 공기질(AQI) 관제용 무인지상이동로봇(UGV) 개발	63
*김영웅(WENS), 윤병주, 김정수	
OS6-2 직렬탄성구동기의 회전형 탄성체 설계	65
*이지호(영남대학교), 엄희재, 이찬	
OS6-3 전 방향 주행이 가능한 병렬 물류 이송로봇 설계	66
*장광희(지오로봇), 김두호, 강태훈	
OS6-4 순찰 로봇을 위한 행동 인식	67
*엘나가르아흐메드프크리(경북대학교), 배완기, 이상현, 이장훈, 황윤호, 하민세, 정훈, 조선명, 최진, 이종택	

구두발표

산업용 섬유분야 리사이클 및 저탄소 공정설계

특별세션 OS7

좌장 : 이인성(한국섬유기계융합연구원)

- OS7-1 도장로봇의 리프트 제어를 위한 제어기 설계 68
*이대희(한국섬유기계융합연구원), 박운환
- OS7-2 CMP슬러리 여과용 필터 기공 크기 제어 기술 69
*채효정(한국섬유기계융합연구원)
- OS7-3 전기차 주행 조건별 실험에 따른 모터 주파수별 소음 분석 70
*조성진(한국섬유기계융합연구원), 박창석, 유채정
- OS7-4 CFRP 재활용을 위한 원통형 고주파 유도가열 시스템 적용 71
*김세종(한국섬유기계융합연구원), 천진실, 나원진
- OS7-5 친환경 E-모빌리티용(PBV/MPV) 플랫폼 플로어의 단일 소재 흡음 최적 조건 연구 72
*이하빈(한국섬유기계융합연구원), 조성진, 황수용
- OS7-6 용융전기방사공정을 통한 나노섬유 제조를 위한 건조공정 최적화 73
*이인성(한국섬유기계융합연구원), 채효정
- OS7-7 진공 염료전이 공정방법을 이용한 섬유 염색 최적 조건 연구 74
*이청환(한국섬유기계융합연구원), 박치균
- OS7-8 의료용 증공사 제조를 위한 방사 공정 조건 최적화에 관한 연구 75
*채효정(한국섬유기계융합연구원)

구두발표

원적외선 대역 렌즈 소재 및 제작기술

특별세션 OS8

좌장 : 장원석(한국기계연구원)

- OS8-1 Ge-Ga-Te 칼코지나이드 유리의 열화상 결상 광학계 적용성 평가 76
*최용규(한국항공대학교), 윤일정, 김현
- OS8-2 비정질 탄소 몰드를 이용한 직경 50mm 급 칼코게나이드 웨이퍼레벨 렌즈 어레이 제작 77
*김홍민(국피앤씨), 안수호, 김영규, Muzahir Ali, 김석민
- OS8-3 칼코게나이드 신소재의 성형 물성에 대한 실험 연구 78
*노경환(노바옵틱스 주식회사), 권정웅, 김상기, 허형욱
- OS8-4 이광자 중합 반응 기반 3차원 미세 적층 공정을 활용하여 원적외선 대역 마이크로 렌즈 어레이 제작 79
*조현민(한국기계연구원), 이원섭, 장원석
- OS8-5 칼코겐화물 유리 IR 렌즈의 외부충격 저항성 향상을 위한 새로운 유리 성형 공정 기술 개발 80
*이지혜(한국기계연구원), 최대근, 정주연, 김용규, 김석민, 장원석
- OS8-6 원적외선 렌즈 소재의 마이크로/나노 패터닝 공정 연구 81
*최대근(한국기계연구원), 이지혜, 정주연, 윤채성, 조현민, 장원석
- OS8-7 마이크로 렌즈 어레이 성형 공정 최적화를 위한 수치해석 82
*김승모(한국기술교육대학교), 신준수

구두발표

마이크로/나노 가공 및 응용 기술 소개 1

특별세션 OS9-1

좌장 : 김호진(동서대학교)

- OS9-1-1 시아노아크릴레이트 용액을 활용한 미세유체 칩의 제작의 간소화 83
*김원기(가천대학교), 임종경
- OS9-1-2 하이드로젤-탄성중합체 이중막으로 구성된 3D 혈관 복제품의 새로운 제작 방식에 대한 연구 ... 84
*김나수(가천대학교), 임종경
- OS9-1-3 다공성 나노 구조기판 기반 선택적 가스제거 기술 85
*장성아(동의대학교), 이상현, 김혜원, 임혜원, 남예진, 이상민, 김호진, 김형모
- OS9-1-4 토출 액적의 프린팅 특성에 있어 기판 탄성의 영향 86
*이상현(동의대학교), 이상민
- OS9-1-5 이미지 처리 기법을 이용한 마이크로 와이어의 형상 분석 87
*이상민(동의대학교), 이상현

구두발표

마이크로/나노 가공 및 응용 기술 소개 2

특별세션 OS9-2

좌장 : 이상현(동의대학교)

- OS9-2-1 마이크로입자의 침강 거동 및 분산도 향상을 위한 기초연구 88
*주우용(동의대학교), 이상현, 김호진, 이상민
- OS9-2-2 오픈 채널에서의 자발적 유동을 이용한 미세유체 입자 패터닝 기술 개발 89
*안혜진(동서대학교), 김호진
- OS9-2-3 플라스틱 미세유체 칩 설계 및 제작 기술 연구 90
*김주영(동서대학교), 김호진
- OS9-2-4 모세관 유동 플라스틱 미세유체 칩을 이용한 면역진단 기술 개발 91
*김주영(동서대학교), 김호진
- OS9-2-5 현탁액 내 입자의 균일 분산 제어에 관한 연구 92
*유광현(동서대학교), 김호진

구두발표

중저온 산업폐열 이용 하이브리드 발전시스템 개발실증 1

특별세션 OS10-1

좌장 : 박종택(씨맥)

- OS10-1-1 지열원을 활용한 50-kW급 유기냉매발전시스템의 최적화 설계 93
*박자운(한국생산기술연구원), 김영원
- OS10-1-2 R1336mzz(z)를 이용한 열교환기 성능평가를 위한 실험장치 제작 94
*정성석(포항공과대학교), 나경철, 신성민, 조항진
- OS10-1-3 열전발전용 열교환기의 내부 구조에 따른 연구 95
*신경호(인하대학교), 정윤호, 김주형

OS10-1-4	중저온 산업폐열을 이용한 ORC 발전시스템의 탈설계 해석 모델 개발	96
	*박주현(한국원자력연구원), 박하나, 이문언	
OS10-1-5	50kW급 ORC시스템의 전력변환장치 구성	97
	*이진성(인텍에프에이), 주성남, 김병우	

구두발표

중저온 산업폐열 이용 하이브리드 발전시스템 개발실증 2

특별세션 OS10-2

좌장 : 김영원(한국생산기술연구원)

OS10-2-1	유기 랭킨 사이클 발전 및 열전 발전 시스템 성능평가 표준화 연구	98
	*최동환(한국산업기술시험원), 차재두, 이승훈	
OS10-2-2	중저온 산업폐열을 이용한 200kWe급 하이브리드 발전시스템 MBOP 기본설계	99
	*김진수(씨맥), 최승규, 박종택, 강덕홍	
OS10-2-3	폐열회수 열전-ORC 발전계통 설계코드 개발	100
	*권진규, 강덕홍(포항산업과학연구원), 김영일, 박주형	
OS10-2-4	50kWe 무급유 초음속 터빈발전기의 설계	101
	*이현석(준브라더스), 이태준, 이승준	

구두발표

극한환경 스마트 기계부품 설계/제조기술 1

특별세션 OS11-1

좌장 : 김석호(창원대학교)

OS11-1-1	용접부 평가를 위한 비선형 유도초음파 혼합 기법 연구	102
	*모하메드 아슬람(창원대학교), 이재선	
OS11-1-2	알루미늄 주조품의 재제조를 위한 적층제조공정의 기초연구	103
	*조영관(부산대학교), 김세진, 박상후	
OS11-1-3	스몰 펀치 시험을 통한 금속 소재의 극저온 기계적 물성평가	104
	*차호준(창원대학교), 윤동현, 유지성, 이승건, 김석호	
OS11-1-4	고자기장 초전도 자석 설계를 위한 적층 고온초전도 박막 선재의 압축 변형 특성 연구	105
	*유승철(창원대학교), 이창형, 김석호	

구두발표

극한환경 스마트 기계부품 설계/제조기술 2

특별세션 OS11-2

좌장 : 김석호(창원대학교)

OS11-2-1	격자 형상 채널을 갖는 열교환기의 형상변수가 열수력학적 특성에 미치는 영향에 관한 연구	106
	*전세준(부산대학교), 김상민, 하만영	
OS11-2-2	용액공정으로 증착된 그래핀 박막 구조 제어	107
	*김정환(부산대학교), 박선하, 최민기, 김송길	
OS11-2-3	등방성 향상을 위한 사각형 기반 3D 회전 적층 구조 설계 및 압축 특성 분석	108
	*박서림(창원대학교), 김석, 조영태	

OS11-2-4 금속 와이어 아크 적층 제조를 위한 적층 로봇 모니터링 시스템 개발	109
*서보욱(창원대학교), 김석, 조영태	

구두발표	프로젝트 기반 로봇융합 스마트제조 인력양성사업 1
-------------	------------------------------------

특별세션 OS12-1	좌장 : 이경창(부경대학교)
OS12-1-1 클러스터링 된 환경에서 객체간 분리를 위한 해리스 코너 검출기를 이용한 강화학습 기반 밀기 지점 예측	110
*우다령(부경대학교), 강정호, 김재완, 이경창	
OS12-1-2 트랙형로봇을 위한 고무트랙 모델링 및 마찰계수 규명기술 개발	111
*강지은(부경대학교), 조한승, 양백철, 손정현	
OS12-1-3 조이스틱기반 자율주행로봇의 가상시뮬레이터 개발	112
*박수현(부경대학교), 장영진, 박종현, 손정현	
OS12-1-4 영상의 가시성 향상을 위한 잡음 제거 및 디헤이징	113
*정영수(부경대학교), 정희성, 김남호	
OS12-1-5 독립적인 통신망을 활용한 태양광 모니터링 시스템	114
*이승철(부경대학교), 박용준, 김남호	
OS12-1-6 Dual Lidar를 활용한 AGV의 smoothing 한 실외 위치추정 연구	115
*이민수(부경대학교), 장재현, 이학준, 이경창	

구두발표	프로젝트 기반 로봇융합 스마트제조 인력양성사업 2
-------------	------------------------------------

특별세션 OS12-2	좌장 : 이경창(부경대학교)
OS12-2-1 스마트 공장 적용을 위한 자동 로봇 용접 모니터링 동기화 시스템 개발	116
*문성준(부경대학교), 박영환, 안연주	
OS12-2-2 복수의 수중 인공 마커 간 상대적 자세 추정 알고리즘에 관한 연구	117
*변성준(부경대학교), 강정호, 이경창	
OS12-2-3 소형 선박용 100kW 디젤엔진용 PM 저감 시스템 개발	118
*임정빈(부경대학교), Li Changchang, 황성철, 정석호	
OS12-2-4 로봇 용접 공정 자동화를 위한 용접 위치 계측 프로그램 개발	119
*백승훈(부경대학교), 박영환, 조용준	
OS12-2-5 AMR 현장 적용을 위한 내비게이션 파라미터 튜닝	120
*김도현(부경대학교), 전완열, 김창원	
OS12-2-6 지능형 선박의 이기종 통신을 위한 선박 데이터 획득 및 전시 시스템에 관한 연구	121
*최준환(부경대학교), 장재현, 이경창	

구두발표

스마트 기계부품 및 초고효율 CO₂ 포집 필터 개발

특별세션 OS13-1

좌장 : 이정원(조선대학교)

- OS13-1-1 마이크로/나노 구조 멤브레인의 극소수성 개질에 관한 연구 122
*김대현(조선대학교), 이성준, 권혜민, 김창래
- OS13-1-2 DED공정을 이용한 미세 결함 보수 형상에 따른 잔류응력 특성 분석 123
*정동일(조선대학교), 이광규, 안동규
- OS13-1-3 고분자 전해질 막 연료전지 내 기계적 열화로 인한 기체확산증과 물질 전달에 대한 영향 124
*서한빈(조선대학교), 정성용
- OS13-1-4 Triply periodic minimal surface 구조를 적용한 미세먼지 필터 최적화 125
*김지연(조선대학교), 황수련, 정성용
- OS13-1-5 DED공정 기반 Stainless steel의 표면거칠기 개질 연구 126
*C.G. Jothi Prakash(조선대학교), 이광규, 안동규, 이정원

구두발표

스마트 기계부품 및 초고효율 CO₂ 포집 필터 개발

특별세션 OS13-2

좌장 : 이정원(조선대학교)

- OS13-2-1 각도 별로 제작된 AlSi10Mg의 표면거칠기 개질 연구 127
*정제운(조선대학교), 이광규, 안동규, 이정원
- OS13-2-2 안압 측정을 위한 비접촉 측정 시스템 개발 128
*한우성(조선대학교), 이정현, 박재복, 김창훈
- OS13-2-3 표면 오염을 저감하기 위한 초 친수 기술에 관한 연구 129
*김창훈(조선대학교), 박재복, 한우성, 이정현, 강힘찬
- OS13-2-4 SLM 공정으로 제작된 AlSi10Mg 시편의 전해 연마 후 표면 상태 비교 분석 130
*이광규(조선대학교), 정제운, 이정원, 안동규
- OS13-2-5 SLM공정을 이용한 TiAl6V4의 젖음성 개질방법 131
*이은재(조선대학교), 정제운, 이광규, 안동규, 이정원

구두발표

중견기업 지역혁신 얼라이언스 R&D

특별세션 OS14

좌장 : 김도혁(창원대학교)

- OS14-1 자유 곡면가공용 엔드밀의 마모 및 파손 특성 연구 132
*한진용(위딘), 이상경
- OS14-2 고온/고차압 제어밸브 개발 133
*김진원(피케이벨브엔지니어링), 이윤규, 정형민, 강대영, 김진중, 최혁, 박호일, 김상민
- OS14-3 와이어 아크 적층 제조 공정 구현을 위한 전처리 설계 프레임워크 개발 134
*김창중(창원대학교), 김석, 조영태

OS14-4 스플라인 곡선 구조물 제작을 위한 M3DPen 공정의 적용	135
*조인수(창원대학교), 조영태, 김석	
OS14-5 와이어 DED 방식을 적용한 가스 터빈블레이드의 제조 전략 및 접합부 안정성 향상에 관한 연구	136
*손휘준(창원대학교), 김석, 조영태	

구두발표

나노탄소소재 기술연구 및 특성분석

특별세션 OS15

좌장 : 신혜경(전주대학교)

OS15-1 전기방사를 적용한 나노섬유 미세먼지 방진망에 관한 연구	137
*이찬영(전주대학교), 이재준, 김영순, 김홍건	
OS15-2 PVDF 방사의 전기방사 조건에 따른 전기장 분포해석	138
*정윤조(전주대학교), 이민상, 김홍건	
OS15-3 폴리프로필렌과 TiO ₂ 컴파운딩을 이용한 멜트브라운 부직포 특성 연구	139
*김영순(전주대학교), 엠디아부하니프, 콰이구, 김홍건	
OS15-4 질소 도핑된 ZnO/CNT의 광촉매 적용 및 독성 평가	140
*엠디아부하니프(전주대학교), 콰이구	
OS15-5 열분해 연료유의 피치함성에 있어서 전자빔 조사의 역할	141
*이정재(전주대학교), 이재준, 신혜경	
OS15-6 전자 빔 조사가 폴리아크릴로니트릴 기반 탄소 섬유에 미치는 영향	142
*신혜경(전주대학교), 이정재, 이재준, 김홍건, 콰이구	
OS15-7 나노탄소응용 열경화성 전자파차폐 스킨재 연구	144
*이민상(전주대학교), 콰이구, 김홍건	

구두발표

디지털 트윈기술

특별세션 OS16

좌장 : 장성욱(동의대학교)

OS16-1 전력반도체 패키지 및 Die-attach void에 따른 열저항 비교	145
*남상민(동의대학교), 장성욱	
OS16-2 전력반도체 신뢰성을 위한 디지털 트윈 기술	146
*김상희(동의대학교), 장성욱	
OS16-3 기계학습을 활용한 SiN의 방사선 열화 판별 모델 연구	147
*김동현(동의대학교), 김용환, 장성욱	
OS16-4 유한요소법을 이용한 GaN HEMT 소자의 Void에 따른 열특성 수치 해석 연구	148
*최나연(동의대학교), 장성욱	
OS16-5 열-전기 해석을 이용한 Power MOSFET 패키지별 열특성 비교	149
*이윤재(동의대학교), 장성욱	

구두발표

WC 300 R&D 지원사업

특별세션 OS17

좌장 : 이득광(한국OSG)

- OS17-1 초경합금 접합을 통한 내마모성과 내충격성이 높은 소재 개발 150
*최익영(오리온합금)
- OS17-2 샤프트 제조를 위한 로터리 스웨이징용 냉간공구강 개발 152
*박지우(세아창원특수강), 손동민, 박주환, 이득광
- OS17-3 Complex-shaped 공구의 다이아몬드 코팅을 위한 CFD 기법을 활용한 HFCVD의 고온 열유동 해석 153
*노정석(대구기계부품연구원), 신정호
- OS17-4 다이아코팅엔드밀의 공구수명 평가 및 분석 155
*이득광(한국OSG), 최준혁, 오동렬
- OS17-5 초경공구 CVD다이아몬드 코팅 프로세스 CH4 가스비 실험 156
*최준혁(한국OSG), 오동렬, 이득광

구두발표

특별세션 OS18

좌장 : 배규현(한국섬유기계융합연구원)

- OS18-1 섬유소재 부착을 위한 로봇 자동화 시스템 연구 157
*이동현(한국섬유기계융합연구원), 이주명, 이재용
- OS18-2 다관절 협동 로봇의 비동기화 쓰레드를 활용한 동작 제어 방식 158
*이주명(한국섬유기계융합연구원), 이동현, 이재용
- OS18-3 식품 적층로딩 로봇-장비 디지털 매뉴팩처링 모델 개발 159
*오승일(한국식품연구원), 김태형, 김종훈, 권기현
- OS18-4 로봇-장비 DNA 기술을 통한 세포배양 제조공정 표준화 160
*이동목(한국생산기술연구원), 남경태, 이성권
- OS18-5 원사 와인더 공정의 로봇 자동화를 위한 장비 설계에 관한 연구 162
*배규현(한국섬유기계융합연구원), 이재용, 최기훈
- OS18-6 염색공장 현장 비숙련자 염색공정 가이드 기술 연구 163
*백운재(한국섬유기계융합연구원), 장원준, 손정봉, 양석근, 마재혁

구두발표

항공기 엔진 MRO 사업

특별세션 OS19

좌장 : 최성대(금오공과대학교)

- OS19-1 복강경 수술에 적용 가능한 병렬형 로봇 설계에 대한 연구 164
*허영준(구미전자정보기술원), 전금상, 정상근

OS19-2 반도체 패키징 BGA 패턴 설계용 간이 실험 장치 설계	165
*김성현(금오공과대학교), 최성대, 임병남, 정민석, 김중태, 임진호	
OS19-3 분리형 AGV의 프레임 및 결합 매커니즘 설계	166
*정민석(금오공과대학교), 최성대, 위정욱, 김성현, 임병남, 우수현, 윤재호, 김중태	
OS19-4 배터리 안전 배출 시스템을 포함한 배터리 교환 스테이션의 설계 분석	167
*임병남(금오공과대학교), 최성대, 김성현, 정민석, 유기봉, 백석호	
OS19-5 실시간 모니터링을 이용한 군집 AGV 설계	168
*김시형(금오공과대학교), 박진성, 이대원, 이승민, 이영준, 최성대, 김중태	
OS19-6 전기이륜차 샤시디자이너의 측정조건 최적화 장비 개발	169
*임병남(금오공과대학교), 최성대, 김성현, 정민석, 백석호, 김중현	
OS19-7 항공기 엔진 수리 거치대의 역학적 설계 분석	170
*김중태(주광정밀), 윤재호, 최성대, 정민석	

구두발표

생기원-스마트제조

특별세션 OS20

좌장 : 이호진(한국생산기술연구원)

OS20-1 직접 에너지 적층 공정을 이용한 Fe 계열 이종소재 시편의 제작 및 특성 분석	171
*김영문(한국생산기술연구원), 이유리, 송혜진, 이육진, 이호진	
OS20-2 Co 첨가가 니켈기 초내열합금의 미세조직 및 기계적 특성에 미치는 영향	172
*한수빈(한국생산기술연구원), 장진석, 조용재, 최창영, 정유현, 김용문, 박동용, 송혜진	
OS20-3 탄성 다물체 동역학 해석을 이용한 라티스 붐 구조의 경량화에 관한 연구	173
*정지수(한국생산기술연구원), 박상욱, 김병학, 원홍인, 장진석	
OS20-4 머시닝 센터의 절삭 공구에 따른 구조 진동 특성 추정 기술 개발	174
*김지욱(한국생산기술연구원), 하진수, 정지수, 장진석	
OS20-5 치과용 인상재 디스펜서 압출 하중 및 적정 가압 속도 분석	175
*황지민(한국생산기술연구원), 박상욱, 정명식, 정지수, 윤석훈, 장진석	
OS20-6 낙하산 하네스 퀵 핏의 열간 단조 공정 개선에 관한 연구	176
*김정곤(한국생산기술연구원), 김동율, 권성욱, 고대철, 이성윤, 송혜진, 하진수, 장진석	

구두발표

대구 특화형 로봇 기술개발 2

특별세션 OS21

좌장 : 조지승(대구기계부품연구원)

OS21-1 배송 로봇용 3D프린팅 기반 내장형 안테나	177
*이승기(경북대학교), 김형준, 손창우, 김현덕	
OS21-2 채혈없는 비침습 혈당계와 연동하는 의료 융합형 서비스 로봇 개발	178
*김효진(아이슬), 박재홍	
OS21-3 도심 전역 배송을 위한 정밀 GPS기반 자율주행 배송로봇 개발	179
*이현중(대동모빌리티), 이종현, 김병우	

OS21-4 딥러닝 인공지능경망 기반 객체 추적 로봇 개발	180
*김남혁(옵티머스시스템), 이재환	

구두발표 **기능성 다중재료 적층제조 연구**

특별세션 OS22

좌장 : 이인환(충북대학교)

OS22-1 박막형 및 폴리머 재료의 전기기계적 특성 측정용 멀티 계측기 제작	181
*이지홍(충북대학교), 김건휘	
OS22-2 금속 적층제조 공정의 자동화 시스템 구성을 위한 기초 연구	182
*전종호(충북대학교), 조정호, 김한솔, 이상민, 강지석	
OS22-3 소프트 그리퍼 제어를 위한 공압 제어시스템 구축	183
*김성연(충북대학교), 신중호	
OS22-4 전도성 필라멘트의 적층제조 및 전기전도 특성	184
*김한솔(충북대학교), 전종호, 이상민, 강지석, 조정호	
OS22-5 전기방사 및 전기분무를 활용한 폐 PET 기반 초소수성 표면 제작	185
*김태균(충북대학교), 김건휘	
OS22-6 소프트 그리퍼 제어를 위한 성능 측정	186
*정우진(충북대학교), 유광열, 박채영, 김호찬, 이인환	
OS22-7 금속 배럴을 이용한 열가소성 우레탄의 재료 압출 연구	187
*유광열(충북대학교), 정우진, 박채영, 이인환	
OS22-8 심층 강화학습 기반 소프트 그리퍼 제어	188
*안정수(충북대학교), 신중호	

구두발표 **스마트플랫폼 및 시스템 연구**

특별세션 OS23

좌장 : 이태일(경남대학교)

OS23-1 분자동역학시뮬레이션 기반 결정립 크기에 따른 Ti-alloy의 인장특성 연구	189
*이태일(경남대학교), 왕덕현, 정예리, 김우중	
OS23-2 고카트 자율주행을 위한 부착형 전동식 조향장치 구현	190
*이세한(경남대학교), 정예리, 김우중, 왕덕현	
OS23-3 라이다 신호를 이용한 실내 자율주행 고카트의 조향제어 구현	191
*정예리(경남대학교), 이세한, 김우중, 왕덕현	
OS23-4 이미징 기반 직경 측정기술의 적용	192
*정희진(경남대학교), 황정민, 이현창	
OS23-5 절삭가공 디지털 스레드 구현을 위한 STEP-NC 데이터 모델 적용 연구	193
*윤주성(경남대학교)	

구두발표

부산대-국방기술진흥원

특별세션 OS24

좌장 : 심도식(한국해양대학교)

- OS24-1 이중 금속 다재료 직접적층을 위한 Fe-Al, Ni-Al 계면반응제어 194
*이욱진(부산대학교)
- OS24-2 고엔트로피합금 Interlayer을 이용한 Ti-Al 이종소재 마찰교반용접 195
*이유나(부산대학교), 최병욱, 강남현
- OS24-3 표면 조도가 프로펠러에 미치는 영향에 대한 수치 해석적 연구 196
*박성호(부산대학교), 양재성, 민준기
- OS24-4 오스테나이트계 스테인리스강의 UNSM 처리를 통한 마르텐사이트 변태와 수소취화 저감 효과 분석 197
*백승호(부산대학교), 박상후
- OS24-5 모재의 격자구조가 적층소재의 적층 특성 및 기계적 특성에 미치는 영향 199
*최국화(한국해양대학교), 박현태, 정은호, 심도식
- OS24-6 VAE 모델을 활용한 additive-lathe의 결함 감지 및 피드백 시스템 개발 201
*이승문(부산대학교), 박석희

구두발표

동력전달부품기술

특별세션 OS25

좌장 : 류성기(경상국립대학교)

- OS25-1 기어 제조과정에서 치면 결함 방지 최적설계 202
*곽기명(경상국립대), 백진욱, 김남용, 강진경, 류성기
- OS25-2 기어의 저소음을 고려한 Macro-geometry 설계에 관한 연구 203
*김남용(경상국립대), 백진욱, 최재혁, 류성기
- OS25-3 스퍼기어를 적용한 기어모듈의 구동에 따른 구조안정성 분석 204
*이윤승(경상국립대), 박용우, 김남용, 백진욱, 류성기
- OS25-4 회전수 변화에 따른 기어열 접촉 응력해석 분석 205
*이윤승(경상국립대학교), 박용우, 김남용, 백진욱, 류성기
- OS25-5 기어박스 치형수정 피팅현상 방지 최적설계 206
*곽기명(경상국립대학교), 백진욱, 김남용, 김형진, 류성기
- OS25-6 기어 치형에 따른 소음 진동 특성 경향성에 관한 연구 207
*백진욱(경상국립대학교), 김남용, 최재혁, 류성기
- OS25-7 압력강하 예측 이론에 따른 유압커플러 접촉방식에 관한 연구 208
*김남용(경상국립대학교), 백진욱, 류성기
- OS25-8 변속 기능을 탑재한 유성기어 감속기 설계 209
*백진욱(경상국립대학교), 김남용, 류성기

구두발표

제어/자동화/소음진동

논문발표 OP1

좌장 : 이상민(동의대학교)

- OP1-01 전기구동 시스템의 NVH 성능 예측 프로세스 설계 210
*이상우(동의대학교), 김현수
- OP1-02 자율주행자동차 사고조사 처리지침 설계를 위한 연구 211
*허상영(동의대학교), 김현수
- OP1-03 전달 행렬과 FEM을 활용한 메타표면 위상 지연 도출 212
*권윤정(동의대학교), 김현수
- OP1-04 Brushed DC 모터의 소음진동 저감을 위한 전자 필터 설계 연구 213
*김지만(동의대학교), 김현수

구두발표

적층제조

논문발표 OP2

좌장 : 이재욱(한국생산기술연구원)

- OP2-1 ROM 기법을 이용한 PBV 용 배터리 인클로저 개발 214
*배기만(일지테크), 김우성, 이승엽, 구시연, 성지현, 이재욱
- OP2-2 물리모델 기반의 적층제조 하이브리드 트윈 연구 215
*이승엽(한국생산기술연구원), 김건우, 구시연, 박소현, 이재욱
- OP2-3 Inconel 625와 SUS304의 이종금속 동시 적층을 위한 경로 수립 전략 216
*이태경(창원대학교), 김석, 조영태
- OP2-4 적층 제조된 메타물질을 활용한 플래핑 모션 메커니즘 설계 217
*구시연(한국생산기술연구원), 이승엽, 김우성, 성지현, 김다혜, 이재욱
- OP2-5 DfAM 기반 8인치 웨이퍼 프로버 하부척의 1/9모델 설계 218
*박소현(한국생산기술연구원), 김건우, 이재욱, 이호, 정현국, 안솔보름

구두발표

금형/절삭가공/연삭가공

논문발표 OP3

좌장 : 박석희(부산대학교)

- OP3-1 드릴 가공 시 소재의 연성 및 절삭 속도에 따른 표면 거칠기 분석 219
*이화섭(울산대학교), 정희연, 박민지, 이현호, 임상호, 김진형, 전은채
- OP3-2 대면적 반도체 패키징을 위한 롤투롤 시스템 기반 에폭시 풀딩 컴파운드 패턴링 필름 개발 ... 220
*이찬우(KIMM), 곽은지, 채태진, 최두선, 한준세
- OP3-3 DED를 활용한 FBG 센서 매립 사출 금형 제작 기초연구 221
*김현성(광주대학교), 심도식, 신광용, 문형철, 백경윤
- OP3-4 자기유변유체 연마의 공간주파수 응답 특성 분석 222
*전민우(한국기초과학지원연구원, 충남대학교), 여우중, 최환진, 김민철, 박상혁, 이원균

OP3-5 건식 전기화학폴리싱이 Pulse 적용에 따른 가공 메커니즘 분석 223
 *곽성웅(조선대학교), 김옥수, 박정우

구두발표 **NANO/MEMES/미세가공**

논문발표 OP4 좌장 : 박상민(부산대학교)

OP4-1 전해연마를 적용한 니티놀의 생체적합성에 관한 연구 및 분석 224
 *최기정(인하대학교), 최승건, 전명신, 백지연, 이은상

OP4-2 하이브리드 3D 프린팅 공정 기반 다기능성 나노섬유 필터 제작 225
 *송진영(부산대학교), 김백규, 이호경, 박상민

OP4-3 자기연마가공 공정을 통한 인공관절 제품의 초정밀 폴리싱 226
 *씨압 잔점난(전북대학교), 행리다

OP4-4 전기 방사와 무전해 도금을 통한 구리 네트워크 기반의 마이크로 히터 제작 227
 *김나경(충북대학교), 김건휘

OP4-5 DLP 하이브리드 SPPW 공정으로 제작한 마이크로 구조의 응집을 활용한 다양한 형상의 마이크로 니들 구현 228
 *신승우(창원대학교), 김석, 조영태

OP4-6 정전기력 패터닝 기반 MWCNT 전극 제작 연구 229
 *정현윤(한국생산기술연구원), 고정범

OP4-7 방빙 성능을 갖는 젤 기반의 저점착 표면 제작 및 연구 230
 *이상훈(창원대학교), 김우영, 김석, 조영태

구두발표 **시뮬레이션/최적화 1**

논문발표 OP5-1 좌장 : 조영태(전주대학교)

OP5-1-1 Health Monitoring of Shotblast Using Power Spectral Density in Vibration Data 231
 *Daryl Domingo(금오공과대학교), 이준혁, 허장욱

OP5-1-2 로봇 매니플레이터의 성능 최대화를 위한 다목적 최적화 방법 개발 232
 *김중호(계명대학교)

OP5-1-3 토출구 형상 최적화를 위한 스마트 신발 청소기의 내부유동 해석 233
 *최영일(창원대학교), 모하메드 아슬람, 이재선

OP5-1-4 강화재-수지 상호작용 및 잔류 응력을 고려한 단섬유 강화 복합소재 구조물에 대한 압축 성형-구조 연성 해석 234
 *장다영(금오공과대학교), 이궁현, 한장우

구두발표

시뮬레이션/최적화 2

논문발표 OP5-2

좌장 : 박병희(대구기계부품연구원)

- OP5-2-1 A Diagnostic Varying Voltage Framework for SMPS Aluminum Electrolytic Capacitors 235
*Kareem Akeem Bayo(금오공과대학교), 이선우, 허장욱
- OP5-2-2 새로운 형태의 연기 흡입구 사용에 따른 실내공기질 개선 연구 236
*이용호(한양대학교), 강정수, 육세진
- OP5-2-3 액면 포집을 위한 집진장치 개발 및 성능 평가 연구 237
*강현민(한양대학교), 육세진
- OP5-2-4 공기조화기용 집진장치 개발에 관한 연구 238
*마수창(한양대학교), 육세진

구두발표

열유체/유체기체

논문발표 OP6

좌장 : 육세진(한양대학교)

- OP6-1 브레이징 토치의 열적 성능 향상을 위한 유동 해석에 관한 연구 239
*나다을(고등기술연구원), 노정훈
- OP6-2 EWP 모듈 내 임펠러 설계변수에 따른 펌프 성능 최적화 연구 240
*조민철(고등기술연구원), nadaul, 노정훈
- OP6-3 액체수소용 진공자켓밸브의 차압에 따른 BOG 평가 241
*황해성(동아대학교), 우성운, 한승호
- OP6-4 공기청정기의 종류 및 배치에 따른 실내 발생 입자 제거 성능 연구 242
*안익현(한양대학교), 김영원, 육세진
- OP6-5 볼 밸브 메탈시트의 표면조도를 고려한 누설 평가 243
*박형준(동아대학교), 강효립, 한승호
- OP6-6 180° 위상각 차이를 가진 두 개의 진동노즐에 의한 예압축 효과 분석 244
*전재민(공주대학교), 이영림
- OP6-7 역열전달 해석모델 및 사격 실험 자료를 활용한 포열 내부의 열유속 예측 245
*노정훈(고등기술연구원), nadaul, 이에승

구두발표

기계설계

논문발표 OP7

좌장 : 이호진(한국생산기술연구원)

- OP7-1 궤도형 무인 정찰로봇의 동적 안전성 검토 246
*손홍익(금오공과대학교), 전치경, 박성열, 오병준, 윤성호
- OP7-2 자율차용 스위블 시트의 설계 247
*이만기(한국로봇융합연구원), 최용, 홍영진, 신세길, 이상호

OP7-3 자동계류시스템 고무 씰 온도별 거동에 대한 연구	248
*손연홍(부산대학교), 이윤재, 최민기, 김원석, 김용진, 김송길	
OP7-4 스마트도시를 위한 경량 이동형 생활안전 감시로봇	249
*진소영(경남대학교), 김여정, 김수진, 최수인	
OP7-5 원단 날염공정 디지털 전환을 위한 로봇 융합 장비 개발	250
*최기훈(한국섬유기계융합연구원), 배규현, 이재용	
OP7-6 엘리베이터 승강로에서 승객 추락방지를 위한 에어프런 구조해석	251
*이중섭(한국승강기대학교), 천성봉, 김봉석	
OP7-7 A Robust Framework Towards Anomaly Detection for SCIM Rotor-Bar Using AE-LSTM	252
*Chibuzo Nwabufo Okwuosa (금오공과대학교), 김동윤, 허장욱	

포스터발표 금형/절삭가공/연삭가공

논문발표 PPA

좌장 : 곽재섭(부경대학교), 곽은지(한국기계연구원), 이봉기(전남대학교)

PPA-01 GeSbSe 칼코겐유리를 사용한 하이브리드형 적외선렌즈 압축성형 및 평가	254
*차두환(트루옵틱스), 김대산, 이예찬, 김지관	
PPA-02 특허 빅데이터 분석을 활용한 기계분야 기술 동향 분석: 스마트제조 기술을 중심으로	255
*송윤제(대진대학교), 권혁홍	
PPA-03 웨이퍼 흡착용 SiC 2종의 연삭 가공성 평가에 관한 연구	256
*이승용(한국폴리텍VI대학), 이성희, 박세진	
PPA-04 절삭력 기반 다이캐스팅 제품 멀티홀 가공용 드릴 가공성 평가에 관한 연구	257
*이승용(한국폴리텍VI대학), 정영해	
PPA-05 압공 성형용 금형강(SKD-11) 연삭 최적화를 위한 실험적 연구	258
*이승용(한국폴리텍VI대학), 이현직	
PPA-06 Contact Pin 드로잉용 초경 펀치 연삭 조건에 따른 최적 표면거칠기 도출에 관한 연구	259
*이성희(한국폴리텍VI대학), 최영주, 이상근, 이승용	
PPA-07 SUS329J1 소재의 초정밀 절삭 가공 조건 최적화	260
*고명진(한국생산기술연구원), 박순섭	
PPA-08 AR 디바이스용 광학렌즈 비회전대칭면 초정밀 선삭 가공 기술 개발에 관한 연구	261
*고명진(한국생산기술연구원), 박순섭	
PPA-09 분리판 성형용 SKD-11 소재의 절삭 가공성 평가에 관한 연구	262
*이승용(한국폴리텍VI대학), 최영주, 이상근	
PPA-10 전기차 배터리의 구조적 안정성 확보를 위한 칩 두께 분석 기반 DAC-Magic재 mold 가공 기술 최적화	264
*곽지현(부경대학교), 배원준, 이정희, 조효진, 곽재섭	
PPA-11 표면 분류 계수 기반 마이크로 포켓 가공 공정 최적화에 관한 연구	265
*배원준(부경대학교), 곽지현, 이정희, 이희철, 김정희, 곽재섭	

PPA-12 ECMP 후 세정에서 공정 조건에 따른 세정액 유동에 관한 연구	266
*이현섭(동아대학교), 주애립, 구창현, 안형주, 이재욱	
PPA-13 동작기계 가공공정 모니터링 데이터 분석	267
*최영재(한국생산기술연구원), 김재혁, 홍윤혁	
PPA-14 Multi Layer 다이아몬드 전착 Core Drill의 가공 특성에 관한 연구	268
*차승환(금오공과대학교), 양동호, 박문석	
PPA-15 결합제에 따른 기어 연삭용 휠의 가공 특성에 관한 연구	269
*차승환(금오공과대학교), 양동호, 이상협, 이강수, 송영린	
PPA-16 난삭재 가공용 초미립 인서트의 공구성능평가	270
*장경훈(대구기계부품연구원), 윤일채, 허재영, 배주홍, 장동빈	
PPA-17 수소연료전지 분리판 소재의 인장 특성에 관한 연구	271
*이종찬(금오공과대학교), 양동호, 이상협, 조수현	
PPA-18 머신러닝 기법을 이용한 플라스틱 혼 커버 성형조건 최적화	272
*한성열(공주대학교)	
PPA-19 카메라-머신비전 기반의 실시간 안전 감지 및 제동	273
*김중현(계명대학교), 이광구, 최해운	
PPA-20 Poly crystalline diamond 절삭공구의 인선부 품질 분석	274
*조수빈(대구기계부품연구원, 우완식, 사민우, 김동규	
PPA-21 비접촉 센서를 이용한 금속 가공 표면의 거칠기 측정 방법 연구	275
*김창용(롭스), 이웅석, 안수용	
PPA-22 열처리된 FeMnC계 냉연판재의 상온 및 극저온에서의 기계적 특성 평가	276
*김신영(조선대학교), 김정석	
PPA-23 용체화 처리 온도에 따른 AlMgSi 합금의 미세조직 및 기계적 특성	277
*김유경(조선대학교), 김정석	
PPA-24 Zr 첨가에 따른 AlSiCu 합금의 시효공정에 대한 기계적 특성 연구	278
*강준이(조선대학교), 김정석	
PPA-25 건식냉각 활용 초정밀 가공에 관한 연구	279
*이경일(송원대학교), 고가진, 김재열	
PPA-26 니켈계 합금의 공구 냉각 방식에 따른 밀링 가공성 분석	280
*한택우(한국생산기술연구원), 신강우, 남정수, 김성현, 송경은, 이석우, 김태곤	
PPA-27 반경방향 냉간 단조용 맨드릴 제작을 위한 이중접합 소재의 기계적 특성 평가	281
*사민우(에스제이엔텍), 이상근, 신대호	
PPA-28 멀티코어 구조 금형을 적용한 알루미늄 판재 성형 해석	282
*이서한(호원), 이상현, 최현범, 이정우, 김대용	
PPA-29 다이아몬드 터닝을 통해 제작된 곡면 형상 단결정 압전소자의 출력신호 분석	283
*서동현(한국기계연구원), 곽은지, 제태진, 최두선, 한준세	

PPA-30	마모 해석을 통한 웨이퍼 연삭휠의 마모율 추정	284
	*황해성(동아대학교), 이현섭	
PPA-31	Ti-6Al-4V 소재 극저온 가공에서 공구절입 조건에 따른 공정신호분석을 통한 공구수명 비교 ...	285
	*박민석(한국생산기술연구원), 김미루, 윤왕호, 정원재, 김영상, 윤현성, 이훈희	
PPA-32	수축 방향을 고려한 경계조건에 따른 사출성형 부품의 변형 거동	286
	*박지원(전남대학교), 이봉기	
PPA-33	엔드밀의 절삭 날 끝 반경이 표면거칠기에 미치는 영향	287
	*곽예인(영남대학교), 쿠르니아완 렌디, 천지예린, 천슈오, 배영호, 고태조	
PPA-34	CFRP 드릴링을 위한 홀 출구 온도 예측 모델	288
	*천지예린(영남대학교), 고태조, 곽예인	
PPA-35	초음파 진동을 이용한 다이싱용 커터의 임피던스 측정	289
	*쿠르니아완 렌디(영남대학교), 고태조, 한필완, 천슈오, 텅한웨이, 곽예인, 아리사우드	
PPA-36	알루미늄 주조 몰드 리브의 통로형상에 따른 유동에 관한 연구	290
	*주예현(창원대학교), 김재실, 구하운	
PPA-37	스크롤 가공 지그의 안전성에 관한 연구	291
	*구하운(창원대학교), 김재실, 권기남, 하능교	
PPA-38	절삭가공에서의 원격 상태 모니터링을 위한 특징추출 신호처리기법	292
	*류제두(한국생산기술연구원), 김성렬	
PPA-39	다결정 황화아연의 초정밀 표면 거칠기 예측 플랫폼 설계	293
	*김민철(한국기초과학지원연구원), 여우중, 최환진, 전민우, 김이중, 박상혁	

포스터발표

시뮬레이션/최적화

논문발표 PPA

좌장 : 임종경(가천대학교), 전용호(아주대학교),
손정우(금오공과대학교), 이하범(부산대학교),
오용석(창원대학교)

PPA-40	도어액츄에이터의 사출 성형 조건에 따른 유동 및 변형 특성 분석	294
	*차승훈(경북테크노파크), 이찬희, 용경중	
PPA-41	판재의 굽힘강성 향상을 위한 선택적 레이저 패터닝 공정 최적화에 대한 연구	295
	*송현호(대구대학교), #유재현, 양성문, 이범무, 서진규, 허성수, 김태연, 이태우	
PPA-42	3D 스캐닝을 활용한 단종 제품 및 복잡한 부품의 역설계 효율화 연구	296
	*김수민(창원대학교), 김병건, 하지호, 박승규, 우승식, 박종규	
PPA-43	EV Drive Mount Bracket 경량화 사출부품 및 3D 금형개발 연구	297
	*홍성수(경북자동차임베디드연구원), 강영임, 표정훈, 홍성준, 김병주	
PPA-44	MCT Direct Control 인덱스 테이블의 구조적 특성에 관한 연구	298
	*이종찬(금오공과대학교), 양동호, 김창언, 김경열	
PPA-45	ResNet을 이용한 지반침하 위험도 예측 방법	299
	*김지범(고려대학교), 박준환, 문두환	

PPA-46	모터 코일 구리 와이어의 변형거동 분석 및 헤어핀 성형공정의 유한요소해석에 관한 연구	300
	*안지섭(한국생산기술연구원), 이상근, 황선광, 조아라, 이지원, 정명식	
PPA-47	탄소복합재료의 유한요소해석에 관한 연구	301
	*박범수(전주대학교), 최선호, 고상철, 박이구	
PPA-48	누락된 객체 인식을 위한 보간법 기반 이미지 마스킹 방법론	302
	*하진수(한국생산기술연구원), 원홍인, 김병학, 김지욱, 장진석	
PPA-49	생체 모방 로봇의 구조에 따른 가변 기어비 설계	303
	*조익현(계명대학교), 김종호	
PPA-50	다중흡입팬을 사용한 공기정화 시스템의 풍량 제어 연구	304
	*차인표(한국전자기술연구원), 정택언, 윤현준, 최철준	
PPA-51	K계열 전차용 주포 고저머치 개선 방안 연구	305
	*이우섭(육군종합정비창), 김대언, 서영주, 김태진	
PPA-52	새로운 형태의 연기 흡입구 개발 및 성능 최적화 연구	306
	*이용호(한양대학교), 강정수, 육세진	
PPA-53	전동차 열차풍에 의한 배기실 및 급기실의 처리 유량 변화 예측 연구	307
	*강현민(한양대학교), 성기봉, 안익현, 이용호, 마수창, 육세진	
PPA-54	상대습도에 따른 전기집진 특성에 관한 연구	308
	*마수창(한양대학교), 황석주, 육세진	
PPA-55	기지상 결정 방향성의 단축 인장 미세 거동에 대한 영향성	309
	*손영균(울산대학교), 김동현, 이화섭, 정희연, 이석빈, 전은채	
PPA-56	저반동식 시스템의 발사시 충격하중의 실험 및 해석에 관한 연구	310
	*권기남(창원대학교), 김재실, 이훈, 주예현	
PPA-57	비상디젤발전기 매연저감장치의 스포일러에 관한 연구	311
	*이훈(창원대학교), 김재실, 하능교, 구하운	
PPA-58	K9자주포 유기압현수장치 보틀의 효율적 분해방안 연구	312
	*윤용찬(육군종합정비창), 김대언, 서영주, 심정훈	
PPA-59	휴대용 대기환경 측정기 개발을 위한 센서 배치 최적화에 대한 연구	313
	*이경동(경북하이브리드부품연구원), 심재술, 지창현	
PPA-60	전기차용 차량 부품의 FEM을 통한 열 구조 연동 해석	314
	*김세은(아주대학교), 이문구, 한상원, 박정률, 전용호	
PPA-61	다이캐스팅 금형에서의 가스 포집 형상 최소화를 위한 오버플로워 최적화에 관한 연구	316
	*이석배(한국화학융합시험연구원), 안형준, 현진욱, 정해인	
PPA-62	NBR 더스트 커버의 스트로크에 따른 하중 해석	317
	*정성훈(경북테크노파크), 이찬희	
PPA-63	전산해석 기반 전동식 액추에이터 하우징 설계 분석 연구	318
	*이찬희(경북테크노파크), 임정식, 전세호	

PPA-64	용사코팅에서 모재와 코팅 층의 열 전달 및 열 차폐 시뮬레이션	319
	*이제민(창원대학교), 김석, 조영태	
PPA-65	돌봄로봇의 실사용 환경을 고려한 개발 절차 적용 연구	320
	*정성배(근로복지공단 재활공학연구소), 오혜정, 정우창, 황인호, 육선우	
PPA-66	건설기계 구조물의 유한요소해석 결과 분석	321
	*서의화(국방기술품질원)	
PPA-67	리튬배터리를 적용한 휠바이크의 사용성평가 시나리오 및 평가지표 개발	322
	*오혜정(근로복지공단 재활공학연구소), 정성배, 황인호, 정우창, 육선우	
PPA-68	유동 특성 분석을 통한 탈황장치 설계최적화 연구	323
	*정희숙(고등기술연구원), 이예승	
PPA-69	열 공급방법 및 형상에 따른 건식 스크러버 내 열-유동 특성 분석	324
	*정희숙(고등기술연구원), 노정훈	
PPA-70	로봇 자동화 기반의 가공공정 생산성 향상	325
	*이지은(대구기계부품연구원), 신성용, 김진록	
PPA-71	수평타입 자동포장시스템의 공정해석 및 구조해석	326
	*장원석(대구기계부품연구원), 박희찬, 하재혁, 김기환	
PPA-72	하이드로겔 필름 기반의 배터리-프리, 무선 광전자 센서	327
	*이성주(창원대학교), 오용석, 이동진, 김상원, 김영한, 노유림, 이남형, 이하경, 한현석, 조석주, 박인규	
PPA-73	캔틸레버 빔 기반의 배터리-프리, 무선 소형압력센서	328
	*이남형(창원대학교), 오용석, 이동진, 김상원, 김영한, 노유림, 이성주, 이하경, 한현석, 조석주, 박인규	
PPA-74	기능성 필름의 구조변형을 이용한 배터리-프리, 무선 광전자 압력센서	329
	*김상원(창원대학교), 오용석, 이동진, 김영한, 이남형, 노유림, 이하경, 이성주, 한현석, 조석주, 박인규	
PPA-75	다이어프램 기반의 배터리-프리, 무선 압력 센서	330
	*김영한(창원대학교), 오용석, 이동진, 김상원, 이남형, 노유림, 이성주, 이하경, 조석주, 한현석, 박인규	
PPA-76	무선 온도 센서로부터 획득된 신호의 가상환경에서 실시간 시각화	331
	*이하경(창원대학교), 오용석, 이성주, 노유림, 김상원, 김영한, 이남형, 이동진, 조석주, 한현석, 박인규	

포스터발표

CAD/CAM/CAE

논문발표 PPB

좌장 : 김현준(경북대학교), 김창래(조선대학교)

PPB-1	협동로봇 부착용 그리퍼 장치 강건성 분석에 관한 연구	332
	*이동현(한국섬유기계융합연구원), 손민석, 김재연, 이재용	
PPB-2	Steering Column & Shaft 평행도 검사 장치의 안전성 검토	333
	*김중선(부산대학교), 권대규, 안석영	

PPB-3	CAE를 활용한 액화수소 진공배관의 브레이징 접합 특성 분석	334
	*황지상(동아대학교), 김성재, 윤정현, 정량우	
PPB-4	반자동 접이식 선박용 차양 장치 제작 기술개발	335
	*김희대(목포대학교), 고동현, 이상찬	
PPB-5	차량 동력 전달용 링기어의 구조 안정성 평가	336
	*황경환(한국생산기술연구원), 권대규, 이재학	
PPB-6	알루미늄 봉 굽힘 공정의 해석	337
	*최두순(한국교통대학교, 택트), 이근안, 오성국	
PPB-7	액화수소용 글로브 밸브의 유량계수 변화	338
	*황나규미(동아대학교), 강정호, 한승호, 오진식, 곽주환	
PPB-8	Tool Pocket용 Gripper 구조적 특성에 관한 연구	339
	*김창언(금오공과대학교), 최현용, 이상협, 민종관	
PPB-9	Tube Connector Auto Assembly System의 구조적 특성에 관한 연구	340
	*김창언(금오공과대학교), 최현용, 이상협, 황정주	
PPB-10	고강도 휠 설계를 위한 원심주조의 유동응고 해석모델 개발	341
	*심경석(한국자동차연구원), 민윤상, 박영균	
PPB-11	전기구동 승용관리기 승하강 높낮이 조절장치 설치에 따른 링크 구조해석	342
	*이중원(전주대학교), 이현우, 강한경, 김수민, 모준혁, 정환홍, 이충호	
PPB-12	스태커 크레인 텔레스코픽 마스트의 단수에 따른 구조해석	344
	*강한경(전주대학교), 김수민, 박수배, 이충호	
PPB-13	튜닝 브레이크 캘리퍼의 동특성 분석	345
	*송영근(경북테크노파크), 박소정, 서은솔, 김현주, 강호영	
PPB-14	Inconel 600 재질의 항공기 엔진 control arm 부품의 안전성 검토	346
	*권대규(세이테크), 노현일, 김중선, 강상우	
PPB-15	항공기 엔진 control arm 부품의 가공 소재절감을 위한 평면 클램핑 지그 개발	347
	*권대규(세이테크), 노현일, 김중선, 강상우	
PPB-16	중저준위 원자력 폐기물 처분용 사각 포장용기의 밀폐평가	348
	*이정인(한국생산기술연구원), 조용재, 송혜진, 한수빈, 장진석	
PPB-17	배터리 팩 모듈 시스템의 앤드플레이트 구조 진동 해석	349
	*최승민(경북테크노파크), 송영근, 박소정, 박상율, 송윤갑, 강호영	
PPB-18	AI 엠보 소재를 적용한 E-GMP용 배터리 케이스 구조 및 동특성 해석	350
	*최효성(경북테크노파크), 최승민, 채준영, 박상율, 송윤갑, 강호영	
PPB-19	수냉식 구조를 가지는 원통형 배터리팩 모듈의 구조강성에 관한 연구	351
	*박철우(대구기계부품연구원), 허준혁, 김문석	
PPB-20	피로수명 향상을 위한 필렛롤링 공정의 유한요소해석	352
	*전만수(경상국립대학교), Mohd Kaswande Razali, 엄재근, 최정묵, 곽희만	

PPB-21 내열성 재료 FDM 3D 프린팅 열변형 고찰	353
*심형섭(인하대학교), 이건상, 김주형, 이선곤	
PPB-22 절삭저항 해석을 통한 고정스크롤 가공공정 개선	354
*이상태, (한국폴리텍7대학), 황중대, 박서진, 윤기철	
PPB-23 절삭저항 해석을 통한 선회스크롤 가공공정 개선	355
*황중대(한국폴리텍7대학), 이상태, 김민균, 윤기철	
PPB-24 절삭저항 해석을 통한 임펠러의 5축가공 공정개선	356
*황승국(한국폴리텍7대학), 김민균, 안은찬, 황중대	
PPB-25 절삭저항 해석을 통한 프로펠러의 5축가공 공정개선	357
*임영훈(한국폴리텍7대학), 정영훈, 이병욱, 황중대	

포스터발표

NANO/MEMES/미세가공

논문발표 PPB

좌장 : 장성욱(동의대학교), 조영태(창원대학교)

PPB-26 ChatGPT와 3D모델링 툴을 활용한 초소수성 표면 설계	358
*노영훈(동아대학교), 남승윤, 강정환, 이성호	
PPB-27 전단농축유체-마찰나노발전기 센서 및 모니터링 시스템 제작	359
*박지교(부산대학교), 김백규, 송진영, 박상민	
PPB-28 딥러닝을 통한 온/습도 강건한 도로정보 감지를 위한 레이저 유도 그래핀 기반 마찰전기 타이어 모니터링 시스템	360
*김백규(부산대학교), 송진영, 박지교, 이호경, 박상민	
PPB-29 스프레이 공정을 통한 웨어러블 GNP/CNT/PDMS 직물전극 개발	361
*이호경(부산대학교), 송진영, 김백규, 박상민	
PPB-30 나노스크래치 시험을 활용한 고온고습 환경에서의 광학필터 접합력 분석	362
*김동현(울산대학교), 조아름, 박민지, 이화섭, 정희연, 박연경, 정준호, 황성민, 윤성용, 전은채	
PPB-31 미세 가공 시 Fe-9Cr 합금의 취화에 따른 비절삭저항 분석	363
*정희연(울산대학교), 손영균, 이화섭, 김동현, 박연경, 박민지, 우종범, 전은채	
PPB-32 나노스크래치 테스트를 활용한 표면 작용기에 따른 Ag 박막의 접합력 및 접합에너지 분석 ...	364
*박민지(울산대학교), 박연경, 정희연, 김동현, 최준혁, 최대근, 정주연, 전은채	
PPB-33 나노스크래치 테스트를 활용한 Ag 박막의 접합력에 대한 산화막의 영향 분석	365
*박연경(울산대학교), 정희연, 박민지, 김동현, 최준혁, 최대근, 정주연, 전은채	
PPB-34 고압 다이캐스팅 금형 씰링 변형 계측을 위한 탄소 나노 복합재 기반 압력 센서 기초 연구 ..	366
*김성용(한국섬유기계융합연구원), 조순욱, 오광원, 이수안, 남택천	
PPB-35 냉해 예방을 위한 마이크로 히터가 집적화된 식물 배양기의 제작	367
*전현주(광주대학교), 한찬, 전영일, 윤진석, 조재영, 이태영, 최영수	
PPB-36 초고속 하이브리드 MAF 가공법을 적용한 H2 탱크용 솔레노이드 밸브 STEM 가공에 관한 연구	368
*김휘중(전북대학교), 미네트 폰파넛, 행리다, 문상돈	

PPB-37 친환경 연마재를 이용한 생체용 인공관절의 표면정밀도 향상	369
*김휘중(전북대학교), 문상돈, 행리다	
PPB-38 볼 엔드밀을 이용한 치과용 Co-Cr Disk의 가공 연구	370
*최영수(크레텍), 윤인준, 사민우	
PPB-39 메탈 메쉬 기반의 투명 면상 발열 필름에 대한 연구	371
*김동진(한국과학기술원), 최성호, 김태원, 박철진, 이승섭	
PPB-40 무전해 도금과 수열 합성법으로 성장된 독립적인 Cu/ZnO 나노섬유 패턴 제작	372
*최문정(충북대학교), 김건휘	
PPB-41 무전해 도금과 산화 공정을 통한 다공성 계층 구조 멤브레인 제작	374
*강승민(충북대학교), 김건휘	
PPB-42 대면적 Maskless Digital Lithography를 위한 패턴 FFT이미지의 각도 오차 예측을 위한 딥러닝 네트워크를 이용한 회귀모델	375
*김범진(창원대학교), 서보옥, 윤서나, 김우영, 고관우, 김석, 조영태	
PPB-43 Pillar array의 reflow 과정에서 온도 및 시간에 따른 곡률과 높이의 변화	376
*김명서(창원대학교), 김석, 조영태	
PPB-44 전해가공을 활용한 STS 304 공정 동시가공 및 균일성 연구	377
*김성현(수소기반 차세대기계시스템 KIURI연구단), 김준영, 최승건, 장선호, 이은상	
PPB-45 초음파 진동을 사용한 증착 공정용 능동형 캐니스터 개발	378
*한우성(조선대학교), 이정현, 김창훈, 강힘찬, 박재복	
PPB-46 디지털 이미지를 활용한 미끄러운 표면의 자유로운 형상 제조	379
*김우영(창원대학교), 김석, 조영태	
PPB-47 액적 분할 및 반동을 위한 불규칙 방방 패턴의 초정밀 가공 및 평가	380
*박진호(한국항공대학교), 김지환, 유승우, 윤해성	

포스터발표

용접/특수가공

논문발표 PPB

좌장 : 이정원(조선대학교), 윤해성(한국항공대학교)

PPB-48 액체수소탱크용 STS304L 소재의 GTAW 용접 적용 연구	381
*하을용(한국생산기술연구원), 김영현, 표창민, 조광희, 김유진, 조주연, 안예식, 여태곤, 김재용	
PPB-49 코러게이션이 적용된 LNG 화물창용 STS304L 소재의 자동용접 적용 연구	382
*하을용(한국생산기술연구원), 김성환, 표창민, 전홍수, 홍성빈, 김호경, 김재용	
PPB-50 펄스 전원의 듀티비에 따른 스테인리스강의 전해연마	383
*신홍식(한국교통대학교), 장민석	
PPB-51 Stellite 6 CMT 용접의 비드 형상에 대한 보호 가스의 영향	384
*이충우(한국생산기술연구원), 우수성, 김인주, 김지선	

논문발표 PPB

좌장 : 김지언(한국폴리텍대학), 박성현(한국생산기술연구원)

PPB-52 분말 적층 용융(Power Bed Fusion, PBF) 기술을 활용한 PCD 팁 브레이징 엔드밀 개발 연구 .. 385
 *사민우(에스케이엔텍), 손호민, 김동규, 김용택

PPB-53 에너지 제어 용착 공정에 의해 제조된 알루미늄 합금 적층물의 마찰교반 특성 관찰 386
 *김호찬(안동대학교), 이인환, 최성중, 이인환

PPB-54 LW-DED와 L-PBF 방식으로 적층 제작된 IN718 합금의 기계적 특성 387
 *임규진(한화에어로스페이스), 김광년, 안성철, 김진영

PPB-55 FDM 3D 프린터 유해물질 제거를 위한 안전부스 모니터링 시스템 개발 388
 *윤해룡(한국로봇융합연구원), 조용준, 홍형길, 장선호, 박관형

PPB-56 DMLM 3D 프린터의 평면 및 곡면 형상 출력물의 표면 품질 연구 389
 *허중현(창원대학교), 김정태, 최수이, 박종규

PPB-57 3D 프린터 출력 조건에 따른 고분자 기어의 마찰 및 마모 특성 390
 *권혜민(조선대학교), 이성준, 김창래

PPB-58 TPMS 구조의 설계 변수에 따른 적층제조 활용 제작 특성 평가 391
 *김현(조선대학교), 이광규, 안동규

PPB-59 3D 프린터를 활용한 단종된 자동차 부품 제작 연구 392
 *이연우(창원대학교), 배준호, 황성빈, 허중현, 박종규

PPB-60 적층제조 된 Inconel 625 소재의 미세조직 및 기계적 특성 393
 *이윤선(한국생산기술연구원), 김다혜

PPB-61 DED 공정에서의 적층 경로에 따른 출력물의 tribology 특성 연구 394
 *김대진(경북대학교), 허세근, 정민교, 김현준

PPB-62 야전상황에서 손상된 피부조직 재생을 위한 소형 3D 바이오프린팅 시스템 개발 395
 *김재석(원광대학교), 김은채, 유상기, 강내운, 이승재

PPB-63 무전해 도금을 이용한 전자파 차폐연구 396
 *이상민(전주대학교), 이재준, 광이구, 강성수

PPB-64 DED 공정을 이용한 SCM440 기저부 위 17-4 PH 분말 적층 시 분말 공급 가스량 변화에 따른 잔류응력 변화 고찰 397
 *범중찬(조선대학교), 이광규, 안동규

PPB-65 극한환경에서 3D 프린터 출력물의 적층 두께에 따른 초음파 전파 특성 평가 398
 *박준필(창원대학교), 이재선

PPB-66 고융점 소재 적층을 위한 가압 적층 기술 연구 399
 *김지언(한국폴리텍대학), 고석조

PPB-67 Homogenization 기법을 이용한 라이너 모델의 Virtual Printing 연구 400
 *이재욱(한국생산기술연구원), 김우성, 이승엽, 구시연, 성지현

PPB-68 DED 적층제조를 적용한 회전체 재제조에 따른 공정연구	401
*조용빈(부산대학교), 박상후	
PPB-69 직접에너지 적층 공정으로 제조된 Al6063 적층 높이에 따른 경도 변화 특성에 관한 연구	402
*최다운(광주대학교, 한국생산기술연구원), 신광용, 이기용, 김재웅, 김동주, 강호주, 백경윤	
PPB-70 금속 3D 프린터를 이용한 Annulus gear 제작	403
*박소정(경북테크노파크), 김규태, 박정명	
PPB-71 탄소나노튜브 기반 압력 센서의 다중재료 적층 연구	404
*박채영(충북대학교), 김호찬, 이인환	
PPB-72 Metal binder jet 3D 프린팅의 분말 패킹 밀도 분석	405
*김동규(대구기계부품연구원), 이호진, 김동욱, 조수빈, 김지혜	
PPB-73 RobotStudio를 이용한 WAAM경로 계획 및 구현	406
*정우진(창원대학교), 김창중, 김석, 조영태	
PPB-74 DED 공정과 P21 분말로 적층 보수된 SKD61의 기계적 특성에 관한 연구	407
*윤빛나(한국해양대학교), 강효정, 고민성, 김화정, 신광용, 심도식	
PPB-75 3D 프린팅을 이용한 MWCNT 기반의 유연 압력 센서 제작	408
*정재경(한국생산기술연구원, 제주대학교), 김수완, 김현범, 김영우, 고정범, 박성현	
PPB-76 3D프린팅 적층제조 인서트 교환형 드릴 홀더의 콜러트 홀 최적화	409
*김연오(대구기계부품연구원), 권병찬, 김동규	
PPB-77 3D 프린팅을 이용한 기능성 4D 좌굴 구조물의 제작	410
*노유림(창원대학교), 오용석, 이동진, 김영한, 김상원, 이남형, 이성주, 이하경, 한현석, 조석주, 박인규	
PPB-78 조밀한 다중 금속 결합을 위한 LDED 적층구조설계	411
*진칭예(부산대학교), 남현지, 조해주, 이육진	
PPB-79 HEV용 EGR 밸브 다이캐스팅 금형의 과도 열전달 해석에 관한 연구	412
*조순욱(한국섬유기계융합연구원), 정재환, 남규동	

포스터발표

공주대학교 산학공동 R&D

논문발표 PPC

좌장 : 김문정(공주대학교)

PPC-1 강도 향상을 위한 릴렉스 시트용 레그레스트 모듈의 경량 최적 설계	413
*주영조(공주대학교), 전의식	
PPC-2 이차전지 분리막의 균질 건조를 위한 열풍 유동 해석	414
*석원석(공주대학교), 전의식, 김재경, 이상재	
PPC-3 글로브 박스용 난방 장치에 따른 온도 특성 분석	416
*허영준(공주대학교), 전의식, 고아라, 김덕래	
PPC-4 경량화를 위한 시트 쿠션 프레임의 강도 해석	417
*고아라(공주대학교), 전의식, 박대호, 신동석, 이하늘	

PPC-5	고압 가스 분무법을 이용한 비정질 Fe-Si-B 연자성 분말 제조 및 평가	418
	*고민지(공주대학교), 전의식, 박대호, 김정호	
PPC-6	TDI 저감 연질 폴리우레탄 폼의 Index 변화에 따른 기계적 특성	419
	*서형원(공주대학교), 전의식, 김영신, 전유영	
PPC-7	OLED 증착마스크의 운반을 위한 카세트 고정 장치 설계	420
	*오종훈(공주대학교), 전의식, 김재경	
PPC-8	플레콘 백 포장 자동화를 위한 비전 카메라 적용 픽업 시스템 개발	421
	*김민재(공주대학교), 전의식, 김재경	
PPC-9	유한요소 해석을 이용한 여행용 캐리어 낙하 시험 결과 예측 기법	422
	*이상민(공주대학교), 변성욱, 홍석무	
PPC-10	탄소 섬유 재활용 공정에서 생성된 폐액을 이용한 비닐에스테르 수지 합성	423
	*전상준(공주대학교), 이기열, 김준영, 양대중	
PPC-11	휠체어 프레임 구조 변경을 통한 적재 편의성 개선	424
	*오민성(공주대학교), 문태용, 이창연, 홍석무	
PPC-12	무선충전기의 모듈 과열로 인한 전자기장-열-유동 연성해석	425
	*황순재(공주대학교), 홍석무	

포스터발표

금오공과대학교 국방항공 소재/부품/장비

논문발표 PPC

지역인재 양성 사업단

좌장 : 김현찬(금오공과대학교)

PPC-13	기계 발광 소재 기반 균열 감시	426
	*심지용, 김민서(금오공과대학교), 류동현, 손정우	
PPC-14	메타 보 모델을 위한 차원축소법	427
	*김신호(금오공과대학교), 김준식	
PPC-15	이산요소법 기반 칫솔 모델을 이용한 치아 각도에 따른 치경부 마모 해석	428
	*김하윤(금오공과대학교), 박준영	
PPC-16	이산요소법을 이용한 충돌 회피의 수치적 적용에 따른 교차로 보행자 유동 시뮬레이션	429
	*김태형(금오공과대학교), 이승우, 박준영	
PPC-17	나노입자 기반 유연 센서의 제작과 동작 감지의 활용 가능성에 대한 연구	430
	*조혜수(금오공과대학교), 이길용	
PPC-18	객체 인식 알고리즘을 이용한 추적 시스템	431
	*장정서(금오공과대학교), 손정우	
PPC-19	균질화 기법과 부구조 기법을 이용한 복합 패턴을 가진 반복 구조물의 효과적인 해석기법에 대한 연구	432
	*장완재(금오공과대학교), 장성민, 한장우	
PPC-20	3D 프린팅 공정 연계 구조 해석을 통한 출력물의 기계적 이방 거동 예측	433
	*이궁현(금오공과대학교), 장다영, 선채림, 김정민, 설영훈, 윤민호, 한장우	

PPC-21	마이크로 홀 멤브레인과 은 코팅 금 나노막대를 이용한 나노플라즈모닉 SERS 구조체 제작기술 개발	434
	*김민석(금오공과대학교), 박우현	
PPC-22	ARO펌프의 센서위치 최적화	435
	*정선우(금오공과대학교), 허장욱	
PPC-23	개선된 해석 모델 및 상용 구조해석 프로그램을 활용한 복합소재 적층 구조물의 다물리적 거동 예측	436
	*한장우(금오공과대학교), 김현우, 김준식	
PPC-24	엔지니어링 플라스틱의 상온 적층 제조 공정 설계	437
	*김현찬(금오공과대학교)	
PPC-25	쇼트 블라스트 고장진단을 위한 센서의 위치 선정	438
	*이준혁(금오공과대학교), 허장욱	
PPC-26	나노셀룰로오스 기반 기계요소 제조 기초 연구	439
	*김윤서(금오공과대학교), 김현찬	
PPC-27	감속기 이상진동 탐지를 통한 체인의 상태분류 연구	440
	*이선우(금오공과대학교), 황정우, 허장욱	
PPC-28	비극성 액체 윤활제 기반 마찰대전 발전소자	441
	*정지훈(금오공과대학교)	
PPC-29	Digital Twin을 통한 MDPS 커플링 고장진단 및 예지	442
	*김동윤(금오공과대학교), 정선우, 윤정환, 허장욱	

포스터발표

제어/자동화/소음진동

논문발표 PPC

좌장 : 김해지(경상국립대학교), 최우영(부경대학교)

PPC-30	스위블 시트 제어를 위한 임베디드 시스템 개발	443
	*최용(한국로봇융합연구원), 이만기, 홍영진, 신세길, 이상호	
PPC-31	IR카메라를 이용한 저조도 환경의 딥러닝 특징추출 기반 실내 Odometry 획득 연구	444
	*이학준(부경대학교), 사하오, 이경창	
PPC-32	선박 FGSS LNG Tank 고장 예지 분석에 관한 연구	445
	*정지현(부경대학교), 최준환, 장재현, 이경창	
PPC-33	클로즈타입 해수이차전지의 온도별 SoC 추정 실험	446
	*사하오(부경대학교), 장현준, 이경창	
PPC-34	타공 벨로우즈 소음기의 유동특성에 관한 연구	447
	*백남도(제일산업), 백근욱, 지영민, 최학근, 조동현	
PPC-35	LED 투명디스플레이 레진 디스펜싱 & 몰딩 공정 로봇-장비 모델 개발	448
	*김민주(한국기계연구원), 곽은지, 이찬우, 서동현, 제태진, 한준세, 최두선	
PPC-36	익수자 탐지를 위해 Feature-level 기반의 EO/IR 퓨전 알고리즘에 관한 연구	449
	*자오 양(부경대학교), 강정호, 이경창	

PPC-37	광 전달 시스템에서 온도조건이 광학 수차에 미치는 영향	450
	*김지훈(서울과학기술대학교, 우성철, 박찬식, 김주한)	
PPC-38	딤러닝 기반 수증 영상 개선을 통한 양식장 그물 파손 탐지	451
	*백옥진(부경대학교), 강정호, 이경창	
PPC-39	모션 증폭을 이용한 회전체 고장 진단에 관한 연구	452
	*김지만(동의대학교), 김현수	
PPC-40	공작기계의 스피들 진단 모델 개발을 위한 학습데이터의 불확도 연구	453
	*박병희(대구기계부품연구원), 김진록, 이영식	
PPC-41	사용후 배터리 신뢰성 향상 및 평가 자동화를 위한 연구	454
	*이환기(경북테크노파크), 정지환, 이영주, 이종석	
PPC-42	퍼스널 모빌리티 구동용 공유 배터리팩 개발	455
	*신현학(경북테크노파크), 최승민, 강호영, 김태훈, 장춘석, 홍희동, 배진우	
PPC-43	데이터 수량 기반 V결 교차검증을 적용한 BSR 예측 모델의 아키텍처 설계 및 유효성 검증	456
	*김석범(고등기술연구원), 남재현, 고동신	
PPC-44	디지털 클러스터 하우징의 진동 내구 해석 및 거동에 대한 연구	457
	*민윤상(한국자동차연구원, 위커), 심경석, 이종현	
PPC-45	ISG Hub의 온도에 따른 공정 모니터링 및 공차관리 기술 연구	458
	*김정근(한국생산기술연구원), 김호태, 고대철, 황선광, 이성운, 김지욱, 박상욱, 장진석	
PPC-46	하모닉 감속기의 Wave Generator Bearing 결합 신호 분석	459
	*박상욱(한국생산기술연구원), 원홍인, 김정근, 장진석	
PPC-47	시리얼 통신 기반의 데이터 모니터링에 대한 연구	460
	*박인수(한국폴리텍대학)	
PPC-48	레이저 스캐닝의 미세 구동 시스템 최적화 및 모델링 연구	461
	*우성철(서울과학기술대학교), 김지훈, 김주한	
PPC-49	전기변색필름 전력공급장치의 제어에 관한 연구	462
	*장춘석(경북테크노파크), 신현학, 최승민, 김태훈, 강호영	
PPC-50	BLDC 모터 제어를 위한 PWM 상여자 방법에 관한 연구	463
	*성상근(구미전자정보기술원), 전금상, 허영준	
PPC-51	충격흡수 및 외관품질이 향상된 초소형 전동차의 고유동 고광택 사출금형개발	464
	*이용현(창신대학교), 권대규, 이재학	
PPC-52	압력 분산을 위한 무선 센서와 로봇 침대 기반의 페루프 시스템	465
	*이동진(창원대학교), 오용석, 노유림, 김영한, 이남형, 김상원, 이성주, 이하경, 조석주, 한현석, 박인규	
PPC-53	스트레인 게이지 활용한 척력 증적에 관한 연구	466
	*자오전닝(경남대학교), 권민철, 김병창	

좌장 : 김주영(UNIST), 김호진(동서대학교),
 이상현(동의대학교), 김석(창원대학교),
 이재욱(한국생산기술연구원),
 김도혁(창원대학교)

논문발표 PPD

PPD-1 이동형 로봇의 자율 주행성능 확인을 위한 평가 시스템 467
 *정우창(근로복지공단 재활공학연구소), 황인호, 정성배, 오혜정, 육선우

PPD-2 족압 센서에 의한 실험적 보행 패턴 분석 468
 *남성진(인하대학교), 최영은, 이종경, 김효영, 이선곤

PPD-3 원전 증기발생기 전열관 이물질 제거를 위한 원격 EDM 가공 장비 개발 469
 *최민재(한국원자력연구원), 남상범

PPD-4 소형 팬선의 난방부하 3D 시뮬레이션 470
 *채용규(대전대학교), 한수진, 조동현

PPD-5 Open Cathode PEMFC 분리판 유로구조에 따른 성능향상 471
 *이재경(하이젠파워), 차수현, 장권영

PPD-6 환(Fin)의 형상에 따른 공랭식 열교환기의 열전달 특성 473
 *송현진(전주대학교), 김진수, 홍성주

PPD-7 초저소음 실내용 벽걸이형 소형 보일러의 소음 특성에 관한 연구 474
 *조명기(온수텍), 조동현

PPD-8 디퓨저 각도가 실내에서 발생된 에어로졸의 확산 저감에 미치는 영향 475
 *안익현(한양대학교), 강정수, 김영원, 육세진

PPD-9 진동노즐을 이용한 예압축이 리니어 압축기 흡입밸브에 미치는 영향 476
 *박진규(공주대학교), 이영림

PPD-10 리니어 압축기 갭 유로 형상에 따른 열 유속 측정 477
 *전재민(공주대학교), 오승환, 이영림

PPD-11 풍력터빈블레이드의 CFRP 복합재 결함 유무에 따른 NDE 빔특성 평가 478
 *임광희(우석대학교), 장계림, 조영태, 김선규

PPD-12 핫스탬핑 가열 효율 최적화 위한 통전 공정 연구 479
 *임정식(경북테크노파크), 나태승, 김태훈, 윤해룡

PPD-13 적외선 가열 기술 적용 초고강도강의 국소가열 기술 연구 480
 *나태승(경북테크노파크), 임정식, 김태훈, 윤해룡

PPD-14 정수기 빌트인용 다상구조 기반 SPM 타입 BLDC 모터시스템 설계 연구 481
 *하을용(한국생산기술연구원), 박형삼, 황윤길, 신동률, 허동렬, 김재웅

PPD-15 공작물 진원도 측정 장치 개발 482
 *김중선(부산대학교), 권대규, 안석영

PPD-16 국부수침을 활용한 복합재료 초음파 비파괴검사 연구 483
 *김중선(부산대학교), 조인호, 현해암, 안석영

PPD-17	휠 굴착기 트랜스미션 마찰판 구조해석에 관한 연구	484
	*김형준(경북테크노파크), 이환기, 김명섭, 이찬희, 이준희	
PPD-18	전후륜 모터출력에 따른 전기차 가속성능 시뮬레이션	485
	*김정민(국립안동대학교)	
PPD-19	소형 유도무기를 위한 접이식 날개 구조 설계의 동작 성능 평가	486
	*박성열(금오공과대학교), 전치경, 손홍익, 오병준, 문경태, 윤성호	
PPD-20	소형 유도무기 동특성 해석을 통한 안전성 검증	487
	*오병준(금오공과대학교), 전치경, 손홍익, 박성열, 문경태, 윤성호	
PPD-21	3차원 측정 기반 마이크로 엔드밀의 형상 변수 분석	488
	*윤일채(대구기계부품연구원), 강익수, 이재령	
PPD-22	신뢰성 시험기 DATA 기반 모니터링 디지털 트윈 시스템	489
	*이훈희(애니토이), 신기수, 유남현	
PPD-23	GNN을 사용한 기능 특징형상 인식	490
	*박준환(고려대학교), 여창모, 임승은, 문두환	
PPD-24	코어 설계에 따른 유도가열 히팅롤의 온도 특성 해석 연구	491
	*오광원(한국섬유기계융합연구원), 박보규, 박병호, 김성용	
PPD-25	속업소버 워터자켓 형상에 따른 내구성 시험에 관한 연구	492
	*김연길(한국자동차연구원), 심경석	
PPD-26	CFRP 리사이클링용 고전압 변압기 구조 연구	493
	*한인환(경북하이브리드부품연구원), 도레미, 문지훈, 김금수	
PPD-27	Wafer Flip System Frame의 구조 강성에 관한 연구	494
	*이상협(금오공과대학교), 김창연, 최현웅, 송용태	
PPD-28	장갑전투도저용 엔진피스톤의 구조 해석	495
	*최용준(창원대학교), 송현수, 최영일, 박준필, 이재선	
PPD-29	고온 초전도체 생산을 위한 인라인 챔버 설계(II)	496
	*최만호(마루엘앤씨), 고성용, 강민경, 반선규, 김동진	
PPD-30	반도체 세정 장치를 위한 정전기에 의한 웨이퍼 손상이 없는 불소수지 복합재료 설계	498
	*김유경(조선대학교), 김기열, 정현철, 김정석	
PPD-31	다기종 e-모빌리티 공유형 배터리팩 개발	499
	*최창환(경북테크노파크), 손희수	
PPD-32	CR/NR 블렌드 고무의 오존 저항성에 관한 연구	500
	*이운재(부산대학교), 손연홍, 최민기, 김원석, 김송길	
PPD-33	단순유로 배터리 셀 냉각 플레이트 강성 평가	501
	*최현범(호원), 이상현, 이정우, 이서한, 김재열	
PPD-34	배터리 셀 냉각 플레이트 설계 및 제작	502
	*최현범(호원), 이상현, 이정우, 이서한, 김재열	

PPD-35	주조 및 단조 제조 공법 차이에 의한 자동차 휠의 복합하중 내구 수명 평가	503
	*박영균(한국자동차연구원), 심경석, 민윤상	
PPD-36	서브프레임 진동 전달계 특성 반영을 위한 반차량 모듈 설계 개발	504
	*이준용(한국자동차연구원), 심경석, 박영균	
PPD-37	트랙션 모터 스테이터의 압입공정 해석 특성에 관한 연구	505
	*김해지(경상국립대학교), 장정환, 하원호	
PPD-38	트랙션 모터 하우징의 열전달 특성에 관한 연구	506
	*김해지(경상국립대학교), 장정환, 하원호	
PPD-39	경량 및 저 비용의 승용 전기차용 감속기 개발에 관한 연구	507
	*정병학(서진오토모티브), 선헌선, 이지석, 박명준, 신석호	
PPD-40	경량 및 저 비용의 EV용 전자식 파킹 장치 개발	508
	*정병학(서진오토모티브), 선헌선, 박명준, 신석호, 임재현	
PPD-41	15Nm급 SBW 변속제어 시스템 개발	509
	*김규태(경북테크노파크), 강호영, 김재승	
PPD-42	전기차 디스크-패드 제동 시스템의 스퀼 소음 해석에 관한 연구	510
	*안서연(한국자동차연구원), 남찬혁, 이성주, 황석훈	
PPD-43	전기식 디스크 브레이크 시스템의 캘리퍼 어셈블리에 대한 구조 안정성 연구	511
	*안서연(한국자동차연구원), 남찬혁, 유창희, 박진환	
PPD-44	듀얼 트리밍 공정을 적용한 다이캐스팅 후공정의 냉각 효율에 관한 연구	512
	*김은중(창원대학교), 노영화, 정호인, 이준연, 강정길	
PPD-45	반도체 패키징 BGA 패턴 형상에 따른 납 볼 흡탈착 평가	513
	*김성현(금오공과대학교), 최성대, 임병남, 정민석, 김중태, 임진호	
PPD-46	고중량 AGV 프레임 및 부품 설계	514
	*정민석(금오공과대학교), 최성대, 위정욱, 김성현, 임병남, 우수현, 윤재호, 김중태	
PPD-47	리튬이온 배터리팩 열폭주 감지 열전대의 최적 위치 분석	515
	*임병남(금오공과대학교), 최성대, 김성현, 정민석, 유기봉, 백석호	
PPD-48	전기이륜차 배터리 병렬연결 수에 따른 효율 측정	516
	*임병남(금오공과대학교), 최성대, 김성현, 정민석, 백석호, 김중현	
PPD-49	항공기 엔진 모듈 거치대의 구조해석	517
	*김중태(주광정밀), 윤재호, 최성대, 정민석	
PPD-50	소형 열전냉각기의 AL 방열판 설계	518
	*조영태(전주대학교), 마상동, 박성모, 임광희	
PPD-51	승강기 원격관리 시스템의 현황에 관한 기초적 연구	519
	*천성봉(한국승강기대학교), 이중섭, 김봉석	
PPD-52	아두이노를 사용한 승강기 물체 감지 시스템의 개발에 관한 연구	520
	*김봉석(한국승강기대학교), 이중섭	

PPD-53	컨트롤 암의 해석/시험간 강도 최적화를 통한 경량화 효과.....	521
	*이진태(CTR), 장병욱, 박정훈, 반경택, 서선민, 강명창	
PPD-54	알루미늄 어퍼 암의 중량 절감을 위한 형상 최적화.....	522
	*장병욱(CTR), 이진태, 박정훈, 반경택, 서선민, 강명창	
PPD-55	Auxetic 구조를 가진 Airless 타이어 변형거동 분석.....	523
	*김도연(부산대학교), 김홍석, Sarath Suresh Kamath, 최재원, 박상후	
PPD-56	장애우 작업자 환경을 고려한 작업용 전동 높낮이 테이블 품질관리 및 성능평가 가이드라인 연구.....	524
	*황인호(근로복지공단 재활공학연구소), 정성배, 오혜정, 정우창, 최원석, 이상은, 박중서, 육선우	
PPD-57	장애우 작업자 환경을 고려한 전동 높낮이 테이블 위험관리 평가 연구.....	526
	*육선우(근로복지공단 재활공학연구소), 황인호, 정성배, 오혜정, 정우창, 최원석, 이상은, 박중서	
PPD-58	상륙공격헬기 체계개발단계 품질통제점(QCG) 제도 효과 연구.....	528
	*손혜경(국방기술품질원), 김진성, 권나은, 김유석	
PPD-59	직접에너지적층 공정으로 제조된 고망간강 소재의 망간 함유량에 따른 인장 특성에 관한 연구.....	529
	*하형진(한국해양대), 심도식	
PPD-60	직접에너지적층으로 제조된 Inconel 718에 대한 TiO ₂ 확산침투처리에 관한 연구.....	530
	*이영민(한국해양대), 홍지일, 김성태, 박준영, 심도식	
PPD-61	내부 장착형 고속 연삭기 드레서의 구조해석 연구.....	531
	*이혜수(경상국립대학교), 장정환, 김해지, 이병순, 김춘배, 강진업	

캡스톤 디자인

캡스톤 디자인 경진대회 본선

CP

좌장 : 장원석(한국기계연구원), 김현준(경북대학교),
 노정훈(고등기술연구원), 전용호(아주대학교),
 곽은지(한국기계연구원)

CP-01	음향 메타물질을 활용한 통기성 창문.....	532
	*오동석(경상국립대학교), 하준호, 김성현, 류성기	
CP-02	AI 미사일용 비행체 추적 테스트베드.....	533
	*이태상(경상국립대학교), 손명원, 김동환, 하준영, 권순찬	
CP-03	고체추진모터 개발 및 GFRP 동체 제작.....	534
	*유혜린(경상국립대학교), 이영록, 김민영, 옥귀동, 박재현, 왕동기	
CP-04	박막형 재료의 전기·기계적 특성 평가용 멀티 테스터 제작.....	535
	*이지홍(충북대학교), 강승민, 최문정, 김건휘	
CP-05	머신러닝을 활용한 자동화설비의 물류 효율성 개선.....	536
	*고현권(한국폴리텍대학), 박지민, 전혁찬, 최성모, 김광호	

CP-06 용접부 모니터링을 위한 YOLOv4 기반 기공 검출 알고리즘 개발 537
 *한성빈(창원대학교), 서보옥, 허준영, 김석, 조영태

CP-07 수액치료 환자를 위한 안전링겔대 538
 *황해인(한밭대학교), 김채은, 민경하, 백시은, 양진욱, 이슬기, 김정환

CP-08 타이어 마모도 검출을 위한 가속도 데이터 분석 540
 *김상엽(경상국립대학교), 정재경, 박재철, 조성환, 오탈호, 나승건, 김형준

캡스톤 디자인 2023년 미래자동차 기술 융합 혁신인재 양성사업 산학 프로젝트 성과 발표회
 (경상국립대학교)

CP 좌장 : 김규섭(경상국립대학교)

CP-09 접촉저항에 따른 열전모듈의 냉각장치 성능해석 541
 *김영욱(경상국립대학교), 고성곤, 박상진, 김태화, 정미진, 서정세

CP-10 전기자동차 배터리 및 동력제어시스템 설계 542
 *이도근(경상국립대학교), 임정현, 임경준, 조진우, 유오성, 권우진, 김현우, 김태승, 이우용, 오영민, 김태완, 노훈정, 김동훈, 이창진, 김환웅, 강효정, 김주은, 이진녕, 정영화, 심한섭,

CP-11 풍력발전 에너지 기반의 전기 자전거 보조 충전 시스템 543
 *정재한(경상국립대학교), 하성민, 정지윤, 기영

CP-12 태양광 기반의 공유 모빌리티 충전 시스템 544
 *신현성(경상국립대학교), 윤동준, 이기영

CP-13 전기자동차 주행거리 평가를 위한 시뮬레이션 개선 방안 연구 545
 *전상률(경상국립대학교), 정보영, 김동현, 박용현, 도국현, 강민수, 강대성, 강동주, 김규섭

CP-14 자동차용 액화수소밸브의 수소 물성치 변화에 따른 수치해석 연구 546
 *전경민(경상국립대학교), 장민영, 최준호, 조근호, 박예찬, 양영빈, 이치우

CP-15 수소연료전지자동차의 이젝터 연구 547
 *양영준(경상국립대학교), 박민균, 최종원, 주호현, 양준수, 박규혁

CP-16 미래자동차형 고속 충전전 배터리 음극 549
 *김선식(경상국립대학교), 이승준, 김훈성, 김희준, 김영찬, 정현영

CP-17 Robot Operating System 기반 F1-TENTH 고속 자율주행 알고리즘 개발 550
 *박지홍(경상국립대학교), 문선웅, 김명준, 김영훈, 김건우

CP-18 전기자동차 감속기 특성 분석 및 3D 프린팅 Prototype 제작 551
 *현승진(경상국립대학교), 유민진, 송재욱, 최영환, 남준규, 김해지

CP-19 수계 아연-이온 전지의 성능 및 수명 향상을 위한 전해질 개선 연구 553
 *이수범(경상국립대학교), 윤기혁, 이재연, 유근, 김서영, 권수진, 이승준, 권나영, 김동현, 안건형

CP-20 아연 음극 표면의 탄소 보호층 적용에 관한 수계 아연-이온 전지 연구 554
 *이수범(경상국립대학교), 윤기혁, 이재연, 유근, 김서영, 권수진, 이승준, 권나영, 김동현, 안건형

CP-21 시청각 장애 부모를 위한 영유아 케어 매트	555
*장민혁(한밭대학교), 김서은, 오현창, 한소은, 이어진, 이윤아, 김정환	
CP-22 DLP 공정을 이용한 마이크로 렌즈 어레이의 배열 및 형상 제어에 관한 연구	556
*송준호(창원대학교), 신승우, 김석, 조영태	
CP-23 광 경화 소재와 윤활제의 혼합 비율 별 Organogel 제작 및 Colloidal 용액의 응집 특성 분석 ...	558
*윤성민(창원대학교), 김우영, 한건후, 김석, 조영태	
CP-24 미끄러운 표면을 가진 태양광 패널 제작에 관한 연구	559
*이종환(창원대학교), 이상훈, 김석, 조영태	
CP-25 물에 반응하는 광경화성 레진을 이용한 4D Printing	560
*윤선혜(창원대학교), 박서림, 김석, 조영태	
CP-26 Recurdyn과 Simuink 기반의 디지털트윈 트랙터작업기 수평제어 응답특성	561
*이현우(전주대학교), 이종원, 강한경, 김수민, 이영상, 이충호	
CP-27 고경도강용 엔드밀의 절삭날 형상에 따른 가공 특성 분석	562
*한유주(창원대학교), 손휘준, 김석, 조영태	
CP-28 Recurdyn을 이용한 전기구동 7kW급 승용관리기 리프트 높이에 따른 주행성능 분석	563
*이현우(전주대학교), 이종원, 강한경, 김수민, 이영상, 이충호	
CP-29 와이어 아크 적층제조 시 열변형 방지 및 후가공 정밀도 향상을 위한 냉각 시스템	564
*배상현(창원대학교), 손휘준, 김석, 조영태	
CP-30 대면적 Maskless Digital Lithography를 위한 중첩 모아레 패턴의 푸리에 스펙트럼 분석을 통한 다중 헤드 정렬 프로세스	565
*윤서나(창원대학교), 김범진, 서보욱, 김우영, 이상훈, 김석, 조영태	
CP-31 경량 전동 휠체어 설계 방안에 관한 연구	566
*김미경(전주대학교), 하시은, 정호연	
CP-32 저온프린팅을 이용한 구조제에 대한 연구	567
*이유진(경북대학교), 김정화, 정영훈	
CP-33 발사체 보관용 컨테이너의 랜덤진동해석	568
*정윤아(금오공과대학교), 정선우, 허장욱	
CP-34 YOLO을 이용한 배관 누출 징조 검출 모델	569
*윤정환(금오공과대학교), 이선우, 허장욱	
CP-35 GDL을 고려한 연료전지 가스켓의 유한요소 해석	570
*박수연(국립금오공과대학교), 이준혁, 이선우, 정윤아, 허장욱	
CP-36 미세 다공성 구조물 형성을 통한 STS304 니들의 토출 속도 유지력 향상	571
*권용택(경상국립대학교), 전상현	

CP-37 ASTM D5470 열전도도 측정장치 구축	572
*배강현(경상국립대학교), 박준수, 허동영, 한승훈	
CP-38 냉각핀을 접목한 브레이크 디스크의 수명 개선	573
*김현수(경상국립대학교), 허윤, 류성기	
CP-39 급발전 뒷바퀴 속도 제어장치	574
*김석제(경상국립대학교), 신용혁, 최민혁, 우동준	
CP-40 전자기유도를 활용한 배터리 신발	575
*김태균(경상국립대학교), 송지민, 주하성, 류성기	
CP-41 사용자 맞춤형 스마트 체어를 통한 자세 교정 및 거북목 예방	576
*최진현(경상국립대학교), 강동현, 김현빈, 김문영, 이준우, 원동빈	
CP-42 자가 충전이 가능한 신발 통풍 장치	577
*노태균(경상국립대학교)	
CP-43 압전발전기를 적용한 보행자 식별 횡단보도	578
*강지호(경상국립대학교), 김광진, 정현목, 류성기	
CP-44 알루미늄 판의 두께에 따른 충격 내구성 평가	579
*문지훈(경상국립대학교), 공은학, 강호영, 오지윤	
CP-45 FRP PIPE 분진 흡입기	580
*정동석(경상국립대학교), 김진후	
CP-46 실시간 모니터링을 이용한 군집 화물운송 장치	581
*김시형(금오공과대학교), 박진성, 이대원, 이승민, 이영준, 김기만, 최성대	
CP-47 스마트 해수 어항	582
*김영제(동의대학교), 전민재, 안제원, 최준희, 김선호, 김영제	
CP-48 포켓 곡면 가공을 위한 앵글 스피들 스파이럴 헬리컬 기어 구조해석	583
*황지현(한국폴리텍 IV대학), 하태송, 박정민, 이승원, 권오경, 권영범, 이나현, 이지웅	
CP-49 극저온 압축기용 기어커플링의 강도해석	585
*고인재(동아대학교), 강수정, 한승호	
CP-50 3D 프린터 소재 하중각 가변형 2축 피로시험기 설계	586
*정민석(국립금오공과대학교), 이대한, 이창훈, 이호성, 최성대	

캡스톤 디자인

2023 미래자동차 사업단 캡스톤 경진대회

CP

좌장 : 박상후(부산대), 제우성(한국교통대)

CP-51 디지털 설계 및 적층 제조 기술을 활용한 메타 구조 기어 형상 설계	587
*홍도현(부산대), 이찬준	
CP-52 농업용 자율주행 전동카트	588
*전용화(한국교통대), 유승재, 문철	
CP-53 OFF Board Charger의 연속적인 충전 동작을 보장하기 위한 모듈 제어 로직	589
*최두봉(인천대), 권경현, 최용휘, 윤한신	

구두발표

초청강연

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

혁신의 기로에선 기계가공기술

The Evolution of Precision Machining Technology

*.#이응숙¹

*.#Eung-Sug Lee (eeungsug@kimm.re.kr)

¹한국기계연구원 나노융합산업진흥센터 센터장

21세기에 들어 급격하게 사회적, 기술적 변화가 이루어지고 있지만, 그 동안 기계기술은 타분야의 기술 및 새롭게 출현한 기술과의 융합을 통해 또 다른 신기술, 신산업을 창조 혁신 해 나가는 플랫폼 역할을 하면서 기계산업의 성장동력화, 국부창출에 이바지해왔다.

이와 더불어 정밀기계가공기술도 산업의 발전에 따라 제조기술에 요구되는 기대치가 급격히 높아지고 있다. 종래의 기계류는 마이크론 단위의 정밀도 및 밀리미터 사이즈의 부품크기이었으나 최근에는 서브 마이크론 단위의 가공정밀도를 지나 나노미터 단위의 정밀도와 크기를 요구하는 Nanotechnology 시대에 접어들은 지 오래다. Nanotechnology를 이용한 수요는 정밀기계 요소 부품, 의료기기, 광정보 통신 부품, 군수산업부품 및 반도체 부품 등으로부터 일반 생활 근린용 가전 제품에 이르기까지 전반적인 산업분야에 있어서 기능 및 용량의 집적화와 사용상의 편리화, 수요자의 기호도를 극대화하기 위해 더욱 더 초정밀, 초미세 가공기술이 요구되고 있다. 이에 대응하기 위해 생산기술의 고도화가 필요함과 동시에 4차 산업혁명시대에 들어 AI 기술과의 접목과 타 기술과의 융합화가 더욱 절실해졌다.

본 강연에서는 21세기에 있어서 이러한 패러다임 변화와 기술혁신 동향을 비롯하여 그동안 한국기계연구원에서 이루어진 정밀기계가공기술의 발전과정과 역할을 되돌아보고, 혁신의 기로에선 기계가공기술의 앞으로 현 상황을 극복하기 위한 전략을 논의하고자 한다.

바이오 프린팅 CAM 소프트웨어 개발

Development of Bio-Printing CAM Software

*#박정환¹

*#J. W. Park¹

¹영남대학교 기계공학부

Key words : bio printing, scaffold fabrication, scanning, feature extraction, CAM software

1. Introduction

의료 산업의 경우 PCL(polycaprolactone)이나 PLGA (poly lactic-co-glycolic acid) 등 생체적합적(bio compatible) 재료로 인공장기(artificial organ)나 뼈 지지체(bone scaffold)를 제작하는 bio-printing 사례를 찾아볼 수 있다. 다양한 환경과 조건에서 운영하는 연구용 bio-printing에서 필요한 여러 가지 상황과 프린팅용 소프트웨어 개발에 대해 살펴보고자 한다.

2. Printing strategy

Slicing: 일반적인 3D 프린팅은 대상체 모델을 XY 평면으로 절단(slicing)하고 2차원 내부 영역을 채워나가는 방식이다. 필요한 경우 별도의 지지(support) 구조를 만든다. 한편 연골륜(trochlea) 같은 굴곡이 있는 얇은 대상체는 곡면 지지대 위에서 곡면을 따라가는 프린팅 경로를 만들 수도 있다.

Nozzles: 두 가지 이상의 재료를 사용하거나 지지구조를 만들 경우, 혹은 대상체를 여러 개 복사 제작하는 경우 노즐 여러 개를 교대로 사용한다.

Machine: 일반적인 프린팅 장비는 XYZ 3축으로 구성된다. 단 혈관이나 눈물관 등 회전체 형상은 3축 장비에 회전축을 더한 4축 장비를 활용하면 효과적이다. 특별한 상황에서는 table tilt/rotate 형식의 5축 장비나 6축 로봇을 활용하면 효율적인 경우도 있다.

Live printing: 실험용 생체(live animal) 표면에 프린팅을 할 때 동물의 호흡 운동으로 프린팅 표면이 위아래로 움직일 경우 노즐도 연동하도록 할 필요가 있다.

3. Feature extraction and printing

당뇨발(diabetes mellitus foot)의 상처(wound) 부위에 부착할 치료용 패치(patch)를 프린팅하려면 휴대용 3D 스캐너로 상처 부위를 스캔한 곡면 모델에서 상처 부위 형상을 추출해야 한다. 이때 상처 부위 영역 경계 곡선 탐색, 상처 부위를 덮는 부드러운 곡면(roof surface) 모델링, 상처 부위 공간(wound volume) 모델링

을 통해 패치 모델을 만들 수 있다. 생체 상처 부위에 직접 프린팅을 하는 경우는 상처 부위 스캐닝과 프린팅 작업에 로봇을 활용하는 방안을 고려할 수 있다.

4. Software development

3D 프린팅 소프트웨어 개발은 다양한 open source를 활용하거나 자체 개발 라이브러리를 바탕으로 할 수 있다. 또한 다양한 상황에 필요한 기능을 유연하게 개발하는 것이 필요하다.

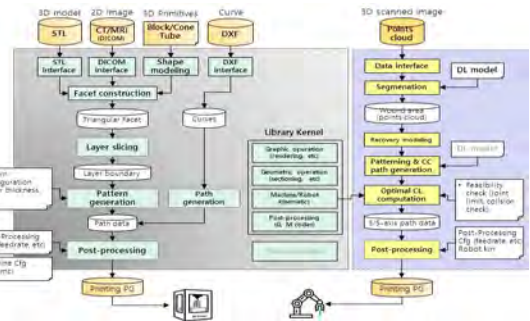


Fig. 1 Example Data flow

후기

본 연구는 한국기계연구원의 지원으로 진행되었음.

참고문헌

- Sears, N., Dhavalikar, P., Whitely, M. and Cosgriff-Hernandez, E., "Fabrication of biomimetic bone grafts with multi-material 3D printing", *Biofabrication*, Vol. 9, No. 2, pp. 1-11, 2017.
- Lee, J. H., Kim, K. E., Bang, S. M., Noh, I. S. and Lee, C. B., "A Desktop Multi-Material 3D Bio-Printing System with Open-Source Hardware and Software," *Int'l Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, Vol. 18, No. 4, pp. 605-612, 2017.

영국 정부 첨단제조혁신 지원 및 제조혁신센터 소개

Introduction to UK's Advanced Manufacturing Innovation Support Policy and Manufacturing Innovation Centres

*,#이정환¹

*,#J. H. Lee¹

¹한국첨단제조기술연구원

Key words : advanced manufacturing, innovation, Catapult Network, AMRC, NMIS

1. 서론

2022년 기준 GDP로 환산했을 때 영국은 세계 6위 경제대국이다. 오랜 기간 동안 축적된 과학 기술과 기업 친화적인 경제 환경을 갖춘 영국은 금융 서비스 산업 뿐만 아니라 항공 우주 산업, 방위 산업, 조선 산업, 생명공학 산업 등 기술 집약적인 고부가가치 첨단 제조 산업을 가지고 있으며 미국, 독일 등과 함께 글로벌 리더로서 큰 역할을 하고 있다.

본 발표에서는 영국의 첨단제조 산업을 육성하고 지원하는 정부의 지원 프로그램인 Catapult 네트워크, Innovate UK에 대해서 살펴보고 영국에서 가장 대표적인 첨단제조혁신 센터인 AMRC Sheffield (Advanced Manufacturing Research Centre, University of Sheffield) 와 NMIS Strathclyde (National Manufacturing Institute of Scotland, University of Strathclyde)를 소개한다.

2. 영국 기업지원 Catapult 네트워크 소개

영국은 정부 차원의 적극적인 주도로 기술혁신센터인 Catapult 네트워크를 2011년부터 Innovate UK가 설립하여 기초연구와 산업계 수요 사이의 갭을 좁히고 기업의 훌륭한 아이디어를 시장이 필요로 하는 제품과 서비스로 전환할 수 있도록 지원하는 산학연 혁신 협력 프로그램으로 영국의 전체 산업 중 유력 산업을 10개 분야로 나누워서 지원하고 있다. 그 중 하나인 High Value Manufacturing (고부가가치 제조) 분야에는 영국에서 가장 우수한 첨단제조 관련 연구소 7개를 선정하여 지원하고 있으며 AMRC Sheffield와 NMIS Strathclyde 센터들이 포함되어 있다.

3. AMRC Sheffield 소개

영국 AMRC Sheffield는 2001년 보잉사와 셰필드 대학이 공동으로 설립한 연구기관이다. 보잉, 롤스로이스, 에어버스 등 세계 굴지의 120여개의 회원 기업이

제품 연구 개발에 공동 참여하고 있으며 가장 성공적인 산학연이 융합된 모델이며 세계적인 첨단제조기술 연구소이다. 회원사 구성은 글로벌 자이언트 기업들로 구성된 Tier 1과 Tier 1 기업의 납품업체가 되기를 희망하는 중소, 중견기업인 Tier 2로 구성되어 있으며 기술개발 로드맵은 매년 회원사 이사회 미팅을 통해서 결정되며 첨단 제조 기술과 연관된 13개의 센터들로 구성되어 있다.

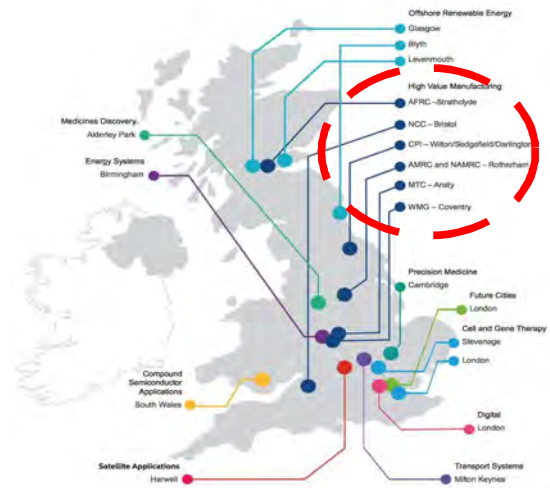


Fig. 1 Catapult Network

4. NMIS Strathclyde 소개

NMIS Strathclyde는 영국 스코틀랜드의 제조 산업을 글로벌 리더로 키우기 위해서 설립되었으며 글라스고에 위치한다. 2009년 창립 멤버인 롤스로이스, 보잉, Mettis Aerospace 등과 함께 설립된 AFRC (Advanced Forming Research Centre), 경량화 센터, 디지털 제조 실증 센터, 제조기술 아카데미를 포함한다. 70여개의 회원 기업으로 이루어져 있으며 AMRC와 같은 운영 시스템으로 기업들의 기술개발을 지원한다.

The Role of Collagen Piezoelectricity in Modulating Bone Stiffness Via Intrafibrillar mineralization

권진하, *#조한나

J. Kwon, *#H. Cho(cho.867@osu.edu)

오하이오주립대학(The Ohio State University), 기계항공공학과

Key words : Intrafibrillar mineralization, Collagen, Piezoelectricity, Atomic force microscopy

1. 서론

콜라겐 뼈는 외부 하중에 대응하여 그 구조와 물질 특성을 조절하는 스마트한 구조 재료이다. 뼈는 오래된 뼈 조직을 새로운 뼈 조직으로 대체하는 리모델링 과정을 통해 외부 하중에 적응한다. 이 과정에서 주로 타입 I 콜라겐으로 새로운 뼈 조직의 기본 구조를 형성하고, 뼈 미네랄화가 진행된다. 이때 피브릴 섬유 내 미네랄화 (intrafibrillar mineralization)는 뼈의 원하는 기계적 특성을 달성하는 데 중추적인 역할을 한다. 그러나 아직까지 무정형 칼슘 인산염(amorphous calcium phosphate, ACP) 미네랄 전구체가 콜라겐 피브릴(collagen fibril)의 갭(gap) 영역으로 침투하는 과정의 근본적인 원리에 대한 이해가 미흡한 상태이다. 본 연구에서는, 콜라겐의 압전성(collagen piezoelectricity)이 ACP의 갭침투 과정에 중요한 역할을 할 것으로 가설을 세우고, 이 가설을 실험적으로 검토하였다.

2. 방법

콜라겐 타입 I 콜라겐은 67나노미터의 주기를 가지고 갭영역과 중첩 영역이 번갈아 나타나는 패턴을 가진 섬유 구조를 나타낸다. 본 연구에서는 원자력 현미경 (Atomic Force Microscopy, AFM)과 압전력 현미경 (Piezoresponse Force Microscopy, PFM)을 사용하여 콜라겐 섬유의 기계적 구조와 압전 특성을 측정하였다. 또한, 건강한 뼈 모델인 와일드 타입(Wild type, WT) 뼈 모델과 골연화증(Osteogenesis Imperfecta, OI)을 가진 질병성 뼈 모델로부터 얻은 두 가지 다른 콜라겐 샘플을 비교하였다. 골연화증은 타입 I 콜라겐의 구조적 변이로 인해 비정상적인 미네랄화를 일으키는 것으로 알려진 질병으로서, 본 연구의 가설을 확인하기 위해 적합한 대조 대상으로 선택되었다.

3. 결론

콜라겐 피브릴 안에서 압전성은 주기적 특성을 가진다. PFM을 적용해 얻어진 콜라겐 피브릴 내 전단 압전

계수(d15)의 프로파일을 살펴보면, 그 값이 67nm 주기로 반복되는 것을 볼 수 있으며, 중첩 영역의 값(0.29pm/V)에 비해 갭 영역(0.51pm/V)에서 더 큰 값을 나타낸다¹⁾. 흥미롭게도, 이 압전 프로파일은 갭 영역에서 더 높은 강성을 나타내고 중첩 영역에서 더 낮은 강성을 나타내는 광물화된 콜라겐의 강성 프로파일과 일치한다. 이는 갭영역에서 높은 압전현상으로 발생하게 된 표면 전하를 통해 ACP 미네랄 전구체를 갭영역 안으로 끌어들이 핵을 형성(nucleation)하게 되고 피브릴 내부로 미네랄이 성장하게 되는, 피브릴 섬유내 광물화 (intrafibrillar mineralization)의 메커니즘을 설명한다. 더욱 흥미로운 점은, OI 모델에서 추출한 콜라겐 피브릴은 이러한 압전 주기성이 상실되는 것을 발견할 수 있는데, 그로 인해 정상적인 뼈 광물화(bone mineralization)가 진행되지 못하고 부러지기 쉬운 뼈를 형성하게 된다²⁾. 결론적으로, 콜라겐 피브릴 안에서의 압전 주기성과 이방성은 국지적으로 뼈의 광물화를 제어하는 데에 아주 중요한 기저작용을 한다는 것을 알 수 있다.

참고문헌

1. Kwon, J., Cho, H., "Piezoelectric Heterogeneity in Collagen Type I Fibrils Quantitatively Characterized by Piezoresponse Force Microscopy," ACS Biomaterials Science & Engineering, 6 (12), pp. 6680-6689, 2020. Engineering Optimization-Theory and Practice, Wiley-Interscience Publication, pp. 200-2005, 1996.
2. Kwon, J., Cho, H., "Collagen Piezoelectricity in Osteogenesis Imperfecta and Its Role in Intrafibrillar Mineralization," Nature Communications Biology 5 (1), pp. 1229, 2022.

의료 분야 적용을 위한 밀리/마이크로 구조체 기반 무선 구동 플랫폼 Wireless Actuated Milli-/microfabricated Platform for Biomedical Applications

*, #고광준¹

*, #G. Go(gwangjungo@chosun.ac.kr)¹

¹조선대학교 기계공학과

Key words : Milli-/microfabrication, Wireless actuation, Biomedical applications

1. 초록

최근, 멀티 스케일 구조체 가공 기술과 무선 구동 기술이 통합된 플랫폼이 인체 질병의 진단 및 치료를 목표로 의료 분야 적용을 위해 활발하게 개발되고 있다 (Fig. 1).^{1,2} 소형 구조체 기반 무선 구동 플랫폼은 생체 적합한 재료를 기반으로 제작된 소형 구조체와 이를 무선으로 조작하기 위한 구동 장치로 구성된다. 이러한 무선 구동 소형 구조체는 우리 몸 안의 접근하기 힘들고 좁고 위험한 부위를 탐색, 작동 및 머물 수 있는 고유한 기능을 가지고 있으며, 따라서 질병 치료의 부작용과 침습적 수술을 줄일 수 있다. 이 강연은 치료제의 정밀 전달과 선택적 약물 방출과 같은 다양한 의료 기능들을 갖추고 우리 몸 내부의 제한된 공간을 탐색할 수 있는 밀리/마이크로구조체 기반 무선 구동 플랫폼에 대해 다룬다. 여기서, 소형 구조체는 체내 여러 질환 중 간암 치료 및 무릎 연골 재생을 목표로 개발되었다. 소형 구조체는 치료제를 효과적으로 담지 가능한 형상으로 설계 및 제작되었다. 치료제 담지 소형 구조체는 동물 질환 모델에서 의료 영상(관절경 및 X-ray)하에 외부 자기장을 통해 질환 부위로 전달되었다. 소형 구조체

내 치료제는 질환을 효과적으로 치료하였으며, 소형 구조체는 독성 없이 배출되거나 분해되었다. 이러한 소형 구조체 기반 무선 구동 플랫폼은 현재 임상 시험단계로 진입을 위해 준비 중에 있으며, 차세대 의료 로봇 시스템으로서 현재 불가능하거나 치료가 어려운 질병을 치료 가능하게 할 것이다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2023-00244611).

참고문헌

1. B. J. Nelson, I. K. Kaliakatos, J. J. Abbott, "Microrobots for minimally invasive medicine", Biomedical Engineering, Vol. 12, pp. 55-85, 2010.
2. S. Martel, "Magnetic Navigation Control of Microagents in the Vascular Network: Challenges and Strategies for Endovascular Magnetic Navigation Control of Microscale Drug Delivery Carriers", IEEE Control Systems, Vol. 33, No. 6, pp. 119-134, 2013.

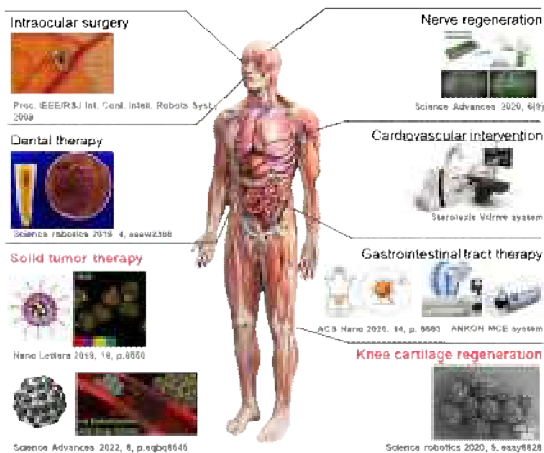


Fig. 1 Wireless actuated milli-/microfabricated platforms for *in vivo* biomedical applications

광-물질 상호작용 기술을 통한 스마트 전자 시스템

Light-Material Interaction Technology for Smart Electronic System 우유미¹, 허재찬², 정성민², 조용준², 안민기², 서호석², 김찬혁², 박정환^{1*,#}

Y. M. Woo¹, J. C. Heo², S. Jeong², Y. J. Cho², M. G. An², H. S. Seo², C. H. Kim²,

^{*,#}J. H. Park(parkjh1151@kumoh.ac.kr)¹

¹금오공과대학교 항공기계전자융합전공, ²금오공과대학교 기계설계공학과

Key words : Laser-Material Interaction, Flash Lamp Process, Nanomaterials, Smart Electronic System

1. 서론

광-물질 상호 작용 기술 (예 : 저온 다결정 실리콘 (Low-Temperature Polycrystalline Silicon, LTPS), 레이저 리프트 오프(Laser Lift-Off, LLO), 광소결 공정 등)은 열평형 상태에 도달하기 전인 매우 짧은 시간에 국소적인 영역에서 물리/화학적 변화를 일으킬 수 있다. 따라서 광-물질 상호 작용 기술은 열에 약한 유연 기판 및 다양한 박막 소재의 열적 손상없이 선택적으로 재료의 열처리 또는 가공을 가능하게 하며, 최근 플렉서블 스마트폰 디스플레이에서부터 스트레처블, 스마트 센서소자에 이르기까지 차세대 전자 소재 및 소자를 위한 주요 공정으로서 많은 관심을 받고 있다. 본 논문에서는 개발되고 있는 광-물질 상호작용 기술 및 이를 응용한 스마트 전자 소재 및 소자 연구에 대한 내용을 소개하고자 한다.

후기

본 논문은 4단계 BK21 사업(금오공과대학교 항공기계전자융합전공)에 의하여 지원되었음.

에이조벤젠/액정탄성체 기반의 광구동 수중 유연 구동기 개발 Fabrication of Azo-LCE based Light-driven Underwater Soft Actuators

서원빈¹, *#이하범¹, #김현²

W.B.Seo¹, *#H.B.Lee (hblee@pusan.ac.kr)¹, *H.Kim(hblee@pusan.ac.kr)¹

¹부산대학교 기계공학부, ²한국화학연구원,

Key words : soft actuator, untethered, photo-driven, Azo-LCE

1. 서론

액정 탄성체(Liquid Crystal Elastomers, LCEs)는 프로 그래밍 가능하고 되돌릴 수 있는 형태 변형과 높은 변형률의 특징으로 인해 소프트 로보틱스와 인공 근육 분야에서 큰 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 아조벤젠 기능화 액정 탄성체(A-LCE)의 재료 및 구조 설계를 통해 제작된 높은 성능의 광화학 반응 구동 선형 액추에이터를 제시한다. 아조벤젠 분자는 메소젠의 trans-cis 광반응 이성질화를 기반으로 LCEs의 광 구동 변형을 유발할 수 있다. 또한, 트위스티드 A-LCE 실을 맨드렐 주위에 감싸는 구조를 사용하여, 기존의 얇은 필름 구조를 섬유 기반의 스프링과 같은 구조로 변환하여 크게 향상된 변형률과 자극-응답 속도를 가진 선형 작동을 달성하였다.

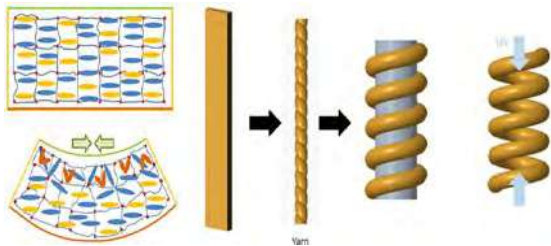


Fig. 1 Schematic illustration of A-LCE coil preparation

2. 본론

제작된 액추에이터는 UV-가시광선의 교대 조사하에 큰 인장 스트로크(~50%)를 보여주었으며, UV 빛 조사 후 빛이 꺼진 상태에서는 액추에이터가 저속으로 원래 형태를 회복하며(0.03% s⁻¹), 광화학 효과에 의한 변형이 온도와는 무관하다는 것을 증명하였다. 또한, 스프링 지수와 바이어스 각도와 같은 기하학적 요인의 효과의 철저한 검토를 통해, 소프트 액추에이터의 기계적 성능을 최적화하였다. 최적화된 기하학적 조건에서 액추에이터는 최대 작업 용량 9 J kg⁻¹에 도달하였다. 흥미롭게도, 섬유의 트위스팅 방향과 맨

드렐 감기 방향 사이의 불일치를 사용하여 작동 방향을 제어할 수 있었다. 반대의 트위스팅 및 감기 방향을 통해 제작된 이성핵 액추에이터는 UV 빛 하에 연장되었다는 것을 Fig. 2에서 볼 수 있다.

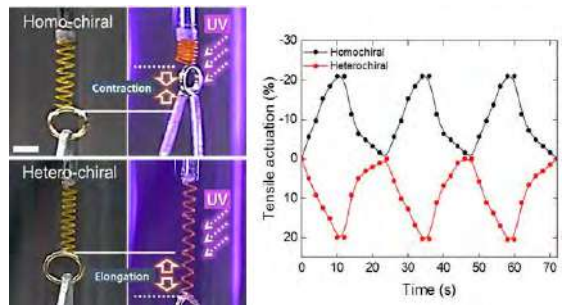


Fig. 2 Photo-induced actuation of homo-chiral and hetero-chiral A-LCE coil actuators

제안된 A-LCE 액추에이터는 또한, 선형 및 링 액추에이터가 결합될 때 그리퍼 시스템에 매우 적합하다. Fig. 3에서 보여지는 것과 같이 다른 구성요소를 포함할 필요 없이 수중 그리퍼를 제작 및 시현 할 수 있었다.

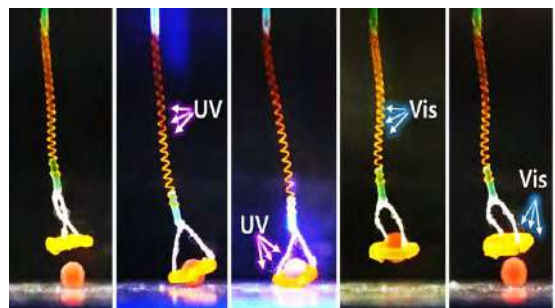


Fig. 3 Demonstrations of underwater soft gripper

3. 결론

본 연구에서는 수중 애플리케이션을 위한 광 구동 A-LCE 액추에이터를 소개한다. 결정화된 LCE 와 아

조벤젠을 결합함으로써, 제작된 A-LCE는 수중 광구동 조건에서 크게 향상된 기계적 성질을 보여주었다. 제작된 A-LCE 코일은 높은 변형률(최대 62%), 유연한 작업 용량(최대 32 kJ/m³), 그리고 조절 가능한 자극-응답 결과를 보여주며, 이러한 특성은 구조나 재료의 파라미터를 조절함으로써 조절될 수 있다. 광화학 반응 기반의 특성, 즉 변형된 형태를 유지할 수 있는 능력과 조사 시간에 의해 제어되는 변형 수준도 확인되었다. 나아가, A-LCE 링 액추에이터와 A-LCE 선형 코일의 조합을 통해 구현된 수중 그리퍼는 수중 애플리케이션에 대한 실질적인 잠재력을 보여주었다. 본 연구 결과는 수중 소프트 로보틱스 분야에 대한 실용적인 접근법을 제공할 것으로 기대된다.

Acknowledgements

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT). (No.2019R1A5A808320112, 2021R1C1C100834511)

현장 맞춤형 3D 프린터 개발

Customized 3D printer development

*#이창우¹, 이필호², 김용래²

*#C. W. Lee(lcwlj@kimm.re.kr)¹, P. H. Lee², Y. R. Kim²

¹한국기계연구원 첨단생산장비연구부, ²한국기계연구원 3D 프린팅장비연구소

Key words : Customized 3D printer, Cylinders 3D Printer, Huge DED Head, Auto Tracking

1. 서론

3D 프린팅이 현재 산업 적용에 미미한 원인은 무엇일까? 여러 가지 원인이 있을 수 있다. 초기에는 출력물의 기술적 문제로 출력물 성능 문제가 있었으나 현재는 경제성이 가장 큰 문제점으로 지적되고 있다. 현장 맞춤형 3D 프린터는 이러한 문제점을 해결하기 위한 하나의 수단으로 연구되었다.

2. 대형 원통전용 프린터

우주항공 산업에 3D 프린팅 기술이 활용되면서 동체를 3D 프린터로 제작하는 사례가 있다. 동체는 주로 원통형으로 이것을 기존 직각좌표계에 기반한 장비로 개발하면 정밀도와 생산성 면에서 단점을 가진다. 기존에 DED 프린터를 기반의 원통형 프린터가 개발되었으나 단순히 원통을 프린팅하는 공정에 사용되고 있다. 원통의 강성을 높이고 무게를 줄이기 위해서 원통에 패턴을 프린팅하는 경우 사용이 어렵고 기존 PBF로 프린팅하는 경우 분말 사용량은 물론 프린팅 시간에서 절대적으로 불리하다. 이러한 단점을 극복하기 위해서 PBF 기반 대형 원통전용 프린터를 개발하였다.

3. 경량 대용량 FDM Head

FDM 강성이 증가하면서 출력물을 일종의 구조물로 사용하려는 경향이 있다. 원리상 FDM이 열경화성 수지를 사용하기 때문에 원천적으로 고 하중 구조물에는 사용은 불가능하지만, 목형과 같은 구조물에는 적용 가능하다. 소형 목형에 3D 프린팅을 적용한 연구는 초기부터 활발하게 진행되었으나 선박의 목형과 같이 대형 목형 제작에 3D 프린터의 활용은 연구 초기 단계이다. 대형 목형에 사용되는 FDM 기반의 프린터의 경우는 프린터의 크기가 출력물의 크기 이상의 행정을 가져야 한다. 때문에 장비 가격이 수십억 이상인 경우가 대부분이다. 이러한 대형 목형 공장에서 대형

CNC 장비를 보유하고 있는 상황을 고려하여 경량의 대용량 DED Head를 개발하면 업체에서 보유한 CNC 장비에 적용하여 대용량 FDM 장비로 활용할 수 있다.

4. Auto Tracking DED 프린터

DED 장비의 활용 분야 중에서 부품의 개보수가 있다. 부품의 손상 부분을 제거하고 DED 장비로 손상 부분을 보수하고 후가공하여 사용한다. 이때 손상 부분을 제거하기 위해 CAM 작업과 부품을 정렬하여 Setting 하여야 하고 손상 부분을 DED 장비로 보수하는 경우도 프린팅 CAM과 역시 정렬하여 Setting 하여야 하는 공정이 요구된다. Auto Tracking 기능을 사용하면 손상 부분을 임의로 제거하고 손상 부분을 지정하면 자동적으로 개보수 작업이 수행된다.

5. 결론

본 연구실에서는 장비를 현장 맞춤형으로 개선하여 경제성을 높이는 연구를 수행하였다. 대형 원통전용 프린터는 직경이 1m인 경우 기존 PBF에 비해 90% 이상의 분말 사용량을 절감하였고 Auto Tracking DED 장비의 경우 공정시간을 50% 이상 단축시켰다.

후기

본 연구는 산업통상자원부와 방위사업청 재원으로 민군협력진흥원에서 수행하는 민군협력사업의 지원(협약번호 UM23308RD3)으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. P. H. Lee, T. H. Ha, M. K. Jung, J. P. Choi, C. G. Yang, "Development of Twin-screw Extrusion Additive Manufacturing System for Large-Scale Parts", J. Korean Manuf. Technol. Eng. ISSN 2508-5107
2. <https://nownews.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20191129601003>

구두발표

특별세션 OS1

좌장 : 김문정(공주대학교)

OS1-01

OS1-02

OS1-03

OS1-04

OS1-05

OS1-06

OS1-07

OS1-08

OS1-09

OS1-10

3차원 금속 메시 구조를 이용한 미세 피치 테스트 소켓의 S-Parameter 개선 Improvement of S-Parameter of Fine Pitch Test Socket Using 3D Metal Mesh

*서정준¹, #김문정²

*J. J. Seo¹, #M. J. Kim(mjkim@kongju.ac.kr)²

¹공주대학교 기전공학과, ²공주대학교 기전공학과

Key words : Probe pin, Test socket, S-parameter, Fine pitch

1. 서론

반도체 패키지의 성능 검사는 점차 소형화와 고속화가 요구되고 있다. Test socket과 Probe Pin은 반도체 패키지 테스트에 있어 ATE(Auto Test Equipment)와 반도체 패키지 사이에서 신호전달 매체로 사용된다. 반도체 패키지 테스트에서 Test socket과 Probe Pin의 신호 전달 특성은 신호 왜곡을 발생시킬 수 있기 때문에 고주파에서의 신호전달 특성 개선은 반도체 패키지 테스트에 있어 매우 중요하다^[1].

2. 본론

본 연구에서는 0.20mm Pitch의 Fine Pitch Test Socket과 Probe Pin에 대한 특성임피던스 정합을 개선하기 위해 3D Metal Mesh 구조의 Test Socket을 제안한다.

Coaxial Socket은 고주파용 반도체 패키지 테스트에 사용된다. Probe Pin을 지지하는 Test Socket의 재질은 도체가 사용되며 Ground Probe Pin과 통전 되어 있다.

Coaxial Socket은 도체 Socket과 Signal Pin 사이에 유전체와 Air Cavity를 이용해 특성임피던스 정합을 이루게 하여 신호 손실을 최소화한다. 하지만 0.20mm Pitch 이하 제품의 경우 특성임피던스 정합을 위해 Signal Probe Pin의 외경 치수가 0.075mm 이하가 되어야 하지만 미세한 크기로 인하여 제작에 큰 어려움이 있다.

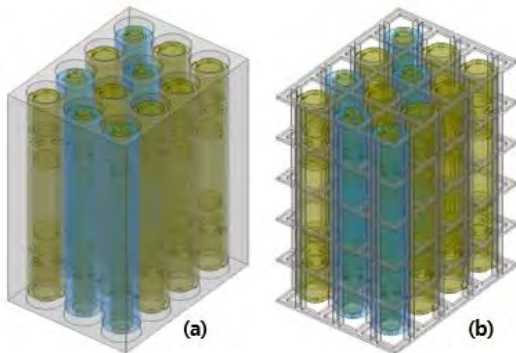


Fig. 1 (a) Solid socket structure, (b) 3D metal mesh socket structure

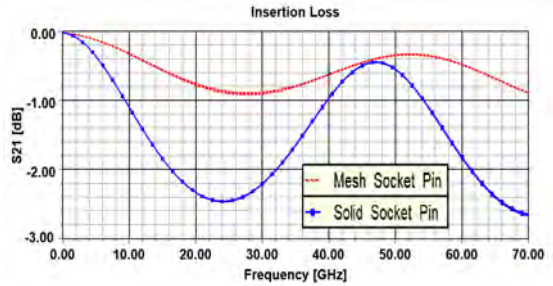


Fig. 2 Comparison of insertion loss between solid socket and mesh socket

이러한 문제를 개선하기 위해 Signal Pin의 외경을 0.100mm를 적용하며, 특성임피던스를 개선하기 위해 Test Socket은 Fig. 1(b)와 같이 3D Metal Mesh 구조를 제안한다. Fig. 1(a)는 일반적인 Coaxial Socket인 Solid socket의 구조이고 (b)는 제안하는 3D Metal Mesh Socket의 구조이다. Fig. 2는 Fig. 1(a)와 (b)를 전자기장 해석 툴인 HFSS를 이용하여 70GHz까지 시뮬레이션한 결과이다. Solid Socket의 최대 삽입손실은 -2.65dB이지만, 제안하는 3D Metal Mesh Socket의 최대 삽입손실은 -0.88dB로 삽입손실이 감소하는 것을 검증하였다.

3. 결론

본 논문에서는 0.20mm Pitch의 3D Metal Mesh Socket을 제안하고 High Frequency에서 일반적인 형태의 Coaxial Socket과 제안된 구조의 Test Socket에 대한 삽입손실과 반사손실을 비교 분석했다. 이 연구로 Fine Pitch의 Coaxial Socket에서 Test Socket의 구조를 이용하여 특성임피던스 정합을 개선할 수 있는 것을 검증하였다.

참고문헌

1. 류대현, 김진희, 배현주, 푸보, 나완수, “De-embedding 방법을 이용한 Pogo Pin의 신호전달 특성 분석”, 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 1668-1669, 2011.

진공 공정에서의 UV 활용 잔류 전하 제거 방법

A Method on the Removal of Residual Charges Using UV in Vacuum Process

*최우석¹, 전상준², #양대종²

*W. S. Choi¹, S. J. Jeon², #D. J. Yang(daejong@kongju.ac.kr)³

¹공주대학교 기전공학과, ²공주대학교 미래융합공학과

Key words : Residual Charge, Vacuum Process, UV, Electrostatic chuck

1. 서론

커패시터와 유사한 구조를 가진 정전척은 유리 기판 및 웨이퍼 흡착 기능이 있어 전자 디바이스 제품 제조를 위한 진공 공정에 사용된다. 정전척이 기재를 흡착시켜 주는 기능은 진공 공정의 종료와 함께 탈착되는 과정이 필요하다. 그러나 공정의 종료 후에도 정전척 표면 및 기재에 잔류하는 전하로 인하여 기판 탈착 문제가 발생한다. 이러한 탈착 문제는 기판 자체의 손상 또는 기판에 형성된 소자에 손상을 가져와 생산 수율 저하를 일으킨다. 본 연구에서는 잔류전하 제거를 위하여 진공 공정에 적용 가능한 UV(Ultraviolet) Lamp를 도입하였다. 또한, 정전척과 기재 간에 특정 파장 영역의 UV Lamp를 UV 조사 조건 별로 잔류전하 제거 효과를 비교하였다.

2. 실험 방법

잔류전하 제거의 측정 방법으로는 간접방법으로서 잔류전하의 Decay time 측정 방식을 채택하였다. 실험 장치는 Fig. 1과 같으며 Cryo Pump가 장착된 고진공 챔버와 진공 UV Lamp로 구성된다. UV 조사 조건은 통상적으로 진공 공정의 상부에서 조사하는 방법과 측면에서 조사하는 방법으로 비교하였으며 조사영역은 Fig. 2와 같다.

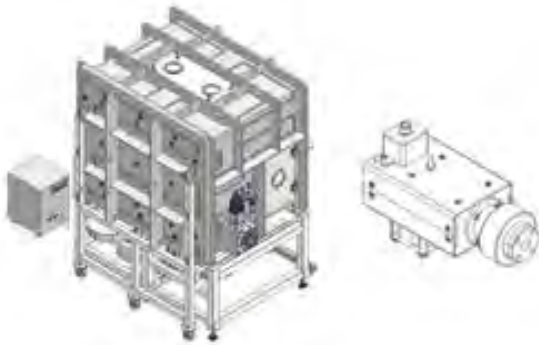


Fig. 1 High Vacuum Chamber & UV Lamp

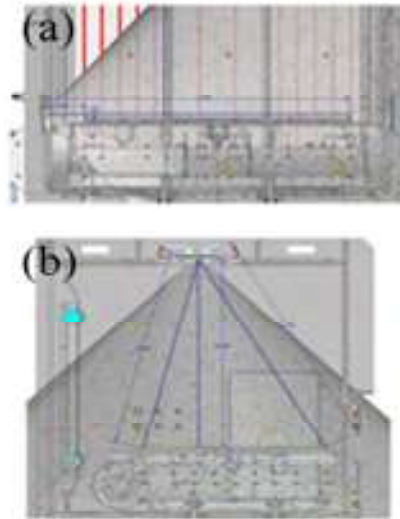


Fig. 2 (a) UV irradiation at vacuum chamber side position
(b) UV irradiation at vacuum chamber upper position

3. 결론

고진공 공정 영역에서 정전척과 기재 간에 발생하는 잔류전하를 일정 압력의 진공 환경과 특정 파장 영역의 UV 조사를 통하여 제거할 수 있음을 확인하였다. 또한, UV 조사 조건의 경우 상부에서 조사하는 조건 보다 기재와 정전척 사이를 측면에서 조사하는 방법이 효과적임을 잔류전하의 Decay time 측정 결과를 통하여 확인하였다. 이러한 연구 결과는 미세 회로가 구성된 유리 기판 또는 웨이퍼에 손상을 최소화하면서 잔류전하 제거를 하는 방법으로 활용될 수 있을 것으로 사료 된다.

참고문헌

1. Jong-wan Seo, "A Study on the Implementation of Optimize Dechucking System", Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 21, No. 5, pp. 106~111, June 2007.

Silicone Rubber Socket의 Coaxial 구조 적용을 통한 Crosstalk 개선 Crosstalk Improvement of Silicone Rubber Socket by Applying Coaxial Structure

*김선아^{1,2}, #김문정²

*S. A. Kim¹, #M. J. Kim(mjkim@kongju.ac.kr)¹

¹㈜티에스이, ²공주대학교 기전공학과

Key words : Silicone Rubber Socket, Coaxial Rubber Socket, Crosstalk

1. 서론

고속 신호에 대한 수요가 증가함에 따라 고성능 패키지가 보편화 되었으며, 이러한 패키지의 성능을 검증하기 위한 Test Socket의 중요성이 높아지고 있다.¹⁾ Test Socket은 일반적으로 Pogo Socket과 Silicone Rubber Socket이 주로 사용되고 있으며, 본 논문에서는 Silicone Rubber Socket을 주제로 다룬다. 일반적으로 Silicone Rubber Socket은 Mold의 소재가 Silicone으로 구현되어 있다. 이에 따라 신호선 간의 전자기파에 의한 Crosstalk가 발생하게 된다. 동작 주파수가 높아지고 Pitch의 미세화가 진행됨에 따라 Crosstalk의 발생이 증가하며, 이는 신호 품질 저하의 문제를 야기한다. 이를 개선하고자 본 논문에서는 Silicone Rubber Socket에 Coaxial 구조를 적용하여 Crosstalk 개선 특성을 검증하고자 한다.

2. Coaxial Rubber Socket의 구조와 Crosstalk 개선 특성

Coaxial Rubber Socket의 구조는 Fig. 1(a), Fig. 1(b)와 같으며, 크게 도전로와 Metal Housing, 상하부 Mold로 구성된다. 도전로는 Signal pin과 Ground pin으로 이루어진다. Ground pin은 Metal Housing과 전기적으로 연결되어 Ground net이 구현된다. 이러한 구조를 통하여 신호선 간의 전자기파가 차폐되어 Crosstalk를 개선할 수 있다. 또한, Coaxial Rubber Socket의 Metal Housing 상하부에는 Mold가 부착된다. Fig. 1(a)와 (b)에서 보듯이, Mold의 재질은 Metal 또는 Polyimide이며, Metal 재질일 경우에는 Socket의 상하부에 절연 코팅을 적용하여 Short를 방지한다.

본 논문에서는 HFSS 툴을 사용하여 Coaxial Rubber Socket의 Crosstalk 개선 효과를 검증한다. 핀 배열은 G-S-S-G이며, 주파수 해석범위는 10MHz에서부터 50GHz까지로 설정하였다. 이때 Crosstalk의 종류인 Near-end Crosstalk(NEXT)와 Far-end Crosstalk(FEXT)를

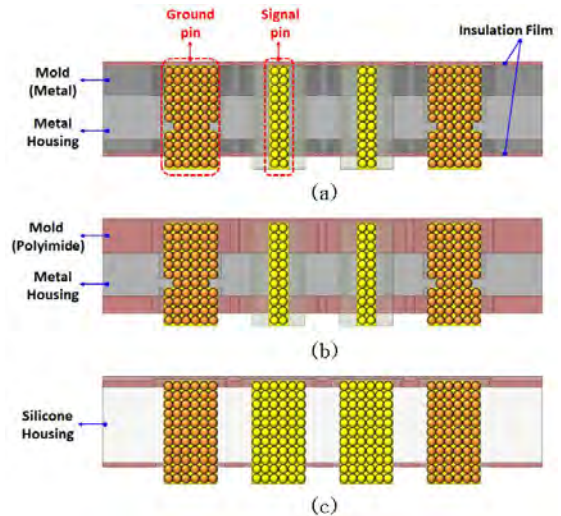
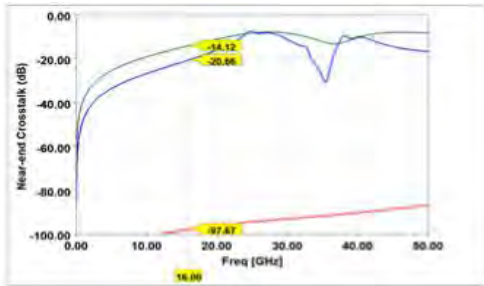


Fig. 1 Structure of the silicone rubber socket : (a) coaxial rubber socket with metal mold, (b) coaxial rubber socket with polyimide mold, and (c) conventional silicone rubber socket

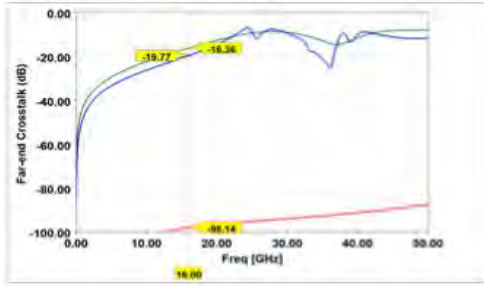
비교하여 특성 평가를 진행한다. 16GHz에서의 주파수를 기준으로 해석하였을 때 결과는 Fig. 2와 같다. Conventional Rubber Socket에 비해 Metal Mold Coaxial Rubber Socket의 NEXT는 83.55dB, FEXT는 81.78dB 향상되었으며, Polyimide Mold Coaxial Rubber Socket의 NEXT는 6.54dB, FEXT는 3.41dB 향상되었다.

3. 결론

본 논문에서는 Coaxial Rubber Socket과 Conventional Silicone Rubber Socket의 Crosstalk 특성 비교를 진행하였다. 신호선 사이에 Metal 재질을 적용한 Coaxial Rubber Socket의 경우 전자기파 차폐로 인하여 Crosstalk 특성이 향상되며, Metal 재질의 영역이 넓을수록 Crosstalk 특성 향상 정도가 증가하는 것을 확인할 수 있다.



(a)



(b)

- Coaxial Rubber Socket (Metal Mold)
- Coaxial Rubber Socket (Polyimide Mold)
- Conventional Silicone Rubber Socket

Fig. 2 Crosstalk simulation result : (a) NEXT, (b) FEXT

참고문헌

1. Hyesoo Kim et al., "High-Frequency Modeling and Signal Integrity Analysis of a Silicone Rubber Socket for High-Performance Package", IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, Volume 7, Issue 8, August 2017.

탑승자를 고려한 열선 시트 표면의 온도 계측 분석

Analysis of the Local Temperature on Heating Seat Surface considering Passenger

*이상현^{1,2}, #전의식^{3,4}, 주영조⁵

*S. H. Lee¹, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)², Y. J. Ju³

¹공주대학교 기전공학과, ²(주)영민하이테크, ³공주대학교 미래융합공학과,

⁴공주대학교 생산기술연구소, ⁵공주대학교 기계공학과

Key words : Local temperature, Heating seat, Surface, Passenger

1. 서론

최근 전기차, 자율주행 차량의 도입으로 차량 내에서 머무는 시간이 증가하는 추세이다. 이에 따라 차량 내부 탑승객의 쾌적성 향상을 위한 난방 또는 냉방 기능에 관한 다양한 연구가 진행되고 있다. 열 쾌적성 향상을 위하여 차량 내 공조 시스템을 이용하며, 이중 추운 환경에서 보조 난방장치로 시트의 온열 기능을 적용하고 있다. 온열 시트는 열선을 이용하여 탑승자의 등과 다리 전반부에 걸쳐 온열감을 제공해주고 있다. 열선의 배치는 착좌하여 시트와 접촉하지 않는 부위에도 배치되어 발열이 낭비되는 문제가 발생한다. 또한, 제조 시 원자재가 많이 소모되어 불필요한 전력 소모가 발생한다. 최근에는 전기차 도입으로 제어 통한 열 효율 향상과 발열 성능평가에 관한 연구가 진행되고 있으나, 착좌부를 고려한 열선 배치에 따른 연구는 미비하다. 본 논문에서는 열선 배치에 관한 기초 연구로 착좌부를 고려한 열선 시트 표면의 온도 계측 실험을 통한 온도 분포 분석을 수행하였다.

2. 탑승자를 고려한 열선 시트

열선 시트 표면에 온도 계측을 위한 실험의 설계인자는 탑승자에 따른 등과 허벅지의 접촉부를 기준으로

일정한 간격을 이루고 있는 각각 6개의 계측 포인트를 3가지 배치 타입으로 설정하였다. 실험 대상자는 성인 남성을 기준으로 하였으며, 실험 환경은 환경 챔버를 이용하여 시트 표면의 온도를 계측하였다.

3. 계측 방법과 결과

환경 챔버 내에서 저온과 고온 환경을 조성하여 45분간 수행하였으며, 실험 대상자가 착석한 상태로 환경 변화에 따른 시트 표면의 온도 계측을 수행하였다. 온도 계측 결과를 바탕으로 등과 허벅지의 계측 포인트와 배치 타입에 따른 상승 온도와 시간을 확인하였다. 또한, 포인트와 배치 타입별 상승 온도 비교를 통하여 간격에 따른 계측 포인트 간의 온도 분포 관계를 분석하였다.

4. 결론

본 논문에서는 열선 시트의 온도 상승 시간은 탑승자별로 유사함을 확인하였다. 또한, 등과 허벅지의 온도 상승 변화는 유사하나, 배치 타입에 따른 온도 상승 변화가 크게 발생하여 배치 타입이 영향을 미치는 인자임을 확인하였다.

참고문헌

1. Choi, S. W., "A Study on the Flow Rate Change due to Fan Blower Position of Ventilation Seat Cushion", Proceedings of the KSMPE Autumn Conference, Vol. 11, pp. 118, 2017.
2. Lee, H. H., "Estimation of Air Flow Rate in Automotive Ventilated Seat", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 17, No. 12, pp. 34-40, 2016.

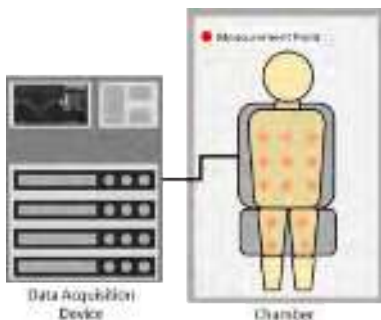


Fig. 1 Schematic diagram of experimental on heating seat

압력센서를 이용한 정전척의 정전력 성능평가

Evaluation of Electrostatic Performance of Electrostatic Chuck using Pressure Sensor

*유영균¹, 전상준², #양대종²

*Y. G. Yu¹, S. J. Jeon², #D. J. Yang(daejong@smail.kongju.ac.kr)²

¹공주대학교 기전공학과, ²공주대학교 미래융합공학과

Key words : Pressure sensor, Electrostatic chuck, Electrostatic force, Monitoring

1. 서론

정전척은 반도체, 디스플레이 제조 공정 시 기판을 안전하게 고정함으로써 기판의 변형 방지 및 균일한 온도제어를 할 수 있는 역할을 한다. 정전척 고정 여부 확인 및 상호 작용 확인을 위하여 정전력 측정이 필수적이다. 일반적으로 Push-pull gauge를 통한 강제 탈거 방식을 이용하여 정전력을 측정했으나, 정전척으로부터 이탈할 때의 순간적인 힘만을 측정하여 정전력의 지속적인 변화를 확인할 수 없다. 또한, 기판이 정전척으로부터 탈거 되는 과정에서 대상물의 표면 손상을 입힐 수 있는 중대한 단점을 가지고 있다. 이러한 한계점으로 인해 정전척의 정전력을 신뢰성 있고 기판 손상없이 측정하는 방법 및 모니터링방안에 대한 필요성이 대두되고 있다. 이에 본연구에서는, 기판과 정전척 사이에 압력센서를 이용하여 정전력을 측정하는 방법과 모니터링 시스템을 개발하고 검증하였다.

2. 시험장치 및 방법

압력센서를 이용한 정전척의 정전력 측정 방법과 기존의 Push-pull gauge를 이용한 정전력 측정 방법을 비교실험 하였으며 Fig. 1에 장치를 나타내었다. (a)는 기판을 정전척에 고정한 후 Push-pull gauge로 밀어내며 기판이 탈거될 때의 힘을 측정하였으며 (b)는 기판과 정전척 사이에 Pressure sensor를 넣고 기판이 정전척에 고정되는 힘을 측정하였다.

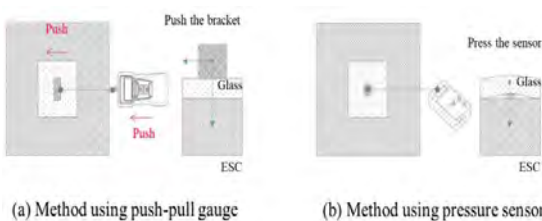


Fig. 1 Comparison of electrostatic force measurement methods

3. 시험결과

Fig. 2는 (a)Push-pull gauge를 이용하여 정전력을 측정하는 방법으로 관찰된 시험 결과와 (b)Pressure sensor를 이용하여 정전력을 측정된 시험 결과값을 나타냈다. 그 결과, Push-pull gauge의 경우 순간적인 힘만을 측정하였지만, Pressure sensor를 이용하여 정전력 측정 시 정전척에 정전력이 발생부터 소멸하는 변화를 관찰하였다.

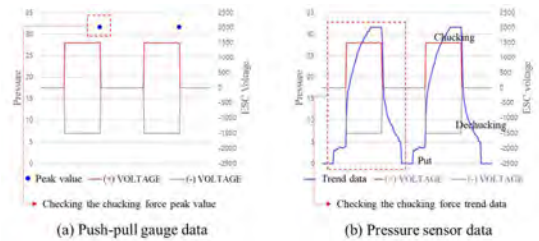


Fig. 2 Electrostatic force measurement data comparison

3. 결론

본 연구는 압력센서의 데이터를 통해 기존의 기술보다 신뢰성 높은 데이터를 확인하였으며 압력센서를 통해 정전척과 기판 사이의 손상을 주지 않고 정전척의 정전력을 측정할 수 있는 새로운 성능 평가 방법을 제시하였다. 이러한 실시간 정전척의 정전력 성능 평가는 기존 기술과 비교해 신뢰할 수 있고 정확한 정전력 평가 방법을 제공하는 기초 연구로 사료된다.

참고문헌

1. Hwa-Young Jung, "Real-time Sitting Posture Monitoring System using Pressure Sensor", The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers Vol. 64, No. 6, pp. 940-947, 2015.

재활용 탄소섬유 강화 복합재의 고온에서 강도 특성 분석 Analysis of Strength of Recycled Carbon Fiber Reinforced Composites in High Temperature

*김준겸^{1,2}, #전의식^{3,4}, 김영신³

*J. G. Kim^{1,2}, #E. S. Jeon^{3,4}, Y. S. Kim³

¹공주대학교 기전공학과, ²㈜아이텔, ³공주대학교 생산기술연구소 ⁴공주대학교 미래융합공학과

Key words : Recycled carbon fibers, Tensile test, Bending test, High temperature

1. 서론

CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics)는 LNG선박, 자동차, 항공기와 같은 첨단산업 부품에 많이 쓰여 매년 수요가 증가하고 있다. 수명이 다된 CFRP 부품은 환경오염을 일으키는 매립을 통해 처리되어 유럽과 미국 같은 선진국에서는 매립을 금지하였다. 이에, 연구자들은 환경 문제 해결을 위하여 재활용 탄소섬유를 사용하여 복합재를 제작하는 연구를 수행하고 있다. 그러나, 고온 환경에서 재활용 탄소섬유 복합재의 기계적 특성 분석 사례가 적어 실제 부품 적용에 어려움이 있다. 본 연구는 사출 공정으로 함량에 따른 rCFRP 복합재 시험편 제작 후 고온 환경에서의 기계적 거동을 분석하였다. 또한, 재활용 탄소섬유 중량비에 따른 고온 환경에 따른 기계적 거동을 분석을 수행하여 중량비에 따른 기계적 강도 분석을 수행하였다.

2. 실험방법

인장시험 시험편 제작과 시험 방법은 ASTM D 638 규격에 따라 수행하였으며 굽힘시험의 경우 ASTM D 790 규격을 참조하였다. 만능재료시험기, 연신율계, 온도 챔버는 모두 교정이 되어있는 장비를 사용하였다. 온도측정을 위해 인장시험에서는 thermocouple을 시험편에 묶는 방법을 적용하여 시험편 온도를 측정하였으며 굽힘시험은 시험편에 thermocouple을 접촉하여 측정하였다. 시험온도 도달 후 overshooting을 최소화하기 위해 모든 시험 조건마다 동일한 승온 속도와 온도 유지시간을 적용하였으며, 온도 조건의 경우 Table 1에 서술하였다.

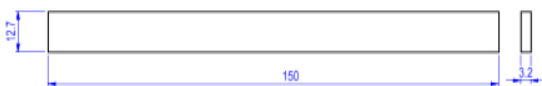


Fig. 1 굽힘 시험편 치수

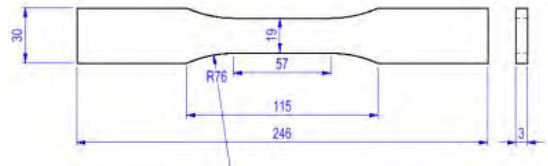


Fig. 2 인장 시험편 치수

Table 1 Test specimen size and environment temperature

Test	Temperature	Width	Thickness
Tensile test	25, 50, 100 °C	19 mm	3 mm
Bending test	25, 50, 100 °C	12.7 mm	3.2 mm

3. 실험 결과 및 분석

본 연구에서는 사출로 제작한 rCFRP 복합재를 고온 환경에서 기계적 특성을 분석하였다. 시험 결과, 인장 시험에서는 중량비와 상관없이 온도가 높아짐에 따라 인장강도, 탄성계수가 하락하였고 연신율은 증가함을 확인하였다. 굽힘시험에서 굽힘강도는 온도가 높아짐에 따라 굽힘강도와 굽힘 탄성계수가 하락함을 확인하였다.

참고문헌

1. Tang, Zhongbin, et al. "Temperature-and strain-rate-dependent tensile failure behavior of short-fiber-reinforced PEEK composites." *Composites Part B: Engineering* 250, 2023.
2. Sun, Zheng, et al. "Temperature-dependent mechanical properties of polyetherimide composites reinforced by graphene oxide-coated short carbon fibers." *Composite Structures* 270, 2021.

담체공법을 이용한 하수처리장의 질소 처리효율 연구

A Study on Nitrogen Treatment Efficiency in Wastewater Treatment Plant Using Carrier Method

*윤희¹, #김영춘²

*H. Yun¹, #Y. C. Kim(yckim59@kongju.ac.kr)²

¹공주대학교 기전공학과, ²공주대학교 지능형모빌리티공학과

Key words : Porous Carrier, A2O, SBR, Nitrogen, MBR

1. 서론

우리나라는 경제적, 문화적 성장에 따라 환경적 문제는 해결해야 할 중요한 문제로 떠오르고 있다. 특히 하수도의 보급률이 증가하고 기존의 합류식 관거가 강우 시 하천 오염의 원인이 되어 분류식 관거로 대체됨에 따라 하수 처리시설로 유입되는 생활폐수와 하수의 농도가 높아짐에 따라 처리시설에서 방류되는 방류수의 영양염류(질소,인)로 인한 하천의 부영양화 문제가 발생하고 있다. 이로 인하여 방류수의 법적 방류수질기준이 강화됨에 따라 처리수 내 영양염류에 대하여 수질법규를 만족시키며 경제성 및 부지 면적 등을 고려한 발전된 형태의 고도처리공법이 요구되고 있는 실정이다. 영양염류 중 인은 총인처리설비에 의해 약품으로 제거가 가능하지만 질소는 약품으로 제거에 어려움이 있어 생물반응조에서의 처리효율을 높이는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 현재 처리시설에 사용되는 SBR공법과 A2O공법의 변형된 형태의 MBR공법과 담체 공법에서의 유입수와 처리수의 총질소를 분석하여 담체가 질소 제거 효율에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

2. 연구방법

본 연구에서 사용된 담체는 PVA폼을 기본 재질로 한 다공성형 구조체인 질산화용담체를 사용하여 생물반응조를 운영하였다. 담체 공법의 질소 제거 효율을 비교하기 위해 사용된 공법은 SBR(연속회분식반응조)공법과 MBR(분리막)공법이다. 생물반응조의 질소 제거 효율 분석을 위해 수온이 저하되는 시기인 1월부터 수온이 다시 상승하는 5월까지 유입수와 방류수의 수질은 분석하였다. 수질 분석용 시료의 채취 및 분석은 국립환경과학원고시의 수질오염공정시험법에 따라 진행하였다.

3. 처리효율

질소 처리 효율을 비교하기 위해 처리 시설에 적용 중인 공법 중 SBR공법, MBR공법과 담체공법을 비교하여 유입수와 처리수의 질소를 측정하였다.

Table 1 공법별 질소 분석 결과

	SBR 공법			MBR 공법			담체 공법		
	유입수	방류수	제거율	유입수	방류수	제거율	유입수	방류수	제거율
최대	79.4	18.6	89.6%	54.3	16.7	77.6%	53.6	9.7	92.6%
최소	12.8	2.6	30.3%	29.4	10.4	63.7%	25.0	3.5	71.4%
평균	32.1	10.5	63.0%	44.7	12.4	71.9%	37.0	5.9	83.7%

각 공법의 질소 제거율은 SBR공법의 질소 제거율은 평균 63%, MBR공법은 69%의 제거율을 보인 반면 담체 공법은 83%의 제거율을 보였다. 질소 제거 효율은 SBR공법에 비해 기본적으로 A2O공법을 기본으로 하는 MBR공법과 담체공법이 더 높은 제거 효율을 나타냈으나 MBR공법이 질소 제거율의 편차가 적으나 담체공법의 질소 제거율이 높게 나타났다.

3. 결론

본 연구에서는 다공성형 구조체인 담체를 이용한 담체 공법의 질소 제거율을 분석한 결과 타 공법에 비해 질소 제거 효율이 가장 높은 것으로 분석되었다. 이를 바탕으로 현재 운영 중인 하수처리시설에 담체를 충전하여 담체공법으로 적용하였을 경우 체류시간을 확보하고 질소 제거율을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 이태경, 박재구, 한기봉., “세라믹 담체를 이용한 고정생물막 공정에서의 동시 질산화 및 탈질화”, J. of KSSE, Vol. 24, pp. 1105-1115, 2002.
2. 조창식, 이상혁., “다공성 담체를 이용한 생물학적 영양물질 제거”, The Journal of Digital Policy & Management 2013. May, pp. 237-243.

교정용 호선 크기의 치열 교정용 세라믹 자가 결찰 브라켓 슬롯의 토크 강도 해석

Analysis of Torque Strength of Orthodontic Ceramic Self-Ligating Bracket Slot according to the Size of Orthodontic Wire

*임현수¹, #김옥환

*H. S. Lim¹(imihs802@gmail.com), #O. H. Kim(owkim@kongju.ac.kr)

¹공주대학교 기전공학과, #공주대학교 기계자동차공학부

Key words : Orthodontic, Orthodontic Wire, Ceramic Bracket, Torsion force, Self-Ligation Bracket

1. 서론

교정용 세라믹 자가 결찰 브라켓은 교정 치료 중 교정용 호선의 torsional force에 의한 슬롯 부 파절이 발생하지 않도록 안정적인 강도 특성이 요구된다¹⁾. 본 논문에서는 크기별 교정용 호선을 교정용 자가 결찰 브라켓 슬롯에 결찰한 후 torsional force를 가하여 브라켓 슬롯이 파절하는 최대 비틀림 강도 결박값을 분석하였다. 이를 활용하여 교정용 호선 크기별로 세라믹 브라켓의 슬롯이 파절이 발생 되지 않는 범위 내에서 임상적으로 사용할 수 있도록 토크 강도 데이터를 구하고자 한다.

2. 본론

분석 시험에 사용된 교정용 호선은 교정 치료 단계에서 가장 강한 강성이 있는 스테인리스 스틸 소재의 교정용 호선을 사용했다. 호선의 단면은 0.019inch×0.025inch, 0.018inch×0.025inch, 0.017inch×0.025inch 3가지로 선정했다. 시험에 사용된 교정용 브라켓은 클립 형태의 도어 메커니즘을 가진 세라믹 자가 결찰 브라켓을 사용하였다. 시험에 사용된 교정용 브라켓은 슬롯에 응력이 크게 전달되고, 크기가 작은 하악 전치부 모델로 선정하였고, 브라켓의 슬롯의 비틀림 강도를 측정하기 위해 디지털 컨트롤러 토크 미터 (Mark -10, USA) 장비를 활용하였다. 측정 장비의 맞춤형 지그를 제작하여 장비의 상부에 브라켓을 고정하

였고, 크기별 스트레이트 교정용 와이어를 13mm로 잘라 회전축에 맞게 고정하여 시험을 준비하였다. 교정용 와이어를 브라켓 슬롯에 결찰 후 Motor Speed=0.9 /sec의 설정값으로 회전을 주었다. 와이어의 회전에 의한 브라켓 슬롯 내부의 응력으로 파절되는 최대 비틀림 강도 결박값을 N·cm 단위로 측정하여 비교 분석하였다.

Table 1에서, Product ‘A’ 제품의 경우 가장 작은 0.017inch×0.025inch 교정용 호선을 사용했을 때 5.27N·cm에서 가장 큰 0.019inch×0.025inch일 때 4.09N·cm 값으로 감소하였다. Product ‘C’의 경우 4.29N·cm에서 3.98N·cm 값으로 감소하였고, Product ‘E’는 5.05N·cm에서 4.94N·cm 값으로 감소하였다. Product ‘M’은 4.31N·cm에서 3.74N·cm으로 감소하였고, Product ‘Q’ 제품은 1.85N·cm에서 1.63N·cm 값으로 감소하였다.

3. 결론

본 실험에서 크기별 교정용 호선의 torsional force에 의한 브라켓 슬롯이 파절하는 최대 비틀림 강도 결과를 토크 미터 장비를 통해 분석하였다.

크기별 스트레이트 교정용 호선의 비틀림에 의한 세라믹 브라켓이 슬롯 하부 모서리 부분에서 응력이 집중되어 비슷한 양상으로 슬롯이 파절이 되었다.

0.019inch×0.025inch 와이어가 비틀림 강도가 가장 낮아 적절한 형상이 아니다.

본 연구에서 분석된 토크 강도 데이터는 임상적으로 사용 가능한 세라믹 브라켓 디자인에 적용할 수 있다.

참고문헌

- Holt MH, Nanda RS, Ducanson MG Jr. Fracture resistance of ceramic brackets during arch wore torsion. *AM J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;99(4):287-293.

Table 1 Slot strength according to orthodontic wire size (Unit: N·cm)

Bracket	0.19"×0.25"	0.18"×0.25"	0.17"×0.25"
Product A	4.09	5.18	5.27
Product E	4.94	5.23	5.05
Product M	3.74	4.17	4.31
Product C	3.98	4.33	4.29
Product Q	1.63	1.76	1.85

CLAMP 부착에 따른 고온 고압 환경에서 균압배관의 건전성 분석 Validation of Equalizing Pipe in High Pressure and High Temperature under Clamping Condition

*윤희석^{1,2}, #전의식³, 김재경³

*H. S. Yoon¹, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)^{1,3}, J. K. Kim³

¹공주대학교 기전공학과, ²(주)삼신밸브기술, ³공주대학교 생산기술연구소

Key words : Nuclear power plant, Valve, Equalizer pipe, Clamping repair technology

1. 서론

ASME Sec.III^[1]에서는 안전등급 밸브는 2년이나 3년 주기로 원자력발전소의 계획예방정비를 수행한다. ASME Sec.XI^[2] 코드에 따라 원전 가동 중 검사를 진행하며 대상에 따라 점검 및 유지보수, 교체 등을 진행하게 된다. 밸브에서 누설 발생 시 교체하거나 반출하여 정비를 진행하지만, 정상 운영 중에는 교체와 반출이 불가능한 문제가 있다. 이를 해결하기 위해 선행연구로 가동 중인 발전소의 누설부에 Clamp 부착을 통하여 원전의 가동을 중지하지 않고 임시로 사용할 수 있도록 누설을 방지하는 연구를 수행하였다. 본 논문에서는 누설방지용 Clamp 부착 시 적용되는 장치의 무게와 지진하중이 균압배관에 미치는 영향 분석을 위해 구조해석을 실시하였으며 이를 통하여 균압배관의 건전성을 분석하였다.

2. 균압배관 건전성 분석

균압배관의 건전성 분석에 필요한 해석 데이터는 소켓 파이프 용접부 누수가 발생한 CCCV (Controlled Closure Check Valve, 18")의 데이터를 한국수력원자력에서 제공받아 진행하였다. 해석에 적용된 하중은 파이프 용접부 파단시의 반동력(FR), 압력(P), 자중 그리고 Clamp 장치의 무게와 지진하중을 고려한 힘(FM(x,y,z))이다. 또한 균압배관에 용접되는 부위의 길이에 대하여 용접부에서 발생한 5mm의 균열을 비율만큼 균압 배관의 두께를 감소하여 적용하였다. Table 1은 균압 배관의 치수를 나타내며 Fig. 1은 경계조건과 구조해석 결과를 나타낸다. Table 2는 Service level D를 적용해 균압배관이 견뎌야 할 허용응력의 2.4배를 기준으로 해석한 응력값이다.

Table 1 Size of equalizer pipe

	in.	mm
Outside diameter	2.375	60.3
Inside diameter	1.687	42.8
Wall thickness	0.344	8.74

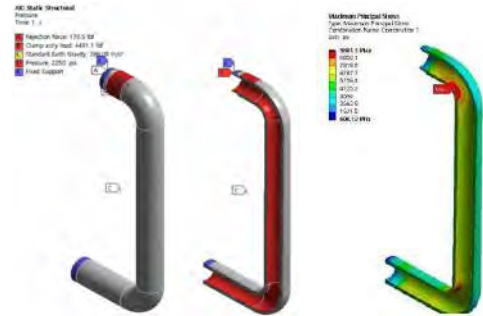


Fig. 1 Boundary conditions (left) and results(maximum principal stress) of simulation

Table 2 Comparison of maximum principal stress and allowable stress

	Results of simulation(psi)	Allowable stress(psi)
Maximum principal stress	9,292.9	< 2.4S
Decreased Thickness	5,743.6	= 34,800

3. 결론

누설방지용 CLAMP 부착에 따른 무게와 지진하중, 압력, 자중, 용접부 균열로 인한 배관두께 감소 등 보수적으로 상황을 가정한 구조해석 결과 균압배관에 걸리는 응력이 균압배관의 재료인 SA-335 Grade P22의 Service level D를 적용한 허용응력의 2.4배 범위안에 있으므로 Clamp 부착시에도 균압배관의 건전성이 확보됨을 확인하였다.

참고문헌

- ASME BPVC Sec.III, 2015, "Rules for Constructions of Nuclear Facility Components" American Society of Mechanical Engineers, NY.
- ASME BPVC Sec.XI, 2015, "Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components" American Society of Mechanical Engineers, NY.

실험계획법을 이용한 GMR IC 적용 휠 속도 센서의 설계변수와 출력특성의 상관관계 분석

Correlation Analysys between Design Variables and Output Characteristics of Wheel Speed Sensor with GMR IC using DOE

*장종석¹, #전의식², 김영신³

*J. S. Chang¹, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)², Y. S. Kim³

¹에스앤씨 주식회사, ²공주대학교 기전공학과, ³공주대학교 생산기술연구소

Key words : Wheel Speed Sensor, GMR(Giant MagnetoResistance), Permanent Magnet, Design parameter, DOE

1. 서론

자동차의 제동장치는 운전자의 안전에 크게 영향을 미치는 장치로, 휠 속도 센서는 차량 바퀴에 장착되어 차량 바퀴의 각 회전 속도를 측정하는 센서이다. 측정된 속도는 각 바퀴의 속도 정보를 통한 차량의 안정적인 제어를 목적으로 하며, Anti-lock Brake System (ABS), Traction Control System (TCS), Electronic Stability Control (ESC)와 같이 안전을 위한 기능을 수행한다. 센서 구성에 있어 주요 부품인 IC에 대해 Hall IC에 대한 연구는 다수 진행되었으나, Giant Magneto Resistance(GMR) IC를 적용한 휠 속도 센서에 관한 연구는 미비한 실정이다. 본 논문에서는 휠 속도 센서에 GMR IC를 적용하기 위해 설계변수와 출력특성의 상관관계를 분석하였다. 상관관계분석을 위한 마그넷 종류, Air-gap 및 입력전압을 설계변수로 설정하였으며 출력특성은 Rise/Fall time, Duty ratio로 설정하였다. 실험계획법 중 요인배치법을 이용하여 설계변수의 주효과 및 인자간의 교호작용을 분석하였다. 실험 인자 중 출력특성을 만족하는 인자를 도출하고 도출된 인자의 추가실험을 통해 도출 조건의 타당성을 검증하였다.

2. 실험 및 결과 분석

GMR IC를 적용하기 위해 자기저항 효과 감지에 영향을 줄 수 있는 마그넷과 Air-gap 그리고 GMR 소자에 영향을 줄 수 있는 입력전압을 설계변수로 설정하였다. 먼저 마그넷의 종류는 Nd, Ferite 마그넷 두 종류로 설정하였고, Air-gap은 0.1mm~5.1mm까지 0.5mm 간격으로 설정하였다. GMR IC를 구동하기 위한 입력전압은 5V, 12V로 각각 설정하였다. 각각 설정된 설계변수와 수준을 적용하여 Fig. 1과 같이 시험환경을 구성하고 시험을 수행하였다.

시험에 사용된 시제품은 GMR IC에 마그넷을 부착하여 시제품을 제작하였다. Turning Machine에 센싱

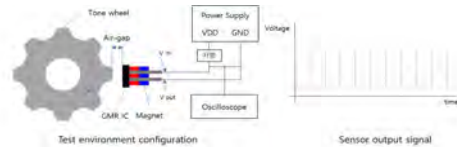


Fig. 1 Test environment configuration for wheel speed sensor with GMR IC

대상물인 금속체 톤 휠을 장착하였고 톤 휠의 회전속도는 800RPM으로 고정하였다. 센서는 톤 휠과의 방향의 다른 방향으로는 이동하지 못하도록 고정하였다. 설계변수로 설정한 마그넷의 종류, Air-gap, 입력전압과 출력특성을 실험계획법 중 요인배치법을 이용하여 상관관계 분석을 수행하였다. 마그넷의 종류와 Air-gap은 출력특성에 유의한 영향이 있음을 확인하였으며, 입력전압은 출력특성에 미치는 영향이 미비함을 확인하였다.

3. 결론

본 논문에서는 GMR IC를 적용한 휠 속도 센서의 출력특성에 영향을 미치는 인자 도출을 위한 실험계획법을 수행하였다. 설계변수의 주효과 및 교호작용을 분석을 통해 설계변수와 출력특성의 상관관계를 분석하였으며 출력특성을 만족하는 설계변수의 조합을 선정하였다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부의 구매조건부신제품개발사업(S3345532) 지원에 의해 수행된 연구임을 밝힙니다.

참고문헌

1. S. Hainz, E. de la Torre and J. Güttinger, "Comparison of Magnetic Field Sensor Technologies for the use in Wheel Speed Sensors," 2019 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT) pp. 727-731, 2019.

구두발표

특별세션 OS2-1

좌장 : 김병준(한국항공대학교)

OS2-1-1

OS2-1-2

OS2-1-3

OS2-1-4

OS2-1-5

OS2-1-6

반도체 3차원 패키징의 핵심요소기술 : 구리-구리 접합

Key Technology in 3-dimensional Packaging of Semiconductor : Cu-Cu Bonding

*#김주영¹, 심영주¹, 곽지윤¹

*#J. Y. Kim(juyoung@unist.ac.kr)¹, Y. J. Sim, J. Y. Kwak

¹울산과학기술원 신소재공학과

Key words : 3D Packaging, Semiconductor, Cu-Cu bonding

1. 서론

최근 반도체 산업에서 비대면 문화가 발전하고, ChatGPT와 같은 인공지능(AI)이나 빅데이터를 처리하는 고성능 컴퓨팅(HPC) 같은 첨단 반도체의 수요가 급속도로 성장하면서 빠른 전기신호 속도와 안정성이 요구되는 고성능·저전력 반도체가 요구되고 있다. 기존 반도체 산업은 웨이퍼에 회로를 형성하는 미세화 공정 개발을 통해 반도체 성능을 증가시켜왔으나, 선폭이 10 nm 아래로 진입하면서 개발속도가 느려지고 물리적 한계에 봉착하면서 차세대 반도체 집적기술로 반도체 칩을 수직으로 적층하는 3차원 패키징 연구가 주목받고 있다. 그러나 반도체가 소형화되면서 배선이 가능해지고 배선 간의 간격이 서로 가까워지면서 패키징에서 발생하는 전기신호의 지연이 소자 전체 성능을 감소시키는 원인이 되었다. 따라서 패키징에서 발생하는 전기신호 지연을 감소하고 고성능·저전력 반도체를 구현하기 위해서는 반도체 칩 간의 길이 감소가 필수적이다. 따라서 배선 접합공정에 사용되는 솔더 범프 미세화가 필요하다. 솔더 범프는 260°C 정도의 온도에서 단시간에 접합되어 경제적인 장점이 있으나, 미세화의 한계 및 금속 간 화합물 형성으로 인한 기계적 신뢰성을 감소한다. 따라서 이러한 솔더 범프 없이 구리 배선을 직접 전기적 연결하는 구리-구리 직접 접합이 반도체 3차원 패키징 핵심 공정기술로 대두되었다.

2. 구리-구리 접합기술

구리-구리 접합기술은 반도체 3차원 패키징 공정기술 중 하나로 반도체 칩을 가깝게 배치하여 전기신호 속도를 향상하고, 더 많은 칩은 적층하여 소형화, 고성능화할 수 있는 장점이 있다. 반도체 배선재료로 사용되는 구리는 전기적, 열적, 기계적 특성이 우수하고 미세 패터닝이 가능하나, 대기 중 자연 산화막 형성과 높은 용융점으로 인하여 성공적인 접합을 위해서는

350°C 이상의 고온이 요구된다. 하지만, 열적·기계적 특성이 다른 다양한 재료로 제작된 반도체소자에 패키징 공정 중 높은 온도가 가해지면 열팽창계수 차이에 의한 열응력을 발생시켜 신뢰성을 저하시킨다. 따라서 반도체 성능과 신뢰성을 유지한 고성능 반도체를 제작하기 위해서는 저온에서 구리-구리 직접 접합 연구가 필요하다. 현재까지 이러한 저온 구리-구리 접합 공정기술 구현을 위하여 Ar plasma를 이용한 구리 표면 산화막 제거 및 표면 활성화 접합 SAM(surface activated bonding), 구리 자연 산화막 형성을 방지하는 보호층(passivation layer) 형성 접합 및 표면 확산계수가 높은 미세조직 제어 전기도금 방법 등 다양한 연구가 수행되어왔다. 하지만 현재까지 산업응용 가능한 수준의 확고한 기술개발이 이루어지지 못하고 정체되어 있어 기술적 돌파구가 필요한 상황이다.

3. 결론

반도체 3차원 패키징의 핵심요소기술로서 구리-구리 접합의 다양한 연구 동향을 알아보려고 하였다. 저온 구리-구리 접합 적용은 서로 다른 기능을 가진 칩들을 연결하는 이종 집적(heterogeneous integration)과 짧은 배선 길이를 통한 전기적 효율증가 및 높은 공간 효율성으로 첨단 반도체를 구현할 수 있는 기술력 향상에 많은 기대를 할 수 있다.

후기

본 연구는 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 기본연구(NRF-RS-2023-00217968)의 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

1. Panigrahy, Asisa Kumar, and Kuan-Neng Chen. "Low temperature Cu-Cu bonding technology in three-dimensional integration: An extensive review." *Journal of Electronic packaging* 140.1, 010801, 2018.

반도체 패키징용 구리와 고분자의 저온 하이브리드 본딩 Low-temperature Cu-polymer Hybrid Bonding for Semiconductor Packaging

*심영주¹, 황경석¹, #김주영¹

*Y. J. Sim¹, G. S. Hwang, #J. Y. Kim(juyoung@unist.ac.kr)¹

¹울산과학기술원 신소재공학과

Key words : 3D Packaging, Hybrid Bonding, Mechanical Property, Reliability

1. 서론

고성능 반도체 구현을 위한 미세화 공정이 물리적 한계에 다다르면서, 패키징 수준에서 고성능, 고집적화가 요구되고 있다. 하이브리드 접합은 3차원 패키징 기술 중 하나로 반도체 칩 사이 구리-구리 직접 전기적 연결하여 짧은 배선 길이로 빠른 전기신호를 구현하고, 전도체 사이 절연체를 통하여 물리적, 화학적 저항성을 향상한다. 하지만, 일반적인 구리 간 접합은 구리 자연 산화막으로 인한 확산 저하로 400°C 정도의 고온 공정이 요구되는데, 패키징 레벨에서 고온은 재료의 열팽창계수 차이로 인한 신뢰성 문제를 발생시킨다. 따라서 저온에서 구리-구리 및 절연체-절연체를 직접 접합시키는 연구가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 기존 솔더볼을 이용하여 구리 배선 사이를 접합하고, 배선 사이 절연 폴리머를 채워 넣는 언더필 공정을 감광성 절연 폴리머를 사용하여 간소화하였다. 접합공정은 리플로우 공정 온도(260°C) 이하에서 구리와 절연 폴리머를 동시에 접합하는 하이브리드 접합을 진행하고, 접합 물성을 평가하고자 접합 계면 분석 및 접착 전단 강도를 측정하여 기계적 물성을 평가하였다.

2. 실험방법

구리와 절연 폴리머 하이브리드 접합을 위한 샘플 제작은 스퍼터링 공정을 통해 Si 기판 위에 Ti 접착층 및 Cu 씨앗층을 증착하고, 절연 폴리머를 노광하여 패턴링을 진행하였다. 이후 전기도금으로 구리 범프를 형성하였고, 화학적 기계적 연마를 통해 두 재료를 평탄화하였다. 구리의 확산을 방해하는 구리 자연 산화막 제거를 위해 산 증기 표면처리를 진행한 후 질소 분위기에서 구리와 절연 폴리머를 동시에 접합하는 하이브리드 접합을 진행하였다. 이후 SEM 및 FIB 분석을 통한 접합 계면 분석 및 접착 전단 강도를 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

화학적 기계적 연마 시 사용되는 슬러리 구성성분의 비율을 조절하여 화학적으로 구리의 두께를 제어하고, 기계적으로 연마하여 구리와 절연 폴리머 두 재료의 표면 거칠기를 개선하였다. 또한, 두 재료의 열팽창계수 차이를 고려하여 화학적 기계적 연마를 통해 단차를 형성하였다. 이후 SEM 및 FIB 분석을 통해 구리-구리 접합 계면에서 산화막이 관찰되지 않고, 결정립이 성장한 것으로 보아 성공적으로 구리-구리 접합된 것으로 사료 된다. 구리-절연 폴리머 및 절연 폴리머-절연 폴리머 계면에서도 계면 관찰 없이 접합됨을 확인하였다. 접착 전단 강도 평가에서도 일반적으로 사용되고 있는 솔더볼 접합 전단 강도 이상의 구리 간 접착 전단 강도 및 절연 폴리머 간 접착 전단 강도를 확인하였다.

4. 결론

고성능-저전력 반도체 구현을 위한 차세대 핵심 기술인 3차원 패키징 공정으로 하이브리드 접합기술을 구현하고, 일반적으로 사용되는 솔더볼 접합 이상의 전단 강도를 구현할 수 있었다. 따라서 이러한 공정 기술연구가 차세대 반도체 패키징 기술 향상에 도움 될 수 있을 것으로 예상하고 있다.

후기

본 연구는 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 기본연구(NRF-RS-2023-00217968)의 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

1. He, Ran, et al. "Combined surface activated bonding using H-containing HCOOH vapor treatment for Cu/Adhesive hybrid bonding at below 200° C." Applied Surface Science 414, 163-170, 2017.

물결구조 실리카 봉지재료의 개발

Development of Silica Encapsulating Material with Wavy Structure

*김수민¹, 김한글¹, 황경석¹, 유현지¹, #김주영¹

*S. M. Kim¹, H. Kim¹, G. S. Hwang¹, H. J. Yoo¹, #J. Y. Kim¹(juyoung@unist.ac.kr)

¹울산과학기술원 신소재공학과

Key words : Encapsulation material, wavy-structure, mechanical reliability, low permeability

1. 서론

유기발광 다이오드와 태양전지와 같은 광기능성 유연소자는 다양한 형태와 기능을 가질 수 있는 유기물을 기반으로 하기 때문에 대기 중에 있는 산소와 수분에 매우 취약하다. 따라서, 소자의 신뢰성을 확보하기 위해서는 수분투습도가 낮은 봉지재료가 필수적이다. 일반적으로 봉지재료에는 수분투습경로가 될 수 있는 결함이 없는 고밀도·비정질 무기산화물인 실리카, 알루미늄, 지르코니아 등이 있다. 하지만 비정질 무기산화물을 신축성 소자에 직접 적용하기에는 탄성변형한계가 매우 작고 취성과파괴를 보이기 때문에 봉지재료의 신축성을 향상시키기 위한 연구가 필요하다.

2. 물결 구조 기판 제작

본 연구에서 고밀도·비정질 무기산화물 재료 중 실리카를 선정하여 열적 산화법을 통해 높은 파괴강도와 탄성변형한계를 가지는 실리카 박막을 제작하였다. 이에 단결정 실리콘 기판에 비등방성 식각을 하여 V구조를 만들고 등방성 식각을 통해서 V의 첨단을 부드럽게 만들어주는 2단계 식각 공정을 통해 일출물결 구조를 도입하였다. Fig.1은 2단계 식각 공정을 보여준다. 물결 구조로 만들어진 단결정 실리콘 기판을 고온에서 산화시켜 무결함에 가까운 고밀도 실리카 봉지재료를 제작하였다.

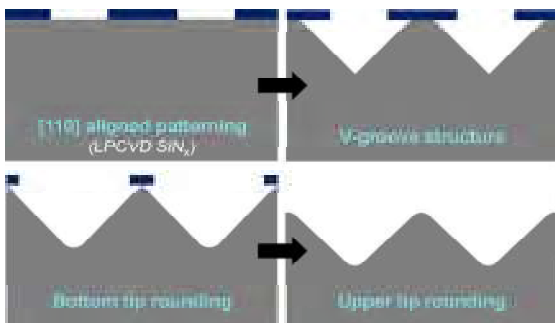


Fig. 1 Two-step etching process for wrinkle structure.

3. 기계적 물성과 방습 특성 분석

평평한 실리카 박막과 물결구조가 적용된 실리카 박막을 일축인장시험하여 탄성계수와 항복강도를 평가하였다. 평평한 실리카 박막에 비해 물결구조를 적용했을 경우 3.1배 신축성이 향상되었고, 유한요소법과 수학적 모델링을 통해 물결구조의 변수를 조절해서 최적화함으로써 신축성을 극대화하였다. 그리고 탄성변형한계 내에서의 반복신축시험과 가속환경에서의 수분투습도 측정을 통해 봉지재료의 우수한 기계적 신뢰성과 방습성을 검증하였다.

4. 결론

본 연구에서는 열적 산화법을 통해 물결 구조가 도입된 단결정 실리콘 기판에서 결함이 없는 고밀도 실리카 봉지재료를 개발하였다. 일축인장시험과 반복신축시험 전후의 WVTR 측정을 통해 신축성 향상과 우수한 저투습성을 확인하였고, 이를 통해 신축성 소자의 신뢰성 확보가 가능할 것으로 보인다.

후기

본 연구는 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 기본연구(NRF-RS-2023-00217968)의 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

1. H. Kim, G.-S. Hwang, S. Lee, J.-Y. Kim, "Enhanced Stretchability of Wavy-Structured Thermally Grown Silicon Dioxide Films for Stretchable Encapsulation," *Advanced Electronic Materials*, Vol. 9, No. 7, pp. 2300078, 2023.

반도체 패키징 구리 재배선층의 신뢰성 평가

Reliability Investigations of Redistribution Layers(RDL) in Semiconductor Packaging Technologies

*곽지윤¹, Emmanuel Chery², Julien Bertheau², John Slabbekoorn², Joke De Messemaeker²,
Eric Beyne², #김주영¹

*J.-Y. Kwak¹, E. Chery², J. Bertheau², J. Slabbekoorn², J. D. Messemaeker², E. Beyne²,

#J.-Y. Kim(juyoung@unist.ac.kr)¹

¹울산과학기술원 신소재공학과, ²imec Advanced Reliability Robustness and Test Department

Key words : 3D packaging, Redistribution Layer (RDL), Copper oxidation, Reliability

1. 서론

반도체 산업은 고성능·초소형 반도체에 대한 사람들의 요구에 맞춰 발전해왔다. 이에 따라 반도체 전공정에서 회로의 선폭을 줄이는 미세 공정 기술을 개발하는 연구가 주로 수행되어 왔으나, 이것이 한계에 다다르면서 최근에는 후공정인 패키징 기술의 발전을 통한 반도체 고성능화·소형화에 대한 연구가 활발히 수행되고 있다. 반도체 패키징 기술 중 하나인 구리 재배선층의 가장 큰 신뢰성 문제는 구리와 유전체로 사용되는 폴리머 계면에서 발생하는 구리 산화이다. 구리 산화물층은 반도체 소자의 기계적, 전기적 결합을 야기한다. 이에 본 연구에서는 다양한 상용 폴리머를 유전체로 사용한 구리 재배선층 샘플을 제작하고 산소 및 수분에 의한 신뢰성 평가를 실시하였다.

2. 실험 방법

세미어디티브법(semi-additive process)을 이용하여 벤조시클로부텐(benzocyclobutene, BCB), 폴리이미드(polyimide, PI) 등 총 11개의 상용 폴리머를 유전체로 사용한 구리 재배선층 샘플을 제작하였다. 이렇게 제작한 샘플에 대해 구리 산화를 유발하는 산소 및 구리 산화를 촉진시키는 수분이 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 먼저 150℃의 건조 오븐에서 168시간 동안 폴리머 에이징 테스트를 실시하였다. 다음으로는 고온/고습 챔버 및 침수 시험을 통해 폴리머 기반 구리 재배선층을 수분에 노출시킨 다음 폴리머 에이징 테스트를 실시하여 폴리머를 투과한 수분이 구리 산화를 촉진시키는지 평가하였다. 실험이 끝난 샘플들에 대해서는 집속이온빔(focused ion beam, FIB) 장비를 이용해 구리-폴리머 계면에 형성된 구리 산화물층의 두께를 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

먼저 폴리머 에이징 테스트를 실시한 모든 폴리머 기반 구리 재배선층에서 약 150μm 두께의 두꺼운 산화물층이 관찰되었다. 이때 폴리머의 종류나 두께에 관계없이 두꺼운 산화물층이 형성되었다. 더불어 고온/고습 챔버 및 침수 시험을 통해 구리 재배선층을 수분에 노출시켰을 때 더 두꺼운 산화물층이 관찰되는 것을 확인하였다. 따라서 산소와 수분 침투가 쉬운 폴리머만으로는 구리 재배선층에 발생하는 구리 산화를 방지할 수 없으며, 이를 방지하기 위해서는 추가 보호층이 필요하고, 반도체 제작 시 최종 패키징으로 사용되는 몰드층이 이러한 보호층으로 사용될 수 있다는 사실까지 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 반도체 패키징 기술 중 하나인 폴리머 기반 구리 재배선층의 신뢰성 평가를 실시하였다. 그 결과 유전체로 사용되는 폴리머층만으로는 구리 산화를 방지할 수 없으며, 구리 산화 방지를 위한 추가 보호층이 필요하고 최종 패키징용 몰드층이 그 역할을 할 수 있는 가능성까지 확인하였다.

후기

본 연구는 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 지원으로 한국연구재단 기본연구(NRF-RS-2023-00217968)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

1. J. H. Lau, *Semiconductor advanced packaging*, Springer Nature, 2021.

주름 구조 실리카 박막의 이축 연신 특성 향상

Wrinkle-structured Silica Thin Films Enhanced Biaxial Stretchability

*조지현¹, 김나향¹, 황경석¹, #김주영¹

*J.-H. Jo¹, N.-H. Kim¹, G.-S. Hwang¹, #J.-Y. Kim(juyoung@unist.ac.kr)¹

¹울산과학기술원 신소재공학과

Key words : encapsulation, silica, wrinkled structure, stretchable

1. 서론

신축성이 있는 유기 광전자 소자의 장기적인 신뢰성을 달성하기 위해서 수분 또는 기타 외부 물질로부터 소자를 보호하는 저투습성의 봉지 재료가 필요하다. 일반적으로 유기 광전자 소자의 구동 신뢰성을 확보하기 위해서 봉지 재료는 10^{-5} 또는 10^{-6} g/m² day 이하의 수분 투습도가 필수적이다. 하지만 기계적으로 신축성이 있는 유기 재료들은 일반적으로 100g/m² day 이상의 높은 투습도를 가진다. 낮은 수분 투습도와 높은 신축성을 동시에 달성하기 위하여 본 연구에서는 비정질 실리카 박막에 주름 구조를 도입한 고신뢰성, 고신축성 봉지 재료를 개발하였다.

2. 시편 제작

단결정 실리콘 웨이퍼 위에 열 산화법으로 성장한 실리카 박막은 결함이 거의 없는 치밀한 미세구조를 가지기 때문에 국부 변형에 강한 저항성을 가진다. 사전에 변형된 탄성체 위에 실리카 박막을 전사시킨 후 기관 및 사전 변형을 제거함으로써 실리카 박막에 두 가지 유형의 주름 구조를 형성하였다. 사전에 이축으로 변형시켜 정렬된 주름 구조를 제작하였다. 이를 통해 실리카 박막의 탄성 변형 한계를 향상시킴으로써 높은 연신성을 확보하고자 하였다.

3. 물성 평가

주름의 파장과 진폭의 비를 이용하여 주름 구조의 연신성을 평가하였다. 주름 구조는 재료를 국부적으로 구부려 박막의 연신성을 향상시킨다. 이축 주름 구조는 같은 방향의 주름만 포함하는 국소 부분과 전 방향의 주름을 충분히 포함하는 국부 부분으로 나누어 분석을 진행하였다. 이축 주름 구조는 불균일하게 형성된 주름으로 인하여 불균일한 응력 분포를 보였다. 이에 따라 에너지적으로 불안정하여 더 낮은 연신

성을 보였다. 전기적 칼슘 시험법을 통해 5%의 변형에서 1,000회 이축 반복 신축 실험 전/후의 6085 환경 조건 아래 수분 투습도를 비교하였다. 실험 전 수분 투습도는 2.9×10^{-4} g/m² day이었으며, 실험 후에는 2.8×10^{-4} g/m² day로 반복 신축 실험 이후 물성을 열화시키는 결정적인 결함이 생기지 않은 것을 확인하였다. 아레니우스 식에 의해 상온에서 5.7×10^{-6} g/m² day의 저투습도를 가지는 봉지 재료임을 밝혔고, 신축 유기 광전자 소자의 적용 가능성을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 실리카 봉지 재료에 주름 구조를 도입함으로써 이축 연신성을 향상시켰다. 외부 변형에 의한 주름 구조의 진폭과 파장의 비를 이용하여 신축성을 평가하였고 전기적 칼슘 시험법을 통해 반복 신축 실험 전/후의 수분 투습도를 측정하였다. 이를 통해 주름 구조 실리카 봉지 재료의 반복 신축 변형 신뢰성 및 낮은 수분 투습도를 확인하였고, 고신뢰성 신축 봉지 재료로서의 가능성을 입증하였다.

후기

본 연구는 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 기본연구(NRF-RS-2023-00217968)의 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

1. N.-H. Kim. *et al.*, "Enhanced biaxial stretchability of wrinkled SiO₂ thin films for stretchable encapsulation", *Scripta Materialia*, Vol. 207(114280), pp. 1-6, (2022)

다층 플렉서블 회로기판용 고신뢰성 배선 소재 개발

Development of Highly Reliable Metal Interconnect for Multi-layer Flexible Printed Circuit Board

*,#김병준¹

*,#B. J. Kim (bjkim@tukorea.ac.kr)

¹한국공학대학교 신소재공학과

Key words : Reliability, Flexible, Interconnect, FPCB

1. 서론

접고 펼 수 있는 디스플레이를 적용한 폴더블 스마트폰은 이미 상용화되어 많은 사람들이 사용하고 있다. 미래에는 두 번 접거나 말거나 비틀 수 있는 다양한 형태의 전자 소자로 발전해갈 것이므로 이러한 기계적 변형 중에 발생하는 기계적 신뢰성에 대한 연구가 관심을 많이 받고 있다. 기존의 신뢰성 연구들은 태양전지, OLED와 같은 평면 형태의 전자 소자에 단순 굽힘 변형을 인가하면서 최대 변형을 및 반복 변형 중 소자의 기계적 수명에 대해 연구를 진행하였다.

2. 실험방법

미래 전자기기에는 굽힘, 변형 이외에 비틀림, 말림, 인장 등의 변형이 가해질 것이므로 이에 대한 다양한 응력 상태에서의 재료의 성능 변화를 연구하였다. 반복적으로 기계적 변형을 인가하면서 전기저항을 평가할 수 있는 장치를 만들었고,

3. 실험결과

본 발표에서는 굽힘 변형보다 더 복잡한 응력이 발생하는 비틀림 변형 시 발생하는 응력 발생에 대해 소개하고, 위치 및 비틀림 각도에 따른 신뢰성 결과를 소개한다. 또한 비틀림 변형의 경계 조건이 달라질 경우 위치에 따른 피로 수명을 평가하고 이와 같은 차이가 발생하는 이유를 유한요소해석법을 통해 분석하였다. 또한, 단순 박막 소재가 아닌 실리콘 칩이 본딩된 반도체 패키지 시편, 양면 코일과 기판을 관통하는 via를 포함한 무선 충전용 코일 부품 등 다양한 구조를 가지는 유연 소자용 부품들에 반복 굽힘 변형이 가해졌을 경우의 기계적 신뢰성에 대해서 연구하였다.

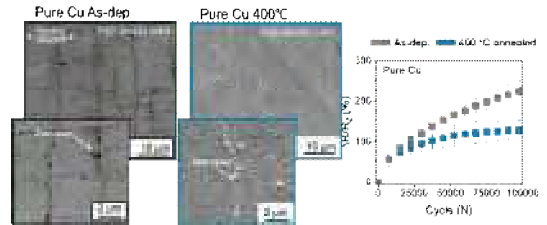


Fig. 1 피로 실험 이후의 전기저항 변화 및 표면 변화 모습

4. 결론

플렉서블 전자기기 상용화를 위해서는 유연 전자기기의 신뢰성을 확보할 수 있는 배선 소재 개발이 필수적이다. 본 연구에서는 굽힘, 비틀림, 말림, 인장 등 다양한 기계적 변형 상황에서 금속 배선 소재의 특성 변화를 살펴보고, 고신뢰성 소재 개발을 소개하고자 한다. 또한, 신뢰성 평가를 위한 국제 표준에 대해서도 소개하고자 한다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-RS-2023-00217968)

참고문헌

1. S. Jung, "Analysis of Repetitive Bending on Flexible Wireless Power Transfer (WPT) PCB Coils for Flexible Wearable Devices", IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, Vol. 12, No. 11, pp. 1748-1756, 2022.

구두발표

특별세션 OS2-2

좌장 : 이기석(UNIST)

OS2-2-1

OS2-2-2

OS2-2-3

OS2-2-4

OS2-2-5

3차원 반도체 패키지를 위한 저온 구리 구리 접합용 합금 소재 연구 Development of Cu alloy Material for Low Temperature Cu-Cu Bonding for 3D Advanced Packae

*이승혁¹, #김병준¹

*S. H. Lee¹, #B. J. Kim(bjkim@tuokorea.ac.kr)¹

¹한국공학대학교 신소재공학과

Key words : Cu bonding, CuAg alloy, 3D packaging

1. 서론

3차원 반도체 패키지의 가장 큰 장점은 이중 칩 적층이 가능한 것이다. 이러한 기술을 실현하기 위해서 중요한 기술 중 하나인 구리 구리 접합에 대해 연구를 진행하였다. 스퍼터를 이용한 구리 합금을 통해 250℃ 이하에서 접합에 성공했으며 접합된 계면의 접착력을 상대 비교하기 위해 전단 강도 실험을 진행 하였다. 이를 통해 3차원 패키지 기술 상용화에 기여할 수 있을 것이다.

2. 실험 방법

스퍼터를 사용하여 구리 합금을 제작하였다. 증착 조건으로 Ar gas mass flow 20sccm, 압력은 1mTorr로 25분간 증착하였다. 접합은 열 접합 방식을 사용하여 150℃~300℃ 사이에 다양한 온도에서 50분간 증착하였으며, 접합 시 시편에 가해지는 압력은 1.41MPa이다. 이후 마운팅과 폴리싱 과정을 거쳐 시편의 단면을 분석하고 Pull test, Shear test를 통해 접합 정도를 상대 비교해보았다.

3. 결과 및 토의

구리 구리 접합 방법중 CMOS와 호환이 가능하며 신뢰성이 높은 열 압착 방식을 이용하여 접합을 진행 하였다. 합금 물질로는 Ag를 이용하였는데 구리보다

비저항이 낮으며 구리와 금속간 화합물을 만들지 않는 장점이 존재한다. 구리 합금을 통해 250℃ 이하에서 접합에 성공하였으며 최대 180℃에서도 접합에 성공 하였다. 계면 접착력을 상대비교하기 위해 Pull test를 진행하였으며 그 결과 2.5MPa 이상의 접합강도를 갖는 것을 확인하였다.

4. 결론

300℃이하에서 접합에 성공하였으며, 1.41MPa이라는 낮은 압력에서 접합에 성공하였다. 또한 합금을 통해 접합된 시편의 계면 접합강도는 2.5MPa 이상으로 접합이 잘 된 것을 알 수 있다.

후기

이 논문은 2023학년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임.(NRF-RS -2023-00217968)

참고문헌

1. S. L. Chua, J. M. Chan, S. C. K. Goh and C. S. Tan, "Cu-Cu Bonding in Ambient Environment by Ar/N2 Plasma Surface Activation and Its Characterization," in IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, vol. 9, no. 3, pp. 596-605, 2019.
2. P. Gueguen et al., "Copper direct bonding: An innovative 3D interconnect," 2010 Proceedings 60th Electronic Components and Technology Conference (ECTC), Las Vegas, NV, USA, pp. 878-883. 2010.

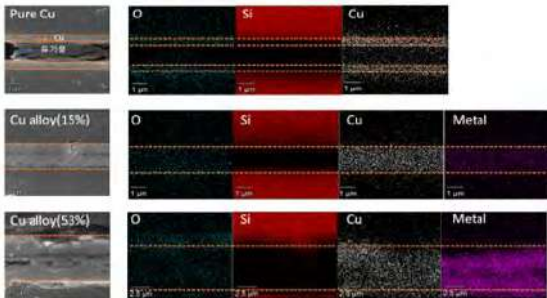


Fig. 1 SEM Image of bonding at 250℃

전도성 섬유의 니팅 구조에 따른 전기적 기계적 특성 연구

Study on the Electrical and Mechanical Properties of Conductive Fibers Based on Knitting Structure

*전주원¹, 이승혁¹, 이재갑², 김윤희³, #김병준¹

*Juwon Jun¹, #Byoung-Joon Kim¹(bjkim@tukorea.ac.kr)¹

¹한국공학대학교 신소재공학과, ²국민대학교 신소재공학과, ³국민대학교 융합디자인테크놀로지학과

Key words : Knit sensor, Tensile test, Fatigue test, Gauge factor

1. 서론

니트 기반 변형 센서의 높은 유연성, 착용 시 편안함, 저렴한 비용 특성은 웨어러블 기술의 상용화에 필수적이다. 다양한 구조로 제조된 니트 기반 변형 센서의 전기-기계적 특성은 구조 및 구성에 의존하며 건강 신호, 로봇, 손가락 등과 같은 다양한 응용 분야로 발전하기 위한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 변형 센서의 성능과 니트 구조의 의존성을 연구하였다



Sensor	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4
Structure	Plain plated knit		Plain double knit	
Braid	Normal yarn + Conductive yarn		Normal and conductive yarns held together	
Conductive yarn position	back	front	back	front

2. 실험방법

서로 다른 구조를 가지고 있는 니트 샘플 4개를 이용하여 기계적 변형 시 니트 센서의 전기적 변화를 측정하여 니트 기반 변형 센서의 전기-기계적 특성의 관계를 정의했다. 기계적 변형 실험은 일축 인장실험, 일축 피로 실험을 진행하였으며 변형 시 발생하는 니트 구조의 변화를 관측하기 위해 OM, SEM을 이용했다.

3. 실험결과

일축 인장실험 결과 4개의 샘플에 대하여 0~5% Strain 구간에서는 저항의 급격한 감소가 일어났으며 5% 이후에서는 저항의 감소가 완만해지는 것을 확인할 수 있었다. 일축 인장실험에서 Sample 1의 저항변화가 가장 크게 일어나는 것을 확인할 수 있었으며 이는 OM관측을 통해서 원인을 찾을 수 있었다. OM 관측 시 구조마다 실의 접촉점의 개수가 달라지는 것을 확인할 수 있었으며 전도성 섬유가 뒷면에 있는 경우 접촉점이 3개, 전도성 섬유가 앞면에 있는 경우 접촉점이 2개가 발생하기 때문에 전도성 섬유가 뒷면에 가장 많이 있는 Sample 1의 저항변화가 가장 크게 일어났다. 일축 피로실험 결과 2개의 샘플은 저항변화가 규칙적인 것을 확인할 수 있었지만, 나머지 2개의 샘플에 대해서는 규칙을 발견하지 못했다. 피로 실험 후 니트의 단면을 Sem으로 분석 결과 전도성 섬유의 단면에 있는 코팅이

벗겨지는 것을 확인할 수 있었다. 이는 피로실험 진행 시 저항 변화의 크기가 증가하는 원인이 된다.

4. 결론

4가지 다른 구조를 가지는 변형 센서에 관한 연구에서 기기의 성능(게이지 팩터, 감도, 내구성)에 니트 구조가 미치는 영향이 밝혀졌다. 특히 Sample 1은 특히 낮은 변형에서 다른 세 가지 유형과 비교하여 훨씬 높은 게이지 팩터를 나타냈다. 이는 전도성 섬유의 위치에 의해 발생하며, 니트안에 있는 전도성 섬유의 구조가 센서에 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-RS-2023-00217968)

참고문헌

1. P.XUE et al. Textile Research Journal 74, 10, p.929~p.936 (2004)

투명 전자 소자 제작을 위한 ITO의 열처리에 따른 나노-마이크로 스케일 기계가공 특성

Nano-microscale Machining Characteristics of ITO based on Heat Treatment for Transparent Electronic Device Fabrication

*최소은¹, 이승훈², 황해인¹, #김정환¹

*S. E. Choi¹, S.-H Lee², H. I. Hwang¹, #J. H. Kim(jkim@hanbat.ac.kr)¹

¹한밭대학교 신소재공학과, ²한밭대학교 응용소재공학과

Key words : nano-scale patterning, sputtering, ITO, thin film transistor

1. 서론

현재 반도체, 디스플레이 등 산업에서 쓰이는 전자 소자의 성능 향상을 위해 회로 간의 간격을 줄여 소비 전력을 줄이고 발열을 최소화하고자 한다. 더불어 크기 감소의 필요성으로 인해 반도체 회로의 미세화, 고 집적화가 큰 이슈이다. 이로 인해 소자 pattern의 미세화가 요구됨에 따라 다양한 접근이 시도되고 있다. 현재 patterning 산업에서 대부분 쓰이는 방법으로는 photo-lithography가 주로 사용되고 있다. 하지만 복잡한 공정이 요구되며, pattern의 형태가 수직적으로 가능하여 단순 형상은 가능하지만 깊이 조절이 어려워 pattern형상의 자유도가 낮다는 한계점이 있다. 또한 nano-scale 회로 설계 시 막대한 비용이 요구된다. 하지만, 기계가공은 공구의 형상에 따라 다양한 가공 패턴과 하중에 따라 형상을 조절할 수 있으며 가공 자유도가 높다는 장점을 적용하면 nano-scale patterning이 가능하다. 즉, 비교적 간단한 공정으로 가공을 할 수 있는 nano-scale 기계가공을 통하여 미세 pattern을 구현할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 향후 투명 산화물 반도체 소자의 제작 공정에 활용 할 수 있음에 초점을 두어 TFT(thin film transistor) 소자 제작 시 channel 형성을 위한 전극을 patterning 할 때, 투명 전극으로 잘 알려진 ITO 소재를 활용한 nano-scale의 가공 특성과 나아가 소자 제작 후 전기적 특성에 대해 연구하고자 한다.

2. 실험 방법

Direct current(DC) magnetron sputtering 방법을 이용하여 ITO(10 wt% Sn-doped In₂O₃) target과 공정 압력 10mTorr의 Ar 분위기에서 SiO₂ 기판에 50W의 power로 ~ 100nm의 ITO 박막을 증착하였다. 이 후 vacuum furnace를 이용하여 분위기(air, vacuum) 및 온도를 조절하여 열처리를 진행하였다. 이 후 6mN부터 12mN까지

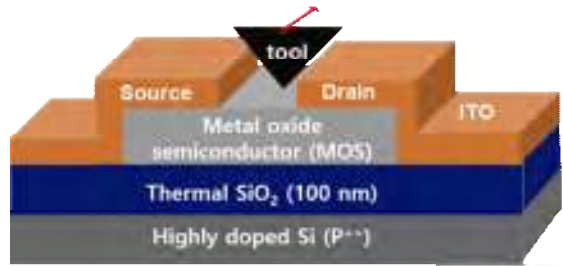


Fig. 1 Schematic diagram for electrode patterning of MOS TFT

하중을 변화시키면서 0.05mm/min의 속도로 기계가공 후 SEM(scanning electron microscope) 및 AFM(atomic force microscope)을 통해 가공 특성을 평가하였다. 전기적 특성 평가를 위해 ZnO를 channel layer로 하는 bottom gate의 TFT(thin film transistor)로 제작하였으며, 확립된 기계가공 조건을 적용하여 ITO를 S/D(source/drain) 전극으로 패터닝하였다. 이 후 상온, 암실 분위기에서 gate voltage-drain current(V_g - I_d)를 측정하여 평가하였다. 그리고 광학적 특성 평가를 위해 UV-visible spectrophotometer를 이용하였다.

3. 결론

증착된 ITO는 하중 증가에 따라 가공 폭과 깊이가 증가하였으나 12mN에서는 기판이 파괴되는 현상을 확인하였다. 또한 열처리 분위기와 온도 증가 따라 결함 제어 및 결정화로 인한 전기적 특성이 변화하였으며, 고온으로 갈수록 기계가공시 취성 파괴 특성이 나타났다.

참고문헌

1. H. Kim et al, Electrical, optical, and structural properties of Indium-tin-oxide thin films for organic light-emitting device, J. Appl. Phys. 86, 6451-6461, 1999.

나노스케일 절삭가공 및 MEMS 공정 기술을 활용한 구조색 소자 Structural Color Device Using Nanoscale Cutting and MEMS Process Technology

*황해인¹, 조인호², 이승훈², 김수연², 금미진², 고은성¹, #김정환^{1,2}

*H. I. Hwang¹, I. H. Jo², S. H. Lee², S. H. Kim², M. J. Kum², E. S. Ko¹,

#J. H. Kim(jkim@hanbat.ac.kr)^{1,2}

¹한밭대학교 신소재공학과, ²한밭대학교 응용소재공학과

Key words : Nanoscale, Machining, Structure color

1. 서론

제품에 색상을 부여할 때에 염료나 약품을 사용하여 부여한다. 이는 폐수처리, 정화 문제 등을 수반하게 되어 막대한 추가적인 비용이 발생하게 된다. 하지만, 물리적 구조에 기반하여 광반사로 발색하는 구조색 패턴을 사용하면, 염료나 약품이 아닌 나노 구조체를 이용한 색상구현으로 친환경적이며, 간단한 기계가공을 통해 패턴을 만들어 내기에 저렴한 비용과 대면적화에 유리하다. 기존 고가의 반도체 공정인 전자빔 리소그래피 등의 패터닝 기술과 비교하여 기계가공은 복잡한 공정이 불필요로 한다는 점과 공구 형상에 따라 다양한 패턴 형성이 가능하다.

구조색의 대표적인 예시인 몰포(Morpho)나비의 계층적 라멜라(lamella) 구조에 의한 구조색을 묘사하고자 한다. 라멜라 구조를 다층 금속박막과 나노스케일 절삭가공 후 특정 금속 Etching하여 구조물을 만드는 MEMS 공정 기술을 이용하여 계층적 라멜라 구조체를 제작하여 구조색 구현 기술을 개발하고자 한다.

2. 실험 방법

계층적 라멜라에 의한 구조색을 구현하기 위해 Si-Wafer를 cleaning 후 PVD 공정 중 Sputtering을 활용하여 Ni(~ 200nm), Cu(~ 300nm) 기반 다층 박막을 증착하였다. 박막이 Column 구조로 증착되어 표면에서 침투되는 Etchant를 제어하기 위해 상단 Ni 박막 하단에 Al₂O₃(~ 20nm)를 증착하여 lamella 구조를 제작하였다. 초정밀 절삭 가공을 위한 높은 정밀도를 갖는 압력계 이지(Force gauge, Mark-10 M5-2)와 패턴의 간격과 하중을 제어할 수 있는 자동제어기 시스템을 구축하였다(Fig. 1(a)). 균일한 절삭력을 위해 경도가 크고 내마모성이 우수한 다이아몬드 절삭공구를 사용하여 박막 표면의 나노스케일 정밀가공을 수행하였다. 광구조체를 만들기 위한 다층박막 중 Cu를 타겟으로 Wet

Etching을 진행하였다. Cu-Etchant 49-1을 Di Water와 1:10의 비율로 조성하였으며, 작동 온도는 35°로 유지하여 1, 3, 5분 동안 etching하였다. 이후 Di Water 1, 2차 cleaning, N₂ gas dry, Tube furnace 내부에서 진공상태로 10분 유지, 순서로 cleaning을 진행하였다. 이는 잔여 에칭 이온을 제거하여 일정한 Etching length를 확보하기 위해 수행하였다. 완성된 광구조물은 Scanning Electron Microscope(SEM)을 통해 확인하였다(Fig. 1(b)). 각도에 의존하며 발색하는 구조색을 확인하기 위해 광원과 Microscope를 일정각도로 유지하여 구조색을 관찰하였다(Fig. 1(c)).

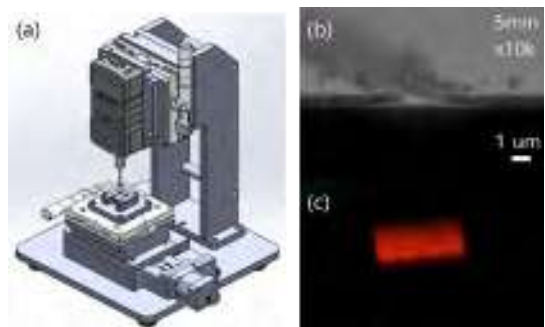


Fig. 1 (a) Cutting processing system, (b) SEM image of structure, (c) Structural color.

3. 결론

나노스케일 절삭가공 및 MEMS공정 융합기술을 통해 금속박막 표면의 광구조물을 SEM을 통해 관찰하였으며, 구조색 관찰을 위해 구축한 광원과 microscope 각도조절 시스템을 통해 구조색이 발현했음을 관찰하였다. 이는 저탄소 시장이 발달됨에 따라 친환경 미세 구조체로 적용될 수 있으며, 각도에 따라 변화하는 홀로그램 패턴 등에도 적용하여 다양한 산업분야에서 활용될 것으로 예상된다.

참고문헌

1. Y. M. Park., “Bio-inspired Structural Colors of Transparent Substrate based on Light Diffraction and Interference on Microscale and Nanoscale Structures”, J.of Industrial Technology, Vol. 39, No. 1, pp. 33-39, 2019.

급속 열처리 공정을 통해 자가 정렬된 투명한 Co 박막을 이용한 전자 소자 특성 연구

Study of Electronic Device Properties using Self-aligned Transparent Co Thin Film through Rapid Thermal Process

*이승훈¹, 송세환², 조인호¹, 박성균³, #김정환¹

*S.-H. Lee¹, S. Song², I. H. Jo¹, S. Park³, #J. H. Kim(jkim@hanbat.ac.kr)¹

¹한밭대학교 응용소재공학과, ²한국표준과학연구원 양자기술연구소, ³부산대학교 물리학과

Key words : Rapid thermal process, sputtering, atomic layer deposition, thin film transistor

1. 서론

투명하고 기능성의 nano-patterning된 template은 차세대 반도체, 디스플레이, 센서 등의 다양한 분야에 적용시킬 수 있다. 현재 반도체를 가진 재료를 이용하여 전자 소자의 제작은 Zn, Sn 기반의 산화물 반도체가 3 eV 이상의 넓은 밴드갭을 가지기 때문에 가시광선 영역에서 흡수가 거의 일어나지 않아 투명 소자 제작이 가능하다는 장점을 활용하여 전하 농도를 조절하는 등의 많이 연구되어 왔다. 추가적으로, 자성체의 전자 스핀 제어 메커니즘을 결합하게 된다면 금속/산화물 반도체 접합에서 전자 스핀 방향에 따라 전하의 이동 속도를 기존에 비해 더 증가시킬 수 있다. 사실, 강자성의 Fe, Ni, Co 등의 합성물 또는 희토류와의 합성 금속으로 이루어진 DMS(diluted magnetic semiconductor)가 있으나 도핑 균일성 한계와 낮은 상전이 온도, 작은 상온 강자성 특성의 문제점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 이종의 재료를 합성하는 것이 아닌 급속 열처리 온도에 따라 다양한 크기의 Co가 응집된 투명한 template에 ZnO를 접합하여 광학적, 전기적, 자기적 특성들을 평가하고자 한다.

2. 실험 방법

먼저, Co(99.95%) target과 Ar 분위기에서 RF magnetron sputtering으로 SiO₂ 기판에, 3.0E-6 Torr의 base pressure와 10 mTorr의 working pressure 하에 50W의 power로 ~ 5nm의 Co 박막을 증착하였다. 이 후 RTP(rapid thermal process)를 이용해 700°C에서 1000°C까지 온도를 변화하여 Co의 cluster들의 크기 및 사이 거리를 제어하였다. 다음으로 ALD(atomic layer deposition)으로 Diethyl Zinc(DEZ) precursor와 reactant로 H₂O을 이용하고, purge gas는 Ar을 사용하여 ZnO를 저온에서 증착하였다.

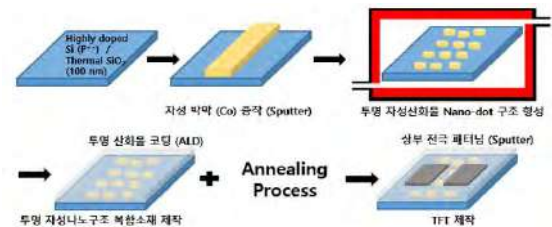


Fig. 1 Schematic diagram of the experimental method

전기적 특성 평가를 위해 bottom gate의 thin film transistor (TFT)로 제작하였으며, source/drain(S/D) 전극으로써 ITO를 100 nm 두께로 패터닝하였다. 이 후 상온, 암실 분위기에서 gate voltage-drain current(V_g-I_d)를 측정하여 평가하였으며, hall measurement로 전하 농도와 비저항을 측정하였다. 그리고 광학적 특성 평가를 위해 UV-visible spectrophotometer를 이용하였으며, 자기적 특성 평가는 VSM(vibrating sample magnetometer)을 통해 상온에서 측정하였다.

3. 결론

초기 증착된 ~ 5nm 두께에서 RTP를 통해 응집된 Co의 cluster들과 Co-free 영역을 포함하여 증착된 약 20nm의 ZnO는 TFT로 제작하여도 S/D사이에 쇼트가 나지 않고 반도체의 channel layer가 형성되었다. Co cluster의 크기 및 사이 거리에 따라 자성 특성이 변화하고, 그 결과 n-type 반도체의 main carrier가 되는 electron의 이동에 영향을 주었으며, 이는 V_g-I_d curve를 통해 확인하였다.

참고문헌

1. T. Dietl, H. Ohno, Dilute ferromagnetic semiconductor: Physics and spintronic structures, Rev. Mod. Phys. 86, 187, 2014.

구두발표

특별세션 OS2-3

좌장 : 김주영(UNIST)

OS2-3-1

OS2-3-2

OS2-3-3

OS2-3-4

OS2-3-5

OS2-3-6

자기 손실과 열발생의 원리

The Principle of Magnetic Hysteresis Loss and Heat Generation

*박영건¹, 강명환¹, 이수미¹, #이기석¹

*Y. Park, M. Kang, S. Lee, #K.-S. Lee(kisuk@unist.ac.kr)

¹울산과학기술원 반도체소재·부품대학원

Key words : Magnetic Hysteresis Loss, Semiconductor Packaging

1. 서론

최근 반도체 패키징 기술에 대한 인기로, TSV 구리 배선을 직접 접합하는 구리-구리 접합이 3차원 패키징 기술 구현을 위한 핵심 공정으로 대두되고 있다. 그러나 구리-구리가 성공적으로 접합하기 위해서는 350°C 이상의 고온이 필요하다. 자성체와 교류 자기장을 활용한 국부 발열을 통해 온도를 통제하는 연구를 제안함에, 엄밀한 물리적 발열 메커니즘과 실험적으로 측정하고 비교할 방법론이 필요하다.

교류 자기장에 의한 자성체의 발열 메커니즘으로는 자화의 방향 전환으로 인한 자기 손실(Magnetic Hysteresis Loss), 전자기 유도로 발생하는 와전류에 의한 손실(Eddy Current Loss), 자구벽 이동에 의한 이상 손실(Anomalous Loss), 총 3가지의 손실이 열로 전환된다고 알려져 있다. 본 연구에서는 자성체만을 선택적으로 발열하기 위해 수 백 KHz~수 MHz 주파수 영역을 선택 사용한다. 그리하면 3가지 손실 중 자기 손실의 영향이 가장 지배적이게 된다.

하지만 자기 손실은 열역학적 자기 이력 곡선(Magnetic Hysteresis Loop)의 면적으로 정의될 뿐, 본질적인 이해와 정확한 예측 방법에 대한 연구는 아직 부족하다. 본 발표에서는 란다우-리프쉬츠-길버트 방정식(Landau-Lifshitz-Gilbert equation)을 통해, 스핀(Spin)의 외력에 대한 감쇠(Damping)로 에너지 풀림(Energy Dissipation)을 구하고, 에너지 풀림과 자기 손실이 물리적으로 어떻게 다른지 계산과학적인 방법인 미소자기전산모사(Micromagnetic Simulation)를 통해 논의하고자 한다.

반도체 패키징 기술에서 자기동역학의 응용 가능성 Potential Applications of Magnetization Dynamics in Semiconductor Packaging Technology

박영건¹, *#이기석^{1,2}

*#K.-S. Lee(kisuk@unist.ac.kr)^{1,2}

¹울산과학기술원 반도체 소재 부품 대학원, ²울산과학기술원 신소재공학과

Key words : Semiconductor Packaging, Magnetization dynamics

1. 서론

오늘날 미중 패권 경쟁과 더불어 미국의 리쇼어링 정책등 첨단 반도체 기술을 선점하고 내재화 하려는 세계 각국의 경쟁속에서 우리나라가 반도체 제조에 있어 주도권을 계속 유지하기 위해서는 반도체 전공정 뿐만 아니라 후공정 기술 개발에도 산학연의 관심과 공동 기술 개발이 필요한 시점이다. 특히 지금까지 우리나라가 경쟁력을 가지고 선도하는 전공정과는 달리 후공정에 대만의 TSMC와 같은 경쟁업체와 큰 기술격차가 있어 집중적인 투자와 개발이 시급하다. 본 논문에서는 후공정 패키징 기술중에 가장 핵심 기술인 구리-구리 접합기술에 있어 공정 온도를 낮추고 접합을 평가함에 새로운 개념의 기술을 도입할 수 있는 가능성을 살펴 보고자 한다.

구리-구리 접합 기술에 있어 공정 온도의 한계가 가장 큰 기술적 문턱으로 자리잡고 있어 이를 해결하기 위해서는 낮은 온도에서 구리-구리 접합이 가능하도록 여러 가지 처리를 도입할 수 있는데, 본 논문에서는 자기동역학을 이용하여 구리-구리 접합부만 온도를 집중적으로 향상 시킬 수 있는 기술적 가능성에 대해 논의하고자 한다.

열을 발생시키는 다양한 매카니즘중 효율이 가장 높은 방법이 자기장을 이용하는 유도가열(induction heating)이다. 자기장의 변화가 전도체에 유도하는 맴돌이 전류(Eddy current)와 자성체에 유도되는 자기 이력(magnetic hysteresis)에 따라 발생하는 열을 이용한 것인데, 이를 열원으로 사용하여 구리-구리 접합부에만 국부적으로 열을 발생시키고자 한다.

자성체의 자기 이력은 인가되는 자기장의 변화에 반응하는 자성체의 자기동역학에 의해 크게 변화하며 이는 자기 이력을 이용한 열발생에 결정적 역할을 하게 된다. 예를 들어 자성체를 특성 형상으로 만들면 자성체는 인가 자기장의 주파수에 따라 공명현상이

발현되며 이때 가장 큰 열발생 효율을 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문에서는 자기공명현상과 같은 자기동역학에 대한 기초를 살펴보고 이와 관련된 자기이력곡선과 이에 따른 열발생에 대한 매카니즘의 상관 관계를 도출하며 이를 실제 반도체 패키징 기술에 접목할 수 있는 가능성에 대해 논의 하고자 한다.

정밀 이온빔 가공을 통한 뉴로모픽 반도체용 자기 스커미온의 제어

Control of Magnetic Skyrmion for Neuromorphic Semiconductors by Precise Ion Beam Irradiation

*김강휘¹, #이기석²

*G. H. Kim¹, #K. -S. Lee(kisuk@unist.ac.kr)²

¹울산과학기술원 신소재공학과, ²울산과학기술원 반도체대학원

Key words : Magnetism, Skyrmion, Focused Ion Beam, Precision Processing

1. 서론

자기 스커미온은 얇은 수직 자기이방성(PMI, Perpendicular magnetic anisotropy)을 띠는 강자성체 상에 형성되는 자기 구조체의 하나로, 안팎의 자화 방향이 서로 반대인 자기(magnetic domain)의 일종이다¹. 자기 스커미온은 그 구조상 위상적으로 매우 안정한 형태를 이루고 있어 쉽게 파괴되지 않는다는 이점을 가지고 있기에, 이를 활용한 정보 저장 또는 연산 소자 등을 개발하고자 하는 연구가 활발히 이루어지고 있다^{2,3}. 이러한 스커미온 기반의 소자들은 스핀 전달 토크(STT, spin transfer torque), 스핀 궤도 토크(SOT, spin-orbit torque) 등을 전기 에너지로 스커미온을 움직이기 때문에, 기존에 널리 사용되고 있는 CMOS 기반의 컴퓨팅 소자와도 호환성이 매우 좋을 것으로 기대되는 미래 정보 소자이다.

자기 스커미온을 소자로 활용하기 위해서는 스커미온을 원하는 방향으로 정확하게 움직이는 기술이 필요하다. 기존에 널리 알려진 방식은 자성체에 붙은 중금속층의 형상을 바꾸는 방식을 사용한다⁴. 스커미온이 안정하게 존재하기 위해서는 강자성체가 중금속과 인접할 때 발생하는 자이로신스키-모리야 상호작용(DMI, Dzyaloshinskii-Moriya interaction)이 필수적이기 때문에, 스커미온의 경로를 따라 중금속을 증착함으로써 안정한 스커미온 회로를 제작할 수 있다. 그러나, 이러한 방법은 회로 안팎의 높이 차이가 심하여 제작 난이도가 높다는 단점이 있다.

본 연구는 이온빔을 조사하여 국부적인 자기 물성을 변화시키는 방법을 활용한 자기 스커미온 제어 방법을 제시한다. 기존의 중금속 식각 방법과는 다르게 평평한 중금속층에 이온빔을 조사하는 방법으로 회로를 디자인하기 때문에 제조 과정이 상대적으로 단순하다는 장점이 있다. 또한, 식각 방법에 비해 회로 안팎의 자기 스커미온 퍼텐셜 차이가 적어 구동에 필요한 전류의 세기를 크게 줄일 수 있다.

참고문헌

1. A. Fert, N. Reyren, and V. Cros, Nature Reviews Materials 2, 1 (2017).
2. X. C. Zhang, M. Ezawa, and Y. Zhou, Scientific Reports 5 (2015).
3. X. Zhang, Y. Zhou, K. M. Song, T.-E. Park, J. Xia, M. Ezawa, X. Liu, W. Zhao, G. Zhao, and S. Woo, Journal of Physics: Condensed Matter 32, 143001 (2020).
4. M. Chauwin, X. Hu, F. Garcia-Sanchez, N. Betrabet, A. Paler, C. Moutafis, and J. S. Friedman, Physical Review Applied 12 (2019).

졸-겔 공정을 통한 기능성 나노입자 합성 Synthesizing Functionalized Nano-Powder Through the Sol-Gel Method

*옥혜진¹, 강명환², #이기석³

*H. -J. Ok¹, M. H. kang², #K. -S. Lee(kisuk@unist.ac.kr)³

울산과학기술원 신소재공학과

Key words : Magentic reactive, Prussian blue powder, Sol-gel method, Cesium absorption

1. 서론

원자력 발전은 재생에너지 (화력 혹은 태양열) 발전 혹은 화석 연료의 사용과 비교했을 때 국내에서의 사용 시 장점이 드러날 수 있는 에너지원 중 하나이다. 하지만 이러한 장점에도 불구하고 우리가 원자력 발전을 부정적인 시선으로, 선뜻 주 에너지원으로 선정하지 못하는 이유는 바로 방사성 물질이 2차 물질로 발생하기 때문이다.

정화되지 않은 방사성 물질이 누출되는 경우 수질 및 해양오염의 직접적인 원인이 될 뿐 아니라 땅을 타고 흘러내리면서 토양 오염 역시 함께 유발한다. 해양 및 토양 오염은 생태계 동·식물 유전자 변형에 직접적인 영향을 주었다는 연구 결과를 어렵지 않게 찾아볼 수 있다. 실제로, 일본 국토 내에서도 히로시마 부근의 원자력 발전소 붕괴 근방 지역에서 방사성 세슘의 검출 정도를 비교해 보았을 때 수산물에서는 약 11.5배, 농수산물에서는 11배 이상 검출되고 있다.¹ 안전한 원자력 발전을 이용하기 위해 기존의 방사성 폐기물 처리 방법에 관한 방법을 재검토하고 산업 현장에서 실제로 응용할 수 있도록 실제적인 연구의 필요성이 대두된다.

프러시안 블루 (Prussian blue; PB) 물질은 방사성 중금속을 흡착하는 데 최적의 분자 구조를 가진 물질이다. 이러한 특징을 활용하기 위해 선행연구에서는 자성 특성을 활용한 흡착 후 회수에 관해 접근을 시도한 것을 확인하였다.² 본 연구에서는 졸-겔 공정을 활용한 프러시안 블루 물질 합성을 새롭게 제시한다. 새롭게 합성된 프러시안 블루 물질은 자기 반응성 특성이 있는 것을 확인하였다. 이를 통해 방사성 중금속의 처리 방안에 대한 새로운 방법을 제시하고자 한다.

magnetic nanoclusters for the removal of radioactive cesium from water”, J. Alloys. Compd. Vol. 657, pp. 387-393, 2016.

참고문헌

1. 시민방사능감시센터, 환경운동연합, “2018~2022년 5년간 일본 식품에서의 방사성 물질 검출 비율”
2. H. -M. Yang, et. al. “Prussian blue-functionalized

자기조립 단층을 위한 단분자 개발

Development of Small Molecules for Self-Assembled Monolayers

*이의민¹, #조한희¹

*E. M. Lee¹, #H. H. Cho(hhcho@unist.ac.kr)¹

¹울산과학기술원 신소재공학과

Key words : Surface modification, Self-assembled monolayer, Hydrophobicity

1. 서론

빛이나 전기적인 외부 자극으로 인해 무기 반도체 층이나 유기 반도체 층 내부에 전자-정공의 쌍이 형성될 수 있는데, 이 중에서 원하는 전하만 선택적으로 추출하기 위해서는 전하 선택 층(Charge selective layers)이 필요하다. 일반적으로 금속 산화물(Metal oxide) 기반의 전하 수송 층이 주로 연구되었는데, 최근에는 자기조립을 통해 단층(Self-assembled monolayer, SAM)을 형성할 수 있는 유기물 기반의 단분자 물질들이 매우 활발히 연구되고 있다. [1], [2] 이러한 SAM의 경우, 매우 얇은 두께(<10nm)를 가지기 때문에 전하가 터널링 효과를 통해 효과적으로 추출될 수 있다. 또한, 구리나 금과 같은 특정 금속 전극이나 ITO 같은 투명 전극에 코팅되었을 때, 표면 특성을 쉽게 바꿀 수 있어 전하 수송뿐 아니라 다양한 특성을 유도할 수 있다는 장점이 있다. [1]

2. 자기조립 단층용 유기 단분자 개발

자기조립을 통해서 단층을 형성할 수 있는 물질은 소수성 유기 단분자에 기반하여 만들게 되면 전극의 표면을 소수성으로 바꿀 수 있게 된다(Fig 1). 이러한 경우에 전하를 선택적으로 추출할 수 있는 전하 선택 층을 형성시키면서도 소수성 특성을 나타낼 수 있기 때문에 전극의 장기 안정성 향상에 도움이 된다. [2] 이에 본 연구에서는 2종의 자기조립 단층용 유기 단분자 물질을 디자인하였고 이의 합성을 진행하고 있다. 합성 마지막 단계에서는 유기 단분자 물질에 인산 그룹(phosphorous acid)을 도입하여 전극과의 결합성을 높이고자 한다(Fig 2).



Fig. 1 Comparison of hydrophobicity with and without SAM

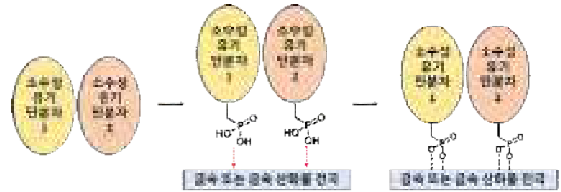


Fig. 2 Principle of adsorption of SAM to Metal Oxide layer

3. 결론

최종적으로 자기조립 단층용 유기 단분자가 개발되면 ITO와 같은 투명 전극이나 구리 금속의 표면 특성을 크게 바꿀 수 있다. 특히, 전하의 선택적 추출 능력을 유지할 수 있기 때문에 ITO와 결합하면 유기 광전극(Organic photoelectrode)에 활용이 가능할 것으로 예상되고, 구리 금속의 표면에 코팅되면 소수성 특성을 이용하여 물이나 산소에 대한 구리 전극의 안정성을 크게 향상시킬 수 있을 것이라 예상된다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임(연구번호:RS-2023-00217968).

참고문헌

1. Yuanbao Lin, "Self-Assembled Monolayer Enables Hole Transport Layer-Free Organic Solar Cells with 18% Efficiency and Improved Operational Stability", ACS Energy Letters, 2935-2944, 2020.
2. D. Cornil, Depolarization Effects in Self-Assembled Monolayers, Advanced Functional Materials, 17, 1143-1148, 2007.

유기 광음극에서의 대체 산화물 생성 Organic Photoanodes for Alternative Oxidation

*김훈¹, #조한희¹

*H. Kim¹, #H. H. Cho(hhcho@unist.ac.kr)¹

¹울산과학기술원 신소재공학과

Key words : Photoelectrochemistry, Conjugated polymer, Alternative oxidation, Water splitting

1. 광전기화학 전극을 통한 수전해

화석연료 사용에 따른 대기 중 이산화탄소 농도의 증가로 인해 이를 대체할 수 있는 에너지원의 필요성이 강조되고 있다. 에너지 밀도가 높은 수소(H₂)는 활용 범위가 넓은 대표적인 대체 에너지원인데 현재 생산 방식에서는 이산화탄소가 많이 배출되는 문제가 있다. 따라서 수소를 친환경적으로 생산하는 방식이 현재 활발히 연구 중인데, 그중에서도 광전기화학전지(Photoelectrochemical cell)는 태양에너지를 이용하여 광양극(Photocathode)과 광음극(Photoanode)에서 각각 물의 환원, 산화 반응을 일으키기 때문에 결과적으로 수소를 친환경적으로 생산할 수 있게 한다(Fig. 1). 다만, 광음극에서 산소를 생산하는 반응의 경우 4개의 양공(Hole)이 관여하여 상대적으로 느린 속도의 반응이고 결과물인 산소의 시장가치가 다소 떨어지기 때문에 대체 산화물 생성에 대한 연구가 필요하다.¹⁾

2. 유기 광음극에서의 대체 산화물 생성 반응

대체 산화 반응은 물의 산화 반응보다 더 적은 수의 양공을 요구하면서 더 낮은 에너지준위에서 일어날 수 있어야 한다. 이와 같은 조건을 충족하는 염화 칼륨(KI), 하이드록시메틸푸르푸랄(HMF) 등의 대체 산화물 생성에 대한 연구가 현재 진행되고 있다. 특히, 바이

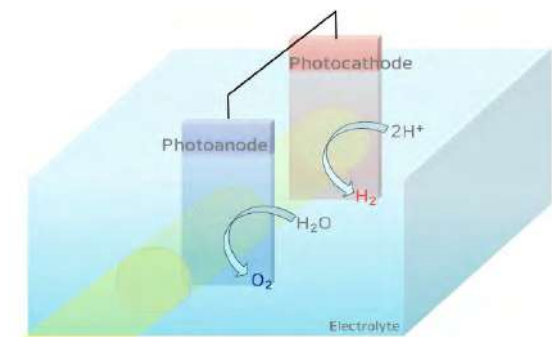
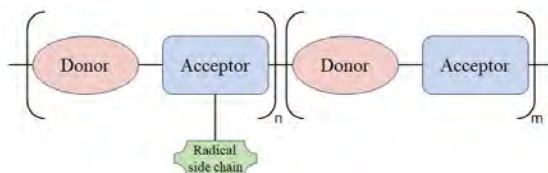


Fig. 1 Schematic of the photoelectrochemical tandem cell



Scheme 1 Molecular structure of new terpolymer with radical side chain

오매스 기반의 HMF의 경우, 옥시다닐(TEMPO)을 산화 매개체로 이용하면 쉽게 생분해성 플라스틱의 기반 물질인 2,5-푸란디카르복실산(2,5-FDCA)을 생성할 수 있다.¹⁾

3. 결론

본 연구에서는 전도성 고분자(Conjugated polymer)의 결사슬에 라디칼 구조를 가진 TEMPO 계열 매개체들을 붙여, 삼원 공중합체(Terpolymer)를 합성하였다(Scheme 1).²⁾ 이를 기반으로 유기 광음극을 제작할 경우, 고부가가치인 물질의 선택적 생성, 더 나아가서 그린 수소 생산 텐덤 셀(Tandem cell)의 효율 증대 등의 효과를 기대해볼 수 있다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-RS-2023-00217968).

참고문헌

- Choi, "Combined biomass valorization and hydrogen production in a photoelectrochemical cell", Nature Chemistry, Vol. 7, 328-333, 2015.
- Xia, "A Nitroxide Radical Conjugated Polymer as an Additive to Reduce Nonradiative energy Loss in Organic Solar Cells", Adv. Mater, Vol. 35, 2218084, 2023.

구두발표

특별세션 OS3

좌장 : 김제현(경북하이브리드부품연구원)

OS3-1

OS3-2

OS3-3

OS3-4

OS3-5

OS3-6

차량 휠베어링씰용 Support Steel의 성형성 사전검증기법 연구

A Study on the Pre-Verification Technology of Formality of Support Steel for Wheel Bearing Seal

*#정희진¹, 김제현¹, 손지영¹, 김세훈², 조수원², 안대철²

*#H. J. Jeong(kakired@ghi.re.kr)¹, J. H. Kim¹, J. Y. Son¹, S. H. Kim², S. W. Cho², D. C. An²
¹(재)경북하이브리드부품연구원, ²에스티엠(주)

Key words : Wheel Bearing, Seal, Support Steel, Forming Analysis

1. 서론

자동차 휠베어링 씰 모듈용 Support Steel 부품은 Seal의 구조/형상을 안정적으로 유지시키는 역할을 하며, 내구/토크성능 향상에도 큰 영향을 미치는 핵심 부품으로 프레스성형공정을 통해 제조된다. 신규 설계된 Support Steel의 형상은 복합 플랜지 성형구간을 가지며 경량화를 위해 얇아진 두께 등으로 인해 성형품질 확보에 애로사항이 있으므로, 이를 전산성형해석을 통해 사전 검증할 필요가 있다.

2. 프레스 성형해석 경계조건 검토

이에 상용 소프트웨어인 Dynaform를 활용하여 성형공정 중 발생가능한 재료의 Crack, Necking 등을 예측하고 그 문제점을 분석하여 제품, 금형 설계에 반영하기 위한 해석을 수행하였다. Dynaform의 Pre-Post Pprocessor을 통해 FE모델링을 완성 후 해석 결과를 도출하기 위한 비선형 유한 요소해석 솔버로는 LS-Dyna를 활용하여 결과를 도출하였다. Support Steel에 실제 적용된 SPCC T24 소재의 물성치를 적용하였으며, 실제 프레스성형 조건을 고려하여 Die, Punch, Holder, Blank 요소를 설계하고, 금형 요소별 포지션 배치, 성형 경계조건 부여 및 격자생성을 수행하였다.

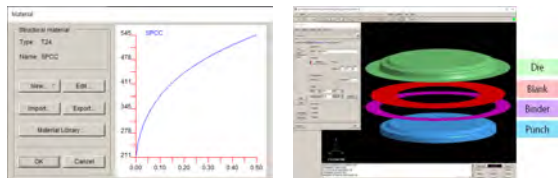


Fig. 1 Material Properties and Press Die Element Modeling

3. 성형해석 결과 도출 및 분석

FLD 분석 결과 Crack은 발생하지 않을 것으로 예상되었으나 수직타발이 일어나는 플랜지 성형부에 국부적으로 성형후 소재두께가 0.653mm까지 thinning이 일

어나고 있어 Crack이 우려(Necking)되므로 이에 대한 고려가 필요할 것으로 판단되었다. 성형해석시 스프링백을 고려하여 1°의 과성형 각도를 부여하였다. 소재 특성상 외측부로 복원될 우려가 다소 존재하는 것으로 보여, 금형 보완설계를 추진하였으며, 성형공정 중 Restrike 시 성형속도 및 홀딩력 조절 방안을 모색하였으며 스프링백에 대한 우려를 해소할 수 있었다. 성형해석 시 국부적으로 Wrinkle Tendency가 발생할 것으로 예측되나, 해당 부위는 성형 후 트림부에 위치하고 있어 우려할 요소는 아닐 것으로 예측하였다.

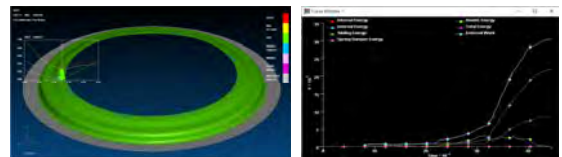


Fig. 2 Results of Forming Analysis

4. 결론

Dynaform, LS-Dyna를 활용하여 자동차 휠베어링용 Support Steel부품 성형공정 최적화를 위한 전산성형해석을 수행하였다. FLD 분석을 통해 Crack, Necking 등 결함요소를 예측하고, thinning에 의한 잠재적 Crack 완화대책도 검토하였으며 성형속도 및 홀딩력 조절을 통해 성형품질 안정화를 모색할 수 있었다.

후기

본 연구는 산업통상자원부의 자동차산업기술개발사업 (과제번호: 20020853) 수행을 통해 도출된 결과입니다.

참고문헌

1. Y.S.Lee, S.H.Kwon, H.L.Kim, S.W.Kim, C.Y.Jung and S.M.Hong, "Multi-objective Optimization to Reduce Wrinkle & Thinning in Sheet Metal Forming of Ultra High Strength Steel (1.2GPa)", Transactions of Materials Processing, Vol. 25, Issue 5, pp. 295-300, 2016.

복합소재 맨더스프링(사형스프링)에 대한 최적화 연구 Optimization Study on Composite Material Meander Springs

*김형근¹, #염정현², 신동우³

*G. H. Kim¹, #J. H. Yeom(jhyeum@knu.ac.kr)², D. W. Shin³

¹(주) 스타웍스, ²경북대학교 바이오섬유소재학과, ³(주)스타웍스

Key words : Meander spring, GFRP

1. 서론

최근 전기자동차 및 친환경 차량의 보급 확산으로 인해 주행거리 향상을 위해 차량의 경량화에 대한 요구조건이 높아지고 있다. 특히나 자동차의 차체 부품은 주행거리 뿐만 아니라 차량의 승차감을 향상시킬 수 있는 부분이기 때문에 생산비용이 다소 높더라도 경량화 소재 및 부품을 적용하게 된다.

본과제에서는 기존의 코일스프링을 대체할 수 있는 맨더스프링(사형스프링)에 대한 최적화 연구를 진행하였다.

2. Meander Spring에 대해 소개 및 연구내용

Meander Spring 맨더 스프링은 “구불구불”하다는 의미를 내포하고 있으며, 한국어로는 “사형(뺨 모양)스프링”으로도 불리고 있다.

스프링이 다소 복잡하지만 복합소재의 특징인 인장, 압축의 특성을 극대화 할 수 있다는 장점이 있어 향후 경량화 및 대량생산 가능성이 높은 제품이다.

본 연구에서는 기존 판스프링 설계를 기반으로, 맨더스프링 개발을 위한 소재분석, 형상최적화를 위한 변수설정 그리고 내구수명에 대한 다양한 연구를 진행하였다.



Fig. 1 Composite material meander springs

3. 결론

Meander Spring은 Leaf Spring 대비 경량화 효과는

높지 않지만, 형상적인 특징으로 인해 적용 범위가 상당히 높다, 향후 고압축성 소재 및 사출소재 등을 복합적으로 사용하게 될 경우 더욱 사용성 있는 제품의 개발이 가능할 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부, “표준형 GFRP Strip을 이용한 Steel 대비 30% 이상 경량화된 3.5톤급 상용화 다중판스프링 개발” (연구개발과제번호S3302099)의 일환으로 진행된 내용입니다.

본 연구의 실험장비 및 소프트웨어는 “경북하이브리드부품연구원”의 지원을 받아 진행하였습니다.

참고문헌

1. Daichi Tatsuno, Fiber deformation behavior of discontinuous CFRTP in gear forging, pp. 947-960, 2021.
2. N. A. Abdel-Halim, Design of Meander Spring for Automotive Passive Limited Slip Differentials, 240-252, 2021.
3. Omer Soykasap, “Folding design of composite structures” Composite Structures, Vol. 79, pp. 280-287, 2006.
4. Martin Petrich, “Material Selection Method for Composite Springs” 59th ILMENAU SCIENTIFIC COLLOQUIUM, 2017.
5. Dr. Jochen Asbeck&Dr. Joffrey Stimpfl , “Mubea chassis springs development of GFRP leaf springs for best-in-class lightweight design and functional performance”, 8th International Munich Chassis Symposium 2017, Springer Vieweg, Wiesbaden, 163-172.
6. Abdallah shoky, ”Numerical and experimental characterization of composite leaf spring subjected to bending“,Journal of Mechanical Engineering Research and Developments, Vol. 43, pp. 371-383, 2020.

씰링성능(C set 20% 이하) 확보를 위한 소재 최적화 및 금형 직접 진공방식을 적용한 전기차 배터리팩용 대형(2M 이상) 가스켓 유효성 검증 기법 연구 A Study on Validation Techniques of large rubber gaskets(More than 2M) for electric vehicle battery packs applying a direct vacuum method and material optimization to secure sealing performance (less than C set 20%)

*손지영¹, 정희진¹, #김제현¹, 강동국¹

*J. Y. Son(yeong9@ghi.re.kr)¹, H. J. Jeong¹ #J. H. Kim¹, D. G. Kang¹
¹(재)경북하이브리드부품연구원, ²평화오일씰공업(주)

Key words : rubber gaskets, vacuum, battery pack, water tight

1. 서론

전기차 배터리의 통합적인 보호 및 유지관리에서 중요한 것 중 하나는 배터리 하우징을 서포트하는 씰(Seal)이다. 하우징 조립시 습도, 부식 및 먼지 등 으로부터 배터리를 보호하며, 진동을 최소화하는 기능을 확보하여야 한다. 개발제품은 2M이상의 대형 가스켓이므로 유효성검증을 위해서 25%축소모형을 제작하여 유효성을 검증하는 기법이 필요하였다. 이에 본 연구에서는 씰링성능(C set 20% 이하) 확보를 위한 최적화된 소재의 가스켓을 적용한 배터리팩 축소모형에 장착한 배터리 가스켓의 유효성 검증시험을 진행하였다.

2. 실험방법

개발소재(E5930)의 평가용 축소형 Gasket 시편을 제작하고, IP67 등급의 수밀시험을 진행하기 위해 수심 1m 78cm의 수조 제작 및 30분 방치를 위한 타이머를 사용하였다. 축소모형의 배터리 상/하부 케이스를 제작한 후 Gasket을 조립하고 장착하여 1m 수심아래 30분간 유지하였다. 내부에 수분 유입 여부를 육안 평가 및 수분 반응지(pH Tape)를 가스켓과 접합하여 부착한다. 또한, 배터리 케이스의 External 커넥터 류들은 막음 처리한다. 체결력은 100kgf.cm로 하여 조립 가시화를 위해 투명 아크릴 지그를 사용하고, 면압 분포를 확인 하였다.

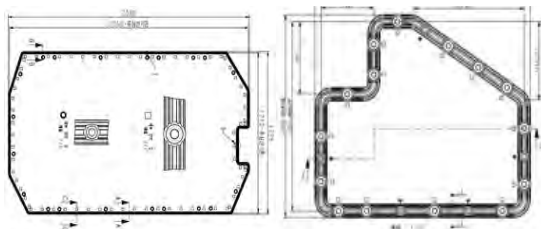


Fig. 1 reality mold and miniature gaskey

3. 실험결과

수밀시험을 위하여 각 시편을 장착한 축소모형 케이스를 분해하고, 하부에 장착된 수분 반응지(pH Tape)와 가스켓의 수분유입 유/무를 측정하였다. 육안평가 시 수분유입 유/무는 #1, #2, #3 모두 수분유입이 발생하지 않았고, 수분 반응지(pH Tape) 또한, 체결력 100kgf.cm에서의 Gasket 시편에서 수분반응이 일어나지 않았다.

4. 결론

본 연구를 통해 씰링성능 (C set 20% 이하) 확보를 위한 최적화된 소재의 가스켓을 적용한 배터리팩 축소모형에 장착한 배터리가스켓의 수밀성능에 대해 파악하였고, Gasket 평가를 위한 수분반응지, 현상액 도포 등 추가시험을 진행하였을 때, 수분 유입은 없는 것으로 나타났다. 한편, 환경온도, 살수평가 및 조립평가(체결력에 따른 상하부 수밀성), air leak 등 여러 가지 변수에 따른 연구가 추가로 필요할 것으로 판단된다.

후기

이 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 한국산업단지공단 연구비 지원(과제번호 HRDG2203)에 의한 연구임. 이에 감사의 인사를 전합니다.

참고문헌

1. Kwon, Young-Doo, "Regression of the Recovery Rate of ACM Rubber Gasket for Long-Term Performances", ASTM International, ASTM International, Vol. 42, No. 3, 2014.
2. D. G. Kang, S. W. Heo and Y. Kim, "Method of Foming Gasket and injestion Mold for manufacturing the Gasket", KR Patent, 2009-0117508, (2009, submitted)

이종사이즈 입자 최적 혼합을 위한 혼합기 시뮬레이션 사전 검증기법 연구 A Study on Mixer Simulation Pre-Verification Technology for optimal Mixing of Bimodal Size Particles

*#김제현¹, 정희진¹, 김종하², 이은혜²

*#J. H. Kim¹, H. J. Jeong¹, J. H. Kim(jongha@krmim.com)², Y. H. Lee(dms7033@krmim.com)²
¹(재)경북하이브리드부품연구원, ²계림금속(주)

Key words : Bimodal size particles, MIM, Mixing, Mixer

1. 서론

수소탱크의 누수를 검지하는 압력센서바디는 150Bar의 고압력이 부가되기 때문에 센서 연계부위를 제외하고는 수소의 누설 방지와 높은 강도 유지가 필수 조건이다. 그러나 수소분자는 일반 철계 분자대비 작고 활성상태인 관계로 밀도가 낮은 상태의 금속 격벽에 기공을 통해 미량 누수 가능성이 있어 고밀도의 제품 제조 기술이 중요하다. 이에 본 연구에서는 MIM을 적용하여 압력센서 바디를 제조하되 Bimodal 분말을 사용하여 고밀도화와 고강도화를 하고자 하였으며, 그것을 위한 Bimodal 분말 혼합 시뮬레이션을 통한 혼합 조건 최적화를 검증 하였다.

2. 해석조건 설정

Fig. 1과 같이 혼합을 위한 혼합기 종류는 일반적으로 분말의 혼합에 사용되는 혼합기 5종의 단순화 모델을 적용하였다. 입자의 크기 비율은 큰 사이즈와 작은 사이즈를 1:3 비율로 설정하여 동일 시간 소재 사출시 작은 사이즈 소재가 큰 사이즈 대비 약 3배 정도 개수가 많도록 설정하였다. 입자는 건식 분말로 가정하였으며, 입자간 정지마찰력과 동마찰력은 각각 0.2와 0.8로 설정하였다.

혼합기 회전속도는 360rad/s로 설정하였다. 회전형 혼합기는 혼합기 전체가 글로벌 좌표계의 Y축을 기준으로, 고정형 혼합기는 임펠러 회전축이 글로벌 좌표계의 Y축을 기준으로 회전하도록 설정하였다.

각 사이즈별 입자 투입 시간을 각각 0.05s로 설정하고, 총 5초간 혼합기 회전조건을 부여하였다. 회전 후

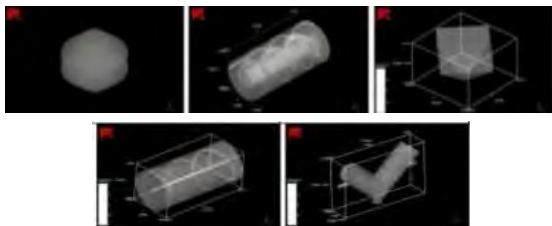


Fig. 1 Mixer Type

입자의 안정화를 위해 1초간 방치 하도록 설정하였다.

3. 해석 결과

각 혼합기별 믹싱 시뮬레이션 결과는 Fig. 2와 같이 혼합기별 2개 사이즈 입자의 혼합형상을 확인할 수 있었다.

각 혼합기별 입자들의 혼합 시 발생하는 입자간 마찰과 입자간 분율, 초당 1회전을 위한 필요하중 등에 대한 결과를 비교해보면 더블콘 형태를 제외하면 모두 유사한 형태와 값을 나타낸 것을 알 수 있다. 그러나 혼합 시 가장 중요한 입자간 마찰력에서 가장 큰 차이를 보이는 혼합기 형태는 드럼 형태로 나타났다.

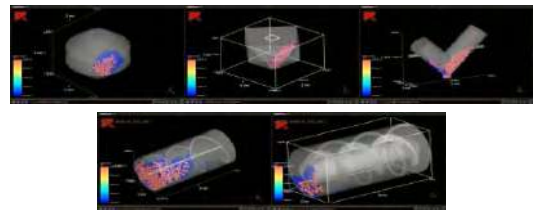


Fig. 2 Analysis Result

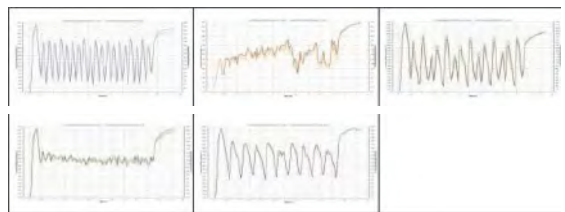


Fig. 3 Result Analyze

4. 결론

Bimodal 분말 혼합 시뮬레이션 결과 고정식 드럼형 혼합기 사용 시 이종사이즈간 혼합이 용이한 것을 알 수 있었다.

후기

본 연구는 '중소벤처기업부'의 지역특화산업육성사업(R&D)(과제번호:S3271106)으로 수행된 연구 결과입니다.

마그네틱 엔코더 성형을 위한 가류금형 설계

A Study on Vulcanization Mold Design for Magnetic Encoder

*조수원¹, 안대철¹, 백길호¹, 전찬영¹, 정희진², #김세훈¹

*S. W. Cho¹, D. C. Ahn¹, G. H. Baek¹, C. Y. Jeon¹, H. J. Jeong², #S. H. Kim(ksh@stm.co.kr)¹
¹에스티엠(주), ²(재)경북하이브리드부품연구원

Key words : Vulcanization, Forming, Magnet, Ferrite, Moldflow

1. 서론

마그네틱 엔코더는 자동차의 허브 베어링에 장착되어 휠의 회전속도 및 회전각도에 대한 신호 정보를 제공해주어 차량의 자율주행을 위한 핵심 부품 중 하나이다. 일반적으로 마그네틱 엔코더에 사용되는 재료는 Ferrit와 Rubber의 배합으로 이루어지며, 엔코더의 정밀성을 고려하여 제품의 성형 공정은 상당히 중요하다. 본 연구에서는 높은 정밀도를 구현하고, 제품의 불량률을 해소하기 위해 재료의 흐름성과 금형 간의 간섭 등에 의한 다양한 조건에서 금형 설계를 반영하는 연구를 수행하였다.

2. 재료 물성을 고려한 가류금형 설계

엔코더 소재는 Rubber(NBR) 및 Ferrite로 대부분 구성되어 있으며, 고온·고압 조건에서 압축 성형 시 재료의 흐름성을 고려하여 금형 설계를 수행한다.

Magnet Encoder 금형 설계는 Fig. 1과 같은 도면을 기반으로 제품을 제작하여 불량 요소를 파악하고 금형 설계를 수정 및 보완하였다. 가류금형은 고온, 고압 조건에서 제품을 성형할 때 재료가 완전 경화되기 전에 성형되는 공간으로 유입되어 제품 형상을 가질 수 있도록 프레스의 힘에 의해 상 금형이 하강하면서 상부 코어가 내측 절곡부의 고무를 끊어주는 Cutting 부에서 고무가 미세한 틈으로 빠져나가는 것을 방지하기 위해 삼각 형태의 홈을 가공(D), 상금형이 하강 시 상부 코어가

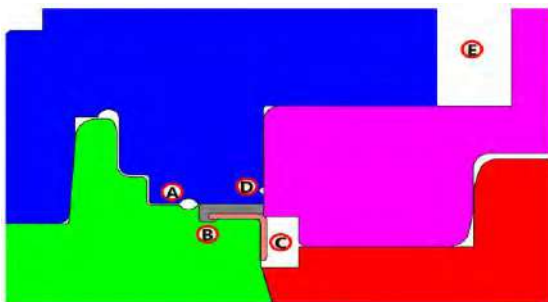


Fig. 1 Molding Design for Magnet Encoder

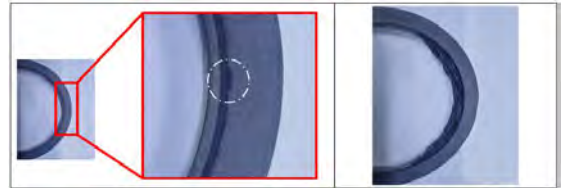


Fig. 2 Defects occur due to mold contact areas

먼저 하강하여 엔코더 부의 Plate를 눌러 고무 넘침 현상을 방지하기 위한 전단력 부가 기본적으로 적용하여 설계한다. 이와 같은 기본 조건으로 설계를 진행하였을 때 발생하는 불량은 Fig 2와 같은 접촉부에 고무가 흘러 들어가 굳는 현상과, 제품을 압축 성형하는 과정에서 상부 코어의 전단력 부족으로 내경 넘침 현상이 발생하여 제품이 상 금형에 고착되는 현상이 주로 발생한다.

이를 해결하기 위하여 상부코어의 전단력을 분석하여 내경 넘침 현상을 방지할 수 있도록 반영하고, 고착 현상은 내철 외경부인 하금형의 간섭량을 플러스 공차로 가공하고 흠집이 발생하지 않도록 간섭량 계산을 바탕으로 설계에 반영하여 Fig. 2와 같은 문제점을 해결할 수 있었다.

3. 결론

금형 접촉부의 미세한 공간으로 인한 제품의 불량률 접착되는 금형 한 부분에 공간을 형성하여 전단력 향상을 위한 장치를 반영하여 재료의 넘침 현상 및 고착되는 것을 개선할 수 있었다.

후기

본 연구는 산업통상자원부 자동차산업기술개발사업(과제번호: 20020853) 수행을 통해 도출된 결과입니다.

참고문헌

1. E. H. Noh, M. C Park, Study on Optimization of Seal Molding Process for Automotive Wheel Bearing, KSME, 2018[2], pp. 40, 2018.

씰의 초저 토크 구현을 위한 Low Friction Treatment 기술 연구

A Study on Low Friction Treatment Technology for Low Torque of Seals

*안대철¹, 조수원¹, 백길호¹, 정희진², #김세훈¹

*D. C. Ahn¹, S. W. Cho¹, G. H. Baek¹, H. J. Jeong², #S. H. Kim(ksh@stm.co.kr)¹

¹에스티엠(주), ²(재)경북하이브리드부품연구원

Key words : Low Friction, Hub Bearing, Seal, Blast

1. 서론

허브 베어링의 구성부품 중 씰은 베어링 내부로 빗물이나 흙먼지 등 이물질의 유입을 차단하는 기능을 하며, 베어링의 내구성 및 회전 성능에 영향을 미친다. 허브 베어링 씰의 내구성 및 성능과 관련된 요소로는 Sealing Performance와 Friction Torque가 있으며, 두 성능 지표는 서로 상반된(반비례) 경향을 보이는 것으로 알려져 있다. Seal이 가져야 할 밀봉성능은 유지하면서 초저 토크 영역의 구현을 위한 Low Friction Treatment의 최적 공정 기술에 대해 연구해 보았다.

2. Low Friction Treatment 공정 기술

Low Friction Treatment 공정은 브라스트를 이용하여 Seal Lip과 접촉하는 Slinger 내측부에 브라스트 분말 입자를 분사하여 조도값을 개선하는 기술이다.

시험 방법은 브라스트 처리 횟수와 분말 입자 크기에 따른 Slinger 내측부 표면의 조도값 변화량을 비교하여 최적의 브라스트 조건을 찾고, Seal의 Friction Torque 성능 평가를 통해 전후 값을 비교해 보았다.



Fig. 1 Description of Low Friction Treatment Technology

Table 1 Comparisons of Roughness value

Item of Test	Number of Times	Particle Size (μm)	Roughness Value Ra (μm)
Non Blast	-	-	0.035
Blast Test # 1-1	1 Time	106 ~ 212	0.532
Blast Test # 1-2	2 Times	106 ~ 212	0.816
Blast Test # 1-3	3 Times	106 ~ 212	1.037
Blast Test # 2-1	1 Time	10 ~ 40	0.324
Blast Test # 2-2	2 Times	10 ~ 40	0.586
Blast Test # 2-3	3 Times	10 ~ 40	0.855

밀봉성능을 유지하기 위한 기준 표면 조도(Ra)를 0.5 μm 이하로 설정하였으며, 평가 결과 Blast Test #1-1, Blast Test #2-1, Blast Test #2-2의 3가지 조건이 만족했다. 그 중 처리 횟수가 적고, 분말 입자 크기가 작아 RPC가 큰 Blast Test #2-1로 최종 선정했다.

3. Friction Torque 성능 평가

Low Friction Treatment 전후 Seal의 회전마찰 저항을 비교하기 위해 Friction Torque 성능 평가를 진행하였으며, 브라스트를 한 Seal이 약 20 % 성능이 개선됨을 보였다.

Table 1 Comparisons of Friction Torque

RPM	Times (min)	Torque (Nm)	
		None	L.F.T
250	5	0.55	0.48
500	5	0.64	0.59
750	5	0.79	0.66
1,000	5	0.93	0.74

Test Machine

4. 결론

이번 연구에서는 Hub Bearing Seal의 회전마찰 저항을 감소하기 위해 Low Friction Treatment 기술을 연구하였으며, 중대형 상용차에 적용 및 성능을 개선할 수 있는 부품의 제조공정으로 활용할 수 있다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부의 기술혁신개발사업의 일환으로 수행하였음. (S3239668)

참고문헌

1. Seungpyo Lee, "Drag Torque Prediction of Automotive Wheel Bearing Seals", T of KSAE, Vol. 25, No. 5, pp. 563-572, 2017.

구두발표

특별세션 OS4-1

좌장 : 김진록(대구기계부품연구원)

OS4-1-1

OS4-1-2

OS4-1-3

OS4-1-4

OS4-1-5

OS4-1-6

인코넬 718의 밀링 공정 중 절삭성과 변질층 연구

Study of Machinability and Damaged Layer during Milling on Inconel 718

*이택¹, 윤일채¹, 허재영¹, 장경훈¹, 배주홍¹, #강익수¹

*T. Lee¹, I. C. Yoon¹, J. Y. Heo¹, K. H. Jang, J. H. BAe, #I. S. Kang(iskang@dmi.re.kr)¹,

¹대구기계부품연구원, 첨단공구·가공사업단

Key words : Inconel 718, Milling, Damaged layer, Tool wear

1. 서론

인코넬 718 소재는 낮은 열전도도, 공구와 피삭재 간의 화학적 반응, 높은 가공경화율, 국부적인 절삭온도 상승 등으로 인해 공구수명이 매우 짧고¹, 가공 중 변질층(Damaged layer)이 형성되며 여유면 마모(Flank wear)가 촉진된다는 보고가 있다.² 본 연구에서는 밀링 중 반경 절삭 깊이(A_c)에 따른 인코넬 718 소재의 변질층과 절삭성 간의 상관관계를 분석하고자 한다.

2. 실험 방법

본 연구에서 사용된 재료는 18.03wt%Fe, 18.23wt%Cr, 5.05wt%Nb, 2.96wt%Mo, 5.05wt%Nb, 0.95wt%Ti, 0.53wt%Al 의 나머지는 Ni로 구성된 니켈 기반 초내열 합금 인코넬 718이다. 재료는 VIM-VAR(진공 유도 용융-진공 아크 재용융) 공정을 통해 얻어졌으며, AMS 5596M 규격에 따라 열간 롤링 및 열처리가 이루어졌다. 피삭재는 100×100×100mm의 블록 형상으로 제작하였다. 밀링 공구는 대구텍사의 직경 10mm, 4날 코너 레디우스 엔드밀로 PVD 코팅(AlTiN)된 초경 공구(HES 4100T-R0.5)를 사용하였다. 가공 장비는 3축 머시닝센터(두산, NX6500II)를 사용하였고 가공 길이는 피삭재 엣지에서 30mm를 A_c 에 따라 1pass씩 하향 밀링(Down milling)을 실시하였다. 가공 조건은 이송량(F_z), 축 방향 절삭 깊이(A_p), 절삭 속도(V)는 고정하고 반경 방향 절삭 깊이(A_c)를 변화시키며 가공을 수행하였고 Table 1에 정리하였다. 여유면 마모는 광학 현미경(KEYENCE VHX-5000)을 이용하여 가공 엣지를 따라 마모된 부분까지의 평균 마모량을 측정하였다. 가공 조건에 따른 변질층을 비교하기 위해 EBSD(Electron Backscatter Diffraction) 분석을 실시하였다.

Table 1 Milling conditions

V_c (m/min)	F_z (mm/tooth)	A_p (mm)	A_c (mm)
50	0.07	5	1, 1.5, 2

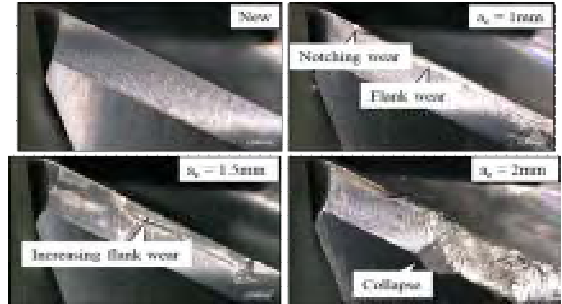


Fig. 1 Tool wear characterization in end milling of Inconel 718

3. 실험 결과 및 고찰

공구 마모 관측 결과, A_c 가 1mm일 때, 여유면 마모 및 절삭 깊이 방향으로 노치 마모가 관측되었다. A_c 가 1.5mm로 증가함에 따라 여유면 마모 영역이 증가하다가 A_c 가 2mm일 때, 절삭 날의 파손이 관측되었다. A_c 가 1mm에서 1.5mm로 증가함에 따라 공구와 인코넬 718간 접촉 및 연마기구에 의해 인코넬 718 내 높은 소성변형이 발생한다. 이에 따라 변질층 깊이 및 공구의 절삭력, 여유면 마모가 증가한 것으로 사료된다. 인코넬 718 소재의 변질층과 공구 마모에 대해 보다 자세히 분석하기 위해 가공 pass별 변질층과 절삭성 연구가 필요하다.

후기

본 연구는 산업통상자원부 기계산업핵심기술개발사업(No. 20012580)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- Díaz-Álvarez, J. et al., “Numerical analysis of thermo-mechanical phenomena influencing tool wear in finishing turning of Inconel 718”, Int. J. Mech. Sci., Vol. 82, pp. 161–169, 2014.
- Ren, X. & Liu, Z., “Microstructure refinement and work hardening in a machined surface layer induced by turning Inconel 718 super alloy”, Int. J. Miner. Metall. Mater., Vol. 25, pp. 937–949, 2018.

셀 파우치 분류 모델 개발을 위한 데이터 매트릭스 설계 Designing a Data Matrix to Develop a Cell Classification Model

*#박병희¹, 서영재¹, 김태현²

#B. H. Park(pbh14@dmi.re.kr)¹

¹대구기계부품연구원, ² NVH코리아

Key words : Cell, Classification Model, Data matrix, Feature engineering

1. 서론

자동차 배터리 조립공정은 다양한 규격의 셀 파우치를 적용하는 제품에 맞게 적층하여, 배터리 용량을 제작한다. 셀 조립과정 진행 시 초기 배터리 입고 단계에서 셀 적재 프레임에 의한 표면의 손상, 셀 제조공정에서 발생하는 셀의 손상 등 다양한 요인들로 인해 품질이 결정된다. 셀의 손상 유무를 확인하고, 혼류생산 공정에서 다양한 종류의 배터리 모듈을 생산하기 위한 분류 알고리즘을 제안하였다.

2. 셀 데이터 측정 환경

이차전지 셀의 표면에 대한 정보, 외관 치수에 대한 정보를 획득하기 위해 카메라는 CA-H500CX(Keyence)를 활용하였으며, 조명은 DRM10X(Keyence)를 사용하였다. 이 조명의 특징은 다양한 파장대를 사용하여 픽셀의 깊이에 대한 정보를 획득할 수 있다. 카메라는 셀과 수직, 수평으로 설치하였다. FOV는 정확한 이미지 획득을 위해 100mm 설정하였다. 조명의 형상은 원형으로 셋업하여 셀 결합 인식율, 리드 탭에 대한 형상 측정 정밀도를 향상하였다.

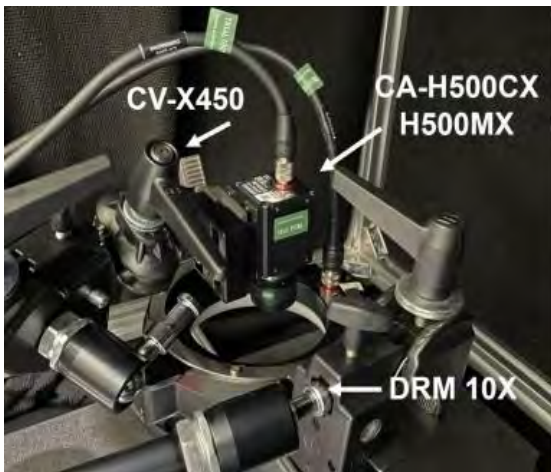


Fig. 1 Setup for the data gathering of image data

3. 특징 데이터 추출 알고리즘

셀 이미지의 크기는 5백만 화소이므로, 일반적인 워크스테이션 사양에서 데이터를 실시간으로 처리하는데 많은 시간이 소요되므로, 제조생산공정에서 사이클 타임에 미치는 영향의 최소화를 위해 크기를 조정하였다. 이후 이미지 데이터의 정상과 결함 판별을 위한 특징 데이터 추출을 진행하였다. 정상 데이터에서 특징을 추출하기 위해 이미지 내에서 모서리 추출, 센터포인트의 추정, 센터포인트와 모서리 간 치수를 추출한다. 치수는 커널을 활용해 이미지 처리 기법을 적용하여, 픽셀 간 값 차이를 분석하였다.

4. 결론

정상 셀에 대한 데이터와 이상 셀에 대한 데이터를 구분하기 위해 각 이미지를 측정하여 분석한 결과 이미지 픽셀 개수의 차이를 확인하였다. 이미지 분류를 위한 학습데이터 향상을 위한 데이터 구성 방법은 치수정확도를 추정할 수 있는 고해상도 카메라를 셋업하여 특징 데이터를 추출함으로써 학습데이터를 구성할 수 있었다.

후기

이 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구입니다. (No.20018315)

참고문헌

1. Rafael, Digital Image Processing, Pearson, pp. 463-484, 2018.
2. Ren, Z., Fang, F., Yan, N., et al., State of the art in defect detection based on machine vision, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology, 9, pp. 661-691, 2022.

절삭소음 데이터의 SPECTOGRAM 을 통한 CNN 기반 공구상태 진단 CNN-based Tool Status Diagnosis through SPECTOGRAM of Cutting Noise

*#윤일채¹, 강익수¹, 허재영¹, 장경훈¹

*.I. C. Yoon(icymoon@dmi.re.kr), I. S. Kang, J. Y. Heo, K. H. Jang

¹대구기계부품연구원 첨단공구기술지원센터

Key words : Machining sound, Spectrogram, CNN, Deep learning, Tool status

1. 서론

절삭공구의 마모는 가공품질에 중대한 영향을 미치며 가공 중 잦은 공구마모는 생산성 하락의 주요 원인이 된다. 이에 따라 절삭가공 현장에서는 가공 중 공구마모를 예측하기 위해 공구동력계를 활용한 가공부하 측정이나 가속도 센서를 활용한 가공진동 측정을 통해 절삭공구나 공작물의 상태를 예측하는 연구가 활발히 시도되고 있다. 다만 이와 같은 방법은 고가의 센서, DAQ 등 신호 및 데이터처리 장치가 필요하여 중소 절삭가공기업 현장에서 다수의 장비에 설치하여 사용하기에는 어려움이 있다. 금번 연구에서는 절삭가공 소음 데이터를 활용하여 SPECTOGRAM을 통한 이지미화 변환 및 CNN 기반의 데이터 학습과 상태 진단을 수행하였다.

2. 가공실험 및 SPECTOGRAM

절삭소음 데이터 획득을 위해 Fig. 1과 같이 볼엔드밀을 활용한 경사면 밀링가공 실험을 실시하였다. 피삭재와 공구는 HRC 60 수준의 K340 고경도 금강강과 R6 볼엔드밀이 사용되었으며 공구의 수명한계는 여유면 마모 0.1mm 로 설정하였다. 마이크로폰센서를 통해 가공 초기, 중기 및 후기에서 각각 가공소음 데이터를 수집하였다. 한편, SPECTOGRAM 분석은 푸리에 변환



Fig. 1 Experimental setup of Ball endmilling

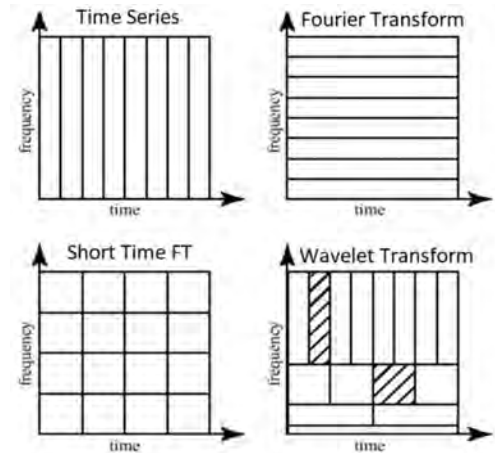


Fig. 2 Comparison of fourier transform and wavelet transform

과는 달리 데이터의 주파수의 정보를 시간단위로 표현할 수 있는 특징이 있다.

3. 결론

가공실험 및 SPECTOGRAM을 통해 도출된 이미지를 활용하여 CNN 기반의 공구 상태진단의 방법론을 개발하였으며, 절삭가공 현장에서 보다 간소한 공구상태 진단기법 개발에 기여하고자 한다.

후기

본 연구는 산업통상자원부에서 지원하는 기반조성사업 ‘디지털융합 제조공정혁신 정밀기계가공산업 육성사업’ 과제(과제번호: P0020962)를 통해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Emanuele, F., Antonino, F., Antonio, G., Vincenzo, M., Giancarlo, S., “An anomalous sound detection methodology for predictive maintenance”, Expert Systems with Applications, Vol. 209, 2022.

정밀 가공 기술을 이용한 비구면 어레이 패턴 가공

Aspherical Array Pattern Processing using Precision Machining

*#이재령¹, 윤일채¹, 강익수¹, 신동균², 강민호³, 김창의³

*#J. R. Lee(jayrlee@dmi.re.kr)¹, I. C. Yoon¹, I. S. Kang¹,

D. K. Shin², M. H. Kang³, C. U. Kim²

¹대구기계부품연구원 첨단공구가공사업단, ²챔프다이아, ³(주)세성

Key words : Precision Machining, Array Pattern, Aspherical Pattern

1. 서론

항공우주, 전기차, 디스플레이, 로봇 산업 등에 사용되는 정밀 부품들을 제작하기 위해 다양한 연구가 이루어지고 있다. 이 중 절삭 가공을 이용한 방법은 가장 대표적인 방법이며, 현재도 꾸준히 이어지고 있다. 이에 초정밀 절삭 가공기는 나노 단위 정밀도로 제어 가능하도록 발전하였다. 이와같이 가공기가 발달함에 따라 정밀 부품의 형태가 다양해지고 있다. 이에 본 연구에서는 초정밀 가공기를 활용해 비구면 렌즈 어레이로 이루어진 금형을 제작하는 연구를 진행하였다.

2. 금형 설계 및 공구 선정

정밀 부품 혹은 정밀 부품을 제작하기 위한 금형은 하나의 공구로 가공이 힘든 경우가 많다. 설계에 따라 가공 경로, 공구의 형상과 각도를 변경해 주어야 하기도 하고, 두 개 이상의 공구를 사용하기도 한다. 본 연구에서 비구면 렌즈 어레이로 이루어진 금형을 설계하였다. 설계된 금형을 가공하기 위해 두 개의 공구와 두가지의 절삭 가공 방법이 사용되었고, 초정밀 가공을 위해 nanotech 사의 fg650 가공기가 사용되었다. 본 연구에서 밀링 가공법과 셰이핑 가공법이 사용되었다. 밀링 가공으로 비구면 어레이 패턴을 가공하고 패턴 사이에 단차를 주기위해 셰이핑 가공법을 사용하게 된다. 두 공정 모두 단결정 다이아몬드로 만들어진 공구를 사용하였다. 밀링 가공법에 사용된 공구는 단결정 다이아몬드 엔드밀 공구로 150 μ m의 반지름을 가지고 있고, 셰이핑 가공에 사용된 공구는 각도 45°의 V형상을 가지고 있는 공구를 사용하였다. 이처럼 초정밀 5축 가공기와 선정된 두가지 공구와 두가지 가공법을 사용하여 단차가 있는 비구면 렌즈 어레이 금형을 제작하였다.

3. 결론

본 연구에서는 초정밀 가공기, 공구, 가공조건을 고려하여 단차가 있는 비구면 렌즈 어레이로 이루어진 금형을 제작하였다. 특히, 설계된 금형과 두가지 정밀 가공법과 두가지 공구를 사용하여 가공하는 연구를 진행하였다. 또한, 이를 통해 하나의 공구로는 형상제작이 불가능한 가공이 단차가 있는 비구면 어레이 패턴을 가공하였다.

후기

본 연구에서는 산업통상자원부의 지원을 받아 대구기계부품연구원에서 연구 중인 ‘디지털융합 제조공정혁신 정밀기계가공 산업육성’ 과제(과제번호 P0020692)를 통해 수행되었습니다.

참고문헌

1. J. R. LEE, 절삭공구 및 가공 조건 추천을 위한 공구 DB구축, 한국정밀공학회 춘계학술대회(2022)
2. J. R. LEE, 초정밀 가공기를 이용한 어레이 금형 가공에 관한 연구, 한국정밀공학회 춘계학술대회(2022)

사용자 중심의 두개골 천공용 수동 바이트 개발 User-oriented Disposable Medical Devices for Trephination

*권병찬¹, 김연오¹, #권상원¹

*B. C. Kwon, Y. O. Kim, #S. W. Kwon(sangwonkwon@dmi.re.kr)

¹대구기계부품연구원 첨단공구·가공사업단

Key words : Skull, Trephination, Craniotomy, Thrust force

1. 서론

기존 두개골 천공술(trephination 또는 burr hole)은 두개골에 드릴형 천공기 또는 자동 드릴형 천공장치 등을 이용하여 구멍을 내는 시술로 개두술(craniotomy)과 같은 더 큰 절개를 시작할 때뿐만 아니라 경막하 혈종 제거, 뇌압 완화 및 모니터링, 뇌종양 및 이물질 제거, 기타 의료기기 삽입 등 다양한 목적으로 사용되고 있으나 발작, 뇌졸중, 감염, 뇌출혈, 뇌손상, 부종 등 다양한 부작용을 초래할 수 있다. 또한 응급 상황에서 기존 두개골 천공술은 수술실 준비 어려움, 자동 천공드릴 사용의 어려움, 적절한 수술자 및 수술 조력자 확보 어려움 등 적시에 시술하기 어렵다는 한계점이 있다.

이번 연구는 이러한 단점을 해결하기 위한 머리카락이 동시에 존재하는 두피와 딱딱한 두개골이 포함된 일종의 두 개 내외의 물리적 장벽을 천공하는 공구 개발로 기존 기술이 가지고 있는 시간, 장소, 인력의 제한점이 개선된 제품임. 즉, 본 기술 개발 제품인 최소 침습적 두개골 천공 의료기기는 기존 기술 대비 최소의 인력으로 언제 어느 장소에서나 적시에 시술을 시행할 수 있는 사용자 중심의 일회용 의료기기이다.

2. 실험 내용

스컬 바이트의 구조는 가이드 바이트, 피어싱 바이트로 나뉘어져 있으며, 의료에 적합한 티타늄, SUS를 소재로 제작되었다. 두개골을 수동으로 절삭하기 위한 최적화된 형상에 대한 연구가 진행 되었다. 또한, 절삭 시 발생하는 칩(뺏가루)의 원활한 배출을위해 가루를 분쇄하기 위한 형상이 고려되어야 한다.

또한 사용자 중심의 공구 개발을 위해서 사용자의 자세가 절삭에 미치는 영향을 분석 했다. 사용자와 절삭 시편(돼지뼈, 모사뼈)간의 각을 0°, 45°, 90°로 실험을 진행하여 미는힘과 두개골 절삭 시 미는힘, 절삭력(추력, 토크 등)을 비교 분석한다.



Fig. 1 manual bite for skull drilling

그리고 발생한 칩을 수거하여 절삭력에따른 칩의 형상을 분석하여 최적 절삭력을 분석 하였다.

3. 결론

기개발된 피어싱 바이트와 가이드 바이트의 형상과 소재에 따른 성능을 분석하였음

돼지뼈와 모사뼈간의 절삭 거동 차이를 파악하였고, 사용자의 각도에 따른 미는힘에서 절삭시 토크로 전환되는 비율을 알 수 있었다.

또한, 절삭력의 변화, 공구의 형상에 따른 배출되는 칩의 형태를 파악하였고 이를 토대로 칩이 가이드 바이트를 막지 않도록 공구 설계에 반영할 수 있을 것이다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부의 지역특화산업육성+[S3366224]와 산업통상자원부 전자시스템산업기술개발사업(20016889)의 지원에 의한 연구임

참고문헌

1. Kumar, S., Narayan, Y., Bacchus, C., Symmetric and Asymmetric Two-Handed Pull-Push Strength of Young Adults Engineering Optimization- Hum Factors, Vol. 37, No. 4, 1995.

치수정보를 통한 객체의 식별 및 분류 방법

Method for Identifying and Classifying Objects through Dimensional Information

*이혜진¹, #박병희¹, 전대웅²

*H. J. Lee(hyejin@dmi.re.kr)¹, #B. H. Park(pbh14@dmi.re.kr)²

¹대구기계부품연구원, ²길 엔지니어링

Key words : Dimension, Identification, Classification, Image Data

1. 서론

최근 자동차 수요의 증가와 더불어 전 세계적으로 하이브리드 자동차, 전기차 등에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. COVID-19로 인해 자동차 산업이 잠시 위축되었으나 최근 유럽, 미국 등의 배출가스 규제에 의한 전기차에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

국내 전기차 산업 동향을 살펴보면 제조사 별로 전기차를 생산하고 있는데 사용되는 배터리의 종류가 다를 뿐만 아니라 기존 내연기관의 자동차 생산 비용이 더 높기 때문에 전기차의 생산량은 수요에 따라 유동적으로 결정된다. 하지만 제조사별로 전기차에 포함되는 배터리의 종류가 다양하여 공정 가동률 및 설치 비용 등을 고려하였을 때 혼류 생산라인을 구축하는 것이 유리할 것이다.

본 논문에서는 혼류생산이 가능하도록 객체의 치수 정보를 통해 객체를 식별하고 객체의 종류에 따라 분류하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

2. 본론

혼류 생산 공정 상 원활한 생산을 위해 객체의 치수 정보를 활용한 식별 및 분류 방법에 대한 연구를 수행하였다. 본 연구에서 치수 정보 획득을 위해 비전 시스템(Machine Vision System)을 활용하였다.

RGB 이미지 데이터를 사용하여 비전 시스템에 적용하는 보편적인 방법과 달리, Real Sense가 탑재되어 깊이 정보를 획득할 수 있는 Depth Camera를 활용하였다. Depth Camera의 Real Sense에 의해 깊이 정보 값을 획득할 수 있으며 객체의 깊이 정보 값을 기준으로 설정한다. 기준값에 비교했을 때 급격히 변화하는 지점을 물체-물체 또는 물체-배경 등의 경계선으로 추측하여 객체를 탐지할 수 있으며 검출된 경계선과 절대적측정값을 비교하면 객체의 치수 정보를 획득할 수 있다. 실측치를 알 수 있는 임의의 비교 대상 객체를 설정하여 앞서 획득한 치수 정보를 실측값으로 변환하였다. 변환된 실측값을 통해 전기차 배터리의 규격

을 파악할 수 있으며 이를 활용하여 딥러닝(Deep Learning)을 통해 분류할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 전기차 배터리를 대상 객체로 지정했는데, 제조사 별로 전기차 배터리의 종류가 상이하여 혼류생산 시 이를 식별되어야 하기에 객체에 대한 식별방법 및 분류 알고리즘을 제안한다. Real Sense가 탑재된 Depth Camera를 통해 깊이 정보를 획득하고, 이를 활용하여 객체를 탐지하였으며 분류 방법에 대한 연구를 수행하였다. 이와 같은 방법이 혼류생산공정에 적용된다면 생산라인 구축 비용절감과 더불어 생산라인 가동률이 증가할 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 2022년도 산업통상자원부 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의해 수행된 연구입니다.(No.20018315)

참고문헌

1. Kim, K. and Park, J., Vision Sensor Technology Trends for Industrial Inspection System, Journal of the Korea Society for Precision Engineering, Vol. 38, No. 12, pp. 897~904, 2021.
2. C. W. Lee and E. B. Mok, Development of material deformation measurement technology using machine vision, The Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, pp. 51-51, 2021.
3. Sol Mi Lee and Young Whan Park, Development of an Arc Image Classification Algorithm in Tip-Rotating Arc Welding using Camera Image Monitoring and Deep Learning, Journal of Welding and Joining, Vol. 41, No. 4, pp. 299-307, 2023.

구두발표

특별세션 OS4-2

좌장 : 박기진(대구기계부품연구원)

OS4-2-1

OS4-2-2

OS4-2-3

OS4-2-4

OS4-2-5

OS4-2-6

자동차부품 용접공정의 이동식 협동로봇 가상환경 위치보정 방법 연구 A Study on the Position Correction Method of the Virtual Environment of Mobile Manipulator in the Welding Process of Automobile Parts

*#박기진¹, 박종탁², 정제용²

*#K. J. Park(kjpark@dmi.re.kr)¹, J. T. Park², J. Y. Jung²

¹대구기계부품연구원, ²유성정밀공업(주)

Key words : position correction method, Virtual environment, mobile manipulator, welding process

1. 서론

다품종 자동차 소물 부품의 생산과정은 다수의 용접 및 검사공정이 포함되어 있어 유연한 생산공정 기술개발이 지속적으로 요구되고 있다. 최근 이동식 협동로봇을 활용한 용접, 검사 및 물류과정을 유연하게 대처할 수 있는 공정기술이 실증을 통해 개발 및 검증되고 있다. 하지만 이동식 협동로봇은 작업 공정에 접근할 때 매번 달라지는 위치 정밀도로 인해 가상환경 기반의 로봇 프로그래밍 기술의 활용시 효율이 낮아지는 문제점을 가지고 있다.

본 연구에서는 다양한 방법의 로봇 위치보정 방법을 검토하고, 이동식 협동로봇이 사용된 자동차부품 용접공정에 적합한 방법을 적용하여 로봇 작업시 위치 정밀도를 확보할 수 있는 방법을 연구하였다.^[1]

2. 이동식 협동로봇의 위치보정 방법

Fig.1은 측정지그를 이용한 로봇의 위치보정 방법을 나타내고 있다. 로봇과 작업대상물 사이의 위치 오차 보정을 위해서는 6축 로봇과 작업대상물 사이의 상관관계를 측정해야하며, 일반적으로 레이저트래커와 같은 정밀측정 장치 또는 자체 제작된 정밀측정 지그를 이용하여 로봇과 작업대상물 사이의 위치 및 방향 상관관계, 즉 Trans(Px, Py, Pz), Rotz(yaw) Roty(pitch), Rotx(roll)에 대한 오차를 측정한다. 이와 같은 방식의 위치보정 후 로봇 위치 오차는 1~2mm 정도이다.

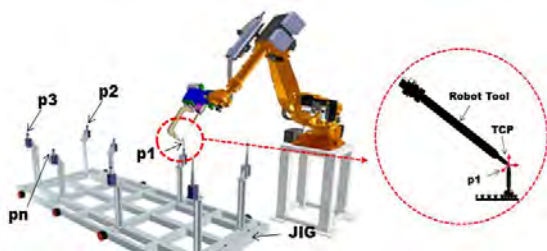


Fig. 1 Calibration of the robot using measuring jigs



Fig. 2 Robot position calibration module with TCP sensor

Fig. 2는 로봇의 위치보정을 위한 적외선 센서(TCP 센서) 모듈의 구성품을 나타내고 있다. 이동식 협동로봇은 용접공정에 접근한 후 로봇의 끝단에 장착된 적외선 센서를 이용하여 TCP 위치를 자동으로 측정 및 산출하고 로봇 좌표에 반영한다. 이때 로봇 위치 오차는 0.5mm 이내로 측정되었다.

3. 결론

용접공정에서 요구되는 위치 정밀도는 1mm 이내이므로, 이동식 협동로봇의 2가지 위치보정 방법 중에서 적외선 센서를 이용한 방법이 더 적합할 것으로 판단된다. 또한 측정지그를 이용한 로봇의 위치보정 방법은 저렴한 장치 제작 비용으로 오차를 최소화 할 수 있는 장점이 있으므로, 용접공정과 같은 정밀공정 외 다양한 제조공정에서 적용 가능할 것으로 예상된다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 규제자유특구 혁신사업육성 “3차 우수특구_다품종 소량 생산공정 적용을 위한 이동식 협동로봇 실증 고도화”의 지원에 의한 연구임.[P0023711]

참고문헌

1. Z. Li, S. Li, and X. Luo, “An overview of calibration technology of industrial robots”, IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, Vol. 8, No. 1, pp. 23-36, 2021.

도막두께 측정툴 구동 메커니즘 개선에 따른 구조 안정성 관한 연구

A Study on the Structural Safety with Improving the Driving Mechanism of Coating Thickness Measurement Tool

*이인태¹, 이승도¹, 황의균², #김진대²

*I. T. Lee¹, S. D. Lee¹, U. K. Hwang¹, #J. D. Kim(jdkim@dmi.re.kr)²

¹(주)유진엠에스, ²대구기계부품연구원

Key words : Mobile manipulator, Measurement Tool, Finite Element Analysis

1. 서론

선박, 비행기, 압력탱크 등의 제품군과 같이 대면적의 대형제품을 제작하는 경우, 작업자의 의한 수작업에 의존하고 있으며, 넓고 높은 작업영역과 용접, 그라인딩, 페인팅, 측정 및 검사 등의 열악한 작업환경조건을 가지고 있다. 최근 로봇을 활용하여 작업자의 위험한 작업을 대체하고 작업효율을 개선하고 있는 추세이지만 고정식 산업용 로봇으로는 이와 같은 대형제품 제작 및 생산하는데 한계가 존재한다. 또한 산업용 로봇은 이동중 작동·작업이 불가하다는 규제로 인해 작업환경 개선, 작업시간단축, 생산성증대 등을 기대하기 어려운 상황이다. 이러한 규제를 해소하기 위해 제조환경별 적합한 이동식 협동로봇을 개발하여 안전성 입증을 위한 실증을 진행하고 있으며, 본 연구에서는 그 중 대형제품 생산공정에 적용되는 이동식 협동로봇에 장착되는 도막두께 측정툴의 구동메커니즘 개선에 따른 구조 안전성을 검증하고자한다.

2. 툴 구동 메커니즘 및 구조해석정의

도막두께 측정 툴의 경우 Fig 1과 같으며, 초기모델 (Type 1)의 경우 비선형 형상의 곡면부위에는 구동 메커니즘상 제한된 자유도로 인해 측정이 다소 어렵고 신뢰성 있는 측정값을 도출하기에는 문제가 있다. 이에 개선 모델(Type 2)와 같이 유니버설 조인트를 적용하여 자유도를 대폭 개선하였으며, 다양한 형상에 적용이 가능할 것으로 판단된다. 개선 모델의 작업조건에 따른 설계 안전성 검증을 위해 구조해석을 진행하였다.

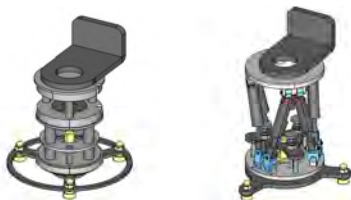


Fig. 1 Coating Thickness Measurement Tool (Type1, Type2)

Table 1 Analysis results by Coating Thickness Measurement

Model	Stress [MPa]	Displacement [mm]	Natural Frequency[Hz]
Type 1	4.635	0.02	121.9
Type 2	5.517	0.02	105.4

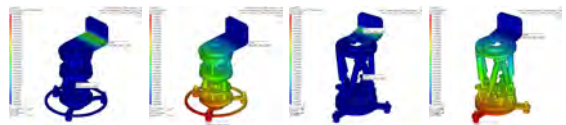


Fig. 2 Analysis results by Coating Thickness Measurement (Type1, Type2)

3. 툴 구조해석 결과

툴 구조해석결과 Fig 3과 같으며, 최대응력 및 변형량은 큰차이가 없으나 고유진동수에서는 Type 2가 다소 낮은 것을 알 수 있다. 자유도가 높은 구조 및 이동하면서 작업하는 것과 공진영역을 고려하였을 때 Type 2가 구조적으로 안전하고 적용에 적합한 메커니즘이라고 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 도막두께 측정 툴 구조해석을 통해 구동 메커니즘 개선에 따른 구조 안전성을 검증하였다. 향후 추가적인 구조해석을 통해 최적 설계형상을 도출하여 제작에 반영할 예정이다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 규제자유특구 혁신사업 “3차 우수특구_대형제품 생산공정 적용을 위한 이동식 협동로봇 실증 고도화”의 지원에 의한 연구임.[P0023709]

참고문헌

1. Park K.J, Jang G.Y, Woo G.Y and Goo J. W, "A Study on the Efficiency of Mobile Cobot in the Manufacturing Process of Automotive Lamp Modules", Proceedings of the Society of KSMPE Conference, pp. 30. 2021.

실내 자외선 방역 로봇 성능평가 방법에 대한 표준화 연구

A Standardization Study on Method for Evaluating Performance of Indoor UV Disinfection Robot

*이상호^{1,2}, 홍대한¹, #강태훈¹

*S. H. Lee^{1,2}, D. H. Hong¹, #T. H. Kang(bigxinh@dgist.ac.kr)¹

¹DGIST 지능형로봇연구부, ²DGIST 후각융합연구센터

Key words : COVID-19, Indoor UV Disinfection Robot, Evaluating Performance, Standardization

1. 서론

코로나19 대유행으로 방역 로봇의 수요가 급증하고 시장 규모가 커지고 있다. 국내의 방역 서비스 로봇 개발 현황을 보면, 대부분 로봇은 자율주행 구동부에 UV-C 램프 또는 액적상태의 화학 멸균제를 분무하는 모듈이 부착된 형태이다. 화학 멸균제는 살균 효과가 뛰어나지만, 잔여물이 남아 인체에 유해할 수 있다. 반면 자외선은 음영지역으로 인하여 방역 효과가 떨어질 수 있다. 이처럼 방역 로봇의 효율성과 안전성을 보장하기 위해서는 성능 분야의 표준화 및 전문성이 요구된다. 본 논문에서는 표준화된 실내 자외선 방역 로봇의 성능평가 방법을 제시한다.

2. 시험조건

자외선 방역 로봇의 방역 성능평가에 대한 신뢰성, 재현성, 비교성 등을 확보하기 위해서 시험조건을 규정해야 한다. Table 1에서 시험장의 환경조건을 나타낸다.

자외선 방역 로봇의 운전 조건은 KS B ISO 18648-2에 따르며, 로봇은 정격 부하를 장착한 채 정격 속도로 시험해야 한다. 자외선 램프 제조사에서 요구하는 예열 시간을 보장해야 하며, 예열 시간이 경과한 후 시험을 시작해야 한다. 로봇에 장착된 램프의 세기와 파장 영역을 고려하여 제조사는 유효 자외선 조사량을 결정할 수 있어야 한다.

3. 성능평가 방법

Fig 1은 자외선 방역 로봇의 기본적인 요구 사항으로 주행 알고리즘의 성능 요인을 배제하고 요구 자외선

Table 1 환경 조건

조도	100~1000 lux	KS A 3011
온도	10~30 °C	
상대 습도	0~80 %	KS B ISO 18646-2
바닥면 평평도 (반경 1000 이내±2) mm		KS P ISO 7176-13
바닥면 마찰계수	0.6~1.0	

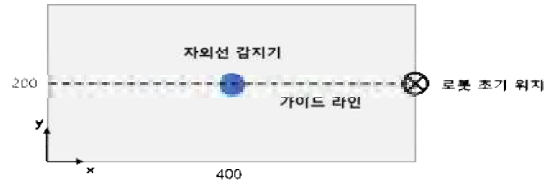


Fig. 1 기본 방역 성능 시험을 위한 시험장 구성

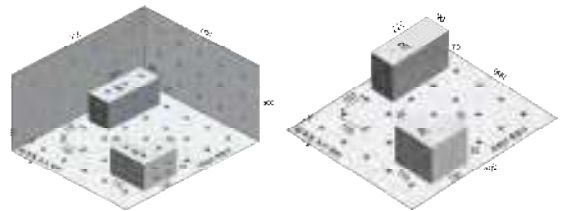


Fig. 2 2차원 바닥 및 3차원 표면 방역 성능 시험을 위한 시험장 구성

조사량의 만족 여부를 판별하기 위한 시험장의 구성을 나타낸다. 기본 방역 성능 측정을 위해 전체 구간 중 최소 1/2 이상의 구간을 직진으로 이동해야 한다. 정속 속도로 주행하는 로봇이 조사하는 자외선을 자외선 감지기로 반복 측정하여 그 평균값을 성능지표로 한다.

Fig 2는 2차원 바닥 및 3차원 표면 방역 성능을 시험하기 위한 시험장의 구성을 나타낸다. 시험장은 사무실, 병원, 기타 방역을 필요로 하는 실내 공간을 모사한 것으로 바닥면, 벽면과 장애물로 구성되어 있다. 로봇은 제조사가 요구 자외선 조사량을 고려하여 정한 속도로 주행하면서 자외선 램프를 조사한다. 로봇이 시험장 내 방역을 완료하거나 주어진 시간에 도달하면 로봇을 정지시키고, 방역 소요시간을 기록한다. 시험장 내 설치된 모든 자외선 측정기를 확인하여, 요구 자외선 조사량을 충족하는 수치를 나타내는 자외선 측정기의 개수를 기록한다. 상기 과정을 반복하여, 방역 소요시간의 평균값과 충족된 자외선 측정기 수의 평균값을 성능지표로 한다.

4. 결론

본 논문은 사무실, 관공서, 병원 등 실내 다중 이용 시설 및 GMP (Good Manufacturing Practice)를 준용하는 제조시설에서 자외선 조사를 이용한 실내 방역을 위한 방역 로봇의 성능평가 방법을 표준화하기 방안을 제시하였다.

후기

본 논문은 중소벤처기업부 규제자유특구혁신사업 육성(R&D)사업에서 지원하여 연구하였음(P0023714).

참고문헌

1. Hwang, Y. M., “A Standardization Study on Evaluating Performance of UV Disinfection Service Robot on Indoor floor”, Autumn Annual Conference of IEMEK Proceedings, pp. 119-121, 2022.
2. Lee, S. H., “Ultraviolet Disinfection Robots: Human Exposure Risk Assessment”, 2023 20th International Conference on Ubiquitous Robots (UR) Proceedings, pp. 947-949, 2023.

이동식 협동로봇 배터리 화재발생에 따른 소화분말 분사거동에 관한 연구

A Study on the Fire Extinguishing Powder Spraying Behavior of Mobile manipulator Battery

*우광영¹, 구자욱², 황의균³, #채석민³

*G. Y. Woo¹, J. W. Gu², U. K. Hwang³, #S. M. Chae(smchae@dmi.re.kr)³

¹에스엘주식회사 전자공장, ²남경소프트, ³대구기계부품연구원

Key words : Mobile manipulator, Computational Fluid Dynamics

1. 서론

현재 배터리의 기술발달로 전기차, 전기자전거 등 배터리를 이용한 다양한 이동수단이 보급 및 상용화 되고 있으며, 또한 배터리의 발전은 무선 및 무인기술의 발전에도 큰 영향을 주어 드론 및 물류로봇 등과 같은 무인 이동체 또한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 보급확산으로 인해 배터리 화재 및 폭발이 이슈로 대두되고 있으며, 인적물적 피해를 야기시키고 있다. 이에 본 연구에서는 현재 연구개발을 진행중인 이동식 협동로봇에 적용되는 배터리의 화재 시 작업자가 소화기를 통한 소화분사구에 분말을 분사시켰을 때 효과적인 진압이 가능한지에 대해 소화분말 분사거동 연구를 수행하였다.

2. 유동해석 정의

배터리 및 분말소화기 거동 분석을 위해 실제 현장에서 발생현상은 분말소화기를 분사하기 위한 문 입구 및 배터리 상단, PLC 후면부는 외부 공간과 유입이 자유로운 상태이다. 소화분말 분사로 인해 강제대류가 발생하게 되어 배터리의 발열로 인한 주위공기가 강제 대류현상이 나타는 조건과 경계조건은 배터리 상단면 60°C 조건을 부여하고 노즐은 Particle 직경 및 질량유량 조건을 부여하여 유동해석을 수행하였다.

3. 유동해석 결과

소화기 분사 노즐에서 외부로 분사된 이후부터 점차 속도가 낮아지며, 벽면에서 주로 하단으로 퍼지는 것을 알 수 있다. 퍼진 유동은 배터리 상단면으로 거동하는 것을 알 수 있으며, 배터리의 발열을 고려해보았을 때 이는 자연대류 현상으로 노즐의 강제대류로 인해 영향은 거의 없는 것으로 보여진다. 배터리 및 구조물 벽면 코너부에서 유동이 집중되었고, 이후 유동은 주로 배터리 상단부로 퍼지는 것을 알 수 있었으며, 이는 화재 진압 상황에서 효과적인 진압이 가능할 것으로 예상된다. 또한, 퍼진 유동은 후방의 출구로의 배출보다는 문 입구 쪽으로 다시 흘러나가는 것이 확인되며, 분사 시 소화분말이 작업자에게 역류할 수 있어 고려해볼 필요가 있어 보인다.

4. 결론

본 연구에서는 배터리 화재발생에 따른 소화분말 분사 거동에 관한 유동해석을 수행하였다. 소화된 분말의 거동은 후단부의 출구로의 이동보다 문 입구 쪽으로 흘러나오는 것을 보았을 때 분말이 작업자에게 되돌아 올 것을 예상된다. 이에 따라 안전상의 유의가 필요할 것으로 판단되어 작업자가 화재 진압 시 안전상의 문제를 더 상세하게 검토하기 위해서는 추후 소화기 노즐의 각도에 따라 유동 거동의 분석을 추후 진행할 예정이다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 규제자유특구혁신사업 “3차 우수특구_자동화 제조공정 적용을 위한 이동식 협동로봇 실증 고도화”의 지원에 의한 연구임 [P0023716].

참고문헌

1. Park K.J, Jang G.Y, Woo G.Y and Goo J. W, "A Study on the Efficiency of Mobile Cobot in the Manufacturing Process of Automotive Lamp Modules", Proceedings of the Society of KSMPE Conference, pp. 30, 2021.

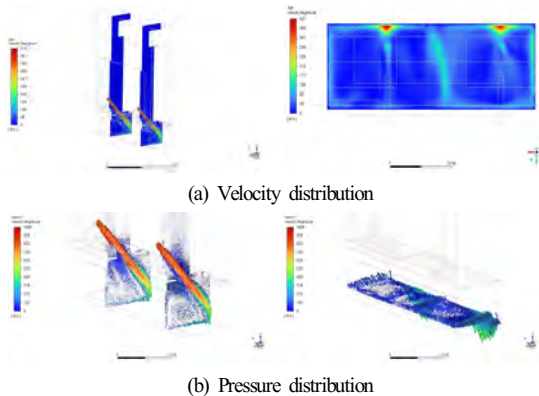


Fig. 1 Analysis results by Extinguishing Powder Spraying Behavior

이동식 협동로봇 그리퍼 설계 안전성 검증을 위한 구조해석 A Structural Analysis for Design safety of Mobile Manipulator Gripper Operation

*신만수¹, 최성혁¹, #장은실²

*M. S. Shin¹, S. H. Choi¹, #E. S. Jang(zem727@dmi.re.kr)²

¹(주)아진엑스텍, ²대구기계부품연구원

Key words : Structural analysis, mobile manipulator, gripper, simulation

1. 서론

현재 반도체 설비에는 일반적으로 다양한 IO 제어 장치를 사용하고 있으며, 기존 I/O 제어장치는 다품종 소량생산이 요구되는 특징이 있어 물류 관리, 검사 공정, 조립 공정, 기능검사 공정, 라벨부착 공정 등이 수작업으로 처리되고 있다. 최근 이동식 협동로봇을 활용한 다품종 소량생산 공정의 스마트화 연구가 지속적으로 이루어지고 있으나, 이동식 협동로봇은 이동 중 협동로봇팔의 작동이 불가능한 규제로 인하여, 작업자를 대신하여 작업을 수행할 경우 작업시간 단축 및 생산효율 증대를 기대하기 어려운 문제점이 있다^[1]. 이동식 협동로봇을 활용하여 제조현장 공장내부에서 정해진 구역을 이동하면서 부품 운반, 배치, 정리 등으로 생산 사이클 타임을 단축하여 제조 효율성을 높이고자 한다.

본 연구에서는 전자제품 생산물류공정에 적용되는 이동식 협동로봇 그리퍼 구조 해석을 통해 설계 안전성을 검증하고자 한다.

2. 그리퍼 해석 모델 정의

Fig. 1은 이동식 협동로봇 그리퍼의 설계 모델이며, 핑거부를 알루미늄과 알루미늄 보다 가볍고 강도도 뛰어난 이방성로 가벼운 재질을 고려하여 해석을 진행하였다

3. 그리퍼 해석 결과

두 가지의 재질로 해석한 결과는 그림과 같다.

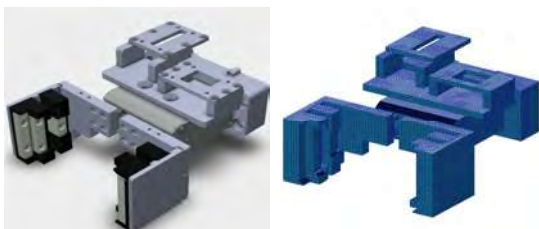


Fig. 1 3D model & finite element model of Gripper

Table 1 Analysis results of frame

Material	Stress [MPa] (von-Mises stress)	Displacement [mm]
Al	3.47	0.0114
CM	6	0.0229

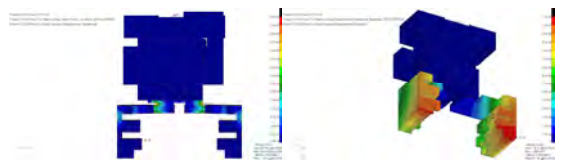


Fig. 2 (a) von Mises stress and (b) deformation of Al

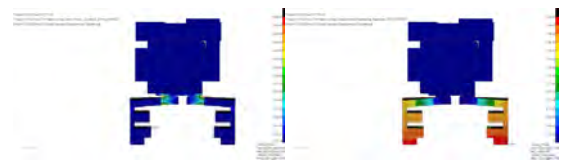


Fig. 3 (a) von Mises stress and (b) deformation of Composite Material

4. 결론

본 연구에서는 구조해석을 통하여 그리퍼의 설계 안전성을 검증하였다. 알루미늄보다 가벼운 이방성 재질로는 처짐이나 구조적 안전성에 향상을 주지 못하므로 설계 보완이 필요할 것으로 판단하여 향후 설계 반영할 예정이다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 규제자유특구 혁신사업 “3차 우수특구_생산물류공정 적용을 위한 이동식 협동로봇 고도화”의 지원에 의한 연구임. [P0023717]

참고문헌

1. Park K.J, Jang G.Y, Woo G.Y and Goo J. W, "A Study on the Efficiency of Mobile Cobot in the Manufacturing Process of Automotive Lamp Modules", Proceedings of the Society of KSMPE Conference, pp. 30, 2021.

메타버스를 적용한 이동식 협동로봇 관제시스템 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Mobile Manipulator

Management System with Metaverse

*오창진¹, 윤영균¹, 오승재¹, #채석민², 장강호²

*C. J. Oh¹, Y. K. YOON¹, S. J. Oh¹, #S. M. Chae(smchae@dmi.re.kr)², G. H. Jang²

¹피에이치에이 주식회사, ²대구기계부품연구원

Key words : Metaverse, Mobile manipulator, Management system

1. 서론

현대 제조산업에는 많은 로봇들이 사람들을 대신하여 생산활동을 하고 있으며, 제조현장에서 사람들과 같은 공간에서 공동으로 작업하는 이동식 협동로봇의 보급이 확산되고 있다. 현대 산업 환경에서의 생산 경쟁력 확보를 위해 이동식 로봇의 효율적인 활용은 필수적이며, 그 수도 점차적으로 증가하고 있는 추세이다. 다수 로봇을 동시 운영하기 위해서는 제조현장 환경에 맞는 관제시스템이 필요하며, 가상 환경에서의 관제와 연계된 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 본 연구에서는 메타버스를 적용한 시뮬레이션을 통하여 이동식 협동로봇을 효율적으로 운영하고 관리할 수 있는 관제시스템 개발에 관한 연구를 수행하였다.

2. 시뮬레이션 분석

이동식 협동로봇을 이용한 이송-적재 작업 시 정확한 수량 파악을 위하여 전산 시스템과 연동한 통합관제 시스템을 구축하였으며, 로봇의 실 환경 구축 이전에 운영상의 문제점 및 개선점 등을 확인하기 위하여 메타버스 환경에서 시뮬레이션을 수행하고 생산효율을 비교 분석하였다. 공정경로를 2개의 구간으로 나누고, 구간별로 이동식 협동로봇의 투입대수를 A구간(4대), B구간(4대)인 경우와 A구간(5대), B구간(3대)인 경우에 대하여 72시간의 생산량의 차이를 분석하였다.

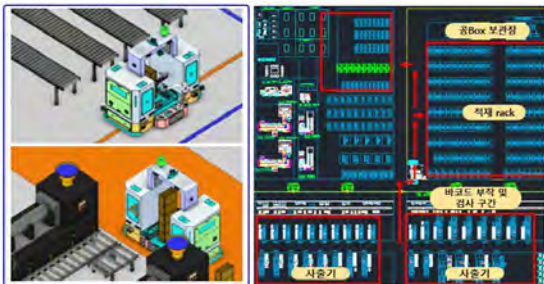


Fig. 1 Example of Mobile Manipulators and Local Path of AGV

Table 1 Comparison of production differences according to the number of robots by section

	total production	difference (EA)	difference (%)
Path A4, B4	2213	516	18.9
Path A5, B3	2729		

3. 시뮬레이션 결과

이동식 협동로봇의 생산성을 비교하기 위해 이동 중 검사에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. A구간(5대), B구간(3대)인 경우가 A구간(4대), B구간(4대)인 경우에 비해 18.9% 정도 생산효율이 높다는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 메타버스를 적용한 이동식 협동로봇의 관제시스템 개발에 관한 연구를 수행하였다. 제조 공정에서 메타버스를 활용한 실 환경에 적용하기 전 운영의 문제점을 사전 확인하여 검증 시스템으로 활용이 가능하다. 또한, 다양한 시뮬레이션을 통해 효율성 높은 결과를 얻어 낼 수 있어 비용 절감과 관제시스템의 운영 부하를 감소시키고 수 있을 것으로 예상된다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 규제자유특구 혁신사업 “3차 우수특구_이송-적재공정 적용을 위한 이동식 협동로봇 실증 고도화”의 지원에 의한 연구임 [P0023713].

참고문헌

1. U. K. Hwang, K. J. Park, C. J. Oh, Optimization Simulation of Transfer and Loading Process for Interworking mobile manipulator Robots with Injectors, Vol. 2, pp. 181-2,182. 2022.

구두발표

특별세션 OS5

좌장 : 이재욱(한국생산기술연구원)

OS5-1

OS5-2

OS5-3

OS5-4

OS5-5

제진 판재의 금속-수지간 접합강도 증진을 위한 자기조립 단일층 표면처리 연구

A Study on the Self-assembled Monolayer Surface Treatment to Enhance Adhesion Strength Between Metal and Resin for Damping Plates

*이소림¹, #이태일¹

*S. R. Lee¹, #T. I. Lee(t2.lee77@gachon.ac.kr)¹

¹가천대학교 신소재공학과

Key words : self assembly monolayer, Aluminum, T-Peel, adhesion

1. 서론

저소음 전기 자동차의 부품을 위한 제진 판재는 진동을 흡수하기 위해 ‘금속판재/수지층/금속판재’의 샌드위치 구조로 되어있다. 수지층은 점탄성 특성을 가지고 있어 자동차 운행 시 발생하는 진동을 흡수하여 열에너지로 전환하는 역할을 한다. 일반적으로 폴리머 고무소재인 점탄성 수지와 금속간 결합은 분자간 결합으로서 그 결합에너지가 작기 때문에 고성능 진동 흡수 제진 판재의 설계시 수지와 금속 판재 간의 접합 강도를 증대시키는 기술을 적용하는 것은 필수적이다. 왜냐하면 낮은 접합 강도는 부품 성형을 위한 프레스 가공시 판재-판재간 박리되는 문제의 원인이 될 수 있기 때문이다.

본 논문에서는 금속판재와 수지사이의 공유결합을 형성하여 접합강도를 향상 시킬수 있는 기술로서 자기조립 단일층 표면처리 연구 결과를 보고하고자 한다.

2. 결과 및 토의

알루미늄 판재에 경우 자기조립(self-assembled monolayer, SAM) 분자와 금속 판재 간의 공유 결합 형성을 위해 끓는 수산화나트륨(10mM) 전처리를 진행하였다. 그 후 판재를 SAM 용액(에탄올 49ml + MPTMS 1ml)에 1분간 처리하였다. 표면처리 조건에 따른 접합강도 변화는 Fig 1에서 보여주고 있으며, 미처리 경우 대비 MPTMS((3-mercaptopropyl) trimethoxysilane) 자기조립 단일층 형성시 접합강도가 약 88%까지 향상되었다.

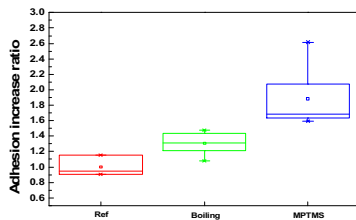


Fig. 1 알루미늄 표면 처리에 조건별 접합강도 증가율

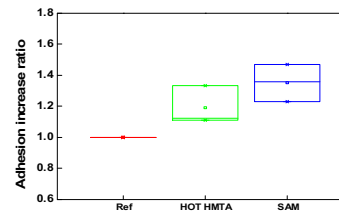


Fig. 2 아연도금 강판 표면 처리 조건 별 접합강도 증가율

알루미늄 판재는 끓는 수산화나트륨 처리는 나노입자를 형성해 비표면적을 증가시키고 SAM 처리를 위한 OH 기를 형성하는 역할을 한다. MPTMS의 Si-OH기는 알루미늄 표면의 OH기와 결합하여 Si-O 결합을 형성하여 SH-말단 처리가 된 알루미늄 표면이 완성된다. 그 후 부틸계 수지 코팅시 thiol-ene 반응으로 C-S 결합으로 수지와 SH기와 공유결합이 형성되어 수지와 판재 사이에 접합강도가 증가한 것으로 판단된다.

한편 아연도금 강판의 경우 표면처리 전 80℃의 Hexamethylenetetramine (HMTA) 100mM에 전처리하여 판재 표면에 산화아연 나노입자를 성장시켰다. 그 후 MPTMS 를 사용하여 자기조립 단일층을 형성하였다. 각 표면 처리 조건에 따른 접착력 변화는 Fig. 2에서 보여주고 있다. 그 결과 미처리 경우 대비 접합강도가 약 35% 향상되었으며 알루미늄 판재와 동일한 메커니즘으로 판재와 수지 사이 C-S 공유결합이 형성됨으로써 접합강도가 증가했음을 확인할 수 있었다.

3. 결론

본 논문에서는 MPTMS를 도입하여 자기조립 단일층 표면처리를 함으로써 제진판재의 접합강도를 향상 시켰다. 알루미늄 판재와 아연도금 강판은 판재의 종류에 따라 끓는 수산화나트륨과 80℃의 HMTA 처리를 통해 OH 기를 형성하였고, MPTMS 표면처리를 통해 자기조립 단일층을 형성함으로써 기준값 대비 각각 88%, 35%의 접합강도 향상의 결과를 도출하였다.

AI 제진소재 판재 결합을 위한 접합재 성능 분석

Performance Analysis of Bonding Materials for Combining AI Damping-Sheets

*.#강상민

*.#S. M. Kang(tkdals155@iljitech.co.kr)
일지테크(ILJITECH)

Key words : Damping-Sheet

1. 서론

제진소재는 두 개의 판재 사이 점탄성 성질을 가진 접합재를 통해 결합되어 있는 샌드위치 구조로 이루어져 있다. 알루미늄 제진소재는 성형성이 제진강판에 비해 비교적 떨어지는 경향을 갖고 있을뿐더러 소재의 접합강도에 따라 성형성이 판가름된다. 접합강도가 부족하면 성형 공정 후 오렌지 필이 발생되거나 판재간 분리가 관찰된다. 본 연구는 5가지의 성분의 접합재별 접합강도(T-PEEL) 시험을 통해 알루미늄 제진소재의 성형성을 개선하고, 제진소재를 결합하기 위한 최적의 소재를 선별하고자 한다.

2. 시험 방법

시험을 진행한 소재는 ①에틸렌비닐아세테이트+아크릴 수지계 ②에틸렌비닐아세테이트+탄화수소계 ③폴리올레핀+탄화수소계 ④열가소성폴리우레탄계 ⑤고무계 레진으로 5가지의 소재를 진행하였다. 접합방법은 각 소재의 TDS에 기재된 공정온도/시간을 준수하여 핫 프레스를 이용해 시편 단위 접합을 진행하였다.

핫 프레스의 가압력은 판재 사이 공기층이 없도록 하기 위해 최대 가압력으로 설정하였고, 판재의 표면에 이물질을 제거하기 위해 MEK(Methyl Ethyl Ketone)으로

판재의 표면처리를 진행하였다. 시편의 접합강도 측정 시험 방법은 KS규격인 KS M ISO 11339를 기반으로 T-PEEL 강도를 시험하였다.

3. 시험 결과 및 고찰

5개의 소재별 각 5개의 시편에 대해 만능인장기를 이용하여 T-Peel 강도를 측정하였으며, 결과는 5개의 시편의 평균값으로 표기하였다. 알루미늄 소재는 표면의 거칠기가 낮기 때문에 접합재와의 체결이 잘 이루어지지 않아 전체적으로 낮은 결과 값이 나타났으며, 해당 문제에 대한 표면처리 연구가 필요해 보인다. 결과적으로 ③폴리올레핀+탄화수소계의 접합재에서 가장 높은 6.84kgf/25mm 접합강도를 확인 할 수 있었다.

향후 위 시험을 기반으로 폴리올레핀+탄화수소계의 접합재로 제작한 알루미늄 제진소재의 성형성의 개선이 이루어졌는가에 대한 추가 연구가 필요해 보인다.

후기

이 연구는 2022년도 산업통산자원부 및 한국산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임('20018735').



Fig 1 Sandwich Structure in Damping-Sheet

Table 1 T-Peel Strength by Bonding materials

구분	①	②	③	④	⑤
공정온도 (°C)	100±5	120±10	115±5	120±5	100±5
공정시간 (sec)	25±5	25±5	25±5	25±5	25±5
평균 접합강도 (kgf/25mm)	3.36	2.1	6.84	1.96	1.84

Al5052 알루미늄 제진판재 마찰교반점용접 조건에 따른 특성 Characteristics with Welding Process in Al5052 Aluminum Vibration Damping Sheet

*김기훈¹, 박시선¹, 김성관¹, 손민수¹, #정영근¹

*G. H. Kim, S. S. Park, S. G. Kim, M. S. Son, #Y. G. Jeoung(nano@pusan.ac.kr)

¹부산대학교 융합학부

Key words : FSSW, Aluminum vibration damping sheet, Pinless tool

1. 서론

최근 자동차 시장에서는 국제적으로 연비 및 배출 가스 규제에 따라 자동차 경량화를 위한 연구활동이 활발하게 이루어지고 있다. 경량화 뿐만 아니라 자동차 모터의 진동, 소음을 감소시켜 승차감 향상을 위해 알루미늄 합금 (Al5052)과 알루미늄 합금(Al5052) 사이에 진동제어재를 도포한 알루미늄 제진 판재에 대한 연구가 진행되고 있으며, 이를 사용한 전기차 모터 커버 개발이 진행되고 있다.

본 연구에서는 알루미늄 제진 판재 두께 1.81mm 두 개의 시편을 사용해 마찰교반점용접에서 용접조건이 접합 강도에 미치는 영향에 대해 연구하고자 한다.

2. 실험장치 및 방법

본 연구에서 사용한 실험 재료는 알루미늄 제진 판재 두께 1.81mm를 가로 125mm, 세로40mm로 절단하였고, 겹침부 30mm 두고 알루미늄 제진 판재를 상,하 판에 위치하여 겹치기 점 용접을 실시하였다. FSW기계를 활용하여 Fig. 1과같이 용접했으며, 용접조건과 틀의 크기는 Table 1에 나타내었다.

3. 실험결과 및 결론

Rotation speed 10000, Plunge speed 10, Plunge depth 3.4, Dwell time 2s에서 전단인장하중 3.37kN으로 가장 높은 값을 나타냈다. Rotation speed가 증가함에 따라

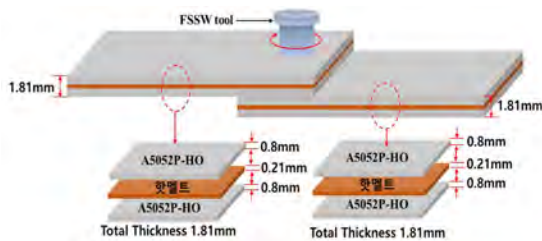


Fig. 1 FSSW Processing

Table 1 Experimental condition of FSSW

Process	Rotational speed(RPM)	9000,10000
	Plunge speed(mm/min)	10
	Plunge depth(mm)	3.3,3.4
	Dwell time(s)	2
Pin Tool	Material	SKD-61
	Shoulder diameter(mm)	14
	Pin diameter(mm)	4
	Pin length (mm)	2

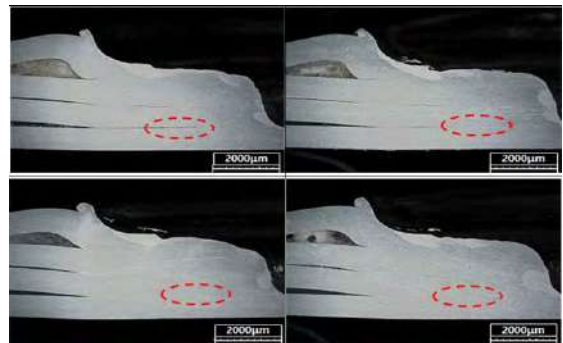


Fig. 2 Form of defect with Plunge depth

제진이 흘러나오는 외부 결함이 감소되었고, Plunge depth가 깊어질수록 전단인장하중은 증가하였다. Plunge depth가 깊어짐에 따라 Hook 형상 변화가 있었고, 이는 용접조건을 통해 Hook 형상 크기를 제어할 수 있으며, 용접 특성을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

후기

이 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 ('20018735').

AL 제진소재를 적용한 충전기 통합 모듈 커버 부품 개발 연구 A Study on Development of Charger Integration Module Cover with AL LSD (Laminated Damping Sheet)

*박준석¹, #김용식¹

*J. S. Park, #Y. S. Kim(dsem@dsem.co.kr)

¹(주)대성엔지니어링

Key words : LSD(Laminated Damping Sheet, ICCU Cover, Press die

1. 서론

본 연구의 목적은 AL 제진 금속 소재를 적용한 자동차 충전기 통합 모듈 커버 부품을 개발하기 위한 것이며, 특히 제진소재의 특성을 파악하고, 최적의 성형 조건을 찾아내어 향후 개발되는 제진소재용 부품에 대한 신뢰도를 향상 시킴에 그 목적이 있다.

2. 시험 방법

본 연구에서는 AL A5020-O 소재를 적용한 제진소재의 물성치를 분석하여 소재 특성을 파악하고, 실제 실험을 통해 제진소재의 전단 및 절곡 특성을 알아 본다. 이런 특성을 설계에 적용하여 실제 금형 완성을 위한 설계도를 완성한다. 이 후 위의 데이터를 활용하여, 가장 최적의 제진소재용 충전기 통합 모듈 커버 금형의 공법을 발견 후, 실제 프레스 금형을 제작 하고, 이를

TRY-OUT 하여 결과를 분석한다. 또한 금형 제작 중 발생하는 크랙이나, 스프링백 등의 문제점을 파악하고, 이를 데이터화 하며, 이후 열처리 및 코팅에서 발생하는 변화의 값도 측정하여 제시하고자 한다.

3. 시험 결과

AL 기반 제진소재에 대한 물성치를 파악하여 성형 해석을 진행 하였다. 이 결과 파단 발생 예상 부위를 특정 할 수 있었다. 이 결과치를 바탕으로 설계 및 선보정을 진행 하였다. 이후 3차례의 T.O를 거쳐 충전기 통합 모듈 커버부품을 제작하였으며, 실제 제품과 성형해석상의 결과를 비교하여 어떠한 차이가 있는지를 파악하기 위해 3D 스캐너를 활용하여 제품을 측정 하였다.

4. 향후 연구방향

AL 제진소재의 물성치를 파악하여 이를 성형해석에 적용하여 비슷한 경향치의 실제 제품을 획득 할 수 있었다. 하지만 그 경향치를 제외한 절대값의 크기 등은 괴리가 있었으므로 이 차이가 발생한 이유에 대한 타당한 논의가 있어야 할 것이다.

또한 향후 AL기반 뿐만 아니라 STEEL기반의 제진 소재를 적용한 엔지니어링 기술 및 금형을 개발 할 예정이며, 덩크로잉 및 비교적 큰 제품의 성형성 또한 평가 할 예정이다.

Table 1 Development Parts Charger Integration Module Cover (Upper/Side)

■ 핫멜트 타입 AL 제진소재 충전기 커버 시제품 개발			
ASS'Y	개발 품목	UPPER PLATE	SIDE PLATE
	이미지		
	공정 내용	공형순서 공정명 DP10 DRAW DP20 TRIM DP30 PIERCE	공형순서 공정명 DP10 DRAW DP20 TRIM DP30 PIERCE

Table 2 Review of application of the research project

■ 핫 멜트 타입의 알루미늄 제진소재 특성을 고려한 연구과제 적용 검토		
최종 검토항목	검토 내용	대응항목
제진소재 침투깊도의 성형성 평가	CUSHION 압력의 조건에 따른 성형성 평가 성형후 소재의 불 부분의 SLIP 현상 평가	PRESS CUSHION 압력 장치 조절 PRESS CUSHION 압력 장치 조절,성형 "R"크기
	"R"상행부 내외측 성형 현상 평가 (인장, 압축 용서, 탈장부 조건)	성형 "R" 크기 확인
HAIP CHIP 발생 원인평가	전단 CLEARANCE 조건변화에 따른 HAIP CHIP 평가 ① 제진소재의 AL, 단질 두께(0.8mm) 기준 적용 ② 제진소재 두께(1.0mm) 기준 적용	공형 구조 적용
	SCRAP CUTTER원시 식입 타이밍 차이에 대한 평가 ① 일반 SCRAP CUTTER 적용 ② BACK TRIM에 의한 60도 각도 SCRAP CUTTER 적용	공형 구조 적용

후기

이 연구는 2022년도 산업통산자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 ('20018735')

Al5052가 적용된 제진판재의 주파수응답함수 분석

Analysis of Frequency Response Function of Al5052 Based Laminated Damping Plate

*김건우¹, #이재욱¹, 이승엽¹, 박소현¹, 구시연¹

#J. W. LeeKim(jaewk@kitech.re.kr)

¹한국생산기술연구원 대경본부

Key words : Frequency Response Function, Impact Test, Laminated Damping Plate, Al5052

1. 서론

Fig. 1에서 보는 바와 같이 본 연구에서 언급하는 알루미늄 제진판재(laminated damping plate)는 Al5052/수지층/Al5052로 구성된 샌드위치 구조이다. 제진판재에 가진력이 작용하면 수지층의 점탄성 거동으로 인해 소산에너지가 발생하게 되며, 이를 통해 진동 및 소음이 감소하게 된다. 본 연구에서는 알루미늄 제진판재의 주파수응답함수를 통해 고유진동수, 고유모드 및 감쇠계수를 확인하고자 한다.

2. 본론

알루미늄 제진소재의 가로 및 세로 길이는 500mm x 275mm이며, 두께는 약 2mm이다. 임팩트 해머(impact hammer)는 105.40mV/lbf의 민감도를 지니는 Dytran의 5800B2T를 활용하였고, 가속도 센서는 102.92mV/g의 민감도를 지니는 Dytran의 3035B를 활용하였다. Fig. 2에는 가진점(driving point)에서 계측된 주파수응답함수가 나타나 있으며, 고유진동수 및 감쇠계수는 Table 1에 정리되어 있다.

3. 결론

본 연구를 통해 알루미늄 제진판재의 가진점에 대한 주파수응답함수를 계측하였으며, 고유진동수 및 감쇠계수를 확인할 수 있었다. 향후 시험결과를 대체할 수 있는 해석모델을 개발하고자 한다.

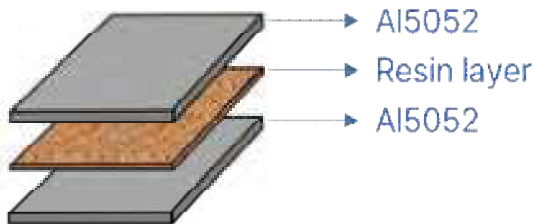


Fig. 1 Structure of laminated damping plate

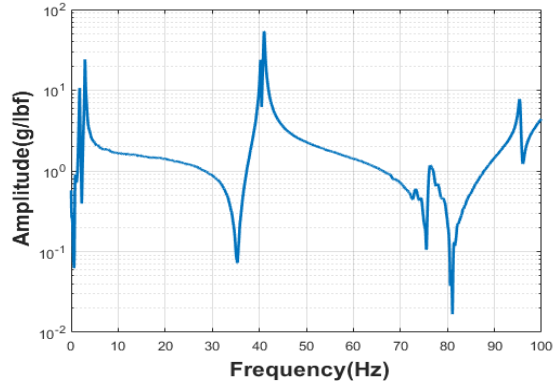


Fig. 2 Frequency response function at the driving point

Table 1 Natural frequency at the driving point

	1st	2nd	3rd
Natural frequency (Hz)	39.7	40.6	94.6

후기

본 연구는 산업통상자원부의 글로벌주력산업품질 대응뿌리기술개발사업 ‘글로벌 시장 진출을 위한 기능성 제진소재(LDS:Laminated Damping Sheet) 활용 전기차 전용 충전기/모터 커버 금형 및 성형기술 개발(과제 번호 20018735)’과제 및 한국생산기술연구원의 기관 주요사업의 지원으로 수행되었음을 밝힙니다.

참고문헌

1. Wang, X., Li, X., Yu, R. P., Ren, J. W., Zhang, Q. C., Zhao, Z. Y., Ni, C. Y., Han, B., Lu, T. J., “Enhanced Vibration and Damping Characteristics of Novel Corrugated Sandwich Panels with Polyurea-Metal Laminate Face Sheets”, Composite Structures, Vol. 251, pp. 112591, 2020.

구두발표

특별세션 OS6

좌장 : 조지승(대구기계부품연구원)

OS6-1

OS6-2

OS6-3

OS6-4

안전보건관리체계의 비대면 구축을 위한 무선통신기술 탑재 실시간 현장 영상과 공기질(AQI) 관제용 무인지상이동로봇(UGV) 개발

Development of an Unmanned Ground Vehicle (UGV) for Real-Time On-Site Video and Air Quality Index (AQI) Control with Wireless Communication Technology for Non-Face-to-Face Surveillance of Safety and Health Management Systems

*.#김영웅¹, 윤병주², 김정수³

*.#Y. W. Kim (khero2002@naver.com)¹, B. J. Yun (bjisyun@ee.knu.ac.kr)²,

J. S. Kim (t110ag8403@ntut.org.tw)³

¹WENS(웬스), ²경북대학교 전자공학부, ³국립타이베이과학기술대학교

Key words : UGV, AQI, Computer Vision, Surveillance

1. 서론

‘중대재해처벌법^[1]’이 시행됨에 따라 공기질 관리에 대해 유해가스 발생 가능성이 존재하는 공장 또는 공사 현장 등의 산업현장에서 ‘안전보건관리체계 구축’이 의무화되었다. 이에 따라 사업주 및 현장 책임자의 현장 위험요인 확인 및 개선이 필요하게 되었다. 하지만, 실제 산업현장에서는 유해가스 중독사고에 대해 위험의 노출이 큰 직접 현장점검 방식을 이용하거나 측정 범위가 제한적인 고정형 센서에 의존하므로, 실시간 현장 위험요인 확인에 한계가 있다. 이에, 실시간으로 현장을 관제할 수 있는 대안으로서 로봇에 컴퓨터 비전을 이용한 비대면 모니터링이 부상하고 있다^[2].

2. 방법

본 관제용 무인지상이동로봇의 경우 Fig. 1과 같이 디자인되었으며, 로봇에 장착된 Fig. 2의 공기질 측정 모듈은 유해가스 5종(이산화탄소, 이산화황, 일산화탄소, 휘발성유기화합물, 황화수소)을 동시 측정할 수 있도록 개발·탑재되었다. 또한, 공기 중에 있는 유해가스의 포집 및 정확한 측정을 위해 흡기 팬을 장착하여 충분한 가스측정 반응시간을 확보하고, 가스농도 추정 알고리즘 내장 설계로, 현장의 공기질을 실시간으로 판단할 수 있도록 하였다. 더불어, 컴퓨터 비전 기술을 통해 현장 작업자의 위험 상황(작업자 쓰러짐 등)을 그림 3과 같이 감지하기 위해 인체 관절 구조인식 알고리즘을 내장 설계한 카메라를 부착하고, 주행 중 진동 최소화 구조를 고려하여 로봇의 구동부를 설계하였다. 순찰 준비된 로봇은 미리 계획된 웨이포인트를 거치며 순찰을 진행한다. 순찰 진행 중 위험 농도의 가스를

감지하거나 위험 상황을 인식하는 경우 Fig. 4의 흐름에 따라 초동 조치 알림을 발송한다.



Fig. 1 3D layout of the UGV body



Fig. 2 the AQI module



Fig. 3 A screenshot of the fall detection

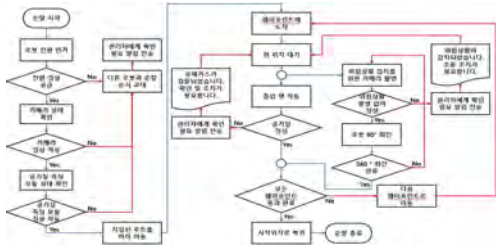


Fig. 4 the UGV mission flow char

3. 결론

본 로봇의 주행 경로에 위험 농도의 가스 분사 및 위험 상황을 연출하였고 로봇이 능동적으로 상황을 감지하여 알람을 발생시키는 것을 확인하였다.

후기

본 관제용 무인지상이동로봇은 산업현장의 비대면 안전보건관리체계 구축의 대안이 될 수 있을 것이다.

이 성과(논문)는 2023년도 대구광역시의 재원으로 (재)대구기계부품연구원의 지원을 받아 수행된 로봇산업 가치사슬 확장 및 상생시스템 구축사업의 연구결과입니다.

참고문헌

1. 법제처. 중대재해처벌법. 국가법령정보센터. 2022. <https://www.law.go.kr/법령/중대재해처벌법>
2. SZREK, Jarosław; JAKUBIAK, Janusz; ZIMROZ, Radoslaw. A mobile robot-based system for automatic inspection of belt conveyors in mining industry. *Energies*, 15(1), 327, 2022.

직렬탄성구동기의 회전형 탄성체 설계

Design of Torsional Spring for Series Elastic Actuator

*이지호¹, 엄희재², #이찬¹

*J. H. Lee¹, H. J. Um², #C. Lee(chanlee@yu.ac.kr)¹

¹영남대학교 로봇공학과, ²아진엑스텍

Key words : Series Elastic Actuator, Elastomer, Robot, Control

1. 서론

모터 기반의 스마트 헬스케어 로봇을 개발하기 위해 힘제어 성능이 뛰어나며 외부환경과 역동적으로 상호작용이 가능한 직렬탄성구동기(이하 SEA)를 적용하고자 한다. SEA는 탄성체, 감속기, 모터의 배치의 변화를 통해 다양한 구조로 설계할 수 있다. 스마트 헬스케어 로봇에 적용하기 위해서는 소형화된 크기와 모듈화된 구조의 SEA를 설계해야 한다. 이를 위해 새로운 구조의 회전형 탄성체를 개발하고자 한다.

2. 탄성체의 특징 및 기본 설계

SEA는 탄성체의 변형량을 활용하여 힘을 정량화하고 제어하는 구조다. 변형량이 큰 탄성체를 사용함으로써, 동일한 힘에 대해 높은 해상도의 힘 측정이 가능해져 SEA의 제어 성능이 향상된다. 이를 위해 높은 변형량을 갖는 물결 형태 구조로 탄성체를 설계하였다.

소형화 및 모듈화를 목표로 하는 SEA 설계를 위해, 탄성체가 감속기와 모터를 둘러싸는 형태의 구조를 채택하였고 각 부품의 크기 차이를 고려하여 탄성체들의 내경을 조절하여 다단 적층 구조를 적용하였다.

3. 실험 및 검증

Fig 1과 같이 탄성체의 물결 구조의 두께(t)와 탄성체의 전체 두께(T) 및 재질을 매개변수로 하여 유한요소해석(Finite Element Analysis, FEM)을 수행하였다. 동일한 힘에 대한 높은 변형량을 얻기 위한 수치를 선택하고, 해당 수치를 실제 탄성체 제작에 반영했다.



Fig. 1 Hollow multi-layered structure

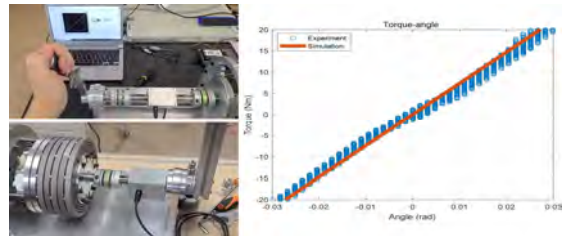


Fig. 2 Experimental verification

실험을 통해 얻은 데이터를 FEM 시뮬레이션 결과와 비교하였을 때 동일한 수치가 나옴을 확인했다.

4. 결론

실험을 통해 해당 탄성체 구조의 유효성을 검증하였으며, 이러한 적응형 구조의 특성으로 결합 방식의 변경을 통해 동일한 탄성체를 활용하여 다양한 강성을 구현할 수 있다. 따라서 중공 적층식 회전형 탄성체 구조를 활용해 소형화 및 모듈화된 SEA를 설계하고자 한다.

후기

이 논문은 2023년도 대구광역시 지원으로 (재)대구 기계부품연구원의 지원을 받아 수행된 로봇산업 가치사슬 확장 및 상생시스템 구축사업의 연구결과입니다.

참고문헌

1. Y. Wang, "A flat torsional spring with corrugated flexible units for series elastic actuators," in Proc. of the 2017 2nd International Conference on Advanced Robotics and Mechatronics (ICARM), pp. 138-143. 2017.
2. T. Kim, "A compact transmitted-force-sensing series elastic actuator with optimized planar torsional spring for exoskeletons," 2021 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM), 2021.

전 방향 주행이 가능한 병원 물류 이송로봇 설계

Design of an Omni-directional Mobile Robot in Hospitals

*장광희¹, 김두호¹, #강태훈^{1,2}

*G. H. Jang¹, D. H. Kim¹, #T. H. Kang(thkang@ziorobot.com)^{1,2}

¹(주)지오로봇, ²대구경북과학기술원 지능형로봇연구부

Key words : Mobile Robot, Autonomous robot, Logistics Service, Omni-directional

1. 서론

최근 물류로봇은 물류센터, 공장물류, 병원, 호텔 등 다양한 분야에 활용되고 있으며, 고령화 추세로 증가하는 실버산업과 생산 인구 감소로 인한 노동력 대체제로서 수요가 지속적으로 증가되고 있다[1].

저출산·고령화에 따른 미래 물류로봇 수요에 대응하기 위해서는 다양한 의료서비스 로봇 개발이 필요하지만, 소형(의약품/검체) 물품이송 중심으로 로봇이 개발되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 병원과 같은 좁은 환경에서 중량물 이송이 가능한 물류로봇을 설계하여, 의료진이 기존 인편 위주의 물류 업무에서 벗어나 환자 진료에 더욱 집중 할 수 있도록 하고자 한다.

2. 병원 물류 이송로봇 설계

본 논문에서는 병원에서 이루어지는 다양한 의료서비스에 필요한 의료물품과 부대장비를 심야에 이송가능한 자동물류이송 서비스로봇을 설계하고자 한다. 좁고 복잡한 병원 환경에서 안전하게 주행이 가능하도록 전 방향 주행이 가능한 메카넘 휠을 사용하였으며, 2차원 거리 인식 라이다 2개와 단거리 측정이 가능한 초음파 센서 8개를 활용하여 주행 시 안전을 확보하고자 하였다. 또한 다양한 물품 및 중량물 이송을 위하여 200kgf 가반하중을 갖도록 로봇 프레임에 설계하였다. Fig 1은 설계한 이송로봇으로 병원물류를 자율주행기술을 활용하여 이송하는 방법을 나타내고 있다.



Fig. 1 Transportation method of hospital logistics



Fig. 2 Detailed design of the proposed mobile robot

SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)기반 자율주행기술 구현을 위하여 라이다 및 초음파, 관성 센서를 포함하도록 설계하였다. Fig. 2는 병원 물류 이송을 위한 상세 설계도를 나타낸다.

3. 결론

본 연구를 통해 개발하고자 하는 병원 물류로봇은 사람이 많고 좁은 환경에서도 중량물 이송이 가능하여 의료진의 노동강도 저감과 함께 다양한 의료 현장에 가치를 창출할 것으로 기대된다.

후기

이 성과(논문)는 2023년도 대구광역시 재원으로 (재)대구기계부품연구원의 지원을 받아 수행된 로봇산업 가치사슬 확장 및 상생시스템 구축사업의 연구결과입니다.

참고문헌

1. 김경훈, 김재홍, 최영호, “물류로봇 기술동향 및 향후전망,” KEIT PD Issue Report, KEIT, 2017.

순찰 로봇을 위한 행동 인식

Action Recognition for Robot Surveillance

*엘나가르아흐메드파크리¹, 배완기¹, 이상현¹, 이장훈¹, 황윤호¹, 하민세², 정훈³, 조선명³, 최진³, #이종택¹

*A. F. Elnaggar¹, #J. T. Lee(jongtaeklee@knu.ac.kr)¹
¹경북대학교 컴퓨터학부, ²경북대학교 전자공학과, ³(주)모빈

Key words : Action Recognition, Robot Surveillance, Object Detection, Object Tracking

1. Introduction

Recent progress in robotics has broadened the scope of autonomous patrol robots, enabling their operation both indoors and outdoors. Despite the potential displayed by deep learning methods in thwarting criminal activities, numerous action recognition models fall short when it comes to identifying surveillance-related behaviors. This study initially demonstrates action recognition via human detection and tracking methods, followed by an assessment of the limitations of the general action recognition (GAR) models. Subsequently, a glimpse into our current advancements and future plans will be provided.

2. Methods

The study employed the ArduCam USB Global Shutter 1MP OV9281 camera, known for its 120fps support and global shutter, minimizing blurring. For human detection and tracking, we have utilized the YOLOv8 open-source model, with designated regions of interest for identifying invasion and wandering, two of the most apparent surveillance actions. Invasion is defined as the presence of a person in a specified area, the one highlighted by a green dotted line in Figure 1, while wandering refers to a person's presence for over 10 seconds in that area. Action recognition results of invasion and wandering are displayed in Figure 1 (a) and (b), respectively. In addition to the YOLOv8 model, we trained the PoseC3D^[1] GAR model on the HMDB51 dataset^[2] to classify these specific actions, with the results displayed in Figure 1 (c) and (d).

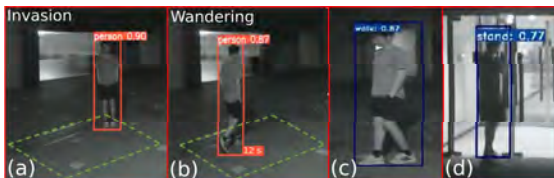


Fig. 1 Results of Action recognition in surveillance.

3. Challenges and Future Work

One of the main challenges for action recognition in robot surveillance is the mismatch between general action recognition and the need to identify illicit activities. GAR models classify wandering and invasion as walking and standing, which is insufficient to robot-surveillance context. To address this gap, we are in the progress of developing a context-specific deep learning model capable of identifying illicit actions. Also, we are investigating an approach that treats illegal activities as anomalies, aiming to utilize an anomaly detection model to address the challenges associated with GAR models.

후기

이 성과(논문)는 2023년도 대구광역시 재원으로 (재)대구기계부품연구원의 지원을 받아 수행된 로봇 산업 가치사슬 확장 및 상생시스템 구축사업의 연구 결과입니다.

참고문헌

1. Duan, H., et. al. "Revisiting skeleton-based action recognition", IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 2969-2978, 2022.
2. Kuehne, H., et. al. "HMDB: A large video database for human motion recognition", International Conference on Computer Vision, pp. 2556-2563, 2011.

구두발표

특별세션 OS7

좌장 : 이인성(한국섬유기계융합연구원)

OS7-1

OS7-2

OS7-3

OS7-4

OS7-5

OS7-6

OS7-7

OS7-8

도장로봇의 리프트 제어를 위한 제어기 설계

Controller Design for Lift Control of Painting Robots

*이대희¹, #박운환²

*D. H. Lee¹(dhlee@kotmi.re.kr), #W. H. Park(uhpark@kotmi.re.kr)²

¹한국섬유기계융합연구원 스마트제조연구센터, ²한국섬유기계융합연구원 스마트생산연구본부

Key words : Painting robot, Robot control system, Lift controller, Indoor painting

1. 서론

도장 작업은 위험하고 불쾌한 환경에서 반복적으로 수행하는 대표적인 고난도 작업으로 비계를 발판으로 하여 작업시 잠재적 추락 안전사고가 내재되어 있으며 작업의 안전성을 위해 로봇 기술을 이용하여 작업 자동화가 필요하다. 본 연구에서는 자율 도장 로봇에서 도장 부분을 직접 담당하는 리프트의 제어를 위한 제어기를 설계 및 제작하고 제어기 명령에 따라 리프트가 제어가 수행되는지 확인하였다.

2. 리프트 제어기 전장 설계



Fig. 1 Lift control board

Table 1 The specification of lift control board

MCU	ATmega2560
I/O	Output : Relay x6/Input : Optocouplerx4
전원출력	DC5V x1 / DC12Vx1
통신	RS232 x1 (Debug) / RS485x2

도장 로봇의 리프트 제어를 위해 Fig 1과 같이 제어 보드를 설계하였다. Main MCU는 ATmega2560을 사용하여 설계하였다. I/O 포트의 Output은 릴레이 6개 Input은 Optocoupler 4개를 사용하여 설계 하였다. 통신 방식은 RS232 및 RS485를 사용하여 통신 프로그램과 연결 되도록 하였다.

3. 제작 및 시험

제작된 리프트 제어 보드를 이용하여 리프트 시스

템 성능시험 Fig. 2와 같이 하였다. 높이 자동 제어 모드를 이용하여 0~5m 높이까지 리프트를 1m 간격으로 상승/하강하도록 시험하였다. 시험 결과 테이블 2와 같이 상승/하강 오차가 발생하였다.

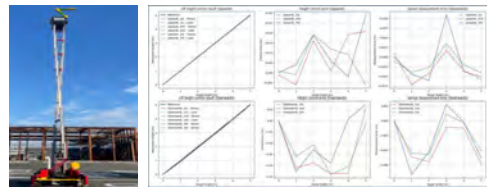


Fig. 2 Lift control board

Table 2 The Test result

상승시험	센서1 측정값	레이저 측정값	상승오차
0 m	0 m	0 m	0 m
하강시험	센서1 측정값	레이저 측정값	하강오차
5 m	5.0151 m	5.022 m	-0.022 m

4. 결론

본 논문에서는 도장로봇의 리프트 제어를 위한 제어기 보드를 설계하고 제작 및 시험하였다. 시험 결과 상승 오차 0m, 하강 오차 -0.022m로 양호하게 작동하여 실제 도장로봇의 리프트 제어 기술로 활용 가능하며 자율주행 부분과 연동한다면 자동 제어 모듈로 활용 가능할 것이다.

후기

본 논문은 한국산업기술평가관리원 로봇산업핵심기술개발사업 ‘벽체 천장 등 실내 고소 도장로봇 기술개발’ 과제번호 ‘20014400’의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 김충근, 김은수, 신재욱, 박범용.(2021). 손동작을 이용한 실시간 로봇 팔 제어 임베디드 시스템. 한국정보기술학회논문지, 19(11), 45-53.

CMP 슬러리 여과용 필터 기공 크기 제어 기술

Filter Pore Size Control Technology for CMP Slurry Filtration

*채효정¹

*H. J. chae(jungdl79@kotmi..re.kr)

¹한국섬유기계융합연구원

Key words : CMP (chemical mechanical polishing, planarization), nano fiber, meltblown, multilayer, filter

1. 서론

CMP 공정에서 연마제로 사용하는 슬러리(slurry) 내에 함유되어 있는 파티클(Particle) 크기가 약 1 μ m 이상으로 CMP 공정 시 웨이퍼 표면에 미세 스크래치들을 발생시키며, 파티클(Particle)들이 슬러리(slurry) 공급라인 내에서 쉽게 응고되어 매우 큰 덩어리 파티클(Particle)들을 형성하여 반도체 소자에 심각한 영향을 미친다. 슬러리(slurry)에 포함된 1 μ m 이상급 거대입자(Large Particle) 또는 화합 물질이나 겔(Gel) 등을 제거하기 위한 기공크기 제어기술이 필요하다.

필터 기공 크기 제어기술은 부직포 적층, 열처리 공정, 나노 섬유와 부직포 적층 방식이 있으며, 부직포 적층과 열처리 공정을 통한 기공제어는 일반적인 방식이다

본 연구에서는 부직포 적층수에 따른 기공 크기 확인과 나노 섬유 효율과 섬도에 따른 특성을 확인하고, 멜트 블로운 부직포와 나노섬유, 열접착 필름을 적층하여 기공 크기를 제어하였으며, 기공 크기에 따른 CMP 슬러리 여과용 필터의 성능을 평가하고자 한다.

2. 실험

멜트 블로운 부직포 적층수 증가에 따른 기공크기 제어, 나노섬유 섬도에 따른 기공크기 제어, 나노섬유 효율에 따른 기공크기 제어, 멜트 블로운 부직포와 나노 섬유 적층에 따른 기공크기 제어에 따른 기공 크기를 확인하였고, Fig 1을 최적화하였다.

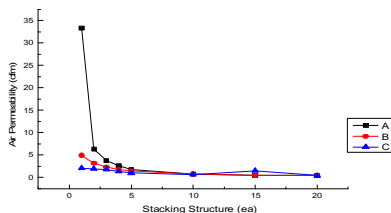


Fig. 1 Air permeability as the number of layers increases

- A: 멜트 블로운 부직포 적층에 따른 공기투과도
- B: 멜트 블로운 부직포와 나노섬유 적층에 따른 공기투과도
- C: 멜트 블로운 부직포와 나노섬유, 접착필름 적층에 따른 공기투과도

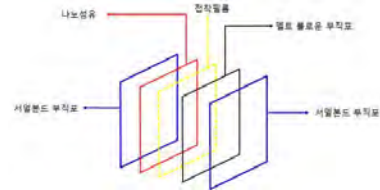


Fig. 2 Structure of filter for CMP slurry filtration

3. 결론

나노섬유는 효율로 제어하는 것이 섬도로 제어하는 것보다 섬도가 더 세섬화되며 기공 크기가 더 작다. 나노섬유의 기공 크기가 작으면 표면적이 넓어지고 공기 투과도가 증가하고, 차압은 낮아지고 효율은 증가한다. 멜트 블로운 부직포를 적층할수록 공기 투과도가 감소되고, 기공 크기도 작아진다.

열처리 온도가 높아지고 압력이 높아지면 공기 투과도는 감소하고 기공 크기가 작아진다. 멜트 블로운 부직포 3Layer에 멜트 블로운 부직포 1Layer을 적층하는 것 보다 멜트 블로운 부직포 3Layer에 나노섬유 1Layer을 적층하는 것이 기공 크기가 더 작아지는 것을 확인하였다.

멜트 블로운 부직포와 나노섬유 사이에 접착 필름 1Layer을 적층하면 기공 크기가 더 작아지는 것을 확인하였는데, 접착 필름이 열에 용융되면서 나노섬유 표면층에 코팅 역할을 하는 것으로 사료된다.

Table 1 Pore size according to stacking

구분	공기 투과도 (cfm)	기공 크기 (μ m)
MB 부직포 3Layer	3.700	6.5
MB 부직포 3Layer + 나노섬유 99%	1.730	0.98
MB 부직포 3Layer + 나노섬유 99% + 접착 필름	1.310	0.68
T/B 부직포 + MB 부직포 3Layer + 나노섬유 효율 99% + 접착필름 + T/B 부직포	1.300	0.65

후기

본 논문은 2021년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임.(20016326, 2021 차세대지능형 반도체기술개발사업)

전기차 주행 조건별 실험에 따른 모터 주파수별 소음 분석

Analysis of EV Motor Noise Frequency according to Electric Vehicle Driving Test by condition

*# 조성진¹, 박창석², 유채정³

*S. J. Cho(sjcho@kotmi.re.kr)¹, C. S. Park(floorcarpet@naver.com)²,
C. J. Yoo(cjyoo.ch@triver.co.kr)³

¹한국섬유기계융합연구원 스마트제조연구센터, ²원풍물산(주), ³(주)청하

Key words : Electric-vehicle, Motor noise, Frequency, Proving Ground

1. 서론

최근 전기차 보급 확산이 증대됨에 따라 전기차 NVH 성능 중 특히 내연기관에서 볼 수 없던 전기적 노이즈인 고주파수 영역대의 소음저감에 대한 요구 수준이 급격하게 높아지고 있다. 이를 해결하기 위해 전기차의 내부 구조, 제품 등 다양한 연구개발이 진행되고 있지만, 그중 소비자에게 직접적으로 노출되는 소재적 관점에서도 고주파수 저감용 내장재 개발은 필수적이다. 본 연구에서는 EV용 고주파 모터 소음 저감용 대쉬 소재 및 부품을 개발하기 위해 선행적으로 전기차 조건별 주행 실험에 따른 모터의 주파수별 소음 분석을 수행하였다. 또한, 모터의 핵심 주파수별 소음을 추출하여 개발 소재별 고주파 소음저감을 위한 EV 모터 소음실을 구축하였다.

2. 본론

전기차 조건별 주행 실험을 위해 Fig. 1과 같이 EV 차량과 차량 하단부 모터 부근에 microphone을 장착하였다. 주행 조건별 실험에 따라 모터 소음원을 측정하였고 음향 분석 프로그램을 통해 고주파수 영역대의 소음을 분석하였다.

2.1 조건별 주행 실험

Table 1에 나타난 주행 조건과 같이 EV 주행 조건은 정속주행과 가속주행으로 나누어 진행하였다. 정속주행 조건으로는 일반적으로 주행 구간인 80km/h, 100km/h, 120km/h, 130km/h로 진행하였으며, 가속의 경우 80-130km/h로 가속되는 조건으로 진행하였다.

2.2 소음 측정 장비

주행 조건에 따른 시험을 위해 사용된 소음측정 센서의 경우 1/2인치 자유음장형 마이크로폰과 DAQ(Data Acquisition) 장비 및 음향 분석 프로그램을 활용하여 주행 조건별 소음원을 취득 및 분석하였다.



Fig. 1 The Test Car(left), Position of microphone(right)

Table 1 The Conditions of Driving

	EV Driving condition
Constant[km/h]	80, 100, 120, 130
Acceleration[km/h]	80-130

3. 결론

EV용 고주파 모터 소음 저감용 대쉬 소재 및 부품을 개발하기 위해 전기차 조건별 주행 실험에 따른 모터의 주파수별 소음을 분석하였다. 자동차에서 사용되는 EV용 모터 소음의 고주파수 영역대를 고려하여 5,000hz 이상의 주파수 영역대에서 분석을 진행하였고 그 결과 정속조건인 120km/h 주행속도에서 고주파수인 약 7,000~7,500hz 영역내에서 많은 공진음이 발생하는 것을 확인 및 분석하였다. 또한, 정속주행인 120km/h 및 가속주행인 80-130km/h 소음원을 추출하여 EV 모터 소음실 구축을 진행하여 고주파수 저감용 소재 성능을 검증할 예정이다.

후기

본 논문은 2023년도 정부(중소벤처기업부)의 재원으로 중소기업기술정보진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임.(RS-2023-00219567, 2023 중소기업기술혁신개발사업 소부장전략)

CFRP 재활용을 위한 원통형 고주파 유도가열 시스템 적용

Application of Cylindrical High-frequency Induction Heating System for CFRP recycling

*김세종¹, #천진실¹, 나원진²

*S. J. Kim¹, #J. S. Cheon(jscheon@kotmi.re.kr)¹

¹한국섬유기계융합연구원, ²한국과학기술연구원

Key words : CFRP, Induction heating, Simulation, Recycling

1. 서론

탄소 섬유 강화 플라스틱 (CFRP)은 그 뛰어난 강도와 경량 특성으로 항공우주, 자동차, 건설 등 다양한 산업 분야에서 주목받는 소재로 사용되고 있다. 그러나 이러한 성장에 따른 CFRP의 폐기물 증가는 전 세계적으로 환경적인 부담을 증대시키고 있다. 이에 따라, CFRP의 효율적인 재활용 방법의 중요성이 대두되고 있는 가운데, 유도가열을 활용한 방식이 제안되었다. 이 방법은 탄소 섬유가 전도성을 띠고 있는 것에 기반하여 유도가열을 통해 열을 가함으로써 CFRP를 분리하는 원리를 적용한다. 본 연구에서는 이러한 유도가열 방식의 효과와 가능성을 시뮬레이션 및 실험을 통해 검증하고자 한다.

2. 고주파 유도가열 시스템

고주파 유도가열 시스템은 고주파의 교류 전류가 코일을 통해 흐를 때, 주변에 변화하는 자기장이 생성된다. 이 변화로 인하여 자기장은 CFRP 내의 탄소 섬유에 유도전류(Eddy current)를 생성하게 되며, 탄소 섬유는 전기적 저항에 의해, 전류와의 상호 작용으로 열이 발생하게 된다. 이러한 원리를 이용하여, 고주파 유도가열 시스템을 활용해 효율적으로 CFRP를 재활용 할 수 있도록 시스템을 설계하고자 한다.

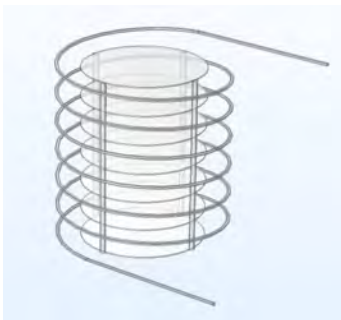


Fig. 1 3D modeling of induction heating

이를 위해 전자기-열전달 연동 해석을 이용하여 고주파 유도가열 시스템의 시뮬레이션을 구현하였으며, CFRP의 온도 변화를 예측하였다. Fig. 1은 원통형 고주파 유도가열 시스템이며, 원형의 CFRP 판을 지그(JIG)에 고정시켜 CFRP의 높이에 따라 온도변화를 분석하여 효율적으로 가열이 되는 위치 도출하고자 한다.

3. 고주파 유도가열 시스템 실험

고주파 유도가열 시스템의 시뮬레이션을 통해 설계에 반영하여 Fig. 2와 같이 시뮬레이션 환경과 유사한 시제품 제작하였으며, 유도가열 시스템을 통해 CFRP의 가열을 수행하였으며 열화상 카메라를 이용하여 온도 변화를 관찰하고 시뮬레이션 결과와 비교하였다.

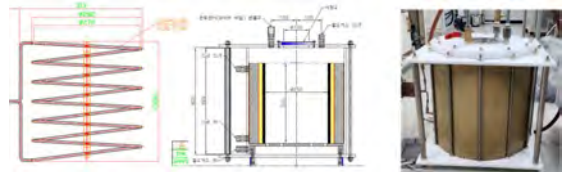


Fig. 2 High-frequency induction heating system

3. 결론

본 논문에서는 CFRP의 재활용 방법으로 고주파 유도가열 시스템을 활용하였으며, 전자기-열전달 시뮬레이션을 통한 코일의 형상 설계와 실험을 통해 비교 분석을 수행하였다. 추후 코일의 형상에 따른 CFRP의 온도변화를 분석하여 고품질의 rCF 생산을 위한 설계를 수행할 예정이다.

후기

This work was supported by the Korea Textile Machinery Convergence Research Institutional Program (No.PLA0120230057)

친환경 E-모빌리티용(PBV/MPV) 플랫폼 플로어의 단일 소재 흡음 최적 조건 연구

Study of Sound Absorption Optimization to the Single Material for Eco-Friendly E-Mobility (PBV/MPV) Flat Floor

*이하빈¹, #조성진¹, 황수웅²

*H. B. Lee(hblee@kotmi.re.kr)¹, #S. J. Cho(sjcho@kotmi.re.kr)¹, S. W. Hwang(sw@moodng.com)²

¹한국섬유기계융합연구원 스마트제조연구센터, ²(주)무등기업평동 기술연구소

Key words : Eco-Friendly, E-Mobility, Flat Floor, Sound absorption

1. 서론

E-모빌리티 수요의 증가에 따라 기존 바닥재와 다른 새로운 개념의 바닥재 개발이 요구되고 있으며, 다양한 요구 조건 중 친환경 소재를 활용한 경량, 고효율 흡음 성능이 확보된 평평한 바닥재 개발이 크게 요구되고 있다.

본 연구에서는 Fig. 1의 총 4 layer 중 1차년도 개발 목표 대상인 2종류의 층에 대해서 최적설계를 진행하였으며, 최적설계 대상인 Fig. 1의 구성요소로는 TPS 복합소재, PET Foam과 고강성 Felt의 3-layer 구조를 가진 고강성/흡음 FELT로 구성되었다. 각 단일 층의 최적화 조건 도출을 위해 관내법, Phi-X, Foam-X의 연구장비 및 단층 흡음최적시뮬레이션을 활용하여 두께에 따른 소재 흡음 성능 분석 및 최적화를 검증하였다.



Fig. 1 Constituent layers of the Flat Floor

2. 본론

각 소재에 대하여 2.1~2.3 과정인 흡음최적설계 프로세스에 따라 단일 소재별 흡음최적 조건을 도출하였다.

2.1 관내법

음향 소재의 고/저주파수 관을 이용하여 흡음률을 측정하는 방법으로 저주파 영역 중 Cavity depth를 통한 핵심적인 음향계수 데이터를 확보하는 프로세스이다.

2.2 Phi-X

소재 흡음최적설계에 활용할 수 있도록 재료의 음

향학적 특성 값(Bulk density, Porosity)을 도출해내는 방법이다. 각 소재별 1-Layer, 2-Layer, 3-Layer까지 적층하여 총 7번의 test를 진행하였으며, Phi-X에서 도출된 소재의 음향적 특성 값은 Table 1과 같다.

Table 1 The result of Phi-X (characteristic value)

	Thickness (mm)	Diameter (mm)	Bulk density (kg/m ³)	Open porosity (-)
TPS	2.2	99.5	586.83	0.427
PET Foam	10	99	81.73	0.951
고강성 Felt	2.5	99.5	155.17	0.892

2.3 Foam-X

Foam-X는 단층 흡음 성능을 예측할 수 있는 시뮬레이션 프로그램으로 각 소재별 흡음성능 최적점을 도출하기 위해 두께를 변경하며 시뮬레이션을 진행한 결과, TPS, PET FOAM, 고강성 Felt의 최적 두께는 각각 2.5mm, 15mm, 5mm로 도출되었다.

도출된 두께로 소재를 제작 후 시험한 결과, 단층 흡음 성능 예측시뮬레이션과의 흡음 성능이 비슷한 것을 확인할 수 있었다.

3. 결론

단층 흡음최적화 설계에 대한 연구 및 성능 검증을 도출하였으며 추후 다층 구조에 대한 NOVA 프로그램으로 최종 플랫폼플로어의 최적설계 실험을 진행할 예정이다.

후기

본 논문은 2023년도 정부(중소벤처기업부)의 재원으로 중소기업기술정보진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00218249, 2023 중소기업기술혁신개발사업 소부장전략).

용융전기방사공정을 통한 나노섬유 제조를 위한 건조공정 최적화 Optimization of Drying Process for Nanofiber Manufacturing through Melt Electrospinning Process

*이인성¹, 채효정¹

*I. S. LEE¹(islee@kotmi.re.kr)

¹한국섬유기계융합연구원

Key words : nano fiber, melt electrospinning, heating condition, cooling condition

1. 서론

용융전기 방사 공정으로 제조되는 나노섬유의 방사 공정의 공정조건은 나노섬유 섬도의 균제도에 영향을 미친다. 나노섬유 섬도의 균제도는 노즐부에서 권취부까지의 온도 및 거리 조절이 중요하다.

본 연구에서는 균일한 나노섬유 제조를 위하여 노즐부의 히팅온도와 권취부까지의 냉각온도를 통하여 방사거리를 최적화 하고자 한다.

2. 실험

직경 0.0008mm(800nm)의 나노섬유가 38mm/s의 속도로 낙하 시 Heating과 Cooling에 대한 해석을 진행하였다. Heating 해석 조건은 나노섬유 초기 온도 160°C에서 170°C Air Heating 영역으로 분사하였고, Cooling 해석 조건은 나노 섬유 초기 온도 170°C에서 10°C Air Cooling영역으로 분사하였다.

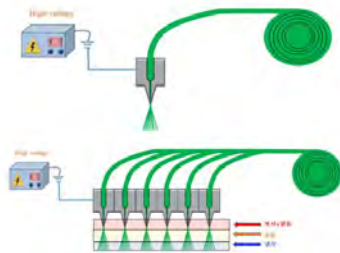


Fig. 1 Analysis target for nano fiber manufacturing

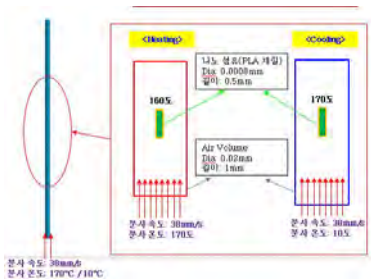


Fig. 2 Analysis conditions for nano fiber manufacturing

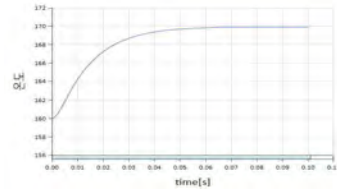


Fig. 3 Nano fiber temperature change according to heating

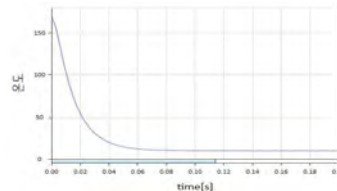


Fig. 4 Nano fiber temperature change according to cooling

Table 1 MaterialProperty

	PLA(L105)	Air
Specific Heat(J/kg[T])	1535	1006
Density(kg/m3)	1240.0	1.18
Conductivity(W/m[T])	0.189	0.0242

3. 결론

나노섬유가 노즐에서 분사 후 섬유 온도가 즉각적으로 상승하며, 약 0.06초 만에 섬유 온도 169.8°C로 상승 섬유가 약 170°C의 온도를 유지하기 위해서는 Heating 구간을 2.28mm 이상으로 설정하여 나노섬유의 온도를 유지할 수 있다. 나노 섬유가 노즐에서 분사 후 섬유 온도가 즉각적으로 하강하며, 약 0.10초 만에 섬유 온도 10.1°C로 하강 Cooling 구간 3.80mm를 지나는 구간에서는 섬유가 약 10°C의 온도를 유지할 수 있을 것으로 보인다.

후기

본 논문은 2021년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술평가관리원의 지원을 받아 수행된 연구임(20017630, 2021 소재부품기술개발사업).

진공 염료전이 공정방법을 이용한 섬유 염색 최적 조건 연구

Research on Optimal Conditions for Textile dyeing using Vacuum Dye Transfer Process Method

*이청환¹, 박치균²

*C. H. Lee(chlee@kotmi.re.kr)¹, C. K. Park(ckpark@asems.com)²

¹한국섬유기계융합연구원 스마트제조연구센터, ²(주)아셈스

Key words : Eco-Friendly, Textile dyeing, Waterless

1. 서론

최근 전 세계적으로 환경오염과 지구온난화에 따른 기상이변으로 인한 피해가 커지고 있는 가운데 이를 방지하기 위한 친환경 생산기술이 최대의 관심사로 떠오르고 있다.

섬유분야에서는 특히, 오염폐수가 가장 많이 발생하는 현재의 염색공정을 친환경 공정으로 전환하기 위해 많은 방법이 연구되고 있다.

본 연구에서는 친환경염색방법인 진공상태에서 염료가 실로 전이하는 무수염색공정의 공정조건에 따른 염색상태를 확인하고 실제 생산에 맞는 최적조건을 확인하기 위해 실험을 진행하였다.

2. 본론

실험 시 변수를 줄이기 위해 진공조건은 3mmbar로 고정하였으며, 염색 대상인 실은 종류는 DTY, 섬유의 굵기는 150Denier, 실의 양은 150g으로 염료색상은 검은색으로 고정하여 실험을 진행하였다.

본 실험에서 보고자하는 주요인자는 온도와 가열시간으로 온도는 150~250℃, 가열시간은 3000~9500sec 사이에서 실험을 진행하였다.

실패 사례의 경우, Fig 2와 같이 표면에 염료가 균일하게 전이되지 않았거나 Reel에 가까워 질수록 염료전이가 원활히 되지않아 색차가 발생하는 경우 실패 사례로 판단하였다.

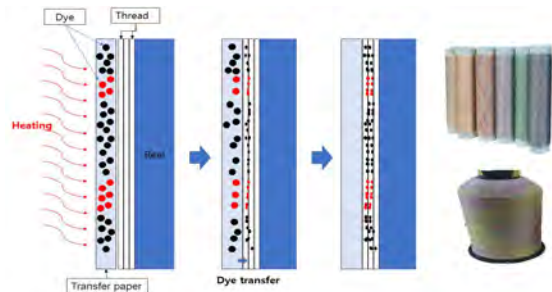


Fig. 1 Schematic diagram of dye transfer process



Fig. 2 Fiber dyeing failure case

Fig 3은 실험 결과를 조건에 따라 성공과 실패로 분류하여 그래프로 나타낸 것이다.

그 결과, 가열온도는 180~210℃, 가열시간은 온도에 따라 차이가 있었지만 5000~7000sec 이상의 가열시간이 필요한 것으로 나타났다.

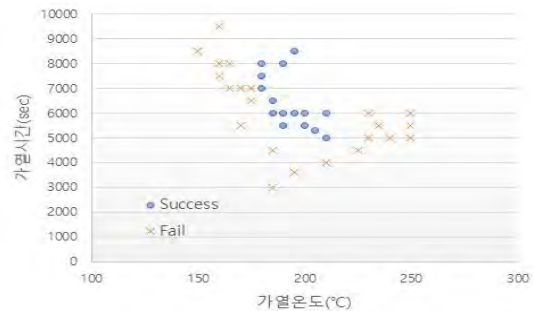


Fig. 3 Textile dyeing experiment result graph

3. 결론

가열온도가 높을수록 요구되는 가열시간이 줄어드는 것을 확인하였으며, 가열온도 220℃, 가열시간 5000sec가 생산속도를 고려하였을 때, 유리할 것으로 보여진다.

후기

본 논문은 2023년도 정부(산업부)의 재원으로 한국 산업기술평가관리원의 지원을 받아 수행된 연구임 (RS-2023-00246529, 2023 산업연계형저탄소공정전환 핵심기술개발(R&D)).

의료용 중공사 제조를 위한 방사 공정 조건 최적화에 관한연구 Study on Optimization of Spinning Process Conditions for Manufacturing Medical Hollow Fibers

*채효정

*H. J. chae(jungdl79@kotmi..re.kr)

한국섬유기계융합연구원

Key words : Medical Hollow Fiber, Double Nozzle. Polymer, Polysulfone

1. 서론

의료용 중공사 제조공정 기술에서 가장 중요한 핵심기술은 균일한 다발의 의료용 중공사를 제조하는 중공사 노즐 설계기술이다. 의료용 중공사 노즐은 이중 노즐형태이며, 200마이크로의 중공사 제조를 위해서는 방사 공정이 중요하다. 본 논문에서는 설계된 이중노즐에서 고분자가 용융되어 중공사 제조공정에 관한 연구를 하고자 한다.

2. 해석 모델 정의

의료용 중공사 제조를 위한 고분자의 밀도와 공급량에 따른 분사속도 및 중공사의 형상을 확인하고자 한다.

3. 결론

Air 분사속도는 600mm/s, 온도 70℃에서 0.2mm의 중공사가 안정적으로 제조되는 것을 확인하였다.

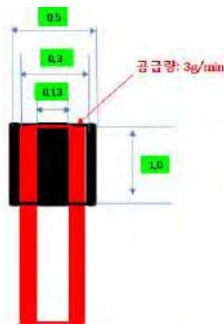


Fig. 1 Hollow fiber injection analysis under given conditions using hollow fiber injection nozzle tips

Table 1 Material Property

	PSF (Polysulfone)	Air
Specific Heat(J/kg[T])	1130	1006
Density(kg/m ³)	1240.0	1.18
Conductivity(W/m[T])	0.16	0.0242

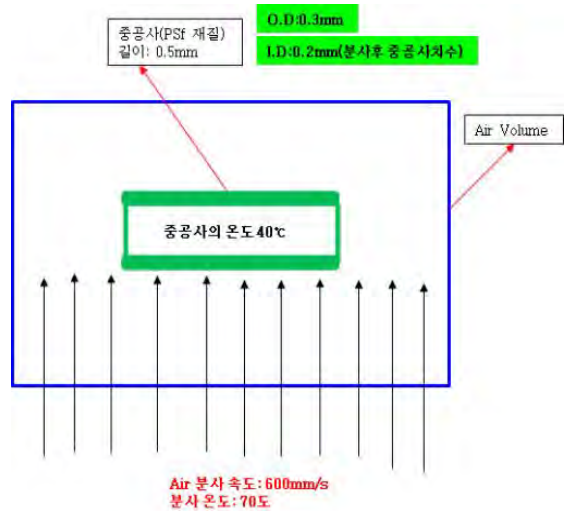


Fig. 2 Temperature analysis of hollow fiber according to air injection speed/temperature

후기

본 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술평가관리원의 지원을 받아 수행된 연구임(20024291, 2023 소재부품기술개발사업).

구두발표

특별세션 OS8

좌장 : 장원석(한국기계연구원)

OS8-1

OS8-2

OS8-3

OS8-4

OS8-5

OS8-6

OS8-7

Ge-Ga-Te 칼코지나이드 유리의 열화상 결상 광학계 적용성 평가

Assessment of Applicability of Ge-Ga-Te Chalcogenide Glasses for Use as Thermal Imaging Optics Components

윤일정, 김현, *#최용규

Il Jung Yoon, Hyun Kim, *#Yong Gyu Choi(ygchoi@kau.ac.kr)

한국항공대학교 신소재공학과

Key words: Thermal camera, Chalcogenide glass, Imaging lens, Wafer-level molding

1. 서론

‘야간시야 확보를 위한 고투과, 고굴절 및 고강성 특성을 가지는 저비용 광학소재’는 국가전략기술 기반 100대 미래소재에 포함되어 있으며[1], 이는 곧 열화상 카메라에서 핵심적인 역할을 수행하는 결상광학용 광학소재의 중요성을 의미함과 동시에 해당 광학소재가 향후 갖춰야 할 요구조건을 함축적으로 표현하고 있다. 기존 상용 광학소재는 단결정 Ge, 다결정 ZnSe와 같은 결정질 소재와 일부 조성에 국한된 Ge-Sb-Se 및 As-Se 계열 칼코지나이드 유리소재로 국한된다. 대표적인 결정질 소재인 Ge는 고굴절 특성을 가지나 무겁고 비쌀뿐더러 무역전쟁의 주요 대상이 된 상황이다. 또한, 적외선 투과도를 나타내는 고분자소재가 최근에 연구되고 있으나, 해당 소재는 태생적으로 결정질/비정질 무기소재 대비 투과도, 굴절률 및 강성이 낮으며 고품위 벌크 형태의 합성 여부가 검증되지 않은 상황이다. 고분자소재에 대한 연구가 관심을 끄는 주된 이유는 역설적으로 칼코지나이드 유리소재의 경쟁력이 아직 확실하게 검증되지 않았기 때문이다. 즉, 기존 상용 칼코지나이드 유리소재와 비교하여 물성이 현저히 개선된 조성이 확보되면 해당 분야의 게임 체인저가 될 수 있을 것이다.

2. Ge-Ga-Te 유리

신조성 칼코지나이드 유리소재의 개발에 있어 1) 고굴절/저분산, 2) 환경친화적 조성, 3) 저가 성분, 4) 몰딩공정 적합성 조건에 대한 부합 여부를 확인하는 것은 매우 중요하다[2]. Ge-Ga-Te 계열의 칼코지나이드 유리는 8~12 μm 대역에서의 굴절률이 ~3.4 수준으로 단결정 Si 소재의 굴절률과 유사하다[3]. 이러한 초고굴절 특성은 Se 성분이 배제되고 오직 Te 성분만이 추가되어 유리상을 형성하기 때문이며, 유리전이 온도 및 결정화온도와 같은 열 특성 온도가 몰딩공정에 적합한 수준임이 확인되었다. 비록 조성 중에 Ge

성분을 포함하기 때문에 출발물질의 가격 및 수급 측면에서 약점을 가짐에도 불구하고 매력적인 굴절률 및 분산 특성을 나타낸다는 측면에서 진지한 고려 대상이 된다.

3. 결론

본 발표에서는 삼성분계 Ge-Ga-Te 유리의 제반 물성과 함께 추가적으로 조성이 제어된 사성분계 Ge-Ga-Te-X 유리의 열적/기계적/광학적 특성을 소개하며, 이를 바탕으로 Ge 함유 텔루라이드 유리의 열화상 결상 광학계 적용 가능성을 논의한다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단을 통한 기초과학연구사업의 지원을 받아 수행되었다(2020M3D1A2101797).

참고문헌

1. <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?mId=113&mPid=238&bbsSeqNo=94&nnttSeqNo=3182850>
2. Choi, Y. G., “Exploiting Unique Properties of Chalcogenide Glass for Practical Applications”, IYOG 2022 Closing Conference, Dec. 7-8, 2022, Tokyo, Japan.
3. Blanc, W., et al., “The past, present and future of photonic glasses: A review in homage to the United Nations International Year of Glass 2022”, Prog. Mater. Sci., Vol. 134, p. 101084, 2023.

비정질 탄소 몰드를 이용한 직경 50mm 급 칼코게나이드 웨이퍼레벨 렌즈 어레이 제작

Fabrication of 50mm diameter Wafer Level Chalcogenide Lens Array using Amorphous Carbon Mold

*김흥민¹, 안수호¹, 김영규², Muzahir Ali², #김석민^{2,3}

*H. Kim¹, S. Ahn¹, Y. Kim², M. Ali², #S. Kim^{2,3}(smkim@cau.ac.kr)

¹(주)굿피앤씨, ²중앙대학교 컴퓨터공학과, ³중앙대학교 기계공학과

Key words : Wafer level lens array, Chalcogenide glass, Amorphous Carbon mold, Carbonization

1. 서론

다양한 분야에서 적외선 카메라에 대한 수요가 증가하고 있으며, 적외선 카메라 렌즈 모듈의 저렴한 생산 기술이 더욱 중요해지고 있다. 현재 적외선 카메라 모듈용 비구면 렌즈는 텅스텐 카바이드 (WC) 코어를 이용한 칼코게나이드(Chalcogenide) 소재의 유리 성형 공정을 통해 제작되고 있으나, WC 코어의 가격 및 주기적인 이형 코팅 요구 등의 단점으로 인해 성형 렌즈의 단가절감이 어려운 상황이다. 본 연구에서는 이형 처리가 필요 없는 저가의 비정질 탄소 몰드를 이용하여 직경 50mm급 웨이퍼 레벨 칼코게나이드 렌즈의 성형 공정을 개발하였다.

2. 제작 결과

웨이퍼 레벨 렌즈 어레이 제작을 위한 비정질 탄소 몰드는 고탄소 고분자 소재인 푸란 전구체의 탄화 과정을 통해 제작되었다^[1]. 다이아몬드 터닝 가공 공정을 이용하여 총 45개의 비구면 렌즈 캐비티 어레이를 갖는 Ni 마스터를 제작하였으며, 복제 공정을 통해 PDMS 몰드를 제작하였다. Furan 수지 혼합물(Furan 수지, 에탄올, 황산을 90:9:1 비율로 혼합)을 PDMS 몰드에 도포하고 경화 공정을 통해 Furan 전구체를 제작하였으며, 그 후 탄화 공정을 통해 비정질 탄소 몰드를 제작하였다. Furan 수지의 탄화 과정에서 약 23.5%의 수축을 고려하여 초기 마스터 패턴은 설계치 대비 31% 확대된 형상으로 가공되었으며, 제작된 VC 몰드의 렌즈 영역 직경은 52.8mm로 측정되었다.

직경 50mm급 칼코게나이드 웨이퍼 레벨 렌즈 어레이를 제작하기 위해 초기 직경 50mm 두께 2mm의 HWS2소재를 이용한 진공 유리성형과, 초기직경 35mm 두께 2.2mm의 HWS2소재를 이용한 유리성형을 각각 진행하였다.

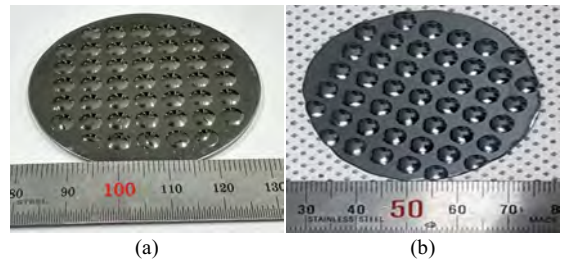


Fig. 1 Fabricated wafer level lens using Φ 50mm initial gob and Φ 35mm initial gob

초기 직경 50mm 시편을 이용하여 성형온도 390℃, 가압력 100kgf에서 성형공정을 진행하여 성공적으로 직경 50mm의 칼코게나이드 웨이퍼레벨 렌즈어레이를 Fig. 1(a)와 같이 제작하였으며(sag 포함 두께 2.28mm), 초기 직경 35mm 시편의 경우 성형과정에서 시편의 두께가 감소하고 직경이 커지는 과정에서 발생하는 다양한 결함의 제어를 위해 성형온도 390℃에서 가압력을 30kgf부터 매 5분마다 10kgf씩 증가하여 최대 압력 80kgf에서 성형이 완료되는 공정을 적용하여 최종적으로 직경 47.1mm, sag 포함 두께 1.5mm의 웨이퍼 레벨 렌즈어레이를 Fig. 1(b)와 같이 제작하였다. 두 경우 모두 성형 렌즈의 형상오차는 유효경내에서 1 μ m 이하로 확인되었다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1A2C2004458, 2020M3D1A2101795).

참고문헌

- Kim, Y., Haq, M. R., Kim, S., "Glass molding of All Glass Fresnel Lens with Vitreous Carbon Micromold", Opt. Express, Vol. 27, pp. 1553-1562, 2017.

칼코게나이드 신소재의 성형 물성에 대한 실험 연구

Experimental Study on the Glass Molding Properties of New Chalcogenide Lens Material

*노경환¹, 권정웅¹, 김상기¹, #허형욱¹

*K. H. Roh(khroh@nvot.kr), J. W. Kwon, S. G. Kim, #H. U. Heo

¹노바옵틱스 주식회사

Key words : IR-Lens, Chalcogenide Lens, IR-Lens Molding, Lens Stability

1. 서론

칼코게나이드 렌즈는 COVID-19 시점 이후 각광을 받으며, 다양한 어플리케이션의 개발이 활발히 시작되면서 초소형화, 고해상도화를 위해 더욱 높은 굴절율의 칼코게나이드 소재를 필요로 하게 되었다.

본 연구에서는 최근 국내에서 개발된 항공대학교의 칼코게나이드 신소재를 널리 쓰이고 있는 상용 소재와 렌즈 성형에 관한 특성을 비교하여 차이점을 찾아내고, 이를 보완할 수 있는 방향을 제시하였다.

2. 실험방법 및 결과

본 실험은 한국항공대 신소재공학과에서 Si, Ga, Te의 특정 조성으로 개발된 3.100~3.178의 굴절률의 칼코게나이드 소재(이하 개발소재)와 중국 CDGM사의 모델명 HWS-6 소재(이하 상용소재)를 대상으로 외경 Ø3.97mm의 적외선 카메라용 렌즈 성형 실험을 진행하였고, 직경 Ø2.5mm의 구형으로 개발소재와 상용소재를 각각 프리폼으로 가공하여 동일한 금형과 글라스 렌즈 성형기(대호테크 사)에 사용하였다.

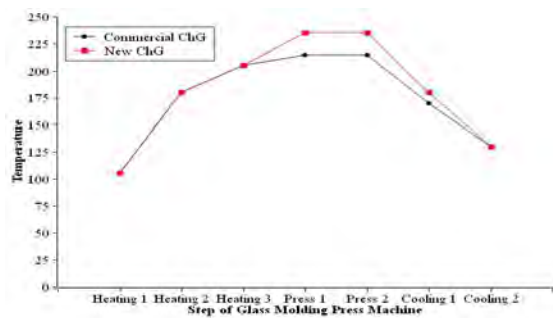


Fig. 1 Comparison of the Set Temperature of the Glass Molding Machine by Materials

개발소재는 유리전이온도(Tg)가 189°C로 열적특성이 상용소재보다 높음에 따라 프레스 성형 온도 조건이 20°C정도의 큰 차이를 보였으며, 압력 조건은 상용소재와 달리 프레스 구간에서 다단계의 압력 조절을

하여 열변형과 열응력 변화를 제어해야만이 렌즈를 구현할 수 있었다.

Table 1 Comparison of Molding Lens Shape Accuracy

	P-V(μm)			
	Lens A		Lens B	
	Surface 1	Surface 2	Surface 1	Surface 2
Commercial Material	# 1			
	# 2			
	# 3			
	# 4			
	# 5			
	Average	0.1606	0.3573	0.7432
New Material	# 1	0.1710		0.3000
	# 2			
	# 3			0.3150
	# 4			
	# 5			
	Average	0.1939		0.4630

3. 고찰

구현된 렌즈의 형상정밀도는 두 그룹간의 유의미한 차이를 보이지는 않았고, 이는 개발소재도 안정적인 렌즈의 구현이 가능한 것으로 사료되지만, 높은 온도에서의 성형 제어와 복잡한 압력 조절을 통한 형상 제어가 필요하다는 차이점을 확인한 바 성형 물성의 개선 및 정밀한 성형 제어 연구가 필요하다.

4. 결론

소재의 신규 개발에 있어 광학 특성도 중요하지만 가공 물성 또한 소재의 응용과 활용에 있어서 간과하면 되지 않을 중요한 개발 요소 중에 하나이다.

참고문헌

1. Cha, D. H., "Molding and Evaluation of Ultra-Precision Chalcogenide-Glass Lens for Thermal Imaging Camera Using Thermal Deformation Compensation", J. of the KIEEME 27, No. 2, pp. 91-96, 2014.

이광자 중합 반응 기반 3차원 미세 적층 공정을 활용하여 원적외선 대역 마이크로 렌즈 어레이 제작

Two-photon Absorption-based Three-dimensional Additive Manufacturing Process for Far infra-red Micro Lens Array

*#조현민¹, 이원섭¹, 장원석¹

*#H. Cho(hyunmin@kimm.re.kr)

¹한국기계연구원 나노공정장비연구실

Key words : Two photon absorption, Additive manufacturing, Mirco lens array, gray scale lithography

1. 초록

마이크로 렌즈 어레이를 활용하여 원적외선 대역의 정보를 수집하는 볼로미터의 신호 수광 효율을 획기적으로 향상시키고자 함. 기존 마이크로 렌즈 어레이 제작하는 방식은 광학 설계된 구조물로 동일하게 제작하기 어렵고 초점거리 변화에 대응하여 설계를 변경하기 어려운 단점이 있음. 이광자 중합 반응 기반의 3차원 미세 적층 공정을 활용하면 광학 설계가 반영된 형상을 구현하기 용이하고 초점거리 변화따른 마이크로 렌즈 어레이 형상제어가 가능함. 그리고 이광자 중합반응 기반의 공정으로 200nm 이하의 형상 해상도 구현이 가능하며, Depth of Focus가 획기적으로 줄어들어 3차원 z 축방향의 해상도도 높일 있었음. Volume pixel을 구현하는 3차원 적층 공정에서 표면조도가 향상된 마이크로 광학계 프린팅을 위하여 gray scale lithography 공정을 활용하였음. 본 공정으로 원적외선 대역의 렌즈에 적용 가능한 10nm 수준이 표면 조도를 얻을 수 있었음. 본 공정으로 제작된 형상으로 니켈 전주 도금 몰드를 제작하고 원적외선 대역 대응 가능한 소재(n=3.2)로 de-molding 하여 마이크로 렌즈 어레이를 구현함.

칼코겐화물 유리 IR 렌즈의 외부충격 저항성 향상을 위한 새로운 유리 성형 공정 기술 개발

Development of Novel Glass Molding Technology for Improving Impact Resistance of Chalcogenide Glass-based IR lenses

*#이지혜¹, 최대근¹, 정주연¹, 김용규², 김석민², 장원석¹

#J. Lee (jihyelee@kimm.re.kr)²

¹한국기계연구원 나노공정장비연구실, ²중앙대학교 기계공학과

Key words : Chalcogenide Glass, Impact-Resistance, Lens Molding, IR lens

1. 서론

칼코겐화물 유리(Chalcogenide glass; ChG)는 황(S), 셀레늄(Se), 텔루륨(Te)과 같은 칼코겐화합물을 함유하는 비정질 화합물로서, 높은 IR 투과성, 높은 굴절률, 강한 삼차 비선형성 등과 같은 우수한 특성으로 인해 나이트비전, 의료 영상, 열 영상 등을 위한 IR 센서의 렌즈로 많이 사용되고 있다.

ChG 렌즈는 외부충격에 약해 부서지기 쉬운 특성이 있다. 이로 인해 센서 부품으로 패키징 될 때, 외부충격으로 부터 IR 렌즈를 보호하는 것이 필요하다며 일반적으로 Si, CaF₂, Ge 등의 IR 투과형 소재가 렌즈 보호창으로 사용되고 있다. 이러한 렌즈보호창의 존재는 패키징 공정의 복잡성 증대와 부품가격 상승의 원인으로 작용한다. 따라서 외부 충격 저항성이 높은 ChG IR 렌즈를 개발하게 되면 패키징 공정이 단순해지고 부품가격을 낮출 수 있다. 본 연구에서는 단순 ChG 유리 대신 ChG 유리와 렌즈보호창 소재 중 하나인 Si 웨이퍼가 접합된 접합유리를 성형함으로써 ChG 렌즈의 외부 충격에 대한 저항성을 높이는 방법을 제안하였다. 이때 성형 공정과 접합 공정을 동시에 진행하는 새로운 유리 성형 공정을 적용함으로써, 접합 공정에 의한 공정 단계 증가를 최소화하는 장점이 있다.

2. 실험

ChG 유리는 (주)SOMO사의 IR2™을 직경28~50mm, 두께 3mm의 디스크 형태로 가공하고, 에탄올로 세정하여 준비하였다. 접착층이 코팅된 Si 웨이퍼는 Adhesion Promoter AP-3000 (Dow Chemical Co.) 과 Mesitylene diluted Cyclotene 3022-35 (Dow Chemical Co.)을 순차적으로 스펀코팅하여 준비하였다. 성형 몰드는 Vitreos Carbon(VC) 몰드를 준비하였다. 접합/성형 동시 공정을 위해 성형몰드 위에 ChG 디스크를

없고, 그 위에 ChG 디스크와 Si 웨이퍼상의 접착층이 접촉하도록 접착층이 코팅된 Si 웨이퍼를 위치시켰다. 이렇게 수직방향으로 정렬된 구조에 열과 수직압력을 가하여 접합/성형 동시 공정을 수행하였다. 공정시간과 디스크 직경을 각각 20~120min, 28~50mm로 변화시키면서 실험을 진행하였다. 성형된 ChG 렌즈의 형상을 측정하기 위해 3차원 측정기를 사용하였고, VC 몰드와 성형된 ChG 렌즈의 형상을 비교하여 ChG 렌즈의 형상오차를 측정하였다.

3. 결과

제안된 접합/성형 동시 공정을 통해 Si 소재가 접합된 ChG 렌즈가 성공적으로 제작되었다. 공정시간의 영향을 살펴보면, 공정시간이 짧은 경우, ChG 디스크가 몰드에 완전히 충전되지 않는 현상이 발생하였으나, 공정시간을 증가시킴에 따라 VC몰드와 ChG 렌즈의 형상오차가 감소함을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 단순 ChG 유리 대신 ChG 유리와 Si 소재가 접합된 접합유리를 성형함으로써 외부충격에 대한 저항성이 향상된 ChG 렌즈 제조 방법을 개발하였다. 이 기술은 ChG 렌즈 기반 IR 센서 제조 기술 혁신에 매우 유용할 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 한국연구재단 (2020M3D1A2101787) 및 한국기계연구원 기본연구 (NK244E)로부터 지원을 받았습니다.

원적외선 렌즈 소재의 마이크로/나노 패터닝 공정 연구

A Study on Micro/Nano Patterning Process of Far-Infrared Lens Materials

*#최대근¹, 이지혜¹, 정주연¹, 윤재성¹, 조현민¹, 장원석¹

*#D. G. Choi(lamcdg@kimm.re.kr), J. Lee, J. Y. Jung, J. S. Yoon, H. M. Cho, W. S. Chang

¹한국기계연구원 나노공정장비연구실

Key words : Micro/Nano Patterning, Chalcogenide glass

1. 서론

적외선 투과 렌즈는 야간 투시경이나 차량용 나이트 비전등에 활용되는 광학부품으로 최근에는 초소형 적외선 카메라에 장착되어 상용화되고 있는 실정이다. 최근, 원적외선(파장 영역 8-12μm) 투과 렌즈에 사용되어 지던 결정질 재료(Ge, ZnSe, ZnS, Si 등)에 비해서 성형이 용이하고 양산성이 높은 칼코게나이드 유리(Chalcogenide Glass) 소재의 몰딩 성형 공정기술이 주목을 받고 있다. 기하광학 렌즈 형태의 렌즈가 가장 일반적인 상용화에 근접한 형태로 국내외 기업과 연구소에서 고온 고압 성형 장비를 이용하여 연구가 많이 진행중인 실정이다. 하지만 기하광학 렌즈가 아닌 초소형 박막형 평면 렌즈(메타렌즈/마이크로렌즈)에 대한 연구는 아직 연구 초기 단계로 보고된 사례가 많지 않다. 본 발표에서는 칼코게나이드 소재의 평판형 박막 렌즈 적용을 위한 마이크로/나노 패터닝 공정 연구에 대한 결과를 발표할 예정이다.

2. 실험

열가압을 통한 미세 패터닝을 위해서 웨이퍼 스케일의 진공성형을 이용하였다. 본 실험에 사용된 장비는 가압온도 최대 1000℃, 가압력 150kgf까지 가능한 장비이다.



Fig. 1 미세 3차원 진공 성형 장비

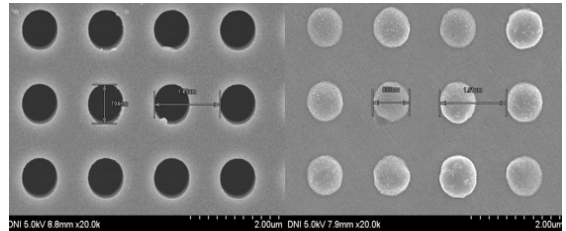


Fig. 2 SEM images of Si Master and Chalgoenide Glass Pattern

열가압성형과 별도로 기존 반도체 공정을 이용한 리프트오프 공정과 전사공정등이 나노 패터닝 공정으로 별도로 이용되었다.

3. 결과 및 결론

몰드 소재로 Si과 PDMS을 이용한 결과 직접 열성형의 경우 마이크로/나노 패터닝 형상 성형의 가능성과 문제점을 동시에 확인하였고 기존 반도체 공정의 복합기술로 구현한 고종횡비 패턴결과도 같이 소개할 예정이다.

후기

본 연구는 소재융합사업 '원적외선 대역 웨이퍼레벨 결상광학용 유리소재 및 광학모듈 개발(No. 2020M3D1A2101795)' 과제의 연구비 지원을 받아 진행되었습니다.

참고문헌

1. Tomas K., Jiri O. A. Lindsay G., and Hiroshi F., "Sub-micrometer soft lithography of a bulk chalcogenide glass", Optics Express, Vol. 21, pp. 9584-9591, 2013.

마이크로 렌즈 어레이 성형 공정 최적화를 위한 수치해석 Numerical Analysis for Optimization of Micro Lens Array Forming Process

신준수¹, *김승모¹

*J. S. Shin¹, #S. M. Kim(smkim@koreatech.ac.kr)²

¹한국기술교육대학교 기계공학부

Key words : Microlens, Numerical Analysis, VOF, MDM

1. 서론

적외선 센서 카메라 모듈의 소형화에 따라 웨이퍼 레벨의 유리소재의 적용으로 가능하다. 웨이퍼 레벨의 성형을 고려할 때 마이크로렌즈(microlens) 및 그 어레이(array)는 수십~수백개의 마이크로 스케일 치수의 기하광학적 렌즈로 동시에 성형되며 이러한 성형 공정은 충전, 냉각, 이형의 과정을 거치게 된다.

2. 해석 조건

연구에서는 고분자의 유연학적 특성과 동시에 유체 거동을 모사하기 위하여 질량 보존 및 운동량 보존의 2차원 비압축성 유체 지배방정식을 고려하여 해석을 진행하였다. 몰드 성형과 자유표면(Free Surface) 유동을 구현하기 위해 MDM(Moving Deforming Mesh) 기법과 VOF(Volume of Fluid) 모델을 해석에 적용하였다. 공정 해석을 자동화하기 위해서 Ansys-Fluent의 Workbench에서 지원하는 Parameter 해석 모듈을 활용하였다. 이를 통해 공정변수 및 물성 차이에 따른 Parameter의 효과를 검증할 수 있었다. (Fig.1)

3. 해석 결과

3x3 cavity의 성형 시 모서리 쪽 마이크로렌즈에서 편심되어 충전되는 것을 확인할 수 있었다. 단면의 편심된 형상을 Fig. 2에서 살펴보았다. 충전 후 진행되는 냉각공정(105°C→30°C)에서 렌즈형상을 열수축 해석을 통해 분석하였다.(Fig. 3)



Fig. 1 Simulation Automation for Parameter Effect

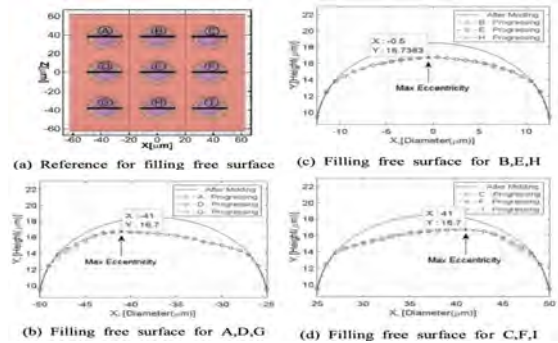


Fig. 2 Filling Free Surface of 3D 3X3 Lens Array

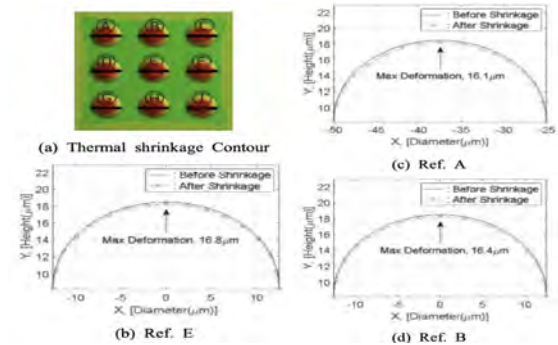


Fig. 3 Cooling Free Surface of 3D 3X3 Lens Array

4. 결론

본 연구에서는 마이크로 렌즈 공정 최적화를 위해 성형공정과 냉각공정의 해석과 자동화를 진행하였다.

후기

본 연구는 한국연구재단 원천기술개발사업 (2020M3D1A2102467)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- Kim S M, Kang J. H, and Lee W I. "Analysis of polymer flow in embossing stage during thermal nanoimprint lithography." Polymer engineering and science, Vol. 51, No. 2, pp. 209-217, 2011.

구두발표

특별세션 OS9-1

좌장 : 김호진(동서대학교)

OS9-1-1

OS9-1-2

OS9-1-3

OS9-1-4

OS9-1-5

시아노아크릴레이트 용액을 활용한 미세유체 칩의 제작의 간소화 Facile Fabrication Method of Microfluidic Chips using Cyanoacrylate Solution

*김원기¹, #임종경¹

*W. K. KIM, #J. LIM (limjongkyeong@gachon.ac.kr)

¹가천대학교 기계공학과

key word : bonding, cyanoacrylate, hydrogel, microfluidics

1. 서론

미세유체공학(microfluidics)은 혈류역학, 진단, 제조 등 다양한 분야의 연구를 발전시킬 많은 기회를 제공한다. 잘 맞춤형(well-tailored) 미세유체 칩(chip)은 유체의 이동 경로 및 유속에 대한 높은 공간적 및 시간적 해상도를 제공할 수 있다. 미세유체 칩은 대부분 생체적합성, 투명성, 성형성을 갖는 폴리디메틸실록산(PDMS)과 같은 탄성중합체를 사용하여 구성된다. 소수성인 PDMS 표면은 유동 생성을 방해하여 미세유체 칩의 활용성을 떨어뜨리는 한계가 있다.

친수성 PDMS 표면을 제작하는 대표적인 방법은 플라즈마(plasma) 처리인데, 이는 장기적 안정성이 떨어진다. 최근, 친수성 고분자인 하이드로젤을 PDMS 표면과 통합하는 연구가 활발히 진행되었다. 하이드로젤 막은 PDMS 표면에 친수성과 장기적 안정성을 부과할 수 있다. 본 연구팀에서도 마스크(masking) 층의 마이크로스탬핑(microstamping) 전사(transfer)를 활용한 하이드로젤(hydrogel) 막 코팅 방법을 개발하였다^[1]. 하지만, 해당 방식도 채널이 형성된 PDMS 표면에만 선택적으로 하이드로젤 막을 코팅하기 위해 복잡한 공정을 수행해야 하는 한계가 있다.

본 연구는 시아노아크릴레이트(cyanoacrylate)를 활용하여 하이드로젤 막이 전체표면에 코팅된 두 개의 PDMS를 본딩(bonding) 하여 미세유체 칩을 제작하였다. 이를 통해, 단순화된 공정 방법으로 실제 미세혈관을 모방한 3D 혈관 복제품을 제작하여 다양한 시물레이션을 진행할 예정이다.

2. 미세유체 칩 제작

미세유체 칩 제작은 크게 4가지 과정으로 구성된다. (1) 3D 몰드 제작, (2) 채널이 형성된 상판과 편평한 하판 제작, (3) 상-하판 표면에 하이드로젤 코팅, (4) 상-하판 본딩을 통해 미세유체 칩 제작. (1) 3D 몰드는 SLA(stereolithography) 방식의 3D 프린팅을 통해서 제작

한다. (2) 3D 몰드에 PDMS를 역상 몰딩(replica molding) 하여 채널이 형성된 상판을 제작하고 하판은 편평한 PDMS를 준비한다. (3) 상-하판의 전체 표면에 하이드로젤 막을 형성한다. 하이드로젤 형성은 소수성 광개시제가 포함된 유기용매와 친수성 광개시제가 포함된 하이드로젤을 활용하여 진행한다. (4) 시아노아크릴레이트(cyanoacrylate)는 경화시간을 연장하기 위해 유기용매에 녹여서 준비한다^[2]. 해당 용액을 활용하여 상-하판에 본딩한다.

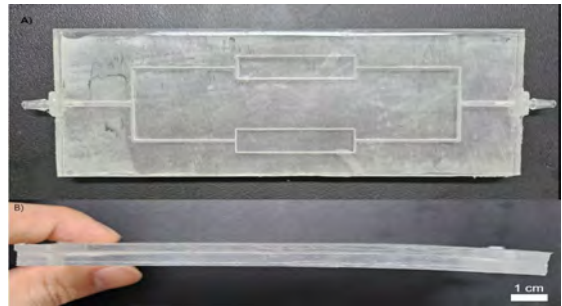


Fig. 1 미세유체 칩의 정면 사진 (상)과 측면사진 (하)

3. 결론

본 연구에서는 시아노아크릴레이트를 활용하여 하이드로젤 막이 전체표면에 코팅된 두 개의 PDMS를 본딩(bonding) 하여 미세유체 칩을 제작하였다. 추후, 실제 미세혈관을 모방한 3D 혈관 복제품을 제작하여 다양한 시물레이션을 진행할 예정이다.

참고문헌

1. Lee, W., "Conformal Hydrogel-Skin Coating on a Microfluidic Channel through Microstamping Transfer of the Masking Layer" *Anal. Chem.*, Vol. 95, pp. 8332-8339, 2023.
2. Daniela, W., "Instant tough bonding of hydrogels for soft machines and electronics", *Sci. Adv.*, Vol. 3, pp. e1700053, 2017.

하이드로젤-탄성중합체 이중막으로 구성된 3D 혈관 복제품의 새로운 제작 방식에 대한 연구

A Study of Simple Fabrication Method for 3D Vascular Replica Composed of Hydrogel-Elastomer Multilayers

*김나수¹, #임종경¹

*N. S. Kim¹, #J. Lim (limjongkyeong@gachon.ac.kr)

¹가천대학교 기계공학과

Key words: 3D vascular replica, elastomer, hydrogel, silane coupling agent

1. 서론

3D 혈관 복제품은 실제 혈관의 구조와 특성을 모방하여, 혈관내 병변 치료를 위한 혈관중재술의 시뮬레이션 환경을 제공하는 경제적이고 윤리적인 플랫폼이다. 이를 통해, 환자의 혈관 및 병변의 모양을 파악하여 적절한 의료기기와 수술 절차를 선택할 수 있다.

대표적인 3D 혈관 복제품은 혈관의 윤활층과 탄력층을 모방하기 위해, 하이드로젤(hydrogel)-탄성중합체(elastomer) 이중막으로 구성되어 있다. 해당 제품의 제작 방식은 복잡하여 시간 비용과 모델 오류를 불가피하게 발생시킨다^[1].

본 연구는 이중 고분자인 하이드로젤과 탄성중합체를 3D 혈관 몰드(mold)의 표면에 순차적으로 코팅하여 3D 혈관 복제품을 제작하는 방법을 제안한다. 이를 통해, 하이드로젤-탄성중합체 이중막으로 구성된 3D 혈관 복제품의 제작 공정을 간소화했다. 궁극적으로는 제작 공정의 자동화를 목표로 한다.

2. 제작 과정

3D 혈관 복제품은 역상 몰딩(replica molding) 방식으로 제작되며 크게 4단계로 구성된다; (1) 3D 혈관 몰드 제작, (2) 하이드로젤 막 코팅, (3) 탄성중합체 막 코팅, (4) 3D 혈관 몰드 제거. (1) 3D 혈관 몰드는 폴리비닐 알코올(polyvinyl alcohol, PVA)로 3D 프린팅된다. 폴리비닐 알코올은 친수성(hydrophilicity)이고 뜨거운 물에 녹는 특성이 있어서, 하이드로젤의 부착이 용이하고 몰드를 제거하는 과정에서 하이드로젤과 탄성중합체에 미치는 영향을 최소화할 수 있다. (2) 하이드로젤 막은 하이드로젤 전구액(precursor)에 PVA 몰드를 딥코팅(dip-coating)하여 제작한다. 하이드로젤 전구액은 모노머(monomer), 광개시제(photoinitiator), 그리고 실란 커플링제(silane coupling agent)를 포함한다. 실란 커플링제는 탄성중합체와의 결합력을 증가

시키기 위해서 첨가된다^[2]. (3) 탄성중합체 막은 탄성중합체 전구액에 하이드로젤 막이 형성된 PVA 몰드를 딥코팅하여 제작한다. 탄성중합체 전구액도 실란 커플링제가 포함되어 있는데, 이는 하이드로젤-탄성중합체 이중막 형성을 가능하게 한다. (4) 하이드로젤-탄성중합체 막이 형성된 PVA 몰드를 뜨거운 물에 넣어서 PVA 몰드만 제거한다. 최종적으로, 하이드로젤-탄성중합체 이중막으로 구성된 3D 혈관 복제품이 완성된다.



Fig. 1 3D 혈관 복제품 제작 과정

3. 결론

본 연구는 하이드로젤-탄성중합체 이중막으로 구성된 3D 혈관 복제품을 효율적으로 제작하는 방법을 제안한다. PVA 몰드에 하이드로젤과 탄성중합체를 순차적으로 코팅하여 제작 방식을 간소화하였다.

후기

본 연구는 한국연구재단(NRF)의 지원을 받아 수행되었습니다(No. 2022R1F1A1075057).

참고문헌

1. Lim, J., "3D Vascular Replicas Composed of Elastomer-Hydrogel Skin Multilayers for Simulation of Endovascular Intervention", *Adv. Funct. Mater.*, Vol. 30, pp. 2003395, 2020.
2. Liu, Q., "Bonding Dissimilar Polymer Networks in Various Manufacturing Processes", *Nat. Commun.*, Vol. 9, pp. 846, 2018.

다공성 나노 구조기판 기반 선택적 가스제거 기술 Selective Degassing Through Porous Nanostructures

*장성아¹, 이상현¹, 김혜원², 임혜원², 남예진¹, 이상민¹, 김호진³, #김형모²

*S. A. Jang¹, #H. Kim (hyungmo@gnu.ac.kr)²

¹동의대학교 기계자동차로봇부품공학부, ²경상국립대학교 기계공학부,

³동서대학교 기계공학과

Key words : Degassing, Nanostructure, PDMS, Microfluidic chip

1. 서론

랩온어칩(Lab-on-a-chip)은 실험실에서 사용되는 여러 실험과정을 통합한 미세장치로 주로 의학 및 생명과학 분야에서 많이 활용되고 있다. 랩온어칩 시스템의 구동에 있어 채널의 구조(sudden expansion or contraction) 또는 표면특성(change in wettability)은 채널 내부에 기포가 생기는 주요 원인이다. 발생한 기포는 디바이스 구동의 정확성 및 신뢰성을 저하하게 되므로, 이를 적절히 잘 제거하는 기술이 필수적이다. 기존 개발된 기포 제거 기술은 크게 활성(active) 방식과 수동(passive) 방식으로 나눌 수 있는데, 활성 방식에 비해 수동 방식은 시스템이 간소화될 수 있는 장점이 있다. 이에 본 연구에서는 수동 방식 기반으로, 다공성 나노구조기판을 활용한 선택적 기포제거 기술을 소개하고자 한다.

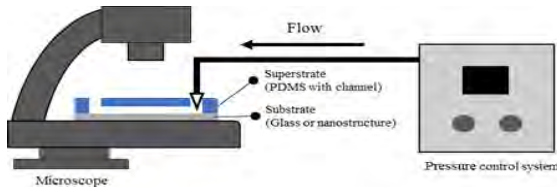


Fig. 1 Schematic illustration of the experimental setup

2. 본론

실험에 사용된 시편은 PDMS(Polydimethylsiloxane)와 기판이 결합된 형태로, 기판은 유리기판과 나노구조가 형성된 실리콘 기판을 적용하였다. 나노구조는 화학적 에칭 방법을 통해 제작하였다. 기판의 다공성 특성 및 가압 수준에 따른 가스 제거 성능을 분석하기 위해 Fig. 1과 같은 실험장치를 구성하였다. 단위시간당 마이크로채널 내부에 포획된 기포가 줄어드는 양을 계측하여 Fig. 2에 도시하였다. 가압 조건은 15, 30, 45kPa 3가지로 설정했으며, 압력이 증가할수록 가스제거율(degassing rate)이 선형적으로 증가하는 것

을 관찰할 수 있었다. 또한, 유리기판에 비해 실리콘 구조 기판에서 가스제거율이 크게 발생했으며, 이는 실리콘 기판의 가진 다공성 구조에 의한 것으로 해석할 수 있다. 실험에서 액체의 누설(leakage) 및 기판의 분리(delamination)은 발생하지 않았다.

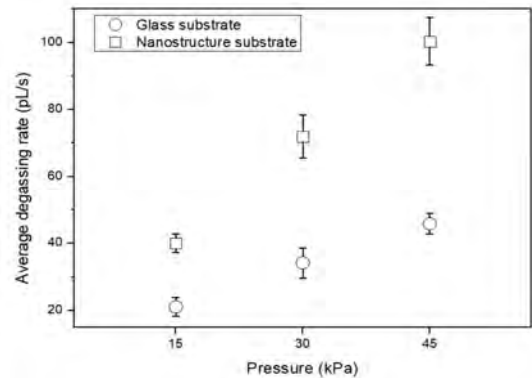


Fig. 2 Average degassing rate according to substrate type and input pressures

3. 결론

본 연구에서는 기판의 다공성 및 가압 수준에 따른 가스제거 성능에 관해 분석하였다. 다공성 구조가 많을수록, 가압 수준이 클수록 가스제거율은 증가하였음을 확인할 수 있었다.

4. 후기

This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MIST) (RS-2023-00213140). 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(GrandICT연구센터)사업의 연구결과로 수행된 연구임(No.ITTP-2023-2020-0-01791).

토출 액적의 프린팅 특성에 있어 기판 탄성의 영향

Substrate Stiffness Effects on Liquid Droplet Collision Characteristics

*이상현¹, #이상민¹

*S. Lee, #S. Lee(thinking@deu.ac.kr)

¹동의대학교 기계자동차로봇부품공학부

Key words : Droplet collision, deposition, splashing, stiffness

1. 서론

낙하하는 물방울 (falling droplet)과 기판 (substrate)와의 충돌하는 현상(impact dynamics)은 유체의 거동과 더불어 표면 및 계면 관련 연구자들의 많은 관심을 바탕으로 연구가 이루어지고 있으며, 잉크젯 프린팅 (inkjet printing), 스프레이 코팅 (spray coating), 연료 연소 (fuel combustion) 등과 같은 다양한 응용분야에 있어 중요한 요소기술로 활용되고 있다. 토출 액적이 기판과 충돌하는 현상은 다음과 같다. 노즐 등에서 액적이 토출하여 기상에서 낙하하며 하부에 위치한 기판과 충돌한 후 기판상에서 퍼져나가게 된다. 이때, 충돌액적의 운동에너지와 기판의 탄성 정도에 따라서 액적은 안정적으로 증착 되거나 또는 충돌 후 액적이 깨지면서(splashing) 불안정한 증착이 될 수 있다. 특히 잉크젯 기반 공정에서는 액적을 원하는 위치에 정밀하고 정확하게 안정적으로 토출해야 하는 것이 필수적이므로, 이러한 토출액적과 증착하고자 하는 기판과의 역학적인 관계를 잘 이해하는 것이 매우 중요하다고 볼 수 있다. 충돌 및 증착 과정에 있어 영향을 미치는 요소는 기판표면의 조도, 충돌액적의 속도, 액적의 점도, 기판의 탄성 등 다양한 물리적인 요인에 따라 그 거동이 달라지게 된다. 본 연구에서는 매우 얇은 탄성 막의 탄성 정도를 조절하며 충돌 액적의 증착 안정성을 분석하고자 한다.

2. 본론

실험을 위해서 매우 얇은 탄성막을 PDMS (polydimethylsiloxane) 소재를 활용해 제작했으며, 1축 스테이지에 클램핑 하여 장력 조절을 통해 유연막의 탄성 정도를 조절하였다. 충돌 액적은 하강하는 기준 위치를 변경해 가며 충돌시 다른 속도를 가지게 하여 액적의 운동에너지 영향 정도를 조절하였다. 장력은 로드셀 (load cell)로 정량화 하였으며, 액적의 에너지는 무차원수인 웨버수 (Weber number)로 정량화 하였

다. 웨버수는 액적의 표면장력 대비 상대적인 관성력을 나타내는 수치로 정의된다. 그림 1에 충돌액적의 웨버수와 기판의 장력을 조절해가며 액적의 충돌 및 깨짐에 관한 결과를 나타내었다. 액적의 운동에너지가 클수록, 장력이 작을수록 액적은 깨지는 현상이 우세하였다.

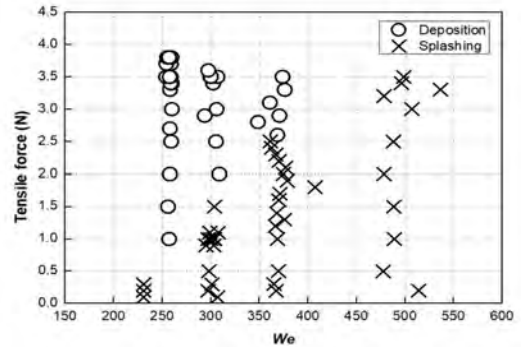


Fig. 1 A phase diagram presenting the relationship between droplet splashing and deposition under varying We and tensile forces

3. 결론

본 연구에서는 액적의 운동에너지와 기판의 장력에 따라 액적의 안정적인 증착 결과를 분석하였다. 본 결과를 기반으로 응용분야에 따라 적절한 기판의 선택과 충돌액적의 요소 설계에 있어 많은 활용이 가능할 것으로 기대한다.

후기

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)-과학기술사업화진흥원(COMPA)의 '실험실 특성화 창업선도대학 사업'의 지원으로 수행되었다. (NO.RS-2023-00252221). 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(GrandICT연구센터)사업의 연구 결과로 수행된 연구임(No.IITP-2023-2020-0-01791).

이미지 처리 기법을 이용한 마이크로 와이어의 형상 분석

Geometry Analysis of Micro-Wire using a Digital Image Processing Method

*이상민¹, #이상현¹

*S. Lee¹, #S. Lee(shlee0106@deu.ac.kr)¹

¹동의대학교 기계자동차로봇부품공학부

Key words : Image processing, Micro-wire, Configuration

1. 서론

다양한 산업 분야에서 와이어(wire) 혹은 섬유(fiber)와 같은 형태로 재료를 가공하는 일은 빈번히 발생하며, 마이크로 혹은 나노 스케일의 와이어는 유연 센서 및 2차전지의 양극(anode) 재료에 활용되고 있다^[1]. 와이어의 경우 지름의 크기를 부분적으로 측정하는 방법으로 전체 지름의 균일도를 정밀하게 측정하기 위해서는 많은 횟수의 측정과 시간이 소요될 수 있다.

본 연구에서는 비접촉식 측정 방법으로 광학 이미지 분석을 통해 와이어의 형상을 효과적으로 분석하는 방법에 관해 소개하고자 한다. 마이크로 크기의 지름을 갖는 와이어를 제작하고, 와이어의 지름의 크기와 지름의 균일도를 이미지 분석을 통해 측정하고자 한다.

2. 본론

우선 마이크로 와이어 제작을 위해서 ABS 소재를 일정한 원형 실린더 형태로 3D 프린팅한 이후에, 일정한 온도로 가열 후 인장력(tensile force)를 가해줌으로써 일정 길이의 마이크로 와이어를 제작 할 수 있었다. 마이크로 와이어는 인장 속도 및 온도 조건에 따라 와이어의 지름 및 크기의 균일도가 달라질 수 있으며, 이를 보다 효율적으로 분석하기 위해서 각 샘플들의 이미지를 동일한 조건에서 촬영하였다. 저장한 이미지들은 상용 소프트웨어(MATLAB(R))를 이용하여 이미지 형상을 분석하였다.

와이어 지름을 단순히 2D 이미지 상에서 y축 방향의 크기 차이, 즉 동일한 x 좌표값 상에서 y 좌표값의 크기 차이로 정의할 수 있으나, 이미지에 빛의 산란에 의한 노이즈 및 이미지의 기울어짐에 따른 오차에 민감하게 변형될 수 있다.

본 연구에서는 이런 오차에 의한 영향을 줄이기 위해서, 전체 와이어의 길이를 x 축 방향으로 일정 크기로 분할(segment)한 후에 분할된 각각의 평균 지름을 계산하였다. 평균 지름은 분할된 이미지의 면적을 길

이로 나눈 값으로 정의하였다. 분할된 이미지에서 지름을 측정할 값들을 전체 와이어에 대해서 평균 지름 및 지름의 균일도를 분석하기 위해서 측정된 지름 값들의 누적분포데이터로 히스토그램을 작성하여 비교하였다. 또한, 분할 이미지의 크기에 따른 평균 지름 및 균일도의 영향을 분석할 예정이며, 다양한 와이어 재료들의 균일도를 측정하는데 적용하여 비교분석해 볼 계획이다.

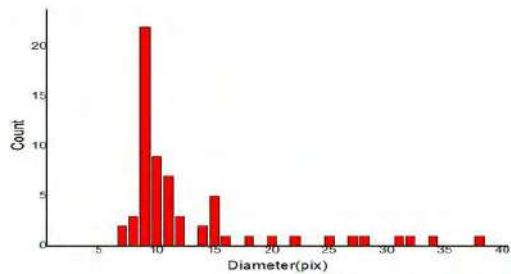


Fig. 1 Stretched ABS filament and histogram of image analysis results

후기

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)-과학기술사업화진흥원(COMPA)의 '실험실 특성화 창업선도대학사업'의 지원으로 수행되었다.(NO.RS-2023-00252221). 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(GrandICT연구센터)사업의 연구 결과로 수행된 연구임.(No.IITP-2023-2020-0-01791)

참고문헌

- Nöhren, S., et. al., "Electrochemical Fabrication and Characterization of Silicon Microwire Anodes for Li Ion Batteries", Journal of The Electrochemical Society, Vol. 163, No. 3, pp. A373-A379, 2016.

구두발표

특별세션 OS9-2

좌장 : 이상현(동의대학교)

OS9-2-1

OS9-2-2

OS9-2-3

OS9-2-4

OS9-2-5

마이크로입자의 침강 거동 및 분산도 향상을 위한 기초연구

A Basic Study on the Improvement of Sedimentation Behavior and Dispersion of Microparticles

*주우용¹, #이상현¹, 김호진², #이상민¹

*W. Joo, #S. Lee(thinking@deu.ac.kr)

¹동의대학교 기계자동차로봇부품공학부, ²동서대학교 기계공학과

Key words : Particle, Dispersion, Dispenser, Sedimentation

1. 서론

마이크로입자(microparticles)는 다양한 표면처리, 넓은 비표면적, 이동성, 라이브러리 구성의 용이성 등 여러 장점으로 인해 바이오/화학/메디컬 관련 분야에서 중요한 구성요소로 활용되고 있다. 입자의 활용성을 더욱 극대화함과 동시에 생산성을 확보하기 위한 접근으로, 디스펜싱 시스템을 활용해 입자를 토출하는 연구가 필요한 실정이다. 하지만 입자의 특성상 토출부에서 막힘 (nozzle clogging) 문제가 발생할 가능성이 항상 존재하며, 이를 해결해야 할 필요성이 있다. 노즐이 막히면 입자를 포함한 액적의 토출을 수행할 수 없거나, 토출 용액 속에 포함된 입자의 개수가 균일하지 않은 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 토출용액을 보관하고 있는 저장소 (reservoir) 내부에서 입자를 적절히 분산시킬 수 있는 기술이 필요한데, 마이크로입자의 특성 상 중력의 영향에 의해 저장소 바닥으로 잘 가라앉는 특성을 보인다. 본 연구에서는 분산기술의 개발을 위한 기초연구의 일환으로 입자들의 침강(sedimentation) 거동을 분석해 보고자 한다.

2. 본론

입자 현탁액(particle suspension)에 들어있는 입자는 직경이 20 μm 이고, 재료는 PS(polystyrene) 입자이며 농도는 1mL당 100만개이다. 입자 현탁액 200 μL 를 일회용 큐벳(1.5ml)에 넣은 뒤 입자들의 가라앉는 현상을 카메라를 통해 관찰하였다(Fig. 1). 1분 간격으로 스냅샷을 촬영하여 입자들의 가라앉는 정도를 정량화하여 Fig. 2에 나타내었다. 시간에 따라 선형적으로 가라앉는 거동을 관찰할 수 있었으며, 본 실험 조건 기준으로 10분 이내에 모든 입자가 바닥으로 다 가라앉았음을 확인할 수 있었다.

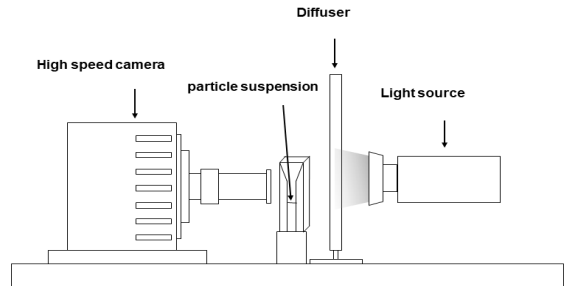


Fig. 1 Schematic diagram of experiments

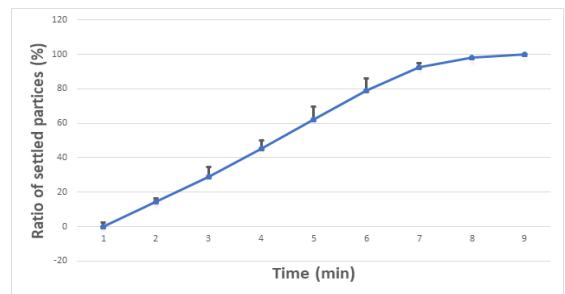


Fig. 2 Settling particle ratio over time

3. 결론

본 연구에서는 PS 입자의 중력에 의한 침강 거동을 분석하였으며, 시간에 따라 선형적으로 가라앉는 사실을 확인하였다. 이러한 기초 결과를 기반으로 입자들의 균일 분산을 위한 기술개발에 활용하고자 한다.

후기

This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MIST) (RS-2023-00213140). 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(GrandICT연구센터)사업의 연구결과로 수행된 연구임.(No.IITP-2023-2020-0-01791)

오픈 채널에서의 자발적 유동을 이용한 미세유체 입자 패터닝 기술 개발

Development of a Microfluidic Particle Patterning Technique utilizing Spontaneous Flow in Open Channels

*안혜진¹, #김호진¹

*H. J. An, #H. J. Kim(hjkim@dongseo.ac.kr)

¹동서대학교 기계공학과

Key words : Microfluidic chip, Spontaneous capillary flow, multiplex assay

1. 서론

전 세계에 유행하는 감염성 질환은 주기적으로 발병하여 전파되고 변종 발생률이 점점 증가하고 있으며 증상이 유사한 질환의 동시감염이 발생하고 있다. 감염성 질환의 동시다발적 전파에 대비하여 다중분석 기능이 있는 진단 플랫폼 개발이 필요하다. 본 연구는 오픈 채널에서의 모세관, 증발 현상 기반 액체 유동을 기반으로 마이크로입자의 자가 어셈블리 기술을 개발하여 복수 질환을 신속하게 진단할 수 있는 오픈된 채널에서의 다중분석 미세유체칩 기술을 제안한다.

2. 본론

미세유체칩은 9가지 입자 로딩 라인을 통해 다양한 종류의 질환을 진단할 수 있게 설계 되었다(Fig. 1 a). 미세유체칩 가운데에 위치한 9개의 입자 검출부는 두 개의 기둥 라인과 래칫구조로 입자가 유입된 후에 입자의 탈출을 방지한다.

입자 분주 전 표면과 입자의 비특이적 표면 결합을 방지하기 위해 습윤 용액을 먼저 분주한다. 채널이

SCF(Spontaneous Capillary Flow) 현상에 의해 채워지면 부채꼴 형태의 입자 로딩 포트에 입자 현탁액을 분주한다. 모세관 현상과 증발에 의해 입자가 이동되며 검출부 라인에 자가조립 된다. 양옆 기둥 라인의 필터 구조 간격에 의해 수직 흐름이 발생하여 입자가 이동될 때 검출부에서 속도가 줄어드는 현상이 발생한다. 이는 입자 로딩 속도를 제어하며 과도한 입자가 이동되며 채널이 막히는 것을 방지한다. 입자가 이동된 후 검출부 끝에 있는 래칫구조에서 입자가 빠져나가지 않게 고정된다. 입자 로딩 포트 가장자리에서 모세관 현상과 증발 현상에 의해 역방향 흐름이 생성되며 래칫구조 밖의 과도한 입자들이 제거된다(Fig. 1 b). 이 과정을 바탕으로 다양한 변수들로 실험을 진행할 계획이다.

3. 결론

오픈된 마이크로칩에서 모세관 현상과 증발을 이용한 입자 자가조립 기술을 구성하였다. 다중면역진단 미세유체칩 응용 기술에 적용할 수 있을 것으로 기대한다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. RS-2023-00213140).

참고문헌

1. Lee, W. K., "A single snapshot multiplex immunoassay platform utilizing dense test lines based on engineered beads", J. of Biosensors and Bioelectronics, Vol. 190, pp. 113388, 2021.

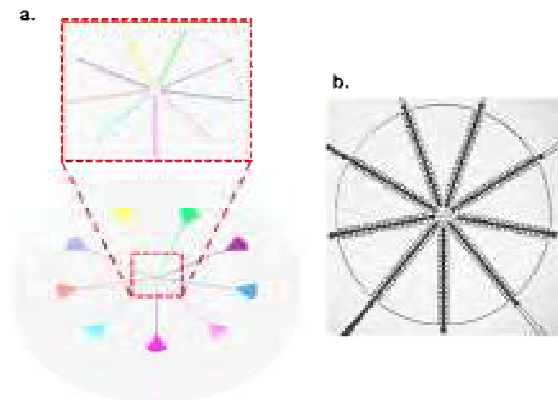


Fig. 1 Chip schematic diagram a)Schematic diagram of the entire chip and enlarged view of the particle detection section b)Chip loaded with particles

플라스틱 미세유체 칩 설계 및 제작 기술 연구

Design and Fabrication of an Injection-molded Plastic Microfluidic Chip for Bead-based Immunoassays

*김주영¹, #김호진^{1,2}

*J. Y. Kim¹, #H. J. Kim(hjkim@dongseo.ac.kr)^{1,2}

¹동서대학교 에너지/생명공학과, ²동서대학교 기계공학과

Key words : Plastic microfluidic chip, Capillary valve, Chip assembly

1. 서론

미세유체 기술(Microfluidic technology)은 소량의 액체를 사용해 시료의 분리 및 분석을 가능하게 하며, 진단 및 다양한 연구에서 활용되고 있다. 본 연구에서는 레고 스타일의 조립 방법을 도입해 단순한 조립이 가능하고, 모세관 방벽 구조를 통해 모세관 유동 및 밸브 현상으로 누수 없는 플라스틱 금형 사출 칩을 소개하고자 한다.

2. 본론

본 연구에서는 금형 사출을 통해 길이 80mm, 폭 25mm, 두께 1.5mm의 상판과 하판을 각각 제작하였다(Fig. 1a). 상·하판은 레고 스타일로 끼워서 조립할 수 있게 하였고(Fig. 1b), 조립 시 칩 내부에 70 μ m의 마이크로 채널을 형성하도록 설계하였다. 또한, 입자 저장 및 검출부의 웰 부분은 채널 높이를 5 μ m로 하여 직경 25 μ m 입자가 채널 밖으로 벗어나는 것을 방지하였다(Fig. 2a). 채널과 상·하판 접합부의 사이에는 520 μ m 깊이의 홈을 내어 모세관 방벽의 역할을 하였고, 이를 통해 채널 내에 누수 없는 유동 흐름을 만들고자 하였다. 금형 사출된 실제 칩은 설계와 달리 약 1~5% 크게 제작되었고(Fig. 1c), 이로 인해 여러 문제가 발생하였다. 둥글게 형성된 채널은 모세관 방벽을 형성하기 어렵고 이로 인해 누수가 발생하거나 이송되는 시약이 채널 밖으로 우회할 수 있다. 또한, 입자 저장부에서 둥근 채널은 웰을 일정하게 덮을 수 없어 액체 이송 시 넓어진 채널을 통해 입자가 빠져나가게 되며(Fig. 2b), 질병 진단 분석에 오류를 범할 수 있게 하고, 다량의 입자 누출은 분석을 어렵게 한다. 이러한 문제는 실험을 통해 최적화할 계획이다.

3. 결론

금형 사출 기술을 이용한 레고 스타일 조립 방식의 미세 유체 칩을 개발했다. 본 연구의 칩이 플라스틱 소재의 입자 기반 면역 형광 분석기술 개발에 활용할

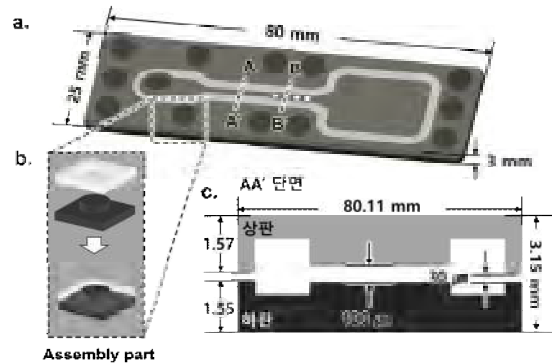


Fig. 1 Schematic view of the mold injection microfluidic chip. a) Designed chip dimensions, b) Assembly part, c) A cross-sectional view of AA'

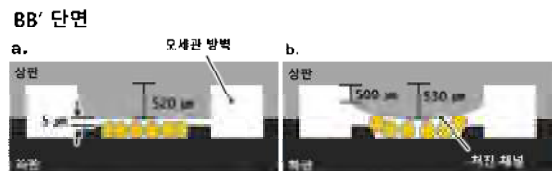


Fig. 2 A cross-sectional view of BB'

수 있을 것으로 기대한다.

후기

This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MIST) (NRF-2021M3H4A4079557 and RS-2023-00213140).

참고문헌

1. Wang, J., Ren, L., Li, L., Liu, W., Zhou, J., Yu, W., Tong, D., and Chen, S., "Microfluidics: A new cosset for neurobiology," Lab on a Chip., Vol. 9, No. 5, pp. 644-652, 2009.

모세관 유동 플라스틱 미세유체 칩을 이용한 면역진단 기술 개발 Development of a Capillary-driven Plastic Microfluidic Chip for Lateral Flow Immunoassay

*김주영¹, #김호진^{1,2}

*J. Y. Kim¹, #H. J. Kim(hjkim@dongseo.ac.kr)^{1,2}

¹동서대학교 에너지/생명공학과, ²동서대학교 기계공학과

Key words : Microfluidic chip, capillary flow, multiplex immunoassay

1. 서론

오프칩 입자 표면처리 및 미세유체 입자제어 기술의 발전은 입자 기반 면역분석 기술을 차세대 진단 플랫폼으로 주목받게 하였다. 본 연구에서는 광학적으로 뛰어난 금형 사출 플라스틱 칩에 표면처리된 입자와 검출 시약을 저장한 후 단순 조립하여 신속하게 진단할 수 있는 미세유체칩 기술을 소개하고자 한다.

2. 본론

본 연구에서는 사출 성형을 이용하여 검출부에 직경 1.2mm와 시약저장부에 직경 3mm 크기의 원형 웰을 포함하는 Polycarbonate 소재의 미세유체칩을 제작하였다(Fig. 1a). 오프칩 환경에서 SARS-CoV-2 항원 단백질로 표면 처리된 직경 25 μ m 폴리스티렌 입자 분산액을 검출부 각 웰에 정밀 분주하여 패터닝하였으며, 이후 건조 과정을 거쳤다. 시약저장부에는 형광 표지가 부착된 Secondary Antibody를 건조하여 저장하였다. 저장된 시약 및 입자를 포함하는 미세유체칩 상-하판을 조립한 후, 50 μ l의 Antibody 솔루션을 주입구에 주입하여 칩의 기능을 평가할 수 있다. Fig. 1b와 같이 주입된 Antibody는 시약 저장부의 건조 시약과 특이적 반응으로 결합하게 된다. 이 결합된 Antibody는 미세 채널을 통해 이동하며 검출부에 도달하고, 입자 표면의 항원과 Antibody 사이의 특이적인 반응으로 결합하게 된다. 모든 시약의 이동이 완료된 후, 계속해서 주입되는 솔루션에 의해 검출부는 세척되고, 입자를 제외한 채널에는 형광이 검출되지 않는다. 형광 분석을 통해 입자의 표면에 부착된 형광 표지의 형광 유무를 통해 질병 유무를 확인할 수 있으며(Fig. 2), 입자 평균 형광강도를 추출하여 항체의 농도에 따른 정량적 평가도 가능하다.

3. 결론

제작과 조립이 단순한 플라스틱 미세유체칩을 통해 질병 면역 검출이 가능함을 확인하였다. 입자 기반

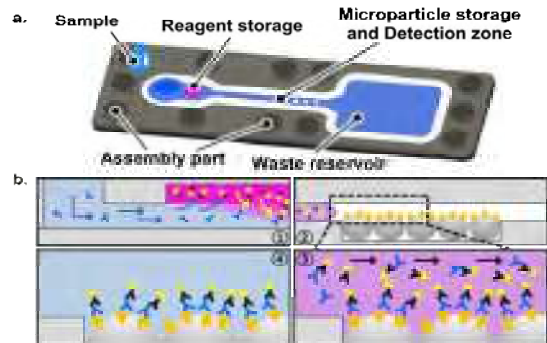


Fig. 1 A schematic view of microfluidic chip. a) Microfluidic chip composition b) Immunoassay process on microfluidic chip

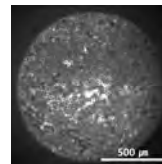


Fig. 2 Fluorescence images of well detected through immunoassay

다중 면역형광 분석기술 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

후기

This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MIST) (NRF-2021M3H4A4079557 and RS-2023-00213140).

참고문헌

1. W. Lee, H. Kim, P.K. Bae, S. Lee, S. Yang, J. Kim, "A single snapshot multiplex immunoassay platform utilizing dense test lines based on engineered beads," Biosensors and Bioelectronics, Vol. 190, pp. 113388, 2021.

현탁액 내 입자의 균일 분산 제어에 관한 연구

An Investigation into Controlling the Uniform Dispersion of Suspended Particles

*유광현¹, #김호진¹

*K. H. Yu¹ #H. J. Kim¹(hjkim@dongseo.ac.kr)

¹동서대학교 기계공학과

Key words : Microparticle, Sedimentation, Arduino, Stepping Motor

1. 서론

여러 실험실에서 마이크로입자의 반응을 검출하는 과정은 입자를 목표하는 지점에 분주하는 것으로 시작된다. 이때 현탁액 상태로 분주하는 방법이 많이 사용된다. 현탁액에서 마이크로입자를 원하는 개수로 분주하는 것은 중요한 기술이라 생각되며, 현탁액 내 마이크로입자의 분산도를 유지하는 것이 먼저 고려해야 할 부분이라 생각된다. 본 연구에서는 현탁액 내 입자의 분산도 유지를 위해 2축 회전 시스템을 구상하였고, 회전 각도에 따라 여러 시나리오를 설정하여 입자의 이동을 예상해 보았다. 또한, 입자가 현탁액 내에서 분산되는 원리를 분석해 보고자 한다.

2. 본론

2축 회전 시스템은 회전 구동부와 분산부로 나뉘며, 스텝 모터, 커플러, 분주 모듈 캡, 용액 저장부, Chip 고정부로 구성되어 모터의 축을 중심으로 회전한다(Fig. 1b). 한 단계마다 90° 회전하며, 1초 주기로 설정하였다. 회전 경로를 6가지로 구분하고, 각 경로에 따라 입자의 용액 저장부 내 이동 시나리오를 고안하였다. 입자의 위치는 중심에서 여러 방향으로 이동하며 1~2회 반복으로 표현하였다(Fig. 2). 현탁액 내 마이크로입자에는 반데르 발스 인력, 입자 간 부착력, 중력 등 다양한 힘이 작용하며, 2축 회전 시스템에서는 진동과 떨림

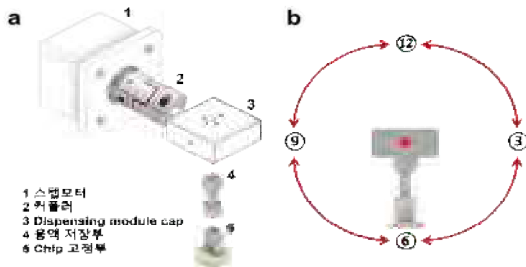


Fig. 1 (a) Schematic diagrams of a two-axis rotation system (b) A front view of a rotator

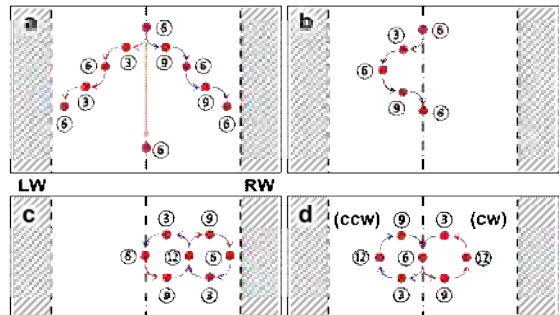


Fig. 2. Multi-Scenario of Microparticle Movement Path of Suspension by Motor Rotation (a) Yellow: No rotation, Red: Repeated movement between 3 and 6 o'clock, Blue: Repeated movement between 9 and 6 o'clock (b) Repeated pendulum movement from 3 to 9 o'clock (c) Rotating in one direction and changing direction at 12 o'clock (d) Rotating in one direction (CW, CCW)

이 발생할 수 있어 입자 분산과정에 영향을 미칠 수 있다. 이 문제를 해결하고 입자의 분산도를 유지하기 위해 시나리오의 타당성을 실험으로 확인할 계획이다.

3. 결론

현탁액 내 마이크로입자를 실시간으로 분산하는 기술을 위해 2축 회전 시스템을 구성해 보았다. 현탁액 상태로 있는 입자를 분주하고 이를 관측하고 분석하는 기술 개발에 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2023-00213140).

참고문헌

1. Chane-Yuan Yang, "Numerical simulation of sedimentation of microparticles using the discrete particle method", ScienceDirect Particuology 6, pp. 38-49, 2008.

구두발표

특별세션 OS10-1

좌장 : 박중택(씨맥)

OS10-1-1

OS10-1-2

OS10-1-3

OS10-1-4

OS10-1-5

지열원을 활용한 50-kW급 유기냉매발전시스템의 최적화 설계

Optimization Design of a 50-kW Organic Rankine Cycle System Utilizing Geothermal Heat Source

*박자운¹, #김영원¹

*J. W. Park¹, #Y. W. Kim(ywkim@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원 그린에너지나노연구그룹

Key words : Axial Turbine, Organic Rankine Cycle (ORC), Renewable Energy, Geothermal Energy

1. 서론

최근 기후 변화의 직접적인 원인으로 꼽히는 온실가스의 배출량이 전 세계적으로 증가하고 있으며, 첨단 기술의 발전과 함께 에너지에 대한 수요가 증가하고 있다. 그리하여 각국 정부와 산업계는 환경 규제에 대응하는 동시에 에너지에 대한 수요를 충족시켜야 하는 과업을 안고 있다. 이에 대한 대응책으로 에너지 생산의 효율을 높이는 동시에 온실가스의 배출 없이 에너지를 생산할 수 있는 재생에너지가 주목받고 있다. 이중 유기냉매발전시스템은 중·저온의 미활용 에너지를 활용하여 전기에너지를 생산하는 기술로 발전과정 온실가스의 배출이 없으며 단일역률이 1.0으로 발전량의 간헐성 문제를 해결할 수 있다. 본 연구에서는 90℃의 지열에너지와 55℃의 지표수를 활용하여 50kW의 전기에너지를 생산하는 유기냉매발전시스템의 최적화 설계를 진행하였다.

2. 유기냉매발전시스템 최적화 설계

Fig. 1은 본 연구의 유기냉매발전시스템의 개략도로 지열원의 열에너지를 회수하여 작동유체를 기화시키는 기화기, 고온고압의 작동유체를 팽창시켜 동력을 생산

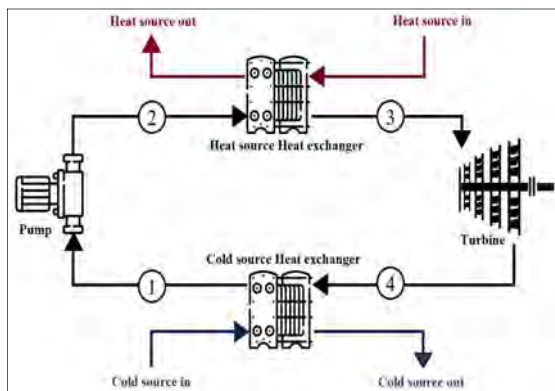


Fig. 1 Schematic design of 50 kW ORC system

하는 팽창기, 기화된 작동유체를 액화시키는 응축기, 응축된 작동유체를 고압으로 압축시키는 펌프로 구성 되어있다. 사이클의 작동유체로는 사이클의 작동 조건과 유체의 친환경성 및 안정성을 고려하여 프로판 계열의 R245fa로 선정하였다. 사이클은 회수할 열원과 냉각 열원의 상태량을 고려하여 설계하였다. 발전 시스템의 핵심 부품인 팽창기의 설계는 1차원 평균반경 설계법을 활용하였으며, 가공성과 성능 및 수명을 고려하여 양단형 축류터빈으로 설계하였다. 설계된 팽창기를 검증하기 위해 지멘스사의 STAR CCM+를 활용하여 전산유체역학 성능 분석을 수행하였다. 해석 정확도를 향상시키기 위해 격자 민감도 분석을 수행하였으며, 작동유체의 유체 특성은 미국 국립표준기술원의 REFPROP을 사용하였다. 설계된 유기냉매발전시스템의 시스템 성능을 검증하기 위해 실험을 수행하였다. 고온 열원을 모사하기 위해 증기 보일러를 활용하였으며, 저온 열원을 모사하기 위해 냉각탑을 활용하였다.

3. 결론

실험 결과, 발전 시스템의 설계 점에서 80.2%의 팽창기 정효율, 3.1%의 사이클 열효율, 44kW의 발전출력을 도출함을 확인하였다. 이는 추가적인 연료 소모 없이 저온 열원을 활용하여 친환경 소규모 전력을 생산할 수 있는 기술적 가능성을 시사한다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(20222020800130, 중저온 산업폐열 이용 하이브리드 발전 시스템 개발실증).

R1336mzz(z)를 이용한 열교환기 성능평가를 위한 실험장치 제작 Experimental Setup for Evaluating Heat Exchanger for ORC using R1336mzz(z) Refrigerant

*정성석¹, 나경철¹, 신성민¹, #조항진^{1,2}

*Seong Seok Chung¹, Kyung Chul Na¹, Seong Min shin¹, #HangJin Jo(jhj04@postech.ac.kr)^{1,2}

¹포항공과대학교 첨단원자력공학부, ²포항공과대학교 기계공학과

Key words : Organic rankine cycle, Heat exchanger, Ozone depletion potential, Global warming potential

1. 서론

유기랭킨사이클(Organic Rankine Cycle, ORC)은 냉매를 이용한 랭킨 사이클로 R245fa, R1233zd, R134등의 유기냉매를 작동유체로 사용한다.^[1] ORC의 열원으로는 일반적인 랭킨 사이클과 달리 중·저온의 폐열원을 회수하거나 낮은 온도의 열원을 사용한다.^[1] 기존 ORC에 사용된 많은 종류의 냉매가 높은 오존층 파괴 지수(ODP)와 지구온난화 지수(GWP)를 가지고 있어 환경적인 문제가 있었고 낮은 ODP와 GWP를 가진 대체냉매의 개발 필요성이 대두되었다^[2]. 이에 다양한 대체냉매 중 R1336mzz(z)를 이용한 열교환기 성능평가를 위해 실험장치를 제작하였다.

2. 열교환기 평가용 실험장치 제작

대체냉매 R1336mzz(z)를 이용한 열교환기의 성능을 평가하기 위한 실험장치를 제작하였고 Fig. 1에 완성된 사진이 표시되어 있다. Heat source로서 Hot air를 사용하고 Heat sink로서 Cold water를 사용하였으며, 증발기, 재생기, 응축기의 성능평가를 진행할 수 있다. 제작한 실험장치의 열전달 검증에 위한 Heat balance 평가 결과가 Fig. 2에 나타나 있으며 전체적으로 6% 이내로 검증이 완료되었다.



Fig. 1 열교환기 성능평가 실험장치

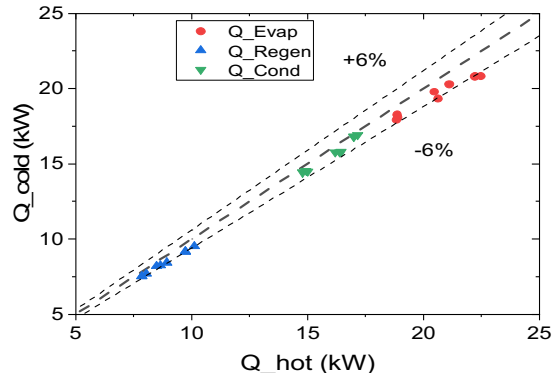


Fig. 2 실험장치 Heat Balance

3. 결론

대체냉매 R1336mzz(z)를 이용한 열교환기 성능평가가 가능한 실험장치를 제작하였고 열교환 검증을 진행하였다. 본 실험장치를 이용하여 열교환기의 성능을 평가하여 ORC 사이클 해석에 적용할 예정이다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(20222020800130, 중·저온 산업폐열 이용 하이브리드 발전시스템 개발·실증)

참고문헌

1. Quoilin, "Techno-economic survey of Organic Rankine Cycle (ORC) systems", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 22, pp. 168-186, 2013.
2. Saengsikhiao, "The Performance Simulation of The New R463A HFC/HFO/Carbon Dioxide Refrigerant with Lower GWP, As an Alternate Option for The R404A Refrigeration System", J.of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences.

열전발전용 열교환기의 내부 구조에 따른 연구 A Study on the Effects of Internal Structural Variations on Heat Exchanger of Thermoelectric Generation System

*신경호¹, 정윤호¹, #김주형¹

*K. H. Shin¹, Y. H. Jung¹, #J. H. Kim(joohyung.kim@inha.ac.kr)¹

¹인하대학교 기계공학과

Key words : Energy problems, Energy harvester, Thermoelectric generator (TEG), Heat distribution

1. 서론

열전발전(Thermoelectric Generation; TEG)은 주로 가정 및 산업 등에서 발생하는 폐열을 회수하기 위해 에너지 하베스팅(Energy Harvesting)을 위해 활용된다. 더욱 효과적인 에너지 하베스팅을 위해 적절한 환경에 따른 TEG 소자의 선정도 중요하지만, 더 나아가 TEG 시스템의 최적화를 통해 동일 소자에서 더욱 많은 발전량을 이끌어내는 것이 중요하다. 본 연구는 TEG 시스템의 최적화 중 열전소자의 열 공급에 직접적인 영향을 주는 열교환기(Heat Exchanger; HEx)의 내부 구조에 따른 효과를 시뮬레이션 및 실험을 진행하였다.

2. 시뮬레이션

TEG 시스템의 열원은 칠러의 작동유체를 기반으로 하여, 블록형 열교환기 내부를 흐르며 열전소자에 열을 공급 및 냉각하는 방식으로 설계되었다. 열교환기 내부의 핀 구조에 차이를 두어 열교환기 내부 유체 온도 변화를 시뮬레이션 기반으로 예측하였다. Fig. 1은 열교환기 내부 유동장의 평균 온도를 도출한 결과이다.

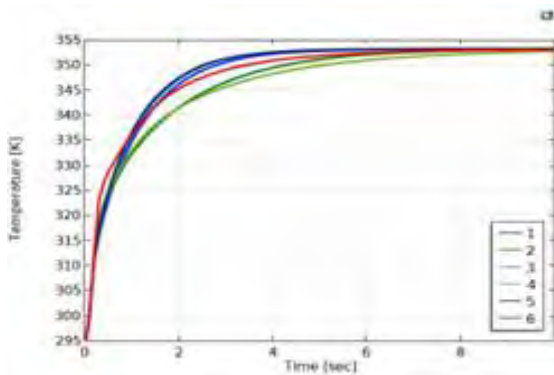


Fig. 1 Surface temperature difference of heat exchangers by simulation

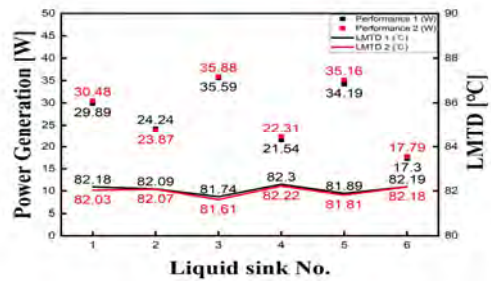


Fig. 2 Temperature difference and power for different heat exchangers

3. 실험

고온부 및 저온부의 공급 작동유체 온도차 80°C를 기준으로 실험을 진행하였다. 각 항목별로 30분간 실험을 진행하였으며, 발전량은 멀티미터 기반으로 측정된 전압 및 전류값의 곱으로 계산하였다.

4. 결론

본 시뮬레이션과 실험 측정값을 비교한 결과, 시뮬레이션에서 분석한 평균온도의 결과와 Fig. 2의 측정 발전량이 같은 경향성을 보이는 것을 알 수 있다.

후기

이 논문은 2022년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임.(20222020800130, 중·저온 산업폐열 이용 하이브리드 발전시스템 개발·실증)

참고문헌

- Lee, S. H. et al., "Heat energy harvesting by utilizing waste heat with small temperature differences between heat source and sink", J.of Mechanical Science and Technology, Vol. 34, pp. 443-455, 2020.

중저온 산업폐열을 이용한 ORC 발전시스템의 탈설계 해석 모델 개발 Development of Off-Design Analysis Model of an Organic Rankine Cycle for Low and Medium Temperature Industrial Waste Heat Recovery

*#박주현¹, 박하나¹, 이문언¹

*J. H. Park(joohp@kaeri.re.kr)¹, H. Park¹, M. E. Lee¹

¹한국원자력연구원

Key words : Refrigerant, Off-design, Organic Rankine cycle, Waste heat

1. 서론

산업화 이후 기술 발전과 에너지 수요 증가는 환경 파괴와 기후 위기를 초래하였다. 이를 극복하기 위한 재생에너지 활용 기술로 유기랭킨사이클(Organic Rankine cycle, ORC)이 있다. 폐열 회수 발전의 경우, 열원으로 사용되는 산업 폐열의 공정 특성에 따라 ORC의 운전 조건이 설계 영역에서 이탈할 수 있다. 따라서 탈설계(Off-design) 조건에서의 발전시스템 성능을 예측하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 R1336mzz(Z)를 작동 유체로 사용하는 200 kWe급 ORC 발전시스템의 탈설계 해석 모델을 개발하였다.

2. 설계 모델 개발

탈설계 해석의 반복적인 계산 전략(iteration strategy)은 설계점 해석과 유사하지만, 작동 유체의 유량 결정 방식에 차이가 있다. 설계점 해석에서는 질량 유량을 목표 출력(Power output) 기준으로 결정한다. 반면에 탈설계 해석에서는 질량 유량은 펌프의 수두-유량 곡선과 터빈의 유동 특성의 매칭에 의해 결정된다. 이러한 조합 과정이 탈설계점 해석의 첫 번째 과정이며, 반복 계산의 시작이다(Fig. 1).

원심 펌프의 탈설계 모델의 경우 펌프로 공급되는 질량 유량과 펌프 회전속도는 입력 변수이며, 펌프 성능 곡선은 일정한 임펠러 직경에 대해 Affinity^[1] 법칙에 의해 도출 할 수 있다. 반경 방향 터빈의 탈설계 모델의 경우 내부를 흐르는 질량 유량이 터빈 입구 조건과 출구 압력, 그리고 터빈의 블레이드 및 노즐 설계에 의해 결정된다^[2].

3. 결론

중저온 산업폐열을 이용한 ORC 발전시스템의 탈설계 해석 모델을 개발하였다. 이를 위해, 탈설계 해석 전략을 수립하였으며, 주요 기기인 터빈과 펌프의 탈설계 해석 모델을 개발하였다.

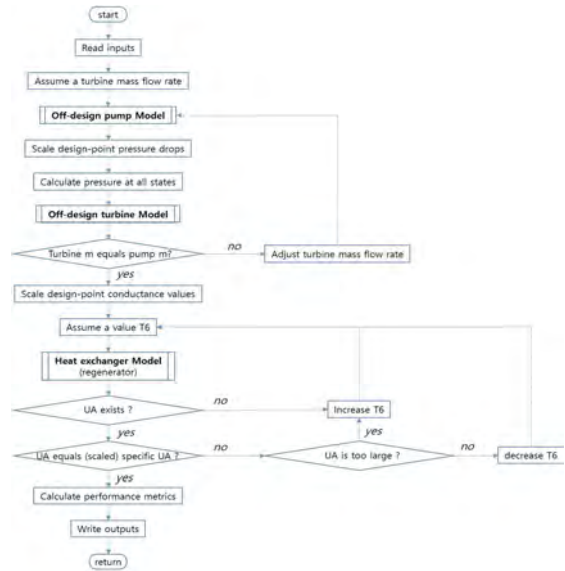


Fig. 1 Flow chart of off-design analysis model

후기

This work was supported by Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) grant funded by the Korea government (MOTIE) (No. 20222020800130).

참고문헌

1. Ibarra M, et al., Performance of a 5 kWe Organic Rankine Cycle at part-load operation. Appl. Energy 2014;120:147-58.
2. Dyreby JJ, et al., Modeling off-design and part load performance of supercritical carbon dioxide power cycles. In: Proceedings of ASME Turbo Expo 2013: Turbine Technical Conference and Exposition, San Antonio, Texas, USA; 2013.

50kW급 ORC시스템의 전력변환장치 구성 Configuration of Power Conversion Device for 50kW ORC System

*이진성¹, #주성남¹, #김병우¹

*J. S. Lee¹, #S. N. Ju¹, #B. W. Kim(bwkim@intech-fa.co.kr)¹

¹(주)인텍에프에이

Key words : ORC, Inverter, Converter, Grid Connection, Motor Drive

1. 서론

국내는 제조업 부문이 국가 총 에너지 소비량의 55%정도를 차지하는 특수성을 지니며, 총 에너지의 5%가 폐열로 배출되고, 이중 86%정도가 300~500℃의 배기가스로 배출된다.^[1] 산업체에서 버려지는 폐열을 효율 10%로 발전한다면, 연간 2.5GW의 전기 생산과 10.6백만 톤의 CO2 감축이 가능하다고 보고 있다.

본 연구에서는 기존 ORC(Organic Rankine Cycle)시스템의 터빈 발전부의 초기기동 문제를 해결하고, TEG 소자를 사용한 부하변동 대응과 부가발전이 가능한 하이브리드 전력변환 장치에 대해 제안한다.

2. ORC시스템

ORC시스템은 하기 Fig. 1과 같이 구성된다. 기존 랭킨사이클과는 달리 물로 증기를 발생시키는 것이 아닌 저온의 냉매를 이용한 증기로 터빈을 동작시켜 전기에너지를 생성한다. 생성된 전기에너지는 전력변환 장치를 통해 계통으로의 발전이 이루어진다.

3. 하이브리드 전력변환장치

상세 토폴로지는 Fig. 2와 같으며, 터빈측은 초기기동을 위해 IGBT를 장착하였고, MPPT제어를 위해 부스트 컨버터를 추가 장착한다. TEG는 절연형 DC/DC 컨버터를 적용하여 발전하며, 계통단은 4-Leg PWM Converter로 구성되어 있다.

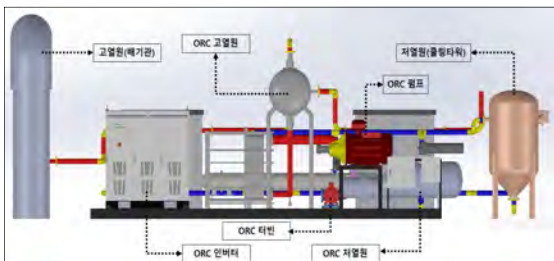


Fig. 1 Configuration of ORC system.

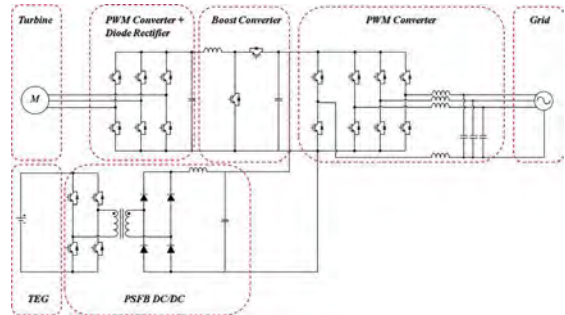


Fig. 2 Topology of hybrid power conversion device.



Fig. 3 Prototype for proposed topology.

4. 결론

본 연구에서는 ORC시스템의 하이브리드 전력변환 장치의 토폴로지를 제안하였다. 제안된 토폴로지는 향후 50kW급 ORC발전시스템에 적용하여 실증할 예정이다.

후기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.(과제번호 : 20222020800130)

참고문헌

- 이동원, "친환경 유기랭킨사이클 발전시스템 기술 시장 전망", 한국과학기술정보연구원, pp. 7, 2016.

구두발표

특별세션 OS10-2

좌장 : 김영원(한국생산기술연구원)

OS10-1-1

OS10-1-2

OS10-1-3

OS10-1-4

유기 랭킨 사이클 발전 및 열전 발전 시스템 성능평가 표준화 연구 A Study on the Performance Evaluation Standardization of Organic Rankine Cycle Power Generation and Thermoelectric Power Generation System

*최동환¹, #차재두¹, 이승훈¹

*D. H. Choi¹, #J. D. Cha(jdcha@ktl.re.kr)¹, S. H. Lee¹

¹한국산업기술시험원 환경기술본부

Key words : Organic Rankine Cycle(ORC), Thermoelectric Power Generation(TEG), Performance Evaluation, Standardization

1. 서론

전 세계적으로 탄소중립에 대한 요구가 강화됨에 따라 산업 설비로부터 발생하는 중저온 미활용 열원(약 400℃ 이하)을 활용한 전기에너지 생산에 관심이 증가하고 있다. 본 연구에서는 이에 용이한 유기 랭킨 사이클 발전 시스템(Organic Rankine Cycle, ORC) 및 열전 발전 시스템(Thermoelectric Power Generation, TEG)을 연계 이용한 하이브리드 발전시스템에 대한 실증 연구를 진행하였다.^{1),2)}

50kW급 파일롯 발전 시스템에 대한 실증을 완료하였으며, 이에 대한 성능평가 실험을 진행함으로써 산업 적용 가능성에 대한 연구를 진행하였다. 다만 랭킨 사이클 발전이나 가스터빈 열병합 발전과 같이 상용화 발전 사이클에 대한 표준화 연구는 이미 충분히 진행되었으나 ORC, TEG와 같은 소규모 발전 시스템에 대한 표준화 연구는 그 사례가 부족한 실정이다.

따라서 기존 표준화 규격 사례연구를 통한 표준규격 개발 및 실제 성능평가 실험을 통해 이에 대한 적합성을 검토하였다.

2. 본론

하이브리드 발전 시스템은 단일 ORC 시스템 전, 후단에 서로 다른 2개의 TEG 발전 시스템을 병렬 배치하여 구성하여 전체 시스템의 효율을 향상시키도록 설계 하였으며 개략도를 Fig. 1을 통해 확인할 수 있다. 또한 하이브리드 발전시스템 전단에 버너를 배치하여 400℃ 열원을 모사할 수 있도록 설계하였다.

전체 시스템 발전 효율 및 발전 규모에 대한 성능평가 표준화를 위해 열역학적 이론에 기반한 산출 공식을 활용하였으며, 국제표준 규격에 부합한 계측기기 선정 및 설치요건 부합화를 통해 시험 신뢰성을 확보하고자 하였다. 50kW 파일롯 규모의 실증 실험을 통해 표준규격에 대한 적합성을 확인하였으며, 향후

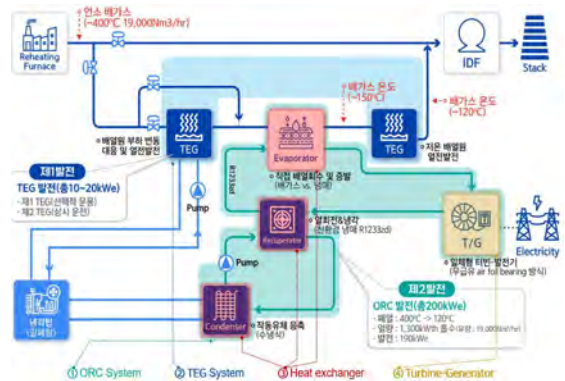


Fig. 1 Schematics of hybrid power generation system(50 kW)

200kW급 확대 실증을 통해 그 사업성 또한 확보할 예정이다.

후기

본 연구는 산업통상자원부 한국에너지기술평가원의 에너지수요관리핵심기술개발사업 “중저온 산업폐열 이용 하이브리드 발전 시스템 개발/실증” 과제의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. P. Colonna, E. Casati, C. Trapp, T. Mathijssen, J. Larjola, T. Turunen-Saaresti, and A. Uusitalov “Organic Rankine Cycle Power Systems: From the Concept to Current Technology, Applications, and an Outlook to the Future”, J. Eng. Gas Turbines Power, Vol. 137, No. 10, pp. 100801-1-19, 2015.
2. T. Kajikawa, “Approach to the Practical Use of Thermoelectric Power Generation”, J. of Electronic Materials, Vol. 38, pp. 1083-1088, 2009.

중저온 산업폐열을 이용한 200kWe급 하이브리드 발전시스템 MBOP 기본 설계

Design of 200kWe Hybrid Power System for Low and Medium Temperature Industrial Waste Heat, Mechanical Balance of Plant

*김진수¹, 최승규¹, 박종택¹, #강덕홍²

*J. S. Kim¹, S. K. Choi¹, #J. T. Park¹, D. H. Kang(energykang@rist.re.kr)²

¹(주)씨맥, ²포항산업과학연구원

Key words : Hybrid Power System, TEG(Thermoelectric Generator), ORC(Organic Rankine Cycle)

1. 서론

기후변화가 심해지는 상황에 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)는 2023년 7월 4일 세계 평균기온이 17.08℃로 사상 최고치를 경신했다고 발표하였으며 이는 과거 최고치보다 0.28℃ 높았다.¹⁾

탄소 배출이 없는 재생에너지의 중요성이 점차 증가하는 상황에서 폐열을 활용한 전기생산은 탄소를 배출하지 않기 때문에 재생에너지들과 동등한 효과를 낼 수 있다. 본 연구에서는 ORC(Organic Rankine Cycle) 발전을 이용하여 중저온 폐열을 이용해 발전을 하고자 하였으며, ORC 발전에 투입되는 열량을 일정하게 보조하고자 TEG(Thermoelectric Generator)와 연계하여 발전효율을 안정화 시키는 하이브리드 발전을 구성하여 200kWe급 MBOP 기본 설계를 수행하였다.

2. 재료 및 구성

폐열원으로는 LNG를 사용하는 사업장으로 가정하여 과잉공기비 1.05에서의 연소배가스 조건을 선정하였고, 발전부로 유입되는 온도범위는 340~400℃로 정의, 배가스 질량유량은 6.655kg/s를 적용하였다. 배가스 조성은 Table 1과 같다.

Table 1 The composition of exhaust

Composition	Ratio (Vol. %)
Nitrogen	72.04
Oxygen	0.91
Water	17.58
Carbon Dioxide	9.47

3. 결과

열원에 따른 하이브리드 발전의 발전량은 Fig. 1에 나타낸바와 같다. TEG 고온발전부는 입열량 477.4kWe

에서 효율 3.5%일 때 발전량 16.7kWe가 되고, 고온TEG를 통과한 배가스는 340℃로 ORC 증발기에 공급된다. ORC 입열량 1319.1kWe 대비 발전량 211.3kWe로 16.02%의 효율을 나타낸다. TEG 저온발전부로 유입되는 배가스 온도 169.24℃를 160℃까지 감소시킬 때 효율 2.0%로 1.40kWe 전력을 추가로 얻을 수 있다.

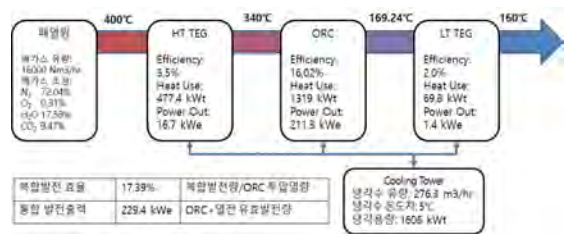


Fig. 1 200kWe hybrid power system diagram

4. 결론

하이브리드 발전시스템의 MBOP 기본설계 결과 복합발전효율 17.39%, 통합 발전출력 229.4kWe를 확인하였다. 해당 설계를 적용하여 Pilot-plant 운전을 통한 검증이 우선적으로 필요하며, 50kWe급의 Pilot-scale 운전이 적절할 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.(과제번호 : 20222020800130)

참고문헌

1. World Meteorological Organization, July 2023 is set to be the hottest month on record, (<https://public.wmo.int/en/media/press-release/july-2023-set-be-hottest-month-record>)

폐열회수 열전-ORC 발전계통 설계코드 개발

Development of Design Code for Waste Heat Recovery Thermoelectric-ORC Power Generation System

권진규¹, *#강덕홍¹, 김영일¹, 박주형¹

J. G. Kwon¹, *#D. H. Kang(energykang@rist.re.kr)¹, Y. Kim¹, J. Park¹

¹포항산업과학연구원

Key words : Waste Heat Recovery, Design Code, Thermoelectric, ORC

1. 서론

현재, 전지구적인 지구온난화 위기의 심화와 이에 대응하기 위한 정책 및 연구가 진행되고 있는 상황이다. 온실가스 저감을 위한 최종적인 방향성은 Carbon-Free 에너지의 활용이나, 최종적인 목표 도달에 앞서 온실가스 배출량 저감을 위해 다른 방안 또한 요구된다. 산업에서의 에너지 사용과 이에 의한 온실가스 배출은 전체 온실가스 배출에서 높은 비중을 차지하고 있다. 이를 저감하기 위하여 에너지 효율을 향상시키는 방안이 필요하며, 그 중 하나로는 폐열회수를 통한 온실가스 배출량 감축이다. 본 연구에서는 폐열회수를 통한 온실가스 배출량 감축을 위한 열전-ORC 통합 발전사이클 개발 과정에서 폐열회수 발전시스템 공급자를 위한 설계용 전산코드를 개발 중에 있으며, 이의 상세를 소개한다.

2. 계통설계 코드 개발

통상의 화력발전소 발전계통 설계 절차에서는 계통에 필요한 용량, 인근 수요, 담당하게 될 용량 및 운전특성 등을 전제하고 설계를 시행한다. 반면 현재 추진 중인 폐열회수 발전시스템의 설계 시에는, 폐열원의 조건이 고정된 상태에서 설계가 시행되며, 폐열원 조건 변동에 대한 대응 방안을 개발하여야 할 필요가 있다. Fig. 1에 상기 사항을 고려하여 개발된 코드를 통해 얻은 50kWe급 Pilot 시스템의 개념설계 결과를 도시하였다.

3. 향후 계획

현 단계에서는 발전사이클 설계를 위한 기초 계통 설계 코드가 개발되어 있는 상태이다. 폐열회수의 특성상 높은 열원 변동이 존재하고, 이에 대응하고 최적 조건에서의 발전 사이클 운용을 위하여, 개별 장치들의 기본설계 이후, 해당 장치가 설계지점에서 벗어난 상태에서 운용될 때의 성능 예측이 필요하다. 이에 해당하는 대상설비는 열전모듈, 열교환기(증발기, 응축기, 복열기), 터빈 등 발전시스템의 주요기기 및 주요 유틸리티인 냉각탑을 포함한다. 이를 종합하여 설비 공급자가 편리하게 사용 가능한 설계코드를 개발할 예정이다.

4. 결론

열전-ORC 하이브리드 발전시스템은 폐열회수를 통해 유용도가 높은 전기에너지 형태로 열회수를 시행하는 시스템이다. 폐열원의 특징 상, 해당 시스템의 공급자 입장에서의 설계 진행을 위해서는 통상의 발전시스템 설계와 달리 폐열원의 조건으로부터 시스템 설계의 진행이 필요하다. 또한, 공급자 입장에서의 활용성 증대를 위해 주요 구성요소 및 유틸리티 설비의 기본설계의 통합 또한 요구된다. 이를 종합하여 설비 공급자 입장에서 편리한 활용이 가능한 폐열회수 발전시스템의 설계코드를 개발하는 것이 목표이다.

후기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(과제번호 : 20222020800130)

참고문헌

1. 신흥수, "화력발전소의 종류와 발전소 설계", 건설기술 쌍용, Vol. 60, pp. 46-50, 2011.

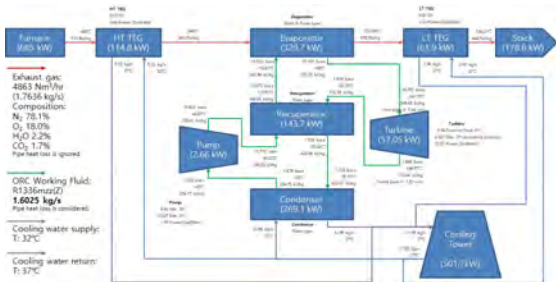


Fig. 1 50 kWe Pilot TEG-ORC Conceptual Design

50kWe 무급유 초음속 터빈 발전기의 설계

Design of 50kWe Oilless Supersonic Turbine Generator

*이현석¹, #이태준¹, 이승준¹

*Heon Lee, #Tae Lee, Seung Lee (hslee@joonbros.com)

¹준브라더스 주식회사

Key words : Radial Turbine, Organic Rankine Cycle (ORC), Renewable Energy, Supersonic

1. 서론

유기냉매발전 시스템(ORC, Organic Rankine Cycle)은 중저온의 미활용에너지(Unused Energy)를 사용하거나 연료전지 등의 신재생에너지 시스템과 연계하여 추가의 전기에너지를 생산할 수 있는 시스템이며, ORC의 성능을 결정하는 가장 중요한 구성품이 터빈 발전기이다. 준브라더스(주)는 2015년 속초에 170kW 무급유(Foil Bearing) ORC 터빈발전기를 설치한 이후 최근까지 약 20기의 100kW 및 200kW 터빈발전기를 호주와 중국에 설치운전해 오고 있으며, 본 연구에서는 기존 제품의 내구성 문제를 해결하기 위하여 회전체의 무게를 줄이는 방향으로 설계를 진행하여 팽창비(Expansion Ratio) 8.0을 제공하는 50kWe 무급유 터빈 발전기를 종합효율 84.4%가 (공력 87%, 전기 98%, 기계 0.99, 전력변환기 손실 제외) 되도록 설계하였다.

2. 공력설계

설계시스템은 1차원 설계, Blade 형상 설계 및 Mesh Generation, 3차원 유동해석 그리고 후처리까지 모든 프로그램을 하나의 프로그램으로 만들어 계산효율을 극대화하였다. 1차원 설계는 NASA report로 공개된 Turbine 1차원 Design Program(TN D-8164)과 REFPROP을 결합하여 구현하였고, 2차원 설계 및 해석 없이 바로 3차원 유동해석을 통해서 설계를 진행하였으며, 3차원 유동해석은 터보기계 3차원 해석 공개 프로그램인 MULTALL을 기반으로 하여 REFPROP으로 생성한 Gas Table을 읽어 계산을 수행하는 방식으로 개선하여 사용하였다. 초음속 노즐은 1차원 설계에서 확정한 입출구 조건을 만족하도록 MOC(Method Of Characteristics)에 기반한 2차원 설계 프로그램을 활용하여 노즐의 형상을 결정하였다. 작동 유체는 R1336mzz(Z)으로 선정되었으며, 입구조건 195℃, 14.7barA, 1.6025kg/s에 대하여 팽창비 8.0이 되도록 비속도 0.744(Non-Dimensional)에서 설계하여 공력효율 87%를 달성하였다. 다만, 현재의 설계 시스템은 탈설계점에 대한 해석 기능이 아직 미진하며



노즐 출구가 경사지게 구성되는 터빈 노즐을 완전하게 표현하지 못하는 문제가 있어 반드시 성능시험을 통해서 최종 설계가 확정되어야 하는 한계를 가지고 있다.

3. 전기 및 회전체 설계

발전기의 전기설계는 회전체의 구조 및 베어링의 특성 및 위험속도와 관련이 있어 복잡한 결정과정을 거치게 되며, 이 단계에서 어려움을 극복하지 못하면 공력설계 단계로 다시 되돌아가야 하는 중요한 부분이다. 무급유 베어링의 내구성을 확보하기 위하여 회전체 전체의 무게를 줄이는 방향으로 설계를 진행하였으며, 설계회전수의 150% 이상에서 위험속도가 있도록 설계하였다.

4. 결론

본 연구의 최종 목표인 80%의 종합효율보다 높은 84.4%로 성공적으로 설계가 되었으나, 실제적으로는 50kWe 발전기에서는 낮은 레이놀즈수로 인한 더 높은 점성효과와 기계가공 및 조립의 정밀도에 영향을 받는 회전자와 고정자 사이의 누설문제 등으로 실제적으로는 목표효율에 근접하는 결과가 될 것으로 예상되며, 50kWe 발전기의 4배 스케일인 200kWe 발전기는 더 높은 효율을 달성할 수 있을 것으로 기대한다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(20222020800130, 중저온 산업폐열 이용 하이브리드 발전 시스템 개발실증).

구두발표

특별세션 OS11-1

좌장 : 김석호(창원대학교)

OS11-1-1

OS11-1-2

OS11-1-3

OS11-1-4

용접부 평가를 위한 비선형 유도초음파 혼합 기법 연구

Investigation of Nonlinear Feature-Guided Waves Mixing for a Weld Joint Evaluation

*모하메드 아슬람¹, #이재선²

*Mohammed Aslam¹, #Jaesun Lee (jaesun@changwon.ac.kr)²

¹창원대학교 극한환경 스마트기계부품 설계/제조혁신센터, ²창원대학교 기계공학부

Key words : Feature guided waves, nonlinear acoustics, wave mixing, weld joint

1. Introduction

The concept of Feature-Guided Waves (FGWs) holds practical significance in defect assessment, concentrating wave energy around specific structural elements [1-2]. Previous studies on FGWs primarily focused on linear acoustic responses. However, this research employs nonlinear ultrasonic techniques, specifically a wave mixing method. By employing 3D finite element (FE) simulations and experiments, this study unveils the dispersion characteristics of weld-guided modes, pinpointing a pair of weld-guided modes with distinct frequencies.

2. Elasto-dynamic FE simulations

To investigate the phenomenon of FGW mixing, we conducted 3D elasto-dynamic FE simulations. The frequency response of the displacement, obtained through simulation is illustrated in Fig. 1. Simultaneous excitation of the SH0 feature-guided wave modes results in the successful generation of the sum frequency component.

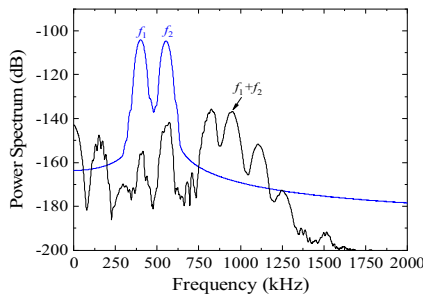


Fig. 1 Displacement response in frequency domain

3. Experimental Study

To generate a feature-guided wave, a welded aluminium plate (Al-6061) is manufactured using the TIG welding

technique. Fig. 1 shows the sensor response obtained through FGW mixing.

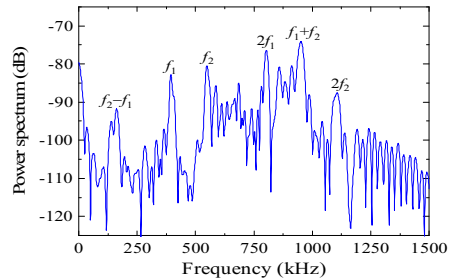


Fig. 3 Sensor response in frequency domain

Conclusions

The present numerical and experimental investigation delves into the examination of mixed harmonics generation within a welded joint through the process of FGW mixing. The numerical findings and experimental validation notably highlight that the mixed harmonics resulting from FGW mixing can be effectively employed to detect micro-damages in and around weld joints.

Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT)(No.2019R1A5A8083201)

Reference

1. Wu, Jinhang, Chang Jiang, Han Fang, and Ching-Tai Ng, Damage detection in the T-welded joint using Rayleigh-like feature guided wave, NDT & E International 135 (2023) 102806.
2. Li, Weibin, Zifeng Lan, Ning Hu, and Mingxi Deng, Theoretical and numerical investigations of the nonlinear acoustic response of feature guided waves in a welded joint." Wave Motion 101 (2021) 102696.

알루미늄 주조품의 재제조를 위한 적층제조 공정의 기초연구 Fundamental Research on Additive Manufacturing Processes for Remanufacturing Aluminum Castings

*조영관¹, 김세진¹, #박상후²

*Y. K. Jo¹, S. J. Kim¹, #S. H. Park(sanghu@pusan.ac.kr)²

¹부산대학교 대학원 기계공학부, ²부산대학교 기계공학부

Key words : Aluminum casting, Additive manufacturing, Remanufacturing, Direct energy deposition

1. 서론

자동차 엔진블럭과 같은 제품은 재제조 산업을 육성하여 재제조를 통하여 제품을 보수하여 다시 사용하고 있다. 하지만 기존의 재제조 공정은 사람의 손으로 재제조를 하는 공정을 통하여 제품을 재제조하기 때문에 깊은 찍힘이나 결함의 발생 정도에 따라 재제조 적용의 제한이 발생하였다¹. 이를 극복하기 위해 본 연구에서는 적층제조 공정을 기반으로 알루미늄 주조품의 재제조를 위한 공정을 연구하였다.

2. 실험 방법

본 연구에서 사용한 재제조 공정은 Direct energy deposition(DED) 공정 기반의 공정으로 Fiber 레이저를 조사하여 분말 용융시켜 모재의 표면에 이종 소재를 적층하여 기계적 특성을 개선하는 공정이다.

모재는 알루미늄 주물품 중 엔진블럭에 가장 많이 사용되는 ADC 12 소재를 사용하였으며, 재제조를 위한 분말로는 53~150 μ m의 크기를 가지는 A356 (Al7SiMg) 소재를 사용하였다. 그리고 Fig. 1과 같이 찍힘의 적층성을 높이기 위하여 레이저를 1차적으로 조사하여 Reshaping 공정 유무에 따라 2 Layers 적층 후 결과를 분석 하였다.

3. 결과

Reshaping 공정을 적용하지 않은 시험편의 경우 2 layers를 적층하였을 때, 모재의 높이 이상 적층되지 않는 것을 확인하였다. 그에 반해 Reshaping을 한 시험편의 경우 적절한 높이를 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 이를 기반으로 Reshaping의 적용에 따라 적층 효과의 차이가 발생하는 것을 확인하였다.

4. 결론

모재의 Reshaping의 적용에 따른 적층결과의 차이를 확인하였다. 이 결과에서는 모재에 Reshaping 공정

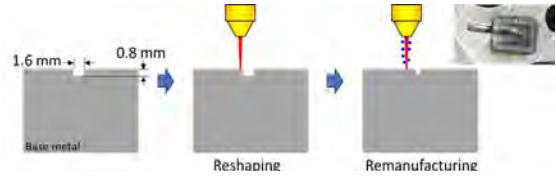


Fig. 1 Schematic diagram for remanufacturing process

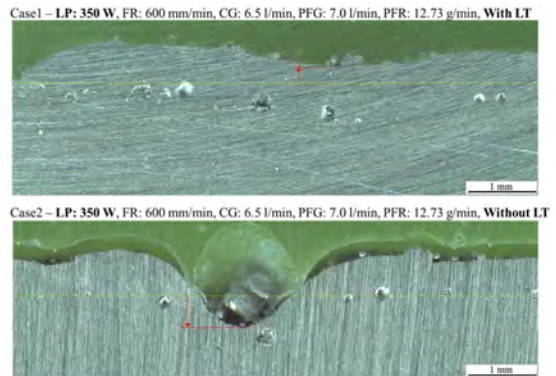


Fig. 2 Comparison of additive part cross-sections after applying the reshaping process

으로 인해 찍힘부 모서리의 각진 부분이 줄어들어 개선되는 것으로 판단된다.

후기

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (No. 2019R1A5A8083201) and (grant No. 2021R1A6C101A449)

참고문헌

1. Lee, C. G., "A Study on Remanufacturing Technology of Commercial Diesel Engine Cylinder Block", J. KSMTE, pp. 383-390, 2018.

스몰 펀치 시험을 통한 금속 소재의 극저온 기계적 물성평가

Evaluation of Cryogenic Mechanical Properties of Metal Materials by Small Punch Test

*차호준¹, 윤동현², 유지성³, 이승건³, #김석호²

*H. J. Cha¹, D. H. Yoon², J. S. Yoo³, S. G. Lee³ #S. H. Kim (seokho@changwon.ac.kr)²

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정, ²창원대학교 기계공학과 ³한국재료연구원 수소재료평가 연구실

Key words : Cryogenic, Mechanical Properties, Small Punch Test(SPT)

1. 서론

최근, 친환경에너지로 각광받고 있는 고온초전도 자석 및 수소에너지에 대한 연구가 활발히 수행되면서, 극저온 고압의 극한환경에서의 구조적 소재의 기계적 특성 평가가 요구되고 있다. 스몰 펀치 테스트는 매우 작은 디스크 형태의 시편을 강구를 활용한 압축 시험법으로 인장시험 및 충격시험과 같은 물성을 얻을 수 있는 시험법이다. 본 연구에서는 극저온용 스몰 펀치 시험기를 개발하여 극저온 및 수소 취하 환경에서의 구조용 소재의 기계적 물성을 평가하였다.

2. 실험장치 설계 및 제작

Fig. 1은 액체질소 비등냉각 방식을 활용하기 위하여 설계 및 제작된 극저온용 스몰 펀치 시험기이다. 시험기 내부의 Super Bellows는 LN2 듀어 내부의 누설을 방지시키고 동시에 힘 전달의 역할을 하며 극저온 환경에서의 시편의 고유 변형량을 측정할 수 있다. G-10을 활용한 Extension Load 및 듀어 하부의 G-10 블록은 전도 열침입을 최소화함과 동시에 우수한 기계적 강도를 확보할 수 있다. 구조용 소재로 활용되는 Al 6061 T-6 소재와 SUS 316L 소재를 통해 시험기 검증을 수행하고 수소 취하 특성을 평가하였다.

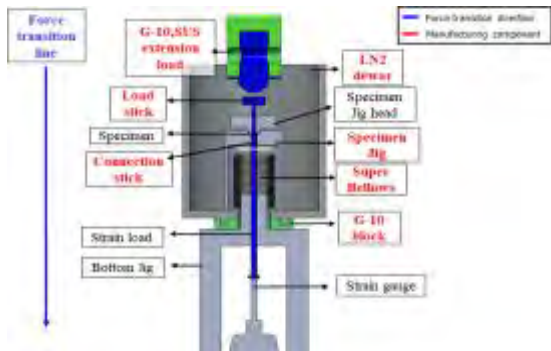
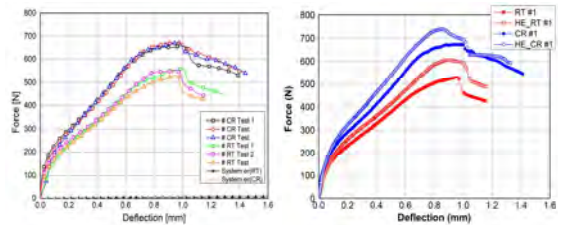


Fig. 1 Configuration of cryogenic small punch test

3. 실험결과

Al 6061 T-6 시편을 통해 제작된 시험기의 신뢰성 및 재현성을 확인한 결과 Fig. 2(a)와 같이 상온 및 극저온에서 재현성을 확인할 수 있었으며 시스템 오차 역시 1% 미만으로 무시할 수 있었다. Fig. 2(b)는 상온 및 극저온에서의 수소 취하 특성을 평가한 결과로 수소 환경에 노출된 경우 최대 응력이 증가함과 동시에 변형량이 줄어드는 것을 확인하였다.



(a) F-D curve at RT, CR (b) F-D curve at HE

Fig. 2 Small punch test results

4. 결론

본 연구에서는 극저온 및 수소 환경에서 사용되는 구조용 강에 대한 기계적 물성을 평가하기 위하여 스몰 펀치 시험기를 제작하고 기계적 특성을 평가하였다. Al 6061 T-6 소재의 경우 극저온 환경 및 수소 환경에 노출됨에 따라 취성의 성질이 강해지며 수소 취하에 따른 기계적 강도가 높아지는 것을 확인하였다.

후기

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단(No. 2019R1A5A8083201) 및 한국재료연구원(KIMS)의 R&D 기본사업(Grant No. PNK9340)의 지원을 받아 수행된 연구임.

고자기장 초전도 자석 설계를 위한 적층 고온초전도 박막 선재의 압축 변형 특성 연구

Study of Compressive Deformation Characteristics of Stacked Coated Conductor for High-Field Superconducting Magnet Design

*유승철¹, 이창형², #김석호³

*S. C. Ryu¹, C. H. Lee², #S. H. Kim (seokho@changwon.ac.kr)²

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정, ²창원대학교 기계공학부

Key words : Compressed Loads, Mechanical Property, Stacked REBCO Tapes, Superconducting Magnet

1. 서론

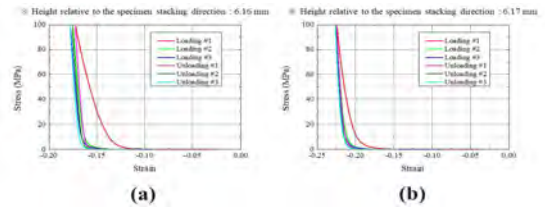
희토류 바륨 구리 산화물(REBCO) 초전도 선재를 이용한 고온 초전도(HTS) 자석 설계에서 응력 및 변형률과 관련된 구조해석의 중요성이 대두되고 있다. REBCO 선재는 초전도 자석의 냉각과정에서 열 수축, 작동 과정에서의 전자기력 등에 의해 압축 하중을 받게 된다. 초전도 선재의 기계적 특성은 적층 표면의 불확실한 접촉 조건이 영향을 미치기 때문에 예측하기가 어렵다. 본 연구에서는 압축 환경에서 적층 REBCO 선재의 응력-변형 특성을 측정 및 분석하여 기계적 특성을 구하였다.

2. 실험 구성

압축 시험을 수행하기 위해 10장, 30장, 50장의 무절연, 금속 절연 두 가지 방식에 해당하는 적층 REBCO 선재 시편을 준비하였다. 100mm² 면적의 시편에 10,000N의 하중을 가하고, 100MPa까지 시편의 변형을 측정하는 압축 시험을 수행하였다. 또한, 동일 시편에 대한 압축 시험을 3회 반복하여 응력 및 변형 특성을 분석하였다.

3. 실험 결과

그림 1에서 알 수 있듯이 시편의 정렬 및 재배치는 5MPa 이내의 낮은 하중 범위에서 발생하였다. 이어서, 하중 범위가 증가함에 따라 안정화 층 (Cu)의 소성 변형에 의해 가공 경화가 발생하고, 이에 따라 가공 경화가 진행된 안정화 층과 기관 층(STS310S)의 재료의 기계적 특성이 우세해졌다. 무절연과 금속 절연 방식을 비교하였을 때, 안정화 층의 영향이 더 적은 금속 절연 적층 REBCO 선재가 무절연 적층 REBCO 선재보다 높은 강성을 가지는 것을 확인하였다.



(a) NI stacked REBCO tapes, (b) MI stacked REBCO tapes
Fig. 1 S-S curve

4. 결론

최대 100MPa의 하중을 가하여 적층된 REBCO 선재의 압축 응력-변형 특성을 분석하기 위해 실험을 수행하였다. 적층 REBCO 선재의 재료 기반 강성보다 낮은 강성을 나타내는 이유는 안정화 층의 돌출 부분에서의 소성 변형 결과로 분석하였다. 또한, 초기 압축 시험 이후 압축 시험에서 안정화 층 내부의 소성 변형에 의한 가공 경화로 강성이 증가하는 경향을 관찰하였다. 본 연구에서 얻은 물성은 초전도 자석 설계를 위한 응력-변형 해석 모델에 활용될 수 있을 것이다.

후기

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단(No.2019R1A5A8083201) 및 한국연구재단 고온초전도마그네티기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022M3I9A1073187).

참고문헌

1. S. Xue, J. Kwon, Y. Guo, T. Garg, M. D. Sumption and E. W. Collings, "Compressive Stress-Strain Behavior of REBCO Coated Conductors and Cables," in IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol. 33, No. 5, pp. 1-6, 2023.

구두발표

특별세션 OS11-2

좌장 : 김석호(창원대학교)

OS11-2-1

OS11-2-2

OS11-2-3

OS11-2-4

격자 형상 채널을 갖는 열교환기의 형상변수가 열전달 특성에 미치는 영향에 관한 연구

A Study on Thermo-dynamic Effects of Geometrical Parameters in Lattice Structured Heat Exchanger

*전세준¹, 김상민¹, #하만영¹

*Se Jun Jeon, Sang Min Kim, #Man Young Ha

¹부산대학교 기계공학과

Key words : Heat exchanger, Lattice structures, Unitcell model, Computational Fluid Dynamics

1. 서론

열전달 성능의 향상은 전자 장비의 냉각, 열교환기, 열 에너지 저장 장치와 같은 다양한 사업과 기술 분야의 발전에 매우 중요하다. 전자 장비의 성능이 향상됨에 따라서 장비에서 발생하는 열이 증가하고 있으며, 이로 인해 효율적인 열전달 향상 기술에 대한 수요가 증가하고 있기 때문이다. 높은 열교환 성능을 갖기 위해서는 열전달 면적을 늘리는 방법도 있으나, 기술이 발전함에 따라 장치들이 소형화되고 있어 이에 따라 작지만 열전달 성능이 높은 열교환기를 요구하게 되었다. 본 연구에서는 격자 구조로 이루어진 채널을 포함한 열교환기의 형상변수가 열교환 성능에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 본론

본 연구에서는 격자 구조물이 포함된 열교환기의 성능 향상을 위해서 격자 구조물이 열교환기 성능에 미치는 영향과 격자 구조물 형상 최적화에 주목하였다. 해석시간을 단축하기 위해서 단위모델(Unitcell model)을 선정하였고 Full model과의 총괄열전달계수 값의 비교를 통하여 단위 모델의 타당성을 검증하였다. 본 연구에서는 격자 구조물의 주요 형상 변수들로 내부 파이프의 직경, Unitcell의 Size ratio, Unitcell의 중횡비를 주요 형상 변수로 선정하였다.

3. 결론

Table 1 The specification of machine(Times New Roman 8pt)

Parameter	Range
Internal pipe diameter(mm)	0.78, 1.17, 1.56, 1.95, 2.34
Size ratio	0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 1



Fig. 1 Computational domain of unitcell model and Full model

본 연구에서는 주요 형상 변수에 따른 열교환기의 성능을 비교하기 위해서 열교환기의 goodness factor 값들을 비교하였다. 격자 구조 단면 직경이 증가할수록 열전달 면적이 증가하기 때문에 열교환기 성능이 증가하지만 유체에 대한 압손도 증가하기 때문에 일정 직경 이후 열교환기 성능이 감소하는 것을 알 수 있다. 또한, Size ratio가 감소할수록 열교환기 내 격자 구조물의 조밀도가 증가하여 열교환 면적이 증가하게 되지만 격자 구조물이 조밀해짐에 따라서 압손 또한 커지게 되어 열교환기 성능은 감소한다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2019R1A5A8083201).

참고문헌

1. Ahmet Guray Caket., Recent studies on 3D lattice metal frame technique for enhancement of heat transfer: Discovering trends and reasons, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 167, 112697, 2022.
2. Kevin j., “Multifunctional heat exchangers derived from three-dimensional micro-lattice structures”, International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol. 55, pp. 2486-2493, 2012.

용액공정으로 증착된 그래핀 박막 구조 제어

Simply Controlling the Structure of Graphene Oxide Thin Film Deposited by a Solution Process

*김정한¹, 박선하¹, 최민기¹, #김송길¹

*J. Kim, S. Park, M. Choi #S. Kim(songkil.kim@pusan.ac.kr)

¹부산대학교 기계공학부

Key words : graphene oxide, evaporating temperature, solution concentration, thin film structure

1. Introduction

A solution process of two-dimensional (2D) materials, a simple and scalable method to fabricate micro-nano devices, has problems controlling the structure of the 2D nanomaterial films due to the transport and interaction of the materials dispersed in a sessile droplet. In this study, we investigated the effect of the evaporating temperature and concentration of a graphene oxide (GO) solution on the deposition of GO flakes dispersed within evaporating sessile droplet during simple drop-casting.

2. Result

The dominant parameters to control the structure of the GO thin film fabricated by drop-casting are evaporating temperature and solution concentration, which can affect the local concentration within the droplet and the interaction between the dispersed GO flakes. Since the negatively charged GO flakes within the water repel each other, the aggregation and sedimentation of the flakes do not occur easily. However, if the distance between the flakes is close enough to overcome the repulsion force, the dispersed flakes can be aggregated by van der Waals attraction. Therefore, to control the deposition of the GO flakes, it is crucial to adjust the local concentration at the edge of the droplet.

It is clearly seen that the deposition pattern of the GO thin film was affected the evaporating temperature and solution concentration, as shown Figure 1. When the solution concentration was high (pure), the coffee-ring pattern existed by increasing the evaporating temperature since many GO flakes were transported to the droplet edge and sedimented that region by aggregation. When the solution concentration became low, the max diameter of the films decreased since the local concentration at the droplet edge was not enough to pin the contact line.

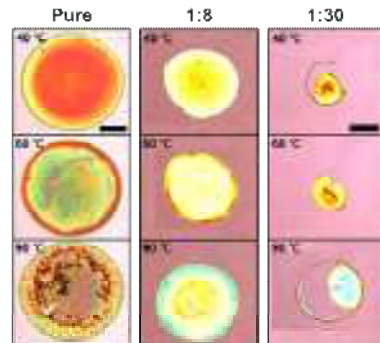


Fig. 1 Optical microscopy images of GO thin films deposited by single drop-casting of pure and diluted (GO solution:DI water = 1:8 and 1:30) GO solutions on the substrate heated at various evaporating temperatures (40 °C, 60 °C, and 90 °C).

3. Conclusion

The structure of the GO thin film fabricated by single drop-casting was controlled by changing the evaporating temperature and solution concentration, which can adjust the internal flow and interaction between flakes. The local concentration at the droplet edge is a main factor in controlling the deposition pattern or max diameter of the films. The drop-casting method of GO solutions can be utilized as an easy strategy to fabricate thin films with appropriate structures by adjusting the process conditions.

Acknowledgment

This research was supported by the National Research Foundation of Korea grant funded by the MSIT (No. 2019R1A5A8083201) and Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning grant by the MOTIE (No. 20214000000140). This research was conducted using the atomic force microscope at the PNU Hybrid Innovative Manufacturing Engineering Center(No.2021R1A6C101A449).

등방성 향상을 위한 사각형 기반 3D 회전 적층 구조 설계 및 압축 특성 분석

Square-based 3D Rotational Stacking Lattice Structure Design and Compression Properties Analysis to Improve Isotropy

*박서림¹, 김 석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*S. R. Park¹, S. Kim^{1,2}, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)^{1,2}

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정, ²창원대학교 기계공학부

Key words : Mechanical metamaterial, Additive manufacturing, Monoliths, 3D rotational stacking lattices

1. Introduction

중량 대비 높은 강도와 강성을 가지는 마이크로래티스는 항공우주, 자동차 분야 등에 활용이 가능하다. 이러한 분야에 활용이 가능한 구조 설계를 위해선 모든 방향에서 유사한 기계적 특성을 가지는 등방성이 중요하다. 기존 기계적 특성과 등방성을 향상시키기 위한 새로운 마이크로래티스의 설계는 제작하기 복잡하여 실제로 사용하기 어려운 경우가 많다.

따라서 본 연구에서는 간단한 설계로 높은 기계적 특성과 등방성을 가지는 3D 회전 적층 구조를 제작하고자 한다. 기존 이방성이 높은 사각형 기반의 모노리스 구조와 3D 회전 적층 구조의 등방성을 확인하기 위해 측정 각도에 따른 기계적 특성을 분석하였다.

2. Fabrication

모노리스와 3D 회전 적층 구조의 기반이 되는 얇은 사각형 모노리스 단면을 Fig. 1(a)와 같이 설계한 후, 0.3mm의 두께를 부여하였다. 이를 일정한 방향으로 36층을 쌓아 10.8mm 두께의 모노리스와 한층씩 15° 각도로 회전하여 적층한 3D 회전 적층 구조를 Fig. 1(b)와 같이 설계하였다. 또한 등방성 분석을 위해 Fig. 2(a)와 같은 방법으로 0°, 30°, 45°, 60°의 측정 각도로 설계하였으며, 이는 DLP 3D 프린터(IM2, Carima)와 광경화성 레진(CMYK89CL, Carima)를 사용하여 제작하였다. 제작한 결과는 Fig. 2(b)이다.

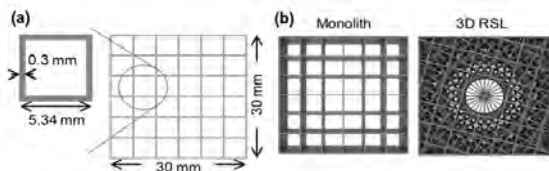


Fig. 1 (a) Cross section of a square monolith structure (b) Monolith and 3D Rotational Stacking Lattices (3D RSL) design

3. Compression test results

등방성을 분석하기 위해 제작된 시편을 압축시험하였다. 그 결과 모든 측정 각도에서 3D RSL이 모노리스보다 4배 더 높은 강도와 강성을 가지는 것을 확인하였다. 또한 모노리스에서는 측정각도에 따른 강성과 강도 크기 차이가 7MPa, 39.7kPa이지만, 3D RSL은 1.6MPa, 65.1kPa로 평균 크기 대비 차이를 가졌다. 이를 통해 회전 적층에 의해 이방성을 감소시킬 수 있음을 알 수 있다.

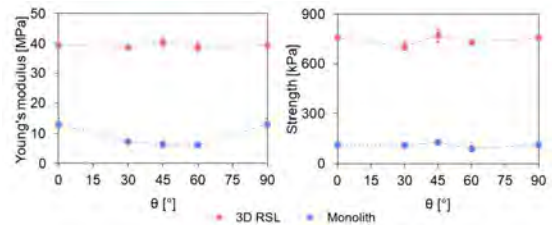


Fig. 2 Strength and stiffness comparison graph of monolith and 3D RSL according to measurement angle

4. Conclusion

높은 이방성을 가지는 사각형 모노리스의 등방성을 향상시키기 위해 회전 적층 설계를 이용하여 3D 회전 적층 구조를 제작하였다. 모노리스와 3D 회전 적층 구조의 압축 특성을 비교한 결과, 3D 회전 적층 구조의 강도와 강성이 4배 향상되었다. 또한 측정 각도에 따른 강도와 강성의 크기 차이가 회전 적층에 의해 감소하였다. 따라서 본 연구를 통해 3D 회전 적층 구조의 우수한 강성, 강도와 높은 등방성에 대해 확인하였다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(NRF-2019R1A5A8083201)

금속 와이어 아크 적층 제조를 위한 적층 로봇 모니터링 시스템 개발

Development of a Layering Robot Monitoring System for Metal Wire Arc Additive Manufacturing

*서보욱¹, 김석¹, #조영태¹

*B. W. Seo, S. Kim, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words : Wire Arc Additive Manufacturing(WAAM), Digital Twin, Monitoring, ABB robot

1. Introduction

3D 프린팅이 이슈가 됨에 따라 다양한 적층공정이 개발되고 있다. 그 중 금속 적층제조 공정에는 금속 파우더를 이용하는 방식과 금속 와이어를 이용하여 3d 프린팅 하는 방식이 있다. 금속 파우더는 레이저를 이용하는 방식은 구축 비용이 많이 들고 제작가능한 크기에 한계가 있다. 이와 반대로 금속 와이어를 이용할 수 있는데 열원의 공급방식에 따라 레이저와 아크를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다. 아크를 이용하는 방식은 Wire Arc Additive Manufacturing(WAAM)로 대형 구조물을 적층하기 좋은 방법이며 대형 구조물을 적층한 사례가 다수 존재한다.

아크를 이용하여 구조물을 적층하는 과정에서 험핑비드, 기공, 비드 높이차 등 다양한 문제점이 발생할 수 있다. 이를 모니터링하기 위한 시스템이 필요하며 모니터링된 데이터를 바탕으로 피드백을 할 수 있는 시스템역시 필요하다. 따라서 본 연구에서는 로봇의 모니터링 시스템과 피드백하는 알고리즘을 제작하고자 하였다.

2. Monitoring system



Fig. 1 Robot monitoring system GUI and panel displaying data for each axis and coordinates of the robot end-effector.

로봇 모니터링 시스템을 구축하기 위해 가상의 공간에 로봇을 불러왔으며 로봇을 실시간으로 모니터링 하는 시스템을 구축하였다. 실시간으로 모니터링 되는 데이터를 테스트하기 위해 ABB robotstudio를 이용하여 가상로봇에서 획득할 수 있는 데이터들을 바탕으로 로봇의 좌표를 확인하였다. 가상의 컨트롤러에서 내보내는 로봇의 축 좌표들을 확인할 수 있었으며 실제 로봇에 제작된 모니터링 시스템을 적용하였다. 실제 모니터링에 사용된 로봇은 ABB로봇사의 IRB6700을 이용하였으며 로봇 컨트롤러의 서비스 포트와 연결하여 각 축의 데이터 및 로봇 팁의 좌표를 추출하였다.

3. Robot control system

역기구학을 이용하여 로봇을 제어하는 알고리즘을 제작하였다. Unity상에서 가상의 선과 타겟을 생성하여 타겟을 생성된 선을 따라 움직이도록 알고리즘을 제작하였다. 타겟의 좌표를 향해 로봇의 끝단을 이동시키는 경로를 ROS를 이용하여 생성하였다. ROS로 생성된 로봇의 경로를 Unity의 가상 로봇에 전달하였으며 전달된 데이터를 바탕으로 Unity의 로봇의 제어 하였다.

4. Conclusion

WAAM을 모니터링 및 피드백하기 위한 로봇 모니터링 시스템과 컨트롤 시스템을 제작하였다. 향후 이를 이용하여 양방향 통신을 통한 적층공정 최적화가 이루어질 수 있다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(NRF-2019R1A5A8083201)

구두발표

특별세션 OS12-1

좌장 : 이경창(부경대학교)

OS12-1-1

OS12-1-2

OS12-1-3

OS12-1-4

OS12-1-5

OS12-1-6

클러스터링 된 환경에서 객체간 분리를 위한 해리스 코너 검출기를 이용한 강화학습 기반 밀기 지점 예측

Reinforcement Learning-Based Push Point Prediction Using Harris Corner Detector for Separation Between Objects in a Clustered Environment

*우다령¹, 강정호¹, 김재완², #이경창¹

*D. R. Woo¹, J. H. Kang¹, J. W. Kim², #K. C. Lee(gcllee@pknu.ac.kr)¹

¹부경대학교 지능로봇공학과, ²㈜퓨트로닉

Key words : DQN, Robot arm control, Pushing, Grasping, Corner detection

1. 서론

객체들이 서로 밀접하게 배치된 구조화 되지 않은 환경에서 로봇을 조작하는 것은 인공지능의 중요한 과제 중 하나이며 이러한 환경에서 로봇이 충돌없이 성공적으로 파지하는 작업은 여전히 어려운 일이다. 때문에 최근에는 파지 성공률을 높이기 위해 밀기와 파지의 시너지 효과에 관심을 가지고 있으며, 특히 심층강화학습을 통한 밀기 및 파지 동작 학습 정책이 제안되고 있다. 그러나 이러한 기존 연구들은 학습된 밀기 동작이 객체를 제대로 분리하지 않거나 적절하지 않은 지점에서 실행되는 등 비합리적인 밀기 동작이 학습된다는 문제가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 심층강화학습을 통한 파지 성공률 및 작업 효율성 향상을 위해 코너 및 센터 마스크 기반 밀기 및 파지 동작 학습에 관한 연구를 수행하고자 한다.

2. 밀기 및 파지 알고리즘

본 논문에서는 심층강화학습 알고리즘 중 DQN(Deep Q-Network) 알고리즘을 적용하여 로봇팔의 밀기 및 파지 동작을 학습하고자 한다. 입력이미지를 기반으로 현재상태를 나타내는 픽셀단위 heightmap을 재구성 한 후 파지 및 밀기신경망에 입력한다. 각 신경망들은 픽셀마다 행동의 가치를 나타내는 상태-행동 예측값인 Q값을 연산하여 최종적으로 입력영상과 동일한 크기의 Q-map을 출력한다. 에이전트는 출력된 Q-map의 최댓값과 grasp center mask와 push corner mask를 함께 고려하여 동작 지점을 선택하게 된다.

3. 코너 및 센터 마스크

본 논문에서는 비합리적인 밀기 동작의 학습을 억제하고 파지 성공률 및 작업 효율성을 향상시키고자 행동 공간의 제약조건인 grasp center mask와 push corner mask를 제안한다.

정확한 파지점 예측을 위한 grasp center mask 생성을 위해 컨투어기법을 이용하여 중심점을 검출한다. 객체들의 집합 및 단일 객체들의 컨투어를 생성하고, 컨투어를 감싸는 최소한의 사각형을 생성한 후 중심점을 검출할 수 있다. 또한 객체들이 접해있는 부분에서 밀기를 수행하는 것이 분리효과가 높다는 결과에 기반하여^[1] push corner mask 생성을 위해 해리스 코너 검출기를 이용해 밀접한 객체들의 접점을 검출한다. 객체집합의 컨투어를 생성한 후 해리스 코너 검출기^[2]를 사용하여 객체들의 접점부에서 발생하는 밝기차이를 계산하여 접점을 검출 할 수 있다. 최종적으로 center 및 corenr mask의 픽셀 값은 1, 그 외는 0을 가지게 되어 동작 실행지점 선택 시 함께 고려된다.

4. 결론

본 논문에서는 파지 성공률 및 작업효율성 향상을 위해 컨투어 및 해리스 코너 검출 기법을 이용한 grasp center mask 및 push corner mask를 제안했으며, 제안한 방법을 통해 밀기 동작으로 인해 객체의 분리 효과가 높아졌으며, 이로 인해 파지 성공률 및 작업 효율성이 향상됨을 확인하였다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발인력양성사업 지원에 의한 연구임.[RS-2023-00258143]

참고문헌

1. T. Hermans, J. M. Rehg and A. Bobick, "Guided pushing for object singulation," 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4783-4790, 2012.
2. C. Harris and M. Stephens, "A Combined Corner and Edge Detector." 4th Alvey Vision Conference, 147-151, 1988.

트랙형로봇을 위한 고무트랙 모델링 및 마찰계수 규명기술 개발

Development of Rubber Track Modeling and Friction Coefficient Identification Technique for Track-type Robots

*강지은¹, 조한승², 양백철³, #손정현²

JiEun Kang¹, HanSeung Cho², *JeongHyun Sohn(jhsohn@pknu.ac.kr)²

¹부경대학교 대학원 기계설계공학과, ²부경대학교 기계공학부, ³주파텍스

Key words : rubber track, friction coefficient, friction test

1. 서론

다양한 작업환경에서 운용되는 로봇의 연구가 활발해지면서 주행 시 자세제어의 중요도가 높아지고 있다. 본 연구에서는 바퀴보다 지면 이동 시 접촉면적이 넓고, 연약지반에서 지면의 손상이 적은 고무트랙을 고려하였다. 본 연구에서는 다물체로 구성된 트랙 모델을 구성하여 동역학 시뮬레이션을 하고, 고무시편 시험기를 활용한 다양한 노면 조건에서의 마찰계수를 추출하고자 한다.

2. 고무트랙의 동역학적 모델링 및 시뮬레이션

RecurDyn Track/LM을 이용하여 트랙을 다물체로 모델링하였으며, 하나로 이루어진 고무트랙을 RecurDyn에서 제공하는 툴킷을 이용하여 연속적인 트랙 형태로 등가화하였다. 고무트랙의 특성을 반영하기 위하여 강체 트랙링크 사이의 부상강성을 고려하였다. 모델을 구성하는 스프라켓과 아이들러의 치수와 스프라켓과 아이들러 간의 거리는 레퍼런스 모델을 기준으로 구성하였다.¹⁾

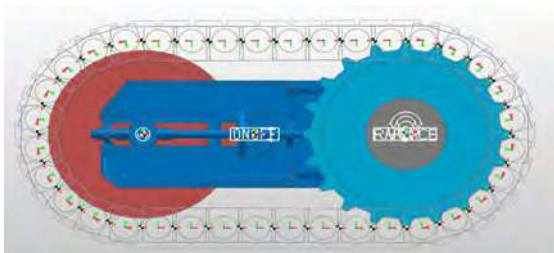


Fig. 1 Dynamic modeling of Track

고무트랙의 주행특성 분석을 위하여 스프라켓에 step함수를 이용하여 일정한 토크를 입력하였다. 트랙의 초기장력을 해석결과에서 제외하기 위하여 on-off

joint를 이용하여 아이들러의 각가속도가 수렴하는 시점을 기준으로 지면과 접촉하도록 하였으며, 지면과의 접촉 이후에도 트랙이 정적평형을 찾은 후 주행할 수 있도록 주행조건을 설정하였다. 다양한 노면 형상에 따른 주행거동 분석을 실시하였다.

3. 고무트랙의 마찰계수 규명

고무트랙이 지면과의 마찰시 나타나는 동적 거동을 분석하기 위해 고무시편 마찰시험기를 고안하였다. 트랙드밀의 구동에 따른 마찰특성 시험절차를 만들고 적용하여 마찰계수를 추출하였다.

4. 결론

본 연구에서는 고무트랙을 다물체로 모델링하였고, 다양한 노면에 대하여 동역학 시뮬레이션을 수행하였다. 고무트랙과 지면과의 마찰계수 추출을 위해 고무시편 시험기를 고안하였다. 고무시편 시험기를 통한 데이터를 이용하여 고무트랙 마찰계수를 규명할 예정이다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발인력양성사업 지원에 의한 연구임.[RS-2023-00258143]

참고문헌

1. Jong-Boo Han, DaeGilPark, YeongjunLee, SeongSoon Kim, Tae-kyeongYeu, 2023, "A Study on the Specification of Hydraulic Actuator for Undercarriage of Underwater Tracked Vehicle", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 24, No. 1, pp. 456-464.

조이스틱 기반 자율주행로봇의 가상 시뮬레이터 개발

Development of Virtual Driving Simulator for Autonomous Robot based on Joystick

*박수현¹, 장영진¹, 박종현², #손정현³

*S. H. Park¹, Y. J. Jang¹, #J. H. Sohn(jhsohn@pknu.ac.kr)²

¹부경대학교 기계설계공학과, ²(주) 로탈, ³부경대학교 기계공학부

Key words : Driving Simulator, Real-Time, Vehicle, MATLAB/SIMULINK, Joystick

1. 서론

무인 자율주행차량은 모든 조건의 노면에서 운용되기 어렵기 때문에 실시간으로 차량의 주행특성을 모니터링하는 것이 중요하다. 강태완⁽¹⁾은 원격 주행시 실재감을 향상시키기위해 피드백 토크를 추가로 발생시키는 통합시뮬레이터 개발 연구를 수행하여 위험지역에 접근할 때 사용자에게 피드백을 제공할 수 있는 힘반향 햅틱제어 기술을 제시하였다.

본 연구에서는 무인 로봇을 다물체 동역학 모델로 구성하였으며, MATLAB/Simulink 환경에서 동역학 모델과 조이스틱 연결을 통해 실시간 원격 주행이 가능하도록하는 시뮬레이터를 개발하고자 한다.

2. 본론

본 연구에서는 상용 다물체 동역학 소프트웨어인 RecurDyn을 이용하여 로봇의 다물체 동역학 모델을 구성하였다. 연구에서 사용된 무인 로봇 차량은 4개의 바퀴로 구성되어 있으며, 각 바퀴는 인휠모터에 의해 독립적으로 구동된다. 조향의 경우 각 바퀴의 속도 차이를 통해 조향을 하는 스키드 조향 방식을 사용하며, 사용된 원격주행 로봇을 Fig.1에 나타내었다. 차량 모델은 총 8자유도를 가지며, 강체요소와 스프링, 댐퍼, 타이어로 구성되어 있다. 본 차량 모델에서 사용된 타이어 모델은 적은 파라미터로 모델링이 가능한 UA(University of Arizona) Tire 모델을 사용하였다. 실시간으로 조이스틱 입력을 받고 차량 성능에 따라 가속 및 조향입력이 가능하도록 MATLAB /Simulink 모델을 구성하였으며, Driving, Reverse, Braking, 제자리 조향 모드와 같이 총 4가지 모드로 주행이 가능하도록 정의하였다. 본 연구에서 사용한 조이스틱은 Logitech사의 G29 Wheel joystick을 사용하였으며, 실시간 해석을 위해 100Hz 단위로 입력신호를 갱신되도록 설정하였다. 로봇의 동역학모델과 MATLAB/



Fig. 1 Manned driving simulator

Simulink의 연결을 통해 실시간 통합 시뮬레이션 환경을 구성하였다.

3. 결론

본 연구에서는 RecurDyn을 통해 무인 로봇의 동역학 모델을 구성하였으며, RecurDyn과 MATLAB /Simulink를 이용하여 실시간 통합시뮬레이션 환경을 구성하였다. 개발된 시뮬레이터는 노면과 무인 로봇의 동특성을 실시간으로 분석할 수 있도록 하였다. 본 연구를 통해 개발된 원격 주행 시뮬레이터는 향후 차량의 주행 특성 분석에 유용하게 사용될 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발인력양성사업 지원에 의한 연구임 [RS-2023-00258143]

참고문헌

1. Kang, T. W., "A Study on Haptic Control Technology for Unmanned Military Vehicle Driving Control", Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 19, No. 12, pp. 910-917, 2018.

영상의 가시성 향상을 위한 잡음 제거 및 디헤이징 Noise Removal and Dehazing for Improved Visibility of Images

*정영수¹, 정희성², #김남호³

*Y. S. Chung¹, H. S. Jung², #N. H. Kim(nhk@pknu.ac.kr)²
¹부경대학교 지능로봇공학과, ²삼희산업(주), ³부경대학교 전기공학부

Key words : Single image dehazing, Dehazing, Color collection, Noise

1. 서론

최근 야외 영상 처리 기술이 발전하면서 네비게이션 시스템, 원격 감지 시스템 등 다양한 야외 촬영 기반 지능형 시스템이 개발되고 있다. 하지만, 악천후의 대기 중 탁한 매질은 카메라의 광도, 선명도를 하락시키고, 전체 시스템의 기능까지 저하시킨다. 특히, 실제 야외 촬영 영상은 잡음, 컬러 캐스트 등 다양한 요인으로 인해 색 왜곡과 품질 저하를 발생시킨다^[1].

영상의 가시성을 향상하기 위해 DCP(Dark channel Prior), CAP(Color Attenuation Prior)을 비롯한 여러 효과적인 디헤이징 알고리즘이 제안되었다. 하지만, 실제 영상은 잡음, 색 왜곡, 컬러 캐스트 등이 함께 나타나기 때문에, 기존의 일반적인 방법은 여전히 미흡한 영상 품질을 나타내었다. 따라서 본 연구는 잡음, 컬러 캐스트 등을 고려한 디헤이징 알고리즘을 제안하여 실제 영상에서도 우수한 결과를 나타낸다.

2. 제안한 알고리즘

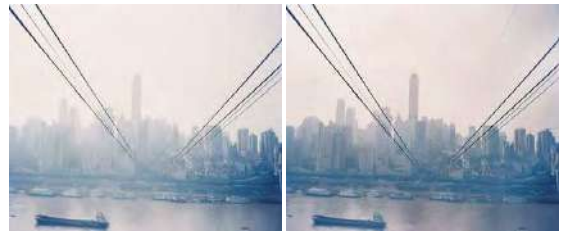
본 연구는 야외 영상을 사용하여 컬러 캐스트와 잡음, 안개 영상 간의 관계를 분석하였다. Fig. 1, 2는 원 영상과 기존 방법의 결과 영상을 나타낸다.

Fig. 1의 (b)는 안개에 첨가된 색조를 해결하지 못해 매우 낮은 성능을 보였다. 또한, Fig. 2에 나타난 실제 영상의 잡음^[2]은 디헤이징 과정 중 원 영상과의 편차 값이 증가하여 색 왜곡을 증가시켰다.



(a) Original image (b) CAP

Fig. 1 Dehazing result of Colorcast image



(a) Original image (b) CAP

Fig. 2 Dehazing result of noisy image

Fig. 1, 2를 통해 안개 영상의 캐스트와 잡음은 주로 대기광 영역에서 심각하게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 설명한 바를 바탕으로, 본 논문은 대기광 영역을 기반한 화이트 밸런스와 필터링을 디헤이징의 전, 후 처리 과정으로 실행하여 영상 품질과 색 정보를 보존한다. 이들은 각각 대기광의 채도와 표준편차를 측정하여 베일 농도에 따른 알고리즘을 실행한다.

3. 결론

제안한 연구는 실제 안개 영상에 발생하는 캐스트와 잡음을 전, 후 처리하여 기존 방법의 색 왜곡, 품질 저하 문제를 우수하게 해결하였다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발인력양성사업 지원에 의한 연구임.[RS-2023-00258143].

참고문헌

1. Wu, Q., Zhang, J., Ren, W., Zuo, W., and Cao, X., "Accurate Transmission Estimation for Removing Haze and Noise From a Single Image", IEEE Trans Image Process, Vol. 29, pp. 2583-2597, 2020.
2. Chung, Y. S., and Kim, N. H., "AWGN Removal Algorithm using Spatial and Adaptive Weights", J of KIICE, Vol. 27, No. 5, pp. 628-634, 2023.

독립적인 통신망을 활용한 태양광 모니터링 시스템

PV Monitoring System using an Independent Communication Network

*이승철¹, 박용준², #김남호³

*S. C. Lee¹, Y. J. Park², #N. H. Kim(nhk@pknu.ac.kr)³

¹부경대학교 지능로봇공학과, ²(주)한빛이노텍, ³부경대학교 전기공학부

Key words : PV(Photovoltaic), MANET, Database, Monitoring system

1. 서론

에너지 소비량의 증가에 따른 탄소 배출량이 주목받으면서 친환경 정책들과 신·재생에너지에 대한 관심이 증가하고 있다. 신·재생에너지의 대표적인 발전모델로 사용되는 태양광 발전은 청정에너지인 태양광으로 발전하기에 미세먼지나 탄소 발생에 관한 문제들이 없다는 점이 큰 장점으로 드러난다. 그러나 설비 환경에 따른 발전량에 차이가 발생함으로 입지 조건을 설정해야 한다는 까다로움이 있다^[1].

따라서 본 논문에서는 이동성에 강점을 가지는 무선 통신 방식인 MANET(Mobile Ad-hoc Network)을 활용하여 태양광 모듈의 발전량과 주위 환경 데이터를 원격으로 수집하고, 데이터베이스에 저장하고자 한다. 그리고 저장된 데이터를 시각화하여 원격 모니터링 시스템을 구현하고자 한다.

2. 시스템 설계 및 구현

소형 태양광 발전 모듈을 사용하여 얻어지는 실제 발전량과 설비 안정성, 주위 환경에 대한 데이터들을 센서와 MCU(Micro Controller Unit)로 연산과 무선통신이 이루어질 수 있도록 설계하였다. 사용된 무선통신 방식으로는 독립적인 통신망을 구현하는 MANET으로 원격 데이터 송수신을 이루며, 태양광 발전 모듈을 포함한 센서노드의 데이터를 PC로 전송하여 전처리 과정을 거친 후 저장 및 시각화하여 모니터링이 가능하도록 구현하고자 한다^[2]. 또한 시스템에서 상한값과 같은 일정 기준을 두고, 기준을 벗어났을 때 관리자에게 경고할 수 있는 피드백을 통해 원격으로 확인할 수 있는 시스템을 구현하고자 한다.

Fig. 1은 연구에서 사용된 태양광 모니터링 시스템의 구성을 나타낸 것이다. PV모듈과 PWM 컨트롤러, 12V 18Ah 배터리를 연결한 소형 발전 설비에서 생산되는 전압과 전류, 주위 환경 데이터를 MCU에서 연산 및 출력하고 MANET으로 원격 무선 통신을 이룬다.

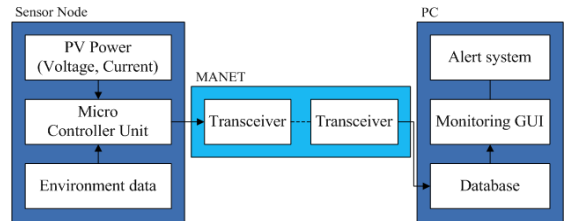


Fig. 1 Diagram of PV monitoring system

수신부로 들어오는 데이터를 전처리 후 데이터베이스로 저장하며, 저장된 데이터를 시각화하여 모니터링 시스템을 구현하고자 한다.

3. 결론

본 논문에서는 태양광 모듈의 발전량을 비롯한 노드의 환경 데이터를 수집 및 무선 통신하여 원격으로 데이터의 저장 및 관리를 이룰 수 있는 시스템을 제안하였다. 또한 이를 시각화하여 분석함과 동시에 위급 상황을 전파할 수 있는 경고시스템으로 발전설비관리와 O&M(Operation & Maintenance) 측면에서 유용하게 사용될 것이라고 사료된다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발인력양성사업 지원에 의한 연구임 [RS-2023-00258143]

참고문헌

1. Kwon, O. H., "Photovoltaic System Energy Performance Analysis using Meteorological Monitoring Data", J.of KSES, Vol. 38, No. 4, pp. 11-31, 2018.
2. Lee, S. C., and Kim, N. H., "Real-time Remote Monitoring System of Chemical Accident Response based on Multi-hop Communication", J.of KIICE, Vol. 26, No. 11, pp. 1706-1712, 2022.

Dual Lidar를 활용한 AGV의 smoothing 한 실외 위치추정 연구 A Study on Soothing Outdoor Location Estimation of AGV using Dual Lidar

*이민수¹, 장재현¹, 이학준¹, #이경창¹

*M. S. Lee¹, #K. C. Lee(gclee@pknu.ac.kr)¹

¹부경대학교 지능로봇공학과

Key words : NDT-Transform, Localization, Dual Lidar, Sensor-fusion

1. 서론

자율주행의 핵심기술은 인지, 판단, 제어다. 이를 위한 첫 번째 단계는 인식으로써, 로봇이 목적지까지 자율주행하면서 로봇의 위치를 정확하게 인지하는 것은 중요한 문제이다. GPS를 활용한 위치추정이 일반적인 해결 방법이지만, 잡음이나 고층 건물에서의 부정확성 및 지하나 터널에서의 신호 수신 문제로 인해 GPS를 대체할 다른 센서가 필요하다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 Lidar 센서와 IMU 퓨전을 통한 실외 AGV 위치추정을 구현하고자 한다.

2. 개요

현재까지 선행된 연구는 Lidar 센서를 차량의 상단에 설치하는 방법이 제안되었으나, 공기역학이나 센서 낙하로 인한 2차 사고를 고려하여 AGV의 범퍼에 라이다를 부착하는 실외 측위 방법론을 제안한다. 하지만 로봇의 외관에 의한 FOV(Field Of View) 제한 때문에 센서의 감지 범위가 줄어들게 된다. 이를 해결하기 위해 Lidar 센서를 2개 설치하여 센서의 시야각을 넓히고자 한다. 그런 다음 Lidar를 통해 얻은 PCD(Point Cloud Data)를 활용하여 로봇의 Local Odometry를 획득하고, scan to scan matching을 활용한 Local Position을 추정한다. 마지막으로 NDT(Normal Distribution Transform)를 이용한 맵 매칭 알고리즘으로 Global Odometry를 추정하고, IMU 센서를 퓨전 하여 위치추정의 Rate를 향상해 smoothing 한 위치추정을 실현하고자 한다.

3. 실험

검증을 위해 AGV(Autonomous Ground Vehicle)에 Lidar 센서와 INS를 설치하여 기존 NDT 위치추정과 본 연구가 제안하는 위치추정의 정확도 및 Trajectory를 비교한다. 교내를 주행하면서 GPS를 통해 얻은 Trajectory와 제안한 알고리즘과 NDT 위치추정 알고리즘을 비교하였다.

실험에 사용된 센서는 Velodyne 사의 VLP-16 3D Lidar와 SBG 사의 Ellipse-D 모델의 INS를 사용하였다.

4. 결과

제안하는 위치추정 알고리즘(우)은 기존의 NDT 위치추정 알고리즘(좌)에 비해 전체적으로 개선된 결과값을 도출했다. 특히 최대 위치 오차에서 73% 정도 개선된 결과를 도출했다.

	기존 NDT 위치추정	제안하는 위치추정
최대 위치 오차	4.201m	1.126m
평균 위치 오차	0.363m	0.315m
RSME	0.545m	0.383m

Fig. 1 기존 NDT와 제안하는 위치추정 Trajectory 비교

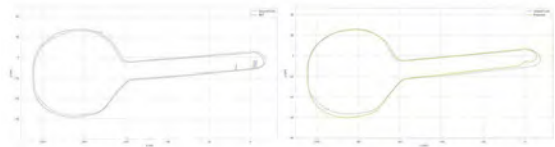


Fig. 2 기존 NDT와 제안하는 위치추정 Trajectory 비교

Fig. 2의 오른쪽 Trajectory에서 Point Cloud의 feature 부족으로 인해 순간적인 위치 오차가 발생하였다. 기존 NDT의 Trajectory에서는 Outlier가 크게 발생하였지만, 제안하는 위치추정 알고리즘의 Trajectory는 smoothing 하며, 오차 또한 기존 NDT와 비교해 작게 관측된다.

참고문헌

1. Biber, Peter, and Wolfgang Straßer. "The normal distributions transform: A new approach to laser scan matching." Proceedings 2003 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2003)(Cat. No. 03CH37453). Vol. 3. IEEE, 2003.
2. J.Z. Sasiadek, Sensor fusion, Annual Reviews in Control, Volume 26, Issue 2, 2002, Pages 203-228, ISSN 1367-5788.

구두발표

특별세션 OS12-2

좌장 : 이경창(부경대학교)

OS12-2-1

OS12-2-2

OS12-2-3

OS12-2-4

OS12-2-5

OS12-2-6

스마트 공장 적용을 위한 자동 로봇 용접 모니터링 동기화 시스템 개발

Development of Automatic Robot Welding Monitoring Synchronization System for Smart Factory Application

*문성준¹, #박영환², 안연주³

*S. J. Mun¹, #Y. W. Park(parkyw@pknu.ac.kr)², Y. J. An³

¹부경대학교 지능로봇공학과, ²부경대학교 기계공학과, ³(주)로봇밸리

Key words : Synchronization Technology, Welding Monitoring, Arc Welding, Smart Factory

1. 서론

스마트 공장은 제조, 유통, 물류 등 모든 과정에서 ICT 기술을 적용한 생산시스템으로 막대한 경제적 효용을 취할 수 있을 뿐만 아니라 관리나 고객 만족도 측면에서도 우수한 시스템이다.

용접은 거의 모든 제품 생산에서 필수적인 공정으로 스마트 공장에서는 여러 센서와 용접 로봇이 상호작용하며 용접 공정을 수행한다. 센서들은 용접 공정을 모니터링하며 데이터들을 얻고 이를 특정 알고리즘을 통해 분석하여 그 결과를 바탕으로 로봇을 실시간으로 통제하며 공정을 수행하는 형식이다.¹⁾ 따라서 모니터링과 데이터 분석의 정확도가 공정에 가장 영향을 크게 미치는 부분이라고 할 수 있다.

모니터링 시 센서의 수가 증가함에 따라 각 센서에서 얻은 데이터의 수도 늘어나 이를 비교 분석하면 더욱 정확한 모니터링 및 데이터 분석이 가능하다. 이때 각 데이터 간 비 동기화 시 정확한 비교 분석이 불가능하여 오히려 데이터 분석의 정확도가 하락할 수 있다.²⁾

용접 공정의 경우 하나의 센서를 이용한 모니터링 방법은 현재로서는 정확도가 낮아, 여러 센서를 활용하여 정확도를 높이는 것이 주요한 방법이 될 것이며 이에 필수적으로 사용되는 동기화기술 개발을 목적으로 본 연구를 수행하였다.

2. 용접 동기화 시스템 개발

용접 모니터링을 위해 포토 다이오드 센서 및 카메라 기반의 계측 시스템을 구축하였으며 시스템에서 계측한 데이터의 동기화를 위한 하드웨어 구성 및 소프트웨어 개발을 수행하였다.

하드웨어 구성은 먼저 동기화 신호 목적으로 사용될 펄스 파형의 발생이 가능한 Function Generator를 설치하였으며 용접 로봇의 작동과 펄스 파형 출력이 동시에 시작되도록 스위치를 설치하였다.

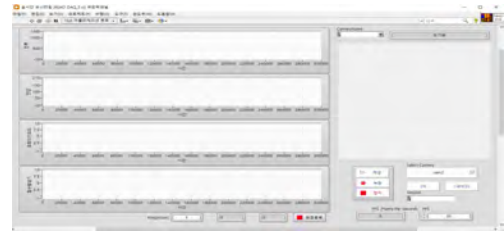


Fig 1. LabVIEW 프로그램 기반 소프트웨어

소프트웨어는 출력된 펄스 파형을 계측하고 파형의 첫 상승 엣지(Edge)가 발생했을 때 용접 시작 및 데이터 계측을 동시에 수행하도록 Fig. 1과 같이 LabVIEW를 기반으로 개발하였다.

개발한 소프트웨어에서 구동 과정상 발생할 수 있는 딜레이를 제거하였으며 이를 활용하여 용접 데이터 분석 및 분석 결과 기반 현상 분석을 수행하였다.

3. 결론

용접부 모니터링 동기화기술을 스마트 팩토리와 제품 제작에 적용하여 공정의 정확도 상승 및 품질 예측에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발인력양성사업 지원에 의한 연구임.

참고문헌

1. Park, H. S., & Febriani, R. A. (2019). Modelling a platform for smart manufacturing system. *Procedia Manufacturing*, 38, 1660-1667.
2. M.W. de Graaf, R.G.K.M. Aarts, J. Meijer and J.B. Jonker, "Robot-Sensor Synchronization for Real-Time Seam-Tracking in Robotic Laser Welding", *Proceedings of the Third International WLT-Conference on Lasers in Manufacturing 2005*, Munich, June 2005.

복수의 수중 인공 마커 간 상대적 자세 추정 알고리즘에 관한 연구

Study of Relative Pose Estimation Algorithms Between Multiple Underwater Artificial Markers in The Water

*변성준¹, 강정호¹, #이경창¹

*S. J. Byun¹, J. H. Kang¹, #K. C. Lee(gclee@pknu.ac.kr)¹

¹부경대학교 지능로봇공학과

Key words : Fiducial Markers, Unerwater, Vision, Underwater Positioning

1. 서론

지상에서는 다양한 센서를 이용하여 객체의 자세(Pose)를 추정할 수 있다. 그러나 수중 환경에서는 객체의 자세를 추정하는 데에는 어려움이 있다. 음파를 이용한 USBL(Ultra Short Base Line) 시스템이나 SONAR 센서를 사용하여 수중 속 목표 객체의 대략적인 위치(Position)는 파악할 수 있다. 하지만, 이러한 음파 기반의 위치 추정 방식에는 수신 신호 감도에 따라 위치 정밀도가 떨어진다. 또한, 광학 센서를 기반으로 객체의 자세를 추정하기에는 탁도로 인하여 안개와 유사한 잡음이 포함되므로 가시성이 현저히 떨어지는 문제가 발생한다. 또한, 수중에서는 객체의 위치를 파악할 수 있는 구조물이나 특징점이 되는 장애물이 없어 객체의 위치 추정이 어렵다. 이러한 문제를 해결하고자 본 연구에서는 수중 구조물 간의 연결을 위해 구조물 간의 단차를 측정하기 위해 인공 마커를 적용하여 수중 드론을 이용하여 구조물 간 상대적인 자세(Relative Pose)를 추정하고자 한다.

2. 수중 복수 객체 간의 상대적 자세 추정 알고리즘

수중에서 복수 객체 간의 상대적 자세를 추정하기 위해 인공 마커가 사용된다. 인공 마커 Fiducial Marker 기반의 상대 자세 추정 알고리즘은 세 단계로 구성된다. 먼저 마커 감지에서는 각 기준 마커의 ID가 식별된다. 자세 추정 단계에서는 각 인공 마커의 꼭지점을 추출하고, 꼭지점의 3차원 공간 좌표와 2차원 영상 좌표간의 변환 관계를 계산하여 수중 로봇의 각 기준 마커의 위치와 자세를 추정한다. 마지막으로 거리 및 포즈 측정



그림 1. 수중 구조물 상대적 위치 인식 알고리즘 단계에서는 포즈 추정 단계에서 계산된 ROV와 마커

간의 좌표 변환 관계를 이용하여 두 마커 간의 상대적 위치를 추정한다.

3. 두 마커 간 상대적 거리 추정 실험

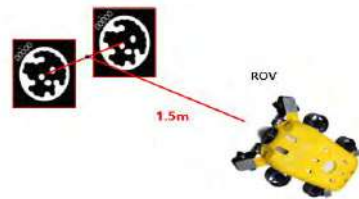


그림 2. 수중 실험 환경

두 인공 마커 간 거리는 55cm로 설정하여 인공 마커 인식 횟수 및 거리, 각도 오차 및 표준 편차를 계산하였다. 인공 마커 간 중심 거리가 X축 방향으로만 55cm 간격을 두도록 마커를 제작하여 X축을 제외하고 Y, Z축 방향 거리와 Roll, Pitch, Yaw 회전 자세에 대해서는 기준 값을 0°로 설정하여 오차를 계산하였다. 해상도별 분석 결과 SD급 해상도에서는 X축 방향 평균 오차가 2.6cm, HD급에서는 0.36cm, FHD급에서는 0.86cm의 오차가 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 수중 드론을 이용하여 복수의 수중 객체 간 상대적인 자세(Relative Pose)를 추정하는 알고리즘에 관한 연구를 진행하였다. 해상도별 마커 인식을 분석 결과 HD와 FHD급에서 인식 오차가 비슷한 수치로 측정되고, SD급에서 평균오차가 가장 크게 측정되었다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발인력양성사업 지원에 의한 연구임.[RS-2023-00258143]

소형 선박용 100kW 디젤 엔진용 PM 저감 시스템 개발

Development of PM Reduction System for 100kW Diesel Engine for Small Ships

*임정빈¹, Li Changchang¹, 황성철², #정석호³

*J. B. Lim¹, C. C. Li¹, S. C. Hwang², #S. H. Jung³(sukhojung@pknu.ac.kr)

¹부경대학교 일반대학원, ²켓에스씨알(주), ³부경대학교 기계시스템공학전공

Key words : Particulate matters, Diesel particulate filter, Diesel engine, Small ships

1. 서론

온실가스를 포함한 에미션 저감에 대한 규제가 대부분 진행되고 있다. 그러나 국제해사기구에서는 입자상 물질(PM)이 규제 대상으로는 되어 있으나 정확한 측정 방법과 규제치에 대한 논의가 불충분하여 시행되고 있지는 않다. 이미 육상에서는 규제가 되고 있기 때문에 곧 시행될 가능성이 높다. 따라서 선박으로부터의 PM 저감 시스템을 서둘러 개발할 필요가 있다. 본 연구에서는 육상에서 사용되고 있는 PM 저감 시스템인 디젤 입자 필터(DPF : diesel particle filter)를 소형 선박용으로 개발하고자 한다. DPF의 개념 설계를 통해 상세 설계 후 실제 실험을 통해 PM의 저감량을 조사하였다.

2. 실험 방법

100kW 디젤 엔진의 배기가스 후단에 개념 설계를 바탕으로 선정된 DPF(150 X 150 X 300mm)를 이용하여 실험하였다. 엔진 회전수는 1,600, 1,800, 2,000 rpm의 3 점에서 적절한 토크를 주고 운전하였다. PM은 AVL의 415S를 이용하여 DPF의 전단과 후단에서 번갈아 가며 측정하였다.

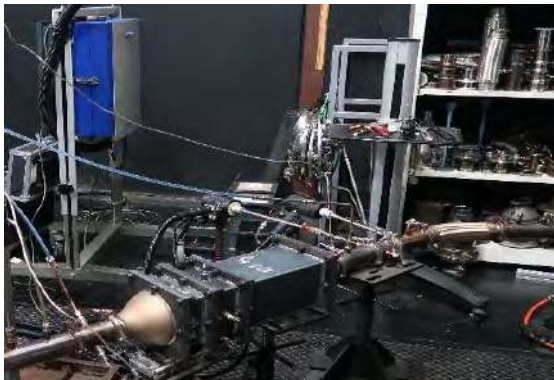


Fig. 1 Picture of tested equipment

3. 실험 결과

Table 1에는 DOC 전단과 후단의 PM량과 정화 효율을 나타내고 있다. 전단에서 측정된 결과를 살펴보면 모든 rpm에서 저부하의 영역이 더 많은 PM을 배출하고 있다. 그러나 후단에서 측정된 결과는 거의 0.2mg/m³ 이하로 대부분의 정화 효율은 대부분 94% 이상을 나타내고 있다.

Table 2 Amount of PM according to various engine operating point

Speed (rpm)	Load	Smokemeter(mg/m ³)		F.E. (%)
		F	R	
1,600	L	6.13	0.18	97.1
	M	3.49	0.21	94.0
	H	2.38	0.02	99.2
1,800	L	9.61	0.15	98.4
	M	4.53	0.13	97.1
	H	3.73	0.03	99.2
2,000	L	3.49	0.13	96.3
	M	3.64	0.11	97.0
	H	2.70	0.01	99.6

4. 결론

100kW 디젤 엔진의 DPF를 개념설계를 통해 상세 설계 후 정화효율을 측정하기 위한 실험을 실시하였다. 그 결과 94% 이상의 정화 효율을 얻었다. 이는 앞으로 소형 선박에 적용될 DPF로 충분한 것을 확인하였다.

사사

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발인력양성사업 지원에 의한 연구임.[RS-2023-00258143]

로봇 용접 공정 자동화를 위한 용접 위치 계측 프로그램 개발 Development of Torch Position Instrumentation Software for Robot Welding Process Automation

*백승훈¹, #박영환², 조용준³

*S. H. Baek¹, #Y. W. Park(parkyw@pknu.ac.kr)², Y. J. cho³
¹부경대학교 지능로봇공학과, ²부경대학교 기계공학과, ³(주)모니텍

Key words : welding, automation, image process, vison machine

1. 서론

4차 산업이 대두됨에 따라 생산·제조 분야에서는 공정에서 발생하는 신호를 모니터링하고 공정을 제어하는 영역을 자동화하고, 생산 품질을 예측하는 스마트 팩토리의 구현을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

금속을 접합하는 용접 기술은 제조산업의 근간을 이루는 기초기술로서, 공정 중 발생하는 공해로부터 작업자를 보호하고 생산효율성을 증대시키기 위해 산업 현장에서의 작업자를 통한 수작업 용접은 점차 로봇을 통한 용접으로 전환되어 왔다.¹⁾ 이러한 로봇 용접의 자동화를 위해서 센서를 통한 비전, 소리, 전기 신호 모니터링 방식이 연구되고 있다. 다른 감지 방법에 비해 비전 센서는 비접촉 특성, 고정밀, 빠른 감지 및 강력한 적응성의 장점으로 점점 더 많은 관심을 받고 있는 추세이다.²⁾ 그러나 레이저 비전센서는 고가의 비용 발생으로 인해 산업 현장에 널리 적용되기 힘든 측면이 있다.

따라서 카메라를 통한 용접 모니터링 영상으로부터 이미지를 추출하여 영상처리 한 후 용접 위치를 자동으로 계측하는 프로그램을 제안하고자 한다.

2. 본론

본 연구는 첫째, 카메라를 통해 확보된 용접영상에 이미지 프로세싱을 적용하여 선명한 용접영상 이미지의 확보하고 둘째, 용접 영상 이미지로부터 용접부의 주요 인자를 비전머신 기술로 취득하여 용접 위치를 계측하는 2단계로 구성되어 있다. 프로그램은 NI사의 LabVIEW 기반으로 작성되었다.

용접 위치 계측을 위한 이미지 확보를 위해 Lookup table, Equalize, Filter 등의 이미지 프로세싱 기법을 적용하고 이를 비교하여 적합한 기법을 선정하였다. 이미지 프로세싱된 영상 이미지로부터 아크의 위치와 토치의 형태를 인식하며, 머신 비전상의 위치를 좌표

형태로 인지를 한다. 그리고 용접선과 진행 방향에 대한 위치를 계산하며, 아크의 위치와 용접선간의 위치에 대한 상대적 비교를 통해 아크 위치 적정성을 판단하였다. 이를 위하여 Line edge detection을 통해 얻어낸 용접선의 위치와 아크 경계선과의 위치를 수직 픽셀거리에 적용함으로써 용접 위치를 계측하였다.

3. 결론 및 향후 연구

본 연구 결과를 통해 용접부를 모니터링 할 수 있는 카메라를 부착하여 용접 위치를 실시간으로 측정할 수 있는 시스템을 구축하였다.

연구의 결과를 보편적으로 활용하기 위해서는 아크와 용접 토치의 위치를 ROI(Region of Interest)를 설정는 과정을 프로그램이 스스로 인지할 수 있는 시스템이 필요하다. 이를 위해서 향후 연구에서는 딥러닝의 일종인 CNN(Convolutional Neural Network)를 통해 용접 영상을 학습하여 AI가 아크의 위치를 스스로 인지하는 기능의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발인력양성사업 지원에 의한 연구임

참고문헌

1. T. S. Hong, M. Ghobakhloo, W. Khaksar, "Robotic welding technology", *Comp Mater Process*, 6 (2014), pp. 77-99.
2. L. Pérez, Í Rodríguez, N. Rodríguez, et al., "Robot guidance using machine vision techniques in industrial environments: A comparative review", *Sensors*, 16 (3) (2016) 335.

AMR 현장 적용을 위한 내비게이션 파라미터 튜닝 Tuning Navigation Parameters for AMR Field Application

*김도현¹, 전완열², #김창원³

*D. H. Kim¹, W.Y Cheon², #C. Kim(ckim@pukyong.ac.kr)³
¹부경대학교 기계설계공학과, ²(주)엠티솔루션, ³부경대학교 기계공학부

Key words : Navigation, AMR, Simultaneous Localization and Mapping

1. Introduction

최근 몇 년간 증가하는 제조 자동화 추세에 따라 AMR (Autonomous Mobile Robots)의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 특히 물류산업 내 자동화와 효율화, 생산성 확보에 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 AMR 역할의 핵심은 자율성을 바탕으로 동적 환경 내 로봇이 목적지까지 안전하고 효율적으로 이동하는 것에 있다. 본 연구에서 사용된 AMR은 ROS에 의해 내비게이션 기능이 구현된다. 내비게이션을 위해 사용되는 다양한 파라미터 중, 주요 파라미터인 `inflation_radius`, `cost_scaling_factor`, `sim_time` 3가지 값 최적화를 통해 실험을 진행했다. 본 연구의 목적은 다양한 산업 환경 내 적용될 AMR 내비게이션에 필요한 주요 파라미터 튜닝 가이드를 제공하기 위함이다.

2. Navigation system

2.1 Hardware

본 연구에 사용된 AMR은 다음과 같은 구조를 지닌다.

2.2 Navigation planner

AMR의 내비게이션을 위해서는 경로계획이 필수적이다. 전체의 경로를 생성하기 위한 `global planner`와 센서 측정 가능 영역 내 경로계획을 위한 `local planner`가 있다. 본 연구에서는 `global planner`로서 Dijkstra 방법을 `local planner`로서 DWA planner 방법을 사용하였다.



Fig. 1 AMR Robot

3. 실험

Fig. 1의 AMR을 사용하여 내비게이션 실험을 진행하였다. 실험 과정은 SLAM을 통해 내비게이션 실험 환경의 지도를 구성한 뒤, 실험에 사용될 3가지 파라미터값을 변경하면서 내비게이션 성능을 확인하였다. 사용된 파라미터는 장애물의 `cost` 값을 증가시키는 반지름의 크기인 `inflation_radius`, 증가시키는 동안 적용할 `scaling factor` 값인 `cost scaling factor`, 목적지까지 도달하기 전 시뮬레이션 시간 값 해당하는 `sim_time`이다^[1].

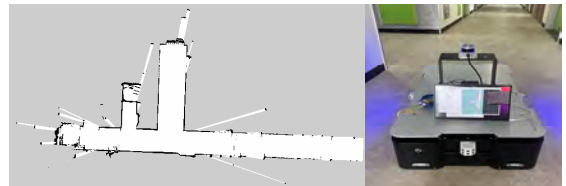


Fig. 3 SLAM / NAVIGATION

Table 1 navigation parameter

Parameter	default	Tuning-value
<code>inflation_radius</code>	0.5	1.4
<code>cost_scaling_factor</code>	10	8.0
<code>sim_time</code>	1.0	5.0

3. 결론

내비게이션 주요 파라미터 조정을 통해 AMR 내비게이션 성능 개선을 확인하였고 향후 적용환경에 맞게 튜닝이 가능한 AMR 개발이 가능할 것이다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발인력양성사업 지원에 의한 연구임
[RS-2023-00258143]

참고문헌

1. K. Z., "ROS Navigation Tuning Guide," pp. 7-12. 2016.

지능형 선박의 이기종 통신을 위한 선박 데이터 획득 및 전시 시스템에 관한 연구

Research on Ship Data Acquisition and Display Systems for Heterogeneous Communication on Intelligent Ships Research on Exhibition Systems

*최준환¹, 장재현¹, #이경창¹

*J. H. Choi¹, J. H. Jang¹, #K. C. Lee(gclee@pknu.ac.kr)¹

¹부경대학교 지능로봇공학과

Key words : Data acquisition system, Intelligent ship, exhibition system

1. 서론

해양 안전에 대한 사고 발생은 군 함정, 민간 선박의 구분이 없고, 부주의로 인한 익수자, 조난 등으로 인한 인명피해가 계속해서 발생하고 있다. 이러한 해양 사고의 발생을 방지하기 위한 선박 기술의 요구가 계속해서 발생하고 있으며 자율주행 및 사고 알림 기능이 있는 지능형 선박 기술이 여러 대안 중 하나로 떠오르고 있다. 스마트 선박은 선박 내부 및 주변 환경에 대한 데이터의 수집 및 다양한 기능을 하는 장비와의 통신 기술이 기반이 된다. 본 연구에서는 선박에 설치된 각종 센서에서 출력되는 데이터를 관리하고 이를 활용하여 추가적인 기능의 구현을 위한 별도의 시스템에 전달하기 위한 선박 내부 네트워크 및 전시 시스템을 제안한다.

2. 지능형 선박 데이터 처리

기존 선박에는 각종 센서 데이터를 받아들여 계기에 표시하기 위해 RS-232, RS-422 등의 시리얼 통신과 같은 통신을 사용하여 계기반으로 1:1 통신을 수행한다. 이러한 방식으로는 데이터를 공유하거나 다른 시스템에서의 사용이 매우 어렵다는 문제가 있다. 본 연구에서는 이러한 통신을 중계하여 선박에 운행에 필요한 데이터를 계기 및 제어, 임무 수행 각 부에 송신하기 위한 중앙 데이터 처리 시스템을 제안한다. 중앙 처리 시스템은 이기종 장비에 데이터를 송신하기 위한 외부 연결 인터페이스를 지원한다.

3. 실험환경 및 방법

지능형 선박의 데이터 관리 및 이기종 시스템과의 연결을 확인하기 위해 실제 선박 데이터를 통해 실험을 진행하였다. 선박의 GPS에서 출력되는 실제 데이터를 사용했으며 제안하는 시스템은 해당 데이터의 수집, 전시, 이기종 통신을 진행하였다.

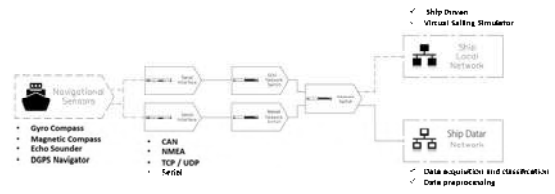


Fig. 1 Acquire shipboard data and categorize and clean data

데이터 전시 시스템은 내부 네트워크를 통해 GUI로 실제 모니터의 출력을 확인하였다. 외부 이기종 간의 통신을 확인하기 위해 우분투 환경의 임베디드 보드에서 해당 데이터의 송-수신 간의 데이터를 비교하여 정상 동작을 확인하였다.

4. 결론

기존 선박의 각 부의 센서 데이터는 처리 방식은 복잡적으로 임무를 수행하는 지능형 선박에 적합하지 않다. 따라서 본 연구에서는 센서 데이터 관리 및 전시, 이기종 연결을 위한 새로운 시스템을 제안하였다. 제안한 네트워크는 실제 선박 데이터를 통해 이기종 통신 및 선박 내부 전시를 통해 동작함을 확인하였으며 이후 이러한 데이터를 통한 임무 수행에 사용할 예정이다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기업 연계형 연구개발인력양성사업 지원에 의한 연구임 [RS-2023-00258143]

참고문헌

1. Aslam, S., Michaelides, M. P., & Herodotou, H. (2020). Internet of ships: A survey on architectures, emerging applications, and challenges. IEEE Internet of Things journal, 7(10), 9714-9727.

구두발표

특별세션 OS13-1

좌장 : 이정원(조선대학교)

OS13-1-1

OS13-1-2

OS13-1-3

OS13-1-4

OS13-1-5

마이크로/나노 구조 멤브레인의 극소수성 개질에 관한 연구

Study on the Superhydrophobic Modification of Micro/Nano Structured Membranes

*김대현¹, 이성준¹, 권혜민¹, #김창래¹

*D. H. Kim, S. J. Lee, H. M. Kwon, #C. L. Kim(kimcl@chosun.ac.kr)

¹조선대학교 기계공학과

Key words : Oil-water separation, Membrane, Polymer, Coating

1. 서론

빈번한 기름 유출 사고와 다양한 산업 공정에서 배출되는 막대한 양의 폐수는 인간의 건강과 환경에 심각한 문제가 되었다. 따라서 경제적, 환경적 문제를 고려할 때, 기름/물 혼합물에서 오염물질을 분리하는 것은 매우 중요한 과제가 되었다. 오염물질의 처리를 위해 미생물 분해, 원심분리, 응고 및 흡착과 같은 습윤 거동을 갖는 물질에 의한 여과 방법에 대한 연구들이 수행되고 있다. 그 중에서 물과 기름에 대한 선택적인 습윤 거동을 갖는 물질은 높은 흡착 능력과 빠른 분리 능력과 같은 장점으로 인해 최근 많은 연구자들의 관심을 받고 있다^[1]. 초소수성/초친수성 표면을 가진 재료의 물과 기름에 대한 분리 효율은 각 물질에 대한 선택적 친화력으로 인해 단일 적용에서도 매우 높은 성능을 나타냈다. 지금까지 스프레이 코팅, 딥 코팅 등을 사용하여 여과지, 금속 메쉬 및 고분자 멤브레인을 포함한 다양한 유형의 기관에 초소수성/초친수성 표면을 제조하기 위한 수많은 연구가 진행되었다. 초소수성 표면을 구현하는데 다양한 방법이 이용되고 있으며 그 중에서 마이크로/나노 구조에 코팅층을 형성하는 방법은 비표면적 및 다공성이 높은 멤브레인을 제조하는데 우수한 기술이다. 그러나 이러한 멤브레인은 계면 친화력으로 인해 쉽게 분리되는 문제가 있어 이를 해결하기 위한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 금속 멤브레인에 마이크로/나노 구조를 형성하고 그 위에 고분자를 코팅하여 멤브레인의 안정성과 유수분리 성능을 향상시키는 방법에 대해 조사하였다.

2. 실험방법 및 결과

금속 멤브레인에 마이크로/나노 구조를 형성하기 위해 에칭 공정을 이용하였다. 다양한 시간대 별로 금속 멤브레인을 에칭하여 표면 구조가 다른 멤브레인을 제작하였다. 금속 멤브레인 표면에 고분자 용액을 dip

coating 방법으로 코팅하였다. 접촉각 측정을 통해 에칭 조건에 따른 금속 멤브레인의 표면 특성을 분석하였다. 또한, 현미경을 이용하여 표면 구조를 분석하고 최적 조건을 적용시킨 멤브레인에 대해 유수분리 성능을 평가하였다. 실험 결과, 제작 조건에 따라 다양한 마이크로/나노 표면 구조를 나타내었고, 접촉각이 다르게 나타나는 것을 확인하였다. 또한, 최적 조건에서 제작된 멤브레인의 극소수성과 유수분리 성능이 향상된 것을 확인하였다.

3. 결론

서로 다른 조건에서 제작된 금속 멤브레인의 성능은 다양한 실험 조건에 따라 평가되었다. 물방울 접촉각 측정 결과는 고분자 코팅이 멤브레인의 표면 에너지를 조절하여 물의 통과를 억제하고 오일의 통과를 촉진함으로써 유수분리 성능에 중요한 역할을 하는 것을 보여주었다. 또한, 표면 분석을 통해 마이크로/나노 구조와 고분자 코팅이 형성된 것을 확인하였다. 본 연구의 결과는 유수분리 응용 연구에 도움이 될 것으로 기대된다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2021R111A3059770). 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2023-00219369).

참고문헌

1. Li, J., Li, Y., Lu, Y., Shi, W., Tian, H., "PDMS/PVDF Electrospinning Membranes for Water-in-Oil Emulsion Separation and UV Protection", *Biomimetics*, Vol. 7, No. 4, pp. 217, 2022.

DED공정을 이용한 미세 결함 보수 형상에 따른 잔류응력 특성 분석 A Study on the Effect of Residual Characteristics by Small Defects Repair Shape using by DED Process

*정동일¹, 이광규¹, #안동규¹

*D. I. Jung¹, K. K. Lee¹, #D. G. Ahn(smart@chosun.ac.kr)¹

¹조선대학교 기계공학과

Key words : Residual stress characteristics, Repair shape, Small defect, Directed energy deposition

1. 서론

적층 제조 (Additive Manufacturing : AM) 기술은 설계의 자유도를 가지고 있어 복잡한 형상을 한번에 제작하여 폐기물을 최소화하는 기술이다! 그중 에너지 제어 용착 공정 (Directed Energy Deposition : DED)은 기저부에 고에너지 열원을 조사하여 용융지를 생성과 동시에 분말을 공급하며 층을 형성하여 제품을 생성하는 공정이다. 이러한 특징으로 인해 기계의 부품과 같은 제품에 불규칙한 결함이 발생했을 경우 적용이 용이하다. 하지만, DED 공정을 이용하여 부품을 보수할 시 잔류응력에 의해 균형과 변형을 야기시킬 수 있어 잔류응력 특성 분석을 진행해야한다. 본 연구에서는 DED 공정을 이용한 결함 보수 유형에 따른 잔류응력 특성 분석을 진행하였다.

2. 3 차원 유한 요소 해석

미세 결함 중 대표적인 결함은 스크래치 (Scratch) 및 찍힘 (Pitted)이다. 두 결함 형태를 보수하기 위해서 기저부 및 적층부 설계를 진행한 후 유한요소 해석 모델을 설계하였다. Fig 1은 결함 형상에 따른 3 차원 유한요소 해석 모델이다. 스크래치의 형태와 찍힘의 형태를 각각 4가지씩 선정하여 8가지의 후보군을 제작하였다. 실험 및 해석에 사용된 기저부 및 적층부 재료는 AISI 1045이다. 손상 깊이와 형태를 고려하여 보수 부위의 깊이는 0.2 mm 및 1.1 mm, 각도는 30도로 설정하였다. 해석 모델에는 계산된 온도 의존 열-기계 물성 데이터 및 공정 중 발생하는 강제 대류 및 공정 후 자연대류에 의한 열손실에 대한 식을 계산하여 적용하였다.

3. 결론

스크래치 4가지 형태와 찍힘 4가지 형태의 결함을 표면 조도 측정기를 이용하여 표면 데이터인 깊이와 크기, 위치를 측정하여 절삭 조건 및 적층 전략을 선정하

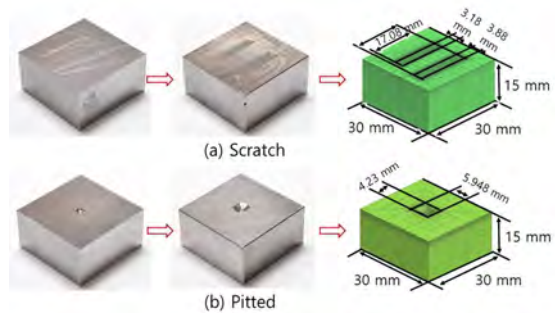


Fig. 1 Method of generation of 3D FEA model

후 절삭 형태를 설계하여 시편 제작 및 적층 실험까지 진행하였다. 3차원 유한 요소 해석 결과를 통하여 스크래치와 찍힘 결함 보수를 위한 절삭 형태 및 적층 전략이 손상부 적층에 있어 적절한 잔류응력을 보여 손상 보수에 적합함을 증명하였다. DED 공정을 이용한 손상부 적층 실험을 통하여 손상 보수가 적합하게 이루어지는 것을 확인하였다. 또한 추가로 적층부 단면을 광학 현미경을 통해 DED공정을 이용한 적층 시 발생할 수 있는 기공과 같은 결함이 발생하였는지 확인하였다.

후기

이 논문은 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 연구비로 지원된 ‘국산 CNC기반 산업기계 재제조 스펙업 및 보급 확산 기반 조성사업’에 의하여 연구되었음. (No.20206310200010)

참고문헌

1. Javaid, M. et al., "Role of additive manufacturing applications towards environmental sustainability". Advanced Industrial and Engineering Polymer Research, Vol. 4, No. 4, pp. 312-322, 2021.

고분자 전해질 막 연료전지 내 기계적 열화로 인한 기체 확산층과 물질 전달에 대한 영향

Mechanical Degradation Effect on Gas Diffusion Layer and Mass Transport in Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell

*서한빈¹, #정성용¹

*S. B. Seo¹, #S. Y. Jung(syjung@chosun.ac.kr)¹

¹조선대학교 기계공학과

Key words : PEMFC, mechanical degradation, gas diffusion layer, mass transport loss

1. 서론

고분자 전해질 막 연료전지(Polymer electrolyte membrane fuel cell, PEMFC)는 다양한 운전 조건에서 상대습도의 변화를 겪는다. 잦은 상대습도 변화는 막 내 고분자의 반복적인 수축과 팽창을 일으켜 pinhole, Pt/C agglomeration/detachment, delamination between electrolyte and electrode와 같은 기계적 열화를 유발하는 것으로 알려져 있다⁽¹⁾.

기계적 열화로 인한 촉매층 및 막의 손상에 대한 연구는 잘 알려져 있으나, 기체확산층(gas diffusion layer, GDL)에 대한 연구는 부족하다. 본 연구에서는 PEMFC 기계적 열화가 가스 확산층과 물질 전달에 미치는 영향에 대하여 조사하였다.

2. 실험 방법

연료전지 내 기계적 열화 발생을 위해 가습/비가습 사이클을 가속 응력 시험(accelerated stress test, AST) 형태로 사용하였다. 사이클은 질소를 2분 가습, 2분 비가습 상태로 연료극(anode)과 산화극(cathode)에 각각 500 mL/min의 유량으로 공급해주는 것으로 구성되어 있다.

본 연구에서 AST 동안 전기화학적 성능 변화를 확인하기 위해 polarization curve, electrochemical impedance spectroscopy 및 물질 전달 손실을 측정하였다. AST 전/후, GDL의 물 제거 특성을 투과압력을 측정하여 확인하였으며 표면 형상의 변화는 주사 전자 현미경을 사용하여 비교되었다.

3. 결론

AST 사이클이 증가함에 따라 ohmic 및 charge transfer resistance의 증가는 상대적으로 작으며, mass transfer resistance의 증가는 크게 나타났다. 1.4 A/cm²

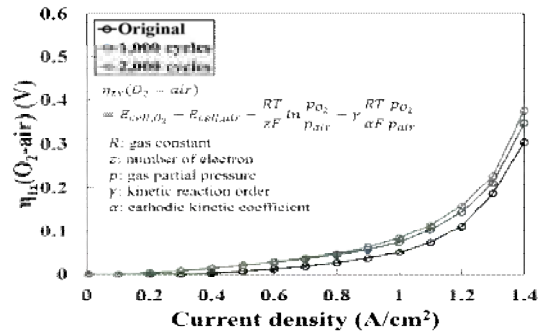


Fig. 1 Mass transport loss during AST

에서, 평균 전압은 0.602부터 0.578 V까지 감소하였으며 mass transport loss는 Fig. 1에서 나타난 바와 같이 23.5% 증가하였다. AST 사이클 후, 물의 breakthrough pressure의 감소를 통해 물 제거 능력이 감소함을 확인하였으며 GDL 표면에서 polytetrafluoroethylene(PTFE) agglomeration이 관찰되었다. 본 연구로부터 AST 후 GDL의 기계적 열화가 발생하며 이로 인하여 물 제거 능력의 감소와 물질 전달 손실의 증가를 초래한다는 것을 확인하였다.

후기

This study was supported by the Technology Innovation Program (20011633) funded by the Ministry of Trade, Industry, and Energy (MOTIE, Korea)

참고문헌

1. H. Lee., T. Kim., W. Sim., S. Kim., B. Ahn., T. Lim., K. Park., "Pinhole formation in PEMFC membrane after electrochemical degradation and wet/dry cycling test", Korean Journal of Chemical Engineering, 28: pp. 487-491, 2011.

Triply Periodic Minimal Surface 구조를 적용한 미세먼지 필터 최적화 Optimization of PM Filter using Triply Periodic Minimal Surface Structure

*김지연¹, 황수련¹, #정성용¹

*J. Y. Kim, S. R. Hwang #S. Y. Jung(syjung@chosun.ac.kr)

¹조선대학교 기계공학과

Key words : Triply periodic minimal surface (TPMS), PM filter, Primitive, Porosity

1. 서론

급격한 산업화로 인해 대기 중에 미세먼지 (Particulate matter, PM)가 증가하고 있으며, 장기간 미세먼지에 노출될 경우, 면역력이 급격히 저하되어 호흡기 질환을 유발할 수 있는 것으로 알려져 있다. 특히, 입자의 지름이 2.5 μm 이하로 정의되는 초미세먼지(PM-2.5)로 인해 사망위험요인이 증가하고 있다고 밝혀졌다.

미세먼지 제거 효율은 필터와 미세먼지의 충돌과 관련이 있는 필터의 구조적 특성과 충돌된 미세먼지의 포집 성능과 관련이 있는 표면 특성에 의해 결정된다. 기존에 사용되는 미세먼지 필터에서는 주로 표면 특성의 변화를 위한 재료적 관점에서 필터 개발이 되었다. 구조적 관점에서는 PM-2.5 제거 효율을 향상시키기 위해 공극의 크기를 줄이는 방안이 사용되고 있으며, 이는 큰 압력 손실과 에너지 소모를 발생시킨다. 기존 방식으로는 PM과 필터의 접촉 면적을 늘리는 데 한계가 있으며, 미세먼지 필터의 성능을 획기적으로 저감시킬 수 있는 기술의 개발이 필요하다.

Triply periodic minimal surface (TPMS) 구조는 부피 대비 표면적비를 향상시킬 수 있다. 이러한 TPMS 구조는 물질 전달 및 열전도성이 우수하다는 특성 때문에 열교환기, 방열판 등의 산업 분야에서 주목받고 있다. 하지만, 현재까지 미세먼지 필터 분야에서는 이러한 TPMS 구조가 활용되지 않고 있다.

본 연구에서는 PM 집진 성능은 향상시키며, 에너지 소모는 줄일 수 있는 TPMS 구조를 적용한 새로운 PM 필터를 개발하고자 한다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 TPMS 형상 중 기하학적으로 단순한 구조를 가지고 있어 3D 프린팅으로 제작이 용이한 Primitive 구조를 필터 설계에 적용하였다. TPMS 설계 변수 중에 다공률에 따른 영향성을 분석하기 위해, 다공률을 30%부터 70%까지 10%씩 증가하는 TPMS 구조물을 3D 프린팅 SLA 방식으로 제작하고 미세먼지 포집 성능 및 에너지 소모 특성을 실험적으로 분석하였다. 설계한 TPMS 필터의 다공률에 따른 PM

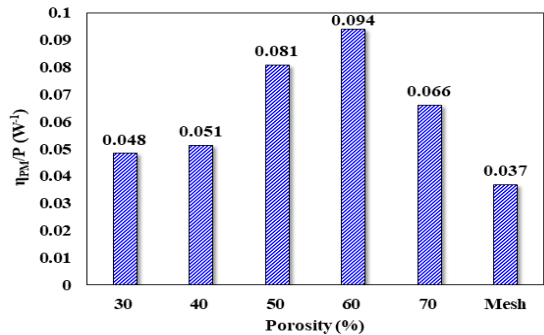


Fig. 1 Comparison of filter efficiency at various porosity

포집 성능 및 압력 강하를 측정하기 위해, 필터 하우징의 전/후에 미세먼지 센서 및 압력 트랜스듀서를 설치하였으며, PM-2.5 크기를 가지는 향을 유동 내에 주입하고 압력강하 및 미세먼지 농도 변화를 측정하였다.

3. 결론

측정된 데이터를 바탕으로 PM 포집 성능(η_{PM}) 및 소모되는 동력(P)을 계산하였으며, Fig 1은 필터의 성능을 평가하기 위해 η_{PM}/P 값을 계산하여 나타냈다. Mesh는 비교를 위해 제작된 기존 필터와 유사한 구조를 가지는 격자 구조물이며, Mesh와 비교할 때 TPMS 구조를 적용한 필터들의 성능이 다공률에 관계없이 모두 우수하다는 것을 알 수 있다. 또한, Primitive 형상에서는 다공률 60%일 때 최적의 성능을 가지는 것을 볼 수 있다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00219369).

참고문헌

1. Attarzadeh, R., et al. Multi-objective optimization of TPMS-based heat exchangers for low-temperature waste heat recovery. Applied Thermal Engineering, 212, 118448. (2022).

DED공정 기반 Stainless steel의 표면거칠기 개선 연구

Exploring Surface Modification strategies of DED Stainless Steel

*C.G. Jothi Prakash¹, 이광규¹, 안동규¹, #이정원¹

*C.G. Jothi Prakash, Kwang Kyu Lee, Dong Gyu Ahn, #Jeong-Won Lee

¹조선대학교 기계공학과

Key words : DED, Additive manufacturing, 17-4PH, Electro-polishing, Corrosion resistance

1. Introduction

Additive manufacturing (AM) technology has been widely applied in industrial applications due to its reduced cost, limited material consumption, and ability to fabricate complex shapes with good accuracy¹. Electropolishing is a surface finish methodology that removes material by dissolution process. The phenomena is marked by elimination of roughness, absence of grain boundary attack that results with smooth and bright surfaces². The present work is focused to explore electropolishing and study its effect on surface finish and corrosion resistance properties. The methodology and observations are discussed and detailed below.

2. Methodology

Stainless steel (17-4PH) plates obtained by DED manufacturing with 10*10 mm size were used as work piece. The plates were electropolished in 50wt% sulphuric acid solution at varied time periods (10 minutes and 20 minutes). Additionally, the polishing volatge was controlled to attain maximum roughness minimization at least time periods. The electropolished surfaces were employed in 3.5wt% NaCl solution to deduce corrosion mitigation characteristics.

3. Results & Discussion

Directed Energy Deposition manufactured metal parts present dendrites which are prone to friction and corrosion. Furthermore, these dendritic melts increase the roughness and exhibit poor aesthetics which limit the application diversity. Electropolishing process is targeted to remove these dendritic melts to suppress roughness and enhance mirror-like finish. Firstly, the change in applied voltage resulted with a minimized roughness.

Secondly, the polishing time supported the process to greatly enhance surface finish. The polished surfaces were characterized with electrochemical impedance and potentiodynamic polarization to study the corrosion mitigation characteristics. Furthermore, the process parameters and electrolyte additives greatly affect the electropolishing results.

4. Conclusion

The surface roughness has been improved by more than threefold by electropolishing process. The present simple and cost-effective electrochemical polishing technique will open up new avenues in surface processing of additive manufactured surfaces even on broad range of curved and complex materials as well.

후기

This research was supported by National research foundation of Korea (NRF) (No. RS-2023-00219369) and Energy Technology Development Programme (20206310200010) by Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE, Korea).

참고문헌

1. Han, W.; Fang, F. Fundamental Aspects and Recent Developments in Electropolishing. *Int. J. Mach. Tools Manuf.*, Vol. 139, pp. 1–23, 2019.
2. Chaghazardi, Z.; Wüthrich, R. Review-Electropolishing of Additive Manufactured Metal Parts. *J. Electrochem. Soc.*, Vol. 169, No. 4, pp. 043510.

구두발표

특별세션 OS13-2

좌장 : 이정원(조선대학교)

OS13-2-1

OS13-2-2

OS13-2-3

OS13-2-4

OS13-2-5

각도 별로 제작된 AlSi10Mg의 표면거칠기 개질 연구

Surface rRoughness Treatment of AlSi10Mg manufactured at Various Angles by Selective Laser Melting

*정제운¹, 이광규¹, 안동규¹, #이정원¹

*Je-Un Jeong, Kwang Kyu Lee, Dong Gyu Ahn, #Jeong-Won Lee

¹조선대학교 기계공학과

Key words : Remanufacturing, Electropolishing, AlSiMg10

1. 서론

지구 온난화와 자원 고갈은 오래 전부터 큰 문제로 떠오르고 있다. 게다가 쓰레기 매립지 또한 점점 감소하고 있는 상황이다. 그에 따라 수많은 연구자들은 지구온난화, 자원 고갈, 매립지 감소 등의 문제를 해결하기 위해 연구하고 있다. 최근 재제조는 큰 주목을 받고 있다. 재제조는 탄소 감소와 에너지 절약, 자원 절약 같은 다양한 장점들을 가지고 있다. 재제조에는 ded, slm, sls 등이 있다. 그 중 금속 가루를 뿌리고 레이저로 녹여 제조하는 slm 공정은 재제조에서 가장 많이 사용되고 있다. Slm 공정으로 제작된 제품은 고 밀도와 고강도를 갖고 있다. 그러나 slm 공정으로 제작된 제품의 표면은 큰 표면 거칠기를 갖고 있다. 따라서 SLM공정으로 제작된 제품은 후처리 과정이 필요하다. 본 연구에서는 전해연마를 통해 표면 거칠기가 효과적으로 감소되었다.

2. AlSi10Mg의 전해 연마 시간에 따른 변화

Perchloric acid(70%):Ethyl alcohol(99.5)=1:4로 혼합된 용액에 7도의 온도, 25V 전압의 조건으로 0°, 15°, 30°, 45° 등 각도 별로 제작된 표면에 전해연마를 진행했다. 시간별로 전해 연마된 표면의 구조를 SEM(Self Electron Microscopy)을 통해 관찰했고, 표면거칠기, 무게 손실, 두께 손실 등을 측정했다.

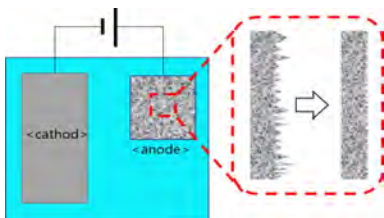


Fig. 2. AlSi10Mg의 전해연마

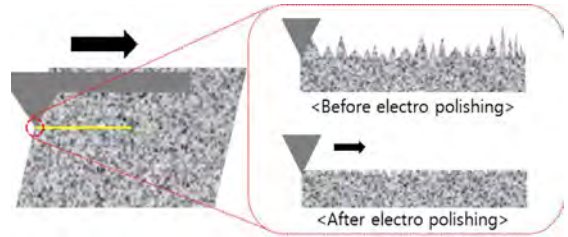


Fig. 1 전해 연마된 AlSi10Mg의 표면거칠기 측정

3. 결론

각도(0°, 15°, 30°, 45°) 별로 제작된 AlSi10Mg 시편을 전해연마를 통해 표면처리를 진행하였다. 전해 연마를 시간 별로 진행해서 두께와 무게, 표면 거칠기를 측정해서 전해 연마 시간에 따른 시편의 변화를 관찰하였다. 본 연구를 통해 각 시편의 최적의 전해연마 시간을 정립하는 데에 필요한 데이터를 제공하였다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2023-00219369).

참고문헌

1. J.W. Lee, K. Kim, G. Ryoo, J. Kim, J.V. Kumar, W. Hwang, Super-hydrophobic/hydrophilic patterning on three-dimensional objects, Appl. Surf. Sci. Vol. 576, pp. 151849, 2022.

안압 측정을 위한 비접촉 측정 시스템 개발

The Novel Development for Non-contact Intraocular Pressure Measurement

이정현¹, #곽재복², *한우성², 김창훈²

*J. H. Lee¹, #J. B. Kwak(jaekwak@chosun.ac.kr)², W. S. Han², C. H. Kim²

¹조선대학교 기계시스템 미래자동차공학과, ²조선대학교 기계공학과

Key words : Bio, Fluid mechanics, Intraocular pressure

1. 서론

안압이란 눈 속에서 안구를 미는 압력을 뜻하며, 안구 질병의 주된 요인임. 그중 고안압증의 경우 좁은 시야, 시력 저하, 시력 상실의 증상을 가진 녹내장, 각막부종을 일으키며, 스마트폰, 컴퓨터 디스플레이 등 전자기기 사용의 증가로 인해 안압 관련 질환자는 매년 10% 이상씩 증가하는 추세임. 따라서 주기적인 안압 측정을 위한 연구가 진행되고 있음.

본 연구는 사람의 비접촉 방식으로 안압을 측정하는 연구로서, 예비 연구로 인공 각막 제작과 각막 측정 시스템 개발 등 두 트랙으로 나누어 소개함.

2. 이론 및 실험 방법

일반적으로 안압을 계산하는 방법은 ‘Imbert Fick law’를 통해 계산이 진행됨. Fig. 1의 안압측정 도식도에 따르면, 안압측정이 진행되는 동안 발생하는 힘과 거리의 상관관계가 표현되고, 지배방정식 (1)을 따름.

$$W + S = P * A + B \tag{1}$$

여기서 W는 안구에 가해지는 외력, S는 각막의 표면 장력, P는 안구의 압력, A는 각막이 외력에 의해 각막이 일시적으로 Applanation이 되었을 때의 면적 그리고 B는 안구 내부에서 각막의 굽힘력을 뜻함.



Fig. 1 안압 측정의 도식도와 Applanation에 따른 geometry

정상적인 성인의 각막의 반지름은 약 8mm이며, ‘Goldmann applanation tonometer’에 따르면 applanation이 되었을 때 면적의 지름은 약 3.06mm, 이때 측정되는 정상 안압의 범위는 15~21mmHg. 사람의 각막과 유사한 물성을 가진 인공 각막을 제작하기 위해 Polydimethylsiloxane와 경화제를 20:1 비율로 섞고 탈포와 curing 과정을 거쳐 지름 30mm 정도의 원형 시편을 제작함. 시편의 물성 평가를 위해 인장 시험 진행 후

얻어진 탄성계수는 0.25MPa, Poisson’s ratio는 0.4로 사람의 각막과 유사한 물성을 가짐.

인공 각막을 통한 안압측정을 위해 Fig 2의 안압측정 시스템을 구축함. 구축된 시스템은 인공 각막에 압력을 주입해주는 펌프와 압력 값을 기록할 pressure gauge, 그리고 실제 안구와 같은 형상을 만들어줄 Bulge Jig로 구성이 됨. Applanation에 따른 면적을 인공 각막에 에어 블로어로 인한 거리 변화를 기록해 계산함.

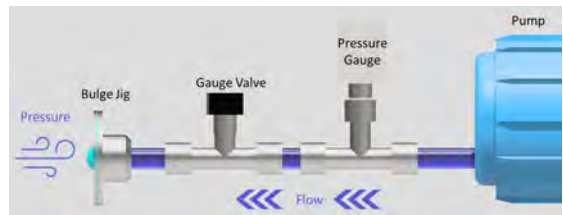


Fig. 2 안압 측정 시스템

3. 결론

인공 각막과 안압 측정 시스템 개발을 통해 안압 측정 솔루션이 확보되었으며, Applanation 거리에 따른 면적 변화와 이때의 안압 변화가 얻어짐. 향후 레이저 변위 혹은 IR 센서를 통해 비접촉 안압 측정을 위한 시스템 개발을 하고자 함.

후기

This study was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (Ministry of Science and ICT) (NRF-2021R1A2C1007016) and project for Collabo R&D between Industry, University, and Research Institute funded by Korea Ministry of SMEs and Startups in 2023.(00224929)

참고문헌

1. J. Gloster, E.S. Perkins, The validity of the Imbert-Fick law as applied to applanation tonometry, Experimental Eye Research, Volume 2, Issue 3, 1963, Pages 274-283.

표면 오염을 저감하기 위한 초 친수 기술에 관한 연구

Research on Super-hydrophilic Technology for Surface Contamination Mitigation

*김창훈¹, #곽재복¹, 한우성¹, 이정현², 강힘찬³

*C. H. Kim¹, #J. B. Kwak(jackwak@chosun.ac.kr)¹, W. S. Han¹, J. H. Lee², H. C. Kang³

¹조선대학교 기계공학과, ²조선대학교 기계시스템 미래자동차 공학과, ³조선대학교 경영학부

Key words : Contamination, Electro-chemical Deposition (ECD), Super-hydrophilic, Thin Film

1. 서론

미세 액적에 의한 표면오염으로 인한 문제점들이 여러 가지 있다. 언더필 공정 중에 사용하는 디스펜서의 노즐이 오염에 의해 막힘이 일어나면, 공정이 멈추거나 원하는 곳에 토출이 진행되지 않아 오염이 일어난다. 이 외에도 열교환기 표면에 3 μ L 이하의 미세 액적이 묻게 되면 중력의 영향을 받지 않아 떨어지지 않고 그대로 얼게 되어, 공기의 흐름을 방해한다. 따라서 열교환기의 효율이 떨어진다. 본 연구에서는 미세 액적이 표면을 오염시키는 현상을 방지하기 위해 초 친수 표면을 제조하고 분석을 진행하고자 한다.

2. Electro-Chemical Deposition (ECD)

친수 표면을 제조하기 위해 전기 화학 증착법을 사용했다. 친수 표면을 제작하기 위해, 증착할 시편에 대해 초음파세척기를 이용해 세척 진행 후 건조를 진행했다. Solution을 만들기 위해 친수성기를 가지는 금속인 Ni, Fe, Co를 투입했고, 부식을 방지하기 위해 SeO₂를 투입했다. 또한, 전기 화학 증착 과정에서 전자기동을 촉진해 줄 수 있고, 제습 능력이 우수해 코팅 후 물과 맞닿고 나서 건조를 촉진해 줄 수 있는 LiCl을 넣었다. 투입 비율로는 Co:Fe:Ni:SeO₂:LiCl을 8 : 6.5 : 3 : 6 : 12로 투입하고 360rpm으로 30분간 교반하여 제작했다.^[1] 제조된 Solution에 Counter electrode와 Working electrode, Reference electrode를 사용하는 3전극 셀을 투입하고 Chronoamperometry 방법을 사용하여 -1V 전위에서 10분 동안 증착을 진행했다. 증착이 완료되면 45°C의 챔버 내부에서 5시간 건조를 진행하여 초 친수 성막을 제조했다. 제조된 박막에 대해 접촉각 측정을 진행하고, SEM과 EDX를 통해 표면분석을 진행하고, 내 마모 테스트를 통해 내구성을 분석했다.

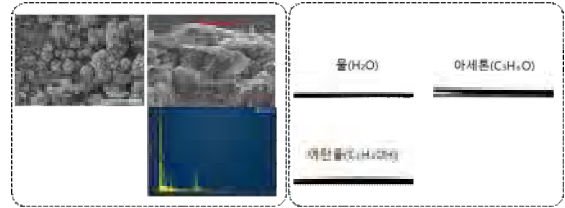


Fig. 1 (좌) Morphology SEM and EDX analysis (우) Contact Angle

3. 결론

Electro-Chemical Deposition으로 Ni Sheet에 초 친수 표면을 제조했다. 물과 아세톤, 에탄올의 액적이 3 μ L 이하일 때 접촉각 측정 결과 0°의 접촉각을 나타냈다. SEM 분석 결과 제조된 성막은 원자핵을 중심으로 꽃이 피어있는 형상이 관찰되었다. 이에 따라 표면적이 넓어졌음을 확인했고, 뾰족한 원뿔 모양으로 인해 물방울이 라플라스 압력으로 인해 흡수됐다. 또한, EDX를 통해 투입된 원소들이 모두 검출되었고 표면에는 많은 양의 산소 원자로 인해 산화층이 생성됐다. 하지만 50g 하중을 준 팁으로 내 마모 테스트 결과 박막이 파괴되었다. 따라서 내구성이 낮은점이 확인되었다.

후기

This study was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (Ministry of Science and ICT) (NRF-2021R1A2C1007016).

참고문헌

1. Li, Xue, et al. "Bifunctional Ni-Fe-CoSe₂ nanosheets electrodeposited on Ni foam for efficient catalysis of the oxidation of water and urea." *Materials Chemistry and Physics* 287 (2022): 126310.

SLM 공정으로 제작된 AISi10Mg 시편의 전해 연마 후 표면 상태 비교 분석

A Study on the Surface Condition after Electrolytic Polishing of AISi10Mg Specimen Produced by SLM Process

*이광규¹, 정제운¹, 이정원¹, #안동규¹

*K. K. Lee, J. U. Jeong, J. W. Lee, #D. G. Ahn(smart@chosun.ac.kr)

¹조선대학교 기계공학과

Key words : Selective laser melting, AISi10Mg, Electro polishing, Surface condition

1. 서론

선택적 레이저 용융 (Selective Laser Melting : SLM) 공정은 대표적인 금속 적층 제조 공정 중 하나이다. SLM 공정은 형상의 자유도가 높아 다양한 형상의 부품을 제작할 수 있다는 장점을 가진다. 그러나 제작 후 부품은 표면이 거칠어 부품을 사용하기 위해서는 후처리 공정이 필수적으로 요구된다.^[1] 전해 연마 (Electro Polishing) 공정은 시편의 형상에 관계없이 모든 부분을 후처리 할 수 있어 SLM 으로 제작된 부품에 적용하기 용이하다. 하지만, 사용 장비, 재료 및 전해 연마 조건에 따라 표면 상태가 변화할 수 있기 때문에 사용 조건에 따른 표면 상태 비교 분석이 요구된다.

본 연구에서는 SLM 공정으로 제작된 SUS316L 시편의 전해 연마 후 표면 상태를 비교 분석하고자 한다.

2. 실험 및 측정 방법

SLM 공정을 이용하여 적층 각도별로 각각 0°, 15°, 30° 및 45° 조건에서 시편을 제작하였다. 시편 제작은 EOS 사에서 제작된 장비인 M290을 이용하였으며, 20×20×2mm³ 크기로 제작하였다. 시편 제작에 사용된 재료는 AISi10Mg 분말이며, 사용된 분말의 분포는 D10 26µm, D50 47µm 및 D90 77µm이다. 제작된 시편은 다른 후 처리 공정 없이 전해 연마를 진행하였다. 전해 연마는 과염소산과 에탄올을 이용하였으며, 각 시간별로 0, 30, 60 및 90 분 연마하였다. 표면 거칠기 측정 장비인 SV-2100M4 장비를 이용하여 시편의 표면 거칠기를 측정하였으며, GLtech 사에서 제작된 ACADEMY 3차원 형상 분석기를 이용하여 2차원으로 측정된 표면 거칠기와 3차원으로 측정된 표면 거칠기를 동시에 비교하였다. 또한, 전자 현미경을 이용하여 시편의 상부를 관찰하였으며, 마운팅 및 폴리싱과 같은 후처리 공정을 추가로 진행하여 측면부의 형상을 비교 분석하였다.

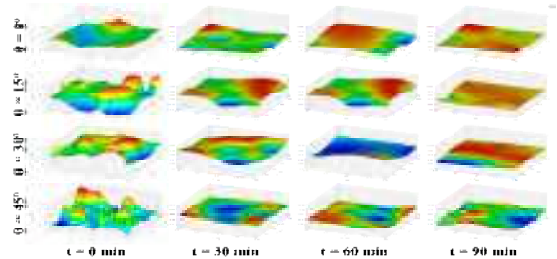


Fig. 1 Results of 3D Surface profile measurements

3. 결과 및 고찰

전해 연마 전 표면 거칠기 측정 결과 적층 각도 15°, 30°, 45° 및 0° 조건 순으로 거칠기가 크게 도출되었다. 전해 연마를 진행한 후 전해 연마 시간이 증가함에 따라 표면 거칠기가 개선되는 것을 확인할 수 있었으며, 90분 이상 전해 연마를 진행할 경우 적층 각도에 무관하게 표면 거칠기가 개선되었다. 30분 및 60분의 경우도 효과적으로 표면 거칠기를 개선할 수 있었으나 표면 위 구형의 입자가 관찰되었으며, 구형의 입자는 90 분 이상 전해 연마를 진행할 경우 제거되는 것을 알 수 있었다.

후기

“이 논문은 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 연구비로 지원된 사업 (No. 20206310200010) 및 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원 (No.RS-2023-00219369) 을 받아 수행된 연구임”

참고문헌

1. Baicheng, Z. et al., “Study of selective laser melting (SLM) Inconel 718 part surface improvement by electrochemical polishing”, Materials & Design, Vol. 116, pp. 531-537, 2017.

SLM공정을 이용한 TiAl6V4의 젖음성 개질방법

Wetability Modification Method of TiAl6V4 using SLM Process

*이은재¹, 정제운¹, 이광규¹, 안동규¹, #이정원¹

*Eun-jae Lee, Je-Un Jeong, Kwang Kyu Lee, Dong Gyu Ahn, #Jeong-Won Lee

¹조선대학교 기계공학과

Key words : superhydrophilic surface, superhydrophobic surface, slippery surface

1. 서론

최근 나노 표면 기술의 급속한 발전으로 극친수성, 극소수성 표면과 미끄러운 액체 주입 다공성 표면 (SLIPS)이 개발되었다. 특히 티타늄은 화학적 안정성, 안정적인 내부식성, biocompatibility 등의 이점으로 각종 산업 및 현대 의료계에서 적용 범위가 늘어나고 있습니다. 본 연구에서는 SLM 공정을 통해 만들어진 TiAl6V4에 표면개질 공법을 이용해 극친수성, 극소수성, SLIPS을 제작하였습니다.

2. SLM TiAl6V4에 적용한 표면 처리

SLM TiAl6V4 표면에 마이크로 구조 형성을 위해 40°C의 황산에 표면을 3시간 식각 하여 마이크로 구조를 표면에 부여하였습니다. 처리가 끝난 표면을 탈이온수로 세척한 뒤 오븐에 건조 시켰습니다. 만들어진 마이크로 구조에 나노구조를 부여하기 위해 90°C의 3M NaOH 수용액에 60분 동안 산화시킴으로써 표면에 극친수성을 적용했습니다. 극소수성 코팅은 극친수성 TiAl6V4 표면을 완전히 건조한 상태로 만든 후 n-hexane과 HDFs를 1000:1의 비율로 저어준 뒤 혼합액을 제조했습니다. TiAl6V4를 10분 동안 담궈 극소수성 표면을 제작하였습니다. 마지막으로 krytox를 적용시킴으로써 SLIPS을 제작하였습니다.

3. 접촉각 변화 분석

황산에 식각 시킨 TiAl6V4의 접촉각은 마이크로 구조에 의해 친수성을 보였습니다. 생성된 마이크로 구조에 나노 구조가 적용된 표면은 극친수성을 얻었습니다. 접촉각은 $\theta \leq 10^\circ$ 정도를 보였습니다. HDFs를 통한 극소수성 표면의 접촉각은 평균 150° 이상의 극소수성을 유지하였습니다. krytox를 처리한 표면은 120° 로 접촉각이 유지되며 표면의 미끄러움을 부여했습니다.

4. 결론

본 공정은 금속 3D 프린팅 기술인 SLM 공정으로 제작된 티타늄은 의료 분야, 항공우주 산업, 자동차 산업, 전자 제품 제조 등 다양한 분야에서 사용됩니다. SLM로 제작된 표면을 개질해 젖음성을 개선하는 것은 해당 제품 또는 부품의 더 나은 성능을 제공하는 데 도움이 될 수 있습니다. 따라서 극친수성, 극소수성, SLIPS와 같은 다양한 젖음성 개질을 목표로 실험을 진행한 결과로 표면에 마이크로-나노 구조체를 적용했습니다. 결과적으로 이상적인 극친수, 극소수, SLIPS를 제작을 완료하였습니다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2023-00219369).

참고문헌

1. Lee, Simple fabrication of superoleophobic titanium surface via hierarchical microhorn/nanoporous structure growth by chemical acid etching and anodization, pp. 966-970, 2017.

구두발표

특별세션 OS14

좌장 : 김도혁(창원대학교)

OS14-1

OS14-2

OS14-3

OS14-4

OS14-5

자유 곡면가공용 엔드밀의 마모 및 파손 특성 연구

A Study on the Wear and Damage Characteristics of End Mill for Free Curved Processing

*한진용¹, #이상경²

*J. Y. HAN(jyhan@widin.co.kr)¹, #S. K. lee(hotgodgod@widin.co.kr)²
^{1,2}(주)위딘 부설연구소

Key words : Endmill, Wear, Milling, Free curve

1. 서론

항공, 원전, 방산설비의 중요 부품은 파손의 안정성을 위하여 용접등의 접합 방법이 적용되지 않고 있다. 따라서 중요 부품은 강제를 도면의 기준으로 절삭가공을 하여 형상을 만들어 내는 것이 일반적인 생산 방식이다. 3D 형상의 항공, 원전, 방산 부품은 일반적인 3축 가공에서는 제작이 어려워 5축 MCT에서 가공을 통한 생산을 하고 있다.

5축 가공시 일반적인 Flat, Ball, Radius는 인경대비 작은 반경을 가지고 있어 가공후 Cusp잔존으로 인하여 추가적인 가공이나 수작업이 요구된다. 이러한 cusp의 최적화를 위해서 인경대비 R의 반경이 큰 형상의 공구를 통하여 cusp줄이는 가공의 최적화가 필요하다. Cusp를 줄이기 위해서 공구와 피삭재의 접촉각(Approach angle)이 작아져 고이송 가공이 가능하여 생산성 향상의 효과가 예상된다. 따라서 인경대비 R의 반경이 큰 공구의 절삭력, 마모 및 파손의 특성을 분석 및 연구하고자 한다.

2. 연구 목적

Radius Endmill의 곡면 가공을 진행 할 경우 코너R의 크기가 Endmill 인경보다 작은 반경을 가짐에 따라 곡면에 Cusp량 크에 따라 2차 및 3차 가공이 요구된다.

본 연구는 R의 반경을 엔드밀의 밑날 또는 옆날에 수치적 또는 스플라인 형상의 커브를 구현하여 곡면 가공시 최적의 절삭력 및 가공후 Cusp량을 최적화하여 2차 3차 가공을 최소화 하고자하며, 이때 공구에 마모 및 파손의 특성을 분석 한다.

3. 실험 방법

인경대비 R의 반경이 큰 형상의 Endmill로 피삭재의 측면가공(Shouldering cutting)시 가공 위치에 따른 접촉각 확인과 마모 또는 파손의 유형을 분석 한다.

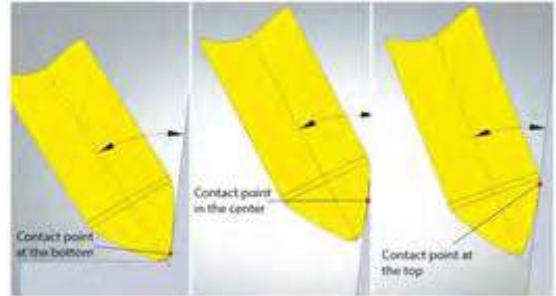


Fig. 1 Cutting point according to approach angle

4. 결론

측면의 반경R이 Endmill이 측면 가공을 진행시 접촉 각시 작아짐에 따라 발생하는 chip의 두께가 감소되어 고이송 공구와 유사한 형상을 나타내나 Helix angle로 인하여 마모 및 파손의 유형은 상이한 것으로 확인됨.

일반적인 고이송 공구는 Facing 가공 형태로 열크랙 유형 마모가 성장후 인선이 탈락되는 유형을 나타내나 본 곡면형 Endmill은 옆날의 경계선부의 경사면의 마모로 인한 치핑 형상을 확인함

후기

이 연구는 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0023729, 중견기업-지역 혁신 얼라이언스 지원사업)

고온/고차압 제어밸브 개발

Development of Control Valve for High Temperature/High Pressure

*김진원¹, 이윤규¹, 정형민¹, 강대영¹, 김진종¹, 최혁¹, 박호일¹, 김상민¹

J. W. Kim, Y. G. Lee, H. M. Jung, D. Y. Kang, J. J. Kim, H. Choi, H. I. Park, S. M. Kim

¹피케이밸브엔지니어링 기술연구소

Key words :Valve, Control, Trim, Severe condition

1. 서론

고온/고차압 제어밸브는 발전소의 계통운전 중 가장 혹독한 조건(Severe condition)에서 제어기능을 수행하는 밸브로서 통상 최소 200°C 이상의 온도와 200 psid 이상의 압력강화 조건에서 안정적으로 제어되어야 한다. 고온/고차압 운전조건에서 밸브를 통과하는 유동은 급격한 압력변화와 유속변화로 인한 상(phase) 변화를 초래하게 되므로 캐비테이션(cavitation)이나 플래싱(flashing)이 발생하기 쉽고, 고 유속에 따른 난류 등으로 인해 높은 진동과 소음이 발생하게 되어 계통의 불안정이 증가되고 트림 손상 등 설비 고장이 유발될 수 있다. 이러한 운전조건에 대응하기 위해 밸브의 내부유동을 안정적으로 제어하기 위한 트림(Trim)을 개발하고자 한다.



2. 개발 목적

본 개발을 통해 고 유속에 의한 난류 등의 발생이나 계통 불안정이 증가됨으로 인한 설비 고장의 잠재 원인을 제거할수 있는 트림을 개발하여 원자력 발전소의 안정적인 운전을 위함이다.

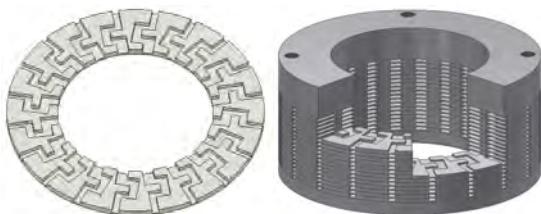


Fig. 1 : 개발된 Trim 형상 및 조립

3. 개발 결과

유한요소법을 이용한 해석을 통해 목표유량 약 52% 개방지점에서 최대 유량이 형성됨을 확인하였고, Valve 출구에서의 유속 또한 300[ft/s] 이하에서 흐름이 형성됨을 확인하였다.

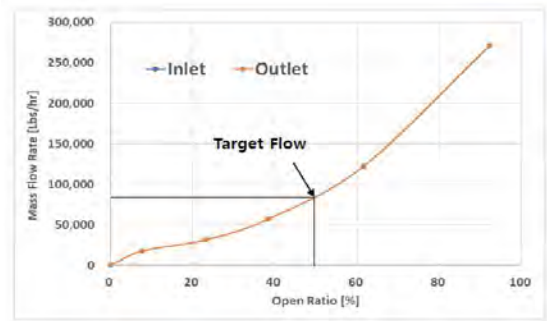
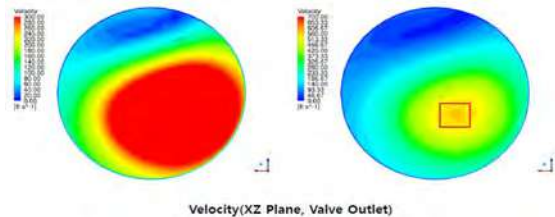


Fig. 2 : Trim을 통과하는 유량



Location	Velocity (average) [ft/s]	Uniformity [%]
Valve Out	253.09	55.24

Fig. 2 : Trim을 통과한 후 유속

4. 결론

본 개발을 통해 설계된 Trim이 요구되는 유량 및 속도를 만족하는 성능을 발휘하고 있음을 확인할 수 있었다.

향후

향후 금속 적층제조 공정 적용한 시제품 제작하고 시험을 통한 시제품 성능 및 정량적 목표 도달 검증 예정.

와이어 아크 적층 제조 공정 구현을 위한 전처리 설계 프레임워크 개발 Development of a Pre-processing Design Framework for the Implementation of Wire Arc Directed Energy Deposition Process

*김창종¹, 김석¹, #조영태¹

*C. J. Kim, S. Kim, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words : Wire arc-DED, WAAM, Framework, Smart Manufacturing, Metal 3d printing

1. 서론

최근 제조 산업에서는 적층 제조(AM) 공정의 성장이 급격하게 이루어졌다. 그중 Wire arc-directed energy deposition(Arc-DED)은 금속 3D 프린팅 범주에 속하며 기존의 금속 부품 제조 공정에 비해 Buy-to-Fly(BTF) 비율이 낮고 제작 크기에 유연하며 생산성과 비용 효율성이 높은 장점이 있어 큰 관심을 받고 있다.

그러나 3D 형상에 대한 슬라이싱, 경로 계획 및 머신 제어 등의 해결되지 않은 어려움으로 인해 공정 노하우 및 전용 프로그램이 부족하여 산업 또는 연구분야에도 어려움이 있다.

본 연구는 이러한 문제를 해결하고 그 효과를 입증할 수 있는 G 프로그래밍 기반의 Arc-DED 용 프레임워크 아키텍처를 개발하는 것을 목표로 한다. 또한 이를 구현하기 위해 핵심 요소 기능을 모듈화하고 필요한 관련 작업에 대해 논의한다.

2. Arc-DED 프레임워크

Fig. 1은 Rhino 7 및 Grasshopper 기반의 G 프로그래밍 환경에서 개발되는 Arc-DED 프로세스 구현에 대한 프레임워크 개발 맵을 보여준다. 여기에는 형상 입력, 변수 설정, 슬라이싱, 산업용 ABB 로봇의 RAPID code 생성 기술이 주 기능으로 포함되어 있다.

각 단계는 Fundamental Function(FF)과 Advanced Function(AF)으로 분류할 수 있으며, AF 단계에는 Arc-DED 공정에서의 물리적 현상에 대한 알고리즘 개발 및 적용이 포함되고 작업 지점에서의 자유로운 Arc 열원 제어 기능과, 로봇과 프로그램 간 통신 기능이 포함된다.

제안된 프레임워크를 통해 (1) 설계 또는 스캔 된 3D 데이터를 즉시 입력하여 형상의 정밀도를 설정하고, (2) 추출된 좌표 데이터를 통해 형상을 슬라이싱 하며, (3) G 코드 및 ABB RAPID 코드 변환을 통해 산업용

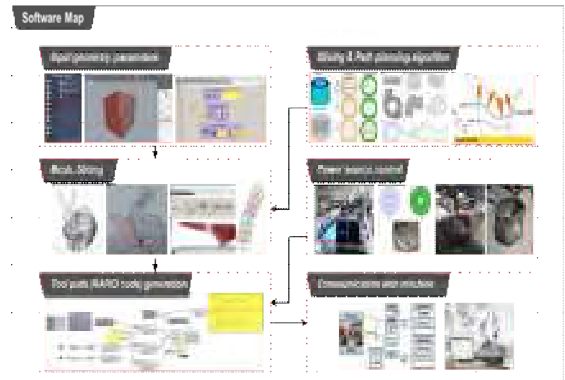


Fig. 1 Framework development map of arc-DED process.

ABB 로봇 또는 CNC 머신을 이용한 Arc-DED 프로세스를 시연할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 Rhino 7 및 Grasshopper 툴을 이용해 Arc-DED 공정의 전처리 설계를 위한 프레임워크 개발 아키텍처를 제안하였다. 이를 통해 사용자는 금속 부품 적층 제조 형상의 결정 및 슬라이싱, 경로계획을 위해 개발된 프레임워크를 활용할 수 있다. 또, 고도화 단계를 위한 G-code 컴파일러 개발 및 활용을 통해 제안된 아키텍처의 적용 가능성을 입증하였다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2023-2016-0-00318).

스플라인 곡선 구조물 제작을 위한 M3DPen 공정의 적용

Application of M3DPen Process for manufacturing Spline Curve Structures

*조인수¹, #조영태¹, 김석¹

*I. S. Jo, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words : WAAM(Wire Arc Additive Manufacturing), M3DPen(Metal 3D Printing Pen), Heat Transfer, Freestanding 3D Structures

1. 서론

최근 금속 적층제조(AM) 공정을 통해 자유로운 형상을 제작하기 위한 연구가 활발히 진행 중이다. 대표적인 금속 적층제조 공정인 WAAM, PBF(Pow Bed Fusion), L-DED(Laser Direct Energy Deposition)은 2D Slicing 기법, 적층 속도 및 제작 크기의 한계가 존재한다. 따라서 금속을 풀리머 3D Pen과 같이 적층할 수 있는 M3DPen 기술을 통해 자유로운 3차원 형상의 구조물을 제작하고자 한다.

2. M3DPen 초층 최적화

M3DPen 공정의 핵심은 용탕의 표면장력이 아크 압력과 중력의 영향을 미치지 않을 정도로 용탕의 부피를 제어하는 것이다. 이때, 용탕의 부피를 일정하게 제어하기 위해서 용탕이 급속하게 응고되지 않도록 Strut에 축적된 열이 필요하다. 하지만, 초층은 상대적으로 낮은 온도의 모재와 열전달로 인해서 용탕이 빠르게 응고되어 얇은 Strut의 형상을 가진다. 이를 해결하기 위해 초층의 조건을 CMT 모드를 사용한 3가지 조건으로 적층을 진행하였다.

3. 자유형상 구조물 제작

자유로운 3차원 형상을 적층하기 위해 CATIA 프로그램을 통해 직경 160mm의 구의 외각을 약 30mm의 간격을 가지는 스플라인을 제작하였다. 이후 ABB 사

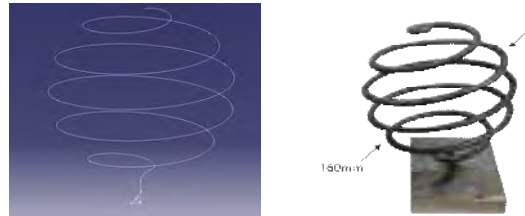


Fig. 1 Spline deoposition path and Spline M3DPen

의 RobotStudio 프로그램을 통해 스플라인 Strut을 적층하는 동안 로봇의 관절 한계에 걸리지 않도록 Target Orientation을 수정하였다. 스플라인 Strut과 용접 토치의 각도는 20°로 설정하였으며 소재는 SM45C를 사용하였다.

3. 결론

초층 형상 최적화는 Table 1의 조건과 같이 초층에 높은 입열량을 가하고 점진적으로 낮아지는 조건을 통해 초층이 일정한 두께를 갖는 것을 확인하였다. 하지만, 다양한 두께 및 각도에 대한 최적화는 추가적인 연구를 통해 필요할 것으로 보인다. 스플라인 구조물은 Fig. 1과 같이 적층하였으며, 급격한 각도 변화가 있는 부분에 형상 오차가 큰 것을 확인할 수 있었다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0023729, 중견기업-지역 혁신 얼라이언스 지원사업).

참고문헌

- Kim, C. K., Cho, D.-W., Kim, S., Song, S. W., Seo, K. M., Cho, Y. T., High-Throughput Metal 3D Printing Pen Enabled by a Continuous Molten Droplet Transfer. Adv. Sci. 10, 2205085, 2023.

Table 1 Welding Condition

Wire speed (m/min)	2.6	1.9	1.3
Start current (%)	200	100	135
Start current time(s)	5	0	4
End current	10	0	100
CMT Cycle Step	On	Off	On
Number of CMT Step	5	0	4
Pause Time (s)	0.8	0	0.8

와이어 DED 방식을 적용한 가스 터빈블레이드의 제조 전략 및 접합부 안정성 향상에 관한 연구

A Study on Manufacturing Strategy and Joint Stability Improvement of Gas Turbine Blades using Wire DED Method

*손휘준¹, 김 석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*H. J. Son¹, S. Kim^{1,2}, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)^{1,2}

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정, ²창원대학교 기계공학부

Key words : Wire arc additive manufacturing, Turbine blade, Shape optimization, Joint stability

1. 서론

WAAM(Wire arc additive manufacturing)은 복잡한 형상의 대형 부품을 빠르게 적층제조할 수 있는 금속 3D printing 공정이다. 기계산업의 다양한 제품군이 WAAM 공정을 적용하였을 때 생산효율을 향상시킬 수 있으며, 가스 터빈블레이드가 대표적이다. 가스 터빈블레이드는 항공, 우주, 선박 등 다양한 산업분야에 사용되는 고부가가치 기계부품으로, 얇고 긴 자유곡면의 형상을 가진다. 기존의 가스 터빈블레이드는 절삭가공으로 소재의 절반 이상을 소모하게 하기 때문에 WAAM 공정을 적용하면 제조효율을 크게 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 WAAM 공정을 적용하여 가스 터빈블레이드를 적층제조할 수 있는 공정 방법을 제시하고 형상 최적화를 수행하였다. 또한 공정 대체에 따른 제품의 신뢰성을 확보하고 안정성을 개선하였다.

2. 적층제조 형상 최적화

본 연구에서는 산업용 6축 로봇과 Mig 용접기를 사용하여 모델링된 150mm 높이의 터빈 블레이드를 적층제조하였다. 적층 공정을 위해 설계된 적층경로의 좌표계를 기반으로 NC 경로를 계획하고 MCT 머시닝센터를 사용하여 적층물을 후가공하였다. Fig. 1은 터빈블레이드의 적층제조 및 후가공을 위한 공정경로 및 좌표계 최적화를 나타낸다.

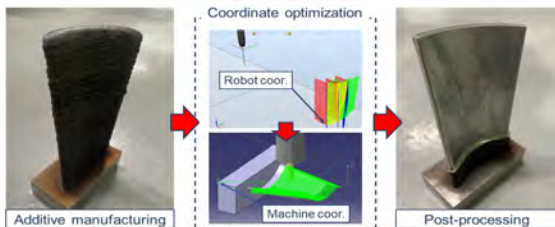


Fig. 1 Turbine blade manufacturing process applying WAAM

3. 접합부 안정성 개선

터빈블레이드 적층제조 시 베이스 플레이트와 적층물 접합부의 결함 및 강성 향상을 위해 용접조건에 따른 용입량 최적화를 수행하였다. 또한 접합부의 구조적 안정성을 개선하기 위해 그루브 홈을 추가 가공하여 적층을 수행하였다. 적층된 시편의 단면을 예칭하여 실험 변수에 따른 용입량 및 Fusion line의 형상을 비교하였다. Fig. 2는 적층제조된 터빈블레이드의 접합부에 발생하는 결함 및 해결방법을 나타낸다.

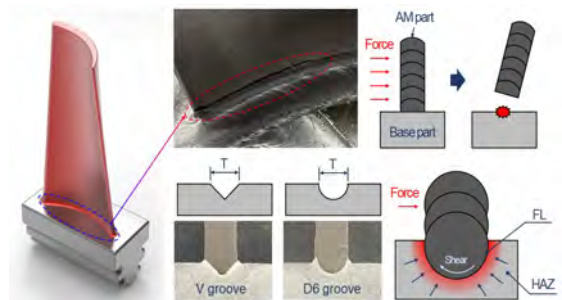


Fig. 2 Improved joint stability of WAAM turbine blades

4. 결론

WAAM 공정을 적용하여 터빈블레이드를 적층제조하고 적층물의 형상을 최적화하였다. 적층경로와 공정 좌표계를 바탕으로 가공경로를 설계하고 후가공하여 완제품을 제작하였다. 용접변수를 제어하고 그루브 홈을 적용하여 접합부의 용입량 및 Fusion line이 안정적으로 형성된 것을 확인하였다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0023729, 중견기업-지역 혁신 얼라이언스 지원사업).

구두발표

특별세션 OS15

좌장 : 신혜경(전주대학교)

OS15-1

OS15-2

OS15-3

OS15-4

OS15-5

OS15-6

OS15-7

전기방사를 적용한 나노섬유 미세먼지 방진망에 관한 연구

A Study of Nanofiber Fine Dust Blocking Network Using Electrospinning

*이찬영^{1,2}, 이재준^{1,2}, 김영순², #김흥건²

*C. Y. Lee¹, J. J. Lee¹, Y. S. Kim², #H. G. Kim(hkim1125@hanmail.net)²

¹전주대학교 탄소융합공학과, ²전주대학교 탄소연구소

Key words : Electrospinning, Fine Dust, PVDF, Particulate Matter

1. 서론

미세먼지는 입자 크기가 매우 작아 실내로 손쉽게 유입되어 실내 공기질을 저하시키며, 인체에 유해한 질병을 유발시키기 때문에 가구 내 공기질 향상을 위해 개선할 필요가 있다. 따라서, 미세먼지 방진망 메쉬(Mesh) 사이사이 통과하는 문제점을 해결하고자 한다. 본 연구에서는 전기방사 기술에 PVDF 솔루션을 적용하여 나노섬유 미세먼지 방진망의 섬유 형태와 공기투과도, 분진포집율의 성능을 확인하기 위한 연구를 수행하였다.

2. 실험 재료 및 제조 과정

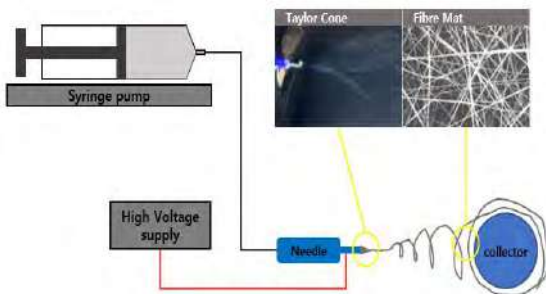


Fig. 1 Schematic diagram of electrospinning equipment

전기방사 공정은 전기장을 이용해 액체 상태의 고분자 솔루션으로부터 μm - nm 의 연속적인 섬유를 얻는 방식이다. 여러 가지 고분자 중 하나인 PVDF(Polyvinylidene Fluoride)는 열기와 습기, 자외선과 같은 외부 환경에 노출되므로 내후성이 우수해 미세먼지 방진망에 활용할 수 있다. 그러나 전기방사 공정은 다양한 매개변수의 영향을 받으므로 각각의 매개변수들을 농도 15wt%를 기포를 제거해 실린지에 넣고 인가전압을 15kV로 고정시켜 토출량 5~10ml/h로 변화하여 실험하였고, 방사거리 15cm와 컬렉터 회전속도 300rpm으로 실험하였다. 이를 고려해 PVDF로부터 미세먼지 방진망을 제조하였다.

3. 결과

Table 1 PVDF 15wt% solution electrospinning for 1 minutes Air permeability and Dust collection efficiency

Discharge Rate (ml/h)	Air permeability (mm/s)	Dust collection efficiency (%)
5.0	6451.60	5.11
8.0	6130.80	6.57
10.0	4211.32	7.71

4. 결론

실내 공기질을 효과적으로 개선하기 위해 PVDF 미세먼지 방진망을 제조하였다. 토출량과 방사시간에 따라 섬유층의 두께가 달라지며, 공기투과도의 수치가 높아짐에 따라 분진포집율의 효율은 감소하므로 상관관계를 확인할 수 있다. 분진포집율 같은 경우 분진 입자 크기 $0.3\mu\text{m}$ 로 측정되었지만, 1~ $10\mu\text{m}$ 로 재측정하면 분진포집효율 70%이상 나올것으로 보인다. 그러나 실생활에 적용하기엔 추가적인 실험이 진행되어야 할 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 2016년 연구재단의 중점연구소지원사업(2016R1A6A1A03012069)과 탄소복합재 산업 전문인력양성사업(P001700)의 지원을 받아 수행됨.

참고문헌

- B. Bera, "Literature Review on Electrospinning Process", Imperial Journal of Interdisciplinary Research, Vol. 2, No. 8, pp. 972-984, 2016.
- R. Khajavi, M. Abbasipour, "Controlling Nanofiber Morphology by the Electrospinning Process", Electrospun Nanofibers, Vol. 5, pp. 109-123, 2017.

PVDF 방사의 전기방사 조건에 따른 전기장 분포 해석

Analysis of Electric Field Distribution According to Electrospinning Conditions of PVDF Radiation

*정윤조^{1,2}, 이민상^{1,2}, #김홍건^{1,2}

*Y. J. Jung^{1,2}, M. S. Lee^{1,2}, #H. G. Kim(hkim1125@hanmail.net)^{1,2}

¹전주대학교 탄소융합공학과, ²전주대학교 기계자동차융합공학부

Key words : Electrospinning, Multi nozzle

1. 서론

본 연구에서는 여러 필터 또는 멤브레인에 널리 사용되는 PVDF 소재를 방충망에 방사하는 실험적 결과치를 바탕으로 실제 방충망 크기에 방사했을 경우 전기장 값을 적용한 전기방사장치의 전기방사 성능에 대한 예측이 가능하도록 데이터베이스를 제시하고자 한다.

2. 전기장 해석

본 연구에서는 전압 15kV, TCD거리 150mm로 고정하였으며, 노즐의 개수 4, 8, 16개인 경우에 대하여 COMSOL MULTIPHYSICS 6.0으로 해석을 진행하였다. 실제 방충망 크기의 해석형상은 Fig. 1과 같으며 해석영역은 2000×2000×2000mm³, 컬렉터는 방충망과 동일한 사이즈인 800mm×1500mm 직사각형 형태이며, 노즐 21G(외경 0.81mm, 내경 0.56mm) 멀티노즐 형태로 모델링하였다.

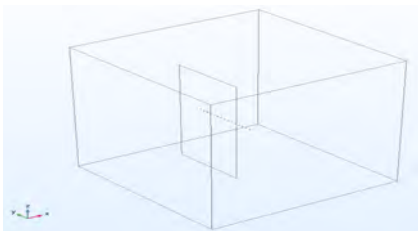


Fig. 1 실제 방충망 크기의 해석 형상

3. 전기장 해석 결과

노즐이 4개인 경우와 8개인 경우 사이 간격 100mm 이상으로서는 노즐 Tip 사이의 전기장 간섭이 미미하여 그래프상에서 전기장의 세기가 균일하게 나타났으나 노즐이 16개인 경우 사이 간격이 50mm로 노즐 Tip 사이의 전기장 간섭이 발생하여 그래프상의 전기

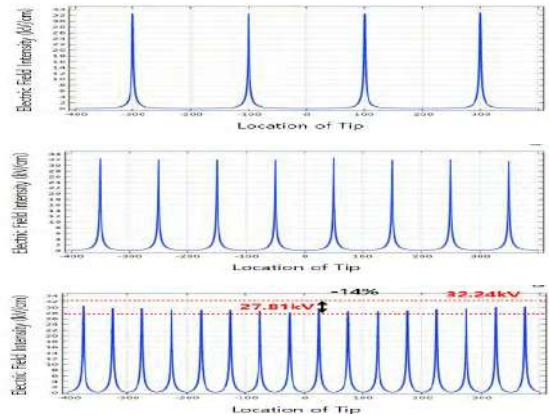


Fig. 2 4, 8, 16 노즐의 전기장 세기

4. 결론

이러한 해석적 결과를 바탕으로 실제 실험을 통해 멀티노즐간의 사이 간격을 설계함으로써 공정라인의 단순화 및 단가를 최소화 할 수 있는 방법을 파악하고 멀티노즐을 통한 원활한 전기 방사를 진행함으로써 생산속도 증가를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 2023년 맞춤형 기술파트너 지원사업의 내용이며 중소기업기술정보진흥원 및 탄소복합재전문인력양성사업(P001700)의 지원과 중소벤처기업부(RS-2023-00283290) 재원을 받아 진행하였음.

참고문헌

1. RaoCAE Solution Team, "Comsol Multiphysics Guide book", Altsoft Co., Ltd., Republic of Korea, 2019.
2. J. Jin, "Factors on Gelatin Nanofiber Characteristics in Electrospinning", Master's Thesis of Chung-Ang University Graduate School, 2023.

폴리프로필렌과 TiO_2 컴파운딩을 이용한 멜트브로운 부직포 특성 연구

A Study on Melt-Blown Nonwoven Fabric Properties using Compounding of Polypropylene and TiO_2

*김영순¹, 엠디아부하니프¹, 곽이구^{1,2}, #김홍건^{1,2}

*Young-Soon Kim, Md. Abu Hanif¹, Lee Ku Kwac^{1,2}, and #Hong Gun Kim^{1,2}

*Young-Soon Kim, #Hong Gun Kim^{1,2}(hkim@jj.ac.kr)

¹Institute of Carbon Technology, Jeonju University-55069, Korea,

²Department of Mechanical and Automotive Engineering, Jeonju University-55069, Korea

Key words : Melt-Blown Polypropylene, nonwoven, UV protection, Compounding

1. Introduction

Compounding is the best way to change the properties of engineering thermoplastics [1]. The final composite is a mixture of plastic and additives. Polypropylene (PP) is a nonwoven fabric that is light, soft, hydrophobic, non-toxic. PP nonwoven is manufactured by joining or interlocking fibers together using various techniques such as needle punching, spunbonding or melt-blown. In particular, PP nonwoven fabrics manufactured using the melt-blown method [2] are known for their high tensile strength, durability, and versatility, and are widely selected in various industrial fields such as agriculture, automobiles, construction, medical care, and hygiene. However, PP nonwoven fabric has the disadvantage of losing initial physical properties and tearing easily as the chains between PP molecules are destroyed by ultraviolet in sunlight. In this study, PP nonwoven fabric was manufactured by adding additives of TiO_2 through compounding to prevent deterioration due to ultraviolet and its properties were investigated.

2. Experiment and Result

A conventional melt-blown apparatus was used as a method for producing a PP nonwoven fabric. TiO_2 (7.5% and 15%) as an additives were compounded with PP pellets before the raw materials were fed into the melt-blown apparatus. The morphology of PP+ TiO_2 was investigated using elemental mapping analysis, XRD, and PL etc.

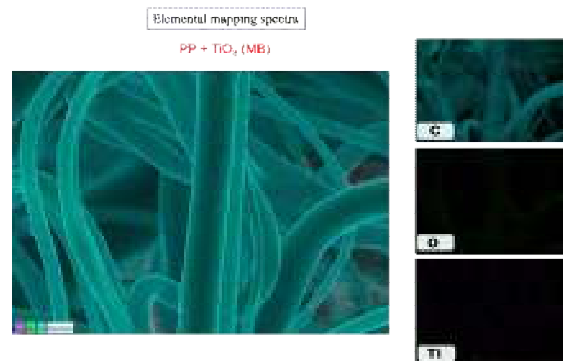


Fig. 1. Elemental mapping analysis of nonwoven PP + TiO_2 sample.

Acknowledgment

This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF), funded by the Ministry of Education (2016R1A6A1A03012069, 2018R1D1A1B0705-0752, and 2020R1A2C1102174).

Reference

- 민경집, Recent Developments in Polymer Compounding Process (고분자 컴파운딩 공정의 최신 개발동향), 고분자과학과 기술, Vol. 2(4), pp. 239-249, 1991.
- Kyung, B.I.; Young, K.H. Development of a Melt-blown Nonwoven Filter for Medical Masks by Hydro Charging. Text. Sci. Eng. Vol. 51, pp. 186-192, 2014.

질소 도핑된 ZnO/CNT의 광촉매 적용 및 독성 평가

Photocatalytic Application and Toxicity Evaluation of N-doped ZnO/CNT

*엠디아부하니프¹, #곽이구^{1,2}

*M. A. Hanif¹, #L. K. Kwac^{1,2}(kwac29@jj.ac.kr)

¹Institute of Carbon Technology, Jeonju University-55069, Korea,

²Department of Mechanical and Automotive Engineering, Jeonju University-55069, Korea

Key words : N-doped ZnO/CNT, visible light, photocatalysts, wastewater

1. Introduction

The amount of harmful pollutants in the atmosphere has significantly increased as a result of increased industrial activity during the past few decades [1]. Organic pollutants present in aquatic ecosystems, such as methylene blue (MB) is one of the most frequently employed colorants in different industries. Owing to the complex structural properties of the dye molecules, their degradation is challenging. Numerous dye treatment techniques have been used to completely mineralize dyes [2]. Among them, photocatalysis is a suitable a green and sustainable process. Herein, we propose a novel N-doped ZnO/CNT (NZO/CNT) nanocomposite, which is synthesized via a simple approach and used to remove organic dyes from wastewater.

2. Materials & Method

N-doped ZnO/CNTs were synthesized using a simple co-crystallization technique. First, ZnO and N-doped ZnO (NZO) were prepared via simple and affordable methods. Subsequently, NZO was used to prepare NZO/CNT products. ZnO was produced using a modified thermal technique. N was doped onto the already produced ZnO using chemical vapor deposition (CVD). Finally, the CNTs were dispersed in ethanol. Subsequently, NZO was added to the dispersion. The resulting suspension was swirled magnetically. The NZO/CNT nanocomposite was then extracted from the sample. The specimen was dried and it was then store for future use.

3. Results and Discussion

The physicochemical characteristics and photocatalytic efficiency of the as-prepared NZO/CNT nanocomposites

were comprehensively investigated utilizing various spectroscopic and microscopic techniques for the degradation of MB. The photocatalytic efficiencies of the as-synthesized NZO/CNT composite were 1305, 207, and 136% higher than those of photolysis, ZnO, and NZO, respectively.

4. Conclusion

The NZO/CNT photocatalyst demonstrated outstanding photocatalytic activity. The toxicity of the decomposition products was estimated, which revealed that the degradation process was safe for the environment. Therefore, this study improves the process for removing noxious contaminants from wastewater, in addition to offering a simple method for the manufacture of N-doped ZnO with CNT nanocomposites.

Acknowledgment

This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF), funded by the Ministry of Education (2016R1A6A1A03012069, 2018R1D1A1B07050752, and 2020R1A2C1102174).

참고문헌

1. Zhao, Y., et al. Outstanding gas sensing performance of CuO-CNTs nanocomposite based on asymmetrical schottky junctions. Appl. Surf. Sci. Vol. 428, pp. 415–421, 2018.
2. Akter, J., et al. Selective growth of Ti³⁺/TiO₂/CNT and Ti³⁺/TiO₂/C nanocomposite for enhanced visible-light utilization to degrade organic pollutants by lowering TiO₂-bandgap. Sci. Rep. Vol. 11, pp. 9490, 2021.

열분해 연료유의 피치합성에 있어서 전자빔 조사의 역할

Role of Electron Beam Irradiation on Pitch Synthesis from Pyrolysis Fuel Oil

이정재^{1,2}, 이재준^{1,2}, #신혜경²

*J. J. Lee^{1,2}, J. J. Lee^{1,2}, #H. K. Shin²(#jokwanwoo@jj.ac.kr)

¹전주대학교 탄소융합공학과, ²전주대학교 탄소연구소

Key words : pitch, electron beam irradiation, pyrolysis fuel oil, carbon

1. 서론

피치 시료는 전자빔 조사(EBI) 처리 후 300°C에서 2시간 동안 열처리하고 250°C, 300°C 및 350°C의 다른 온도에 대해 단독으로 열처리하여 열분해 연료유로부터 얻었다. EBI 처리는 EBI 처리 없이 얻은 피치에 비해 피치를 제조하는데 효과적인 처리인 것으로 밝혀졌다. 이러한 결과는 방향족 화합물에 해당하는 피크 강도의 증가를 보여준 푸리에 변환 적외선 분광법(FT-IR) 및 Carbon-13 핵자기공명법(13C-NMR) 분석에 의해 확인되었다. 매트릭스 보조 레이저 탈착/이온화 비행 시간(MALDI-TOF) 스펙트럼에서 피치 내 중간 분자량을 갖는 성분의 양은 온도에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 마찬가지로, EBI 처리를 통해 얻은 피치의 경우 1000(m/v) 초과인 더 높은 분자량을 갖는 성분의 양이 유사하게 증가하는 것을 발견하였다. 또한, EBI에 의해 얻어진 피치의 850°C에서의 열안정성 및 탄소 수율은 250°C 및 300°C에서 열처리한 시료보다 더 컸다.

2. 제조 과정

PFO는 국내 GS칼텍스로부터 공급받아 수령한 대로 사용하였다. EBI 처리되지 않은 시료는 N2 흐름 하에서 250°C, 300°C 및 350°C로 4시간 동안 직접 열처리하여 열처리에 따른 피치 내에서의 구조 변화를 조사하였다. EBI 처리의 경우 PFO는 전자에너지 1.14 MeV, 빔전류 밀도 8 mA/cm², 조사폭 110cm, 윈도우와 시료 사이의 거리 20cm, 상온 하에서 100KGy의 흡수선량으로 조사되었다. 선량측정은 셀룰로오스 트리-아세테이트(CTA; ISO/ASTM 51650)를 사용하여 수행하였다. 그 다음, EBI 처리된 시료를 중온 300°C에서 열처리하여 4시간 동안 N2 흐름 하에서 열에너지를 조금 더 감소시켰다. EBI를 통해 얻어진 피치를 E-300이라고 라벨링하고, EBI 없이 열처리만으로 얻어진 피치를 N-250(250°C), N-300(300°C) 및 N-350(350°C)로 표시하였다.

3. 결과

Table 1 Aromaticity and elemental analysis of the pitches obtained via non-EBI and EBI treatment

Sample name	Elemental contents		H/C ratio	Aromaticity
	C	H		
N-250	92.41	7.10	0.92	0.82
N-300	93.41	6.76	0.87	0.83
N-350	93.90	5.88	0.74	0.87
E-300	93.32	6.43	0.83	0.85

4. 결론

열 및 EBI 처리는 PFO로부터 피치를 효율적으로 생산할 수 있었고 EBI뿐만 아니라 처리 온도도 최종 피치의 구조적 및 열적 특성에 영향을 미쳤다. 따라서 피치 제조 시 EBI 처리의 잠재적 적용을 입증했으며, EBI 처리가 비-EBI 처리에 비해 온도를 약간 감소시키고 방향족 화합물을 증가시킬 수 있음을 확인했다.

후기

본 연구는 국가과학기술연구회(NST) 교부금(National Research Council of Science & Technology, NST) (No. CPSCPS23091-100) 사업, 이공분야 한국연구재단 탄소연구소(2016R1A6A1A03012069), 탄소복합재전문인력양성사업(P001700)과 BK21사업탄소융합혁신인재양성단의 지원을 받아 진행하였음.

참고문헌

1. Álvarez, P., Díez, N., Blanco, C., Santamaría, R., Menéndez, R., Granda, M., 2013. An insight into the polymerization of anthracene oil to produce pitch using nuclear magnetic resonance. Fuel 105, 471-476.

전자 빔 조사가 폴리아크릴로니트릴 기반 탄소 섬유에 미치는 영향

Influences of Electron Beam Irradiation on Polyacrylonitrile Based Carbon Fibers

*#신혜경¹, 이정재¹, 이재준¹, 김홍건¹, 곽이구¹

*#H. K. Shin(jokwanwoo@jj.ac.kr)¹

¹전주대학교 탄소연구소

Key words : electron beam irradiation, polyacrylonitrile, carbon fibers, stabilization

1. Introduction

High-strength carbon fibers are the ideal reinforcing material for advanced composites, which have increasingly diverse applications in the high-tech aerospace and defense industries, and in civil engineering [1]. Carbon fibers are predominantly manufactured from rayon, pitch, and polyacrylonitrile (PAN) precursor fibers. Because of the lower cost and the maturity of the technology, PAN fibers are presently considered the most suitable and important precursors for producing high-performance carbon. The manufacture of carbon fibers from PAN precursor fibers mainly comprises two steps; thermal stabilization and carbonization. The first step involves heating the PAN precursor fibers to approximately 180 to 300 °C in an oxygen-containing atmosphere to further orient and then cross-link the molecules so that they can survive higher-temperature pyrolysis without decomposing. The stabilization process is complex, but it consists of the cyclization of the nitrile groups (C≡N) and the cross-linking of chain molecules followed by dehydrogenation and oxidation. This process transforms the linear polymer (or laterally ordered polymer) into a ladder structure which renders the polymer thermally stable and prevents melting during the subsequent carbonization process. Electron-beam irradiation (EBI) offers the possibility of treating materials without a solvent at normal temperatures and pressures. Applying EBI to polymers leads to several changes in polymer properties due to the induced chain scissions and cross-links. Thus, modification of polymer properties by EBI is a process that consumes less energy than conventional thermal treatments and can be widely used in many industries for the production of cross-linked polymers. Therefore, the goal of this work was to

characterize PAN fibers stabilized by various EBI doses and then convert the EBI-stabilized PAN fibers into carbon fibers.

2. Methods

PAN fiber was purchased from Anshan East Asia Carbon Fiber Co., Ltd., China. Additional details on the characteristics of the fiber can be found in the technical documents. PAN fibers were stabilized with an electron beam accelerator. The accelerating voltage was 1.14 MeV with a beam current of 4 mA. The samples were irradiated at room temperature in an air atmosphere.

3. Results and discussion

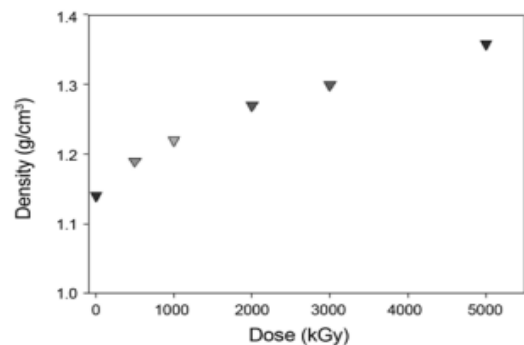


Fig. 1. Density of PAN fibers stabilized at various EBI doses

PAN, during stabilization, undergoes chemical changes that result in increased density because of various exothermic chemical reactions including cyclization, dehydrogenation, oxidation. As demonstrated in Figure 3, the densities of EBI-stabilized PAN fibers increased with an increase of EBI dose, indicating that PAN transformed the original linear polymer structure into cyclized structure. Therefore, as a result of the

consolidation and densification occurring within these fibers, the densities of EBI-stabilized PAN fibers increased with increasing EBI dose.

Acknowledgement

This research was supported by the National Research Council of Science & Technology (NST) grant by the Korea government (MSIT) (No. CPSCPS23091-100) and this research was also supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. 2016R1A6A1A03012069).

참고문헌

1. Serkov, A., Budnitskii, G., Medvedev, V., Zlatoustova, L., "Improving carbon fibre production technology", *Fibre Chem.* Vol. 35, pp. 117-121, 2003.

나노탄소응용 열경화성 전자파차폐 스킨재 연구

Research on Thermosetting Electromagnetic Wave Shielding Skin Materials using Nanocarbon

*이민상¹, 꺾이구¹, #김홍건¹

*M. S. Lee, L. K. Kwac, #H. G. Kim(hkim@jj.ac.kr)

¹전주대학교 탄소연구소

Key words : Electromagnetic Wave Shielding, Thermosetting, GNP(Graphene Nanoplates)

1. 서론

최근 전기차 및 이와 관련된 충전을 필두로 하는 에너지저장시스템 기술의 발전에 따라 전기장치의 수요가 확대되어지고 있으나 전자파 간섭에 의한 오작동에 따른 문제 발생 등에 대한 문제를 야기하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 전자파 차폐 효과가 우수한 열경화성 탄소복합재를 기반으로 하여 GNPs(Graphene Nanoplates) 나노탄소소재를 주입한 전자파 차폐 스킨 재료 제작과 평가를 진행하여 향후 AGV, 전기자동차에 적용되는 BESS케이스 및 인버터를 비롯한 전장부품 하우징 등에 대한 적용 가능성을 시사하고자 함.

2. 시험편 제작 및 시험방법

복합재 제작에 사용되는 탄소섬유는 ZOLTECK(Toray Group)의 PX35 50K 섬유이며 Guide에 따라 1t를 RTM 공법을 적용하여 80°C 3hour 동안 성형을 진행하여 제작하였으며 이때, GNP(Graphene Nano Plates)의 함량을 0%~4.0%까지 조절하여 전자파 차폐 성능에 대한 평가를 진행하였음. 시험 진행은 ASTM D 4935 규격에 의거하여 500-1500MHz 구간에 대하여 측정함.



Fig. 1 Carbon Composite Specimens Containing GNP

3. 시험결과

테스트 결과, GNP가 함유되지 않은 시험편의 경우 78.2dB 가량의 차폐효과를 보였으며 이러한 차폐 효과

는 GNP의 함량 증가에 따라 점차적으로 증가하여 3.0wt%의 함유 시 최대 85.8dB의 차폐효과를 보였으며 이는 GNP가 함유되지 않을 시와 약 7.6dB 가량의 차이임. 하지만 4.0wt% 함유의 경우 오히려 차폐효과가 감소하였으며 이는 GNP 함유에 따른 점성 증가에 따라 분산성 저하의 결과로 보여짐.

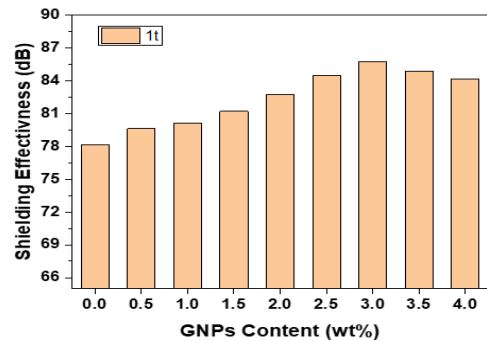


Fig. 2 Electromagnetic wave shielding effect according to GNP content

4. 결론

GNP의 함유량에 따른 차폐효과를 확인하였으며 분산성 문제를 통해 이에 대한 효과 증가를 추가적으로 기대할 수 있을 것으로 보이며 스킨재의 두께를 증가시켜 다양한 분야에 적용을 기대할 수 있음.

후기

이 논문은 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구결과임(No. 2016R1A6A1A03012069)(No. 2020R1A2C110217411).

참고문헌

- Lee, M. S., "Study on Electromagnetic Shielding of NCF(Non-Crimped Fabric) Carbon Materials for Electrical Part Housing in Electric Vehicle", Ph.D Degree dissertation, Jeonju University, 2023.

구두발표

특별세션 OS16

좌장 : 장성욱(동의대학교)

OS16-1

OS16-2

OS16-3

OS16-4

OS16-5

전력반도체 패키지 및 Die-attach void 에 따른 열저항 비교

A Study Comparing Thermal Resistance of Different Power Semiconductor Packages and Die Attach Voids

*남상민¹, #장성욱²

*S. M. Nam, #S. U. Zhang(zsunguk@deu.ac.kr)
 동의대학교 디지털 트윈 연구소

Key words : Power semiconductor, die attach, void, FEA

1. 서론

전기차와 하이브리드의 시장이 지속적으로 성장하면서 효율적인 전력 사용이 급증하였다. 이로 인해 차량용 전력반도체의 개발의 중요성이 커지고 있다. 전력반도체에서 발생하는 열을 통해 패키지에 온도 및 수명, 신뢰성 문제가 생기면서 패키징 기술도 중요하게 여기고 있다^[1]. 본 연구에서는 Die-attach에 Void가 생기는 경우 Chip에 Maximum T_j , Current, R_{th} 를 확인하고, 패키지 TO-220과 TO-252를 비교했다.

2. 방법론

패키지 비교를 위해 TO-220과 TO-252 패키지를 ANSYS Workbench2020를 통해 모델링했다. 3D CAD 모델은 Fig. 1에 나타났다. 해석을 사용된 물성이 담긴 Table 1에 보여진다. 열 특성을 비교하기 위해 ANSYS Thermal-Electric Analys를 이용해 시뮬레이션했다. Void를 따른 변화를 관찰하기 위해 Die attach를 가로x세로x높이(4x4x3)으로 Mesh를 나누었다. Fig. 1의 (c)에 Mesh를 나타났다.

3. 결과

비교분석을 하기 위해 Fig. 3에서 No void인 경우를

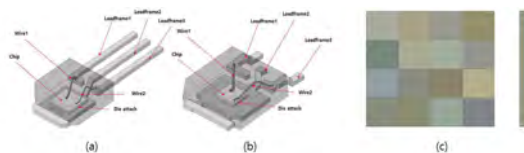


Fig. 1 (a) TO-220, (b) TO-252, (c) Mesh of Die Attach

Table 1 TO-220, TO-252 Package Material properties

Material	resistivity [ohm-m]	Thermal Conductivity [W/m·°C]
EMC(EMC)	1×10^{13}	3
Leadframe(Cu)	1.71×10^{-8}	401
Die attach (AuSu)	1.64×10^{-7}	57
Wire(Al)	2.6548×10^{-8}	317

해석 진행하고 Void 해석을 진행하였다. Fig. 4를 보면 TO-220 패키지의 경우 No void에 비해 Wire1 Void는 Max T_j , Current는 약 12.3%, 33.4%가 감소하였고 R_{th} 는 약 13.6%로 증가하였다. TO-252 패키지의 경우 No void에 비해 Wire 1 Void는 Max T_j , Current는 약 21%, 50.8%가 감소하였고 R_{th} 는 약 29%로 증가하였다



Fig. 2 TO-220,TO-252 Temperature Distribution

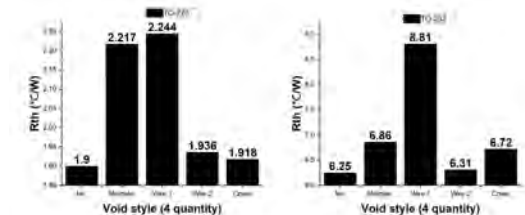


Fig. 3 Variation due to package thermal resistance voids

4. 결론

본 연구에서 Wire 1처럼 chip 주변 void 경우 current와 R_{th} 의 값이 크게 변화하여 패키지에 영향이 미칠 수 있다는 것을 확인하였다. 추후 연구에서 void와 wire 두께 변화를 통해 열 특성을 연구를 진행할 예정이다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임.[S3241356]

참고문헌

1. 박근서, 최경현. "토포모델을 이용한 전력반도체 패키징 기술 동향 연구." 마이크로전자 및 패키징학회지 Vol. 27, No. 2, pp. 53-58, 2020.

전력반도체 신뢰성을 위한 디지털 트윈 기술

Digital Twin Technology for Power Semiconductor Reliability

김상희¹, *#장성욱¹

S.-H. Kim¹, *#S.-U. Zhang(zsunguk@deu.ac.kr)¹

¹동의대학교 디지털트윈연구소

Key words : Digital Twin Technology, Reliability, Electronic Components, Numerical Simulation

1. 서론

국제에너지기구(IEA)에 따르면 전 세계 전기차 판매량은 2016년 200만대에서 2020년 1,000만대에 이르렀고 2030년에는 1억 4,500만대에 달할 것으로 예상되고 있다. 이와 같이 전 세계 전기차 시장은 급성장하고 이에 따라 전기차의 핵심 부품인 전자 부품의 수요도 늘어나고 있다. 전기차 디자인의 다양화는 전자 부품의 다양화로 이어지며, 이용자의 안전을 보장하기 위한 다품종화되는 전자 부품의 고신뢰성 확보가 필요한 상황이다. 특히 전력반도체 수요도 증가하고 있으며 전력반도체의 경우는 AEC-Q, AQG 324, ISO 26262, JEDEC, MIL-STD-750 등의 국제 규격 인증을 통해 기능 안전에 대해 규정하고 있고 다품종 소량생산의 전력반도체에 대한 시장에 대한 신뢰성 검증이 빠르게 요구되고 있다.

2. WBG 전력반도체의 신뢰성

SiC, GaN, Ga2O3 등 WBG 전력반도체가 상용화 도입 시기에 진입하고 있으나, 기존 실리콘 소자와 동일 수준의 신뢰성 시험에 국한되어 있어 WBG 전력반도체를 위한 평가시스템 개발이 요구되고 있다. 다품종 소량화 되는 차량용 전자 부품의 국제 규격에 부합한 신속한 신뢰성 평가 방법 개발 필요한 상황이다.

3. 디지털 트윈 기술기반 전장품 신뢰성 검증 기술

본 연구에서는 디지털 트윈 기술을 활용한 신뢰성 평가 방법을 제안한다. 신뢰성 평가 기관과 신뢰성 설계 기관의 협업으로 디지털 트윈 기반 신뢰성 평가 플랫폼을 구축한다. AEC-Q (개별 소자 단위) 및 AQG-324 (모듈 단위) 규격을 통과 여부를 예측하는 디지털 트윈 기술을 구축하는데 목표를 둔다.

신뢰성 평가 기관의 실제적인 신뢰성 실험에 대한 담당을 진행하고 단순기능 확인, 중간 수준 검증, 전체

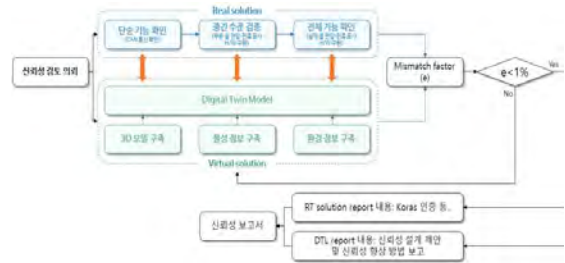


Fig. 1 Digital twin technology-based electronics reliability verification technology concept diagram

기능 확인의 과정으로 신뢰성 평가를 진행한다. 신뢰성 설계 기관은 가상적 신뢰성 실험을 담당을 하며 3D 모델 구축, 물성 정보 구축, 신뢰성 실험 환경을 통하여 실제와 가상의 신뢰성 실험에 대한 Mismatch factor을 줄여주는 과정을 진행하게 된다.

본 플랫폼은 실제 실험을 통한 각종 규격 인증 레포트를 제공하여 고신뢰성을 보장하고 있으며, 동시에 가상의 환경에서 신뢰성 향상 방법 및 설계를 제안하는 추가 레포트를 제공할 수 있다.

후기

This work was supported by the Technology development Program(S3241356) funded by the Ministry of SMEs and Startups(MSS, Korea)

기계학습을 활용한 SiN의 방사선 열화 판별 모델 연구

Using Machine Learning to Study Radiation Degradation Prediction Models for SiN

*김동현¹, 김용환², #장성욱¹

*D.-H. Kim¹, Y.-H. Kim², #S.-U. Zhang(zsunguk@deu.ac.kr)¹

¹동의대학교 디지털트윈연구소, ²Spass Inc.

Key words : Silicon Nitride, Fourier transform infrared, Machine learning, Radiation degradation

1. 서론

SiN(Silicon Nitride)는 물리적 특성과 활용성으로 인해 전기 장치에 폭 넓게 활용되는 무기 화합물의 일종이다.^[1] 넓은 활용성으로 SiN은 많은 연구자들에 의해 연구되고 있다. 열분해 현상에 대해 다양한 연구가 보고된 반면 방사선 영향에 대한 연구는 부족한 실정이다.^[2] 이에 본 연구에서는 높은 활용도를 가진 SiN의 방사선 영향에 따른 열화 현상을 집중하여 연구하였다.

2. 방법론

본 연구에서는 TID(Total ionizing dose) 효과를 이용해 SiN 필름에 감마선을 조사하였다. 감마선 조사는 Co-60 동위원소를 사용하였으며 0krads, 100krads, 300krads, 500krads, 1000krads 조건으로 설정하였다. 감마선이 조사된 SiN 필름은 FTIR(Fourier transform infrared) 분광법으로 측정된 스펙트럼을 통해 방사선 누적 선량을 데이터화 하였다. FTIR 스펙트럼 데이터는 기계학습을 활용하여 방사선 누적 선량을 판별하게 되며 이 과정에서 판별 영향도가 높은 분자 결합을 분석하였다.

3. 결과

기계학습 결과 전처리 유무에 따라 평균 AUC 는 약 94%, CA 는 약 84%로 높게 나타나 방사선에 의한 SiN의 화학적 결합 변화는 유의미한 것으로 판별되었다. 방사선이 조사된 SiN 필름은 FTIR 스펙트럼 데이터에서 850~925cm⁻¹ 구간에 걸쳐 유의미한 변화가 관찰되었으며 선행 연구에 따르면 해당 구간은 Si-N결합

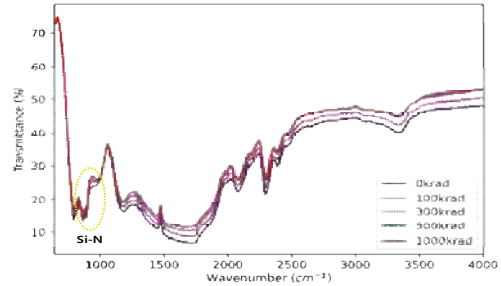


Fig. 2 FTIR spectral data based on TID conditions

으로 확인되었다. 따라서 방사선 영향에 의한 Si-N 분자 결합의 변화가 나타난 것으로 예상된다.

4. 결론

본 연구를 통해 기계학습을 활용해 SiN의 방사선 영향 정도를 판별 가능한 것으로 나타났다. 결과적으로 방사선에 의한 SiN의 유의미한 결과가 있음을 시사하고 있으며 이를 FTIR 스펙트럼 분석을 통해 확인하였다.

후기

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 BRIDGE융합연구개발사업-디지털 트윈 기술기반 밀봉 금속 패키지 개발 과제의 지원을 받아 수행된 연구임 (2021M3C1C3097675).

참고문헌

- Huseynov, E. M., Garibov, A. A., Valiyev, S. P., EPR study of silicon nitride (Si₃N₄) nanoparticles exposed to neutron irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 195, 2022.
- Terricabras, A. J., Wang, L., Raftery, A. M., Nelson, A. T., & Zinkle, S. J., Properties and microstructure evolution of silicon nitride and zirconium nitride following Ni ion irradiation. *Journal of Nuclear Materials*, 563, 2022.

Table 1 Machine Learning Results Table

	Basic Model		Baseline Correction Model	
	AUC (%)	CA (%)	AUC (%)	CA (%)
Raw	96	97	96	97
Feature selection	93	80	95	80
PCA	90	70	90	73
Feature selection PCA	93	80	96	83

유한요소법을 이용한 GaN HEMT 소자의 Void에 따른 열특성 수치 해석 연구

Numerical Analysis of Thermal Properties of HEMT Due to Voids using Finite Element Method

*최나연¹, #장성욱¹

*N. Y. Choi, #S. U. Zhang(zsunguk@deu.ac.kr)

¹동의대학교 디지털 트윈 연구소

Keywords : GaN HEMT, Finite Element Method, Void

1. 서론

전력 반도체는 전력 변환과 전력 전달에서 중요한 역할을 수행하고 있다. 신재생에너지와 전기자동차 등의 시장이 발달함에 따라 고효율 및 소형화 소자에 대한 요구가 높아지고 있다. 높은 전력을 처리하기 위해서는 효율적인 열 제어가 중요하다^[1]. 본 연구에서는 GaN HEMT 소자의 Void에 따른 열 특성 변화를 유한 요소 해석을 이용해 평가했다.

2. 방법론

GaN HEMT 소자의 Void에 따른 열 특성을 평가하기 위해 제작된 GaN HEMT 소자의 3D CAD Geometry Model은 Fig. 1과 같다.

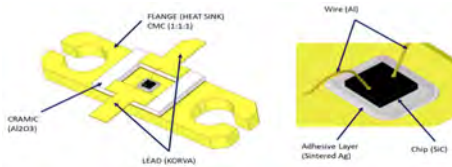


Fig. 1 3D Geometry

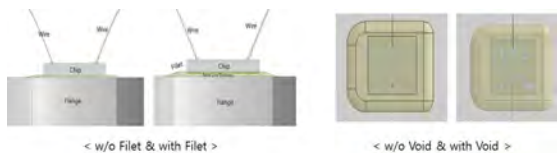


Fig. 2 W/o Fillet & Void

Die Attachment의 Void가 열 특성에 미치는 영향을 평가하기 위해 Fillet과 Void의 유무에 따른 변화로 총 4가지 조건을 설정해 해석했다.

3. 결과 및 결론

Fig. 3과 Fig. 4는 유한 요소 해석을 통해 산출된 GaN HEMT 소자의 Temperature Distribution과 최대 온도, 열저항 값을 보여준다. Fillet이 있는 경우가 없는 경우보다 Die Attachment에서 높은 최대 온도를 나타

냈다. Void가 있는 경우가 Void가 없는 경우보다 높은 최대 온도가 높게 나타났다.

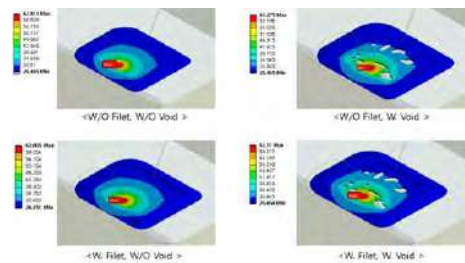


Fig. 3 Temperature Distribution

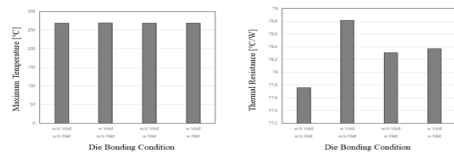


Fig. 4 Maximum Temperature & Thermal Resistnace

Void와 Fillet의 유무에 따른 Package의 Maximum Temperature의 변화는 크지 않았다. 열저항은 Void와 Fillet이 없는 경우에서 가장 낮게 나타났다. Void와 Fillet을 최소화하는 것이 공정 과정에서 패키지의 우수한 방열 특성을 얻기 위해서 도움이 될 것으로 보인다.

후기

정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-우주개발기반조성 및 성과확산사업-우주용 고 신뢰성 Power MOSFET 개발과제 지원을 받아 수행된 연구임 (2020M1A3B2A0108493822).

참고문헌

1. Weiyu Tang, et al, Thermal management of GaN HEMT devices using subcooled flow boiling in an embedded manifold microchannel heat sink, Applied Thermal Engineering, Vol. 225, 2023.

열-전기 해석을 이용한 Power MOSFET 패키지별 열특성 비교

Comparison of Thermal Characteristics of Power MOSFET Packages Using Thermal-Electrical Analysis

*이윤재¹, #장성욱¹

*Y. J. Lee, #S. U. Zhang(zsunguk@deu.ac.kr)

¹동의대학교 디지털 트윈 연구소

Key words : Finite Element Method, Power MOSFET, Thermal Resistance, Power Dissipation

1. 서론

전력반도체는 소자가 사용되는 산업의 특성 상 높은 신뢰성이 요구된다. 전력을 공급하고 배분하는 과정에서 손실전력이 발생한다. 손실전력은 소자의 발열에 직접적인 영향을 미친다. 모듈의 신뢰성을 확보하기 위해서는 소자의 접합 온도를 적정 온도 이하로 유지하는 것이 필수적이다^[1]. 본 연구에서는 열-전기 해석을 통해 TO-251 패키지와 TO-252 패키지의 와이어(Wire) 크기 변화에 따라 열저항(Thermal Resistance)과 손실전력(Power Dissipation)을 산출 후 비교하였다.

2. 설계 및 제작과정

TO-251 패키지와 TO-252 패키지의 열특성을 분석하기 위해 Ansys 2020 R2를 사용하였다. 열-전기 해석을 통해 각 패키지의 열 특성을 산출하였다. Fig. 1은 패키지의 3D Model이다.

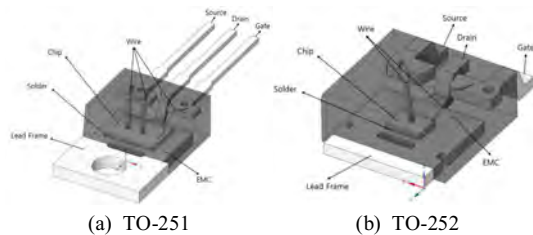


Fig. 1 3D 모델링

3. 결과

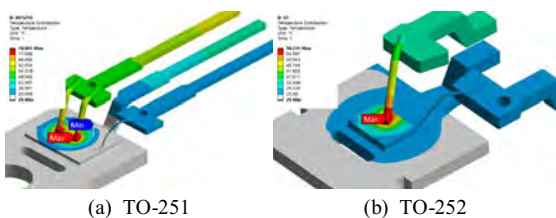


Fig. 2 패키지 별 온도 분포

Table 1 Wire 지름 별 열저항 [$^{\circ}\text{C}/\text{W}$]

Package Type	Initial value	110%	130%
TO-251	0.7454	0.7156	0.6445
TO-252	3.7517	3.6618	3.3503

Table 2 Wire 지름 별 손실 전력 [W]

Package Type	Initial value	110%	130%
TO-251	33.6615	36.5502	44.7564
TO-252	4.9822	5.3092	6.2932

열-전기 해석 결과 와이어 지름 변화에 따른 열저항은 TO-251 패키지가 TO-252 패키지 대비 최대 2.85% 더 감소하였으며, 손실 전력은 TO-251패키지에서 TO-252 패키지 대비 최대 6.69% 값이 증가했다.

4. 결론

와이어의 두께가 열특성에 미치는 영향을 패키지 별로 정량적으로 분석했다. 열저항은 TO-251이 더 좋은 열특성을 보였다. 손실 전력에서는 TO-252가 더 낮게 나타났다. 추후 연구에서는 Standard Wire 두께에 따른 열특성을 비교하여 패키지 타입에 따른 최적의 와이어 두께와 형상을 비교할 예정이다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임.[S3241356]

참고문헌

1. D. H. Kim, A. S. Oh, E. -Y. Park, K. H. Kim, S. J. Jeon and H. C. Bae, 2021 IEEE 71st Electronic Components and Technology Conference, ECTC, pp. 1950-1956, 2021.

구두발표

특별세션 OS17

좌장 : 이득광(한국OSG)

OS17-1

OS17-2

OS17-3

OS17-4

OS17-5

초경합금 접합을 통한 내마모성과 내충격성이 높은 소재 개발 Development of Materials Durability of Abrasion and Impact Resistance Through Cemented Carbide Bonding

*최익영¹

*I. Y. Choi¹(choiikyong@naver.com)

¹오리온합금

1. 서론

초경합금은 WC-Co계 금속으로 경도와 내마모성이 우수하여 공구 및 금형소재 등으로 주로 사용되고 있다. 초경합금의 특성은 WC와 Co의 조성비에 의해 결정된다. 일반적으로 입도가 같은 WC를 사용할 때, Co의 함량이 적을 수록 높은 경도를 가지며 내마모성을 요구하는 소재에 주로 사용하게 된다. 이러한 소재의 경우 인성이 떨어져 쉽게 깨지는 현상이 발생한다. 반대로 Co 함량이 높을 때에는 내충격성은 높아지지만 내마모성은 낮아지게 된다. 하지만 이번 이종소재 접합연구를 통해 내마모성과 내충격성이 개선된 소재를 개발하려 한다.

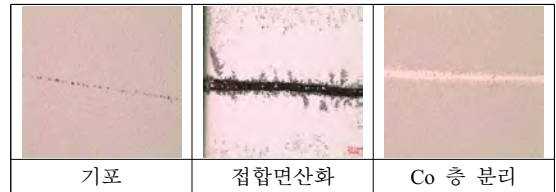
2. 이종소재 접합시 문제점

각기 다른 초경이종소재 접합시 발생할 수 있는 문제점은 크게 크게 2가지로 나뉜다. 첫 번째, 초경합금은 분말야금 공법을 이용하여 소재를 생산하게 된다. 이때 고온에서 소재를 소결할 때 약 20%정도 수축이 일어나게 되는데, 수축률이 각 초경 소재의 WC와 Co의 조성비에 따라 달라지게 된다. 따라서 만약 수축률이 다른 소재를 접합 경우 수축률이 큰 소재 쪽으로 휘어지는 문제가 발생한다.



(수축률 문제로 밴딩 발생)

두 번째, 두 소재의 접합면에 발생하는 문제다. 다음과 같이 접합면 기포가 발생하거나, 접합면이 산화되어 에타(W3Co3C) 라인이 발생하기도 한다. 또한 화학적 변화와 기포가 없다 하더라도 물리적인 힘이 가해지지 않은 접합면은 Co층이 발생하여 접합면이 다른 부분보다 약해 접합면이 빨리 마모되는 문제점이 발생할 수 있다.



3. 이종소재 접합 실험

이종소재 접합시 밴딩 현상을 개선하기 위해 다음과 같은 실험을 하였다.

소재A : WC Size 1.8, Co10%, weight loss 1.02

소재B : WC Size 6.3, Co14%, weight loss 1.02

두 소재를 아래 수축률에 따른 분말량 수식에 맞춰 금형에 들어갈 분말량을 구한다.

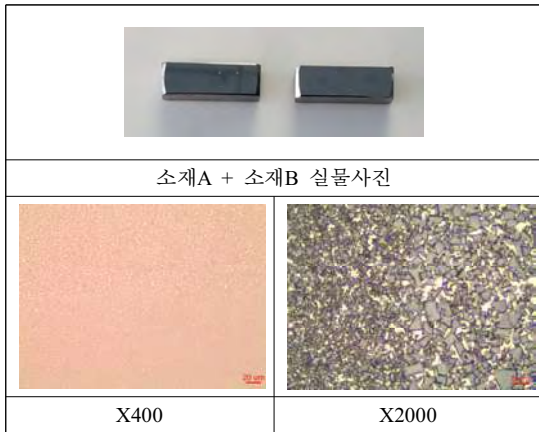
(V = 부피, d = 밀도, ul = weight loss)

$$V * d * ul * \frac{1}{1000} = \text{분말량}$$



수축률과 Weight Loss를 금형에 맞춰 20%로 계산한 결과 다음과 같이 밴딩이 크게 줄어들었다.

기포와 Co층 발생을 줄이기 위해서는 여러 방법을 함께 적용할 수 있다. 우선 각 원재료의 Total Carbon을 소재A에 +0.03%, 소재B에 +0.02% 올리고, 접합할 때 소결 챔버 내부 온도를 +20℃, 챔버 내부의 진공도를 10^{-2} torr 이상 유지한다. 또 탈탄 상태를 만들어 Co가 모세관 현상에 의해 기포를 없앨 수 있는 상태를 만들어준다. 마지막으로 A와 B소재 접합이 원활하게 이루어질 수 있도록 20g의 하중을 가한 뒤 소결한다.



4. 결론

이종소재접합의 문제점인 밴딩과 접합면 문제는 다음과 같은 실험을 통해서 개선할 수 있었다. 먼저 수축률 계산을 통해 밴딩 현상을 최소화할 수 있음을 확인하였다. 접합면에 발생하였던 기포는 소결온도와 진공도, 챔버내 탈탄 상태를 유지하는 방법을 적용하였다. 챔버내 탈탄상태로 인해 발생할수 있었던 산화 문제는 소재 자체의 Total Carbon값을 일정량 올림으로써 해결이 되었다. 마지막으로 접합면에 Co층이 생성되는 현상은 소재에 가압을 하는 방법, 챔버 내부 진공도를 일정수준 이상 유지하는 방법, 탈탄 상태를 만들어 Co가 모세관 현상이 잘 일어나도록 하는 방법을 사용하여 개선하였다. 이와 같이 WC Size가 작고 Co함량이 적어 내마모성이 높은 소재A와 WC Size가 크고 Co함량이 많아 내충격성이 높은 소재B를 하나의 소재로 제작함으로써 초경합금의 활용도가 다양화 될 수 있을 것으로 보인다.

후기

이 연구는 2020년 산업기술평가관리원(KEIT)의 월드클래스 300 R&D 프로젝트 기술개발 사업 연구비 지원에 의한 연구임(P0013003, Carbide Swaging Tool Development for Tube Shaft Processing for Vehicle Lightweight).

샤프트 제조를 위한 로터리 스웨이징용 냉간공구강 개발 Study of Cold Work Tool Steel for Rotary Swaging of Shaft Manufacturing

*박지우¹, #손동민¹, 박주환¹, 이득광²

*J. W. Park¹, #D. M. Son¹, J. H. Park¹, D. K. Lee²

¹(주)세아창원특수강, ²(주)한국OSG

Key words : Tool steel, Rotary swaging&wedge, Tube shaft, Electro Slag remelting

1. 서론

현재 자동차 시장에 있어 탄소 중립과 차량의 경량화 기술은 매우 중요한 과제로 떠오르고 있다. 이중 로터리 스웨이징 공법을 활용한 튜브 샤프트를 제작 및 부품 적용은 자동차 경량화에 있어 주요한 과제이다. 하지만 현재 국내에서는 로터리 스웨이징 장비의 국산화 및 금형의 소재에 대한 연구가 미흡하다. 따라서, 본 연구에서는 스웨이징 공정에서 사용되는 다이와 웨지에 적합한 공구강을 개발하는 것을 목표로 진행하였다.

2. 실험 목표

본 연구에 있어 스웨이징 공법에 필요한 소재의 기계적인 특성은 피가공재를 변형시키기 위한 충분한 강도와 인성, 내충격성을 갖추어야 하며, 반복되는 마찰로 인한 변형 감소를 위한 내마모성이 요구된다. 이러한 다양한 요구 특성을 확보하기 위해서는 일반적인 냉간공구강 소재가 가지는 문제점인 조대한 정출 탄화물의 미세 분산을 통해, 합금원소의 편석을 감소시켜 충격인성 향상시켜야 한다. 아울러 적절한 QT열처리를 통해 석출탄화물을 다량 형성하여 내마모성을 향상시킬 수 있도록 적절한 탄화물 형성 원소를 합금설계하여야 한다.

해의 선진사 스웨이징 다이 및 웨지의 분석을 통해 소재적인 측면에서 경도 HRC 62~64, 충격인성 20J/cm² 이상으로 설정하였으며, 내마모성은 Pin on disk 시험으로 상대 비교하여, 현 STD11 냉간공구강 대비 우수한 소재의 개발을 목표로 하였다.

3. 실험 방법 및 결과

스웨이징 공법에 적합한 냉간공구강을 제작하기 위해 전기로 제강 및 정련을 통해 1차적으로 소재의 불순물을 제거하고, ESR 특수정련 공정을 통해 고청정성 확보 및 응고 속도를 조절하여 정출탄화물을 미세화

하였다. 또한 고온에서 균질화열처리 공정을 적용하여 합금원소의 편석을 최소화하였다. 열간 소성가공 공정에서는 주조시 발생하는 덴드라이트 조직을 제거하고, 동적재결정을 통해 결정입도를 미세화하였다. 최종적으로 기계가공성 확보를 위해 구상화열처리를 진행하였다.

탄화물 형성 열역학적 데이터와 미세조직 시험평가를 통해 퀴칭 온도를 설정하였고, 템퍼링을 조건별로 실시하여 로터리 스웨이징에 적합한 소재 특성을 확보하였고, 그 특성은 Table 1과 같다.

Table 1 Characteristics of the material

Division	Unit	Value
Hardness	HRC	63
Toughness	J/cm ²	21
Wear	%	40 (compare to STD11)

4. 결론

스웨이징 다이 사용 환경에 맞는 공구강의 특성을 확보하기 위해 적절한 합금설계 및 공정 기술을 개발하였고, 고경도에서 고인성을 얻을 수 있는 QT열처리 조건을 도출하였다.

후기

이 연구는 2020년 산업기술평가관리원(KEIT)의 월드클래스 300 R&D 프로젝트 기술개발 사업 연구비 지원에 의한 연구임

참고문헌

1. Shizhong Wei., "Research on wear resistance of high speed steel with high vanadium content", Materials Science and Engineering A404, pp. 138-145, 2005.
2. Kon-Bae Lee., "Secondary Hardening and Fracture Behavior in Mo, W and MoW Steels", J.of the Korean Inst.of Met.&Mater., Vol. 34, No. 7, pp. 805-812, 1996.

Complex-shaped 공구의 다이아몬드 코팅을 위한 CFD 기법을 활용한 HFCVD의 고온 열유동 해석

CFD Simulation of High-temperature Heat Flow Analysis for Diamond Coating of Complex-shaped Tools of using HFCVD

*,#노정석¹, 신정호²

*#J. S. Noh(jsnoh@dmi.re.kr)¹, J. H. Shin²
 대구기계부품연구원

Key words : diamond coating, HFCVD, CFC simulation

1. Introduction

Diamond film has a unique combination of excellent properties such as high hardness, good thermal conductivity, excellent wear resistance and chemical stability, making it an ideal material for protective coatings. The hot filament chemical vapor deposition (HFCVD) method is suitable for manufacturing diamond-coated cutting tools. It is a complex shape because it allows the diamond film to be deposited directly on the tool surface. Generally, in this method, carbon-containing gas and hydrogen are introduced into the reactor, thermally activated by a hot filament, and then the activated species are transferred to the substrate to grow the diamond film. Many experiments have proven that the temperature distribution in the HFCVD reactor plays a critical role in the growth rate and quality of the deposited diamond film.

In this study, a three-dimensional finite element model was built to predict the substrate temperature distribution and optimize the filament arrangement, with the goal of improving the substrate temperature distribution in HFCVD reactors. Afterwards, the diamond film on the WC-Co cutting tool is deposited with optimized parameters according to the simulation results.

2. Experimental & Results

Diamond films, which have excellent mechanical and thermal properties, has been fabricated by hot filament chemical vapor deposition (HFCVD) method. This method allows complex geometry tools to be coated with diamond films by depositing it directly on the tool surface. The growth rate and grain size of diamond film are greatly

influenced by the temperature distribution, which determines the reaction environment. Therefore, the optimal reaction condition should be investigated by considering the effects of filament arrangement, heating time, and heating temperature. For this, we developed a heat transfer finite-element-method model based on the experimental thermocouple temperature data to more efficiently predict the temperature distributions in various cases. We confirmed that the temperature distribution varied depending on the substrate position (x-y plane) and its height (z-axis) under the different set-up conditions. The temperature gradient from the filament to the substrate was mainly influenced by the filament arrangement. These simulation results can suggest optimal conditions for mass production of diamond coatings based on thermal fields.

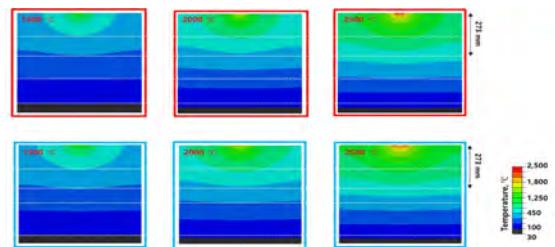


Fig. 1. Heat distribution by variation of filament temperature.

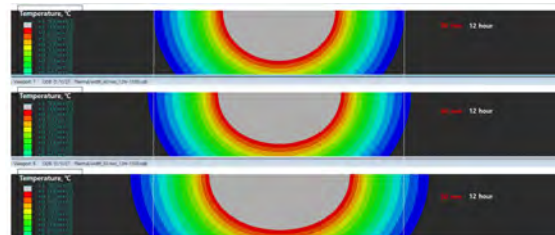


Fig. 2. Heat distribution by variation of filament spacing

3. Acknowledgement

This work was supported by the World Class 300 Project(R&D)(P0013003, Carbide Swaging Tool Development for Tube Shaft Processing for Vehicle Lightweight) of the MOTIE, MSS(Korea)

Reference

1. X.C. Wang, X.L. Lei, L. Cheng, F.H. Sun, B. Shen, Surf. Rev. Lett. 21 (5) (2014) 1–14.
2. J. Liu, B. Song, T. Zhang, F.H. Sun, Adv. Mater. Res. 1027 (2014) 195–198.
3. X.C. Wang, T. Zhang, B. Shen, J.G. Zhang, F.H. Sun, Surf. Coat. Technol. 219 (2013) 109–118.

다이아코팅엔드밀의 공구수명 평가 및 분석

Evaluation and Analysis of Tool Life Processing of Diamond Coated Endmills

*이득광¹, #최준혁², 오동렬²

*D. K. Lee¹, #J. H. Choi², D. Y. OH²

¹(주)한국OSG

Key words : Diamond coating, Carbide processing, Machining center processing

1. 서론

금형의 소재는 점차 강도와 인성을 높여가며, 가공이 어려운 형태로 진화해 왔다. 그에 따라 공구도 점차 강도와 인성이 높은 특성을 요구하게 되어 다이아몬드 코팅에 대한 관심이 높다. 하지만 다이아몬드의 특성상 측정 및 계측이 힘들고 특히 수치화된 값으로 표기하기에 매우 어려워 개발에 어려움이 있다. 본 연구는 다이아몬드 코팅으로 텅스텐카바이드를 가공해서 나오는 공구의 마모 및 코팅의 박리형태를 통해 다이아몬드코팅의 특성을 분석해보고자 한다.

2. 실험 목표

현재 다이아몬드는 측정의 기준이 되기 때문에 다이아몬드 자체의 분석이나 수치적 표기에는 매우 제한적이다. 때문에 다이아몬드 코팅을 실시할 때 얼마나 적합하게 이루어졌는지를 확인하기 매우 어렵다.

다이아몬드 코팅된 공구를 활용 MCT 가공 결과를 통해 공구 마모의양 또는 마모형태를 분석함으로써 다이아몬드 코팅의 어떤 특징이 있는지를 비교해보고자 한다.

해외에서는 다이아몬드 코팅에 대한 다양한 분석 및 실험이 오래전부터 이루어 졌지만 현재 우리나라에서의 분석이나 코팅에 대한 적용은 선진국 대비 매우 뒤쳐져 있다. 이러한 다양한 실험을 통해 다이아몬드 코팅에 대한 개발을 목표로 하고 있다.

3. 실험 방법 및 결과

아래 테이블 1과 같은 조건을 통해 다이아몬드 코팅된 공구를 텅스텐카바이드를 가공하는 테스트를 실시하였다.

Table 1 다이아코팅엔드밀의 절삭 방법 및 조건

절삭조건	피가공물	절삭방법
17,280 RPM	Tungsten carbide	지그재그 가공
224 mm/min FEED	50X50	절삭유 Air
절입깊이 0.1mm/0.05mm	HRA88.5	일정시간 가공후 측정

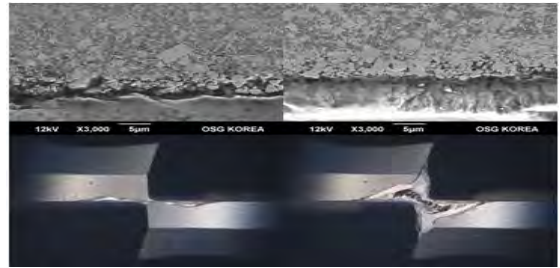


사진 1 다이아코팅엔드밀의 코팅경계 및 사용후 마모사진

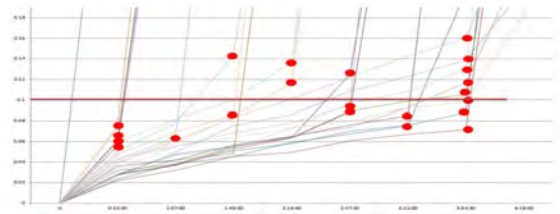


그림 1 다이아코팅엔드밀가공시 마모측정 곡선

4. 결론

다이아몬드 코팅의 수명을 확인하기 위한 기울기 및 파손이 발생되는 위치의 분류를 통해 다이아코팅의 순도 및 코팅의 밀착력의 차이를 확인하였다

후기

이 연구는 2020년 산업기술평가관리원(KEIT)의 월드클래스 300 R&D 프로젝트 기술개발 사업 연구비 지원에 의한 연구임 (P0013003, Carbide Swaging Tool Development for Tube Shaft Processing for Vehicle Lightweight)

참고문헌

1. Wear Trends of Diamond Coated Endmills for Machining Carbide Molds. 한국정밀공학회 학술발표.
2. 박종천. "초미세나노결정질 다이아몬드 박막 증착과 트라이블로지 특성에 관한 연구." 국내박사학위 논문 부산대학교, 2016.

초경공구 CVD다이아몬드 코팅 프로세스 CH4 가스비 실험

Experiments on the Ratio of CH4 Gas in CVD Diamond Coating Process

*최준혁¹, #오동렬², 이득광²

*J. H. Choi¹, #D. Y. Oh², #D. K. Lee²

¹한국OSG 기술연구소, ²한국OSG 기술연구소

Key words : CVD diamond coating, surface particle, cemented carbide

1. 서론

최근 전자, 항공, 자동차산업과 관련하여 그라파이트, CFRP, 경취재(초경재, Si, SiC)와 같은 난삭재 가공이 증가하는 추세이며, 이와 더불어 가공공구로 CVD 다이아몬드 코팅공구가 적용되고 있다.

다이아몬드 코팅 공구의 품질 및 생산성 향상을 위해 최적 프로세스 조건을 설정하는 것이 중요하며, 다양한 변수 중 중요 변수인 프로세스 가스의 변경을 통해 코팅 품질변화의 관련성을 실험하고자 한다.

2. 테스트 방식

사용설비는 HF(Hot Filament)방식의 CVD다이아몬드 코팅로, 기판은 $\Phi 6$ 초경소재(Cemented carbide)에 전처리를 실시하여 실험하였다. 테스트는 프로세스 가스인 CH4(메탄)과 H2(수소)에 대해 CH4:H2 유량비를 변경하여 실시하였으며, 이 때 필라멘트 전력값, 가스압력은 고정하여 테스트를 진행하였다.

코팅시편의 측정값-다이아몬드 입자크기, 막두께, I(SP3/SP2, 라만분석)의 상관관계를 비교 조사하였다.

3. 결론

코팅시편의 측정된 결과값은 Table 1과 같다.

Table 1 측정결과

No.	CH4:H2	입자크기	막두께	I (SP3/SP2)
1	0.3 : 100	3~7 μ m	84%	4.59
2	1 : 100	2~5 μ m	100%	2.61
3	3 : 100	1~2 μ m	118%	1.22

다이아몬드 입자크기와 막두께 항목은 각 테스트 시편의 동일 위치에 대해서 전자현미경으로 직접 크기를 측정하였으며, I(SP3/SP2 Peak 강도비)는 라만분광을 측정을 통해서 SP3(1,331cm-1)/SP2(1,580cm-1)의 최대 Peak 값의 비를 확인하였다.

CH4 유량을 증가시킬수록 입자크기는 작아졌으며,

막두께의 경우는 유량을 증가시킴에 따라 동시에 막두께도 증가됨을 확인할 수 있었다.

한편 I(SP3/SP2 비)의 경우 CH4 비율을 증가시키면, I 값이 작아지는 것을 확인하였다. 이는 CH4 유량을 증가시킴에 따라 SP2구조(그라파이트)가 증가됨을 유추할 수 있다.

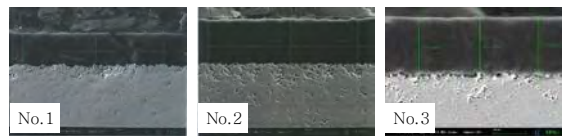


Fig. 1 SEM of the coating thickness

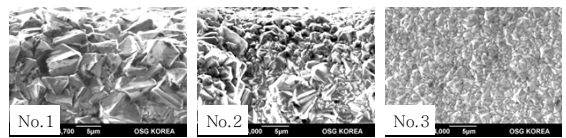


Fig. 2 SEM of the surface particles

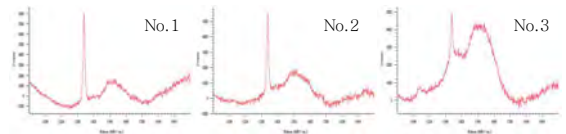


Fig. 3 Raman measurement of the each test

4. 고찰

CVD 다이아몬드 코팅은 SP2(다이아몬드)와 SP3(그라파이트) 구조가 혼재된 상태로 나타난다.

CH4 유량을 변경함에 따라 다이아몬드 코팅의 물성값이 변화되는 것을 확인하였으며, 기준값을 설정하여 동일 품질, 동일 생산성의 다이아몬드 코팅을 구현하는 것이 필요함을 확인하였다.

후기

본 산업기술혁신사업계획, 2020년 월드클래스300 R&D 프로젝트 기술개발, 차량 경량화를 위한 튜브사프트 가공용 초경스웨이징 공구 개발의 연구비 지원으로 진행되었습니다.(과제번호:P0013003)

구두발표

특별세션 OS18

좌장 : 배규현(한국섬유기계융합연구원)

OS18-1

OS18-2

OS18-3

OS18-4

OS18-5

OS18-6

섬유소재 부착을 위한 로봇 자동화 시스템 연구

A Study on Robotics Automation System for Sticking Fiber Components

*.#이동현¹, 이주명¹, 이재용¹

*.#D. H. Lee(leedh@kotmi.re.kr)¹, J. M. Lee¹, J. Y. Lee¹

¹한국섬유기계융합연구원

Key words : Robot, Automation, Ultrasonic Sticking System, Fiber Components

1. 서론

차량 파워트레인 전동화에 따라 외부 소음 유입 및 부품간 진동에 의한 소음 방지에 대한 중요도가 높아지고 있으며, 대책으로 휠가드, 패키지트레이 등의 차량 부품에 부직포 소재의 흡차음재를 부착하는 방식이 많이 사용되고 있다.

대개 섬유소재 부착은 초음파 핸드건을 사용해 수작업으로 이루어지며, 공구를 빠르게 핸들링함에 따라 작업자의 근골격계 질환을 유발하는 문제가 있다.

본 연구는 흡차음 부품 생산 자동화를 통한 작업자의 근로환경 개선을 위해 섬유소재 부착 로봇 자동화 시스템을 개발하고자 한다.

2. 섬유소재 부착 로봇 자동화 시스템

흡차음재 부착 공정에 로봇 자동화 기술을 적용하기 위해 초음파 핸드건을 사용하는 수작업에서 제품 품질에 영향을 주는 변수 공구흔 형상, 가압력, 접촉 깊이, 초음파 발진 시간, 쿨링 시간 등을 분석하여 작업 조건을 조정할 수 있도록 시스템을 구성했다.

본 시스템에 적용된 로봇은 엔드이펙터 무게, 작업 범위 및 작업 시 필요한 가압력 등을 고려하여 협동로봇 M0617로 선정했으며, 섬유소재 부착을 위한 초음파 용착 엔드이펙터는 로봇 티칭에 따라 공구흔의 접촉 깊이가 달라도 일정한 가압력을 유지할 수 있도록 공압식 댐퍼 구조를 적용했다.

부가장치로는 작업대상물의 정위치 정렬 및 고정을 위한 작업용 지그를 개발했다.



(a) Manual System



(b) Automation System

Fig. 1 Automation System for Sticking Fiber Components



Fig. 2 Simulation of Process Flows Using Delfoi Robotics

Delfoi Robotics 프로그램을 이용하여 로봇의 작업 모션 중 특이점, 부품간 간섭 및 제품 생산 Takt time을 분석하여 설계 타당성을 검증한 후 시작품을 제작했으며, 로봇 및 PLC 제어 장치 프로그래밍을 수행하여 시운전 및 로봇 자동화 시스템 성능을 평가했다.



Fig. 3 Performance Test of Prototype

3. 결론

본 연구는 흡차음재 부착 공정 로봇 자동화 장치를 설계하고 시뮬레이션을 통한 타당성 검토 및 시제품을 제작해 성능을 평가했다. 그 결과 부착점 1개소 Takt time이 약 3초로 평가되어 목표성능을 달성했다.

후기

이 연구는 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임.(No. 20008754)

참고문헌

1. Lee, Y. J., "Effects of Welding Conditions on Horn Tip Sticking in Ultrasonic Welding", Proceedings of the KSMPE Spring Conference, pp. 106, 2019.

다관절 협동 로봇의 비동기와 쓰레드를 활용한 동작 제어 방식 Motion Control Method using Asynchronous Threads of Collaborative Robots

*#이주명¹, 이동현¹, 이재용¹

*#J. M. Lee(cjstkd32@naver.com)¹, D. H. Lee¹, J. Y. Lee¹

¹한국섬유기계융합연구원

Key words : Articulated Robot, Async Motion, Thread Control, Programming Algorithm

1. 서론

최근 제조업 분야에서는 자동화 공정이 급격히 증가하고 있다. 자동화 공정 수요에 따라 산업용 로봇의 수요도 증가했다. 하지만 산업 로봇은 안전 작업 공간이 필요하며, 중소기업에서 활용하기 쉽지 않다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 작업자와 로봇의 작업 공간을 공유하는 "협동 로봇"의 활용이 점차 늘고 있다.

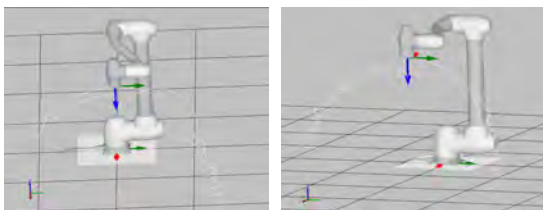
이 연구는 협동 로봇을 효과적으로 활용하기 위한 모션 제어 방식 중 쓰레드와 비동기를 활용한 기본적인 모션 방식 원리를 제안한다.

2. 비동기 모션과 쓰레드 제어 방식

로봇 모션 제어에는 기존의 동기 모션과 비동기 모션 두 가지 접근 방식이 있다. 동기 모션은 목표 지점까지 도달한 후에야 다음 동작을 수행하기 때문에 작업 속도가 제한된다. 특히 짧은 거리의 모션에 취약하다.

비동기 모션은 확인 단계를 생략함으로써 작업 속도를 향상시킨다. 목표 지점에 도달하면 다음 모션을 즉시 시작하며, 이로 인해 짧은 거리의 모션에서도 높은 속도를 유지할 수 있다.

비동기 모션을 구현하기 위해, 쓰레드 함수에서 목표 지점으로부터 일정 크기의 탐지 영역을 지정한다. 이 영역을 탐지하는 도중에 로봇 위치가 탐지 영역에 진입하면, 쓰레드에서 다음 모션을 요청하여 현재 목표 지점으로 이동하는 모션과 다음 목표로 모션을 동시에 실행하게 된다.



(a) Sync Motion

(b) Async Motion

Fig. 1 Async Motion vs Sync Motion Simulation

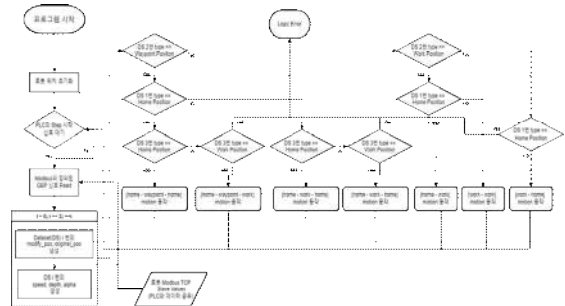


Fig. 2 Flowchart for Controlling Robot Motion

4. 결론

본 연구에서는 비동기 모션과 쓰레드를 활용하여 특정 영역에서 효율적인 모션 방식을 연구했다. 이러한 제어 방식이 실제 제조 환경에서 산업 로봇과 유사한 움직임을 보여줄 것으로 기대한다. 향후 추가적인 실험을 통해 협동 로봇의 실용성 검증을 진행할 계획이다.

후기

이 연구는 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원 (KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임.(No. 20008754)

참고문헌

1. Doosan Robotics Inc, Doosan Robotics Programming Manual, Doosan Robotics Inc, pp. 40-289, 2023.

식품 적층로딩 로봇-장비 디지털 매뉴팩처링 모델 개발 Development of Robot-Machine Digital Manufacturing Model for Stacking and Loading Food

#오승일¹, *김태형², 김종훈^{1,2}, 권기현^{1,2}

#S. E. Oh(dr51@kfri.re.kr)¹, *T. H. Kim², J. H. Kim^{1,2}, K. H. Kwon^{1,2}

¹한국식품연구원 안전유통연구단, ²한국식품연구원 디지털팩토리사업단

Key words : Food Manufacturing, Robotic Automation, Innovations, Food Tech, Stack and Load

1. 서론

식품 산업은 소비자의 다양한 요구사항을 충족하고 고품질의 제품을 제조하기 위해 지속적인 혁신과 자동화가 요구되고 있다. 본 논문은 적층로딩 로봇과 디지털 매뉴팩처링 모델을 결합함으로써 식품생산 및 패키징과정을 혁신적으로 개선하는 방법을 탐구하며, 잠재적인 이점과 실증현장 도입 시 예상 결과에 대해 논의한다.

2. 연구방법

적용하고자 하는 공정에 대해 세부적인 작업절차와 개발환경에서 고려해야 할 필수요소에 대해 정의한다. 로봇-장비 디지털 매뉴팩처링 모델의 개발을 위하여 로봇과 자동화 장비를 선정하고, 이와 호환되는 소프트웨어와 통신시스템의 개발을 통해 시스템을 통합하고 상호작용하는 과정이 필요하다. 제조과정에서 로봇-장비의 운영과 관련된 데이터 수집을 통해 프로세스의 효율성과 성능을 모니터링하여 개선점을 식별하는 과정을 거쳐, 최종 모델에 대한 설계를 구축하고 시뮬레이션 및 실험실환경에서 테스트하여 최적화를 수행하는 절차를 통해 로봇-장비 모델을 개발하였다.

3. 연구결과

기존 시스템의 세부 공정요소를 고려하여 일체형 로봇-장비 표준모델을 개발하였으며, 매뉴얼 수립을 통해 디지털전환을 위한 데이터 및 통신기술을 정의하였다. 활용 가능성은 3D 시뮬레이션을 통해 검증하였으며, 기존 장비 레거시시스템에 비해 생산성향상, 품질관리개선, 유연성과 맞춤화생산효율, 에너지효율성향상, 경제적 이점의 다섯 가지 평가항목에 대해 향상된 결과를 획득할 수 있었다. 또한 정보화지수-연동지수-지능화지수를 나타내는 디지털 전환지수는 기존 2-2-1에서 3-3-2로 산출이 예상되었다.

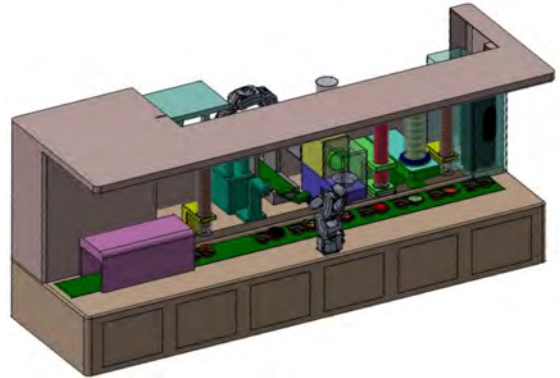


Fig. 1 Estimated Model of Stack/Load Robot-Equipment

4. 결론

본 논문은 식재료의 소분계량 및 적층로딩 공정을 포함하는 식품제조가공 분야에서 새로운 로봇-장비 도입을 위한 모델개발 절차와 도입 예상 결과를 분석하였다. 하지만 실증현장의 보급을 위하여 높은 도입 비용, 근무자의 인식 변화 등 도전 과제가 선행되어야 한다. 본 연구결과의 성공적 활용을 위해서 현장 상황에 대응하기 위한 추가적인 전략이 필요하다.

후기

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(과제 번호 20018394, 섬유식품료바이오분야 로봇장비 디지털 매뉴팩처링 패키지 표준모델 개발)

참고문헌

1. Panda, Brajesh Kumar, et al. "Robotics for general material handling machines in food plants." *Transporting Operations of Food Materials Within Food Factories*. Woodhead Publishing, 341-372, 2023.

로봇-장비 DNA 기술을 통한 세포배양 제조공정 표준화

Standardization of the Cell Culture Manufacturing Process Through Robot-Equipment DNA Technolog

*이동목¹, 남경태, 이성권¹

*D. M. Lee¹, K. T. Nam¹, S. K. Lee¹(*cowboyle@kitech.re.kr)

¹한국생산기술연구원

Key words : Cell culture Manufacturing process, Industrial robot, Equipment, DNA, Smart factory

1. 서론

글로벌 스마트 팩토리 산업은 2019년 1,537억 달러 규모에서 2024년 2,440억 달러 규모로 연평균 9.6%의 성장률을 보일 것으로 전망되고 있다. 우리나라를 포함한 세계 주요국들은 제조업 경쟁력을 제고하기 위한 방안으로 스마트팩토리 활성화 정책을 추진해왔다¹⁾. 특히 세포배양은 생물학의 기초 연구뿐만 아니라 공학 및 제약 등의 다양한 연구 및 실용화 분야에 이용되는 필수불가결한 작업 중의 하나이다. Induced pluripotent stem(iPS)세포를 주축으로 할 수 있는 세포를 이용하는 재생의료 등의 개발이 기대되고 있는 가운데, 아직까지는 품질 관리 및 생산규모 증대 등에 대한 해결해야 할 점이 남아 있다. 특히 세포 배양 및 품질 관리는 수작업에 의해 실행되는 경우가 많아 배양과정 시 발생할 수 있는 human error의 감소 및 작업자에 의존하지 않는 높은 재현성이 요구된다²⁾. 또한, 인구 고령화로 인한 숙련 노동자의 부족, 수요자 요구의 다변화, 기계학습, 빅데이터, 모바일 등에 의한 산업 주체의 변형을 겪고 있다. 이러한 다양한 상황에서 제조 경쟁력을 유지하기 위한 방법으로 설치 비용과 시간의 절감, 생산성의 지속 향상이 요청되고 있으며, 이를 위한 방안으로 초 연결 로봇 생산 시스템, 인간과의 협동로봇 및 경험을 활용한 디지털 트윈 기술들이 개발되고 있다³⁾. 로봇-장비 Date-Network-Artificial intelligence(DNA) 제조 표준공정모델 개발을 통해 시스템 구축 기간을 단축시켜 시스템 단가를 낮출 수 있으며, 신뢰성이 확보된 표준공정모델을 적용함으로써 시스템 유지보수 비용 절감될 수 있다. 본 연구는 세포 배양에서 장비-로봇 DNA 기술을 활용한 표준공정모델 개발하고 제조로봇 확산 및 시장 확대, 제조기술 경쟁력을 강화하는데 기여하였다.

2. 연구방법

본 연구에서는 세포배양 제조공정 중 장비-로봇 활용 디지털 전환이 시급하고 도입 효과성이 뛰어난 주요 공정을 선정하고 수작업 공정을 분석하여 공정별, 자동화 수준별 공정의 모듈화/패키지화/표준화를 통해 로봇의 활용도를 극대화하기 위한 로봇-장비 활용 표준공정 모델을 개발하였다.

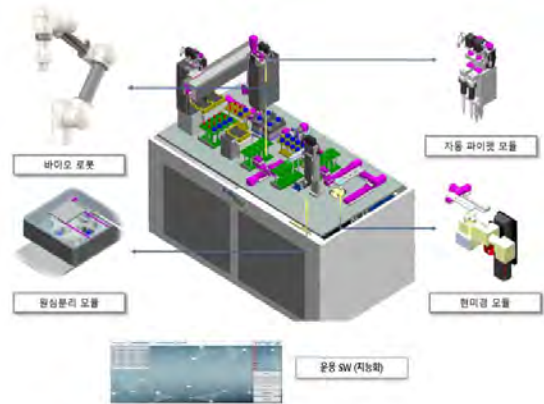


Fig. 1 Cell culture process applied robot-equipment standard process model test bed(2D, 3D) drawing

3. 연구결과

세포배양에서 로봇-장비 DNA 공정모델로 배양용기 이송, 자동 배지 교체, 세포 모니터링, 데이터 관리의 디지털전환 표준공정모델 개발(Fig. 1)을 통해, 기존 세포배양 수요기업들이 수작업 공정에서 로봇-장비 자동화 공정으로 변모하는 계기를 마련하였으며, 이에 따라 자동화(수동분주 → 자동분주), 생산성 (64 개/일/인 → 192개/일/인) 지능화(세포 현미경 육안분석 → 비전인식/지능화/원격분석) 등 경제적 성과를 달성하는데 기여하였다.

4. 결론

본 논문은 세포배양 생산/제조공정 분야에서 로봇-

장비 자동화를 통해 생산성과 효율성을 개선한 사례를 분석하였다. 2009년부터 2015년까지 2,074개 바이오 중소벤처기업들의 재무성과 요인을 정성적으로 분석한 결과 최소한 5년까지는 정부 지원의 효과가 미미하지만, 반면 기업 자체의 투자는 성과를 높인다는 연구 결과가 있다⁴⁾. 정부와 기업이 나아가고자 하는 방향을 맞추는 것이 매우 중요하게 고려되어야 할 사항이라고 판단한다.

후 기

산업통상자원부 한국산업기술평가관리원 로봇산업기술개발사업(20018394)의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 관계자분들께 감사의 마음을 전합니다.

참고문헌

1. Smart Factory Activation Policy ... Responses and Strategies from Around the World, 2021, KDI Economic Information and Education Center.
2. 유정수, 정희진, 2019, 세포배양 자동화 기술 최신 동향, BRIC View 2019-T20, 1-7.
3. S. H. Ji , 2017, The 4th Industrial Revolution and Technology Trends of Manufacturing Robots, Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 21 No. 4, pp. 9-14.
4. Minsoo Park, Youngjae Jeong, 2019, The Effects of the Government Support Policy on Small and Medium-Sized Biotechnology Firms, Bioeconomy 04-01, 93-124.

원사 와인더 공정의 로봇 자동화를 위한 장비 설계에 관한 연구 A Study on Equipment design for Robot Automation of Yarn Winder Process

*#배규현¹, 이재용¹, 최기훈¹

*#G. H. Bae(ghbae@kotmi.re.kr), J. Y. Lee, K. H. Choi

¹한국섬유기계융합연구원 기계로봇연구센터

Key words Winding machine, Textile industry, Robot, Design

1. 서론

섬유 분야에서 제조 장비의 개발이나 개선은 해당 공정에 전용화된 장비를 위주로 개발되고 있다. 섬유 제품의 시작인 원사 제조는 다양한 공정 단계를 거치 제작이 되며, 단계별로 원사를 다시 감는 와인딩 공정이 필수적이다. 와인딩 공정에서 원사의 공급과 연결 등 여러 준비 과정은 작업자가 요구된다. 인력 부족, 전문가 고령화로 국내 생산 공장 자동화가 필수적인 상황이다.

섬유 공정에 로봇 적용을 위한 연구는 지속해서 진행되고 있으며, 다양한 공정에 로봇 적용이 진행 중이다. 원사 제조 공정은 주로 제조된 원사의 포장이나 이적재 위주로 연구가 되었다. 원사 와인딩 공정 등에 로봇을 적용위한 기초 연구를 수행하였다.1 이를 바탕으로 본 연구에서는 실제 시스템에 적용을 위한 장치의 구성과 설계 결과를 설명하고자 한다.

2. 시스템 설계 결과

기존의 공정 분석 결과를 바탕으로 와인더기를 중심으로 원사의 공급을 위한 장치와 원사 설치를 위한 로봇을 Fig. 1과 같이 전체 시스템을 설계안을 구성하였다. 해당 설계안에서는 로봇을 이종의 갠트리 구조를 적용하여 좌우 앞뒤를 모두 이동할 수 있는 구성을 적용하였다. 로봇은 와인더에 실을 설치 하기 위한 기능을 수행할 예정이며, 공기를 흡입하는 방식으로 실을 일정 이상 길이로 흡입한 후에 고정 장치로 실을 고정하고 하는 방식을 적용하였다. 전체적인 공급된 보빈의 이동과 작동은 Fig. 2와 같이 좌측에서 원사가 감긴 보빈을 공급하면 컨베이어로 이동된다. 원사 끝단 감지 장치에서 이동한 보빈의 원사 끝단을 보빈을 회전하며 공기흡입장치가 이동하며 끝단을 찾아 보빈의 지관 상부에 원사를 고정 한다. 와인딩 장치에 로봇으로 실을 설치하고 보빈 와인딩 작업을 수행하고 완료된 보빈이 배출되는 방식이다. 설계를 기반으로 제작이 진행 중이며, 제작후 실제 동작을 시험할 예정이다.

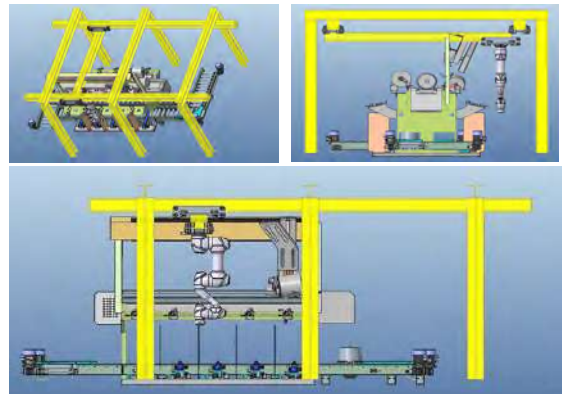


Fig. 1 Design of a developed robotic system for the winding process

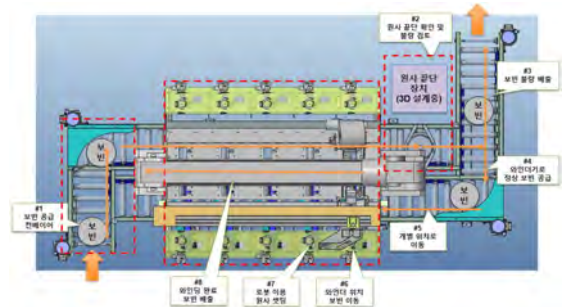


Fig. 2 Operation sequence of the design system

후기

이 논문은 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임. No. 20018394

참고문헌

1. Bae, G. H., Lee, J. Y., Choi, K. H., “A Study on the Development of a Winding Machine-robot Model for Digital Conversion in the Textile Industry”, Proc. of KSMPE Spring Conference, pp. 47-47, 2023.

염색공장 현장 비숙련자 염색공정 가이드 기술 연구

A Study on the Technology of Dyeing Process Guide for Non-Skilled Worker in Dyeing

*[#]백운재¹, 장원준², 손정봉³, 양석곤⁴, 마재혁⁵

[#]W. J. Back(wjback@kotmi.re.kr)¹, W. J. Jang², J. B. Son³, S. G. Yang⁴, J. M. Ma⁵

¹한국섬유기계융합연구원, ²애니파이버, ³에이알미디어웍스, ⁴다이텍연구원, ⁵삼환염공

Key words : Dyeing Process, Unskilled Person, Color Matching, AR Navigation

1. 서론

현재 국내 염색공장의 현장 작업 인력은 국내 인건비 문제로 외국인 근로자들의 비율이 높으며, 국내 염색 숙련공의 대다수가 50세 이상인인 상황이며 20-30대의 신규 인력 유입이 낮아 숙련공이 이직을 하거나 퇴직을 할 경우 생산력이 현저히 낮아지는 상황이 발생하기도 한다.

그리고 염색공장 현장은 에너지 다소비 공정으로 비용 절감을 위해서 생산 및 불량률 감소 시스템 도입이 요구되고 있다.

본 연구는 염색산업 현장 작업자가 작업 시 AR 내비게이션의 도움을 받아 작업을 할 수 있도록 염색공정 셋팅 가이드에 필요한 정보를 시각화할 수 있는 염색 공정 가이드 기술을 연구하고자 한다.

2. 염색공정 작업자 AR 내비게이션

염색공장 현장 비숙련자 염색공정 가이드 기술을 적용하기 위해 현장 빅데이터 분석 및 현장 맞춤형 틀 설계, 플랫폼 & AI 설계 및 주요 인프라 구축, 5G 및 실내추위 관련 설계하고 플랫폼 기반 AR 적용 데이터 수집분석, 염색공정 분야 확장 현실(XR) 콘텐츠 분석, AR연동 분석 및 프로세스 설계, AR 구성을 위한 UI 설계 및 구현하고 염색공장 맞춤형 AR HMD 변경 설계, 염색공정 데이터 (열화상 비전) 연계 방안 도출 하였다.

염색공정 장비들의 실시간 측정 장비 운영 수집 데이터를 증강현실(AR) 기기 내비게이션으로 실시간 연동 적용하기 위해 실제 염색공장 현장에 실증 검증을 수행했다.

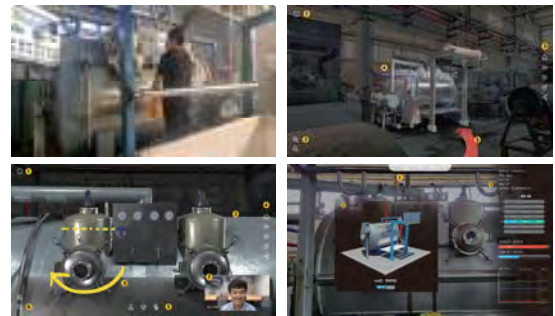


Fig. 2 Dyeing Process Guide for Worker in Dyeing

3. 결론

본 연구는 염색산업에 특화된 AR 가시화 플랫폼 기술을 개발하고 현장 맞춤형 DNA(Data, Network, AI) 기술을 개발 적용하여 염색공정 셋팅 가이드에 필요한 정보(작업대상물 위치, 실내추위, 공정별 작업지시서 및 설비 셋팅값, 생산 염색제품 색차 품질 확인 등)를 시각화할 수 있는 AR 내비게이션 플랫폼 기술을 연구하였다.

후기

이 연구는 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구인.(20021910, 염색현장의 생산성 향상을 위한 XR+DNA 융합 서비스 기술개발)



Fig. 1 Dyeing Process AR Guide Platform Configuration

구두발표

특별세션 OS19

좌장 : 최성대(금오공과대학교)

OS19-1

OS19-2

OS19-3

OS19-4

OS19-5

OS19-6

OS19-7

복강경 수술에 적용 가능한 병렬형 로봇 설계에 대한 연구

Study on Design a Parallel Robot for Clinical Applications in Laparoscopic Surgery

*허영준¹, #전금상¹, 성상근³

*Y. J. Heo¹, #G. S. Jeon(geumsang@geri.re.kr)¹, S. K. Sung¹

¹구미전자정보기술원 ICT융합연구단 디지털헬스케어연구센터

Key words : Surgical robot, Parallel robot, Kinematics, CAD

1. 서론

복강경 수술 로봇 기술은 2000년대에 들어서는 인튜이티브서지컬(Intuitive Surgical)사의 ‘다빈치 로봇’이 공개되면서 발전되기 시작했다. 본 논문에서는 복강경 수술에 적용 가능한 로봇을 소형화로 제작하기 위해 병렬형 복강경 수술 로봇 시스템을 구축하고자 하였으며, 기구학 해석을 통해 로봇의 자세를 제어하며 시뮬레이션을 통해 해석된 기구학의 유효성을 검증한다.

2. 병렬형 복강경 수술 로봇 역기구학

본 논문에서는 Fig 1과 같이 델타 로봇을 델타 로봇을 회전시키고 로봇의 끝점과 하부 plate의 중심을 통과하는 수술 도구가 삽입되는 형태이다.

Table 1은 복강경 수술 로봇의 수술 도구에 대한 역기구학 해석 검증에 적용한 수술 도구의 길이 및 수술 도구 끝점의 좌표에 대한 조건을 나타낸다.

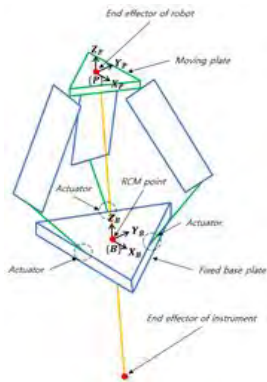


Fig. 1 Parallel laparoscopic surgery robot structure

Table 1 Coordinates of the surgical tool endpoint

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
q	0	-250	250	0	0
w	0	144	144	216	-289
r	-363	-177	-177	-240	-177

3. 결과

Table 2는 수술 도구의 자세를 구현하기 위해 필요한 active joint의 회전 각도를 기구학 해석을 통해 산출된 계산식 및 시뮬레이션으로 산출하여 두 값을 비교하고 발생된 오차를 나타낸다.

Table 1 Coordinates of the surgical tool endpoint

	No.1	No.2	No. 3	No. 4	No. 5
Kinematics	$\begin{pmatrix} -5E-5 \\ -5E-5 \\ -5E-5 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2E-5 \\ -4E-5 \\ 90 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2E-5 \\ 90 \\ -4E-5 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -5E-5 \\ 90 \\ 90 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 90 \\ -5E-5 \\ -5E-5 \end{pmatrix}$
Simulation	$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 90 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 90 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 90 \\ 90 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 90 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$
Error	$\begin{pmatrix} -5E-5 \\ -5E-5 \\ -5E-5 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2E-5 \\ -4E-5 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2E-5 \\ 0 \\ -4E-5 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -5E-5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ -5E-5 \\ -5E-5 \end{pmatrix}$

4. 결론

본 논문의 결과값을 나타내는 과정에서 시뮬레이션의 경우 소수점 2번째 자리까지 표현이 되고 기구학 해석을 통해 산출된 계산식에서는 최대 19번째 자리까지 표현이 되기 때문에 결과 값에 대한 오차가 발생하였으나 오차는 0에 수렴하므로 해당 논문에서 해석한 기구학은 유효성을 갖는다.

후기

이 연구는 산업통상자원부의 재원으로 로봇산업핵심 기술개발(20008821)의 지원을 받아 수행됨.

참고문헌

- Kim, H. S., "Dynamics Modeling and Control of a Delta High-speed Parallel Robot", J.of KSMPE, Vol. 13, No. 5, pp. 90-97, 2014.
- Lee, W. J., "Single port laparoscopic surgery," J Korean Med Assoc, Vol. 53, No. 9, pp. 793-806, 2010.

반도체 패키징 BGA 패턴 설계용 간이 실험 장치 설계 Simple Tester Design for Pattern Design of Semiconductor Packaging BGA

*김성현¹, #최성대², 임병남¹, 정민석², 김종태³, 임진호³

*S. H. Kim¹, #S. D. Choi², B. N. Lim¹, M. S. Jeong², J. T. Kim³, J. H. Lim³
¹금오공과대학교 대학원 기계공학과, ²금오공과대학교 기계시스템공학과, ³주광정밀(주)

Key words : Semiconductor Packaging, BGA, Simple Tester, Pattern Design

1. 서론

반도체 제조 공정 중 하나인 패키징 공정은 반도체 소형화 기술의 발전이 한계점에 다다르며 그 중요성이 더욱 커지고 있다. 이에 따라 국내외 반도체 업계에서의 반도체 패키징 공장의 설비에 투자가 집중되고 있다.

패키징 공정은 크게 컨벤셔널(Conventional) 패키지와 웨이퍼 레벨(Wafer Level) 패키지로 구분할 수 있으며, 컨벤셔널 패키지는 세라믹 패키지와 플라스틱 패키지로 구분할 수 있다. 플라스틱 패키지 중 하나인 서브스트레이트(Substrate) 타입 패키지의 가장 일반적인 형태는 BGA(Ball Grid Array)는 납 볼을 접점으로 하는 패키징 방식이다. 현재 BGA 공정의 수정을 위해서는 공정을 실제로 재현하여 작동 유무를 확인하여야 하지만 이는 시간과 비용이 많이 소모되기에 이를 간단화하여 빠른 시간내에 적은 비용으로 작동 유무를 확인할 수 있는 방법이 필요하다.

본 연구에서는 BGA 공정을 간단화한 후 해당 공정의 문제 유무를 판단할 수 있는 소형 장치를 설계했다.

2. 테스트지그 설계

BGA 공정은 크게 납 볼 흡입, 반도체 칩 (혹은 기판)으로 이동, 납 볼 배출, 원위치의 4가지로 구분할 수 있다. 이에 맞춰 해당 공정을 간략화하여 수행할 수 있는 테스트지그를 설계하여야 한다.

테스트지그에 포함되어야 하는 부품은 외부를 감싸는 커버, 볼을 흡입 및 배출하기 위해 진공 및 배기를 진행하기 위한 에어 피팅, 내부 공기의 압력을 균등하게 분배시켜주기 위한 샤워헤드, 반도체 칩 접점 위치에 납 볼을 위치시키기 위한 패턴이 있다.

Fig. 1은 설계한 테스트지그의 외형이다. 양쪽 스탠드 사이에 커버, 샤워헤드 및 패턴을 포함한 장비들이 위치한다. 테스트지그는 납 볼 흡입, 흡입 여부 확인, 납 볼 배출, 배출 여부 확인의 순서로 동작하게 된다. 원 공정에서 이동 및 원위치는 공정의 간략화를 위해 생략하였다.

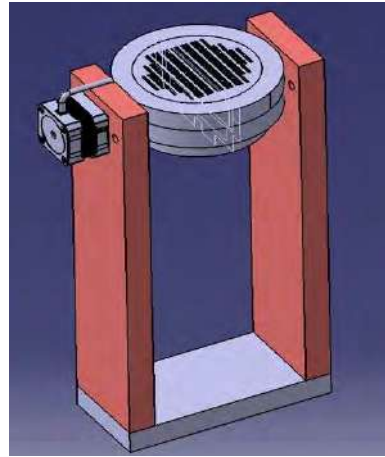


Fig. 1 Small test jig of BGA process

3. 결론

본 연구에서 BGA 공정을 간략화하여 정리한 후 이를 구현하기 위한 테스트지그를 설계하였다.

추후 시제품을 제작하여 정상 동작의 여부를 확인할 예정이며, 이에 더해 BGA 공정에서 발생할 수 있는 문제점들을 재현 및 수정할 수 있도록 하여 BGA 공정 수정에 앞서보다 적은 시간과 비용의 소모로 수정안의 문제점들을 확인할 수 있도록 할 예정이다.

후기

본 연구는 한국산업단지공단 이 지원한 산업집적지 경쟁력강화사업으로 진행된 내용입니다. (과제번호 G12HRKB22200001)

참고문헌

- 1. 이승진, 최성대, 박정록 and 김종태, "반도체 패키징 공정 BGA Jig 수율 안정화 연구," 한국기계가공학회 춘추계학술대회 논문집, 한국기계가공학회, pp. 109-109, 2023.

분리형 AGV의 프레임 및 결합 매커니즘 설계

Design of Frame and Engagement Mechanisms for Separated type AGV

*정민석¹, #최성대¹, 위정욱¹, 김성현², 임병남², 우수현², 윤재호³, 김종태³

*M. S. Jeong¹, #S. D. Choi(sdchoi@kumoh.ac.kr)¹, J. U. We¹, S. H. Kim², B. N. Lim²,
S. H. Woo², J. H. Yoon³, J. T. Kim³

¹국립금오공과대학교 기계시스템공학과, ²국립금오공과대학교 대학원 기계공학과, ³주광정밀(주)

Key words : AGV, Transportation, Load, Separate

1. 서론

현대 물류 및 정비, 생산 공정에서는 고하중물의 이송을 자동화하기 위해 무인 이송 로봇이 활용되고 있다. 특히 자동차, 항공산업 등에서는 초고중량에 대응하는 장비가 필요하나 미사용 시 적재문제나 경제적인 문제 등으로 인한 어려움이 있다. 본 연구에서는 AGV(Automated Guided Vehicle) 장비를 목적에 따라 분리 및 결합하는 방식을 활용하여 기존의 문제점을 개선하고 활용성을 높이고자 한다.

2. 분리형 프레임 및 결합 매커니즘 설계

초고중량에 대응하는 AGV를 제작하기 위해서는 안정성을 검토한 최적형상을 프레임을 도출하고 설계하는 것이 필요하다. 이에 프레임을 구성하는 파이프 간의 간격에 따른 최적조건들을 도출하여 Fig. 1과 같이 분리형 프레임에 대한 설계를 진행하였으며 분리형 프레임에 대한 결합 매커니즘을 검토하였다.

3. 프레임 구조해석 및 최적화

Fig. 1과 같이 설계된 분리형 프레임에 대한 구조해석을 통해 안전성을 검토하였다. 또한, AGV를 구동하기 위한 구동휠(SD Drive)와 Caster의 배열에 따른 경향성 파악하기 위한 해석을 통해 프레임 전반의 최적화를 진행하였으며 그 해석 결과는 다음 Fig. 2와 같다.

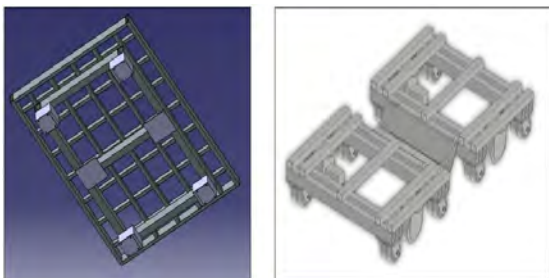


Fig. 1 분리형 프레임 모델링(좌측), 결합 매커니즘(우측)

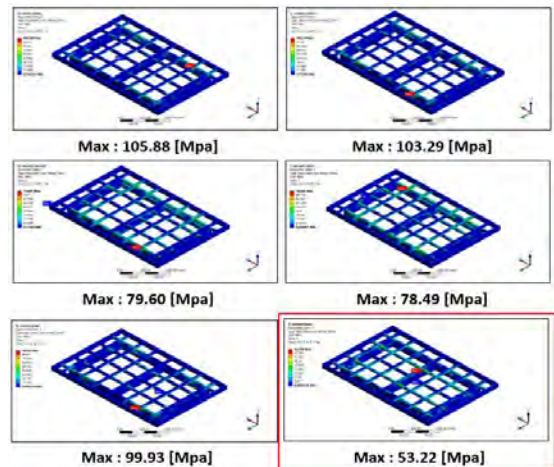


Fig. 2 캐스터 위치에 따른 해석 결과

4. 결론

프레임의 간격에 따른 경향성을 파악하기 위한 구조해석을 통해 먼저 프레임의 최적형상을 도출하였다. 최적형상에 따라 분리형 AGV의 프레임 및 분리형 프레임의 결합 매커니즘을 설계하여 목적에 따라 활용할 수 있도록 구성하였다. 분리형 프레임에 대한 구조해석을 수행한 결과 매우 안전한 것으로 나타났으며 추가적으로 캐스터 배열에 따른 프레임의 응력 해석을 진행하여 가장 안전한 조건을 도출하였다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부가 지원한 산학연플랫폼 협력기술개발사업으로 진행된 내용입니다. (과제번호 G21S331066302)

참고문헌

1. Y. S. Lee, C. S. Yoon and J. M. Oh. "이중두께 레이저 용접 프레임의 구조해석." 전산구조공학 10.4 (1997): 165-175.

배터리 안전 배출 시스템을 포함한 배터리 교환 스테이션의 설계 분석 Design Analysis of the Battery Swapping Station including the Battery safety emission system

*임병남¹, #최성대², 김성현¹, 정민석², 유기봉³, 백석호⁴

*B. N. Lim¹, #S. D. Choi², S. H. Kim¹, M. S. Jeong², G. B. Ru³, S. H. Baek⁴

¹금오공과대학교 대학원 기계공학과, ²금오공과대학교 기계시스템공학과,
³(주)CTNS, ⁴(주)케이모터스

Key words : Emission, Battery Swapping Station, Analysis, Thermal runaway

1. 서론

전기오토바이가 상용화됨에 따라 장거리탑승이 필요한 배달용, 레저용 바이크의 경우 배터리 용량 문제가 언급되고 있다. 상기 문제를 해결하기 위해서 교환형 배터리의 구축 및 배터리 교환 스테이션의 배치가 필요하다. 하지만 과충전 및 손상 등에 의한 열폭주, 화재 등의 문제 상황을 방지하기 위한 매커니즘은 미흡한 상태이다.

본 연구에서 상기 문제점을 개선하기 위한 배터리 안전배출 시스템을 포함한 배터리 교환 스테이션의 매커니즘을 분석하고 구조적 안정성을 검토하였다. 하기 Fig. 1은 배터리 교환 스테이션의 예시 사진이다.

2. BSS 매커니즘 분석

본 연구에서는 현재 연구개발이 진행중인 8구 배터리 교환 스테이션의 모델링을 토대로 매커니즘을 분석하였다. 국가표준에 따라 규정된 배터리의 무게에 따라 이를 고정하기 위한 매커니즘 및 사용자편의성을 확보하기 위한 구조적 설계 등을 검토하고 보완하였다.



Fig. 1 Example picture of a battery change station

3. BSS 구조해석

설계된 BSS의 형상을 토대로 규격 배터리 사이즈를 적용한 구조적 안정성을 검토하였다. 해석은 ANSYS 프로그램을 통해 진행하였으며 8개의 배터리가 모두 장착되었을 경우를 가정하여 해석을 진행하였다. 해석은 Fig. 2의 모델링을 활용하여 진행하였음



Fig. 2 Modeling of a Battery Replacement Station

3. 결론

본 연구에서는 화재 및 열폭주에 따른 배터리 이상을 감지하고 배터리를 배출하는 시스템이 포함된 배터리 교환 스테이션의 매커니즘을 분석하고 구조해석을 수행하였다.

후기

본 연구는 한국산업기술진흥원에서 지원한 지역혁신클러스터육성(R&D)지원사업으로 진행된 내용입니다. (과제번호 : G02P22730019711)

참고문헌

- 1. 강호영, 이수정, 박소정, 하일정 (2022). 전기이륜차 배터리 공유스테이션 플랫폼 구축 사업 소개. 한국자동차공학회 지회 학술대회 논문집, pp. 1-1

실시간 모니터링을 이용한 군집 AGV 설계

Cluster Cargo Transport Device Using Real-Time Monitoring

*김시형¹, 박진성¹, 이대원¹, 이승민¹, 이영준¹, #최성대¹, 김종태²

*S. H. Kim¹, J. S. Park¹, D. W. Lee¹, S. M. Lee¹, Y. J. Lee¹,

G. M. Kim¹, #S. D. Choi(sdchoi@kumoh.ac.kr)¹, J. T. Kim²

¹금오공과대학교 기계시스템공학과, ²주광정밀(주)

Key words : AGV, Cluster Maneuvering, Omni wheel

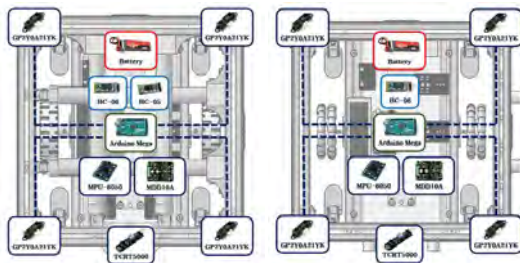
1. 서론

4차 산업의 발달로 인한 물류의 증가와 유연생산시스템(FMS)의 등장으로 화물운송 장치의 필요성이 대두되고 있다. 각 화물운송 장치 당 운송 가능한 무게가 제한적이며, 화물의 안전성이 보장되지 않는 등 여러 문제로 인해 보편화되지 못하고 특정 분야에만 한정되어 사용되고 있다.

본 연구에서는 무인 운반 기능을 탑재하고, 적외선 센서를 이용한 장애물 탐지로 화물을 안전하게 운송하며, 화물의 크기와 형상에 따라 군집 가능한 운송 로봇을 만드는 것을 목표로 연구를 진행하였다.

2. 개념 및 상세 설계

메인장치와 서브장치는 Fig. 1과 같이 유사한 시스템 구조를 지니고 있다. 장치 각 모서리에 2개의 적외선 센서를 사용하여 주행 간에 장애물을 감지하고, 전면 하단부의 적외선 센서는 지면에 있는 경로를 판단하는 라인 트레이서 역할을 수행한다. 또한, 자이로 센서를 이용하여 화물 적재 및 정비 과정에서 장치의 수평을 유지하면서 화물의 안전성을 확보하였다. 장치의 모든 센서는 하나의 컨트롤러로 제어하였다.



(a) Main device system

(b) Sub-device system

Fig. 1 H/W configuration

3. 구동 방식

화물의 크기에 따라 단일 기동 혹은 군집 기동으로



(a) Column combination

(b) Row combination

Fig. 2 Combining method

화물을 적재하고 운송한다. 결합 방식은 Fig. 2와 같이 장치의 리니어 액추에이터를 활용하여 적재 화물 크기에 맞추어 길이를 조절하여 결합한다. 또한 서브장치에는 구동 휠에 옴니 휠을 이용하여 회전에 용이하게 하였다. 장치마다 두 개의 구동 휠과 2개의 보조용 캐스터 휠을 사용하였다.

4. 결론

다양한 산업현장에서 화물을 적재하고 운송 가능한 장치를 개발하였다. 적재하고자 하는 화물의 크기와 형상, 중량 등 다양한 조건에 따라 운송할 수 있도록 단일 기동과 군집 기동을 선택적으로 동작할 수 있게 하였다. 또한, 앱 인터페이스를 통해 장치의 모든 시스템을 제어하는 애플리케이션을 개발하였다.

후기

본 연구는 국토교통부 및 국토교통과학기술진흥원 주관으로 차세대 친환경 항공기 엔진정비 기반 시스템개발 사업으로 진행된 내용입니다. (과제번호 2021R1A6C101A449)

참고문헌

1. S. Zuin, R. Hanson, D. Battini, A. Persona, Design of AGV systems in working environments shared with hu-mans: a multi case study, Vol. 53, Issue 2, pp. 10603-10608, 2020.

전기이륜차 샤시다이내모의 측정조건 최적화 장비 개발

Development of Unmanned Measurement Equipment for E-bike Chassis Dynamometer

*임병남¹, #최성대², 김성현¹, 정민석², 백석호³, 김종현³

*B. N. Lim¹, #S. D. Choi², S. H. Kim¹, M. S. Jeong², S. H. Baek³, J. H. Kim³
¹금오공과대학교 대학원 기계공학과, ²금오공과대학교 기계시스템공학과, ³(주)케이모터스

Key words : Chassis Dynamometer, E-bike, Unmanned Measurement Equipment

1. 서론

전기이륜차가 상용화됨에 따라 각 장비의 성능을 체계적으로 측정하기 위한 방법은 반드시 필요하다. 현재 전기이륜차의 성능측정의 경우 측정장비에 따라 상이하며 실제 주행 시에는 훨씬 낮은 성능을 나타내는 등 소비자들에게 올바른 측정결과를 제공하지 못하고 있다.

이에 본 연구에서는 전기이륜차 일관되고 정확하게 측정할 수 있는 측정조건 최적화 장비 개발을 진행하였다.

2. 스로틀 자동화

기존 이륜차의 성능을 평가하기 위해서는 스로틀을 시험자가 직접 조작하는 방식을 주로 활용하였다. 하지만 이 경우 일정한 속도를 유지하기에 어려움이 있으며 시험자의 피로가 누적되는 문제가 있다.

이에 본 연구에서는 스로틀을 무인으로 조작하고 바이크의 속도에 따라 자동으로 조절할 수 있는 장비를 설계하고 제작하였다. Fig. 1은 해당 장비에 대한 개념도이다.

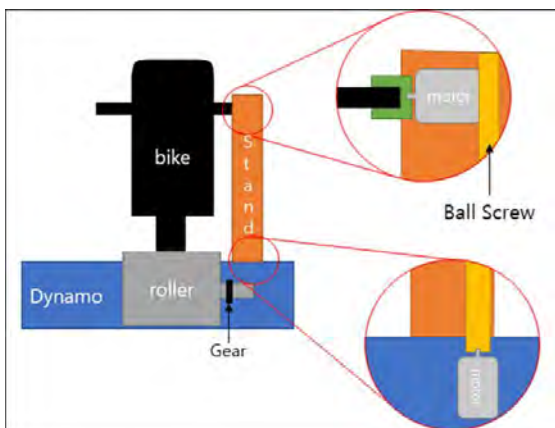


Fig. 1 스로틀 자동화 장비의 개념도

3. 하중 부하장치

마찬가지로 공차중량이 아닌 탑승자의 중량을 포함한 정확한 실험을 진행하기 위해서 탑승자가 직접 탑승하는 방식이었으나 이를 무인화시키기 위해 하중부하장치를 별도로 구성하여 일정한 조건의 측정이 가능하게 하였다. Fig. 2는 하중 부하장치의 개념도이다.

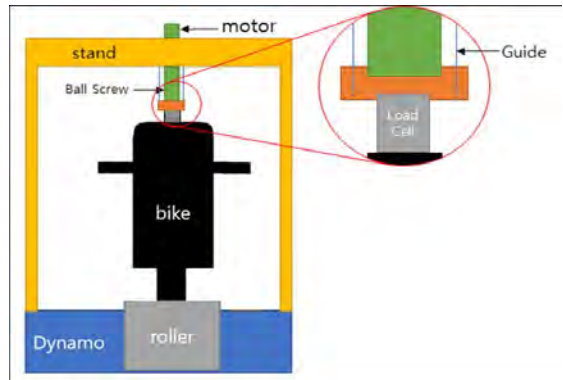


Fig. 2 하중부하장치의 개념도

4. 결론

본 연구를 통해서 각 스쿠터들에 대한 성능측정에 있어 일정한 조건 하의 실험이 가능하도록 구성하였으며 이를 통해 보다 정확한 데이터를 확보할 수 있다.

후기

본 연구는 (주)케이모터스에서 지원한 연구용역개발 지원사업으로 진행된 내용입니다.

참고문헌

1. 서동현, 신외경, 이충훈, 조수연 (2014). ISO 13064-2를 기반으로 한 전기이륜차 성능시험에 대한 연구. 2014 한국자동차공학회 부문종합 학술대회, pp. 1408-1410.

항공기 엔진 수리 거치대의 역학적 설계 분석

Mechanical Design Analysis of Aircraft Engine Repair Pedestal Stands

*김중태¹, 윤재호¹, #최성대², 정민석²

*J. T. Kim¹, J. H. Yoon¹, #S. D. Choi(sdchoi@kumoh.ac.kr)², M. S. Jeong²

¹주광정밀(주), ²국립금오공과대학교 기계시스템공학과

Key words : Aircraft engine, Engine MRO, Structure analysis, Mechanical Design

1. 서론

항공기 엔진 정비 관련 필수 장비는 해외 엔진 제작사 및 그와 계약관계인 해외 장비 제작업체에서 고가에 독점 공급하고 있으며, 항공기 엔진 정비 MRO 산업에서 OEM의 시장 지배력 강화와 더불어 엔진 정비 장비에 대한 지적 재산권 보호 등으로, 장비/공구 제작 및 활용에 진입장벽이 강화되고 있으며, 엔진 정비는 인건비 영향이 상대적으로 작은 대표적 고부가가치 산업이며, 부수적이라고 생각했던 장비/공구의 성공적인 개발은 우리나라의 MRO 산업에 크게 이바지할 수 있을 뿐만 아니라 틈새시장 측면의 기회요인도 크게 기대할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 항공기 엔진 수리를 목적으로 엔진 거치대의 국산화를 위한 기존제품의 역학적인 설계내용을 분석하여 국산화 거치대에 적용가능하게 한 것으로 역학적 타당성과 구조적인 분석을 실시하였다. Fig. 1에 PW1100G 항공기 엔진을 거치되어있는 4개의 pedestal stand를 나타내고 있다.



Fig. 1 Pedestal stand of PW1100G engine



Fig. 2 Pedestal stand for PW1100G engine

2. 엔진사양 및 역학적 분석

엔진의 중량은 3,448kg이며 크기는 지름이 3m이고 길이가 4.68m이며 거치부분은 원형의 중심에 위치하고 있다. 4개의 pedestal stands로 지지하는 것으로 각각의 하중분포는 평균적으로 약 862kg이 작용하고 있다. 따라서 안전적인 측면에서 약 2,000kg이 작용한다고 가정하여 구조해석을 실시하였다. Fig. 2에는 구조해석을 위한 pedestal stand의 모델링한 것으로 장착되는 아답터는 2가지로 높이 조절용과 고정형으로 나누어져 있다. 구조해석 결과로는 조절용 아답터의 조정용 나사부에 응력이 작용하고 있으나 문제가 되지 않을 정도로 검토되었다.

3. 결론

항공기엔진 수리용 거치대의 역학적 분석한 결과 약 2.5배의 안전율로 설계되었으며 기둥의 좌굴해석에서도 역학적 타당성이 입증되었다.

후기

본 연구는 국토교통부 및 국토교통과학기술진흥원 주관으로 차세대 친환경 항공기 엔진정비 기반 시스템개발 사업으로 진행된 내용입니다.(과제번호 2021R1A6C101A449)

참고문헌

1. PurePower® PW1000G Engine : < <http://www.purepowerengine.com/> > (2023-9-18)

구두발표

특별세션 OS20

좌장 : 이호진(한국생산기술연구원)

OS20-1

OS20-2

OS20-3

OS20-4

OS20-5

OS20-6

직접 에너지 적층 공정을 이용한 Fe 계열 이종소재 시편의 제작 및 특성 분석

Fabrication and Characterization of Fe-based Bi-metallic Specimens Using Direct Energy Deposition Process

*김영문¹, 이유리¹, 송혜진¹, 이욱진², #이호진¹

*Y. M. Kim¹, Y. R. Lee¹, H. J. Song¹, W. J. Lee², #H. J. Lee(hlee3@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹, ²부산대학교 재료공학부

Key words : Direct Energy Deposition(DED), Bi-metallic Deposition, Microstructure, Mechanical properties

1. 서론

DED(Direct Energy Deposition) 공정은 기계 부품의 표면을 보강하거나 손상된 부분을 보수하는 이종소재 적층 기술에 적용된다^[1]. 그러나 적층 공정 중 모재와 적층부의 계면에서 결합이 발생하므로 이에 관한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 DED 공정으로 Fe 계열의 금속 분말을 모재 위에 적층하고 가공한 동종 및 이종소재 시편의 미세조직과 기계적 특성에 관한 연구를 하고자 한다.

2. 실험방법

DED 공정 조건에 따라 Fe 계열 합금 P21, SCM440, SUS304 분말을 SCM440 모재 위에 적층하여 이종 및 동종 소재의 적층 시편을 제작하였다. 모재와 적층부의 계면에 존재하는 특정 미세조직의 형상과 결합 유무를 OM과 SEM으로 관찰하였다. EDS 분석으로 위치에 따른 원소의 화학 조성을 확인하고 적층부에 생성된 상을 XRD로 분석하였다. EBSD 분석으로 결정립 및 상 분포를 분석하였다. 또한 경도와 인장시험을 수행하여 기계적 특성을 분석하고 파단면을 관찰하여 파괴 거동을 고찰하였다.

3. 결과 및 고찰

DED 공정으로 적층한 시편 단면의 미세조직과 기계

Table 1 Process parameters for fabricating Fe-based bi-metallic specimens

Process parameters	Value
Laser beam power(W)	380
Scan speed(m/min)	0.84
Powder feed rate(g/min)	5
Layer thickness(mm)	0.25
Hatch distance(mm)	0.5

적 특성을 확인하였다. OM으로 관찰한 이미지에서 합금 원소의 함량 차이에도 불구하고 적층부의 미세조직 생성은 큰 차이가 없었고 결합도 발생하지 않았다. SEM 분석 결과에서는 합금 특성에 따라 적층부에서 특정 미세조직의 분포를 확인하였다. 이것은 용융 풀 내에서의 냉각속도 차이에 의한 것으로 사료되었다. EDS 분석 결과에서 모재와 적층부의 합금 원소 함량 변화는 열 확산에 의한 것으로 관찰되었다. XRD와 EBSD 분석에서는 적층부에서 ferrite, austenite 조직이 생성된 것을 확인하였다. 경도시험 결과에서 적층부 경도는 최대 459HV, 최소 253HV 수준으로 측정되었다. 이것은 탄소 함량 차이로 인한 것으로 판단되었다. 인장시험 및 파단면 분석 결과, 최대 932MPa, 최소 489MPa 수준으로 측정되었고, 대체로 연성파괴 거동을 나타냈다.

4. 결론

DED 공정으로 제작된 Fe 계열의 동종 및 이종소재 시편의 미세조직과 기계적 특성 연구를 수행하였다. 적층한 시편의 미세조직을 관찰하고 기계적 특성 결과를 측정하였다. 이 결과로 미세조직과 기계적 특성의 상관관계를 분석할 수 있었다.

후기

This study has been conducted with the support of the Korea Institute of Industrial Technology as "Development of intelligent root technology with add-on modules(KITECH H EO-23-0007)"

참고문헌

- Jang, J. H., "Application of Direct Laser Melting to Restore Damaged Steel Dies", Met. Mater. Int., Vol. 17, No. 1, pp. 167-174, 2011.

Co 첨가가 니켈기 초내열합금의 미세조직 및 기계적 특성에 미치는 영향

Effect of Co Addition on Microstructure and Mechanical Properties of Ni-based Superalloy

*한수빈¹, 장진석¹, 조용재¹, 최창영¹, 정유현¹, 김용문¹, 박동용¹, #송혜진¹

*S. B. Han, J. S. Jang, Y. J. Cho, C. Y. Choi, Y. H. Jung, Y. M. Kim, H. J. Lee, D. Y. Park,

#H. J. Song(shyejin@kitech.re.kr)

¹한국생산기술연구원

Key words : Ni-based Superalloy, Heat treatment, Cobalt, Tensile properties

1. 서론

니켈기 초내열합금은 고온에서도 높은 강도, 내식성 및 피로 특성 등 우수한 기계적 특성으로 인해 항공기 엔진 및 가스 터빈 등 다양한 고온 응용 분야에 사용되는 재료이다. 그 중 가스 터빈의 고온부에 사용되는 blades 및 nozzle guide vanes의 주요 생산 공정은 주조 방법으로 최근까지도 니켈기 초내열합금에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

2. 실험 방법

본 연구에서 사용된 니켈기 초내열합금은 Ni-22Cr-14W-2Mo-Co-0.5Mn-0.4Si-0.25Nb-0.3Al-0.1Ti-1.9Fe-0.1C(wt.%) 성분으로, 합금원소 Co의 영향을 알아보기 위해 Co를 다양한 함량으로 첨가한 후 주조 방식으로 시편을 제작하였다. 제작된 시편은 적절한 온도에서 열처리를 진행한 후 OM, EDS 및 EBSD 등으로 미세조직을 분석하였고, 경도 및 인장시험을 이용하여 물성을 평가하였다. 따라서 합금원소 Co의 첨가 및 열처리로 인해 변화한 미세조직이 기계적 성질과 어떠한 상관관계가 있는지에 대해 분석하였다.

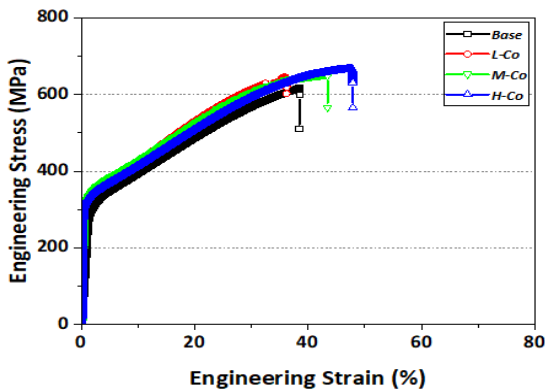


Fig. 1 Tensile test results of four specimens

3. 미세조직 및 기계적 특성

주조 방식으로 제작된 시편은 plate-type의 인장시편 (gage length: 30mm, width: 6mm, thickness: 3mm)으로 가공한 후 인장시험을 진행하였다. 분석 결과 Co를 첨가하게 되면 항복강도는 일정 수준까지 증가하는 것을 확인하였고, 인장강도 및 연신율은 Co 함량이 증가함에 따라 증가하는 것을 확인하였다. 인장시험 결과는 다음과 같다.

이후 향상된 인장 특성에 대해 분석하기 위해 미세조직을 확인하였고, 광학현미경 분석 결과 열처리를 진행하지 않은 시편은 모두 주조재의 특징인 dendrite 구조가 전체적으로 형성되어 있는 것을 확인하였다. 이러한 시편들을 적절한 온도에서 열처리를 진행하게 되면 기계적 특성뿐만 아니라 미세조직 또한 크게 변화시킬 수 있기 때문에 추후 다양한 실험 방법을 통해 미세조직과 기계적 특성의 상관관계에 대해 분석할 예정이다.

4. 결론

본 연구를 통해서 니켈기 초내열합금에 합금원소 Co를 다양한 함량으로 첨가한 후 적절한 온도에서 열처리를 진행하게 되면 미세조직이 변화하고, 기계적 특성에도 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다.

후기

본 논문은 한국생산기술연구원 기본사업 "비전 시스템 AI 플랫폼 개발 및 적용(1/3) (KITECH JA-23-0007)"의 지원으로 수행한 연구입니다.

탄성 다물체 동역학 해석을 이용한 라티스 붐 구조의 경량화에 관한 연구

Study on Lightweight Design of Lattice Boom Structures Through Flexible Multibody Dynamics Analysis

*정지수¹, 박상욱¹, 김병학¹, 원홍인¹, #장진석¹

*J. S. Jeong¹, S. W. Park¹, B. H. Kim¹, H. I. Won¹, #J. S. Jang(jsjang@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원

Key words : Crawler crane, Lattice boom, Optimize simulation, Multi-body dynamics

1. 서론

건설산업 및 산업현장의 안전이슈 증가로 안전기능이 포함된 지능형 크롤러 크레인의 필요성이 증가하고 있다. 이에 국산화 기술을 개발하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 지능형 크롤러 크레인의 안전 알고리즘 개발을 위해 다양한 시나리오에 대한 동특성 분석이 필요하다. 크레인 작업 특성상 붐 구조의 거동에 따라 전체 무게 중심의 변화가 생기고 작업 반경 및 성능에 지배적인 영향을 끼친다.

본 연구에서는 기존 크롤러 크레인의 탄성 다물체 동역학 모델을 구축하고 다양한 시나리오에서의 응력 해석을 바탕으로 붐 구조의 경량화 시뮬레이션을 수행하였다.

2. 크레인 다물체 동역학 모델링

크롤러 크레인 동작 상황 중 라티스 붐 구조의 안정성을 확인하기 위해 RecurDyn software를 이용하여 탄성 다물체 동역학 모델을 구축하였다. 경량화 시뮬레이션을 위해 붐을 구성하는 각 파이프의 직경 및 두께를 변수로 지정하여 탄성체 빔으로 모델링하였다. 각 빔 간은 이웃한 부분의 노드를 RBE2로 경계조건을 정의하고 빔과 강체 사이에는 조건에 따라 RBE3 및 bushing 요소로 구속 조건을 정의하였다.

3. 라티스 붐 경량화 시뮬레이션

작업 시나리오에 따른 라티스 붐의 구조적 안정성을 확인하기 위해 인양 시뮬레이션을 수행하였다. 무게 중심 위치 변화에 따른 영향을 고려하여 붐의 각도를 80도(기준), 55도, 30도로 설정하고 KS B ISO 4301 규격에 따라 인양하중을 부가하여 붐 다운 및 인양 시 발생하는 응력을 산출하였다. 기존 붐은 직경과 두께가 다른 3종류의 파이프로 구성되어 있고 각각의 두께를 설계 인자로 지정하여 경량화 시뮬레이션을 진행하였다.¹⁾

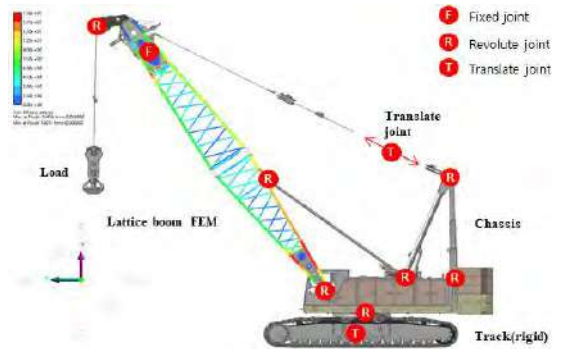


Fig. 1 150Ton crawler crane MFB model

각 두께를 최대 75%까지 감소시키며 가능한 조합을 DOE를 통해 시뮬레이션하고 각 종류의 빔에서 발생하는 최대 응력을 비교하였다.

4. 결론

라티스 붐 구조의 경량화 시뮬레이션 결과 각 파이프의 두께를 30%까지 줄였을 때 최대 응력이 5% 증가하였고 허용 하중을 넘지 않았다. 전후면 파이프의 두께 변화가 라티스 붐이 받는 최대 하중에 가장 큰 영향을 미쳤으며 측면 파이프의 두께 변화는 상대적으로 영향이 적게 나타났다.

후기

이 연구는 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원 (KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(20018288)

참고문헌

- Kim, H. J., Kim, J. H., Park, S. H., Choi, S. Y., Huh S. C., "A Study on the optimal design of lattice boom crane for offshore plant", J. of KSIC, Vol. 22, No. 6, pp. 757-765, 2019.

머시닝 센터의 절삭 공구에 따른 구조 진동 특성 추정 기술 개발 Development of Structural Vibration Characterization Technology Based on Cutting Tools in Machining Centers

*김지욱¹, 하진수¹, 정지수¹, #장진석¹

*J. W. Kim¹, J. S. Ha¹, J. S. Jeong¹, #J. S. Jang(jsjang@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹

Key words : Machining center, Stability lobe diagram, Structure synthesis, Receptance coupling, Tap test

1. 서론

절삭 공정 시 머시닝 센터(Machining center)에는 다양한 절삭 공구가 사용된다. 절삭 공구에 따라 머시닝 센터의 동특성과 가공 안정성을 나타내는 채터 안정성 선도(Stability lobe diagram)의 특성이 변하게 된다. 다양한 절삭 공구에 대한 동특성 분석을 위해 진동 실험을 수행하고 동특성을 구하는 것은 매우 비효율적이다. 머시닝 센터에 사용되는 공구에 대한 동특성을 효율적으로 제공하기 위해 부분 구조 합성법이 제시되었다. 부분 구조 합성법은 각각의 부품들의 특성으로부터 전체 구조물의 특성을 예측하는 방법으로 모달 또는 주파수 응답 함수(Frequency response function)를 사용하여 추정할 수 있다. FRF를 이용하는 부분 구조 합성법 중 RCSA(Receptance coupling substructure analysis)는 가공 장비와 공구의 구조 합성법에 가장 널리 사용되고 있다. 대부분의 연구에서는 CAE를 활용한 RCSA가 수행되고 있으며, 본 연구에서는 receptance FRF를 사용하여 절삭 공구와 머시닝 센터에 대한 진동 실험을 통한 새로운 합성 방법과 채터 안정성 선도에 대한 분석을 수행하였다.

2. 이론적 배경

각 컴포넌트 및 어셈블 상태는 Fig. 1과 같으며 각각의 receptance matrix는 식 (1)과 같다. Equilibrium 및 compatibility 조건을 이용하여 RCSA를 수행한 어셈블 상태의 receptance matrix는 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} h_{ij} & l_{ij} \\ n_{ij} & p_{ij} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_i/f_j & x_i/m_j \\ \theta_i/f_j & \theta_i/m_j \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$G_{11} = R_{11} - R_{12}(R_{22} + R_{33})^{-1}R_{21} = \begin{bmatrix} H_{11} & L_{11} \\ N_{11} & P_{11} \end{bmatrix} \quad (2)$$

3. 부분 구조 합성법을 위한 진동 실험

머시닝 센터와 공구에 대한 RCSA를 위해 각 컴포넌트에 대해 진동 실험을 수행하였으며, Fig. 2와 같다. RCSA의 정확성을 위해 새롭게 제안된 회전 FRF 추정 방식을 사용하여 RCSA의 정확성을 향상시켰다.

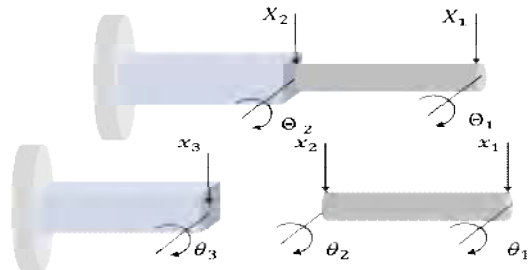


Fig. 1 Receptance description: assembled and components systems(2DOF)



Fig. 2 Tap test of machining center and tool for RCSA

4. 결론

머시닝 센터와 가공 공구에 대한 RCSA분석을 위해 실험적인 방법으로 회전 FRF를 추정하고 결합 정확성을 향상시켰다.

후기

본 연구는 한국생산기술연구원 융복합생산고도화 기술 개발 사업 “DNA 플랫폼 기반 자율 제조 기술 (KITECH EH-23-0006)”의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

치과용 인상재 디스펜서 압출 하중 및 적정 가압 속도 분석

The Analysis of Extrusion Load and Speed for Dental Impression Material Dispenser

*황지민¹, 박상욱¹, 정명식¹, 정지수¹, 윤석훈¹, #장진석¹

*J. M. Hwang¹, S. W. Park¹, M. S. Jeong¹, J. S. Jeong¹, S. H. Youn¹,

#J. S. Jang(jsjang@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹

Key words : Dental impression materials, Dispenser, Extrusion load, Extrusion speed

1. 서론

치과용 인상재 디스펜서는 치과 치료에서 구강조직의 복제물을 위한 음형을 제작하는 과정인 인상채득을 위해 사용하는 장비로서, 인상재와 경화제를 혼합하여 인상을 채득하려는 부위에 고르게 주입하기 위한 목적으로 사용된다. 최근에는 재료의 혼합 과정에서 기포 유입이 적고 재료 소모가 적은 자동 혼합 시스템이 많이 사용되고 있으나¹⁾, 이 때 인상재가 믹싱 팁을 통해 배출되도록 카트리지에 가하는 하중과 가압속도에 대한 적절한 기준이 없어 피스톤을 움직이는 구동 모터의 과도설계가 이루어지고 있다.

이에 본 연구는 치과용 인상재 디스펜서의 압출 하중 분석 및 적정 가압 속도에 대한 연구를 수행하였다.

2. 압출 하중 및 적정 가압 속도 실험

인상재가 일정한 속도로 압출될 때 푸시로드가 카트리지에 가하는 하중을 측정하기 위해 제작된 하중 분석 테스트 시스템을 Fig. 1에 나타내었다. 서보모터는 일정 속도로 회전하며 리니어 액추에이터에 동력을 전달하고, 로드셀이 장착된 마운트가 이동하면서 푸시로드와 접촉하여 카트리지에 하중을 가하게 된다.

본 연구에서는 2가지 종류의 부가중합형 폴리비닐 실리콘 인상재 Light body, Tray hard를 사용하여 실험을 진행하였다. 리니어 액추에이터의 이동 속도는 실제 자동식 디스펜서의 피스톤 이동 속도와 같은 1mm/s로 고정하였고, 토출부의 믹싱 모터는 on, off 2가지 경우로 나누어 진행하였다. Light body 인상재의 경우

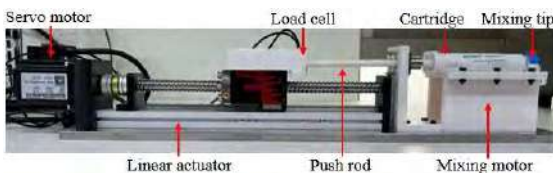


Fig. 1 Load analysis test system

Intra oral-tip의 장착 유무를 실험 조건에 추가하였다. 반복 실험을 통해 실험의 재현성을 확보하였고, 각각의 경우에 로드셀에서 측정되는 하중을 비교하였다.

또한 직경이 매우 작은 Intra oral-tip 사용 시 카트리지에 적정 가압 속도 분석을 위해 서보모터의 속도를 제어하여 0.3-0.8mm/s로 가압할 경우 압출되는 인상재의 궤적을 촬영하였고, Fig. 2는 해당 실험 사진이다. 그 후 이미지 분석을 통해 적정 가압 속도를 도출하였다.

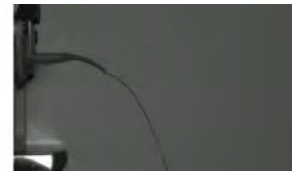


Fig. 2 Trajectory of extruded impression material

3. 결론

본 연구에서는 인상재의 종류에 따른 압출 하중과 Intra oral-tip 사용 시 적정 가압 속도를 도출하였다.

이 결과를 바탕으로 향후, 기구부의 하중 전달 메커니즘에 적용하여 구동 모터, 배터리 등의 사양 선정 및 경량화 설계에 활용할 수 있다.

후기

본 연구는 한국생산기술연구원 뿌리산업 경쟁력강화 기술지원 사업(KITECH IL-23-0002) 및 DNA 플랫폼 기반 자율제조 기술(KITECH EH-23-0006)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Choi, T. S., Jeong, Y. H., Lee, Y. R., Song, H. J., Park, Y. J., "Tensile Strengths and Rheological Properties of Commercial Addition Polymerization Silicone Rubber Impression Materials", Korean Journal of Dental Materials, Vol. 36, No. 3, pp. 223-230, 2009.

낙하산 하네스 퀵 핏의 열간 단조 공정 개선에 관한 연구

Study on Improving the Hot Forging Process of Parachute Harness Quick Fit

*김정근¹, 김동을², 권성욱³, 고대철⁴, 이성윤¹, 송혜진¹, 하진수¹, #장진석¹

*J. G. Kim¹, D. Y. Kim², S. U. Kwon³, D. C. Ko⁴, S. Y. Lee¹, H. J. Song¹, J. S. Ha¹, #J. S. Jang(jsjang@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원, ²경북자동차임베디드연구원, ³대성단조, ⁴부산대학교 나노메카트로닉스공학과

Key words : Parachute harness quick fit, Hot forging, Finite element analysis

1. 서론

퀵 핏은 낙하산 하네스를 빠르게 착용하고 해제할 수 있도록 도와주고 일반적으로 버클의 형태로 제작된다. 퀵 핏은 생명과도 직결된 부품이기 때문에 고강도 소재를 사용하며 소성가공의 단조 공정으로 제작된다. 고강도 소재의 소성가공을 위해 고온에서의 성형 공정인 열간 단조 공정을 적용한다.

본 연구에서는 유한요소 해석을 통한 퀵 핏의 열간 단조 해석을 수행하였다.¹⁾ 소재의 가열, 공랭, 단조 등의 공정해석을 통해 봉 형상 소재가 직경 감소에 따른 충진을 분석하고자 한다.

소재의 직경을 변수로 지정할 때 표면적의 변화로 소재의 온도가 달라질 수 있다. 이는 소재의 항복 응력과 금형 하중에 영향을 주므로 기존 직경의 소재와 감소시킨 소재의 온도변화 및 금형 하중을 함께 비교 분석한다.

2. 소재 직경에 따른 분석

Fig. 1은 퀵 핏 소재의 형태와 단조 금형을 나타낸다. 소재의 원재료는 고강도의 합금강인 SCM 440을 사용하였다. 공정해석 조건은 Table 1과 같다. 해석을 위한 요소의 크기는 1mm이다.

소재의 직경을 32mm에서 1mm 단위로 감소시켜 가며 충진을 만족하는 직경을 도출하였고 소재의 열전달과 금형의 하중을 비교 분석하였다.

소재의 가열, 공랭, 단조 등의 공정에서 소재의 직경 감소에 따른 온도변화를 비교 분석한 결과, 32mm 직경보다 감소시킨 직경의 소재에서 많은 열 손실이 발생하였다. 직경 감소와 그에 따른 열 손실이 발생한 소재의 금형 하중을 분석한 결과, 32mm 직경의 기존 소재보다 금형 하중이 감소하였다.

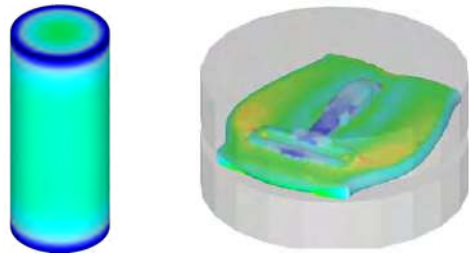


Fig. 1 Materials and molds for harness quick fit

Table 1 Forging system analysis conditions

Conditions	Value	Conditions	Value
Material temperature	900 °C	SPM (Stroke Per Minute)	90
Molds temperature	400 °C	Friction coefficient	0.3
Stroke	220 mm	Heat transfer coefficient	5 N/sec/mm ² °C

3. 결론

본 연구는 유한요소해석을 통해 열간 단조 공정에서 충진을 만족하는 소재의 직경을 분석하였다. 기존 직경보다 감소한 소재로도 충진을 만족하는 것을 알 수 있었다. 그리고 금형 하중의 감소로 금형 내구성 확보와 금형 수명이 연장될 것으로 예상된다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부의 구매조건부신제품개발사업(S3345198) 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Y.T. Cho, "Forging Analysis for Hot Axial Forging of Sub-shift Drive Shaft with Agricultural Machinery Transmission" J.of KSMTE, Vol. 30, No. 3, pp. 197-202, 2021.

구두발표

특별세션 OS21

좌장 : 조지승(대구기계부품연구원)

OS21-1

OS21-2

OS21-3

OS21-4

배송 로봇용 3D프린팅 기반 내장형 안테나

3D-Printed Embedded Antenna for Delivery Robot

*이승기¹, 김형준², 손창우², #김현덕³

*S. K. Lee¹, H. J. Kim², C. W. Son², #H. D. Kim(hdkim@knu.ac.kr)³
¹경북대학교 첨단정보통신융합산업기술원, ²(주)베이리스, ³경북대학교 전자공학부

Key words : Antenna, 3D Printing, Embedded Circuit, Delivery Robot

1. 연구 배경

로봇 제어를 위해서는 다양한 통신 모듈이 필요하고, 움직이는 로봇에 장착되는 통신모듈의 소형화는 로봇 개발 과정에서 매우 중요한 기술적 난제다. 최근 집적회로 및 전자소자 기술의 발전으로 초소형 통신 모듈이 개발되고 있지만, 통신모듈에 반드시 사용해야 하는 안테나는 물리적 크기를 줄이는데 한계가 있다. 즉, 안테나 크기는 동작 주파수(파장)에 의해 결정되므로 주파수가 낮을수록 안테나의 크기가 증가하게 되고, 임의로 안테나의 크기를 줄이면 성능이 떨어지는 문제가 있다.

2. 구현 및 실험

본 논문에서는 통신용 모듈의 케이스에 안테나를 내장하여 전체 모듈의 크기를 줄이면서도 우수한 성능을 제공하는 방법을 제안한다. 특히, 3D 프린팅 기술을 이용하여 케이스를 제작하고, 제작 중간에 안테나를 구성하기 위한 전선을 내장하는 방법으로 구현함으로써 안테나가 외부에 노출되지 않는 방법을 사용하였다. 이러한 방법은 단순히 회로의 보호 또는 지지하는 역할로 사용되는 통신모듈을 케이스를 안테나를 위한 공간으로 활용함으로써 안테나를 위한 별도의 공간을 확보하지 않아도 되도록 한다.

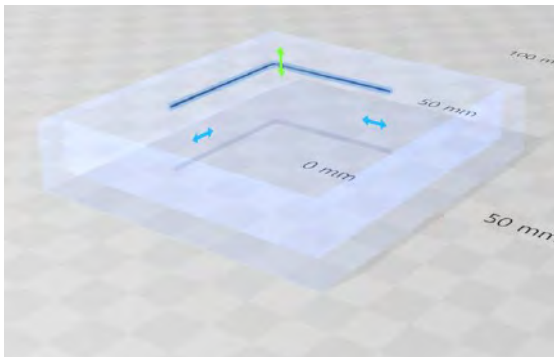


Fig. 1 Configuration of the Embedded Antenna

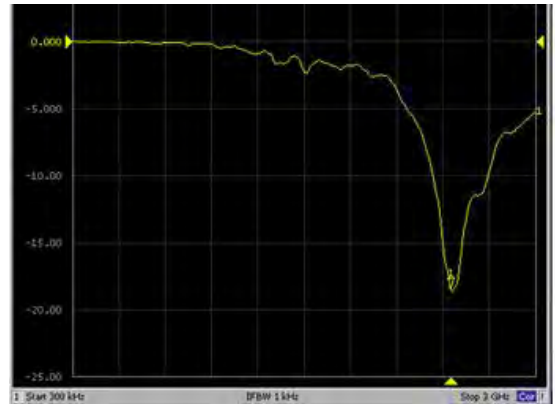


Fig. 2 Frequency respons of eh 3D-printed antenna

Fig. 2는 필라멘터로 PLA(Poly Lactic Acid)를 사용하고 제안된 방법으로 케이스에 실장한 안테나를 제작한 후, 측정한 그 주파수 응답이다. 목표 주파수인 2.45GHz에서 반사손실이 18dB가 넘는 우수한 성능을 보였다.

3. 결론

배달 로봇용 통신모듈을 소형화하기 위해 3D프린팅 기술을 이용하여 케이스 내장형 안테나를 구현하는 방법을 제안하였는데, 저가의 도체를 사용하므로 경제적인 뿐만 아니라 긴 도체 길이로 인해 우수한 주파수 특성을 나타냄을 실험을 통해 확인하였다.

후기

본 연구는 대구기계부품연구원의 ‘2023년 로봇산업 가치사슬 확장 및 상생시스템 구축사업’의 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

- I. C. Choi, Secure Home-Care System Using Contactless and Unobtrusive Sensors, KNU Theis, 2021.

채혈없는 비침습 혈당계와 연동하는 의료 융합형 서비스 로봇 개발

Development of a Medical Convergence Service Robot Linked to a Non-Invasive Blood Glucose Meter without Blood Collection

*김효진¹, #박재홍²

*H. J. Kim(khjina@isollab.com)¹, #J. H. Park(189570@bohun.or.kr)²

¹(주)아이솔, ²대구 보훈병원

Key words : Non-invasive, blood glucose meter, Medical convergence service robot, Elderly living alone

1. 서론

노인인구 증가, 의료비 부담 증가 등의 사회·경제적 요인으로 돌봄 로봇 시장이 빠르게 성장하고 있습니다. 2025년에 20% 이상의 초고령 사회에 진입하고, 고령 1인 가구가 33.7%에 이르러 의료 지원 부족과 고독사 등의 문제를 낳고 있어 독거 노인에게 직접적인 안전과 편안함을 주는 의료융합형 돌봄 로봇 서비스 확대가 필요한 상황입니다.

2. 연구 개요

노년기의 만성질환인 당뇨병을 고통없이 관리할 수 있는 서비스를 킬러 어플리케이션으로 탑재한 의료융합형 돌봄 서비스 로봇을 통해 비침습 혈당관리와 투약관리 서비스, 영상통화 서비스, 긴급 구조 서비스, 음악 제공 서비스와 Chat GPT와 같은 대화 제공 서비스 등을 제공하는 건강·정서 관리 기능을 제공하고, 인간과 친밀한 관계를 유지할 수 있는 로봇을 제작하여 가속화되는 고령 인구 시대의 문제점을 해결하고자 합니다.

3. 연구 방법

채혈없이 혈당을 관리하는 비침습 혈당계는 인공지능 기술과 근적외선 분광 기술을 접목하여 보훈병원에서 수집한 혈당 데이터를 학습한 인공지능 혈당측정기로 의료 융합형 돌봄 서비스 로봇과 무선통신을 통해 상시 혈당 관리를 하고, 관리된 데이터는 병원과

지인에게 정보를 제공합니다. 서비스로봇은 음성인식과 서비스 화면 터치를 통한 구동 인터페이스를 제공하고, 라이다와 3D Depth 카메라를 이용한 자율주행을 수행합니다.



Fig. 1 비침습 혈당계 / 서비스 로봇 디자인

4. 결론

비침습 혈당계는 노인들의 만성질환인 혈당 관리를 채혈의 고통없이 수행하는 기능으로 의료 융합형 서비스 로봇의 핵심기술로 서비스 로봇의 활용도가 높아질 수 있는 킬러 어플리케이션이 되어 대중화가 가능할 것으로 판단됩니다.

후기

이 논문은 2023년도 대구광역시 지원으로 (재)대구 기계부품연구원의 지원을 받아 수행된 로봇산업 가치사슬 확장 및 상생시스템 구축사업입니다.

Table 1 The specification of Service Robot

항목	사양 및 방식
로봇 크기/무게	330 * 235 * 200 mm / 8.5 kg
최대속도	0.65m/s
등판 각도	slope 5°
자율 주행	Lidar / Visual Slam
구동 인터페이스	음성 인식, 화면 터치

도심 전역 배송을 위한 정밀 GPS기반 자율주행 배송로봇 개발 Development of a Precise GPS-Based Autonomous Delivery Robot for Delivery Throughout the City

*이헌중¹, #이종현², 김병우³
*H. J. LEE¹, #J. H. LEE², #B. W. KIM³
¹(주) 대동모빌리티, ²(주) 도구공간

Key words : Delivery Robot, Autonomous Robot, Robot GPS

1. 서론

COVID-19로 인해 e-커머스 시장의 폭발적인 증가와 음식 배달 등의 수요 증가로 국내 배송시장의 패러다임이 변하고 이에 따른 문제점 발생하고 있다.

국민 1인당 택배 이용 횟수는 ‘20년(65.1회)’22년(80.2회)로 약 23%증가 하였으며, 음식배달도 1주일간 2.8회 정도 증가하고 있는 추세인 반면 배송 물량 증가에 따른 배송 지연과 높아지는 배달 비용으로 서비스 불만 등의 문제점 발생하고 있다.

도심 전역의 소형 배송 모빌리티 보급을 통해 배송 지연과 배송비의 효과적인 절감을 목표 개발

2. 도심 전역 배송을 위한 정밀 GPS기반 자율주행 배송로봇 개발

실외 배송 환경에 적합한 자율 배송 모빌리티 핵심 부품/ 새시 플랫폼 개발을 위해 새시 플랫폼 통합 기술 개발 및 신뢰성 확보와 평가 기술 개발



Fig. 1 배송로봇 시스템 개략도

무인 자율주행을 지원하는 실외 환경 판단 자율 주행 기술 개발을 위해 영상, IMU, LiDar 등 복합 센서 융합 기술 기반 환경 변화를 고려한 위치 인식 기술과 실시간 보행자 검출 및 안전 시스템 확보 및 자율 배송 모빌리티의 지능형 통합 관제 시스템 개발 및 서비스 실증을 위한 원격 관제 소프트웨어 개발과 자율 주행 시스템 고도화 개발

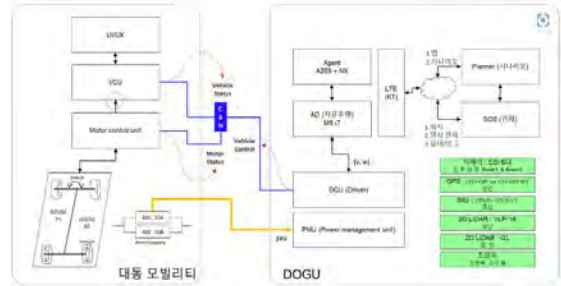


Fig. 2 자율주행 기술 로직

3. 결론

로봇은 안전을 위해 사람보다 느리게 주행 가능하도록 설계하고 음성을 안내로 보행 중인 사람이 방해받지 않고 거부감이 없게 시스템을 구성하고 목적지에 정시에 정확하게 배송을 할 수 있도록 제작

후기

1차년도 MVP(Minimum Viable Product)제작을 통해 가능성을 확인하고 2차년도에 목표 성능 도달에 노력할 계획임.

참고문헌

- Roriz, R.; Cabral, J.; Gomes, T. Automotive LiDAR technology: A survey. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 2021, 23, 6282–6297.
- Li, Y.; Duthon, P.; Colomb, M.; Ibanez-Guzman, J. What happens for a ToF LiDAR in fog? IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 2020, 22, 6670–6681

이 성과(논문)는 2023년도 대구광역시 재원으로 (재)대구기계부품연구원의 지원을 받아 수행된 로봇 산업 가치사슬 확장 및 상생시스템 구축사업의 연구 결과입니다.

딥러닝 인공지능망 기반 객체 추적 로봇 개발

Development of Deep Learning-based Object Chasing Mobile Robot

*김남혁¹, #이재환²

*N. H. Kim(nhkim@optimus-sys.com)¹, #J. H. Lee(jhlee@optimus-sys.com)²

¹옵티머스시스템(주), ²옵티머스시스템(주)

Key words : AMR, Computer Vision, Security, CNN

1. 서론

자율이동로봇(Autonomous Mobile Robot, AMR)과 관련된 무인 자동화 기술의 활용할 경우 인력 사용에 대한 비용을 크게 감소시킬 수 있으며, 생산 공정 간소화를 통한 비용을 절감할 수 있어 다양한 산업에서 높은 성장 잠재력을 가지고 있다. 특히 야간 근무를 포함한 위험한 근무환경으로부터 작업자의 보호가 가능하고, 단조롭고 중요성이 낮은 일상 반복 작업서도 AMR을 활용하면 작업환경이 개선되어 양질의 인력을 확보하는 데도 큰 도움이 된다.

최근 엣지 컴퓨팅 디바이스의 빠른 발전을 통해, 저전력으로 NPU 및 GPU 등을 활용한 인공지능 계산의 속도를 충분히 확보할 수 있게 되었다. 따라서 다양한 인공지능 신경망을 활용한 기능들을 디바이스에 임베드시키고, 적절한 배터리 팩과 함께 모듈화하여 AMR에 장착할 경우 활용 목적에 따른 AMR의 기능 전환과 동시에 전력 확보와 관련된 문제 해결이 가능해 진다.

본 발표에서는 인공지능 신경망을 통한 객체 추적 및 AMR에 장착을 통한 움직임 제어가 가능한 컴퓨터 비전 모듈을 제작하고 기능을 검증하였다.

2. 구성

컴퓨터 비전 모듈은 우분투 서버를 OS로 하는 라즈베리파이 4B를 사용하여 제작되었으며, 1개의 RGB 카메라를 통한 컬러이미지 획득, 단색 스테레오 카메라를 활용하여 거리를 파악할 수 있도록 이미지를 획득하였다. 물체의 인식 및 3차원 위치의 신속한 확보를 위해 라즈베리파이 대신 충분한 계산력을 지닌 Intel 사의 VPU (Movidius Myriad)를 활용하여 인공지능 신경망 계산을 수행하였다. 계산된 결과는 로봇제어 장치와 손쉽게 통신할 수 있는 ROS (Robot Operating System)을 활용하여 실시간으로 AMR에 전달될 수 있도록 구성하였다.

3. 결과 및 토의

Fig 1에서 볼 수 있듯이 RGB 카메라를 통해 획득한



Fig. 1 Object(person) tracking(left). Real time publication of three dimensional position of object(person).

이미지상에서 인공지능신경망(SSD MobileNet)을 활용하여 객체(사람)를 인식하고, 인식된 객체(사람)의 이미지 내 좌표와 스테레오 카메라에서 획득된 이미지를 정렬하여 객체(사람)의 3차원 상대적 위치 정보를 획득하였다. 평면상의 위치(spatial_x, spatial_y)는 인식된 상자 중앙부를 기준으로 지정하였으며, 상자 내부 중앙부 80% 영역의 평균 거리를 계산하여 카메라와 객체의 거리(spatial_z)를 실시간으로 산출하였다. 이렇게 획득된 객체의 3차원 위치 정보를 ROS 토픽에 발행하여 다른 움직임 제어 장비에서 손쉽게 정보를 전달할 수 있도록 하였다. 따라서, 객체(사람)의 위치를 측정하고 위치 정보를 활용한 AMR의 적절한 제어(추적 및 경고)가 가능할 경우 중요 시설물의 무인 경비 및 보안에 활용이 가능할 것으로 기대된다.

후기

이 성과(논문)는 2023년도 대구광역시의 재원으로 (재)대구기계부품연구원의 지원을 받아 수행된 로봇산업 가치사슬 확장 및 상생시스템 구축사업의 연구결과입니다.

참고문헌

1. TechNavio, Global Autonomous Mobile Robot Market, 2018.
2. Autonomous Mobile Robot Technology and Use Cases, <https://www.intel.com/content/www/us/en/robotics/autonomous-mobile-robots/overview.html>

구두발표

특별세션 OS22

좌장 : 이인환(충북대학교)

OS22-1

OS22-2

OS22-3

OS22-4

OS22-5

OS22-6

OS22-7

OS22-8

박막형 및 폴리머 재료의 전기·기계적 특성 측정용 멀티 계측기 제작

Fabrication of Multi-tester for Analysis of Electro-Mechanical Characterization of Thin-film and Polymeric Materials

*이지홍¹, #김건휘¹

*J. H. Lee¹, #G. H. Kim(geonhwee.kim@chungbuk.ac.kr)¹

¹충북대학교 기계공학부

Key words : Multi-tester, Sensing, AM(Additive Manufacturing)

1. 서론

계측기는 사물의 각종 요소 및 변화 상태를 측정해 직접 눈으로 읽을 수 있게 시각화하거나 전기 신호로 출력한다. 따라서 계측기는 제품의 신뢰도, 성능, 수명 및 제품의 안전성 등을 보증하기 위한 성능 평가를 위해 필수적이다. 하지만 측정자가 원하는 측정 요소에 따라 각각의 측정 장비를 별도로 구비 해야 한다. 하지만 현재 상용되는 측정 장비는 규격이 크고, 가격도 비싸서 모든 측정 장비를 구비 하기엔 제약이 있다. 또한 상용되는 계측기는 필름이나 폴리머 재질의 물질처럼 얇고, 쉽게 찢어지는 물체의 특성을 측정하는데 어려움이 있다. 따라서, 본 연구에서는 Twisting, Peeling, Strain, Bending 등의 물리적 변화에 따른 제품의 전기적, 기계적 성능 평가가 단일 기기에서 수행 가능한 계측기를 제작하였다. 각각의 요소들을 모듈화하였으며, 사용자의 필요에 따라 모듈을 교체하여 측정이 가능하도록 하였다.

2. 본론

본 계측기 구동의 핵심 부품으로는 리니어 액추에이터, 로드셀, PCB, 슬라이드, 바디(Body) 등이 있다. 리니어 액추에이터와 레일을 결합해 시편의 상하 움직임과 계측이 동시 가능하게 하였다. 리니어 액추에이터의 상하 움직임을 이용해 Strain과 Bending test 조건을 구현하였고, 슬라이드와 하부 시편 지그를 결합해 90° Peeling test 조건을 구현하였다. Twisting test 는 상부 모터의 회전으로 구현하였다. 계측기의 부품 대부분의 경우, 3D 프린팅 기술을 활용해 자체 제작하였다. 하지만 하중이 많이 들어가는 부분인 지그 부분과 메인 구동부인 리니어 액추에이터에 부착되는 Arm 부품은 3D프린터로 제작할 시 하중이 가해질 경우 변형이 일어나 부정확한 측정값을 측정할 수 있어 상대적으로 강한 알루미늄 소재로 제작하였다.

부품의 전체적인 설계는 INVENTOR를 활용하였으며, 시작품 제작을 위해 FDM 및 SLA 방식의 3D

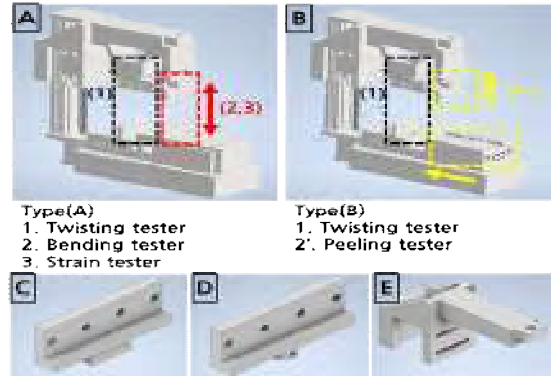


Fig 1. Multi-tester setup (A). Twisting, Bending and Strain tester. Multi-tester setup (B). Drawing of Twisting and Peeling tester. Part to be made of Aluminum (C), (D) Zig part, (E) Arm part

Printing machine으로 부품들을 출력하였고, 알루미늄 소재는 CNC 밀링을 통해 제작하였다.

3. 결론

본 연구에서는 Twisting, Peeling, Strain, Bending의 여러 타입의 시험이 가능한 계측기를 설계 및 제작하였다. 본 Multi-Tester는 상용 계측기보다 작은 스케일로 제작되며, 계측 시 공간적 제약을 받지 않는다. 또한 각각의 측정요소를 모듈화하고, 탈부착 하기 쉽게 만들어 숙련자가 아닌 초기 사용자도 쉽게 측정이 가능하도록 하였다. 또한 기존의 계측기로는 측정하기 힘든 필름이나 폴리머 재질의 물질 또한 측정할 수 있으므로 기존의 계측기보다 활용의 용이성이 크다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.NRF-2022R1G1A1007757). 이 성과는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2021R1A4A1033141).

금속 적층제조 공정의 자동화 시스템 구성을 위한 기초 연구

Basic Research for the Setup of an Automated System in the Metal Additive Manufacturing Process

*전종호¹, #조정호¹, 김한솔¹, 이상민¹, 강지석¹

*Jongho Jeon¹, #Jungho Cho(junghocho@cbnu.ac.kr)²

¹충북대학교 기계공학부

Key words : Additive Manufacturing, WAAM, Automation System

Abstract

제조 산업에서 총 생산 시간 단축과 완성품의 부품 절감 효과와 같은 친환경적인 측면 등으로 인해 고분자, 금속 등 다양한 소재의 적층제조공정(Additive Manufacturing, AM)에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 금속의 경우 소재를 용융시키는 열원과 적층 소재 형태로 분류된다. 열원으로는 레이저와 아크 플라즈마 등이 있고, 소재는 분말과 선재 등이 있다. 레이저 열원을 사용하는 금속 AM인 선택적레이저소결(Selective Laser Sintering, SLS)과 분말베드용융(Powder Bed Fusion, PBF) 방식 등은 자동화 시스템을 통해 완성품을 생산하고 있다. 반면, 레이저 열원에 비해 생산속도가 높은 것으로 알려진 아크 열원과 금속 선재를 사용하는 선재아크적층제조공정(Wire Arc Additive Manufacturing, WAAM)은 공정의 전반적인 기초 연구인 미시적인 분석, 기계적 특성 분석이 전부인 실정이다. 본 연구에서는 WAAM 자동화 시스템 개발을 위한 기초연구로 제조 산업에서 경량화를 위해 널리 사용되는 알루미늄 소재를 사용한 WAAM 공정 기술을 적용하였다. 이를 위해 HA006B 6축 로봇(Hyundai Robotics)과 냉간금속이행(Cold Metal Transfer, CMT)모드의 용접기 TPS-400i(Fronius)가 사용되었고, 적층을 위한 용접공정 변수는 기초실험을 통해 기확정 하였다. 시스템 구성을 위해 고분자계열 3D 프린터에서 착안한 적층경로를 적용하였고, 이를 바탕으로 다층 형상에 대해 적층을 수행하였다.

후기

본 연구는 2023년도 과학기술정보통신부 및 한국연구재단 연구비지원에 의한 연구(기능성 다중재료 적층제조 혁신공정 연구실, 1711185048, 2021R1A4A1033141), (가변극성 아크 용접을 이용한 금속 적층 제조 기술 개발, 1711189274, 2021R1F1A1064238)와 2023년도 산업통상자원부 및

산업기술평가관리원(KEIT) 연구비지원에 의한 연구(780MPa급 이상 초고강도 소재 적용 전기자동차 샤시 및 300MPa급 이상 알루미늄 배터리카이스 용접을 위한 요소 공정해석기술 개발 및 제품화 실증, 1415185590, 20022438), (실시간 압력 편차 감지 일체형 고하중용 자성유체 진공설 부품개발 및 제품화 실증, 1415186951, 20015926) 및 2023년도 중소벤처기업부 및 중소기업기술정보진흥원(TIPA) 연구비지원에 의한 연구입(반도차 CMP공정 Slurry용 LFC 개발, 1425175968, 00222645)

소프트 그리퍼 제어를 위한 공압 제어시스템 구축 Development of Pneumatic Control System for Soft Gripper Control

*김성연¹, #신종호¹

*S. Y. Kim, #J. H. Shin(jshin@cbnu.ac.kr)

¹충북대학교 기계공학과

Key words : soft gripper, deep reinforcement learning, pneumatic control system

1. 서론

최근, 소프트 그리퍼에 대한 관심이 증가하면서, 이를 제어하기 위한 많은 연구가 진행되었다[1]. 소프트 그리퍼 제어를 위해서는 소프트 그리퍼 모델이 필요하다. 일반적으로 소프트 그리퍼 모델링은 비선형 유한 요소 해석을 통해 수행된다. 하지만, 이는 많은 시간이 소요되며, 제한된 상황에서만 효과적이다. 한편, 소량의 비선형 유한 요소 해석 결과를 이용한 딥러닝 기반 소프트 그리퍼 모델링에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 딥러닝 모델은 신경망 형태로 표현되기 때문에 일반적인 제어 방법을 사용하기 어렵다[2]. 이러한 제약으로 인해 최적 제어 및 심층 강화 학습을 통한 제어에 대한 연구가 시도되고 있다. 본 연구에서는 심층 강화 학습을 기반으로 소프트 그리퍼를 제어하기 위한 공압 제어 시스템을 제안한다.

2. 본론

본 논문에서 제안하는 시스템의 하드웨어 구성은 Fig. 1과 같다. 그리퍼 고정축을 조정하여 다양한 구동 및 측정환경을 구성할 수 있도록 하였다. 그런 다음, 소프트 그리퍼를 구동하기 위한 공압 시스템을 구성하였다. 소프트 그리퍼를 구동하기 위해 전동식 레귤레이터를 사용하였으며, 제어를 통해 도출된 제어 입력이 전기적 신호로 변환되어 전동 레귤레이터를 구동한다. 한편, 하드웨어를 동작시키기 위한 소프트웨어는 제어가 통합된 형태의 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)로 구성하였다. 이를 통해 사용자는 목표 압력, 실험 반복 횟수 등을 설정하며, 모든 실험데이터는 자동으로 저장된다.

제안한 시스템의 활용 가능성 검증을 위해, 소프트 그리퍼 구동 실험을 수행하였다. 실험은 목표 압력을 설정한 후, 로드셀을 통해 가해지는 공압에 따른 하중의 변화를 확인하는 절차로 수행되었다. 이를 통해 본 시스템이 소프트 그리퍼를 구동 및 제어하는 데 효과적으로 활용 가능함을 확인하였다.

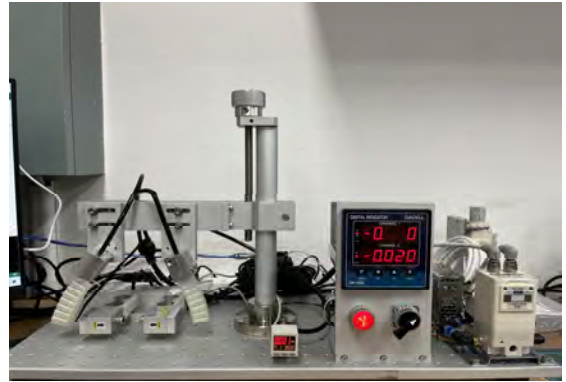


Fig. 1 Pneumatic control system

3. 결론

본 논문에서 제안한 시스템은 하드웨어와 소프트웨어를 통합한 형태로 구성되었다. 소프트 그리퍼 제어 시 심층 강화 학습 기반의 컨트롤러를 활용할 수 있도록 구축되었으며, 구동 실험을 통해 가능성을 확인하였다. 따라서, 향후 심층 강화 학습 기반 제어를 통해 소프트 그리퍼의 구동 및 제어에 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

후기

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2021R1A4A1033141).

참고문헌

1. Kim, Daekyum, et al. "Review of machine learning methods in soft robotics." Plos one 16.2(2021): e0246102.
2. Tawk, Charbel, Rahim Mutlu, and Gursel Alici. "A 3D printed modular soft gripper integrated with metamaterials for conformal grasping." Frontiers in Robotics and AI 8 (2022): 799230.

전도성 필라멘트의 적층제조 및 전기전도 특성

Additive Manufacturing and Electrical Conductivity Characteristic of Conductive Filament

*김한솔¹, 전종호¹, 이상민¹, 강지석¹, #조정호¹

*H. S. Kim¹, J. H. Jeon¹, S. M. Lee¹, J. S. Kang¹, #J. H. Cho¹(junghocho@cbnu.ac.kr)

¹충북대학교 기계공학부

Key words : TPU/MWCNT, FFF, CPCs

1. 서론

전도성 폴리머는 성형이 용이하고 유연성이 높아 웨어러블, 바이오, 센서 등 다양한 분야에서 적용을 시도하고 있다. 전기 전도성을 얻기 위해 Carbon Black(CB), Carbon nanotube(CNT) 등 탄소 기반의 전도성 필러를 혼합한 연구들이 제시되고 있다. 특히 CNT의 경우 높은 중형비를 가지기 때문에 낮은 함유량에서도 매우 우수한 전기적 특성을 나타낸다. 최근 Multi Material Additive Manufacturing(MMAM) 기술이 개발되면서 응용 분야가 더욱 확장될 것으로 보이기 때문에 개발된 전도성 복합체에 대한 적층제조 특성을 파악하는 것이 중요하다.

2. 실험

본 연구에서는 Thermoplastic Polyurethane(TPU)와 Multi-wall CNT(MWCNT)를 혼합하여 전도성 필라멘트를 제작하였다. 일반적으로 MWCNT는 입자의 결합력이 높아 쉽게 뭉치는 특성을 나타내기 때문에 높은 에너지를 요구한다. TPU 기질 내에 MWCNT를 분산 시 Melt mixing method를 이용하였으며, 코일 히터의 온도는 180°C, 스크류의 회전 속도는 9RPM, 노즐 지경은 1.7mm로 수행하였다. 필라멘트 직경은 1.6~1.75mm 내에서 제작되었으며 분산을 위해 4번 반복 압출하였다.

MWCNT 5%, 10%, 12%, 15%, 20%가 포함된 전도성 필라멘트를 제작하였다. Fused Filament Fabrication 기술을 적용하였으며 Ender 3 S1 Pro를 사용하여 적층제조를 수행하였다. 압출력이 높은 Direct extruder를 적용하였고 프린터 노즐의 직경은 0.8mm를 사용하였다.

적층제조하여 제작된 TPU/MWCNT는 비저항을 측정하였으며 ASTM D638 규격에 준수하여 단축 인장 시험 시편을 제작하여 인장 시험을 수행하였다.

3. 결과 및 결론

Fig. 1 제작된 TPU/MWCNT의 전기전도 및 인장 시험 결과이며 MWCNT가 증가할수록 전기 저항은 감소하였다. 또한 MWCNT가 증가할수록 강도와 연신율이 감소하는 결과를 나타내었다.

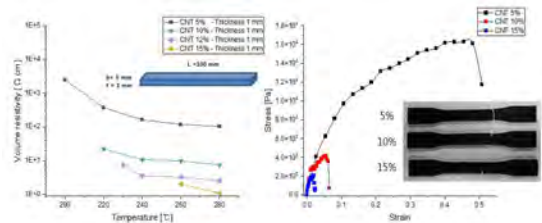


Fig. 1 Measured volume resistivity and stress-strain curve

후기

여기에 이 연구는 2023년도 과학기술정보통신부 및 한국연구재단 연구비지원에 의한 연구(기능성 다중 재료 적층제조 혁신공정 연구실, 1711185048, 2021R1A4A1033141), (가변극성 아크 용접을 이용한 금속 적층 제조 기술 개발, 1711189274, 2021R1F1A1064238)와 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비지원에 의한 연구(780MPa급 이상 초고강도 소재 적용 전기자동차 샤시 및 300MPa급 이상 알루미늄 배터리케이스 용접을 위한 요소 공정해석기술 개발 및 제품화 실증, 1414185590, 20022438), (실시간 압력편차 감지 일체형 고하중용 자성유체 진공씰 부품개발 및 제품화 실증, 1415186951, 20015926) 및 2023년도 중소벤처기업부 및 중소기업기술정보진흥원(TIPA) 연구비지원에 의한 연구(반도체 CMP공정 Slurry용 LFC 개발, 1425175968, 00222645)

전기방사 및 전기분무를 활용한 폐 PET 기반 초소수성 표면 제작

Fabrication of Superhydrophobic Surfaces based on Waste PET using Electrospinning and Electro spraying

*김태균¹, #김건휘¹

*T. Kim, #G. H. Kim (geonhwee.kim@chungbuk.ac.kr)

¹충북대학교 기계공학과

Key words : Electrospinning, Electro spraying, Superhydrophobic, Recycling

1. 서론

초소수성은 물과 이루는 각도가 150° 이상인 성질을 의미하며 방수, 방습, 방오 등의 다양한 기능을 가지고 있어 초소수성 표면을 제작하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 전기방사 및 전기분무는 나노/마이크로 단위의 구조를 간단하고 효율적으로 제작할 수 있는 공정이며 초소수성 표면을 제작할 수 있는 유망한 기술 중 하나로 많은 연구가 보고되고 있다.

본 연구에서는 폐 PET(Polyethylene terephthalate)를 활용하여 용액을 제조하고 이를 전기방사 및 전기분무 하여 초소수성 표면을 제작하는 방법을 제시한다. 용액의 조건에 따라 달라지는 구조물의 형상과 젖음성을 분석하고 이를 기반으로 계층구조를 제작하여 초소수성 표면을 제작하였다.

2. 본론

본 연구에서는 음료수병을 잘라 얻은 PET를 세척 후 TFA(Trifluoroacetic acid)와 DCM(Dichloromethane)에 용해하고 8시간 교반시켜 용액을 제조하고 이를 전기방사 및 전기분무 하여 마이크로/나노 구조의 표면을 제조하였다. 제조 공정에서 7, 1, 0.5, 0.25wt% 4가지 농도의 폐 PET 용액이 사용되었으며 용액의 농도에 따라 다양한 형태의 섬유 및 비드(Bead)가 생성되었으며 비드의 지름 또한 용액의 농도에 따라 달라지는 것을 확인하였다. 제작된 구조를 기반으로 먼저 전기방사 섬유층을 생성하였으며 이 표면 위에 전기

분무를 통해 비드를 위치시켜 계층구조를 제작하였다. 또한 용액 농도 조절을 통해 더 작은 지름의 비드를 추가로 분무하여 더 작은 표면적을 가지는 표면을 제작하였다. 제작된 표면의 접촉각은 156.6°로 초소수성 표면이 제작되었음을 확인하였다.

3. 결론

본 연구에서는 폐 PET를 활용한 초소수성 표면 제작 공정을 제시하였다. 재활용 공정과 고효율의 전기방사 및 전기분무 공정으로 구성되어 있어 공정 활용도가 높다. 폐 PET를 통해 전기방사 및 전기분무 용액을 제조하였으며 용액의 농도에 따라 달라지는 섬유와 비드의 형태를 분석하였다. 이를 바탕으로 순차적인 공정을 진행하여 계층구조의 초소수성 표면을 제작하였다. 최종적으로 매우 높은 표면 접촉각(>150°)을 확인하였으며 이는 전기방사 및 전기분무 외에 추가적인 공정이 필요하지 않으므로 낮은 공정 난이도와 높은 효율성을 가지는 이점이 있다. 또한 폐 PET의 재활용에 관한 연구로 환경친화적이며 경제적인 공정으로 다양한 산업에 응용될 수 있다.

후기

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.NRF-2022R1G1A1007757). 본 연구는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2021R1A4A1033141).

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022H1D8A3038042).

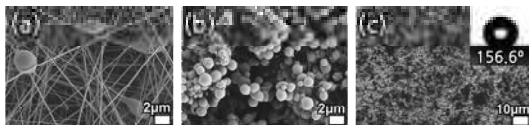


Fig. 1 SEM images of fabricated structures and surface. (a) Fibers fabricated by electrospinning. (b) Beads fabricated by electro spraying. (c) Superhydrophobic surface consists of fibers and beads.

소프트 그리퍼 제어를 위한 공압 제어시스템 구축 Development of Pneumatic Control System for Soft Gripper Control

*김성연¹, #신종호¹

*S. Y. Kim, #J. H. Shin(jshin@cbnu.ac.kr)

¹충북대학교 기계공학과

Key words : soft gripper, deep reinforcement learning, pneumatic control system

1. 서론

최근, 소프트 그리퍼에 대한 관심이 증가하면서, 이를 제어하기 위한 많은 연구가 진행되었다^[1]. 소프트 그리퍼 제어를 위해서는 소프트 그리퍼 모델이 필요하다. 일반적으로 소프트 그리퍼 모델링은 비선형 유한 요소 해석을 통해 수행된다. 하지만, 이는 많은 시간이 소요되며, 제한된 상황에서만 효과적이다. 한편, 소량의 비선형 유한 요소 해석 결과를 이용한 딥러닝 기반 소프트 그리퍼 모델링에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 딥러닝 모델은 신경망 형태로 표현되기 때문에 일반적인 제어 방법을 사용하기 어렵다^[2]. 이러한 제약으로 인해 최적 제어 및 심층 강화 학습을 통한 제어에 대한 연구가 시도되고 있다. 본 연구에서는 심층 강화 학습을 기반으로 소프트 그리퍼를 제어하기 위한 공압 제어 시스템을 제안한다.

2. 본론

본 논문에서 제안하는 시스템의 하드웨어 구성은 Fig. 1과 같다. 그리퍼 고정축을 조정하여 다양한 구동 및 측정환경을 구성할 수 있도록 하였다. 그런 다음, 소프트 그리퍼를 구동하기 위한 공압 시스템을 구성하였다. 소프트 그리퍼를 구동하기 위해 전동식 레귤레이터를 사용하였으며, 제어를 통해 도출된 제어 입력이 전기적 신호로 변환되어 전동 레귤레이터를 구동한다. 한편, 하드웨어를 동작시키기 위한 소프트웨어는 제어가 통합된 형태의 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)로 구성하였다. 이를 통해 사용자는 목표 압력, 실험 반복 횟수 등을 설정하며, 모든 실험데이터는 자동으로 저장된다.

제안한 시스템의 활용 가능성 검증을 위해, 소프트 그리퍼 구동 실험을 수행하였다. 실험은 목표 압력을 설정한 후, 로드셀을 통해 가해지는 공압에 따른 하중의 변화를 확인하는 절차로 수행되었다. 이를 통해 본 시스템이 소프트 그리퍼를 구동 및 제어하는 데 효과적으로 활용 가능성을 확인하였다.

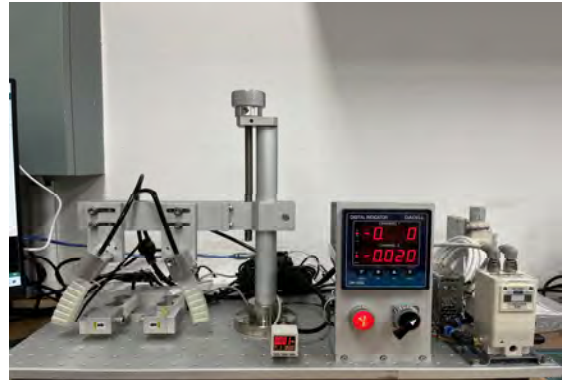


Fig. 1 Pneumatic control system

3. 결론

본 논문에서 제안한 시스템은 하드웨어와 소프트웨어를 통합한 형태로 구성되었다. 소프트 그리퍼 제어 시 심층 강화 학습 기반의 컨트롤러를 활용할 수 있도록 구축되었으며, 구동 실험을 통해 가능성을 확인하였다. 따라서, 향후 심층 강화 학습 기반 제어를 통해 소프트 그리퍼의 구동 및 제어에 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

후기

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2021R1A4A1033141).

참고문헌

1. Kim, Daekyum, et al. "Review of machine learning methods in soft robotics." Plos one 16.2(2021): e0246102.
2. Tawk, Charbel, Rahim Mutlu, and Gursel Alici. "A 3D printed modular soft gripper integrated with metamaterials for conformal grasping." Frontiers in Robotics and AI 8(2022): 799230.

금속 배럴을 이용한 열가소성 우레탄의 재료 압출 연구

Study of Thermoplastic Polyurethane(TPU) Extrusion Using Metal Barrel for Material Extrusion

*유광열¹, 정우진¹, 박채영², #이인환²

*Y. K. Yeol¹, W. J. Jeong¹, C. Y. Park², I. H. Lee(anxanx@chungbuk.ac.kr)²
¹충북대학교 기계공학부, ²충북대학교 기계공학과

Key words : Additive Manufacturing, Material Extrusion, Thermoplastic Polyurethane

1. 서론

재료 압출 공정에서는 필라멘트 재료를 용융 압출 헤드에 공급해 적층제조 하는 FFF(Fused Filament Fabrication) 방식이 많이 사용된다. 하지만 바이오 재료 등의 경우 가열 시린지를 이용해 재료를 압출하여 적층 제조를 하기도 하며¹ TPU(Thermoplastic polyurethane) 등과 같은 일반적인 플라스틱 재료를 가열 시린지로 압출하는 연구 또한 진행되고 있다². 가열 시린지를 통한 재료 압출 공정의 경우 압출할 재료의 오염 관리가 용이하고 헤드의 경량화로 정밀한 제어가 가능한 장점이 있다. 본 연구는 가열 시린지를 통한 재료 압출 공정으로 TPU 재료를 압출 및 적층하는 것이다.

2. 재료 공급 형태 고안

재료는 큐비콘사의 TPU 필라멘트를 사용하였다. 가열된 시린지를 이용한 재료 압출에서 6가지 종류의 재료 공급 방법에 관한 연구를 수행하였다. 첫 번째는 필라멘트 재료를 잘라 가열 시린지에 공급하고 압출하였다. 두 번째는 가열 시린지의 내부 형상과 유사한 형상의 디스크를 TPU로 성형하여 가열 시린지에 공급하고 압출하였다. 세 번째는 가열 시린지의 내부 형상과 유사한 덩어리를 TPU로 성형하여 가열 시린지에 공급하고 압출하였다. 네 번째, 다섯 번째 그리고 여섯 번째의 경우 첫 번째, 두 번째 그리고 세 번째의 재료 공급 방식으로 재료를 공급하고, 그 위에 플런저를 설치하고 압출하였다.

3. 재료 공급 형태에 따른 압출량 비교

재료의 공급 형태에 따라 압출된 재료의 상태와 압출된 재료의 양을 비교하기 위하여 가열온도, 노즐의 직경, 노즐의 이송속도 및 압출 압력 등의 변수를 같게 설정하였다. 변수가 같은 성형 조건에서 투명 PVC(Polyvinyl chloride) 필름 위에 띠 형상을 각각 성

형하여 비교하였다. 성형된 띠에 일그러짐이 없거나 적고 기포의 수가 없거나 적은 경우와 띠 성형 중 압출된 재료의 색이 변색되지 않거나 특성이 변하지 않는 것을 온전히 성형되었다고 판단할 때, 세 번째 방식이 띠를 제일 길고 온전하게 성형하였다.

4. 결론

본 연구에서는 가열 시린지를 이용한 TPU의 압출을 연구하였다. 고안한 재료의 공급 형태 중 가열 시린지 내부 형상과 유사하게 TPU를 성형하여 가열 시린지에 삽입 후 그 위에 플런저를 설치하지 않고 압출했을 때 가장 많은 띠를 성형할 수 있었다는 것을 확인하였다.

후기

이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2021R1A4A1033141)과 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022R1A2C1091587).

참고문헌

1. H. J. Jung, et al. "Characteristics of Surface Lamination according to Nozzle Position in Liquid Direct Writing SFF", J. of KSMPE, Vol. 13, No. 2, pp. 41~48, 2014.
2. K. Y. Yu, et al, "Primary Study of Thermoplastic Polyurethane(TPU) for Additive Manufacturing using Heated Syringe," Proceedings of the KSMPE Conference, The Korean Society of Manufacturing Process Engineers, pp. 270-270, 2023.

심층 강화학습 기반 소프트 그리퍼 제어 Deep Reinforcement Learning-based Soft Gripper Control

*안정수¹, #신종호¹

*J. S. Ahn, #J. H. Shin(jshin@cbnu.ac.kr)

¹충북대학교 기계공학과

Key words : Deep reinforcement learning, soft gripper, additive manufacturing

1. 서론

로봇 분야에 있어서 물체를 잡는 행동은 해결되어야 할 과제 중 하나였다. 휴머노이드와 같이 사람의 팔을 모방한 로봇들은 만족할 만한 성능을 내지 못하였다. 최근 강체 그리퍼 분야에서 심층 강화학습 기법을 적용하여 사물을 분간하며 쥐는 힘을 조절하는 제어 기법들이 개발됐다. 그러나 강체 그리퍼는 특이한 형상이나 표면을 갖는 물체를 쥐는 것에 있어서 큰 어려움을 보인다. 이를 해결하기 위하여 연질 재료를 사용한 소프트 그리퍼를 활용한 연구들이 수행되고 있다. 그러나 이전까지의 연구들에서는 물체의 강성 또는 물체에 가해지는 압력을 고려하지 않았다. 본 연구에서는 물체에 가해지는 압력을 고려하기 위하여 소프트 그리퍼의 접촉면에 적층 제작된 압력 센서를 부착하였다. 최종적으로 물체에 가해지는 압력을 고려한 심층 강화학습 기반 제어 기법을 제안한다.

2. 본론

본 연구에서는 심층 강화학습 기법을 적용하여 물체에 가해지는 압력을 고려한 제어 기법을 제안한다. 이를 위하여 3차원 구조로 설계된 공압 소프트 그리퍼를 접촉면에 압력 센서 내장하여 함께 적층 제조를 통해 제작하였다. 심층 신경망을 심층 강화학습 기법을 통해 학습하기 위해서 소프트 그리퍼를 통해 물체와 이동하는 환경을 Markov decision process(MDP)로 정의한다. MDP는 $\langle S_t, R_t, A_t, \gamma \rangle$ 로 구성된다. S_t 는 상태 벡터로 소프트 그리퍼에 가해진 공압 p_t , 접촉면의 압력 p_s , 사물의 위치 (x_t, y_t, z_t) 로 구성된다. A_t 는 행동으로 PD 제어기의 목표 공압 p_d 이다. R_t 는 보상함수로 Eqs. (1)과 같이 구성된다.

$$R_t = \sqrt{(x_d - x_t)^2 + (y_d - y_t)^2 + (z_d - z_t)^2} \quad (1)$$

Fig. 1은 제안하는 기법의 전체 개략도를 나타낸다. 심층 강화학습은 soft actor-critic 기법을 사용하였으며

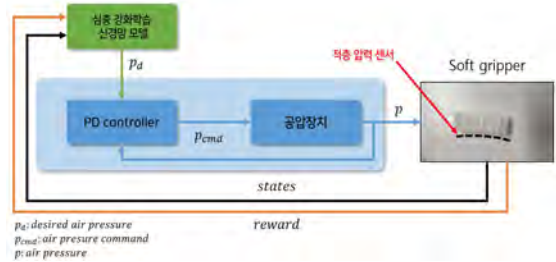


Fig. 1 Conceptual diagram of the proposed control framework

소프트 그리퍼에 가해지는 목표 공압을 생성한다. 공압 장치로 목표 공압을 달성하기 위해서 그리퍼에 가해지는 압력을 피드백 받아 PD 제어를 진행하였다.

3. 결론

본 연구에서는 물체에 가해지는 압력을 고려한 심층 강화학습 기반 제어 기법을 제안한다. 소프트 그리퍼 접촉면의 압력 센서를 통해 현재 물체에 가해지는 압력을 고려하며 목표점으로 물체를 이동시킨다. 제안하는 기법을 통해 추후 기존 기법대비 향상된 성능을 기대한다.

후기

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2021R1A4A1033141).

참고문헌

1. Shintake, Jun, et al. "Soft robotic grippers." Advanced materials, 2018.
2. Bednarek, Michal, et al. "Gaining a sense of touch object stiffness estimation using a soft gripper and neural networks." Electronics, 2021.
3. Kim, K, "Modeling of a Soft Gripper with Hyper-Elastic FEA and Deep Learning." International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 2023.

구두발표

특별세션 OS23

좌장 : 이태일(경남대학교)

OS23-1

OS23-2

OS23-3

OS23-4

OS23-5

분자동역학시뮬레이션 기반 결정립 크기에 따른 Ti-alloy의 인장특성 연구

A Study on the Effect of the Grain Size to Tensional Characteristics of Ti-alloy based on Molecular Dynamics Simulations

*,#이태일¹, 왕덕현¹, 정예리¹, 김우종³

*,#T. Yi(yti0811@kyungnam.ac.kr)¹, D. H. Wang¹, Y. Jung¹, W. J. Kim²

¹경남대학교 기계공학부, ²대건테크 R&D team

Key words : WC-Co, Tensile deformation, Structural variation, Molecular Dynamics

1. 서론

금속분말을 활용하여 제품을 생산하는 적층제조는 항공우주분야를 포함하여 다양한 플랫폼에 적용하기 위하여 활발하게 연구가 진행되고 있다. Ti-6Al-4V는 기존의 절삭가공 방법으로 제품을 제작할 경우 기술적 한계 및 높은 비용으로 한정적으로만 활용하고 있는 상황이어서 신공정에 대한 요구가 많은 소재이며 적층제조는 대안 중 하나로 많은 연구가 진행 중이다. 최종 제품의 성능에 직접적으로 영향을 주는 요소 중 하나는 금속분말로 분말에 대한 특성을 이해하는 것은 고품질의 제품을 생산하는데 중요하다고 할 수 있다. 이를 위하여 본 연구를 통하여 금속분말에 대한 기본적인 특성 중 결정립의 크기에 따른 인장실험에서의 물성치 변화를 이해하고자 한다.

2. 방법

15nmX16nmX16nm 시뮬레이션 셀에 5개의 다른 결정립 크기로 구성된 Ti-6Al-4V 구조를 ATOMSK를 활용하여 준비하였다. 기준 합금 구조의 경우 두께가 7-8nm 정도의 무한한 길이의 판형 구조로 모사하였으며 그 외의 구조물들은 Voronoi analysis를 활용하여 나노다결정구조로 제작하였다. 원자간의힘은 MEAM potential모델을 사용하였다. 시뮬레이션SW는 LAMMPS를 활용하여 진행하였으며 OVITO 및 Matlab을 활용하여 후처리를 진행하였다.



Fig. 1 Schematic diagram of uniaxial tensile simulation. Arrows represent the direction of elongation.

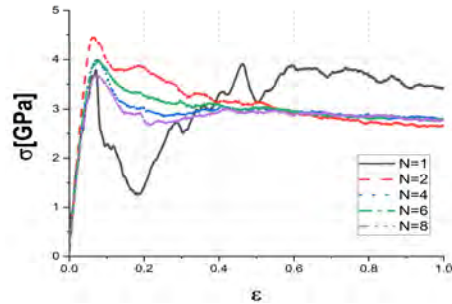


Fig. 2 Stress-strain profiles for different configurations of Ti-6Al-4V.

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 일정한 속도로 한방향으로 인장이 진행될 때 내부 원자들의 응력변화를 나타내고 있다. N은 동일 시뮬레이션 셀 내부에서의 기준 결정립 기반 새로운 결정립들의 개수를 나타낸다. 그림에서 나타난 바와 같이 결정립의 크기에 따라 최대항복응력의 값과 young's modulus 또한 바뀌는 것을 확인할 수 있었다. 이는 인장에 따른 내부 금속조직의 변화로 인한 결과로 추론할 수 있다.

4. 결론

본 연구를 통하여 나노결정구조를 포함한 분말의 경우 마이크로 크기의 결정립들로 이루어진 Ti-alloy들은 인장에 따른 내부응력에 대한 특성이 다르게 나타남을 확인할 수 있었다. 본 연구의 결과는 금속적층제조 기반 고성능 제품제작을 위한 금속분말의 요구조건을 식별하는데 기여할 것으로 기대한다.

후기

본 연구는 산업통상자원부의 전자시스템산업기술개발사업 "DfAM기반 열처리코일 등 Cu 부품 고효율화 설 계 기술 및 적층제조 기술 개발(개발과제번호 20022006)"과제의 지원으로 수행되었음.

고카트 자율주행을 위한 부착형 전동식 조향장치 구현

Realization of An Attachable Power Steering Device for a Self Driving Gokart

*#이세한¹, 정예리¹, 김우종², 왕덕현¹

*#S.-H. Lee(leesehan@kyungnam.ac.kr)¹, Y. Jung, W. J. Kim², D. H. Wang¹
¹경남대학교 기계공학부, ²대건테크 R&D team

Key words : Attachable, Electric power steering, Self driving

1. 서론

고카트 운전자의 의도를 대신해서 조향장치를 조작하기 위해서 전동식 조향장치가 사용될 수 있는데, 고카트 차량의 기존 구조가 손상되지 않으면서 전동식 조향장치가 고카트에 부착되는 것이 바람직하다. 본 연구는 기존 구조를 변경하지 않으면서 구조의 형상을 이용해서 부착될 수 있는 전동식 조향장치의 외형과 작동방식이 구현되었다. 조향장치의 신뢰성을 높이기 위해서 가능한 기성부품들이 사용되었으며, 신속하게 그 동작 성능을 확인하기 위해서 3D 프린터를 이용하여 조향장치의 몸체가 구현되었다.

2. 조향장치 기구 구성 및 제작

전동식 조향장치는 전동식 구동장치(서보모터)를 이용해서 고카트의 전륜의 방향을 지정하는데, 사용된 전동식 구동장치는 회전방식이므로, 조향을 위해서 그 회전 동작은 직선 동작으로 변환되어야 한다. 회전 동작을 직선동작으로 변환하는데 래크-피니언 기구가 사용되었다. 전동식 구동장치인 서보모터(WH-80KG) 제원이 다음의 표1에 제시되었다.

전동식 구동장치의 회전축에 부착된 피니언의 반지름이 1.5cm이므로 제작된 전동식 조향장치는 최대 53kg_f(520N)의 추력을 발생시킬 수 있다.

서보모터를 지지하는 베이스, 래크-피니언, 고카트의 구조물과 부착을 위한 브라켓, 그리고 고카트의 차륜 연결로드의 후크 등이 3D 프린터로 제작되었다.

Table 1 Electric actuator servo motor specifications

Item	Specifications
Control mode	Pulse Width Modulation
Operating travel	90 deg.
Neutral position	1500 μs
Maximum torque	80 kg _f · cm (7.84 N · m)
Pulse width range	800 – 2200 μs

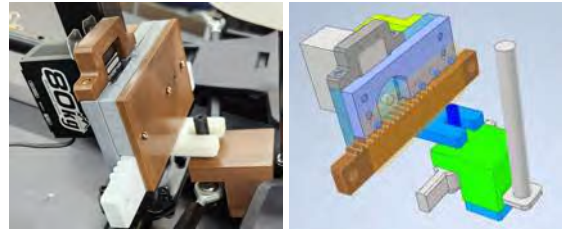


Fig. 1 Electric power steering device and CAD modeling

3. 조향장치 기구의 동작

상위 제어기에서 전송된 펄스 형태의 신호는 전동식 기구장치인 서보모터에 입력된다. 입력된 펄스의 시간 폭에 비례해서 서보모터의 회전축에 연결된 피니언 기어의 회전각도가 결정되게 되는데, 그 회전에 따라서 연결된 래크는 직선운동을 하게 된다.

Fig. 1에 실제 고카트에 부착된 전동식 조향장치와 제작 단계에서 작성된 CAD 모델링이 제시되어 있다. 고카트의 기존 구조를 수정하지 않고 조향장치는 부착용 브라켓을 이용해서 고카트의 조향 컬럼에 부착되어 있다. 서보모터의 피니언 기어가 회전함에 따라서 래크에 연결 로드가 좌우로 직선운동을 하게 되고, 차량의 진행방향이 동시에 전환되게 된다.

4. 결론

본 연구에서는 전동식 구동장치와 3D 프린터로 제작된 래크-피니언 기구를 적용하여 외부 상위 제어기에서 전송된 조향 신호에 따라서 고카트의 진행 방향을 전환할 수 있는 장치가 구현되었다.

후기

본 연구는 산업통상자원부의 전자시스템산업기술개발사업 “DfAM기반 열처리코일 등 Cu부품 고효율화 설계기술 및 적층제조 기술개발(개발과제번호 20022006)”과제의 지원으로 수행되었음.

라이다 신호를 이용한 실내 자율주행 고카트의 조향제어 구현

Realization of Steering for a Self Driving Gokart

Based on the Signal from Lidar Device

*정예리¹, #이세한¹, 김우종², 왕덕현¹

*Y. Jung¹, #S.-H. D. Lee(leesehan@kyungnam.ac.kr)¹, W. J. Kim², D. H. Wang¹

¹경남대학교 기계공학부, ²대건테크 R&D team

Key words : Lidar, Steering control, Self driving

1. 서론

고카트의 실내 자율주행을 위해서 주변의 벽을 검출하고, 그 벽의 상태에 따라서 고카트의 조향장치에 조작될 필요가 있다. 고카트가 주행면의 중앙선을 따라서 주행하기 위해서는 고카트와 벽 사이의 거리가 파악되어야 한다. 그 거리를 파악하기 위해서 라이다 장치가 사용되었다. 라이다는 고카트를 중심으로 양쪽 혹은 한쪽의 벽의 거리를 측정하고 그 신호를 고카트의 조향장치로 전달하게 된다. 사용된 라이다의 신호는 벽의 현실적인 표면 형상에 따라서 어떤 오차를 포함할 수 있고, 그 오차가 포함된 신호에 따라서 고카트의 조향장치가 비정상적으로 동작할 수 있으므로, 본 연구에서는 고카트의 안정된 조향을 위해서 라이다의 신호의 후처리와 조향장치로 전송되는 제어신호를 생성하는 구현하고 있다.

2. 라이다 장치의 신호처리

라이다 장치는 주변에 레이저를 조사하고 반사 레이저의 검출 소요시간을 측정하여 각 방향에 대한 거리를 측정하고, 주행로의 좌우측 벽 사이의 거리를 검출하는데, 좌우에 해당되는 $80^\circ \leq \theta_R \leq 100^\circ$ 영역과 $260^\circ \leq \theta_L \leq 280^\circ$ 영역 벽 사이 거리를 검출한다.

고카트는 실내에서 자율주행하고 있으므로, 주행면의 양쪽 혹은 한쪽에는 벽이 존재하게 되고, 라이다 장치는 고카트와 그 벽 사이의 거리를 측정하게 된다.

고카트 양쪽에 벽이 존재하는 경우에는 고카트와 그 벽 사이의 거리의 차이가 $\pm \Delta W$ 가 되도록 조향장

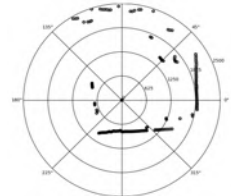


Fig. 1 Lidar and its signal which is detecting the walls

치가 제어되고 한쪽에만 벽이 존재하는 경우에는 고카트와 해당 벽 사이의 거리가 $0.5 \times T + \Delta L \pm \Delta W$ 가 되도록 조향장치가 제어된다. 이 때, T 는 고카트의 폭, ΔL 은 고카트와 벽 사이의 여유 거리, ΔW 는 조향 여유 거리를 나타내고 있다.

3. 조향장치 제어 신호의 구성

라이다 신호 기반 고카트 조향제어에 마이크로컨트롤러가 사용되었다. 조향에 사용되는 전동식 조향장치(3D 프린팅 제작)는 펄스 입력을 받아서 동작하고, 그 펄스 폭은 $800 - 2200 \mu s$ 범위를 가지므로, 마이크로컨트롤러는 좌우 벽의 상태에 따라서 그 조향장치를 펄스신호로 제어하게 된다. 고카트의 전방주행에서 펄스 폭은 $1500 \mu s$ 이 되고, 좌우 각각에 대해서 여유값이 고려된 $1100 \mu s, 1900 \mu s$ 의 펄스 폭이 설정되었다.

4. 결론

본 연구에서는 라이다 장치를 이용해서 고카트와 벽 사이의 거리가 검출되고 고카트의 안정된 주행이 가능한 조향장치 제어신호가 생성되었다.

후기

본 연구는 산업통상자원부의 전자시스템산업기술 개발사업 “DfAM기반 열처리코일 등 Cu부품 고효율화 설계기술 및 적층제조 기술개발(개발과제번호 20022006)과제의 지원으로 수행되었음.

Table 1 The specification of the RP Lidar A1 M8

Item	Specifications
Ranging range	0.15 - 12m
Scan angle	0 - 360°
Ranging resolution	1°
Sweep frequency	5.5 Hz

이미징 기반 직경 측정기술의 적용

Measurement of Droplet Diameter distribution based on Image

*정희진¹, 황정민¹, #이현창¹

*H. J. Jeong, #H. C. Lee(leehc53@kyungnam.ac.kr)

¹경남대학교 기계공학부

Key words : flash boiling, point spread function, granulometer, spray

1. 서론

액체분사는 의료, 제약, 농업, 냉각, 연소 등 다양한 산업영역에 활용되며, 이때 액적의 직경은 분무의 중요한 특성 중 하나이므로, 이를 측정하는 것이 중요하다. 빛의 회절, 도플러 신호를 활용하는 측정법이 있으며, 본 연구에서는 이미징을 통한 직경 측정방법을 사용하여, 이미지 후처리 과정, 공간해상도에 따른 측정법의 성능변화를 파악하여, 최적화된 셋업을 얻고자 한다. 현대의 많은 고성능 액체추진 엔진에서 재생 냉각의 사용으로 인해 발생되어 많은 관심을 받고 있는 감압비등 분무를 측정대상으로 삼았다.

2. 측정이론

렌즈를 통한 물체의 상은 점확산함수와 물체 함수의 convolution으로 나타낼 수 있다.

$$i(r) = 1 - 2(1 - \tau) \exp(-r^2) \int_0^a \rho \exp(-\rho^2) I_0(2r\rho) d\rho$$

물체가 초점면에 놓인 위치에 따라 명암비와 실제 측정된 크기가 달라지는데, 크기를 알고 있는 점 패턴을 교정판으로 사용하여, 초점면에서 위치를 변경하며 이미지를 획득하여 이를 교정할 수 있다.

3. 실험방법과 결과

원거리 현미경과 sCMOS 카메라, LED 스트로보를 이용하여 이미징 시스템을 구성하고, 교정판을 이송 스테이지 위에 장착하여 교정을 수행했다. 먼저, 분사하지 않은 상태에서 reference 이미지를 획득하고, 분사압력 2 bar, 분사온도 133°C의 완전감압비등이 발생할 때, 감압비등 분무의 이미지를 얻어 이미지 후처리 여부에 따른 결과를 비교하였다. 추가로, 소프트웨어 비닝(software binning)에 따른 결과로 이론적인 값을 비교하였다. 획득된 분무의 순간 이미지와 알고리즘을 통한 액적의 인식, 300장의 순간이미지를 후처리하여 획득된 직경분포를 Fig. 1에 도시하였다. Reference 이미지를 활용한 후처리가 인식된 액적의 수, 측정

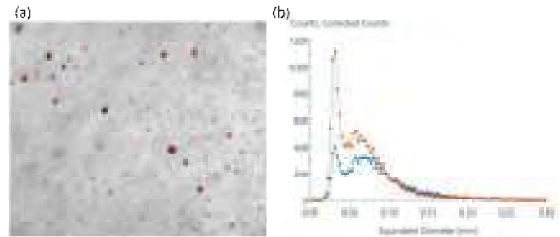


Fig. 1 Measurement of droplet diameters based on imaging. a. instant image of flash boiling spray and boundaries of droplets b. distribution of droplet diameters

가능 최소 직경 등 측정 성능에 미치는 영향을 파악했다. 소프트웨어 비닝에 따른 결과를 통해 공간해상도가 측정법에 미치는 영향을 모든 측면에서 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

4. 결론

이미징을 이용한 직경의 측정 방법은 구형 가정을 하지 않고, 다양한 형태의 액적을 측정할 수 있다는 장점이 있으나, 액적의 속도가 클 때, 충분히 짧은 노출 시간을 지닌 조명 혹은 카메라를 사용하지 않으면, 이로 인한 측정오차를 갖는다는 단점이 있다.

후기

이 논문은 국방기술품질원의 방산혁신클러스터 지원 사업(DCL2020L)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

1. Fdida, Nicolas, and Jean-Bernard Blaisot. "Drop size distribution measured by imaging: determination of the measurement volume by the calibration of the point spread function." *Measurement Science and Technology* 21(2), 025501, 2009.

절삭가공 디지털 스레드 구현을 위한 STEP-NC 데이터 모델 적용 연구

Application of STEP-NC Data Model for Digital Thread Implementation on Metal Cutting Process

*,#윤주성¹

*,#J. S. Yoon(jsyoon@ksmpe.ac.kr)

¹경남대학교 기계공학부

Key words : STEP-NC, Machining, Data, Process Plan, Digital Thread

1. 서론

CNC 공작기계로 소재로부터 원하는 형상을 가공하기 위해서는 공정계획을 거쳐 공구경로를 생성하고 파트 프로그램의 형태로 변환하여 기계에 지령하게 된다. 또한 공작기계에서 절삭공정 수행 중에는 센서, 제어기 등과 연결된 모니터링 시스템을 통해 가공상태에 대한 실시간 데이터를 수집할 수 있으며, 가공 후에는 측정검사를 통해 품질정보가 생성된다. 본 논문에서는 이러한 가공 전, 가공 중, 가공 후 전과정에서 발생하는 형상/소재, 공정/공구/기계, 절삭조건, NC 프로그램, 모니터링/측정 데이터 등과 같은 다양한 형태의 데이터들을 디지털 스레드 형태로 통합하기 위해 STEP-NC 데이터 모델을 적용하는 방법론에 대한 연구를 수행하였다.

2. STEP-NC 데이터 모델의 구성

STEP-NC 데이터 모델은 절삭가공 프로세스에 대한 공정, 공구, 가공형상, 가공전략, 장비 등의 데이터 항목을 포함하고 있으며, Project를 가장 상위 레벨 엔티티로 공정의 리스트를 담고 있는 Workplan과 하위의 단위 공정의 정보를 Workingstep 엔티티로 표현하고 있으며, Workingstep에는 가공형상 및 소재에 대한 데이터와 공정별 공구, 절삭조건, 가공전략 등의 정보가 포함된다. 또한 공작기계에 대한 컨피규레이션 정보가 별도의 파트로 정의되어 있다.

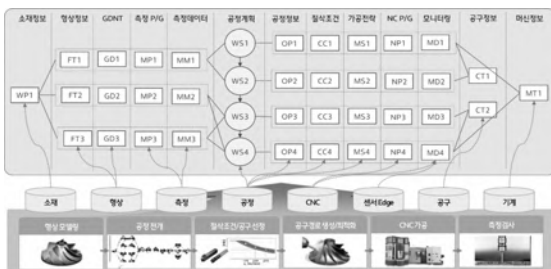


Fig. 1 Machining data integration structure

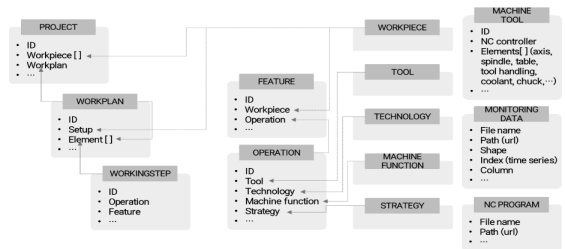


Fig. 2 STEP-NC based data integration

3. STEP-NC 기반 전주기 데이터 연동 구조

공정계획은 부품을 가공하기 위한 단위공정들을 순차적으로 포함하고 있으며, 단위 공정은 가공형상에 대한 형상정보, GDNT, 측정 프로그램, 측정 데이터 등의 정보들과 가공공정에 대한 공정정보, 절삭조건, 가공전략, NC 프로그램, 모니터링데이터 등을 포함하며, 가공형상에는 소재정보가, 가공공정에는 공구정보 및 머신정보가 연결되어 있는 형태로 구성할 수 있다. 이러한 데이터 통합 방식은 부품에 대한 공정계획의 단위공정 별로 전주기 데이터의 연동 구조를 담고 있어, 지능화 애플리케이션에 단위공정 별로 통합된 전주기 데이터를 제공하는 데에 활용될 수 있다.

후기

본 연구는 산업통상자원부의 기계장비산업기술개발사업의 지원으로 수행되었습니다. [과제번호: 20023466]

참고문헌

1. ISO, 2005, "Data model for computerized numerical controllers — part 12: process data for turning", ISO 14649-12:2005.
2. Jeon, B. W., Yoon, J. S., Um, J. M., Suh, S. H., "The Architecture Development of Industry 4.0 Compliant Smart Machine Tool System (SMTS)", J. Intell. Manuf., Vol. 31, pp. 1837-1859, 2020.

구두발표

특별세션 OS24

좌장 : 심도식(한국해양대학교)

OS24-1

OS24-2

OS24-3

OS24-4

OS24-5

OS24-6

이종 금속 다재료 직접적층을 위한 Fe-Al, Ni-Al 계면반응제어

Control of interfacial reaction between Fe-Al and Ni-Al for multi-material direct energy deposition

*이육진¹

*W. Lee

¹부산대학교 재료공학부

Key words : LDED, Intermetallics, Interface, Multi-material 3D printing

1. 서론

레이저 직접 에너지 적층 (Laser direct energy deposition, LDED) 공정은 금속적층제조공정중 하나로, 레이저로 생성된 용융 풀에 금속 분말을 직접 분사하여 3차원 부품을 만드는 공정이다. LDED 공정을 통해 다양한 기능을 갖는 이종 금속으로 이루어진 3차원 부품을 적층하기 위해서는 이종 금속간의 계면반응에 대한 제어가 필요하며, 산업적으로 널리 활용되는 Fe, Ni, 및 Al계 합금은 Fe-Al, Ni-Al 간의 계면에서 취성이 강한 반응화합물인 금속간화합물을 쉽게 만드는 것으로 알려져 있다. 예를 들어 Ni 합금에 Al을 적층제조하기 되면 Al과 Ni 사이의 계면에서 두 금속이 반응하여 Al, Ni 합금과 비교하여 완전히 다른 특성을 갖는 니켈 알루미늄아이드를 형성한다. 따라서 이와 같은 이종소재의 다재료 직접적층을 위해서는 Fe-Al, Ni-Al 간 계면에서의 금속간화합물 반응을 이해하고 제어하는 것이 필수적이다.

본 연구에서는 Fe와 Ni를 각각 기판으로 하여 LDED를 통해 Al 합금을 레이저 직접적층하여 계면 반응을 평가하였고, 레이저 출력 등 다양한 LDED 공정 매개변수를 달리하여 계면반응거동을 분석하여, 향후 계면반응을 제어하는 데 활용하고자 하였다.

2. 실험결과 및 고찰

본 연구의 실험 결과중 하나인 Fe 기판 위에 Al 합금을 LDED 적층했을 때의 계면 반응물의 전자현미경 이미지 및 에너지분광분석법을 통해 분석한 계면 주위의 화학조성분포를 그림 1에 나타내었다. 레이저 직접적층공정을 통해 고에너지 레이저로 알루미늄 분말을 용해하며 Fe 기판 위에 알루미늄을 적층하면, 알루미늄 용융풀 내부에서 철 기판과의 반응이 유발되어 적층된 층 내부에 Fe가 높은 분율로 검출되는 것을 확인할 수 있다. 적층된 부분의 Fe와 Al의 화학양론비를 살펴보면 적층 기판 부근의 계면에는 Fe₃Al에 가까운 조성이 나타나고, 적층이 진행되면서 FeAl

과 매우 유사한 구성비의 조성이 나타나는 것을 확인할 수 있다. 유사한 결과가 Ni 기판 위에 Al을 적층할 때에도 관찰되었다. 이와 같은 계면반응생성물은 레이저 출력과 스캔 속도에 따라 두께와 조성 및 크랙의 유무 등이 다르게 나타나는 것을 확인하였으며, 공정 매개변수 제어를 통해 결함 및 화학조성 등을 제어할 수 있는 것으로 나타났다.

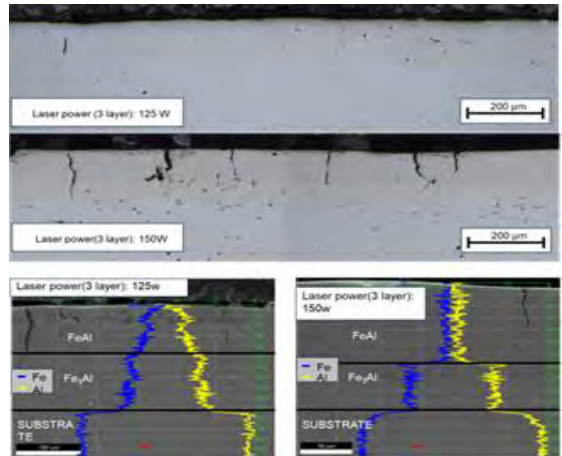


Fig. 1 Fe-Al interfacial reaction and intermetallic compound formations

3. 요약

본 연구에서는 LDED 다재료 적층제조시의 Fe-Al, Ni-Al 간의 계면반응을 알아보기 위해 다양한 레이저 출력과 스캔속도로 Fe, Ni 기판 위에 알루미늄 합금을 LDED 하였고, 레이저 출력 등의 공정변수 조절을 통해 계면반응을 제어할 수 있는 기초적인 결과를 얻을 수 있었다.

후기

이 논문은 2023년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술평진연구소의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRIT-CT-23-007, 지능형 적층제조 특화연구실).

고엔트로피합금 Interlayer을 이용한 Ti-Al 이종소재 마찰교반용접 Dissimilar friction stir welding of Ti and Al alloys using high-entropy alloy interlayer

*이유나¹, 최병욱¹, #강남현¹

*Y. N. Lee, B. W. Choi, #N. H. Kang(ksmpe@ksmpe.ac.kr)

¹부산대학교 재료공학과

Key words : Dissimilar welding, Friction stir welding, High-entropy alloy, Interlayer, Intermetallic compound

1. 서론

최근 러시아와 우크라이나의 전쟁을 통해 무인 항공기(Unmanned Aerial Vehicle, UAV) 및 드론은 현대전에서 전략적 효율성과 실전 효과를 인정받아 이에 대한 개발의 필요성이 대두되고 있다. UAV 및 드론의 소재는 높은 경량성을 요구하며, 군용 및 안전성이 필수인 분야에서는 충분한 강도를 요구한다. 이런 비강도가 우수한 소재로는 현재 항공 우주 분야에서 활용되는 Al 합금과 Ti 합금이 있으나, 두 재료는 용접 및 열팽창계수 등의 물리적 특성 차이와 용접부에 형성되는 취성의 금속간화합물(Intermetallic compound, IMC)로 인해 용접부의 기계적 특성이 열악하다. 따라서 이러한 이종소재접합에서는 laser beam welding과 같은 용융 용접보다는 IMC 형성을 억제하는 저입열 용접인 마찰교반용접(Friction stir welding, FSW)가 각광받고 있으며, FSW의 용접 변수인 용접속도와 Tool의 회전속도를 조절하여 IMC 형성을 억제하는 연구가 이루어지고 있다^[1,2]. 그러나 IMC 형성을 억제하기 위한 Interlayer 설계 및 적용에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 다수의 원소가 주요 원소로 작용해 높은 혼합 엔트로피로 인해 IMC를 형성시키지 않고 단상의 고용체를 형성시키는 고엔트로피합금(High-entropy alloy, HEA)를 Interlayer로 활용하여 이종소재 FSW 용접부의 IMC 형성 억제 및 인장특성 향상을 목표로 진행하였다^[3].

2. 실험방법

본 연구에서는 1.6mm 두께의 Ti-6Al-4V 합금과 Al6061-T6 합금을 모재로 사용하였고, 상판은 Al 합금, 하판은 Ti 합금으로 Fig. 1과 같이 Lap joint로 설계하였다. 그리고 상판과 하판 사이에 500 μ m 두께의 HEA인 CoCrFeMnNi Interlayer를 적용하여 FSW를 수행하였으며, FSW의 Tool은 Interlayer 적용 유무에 따라 설계를 달리 진행하였다. FSW Tool의 회전속도 및

용접속도에 따른 IMC 형성유무 및 인장특성에 대해 평가하였으며, HEA interlayer가 Ti-Al 용접부에서 IMC 형성과 인장특성에 미치는 영향에 대해 고찰하였다.

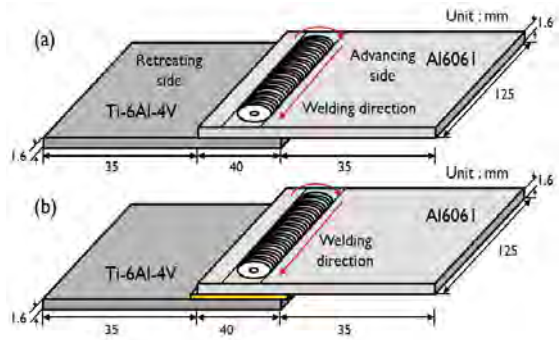


Fig. 1 Schematic diagram of dissimilar friction stir welding of Ti-Al alloys: (a) without interlayer, and (b) with interlayer

후기

이 논문은 2023년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRIT-CT-23-007, 지능형 적층제조 특화연구실)

참고문헌

1. Taher A., "Investigation of the microstructure, mechanical properties and fracture mechanisms of dissimilar friction stir welded aluminum/titanium joints", JMRT, Vol. 11, pp. 507-518, 2021
2. Mingrun Yu, "Influence of welding parameters on interface evolution and mechanical properties of FSW Al/Ti lap joints", JMST, Vol. 35, pp. 1543-1554, 2019.
3. Jien-wei Yeh, "Alloy design strategies and future trends in high-entropy alloys", JOM, Vol. 65, No. 12, pp. 1759-1771, 2013.

표면 조도가 프로펠러에 미치는 영향에 대한 수치 해석적 연구

Numerical Investigation of the Effects of Surface Roughness on Propeller Roughness

*박성호¹, 양재성¹, #민준기¹

*S. Park, J. S. Yang, #J. K. Min(jkmin@pusan.ac.kr)

¹부산대학교 기계공학부

Key words : Surface Roughness, Propeller, CFD

1. 서론

회전체와 같이 그 표면의 형상이 성능에 영향을 미치는 구조물의 경우 적층제조로 인한 표면 조도를 무시할 수 없다. 유동장에 있어 표면 조도는 난류경계층의 특성 및 성능에 영향을 끼치는 설계 변수 중 하나로, 이에 대한 연구는 다양한 전산 해석 및 실험을 통하여 이루어지고 있다.¹⁾ 특히 회전하는 프로펠러에서의 표면 조도는 Icing 및 수중에서의 Cavitation과 직결된 문제로, 많은 연구가 이루어지고 있다.²⁾

본 연구에서는 10,000RPM의 고회전 프로펠러의 표면 조도를 고려하여 전산 해석을 수행하였으며, 표면 조도가 공력 성능(추력 및 축동력) 및 소음에 미치는 영향을 비교 분석하였다.

2. 형상 및 경계조건

전산해석 도메인은 Fig. 1과 같이 설계하였다. 해석 도메인의 경우 프로펠러 직경 D에 대하여 직경과 높이가 각각 5D인 원통형으로 설계하였으며, 프로펠러의 형상은 상용 프로펠러 제작사 APC Propeller의 9x6 모델을 본따 설계하였다. 프로펠러가 전진할 때의 유동장을 해석하기 위하여 입구조건은 velocity inlet으로 일정한 속도를 적용하였으며, 출구의 경우 pressure outlet의 경계조건을 적용하였다. 또한, 도메인의 옆면은 자유유동을 반영하기 위하여 slip wall 경계조건을 부여하여 전산 해석을 수행하였다.

3. 수치해석 방법

본 연구에서는 회전체의 유동을 모사하기 위하여 MRF(Moving Reference Frame) 기법을 도입하였으며, 프로펠러 표면에서의 표면조도를 전산 해석에 고려하기 위해 프로펠러 벽면에서의 벽함수(wall function)를 통해 표면 거칠기 (k_s)가 경계층에 미치는 영향을 전산 해석에 반영하였다.

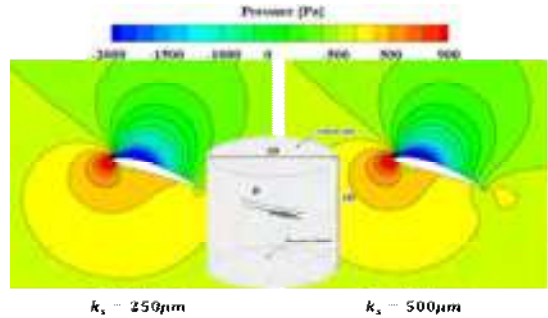


Fig. 1 Computational domain of 3D propeller and pressure field for different surface roughness.

4. 결론

전산 유체 역학을 이용한 수치 해석적 방법을 통하여 고회전수로 작동하는 프로펠러의 유동장을 도출하였다. 프로펠러 표면의 조도가 프로펠러의 공력 성능에 미치는 영향을 계산하였으며, 이와 동시에 음향상사법을 통한 소음해석을 진행하여 표면 조도가 회전체 소음에 미치는 영향을 파악하였다.

후기

이 논문은 2023년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRIT-CT-23-007, 지능형 적층제조 특화연구실)

참고문헌

1. 이재화, 성형진, “3차원 입방형 표면조도가 난류경계층에 미치는 영향”, 대한기계학회논문집 B권, 제 34권(제10호), pp. 917~923, 2010.
2. S. Sezen et al., “Influence of roughness on propeller performance with a view to mitigating tip vortex cavitation”, Ocean Engineering, Vol. 239, pp. 109703, 2021.

오스테나이트계 스테인리스강의 UNSM 처리를 통한 마르텐사이트 변태와 수소취화 저감 효과 분석

Hydrogen Effect Reduction and Martensitic Transformation Analysis according to UNSM Treatment

*백승호¹, #박상후²

*S. H. Baek¹, #S. H. Park(sanghu@pusan.ac.kr)²

¹부산대학교 기계기술연구원, ²부산대학교 기계공학부

Key words : Hydrogen embrittlement, STS 316L, Strain induced martensite

1. 서론

환경 오염 대한 인식이 확산됨에 따라 녹색 에너지 원중 하나로 에너지 밀도가 높은 수소가 부각되고 있다. 그러나 금속이 수소에 노출될 때 발생하는 수소 취성은 수소의 활용에 있어 기술적인 장벽 및 위험 요인으로 작용하고 있다. 이에 따라 수소 취성을 줄이기 위해 코팅과 열처리와 같은 다양한 공정들이 제안되었지만 내부 물성의 변화 및 높은 공정비용등의 한계가 있다^[1].

이를 극복하기 위하여 기계적 표면처리 공정이 제안되고 있으며, Inconel 등의 소재의 경우 압축잔류응력 및 결정립 미세화를 통해 기계적 표면처리가 수소 취성의 감소에 긍정적인 역할을 할 수 있음이 보고된 바 있다.

그러나, 상용으로 널리 사용되는 오스테나이트 계열의 스테인리스강인 STS 316L의 경우, 기계적 표면처리에 따라 마르텐사이트가 형성될 수 있으며, 이는 수소에 취약하다는 특성이 있다. 이에 STS 316L 소재에 대하여 기계적 표면처리 공정중 하나인 UNSM 기계적 표면처리 공정에 따른 수소 취화 성능 특성을 분석하였다^[2].

2. UNSM 공정

UNSM 공정은 Fig. 1과 같이 초음파로 혼(horn)을 가진하여 시편을 타격해 표면처리를 하는 공정이다. 이를 통해 시편에 수소 취화 방지에 효과가 있다고 알려진 압축잔류응력과 결정립 미세화, 전위밀도 증가가 발생한다^[2]. 다양한 공정변수의 UNSM공정을 적용한 후 Cathod법을 사용하여 0.1Mol/L의 황산 용액에서 20mA/cm²의 전류밀도로 8일간 수소를 장입하였다. 이후, 제작된 시편을 이용하여 수소 전파 특성의 기초 평가를 수행하였다.

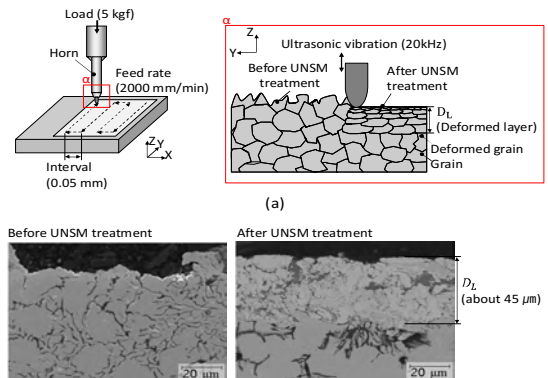


Fig. 1 Mechanism of UNSM process

단면방향 경도 시험 결과 가공 방법과 무관하게 수소 침지로 인하여 경도가 상승하는 것을 확인하였으며 이는 UNSM 처리로 인해 압축 잔류응력이 부과되었음을 의미한다. 또한, XRD 분석을 통해 공정변수에 따라 다양한 분률의 마르텐사이트가 생성되었음을 확인하였다.

3. 수소 취성 평가

UNSM 처리 후 수소 침지된 시편에 대하여 SSRT (Slow Strain Rate Test)을 수행한 결과 마르텐사이트 분율이 50% 이상일 때에는 더 많은 압축잔류응력과 전위의 생성으로 인하여 마르텐사이트 분율 증가에 따라 수소 취성으로 인한 연신 감소량이 감소하는 것을 확인하였다. 그러나, 마르텐사이트 분율이 70% 이상일 때에는 마르텐사이트 분율 증가에 따라 수소 취성으로 인한 연신 감소량이 증가하는 것을 확인하였다.

4. 결론

최종적으로 본 논문에서는 오스테나이트계열의 STS 소재에 대한 기계적 표면처리 공정의 변수선정에

따라 수소취화특성을 평가하였으며, 마르텐사이트 분율에 따라 공정 변수에 따른 특징의 거동이 변화함을 확인하였다. 이를 통하여 수소 산업 기계부품을 위한 기계적 표면처리에 있어 특히 오스테나이트계열의 STS의 경우 공정변수 선정에 있어 사려 깊어야 함을 확인할 수 있다.

후기

이 논문은 2023년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRIT-CT-23-007).

모재의 격자구조가 적층소재의 적층 특성 및 기계적 특성에 미치는 영향

The Effect of the Lattice Structure of the Substrate on the Deposition and Mechanical properties of the Deposited Materials

*최국화^{1,2}, 박현태¹, 정은호¹, 황정음¹, #심도식^{1,2}

*K. H. Choi^{1,2}, H. T. Park¹, E. H. Jung¹, J. E. Hwang¹, #D. S. Shim(think@kmou.ac.kr)^{1,2}

¹한국해양대학교 해양신소재융합공학과, ²한국해양대학교 해양신재생에너지융합전공

Key words : Directed energy disposition, Lattice structure, Dinterfay, Mechanical property

1. 서론

제품의 표면 특성 강화 및 경량화를 목적으로, 격자 구조를 가지는 모재에 직접에너지적층(directed energy deposition, DED) 공정으로 이중소재를 적층하였다. 본 연구에서는 모재의 격자구조가 적층소재의 적층 특성 및 기계적 특성에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 열전달 실험 및 결과

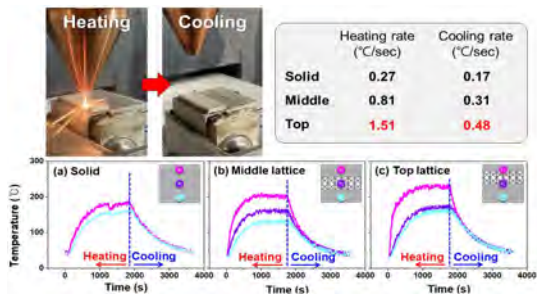


Fig. 1 Temperature-time curves during DED process

이중소재 적층 과정에서 격자구조에 따른 열전달 특성을 측정하고자 열전달 시험을 수행하였다(Fig. 1). 기존 모재(solid)는 전체적으로 온도 분포가 균일하다. 이는 적층부로부터 모재 내부로 열이 방해없이 전도 되었음을 의미한다. 반면, 내부 격자가 있는 샘플(middle and top lattice)은 solid에 비해 향상된 가열 및 냉각 속도를 보인다. 내부 격자로 인한 좁은 모재 상부 영역은 동일한 레이저 출력에도 빠르게 가열된다. 또한 좁은 단면적은 깊이 방향으로 열전달을 방해하여, 높은 열저항을 가지게 한다. 따라서 적층부 근처는 빠른 가열속도를 가진다. 그리고 넓은 표면적은 활발한 복사열 방출이 가능하여, 빠른 냉각속도를 보여준다. 결과적으로 lattice 샘플이 뛰어난 열전달 특성을 가진다고 할 수 있다. 그리고 이러한 특성은 top lattice 샘플에서 두드러진다.

3. 기계적 실험 결과 및 고찰

Fig. 2는 모재에 따른 계면 및 적층부의 특성을 나타낸다. solid 샘플은 계면에서 뚜렷한 조성 차이와 결정립 분리가 발생하였다. 반면, lattice 샘플은 열 집중 효과로 인해 계면의 우수한 혼합(transition zone)과 연속적으로 성장하는 결정립이 관찰된다. 그리고 적층부에서 등축정의 dendrite가 우세하였으며, 취약상(laves phase) 생성은 억제되었다.

이는 모재에 따른 기계적 거동의 차이를 유발하였다(Fig. 3). 굽힘 및 인장시험 결과, lattice 샘플은 모재와 적층부의 계면 분리가 억제되었다. 반면 solid 샘플은 완전한 계면 분리가 발생하였다. 또한 마모시험시, lattice 샘플은 높은 적층부 경도로 인해 마모 손실량이 적었다(우수한 내마모성). 상대적으로 적층부 경도가 낮은 solid 샘플은 표면 손상도가 심하였으며, 마모 트랙 깊이가 증가하였다.

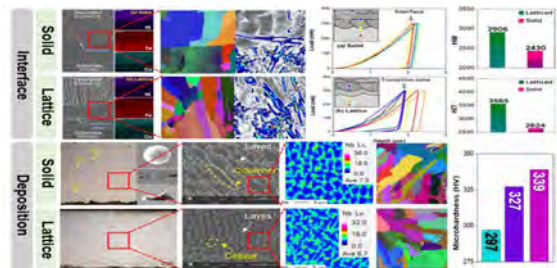


Fig. 2 Deposition properties of solid and latticed models

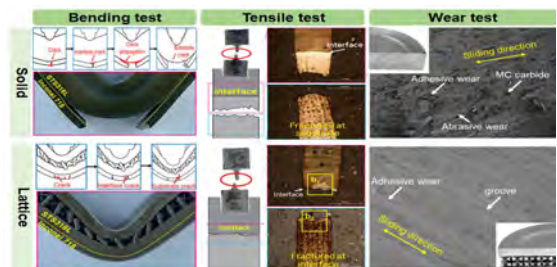


Fig. 3 Mechanical properties of solid and latticed models

4. 결론

동일한 적층 소재와 적층 조건 하에서도 모재의 구조적 차이에 의한 열전달 특성은 적층 품질과 기계적 특성 제어가 가능하다는 것을 시사한다.

후기

후기 이 논문은 2023년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRIT-CT-23-007, 지능형 적층제조 특화연구실).

VAE 모델을 활용한 additive-lathe의 결함 감지 및 피드백 시스템 개발

Development of Defect Detection in Additive-lathe Process and Feedback System using VAE Model

*이승문¹, #박석희¹

*S. M. Lee, #S. H. Park(selome815@pusan.ac.kr)

¹부산대학교 기계공학부

Key words : Material extrusion, Additive-lathe, Anomaly detection, Feedback system

1. 서론

Additive lathe는 가장 범용적으로 사용되는 적층제조 방식인 재료 압출(material extrusion, ME)방식 3D 프린터의 베드를 회전축을 가진 mandrel로 변형한 형태의 3D 프린터로 mandrel 위에 재료를 적층하여 스텐트, 프로펠러, 임펠라 등의 중공축을 가진 형상을 서포트 없이 출력할 수 있다. 하지만 mandrel 위에 적층된 재료는 다음 층 출력에 대한 유효 출력 사이즈를 증가시켜 레이어 증가 시 마다 압출량 보정이 필요하다. 결과적으로 실제 프린팅 속도와 압출 속도가 빨라지며 압출이 불안정해지고 표면에 결함이 생긴다. 출력물 내 외부에 발생한 결함들은 출력물의 기계적 특성과 외관 품질을 저하시키므로 결함에 대한 적절한 조치가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 additive lathe의 출력 공정 중에 인공지능을 활용한 출력면 모니터링을 통해 결함을 감지하고 그에 따른 적절한 피드백을 부여하는 시스템을 구현하여 최종 출력물의 기계적 물성과 외관 품질을 개선하였다.

2. 결함 감지 시스템

Additive lathe의 공정 결함을 감지하기 위한 머신러닝 모델로 variational autoencoder, VAE를 사용하였다. VAE는 input 이미지를 이용하여 새로운 이미지를 만들어내는 생성 모델로 정상 이미지만을 학습하여 비정상 이미지를 검출하는 semi-supervised learning 방식 anomaly detection을 수행할 수 있다. 학습과 결함 검출에 사용되는 이미지를 얻기 위해 파트 출력 중간에 출력물 표면을 촬영했다. 출력면에 결함이 없는 정상 이미지 5000장을 VAE 모델의 학습 데이터로 사용하였으며 validation data를 이용해 두 개의 thresholds를 설정하였다. Threshold를 이용하여 정상 이미지와 두가지 타입의 결함들을 구분하는데 사용하였으며 그에 따른 적절한 피드백을 부여하였다.

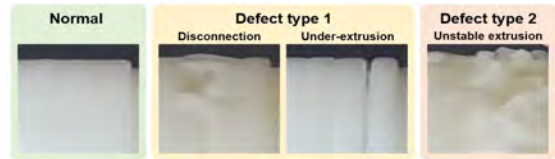


Fig. 1 Classification of defects in additive-lathe according to surface characteristics

3. 피드백 알고리즘

Additive lathe 출력 공정 중 발생한 결함은 defect type 1인 ‘disconnection’, ‘under-extrusion’과 defect type 2인 ‘unstable extrusion’이다.(Fig. 1) 공정 중 얻은 이미지가 normal로 분류되면 피드백 부여 없이 이미지 촬영을 위해 멈추었던 프린트 공정을 다시 재개한다. 표면에 빈 공간이 생긴 defect type 1 발생 시 노즐이 적은 량의 재료를 압출하며 출력면을 한번 더 지나는 ‘ironing’ 피드백을 부여하여 출력면의 빈 부분을 채워주었다. 또한 출력면에 돌출된 결함이 발생하는 defect type 2 발생 시 압출을 하지 않는 ironing 피드백을 부여하였으며 다음 출력 과정에서 결함이 발생하지 않도록 속도를 줄이는 피드백을 부여하였다.

4. 결론

Additive lathe의 출력 공정에서 발생하는 결함을 VAE 머신러닝 모델을 이용해 검출하고 그에 따른 피드백을 부여하는 시스템을 구현하였다. 결함의 종류에 따라 ironing과 속도 조절 피드백을 부여하였으며, 그 결과 출력물의 내 외부 결함을 제거하여 최종 출력물의 기계적 물성 및 외관 품질을 개선하였다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2023-00213269).

구두발표

특별세션 OS25

좌장 : 류성기(경상국립대학교)

OS25-1

OS25-2

OS25-3

OS25-4

OS25-5

OS25-6

OS25-7

OS25-8

기어 제조과정에서 치면 결함 방지 최적설계

Optimal Design for Defect Prevention in Gear Manufacturing Processes

*곽기명¹, 백진욱¹, 김남용¹, 강진경², #류성기¹

G. M. Gwak¹, J. U. Baek¹, N. Y. Kim¹, J. K. Kang², S. K. Lyu(sklyu@gnu.ac.kr)^{1,#}

¹경상국립대학교 기계항공공학부, ²주식회사 유한이엔에스

Key words : Gearbox, Contact Stress, Semi Topping, RoMax

1. 서론

여러 산업에서 사용되는 기어박스는 내구성, 동력 전달효율 측면에서 다양한 연구가 이루어지고 있으며, 치면의 결함을 해결하기 위한 방안으로 Micro-geometry 치형수정이 대표적으로 사용되고 있다. 하지만 Micro-geometry 치형수정은 기어 시스템의 형상을 모두 가공하고 난 후 별도로 이루어지는 작업이므로 제작에 경제성이 떨어지는 것을 확인하였다.

본 연구에서는 Micro-geometry 치형수정을 하지 않고 Semi Topping가공을 적용하여 기어의 면압응력과 집중응력을 개선하는 연구를 진행하였으며 기어 동역학 해석프로그램 Romex를 사용하여 이를 검증하였다.

2. 이론

Fig. 1은 Semi Topping 가공을 적용한 기어의 Profile 방향의 치형을 나타낸 그림이다. Semi Topping가공은 기어 제작 후 별도의 가공과정이 아닌 기어가공을 하기 위한 Hobbing 가공에서 이루어지는 가공으로 기어 제작에 있어 가공과정을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 기어 면압강도를 개선하기 위해서는 기어치면의 집중응력을 개선해야하며 Semi Topping 가공은 치끝의 형상을 조절하여 집중응력 및 면압응력을 개선할 수 있다.

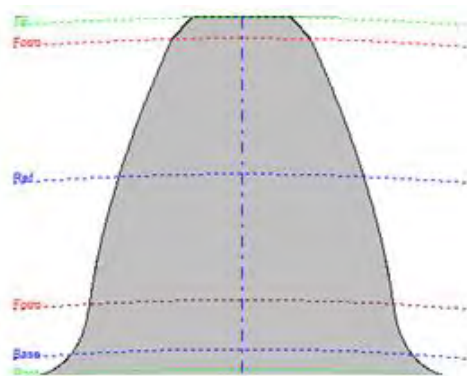


Fig. 6 Semi topping modified geometry

3. 해석

기어 시스템의 Pinion과 Wheel에서 면압강도를 줄이기 위하여 Wheel의 치끝을 Semi Topping 가공으로 수정하였다. Semi Topping 가공의 적용값으로는 길이 2mm, 각도 40°방향으로 진행하였으며 Fig. 2는 가공 후 기어면에 발생하는 Contact Stress분포를 표현한 그래프이다. 기어의 피치원에서 보다 낮은 집중응력을 보이고 있으며 응력발생 분포가 완만하여 면압응력이 개선된 것을 확인할 수 있다.

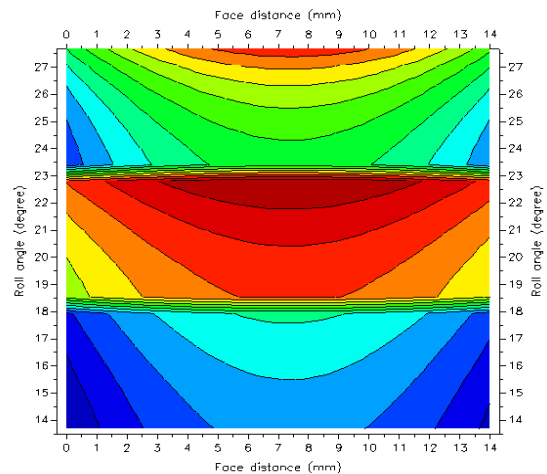


Fig. 2 Contact stress according to tooth shape modification

4. 결론

본 연구에서는 기어의 제조과정에서 경쟁력을 확보 하면서 기어치면의 면압응력을 개선할 수 있는 Semi Topping 가공방안을 제시하였다.

후기

본 연구는 2023년 중소벤처기업부 산학연 Collabo R&D과제 (지원번호: RS-2023-00222424)의 지원으로 수행된 연구결과입니다.

기어의 저소음을 고려한 Macro-geometry 설계에 관한 연구

A Study on the Macro-geometry Design Considering Low Noise of Gear

*김남용¹, 백진욱¹, 최재혁², #류성기¹

*N. Y. Kim, J. W. Baek¹, J. H. Choi², #S.K. Lyu(sklyu@gnu.ac.kr)¹

¹경상국립대학교 기계항공공학부, ²(주)남도

Key words : Gear, Macro-geometry, Parametric study, Gear noise, Contact ratio

1. 서론

전동식 기어시스템에 있어 가장 중요한 요소 중 하나인 소음은 엔진식에 비해 그 중요도가 매우 높아졌다. 친환경 트렌드에 따라 전동식에 대한 시장이 나날이 커지고 있다. 기어의 맞물림 소음은 제조상 발생하는 오차로 인해 Whine noise가 발생하게 된다. 제조 오차는 필수적으로 발생할 수 밖에 없기 때문에 이를 저감하는 방법이 향후 품질 및 기술력을 판단하는 기준이 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 기어의 저소음에 관한 연구를 수행하기 위한 방법으로 PPTE를 통해 분석하였다.

2. 설계 이론

전달오차(TE.: Transmission Error)는 기어 물림선에서 접촉점의 변위량으로 정의된다. 실제 설계 이론값과 제조상 오차로 인해 발생하는 그 차이가 전달오차이며 식 (1)과 같다. Fig. 1과 같이 PPTE는 기어의 소음 척도를 결정하는 중요한 요소로서 절대값의 차이보다 최대값과 최소값의 차이가 실제 기어의 물림상에서 소음에 대한 영향을 끼치게 된다.

$$TE = \delta\theta_2 = \theta_2 - \theta_1 \frac{R_1}{R_2} \quad (1)$$

Table 1 Gear specification of helical gear train

Description	Unit	Gear	Pinion
Module	Mm	1.5-3.0	
Pressure angle	Deg.	16-24	
Helix angle	Deg.	0-20	
Face width	Mm	25	
Profile shift coefficient	-	-0.6-1.0	

3. 분석 결과

Table 1에서와 같이 기어 사양을 정해놓고 KISSsoft를 활용하여 Parametric study를 수행하였다. 모듈 값이 커질수록 기어의 잇수가 감소하게 되면서 물림율이 작아졌다.

이때 Total contact ratio가 감소하며 소음 값 또한 증가하게 되었다. 비틀림각은 Overlap ratio를 증가시키면서 Total ratio가 증가하게 되므로 비틀림각이 증가할수록 소음에 유리하다는 것을 확인하였다.

PPTE는 기어의 효율과 상관관계에 있으므로 Total ratio에 영향을 미치는 주요 인자인 모듈과 비틀림각에 대해 적용을 하였다.

모듈에 있어서 그 영향성을 확인하였으나 비틀림각에 대한 Overlap ratio는 효율에 있어 큰 영향을 끼치지 않는다는 것을 확인하였다.

4. 결론

기어 설계에 있어 저소음에 대해 Macro-geometry가 주요 인자로서 큰 영향을 끼치게 되므로 이에 Parametric study를 수행하여 분석하였다.

실제 소음 과 효율의 경향성을 확인하였다. 비틀림각에 대한 overlap ratio가 효율에 큰 영향을 끼치지 않는다는 것에 대해서는 효율에 대한 주요 인자인 Micro-geometry 수정에서 Specific sliding에 대해 분석하였다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학연협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

스퍼기어를 적용한 기어모듈의 구동에 따른 구조안정성 분석 Analysis of Structural Stability by Driving Gear Modules with Spur Gear

*이윤승¹, 박용우², 김남용¹, 백진욱¹, #류성기¹

*Y.S. Lee¹, Y.W. Park², D.S. Kim¹, N.Y. Kim¹, J.U. Baek¹, #S.K. Lyu(sklyu@gnu.ac.kr)¹

¹경상국립대학교 대학원 기계항공공학부, ²한국폴리텍대학

Key words : Gear train, Contact stress, Gear module, Simulation, Analysis

1. 서론

동력전달 장치에서 가장 많이 사용되는 기어의 종류 들에는 스퍼기어, 헬리컬기어, 베벨기어, 워 기어 등이 있으며, 이 중 스퍼기어는 회전축과 이(gear teeth)가 평행하며 서로 평행한 두 축 사이에 동력을 전달하는 방식이다. 또한, 스퍼기어는 구조가 비교적 간단한 이유로 치형의 기본적인 기구학 사용이 가능하다. 본 논문에서는 진동과 소음이 같은 정도의 다른 기어에 비해 작으며, 직선치보다 물음의 길이가 길고 이의 강도에서 유리하며 고풍력마력의 동력전달에 용이한 스퍼기어 방식을 기어모듈의 시뮬레이션 분석에 따른 장치의 제작 검토 가능성을 제안하였다.

2. 기어모듈의 구조해석 결과

Fig. 1은 입력토크 10000Nmm와 30000Nmm에 대한 최대 변형량을 그래프로 나타낸 것으로 입력토크 10000Nmm에서는 각 기어모듈이 일정한 변형량을 나타내고 있으나 입력토크 30000Nmm에서는 기어1과 기어2, 기어2와 기어3에서의 편차 폭이 다소 크게 나타났으며 기어3과 기어4, 기어1과 기어4는 일정한 변형량을 나타내고 있다. Fig. 2는 입력토크 10000Nmm와 30000Nmm에 대한 최대 응력을 그래프로 나타낸 것으로 입력토크 10000Nmm에서는 각 기어모듈이 일정한 응력을 나타내고 있으나 입력토크 30000Nmm에서는 기어1과 기어2 모듈이 10000Nmm과 유사한 응력을 나타내고 있으나 기어2와 기어3, 기어3과 기어4, 기어1과 기어4 모듈은 다소 큰 응력을 나타내고 있다. Fig. 3은 테이핑 장치를 구동할 경우 150rpm-300rpm의 회전속도에 따른 가장 큰 힘을 받는 축인 기어2와 기어3의 축에서 받는 처짐량을 속도 별로 나타낸 것으로 회전속도의 증가에 따라 처짐량이 기어2의 축보다 기어3의 축의 증가폭이 크다는 것을 시뮬레이션으로 확인하였다.

3. 결론

본 연구에서는 스퍼기어 방식을 적용한 기어모듈에

서 기어와 기어 사이에 발생하는 최대 변형량과 최대 응력, 각 기어의 치형에 미치는 접촉응력, 기어모듈의 구동축에서 발생하는 응력 변위를 시뮬레이션 하였다. 이러한 데이터를 기반으로 테이핑 장치의 제작에 대한 검토가 가능할 것으로 본다.

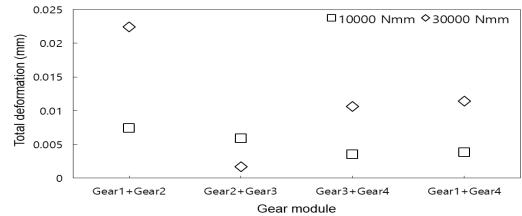


Fig. 1 Total deformation of gear module

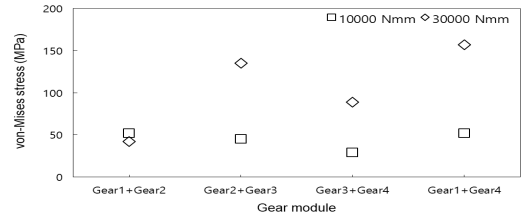


Fig. 2 von-Mises stress of gear module

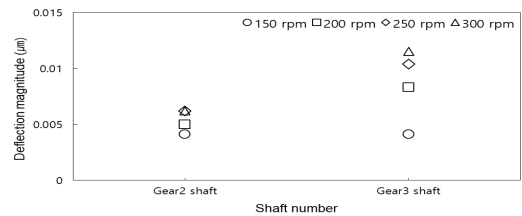


Fig. 3 Deflection magnitude of gear shaft

후기

본 연구는 2022년도 산업통상자원부의 재원으로 한국 에너지기술평가원의 지원(20214000000520, 자원순환(재제조)산업 고도화 인력양성)과 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. NRF-2023R12C003691)으로 수행된 연구결과입니다.

회전수 변화에 따른 기어열 접촉 응력해석 분석

Analysis of Gear Train Contact Stress according to the Change of Rotation Speed

*이윤승¹, 박용우², 김남용¹, 백진욱¹, 류성기¹

¹Y.S. Lee¹, Y.W. Park², N.Y. Kim¹, J.U. Baek¹, #S.K. Lyu(sklyu@gnu.ac.kr)¹

¹경상국립대학교 대학원 기계항공공학부, ²한국폴리텍대학

Key words : Gear train, Contact stress, Gear module, Simulation, Analysis

1. 서 론

기어에서 하중에 의한 발생응력이 항복강도 또는 굽힘내구(피로)강도값 이상일 때 굽힘에 의한 기어파손이 발생된다. 또한, 기어잇면(치면)에서의 접촉응력이 표면내구(치면피로) 강도 이상일 때 피팅(점부식), 마모에 의한 치면파손이 발생된다.

본 연구에서는 테이블링 장치의 구동을 위한 기어열 접촉해석을 수행하였으며, 시뮬레이션을 통해 구동에 필요한 요구 회전수에 따른 최대, 최소응력발생 지점을 확인하여 내구성 향상을 위한 후공정 필요의 유무에 대한 결론을 도출하였다.

2. 기어이 하단부 해석 결과

Fig. 1은 본 연구에서 시뮬레이션을 진행한 설계 데이터를 기반으로 제작한 기어모듈이며 테이블링 장치의 구동을 위한 기초 형상에 대한 연구를 수행하였다. Fig. 2에서는 설계된 기어 모듈을 테이블링 장치 작동에 요구되는 최소회전수 150rpm에서 최대회전수 300rpm으로 구동할 경우 치형에 미치는 접촉응력의 발생에 대한 시뮬레이션을 진행하였으며 기어이의 하단부에서 발생하는 최소 접촉응력, 최대접촉응력은 각각 기어1은 44.7MPa ~ 67.4MPa, 기어2는 24.5MPa ~ 38.1MPa, 기어3은 44.7MPa ~ 67.4 MPa, 기어4 접촉응력 21MPa ~ 31.4MPa로 기어이의 하단부에서 발생하고 있음을 확인할 수 있었다.

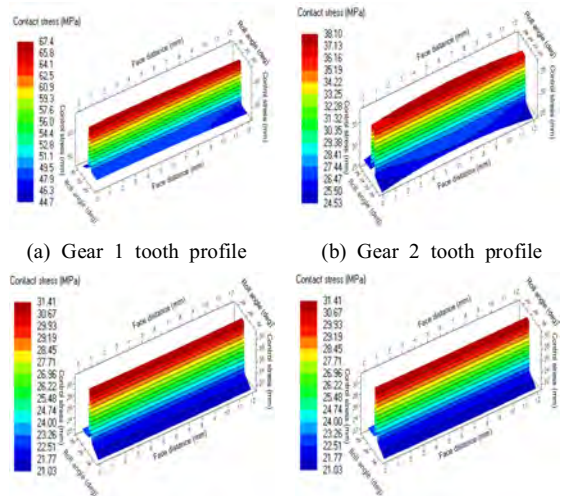
3. 결 론

설계된 기어모듈의 구동에 적합한 구조안전성을 검토하기 위해 기어모듈의 구동에 따른 기어열의 접촉해석을 수행하였다. 기어2와 기어3은 동력을 전달 받는 기어로서 높은 응력이 발생하고 기어1과 기어3은 동력을 전달하는 역할로써 높은 응력이 발생되어 내구성을 위한 소재변경, 열처리 및 표면처리 등의 후공정이 필요하다는 것을 시뮬레이션으로 확인하였다.



(a) The 1st products (b) The 2nd products

Fig. 1 Manufactured gear module



(a) Gear 1 tooth profile (b) Gear 2 tooth profile

(a) Gear 3 tooth profile (b) Gear 4 tooth profile

Fig. 2 Contact stress of gear 1~4 (150rpm-300rpm)

후기

본 연구는 2023년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원(20214000000520, 자원순환(재제조)산업 고도화 인력양성)과 과학기술정보통신부 선도연구센터기초연구사업(NRF-2019R1A5A80832 01)의 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사드립니다.

기어박스 치형수정 피팅현상 방지 최적설계

Optimal Design for Gearbox Tooth Profile Modifications to Prevent Fitting Anomalies

*곽기명¹, 백진욱¹, 김남용¹, 김형진², #류성기¹

Gi-Myung Gwak¹, Jin-Uk Baek¹, Nam-Yong Kim¹, Sung-Ki Lyu(sklyu@gnu.ac.kr)^{1#}

¹경상국립대학교 기계항공공학부, ²㈜태평양정기

Key words : Gearbox, Gear Tooth Profile, Micro geometry, RoMax

1. 서론

본 연구에서 적용되는 기어박스 모델은 농업, 건설 등 산업현장에서 쓰이는 기어박스 모델로 100Nm 급의 토크를 전달하는 제원으로 설계되었다. 현장에서 사용되는 기어박스인 만큼 여러 가지 상황에서 사용되어 기어의 결함 중 하나인 피팅 현상이 많이 발생하고 있는 것을 확인하였으며 이를 개선하기 위해서 Micro-geometry 치형수정 방안을 고안 하였다. 상용 기계설계 프로그램인 CTIA을 사용하여 제품의 모델링을 진행하였고 기어시스템 동적해석 프로그램인 ROMEX를 사용하여 치형을 수정 방안의 개선점을 검증하였다.

2. 이론

Fig. 1은 Micro-geometry 치형수정 방안을 그림으로 표현한 것이다. 피팅현상은 기어의 면압강도가 발생 응력보다 낮아 발생하는 경우가 많으며 기어치형에 따라 발생하는 집중응력 또한 영향이 있기 때문에 기어 치형의 Micro-geometry 치형수정을 통하여 피팅현상을 방지하고 기어시스템의 내구성을 향상 시킬 수 있다.

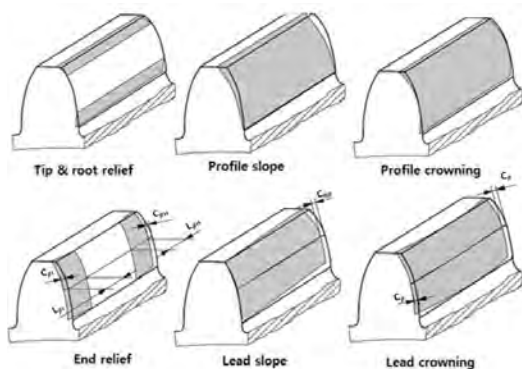


Fig. 1 Compressed natural gas filling process

3. 해석

Table 1은 기어 치형 수정값을 표로 표현한 것이다. Fig. 1에서 표현된 치형 수정방안 중 Profile과 Lead 방향에서 Tip Linear와 Crown을 선택하여 수정값을 설정하였으며 수정 후 면압강도를 판단할 수 있는 Contact Stress의 분포형상은 Fig. 2와 같다.

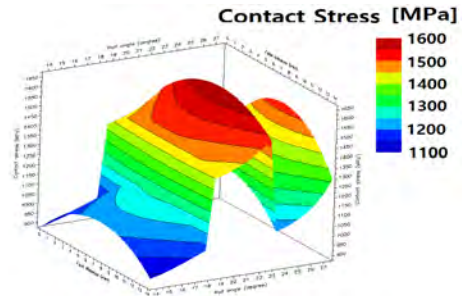


Fig. 2 Contact stress according to tooth shape modification

Table 1 Shift Coeff Pinion(0.12) Wheel (-0.12)

Whell	Type	Start Point	Relife
Profile	Tip Linear	22°	3um
Lead	crown	-	2um

4. 결론

본 연구에서는 기어의 치형에 따른 집중응력과 면압응력에 대한 결함인 피팅현상을 Micro-geometry치형수정을 통하여 예방하는 방안을 제시하였다.

Micro-geometry 수정으로 기어시스템의 집중응력과 면압응력이 줄어들어 면압강도가 향상된 것을 확인할 수 있었다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부의 지역특화산업육성+(R&D)지역주력산업육성사업(과제번호: S3770985)과 Romax Technology의 Romax Designer 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사드립니다.

기어 치형에 따른 소음 진동 특성 경향성에 관한 연구

Study on Noise and Vibration Characteristics According to Gear Tooth Profile

*백진욱, 김남용, 최재혁, #류성기

*J. U. Baek, N. Y. Kim, J. H. Choi, #S. K. Lyu(sklyu@gnu.ac.kr)

경상국립대학교 기계항공공학부

Key words : Gear system, Gear whine noise, Transmission error, Gear mesh frequency, PPTE

1. 서론

최근 자동차 뿐만 아니라 농기계나 건설기계 등 다양한 분야에서 전동 시스템 동력이 사용되고 있다. 이에 따른 장점으로 동력원의 소음 감소가 있지만, 이는 되려 감속기 등과 같은 동력 전달 장치의 소음이 부각되는 단점을 만든다. 따라서 본 연구에서 기어의 형상이 시스템의 소음과 진동에 어떠한 영향을 미치는지 분석하고 그 경향성을 파악해 최적치형 설계를 하고자 한다.

2. 연구 이론 및 설계

전달오차는 기어의 Whine noise에 직접적인 영향을 미치며, 특히 전달오차의 최대값과 최소값의 차이인 PPTE가 클수록 소음이 커지게 된다. 전달오차에 영향을 주는 요인으로 이의 변형(굽힘)이 있으며, 이를 개선하게 된다면 PPTE와 소음에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 다음 식 (1)은 기어의 굽힘 변형에 관한 식이다.

$$\delta_b = F \cos^2(\alpha_i) \sum_1^n e_i \left[\frac{(d)^2 - e_i d_i + \frac{1}{3}(e_i)^2}{E'I_i} + \frac{1}{s_n G A_i} + \frac{\tan^2(\alpha_i)}{A_i E} \right] \quad (1)$$

이 식을 통해 치형수정은 기어의 굽힘량에 영향을 미치며, 그 결과 PPTE가 개선될 수 있음을 확인하였다. 따라서 PPTE를 최소화 시킬 수 있는 치형수정 조건을 찾아내고 각 조건별로 물림률과 강도를 고려하여 소음에 유리함과 동시에 강도적 측면에서도 안정성을 보이는 최적 치형설계를 하는 것이 본 연구의 목적이다.

3. 해석 결과

Pinion과 Wheel의 치면을 10등분하여 Tip relief 위치를 정하고 각 위치 별 수정량을 0~5μm로 나누어 PPTE값을 정리하였다. 이를 통해 치형 수정 조건에 따라 PPTE값의 변화를 파악하고, 이것이 시스템의 소음 및 진동에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였다.

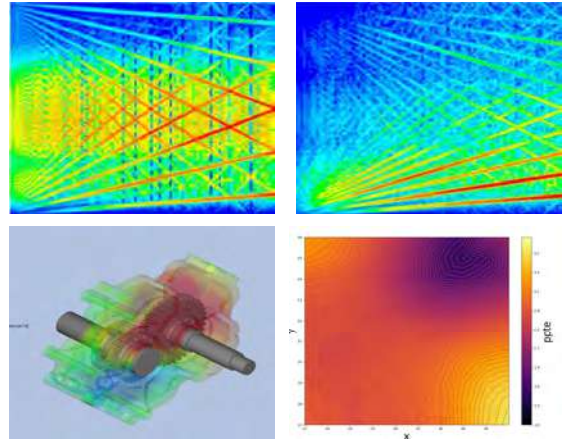


Fig. 1 NVH analysis result

4. 결론

NVH 분석 결과 Pinion 40 위치에서 4μm, Wheel 25 위치에서 5μm의 조건으로 Tip relief를 한 결과 Stg. 1에서 0.78μm, Stg. 2에서 0.24μm로 낮은 값을 보였다. 물림률 또한 stg. 1에서 1.1, Stg. 2에서 1.25로 준수하게 나왔다. 이는 Tip relief 치형 수정의 시작점이 기어 이 맞물림이 2개에서 1개로 변하는 지점인 HPSTC(High Point to Single Tooth Contact)에서 수정할 경우 일반적으로 낮은 PPTE를 보이며 이에 따라 적은 소음을 발생시켰다.

후기

본 연구는 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원(202140 00000520, 자원순환(재제조)산업 고도화 인력양성)사업과 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학연협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

압력강하 예측 이론에 따른 유압커플러 접촉방식에 관한 연구

A Study on the Hydraulic Coupler Contact Method according to the Pressure Drop Prediction Theory

*김남용, 백진욱, #류성기

*N. Y. Kim, J. W. Baek, #S.K. Lyu(sklyu@gnu.ac.kr)
경상국립대학교 기계항공공학부

Key words : Flat-face, Coupling system, Hydraulic, CFD

1. 서론

유압 커플링 시스템은 유압 동력 전달 장비에서 중요한 역할을 하고 있다. 2029년 130억불 시장으로 성장하는 산업기계 시장에서 그 수요가 더욱 증가할 것으로 예측되고 있다. 특히 친환경에 관한 국제적 협약과 캠페인, 소비자의 인식 변화에 따라 트렌드가 변화하고 있다. 이에 체결 및 해제시 누유가 발생하는 기존의 포켓 방식의 커플러에서 차세대 방식의 커플러가 요구되고 있다. 선진사에서는 친환경 방식의 커플러의 개발이 꾸준히 연구되고 있으며 국내 일부 기업에서 경쟁력을 갖추기 위한 개발이 진행되고 있다. 본 연구에서는 이러한 트렌드에 발맞춰 압력강하 예측이론을 활용한 차세대 방식의 유압커플러에 대해 연구를 수행하였다.

2. 차세대 메커니즘 방식을 적용한 모델

점 접촉방식을 사용하는 포켓 타입의 유압커플러는 체결 시 잔여 공간으로 인해 누유가 발생하며 압력이 존재하여 많은 어려움이 존재한다. 이 때 점 잔여 공간이 발생하는 접촉 방식이 아닌 면 접촉방식으로 전환한다면 누유 발생과 잔압이 사라지게 된다. 따라서 플랫 타입의 면 접촉방식 메커니즘에 대해 연구하였고 대상 모델은 Fig. 1과 같다.

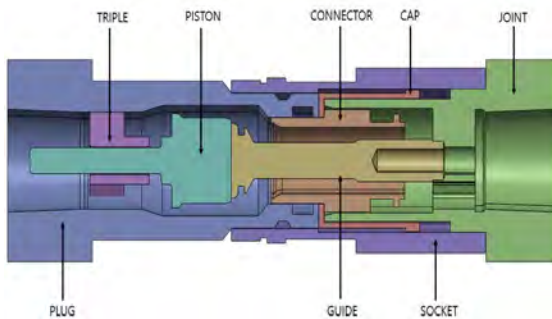


Fig. 1 Flat-face type coupling system

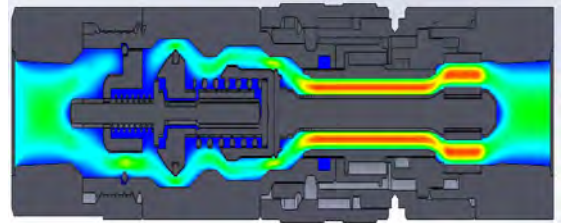


Fig. 2 Flow simulation analysis at flat-face coupling system

3. 압력강하 예측 이론에 따른 분석

식 (1)과 같이 베르누이 방정식에서 유압유의 압력강하를 예측할 수 있다. 이 때, 층류영역에서 마찰계수는 레이놀즈 수에만 의존하고 Re에 반비례한다. 본 식에 따르면 유로의 단면적이 일정하고 균일하면 압력강하를 줄일 수 있으며 면 접촉 방식을 통해 포켓타입이 가지고 있는 단점을 해소할 수 있다.

4. 유동해석 결과 및 결론

Solidworks Flow simulation을 활용하여 설계를 검증하였고 그 결과는 Fig. 2와 같다. 입구 압력을 28MPa로 고정하고 출구 압력을 변화시켰을 때 그 결과를 활용하였다.

유로존의 넓이가 넓어질수록 내부의 유속은 줄어들었고 유로존의 넓이에 따른 내부 압력은 반비례 관계에 있음을 설계 이론 및 시뮬레이션을 통해 확인할 수 있었다.

유선 분토의 경우 형상변경에 따라 개선될 수 있으나 Press drop, 속도분포, 온도에 큰 영향을 끼치지 않는다는 것을 확인할 수 있었다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부 선도연구센터기초연구사업(NRF-2019R1A5A8083201)의 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사드립니다.

변속 기능을 탑재한 유성기어 감속기 설계 Design of a Planetary Gear Reducer with Variable Speed Function

*백진욱¹, 김남용¹, #류성기¹

*J.U. Baek, N.Y. Kim, G.M. Gwak, #S. K. Lyu(sklyu@gnu.ac.kr)

¹경상국립대학교 기계항공공학부

Key words : Gear system, Planetary gear, Transmission error, Optimal design

1. 서론

산업용 호이스트는 큰 화물이나 무거운 물체의 선단의 혹은 고정하여 위에서 끌어 내려 이동시키는 기계이다. 큰 무게를 견뎌야 하므로 감속비가 큰 동력전달 장치가 필요하며, 주로 크레인에 매달아 사용하는 소형 장치이므로 부피가 커도 안된다. 따라서 작은 부피에 높은 감속비를 낼 수 있는 유성기어 감속기를 사용하는 것이 적절하다. 그러나 일반적인 유성기어 감속기는 변속이 어려워 용도에 맞게 상황에 따라 변속기를 교체해야 하는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 유압 장치를 통해 2가지 변속 단계를 가지는 유성기어 변속기를 만들어 보다 효율적인 감속기를 설계하고자 한다.

2. 연구 이론 및 설계

전달오차는 기어의 Whine noise에 직접적인 영향을 미치며, 특히 전달오차의 최대값과 최소값의 차이인 PPTE가 클수록 소음이 커지게 된다. 전달오차에 영향을 주는 요인으로 이의 변형(굽힘)이 있으며, 이를 개선하게 된다면 PPTE와 소음에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 다음 식 (1)은 기어의 굽힘 변형에 관한 식이다.

$$\delta_b = F \cos^2(\alpha_i) \sum_1^n e_i \left[\frac{(d)^2 - e_i d_i + \frac{1}{3}(e_i)^2}{E' I_i} + \frac{1}{s_i G A_i} + \frac{\tan^2(\alpha_i)}{A_i E} \right] \quad (1)$$

이 식을 통해 치형수정은 기어의 굽힘량에 영향을 미치며, 그 결과 PPTE가 개선될 수 있음을 확인하였다. 따라서 PPTE를 최소화 시킬 수 있는 치형수정 조건을 찾아내고 각 조건별로 물림률과 강도를 고려하여 소음에 유리함과 동시에 강도적 측면에서도 안정성을 보이는 최적 치형설계를 하는 것이 본 연구의 목적이다.

3. 해석 결과

Parametric study를 통해 충분한 강도를 보이며 낮은 PPTE를 보이는 최적 설계안을 도출하였다. 이를 바탕으로 이뿌리 및 치면의 응력분포를 확인하였으며 변속 시스템에 활용할 수 있을 것으로 판단하였다.

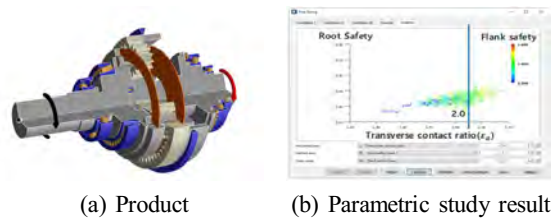


Fig. 1 Optimal design using parametric study

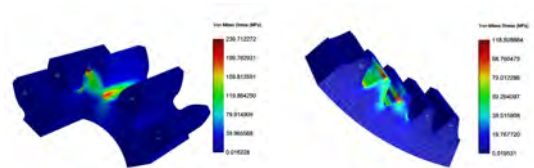


Fig. 2 Gear stress results

4. 결론

유성기어의 잇수가 각각 선기어 28개, 유성기어 14개, 링기어 56개일 때 최적의 충분한 강도와 소음 특성을 보였으며, 유성기어의 언더컷 방지를 위해 양전위를 적용하고 선기어에 음전위를 준 후, 중심거리를 줄이는 방법을 적용하였다.

후기

본 연구는 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원(202140 00000520, 자원순환(재제조)산업 고도화 인력양성)사업과 2023년 중소벤처기업부 산학연 Collabo R&D과제(지원번호: RS-2023-00222424)의 지원으로 수행된 연구결과입니다.

구두발표

논문발표 OP1

좌장 : 이상민(동의대학교)

OP1-1

OP1-2

OP1-3

OP1-4

전기구동 시스템의 NVH 성능 예측 프로세스 설계

Designing the Process for Predicting NVH Performance in Electric Drive System

*이상우¹, #김현수²

*S. W. Lee¹, #H. S. Kim(hkim7@deu.ac.kr)²

¹동의대학교 기계공학과, ²동의대학교 자동차공학과

Key words : Transfer function, Excitation force, Pseudo-transient

1. 서론

전기구동 시스템의 수요 증가에 따라 기업들의 E-powertrain에 대한 활발한 연구를 진행하고 있다. 모터 특유의 고차오더에 의해 발생하는 고주파 소음은 내연기관과는 다른 NVH문제를 발생시킨다. Boesing^[1]은 전자기해석을 통해 도출한 가진력을 기반으로 3D 진동해석에 대해 연구했다. 그러나 다양한 운전점에서 전자기 가진력을 직접 인가하는 방법은 긴 해석시간을 요구한다. 본 연구에서는 실제와 같은 응답을 도출하기 위한 Pseudo-transient 가진력 정의 방법을 제시한다. 또한 Unit force 가진을 이용해 전달함수를 도출하고 가진력과 전달함수를 주파수 도메인에서 연산하여 빠른 해석 속도를 가지는 전기구동 시스템의 NVH 해석 시스템을 제시한다.

2. Pseudo-transient 가진력

전자기 해석을 통해 도출하는 가진력은 일반적으로 각 운전점에 대한 이산적인 결과이다. 그러므로 실제와 같은 해석 결과를 얻기 위해서는 매우 많은 운전점에서의 해석이 선행되어야 한다. 그러나 많은 해석을 진행해도 실제와 같은 진동 응답을 도출하기 어렵다. 본 연구에서는 Sine sweep을 활용하여 운전점의 주파수 정보를 반영하고 각 오더성분의 크기를 보간하는 방식으로 Pseudo-transient 가진력을 정의한다.

3. 전달함수를 이용한 진동응답 도출

Pseudo-transient 가진력과 3D 해석 모델에서 도출한 전달함수의 연산을 통해 진동 응답 결과를 도출한다. 전달함수는 3D 진동해석 모델에서 전 주파수에서 크기가 1N인 가진력을 인가하여 도출되는 응답을 사용한다. 이 해석방법은 한번 전달함수를 도출하면 다양한 운전점에서 해석하지 않아도 진동 응답 결과를 도출할 수 있으므로, 해석 시간을 크게 단축할 수 있다.

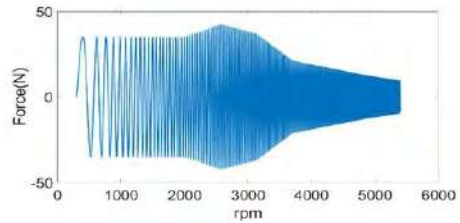


Fig. 1 Force applying Pseudo-transient Algorithm

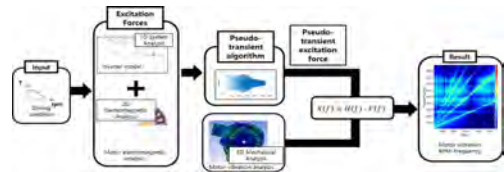


Fig. 2 Diagram of motor NVH prediction process

3. 결론

본 연구는 전기구동 시스템의 NVH 성능을 빠르게 예측하며 실제와 같은 진동응답 결과를 도출할 수 있는 프로세스를 제시한다. 이 프로세스는 모터의 개발 단계에서 신속한 NVH 성능예측을 가능하게 할 것으로 예상되며, NVH가 고려된 고성능 모터 개발에 활용될 것이라고 예상된다.

후기

본 연구는 현대자동차의 산학 연구 프로젝트로부터 지원받아 수행되었음

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2023-2020-0-01791)

참고문헌

- Boesing, M., Acoustic Modeling of Electrical Drives [Dissertation], Rheinisch-Westfalian Technical University, 2013.

자율주행자동차 사고조사 처리지침 설계를 위한 연구

Research on the Design of Autonomous Vehicle Accident Investigation Processing Guidelines

*허상영¹, #김현수²

*S. Y. Heo¹, #H. Kim(hkim7@deu.ac.kr)²

¹동의대학교 기계공학과, ²동의대학교 자동차공학과

Key words : Autonomous Vehicle, Accident, Manual

1. 서론

자율주행차는 레벨 0부터 5까지 6단계로 분류되며 레벨 3부터는 운전자의 개입 없이 자율주행 시스템이 차량을 제어한다. 국내에서는 23년에 레벨 3 자율주행차가 상용화되고, 27년에는 레벨 4 자율주행차의 양산이 계획 중이다. 그러나 레벨 4 자율주행차를 상용화하기 위해서는 안전한 제조를 위한 자동차관리법, 운행을 규제하는 도로교통법, 그리고 자율주행차 사고조사를 위한 효과적인 지침이 필요하다. 현재, 사고조사를 위한 지침은 마련되어 있지 않으며, Fig 1 미국 연방교통안전위원회(NTSB)의 사고조사 절차^[1]와 같이 해외의 조사체계를 분석하여 사고조사 지침서를 만들 필요가 있다.

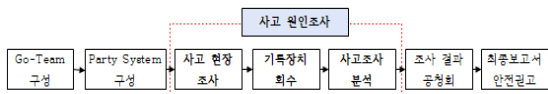


Fig. 1 NTSB 사고조사 절차

2. 본론

자율주행차 기술개발 동향 및 사고조사제도 현황에 대한 분석을 위해 자율주행차 개요 및 시장, 기술개발 동향을 조사하며 국내외 자율주행차 사고 현황 및 사고조사제도를 비교하였다. 위의 내용을 토대로 자율주행차 기술개발 동향과 사고조사제도 현황을 종합적으로 분석하여 조직, 시설 장비, 전문인력 등에 대한 개선방안을 도출했다. 이러한 분석 결과로 본 연구에서는 자율주행 자동차 사고조사 방법 및 분석 장비 매뉴얼을 개발했다. 사고 원인조사 매뉴얼에는 자율주행 자동차의 인지/판단/제어 시스템 별로 사고 차량 원인조사 및 분석 방법과 각 시스템의 동작 원리, 주요 구성 요소, 기능 등을 이해하고 사고 발생 시 해당 시스템의 동작과 관련된 원인조사 방법^[2]을 정립하였다. 분석 장비 매뉴얼에는 사고조사에 필요한 분석 장비의 데이터 계측 및 분석 방법이 있으며 분석 장비마다 다양한 자료를 수집하고

분석할 수 있도록 해당 장비의 사용법, 데이터 추출 방법, 분석 프로세스 등을 정리하였다.

최종 결과로 자율주행 자동차 사고조사 처리지침을 만들었다. 자동차손해배상보장법 제39조의 14 제1항, 자동차손해배상보장법 시행령 제33조의 12 및 자율주행자동차사고조사위원회 구성·운영 등에 관한 규정에 따라 설치된 자율주행자동차사고조사위원회가 자율주행자동차사고가 발생했을 때 사고원인을 규명하고 사고 관련 정보를 제공하는 사고조사 업무를 처리하는데 필요한 세부적인 지침과 절차를 정하는 데 그 목적이 있다.

3. 결론

현재 주요국들은 레벨 3 이상의 자율주행차 사고조사에 대한 새로운 기준점을 제시하여 자율주행차 사고조사와 관련한 역할을 더욱 강화하고 있다. 이상의 논의는 현재의 자율주행차 기술 수준 및 상용화 상황을 전제로 한 것으로, 향후 자율주행차 기술 발전 및 상용화 확대에 따라 변경될 수 있다. 따라서 자율주행차 관련 사고조사 체계는 지속적인 검토가 필요하다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2023-2020-0-01791).

참고문헌

1. National Transportation Safety Board, “Highway Investigation Report NTSB/HIR-22/01” (February 8, 2022)
2. Economic Commission for Europe, “Proposal for the Future Certification of Automated/Autonomous Driving Systems” (19 November 2018)

전달 행렬과 FEM을 활용한 메타표면 위상 지연 도출 Metasurfaces Phase Delay Derivation Using Transfer Matrix and FEM

*권윤정¹, #김현수²

^{*}Y. J. Kwon¹, [#]H. Kim(hkim7@deu.ac.kr)²

¹동의대학교 인공지능그랜드ICT연구센터, ²동의대학교 자동차공학과

Key words : Metasurface, Phase Delay, FEM, Transfer Matrix

1. 서론

음파의 진행 방향을 굴절시키는 메타 표면을 설계하려면 위상 지연을 결정해야 한다. 대표적인 연구 중에 미로형 구조를 측지관 또는 혼 구조와 동일시하여 대각선 방향의 소리 전달 경로를 추정하여 위상 지연을 도출한 연구가 있다^[1]. 이와 같이 음파의 전파 방향을 추정하는 방법은 설계자마다 소리 경로에 대한 정의가 다를 수 있기 때문에 위상 지연을 정확하게 계산하는데 어려움을 겪을 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 FEM에서 도출된 압력과 속도와 메인 덕트의 전달 행렬을 사용하여 복잡한 구조의 메타표면을 설계할 때 요구되는 위상 지연을 정확하게 도출하기 위한 방법을 제시한다. 이 방법은 음파의 전파 방향을 추정하는 방법에 비해 위상 지연을 정확하게 도출할 수 있다.

2. 위상 지연

Fig 1(a)는 측지관 형태의 유닛 셀의 개략도를 나타낸 것이며, 여기서 유닛 셀은 메타표면을 구성하는 하나의 음향 요소이다. 메타표면을 설계하기 위해서는 유닛 셀의 길이에 따른 위상 지연을 도출해야 한다. 측지관의 경우 이론식으로 위상 지연을 도출 할 수 있으나, 복잡한 구조인 경우에는 본 연구에서 제시한 FEM에서 도출된 압력과 속도와 메인 덕트의 전달 함수를 사용하여 계산할 수 있다. 제시한 방법을 검증하기 위해 측지관의 위상 지연 그래프를 두 가지 방법을 이용하여 도출하였다. 도출한 결과는 Fig 1(b)와 같으며, 이를 통해 이론식을 이용하는 것과 FEM를 이용하는 것의 위상 지연이 유사한 것을 확인하였다.

3. 메타 소음기 설계 및 검증

본 연구에서 제시한 위상 지연 도출 방법을 이용하여 메타 소음기를 설계하였다. 설계한 메타 소음기의 소음 저감 효과를 확인하기 위해 음향 해석을 진행하였다. 음향 해석 결과를 통해 넓은 주파수 영역을 소음 저감하는 것을 확인하였으며 메타표면으로 인해 목표 주파수의

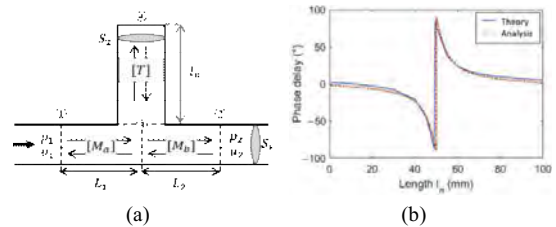


Fig. 1 Phase delay: (a) Schematic of the unit cell; (b) phase delay graph of quarter wave resonator metasurface.

음파 진행 방향이 굴절하는 것을 확인하였다. 또한, 스피커 테스트를 통해 메타소음기의 장착 전 후의 음향 측정 결과를 통해 메타소음기가 넓은 주파수 영역을 소음 저감하는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 메타표면의 위상 지연을 FEM과 전달 함수를 활용하여 계산하는 방법을 제시한다. 제안한 방법을 이용하여 메타소음기를 설계하고, 스피커 테스트를 통해 소음 저감 효과를 확인하였다. 본 연구는 어떤 종류의 복잡한 구조라도 정확한 위상 지연 계산 방법을 제시하였으므로 메타표면을 설계하는데 유용하게 활용될 수 있다.

후기

본 연구는 현대자동차의 산학 연구 프로젝트 지원받아 연구되었음

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2023-2020-0-01791)

참고문헌

- Ghaffarivardavagh, R., Nikolajczyk, J., Glynn Holt, R., Anderson, S., and Zhang, X., 2018, "Horn-like space-coiling metamaterials toward simultaneous phase and amplitude modulation", Nature Communications, Vol. 9, 1349.

Brushed DC 모터의 소음진동 저감을 위한 전자 필터 설계 연구

A Study on Electronic Filter Design for Noise and Vibration Reduction of DC Motor

*김지만¹, #김현수²

*J. M. Kim¹, #H. S. Kim(hkim7@deu.ac.kr)²

¹동의대학교 인공지능학과, ²동의대학교 자동차공학과

Key words : Brushed DC Motor, Noise and Vibration, Electronic filter

1. 서론

최근 환경 문제로 차량은 내연 기관에서 전기 구동으로 전환되고 있으며, 엔진 시스템에선 들리지 않았던 차량 내부 소음에 대한 관심이 높아지고 있다. 차량 내부에는 다양한 모터가 사용되는데, 가장 대표적인 모터 중 하나는 Brushed DC(BDC) 모터다. BDC 모터는 가격이 저렴하고 제어가 용이하여 차량의 창문, 에어컨, 시트 등 많은 곳에서 사용되고 있는데, 이 모터들은 운전자와 인접한 곳에 있어 모터의 소음이 운전자를 불편하게 할 수 있다^[1]. 본 연구에서는 모터 모델을 활용하여 전류의 진동을 저감할 수 있는 전자 필터를 설계하고 실험을 통해 필터의 소음 저감 효과를 확인한다.

2. 전자 필터 설계

모터에서 전류의 진동이 토크의 진동에 영향을 미치고, 토크의 진동은 결국 모터의 진동을 유발하며 진동은 소음을 발생시키게 된다. 따라서 전류의 진동 성분을 저감하여 모터의 소음과 진동성분을 저감할 수 있게 된다. 전자 소자중 인덕터는 전류의 변화를 방해하는 역할을 하여 전류의 진동 성분을 저감시켜 준다. 이를 고려하여 모터 모델에서 전원과 모터 사이에 인덕터를 직렬연결하여 전류 진동 저감효과를 확인하였으며, 인덕턴스의 변화에 따른 전류 진동 성분 변화를 Fig 1에 나타내었다. 모델에서 사용한 인덕터는 이상적인 인덕터이므로 실제 인덕터가 가지는 작은 저항을 고려하여야하며, 이는 모터의 회전속도에 영향을 미치게 된다.

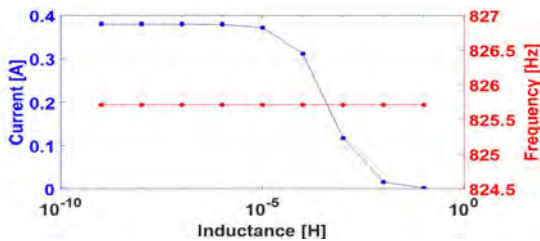


Fig. 1. Current ripple according to inductance change

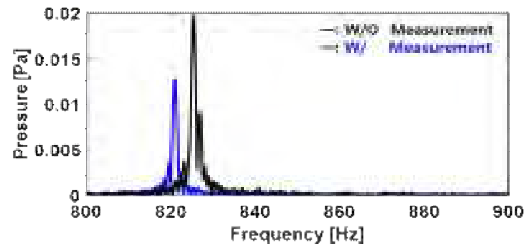


Fig 2. Noise reduction effect by electronic filter

따라서 인덕터와 작은 저항을 직렬로 연결하여 실험을 진행하였다.

3. 실험 결과

모터와 전원사이에 100[uH] 인덕터를 직렬연결하고 소음을 측정된 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 검은 선은 필터를 연결하지 않았을 때의 소음성분이며, 파란색 선은 필터를 연결했을 때 소음성분을 나타낸다. 필터를 연결하였을 때 소음의 주파수와 크기가 모두 감소한 것을 확인할 수 있는데, 주파수가 줄어드는 것은 인덕터의 전류 방해효과로 인함을 알 수 있으며 크기가 줄어드는 이유는 인덕터 내부의 작은 저항으로 인하여 회전속도가 줄어들어 소음성분이 낮게 측정됨을 알 수 있다.

후기

본 연구는 현대자동차의 산학 연구 프로젝트로부터 지원받아 수행되었음

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2023-2020-0-01791)

참고문헌

- Kim, H. S., Kim J. M., Han, K. G. and Won, D. G., "1D modeling Considering Noise and Vibration of Vehicle Window Brushed DC Motor", "Applied sciences", 2022.

구두발표

논문발표 OP2

좌장 : 이재욱(한국생산기술연구원)

OP2-1

OP2-2

OP2-3

OP2-4

OP2-5

ROM 기법을 이용한 PBV 용 배터리 인클로저 개발

Development of Battery Enclosure for PBV using ROM Technology

배기만¹, 김우성², 이승엽², 구시연², 성지현², *#이재욱²

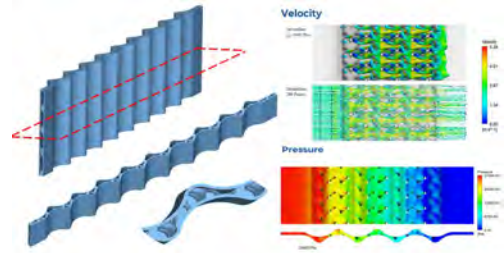
K. M. Bae¹, W. S. Kim², S. Y. Lee², S. Y. Gu², J. H. Sung², *#J. W. Lee(jaewk@kitech.re.kr)²

¹일지테크 선행연구팀, ²한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹

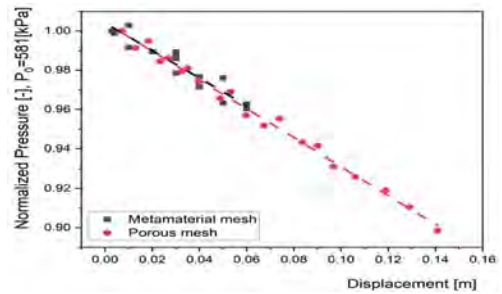
Key words : Additive Manufacturing, ROM, DfAM, TPMS

1. PBV용 배터리 케이스 적층설계

본 연구에서는 552개의 18650 원통형 배터리로 구성된 PBV(Purpose Build Vehicle) 차량 배터리 패키지를 위한 독특한 배터리 열 관리 시스템을 제안했습니다. 기존의 단일 입구 및 단일 출구(SISO)를 통해 전체 배터리에 대한 통합 열 교환을 수행하는 하단 냉각판과 달리, 제안된 독특한 배터리 냉각 모듈은 독립적으로 48개의 18650 배터리를 냉각하는 모듈 단위로 구성되었습니다. 냉각 자켓은 48개의 18650 배터리를 개별적으로 감싸도록 설계되었으며, 냉각 자켓 내부에는 열 전도 및 대류 열 전달 성능을 향상시키기 위해 Gyroid 모양의 메타머티리얼을 채용했습니다. 또한 열 전달 성능 차이를 개선하기 위해 최적화된 열 분산 성능을 가진 Gyroid 모양의 히트싱크를 설치했습니다. 다수의 흐름 채널을 통해 한 방향으로 552개의 배터리를 냉각하는 기존 하단 냉각판과 비교하여, 흐름 정체 현상 및 흐름 채널의 입구와 출구에서의 배터리 열 전달 성능 저하로 이어지는 문제를 제안된 독특한 배터리 냉각 모듈은 각 모듈에 대해 독립적인 냉각을 수행하여 입구와 출구 끝에서의 열 전달 성능 저하를 개선할 수 있음을 보여주었습니다. 또한 제안된 독특한 배터리 냉각 모듈은 배터리 고장 시 하나의 모듈만 교체하여 효율적인 유지 보수가 가능하도록 설계되었습니다.



(a) unit metamaterial channel for ROM



(b) Normalized pressure distribution along inside channel
Fig. 2 ROM tech. for checking battery cooling performance

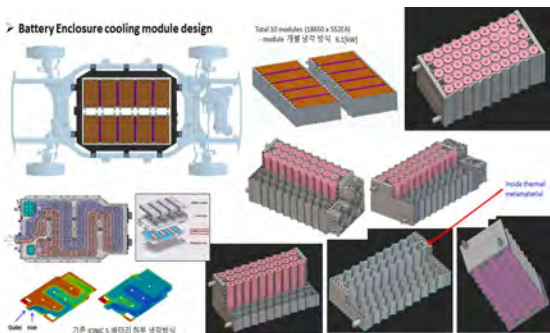


Fig. 1 A module type novel battery enclosure for PBV

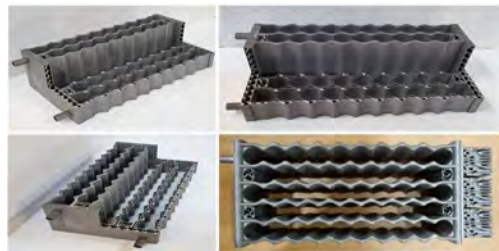


Fig. 3 3D printed battery enclosure for PBV

후기

이 논문은 산업통상자원부의 가스터빈부품 제조기술 역량강화 및 품질, 신뢰성지원 인프라 구축 기술개발사업 ‘분산전원용 MW 급 수소 가스터빈 고냉각효율 연소기 라이너 적층제조 소재 및 제작기술 개발, 과제번호(20224A10100030)’의 지원으로 수행되었습니다.

물리모델 기반의 적층제조 하이브리드 트윈 연구

A Study on physics-oriented Hybrid Twin for Additive Manufacturing

*이승엽¹, 김건우¹, 구시연¹, 박소현¹, #이재욱¹

*S. Y. Lee, K. W. Kim, S. Y. Gu, S. H. Park, #J. W. Lee(jaewk@kitech.re.kr)

한국생산기술연구원

Key words : Digital twin, Hybrid data, Additive manufacturing, Virtual representation

1. 서론

금속 적층 제조 기술을 통해 기존 부품들을 통합하거나 성능이 향상된 높은 부가가치를 가지는 부품의 제조가 가능해졌다. 그러나 적층 제조의 신뢰도 및 표준화는 여전히 극복해야 할 주요 과제이다. 이를 위해서 적층제조 공정 과정 중 모니터링과 시뮬레이션을 동시에 활용하여 현재 상태와 예측을 통해 제품 품질을 높이는 연구가 진행되고 있다⁽¹⁾. 적층제조 of 실시간 모니터링 방법으로 광학 단층 촬영(Optical Tomography)을 통한 볼륨 데이터 생성이 제안되고 있다. 광학 단층 촬영을 통해 적층제조품의 실시간 모니터링과 생성된 볼륨 데이터를 통한 제조품의 비파괴 검사 과정을 생략 할 수 있다. 하지만 실시간 모니터링 데이터를 기반으로 실시간 예측모델을 적용했을 때만이 적층제조에서의 결함을 사전에 파악하고 억제할 수 있다. 본 연구는 적층제조의 실시간 모니터링 데이터와 시뮬레이션을 통한 예측을 동시에 활용할 수 있는 복합 데이터 기반의 하이브리드 트윈 모델을 제안한다.

2. 하이브리드 트윈 모델

적층제조의 실시간 모니터링을 통한 볼륨 데이터와 예측 결과를 셀룰러 오토마타 (Cellular Automata) 기반의 디지털 트윈 모델에 적용하였다. Fig. 1은 디지털 트윈 모델이 광학 단층촬영을 통해 생성된 실시간 볼륨 데이터를 적용한 예측을 통해 아직 적층이 이루어지지 않은 상부 구조의 확률상태를 보여준다. 본 모델의 도입으로 실시간으로 누적되는 광학 단층 촬영의 볼륨 데이터를 예측모델에 반영하여 예측 정확도 향상과 강화학습을 통한 예측모델 개선이 동시에 가능해진다.

3. 결론

적층제조를 위한 디지털 트윈 모델에서 실시간 모니터링 데이터와 시뮬레이션을 통한 예측을 결합할

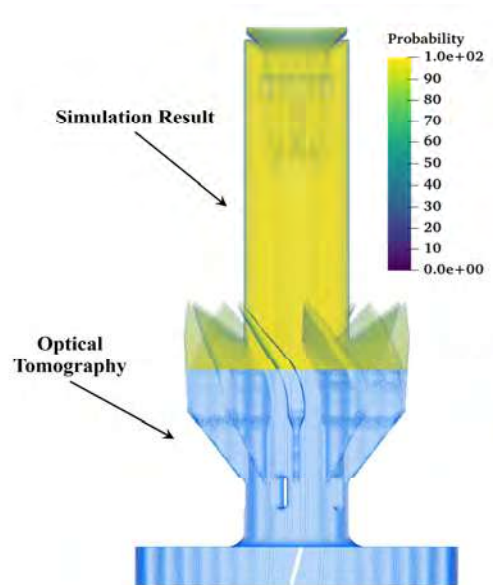


Fig. 1 Hybrid twin model for additive manufacturing

때 제품의 품질을 예측하고 개선하는 것이 가능해진다. 본 연구에서는 셀룰러 오토마타를 기반으로 두 가지 데이터를 동시에 반영하는 하이브리드 데이터 기반의 디지털 트윈 모델의 개발과 실시간 예측과 의사결정을 위한 프레임워크를 제안한다.

후기

본 연구는 산업통상자원부의 에너지기술 개발 사업 ‘분산전원용 MW급 수소 가스터빈 고냉각효율 연소기 라이너 적층제조 소재 및 제작기술 개발(과제번호 20224A10100030)’ 과제의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- Phua, A., Davies, C. H. J., & Delaney, G. W. (2022). A digital twin hierarchy for metal additive manufacturing. *Computers in Industry*, 140, 103667.

Inconel 625와 SUS304의 이종금속 동시 적층을 위한 경로 수립 전략 Development of a Simultaneous Additive Manufacturing Route Strategy for Inconel 625 and SUS304 Dissimilar Metals

*이태경¹, 김 석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*T. G. Lee¹, S. Kim^{1,2}, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)^{1,2}

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정, ²창원대학교 기계공학과

Key words : Wire-Arc Additive Manufacturing, Welding bead, Welding

1. 서론

WAAM(Wire-Arc Additive Manufacturing)공정은 아크열원을 이용해 와이어를 용융 및 적층하는 공정으로 Metal 3D Printing의 한 종류이며, 타 금속 Metal 3D Printing공정에 비해 많고 빠른 증착량으로 인해 대형부품을 만들기에 적합한 공정이다. 가스터빈에 사용되는 터빈 블레이드는 특성상 높은 내열성과 기계적 강도를 요하는 부품이다. 이러한 특성 때문에 터빈 블레이드는 현재 초내열 합금인 Ni계열 합금을 이용해 제작하는데, 높은 기계적 강도로 인해 가공시 많은 시간과 공구소모가 발생한다. 이러한 이유들로 인해 터빈 블레이드를 WAAM공정으로 적층하기 위한 많은 연구들이 이루어지고 있다.

본 연구에서는 두 대의 산업용 로봇을 이용해 초내열 합금인 Inconel 625 금속과 SUS 316L금속 이중적층을 진행했다.

2. 실험 방법

실험에 사용한 용접조건은 Table 1에 나타내었다. Fig. 1(a)는 적층을 진행한 와이어 배치이다. 빠르게 적층하기 위해 두 와이어의 적층을 동시에 하였다. 토치의 충돌을 방지하기 위해 토치는 30° 기울여 적층을 진행하였다.

Table 1 Welding condition

Process parameters	Units	Values	
		CMT	Pulse
Welding mode	-	CMT	Pulse
Wire	-	SUS 316L	Inconel 625
Current	A	140	160
Voltage	V	13.3	23.0
Travel speed	mm / s	8	8
Heat input	J / mm	232	460

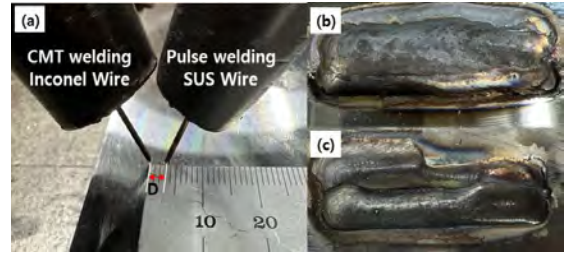


Fig. 1 (a) Process setting, (b) First welding torch - CMT, (c) First welding torch - Pulse

3. 용접비드

Fig. 1의 (b)는 선행토치가 CMT(Cold Metal Transfer) 용접일 경우의 용접비드 사진이다. 먼저 증착된 금속의 열로 인해 이후에 적층되는 금속이 CMT용접비드 위에 증착되며 경계면이 형성되었다. Fig. 1의(c)는 선행토치가 Pulse용접일 경우의 용접비드 사진이다. 후행토치의 아크가 점화됨과 동시에 선행토치의 금속이 불안정한 비드가 적층되었다. 이후 선행토치가 CMT일 경우 토치간의 간격에 따라 변하는 비드 측정을 진행하였다.

4. 결론

선행토치를 Pulse용접으로 진행할 경우 불안정한 비드로 인해 적층이 힘들다 판단하며, 선행토치를 CMT용접으로 적층을 진행하였다. 두 금속의 이점을 모두 적용하기 위해 내열성이 중요한 면은 Inconel 625 금속을 이용해, 반대 면은 비교적 낮은 단가로 전체적인 생산 감가를 위해 SUS 316L 금속을 이용해 이중적층을 진행하였다.

후기

본 성과물은 중소벤처기업부에서 지원하는 2022년도 산학연 플랫폼 협력기술개발사업(S3310658)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

적층 제조된 메타물질을 활용한 플래핑 모션 메커니즘 설계 Flapping Motion Mechanism Design using Additive Manufactured Metamaterials

*구시연¹, 이승엽¹, 김우성¹, 성지현¹, 김다혜¹, #이재욱¹

*S. Y. Gu, S. Y. Lee, W. S. Kim, J. H. Sung, D. H. Kim, #J. W. Lee(jaewk@kitech.re.kr)

¹한국생산기술연구원, 대경본부, 스마트제조기술연구그룹

Key words : Metamaterials, Chiral Twisting, Tessellating, Mechanism

1. 플래핑 모션 메커니즘 설계

메타물질(Metamaterials)은 기존 물질을 이용하여 기하학적 단위 셀을 만들고 이를 공간적으로 테셀레이션(tessellation)하여 자연에 존재하지 않거나 의도한 기능을 수행하는 특별한 성질을 갖는 인공 물질이다. 기존 등방성 또는 이방성 재료 특성의 한계를 극복했기 때문에 메타물질이라 한다. Frenzel. et al(2017)은 Science에서 순수한 비틀림을 나타내는 3차원 기계적 메타물질을 제시하였다^[1]. 압축을 받는 기존 선형 탄성 막대의 비틀림 반응은 엄밀하게 0이다. 그러나 Frenzel 외는 모드 변환 및 좌표 변환 기술을 사용하여 이러한 제한을 우회하고 다양한 응용 분야에서 비틀림 자유도를 활용할 수 있는 미세구조를 갖춘 3차원 탄성 카이럴 비틀림(Chiral twisting) 메타물질을 제안하였다. 그들은 전체 샘플에 걸쳐 2[deg/mm]를 초과하는 축방향 변형-비틀림 비율을 달성하였다. 본 연구에서는 Frenzel 외가 제안한 비틀림 기계적 메타물질을 기계 시스템의 메커니즘으로 확장할 수 있는 가능성을 탐구하였다. 단위 셀의 거동해석을 수행하여 2축 압축 왕복 운동을 중심 회전 왕복 운동으로 변환하는 메커니즘을 구상하였다. 또한, 이러한 구조의 정적 및 동적 다기능 기계적 특성을 시뮬레이션하기 위해 다분야 FEA(Finite Element Analysis)를 수행하였다. 연구 결과를 바탕으로 페이퍼퍼즈(Paperfuge) 메커니즘을 설계할 수 있었고 이를 활용해 플래핑 모션 메커니즘까지 설계할 수 있었다.

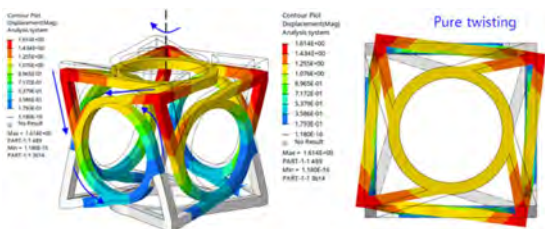
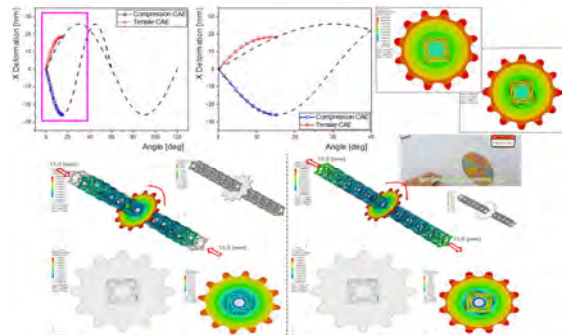
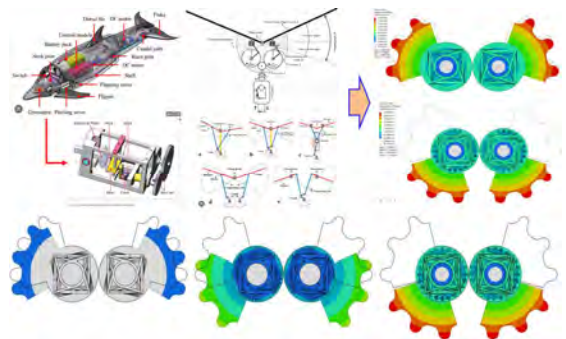


Fig. 1 Chiral twisting structure in unit cell



(a) Paperfuge mechanism



(b) Flapping motion mechanism

Fig. 2 Application of chiral twisting structure

후기

본 연구는 산업기술연구원의 내부사업과 산업통상자원부의 소재-부품 기술개발-패키지 사업인 ‘MW급 수소 발전소 가스터빈(과제번호: 20017668)의 고온 핵심부품(1100°C) 소재 및 첨가제 제조기술 개발’과제의 지원으로 수행되었으며, 이에 대해 감사를 포함.

참고문헌

1. Tobias Frenzel, Muamer Kadic, Martin Wegener, “Three-dimensional mechanical metamaterials with a twist”, Science, November, 24, 2017, 358, 1072-1074.

DfAM 기반 8인치 웨이퍼 프로버 하부척의 1/9 모델 설계

DfAM-Based Design for 1/9 Model of an 8-inch Wafer Prober Lower Chuck

*박소현¹, #김건우¹, 이재욱¹, 이호², 정현국³, 안솔보름³

*S. H. Park¹, #K. W. Kim (kwkim@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원 대경본부, ²경북대학교 로봇 및 시스템공학과, ³(주)스타코

Key words : TPMS, DfAM, Wafer prober, Temperature uniformity

1. 서론

일반적으로 반도체의 집적 회로 소자는 칩이 분리되기 전에 웨이퍼 상에서 칩이 가지는 전기적 특성을 검사하여 반도체 제조의 수율을 향상시킨다. 이때 사용되는 장비가 웨이퍼 프로버(wafer prober)이며, 웨이퍼 프로버 검사의 검사 속도 향상을 위해 웨이퍼 표면의 균일한 온도 분포를 유지시키는 것이 필요하다.

2. 본론

본 연구에서는 적층제조에 의한 방사형 구조의 웨이퍼 프로버 하부척을 제안함으로써 가공절삭에 의한 직렬 및 병렬형 유로 구조의 기존 웨이퍼 프로버 하부척 대비 온도 균일도를 향상시키고자 하였다. 이를 위해 단위 부피당 표면적이 증가되는 Gyroid-TPMS(Triply Periodic Minimal Surface) 구조를 적용하였다. 열전소자 장착 위치에 동일한 열유속 조건을 적용한 후, 전산유체역학해석을 수행하였다. 그 결과 TPMS 구조로 인해 단위 부피당 표면적이 증가하여 하부척의 온도 편차를 0.5 °C 이내로, 압력강하를 1bar 이하가 되도록 하였다.

3. 결론

웨이퍼 프로버의 하부척에 0.0mm, 0.5mm, 0.8mm의 offset을 가지는 Gyroid-TPMS 구조를 적용하였다. 전산유체해석을 통해 냉매가 흘러가는 하부척에 부착된 열전소자의 평균온도 및 표준편차와 출입구와 배출구의 압력강하를 분석하였다. 제안된 offset 값을 이용하여 상기의 해석을 실행한 후 최적의 offset 값을 도출하였다.

Table 1 Temperature distribution and pressure drop by offset in 1/9 models with TPMS structure

offset [mm]	Ave.Temp [°C]	Std.Temp [°C]	Inlet Pressure [bar]
0.0	33.13	0.73	1.50
0.5	36.8	0.05	0.35
0.8	36.5	0.17	0.57

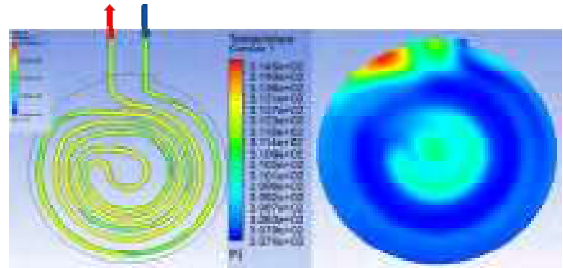


Fig. 1 Flow and temperature distribution of a series-type wafer prober lower chuck

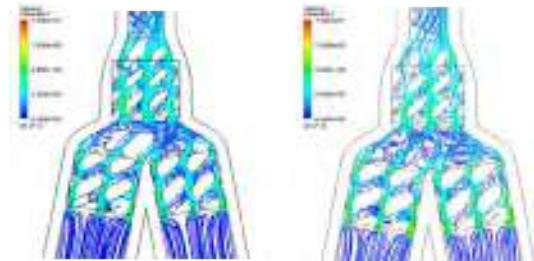


Fig. 2 1/9 model of 8-inch wafer prober lower chuck with TPMS structures

후기

본 연구는 한국생산기술연구원의 기관주요사업 ‘DfAM기반 웨이퍼 프로버 하부척의 적층제조 기술개발’의 지원으로 수행되었음을 밝힙니다.

참고문헌

1. S. Catchpole-Smith, “Thermal conductivity of TPMS lattice structures manufactured via laser powder bed fusion”, Additive Manufacturing, Vol. 30, pp. 1-9, 2019.
2. T. W. Yoon, “Thermal and Electrical Analysis of the Electrostatic Chuck for the Etch Equipment”, IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, pp. 1-14, 2023.

구두발표

논문발표 OP3

좌장 : 박석희(부산대학교)

OP3-1

OP3-2

OP3-3

OP3-4

OP3-5

드릴 가공 시 소재의 연성 및 절삭 속도에 따른 표면 거칠기 분석

Analysis of Surface Roughness according to Ductility of Materials and Cutting Speed in Drill Machining

*이화섭¹, 정희연¹, 박민지¹, 이현호², 임상호², 김진형², #전은채¹

*H. S. Lee¹, H. Y. Jeong¹, M. J. Park¹, H. H. Lee², S. H. Lim², J. H. Kim²,

#E. c. Jeon(jeonec@ulsan.ac.kr)¹

¹울산대학교 첨단소재공학부, ²(주)나노테크 연구소

Key words : Drill machining, Surface roughness, Ductility, Cutting speed

1. 서론

드릴 가공은 공구가 매우 빠른 속도로 회전함과 동시에 소재의 깊이 방향으로 가공을 진행하여 구멍을 만드는 가공법으로, 공구가 1회전마다 깊이 방향으로 이동하며 남은 흔적이 표면 거칠기로 나타난다. 표면 거칠기는 가공면이 불규칙하게 돌출된 정도를 나타내며, 표면 거칠기가 높다는 것은 가공이 불규칙하게 진행되었다는 것을 의미한다. 안정적인 가공을 위해서는 표면 거칠기가 최대한 낮추는 것이 중요하다. 표면 거칠기는 이송 거리와 공구의 반지름만을 통해 이론적으로 계산이 가능하지만 실제 표면 거칠기는 절삭 속도 및 소재의 기계적 특성에도 영향을 받을 것으로 예상된다. 특히 소재의 연성이 높은 경우 가공면에서 밀리면서 표면 형상을 불규칙하게 할 것으로 예측된다. 이에 본 연구에서는 소재의 연성 및 절삭 속도에 따른 실제 표면 거칠기를 이론값과 비교 분석하고자 하였다.

2. 실험 방법

소재의 연성이 크게 차이 나는 탄소강과 스테인리스강을 대상으로 드릴 가공을 진행하였으며, 공구는 반지름이 1mm 미만인 인서트 드릴을 머시닝센터(두산 Mynx6500/50)에 장착하여 사용하였다. 이송 거리는 안정적인 가공을 위해 공구 회사에서 제공하는 권장 가공 조건 내에서 선정하였으며, 절삭 속도에 의한 표면 거칠기 변화를 분석하기 위해 최소 조건과 최대 조건을 참고하여 설정하였다. 공구 반지름과 이송 거리를 기반으로 연구실에서 자체 개발한 수식을 통해 이론 표면 거칠기(R_a)를 계산하였으며, 접촉식 표면 거칠기 측정기를 통해 가공면의 실제 표면 거칠기를 측정하여 소재의 연성 및 절삭 속도에 따른 표면 거칠기 변화를 분석하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

측정 표면 거칠기를 이론 표면 거칠기(R_a)로 나누어 나타낸 측정-이론 표면 거칠기 비율은 탄소강보다 스테인리스강이 더 높게 나타났으며 이는 탄소강보다 스테인리스강의 가공이 더 불안정함을 의미한다. 스테인리스강은 탄소강에 비해 연성이 높고 경도가 낮아 공구에 의해 소재가 제거될 때 가공부에서 소재가 밀리면서 탄소강에 비해 소성 변형이 더 길게 나타나기 때문에 표면 거칠기가 높게 나타나는 것으로 판단된다. 또한 절삭 속도가 증가할수록 측정-이론 표면 거칠기 비율이 증가하였으며, 증가폭은 탄소강보다 스테인리스강에서 더 낮게 나타났다. 이는 소재의 연성이 절삭 속도에 의한 표면 거칠기 변화에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 탄소강과 스테인리스강을 대상으로 2가지 절삭 속도로 드릴 가공을 진행하여 측정-이론 표면 거칠기 비율이 탄소강보다 스테인리스강에서 높게 나타나는 것을 확인하였다. 절삭 속도 증가량에 따른 표면 거칠기 비율 증가량은 탄소강이 더 높게 나타났다. 이는 소재의 연성에 따라 절삭 속도가 표면 거칠기에 미치는 영향이 달라지는 것으로 판단된다. 추가적인 실험을 통해 데이터베이스를 구축한다면 소재의 연성과 절삭 속도를 통해 표면 거칠기 예측이 가능할 것으로 기대된다.

후기

이 연구는 중소벤처기업부의 중소기업기술혁신개발사업(수출지향형)의 일환인 “Multi-Size 분말을 활용한 고내마모 드릴인서트 개발(No.S3276885)”의 결과임.

대면적 반도체 패키징을 위한 롤투롤 시스템 기반 에폭시 몰딩 컴파운드 패턴링 필름 개발

Development of Roll-to-Roll System Based Epoxy Molding Compound Patterning Film for Large-Area Semiconductor Packaging

이찬우^{1,2}, 깍은지¹, 제태진¹, 최두선¹, #한준세^{1,2}

¹Department of Nano Manufacturing Technology, Korea Institute of Machinery and Materials (KIMM),

²School of Nanomechatronics, University of Science and Technology(UST)

Key words : semiconductor packaging, roll-to-roll, epoxy molding compound, B-stage, silica

1. 서론

EMC (Epoxy molding compound)는 반도체 패키징 공정에서 반도체 칩을 보호하는 봉지재로서 실리카, 에폭시, 경화제 등으로 구성되어 있는 고분자 소재이다. 최근 반도체 패키징 구조의 복잡화와 전기차 수요 급증으로 고성능 EMC에 대한 수요가 높아지고 있다¹⁾. EMC 소재는 thermomechanical한 특성을 맞추기 위해 높은 함량의 실리카가 요구되지만, 이러한 높은 함량의 실리카는 점도가 매우 높기 때문에 복잡하거나 high aspect ratio 칩을 충전함에 있어 어려움을 겪는다. 기존의 파우더, 액상 형태와 달리, 필름 타입의 경우 편평화 이슈를 해결하고 균일한 두께로 제작할 수 있으며, B-stage 필름 형태의 EMC는 대면적 반도체 패키징 공정에서 사용하기에 적합하다. 본 연구에서는 롤투롤 시스템 기반으로 대면적 패키징을 위해 필름 타입의 EMC를 제작하고 패턴링을 통해 유동 특성 향상과 대면적 공정에 대한 가능성을 제안한다.

2. 실험

EMC 필름을 대면적으로 생산하기 위해 Roll-to-Roll 시스템을 구축하였으며, 생산되는 필름의 두께와 폭을 콤팩터를 통해 설정하였다. 또한, 두께에 따른 열경화 정도를 측정하기 위해 서로 다른 시간에 열경화시킨 샘플에 대해 FT-IR(Fourier Transform Infrared Spectroscopy) 분석을 이용하여 최적의 경화시간을 특정하였다. 패턴링은 열 및 UV 경화를 통해 PDMS 및 PUA 재료를 사용하여 제작된 마스터 몰드 코어에서 복제하여 보호필름을 제작하였다. 이후 제작된 보호 필름과 EMC 필름에 라미네이팅하여 칩 스케일 패턴 정밀하게 전사함으로써 패턴링 EMC 필름을 제작하였다.

서로 다른 실리카 분율을 갖는 EMC 필름을 제작하고, 실리카 분율에 따른 유동 특성을 분석하였다. Moldflow 시뮬레이션을 통해 칩스케일 EMC 필름의 유동을 분석

하였고, 실리카 분율별로 제작된 B-stage EMC 필름의 점탄성 거동을 레오미터를 이용하여 측정하였다. 또한, EMC 필름의 패턴 유무에 따른 칩 어레이 필름의 충전에 관한 연구를 진행하였다.

3. 결론

제작된 EMC 필름의 경우 칩 어레이 필름을 채울 수 있는 유동 특성을 향상시키기 위해 라미네이팅을 이용하여 필름에 패턴링을 실시 후 compression molding을 실시하였다. 실리카 함량 66, 70, 74vol.%의 EMC 필름에 각각 패턴을 전사하였고, 패턴이 없는 EMC 필름에 대해 동일 부피분율 별 비교 실험을 진행하였다. 그 결과, 상대적으로 높은 실리카 부피 분율 74vol.%을 갖는 EMC의 경우 패턴이 없는 필름에서는 가운데 영역에서 미충진이 발생하였으나, 동일 부피 분율에서의 패턴이 있는 필름에서는 미충진의 영역 없이 칩 어레이 필름이 훨씬 잘 채워지는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 EMC 필름에 패턴링을 함으로써 유동 특성이 향상됨을 확인하였다.

후기

본 연구는 산업통상자원부의 기계산업핵심기술개발사업(No. 20010646 and 20023932)의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Lee, Chang-Chun, Chia-Chi Lee, and Che-Pei Chang. "Simulation methodology development of warpage estimation for epoxy molding compound under considerations of stress relaxation characteristics and curing conditions applied in semiconductor packaging." *Materials Science in Semiconductor Processing*145 (2022): 106637.

DED를 활용한 FBG 센서 매립 사출 금형 제작 기초연구

Manufacturing of injection mold embedded FBG sensors using DED

*김현성¹, 심도식², 신광용³, 문형철⁴, #백경윤⁵

*H. S. Kim¹, D. S. Shim², G. Y. Shin³, H. C. Moon⁴, #G. Y. Baek(gybaek@gwangju.ac.kr)⁵

¹광주대학교 미래융합기술공학과, ²한국해양대학교 해양신소재융합공학과,

³한국생산기술연구원 동력소재부품연구그룹, ⁴(주)알에스엠코퍼레이션 ⁵광주대학교 융합기계공학과

Key words : Directed energy deposition, Injection mold, Fiber bragg gratings optic Sensor, Moldex3D

1. 서론

사출성형공정은 고온으로 용융된 플라스틱 수지를 높은 압력과 속도로 금형 내에 주입하여 성형하는 공정으로 금형 내부의 온도가 사출품 품질에 큰 영향을 미친다. 따라서 유한요소 해석을 통해 금형 내부의 온도를 예측하고 있으며, 일부 금형에 K-type 열전대를 삽입하여 금형 내부의 온도변화를 측정하고 있다. 이는 단일 포인트 측정 방식으로 금형 내부의 전체 온도를 측정하기에는 한계가 있다. 따라서, 본 연구에서는 하나의 회선으로 실시간 및 다구간 온도측정이 가능한 Fiber bragg gratings(FBG) 센서를 Directed energy deposition(DED) 공정으로 매립하여 스마트 사출 금형을 제작하였으며, 사출공정에서 실시간으로 온도변화를 관찰하고 유한요소 해석과도 비교하였다.

2. 실험재료 및 방법

제작한 사출 금형의 소재는 AISI P21을 사용하였으며 적층 제조용 금속분말 또한 동종소재 분말을 사용하였다. FBG 센서는 1회선당 5개 측정 포인트로 제작하였으며, 각 지점별 간격은 30mm이다. Upper mold에 2회선, Lower mold에 1회선으로 총 3회선 15 포인트를 측정하였으며, Cavity 표면으로부터 2mm 깊이에 매립하였다(Fig. 1(a)). 사출품은 Fig. 1(b)에 나타나듯이 표준 인장 시편 형상을 제조하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

사출 실험 결과, 매립된 센서를 이용하여 각 지점별 금형의 온도변화를 실시간으로 측정 가능하였다. 수지가 주입되면서 주입구와 가장 가까운 4point에서 가장 먼저 온도가 상승하였으며, 가장 높은 온도를 나타내었다. 순차적으로 수지가 열전달이 되면서 2point에서는 온도가 낮아지는 현상을 나타내었다. 3point는 면적이 작아 온도변화가 크게 나타나지 않았으며, 1point랑 5point에서는 공정시간 짧아 온도변화가 거의 나타나지 않았다. 해석에서도 각 지점별 온도 변화는 실험과 유사하게 나타났다(Fig. 2).

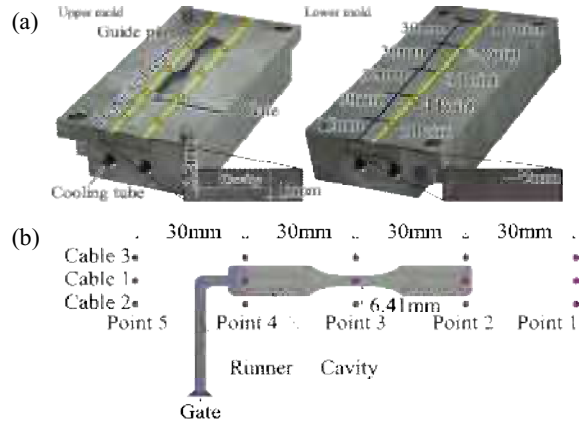


Fig. 1 (a) Injection mold of upper & lower (b) FE modeling

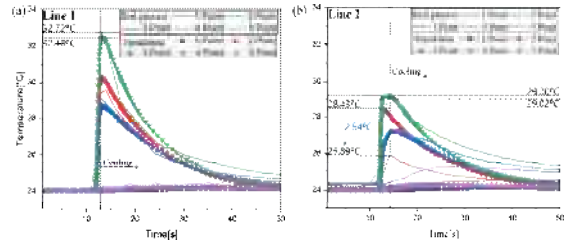


Fig. 2 Comparison of actual Injection process and simulation results; (a) Upper mold, (b) Lower mold for cable 2

4. 결론

본 연구는 DED 공정으로 FBG 센서를 매립한 스마트 사출 금형을 제작하고 사출 공정에서 여러지점의 온도 데이터를 측정 가능하였다. 추후 다양한 사출 제품 생산 과정에 적용하여 온도 데이터를 확보하여 공정 레시피를 개발할 예정이다.

후기

본 성과물은 중소벤처기업부에서 지원하는 2023년도 산학연 Collabo R&D사업(RS-2023-00225086)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

자기유변유체 연마의 공간주파수 응답 특성 분석

Analysis for Spatial Frequency Response Characteristics of Magnetorheological Finishing

*전민우^{1,2}, 여우종^{1,2}, 최환진^{1,2}, 김민철¹, 박상혁¹, #이원균²

*M. Jeon^{1,2}, W.-J. Yeo^{1,2}, H.-J. Choi^{1,2}, M. Kim¹, S. H. Park¹, #W. Lee(wklee@cnu.ac.kr)²

¹한국기초과학지원연구원, ²충남대학교 기계공학과

Key words : Magnetorheological finishing, Spatial frequency, Response characteristics, Figure error

1. 서론

광학제조 산업에서 자기유변유체 연마(magnetorheological finishing; MRF) 공정은 높은 광학 정밀도와 빠른 생산을 달성할 수 있는 능력으로, 최종 연마 공정으로써 널리 채택되고 있다. 그러나 컴퓨터 제어 광학 연마(computer controlled optical surfacing; CCOS)에 포함되는 여러 공정과 유사하게, 공구영향함수(tool influence function; TIF)의 크기와 관련된 제어가능 공간주파수의 한계는 여전히 존재한다. 이에 MRF 공정을 활용한 공간주파수 응답 특성을 분석하여 TIF의 제어 한계를 정량적으로 이해하고, 공정 효율 개선을 위한 응용기술을 제시하고자 한다.

2. 실험 방법

MRF의 형상보정 공정은, Fig. 1 에서처럼, 광학부품 형상정밀도에 대한 잔류오차를 input data로써 활용하고, MRF 공정을 수행한 뒤 output data로써 잔류오차를 다시 검사하는 절차를 갖는다.

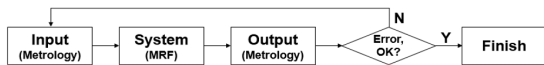


Fig. 1 Sequence for corrective process of MRF

다양한 공간주파수의 응답 특성을 분석하기 위해, TIF 크기의 배수를 활용한 가변 크기 패턴(dimension-variable patterns)을 설계하여 input data로써 사용했다. 그리고 각 패턴에 대한 응답 특성은 input 대비 output에 대한 잔류오차와 상대오차를 산출함으로써 분석한다.

3. 결과 논의

적용된 모든 input data에 대해, 동일한 MRF 공정 조건이 적용되었음에도, 패턴의 종류와 크기에 따라 다양한 경향성이 관찰되었다. 패턴의 종류와 상관없

이, 공간주파수의 크기가 작아질수록 잔류오차도 작아지는 경향성이 보였지만, 높이-가변 패턴을 적용했을 때가 폭-가변 패턴을 적용했을 때 보다 높은 수준의 잔류오차를 얻을 수 있었다. 상대오차에서는 폭-가변 패턴을 적용했을 때 less-polishing이, 높이-가변 패턴을 적용했을 때 over-polishing이 발생했다. 이러한 결과는, 광학부품의 잔류 형상오차를 보정하기 위한 MRF 공정에서, TIF와 잔류 형상오차의 배치 방향에 따라 연마 효율이 달라질 수 있음을 시사한다.

4. 결론

다양한 공간주파수에 대한 MRF 공정의 응답 특성이 분석되었다. 이때 input data로써 가변 크기 패턴이 활용되었고, output data와 비교해 잔류오차와 상대오차가 분석되었다. 폭-가변 패턴을 적용할 때와 높이-가변 패턴을 적용할 때의 응답 특성은 서로 다른 경향성을 보였고, 이러한 특징은 기존 MRF 형상보정 공정보다 효율적인 연마 전략을 설계할 수 있다는 가능성을 제시한다.

후기

본 연구는 한국기초과학지원연구원(C311000), 한국연구재단 (NRF-2021M3D10A204643713 및 NRF-2023M3C1C1A01098410), 산업통상자원부(20017383)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Wang, J. et al. "Method to calculate the error correction ability of tool influence function in certain polishing conditions," *Optical Engineering*, 53, 075106, 2014.
2. Pullen, W. et al. "Statistical Tool Size Study for Computer-Controlled Optical Surfacing," *Photonics*, 10(3), 286, 2023.

건식 전기화학폴리싱의 Pulse 적용에 따른 가공 메커니즘 분석 Analysis of Machining Mechanism in Dry Electrochemical Polishing with Application of Pulses

*곽성웅¹, 김옥수¹, #박정우¹

*S. U. Kwak¹, U. S. Kim¹, #J. W. Park(jwoopark@chosun.ac.kr)¹

¹조선대학교 기계공학과

Key words : Dry electrochemical polishing, Electropolishing, Pulse electrochemical polishing, Solid electrolyte

1. 서론

전기화학폴리싱(Electrochemical polishing, ECP)은 전기화학적 반응을 통해 금속 표면을 폴리싱하는 특수가공 공정이다. ECP는 표면을 평활화하고, 스테인리스 스틸 소재의 경우 크롬 부동태층이 형성되어 높은 내부식성을 가지는 장점이 있어 클린룸 등 극청정 환경을 요하는 분야와 그 외 생체 부품 등 다른 산업에서도 다양하게 적용된다. 하지만 ECP는 공정에 강산이 포함된 전해액이 사용되어 환경 규제 동향에 맞지 않다. 최근 건식 전기화학폴리싱(Dry electrochemical polishing, DECP)이 개발되어 고체 전해질을 활용함으로써 환경적인 이점을 가진다. 현재 DECP에 관한 연구는 각 분야 부품에 단순 적용하여 결과 표면을 비교 분석하는 방식으로 진행되고 있다.

본 연구에서는 DECP의 가공 메커니즘을 조사하기 위해 단일 입자 수준에서 전기전원의 종류(DC, Pulse)에 따른 전기화학반응을 전류 신호를 통해 비교했다.

2. 실험 장치

DECP의 가공 메커니즘 분석을 위해 단일 고체 입자를 통해 실험 장치를 Fig 1과 같이 구성하였다. 하단부에 공작물(STS316L), 상단부에 구리전극을 위치하고 3분간 가습하여 습도 조건을 맞추었다. Pulse 전원 조건은 Table 1과 같고, DC는 전압조건만 유지하고 각 65초간 전원을 인가하고 전류 신호를 비교 분석했다.

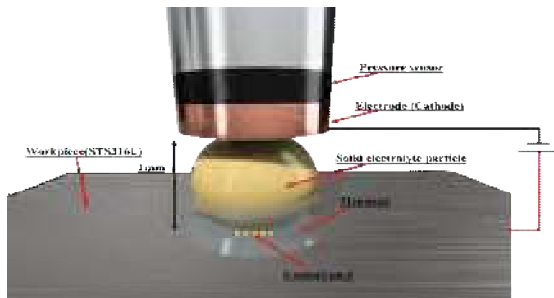


Fig. 1 Schematic diagram of an experimental setup

Table 1 Experimental conditions

Conditions	Value
Frequency	425 Hz
Duty factor	50 %
Setting voltage	8 V

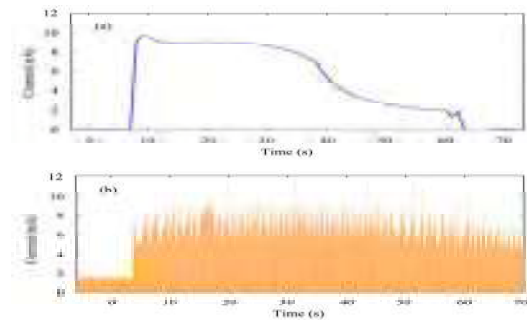


Fig. 2 Current wave forms according to power type (a) DC (b) Pulse

3. 결과 및 결론

Fig. 2는 전기전원 타입에 따른 전류 신호이다. Fig. 2(a)에서 전원인가 후 35초 가량 8mA의 전류가 유지된다. 하지만 40초부터 급격히 전류가 감소하는 것이 확인된다. Fig. 2(b)는 (a)에 비해 상대적으로 낮은 전류 값이 유지된다. 하지만 DC와 다르게 지속적으로 전류 값이 감소하는 것이 확인된다. 위 결과를 통해 Pulse 전원의 특징인 전기화학반응 제어와 상관되는 것으로 판단되지만, 실제 DECP에서 전류 변화는 입자와 공작물 사이에 가습으로 형성되는 메니스커스(Meniscus)와 메니스커스에서 전기화학반응에 의한 버블의 형성 및 제거와도 연관되어 있다. 따라서 DECP 메커니즘 파악을 위해 복합적인 접근이 필요하다.

후기

이 성과는 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (Nos.2021R1F1A1057433, NRF-2022R1A6A3A13072031)

구두발표

논문발표 OP4

좌장 : 박상민(부산대학교)

OP4-1

OP4-2

OP4-3

OP4-4

OP4-5

OP4-6

OP4-7

전해연마를 적용한 니티놀의 생체적합성에 관한 연구 및 분석 Research and Analysis on the Biocompatibility of Nitinol using Electropolishing

*최기정¹, 최승건², 전명신³, 백지연³, #이은상¹

*G. J. Choi¹, S. G. Choi², #E. S. Lee¹

¹인하대학교 기계공학과, ²인하대학교 수소기반차세대기계시스템 KIURI연구단,

³인하대학교 BK21 정밀의학·스마트공학 융합 교육연구단

Key words : Electropolishing, Medical metal, Biocompatibility

1. 서론

오늘날 많은 의료용 금속들이 사용되고 있으며 외과 및 치과용 보철물, 심장혈관계통 의료기기 부품용 핵심 소재로서 꾸준히 사용되고 있다. EP(electropolishing)는 표면의 미소 돌출부를 선택적으로 용해함으로써 일반 가공부품의 표면 거칠기 값을 50-80% 정도 향상시킨다. 또한 생체적합성과도 관련하여 박테리아를 성장을 일으키는 수소의 제거, 표면의 광택효과, 변색과 응력의 제거, 접착성 증가, 디버링 효과 등을 가져와 의료용 금속에 필요한 기계적·생물학적 물성치를 달성하는데 많은 도움을 줄 수 있다. 본 실험에서는 의료용 금속(니티놀)에 전해연마를 적용하여 니티놀에 대한 전해연마 활용 가능성을 확인하고자 한다.

2. 실험장치 및 실험조건

실험은 Electropolishing의 가공 정도에 영향을 미치는 대표적인 요인들(중에 전해액(Electrolyte)의 조성 비율을 변화시키면서 Electropolishing을 진행시켜 최적의 조성비를 찾고자 하였다. Electrolyte는 황, 인산, 초순수를 사용했으며 초순수는 고정값으로 유지하고 황(Sulfuric Acid), 인산(phosphoric Acid) 비율에 따른 니티놀에 전해연마 되는 영향을 확인하고자 하였다. 전극으로는 L자형 구리를 사용하였으며 전해액의 조성 비율에 따른 영향을 정확히 파악하고자 나머지 실험 변수(전류 밀도, 전해액 온도, 전극과 공작물의 간격 등)을 고정하고 실험을 진행하였다.

3. 결론

Fig. 1은 전해액 조성비를 바꾸어 가며 Electropolishing을 한 결과를 보여준다 1차적으로 육안을 통해 확인하



Fig. 1 Nitinol Electropolishing Result

Electropolishing을 진행한 Nitinol의 표면이 더 좋으였을 때 황(H₂SO₄)의 비율을 높인 전해액으로써 광택감마저 돈다는 것을 확인할 수 있다.

이후 EP처리된 금속과 그렇지 않은 금속 위에 세포를 배양하여 배양 과정에서 금속의 부식 정도 차이를 확인하고 또 배양된 세포의 수를 확인하여 금속의 세포독성을 확인하였다.

후기

실험 결과를 토대로 실제로 표면 조도가 더 좋아지고 육안으로 볼 때도 광택감이 올라감을 확인할 수 있다. 더 나아가 EP를 통해 표면에 크롬 산화층이 올라와 표면에 미세 스크래치가 생겨도 크롬 산화층의 회복성 때문에 광택감을 더 잘 유지할 수 있고 내부식성 또한 올려준다. 또 추가로 진행되는 생체적합성 관련된 실험을 통해 생체의료용 금속에 EP(electropolishing)를 적용했을 때 기계적인 물성치(잔류응력 제거, 표면 거칠기 상승)와 생물학적 물성치(내부식성, 친수성, 혈액적합성)등에서 EP를 적용하지 않은 금속에 비해 생체의료용 금속에 적합한 물성치가 상승하는 것을 확인하였다.

"이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 혁신성장 선도 고급연구인재 성장지원(KIURI) 시범사업의 지원을 받아 수행된 연구임.(No. NRF-2021M3H1A1064135)"

참고문헌

1. Hocheol Leea, Minseok Choi, Rotational Stability and Lubrication State Evaluation of the Polishing Head for High Speed Polishing, Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, pp. 301~306, 2016.
2. E. S. Lee, C. G. Kim, A Study on machining characteristic of the Electropolishing of Aluminum allo, Transactions of the Korean Society of Machine Tool Engineers, Vol. 12, No. 2, 2003.

하이브리드 3D 프린팅 공정 기반 다기능성 나노섬유 필터 제작 Fabrication of Multi-Functional Nanofiber Filters by Hybrid 3D Printing

*송진영¹, 김백규¹, 이호경¹, #박상민¹

*J. Y. Song¹, D. Y. Kim¹, H. K. Lee¹, #S. M. Park(sangmin.park@pusan.ac.kr)¹

¹부산대학교 기계공학부

Key words : Hybrid 3D printing, Multi-scale, Nanofiber, Air Filter

1. 서론

산업화 및 도시화로 인해 발생하는 대기오염 중 미세 입자(PM)는 지구 환경과 인류의 건강에 상당한 부담이 된다.^[1] 일반적으로 PM 여과는 공기 필터로 수행되며 전기방사 나노섬유는 높은 표면 대 체적비, 낮은 저항 및 향상된 여과 성능으로 인해 공기 필터 제조에 적용된다. 하지만 전기방사 나노섬유는 낮은 기계적 특성으로 인해 다른 지지체와의 결합이 필수적이다.^[2]

본 연구에서는 나노섬유와 3D 프린팅된 지지체 사이의 접착력을 높이기 위해 나노섬유의 증착을 도와주는 전해질 보조 전기방사 공법을 적용하였으며, 3D 프린팅된 지지체의 상단부에 흡을 추가하여 나노섬유를 보다 넓은 범위에 균일하게 증착시킬 수 있도록 하였다. 나노섬유 손상의 최소화를 위해 일련의 과정은 모두 하나의 장비에서 이루어졌으며, 이를 위해 3D 프린팅과 전기방사 공정을 수행하는 하이브리드 3D 프린팅 장비를 제작하였다. 또한 전해액은 포름알데히드에 비색적으로 반응할 수 있는 민감제를 포함할 수 있어 다기능성 나노섬유 필터의 개발이 달성되었다.^[3]

2. 하이브리드 3D 프린팅 공정 기반 지지체가 통합된 나노섬유 필터 제작

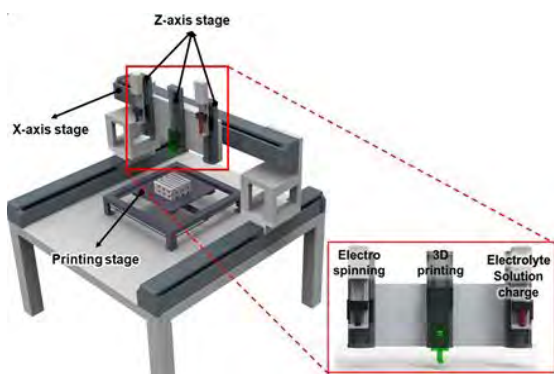


Fig. 1 Hybrid 3D printer combined with 3D printing and electrospinning process

본 연구에서는 Fig. 1과 같이 전기방사 공정이 융합된 하이브리드 3D 프린팅 장비를 활용하여 다기능성 나노섬유 필터를 제작하였다. 콜렉터 및 굴곡진 흡 구조에 따른 나노섬유 증착을 비교하였고, 전해액과 굴곡진 흡이 있는 경우, 균일한 두께의 나노섬유 멤브레인이 대상 영역에 등각적으로 증착되었다.

3. 결론

본 연구에서는 하이브리드 3D 프린팅 공정 및 장비를 활용한 다기능성 나노섬유 필터를 제작 및 기능성을 검증하였다. 복합적인 대기 오염에서 PM 포집과 더불어 독성 가스 검출을 가능케 하는 나노섬유 제작 뿐만 아니라 나노섬유를 지지할 수 있는 3D 프린팅된 지지체를 한 번의 공정을 통해 제작할 수 있다는 점에서 기계적으로 안정되며 다양한 기능을 가진 나노섬유 필터 개발에 활용될 것으로 기대된다.

후 기

This research was supported by the Ministry of Trade, Industry, and Energy (MOTIE) of Korea through the "Innovative Digital Manufacturing Platform" (project no. P0022331) supervised by the Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT), the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. RS-2023-00209094), and Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. RS-2023-00273998).

참고문헌

1. Brunckreef, B., Holgate S. T., Air pollution and health, The Lancet, Vol. 360, No. 360, pp. 1233-1242, 2002.
2. Kozior, T., et al., Electrospinning on 3D printed polymers for mechanically stabilized filter composites. Polymers, Vol. 11, No. 2034, 2019.

자기연마가공 공정을 통한 인공관절 제품의 초정밀 폴리싱 Ultra-Precision Polishing of Artificial Hip Joint Products by Magnetic Abrasive Finishing Process

*씨압잔점난¹, #행리다²

*Sieb Chanchamnan¹, #Lida. Heng², (henglida1@gmail.com)

¹전북대학교 에너지저장·변환공학과, ²전북대학교 기계설계공학과

Key words : Magnetic abrasive finishing, femoral head, surface roughness, artificial hip joint

1. Introduction

The artificial hip joint is a medical device employed to replace a damage or diseased hip joint in patients. Its primary components include a femoral stem, a femoral head, UHMWPE, and an acetabular cup. A key purpose of the hip joint prosthesis is to restore a patient’s ability to engage in daily activities with a full range of motion, free from pain. Multiple studies have demonstrated that the surface roughness of the femoral head significantly influences the wear characteristics of UHMWPE components. Therefore, achieving an exceptionally smooth surface finish on the femoral head is vital in reducing the wear rate of the UHMWPE acetabular cup. In this research, an MAF process was developed for the ultra-precision polishing of the femoral head. Furthermore, we conducted an investigation into the wear rates of both the femoral head and the UHMWPE acetabular cup.

2. Concept with methodology

A photograph of a new methodology for MAF process apparatus via polishing technique is shown in Fig. 1.

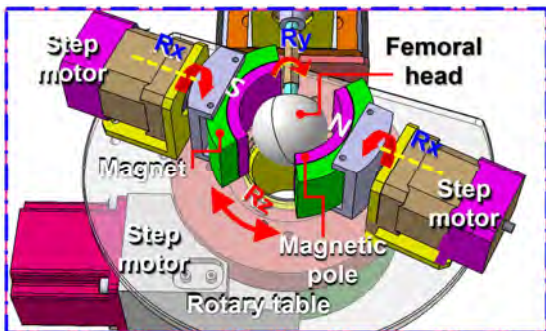


Fig. 1 MAF process for polishing the artificial hip joint

In the MAF process, the sample is rotated in the Y-direction and vibrated in the A-direction. These motions,

along with magnetic poles, create friction between the polishing media brush and the femoral head sample’s surface, effectively removing surface unevenness.

3. Results and discussions

In Fig. 2, a graph illustrating the surface roughness of test specimens undergoing ultra-precision polishing through the MAF process. CoCrMo materials were utilized, the surface roughness (Ra) value for each material exhibited improvement. Specifically, the Ra values were reduced from 0.26, 0.32, and 0.48 μm to 0.05, 0.03, and 0.03 μm , respectively, within a set of 10 samples, all polished at 1000 rpm.

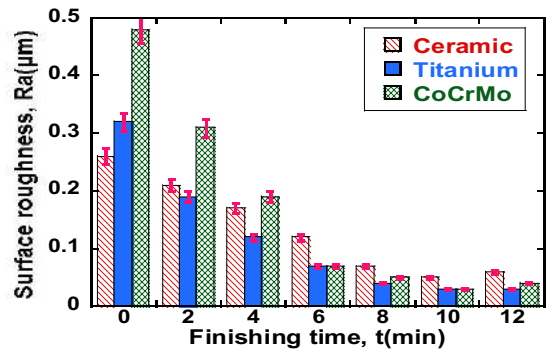


Fig. 1 MAF process for polishing the artificial hip joint

4. Conclusion

It is confirmed that the MAF process is feasible to ultra-precision polishing of the artificial hip joint component, which Ra value is reduced to 0.03 μm .

Funding

This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. RS-2023-00246193).

전기 방사와 무전해 도금을 통한 구리 네트워크 기반의 마이크로 히터 제작

Fabrication of Copper Network Based Micro-heater using Electrosinning and Electroless Plating

*김나경¹, #김건휘¹

*N. K. Kim¹, #G. H. Kim(geonhwee.kim@chungbuk.ac.kr)¹

¹충북대학교 기계공학과

Key words : Micro-heater, Copper Network, Electrosinning, Electroless Plating

1. 서론

국부적인 영역의 온도를 높이는 데 주로 사용되는 소형 발열체, 즉 마이크로 히터(Micro-heater)는 가스 센싱(Gas Sensing), 미세 유체칩(Micro fluidics chips), STXM(Scanning Transmission X-ray Microscope) 분석 등 다양한 분야에서 활용되는 소자이다. 마이크로 히터의 기판으로는 주로 내열성이 좋은 세라믹 계열이, 발열체로는 전기 전도도가 우수한 백금, 티타늄, 텅스텐, 구리 등의 금속물이 사용된다. 발열 메커니즘은 일반적으로 줄 히팅(Joule-heating) 방식이 가장 많이 사용되고 있으며, 상용 히터의 경우 MEMS 기반의 PVD, CVD, Electrochemical deposition 등을 통해 제작된다. 하지만 공정들은 Micro/nano scale 소자 제작 시 높은 정밀도가 요구되므로 생산성이 떨어지고, 특히 진공 환경에서 수행되어 제작 비용이 매우 높다.

따라서 본 연구에서는 Silicon nitride 위에 전기 방사와 구리 무전해 도금을 순차적으로 수행하여 low-cost의 투명한 마이크로 히터를 제작하였다.

2. 본론

마이크로 히터의 제작 공정은 전기방사, 열처리, 무전해 도금의 세 단계이며 내용은 다음과 같다. 1단계: 팔라듐(Palladium)과 PVP(Polyvinylpyrrolidone)를 혼합하여 제조된 용액을 전기 방사하여 섬유 구조체를 제작한다(기판: Silicon nitride membrane, 5mm x 5mm). 2단계: 섬유 사이에 발생하는 접합점을 제거하기 위해 PVP의 열분해 온도인 300℃에서 30분간 열처리해 Pd embedeed seed layer로 만든다. 3단계: 제작된 Pd-seed layer를 구리 무전해 도금하여 금속층으로 성장시킨다. 이후 상용 구리 와이어와 결합해 최종적인 마이크로 히터가 제작된다.

제작된 마이크로 히터는 전류에 따른 온도 분포 변화를 적외선 현미경을 통해 관찰되었다. 전류는 0.2 A 단위로

로 상승 인가되었으며, 최종적으로 0.8 A 인가 시 약 350℃의 발열 특성을 보인 뒤 파손되었다. 파손 이후 히터를 광학 현미경을 통해 관찰한 결과, 섬유의 굵김 현상은 관찰되지 않았다. 따라서 파손의 원인은 Bulk silicone 영역과 Silicone nitride membrane 영역 간의 급격한 온도 차로 인한 것이라고 판단된다.

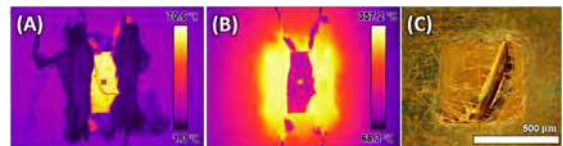


Fig 1. (A) Infrared image of micro-heater before applying current. (B) Infrared image of micro-heater after applying current for 0.8 A. The temperature was about 350 °C. (C) The optical image of micro-heater after heating experiment.

3. 결론

본 공정을 통해 제작된 마이크로 히터는 MEMS 공정을 통해 제작된 상용 히터와의 비교 실험을 통해 더욱 높은 내구성과 발열 특성을 가짐을 확인하였다. 가장 대중적인 Serpentine 패턴의 상용 히터의 경우, 일부 영역에 단선이나 단락 발생 시 발열 소자로서 더 이상 사용할 수 없지만, 전기방사-무전해 도금을 통해 제작된 전극은 구리 도선이 네트워크 형식으로 연결되어 있어 결함 발생 시에도 인접 도선으로부터 보상되는 효과로 인해 더욱 안정적이다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.NRF-2022R1G1A1007757).

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2021R1A4A1033141).

DLP 하이브리드 SPPW 공정으로 제작한 마이크로 구조의 응집을 활용한 다양한 형상의 마이크로 니들 구현

Fabrication of Microneedles using Aggregation of Microstructures through DLP Hybrid SPPW Process

*신승우¹, #김석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*S. W. Shin¹, S. Kim^{1,2}, #Y. Y. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)²

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정, ²창원대학교 기계공학부

Key words : Microstructure, Liquid repellency, Wetting, Surface tension

1. 서론

마이크로 니들은 표피 및 진피로 약물을 전달하는 바늘을 보다 미세하게 제작하여 통증을 약화시키고 편의성을 증대 시킨 제품이다. 이를 제작하기 위한 방법으로 포토리소그래피 공정등이 사용되고 있으며 제작된 구조물에 약물을 코팅하거나 미세 홀을 제작하여 약물을 투입한다. 바늘을 제작하기 위해 고종횡비 구조를 제작해야 하나 이는 외력에 취약하여 약물로 인한 모세관력이 구조물을 변형시키는 문제가 발생할 수 있다.

본 연구에서는 고종횡비 구조에서 발생하는 응집현상을 이용하여 마이크로 니들 어플리케이션으로 활용하는 선행연구^[1]를 바탕으로 DLP를 SPPW(Self Propagating Polymer Waveguide) 기술에 접목한 maskless 공정 기반으로 다양한 형상의 마이크로 니들을 제작하기 위한 연구를 수행하였다.



Fig. 1 Microneedle array using capillary force and it has a air trap ^[1]

2. 본론

SPPW 공정은 포토리소그래피 기반의 공정으로 mask에 광원을 조사하면 self-focusing 효과와 전반사로 일직선으로 구조물이 생성되는 기술이다. 기본적으로 mask 기반 공정이나 DLP를 광원으로 사용하게 되면 maskless 공정 구현이 가능하여 보다 다양한 패턴을 조사하고 구조 구현에 설계 자유를 확보할 수 있다.

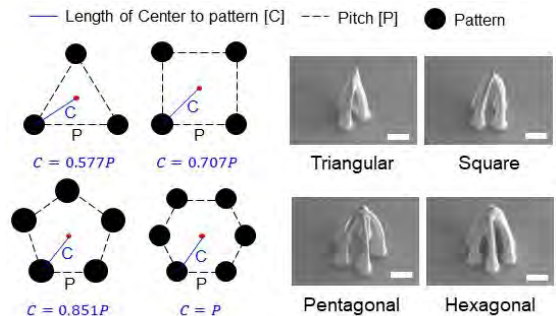


Fig. 2 Arrangement of various pattern and fabricated micro structures

3. 결론

마이크로 구조가 응집하기 위해서 필요한 최소 높이에서 만난 후 pillar 구조가 응집하기 위한 최소 길이(L)를 만족하게 되면 그 이후 구조물이 응집하는 것을 확인 할 수 있다. 따라서 동일한 길이를 가지는 구조물이 처음에는 응집되어도 이후 pitch가 증가할 경우 응집되는 면적이 줄어들며 최후에는 응집되지 않고 독립적인 형상을 유지하게 된다. 그 사이 조건을 제어하면 패턴 사이에 발생하는 기공의 용량을 제어 할 수 있게 되고 마이크로 니들의 약물 용량을 제어하는 기술로 활용 할 수 있다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2023R1A23006499)

References

1. Jungeun Lim, et al. "Design rules for a tunable merged-tip microneedle" *Microsystems & nanoengineering* 4.(2018) 29-z. eCollection 2018.

정전기력 패터닝 기반 MWCNT 전극 제작 연구

A Study on MWCNT Electrode Fabrication by Electrohydrodynamic Patterning

*정현윤, #고정범

*H. Y. Jeong, #J. B. Ko(no1kori@kitech.re.kr)

한국생산기술연구원

Key words : Printed Electronics Technology, Electrohydrodynamic Patterning, Electrode

1. 서론

인쇄전자기술 중 비접촉식 패터닝 기술인 잉크젯은 용액 기반 공정으로 높은 재료 사용 효율, 선택적 패터닝으로 인한 오염 최소화로 소자 제작에 적용되고 있다. 하지만 잉크젯 헤드의 고점도 잉크 토출 불가 및 미세 패터 형성의 한계로 전압 제어를 통해 잉크를 토출하는 정전기력(electro-hydro-dynamic, EHD) 패터닝 기술이 대체 기술로 주목받고 있다.^[1]

정전기력 패터닝 기술은 기존의 Au, Ag, Cu와 같은 금속 잉크뿐만 아니라, CNT, graphene, 전도성 고분자와 같은 기능성 소재를 이용한 전자소자 구현이 가능하다. 또한, 기능성 소재에 대한 공정 최적화시 노즐의 내경보다 작게 패터닝 할 수 있어 미세 전극 형성이 가능하다는 장점을 가지고 있다.^[2]

본 논문에서는 정전기력 패터닝 기술을 이용하여 MWCNT/PEDOT:PSS 잉크 토출을 통한 전극 제작 연구를 진행하였다.

2. 실험 방법 및 결과

잉크 제조를 위해 PEDOT:PSS 용액을 에탄올과 DI water에 각각 첨가하여 1:4 비율의 수용액을 제조하였다. 제조된 수용액에 MWCNT를 첨가한 후, 딥 소니케이션으로 30분 동안 초음파 처리하여 잉크를 제조하였다. 잉크의 특성 분석을 위해 점측각 측정기를 이용하여 혼합 수용액에 따른 점측각을 측정 하였다. 에탄올, DI water 기반 잉크가 각각 31.73°, 85.23°로 측정되었으며 소수성 기판 사용을 위해 점측각이 작은 에탄올 기반 잉크를 사용하였다.

정전기력 패터닝 기술을 이용하여 노즐과 기판 사이의 거리, 패터닝 속도, 공급 압력을 고정시키고 인가전압 변화를 통해 잉크 토출을 제어하였다. 2.6~3.3kV 전압이 인가됨에 따라 잉크 토출 특성이 안정화되었으며 패터닝된 전극 측정 결과, 인가전압 증가에 따라 선폭이 감소하는 것을 확인하였다.

3. 결론

본 논문에서는 MWCNT/PEDOT:PSS 잉크를 제조하고, 정전기력 패터닝 기술을 이용한 전극 제작 연구를 진행하였다. 샘플 측정을 통해 최적화된 전압 제어 공정으로 전극 제작이 가능함을 확인하였다. 하지만 메탈 노즐을 통한 전극 제작시 MWCNT 잉크 토출에 대한 어려움이 있어 패터닝 최적화를 위한 노즐 제작이 필요하다고 판단되었다. 따라서 향후 연구에서는 소재 및 직경의 변화에 대한 노즐 제작 연구를 진행하고자 한다.

후기

본 논문은 한국생산기술연구원 기본사업 “2023년 청정 생산 공정기술 기반 스마트 웰니스케어 핵심기술 개발사업(5/5) (kitech EH-23-0003)”의 지원으로 수행한 연구입니다.

참고문헌

1. N. Mkhize and H. Bhaskaran, “Electrohydrodynamic Jet Printing: Introductory Concepts and Considerations,” *Small Science*, Vol. 2, No. 2, p. 2100073, 2022.
2. K. Rahman, A. Khan, N. M. Muhammad, J. Jo, and K.-H. Choi, “Fine-resolution patterning of copper nanoparticles through electrohydrodynamic jet printing,” *J. Micromech. Microeng.*, Vol. 22, No. 6, p. 065012, May 2012.

방빙 성능을 갖는 겔 기반의 저점착 표면 제작 및 연구

Research and Fabrication of Low-Adhesion Surfaces Based on Gel with Anti-Icing Performance

*이상훈¹, 김우영¹, 김 석¹, #조영태¹

*S. H. Lee, W. Y. Kim, S. Kim, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words : Gel, Slippery surface, Ant-icing

1. 서론

결빙은 공기중에 수증기가 차가운 표면에서 응결될 때 발생한다. 최근에는 냉동고 내부 표면이나 비행기의 날개, 열교환기 등에서 결빙으로 인한 다양한 문제가 발생하기도 한다. 결빙을 방지하고자 열을 추가적으로 가하는 방식으로 해결하기도 하지만, 추가적인 에너지 공급을 필요로 한다는 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하고자 액체 혹은 고체 침착물에 대한 점착을 억제하기 위한 얇은 표면층을 갖는 저점착 겔에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 겔은 액상이 내부에 고정된 반고체로 침착물과 겔에 직접적인 접촉을 방지하기 위해 액체층을 표면으로 꾸준히 공급할 수 있는 저장소 역할을 한다.

기존에는 이러한 저점착 겔을 제작하기 위해서 일반적으로 24시간 이상의 공정시간을 필요로 하지만, 본 연구에서는 광경화성 소재를 활용하여 20분 이내의 짧은 공정시간을 필요로 하는 저점착 겔의 새로운 제작 공정을 제안하며, 제작한 저점착 겔의 방빙 성능을 확인하였다.

2. 제작 공정

저점착 겔을 제작하기 위해서는 미끄러운 유기 액체를 가둔 반고체 겔의 제작을 선행해야한다. 유기용매와 광경화성 소재를 혼합하여 Roll to Plate 공정 및 광경화를 통해 유기용매를 포함한 겔을 제작한다. 이후, 표면에 유기용매를 충전시켜주기위해 drop coating 및 유기용매와 겔 간의 결합을 촉진시켜주는 후공정을 진행하여, 표면에 얇은 유기용매층을 보유한 저점착 겔을 제작하였다. 제작된 저점착 겔은 Fig. 1과 같이 투명하며, 대면적으로도 제작이 가능하다. 또한, 다양한 점도와 표면에너지를 갖는 액체에 대해서도 접촉각과는 무관한, 매우 낮은 구름각 특성을 보유한 것을 확인하였다.

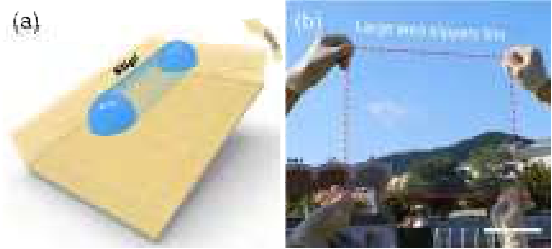


Fig. 1 (a) Schematic of gel type slippery surface (b) Large area gel type slippery surface with transparent properties

3. 실험 결과

물을 결빙시키고 전단력을 가했을 때, 얼음이 이탈하는 최대전단응력을 측정할 수 있는 방빙 시험 장치를 구축하여 제작한 저점착 겔의 방빙 성능을 시험하였다. 비교군으로 광경화성 소재 표면, 겔 표면을 제작하였으며, 저점착 겔에서 가장 낮은 최대전단응력을 확인하였다.

4. 결론

고체 구조 내부에 유기용매를 가둬 미끄러운 특성을 갖는 반고체 겔에 후공정을 통해 표면에 얇은 층을 유지하는 저점착 겔을 제작하였다. 저점착 겔은 다양한 액체에 대해서 미끄러운 특성을 보유하고 우수한 결빙 방지 성능을 갖고 있음을 확인하였다. 이러한 특성과 짧은 공정시간을 바탕으로 향후에 대면적 표면으로 제작하여 태양광 패널이나 냉동고 내부 표면 등에 적용이 가능할 것으로 보여진다.

후기

This work has supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT)(RS-2023-00238462)

구두발표

논문발표 OP5-1

좌장 : 조영태(전주대학교)

OP5-1-1

OP5-1-2

OP5-1-3

OP5-1-4

Health Monitoring of Shotblast Using Power Spectral Density in Vibration Data

*Daryl Domingo¹, 이준혁¹, 허장욱^{#1}(hhjw88@kumoh.ac.kr)

¹금오공과대학교

Key words : health monitoring, power spectral density, signal processing, vibration

1. Introduction

This paper explores the application of health monitoring for shotblast machines through signal processing using vibration data. With industrial machinery's critical role in manufacturing, identifying fault early is paramount for operational efficiency and equipment longevity. The study utilizes Power Spectral Density (PSD) techniques to analyze vibration patterns, enabling the detection of deviations indicative of potential malfunctions or wear. The integration of signal processing technique enhances the precision of anomaly identification, contributing to proactive maintenance strategies., showcasing its potential for broader industrial machinery health monitoring.

2. Experimental Set-up

Our experimental setup uses vibration sensors affixed to the equipment. This allows for a comprehensive examination of the machinery's vibrational characteristics. We conduct a comparative analysis by capturing and examining vibration data both pre and post maintenance interventions. The sensors serve as instrumental tools in quantifying the nuanced changes. This setup facilitates a nuanced understanding of the equipment's health, enhancing our ability to discern the impact of maintenance procedures on its vibrational dynamics.

3. Methodology

In this study, we employ a methodology to enhance vibration data analysis using PSD. From the vibration data collected, data is then subjected to spectral analysis via PSD, revealing frequency domain insights. Comparative examination of pre and post-maintenance PSD profiles allows for precise quantification of vibrational changes. This methodology ensures a nuanced exploration of machinery health, leveraging PSD as a



Fig. 1 Data collection set-up.

powerful analytical tool for interpreting frequency components.

4. Conclusion

In conclusion, results demonstrate the effectiveness of this approach in mitigating downtime and optimizing the overall health of shotblast machine. In future research, integrating Generative Adversarial Network (GAN) for anomaly detection presents a promising avenue for further enhancing the precision of fault identification. This study lays a foundation machinery health monitoring.

Acknowledgment

This research was supported by the MSIT(Ministry of Science and ICT), Korea, under the Grand Information Technology Research Center support program (IITP-2023-2020-0-01612) supervised by the IITP (Institute for Information & communications Technology Planning & Evaluation)

References

N. Azeem, X. Yuan, I. Urooj and J. Jabbar," Vibration-Based Power Spectral Density Analysis for the Detection of Multiple Faults in Rolling Element Bearings," 5th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR), pp. 719-726, 2019.

로봇 매니플레이터의 성능 최대화를 위한 다목적 최적화 방법 개발

Development of Multi-objective Optimization Method to Maximize The Performance of a Robot Manipulator

*,#김종호¹

*,#J. H. Kim¹(jonghokim@kmu.ac.kr)

¹계명대학교 자동차공학전공

Key words : Robot Manipulator, Multi-objective Optimization, Performance Evaluation

1. 서론

로봇 매니플레이터는 다양한 분야에서 사용되고 있으며 그에 따라 여러 작업을 수행할 수 있는 다목적 로봇에 대한 수요가 늘어가고 있다. 특히 로봇의 속도와 힘은 로봇의 설계를 위해 기본적으로 필요한 성능으로 이를 최대화하기 위한 연구가 진행되어 왔다^[1].

본 연구에서는 로봇 매니플레이터의 속도와 힘을 동시에 최대화 하기 위한 다목적 최적화 방법을 개발하고, 이를 검증하기 위해 3자유도 평면 매니플레이터에 적용하였다.

2. 로봇 매니플레이터의 모델링

로봇 매니플레이터의 성능을 최대화하기 위해 먼저 그에대한 정의를 하고자 Fig. 1(a)와 같이 3자유도 평면 매니플레이터를 모델링하였다. 그리고 매니플레이터의 성능을 정의하고자 엔드 이펙터의 속도와 힘을 수학적으로 모델링하였다. 정의한 속도와 힘을 최대화하고자 다목적 최적화 수식을 정식화 하였다.

3. 다목적 최적화 방법

로봇 매니플레이터의 엔드이펙터 속도 및 힘을 동시에 최대화 하기 위해, 앞서 정식화한 다목적 최적화 수식을 기반으로 Fig. 1(b)와 같이 흐름도를 작성하였다. 이를 바탕으로 다물체 동역학 모듈과 다목적 최적 설계 모듈을 연동하여 해석을 수행하였고, 3자유도 매니플레이터의 최대 속도 및 힘을 결정하였다.

4. 결론

본 연구에서는 로봇 매니플레이터의 최대 속도 및 힘을 결정하기 위한 다목적 최적화 방법을 개발하였다. 이를 검증하기 위해 3자유도 평면 매니플레이터를 적용하였고, 수치적 해석을 수행한 결과 최대 속도 26.59mm/s, 최대 힘 60N의 결과를 도출하였다.

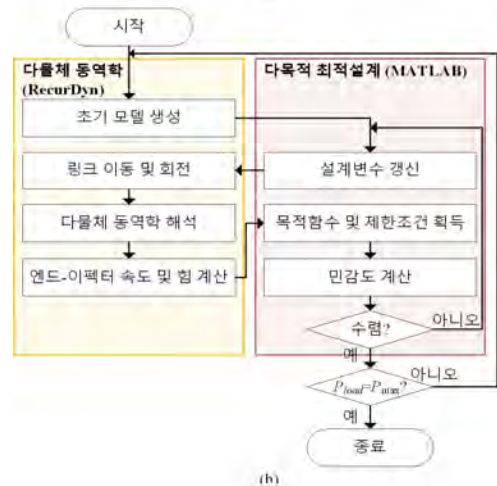
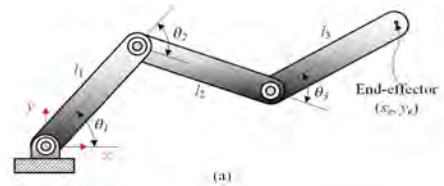


Fig. 1 (a) Modeling of the 3-degree of freedom (DOF) manipulator, (b) flowchart for multi-objective optimization method.

후기

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2022-00166791).

참고문헌

1. Kim, J. H., & Jang, I. G., "Optimization-Based Investigation of Bioinspired Variable Gearing of the Distributed Actuation Mechanism to Maximize Velocity and Force," IEEE Robot. Autom. Lett., Vol. 5, No. 4, pp. 6326-6333, Oct. 2020.

토출구 형상 최적화를 위한 스마트 신발 청소기의 내부유동 해석 A Study on the Internal Flow Analysis of Smart Shoe Cleaner for Outlet Shape Optimization

*최영일¹, 모하메드 아슬람², #이재선³

*Y. Choi¹, M. Aslam², #J. Lee(jaesun@changwon.ac.kr)³

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정, ²창원대학교 극한환경 스마트 기계부품 설계/제조혁신센터,

³창원대학교 기계공학과

Key words : Smart Shoe Cleaner, Flow Analysis, Shape Optimization

1. 서론

신발 밑바닥에 붙어 있는 이물질의 실내 유입 방지를 목적으로 하는 스마트 신발 청소기가 많은 공공기관과 대규모 사무실 집합 건물 출입구에 설치되고 있으며 활용도 또한 매우 높지만, 개인의 주거 공간에서는 사용이 제한적으로 이루어지고 있다. 기존의 신발 청소기는 흡입력은 뛰어나지만, 규모가 비교적 커서 개인 공간에 설치하기에는 제한적이라 개인 공간에 설치가 가능하도록 크기를 줄이면서 충분한 먼지 흡입력을 확보하기 위하여 가정용 소형 제품의 먼지 흡입 성능을 확인하고 유동 해석을 통하여 토출구 형상 설계에 따른 내부의 유동 경로를 분석하고자 한다.

2. 제품 형상 및 특성

스마트 신발 청소기는 매트 상판을 밟으면 매트와 흡입 볼이 눌러지면서 흡입 홀이 열려 오염물질을 흡입하고 내부 유로를 따라 집진기를 거쳐 오염물질을 정화해서 토출구로 배출하는 구조이다. 흡입 공기의 강제 대류 유동 해석을 위하여 해석 소프트웨어인 ANSYS를 활용하여 모델 해석을 수행하였다. 시스템 해석에 가장 영향을 미치는 인자는 먼지 흡입구 홀의 개수, 흡입 모터 성능, 유동 경로와 토출구 형상으로 각 변수에 따라 분석을 수행하였다.

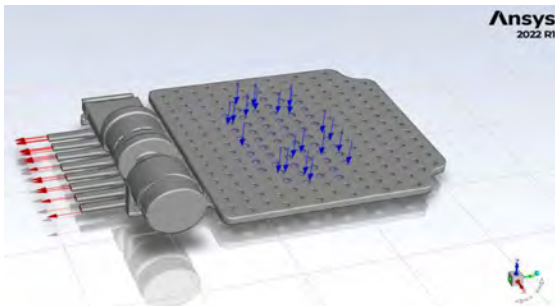


Fig. 1 Circulation Direction of Smart Shoe Cleaner

3. 해석조건 및 방법

내부유동 해석을 위하여 경계조건에 따른 시뮬레이션을 단계적으로 수행하였다. 토출구의 형상을 기존 여러 개로 나누어져 있는 경우와 제작 용이성을 고려한 2개 층 및 단일 구조로 구분하여 해석을 수행하였다. 흡입 성능 분석을 위하여 매트와 흡입 볼의 열림 개수와 흡입 사이클론의 성능에 따른 흡입 성능이 충분히 확보되는지와 내부 구조 형상에 따른 유동 흐름을 해석하여 순차적으로 확인하였다.

4. 해석 결과 및 고찰

스마트 신발 청소기의 매트볼 오픈 개수에 의한 흡입 성능을 분석하였고 유동 해석 시뮬레이션을 통해 모델에 발생하는 최대 속도와 압력을 평가하고 내부 공기 흐름에 대한 해석으로 토출구 형상 최적화에 대한 연구를 수행하였다. 해석 결과 토출구의 형상을 단순화하여도 유동 흐름에 문제가 없음을 확인하였고 이를 통한 제작의 용이성과 제작 비용의 절감이 가능함을 확인하였다.

후기

이 성과는 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(20214000000480, 청정가스복합화력발전 핵심요소기술 및 국산화 전문인재양성)

참고문헌

1. H. H. Song, J. H. Yu, S. M. Yang, B. M. Lee, J. K. Seo, & S. S. Heo, Optimization of Internal Structure through Analysis of Flow Characteristics Inside the Silencer, Proceedings of the KSMPE Conference, pp. 453-453, 2022.

강화재-수지 상호작용 및 잔류 응력을 고려한 단섬유 강화 복합소재 구조물에 대한 압축 성형-구조 연성 해석

Compression Molding-Structural Coupled Analysis of Short-Fiber Reinforced Composite Structures Considering Fiber-Resin Interaction and Residual Stress

*장다영¹, 이금현¹, #한장우²

*D. Y. Jang¹, G. H. Lee¹, #J. W. Han(uddan@kumoh.ac.kr)²

¹금오공과대학교 기계공학과, ²금오공과대학교 기계설계공학과

Key words : Compression molding, Molding-structural coupled analysis, Fiber orientation

1. 서론

압축 성형으로 제작된 복합소재는 고강도 경량 특성을 만족시킬 수 있음과 동시에 우수한 생산성으로 인해 활용 분야의 범위가 점차 확대되고 있다. 단섬유 강화 복합소재의 압축 성형 과정에서는 유동 속도차로 인해 모재와 강화재 사이의 간섭이 발생할 수 있으며, 다양한 공정 조건에 따라 섬유 배향 특성이 이방적 특성을 가진다. 이러한 부위별로 달라지는 섬유 배향 특성은 성형품의 기계적 거동 특성에 영향을 미친다. 이에 따라 최근 이방적 섬유 배향 특성이 고려된 구조 해석의 요구가 증가하고 있으며, 본 연구는 다양한 압축 성형 조건에 따른 단섬유 강화 복합소재의 유동 특성을 살펴보고 부위별 달라지는 섬유 배향 특성을 고려한 성형-구조 연성 해석을 수행하고자 한다. 동시에 강화재와 수지 사이의 상호작용 및 잔류 응력을 고려함으로써, 압축 성형-구조 연성 해석 솔루션의 신뢰성을 향상시키고자 하였다.

2. 단섬유 강화 복합소재 압축 성형 해석

성형 해석 소프트웨어인 Moldex 3D를 사용하여 다양한 성형 조건에서의 단섬유 강화 복합소재 압축 성형 해석을 진행하였다. 초기 charge의 형상과 개수에 따라 유동 특성 및 부위별 강화 섬유의 배향 특성을 확인하고자 하였다. 또한, Fiber coupling 기능 적용을 통해 강화재-강화재, 강화재-수지 간의 상호작용이 고려된 부위별 강화 섬유 배향 특성을 예측함으로써, 해석 결과의 정확성을 향상시키고자 하였다.

3. 단섬유 강화 복합소재 압축 성형-구조 연성 해석

상용 소프트웨어 Digimat과 Ansys를 연계하여 단섬유 강화 복합소재 압축 성형-구조 연성 해석을 진행하

고자 하였다. 압축 성형 해석을 진행한 사각 평판에서 ASTM-D638 규격 인장 시편 가공 위치를 다르게 고려함으로써, 섬유 배향 특성이 반영된 구조해석을 진행하였다. Digimat에서 제공되는 평균장 균질화 기법을 바탕으로 부위별 섬유 배향 특성이 mapping된 압축 성형-구조 연성 해석을 진행하고자 하였다. 본 해석 결과 분석을 통해 압축 성형 공정 조건에 따라 소재 유동 특성 및 부위별 섬유 배향 특성을 다르게 나타내며, 결과적으로 단섬유 복합소재 구조물의 기계적 거동 특성이 달라지는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 단섬유 강화 복합소재 구조물에 대한 압축 성형-구조 연성 해석을 통해 부위별 강화 섬유의 배향 특성이 반영된 구조 해석을 수행하고자 하였다. 또한, 성형 해석 과정에서 강화재-강화재, 강화재-수지 간의 상호작용 및 잔류 응력을 추가적으로 고려해줌으로써 해석 결과의 신뢰성을 높일 수 있었다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(NRF-2022R1C1C1012599)

참고문헌

1. Kang, K., Jo, S. H., Lee, D. G., Kim, E. G., 1996, "A study on mean coefficient of separation during compression molding of fiber-reinforced thermoplastics," Trans. Korean Soc. Mech. Eng. A., Vol. 20, No. 4, pp. 1146~1153.

구두발표

논문발표 OP5-2

좌장 : 박병희(대구기계부품연구원)

OP5-2-1

OP5-2-2

OP5-2-3

OP5-2-4

A Diagnostic Varying Voltage Framework for SMPS Aluminum Electrolytic Capacitors

*Kareem Akeem Bayo¹, 이선우¹, #허장욱¹(hhjw88@kumoh.ac.kr)

¹금오공과대학교

Key words: Aluminium electrolytic capacitors, Failure mode, Signal processing, Statistics, Varying voltage

1. Introduction

Aluminum electrolytic capacitors (AEC) are essential components in electrical systems that store and release electrical energy. The reliability of these capacitors is paramount for the safety and efficiency of various applications, from consumer electronics to industrial power systems. This paper introduces a novel diagnostic framework to enhance the assessment of aluminum electrolytic capacitors' health and performance. Our approach leverages varying voltage conditions to uncover hidden degradation patterns and predict failures, thus enabling proactive maintenance strategies. By harnessing the power of advanced diagnostics, this framework promises to extend the lifespan and reliability of aluminum electrolytic capacitors, reducing downtime and minimizing costly replacements in critical electrical systems.

2. Experimental Test Bench

Our experimental test bed consists of aluminum electrolytic capacitors acquired using a HIOKI LCR meter. The LCR meter allows us to precisely measure critical parameters, including capacitance, impedance, and equivalent series resistance (ESR). These capacitors are subjected to varying voltage conditions, enabling us to systematically assess their performance, degradation, and lifetime characteristics, providing valuable insights into their health and reliability.

3. Feature Selection Methodology

A statistical signal processing methodology is employed to process parameters such as capacitance, impedance, and equivalent series resistance (ESR) obtained from the test bed. This methodology utilizes the filter-based Pearson correlation, ANOVA, Chi-square method to extract meaningful features. By assessing the relationships between these parameters through Pearson correlation, we can identify critical interdependencies and quantify their significance, enabling a deeper

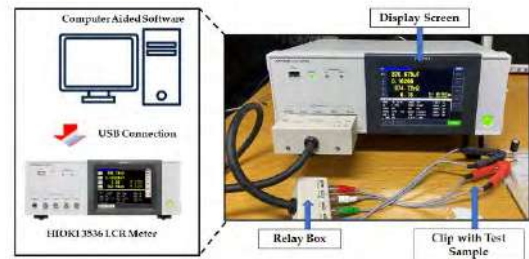


Fig. 1 Multiple parameters data acquisition test bed

understanding of the behavior and performance of the tested components.

4. Conclusion

In conclusion, this paper presents a comprehensive diagnostic framework for aluminum electrolytic capacitors under varying voltage conditions. The proposed methodology offers valuable insights into the health and performance of these critical electronic components. Facilitating early fault detection and assessment contributes to enhancing electronic systems' reliability and longevity.

Acknowledgment

This research was supported by the MSIT(Ministry of Science and ICT), Korea, under the Innovative Human Resource Development for Local Intellectualization support program (IITP-2023-2020-0-01612) supervised by the IITP(Institute for Information & communications Technology Planning & Evaluation)

References

Kareem, A.B.; Hur, J.-W. A Feature Engineering-Assisted CM Technology for SMPS Output Aluminium Electrolytic Capacitors (AEC) Considering D-ESR-Q-Z Parameters. *Processes* 2022, 10, 1091. <https://doi.org/10.3390/pr10061091>.

새로운 형태의 연기 흡입구 사용에 따른 실내공기질 개선 연구

Indoor Air Quality Improvement Using a New Type of BBQ Smoke Exhaust Pipe

*이용호¹, 강정수¹, #육세진¹

*Y. H. LEE, J. S. Kang, #S. J. Yook(ysjnuri@hanyang.ac.kr)

¹한양대학교 기계공학부

Key words : Indoor air quality, COVID-19, Number concentration, Ventilation

1. 서론

코로나19(COVID-19)가 전 세계적으로 유행하면서 실내 공간에서 대규모 집단 바이러스 감염 사례가 지속적으로 보고됨에 따라 바이러스 확산 방지에 대한 관심이 매우 높아졌다. 바이러스 함유 입자는 그 크기가 $5\mu\text{m}$ 보다 크면 ‘비말’로 정의되고, $5\mu\text{m}$ 보다 작으면 ‘에어로졸’로 정의된다. 비말감염은 $5\mu\text{m}$ 보다 큰 입자에 의해 1~2m의 근거리에서 접촉이나 호흡을 통해 바이러스가 전파되는 것이고, 공기감염은 $5\mu\text{m}$ 보다 작은 입자가 기류를 따라 보다 먼 거리를 이동하여 호흡을 통해 바이러스가 전파되는 것을 뜻한다. 많은 사람이 모여 있는 실내 공간에 감염자가 있는 경우에는, 감염자가 기침 또는 말하는 과정에서 발생하는 다양한 크기의 침방울에 포함된 바이러스가 기류를 따라 실내에서 이동하여 주변의 여러 사람들을 감염시킬 수 있다. 따라서 많은 사람이 모여 있는 장소에서는 이와 같은 감염자에 의해 발생된 바이러스 함유 입자가 실내 공간으로 확산되는 것을 최소화하고 효과적으로 배기하는 것이 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는, 새로운 형태의 연기 흡입구의 사용에 의해 실내공기질의 개선 및 바이러스 확산을 저감 여부를 파악하였다.

2. 수치해석 방법

실내에서 일반적으로 사용되고 있는 연기 흡입구 및 본 연구진에서 개발한 새로운 형태의 연기 흡입구의 사용에 따른 실내 공간 내 시간에 따른 농도장을 시뮬레이션 방법으로 구하고 그 결과를 비교하였다. 실내 공기의 흐름 및 입자의 수농도 분포를 시뮬레이션하기 위해 상용 CFD 코드인 ANSYS FLUENT Release 18.1을 사용하였다.

3. 실험 방법

3D 프린터를 사용하여 기존의 연기 흡입구와 새로운 형태의 연기 흡입구를 제작하였고, 각각의 연기 흡입구 다수를 실내 공간에 설치하여 실내공기질에 미치는 영향을 비교하는 실험을 진행하였다. 감염자 1명이 실내에서 기침 또는 말하는 상황을 가정하여 수 μm 이하 크기의 에어로졸 입자를 실내에 주입하였고, Optical Particle Counters를 사용하여 여러 위치에서의 입자 수농도를 측정하였다.

4. 결론

본 연구에서는 새로 개발된 연기 흡입구가 실내공기질에 미치는 영향을 파악하였다. 다양한 케이스에 대해 시뮬레이션으로 예측된 입자 농도장을 실험을 통해 얻은 입자 농도장과 비교하여 시뮬레이션 예측의 정확도를 검증하였다. 검증된 시뮬레이션 방법을 사용하여 연기 흡입구 종류에 따른 실내공기질을 비교 분석하였다. 그 결과, 본 연구진에서 개발한 새로운 형태의 연기 흡입구를 사용하면 기존의 연기 흡입구를 사용하는 경우에 비해 바이러스 확산을 크게 저감시키고 실내공기질을 개선하는 데 도움이 되는 것으로 확인되었다.

후기

This research was supported by public demand based innovative product development and demonstration project (NRF-2021M3E8A2100390).

액면 포집을 위한 집진장치 개발 및 성능 평가 연구

Development and Performance Evaluation of a Dust Collector

*강현민¹, #육세진¹

*H. M. Kang, #S. J. Yook(ysjnuri@hanyang.ac.kr)

¹한양대학교 기계공학부

Key words : Aerosol, Dust collector, Collection efficiency

1. 서론

발전플랜트 등 다양한 산업시설에서 발생하는 입자상 물질을 제거하기 위해 여러 형태의 집진 장치들이 사용된다. 그중 입자의 관성을 이용하여 입자상 물질을 분리하는 장치는 비교적 큰 입자를 제거하기 위한 Pre-Separator로 사용된다. 용도에 따라 관성 집진장치의 크기는 다양하고 대체로 절단직경이 수 μm 부터 수십 μm 까지 넓게 분포한다. 관성 집진장치에 의해 분류되어 포집된 입자는 여러 원인에 의해 재비산되어 집진장치를 빠져나가는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 재비산 문제를 줄이기 위해 액면에 입자를 포집하는 방안을 고려하였고, 집진장치의 작동 조건에 따른 집진효율을 평가하였다.

향성을 잘 대변할 수 있는 상관관계를 도출하였다.

후기

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20217010100110).

2. 수치해석 방법

집진장치 내에서의 복잡한 난류 유동을 해석하기 위해 ANSYS FLUENT Release 18.1을 사용하였다. 집진장치로 유입된 입자의 움직임은 Discrete Phase Models (DPM)을 사용하여 해석하였고, 입자 운동에 대한 기체 난류의 영향을 고려해 추적하는 방식인 Random Walk Model을 적용하였다. 시뮬레이션을 통해 집진장치로 유입된 입자의 개수와 포집되지 않고 집진장치를 빠져나오는 입자의 개수를 파악하여 집진효율을 구하였다.

3. 결론

본 연구에서 개발된 관성 집진장치의 절단직경은 에어로졸 유량이 200 L/min일 때 실험 및 시뮬레이션에서 각각 3.57 μm 와 3.21 μm 으로 나타났으며, 집진장치로 유입되는 에어로졸의 유량이 증가할수록 절단직경은 감소하였다. 액면에 입자가 포집되는 현상이 시뮬레이션을 통해 잘 구현되어서 시뮬레이션으로 예측한 포집 효율과 실험으로 구한 포집효율이 잘 일치하였다. 한편, 본 연구에서 개발된 집진장치의 다양한 크기와 작동 유량에 대한 무차원화 해석을 진행하여 절단직경의 경

공기조화기용 집진장치 개발에 관한 연구

Development of an Aerosol Collector for the HVAC Unit

*마수창¹, #육세진¹

*S. C. Mah, #S. J. Yook(ysjnuri@hanyang.ac.kr)

¹한양대학교 기계공학과

Key words : Rooftop HVACunit, Aerosol collector, Pressure drop

1. 서론

공기조화기에 사용되는 필터는 사용 기간이 증가함에 따라 압력손실이 증가하는 단점이 있다. 기준이 되는 압력손실 값에 도달하면 성능저하를 방지하기 위해 필터를 교체해야 하지만, 공기조화기를 관리하는 전문인력이 부족하여 필터의 교체 기간을 제대로 지키지 못하는 경우가 많다. 제때 교체되지 못하는 프리 필터는 공기여과기로서 역할을 제대로 수행하지 못하고 오히려 공기조화기로 유입되는 외기의 흐름을 방해하여 필터 기능뿐만 아니라 온도, 습도 조절 기능 등의 효율도 떨어지게 된다. 본 연구에서는 공기조화기에 사용되는 프리필터를 대체하기 위해 유지보수가 간단하고 오랜 기간 동안 사용할 수 있는 집진장치를 개발하였다. 특히 건물 옥상에 설치되어 있는 루프탑 공기조화기에 장착될 수 있는 집진장치의 형상을 최적화하고 실험과 시뮬레이션을 통해 그 성능을 확인하였다.

2. 수치해석 방법

상용 CFD 코드인 ANSYS FLUENT를 이용하여 집진장치 내 유동 해석 및 입자 거동 해석을 진행하였다. 루프탑 공기조화기로 유입되는 공기의 유량 조건에 대해 시뮬레이션을 진행하여 집진장치의 집진효율과 압력손실을 예측하였다. 또한 집진장치에 의한 압력손실을 최소화하기 위하여 집진장치의 형상 최적화를 진행하였다.

3. 실험 방법

최적설계 과정을 거쳐 도출된 집진장치의 형상을 3D 프린터를 사용하여 제작하였고, 루프탑 공기조화기로 유입되는 공기의 유량에 맞춰서 집진효율과 압력손실을 측정하였다.

4. 결론

본 연구에서는 루프탑 공기조화기에 사용되는 프리 필터의 집진효율과 압력손실을 고려하여 집진효율은 비슷하게 유지하면서 압력손실을 최소화하는 방향으로 집진장치의 형상 최적화를 진행하였고 그 성능을 평가하였다.

후기

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20217010100110).

참고문헌

1. Lim, J. H., "Development of cutoff size adjustable omnidirectional inlet cyclone separator.", Separation and Purification Technology, 276, 119397, 2021.
2. Venkatesh, S., "Multi-objective optimization, experimental and CFD approach for performance analysis in square cyclone separator.", Powder Technology, 371, pp. 115-129, 2020.

구두발표

논문발표 OP6

좌장 : 육세진(한양대학교)

OP6-1

OP6-2

OP6-3

OP6-4

OP6-5

OP6-6

OP6-7

브레이징 토치의 열적 성능 향상을 위한 유동 해석에 관한 연구 Research on Fluid Analysis to Improve Thermal Performance of Brazing Torch

*나다을¹, #노정훈¹

*D. Y. Na¹, #J. H. Noh(junghunnoh@iae.re.kr)¹

¹고등기술연구원 지능기계시스템센터

Key words : Discharge Flow, Flow Focusing, Performance Optimization

1. 서론

브레이징이란 금속 또는 비금속 재료의 접합방법을 일컫는다. 브레이징은 열영향부의 감소 및 작업의 용이성 등의 장점을 가지고 있지만, 접합부 충격 강도가 약하다는 단점을 가지고 있다. 브레이징의 접합부 강도는 피접합체 강도, 온도, 필러의 종류 및 적용 방법, 가열량, 접합 간극과 환경 등에 영향을 받는다.

본 연구에서는 접합부 강도에 영향을 미치는 토치의 설정 환경의 변화에 따른 토출 유동을 분석하고자 한다. 실험계획법을 이용하여 노즐에서 토출되는 작동유체의 Focusing에 영향을 끼치는 주요인자를 선별하였다. 선별된 핵심 인자의 최적 조건을 이용하여 브레이징 토치의 토출 유동 속도 분산도를 최소화 하는 연구를 수행하여 접합부 강도를 높이는 최적화 형상을 도출하고자 한다.

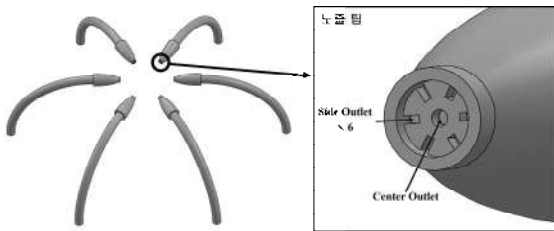


Fig. 1 Simplified Nozzles and Nozzle tips

2. 수치해석 방법

브레이징 토치 노즐 내 유동과 브레이징 토치 토출 유동을 분석하기 위해서 유동해석을 진행하였다. 해석에는 유동해석 상용 프로그램인 ANSYS Fluent 2022 R2를 사용하였다. 질량 및 모멘텀 보존 방정식과 유체의 높은 레이놀즈 수에 의한 난류를 고려하기 위해 $k-\epsilon$ Standard Model 방정식을 추가적으로 해결하였다. Solution Methods에는 지배 방정식들을 연립하지 않고 순차적으로 계산하여 수치해를 구하는 SIMPLE 알고리즘이 사용되었으며, 이 알고리즘을 통해 연속 방정식, 운동량 방정식, 난류 방정식 순서대로 계산을 진행하였

다. 고정된 유량에 따른 노즐의 개수의 변화, Side Inlet 및 Center Inlet의 면적을 고려하여 계산하여 유속을 부여하였다. 수치해석을 위해 설계한 Domain에서 유동이 자유롭게 빠져나가도록 경계조건을 적용하였으며, 작동유체는 연소해석을 제외한 브레이징 토치의 토출 유동의 특성만을 보기 위해 일반적인 Air로 가정하였다.

3. 결론

브레이징 토치의 최적화 해석을 통해 Focusing에 영향을 끼치는 주요 인자와 최적 형상을 도출하였다. 브레이징 토치 Focusing 성능 평가는 토출 유동 속도의 분산도로 평가하였다. 토출된 유동이 균일한 속도로 분포하고 있는 경우, 용접 부위의 강도가 균일하게 나타난다고 판단하였다. 설계한 노즐 개수, 간극, 분사각의 3가지 요인 중 분사각의 영향이 가장 큰 것으로 나타났고, 브레이징 토치의 노즐 개수 8개, 간극 66.7mm, 분사각 30°에서 최적 값이 도출되는 것을 확인하였다. 예측된 최적화 형상은 기본 형상 대비 평균 용접관 지름을 가진 Circle의 속도 분산도가 약 73.1% 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 향후 열 및 연소 해석을 포함하면 브레이징 시스템의 전체적인 성능 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.

후기

산업통상자원부지원의신뢰성마우처사업(P0024568)을 통해 지원받아 연구를 수행하였습니다.

참고문헌

1. Kang, C. J., Design of Brazing Joint(1), Journal of KWSD, Vol. 18, No. 2, 2000.
2. Lee, Y. S., Ha, J. K., Lee, E. S., Optimization of Peel Adhesion of Acrylic Pressure Sensitive Adhesive using Design of Experiments, Journal of Adhesion and Interface, Vol. 9, No. 1, 2008.

EWP 모듈 내 임펠러 설계변수에 따른 펌프 성능 최적화 연구

Research on Optimization of Pump Performance by Ompeller Design Variables of EWP Module

*조민철¹, 나다을¹, #노정훈¹

*M. C. Cho¹, D. Y. Na¹, #J. H. Noh(junghunnoh@iae.re.kr)¹

¹고등기술연구원 지능기계시스템센터

Key words : Number of Impeller, Height of Impeller, Length of Impeller

1. 서론

세계적으로 내연기관 자동차의 배출가스와 연비 효율에 대한 규제가 강화됨에 따라 전기차 등의 미래형 자동차에 대한 수요가 증가하고 있다. 기존 내연기관의 워터펌프는 엔진의 회전수에 따라 냉각수량이 결정되고 순환되는 시스템 구조로써 냉각수 양을 임의로 조절하는 것이 불가능하므로 워터펌프의 불필요한 구동에 의한 연료소모 및 이산화탄소 발생 등의 문제가 나타난다. 이후 개발된 On-Off식 워터펌프는 엔진 예열시간을 단축시키고 엔진 오일의 온도 상승을 가속시켜 연비 향상이 기대되지만 소음과 복잡한 구조 형상 등의 문제점이 있기 때문에 비회전류계 자석과 압분자심 코어를 사용하여 높은 자속량을 확보하고, 센서리스 제어 구동 방식을 이용하여 내부 구조가 단순한 Axial Motor 고효율 및 정격유량 EWP 개발이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 미래형자동차용 고효율 EWP 모듈 최적화 제품 개발을 목표로 하고 있으며, 이를 위해 EWP 모듈 중 임펠러 설계변수를 선정하여 펌프 성능을 최적화 할 수 있는 설계안을 도출하고자 한다.

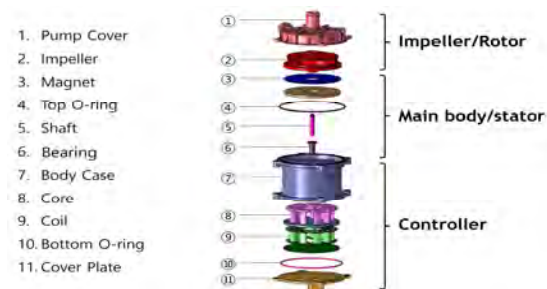


Fig. 1 Schematic diagram of Axial Motor EWP

2. 수치해석 방법

수치해석에는 유동해석 상용 프로그램인 ANSYS Fluent 2022 R2를 사용하였다. 질량 및 모멘텀 보존 방정식을 풀게 되며, 난류 방정식을 풀게 된다. EWP 펌프

내로 공급되는 작동유체는 입구를 통과하거나 임펠러 Blade에 의해 회전운동을 하게 되므로 난류가 발생하게 되어 높은 Reynolds number가 형성되기 때문에 난류 점성 κ (난류운동에너지)와 ω (난류소산율) 함수로 정의하는 SST κ - ω Standard Model 방정식을 추가적으로 해결하였다. Solution Methods에는 지배 방정식들을 연립하지 않고 연속 방정식, 운동량 방정식, 난류 방정식 순서대로 계산을 진행하는 SIMPLE 알고리즘이 사용되었다.

3. 결론

본 연구에서는 임펠러 설계변수인 Blade 개수, 높이, 길이를 대상으로 펌프 내 유동 특성을 비교하고 펌프 성능을 최대화 할 수 있도록 임펠러 설계안을 최적화하였다. 임펠러 설계 최적화는 통계분석 프로그램은 MINITAB 17.0을 이용하여 수행하였으며, 요인 설계 분석을 통해 각 설계변수가 펌프 성능에 유의미한 영향을 미치는지 확인하고, 반응 표면 설계 분석을 통해 설계변수의 최적화를 진행하였다. 수치해석 결과를 통해 임펠러 Blade 개수, 높이, 길이의 설계 방향을 파악할 수 있었고, 기존 모델과 비교하여 펌프 효율이 최대 12.1%의 성능 개선이 가능하다는 결론을 도출했다. 아울러 MRF 기능을 적용하여 개발한 회전유동의 해석 모델은 향후 회전 운동을 포함하는 교반기, 팬 등의 해석 등에 활용이 가능할 것으로 기대한다.

후기

산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(No.20020703)

참고문헌

1. Ding, Hongchang, et al. "The influence of blade outlet angle on the performance of centrifugal pump with high specific speed.", Vacuum, Vol. 159, pp. 239-246, 2019.

액체수소용 진공자켓밸브의 차압에 따른 BOG 평가

Estimation of BOG Regarding to Differential Pressure in Vacuum Jacketed Valve for Liquefied Hydrogen

*황해성¹, 우성운², #한승호¹

*H. S. Hwang¹, S. W. Woo², #S. H. Han(shhan85@dau.ac.kr)¹

¹동아대학교 기계공학과, ²대창솔루션

Key words : BOG(Boil Off Gas), Evaporation, Liquefied Hydrogen, Vacuum Jacketed Valve

1. 서론

BOG(Boil Off Gas)는 액체연료의 저장 및 운송과정에서 기화된 기체를 뜻하며, 특히 액체수소(Liquefied Hydrogen)에 BOG가 누적되면 저장 및 배관 시스템의 압력을 높여 폭발 사고의 가능성을 증가시키고 또한 액체수소의 운송량을 감소시켜 경제적 손해를 야기한다.⁽¹⁾ 본 연구에서는 이중 진공단열로 액체수소의 BOG 발생을 최소화하는 목적으로 사용되는 진공자켓밸브를 대상으로 입·출구단의 차압에 따른 BOG 생성량을 수치적으로 계산하였으며, 아울러 BOG 생성량이 최소가 되는 차압조건을 검토하였다.

2. 증발해석 및 결과

밸브 입·출구단의 차압에 따른 증발량을 수치적으로 계산하기 위해 D사의 진공자켓밸브를 대상으로 유한요소모델을 생성하고, 상용 해석툴인 ANSYS Fluent 17.2와 Lee model을 사용하여 액체수소의 증발과 응축을 해석하였다.⁽²⁾ 20K의 액체수소를 작동유체로 하였으며, 차압 조건을 1, 2 및 3bar으로 하여 증발해석을 수행하였다. 후처리 과정에서 하루 동안 생성된 BOG 양을 계산하였으며, 액체수소 운송에 적합한 차압조건을 검토하였다.

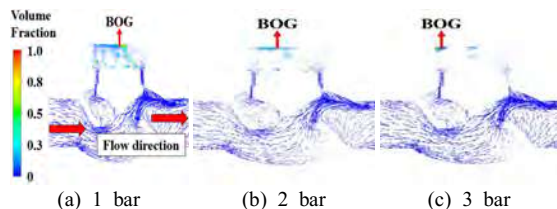


Fig. 1 Volume fraction of BOG regarding to differential pressures

차압에 따른 증발량을 비교하기 위하여 산출된 결과를 액체수소의 유량으로 나누어 일반화하였으며, 이를 BOG 양으로 환산하면 차압조건에 따라 BOG 양은 각각 274.7, 59.0 및 40.4 L/kg·day으로 얻어졌다.

Fig. 1은 증발해석을 통해 얻어진 증기부피분율(Vapor Volume Fraction)로 액체수소가 정체되는 구간에서 증기부피분율이 높아 BOG가 활발히 생성되었다. 또한, 입·출구단의 차압이 작을수록 정체된 액체수소가 출구로 원활히 배출되지 못하여 BOG 양이 증가함을 확인하였다.

3. 결론

진공자켓밸브 입·출구단 차압에 따른 증발해석을 통하여 BOG 양을 산출하였으며, 효율적인 액체수소 운송을 위한 차압조건을 검토하였다.

(1) 액체수소가 정체되는 구간에서 증발량이 증가하며, 이를 액체수소의 유량으로 나누어 얻어진 BOG 양은 차압조건 가장 작은 1bar에서 274.7L/kg·day로 가장 높게 나타났다.

(2) 차압이 커짐에 따라 BOG 양은 급격히 감소하는 경향이 나타나며, 실용적인 관점에서 최소 차압을 2bar 이상 유지하는 것이 효과적임을 확인하였다.

후기

이 논문은 중소벤처기업부 ‘중소기업 연구인력 양성지원사업’의 재원으로 수행된 연구임.(수소산업 융합부품 제조 및 설계 전문인력양성 사업단, 과제번호 : RS-2023-00256880)

참고문헌

1. Bao, J., Yuan, T., Zhang, L., Zhang, N. and Zhang, X., “Comparative study of three boil-off- gas treatment schemes: From an economic perspective”, Energy Conversion and Management, Vol. 201, pp. 112185, 2019.
2. Fadhl, B., Wrobel, L. and Jouhara, H., “Numerical Modelling of the Temperature Distribution in a Two-Phase Closed Thermosyphon”, Applied Thermal Engineering, Vol. 60, pp. 112-131, 2013.

공기청정기의 종류 및 배치에 따른 실내 발생 입자 제거 성능 연구 Removal of Indoor-Generated Particles According to Air Cleaner Type and Location

*안익현¹, 김영원², #육세진¹

*I. H. An¹, J. S. Kang¹, Y. W. Kim², #S. J. Yook¹(ysjnuri@hanyang.ac.kr)

¹한양대학교 기계공학부, ²한국생산기술연구원 그린에너지나노연구그룹

Key words : Indoor air quality, Ventilation, Air purifier, Virus transmission

1. 서론

최근 대기오염과 전염병의 확산으로 인해 지하철 환경과 같이 많은 사람들이 모이는 실내 공간에서의 공기질에 대한 관심이 높아졌다. 특히 밀폐된 실내 공간에서의 먼지와 바이러스 확산은 사람들의 주요 관심사가 되었으며, 이에 따라 실내공기의 청정화가 더욱 중요해졌다. 공기청정기의 효과를 극대화하기 위해서는 그 배치와 운용에 있어 최적의 조건을 찾는 것이 중요하다. 본 연구에서는 다양한 형태의 공기청정기가 배치된 실내 공간에서 입자의 수농도 감소율을 분석함으로써 실내공기질을 높이기 위한 방안을 도출하고자 하였다.

2. 실험 방법

밀폐된 랩스케일 실내 공간에서 가정용 공기청정기와 탁상형 공기청정기를 사용하여 실험을 진행하였다. 실내 공간에서 가정용 공기청정기의 설치 위치를 변경해 가면서 실내에서 발생된 에어로졸의 확산 저감 정도를 파악하였다. 또한, 가정용 공기청정기와 동일한 유량을 갖도록 다수의 탁상형 공기청정기를 같은 실내 공간에 설치하였고, 다수의 탁상형 공기청정기의 사용에 의한 효과를 가정용 공기청정기의 사용 효과와 비교하였다. 실내에서 감염자의 기침에 의해 바이러스가 함유된 침방울이 발생하는 것을 모사하기 위해 5 µm 이하의 크기를 가진 NaCl 에어로졸을 연속적으로 발생하였고, 공기청정기의 작동에 따른 실내 여러 위치에서의 입자 수농도를 Optical Particle Counter (OPC)를 사용하여 측정하였다.

3. 결론

본 연구를 통해 공기청정기의 배치와 종류에 따른 실내 발생 입자의 제거 성능을 파악하였다. 공기청정기의 위치 변화에 따라서 실내의 입자 수농도 감소율에 유의미한 차이가 관찰되었다. 특히, 다수의 탁상형

공기청정기가 가정용 공기청정기에 비해 더 뛰어난 입자 제거 능력을 보이는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 실내 공간에서 공기청정기의 배치 및 선택에 있어 중요한 지침이 될 수 있을 것으로 기대된다.

후기

This research was supported by public demand based innovative product development and demonstration project (NRF-2021M3E8A2100390).

참고문헌

1. Park S. H., Yook, S. J., & Koo, H. B., "Natural Ventilation and Air Purification for Effective Removal of Airborne Virus in Classrooms with Heater Operation" *Toxics*, 10(10), 573, 2022.

볼 밸브 메탈시트의 표면조도를 고려한 누설 평가

Internal Leakage considering Surface Roughness of Metal Seat for Ball-Valve

*박형준, 강효림, #한승호

*H. J. Park¹, H. L. Kang¹, #S. H. Han(shhan85@dau.ac.kr)

동아대학교 기계공학과

Key words : Internal Leakage, Metal Seat, Surface Roughness

1. 서론

LNG 또는 액화수소용 볼 밸브는 극저온 환경에서 누설 방지를 위하여 메탈시트를 채용하고 있으나, 볼과 메탈시트 사이의 금속간 접촉으로 인해 내부 누설이 빈번히 발생한다. 본 연구에서는 메탈시트가 적용된 볼 밸브를 대상으로 볼과 메탈시트 접촉면의 표면조도와 작동유체의 압력 및 시트 스프링에 의한 수직력을 고려한 구조해석을 통하여 표면조도 높이의 변형과 접촉압력을 평가하였다. 아울러 사용조건을 고려한 하중·경계조건 및 극저온 환경에서 누설량을 제시한 기준을 만족하는 표면조도 높이를 결정하기 위하여, 초기 및 변형된 표면조도 높이에 따른 누설량을 유동해석을 통하여 계산하였다.

2. 하중·경계조건 및 해석방법

대상체는 1/4" 규격의 볼 밸브로 볼과 메탈시트는 시트 스프링에 의해 금속간 접촉 상태를 유지하며, 볼과 메탈시트 접촉면의 초기 표면조도는 0.4~10 μ m 수준이다. 접촉압력에 의한 표면조도 높이의 변형률은 ANSYS⁽¹⁾ Static Structure을 통해 평가하였다. 표면조도 높이의 변형률을 고려한 누설량의 계산은 ANSYS⁽¹⁾ Fluent로 이루어졌으며, 이때 하중·경계조건으로 BS 6364:1984⁽²⁾에 의거하여 입구 단에 6.9bar의 상온의 공기를 그리고 출구 단에 대기압을 적용하였다. 허용되는 최대 누설량은 1/4" 볼 밸브의 경우 1.905mm³/s 이하가 되어야 한다.

3. 해석결과

구조해석을 통해 얻어진 표면조도 높이의 변형에 따른 접촉압력의 변화는 Fig. 1과 같으며, 여기서 변형률 10%까지 해석이 수행되었다. 표면조도의 높이 변형률 5% 및 10%에 대해서 유동해석으로 얻어진 누설량은 Fig. 2와 같다. 초기 표면조도 높이가 0.5 μ m를 초과하는 경우 누설기준을 만족하지 못하였고, 표면조도 높이가 0.5 μ m에서 변형률 10%인 경우 누설기준을 만족하나 높은 접촉압력이 요구되었다. 한편 표면

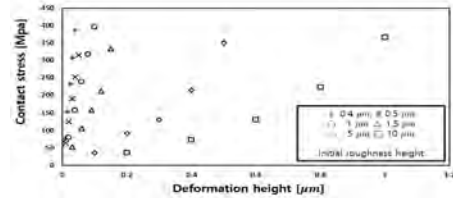


Fig. 1 Contact stress regarding to deformation of roughness height

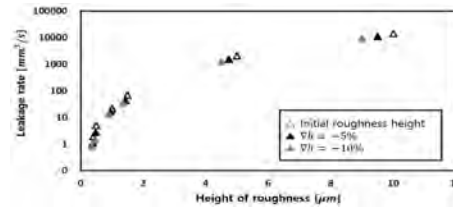


Fig. 2 Internal leakage rate regarding to roughness height

조도 높이가 0.4 μ m 이하에서는 변형률 5%과 낮은 접촉압력으로도 누설기준을 만족하였다.

4. 결론

메탈시트가 적용된 볼 밸브의 볼과 메탈시트 접촉면의 표면조도를 고려하여, 접촉압력에 따른 표면조도 높이의 변형률과 이때 발생하는 누설량을 수치해석을 통해 평가하였다. 누설기준을 만족하는 초기 표면조도의 높이는 0.4 μ m 이하이며, 표면조도의 높이 변형률은 5%가 적합하였다.

후기

본 연구는 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초 연구 사업임 (2021R111A3042151)

참고문헌

1. ANSYS Workbench, Release R20, www.ansys.com, 2020.
2. BS 6364, Specification for Valve for Cryogenic Service, British Standard Institution, 1984.

180° 위상각 차이를 가진 두 개의 진동노즐에 의한 예압축 효과 분석 Analysis of the Pre-compression Effect by Two Vibrating Nozzles with a Phase Angle Difference of 180°

*전재민¹, #이영림²

*J. M. Jeon¹, #Y. L. Lee(ylee@kongju.ac.kr)²

¹공주대학교 기계자동차공학부 기계설계공학전공, ²공주대학교 기계자동차공학부

Key words : Vibrating nozzles, Pre-compression, Linear compressor, CFD

1. 서론

냉장고는 가정에서 소비하는 전력의 20~40%, 전 세계 전력소비량의 약 6.1%를 차지한다. 따라서 가정의 소비 전력량을 감소시키기 위해 냉장고의 효율을 증가시키는 것이 중요하다.

본 연구에서는 리니어 압축기의 효율을 향상시키기 위해 위상각이 다른 두 개의 진동노즐을 사용하였다. 진동 노즐의 동작은 압축기 바디의 폐진동으로 구현된다.

2. 수치해석 방법

본 연구에서 고려한 위상각이 180° 다른 두 개의 진동노즐 예압축시스템 유동은 축대칭, 비정상상태, 난류이다. 이때 유체는 공기로 가정하였고 공기 밀도는 이상기체 상태방정식, 난류 모델은 SST k- ω 를 사용하였다. 압축기 바디 폐진동으로 인한 예압축시스템의 양방향 진동노즐의 직선운동을 구현하기 위하여 Ansys Fluent의 동격자 레이어링을 사용하였다. Table 1은 모델에 따른 진동 노즐 직경을 나타낸다.

3. 결과

Fig 1은 모델에 따른 한 주기 동안 최대 예압축 압력을 나타낸다. 이때 작동주파수는 1000rpm이고 행정(stroke)은 각 노즐당 10mm이며 전체로는 20mm가 된다. 진동노즐의 직경을 변화시키면 예압축 압력은 상당한 변화를 보인다. 특히 Model 3과 6의 최대압력이 Model 1에 비해 약 130배 높아 왼쪽 진동 노즐의 직경이 예압축 효과를 증대시키는데 주요한 인자임을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 압축기 효율을 개선하기 위하여 양방향 진동노즐을 이용한 예압축시스템의 타당성에 대해 알아보았다. 양방향 진동노즐은 행정이 2배 증가한 단방향 진동노즐의 예압축 효과와 유사한 결과를 보여준다. 이에 따라 양방향 노즐을 사용하면 행정을

Table 1 Specification of nozzle diameter with model

Model	Diameters of nozzles(mm)	
	Left vibrating nozzle	Right vibrating nozzle
Model 1	14.64	14.64
Model 2	8	14.64
Model 3	4	14.64
Model 4	14.64	8
Model 5	8	8
Model 6	4	8

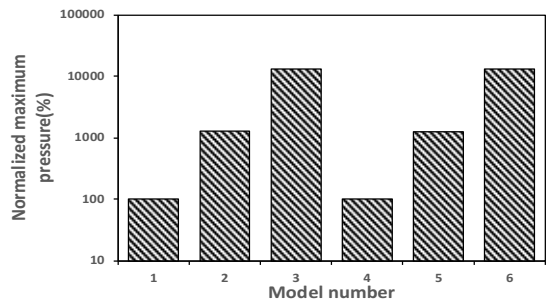


Fig. 1 Variation of the maximum pre-compression pressure per cycle with model

증가시키지 않고 획기적인 예압축 효과를 얻는 것이 가능하였다. 향후 실험을 통한 예압축 압력과 이로 인한 피스톤 밸브 거동에 대하여 압축기 성능 향상을 차원에서 검증하는 것이 필요하다.

후기

본 연구는 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구 사업(No. NRF-2016R1D1A1B02009582)의 연구과제임.

참고문헌

1. Jae Min Jeon and Young Lim Lee, "A Study on the Feasibility of Pre-compression in linear Compressors Using Fluid Diode, J. of KSMPE, Vol. 22, No. 3, pp. 55-60, 2023.

역열전달 해석모델 및 사격 실험 자료를 활용한 포열 내부의 열유속 예측 Prediction of Heat Flux in the Gun Barrel using a Inverse Heat Conduction Model and Experimental Data

*#노정훈¹, 나다을¹, 이예승¹

*#J. H. Noh(junghunnoh@iae.re.kr), D. Y. Na, Y. S. Lee

¹고등기술연구원 지능기계시스템센터

Key words : Inverse heat conduction problem, Thermal resistance network, Gun firing experiment, Heat flux

1. 서론

수치해석 알고리즘의 발달로 다양한 수치해석 방법이 소개되었으며, 공학의 다양한 분야에 이용되고 있다. 특히 다양한 초기조건 및 경계조건을 고려한 해석이 가능해짐에 따라, 수치해석의 영역이 확장되어 가고 있다. 하지만 해석 영역의 경계조건을 정확히 알지 못하며 측정이 용이하지 않다면, 일반적인 해석이 아닌 다른 방법을 통해 접근해야 한다. 경계 및 초기조건이 명확하지 않아 직접열전달 해석이 불가능할 경우 역열전달 해석을 이용하여 경계 조건을 알아내거나 내부의 온도 분포를 도출한다. 본 연구에서는 역열전달 해석 기법 중 input estimation algorithm을 이용해 역열전도 해석모델을 개발하고 이를 이용하여 내부에 인가되는 열유속을 예측하게 된다. 이때 관의 물성 및 형상변화에 따른 예측성능 저하를 개선하기 위해 깊이 별 다점 측정 온도 데이터를 이용 열유속을 예측하였다.

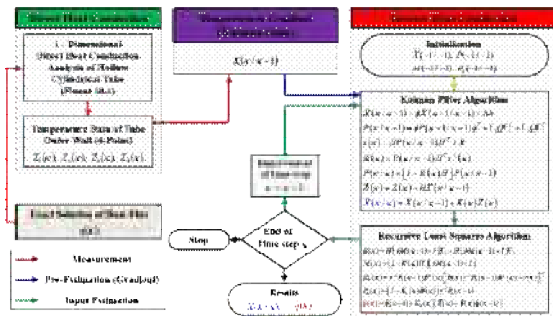


Fig. 1 Inverse heat conduction algorithm

2. 역열전달 수치해석 모델

포열의 역열전달 해석을 위해 열전달 해석 모델이 필요하며, 관의 형상 및 열저항 회로망을 이용하여 모델을 구성하였다. 관 내부에 열유속이 공급되며 외부는 공기 중에 노출되어 대류에 의한 열전달이 일어난다. 본 연구에서는 역열전달 해석을 위한 방법으로 input estimation algorithm 및 깊이 별 다점 측정 온도 데이터를

이용하고 있다. Fig. 1은 예측(혹은 실험적 측정)된 온도를 깊이 별 다점 측정 온도와 비교하여 차이를 계산하며, 각 위치마다 가중치를 부여하여 예측 온도를 개선하는 과정을 나타낸 것이다.

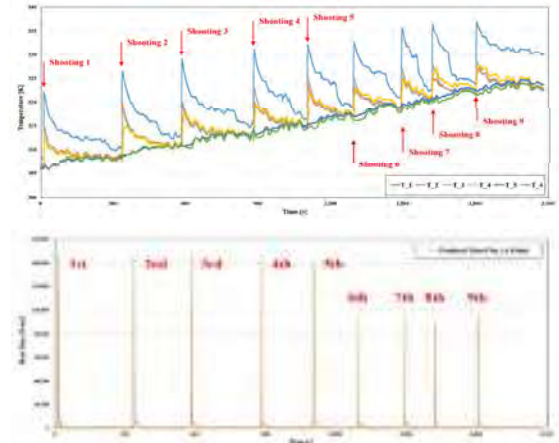


Fig. 2 Measured temperature and predicted heat flux

3. 결론

본 연구를 통해 사격시험 시 포여 내, 외부의 온도를 측정하였고, 이를 이용하여 열유속을 예측하였다. 포내 화약 양에 따라 열유속 변화 있으며, 145,700 ~ 95,000 W/m² 범위의 열유속이 예측되었다.

후기

이 논문은 2023년 정부(방위사업청)의 재원으로 고등기술연구원에서 수행된 연구임(사업번호912990501)

참고문헌

- Noh, J. H., Kwak, D. B., and Yook, S. J., "Effects of wall thickness and material property on inverse heat conduction analysis of a hollow cylindrical tube," *Inverse Problems in Science and Engineering*, Vol. 26(9), pp. 1305-1325, 2018.

구두발표

논문발표 OP7

좌장 : 이호진(한국생산기술연구원)

OP7-1

OP7-2

OP7-3

OP7-4

OP7-5

OP7-6

OP7-7

궤도형 무인 정찰로봇의 동적 안전성 검토

Dynamic Safety Analysis for Tracked Unmanned Reconnaissance Robot

*손홍익¹, 전치경², 박성열¹, 오병준¹, #윤성호¹

*H. I. Son¹, C. K. Jun², S. Y. Park¹, B. J. Oh¹, #S. H. Yun(shyun@kumoh.ac.kr)¹,

¹금오공과대학교 기계공학과, ²엘씨텍(주)

Key words : Unmanned Reconnaissance Robot, Road Profile, Power Spectral Density, Random Vibration

1. 서론

현대에는 도심지에서의 시가전의 비중이 높아지고 있다. 참호전에 비해 교전 거리는 단축되었으나 감시 및 정찰의 중요성과 위협성은 높아졌다. 따라서 임무 수행의 위협성을 최소화할 수 있는 무인 정찰 로봇의 개발은 미래 전장 환경에 대응하기 위해 필수적이다.

본 논문에서는 이러한 궤도형 무인 정찰로봇의 내구성 검증을 위한 가진 프로파일을 설계하였다. 또한 상용 유한요소 해석 프로그램(Ansys)를 활용하여 시험 모델에 대한 평가를 진행하였다.

2. 수치해석

무인 정찰로봇의 전장은 761mm, 전폭은 437mm, 전고는 229mm이다. 최대 주행속도는 10km/h이다. 본 연구에서는 내구성 검증을 위해 최대 속도로 주행하는 상황을 가정하여 가진 프로파일을 설계하였다. 또한 실질적인 주행이 가능한 환경을 고려하기 위해 최소한의 파장 길이는 전장의 길이의 약 4배에 해당하는 3m로 설정하였다.

노면의 요철에 의해 발생하는 진동은 하나의 파형으로 정의하기 어렵다. 따라서 주행중 발생하는 진동은 다양한 주파수 성분의 사인파가 혼합된 임의 진동 신호(random vibration signal)라고 가정하였다. 노면 상태에 따른 가진 프로파일을 비교하기 위해 파워 스펙트럼 밀도(power spectral density, PSD)형태로 변환하여 Fig. 1과 같이 비교하였다. 선행적으로 생성한 가진 프로파일을 무인 정찰로봇에서 구조적으로 취약한 제어 칩셋에 가진하여 내구성을 평가하고자 한다. 해석은 기본적인 동특성 파악을 위한 모드 해석(modal analysis)과 가진 프로파일에 대한 임의 진동 해석(random vibration analysis)을 진행하였다. 모드 해석의 경우 주행 모터의 작동 주파수 영역을 포함하는 30~50Hz 주파수 대역에서의 공진 주파수와 모드 형상을 관찰하였다. Fig. 2와 같이 임의 진동 해석에서는 가진 프로파일에 의해 칩셋에서 발생하는 응력의 분포를 관찰하였다.

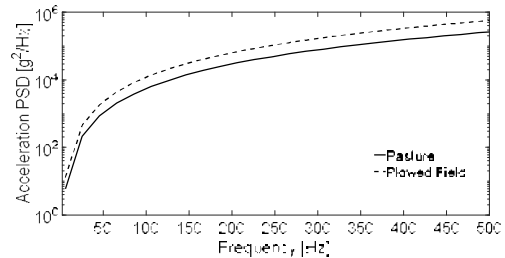


Fig. 1 An acceleration PSD for road conditions



Fig. 2 A stress distribution diagram of the PCB assembly

3. 결론

가혹한 주행 환경에서 발생하는 진동이 시스템에서 취약한 제어 칩셋에 미치는 영향을 분석하였다. 소재의 허용 항복강도 미만의 최대 응력값을 확인하는 것으로 제어부의 구조적 강건성을 검증하였다.

후기

본 연구는 한국산업기술기획평가원 로봇산업핵심기술개발사업“컴파운드 유성기어 기반 센서 내장형 고강성 고감속 초박형 로봇용 Bilateral Drive 감속기 개발”(No. 20009214)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Rao, S. S., Mechanical Vibrations, 6th ed, Pearson education, pp. 270-278, 2019.
2. Wong, J. Y., “Theory of Ground Vehicles”, 3rd ed, Wiley Interscience, pp. 462-470, 2001.

자율차용 스위블 시트의 설계

Design of swivel Seat for Autonomous Vehicles

*#이만기¹, 최용¹, 홍영진¹, 신세길², 이상호²

#*M. G. Lee¹, Y. Choi(potchy0927@kiro.re.kr)¹, Y. J. Hong(bhong@kiro.re.kr)¹,

S. G. Shin(sgshin@gumchang.com)², S. H. Lee(sangho_lee@guchang.com)²

¹한국로봇융합연구원, ²(주)금창

Key words : Autonomous driving car, Swivel seat, Structural analysis, Structural design

1. 서론

본 연구는 자율주행 차의 스위블 시트에 대한 설계 및 구조해석에 대한 연구이다.

점차 자율주행의 기능이 고도화 되면서 머지않아 운전자가 필요없는 자율주행 LEVEL 5 기능을 구현할 수 있는 자율주행차가 나올 것으로 예상된다.

이에 앞서 본 연구를 통해 운전석 및 보조석에 적용할 스위블 시트에 대해서 연구개발을 수행하였다.

시트에 성인 남성이 착좌한 상태에서 회전에 대한 구동부 설계와 설계 완료된 스위블 시트 형상의 구조해석을 수행하여 신뢰성을 만족하는 연구를 완료하였다.

2. 스위블 시트의 필요 회전 속도 및 관성 모멘트

최대 회전 속도인 90°/s를 만족하는 회전 속도를 Fig. 1과 같이 그래프로 확인하였다.

90°까지 1초 만에 움직이기 위해서 가-감속 구간이 발생하고 가-감속 구간을 어떻게 설정하는지에 따라서 관성 모멘트까지 확인할 수 있다.

가-감속, 등속시간, 평균 회전전 속도, 최대 회전 속도의 변수를 조절하여 6개의 case를 만들었고 이 case 중에 3번이 가장 적합한 것을 확인하였다.

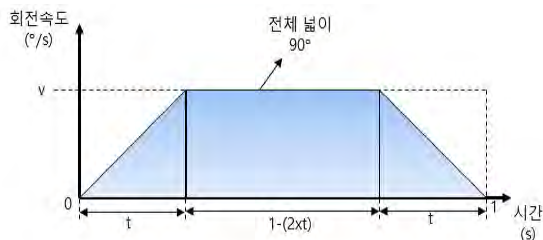


Fig. 1 Rotation speed-time graph

관성 모멘트는 Fig. 2와 같이 상용 3d 모델링 프로그램인 솔리드 워크스를 통해 확인하였다.

성인 남성 평균 무게인 75kg을 장착 시킨 상태에서 관성 모멘트는 최대치를 고려하여 3.00kg*m²(최대치 2.84kg*m²)으로 설정하였다.

스위블 시트의 최대 회전 속도, 가-감속, 관성 모멘트를 고려하여 필요 토크 및 감속기를 선정하였다.

Table 1의 case 3번 조건과 관성모멘트 3.00kg*m²으로 필요조건을 정의하였다.

3. 결론

본 연구에서 정리된 데이터를 기준으로 제작중에 있으며 추후에는 구조해석 및 실험을 통해 신뢰성 분석 및 실 차량에 적용 가능성 검토가 이루어 질 것으로 보인다. 차량의 매우 협소한 공간에 무게까지 고려하여 설계를 진행하다 보니 부품 선정과 공간 확보 부분에서 큰 어려움을 겪었다. 하지만 전기차로 바뀌면서 전력 제원에는 선택 범위가 넓고 고스펙의 모터를 사용할 수 있게 되어서 문제를 해결하는데 큰 도움이 되었다.

후기

본 연구는 한국산업기술진흥원(KIAT) 주관 "월드 클래스 300과제 연구개발(R&D, P0012995)" 산자부 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 장한솔, et al. "전동식 스위블 시트 모듈 설계 및 구조 강도 해석." 한국자동차공학회 춘계학술대회 (2019): 915-915.

자동계류시스템 고무 씬 온도별 거동에 대한 연구

Study on Temperature-dependent Behavior of a Rubber Seal in an Automatic Mooring System

*손연홍¹, 이윤재¹, 최민기¹, 김원석¹, 김용진^{2#}, 김송길^{1#}

*Y. H. Son¹, Y. J. Lee¹, M. G. Choi¹, W. S. Kim¹, #Y. J. Kim(yjkim2014@kimm.re.kr)²,

#S. K. Kim(songkil.kim@pusan.ac.kr)¹

¹부산대학교 기계공학부, ²한국기계연구원 신뢰성평가연구소

Key words : Automatic Mooring System, Rubber Seal, Temperature-dependent Behavior, Finite Element Method

1. 서론

자동계류시스템은 선박을 안정적으로 안벽에 고정하고 계류하기 위해 무인화 및 자동화 시스템을 이용한 새로운 계류 시스템이다. 선체에 탈부착되는 흡착패드와 로봇팔 형태의 유압식 구동장치로 구성되어 있는데 흡착패드는 주로 선체에 손상이 덜 발생하고 재료 제한이 적은 진공흡착패드가 주로 사용되고 있다. 진공흡착패드는 고무 씬로 선체와 접촉하여 진공을 유지하기 때문에 고무 씬에 대한 최적의 설계를 통해 계류 및 안전 성능을 확보할 수 있다.

본 연구에서는 고무 3종에 대한 온도별 기계적 특성을 이용하여 유한요소해석을 통해 고무 씬의 거동을 분석하여 사용 환경에 적합한 고무 씬 소재를 선정하고자 한다.

2. 고무 씬 구조해석

해양에서 대표적으로 사용되고 클로로프렌 고무와 기계적 성능이 뛰어난 천연고무를 이용하여 본 연구에서는 CR/NR 혼합 블렌드 3종에 대한 온도별 단축인장실험을 통해 기계적 물성을 파악하였다. 인장실험을 통해 재료 및 온도별 s-s curve로 비선형 재료상수를 도출하고, 2D로 Rubber seal, Base plate, Fixed plate를 모델링하여 -80kPa의 진공압을 가했을 때 고무 씬의 변형 상태와 함께 접촉 상태를 파악하고 y방향으로 고무 씬에 하중을 가할 때의 거동을 확인하며 찢림 상태를 확인한다.

3. 결론

자동계류시스템 진공흡착패드의 고무 씬은 해양환경에서 노출되는 부패이기 때문에 온도, 오존 등 환경 변수에 우수한 소재로 제작되어야 한다. 고무 3종에 대한 온도별 기계적 거동을 파악하여 온도 변수를 도출하였고, 유한요소해석으로 고무 씬 거동을 비교하

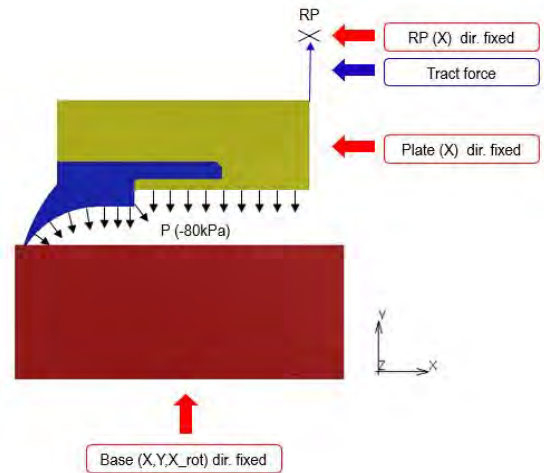


Fig. 1 2D schematic for FEM analysis

였다. 추후 오존에 대한 저항성을 평가하기 위한 오존 균열 실험 및 인장실험 등을 통해 해양 환경에 대한 저항성을 가지는 소재를 선정을 위한 연구를 진행할 예정이다.

후기

이 논문은 2023년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임. (스마트항만-자율운항선박 연계기술 개발)

참고문헌

- Huang, P., et al. "Analysis of Low Temperature Compression Characteristics of Rubber Seal Strip of Shelter based on ABAQUS." IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 1043, No. 3, p. 032050, 2021.

스마트도시를 위한 경량 이동형 생활안전 감시로봇

Lightweight Mobile Living Safety Monitoring Robot for Smart Cities

*진소영¹, 김여정¹, 김수진¹, 최수인¹

*So Young Jin¹, Yeo Joung Kim¹, Yeo Joung Kim¹, Soo in Choi¹

¹경남대학교 기계공학부

Key words : Living safety, Illegal dumping of garbage, CCTV

1. 서론

현재 우리나라는 쓰레기 무단 투기 문제가 도심과 주택가에서 심각하게 발생하고 있다. 2019년 환경부의 전수 조사 결과 120만 3천 톤의 불법 폐기물이 확인되었으며 이중 불법 투기 폐기물은 33만 톤에 이르고 있다. 기존의 고정형 CCTV 시스템과 달리, 이동형 로봇은 태양광 패널을 통해 에너지를 자가 충전하므로 설치 이전 비용이 거의 없어 전력 비용을 절감할 수 있다. 따라서 문제 상황을 개선하고자 이동형 감시 로봇을 설계 및 제작하고자 한다.

2. 시스템의 구성

본 감시 시스템은 계도 효과를 제고하기 위해 인식된 객체에 대해 작동하는 LED 매트릭스 눈(Eye) 제어, 경고 음성 방출의 기능을 가진 감시 장치이다. 움직임이 감지될 경우 상단의 카메라를 통해 영상을 저장된다.

또한 저전력형 초소형 PC를 활용하여 소비 전력을 줄이고 알루미늄 프로파일 소재의 프레임, 태양광 패널, 배터리를 탑재한다.

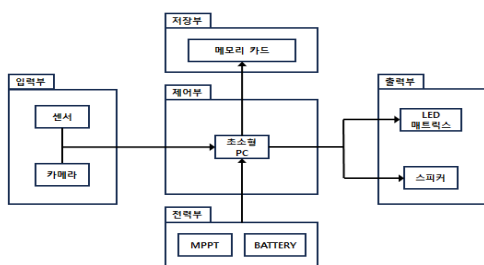


Fig. 1 시스템 구성도

3. 실험 및 테스트

본 실험의 효과를 알아내고자 경남대학교 인근 원룸촌에 로봇을 설치하고 설문조사를 실시하였다. 총 318명이 응답했으며 로봇의 존재로 인해 무단 쓰레기 투기를 중단한 경험에 82%가 네라고 응답하였다. 본

설문조사의 결과에 따라 로봇 설치가 쓰레기 무단 투기 문제를 해결하는 데 긍정적인 효과가 있을 것으로 기대한다.



Fig. 2 태양광패널, 로봇 본체

3. 결론

본 연구는 이동형 쓰레기 무단 투기 감시 로봇을 개발했다. 로봇의 존재는 무단 쓰레기를 투기하는 사람들에게 경고와 주민들의 참여와 협력을 끌어냈다. 로봇을 도입함으로써 주민들은 더욱 환경을 존중하고 보호하려는 의지를 보였으며, 이는 사회적 결속력을 강화하는데 기여했다. 종합적으로 불법 쓰레기 감시 로봇의 도입은 협력을 통해 지속 가능한 미래를 만들어가는데 기여할 수 있다는 가능성을 제시한다.

후기

이 논문은 2023년 기업연계 여대생 팀프로젝트 멘토링 사업의 지원을 받아 작성하였습니다.

참고문헌

1. Rao, Engineering Optimization-Theory and Practice, Wiley-Interscience Publication, pp. 200-2005, 1996.
2. Ha, M. K., "Characteristics of Intermittent Grinding to Reduce Thermal Damage", J.of KSMPE, Vol. 11, No. 5, pp. 123-126, 1992. (Times New Roman 9pt 양쪽정렬)

원단 날염공정 디지털 전환을 위한 로봇 융합 장비 개발

Development of Robot Convergence Equipment for Digital Transformation of Dyeing Printing

*최기훈¹, #배규현¹, 이재용¹

*K. H. Choi, #G. H. Bae(ghbae@kotmi.re.kr), J. Y. Lee

¹한국섬유기계융합연구원 기계로봇연구센터

Key words : Dyeing Printing, Robot-equipment model

1. 서론

원단 날염 공정은 일반적으로 많은 노동력을 필요로 하는 산업 중 하나이며, 이에 자동화의 필요성이 있지만 원단 날염 기업들의 영세화와 자금 부족으로 인해 자동화가 어려운 실정이다. 원단 날염 공정에서 염료 공급 및 투입은 염료를 일정량 추가하기 위해 작업자가 염료 통에서 염료를 공급하는 반복적이고 단순한 작업이다. 그러나 작업자가 염료 부족 여부를 정확히 감지하지 못하면 제품 불량으로 이어질 수 있다. 이에 기존 연구자들은 섬유분야에 제조로봇을 도입하기 위한 모델 개발하고, 실제 현장에 적용하였다. 해당 모델은 2개 스크린을 대상으로 염료 자동공급 로봇시스템을 제작하였으며 염료 공급 및 투입 작업을 단순하게 구현했다.^[1]

본 논문에서는 단순 로봇을 적용한 염료 공급 로봇 시스템이 아닌 로봇을 융합한 염료 날염시스템을 개발하였다.

2. 로봇 융합 염료 날염시스템

기존의 경우 로봇에 염료 공급에 사용할 염료 공급부와 더불어 염료 공급부를 집을 수 있는 전용 그리퍼를 별도로 개발했기에, 통합하거나 수정하여 현장에 적용하기에 어려운 문제점이 있어 Fig. 1과 같이 로봇과 장비가 융합한 구성을 설계하였다.

염료를 자동으로 충전할 수 있는 염료 자동 충전기를 설계하였으며, 충전된 염료를 안정적으로 픽업할 수 있는 주사기 방식의 염료 공급부, 스크린에 염료 공급을 확인할 수 있는 공급 확인 센서 및 다관절 로봇과 1축 레일을 활용하여 원단 날염 현장의 제한된 공간에 자동화가 가능하도록 고려하였다. 설계한 주사기 방식의 염료 공급부를 검증하기 위한 염료 공급 동작 시험 결과는 Fig. 2와 같으며, 요구되는 성능이 구현되는 것을 확인하였다.

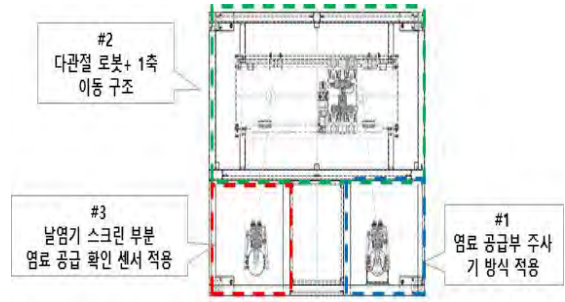


Fig. 1 Design of dyeing printing robot system

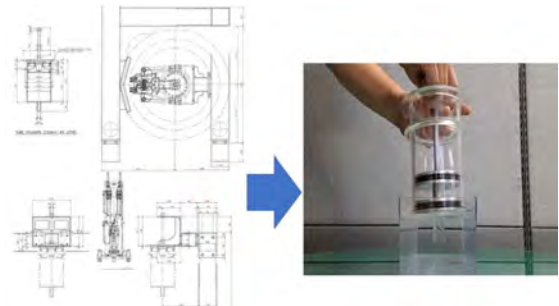


Fig. 2 Result of dye supply test(Manual)

후기

본 논문은 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원 지원에 의한 연구임.(No.20018394)

참고문헌

1. Yoon, H. J., Lee, J. Y., Kim, T. J., Bae., G. H., “A Study on the Robot System for Automatic Feeding of Dye in Dyeing Printing Process”, Proceedings of the KSPE Spring Conference, pp. 426, 2021.

엘리베이터 승강로에서 승객 추락방지를 위한 에어프런 구조해석 Structural Analysis of Apron to Prevent Falling of Passenger at Elevator Hoistway

*#이중섭¹, **천성봉¹ ***김봉석¹

*#Chung Seob Yi(csyi@klc.ac.kr), **SeongBong Cheon, ***Bong Seok Kim

¹한국승강기대학교 승강기공학부

Key words : Elevator, Apron, Structural Analysis

1. 서론

본 논문에서는 엘리베이터가 층과 층사이 중간에 멈춤사고 발생하였을 경우 승객이 탈출할 때 승강로와 객실 사이의 공간으로 추락하는 사고가 빈번히 발생한다. 따라서 현재 승강로 속으로 추락을 방지하기 위해 객실 하부에 에어프런이라는 격벽을 설치하고 있다. 이 에어프런에 대한 구조해석을 통해 실제 시제품을 개발하기 위한 기초 설계자료로 활용하고자 한다.

2. 본론

개발하고자 하는 엘리베이터 에어프런은 Fig. 1과 같이 외팔보 형식으로 고정되어 있는 형상을 가지고 있고, 승강기 규정에 의거 300N의 외력이 발생하였을 때 밀려 들어가지 않아야 되는 조건을 충족해야 된다. 하중이 발생하는 부위는 에어프런 하단에 5cm² 면적의 원형 또는 정사각형 모양의 어느 지점마다 수직으로 300N의 힘을 균등하게 분산하였을 때 1mm를 초과하는 영구적인 변형이 없어야 되고, 35mm를 초과하는 탄성변형이 없어야 한다. 즉, 최대 응력이 항복점 이내에서 발생하면 소성변형이 없는 것으로 간주할 수 있다. 따라서 해석결과에서 등가응력이 항복강도 이내에 있다면 영구적인 변형이 없는 것으로 판단하고, 항복점 이하인 항복강도 이내에서 발생하는 변형량이 35mm를 초과하는 지를 통해 구조 건전성을 평가하였다. 구속조건으로는 승강기 객실과 연결되는 에어프런 상단부와 양단 지지대 끝을 구속하여 고정조건을 부여하였다.

3. 결과 및 토의

중앙부분에 하중이 300N이 가해질 때 에어프런 3단 Plate에서 변형이 약 4.61mm 발생하였고, 응력이 135.8MPa, 안전율이 1.84로 나타남에 따라 구조적으로 건전한 것으로 판단된다. 또한 전반적으로 응력분포를 보면 항복강도 250MPa의 약 절반 정도의 응력을

받고 있기 때문에 소성변형과 같은 영구변형은 없을 것으로 판단되며, 탄성범위 내에 응력이 존재하기 때문에 탄성변형 35mm를 초과하지 않고 있어 충분히 구조적으로 건전한 것으로 판단된다.

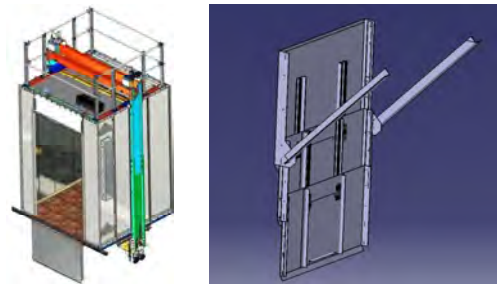


Fig. 1 Schematic of EOD system using Arduino

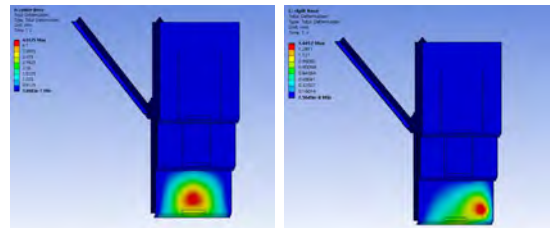


Fig. 2 Picture of EOD system using Arduino

후기

본 연구는 중소기업부 계약학과 지원에 의하여 수행되었음

참고문헌

1. Lee, W. S., Lee, J. C., Yang, D. H., Cha, S. H., Yoo, J. G., "A Study on the Structural Characteristics of Integral Type Auto Packaging M/C Main Frame", Proceeding of the KSMPE autumn Conference, pp. 156-156, 2018.

A Robust Framework Towards Anomaly Detection for SCIM Rotor-Bar Using AE-LSTM

*Chibuzo Nwabufo Okwuosa¹, 김동윤¹, #허장욱(hhjw88@kumoh.ac.kr)¹

¹금오공과대학교

Key words : Squirrel cage induction motor, FastICA, signal processing, auto-encoder, LSTM

1. Introduction

Induction motors are mechanical systems that play a major role in manufacturing industries. Over the decade, the reliability of this system's component is paramount as a failure of any component would lead to production downtime and revenue loss; hence, its efficiency is crucial. This research employed a multi-sensor approach – a combination of vibration and thermal sensors for fault diagnosis within the rotor-bar of a squirrel cage induction motor at low load using FastICA as the fusion technique and an Auto-encoder LSTM as the outlier detection algorithm. Our approach leverages on employing a Discrete wavelet transform signal processing tool for vibration signal denoising combined with a statistical feature extraction technique to achieve a robust outlier detection model. By harnessing the power of advanced diagnostics model, this framework promises to extend the lifespan and reliability of squirrel cage induction motor, reducing downtime and minimizing costly replacements within the rotor-bar of the system.

2. Experimental Test Bench

Our experimental setup comprises squirrel cage induction motors representing the healthy system, a manually induced fault system, and a driven motor used to simulate a low load resistance effect through the supply of DC volts to the driven stator windings, resulting in a braking effect on the rotor bars. Figure 1 illustrates our experimental test bed, depicting the locations of the vibration and thermal sensors utilized in our research. Data is gathered through a Data Acquisition (DAQ) system and subsequently visualized using the LabVIEW interface.

3. Statistical Signal Processing

We use a statistical signal processing approach to handle the continuous wavelet transform signal and the raw thermal signals originating from both healthy and faulty motors. This methodology relies on the statistical filter-based Pearson correlation method to extract and identify significant features. To effectively combine these features from various sensor sources while retaining their valuable components, a FastICA algorithm was introduced.

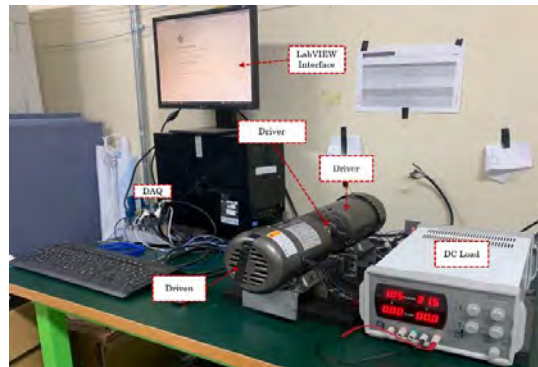


Fig. 1 Rotor-bar data acquisition test bed

4. Conclusion

In summary, this paper offers a comprehensive diagnostic framework for identifying broken rotor-bar faults in squirrel cage induction motors, utilizing an LSTM-autoencoder outlier detection approach. The methodology we introduce provides a structure for fault isolation within the rotor bar, even in cases where just one bar is broken under minor load conditions. Enabling early fault detection and assessment is a significant contributor to improving the reliability and lifespan of induction motors.

Acknowledgment

This research was supported by the MSIT (Ministry of Science and ICT), Korea, under the Grand Information Technology Research Center support program (IITP-2023-2020-0-01612), supervised by the IITP (Institute for Information and communications Technology Planning and Evaluation).

References

1. U. E. Akpudo and H. Jang-Wook, "An Automated Sensor Fusion Approach for the RUL Prediction of Electromagnetic Pumps," in *IEEE Access*, Vol. 9, pp. 38920-38933, 2021.
doi: 10.1109/ACCESS.2021.3063676.

포스터발표

금형/절삭가공/연삭가공, 시뮬레이션/최적화

좌장 : 곽재섭(부경대학교)
곽은지(한국기계연구원)
이봉기(전남대학교)
임종경(가천대학교)
전용호(아주대학교)
손정우(금오공과대학교)
이하범(부산대학교)
오용석(창원대학교)

PPA-01	PPA-02	PPA-03	PPA-04	PPA-05
PPA-06	PPA-07	PPA-08	PPA-09	PPA-10
PPA-11	PPA-12	PPA-13	PPA-14	PPA-15
PPA-16	PPA-17	PPA-18	PPA-19	PPA-20
PPA-21	PPA-22	PPA-23	PPA-24	PPA-25
PPA-26	PPA-27	PPA-28	PPA-29	PPA-30
PPA-31	PPA-32	PPA-33	PPA-34	PPA-35
PPA-36	PPA-37	PPA-38	PPA-39	PPA-40
PPA-41	PPA-42	PPA-43	PPA-44	PPA-45
PPA-46	PPA-47	PPA-48	PPA-49	PPA-50
PPA-51	PPA-52	PPA-53	PPA-54	PPA-55
PPA-56	PPA-57	PPA-58	PPA-59	PPA-60
PPA-61	PPA-62	PPA-63	PPA-64	PPA-65
PPA-66	PPA-67	PPA-68	PPA-69	PPA-70
PPA-71	PPA-72	PPA-73	PPA-74	PPA-75
PPA-76				

GeSbSe 칼코겐 유리를 사용한 하이브리드형 적외선렌즈 압축성형 및 평가 Compression Molding and Evaluation of Hybrid Infrared Lenses Using GeSbSe Chalcogenide-glass

*차두환¹, 김대산², 이예찬², #김지관²

*D. H. Cha¹, D. S. Kim², Y. C. Lee², #J. K. Kim(jkkim79@gwangju.ac.kr)²

¹트루옵틱스, ²광주대학교 융합기계공학과

Key words : Infrared optics, Chalcogenide-glass lens, Compression molding, Hybrid lens

1. 서론

본 연구에서는 압축성형 공정을 이용하여 고정밀도의 칼코겐유리 렌즈를 제작하였다. 성형된 렌즈의 해상도(MTF)를 평가하여 렌즈 설계치와 비교함으로써 렌즈 제작과정의 유효성을 확인하였다.

2. 광학설계

206×156 배열, 픽셀크기 12 μ m의 비냉각 검출기를 기준으로, Ge₂₈Sb₁₂Se₆₀ 칼코겐유리를 사용하여 직경 10mm 하이브리드형 적외선렌즈를 설계하였다. 렌즈 볼록면 비구면에 키노폼 형태의 회절면(깊이 6.406 μ m, 링갯수 2)을 적용하여 색수차를 최소화하였다.

3. 칼코겐유리렌즈 압축성형

Table 1의 성형조건을 이용하여, 렌즈 변형량을 코어 형상에 반복적으로 보정해 주는 방법을 적용하여 렌즈를 제작하였다. 비구면과 회절비구면에 대해 측정된 형상오차(PV)는 각각 0.40 μ m과 0.65 μ m를 나타냈다.

Table 1 Molding condition used in this study

		Heating		Pressing	Gradual cooling
		1st	2nd		
Temp. (°C)	Top plate	-	-	320	150
	Bottom plate	250	320	335	150
Pressing force (N)		-	-	500	200
Unit-process time (s)				200	

4. 칼코겐유리렌즈 성능평가

압축성형으로 제작된 칼코겐유리 렌즈 양면에 무반사코팅을 적용하여 해상도(MTF)를 평가하였다. 성형 렌즈 샘플 #1과 #2은 중심부를 기준으로 Nyquist 주파수인 42lp/mm까지 0.3 이상임을 알 수 있었다.

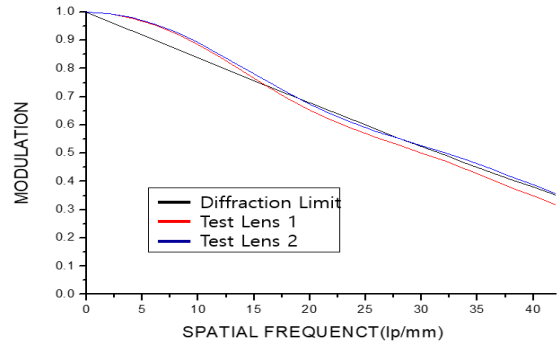


Fig. 1 MTF performance of the molded lenses

5. 결론

1. 칼코겐유리소재 회절비구면 렌즈를 성형하기 위해 기존 연구결과를 바탕으로 가열 및 가압단계 온도를 설정한 결과 렌즈 내·외부에 결함이 없는 렌즈를 성형할 수 있었다.

2. 무반사코팅된 성형렌즈의 해상도 평가를 위해 성형렌즈 2매의 MTF를 측정하여 렌즈설계치와 비교하였다. 성형렌즈는 설계치 대비 10%이내의 편차를 보여 렌즈 제작과정이 유효한 것으로 판단하였다.

후기

This results was supported by "Regional Innovation Strategy(RIS)" through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(MOE). (재단 과제관리번호: 광주전남플랫폼2021RIS-002)

참고문헌

1. A. Y. Yi and A. Jain, "Compression molding of aspherical glass lenses-A combined experimental and numerical analysis," J. Am. Ceram. Soc., Vol. 88, No. 3, pp. 579-586, 2005.

특허 빅데이터 분석을 활용한 기계분야 기술 동향 분석: 스마트제조 기술을 중심으로 Mechanical Field using Patent Big Data Analysis Technology Trend Analysis : Focusing on Smart Manufacturing Technology

*송윤제¹, #권혁홍²

*Y. J. Song¹, #H. H. Kwon(hhkwon@daejin.ac.kr)²

*대전대학교 대학원 기계산업공학과, #대전대학교 기계공학과 교수

Key words : Analyzing Patent Big Data(특허 빅데이터 분석), Smart Manufacturing(스마트제조), Trend(동향)

1. 서론

기존 오프라인 소비가 중심이던 시절에는 공장 시스템이 대량 생산이 주를 이뤘다. 코로나19 팬데믹 등으로 인해 온라인 이커머스가 활성화되며, 다품종 소량생산으로 제조 패러다임이 변화하고 있다. 소비자들은 일괄된 제품이 아닌 맞춤형 제품을 원하고 있으며, 생산 시스템은 이런 시장의 소비 패턴을 따라가기 위해서 변화된 ‘제조 패러다임’이 필요한 시점이다.

본 논문은 특허 빅데이터 분석을 이용하여 기계분야 스마트제조 기술 동향을 데이터 관점에서 분석하고자 한다. 최근 빅데이터 분석 기법은 다양한 분야에 걸쳐 광범위하게 적용되고 있다. 특허 빅데이터 분석은 산업 분석 및 미래 유망기술을 예측하고, 산업발전에 유의미한 인사이트를 제공하기 위하여 지속적으로 발전하고 있다.

2. 특허 정량분석 및 빅데이터 분석

분석 대상 및 분석 범위는 2001년 1월부터 2022년 6월까지 IP5(한국, 미국, 일본, 유럽, 중국) 특허청에 출원·공개된 특허 데이터를 활용하였다.

본 논문의 특허기술 Landscape는 연도별 내외국인 출원 동향(막대형), 국적별 내외국인(원형&막대형), 주요 출원인 특허 동향(막대형&표), 국적별 시장 점유율 분석(버블형), 국적별 특허기술 성장단계(버블형), 워드 클라우드, 연관규칙마이닝을 통해 정량분석 및 빅데이터 분석을 시각화하고 고찰하였다.

3. 스마트제조 기술 동향 분석 시각화

특허 정보는 표준화된 형식을 따르기 때문에 정형 데이터와 비정형 데이터를 활용하여 국가별 기술 동향과 기술 경쟁력을 파악하는 중요한 지표로 활용되고 있다. 이를 기반으로 향후 기술개발 전략수립에 이용할 수 있는 유의미한 자료로 활용될 수 있다.



Fig. 1 Visualization of Smart Manufacturing Technology Trend Analysis

4. 결론

기술분류별 유효 특허를 대상으로 SMART5 분석 지표를 활용하여, 해당 특허들 중 권리성, 기술성, 활용성 측면에서 우수한 특허를 미래 유망기술로 도출하였다.

향후 스마트제조 기술 동향 분석과 기술개발 전략 수립 시 분석구간을 보다 더 세분화하여 시계열적으로 반영한 연관맵 구축 연구를 계속 진행할 계획이다.

참고문헌

1. Wonho Song, Junseok Lee, and Sangsung Park, "A R&D strategies for development using structured association map" Journal of Korean Institute of Intelligent Systems Vol. 26, No. 3, June 2016, pp. 190-195.

웨이퍼 흡착용 SiC 2종의 연삭 가공성 평가에 관한 연구

A Study on the Evaluation of Grinding Machinability of Two Types of SiC for Wafer Suction

*#이승용¹, 이성희¹, 박세진²

*#S. Y. Lee (kotend@kopo.ac.kr)¹, S. H. Lee¹, S. J. Park²

¹한국폴리텍VI대학 구미캠퍼스, ²모던세라믹스(주)

Key words : Sintered-SiC, RB-SiC, Wafer, Tool Dynamometer, Up/Down Grinding

1. 서론

본 연구에서는 웨이퍼(Wafer) 흡착용 플레이트로 사용할 2종의 탄화규소(SiC) 소재를 연삭 가공하고, 공구 동력계(Tool Dynamometer)를 사용하여 연삭 저항력 측정을 통한 가공성 경향을 분석하는데 그 목적이 있다.

2. 시험방법 및 결과

본 실험에 활용한 연삭기는 유일사의 평면 연삭기로 Fig. 1(a)에 나타내었고, (b)는 연삭 저항력 측정을 위한 Kistler사의 공구 동력계를 나타낸다. 실험에 사용된 연삭 휠은 다이아몬드 메탈 본드계이며, 연마재 종류는 합성 다이아몬드, 입도 #140, #230, 결합도 L, 집중도 100, 본드는 레진, 외경 350mm, 내경 127mm, 폭 20mm 연삭 휠을 사용하여 실험을 진행하였다. 실험에 사용한 소재는 RB-SiC 및 Sintered SiC 2종을 제공 받아 실험을 진행하였다. 또한 휠의 속도는 1,700rpm, 테이블 이송 속도는 3, 6, 9, 12, 15m/min에서 절입깊이 2, 4, 6, 8, 10 μ m을 적용하여 실험을 수행하였다.



Fig. 1 Experiment Setting for Grinding

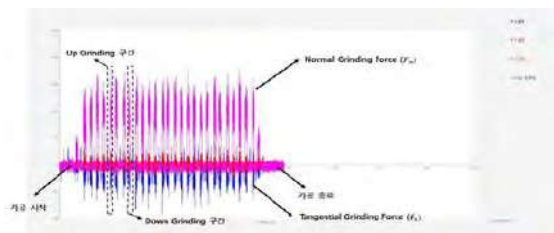


Fig. 2 Results of Grinding force Measurement

Fig. 2와 같이 SiC 소재 Plunge 연삭 가공에 일정한 휠 속도에 따른 절입 깊이의 변화와 테이블 이송 속도의 변화에 대한 상향 연삭(Up Grinding)과 하향 연삭(Down Grinding)의 변화를 측정된 결과, RB-SiC 소재의 연삭 저항력 측정 시 가장 낮은 저항력을 보인 조건은 이송 속도 3m/min, 절입 깊이 2 μ m이며 재료 제거율을 검토하였을 때 120mm³/min 수준으로 가공량이 극미하였다. 단위 시간당 최대 가공량은 분당 3,000mm³으로 이송 속도 15m/min, 절입 깊이 10 μ m 조건이었으며, 이때 연삭 저항력은 Up Grinding 법선 연삭 저항에서 209.1N으로 최대 값을 확인할 수 있었다. Sintered-SiC 소재의 연삭 저항력 측정 결과 조건별로 저항력을 비교하였을 최소 저항력을 갖는 조건은 이송 속도 3mm/min, 절입 깊이 2 μ m 조건에서 Down Grinding의 접선 연삭 저항력이 22.67N으로 나타났으며, 가장 큰 저항력을 갖는 조건은 이송 속도 15mm/min, 절입 깊이 10 μ m의 Up Grinding에서 법선 연삭 저항이 247.9N으로 나타났다.

3. 결론

동일 제조 방법을 갖는 SiC 2종의 소재를 비교하였을 때, 유사한 연삭 저항력 경향과 수치 범위로 보아 SiC 소재 제조 방식에 따라 소재별로 일정 범위 내의 가공 특성을 갖는 것으로 판단되며 최적 가공 조건을 확보하거나 가공 안정성을 요구할 때, 절입 깊이의 변화 보다는 이송 속도 조건을 우선하여 안정화하는 것이 SiC 가공 품질 확보에 유리할 것으로 판단된다. 연삭 저항력만을 두고 적합한 가공 조건을 검토 시, 2가지 소재 모두 이송 속도 3m/min, 절입 깊이 2 μ m가 안정적인 것으로 판단된다.

후기

2022년 한국산업단지공단 “산업집적지 경쟁력강화사업 (다년도 중형 R&BD)”으로 수행된 연구 결과입니다. (과제 번호 : PKB22009, 과제명 : 반도체 웨이퍼 두께 균일도 검사용 평탄도 4 μ m 이하급 대구경 흡착 플레이트 제조 기술 개발 / 2차년도)

절삭력 기반 다이캐스팅 제품 멀티홀 가공용 드릴 가공성 평가에 관한 연구

A Research on the Evaluation of Drill Machinability for Multi-Hole Machining of Cutting Force-based Die Casting Products

*,#이승용¹, 정영해²

*,#S. Y. Lee(kotend@kopo.ac.kr)¹, Y. H. Jeong²

¹한국폴리텍VI대학 구미캠퍼스, ²(주)니즈픽스

Key words : Point angle, Multi point angle, Thrust Force, Die Casting, Multi Hole

1. 서론

드릴 가공에 있어서 선단각(Point angle)은 공작물과 접촉되는 면적과 직접적으로 연관되며 이는 절삭 부하 및 공구 마멸과도 연관성이 있다.

본 연구에서는 다이캐스팅 완료된 제품의 멀티홀 가공을 위한 전용 드릴 선정에 있어 선단각 90° 및 Multi point angle(120+90°) 드릴을 사용하여 절삭력(추력, Thrust Force)을 비교하고, 추후 적합 공구 선정 자료로 활용하고자 한다.

2. 실험방법 및 결과

실험에 사용한 공작기계는 Doosan VX500이고 절삭력 측정을 위해 공구동력계(Kistler 9275B)를 테이블 위에 설치하고, 공작물을 고정된 후 Fig. 1과 같이 샘플링 주파수 10kHz로 절삭력을 획득하였다. 실험에 사용된 공구와 가공 조건은 Table 1에 나타내었다.

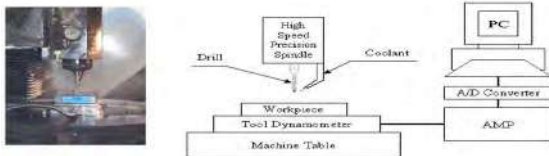


Fig. 1 Experiment Set-up

Table 1. Thrust Force Experimental Conditions

Contents	Conditions
Workpiece	ALDC 3
Drill Diameter[Ø]	4.5
Twist Angle[°]	20, 25
Point Angle[°]	90, Multi point Angle(120+90)
Spindle Speed[rpm]	1,800 ~ 2,400
Feed Rate[mm/min]	16, 18, 20, 22, 24

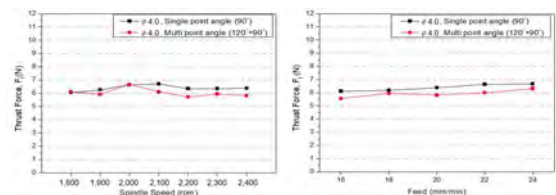
드릴 가공에 있어서 Point-angle에 따른 가공 특성을 확인하기 위하여 90°와 Multi Point-angle를 Fig. 2와 같이 제작하여 실험을 수행하였다.



Fig. 2 The shape of Multi point Angle (90° & 120°+90°)

가공 조건 변수에 따른 특성을 면밀히 검토하기 위하여 주축 회전수 1800, 2000, 2200, 2400rpm, Feed 16, 20, 24mm/min의 조건으로 추력을 측정하였다.

스핀들 회전수에 따른 결과는 두 공구 모두 스핀들 회전수에 큰 영향 없이 거의 유사한 추력으로 나타났으나 Multi point angle이 보다 낮게 나타났다. 이송 속도에 따른 추력은 Fig 3과 같이, 이송 속도가 증가함에 따라 전체적으로 증가하는 경향을 보였으며 이 또한 Multi point angle가 상대적으로 낮게 나타났다.



(a) Spindle Speed (b) Feed Rate
Fig. 3 The Thrust Force versus Spindle Speed & Feed

3. 결론

본 연구에서는 스핀들 회전수 및 이송 속도에 따라 각기 다른 Point Angle 드릴의 추력을 비교하였고, Multi point angle의 가공 성능이 조금 더 안정적임을 확인하였다. 향후 가공 횟수에 따른 공구 마멸 및 표면 조도 관찰을 통하여 다이캐스팅 제품 멀티홀 가공에 적합한 공구 선정 Data를 추가로 확보할 필요가 있다.

후기

본 연구는 구미시와 구미전자정보기술원의 “구미시 핵심부품소재기술개발사업(R&D, 2023-다-01)” 사업의 지원을 받아 수행된 연구 결과임.

압공 성형용 금형강(SKD-11) 연삭 최적화를 위한 실험적 연구

A Experimental Research for the Optimization of Grinding of Mold steel for Vacuum Molding

*,#이승용¹, 이현직²

*#S. Y. Lee(kotend@kopo.ac.kr)¹, H. J. Lee²
¹한국폴리텍VI대학 구미캠퍼스, ²(주)보백씨엔에스

Key words : PHEV(Plug-in Hybrid Electric Vehicle), EV(Electric Vehicle), Grinding Force, Up/Down Grinding

1. 서론

PHEV(Plug-in Hybrid Electric Vehicle), EV(Electric Vehicle)시장의 급격한 성장과 함께 배터리 셀 사이의 절연재로 사용되는 PC(Poly-Carbonate) 시트의 수요가 급격히 증가하고 있다. 또한 전기차 화재 등의 이슈 이후 높은 수준의 전기 절연, 내열 기능 및 박막 제품의 요구가 증대되고 있다.

따라서 본 연구에서는 PC 압공 성형용 금형 가공 최적 조건을 도출하여 성형 시 발생하는 불량 요인을 감소하여 보다 수준 높은 시트 생산에 기여하고자 하는데 그 목적이 있다.

2. 실험방법 및 결과



Fig. 1 Experiment set-up

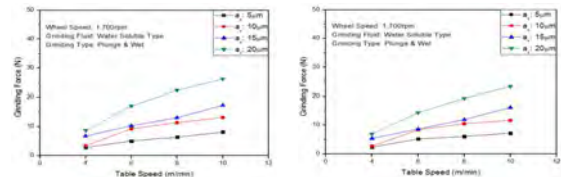
금형강 연삭을 위한 장비는 Fig 1과 같이 YGS-63을 사용하였고 연삭 저항력(Grinding Force) 측정을 위하여 마그네틱 척에 공구동력계(Kistler 9275B)를 고정한 후 시료를 부착하여 샘플링 주파수 10kHz로 절삭력을 획득하였다.

Table 1. Grinding force experimental conditions

Contents	Conditions
Workpiece	SKD-11
Wheel	Synthetic Diamond Resin Wheel Mesh : #230
Wheel Speed [rpm]	1,700
Table Speed [m/min]	4, 6, 8, 10
Depth of Cut [μ m]	5, 10, 15, 20

실험에 사용한 소재는 SKD-11이고 가로(L), 세로(W), 높이(H) 50×90×20mm, 휠은 레진(Resin) 본드계 연삭 휠로 연마 입자의 종류는 다이아몬드, 입도는 #230, 결합도 L, 집중도는 100이다. 휠의 사양과 가공 조건은 상기 Table 1에 나타내었다.

본 실험에서는 일정 주속도, 절입 깊이(a_s)와 테이블 이송속도(V_f)의 변화에 따른 연삭 저항력 크기를 측정하였다. Fig 2의 결과와 같이 동일한 테이블 이송 속도에서 슷들의 절입 깊이가 증가함에 따라 연삭 저항이 점차적으로 증가하고 동일한 절입 깊이에서 공작물의 이송속도가 높아질수록 연삭 저항이 증가함을 확인하였다. 또한 상향 연삭(Up Grinding)저항력이 하향 연삭(Down Grinding)저항력에 비해 높게 나타났다.



(a)Up grinding force (b)Down grinding force

Fig. 2 Normal grinding force versus feed & depth of cut

3. 결론

본 연구를 통하여 연삭 저항은, 테이블 이송 속도보다 절입 깊이의 영향이 더 큰 것으로 확인하였고 이에 SKD-11 소재 연삭 가공 시 절입 깊이는 작게 유지하고 테이블의 이송 속도를 빠르게 선정하는 것이 품위 확보에 유리할 것으로 판단된다.

후기

2023년 중소벤처기업부 “중소기업기술혁신개발사업(시장확대형)”으로 수행된 연구 결과입니다. (과제번호 : RS-2023-00258365, 과제명 : 전기차 배터리용 PC Sheet 소재 국산화 및 미주 수출용 PC Insulation Sheet 개발)

Contact Pin 드로잉 용 초경 펀치 연삭 조건에 따른 최적 표면거칠기 도출에 관한 연구

Contact Pin Research on Deriving Optimal Surface Roughness According to WC Punch Grinding Conditions for Drawing

*이성희¹, 최영주², 이상근², #이승용¹

*S. H. Lee¹, Y. J. Choi², S. G. Lee², #S. Y. Lee(kotend@kopo.ac.kr)¹

¹한국폴리텍VI대학 구미캠퍼스, ²(주)세현정밀

Key words : Contact Pin, Tungsten Carbide(WC), Vitrified Bond Wheel, Surface Roughness

1. 서론

테슬라 등 전기차에 적용되는 4680 배터리 제조 공정 중, 충전과 방전을 통하여 배터리 활성화 및 안전성 검사에 활용되는 핵심 부품 중 하나가 Contact Pin이다. 현재까지는 절삭 공정과 스웨이징(Swaging) 공정을 통하여 생산되고 있지만, 생산성이 나쁘고 공정상의 Particle 등에 따른 불량률이 다소 발생 하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 상기 공정을 드로잉(Drawing)공법으로 대체하여 공정상 Particle을 최소화하고, 전기저항을 최소화할 수 있는 박형(0.125mm) Contact Pin을 개발코자한다. 이에 펀치로 사용되는 초경(WC) 소재의 가공정밀도 확보를 위한 데이터 베이스 구축을 위하여 연삭 조건에 따른 최적 표면 거칠기 도출을 하고자 한다.

0.731 μ m 내에 측정되었다. 본 결과로 판단 하였을때, 초경 소재의 연삭에 있어 표면 거칠기에 영향을 주는 요인은 휠의 입도에 판단되며, 이송 속도 및 절입 깊이가 주는 요인은 미미한 것으로 판단된다.

Table 1. Grinding condition of WC

Contents	Conditions
Workpiece	WC
Wheel bond	Vitrified
Wheel grain size [#]	#170, #230
Wheel diameter [mm]	120
Work spindle speed [m/min]	1,870
Feed rate [m/min]	4, 8, 12, 16
Depth of cut [μ m]	5, 10, 15, 20
Grinding type	Plunge & Wet

2. 시험방법 및 결과



(a)Grinding machine (b)Surface roughness Tester

Fig. 1 Experiment Set-up for Machinability Evaluation

본 실험에 사용한 평면 연삭기는 Fig. 1(a)와 같이 YGS-63이고, 비트리파이드 본드(Vitrified Bond) 휠을 활용하여 실험을 진행하였다. 사용 휠의 입도는 #170, #230이고 Wheel Speed는 1,870m/min, 테이블 이송 속도는 4, 8, 12, 16m/min에서 절입 깊이가 5, 10, 15, 20 μ m로 Table 1에 그 조건을 나타내었다. Fig. 1(b)와 같이 표면 거칠기 측정을 위한 측정기 SJ-210를 활용하여, 3회 반복 측정 후 평균값을 활용하였다.

Fig. 2의 실험 결과와 같이 사용한 휠의 입도 #170일 때, 평균 표면 거칠기(R_a)값이 최소 0.714 μ m~최대 0.757 μ m로 측정되었으며, #230일 때 최소 0.611 μ m~최대

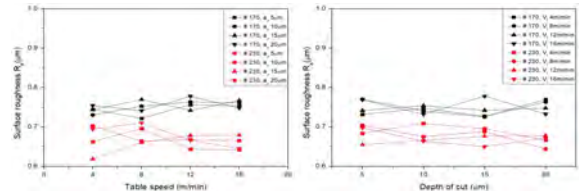


Fig. 2 Surface Roughness versus (Table speed & Depth of cut)

3. 결론

2종의 휠로 표면 거칠기를 측정된 결과, 2종 모두 평균 표면 거칠기(R_a)의 값이 0.8 μ m 이하로 나타났으며, 이송 속도 및 절입 깊이 등의 가공 조건에 따른 표면거칠기의 영향은 미미한 것으로 판단된다. 추후 트루잉과 드레싱 조건을 바탕으로 저항력 실험을 실시하고 최적 연삭 조건의 추가 확보가 필요하다.

후기

23년 중기부 “구매조건부신제품개발사업”으로 수행된 연구 결과임. (과제번호: S3347789, 과제명: 테슬라 4680 원통형 배터리 활성화와 공정용 고정밀 Contact Pin 하이테크 성형기술 개발)

SUS329J1 소재의 초정밀 절삭 가공 조건 최적화

Optimization of ultra-precision cutting processing conditions for SUS329J1 material

*고명진¹, #박순섭¹

*M. J. Ko¹, #S. S. Park¹(pss4633@kitech.re.kr)

¹한국생산기술연구원

Key words : SUS329J1, Ultra-precision Machining, Carbide tool, Diamond bite, Roughness

1. 서론

SUS는 합유물의 양과 열처리에 의한 온도에 따라 결정 구조가 변화한다. 그 중에서도 가공경화를 일으키는 종류와 그렇지 않은 종류로 나뉘는데 가공경화를 일으키는 것은 오스테나이트계의 SUS이다. 금속의 가공경화 중에서도 오스테나이트계 SUS의 가공경화는 매우 단단하므로 난삭재로 분류된다. SUS는 열전도율이 낮기 때문에 가공시 발생하는 열이 분산되기 어렵고 절삭시 공구의 마모가 심하다. 본 논문에서는 강도가 강하고 내식성이 뛰어나 해수용 응축기, 열교환기 및 배기연소 탈황 장치 등 공해 방지 기기나 각종 화학 플랜트용 장치에 주로 사용되는 크롬 25%, 니켈 4.5%, 몰리브덴 2%를 포함한 오스테나이트 페라이드계 SUS329J1 소재의 공구별 초정밀 절삭 가공조건 최적화를 통해 표면거칠기(Ra)를 개선하고자 한다.

2. SUS329J1소재 절삭조건 최적화

난삭 소재 SUS329J1의 표면거칠기(Ra) 향상을 위해 서 Fig. 1과 같이 Precitech사의 Ultra 250 초정밀 가공기에 소재를 장착하고 공구별 절삭조건 최적화를 통해 초경공구와 다이아몬드 공구별로 절삭 조건에 변화를 주었다. 표면거칠기(Ra) 향상을 위한 공구별 절삭 최적 가공조건을 Table1과 같이 도출하였다. Fig. 2는 공구별 절삭 가공 후 소재의 표면형상을 공구현미경으로 측정 한 결과를 나타내었다.



Fig. 1 Ultra precision machining of SUS329J1

Table 1 Optimal processing conditions for SUS329J1

Division	Tool	Work spindle speed (rpm)	Feed rate (mm/min)	Depth of cut (μm)
Carbide tool	CCMT09T304 HQ PV7020	2,000	2	2
Diamond bite	CHAMP 210410, R0.1919, +6°	3,000	5	4

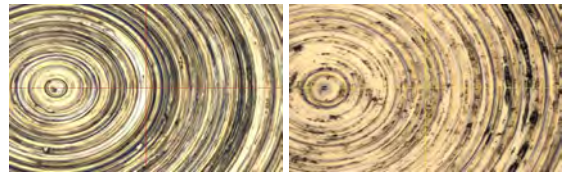


Fig. 2 Surface shape of the material after cutting by tool

3. SUS329J1소재 표면거칠기(Ra) 측정

접촉식 형상 측정기 FTS를 이용하여 SUS329J1 소재의 표면거칠기를 측정한 결과 초경공구로는 0.3235μm를 다이아몬드 공구로는 0.1439μm의 결과 값을 보였다.

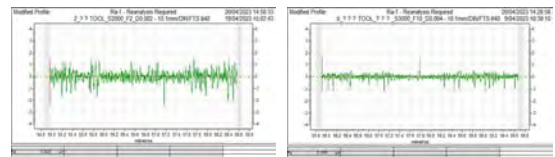


Fig. 3 Measurement results of SUS329J1

4. 결론

최적 절삭가공 조건을 적용하여 오스테나이트 페라이드계 SUS329J1 난삭 소재에 대한 표면거칠기를 Ra 기준 0.1439μm까지 개선하였다.

후기

이 논문은 2023년도 한국생산기술연구원 기본사업 “공동 장비활용 단기에로기술지원사업(KITECH JC-23-0010)”의 지원으로 수행한 연구입니다.

AR 디바이스용 광학렌즈 비회전대칭면 초정밀 선삭 가공 기술 개발에 관한 연구

Non-rotationally Symmetric Surface Ultra-precision Turning Processing Technology for Optical Lenses for AR Devices Research on Development

*고명진¹, #박순섭¹

*M. J. Ko¹, #S. S. Park¹(pss4633@kitech.re.kr)

¹한국생산기술연구원

Key words : Augmented Reality, Non-rotationally symmetric surfaces, Ultra-Precision machining, Diamond bite, Compensation processing

1. 서론

증강현실 및 가상현실(AR·VR) 기술은 차세대 디지털 비즈니스 생태계 구축을 위한 핵심 미래 기술로 선정되었으며, VR 기술은 초기 성숙기, AR 기술은 성장기 단계로 성장·진화하고 있으며, 현재 2~3세대 제품을 기반으로 수익모델 창출을 위한 노력이 계속되고 있는 실정이다. AR 디바이스용 광학렌즈 제작에 필요한 비회전대칭면의 경우 일반적으로 형상가공오차 3.0 μ m 이하, 표면거칠기 Ra 10nm 이하 수준의 가공 기술을 보유해야 하므로 본 논문에서는 가공오차 개선을 위한 정밀 지그, 공구선정, 가공 최적화, 2차 보정 기술을 적용하여 AR 디바이스용 광학렌즈 비회전대칭면 초정밀 선삭 가공 기술을 개발하였다.

2. PMMA 소재 절삭조건 최적화

AR 디바이스용 광학렌즈는 Top, Bottom면 2개로 구성되어 있으며 Fig. 1 (a)와 같이 설계하였다. Fig. 1 (b)와 같이 PMMA 소재 직접 가공을 위한 Diamond bite를 장착하고 형상정밀도 및 표면거칠기 향상을 위해 정밀 지그를 제작하여 장착하였다. Precitech사의 Ultra 250 초정밀 가공기를 이용하여 최적화 가공조건을 도출하여 AR 디바이스용 광학렌즈 직접가공에 적용하였다.

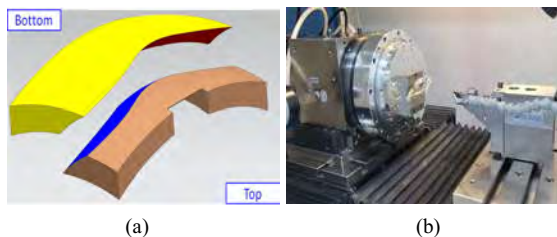


Fig. 1 Optical lens optical design for AR devices and experimental setup for ultra precision machining

3. AR 디바이스용 광학렌즈 제작/측정

Fig. 2와 같이 AR 디바이스용 광학렌즈를 제작하였고 접촉식 형상 측정기 FTS를 이용하여 자유곡면 부분의 형상정밀도 및 표면거칠기를 측정한 결과 P-V 2.0316 μ m, Ra 2.0nm의 결과값을 보였다.



Fig. 2 Optical lenses for AR devices made of PMMA

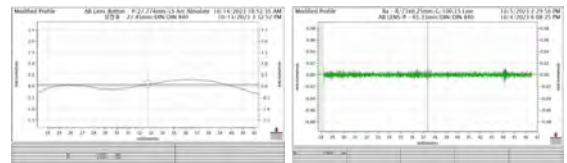


Fig. 3 Measurement results of AR devices

4. 결론

구면이나 회전대칭 비구면과 달리 단순한 수식으로 나타낼 수 없는 복잡한 비회전대칭인 곡면을 다이아몬드 바이트를 이용한 초정밀 최적 절삭 가공 기술을 적용하여 PMMA 소재 광학렌즈 직접 가공 기술을 개발하였다.

후기

이 논문은 2023년도 한국생산기술연구원 기본사업 “공동장비활용 단계로기술지원사업(KITECH JC-23-0010)”의 지원으로 수행한 연구입니다.

분리판 성형용 SKD-11 소재의 절삭 가공성 평가에 관한 연구

A Study on the Evaluation of Machinability of SKD-11 Material for Forming Bipolar Plates

*#이승용¹, 최영주², 이상근²

*#S. Y. Lee(kotend@kopo.ac.kr)¹, Y. J. Choi², S. G. Lee²

¹한국폴리텍VI대학 구미캠퍼스, ²(주)세현정밀

Key words : Bipolar Plates, flow-path pitch, SKD-11, Tool life, Cutting length

1. 서론

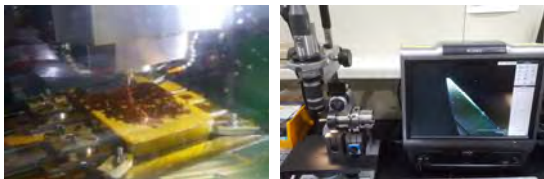
수소연료전지 분리판(Bipolar Plates) 성형을 위하여 사용되는 펀치(Punch)용 소재인 SKD-11을 초경 엔드밀을 활용하여 고속 가공하고, 회전수에 따른 공구수명 및 절삭 거리에 따른 공구 마모를 확인하여, Fig. 1과 같이 유로 피치(Pitch)가 조밀하게 가공되는 분리판 펀치의 절삭가공 Data로 활용하고자 한다.



Fig. 1 Bipolar plates flow-path pitch machining

2. 실험방법 및 결과

Fig. 2(a)와 같이 실험에 사용한 장비는 18,000rpm급 3축 머시닝센터(두산, VX500)를 사용하였고, 공구는 텅스텐 카바이드(WC)에 티타늄 코팅된 Ø6mm 엔드밀(OSG, 4날), 공작물은 SKD-11 중 별크를 사용하였다. 공구 마모 측정은 Fig. 2(b)와 같이 공구현미경(Keyence VHX-1000)을 이용하여 측정하였다.



(a)Machining (b)Tool wear measurement

Fig. 2 Experiment set-up

공구 마모 측정 시 발생 오차를 최소화하기 위하여 전용 지그를 사용하여 고정 후 측정하였다. 가공 조건은 주축 회전수 12,000~16,000rpm, 축 방향 절입 50μm,

날당 이송 0.1, 0.2mm로 설정하여 실험을 진행하였다.

실험 결과 10,000rpm이상에서 날당 이송을 0.1mm에서 0.2mm로 증가 시켰을때 공구 수명을 Fig. 3에 나타내었다. 스피indle 속도가 증가하여도 날당 이송이 0.1mm일 경우 양호한 결과를 나타낸다.

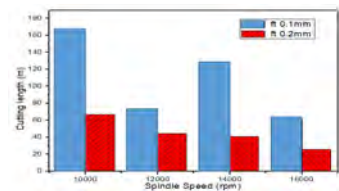


Fig. 3 Tool life according to spindle speed

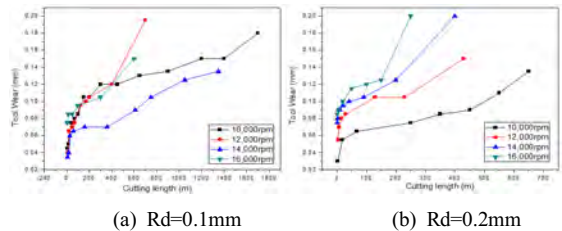


Fig. 4 Cutting length in different cutting condition

Fig. 4는 날당 이송의 변화에 따라 일정 구간 마모 후 급격히 마모가 발생하는 것을 나타내며, 주축 회전수가 10,000rpm일 때 가공 길이가 가장 양호한 것을 확인하였다. 하지만 날당 이송이 0.1mm에서 0.2mm로 증가함에 따라 가공 길이는 감소하였다.

3. 결론

본 연구에서는 동일한 반경 절입량에서 날당 이송량의 변화를 주었을 경우 날당 이송량이 느린 조건이 더 나은 공구 수명을 나타내었고, 주축 회전수 10,000rpm일 때 가공 길이가 가장 양호하였다. 향후 절삭유제 변경을 통한 표면거칠기 Data 확보 실험이 추가로 필요하다.

후기

2023년 중소벤처기업부 “중소기업기술혁신개발사업(소부장일반)”으로 수행된 연구 결과입니다. (과제번호: RS-2023-00269020, 과제명: Au코팅이 적용되지 않는 3세대 고효율 수소연료전지 분리판 포팅기술 개발)

전기차 배터리의 구조적 안정성 확보를 위한 칩 두께 분석 기반 DAC-Magic재 mold 가공 기술 최적화

Optimization of DAC-Magic Based Mold Technology by Chip Thickness Analysis for Structural Stability of Electric Vehicle Battery

*곽지현¹, 배원준¹, 이정희¹, 조효진², #곽재섭¹

*J. H. Kwak¹, W. J. Bae¹, J. H. Lee¹, H. J. Cho¹, #J. S. Kwak(jskwak5@pukyong.ac.kr)¹
¹부경대학교 기계공학과, ²(주)텍스

Key words : Chip Thickness, Vericut, Structural Stability, Electric Vehicle Battery

1. 서론

최근 마이크로 치수를 가진 소형 부품의 생산 수요가 증가하면서, 마이크로 밀링 기술이 발전하고 있다.⁽¹⁾ 일반적인 밀링 가공과 다르게 마이크로 밀링 가공에서의 칩 형성은 재료의 탈착뿐만 아니라 미세기공, 결정립계, 전위 상호작용 등의 요인에 의해 결정되어 측정하기에 어려움이 존재한다. 본 연구에서는 Vericut 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 마이크로 밀링 가공에서의 칩 두께의 측정과 분석을 통하여 가공 품질을 예측하고자 한다.

2. 가공 및 시뮬레이션 셋업

피삭재는 크기가 35×35×20mm인 DAC-Magic을 사용하였으며, 공구는 직경 300 μ m 2날 평 엔드밀 (4G Mills, YG)를 사용하였다. 마이크로 밀링 가공에서의 가공 조건에 따른 칩 두께를 측정하기 위해 스핀들 속도(A), 이송 속도(B), 절삭 깊이가(C)를 변수로 지정하고 Table 1과 같이 가공 조건을 설계하여 9번의 시뮬레이션을 진행하였다.

본 연구에서 사용된 Vericut은 마이크로 밀링 가공에서 칩 두께를 예측할 수 있는 프로그램이다. Fig. 1과 같이 크기가 450×350 μ m인 형상을 가공하기 위해 CATIA를 이용하여 NC 코드를 작성하고 Vericut의 내장 컨트롤러에 부여하였다..

3. 칩 두께 기반 가공 기술 최적화

마이크로 밀링 가공의 칩 두께가 작을수록 가공 품

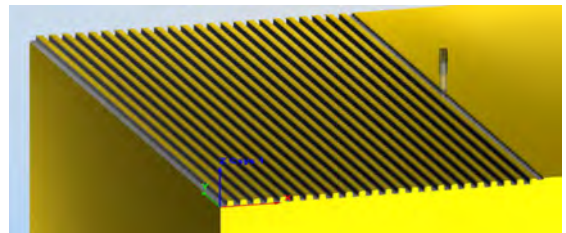


Fig. 1 simulation on the Vericut

질이 향상된다는 것이 이전의 연구들에 의해 입증되었다. 이에 근거하여, 망소특성으로 S/N ratio를 계산한 결과 A₃B₁C₂ 즉, 스핀들 속도가 17,500 rpm, 이송 속도가 10 mm/min, 절삭 깊이가 70 μ m일때 최적의 가공 품질을 가지는 것으로 나타났다. 더불어, 실험에 대한 검증을 위하여 각 인자에 대한 분산분석을 실행한 결과 이송 속도가 가공 품질 예측에 95%의 유의수준을 만족함을 알 수 있었다.

본 연구를 통해 난삭재인 DAC-Magic의 마이크로 밀링 가공 중 측정이 어려운 칩 두께를 Vericut 시뮬레이션 활용해 분석하고, 최적의 가공 품질을 가지는 가공 조건을 선정할 수 있음을 확인할 수 있었다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (No. 2021R1F1A106088611)

참고문헌

- Sahoo, P., Patra, K., Szalay, T., and Dyakonov, A. A., "Determination of minimum uncut chip thickness and size effects in micro-milling of P-20 die steel using surface quality and process signal parameters", Int. J. of Adv. Manuf. Technol., Vol. 106, pp. 4675-4691, 2020.

Table 1 Simulation condition

Spindle Speed (A) [rpm]	Feed Rate (B) [mm/min]	Depth of Cut (C) [μ m]
15,000/17,500/20,000	10/15/20	5/70/135

표면 분류 계수 기반 마이크로 포켓 가공 공정 최적화에 관한 연구

A Study on Process Optimization of Micro Pocket Machining Based on Surface Classification Coefficient

*배원준¹, 곽지현¹, 이정희¹, 이희철¹, 김정희², #곽재섭¹

*W. J. Bae¹, J. H. Lee¹, J. H. Kwak¹, H. C. Lee¹, J. H. Kim², #J. S. Kwak(jskwak5@pknu.ac.kr)¹

¹부경대학교 기계공학과, ²BT 몰드

Key words : Micro Pocket Machining, Convolution Neural Network, Surface Classification Coefficient

1. 서론

마이크로 밀링과 같은 미세 가공 공정에서는 공정변수와 절삭 매개변수가 공작물 표면뿐만 아니라 제품의 생산성과 정밀도에도 중요한 영향을 미친다⁽¹⁾. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 합성곱신경망(Convolution Neural Network, CNN)을 활용하여 마이크로 밀링 공정 시 공정변수에 따라 변화하는 SKD-11 표면 이미지 데이터를 분석하여 공작물 표면 형상을 예측하고 분류하는 알고리즘을 제시하고자 한다.

2. 실험조건 및 방법

CNN을 활용한 표면 분류 모델을 개발하기 위해 Table 1과 같이 공구의 이송 속도, 절삭 깊이, 회전속도를 변화시키며 SKD-11 표면의 이미지를 획득하는 실험을 진행하였다. 실험은 마이크로 밀링머신(Hyper-15, Hybrid Precision)을 사용하였으며, 표준 직교 배열표를 기반으로 9가지 조건에서 각각 3회 반복하여 진행되었다.

실험의 정확도를 향상시키기 위해 SEM을 사용하여 이미지를 획득하였다. 가장 우수한 이미지 데이터를 기준으로 각 이미지의 값을 빼 후, 가로 픽셀 수와 세로 픽셀 수를 곱한 값을 이용하여 이를 Fig 1과 같이 표면 분류 계수(Surface Classification Coefficient, SCC)로 정의하였다. 이 표면 분류 계수를 기반으로 CNN을 활용한 표면 분류 모델을 구축하였다.

$$SCC = \frac{Reference\ Image - Experiment\ Image}{Horizontal\ pixels \times Vertical\ pixels}$$

Table 1 Experimental factors and process conditions

Factors	Level		
	1	2	3
Feed rate (mm/min), A	10	15	20
Depth of cut (μm), B	1	2	5
Spindle speed (rpm), C	900	1,200	1,500

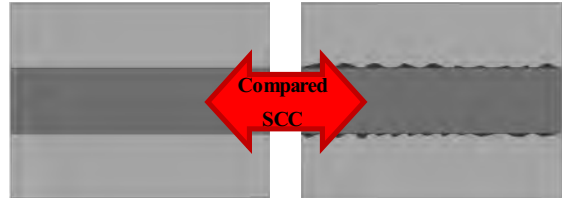


Fig. 1 Definition of Surface Classification Coefficient

총 27개의 이미지 데이터 중 21개는 훈련 데이터로, 나머지 6개는 테스트 데이터로 분류하여 모델의 신뢰성을 평가하였다.

3. 결론

본 연구에서는 이송 속도, 절삭 깊이 등과 같은 공정변수를 변화시키면서 마이크로 포켓 가공을 수행하였다. 이 결과를 기반으로 표면 분류 계수를 정의하고, 이를 CNN 모델에 활용했다. 이를 통해 제품 생산에서 공정을 최적화할 수 있을 것으로 기대된다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1F1A106088611).

참고문헌

1. Akkoyun, F., Ercetin, A., Aslantas, K., Pimenov, D. Y., Giasin, K., Lakshmikanthan, A., & Aamir, M., "Measurement of micro burr and slot widths through image processing: Comparison of manual and automated measurements in micro-milling", Sensors, Vol. 21, No. 13, pp. 4432, 2021.

ECMP 후 세정에서 공정 조건에 따른 세정액 유동에 관한 연구

A Study on the Flow of Cleaning Solution according to Process Conditions in Post-ECMP Cleaning

*[#]이현섭¹, 주애림¹, 구창현¹, 안형주¹, 이재욱¹

*[#]H. S. Lee(hyunseop@dau.ac.kr)¹, A. R. Ju¹, C. H. Koo¹, H. J. An¹, J. W. Lee¹

¹동아대학교 기계공학과

Key words : Chemical Mechanical Planarization, Post-CMP Cleaning, Flow Simulation, Cleaning Solution

1. 서론

화학기계적평탄화(Chemical mechanical planarization; CMP)은 반도체 제조에 있어 소자의 고집적화를 위해 필수적으로 적용되고 있는 공정이다. 그러나, CMP는 반도체에서 기피하고 있는 입자를 이용하기 때문에 공정 후 세정(Cleaning)이 필수적으로 요구된다. 또한 화학적으로 반응성이 강한 슬러리(Slurry)의 경우 공정 후 웨이퍼에 잔류하여 지속적인 화학적 반응을 유발하기 때문에 세정공정이 요구된다. 전기화학적 반응을 이용하는 전기화학기계적 평탄화(Electrochemical mechanical planarization; ECMP) 역시 공정 후 세정공정이 필요하다. CMP와 ECMP 후 세정 공정은 세정액을 공급하면서 PVA 브러시를 이용해 표면에 잔류하는 불순물을 기계적으로 제거하는 방식이 일반적이다. 따라서 공정조건에 따른 세정액의 유동현상에 대한 연구가 요구된다. 본 연구에서는 격자 기반 전산 유체 역학에서 ISPH(Incompressible Smoothed Particle Hydrodynamics)법¹을 이용해 세정 공정의 조건에 따른 세정액 유동 특성에 대해 연구하고자 한다.

2. 해석

연구에서는 상용 소프트웨어인 N-Flow(E8EIGHT)를 사용하였다. 해석에는 300mm 직경의 웨이퍼와 상용 브러시를 고려하였다. 웨이퍼와 브러시의 회전 속도는 각각 100~300rpm이었다. 세정액이 유량은 0.1, 0.2, 0.3m/s 조건에서 연구되었으며, 웨이퍼와 브러시 사이의 높이는 0~3mm 조건에서 연구하였다. 노즐은 브러쉬와 평행하게 10개를 배치하였으며 브러쉬 직경 크기의 너비를 가지는 직육면체 영역을 웨이퍼와 브러시의 계면에 두고 시간변화에 따라 세정액의 유속과 압력을 모니터링하였다.

3. 결과

브러쉬와 웨이퍼 사이 간격이 3mm로 떨어져 있는

경우, 전반적으로 계면에서의 유체 압력은 시간이 지남에 따라 증가한 후 일정하게 유지되는 특성을 가지고 속도의 경우 회전 초기에 증가하였다가 유체가 계면 사이 공간으로 충분히 유입되면 감소하여 일정 수준을 유지하는 현상을 보였다. 평균 유속의 경우는 브러쉬와 웨이퍼의 회전 속도 증가에 따라 증가하는 경향을 보이지만, 압력은 특정 브러쉬 회전 조건(본 연구에서는 200rpm)에서 가장 높은 값을 보였다. 세정액 분사 속도가 증가함에 따라 세정액은 회전하고 있는 브러쉬와 충돌 후 일부 비산되는 현상이 관찰되며 시간에 따라 압력이 증가하는 시간이 단축되는 것으로 보인다.

4. 결론

본 연구에서는 ISPH법을 이용해 CMP 및 ECMP 후 세정에서 공정조건에 따른 세정액의 유동에 대해 연구하였다. 향후 세정액의 유동현상이 실제 세정공정에서의 효율에 미치는 영향에 관한 연구가 추가적으로 필요해 보이며, 실제 공정시간 동안의 현상에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

후기

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(NRF-2021R1F1A1063060)이며, 소프트웨어를 무상 제공해 주신 E8EIGHT에 감사드립니다.

참고문헌

1. Chow, A. D., 2018, "Incompressible SPH(ISPH) with fast Poisson solver on a GPU", Computer Physics Communications, Vol. 226, pp.83-103.

공작기계 가공공정 모니터링 데이터 분석

Machine Tool Machining Process Monitoring Data Analysis

*#최영재¹, 김재혁¹, 홍윤혁¹

*#Y. J. Choi(youngjae@kitech.re.kr)¹, J. H. Kim¹, H. H. Hong¹

¹한국생산기술연구원 디지털전환연구부문

Key words : Machine tool, Monitoring, Process Monitoring, Monitoring Data

1. 서론

오랫동안 공작기계의 상태, 가공공정의 모니터링을 위해서 많은 연구자의 노력으로 가공공정의 메카니즘 및 절삭공정의 이해를 높여왔다. 다만, 연구의 관점이 아닌 실제 기업이 사용하는 가공공정 모니터링을 위해서는 모니터링 시스템뿐만 아니라 데이터를 바라보는 관점과 분석도 다른 방향으로 이루어져야 한다. 본 연구에서는 가공공정 모니터링 데이터를 분석하는 방법에 대한 사례를 제시하고자 하였다.

2. 가공공정 모니터링시스템

가공공정의 모니터링을 위해서는 공작기계에 필수적인 CNC 모니터링을 수행해야 한다. CNC에는 많은 정보를 가지고 있으며, 아래의 Fig 1과 같이 위치정보, Load, Tool Number 등 다양한 정보를 실시간에 가깝게 모니터링 할 수 있다. 또한 현장에서 사용하는 모니터링시스템은 다양한 센서에 기반하기 어려운 경우가 많아 본 연구에서는 가장 절삭 가공공정의 특징을 잘 보여주는 전류센서 하나를 사용하여 분석을 하였다.

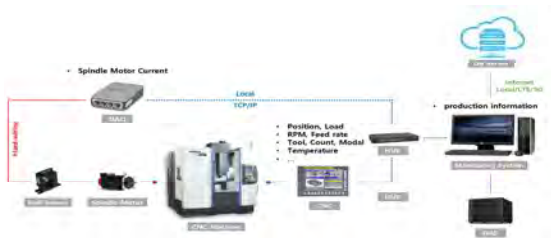


Fig. 1 Machine Tool Monitoring system

3. 현장데이터 분석 방법

CNC 신호와 센서 신호는 근본적으로 샘플링 주파수가 차이가 나며, 이는 동기화에 대한 어려움이 있을 수 있다. 본 연구에서는 100ms 단위로 데이터를 저장하여 분석하는데 사용하였으며 100ms 이내의 동기화만 고려하고자 하였다. 다양한 신호 중에서 Tool Number와 Cutting 공정을 구분하는 것이 중요하다.

ISO 14649에 의하면 가공공정의 최소단위를 Working Step으로 분류하며, 하나의 공구로 하나의 가공전략을 수행하는 단위로 정의하고 있다. 따라서 모니터링 신호를 분석할 경우에는 전체 가공공정을 Working Step으로 분류하는 것이 필요하다. 모니터링 시스템을 100ms 단위로 전체 데이터를 분류하고, 분류된 모니터링 데이터는 공구별로 공정이 운영되는 단위로 세분한다. 이를 바탕으로 각 공구별 공정에서의 전류의 평균과 분산값을 가공이 이루어지는 파트 단위로 분석을 하게 되면 아래의 Fig 2와 같이 공정의 수행 단위별로 분류가 되며, 가공 중 이상 상태를 평균과 분산 값을 추적하는 것만으로도 이상 상태를 확인할 수 있다.

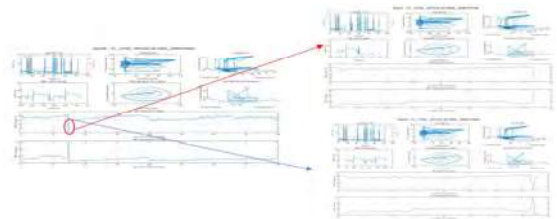


Fig. 2 Monitoring Data Analysis of Tool Number

4. 결론

본 연구에서는 기업현장에 사용하는 공작기계 가공공정 모니터링을 위한 공정분석 방법론에 대해서 제시하였다. 이를 바탕으로 이전공정과 비교, 가공이상상태 분석, 비정상가공 등을 구분할 수 있는 방법을 제시하였으며, 이는 가공 현장에서 실시간에 가깝게 공정 불량을 막을 수 있는 방법으로 판단된다. 향후 시뮬레이션, 인공지능을 활용 등 많은 요소가 결합이 되면 더 다양한 현장의 가공공정을 분석할 수 있을 것으로 사료 된다.

후기

이 연구는 “절삭가공 전주기 데이터 기반 공정 최적화 기술 개발”(No.20023466)과제의 후원으로 진행되었습니다. 이에 감사드립니다.

Multi Layer 다이아몬드 전착 Core Drill의 가공 특성에 관한 연구 A Study on the Processing Characteristics of Multi-Layer Diamond Electrodeposited Core Drill

*#차승환¹, 양동호¹, 박문석²

*#S. H. Cha(bomcor@naver.com)¹, D. H. Yang¹, M. S. Park²

¹금오공과대학교 기계공학과, ²주식회사 쓰리디테크

Key words : Multi Layer, Diamond Tool, Core Drill, Electrodeposition, Tool Life

1. 서론

반도체/디스플레이 제조 공정의 기술 고도화로 인해 우수한 제품을 제조하기 위한 개발이 지속적으로 진행되고 있으며, 이로 인해 반도체 제조 공정용 세라믹 부품의 고경도화 및 형상 복잡화 등의 기술개발이 진행되고 있다.

개발된 고경도 세라믹 소재는 우수한 기계적 특성으로 인해 가공이 어려운 난삭재로 분류되며, 이를 가공하기 위해서 산업에서는 다이아몬드 전착 Tool을 사용하고 있으나 공구의 수명이 짧아 Tool의 잦은 교체로 인해 우수한 생산성을 확보할 수 없어 공구의 개선이 요구되는 상황이다.

본 연구에서는 기존 Tool의 문제점을 개선하기 위해 Multi Layer 다이아몬드 전착 Core Drill을 개발하였으며, 개발된 공구의 가공 특성을 분석하기 위해 세라믹 소재의 Hole 가공을 진행한 후 Hole의 치수를 측정하여 공구의 수명 및 신뢰성을 분석하고자 하였다.

2. 실험 조건 및 방법

본 실험에서 사용된 소재는 알루미늄(AI2O3) 소재이며, 사용된 실험 장비는 DOOSAN Infarcore의 VM5400이다. 공구의 경우 개발된 Multi Layer 다이아몬드 전착 Core Drill을 사용하였다.

가공조건은 경우 산업에서 사용되는 가공조건을 고려하여 주축회전속도 4,000rpm 공구 이송속도 7mm/min, 절입깊이 2mm로 설정하였으며, 각 공구당 20개의 Hole 가공 5회 반복하여 실험하였다. 실험 조건 및 사진을 각각 Table 1과 Fig. 1에 나타내었다.

Table 1 Experimental conditions

Processing condition	Unit	Value
Workpiece	-	Al ₂ O ₃
Processing Amount	Hole	20
Spindle Speed	rpm	4,000
Feed Speed	mm/min	7
Depth of Cut	mm	2



Fig. 1 Tool life experimental setting



Fig. 2 Result of experiment

Table 2 Precision measurement results(μm)

No.	Reference	1 Hole	20 Hole	Amount of error
Test 1	8.540	8.550	8.569	29
Test 2	8.533	8.542	8.556	23
Test 3	8.551	8.558	8.567	16
Test 4	8.542	8.556	8.564	22
Test 5	8.542	8.559	8.567	25

3. 실험 결과 및 결론

가공 실험 전 공구의 직경을 측정하였으며, 가공 완료 후 첫 번째 가공된 홀과 마지막에 가공된 홀의 직경을 측정하여 비교하였다.

측정 결과를 분석하였을 때, 20번 홀의 가공 정밀도가 모두 ±30μm 이내에 위치한 것을 확인할 수 있었으며, 이를 통해 우수한 수명과 가공성을 바탕으로 고경밀 가공이 가능한 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부 구매조건부신제품개발사업의 지원으로 수행하였습니다.

결합제에 따른 기어 연삭용 휠의 가공 특성에 관한 연구

A Study on the Processing Characteristics of Gear Grinding Wheels by Coupling Materials

*[#]차승환¹, 양동호¹, 이상협¹, 이강수², 송영린²

*[#]S. H. Cha(bomcor@naver.com)¹, D. H. Yang¹, S.H. Lee¹, K. S. Lee², Y. R. Song²

¹금오공과대학교 기계공학과, ²제일연마공업주식회사

Key words : Gear, Grinding Wheel, Coupling Materials, Grinding Force, Machining

1. 서론

자동차 변속기용 기어는 동력을 전달하고 변환시키는 자동차의 핵심 부품으로 안전성, 경제성, 편의성을 요구하며 기어의 제조공정 및 사용 목적에 따라 경량화, 내구성, 고정밀화, 고강도화, 저소음화에 대한 기술개발 요구가 지속적으로 발생하고 있다.

자동차 기어 제조 시 치수정밀도와 표면거칠기를 확보하기 위해 기어 연삭을 진행하고 있으며, 최근 전기자동차의 발달로 인해 고정밀, 고강도, 저소음화가 요구됨에 따라 슈퍼피니싱 공정을 적용하여 표면거칠기를 개선할 수 있는 연구가 진행되는 상황이나 국내의 공구개발이 미흡하여 외산 공구에 전량 의존하는 실정으로 국산화 기술개발이 요구되고 있다.

본 연구에서는 기어 연삭 휠의 국산화 개발로 기어 연삭 가공 시 경제성을 확보하고 기어의 내구성을 확보하기 위해 기어에 발생하는 부하를 최소화할 수 있도록 연삭 휠의 결합제를 변경하여 가공성을 분석하여 최적의 제조 조건을 검토하고자 하였다.

2. 실험 조건 및 방법

본 실험에서 사용된 소재는 기어의 원소재로 사용되는 SCM440를 사용하였으며, 실험 장비는 수직형 머시닝센터(Model : DN Solutions, DNM 4500S)를 사용하였다. 공구의 경우 Epoxy 소재를 기초로 하여 PVB, PVC를 첨가하여 결합제 조건을 변경하였다.

가공조건의 경우 주축 회전속도 6,000rpm, 공구 이송속도 2,000mm/min, Depth of cut 2 μ m, Feed 1mm를 부여하였으며, 실험 조건 및 실험 셋업을 각각 Table 1, Fig. 1에 나타내었다.

Table 1 Experimental conditions

Processing condition	Unit	Value
Workpiece	-	SCM440
Spindle Speed	rpm	6,000
Feed Speed	mm/min	2,000
Depth of Cut	μ m	2



Fig. 1 Experimental setting

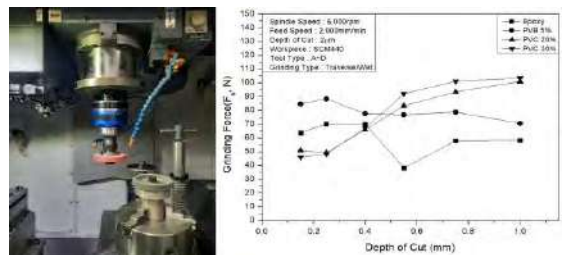


Fig. 2 Results of experiment

Table 2 Precision measurement results

No.	Grinding force according to depth of cut					
	0.15mm	0.25mm	0.4mm	0.55mm	0.75mm	1mm
A	63.78	70.30	70.05	38.21	57.94	58.28
B	84.82	88.46	77.74	76.90	78.74	70.67
C	50.99	49.26	66.11	83.48	93.43	101.08
D	45.91	48.52	67.28	92.14	101.20	103.49

3. 실험 결과 및 결론

연삭저항력 측정 결과 A 공구가 가장 우수한 경향을 보였으며, 0.4mm 지점에서 연삭저항력이 낮아지는 것을 확인하였는데 이는 자생작용에 의한 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 산업통상자원부에서 실시한 중견기업제도 약지원사업에 의해 연구되었습니다.

난삭재 가공용 초미립 인서트의 공구성능평가

Performance Evaluation of Ultra Fine Insert Tool for Difficult-To-Cut Materials

*장경훈¹, #윤일채¹, 허재영¹, 배주홍¹, 장동빈²

*K. H. Jang¹, #I. C. Yoon¹(icyoon@dmi.re.kr), J. Y. Heo¹, J. H. Bae¹, D. B. Jang²

¹대구기계부품연구원 첨단공구기술지원센터, ²(주)에디코

Key words : PCBN, Ultra fine, Cutting Tool, Insert, Tool life

1. 서론

최근 항공·우주, 에너지·발전, 의료, 전자산업 등 첨단산업을 중심으로 경량화, 친환경화, 고효율화 등의 요구가 증가함에 따라 첨단소재에 속하는 티타늄 합금과 같은 내열합금 부품 사용이 급격하게 증가하고 있다. 내열합금은 특히 열전도도가 매우 낮아 가공 시 발생하는 절삭열이 외부로 방출되지 않아 절삭공구의 온도가 1,000℃ 이상으로 높아져 열크랙, 용착 등의 결함을 유발하여 공구수명과 생산성의 저하를 초래한다. 또한, 내열합금은 정밀한 고가의 부품에 주로 사용되므로 가공품질을 높이기 위해 절삭공구의 수명을 향상하는 기술과 함께 균일한 가공성을 확보하여 개발된 절삭공구의 신뢰성을 향상하는 기술이 요구된다. 이와 같은 산업계의 수요에 따라 입자크기 100µm 이하의 초미립 PCBN 내열합금 가공용 인서트를 개발하였으며 다양한 글로벌 시장 진출을 위해 PCBN 인서트의 공구성능평가 프로세스를 도출하였다.

2. 초미립 다이아몬드 분말

신규 초미립 재종은 합금 분말의 혼합 및 믹싱 공정 개선과 분산공정 개선을 통해 균질하고 치밀한 다이아몬드 입자 분포를 가지는 특징이 있다(Fig. 2). 한편, 개선된 초미립 재종은 고강도·고내마모성·내결손성·내충격성 및 열전도성이 뛰어나 티타늄 합금의 선삭공

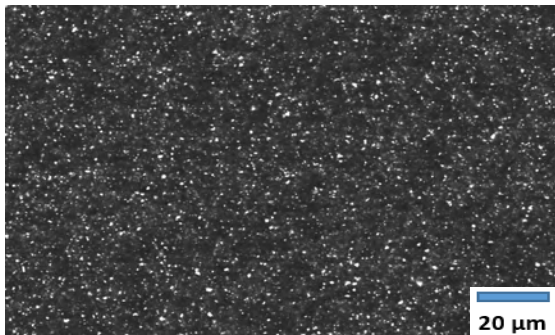


Fig. 1 Micro structure of ultra fine diamond

구, 프라이스 공구 및 엔드밀 등의 절삭공구용 소재로 사용이 가능하다. 또한 드로잉 다이어나 공작 기계의 슬라이딩 부나 클램프 부의 보강 용도로 사용되는 내마모공구, 전극부품 등의 전자부품 재료로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

3. 초미립 인서트의 성능평가

Fig. 2와 같이 다양한 수요환경에 대응이 가능한 PCBN 공구의 성능평가 프로세스를 도출하였으며 1µm 이하 분말 적용으로 인해 공구의 성능향상 정도를 평가하였으며, 기존 공구대비 약 25% 이상의 내마모성이 향상된 것으로 나타났다.

Conditions	Ti6Al4V	
Cutting speed	100 m/min	
Depth of cut	0.05 mm	
Feed	0.02 mm	
Coolant	Flood	
PCD Tool	CNMA 120404	

Fig. 2 The evaluation of cutting tool performance

후기

본 연구는 산업통상자원부에서 지원하는 산업기술 혁신사업 ‘제조현장 적용을 위한 가공 공정 모니터링 기반 절삭공구 데이터 플랫폼 개발’ 과제(과제번호: 20012580)를 통해 수행되었습니다.

참고문헌

- Ghulan, H., Mohammed, A., Marwan, A., Johannes, B., Munish, K., “Chip formation, cutting temperature and force measurements in hard turning of Gcr15 under the influence of PcBN chamfering parameter”, Measurement, Vol. 204, 2022.

수소연료전지 분리판 소재의 인장 특성에 관한 연구

A Study on the Tensile Characteristics of HFC Bipolar Plate Material

#이종찬¹, *양동호¹, 이상협¹, 조수현²

#J. C. Lee(jclee@kumoh.ac.kr)¹, *D. H. Yang¹, S. H. Lee¹, S. H. Jo²

¹금오공과대학교 기계공학과, ²오성디앤이

Key words : Hydrogen Fuel Cell, Bipolar plate, Tensile strength, Tensile test

1. 서론

수소연료전지(Hydrogen Fuel Cell, HFC)용 분리판(Bipolar Plate)은 연료전지에 공급되는 연료인 수소, 산소를 가스유로채널(Gas Flow Channels)을 통해 기체 확산층(Gas Diffusion Layer)에 공급하는 수소연료전지의 핵심 부품이다. 차세대 연료전지 개발의 핵심은 한정된 공간에서 유로 채널을 증가시켜 연료전지의 효율을 극대화시키는 것이다.

본 연구에서는 수소연료전지 분리판의 소재인 SUS443 소재의 Press 가공 특성을 분석하기 위해 기초 물성 분석인 인장 특성에 관한 연구를 진행하여 소재의 신뢰성을 평가하고자 하였다.

2. 실험방법

시험편의 소재는 SUS443 소재이며 원재료를 인장 시험 규격에 맞게 와이어커팅을 이용하여 제작하였으며, Fig. 1에 치수를 나타내었다. 실험은 총 10개의 시험편을 인장 실험을 진행하였으며 사용한 장비는 만능재료시험기로 Fig. 2에 나타내었다.

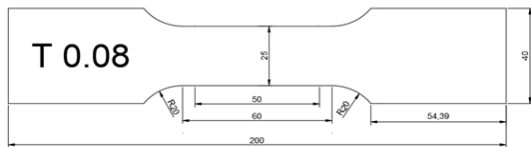


Fig. 1 Dimension of tensile test specimen



Fig. 2 Testing equipment and specimens

3. 실험결과

Table 1 Tensile strength results

No	Tensile strength(Mpa)	Stroke(mm)	Elongation(%)
#1	585.06	13.19	26.38
#2	589.37	12.89	25.78
#3	580.35	12.97	25.94
#4	578.59	12.84	25.68
#5	577.51	12.82	25.64
#6	573.59	13.1	26.2
#7	576.53	12.89	25.78
#8	571.63	12.44	24.88
#9	579.47	12.83	25.66
#10	580.94	13.27	26.54

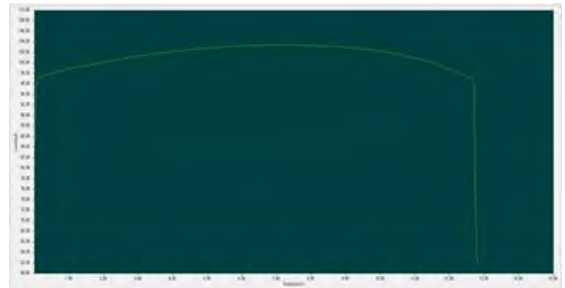


Fig. 3 Stress-strain curve of material

4. 결론

본 실험을 통해 수소연료전지 분리판 소재인 SUS443의 Press 가공 시 가공성 분석을 위한 기초 물성 평가로 인장 실험을 진행하였다. 실험 결과 이론 인장 강도인 483Mpa를 상회하는 결과가 나온 것으로 보아 원소재의 신뢰성은 확보된 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부 구매조건부신제품개발 사업(과제번호: S3304217)의 지원을 받아 연구되었으며 이에 감사드립니다.

머신러닝을 이용한 플라스틱 혼 커버 성형조건 최적화 Optimization of Plastic Horn Cover Injection Molding Conditions Using Machine Learning

*,#한성열¹

*,#S. Y. Han¹(srhan@kongju.ac.kr)¹

¹국립공주대학교 디지털융합금형공학과

Key words : Injection molding, Machine learning, Optimization, Plastic horn cover, Taguchi method

1. 서론

최근 우리의 일상생활에서부터 산업 전반에 걸쳐 AI 을 기반으로 한 최적화 활동이 활발하게 진행되고 있다. 이에 관련하여 플라스틱 성형에도 머신러닝을 이용한 최적화 연구가 활발하게 진행되고 있다.

플라스틱 제품의 사출성형에는 여러 가지 성형조건 들이 조합되어 성형되기 때문에 성형조건들의 적절한 조합을 통하여 최적성 성형이 이루어진다.

본 논문에서는 자동차 플라스틱 혼 커버를 성형하는 금형의 설계 이전에 변형을 최소화하는 성형조건을 사출성형 해석과 그 변형 결과들을 종합적으로 분석하는 머신러닝을 통하여 구하였다. 연구 진행 과정은 Fig. 1과 같다.

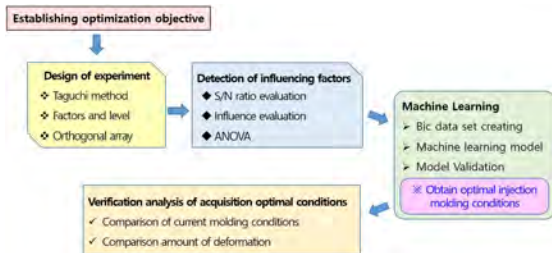


Fig. 1 Summary of study process

2. 연구

자동차용 플라스틱 혼 커버를 성형하기 위하여 적용되는 대표적인 성형조건은 수지온도, 사출시간, 보압, 냉각시간 등이다. 우선 혼 커버의 변형에 영향을 미치는 조건을 구하기 위하여 실험계획법 중의 하나인 다구찌 방법을 이용하였다. 다구찌 방법으로 확인된 성형조건을 조합하여 머신러닝을 위한 빅 데이터 구축용 성형조건 150개를 구성하였고, 이 조건들을 하나하나 적용하여 사출성형 해석을 진행하였다. Fig. 2는 사출성형 해석에 사용된 성형해석 모델이다.

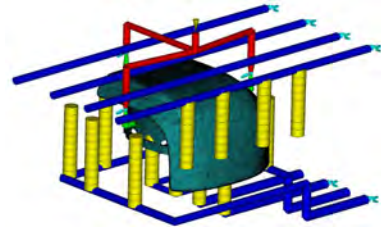


Fig. 2 Analysis model

150개의 변형 결과를 종합하여 여러 가지 학습모델에 적용하여 가장 적절한 머신러닝 모델을 선정하여 선정된 모델의 검정을 추가로 진행하였다. Fig. 3은 머신러닝 과정을 나타낸 것이다.

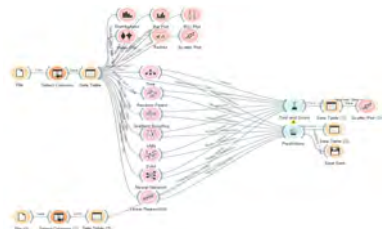


Fig. 3 Machine learning

3. 결론

자동차용 플라스틱 혼 커버 성형용 금형의 제작 이전에 변형량을 최소화하는 최적의 성형조건을 구하기 위하여 다구찌 방법과 머신러닝 기법을 융합하였다. 구해진 최적의 성형조건은 변형량을 최소화하는데 유효한 결과를 확인하였다.

참고문헌

- Han, S. R., "Optimization of Plastic Speed Meter Housing for Automobile: Injection Molding Simulation, Taguchi and Machine Learning", MATERIALE PLASTICE, Vol. 60, No. 3, pp. 58-72, 2023.

카메라-머신비전 기반의 실시간 안전 감지 및 제동

Real-time Recognition and Safety Top Based on Camera-Machine Vision

*#김종현, 이광구, 최해운

*#J. H. Kim (kimjh@kmu.ac.kr), G. G. Lee, H. W. Choi

계명대학교 기계공학과

Key words : machining, ai, vision, safety

1. 서론

기계가공은 업무의 위험도가 높을 뿐만 아니라, 우리나라의 경제를 지탱하는 핵심 분야이기에 발생 빈도와 인적 사고 피해가 크다. 생산성의 중요성을 강조하여 성장해 왔기 때문에, 안전에 대한 관심도와 법률적 보호는 낮았던 것이 사실이다. 본 연구는, 기존에 사용해 왔던 공작기계에 안전도를 높이는 방법을 제안한다. 기업체의 신규 투자에 대한 부담을 줄이고, 동시에 사용자의 안전도를 향상하는 전략이다.

2. 딥러닝-머신비전

작업자 손을 객체 인식하며, 전기적인 신호를 컴퓨터가 받고, 받은 전기적인 신호를 시리얼 통신을 통해서 기계요소로 신호를 전송해 준다. Fig. 1와 같이 손가락이 인식되는 순간을 전기적인 신호로 연결해 최종 출력(경보음 및 경고등)을 통해 기계의 긴급 제동 이전에 일차적 경고를 사용자에게 알려줄 수 있다.

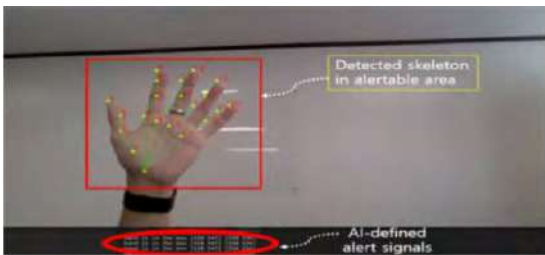


Fig. 1 Hand recognition in real-time

3. 프로토타이핑

Fig. 2와 같이 카메라와 데이터를 읽을 수 있는 소프트웨어가 설치된 컴퓨터, 컴퓨터의 출력을 외부 장치로 송신할 수 있는 라즈베리파이를 사용한다. 카메라를 통해 실시간으로 수신되는 영상에서 사고 위험이 있는 영역을 관심 영역으로 설정하여 해당 영역에 작업자의 손이 인식될 경우 라즈베리파이를 통해 외부 장치로 전류를 보낼 수 있도록 학습 및 설계한다.

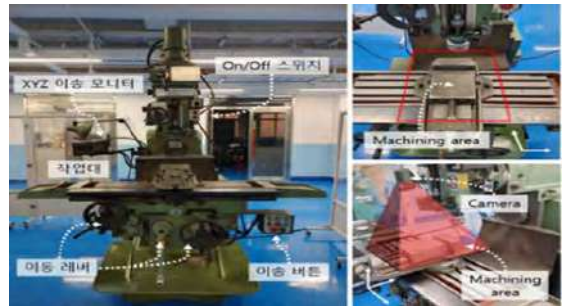


Fig. 2 Prototyping with general milling machine

4. 결론

Fig. 3 왼쪽 사진에서와 같이, 촬영 영역 내에 손이 인식되는 경우 손가락을 인식하고는 있지만 아무런 경고 문구가 나타나지 않는다. 손가락이 진입하는 경우 Fig. 3의 우측 사진과 같이 경고 문구가 지속적 출력한다. 손을 제외한 것을 오인하는 부작용이 있는지 확인하기 위한 실험을 진행했다. 실제 손과 밀링 기계에 사용되는 공구를 동시에 진입시킨 실험에서, 손 이외의 대상을 인식하는 경우는 볼 수 없었다.



Fig. 3 Hand recognition in machining

후기

수동형 공작기계에 알맞은 저비용 고효율 안전장치 개발에 시도했고 모듈형 안전장치를 개발 하는데 성공했다. 'AI'를 활용한 스마트 안전 모듈은 현재까지 현장에서 사용된 안전장치(레이저센서 활용, 열화상카메라)보다 빠르게 위험 상황을 인지하고 안정적이며 정확성 또한 큰 장점이 있는 기술이다.

Poly Crystalline Diamond 절삭공구의 인선부 품질 분석 Edge Quality Analysis of Poly Crystalline Diamond Cutting Tools

*조수빈¹, 우완식¹, 사민우², #김동규¹

*S. B. Jo¹, W. S. Woo¹, M. W. Sa², #D. G. Kim(kdg0830@dmi.re.kr)¹

¹대구기계부품연구원, ²에스제이엔텍

Key words : Cutting tool, PCD, Edge radius, Roughness, Laser, Grinding

1. 서론

최근 기후 문제로 인한 탄소 중립, 전기자동차의 관심이 늘어나며 부품 경량화가 증가하는 추세이다. 그로 인해 산업 전반에 비철류, 복합재류 수요가 늘어났다. CFRP, inconel 등 난삭재 가공 수요가 증가하며 Poly crystalline diamond(PCD) 공구 요구도 같이 증대하고 있다. PCD 절삭공구의 성능개선 연구에 있어, PCD 공구의 표면 조도와 edge radius가 피삭재의 표면품질, 정밀도 등의 절삭성능에 주요 변수이다. 이와 관련된 정량적 데이터와 연구는 부족하기에 본 연구를 진행하였다.

2. 시험방법

시험에는 먼저 필드에서 사용되는 PCD 공구 4종의 품질 분석을 했다. 그리고 PCD 공구의 제조 방식에 따른 품질의 추이를 분석했다. PCD 공구의 종류로는 드릴, 엔드밀, 리머를 사용하였으며 PCD 공구의 제조 방식으로는 연삭, 방전, 레이저를 사용하였다. 이를 통해 현재 필드에서 사용되는 PCD 공구의 품질 수준과 제조 방식에 따른 차이를 확인하고자 했다.

품질의 측정은 3차원 광학 표면 거칠기 분석 장치를 사용했으며, PCD 공구 인선부의 표면 거칠기, edge radius를 측정했다.

3. 분석결과

공구 종류별 PCD의 품질 분석한 결과 첫째, 표면 거칠기 측면에서는 드릴과 엔드밀값이 큰 경향이 있었다. 이는 공구의 종류와 사용 목적에 따른 차이로 보인다. 둘째, 인선부 edge radius 측면에서는 드릴값이 가장 컸으며 엔드밀과 리머의 값은 거의 비슷하였다.

제조 방법별 PCD의 품질 분석결과 먼저 표면품질 측면에서는 연삭 제조 방식이 가장 우수했다. 그리고 edge radius 측면에서는 방전 제조 방식이 연삭 방식보다 우수한 성능을 보였다.

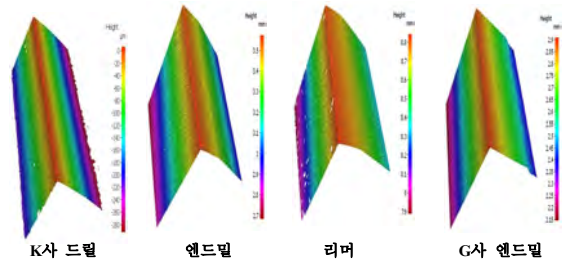


Fig. 1 Edge radius trends of commercial PCD cutting tools.

4. 결론

본 연구를 통해 PCD 공구 종류별, PCD 공구 제조 방식에 따른 표면 조도와 edge radius의 차이를 확인할 수 있었다. 분석된 품질이 피삭재 가공품질과 절삭특성에 유의미한 영향을 미치는지 추가 연구를 진행할 예정이다.

후기

이 논문은 2023년도 중소벤처기업부의 ‘중소기업기술혁신개발사업’의 지원을 받아 연구되었음(No. RS-2023-00218350)

이 연구는 2023년도 산업통산자원부 및 한국산업기술평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(20023590)

참고문헌

1. C. Dold, M. Henerichs, L. Bochmann, K. Wegener, Comparison of ground and laser machined polycrystalline diamond (PCD) tools in cutting carbon fiber reinforced plastics (CFRP) for aircraft structures, Procedia CIRP. 1, pp. 178-183, 2012.

비접촉 센서를 이용한 금속 가공 표면의 거칠기 측정 방법 연구

Study on Roughness Measurement Method of Metal Processing Surface using Non-Contact Sensor

*#김창용¹, 이응석¹, 안수용¹

*#C. Y. Kim(cykim@lobse.com)¹

¹주식회사 롱스 연구개발팀

Key words : roughness, profile, non-contact, surface

1. 서론

금속 가공품의 거칠기는 용도에 따라서 표면의 거칠기가 일정하게 가공되어야 한다. 거칠기 값을 측정하는 방법으로 보편화된 장비는 촉침을 사용한 접촉식 측정방법이 있다. 접촉식 조도측정방법은 정밀한 측정이 가능하나 촉침의 소모 및 가공표면 손상, 측정 시간 지연, 곡면 측정오류 등의 문제를 가지고 있다. 본 연구에서는 비접촉 방식 프로파일 센서를 사용하여 금속가공품 표면의 프로파일 데이터를 “KS B ISO 4287 제품의 형상 명세-표면조각-프로파일법:용어 정의 및 표면조각의 파라미터”에 따라 거칠기 파라미터 중 보편적으로 사용되는 산술평균조도 (Ra, Aithmetical average roughness)를 산출식을 사용하여 표면 거칠기를 도출하였다.

2. 측정 방법

본 연구에서는 비접촉 고정밀 프로파일 센서를 사용하여 Fig. 1과 같이 금속 표면을 스캔하고 프로파일 데이터를 측정하였다. 프로파일 데이터를 산술평균조도 Ra (μm)로 산출하는 방법은 다음과 같다. 1) 기준길이에 대한 프로파일 곡선의 평균선을 만든다. 2) 평균선을 기준으로 수직 방향 편차의 면적을 더한다.

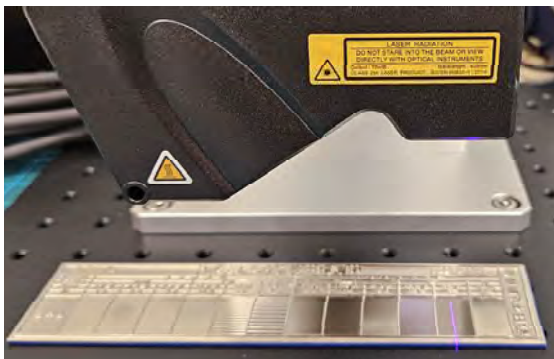


Fig. 1 Measurement using a non-contact profile sensor.

Table 1 Result values to measurement method of roughness standard specimen.

test No.	contact (Ra, μm)	Non-contact (Ra, μm)
1	14.048	13.213
2	14.114	12.849
3	14.056	13.168
Avg.	14.073	13.077

3) 면적의 합을 기준길이로 나눈값을 Ra로 나타낸다. 본 연구의 거칠기 측정값을 접촉식 거칠기 측정기와 거칠기 표준시편을 사용하여 비접촉방식 프로파일 거칠기 산출 값과 비교하였다. 측정용 지그에 프로파일 센서를 고정하여 거칠기 표준시편의 표면 프로파일을 3회 반복 측정하고, 동일한 위치의 시편을 접촉식 표면거칠기 측정기를 사용하여 반복 측정하였다.

3. 측정 결과

접촉식 조도측정기(contact sensor)와 본 연구의 비접촉 프로파일센서(non-contact sensor)를 이용한 거칠기 표준시편을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 본 연구의 비접촉 프로파일 센서를 이용한 거칠기 산출값이 접촉식 측정기의 거칠기 값 보다 6% ~ 10% 낮게 산출되었었다. 이러한 차이는 프로파일센서의 해상도가 z축 0.4 μm , y축 0.5 μm 이며, 거칠기 산출식의 필터링에서 발생하는 오차로 판단된다.

4. 결론

비접촉 프로파일 센서를 사용하여 비접촉 방식의 금속가공 표면의 프로파일 데이터를 분석하고 산술평균조도(Ra)를 도출하였다. 비접촉 프로파일센서를 이용한 조도 측정 방법은 기존의 접촉식 측정 방법보다 기준 조도값을 빠르게 판별할수 있다.

열처리된 FeMnC계 냉연판재의 상온 및 극저온에서의 기계적 특성 평가

Evaluation of Mechanical Properties of Room and Cryogenic Temperatures of Heat-treated FeMnC-based cold-rolled Steel Sheet

*김신영¹, #김정석¹

*S. Y. Kim, #C. S. Kim(chs2865@chosun.ac.kr)

¹조선대학교 신소재공학과

Key words : TWIP, Annealing, Cold Rolling, Cryogenic

1. 서론

본 연구에서는 냉간 압연한 TWIP강 판재를 이용하여, 600°C~1000°C에서 열처리를 수행하고 그에 따른 미세조직 및 기계적 특성변화를 연구하였다. 또한, 고망간강의 저온 특성을 확인하기 위해 극저온에서도 기계적 시험을 수행하였습니다.

2. 실험방법

POSCO에서 제공받은 TWIP 강재를 1200°C에서 균질화 열처리 한 뒤, 1100°C 이상의 온도에서 열간압연 후 냉간 압연을 거쳐 최종 2 mm 두께의 판재를 제작하였다. 압연 방향에 따라 수직으로 시편을 채취한 후 열처리 전기로를 사용하여 600°C에서 1000°C까지 열처리 후 수냉 처리하였다. 광학 현미경, 주사 전자 현미경, X선 회절을 이용하여 미세조직 및 구조변화를 관찰하였으며 기계적 성질은 마이크로 비커스 경도기 및 인장시험기, 샤르피충격시험기를 이용하여 평가하였다. 저온에서 기계적 특성을 확인하기 위해 -196°C에서 샤르피 충격시험, -170°C에서 인장시험을 수행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

마이크로 비커스 경도 측정 결과 압연 공정을 거치며 경도 상승이, 어닐링 공정을 거치며 경도 감소가 관찰되었다. 이는 압연에 따른 소성변형으로 인한 큰 가공경화가 원인이 되어 압연 공정을 거치며 경도가 상승했으며, 열처리 시 냉간압연 상태에서 재결정 및 결정립 성장에 의해 경도가 감소된 것으로 판단된다.

상온에서 인장시험 결과 본 연구에 사용된 열간압연과 냉간압연, 어닐링 열처리재 모두 저온에서도 우수한 기계적 특성을 보였다. Al 첨가는 SFE(적층결합 에너지)를 효과적으로 증가시켜 극저온에서 마르텐사이트 변형을 억제시키고 기계적 쌍정과 전위 활주를 용이하게 하여 오스테나이트계 Fe-Mn-C-Al 강의

극저온 인성을 향상시킨다는 연구와 일치한다.

충격시험 결과 열간 압연한 시편편에서 31.6 J의 값을 보였으나, 냉간압연 후 7.4 J로 충격에너지 값이 현저히 감소하였다. 그리고 어닐링 열처리 후 충격에너지 값은 상승하였으며, 저온에서 시험한 결과 역시 비슷한 양상을 보였다.

4. 결과

압연공정을 거친 Fe-17Mn-0.6C-1.58Al 합금을 이용하여, 열처리된 고망간강의 상온 및 저온에서 기계적 특성을 분석한 결과 어닐링 열처리 후에도 저온에서 우수한 기계적 특성을 보였다. 이는 Al 첨가로 인해 적층결합에너지를 효과적으로 증가시켜 극저온에서도 마르텐사이트 변태를 억제시키고 기계적 쌍정과 전위 활주를 용이하게 하여 극저온 인성을 향상시킨 것으로 판단된다.

후기

“이 논문은 2023년도 정부(중소벤처기업부)의 재원으로 중소기업기술정보진흥원의 지원을 받아 수행된 기초연구 사업임(S3370469).”

참고문헌

1. Lee, S. W, and Hwang, B. C "Effect of C, Mn and Al Additions on Tensile and Charpy Impact Properties of Austenitic High-manganese Steels for Cryogenic Applications." Korean Journal of Materials Research, pp. 189-195, 2019.
2. Curtze, Sea, et al. "Thermodynamic modeling of the stacking fault energy of austenitic steels." Acta Materialia 59.3, pp. 1068-1076, 2011.

용체화 처리 온도에 따른 AlMgSi 합금의 미세조직 및 기계적 특성 Microstructure and Mechanical Characteristics of AlMgSi Alloy according to Solubilization Treatment

*김유경¹, #김정석¹

*Y. G. Kim, #C. S. Kim(chs@chosun.ac.kr)

¹조선대학교 신소재공학과

Key words : AlMgSi, Solubilization Treatment, Mg₂Si

1. 서론

본 연구는 자동차 부품 제조과정 중 발생하는 탄소 배출량을 최소화하기 위하여 리사이클링 소재를 적용하여 자동차 부품용 Al 합금을 주조하여 열처리 온도에 따른 미세조직과 기계적 특성 변화에 대해 연구하였다. 여러 환경 문제를 해결하기 위해 기술 개발이 진행 중이며, 최근에는 전 세계적으로 생태계의 지속가능성을 위해 환경규제 등이 강화되고 있다. 이에 따라 탄소 배출량을 줄이기 위한 리사이클링용 합금을 적용하는 요구가 커지고 있다. 이러한 배경으로 내연기관 자동차용 피스톤으로 적용할 합금을 주조하여 미세조직과 기계적 특성을 조사함으로써 자동차 부품에 적용시키기 위한 목적으로 연구를 수행하였다.

2. 실험방법

실험에 사용된 Al 합금을 서로 다른 용체화 처리 온도에 따른 미세조직과 기계적 특성을 평가하였다. 용체화 처리 온도는 520°C, 540°C, 570°C, 590°C, 610°C에서 5시간동안 수행하였다. 합금의 조성은 유도결합플라즈마 질량 분석기(IPC-MS)를 사용하여 분석하였다. 열처리 이후 미세조직 분석을 위해 Keller 용액을 사용하여 에칭 후 광학현미경과 주사전자현미경을 통해 관찰하였다. 다양한 상의 정성 및 정량적인 분석을 위해 XRD를 이용하였다. 기계적 특성의 평가를 위해 미소 경도 시험기를 사용하였으며 2kg의 하중으로 수행하였다. 인장시험은 상온에서 1mm/min의 변형 속도 조건에서 수행하였다.

3. 결과

용체화 처리 온도가 상승함에 따라 판상의 Mg₂Si 상, Chinese script 형상의 공정 Mg₂Si상, 구형의 공정 Si상 모두 변화하였다. 조대한 판상의 Mg₂Si는 온도가

증가함에 따라 구상화되어 네트워크를 형성하였다. 구형의 Si상이 570°C부터 Al 기지 내로 고용되어 강도 상승과 연신율의 상승이 동시에 관찰되었다. 570°C에서 열처리한 합금은 열처리하지 않은 합금에 비해 UTS 197Mpa, YS 149MPa, El 3.23%로 상승한 결과를 보였다.

4. 결론

Al-8Mg-6Si 합금의 미세조직 및 기계적 특성에 미치는 용체화 열처리 영향을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 용체화 처리 온도가 증가함에 따라 Al 기지에 조대한 판상의 Mg₂Si상은 구상화되어 네트워크를 형성하였다. 그러나 Chinese script 형상의 공정 Mg₂Si는 온도가 증가함에 따라 네트워크가 파괴되어 분절되었다.
2. 구상의 공정 Si는 540°C까지는 관찰되었으나 이보다 높은 온도에서는 Al 기지 내로 고용되어 관찰되지 않았다.
3. 합금의 기계적 특성은 용체화 처리 후 모두 증가하였으며, 570°C에서 열처리한 합금이 주조 합금 대비 약 2.2%~3.2% 향상된 결과를 보였다.

후기

“이 논문은 정부(중소벤처기업부)의 재원으로 중소기업기술정보진흥원의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(S3370469).”

참고문헌

1. A. Malekan, M. Emamy, J. Rassizadehghani, A.R. Emami, “The effect of solution temperature on the microstructure and tensile properties of Al-15%Mg 2Si composite”, Materials and Design, No. 32(Vol. 5), pp. 2701~2709, 2011.

Zr 첨가에 따른 AlSiCu 합금의 시효공정에 대한 기계적 특성 연구

Mechanical Properties Study on aging Process of Al-Si-Cu Alloy according to Zr Addition

*강준이¹, #김정석¹

*K. J. E, #C. S. Kim (chs2865@chosun.ac.kr)

¹조선대학교 신소재공학과

Key words : T6, Al₃Zr

1. 서론

지르코늄은 알루미늄 합금의 미세 구조와 기계적 특성을 제어하기 위해 사용되는 천이 원소 중 하나이다. 결정립 구조를 조정하고 열처리 중 재결정화를 목적으로 알루미늄 합금에 지르코늄을 첨가하는 경우가 많다. Zr의 첨가는 인장 강도 및 연신율이 향상된다. 본 연구에서는 AlSiCu 모합금에 지르코늄을 첨가하여 합금의 미세구조 및 기계적 성질 변화에 미치는 시효 시간의 영향을 조사하였다.

2. 실험방법

Al12Si2Cu, Al6Si2Cu, Al10Zr 모합금을 중력주조법으로 주조하여 Al6Si2Cu 합금을 제작하였다. 주조체에 0.2, 0.4, 0.8, 1.0wt% Zr을 첨가하여 시험편을 준비하였다. 합금을 495℃에서 4시간 동안 용체화 처리한 후 190℃에서 시효 처리하였다. 시효 시간에 따른 합금의 미세조직 및 열처리 특성을 분석하기 위해 시간을 변수로 두어 1, 10, 24시간 동안 시효처리를 하였다. 시효시간에 따른 물성변화를 보기 위해 광학현미경, 주사전자현미경, X선 회절을 이용하여 미세조직 및 구조변화를 분석하였으며, 기계적 성질은 마이크로 비커스 경도시험기와 인장시험기를 이용하여 평가하였다.

3. 결과

미세조직에서는 Zr의 첨가로 인해 α-Al상이 나타나는 것을 확인할 수 있고 Zr의 함량의 증가로 인해 Zr-rich(Al₃Zr)상의 증가를 확인할 수 있다. Al₃Zr입자는 조대화에 대한 내성이 있어서 T6 작업 중에 강도와 연성을 증가시킬 수 있다. 0Zr합금과 지르코늄을 넣은 모합금의 경도 경향성은 유사하다. Zr의 함량이 증가하면서 경도가 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 시효 시간이 1h에서 10h로 증가하면서 경도의 큰 증가가 나타나는 것으로 확인되었다. 최고 경도값을 보인 이후 거의 일정한 거동을 나타내는데 이것은 Al₃Zr 석출

과 과시효 사이의 상호작용의 결과이다.

Table 1 Vickers hardness of Al-Si-Cu

Distance	가압(Hardness Hv)			
	0h	1h	10h	24h
0Zr	68.5	73.8	105	114
0.2Zr	70.1	74.08	106.5	105.4
0.4Zr	73.1	74.2	106.9	105.9
0.8Zr	73.5	75.3	107.1	106.2
1.0Zr	80.1	80.2	109.7	108.6

4. 결론

변형되지 않은 모합금과 Zr을 첨가한 모재를 비교하였을 때 α-Al상이 나타나는 것이 확인되었다. 또한 Zr의 함량의 증가로 인해 Zr-rich상이 증가한다. 이 증가로 인해 T6 과정 중에 강도와 연성이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 기계적 특성에서 Zr을 첨가한 합금과 첨가하지 않은 합금의 경향성이 비슷한 것으로 나타났다. 그리고 1h에서 10h로 증가할 때 경도가 크게 증가하는 것을 확인하였다. 최고 경도 이후 일정한 거동은 Al₃Zr 석출과 과시효 사이의 반응으로 인한 것으로 나타났다.

후기

“이 논문은 정부(중소기업벤처기업부)의 재원으로 중소기업기술정보진흥원의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(S3370469).“

참고문헌

1. R Mahmudi, Effect of Zr addition on the aging behavior of A319 aluminum cast alloy, Scripta materialia, pp. 253-257, 2005.
2. M Voncina., Precipitation microstructure in Al-Si-Mg-Mn alloy with Zr additions, Materials characterization, pp. 115:109820, 2019.

건식냉각 활용 초정밀 가공에 관한 연구

Research on ultra-precision machining using dry cooling

*#이경일¹, 고가진², 김재열³

*#G. I. Lee¹(jia789@songwon.ac.kr), J. CH. GAO², J. Y. KIM³

¹송원대학교 자율전공학과, ²조선대학교 지능형로봇핵심공공유대학사업단, ³조선대학교 기계공학과

Key words : Cutting Heat and(절삭 발열), Machining Precision(가공정밀도), Ultra-Precision Machining(초정밀가공), dry cooling(건식냉각)

1. 서론

최근 우주산업, 모빌리티, 반도체, 정밀기계산업 등의 발달로 정밀기계부품의 가공은 고 부가가치 기술로서 매우 중요하게 인식되고 있으며, 이러한 제품을 생산하기 위해서 초정밀 가공에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 현대 산업 사회는 친환경, 탄소 0%가 핵심 키워드로 나타나고 있으며 이는 초정밀 가공 분야에서도 필요성이 확대되고 있다. 특히 가공 기술 분야에서는 절삭유로 인한 환경 파괴가 이슈되고 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 본 연구는 이송계의 nm급 운동을 실시간 보정하는 Fine Servo를 장착하여 초정밀가공제어하며, 실시간 절삭 발열을 측정하여 절삭유를 사용하지 않고 열전소자를 이용한 건식 냉각 법에 대하여 정립하고자 한다.

2. Fine Servo System

본 연구에서 사용된 Fine Servo에는 T형 탄성가이드에 10개의 원형 노치를 사용하여 제작하였으며, 굽힘강성은 식 (1) 축강석은 식 (2), (3)과 같으며 설계는 Fig 1에 나타내고 있다.

$$k_b = \frac{2Edt^{\frac{5}{2}}}{9\pi R^2} \quad K_s = \frac{Ed}{\pi(r/t)^{1/2} - 2.57} \quad (1)$$

$$MP_0(s) = \frac{m}{p}JA(s)U_p(s) = \frac{m}{p}JBG(s)U_p(s) \quad (2)$$

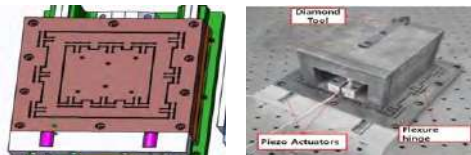


Fig. 1 Fine servo system

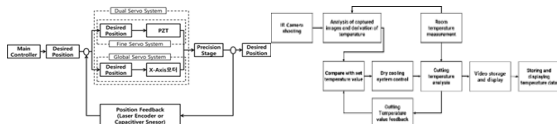


Fig. 2 Dual servo system and Dry machining system diagram

3. 건식냉각 시스템

열전소자를 활용한 건식 냉각시스템은 가공 시 발생하는 가공 발열 분석을 위해 IR Camera를 적용 가공 시 발생하는 온도의 최고온도를 분석하여 냉각시스템에 설정된 온도까지 Peltier로 건식 냉각하도록 시스템을 구성하였다. 가공 시 발생하는 온도는 IR Camera측정으로 최고온도를 확보하며, IN 9212 서모커플 모듈로 바이트에 온도와 Peltier의 온도를 측정하여 실시간으로 보상하였다. 냉각시스템의 제어는 Labview로 제어하였다. Fig. 3는 건식 냉각시스템 구성을 나타내었다.

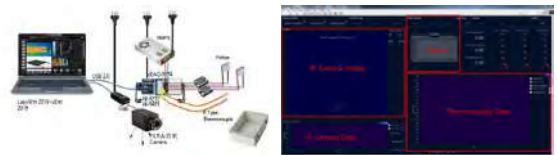


Fig. 3 Dry Cooling System

4. 실험 및 고찰

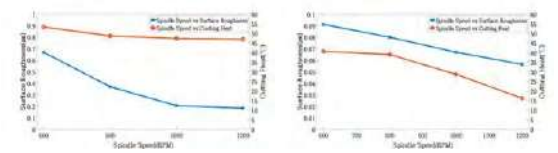


Fig. 4 Comparison of surface roughness

본 연구에서는 초정밀 가공을 위하여 Fine Servo를 가공 3분력의 힘에 대응하도록 설계하였으며 이를 이용한 Dual Servo를 개발하였다. 특히 절삭유를 활용하지 않는 건식냉각 시스템을 제시함으로 앞으로 CNC 절삭 가공 분야에서 환경 오염 문제를 억제할 수 있을 것이다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2022-00165745).

니켈계 합금의 공구 냉각 방식에 따른 밀링 가공성 분석

Analysis of Milling Machinability

by Tool Cooling Method of Nickel-based Alloy

*한택우, 신강우, 남정수, 김성현, 송경은, 이석우, #김태곤

*T. W. Han, K. Shin, J. Nam, S. H. Kim, K. Song, S.-W. Lee, #T.-G. Kim(tgkim@kitech.re.kr)

한국생산기술연구원

Key words : Nickel based alloy, Cryogenic, Machining process, Tool wear

1. 서론

인코넬은 고온 환경에서 견딜 수 있는 내열성과 내마모성, 내부식성 등이 높은 대표적인 초내열합금이다. 최근 기계산업의 발달로 항공기 엔진, 발전기 터빈을 포함한 고온, 고압 환경에서의 사용이 확대되고 있다. 하지만, 소재의 고온강도 및 공구와의 친화성, 낮은 열전도도 특성으로 인해 공구 마모 및 가공 품질 저하와 같은 문제가 발생하고 있으며, 이를 해결하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있다.¹

본 논문에서는 습식 및 극저온 냉각방식에 따른 인코넬 690 소재의 밀링 가공 실험을 진행하였다.

2. 실험

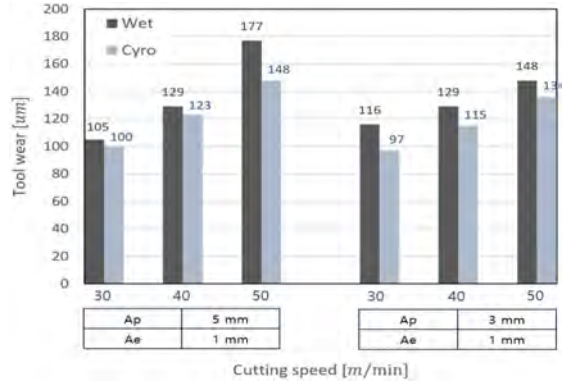
본 실험에서 습식 및 극저온 냉각방식과 3가지의 절삭 속도로 실험을 설계하였다. 자세한 실험 정보는 Table 1에 나타내었다. 인코넬 절삭 특성을 분석하기 위해 Pyrometer(IGA6/23 Adanced, IMPAC)를 설치하였으며, 광학현미경(VHK8000, Keyence)과 표면조도 측정기(S-series, Taylor hobson)를 이용하여 가공 후 절삭 평가를 수행하였다.

3. 실험 결과 및 결론

Fig. 1은 습식 및 극저온 가공환경에서 절삭조건에

Table 1 Experimental condition

Workpiece	Material	Inconel 690		
	Size	110 x 115 x 220		
Machine	Model	HNC-1000, 한국정밀기계		
	Maker	Walter		
Tool	Model	ADMT160608R-F56 WSP45G		
	Cutting speed [m/min]	30	40	50
Condition	Spindle speed [rpm]	298	372	497
	Feed [mm/min]	148	208	252



따른 공구 마모 및 표면조도를 나타낸다. 모든 절삭조건에서 습식보다 극저온 가공환경에서 우수한 가공성을 보였다. 극저온 냉각에 의해 공구 및 소재의 표면 경도가 증가하여 버의 발생 비율이 감소된 것을 확인하였다. 또한 절삭 속도 50m/min에서 습식 대비 극저온 냉각방식의 공구 마모는 절삭 깊이에 따라 각각 16%, 8%, 표면조도는 6%, 30% 감소하였다. 이를 통해 가혹한 조건일수록 극저온 냉각방식을 통해 생산성 향상에 기여할 수 있음을 확인하였다.

후기

본 연구는 2023년도 산업통상자원부의 산업혁신기

반구축사업의 일환으로 수행하였습니다. [과제번호 : P0021527, 과제명: 경량소재 가공시스템 품질·신뢰성 평가기술 연구기반 구축]

참고문헌

1. Yin, Qingan, et al. "Recent progress of machinability and surface integrity for mechanical machining Inconel 718: a review." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 109: 215-245 (2020).

반경방향 냉간 단조용 맨드렐 제작을 위한 이종접합 소재의 기계적 특성 평가

Study on Wear and Impact Test for Development of Tungsten Carbide for Cold Radial Forging Process

*#사민우, #이상근, 신대호

*#Min-Woo Sa(79smw42@gmail.com), Sang Geun Lee, Dae-Ho Shin, SJNTEC, R&D Center

Key words : 냉간 단조(Cold Forging), 맨드렐(Mandrel), 이종접합(Heterojunction), 기계적 특성(Mechanical property)

1. 서론

본 연구에서는 냉간 단조 공정에서 사용되는 맨드렐(Mandrel)의 제작을 위한 초경합금과 스틸 소재의 이종접합에 대한 기계적 특성을 평가해보고자 하였다. 단조 공정에서 요구되는 여러 기계적 특성 중에서 접합부의 형상에 따른 인장강도와 굽힘강도에 대한 시험 평가를 준비 및 수행하였고, 그 결과에 대해 고찰해보았다.

2. 실험 및 결과

인장시험의 시편 규격은 ASTM E 8M이고, 콘 형상과 V 형상으로 구분하여 제작되었다.(Fig. 1) 굽힘시험의 시편은 8x4x25mm로 제작되었다.(Fig. 2) 이종접합을 위해 초경합금 소재와 SCM4 소재를 브레이징 접합을 통해 제작되었다. 인장 및 굽힘시험 결과를 통해, 인장강도는 콘 타입이 다소 높은 것으로 확인되었고, 굽힘강도는 30도의 접합 형태일 때가 높은 것으로 확인되었다.(Fig. 3)



Fig. 1 Corn type(Left) and V type(Right)

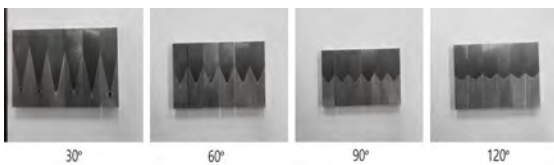


Fig. 2 Specimens for bending test

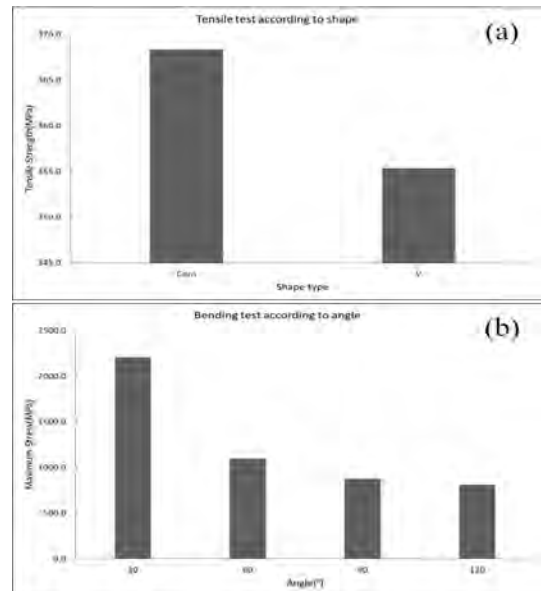


Fig. 3 Tensile(a) and Bending(b) result graph

3. 결론

본 연구에서는 반경방향의 냉간 단조 공정을 위한 맨드렐 소재를 제작하기 위해 인장시편과 굽힘시편을 제작하여 기계적 특성을 평가해보았다. 인장시험을 통해 이종접합 소재의 접합부 형상은 콘 타입이 V 타입 보다 높은 인장 강도를 나타내었다. 굽힘시험에서는 30도의 접합 형태일 때가 강도가 더욱 높은 것으로 확인되었다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부의 지역특화산업육성+(R&D) 지역주력산업육성 사업의 지원으로 수행되었음.(No. 3245206)

멀티코어 구조 금형을 적용한 알루미늄 판재 성형 해석

An Analysis of Aluminum Sheet Forming with Multi-Core Structural Mold

*이서현¹, #이상현¹, 최현범¹, 이정우¹, 김대용²

*S. H. Lee¹, #S. H. Lee(shlee@howon.com)¹, H. B. Choi¹, J. W. Lee¹, D. Y. Kim²

¹호원 연구기술본부, ²전남대학교 기계공학과

Key words : Aluminium, Sheet forming, Multi-Core Structural Mold, Sensor

1. 서론

전기자동차의 항속거리 증진, 승차감 개선 등과 같은 이유로 차량 경량화를 위한 연구개발은 차량의 패러다임이 전동화로 변화되면서 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 자동차의 차체 부품은 차량의 외관부터 승객을 보호하는 차량의 골격을 이루는 부품으로 오랜 기간 동안 강도, 강성, 생산성 등에 장점을 갖는 스틸을 주요 소재로 하여 프레스 가공 후 용접으로 조립하는 형태가 지배적이었다. 이후 경량화를 위해 차체 부품에 알루미늄을 국부적인 적용을 시작으로 그 적용 부위를 확대하는 추세이다. 하지만 알루미늄은 스틸에 비해 성형이 어려워 적지 않은 품질 이슈가 발생한다. 본 연구에서는 알루미늄 판재 성형성을 향상 시키고자 프레스 금형의 펀치부를 분할하여 소재 유입량을 조절할 수 있는 시스템이 적용된 프레스 금형의 성형해석을 수행하였다.

2. 멀티코어 구조 금형

본 연구에서는 비교적 성형 깊이가 깊은 차량의 도어 인너를 성형하고자 멀티코어 구조의 금형을 적용하였으며, 기존 스틸 기반으로 양산되는 모델을 재료와 두께를 치환하여 성형하고자 한다. 성형 깊고 단이 있는 금형의 펀치 부분을 멀티코어 구조로 설계하였으며, 분할된 금형의 하부에 가스스프링을 적용하여 스트로크 이후에 멀티코어 금형이 원위치 할 수 있도록 설계하였다. Table 1에서 기존품과 개발품을 비교하였으며,

Table 1 Comparison of existing and development products

	Existing prod.	Development prod.
Target parts	Mass production DOOR INR	
Material	Steel	A6000 series
Thickness	0.65t	1.4t

3. 성형 해석

본 연구에서는 해당 기존 스틸 재질과 6000계열 알루미늄 소재 2가지로 나누어 성형해석을 수행하였으며, 가스 스프링의 압력을 조절해가며 Case study 하였다. Fig. 1은 A6000 계열 재질로 해석을 수행한 결과로 멀티코어 부분의 성형성은 좋아졌으나 여전히 크랙이 발생하여 가스 스프링 압력 조절을 통한 최적화 수행이 필요하였다.

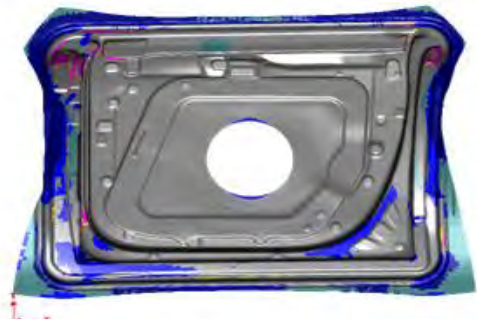


Fig. 1 Sheet forming analysis with A6000 series

4. 결론

본 연구에서는 알루미늄 성형성 확보를 위해 금형 펀치부를 분할하였다. 분할된 멀티코어는 가스스프링을 적용하여 압력을 조절할 수 있는 방식으로 유입량을 조절 하도록 하였다. 성형해석 결과 분할 된 부분에서 성형성이 좋아졌지만, 그렇지 않은 부분에서 크랙이 발생하였다. 추후 센서 삽입을 통해 금형 내 현황을 파악하고 개선적용이 필요할 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 산업통산자원부와 한국산업기술진흥원의 “중견기업 DNA 융합산학협력프로젝트”(알루미늄 도어 인너 생산성 향상 멀티코어 적용 미세변형제어 스마트 프레스 성형 기술 개발) (P0024554) 으로 수행된 연구결과입니다.

다이아몬드 터닝을 통해 제작된 곡면 형상 단결정 압전소자의 출력신호 분석

Analysis of Output Signal of Curved-surface Single-crystal Piezoelectric Elements Manufactured by Diamond Turning

*서동현^{1,2}, 곽은지¹, 제태진¹, 최두선¹, #한준세^{1,2}

*D. H. Seo¹, E. J. Gwak¹, T. J. Je¹, D. s. Choi¹, #J. S. Han(jshan@kimm.re.kr)^{1,2}

¹한국기계연구원, ²과학기술연합대학원대학교(UST)

Key words : Focused ultrasound transducer, Single-crystal PMN-PT, Diamond turning, Brittle fracture

1. 서론

센서 및 액추에이터로 널리 사용되는 초음파 트랜스듀서는 최근 단결정 압전소자를 사용해 성능을 향상시키는 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 압전소자의 형상을 다양화하거나 메타 구조 및 음향 렌즈를 적용하여 집속 초음파 구형, 고대역폭 트랜스듀서 등 활용되는 분야가 다양화되고 있다. 하지만 단결정 압전소자는 일반적으로 seed crystal로부터 성장시키는 Bridgman growth 방식으로 제작되며, 제조 공정 단계에서 다양한 형상을 부여하기 어려운 문제가 있다. 이에 레이저 가공, 에칭, 연마 등의 방법을 통해 표면을 패터닝하거나 곡면 가공을 하는 연구가 존재한다. 본 연구에서는 압전 단결정 재료를 대상으로 형상 가공을 위해 높은 재료제거율의 장점이 있는 기계가공 방식을 적용하고자 하였으며, 단결정 압전소자 기반 및 상용 다결정 압전소자 기반 초음파 트랜스듀서를 제작하여 성능 비교 분석을 진행하였다.

2. 실험 방법

(001) single-crystal PMN-PT 및 상용 다결정 PZT 세라믹을 대상으로 -35도 네거티브 레이크 앵글 다이아몬드 공구를 사용하여 다이아몬드 터닝을 실시하였다. 이송속도 5mm/min, 가공 깊이 4μm, 스피들 속도 3000rpm의 가공조건에서 곡률 반경 25mm 및 50mm 형상을 가공하였다. 형상 정밀도를 측정하기 위하여 Surface profiler를 통해 형상 정밀도 및 표면 조도를 측정하였으며, OM을 통해 표면 결함 여부를 분석하였다. E-beam evaporator를 통해 Au100nm/Cr50nm 두께로 증착을 실시한 뒤 분극 처리를 진행하였으며, 수중에서 Pulse-echo 방식을 통해 제작된 초음파 트랜스듀서의 성능을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

단결정 PMN-PT 및 PZT를 대상으로 기계가공을 실시한 결과, 신뢰성 문제를 일으킬 수 있는 크기의 취성 파괴 발생은 확인되지 않았다. 단결정 압전소자의 경우 가공 중 가공되는 재료의 결정방향이 연속적으로 변화하면서 특정한 방향으로 표면 미세 결함이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 제작된 초음파트랜스듀서의 성능을 평가한 결과, 단결정 압전소자 기반 초음파 트랜스듀서의 경우 상용 다결정 PZT 세라믹 기반 초음파 트랜스듀서에 비해 약 30% 더 높은 출력 신호를 나타내었다. 거리에 따른 출력 신호 변화를 확인할 결과, 곡면 형상을 적용할 경우 특정 위치에서 출력 신호가 증가하는 집속 효과가 나타났다. 이러한 결과를 통해 기계가공 방식으로 형상가공된 단결정 압전소자를 기반으로 초음파 트랜스듀서를 제작하여 대기능 및 고성능을 도달이 가능하다는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 단결정 압전소자를 다이아몬드 터닝을 통해 형상가공하여 초음파 트랜스듀서에 적용하는 연구를 수행하였다. 단결정 압전소자를 사용하였을 때 기존 상용 다결정 상용 PZT 세라믹에 비해 약 30% 출력 신호가 증가됨을 확인하였으며, 곡면 형상의 압전소자를 사용하여 집속 초음파를 구현할 수 있음을 확인하였다.

후기

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이며 (No.Rs-2023-00210764), 중소벤처기업부에서 지원하는 2022년도 산학연 플랫폼 협력기술 개발사업(20014412)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

마모 해석을 통한 웨이퍼 연삭휠의 마모율 추정 Estimation of Wear Rate Using Wear Analysis on Wafer Grinding Wheel

*황해성¹, #이현섭¹

*H. S. Hwang, #H. S. Lee(hyunseop@dau.ac.kr)

¹동아대학교 기계공학과

Key words : Archard's Wear Model, Grinding Wheel, Wafer, Wear Rate

1. 서론

웨이퍼의 전기적·기계적 성능을 향상시키기 위해 표면 연마가 필수적으로 이루어져야 하며, 이때 연마를 통해 제거되는 소재의 양은 재료 제거율, 마찰 및 마모 등과 밀접한 관계를 가진다. 연삭 공정은 일관성 있는 웨이퍼 품질을 위해 일정한 조건으로 운용되지만, 연삭이 지속됨에 따라 연삭휠의 마모가 발생하여 웨이퍼 품질의 일관성이 저하되는 문제가 발생한다. 따라서 연삭 조건에 따른 연삭휠 마모율 추정이 요구되며, 본 연구에서는 연삭휠 마모율 추정을 위해 마모 해석을 수행하고 마모 실험의 결과와 비교하여 검증하였다.

2. 마모 해석 결과

웨이퍼 연삭휠의 마모율을 수치적으로 계산하기 위하여 ANSYS Transient 17.2을 사용하였으며 APDL Command 기능을 통해 Archard's wear model을 적용하였다.⁽¹⁾ Archard's wear model은 경도, 압력, 속도 등의 인자로 구성되어 있으며, 식 (1)에 나타내었다.

$$\dot{W} = \frac{K}{H} P^m V^n \quad (1)$$

연삭휠 세그먼트와 LiTaO₃ 웨이퍼의 유한요소모델을 생성하였으며 해석 조건을 Fig. 1에 나타내었다. 1kgf 하중과 0.05m/s 조건으로 2초간 마모 해석을 수행하였으며, 후처리 과정에서 1분당 마모량을 계산하고 마모 실험 데이터인 9.75μm/min과 비교하였다.

Fig 2는 마모 실험의 결과로, 시간에 따른 마모량을 그래프로 나타내었다. 2초간 약 0.323μm 마모되었으며, 1분당 마모량은 9.676μm/min으로 실험값과 약 0.7%의 오차가 발생하였다.

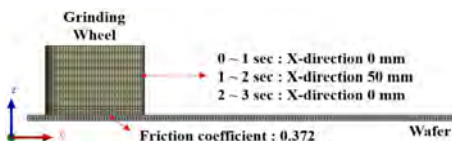


Fig. 1 Boundary conditions for wear analysis

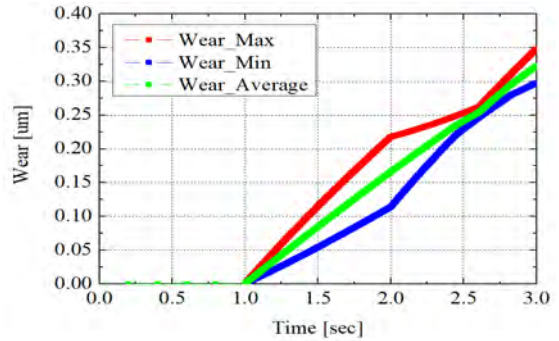


Fig. 2 Result of wear analysis

3. 결론

연삭휠의 마모를 추정하기 위해 Archard's wear model을 사용하여 마모 해석을 수행하고 마모 실험 결과와 비교하여 검증하였다.

(1) 마모 해석 결과 9.676μm/min이 계산되었으며, 마모 실험 결과인 9.75μm/min와 약 0.7%의 오차를 보였다.

(2) 상기 수행된 해석 프로세스를 동일한 모델에 적용하여 다양한 속도 및 하중 조건에 대한 마모율을 추정하고 시간적 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

후기

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단·나노 및 소재기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2022M3H4A3085283).

참고문헌

- Vijay, R., Kumar, V. N. A., Sadiq, A. and Pillai, R. R., "Numerical Analysis of Wear Characteristics of Zirconia Coated Aluminum 6061 Alloy", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 1059, pp. 1-8, 2021.

Ti-6Al-4V 소재 극저온 가공의 공구 절입 조건에 따른 가공성 및 공구 수명 평가

Evaluation of Machining Characteristics and Tool Life with Respect to Cutting Conditions for Ti-6Al-4V Material Cryogenic Machining

*박민석¹, 김미루¹, 윤왕호¹, 정원재², 김영상², 윤현성², #이훈희¹

*M. S. Park¹, M. R. Kim¹, W. H. Yun¹, W. J. Jeong², Y. S. Kim²,
H. S. Yun², #H. H. Lee(hhle84@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원 정밀기계공정제어연구그룹, ²경남테크노파크 항공우주본부

Key words : Cryogenic machining, Process monitoring, Tool life, Ti-6Al-4V

1. 연구배경

Ti-6Al-4V는 비강도, 고온특성 등으로 항공, 방산 등 고기능 소재가 요구되는 분야에 사용되고 있으며, 주로 기계적 가공을 통해 파트의 형상을 제작 많은 공수가 필요한 실정이다. 재료의 고인성과 낮은 열전도율 등의 성질로 인해 공구에 열이 집중되어 공구의 이른 파손을 유도한다. 이를 해결하기 위해 최근에는 냉각과 윤활 효과를 동시에 부여하도록 일반절삭유를 대체하여 극저온 유체와 MQL(Minimal Quantity Liquid)를 동시에 분사하는 방법이 연구되고 있다[1]. 절삭 중 발생하는 열을 유효히 제거할 수 있어 표면조도, 공구수명 향상 효과가 확인되고 있다. 극저온 가공의 효과적인 적용을 위해서는 공구, 장비 특성, 극저온유체/MQL 공급형태를 고려하여 적합한 조건을 수립해야 한다.

2. 실험

Ti-6Al-4V 소재에 대해 Table 1과 같이 절삭조건을 적용하여 극저온+MQL과 일반 절삭유를 이용한 가공에서의 가공성 및 공구수명을 판단한다. 시편은 블록형상의 소재를 공구동력계에 장착하여 절삭력 데이터를 받을 수 있도록 하였으며, 공구는 간편하게 극저온 유체 공급이 가능하도록 제작된 툴링킷에 장착하여 극저온과 Wet 조건의 냉각환경을 구성하였다.

Table 1 Cutting condition

Parameter	Value		
Case	1	2	3
Tool	Φ16 Solid End-mill		
Cutting speed (m/min), Vc	50		
Feed (mm/tooth), Fz	0.1		
Ap (mm)	3	9	18
Ae (mm)	3	1	0.5



Fig. 1 Experimental setup (Cryogenic & Wet condition)

MQL은 별도의 노즐을 통해 절삭부에 분사한다. 절삭력 데이터 추이를 분석하여 공구수명종료를 판단하고, 각 조건별로 비교 분석한다.

3. 결론

극저온, 일반절삭유 방식 모두 축 방향 절입을 많이 할수록 가공성 및 재료제거량이 늘어났다. 이는 툴링킷의 길이를 포함한 주축의 길이가 길어짐에 따라 공구 하단부에 절삭하중이 집중이 되는 것보다 공구 측면부에 고르게 절삭하중이 분포되는 것이 유리한 것으로 판단된다. 또한, 극저온 방식에서 절삭력은 유사했지만 공구 마모의 감소를 확인하였다.

후기

이 논문은 산업통상자원부의 “항공우주부품 NC 제조공정 지능화 시스템 구축사업” (No. P0024420) 지원으로 수행한 연구입니다.

참고문헌

- Kim, J. W., “Experimental Characterization of Turning Process of Titanium Alloy Using Cryogenic Cooling and Nanofluid Minimum Quantity Lubrication, J. Korean Soc. Precis. Eng., Vol. 34, No. 3, pp. 185-189, 2017.

수축 방향을 고려한 경계조건에 따른 사출성형 부품의 변형 거동

Deformation Behavior of Injection-molded Parts with Boundary Conditions Considering Shrinkage Direction

*박지원¹, #이봉기¹

*J. Park, #B.-K. Lee(b.lee@chonnam.ac.kr)

¹전남대학교 기계공학부

Key words : Injection molding, Deformation, Boundary condition, Numerical analysis

1. 서론

사출성형은 플라스틱 제조업에서 광범위하게 활용되며, 다양한 산업 분야의 정밀 부품 제작에 핵심적인 역할을 한다. 그러나 이러한 사출성형 공정 전반에 걸쳐 발생하는 변형은 성형된 부품의 정밀도와 성능에 많은 영향을 미친다 [1]. 따라서 성형 공정 중 변형을 이해하고 예측하는 일은 여전히 중요한 과제이다. 이에 본 연구에서는 두께 비율에 따른 사출성형 부품의 변형 거동을 해석하고 변형 경계조건에 영향을 확인하였다.

2. 해석방법 및 결과

Fig. 1과 같이 세 구간의 두께 비율이 3:3:3, 4:3:2, 2:3:4인 형상에 대한 해석을 진행하고 그 결과를 비교하였다. 성형 재료는 PP를 선택하였으며, 수지온도 220°C, 금형온도 50°C, 충전시간 1초, 보압 압력 3 MPa, 보압시간 3초, 그리고 냉각시간 20초의 성형 조건을 적용하였다. 취출 전 금형 내부에서의 변형 상황을 모사하기 위하여 측벽에 구속 경계조건을 도입하였다.

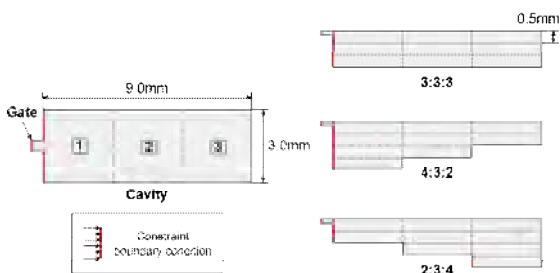


Fig. 1 Part geometries with different thickness ratios

Table 1 Maximum deformations for each case (mm)

	3:3:3	4:3:2	2:3:4
Total deformation	0.1817	0.1800	0.5703
x-direction	- 0.1814	- 0.1792	- 0.1977
y-direction	- 0.0156	- 0.0192	+ 0.5349

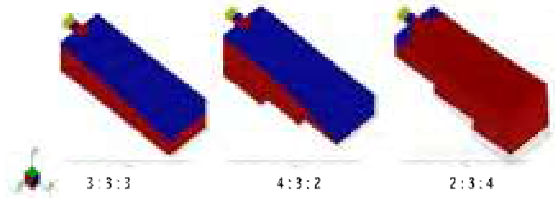


Fig. 2 Contour plots of y-direction deformation (Blue and red represent downward (- direction) and upward (+ direction), respectively.)

해석 결과, 3:3:3과 4:3:2의 경우 중심 방향으로의 수축에 의한 두께 변형이 주로 나타났으나, 2:3:4에서는 매우 큰 윗 방향으로 변형이 확인되었다. 이는 금형 내 수축 변형을 고려한 측벽 구속 경계조건으로 인하여 길이 방향(x-direction)으로의 수축이 제한되며, 이에 따라 윗 방향으로의 급격한 휨이 발생한 것으로 보인다.

3. 결론

동일한 부피를 가지면서 두께 비율이 다른 성형품에 대하여 변형 해석을 수행한 결과, 금형 내 수축 변형을 고려한 구속 경계조건에 따라 변형 거동이 달라짐을 확인하였다. 향후 보다 엄밀한 경계조건의 도입을 통하여 추가적인 연구의 수행이 가능할 것으로 예상된다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (2020R1A2C2007603).

참고문헌

1. He, H. B., "Injection Molding Process Parameter Optimization for Warpage Minimization Based on Moldflow", Applied Mechanics and Materials, Vol. 101-102, pp. 254-257, 2011.

엔드밀의 절삭 날 끝 반경이 표면거칠기에 미치는 영향

Effect of End-mill Cutting-edge Radius to The Surface Roughness

*곽예인¹, 쿠르니아완 렌디¹, 천지에런¹, 천슈오¹, 배영호², #고태조¹
 *Y. I. Kwak¹, R. Kurniawan¹, J. Chen¹, S. Chen¹, Y. H. Bae², #T. J. Ko(tjko@yu.ac.kr)¹
¹영남대학교 기계공학과, ²한국OSG주식회사

Key words : Edge honing, surface roughness, Edge radius

1. 서론

절삭성을 향상시키기 위한 여러 연구 중 한가지 방법은 엔드밀의 절삭 날 끝에 엷지 호닝 가공을 하여 절삭 날 끝의 반경을 조절하는 방법이다. Jae-Young et al.^[1]의 논문에서 엷지 호닝 공정을 통한 절삭 날 끝 반경의 조절이 공구의 수명에 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있지만, 표면거칠기와 같은 영향에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다. 이 연구를 통하여 절삭 날 끝 반경의 조절이 표면거칠기에 미치는 영향을 확인하였다.

2. Experimental Setup

본 실험에 사용한 공구는 4날 평엔드밀로서 Coated 공구와 Uncoated 공구를 엷지 호닝 공정을 이용하지 않은 No honing을 기준으로 호닝 시간을 조절하여 Small, Medium, Large honing으로 Fig. 1과 같이 준비했다. 가공 조건은 Table 1과 같으며, 측면밀링 가공했다. 표면거칠기는 접촉식 형상 측정기(Mitutoyo SJ-310)을 사용하여 측정하였다.

3. Experimental Result

Fig. 2의 결과는 Uncoated 공구와 Coated 공구를 사용하여 가공한 피삭재의 표면거칠기 측정 결과이다. 표면거칠기 결과는 Coating의 유무에 따른 차이는 있지만, Honing의 유무와 시간에 따른 차이는 미미하다.

Table 1 Parameter for cutting test

Parameter	Value
Spindle rotation (rpm)	3000
Feed per tooth (mm/tooth)	0.05
Radial depth of cut (mm)	1
Axial depth of cut (mm)	5
Cutting tool	4- Flute Flat End-mill
Workpiece	AISI P20(KP4M)



Fig. 1 Experimental Setup

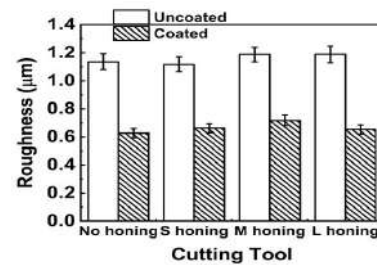


Fig. 2 Surface roughness of each tool

4. 결론

Milling 공정에서는 표면거칠기가 공구의 지름과 Feed rate에 영향을 받기 때문에 공구의 절삭 날 반경의 변화가 표면거칠기의 결과에 큰 영향을 미치지 못한다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(RS-2023-00278890)

참고문헌

1. Effects of honing treatment on AIP-TiN and TiAlN coated end-mill for high speed machining, Transactions of Non-ferrous Metals Society of China 21 (SUPPL. 1) (2011) s83-s87

CFRP 드릴링을 위한 홀 출구 온도 예측 모델 Prediction Model of Hole Exit Temperature for CFRP Drilling

*천지에린¹, #고태조¹, 곽예인¹

*J. Chen, #T. J. Ko(tjko@yu.ac.kr), Y. I. Kwak

¹영남대학교 기계공학과

Key words : CFRP drilling, Hole exit, Temperature, Prediction

1. Introduction

Carbon fiber reinforced polymer (CFRP), as a composite material with resin as the matrix and carbon fiber as the reinforcing phase, has excellent properties and has been widely used in military industry. However, the CFRP drilling process produces a variety of defects due to unreasonable forces and heat. In particular, the heat that accumulates with increasing drilling depth will seriously damage the workpiece properties when the resin glass transition temperature is exceeded, which will further deteriorate the machining quality [1]. Therefore, accurate prediction of drilling temperature is very necessary.

2. Drilling temperature field modeling

Temperature usually continually increases as the drill moves into the workpiece. The three-dimensional heat conduction equation in a cartesian coordinate system can be written as follows:

$$k_x \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + k_y \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + k_z \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + q(x, y, z) = \rho c \frac{\partial T}{\partial t} \quad (1)$$

where k_x , k_y , and k_z are the thermal conductivities in the three directions, respectively. $q(x, y, z)$ is a heat flux, and T is the relative temperature rise.

Energy is delivered to the workpiece, tool, chip and the surrounding environment. Assume that η of the total energy passes to the workpiece, and the average heat flux is shown as follows:

$$q_0 = \frac{\eta(M\omega + F_z v_f)}{\pi(d/2)^2 / \sin 59^\circ} \quad (2)$$

Where η is the proportional coefficient of energy, M is the torque, ω is the angular velocity of the drill, F_z is the thrust force, v_f is the feed velocity of the drill and d is the diameter of the tool. η , M and F_z are determined by experiment.

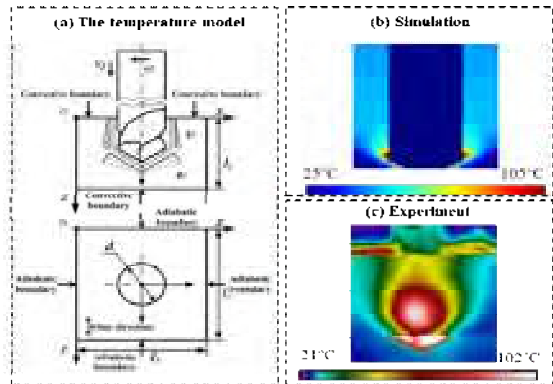


Fig. 1 Simulation model and experiment

3. Model results

The finite difference method model was established in MATLAB (Fig.1a) and the simulated temperature field obtained is shown in Fig. 1b. The experimental results for the same cutting parameters (3000 rpm, 0.09 mm/rev) are shown in Fig. 1c. The maximum temperature at the hole exit is very close to the simulated temperature.

4. Conclusion

The maximum temperature at the hole exit is close to the simulated temperature

Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (RS-2023-00278890).

Reference

1. Fu, Rao et al. "Drill-exit temperature characteristics in drilling of UD and MD CFRP composites based on infrared thermography." International Journal of Machine Tools and Manufacture 135 (2018): 24-37.

초음파 진동을 이용한 다이싱용 커터의 임피던스 측정

Impedance Measurement of Cutter for Ultrasonic Vibration-Assisted Dicing

*쿠르니아완 렌디¹, #고태조¹, 한필원², 천슈오¹, 텡한웨이¹, 곽예인¹, 아리사우드¹

*R. Kurniawan¹, #T. J. Ko(tjko@yu.ac.kr)¹, P. W. Han², S. Chen¹, H. W. Teng¹, Y. Kwak¹, S. Ali¹

¹영남대학교 기계공학과, ²한국전기연구원(KERI) 전기응용연구본부

Key words : Ultrasonic, Impedance, Frequency, Dicing Cutter

1. Introduction

The application of dicing cutter has become a standard process in the semiconductor industry, especially for the final in chip manufacturing. The quality of the kerf becomes a major concern during the final cut, including issues such as chipping, brittle cracks, and fractures^[1]. To address these concerns, a cutter with vibration assistance was developed. This short article demonstrates the measurement of the impedance frequency of ultrasonic dicing cutter.

2. Measurement Setup

The impedance measurement, as shown in Fig. 1 has been carried out to assess the radial vibration of the ultrasonic dicing cutter. In this case, the frequency sweep was applied between 30 and 50 kHz with low voltage of 10V. The positive channel was connected to piezo side, and the negative channel was connected to the cutter body.

3. Experimental Result

Fig. 2 displays the impedance result. The lowest critical frequency (f_1) is observed at 39,958.9 Hz, while the highest critical frequency (f_2) is recorded at 40,148.4 Hz. The resonance frequency (f_s) is identified at 40,032.0 Hz.

4. Conclusion

The resonance frequency of the dicing cutter is about 40,032 Hz according to the measurement.

Acknowledgement

This research was supported by Korea Electrotechnology Research Institute (KERI) primary

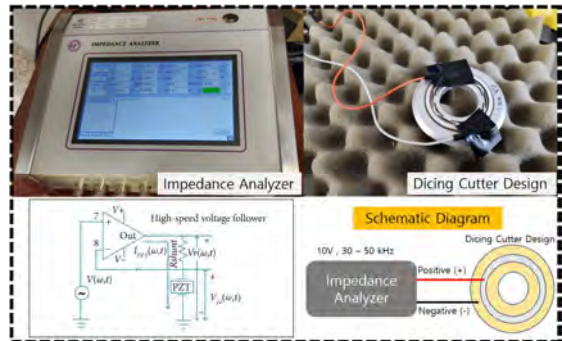


Fig. 1 Impedance Measurement Setup

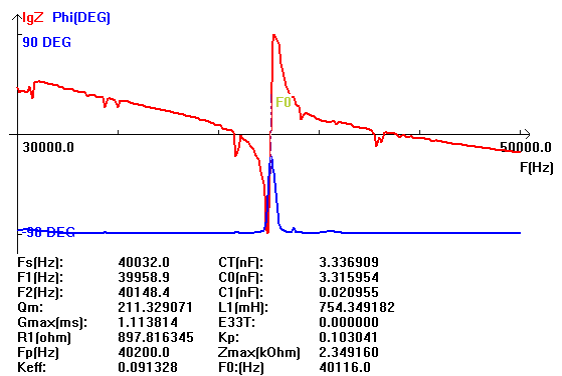


Fig. 2 Impedance Result of Ultrasonic Dicing Cutter

research program through the National Research Council of Science and Technology (NST) funded by the Ministry of Science and ICT (MSIT) in 2023 (No. 23A01021). Also, this work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (RS-2023-00278890).

Reference

- Zewei, Y., Ali, R., Bilal, S. Chohan, Precision Machining by Dicing Blades: A Systematic Review, Machines, Vol. 11, No. 259, pp. 1-29, 2023.

알루미늄 주조몰드 리브의 통로형상에 따른 유동에 관한 연구

A Study on the Flow according to the Path Shape of Aluminum Casting Mold Ribs

*주예현¹, #김재실¹, 구하윤¹

*Y. H. Ju, #C. S. Kim(kimcs@changwon.ac.kr), H. Y. Gu

¹창원대학교 기계공학부

Key words : Casting, Billet, Mold, Manufacturing

1. 서론

주조몰드는 빌렛 연속주조 기계의 핵심 부품으로, Fig. 1과 같이 몰드의 외면의 냉각 채널과 내부의 구멍 통로들로부터의 물 분사로 용탕의 외면을 냉각시킨다. 그러나 기존 드릴 공정은 채널의 단면에 작은 턱이 남아, 용탕의 냉각이 적절하게 이루어질 수 없도록 한다. 본 연구에서는 ANSYS Fluent를 이용하여 기존의 드릴가공한 몰드와 5축 가공한 몰드의 리브의 통로 형상에 따른 유동을 비교하여 5축 가공의 필요성을 확인하고자 한다.



Fig. 1 Aluminum casting mold

2. ANSYS Fluent

Fig. 2는 몰드의 CATIA 모델링과 ANSYS Fluent 해석을 위한 유동장이다. 주조 몰드 모델을 ANSYS DesignModeler와 SpaceClaim을 이용하여 유동장만 잡아 해석을 진행하였다. 경계조건은 몰드 60개에 분당 42톤의 물이 들어갈 때를 기준으로 하여 Inlet에 0.1458kg/s의 질량유량을 입력해 주었고, Outlet은 'outflow'로 설정하였다.

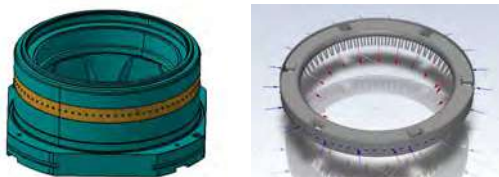


Fig. 2 CATIA modeling and ANSYS Fluent flow field

3. Result of Simulation

Fig. 3은 ANSYS Fluent를 이용한 Drill가공한 몰드의 해석 결과이고 Fig. 4는 5축 가공한 몰드의 해석 결과이다. Drill 가공을 한 주조몰드는 5축 가공한 몰드에 비해 분사 구멍들로 물이 균일하게 나오지 않는 것으로 나타났다.

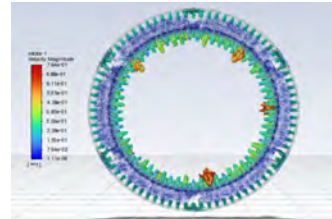


Fig. 3 ANSYS Fluent analysis result of drill machining

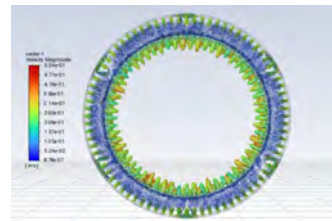


Fig. 4 ANSYS Fluent analysis result of 5-axis machining

4. 결론

Drill 가공을 한 주조몰드는 5축 가공한 몰드에 비해 분사 구멍들로 물이 균일하게 나오지 않는 것으로 나타났다. 그러므로 알루미늄 주조몰드의 냉각 채널에서의 원활한 물 흐름을 위하여 냉각채널 통로를 5축 가공할 필요가 있다.

후기

본 과제(결과물)는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

스크롤 가공 지그의 안정성에 관한 연구

A Study on the Stability of Scroll Machining Jig

*구하윤¹, #김재실¹, 권기남¹, 하능교¹

*H. Y. Gu, #C. S. Kim(kimcs@changwon.ac.kr), N. K. Kwon, N. K. Ha
 창원대학교 기계공학부

Key words : Scroll Compressor, Numerical Analysis, Stability, Jig

1. 서론

현 세대 스크롤 압축기가 장착된 유닛은 일반적으로 최대 부하에서 최적화된 성능에 초점을 두고 설계되었기 때문에 더 많은 용량을 지니고 있어 비효율적인 문제가 있다. 이를 해결하기 위하여 차세대 스크롤 압축기의 설계가 이루어졌다. 이에 차세대 스크롤을 제작하기 위한 가공 지그의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 새로운 스크롤 가공 정도의 개선에 필요한 지그의 안정성을 해석을 통해 확인하고자 한다.

2. 모델링 및 경계조건

우선 Fig. 1과 같이 CATIA V5로 가공 지그 및 탭핑 가공 전의 스크롤을 모델링하였다. 스크롤의 소재는 GC250으로 물성치는 Table 1에 나타내었다. 경계조건은 중력 조건을 부여하고 Fig. 2와 같이 지그 바닥면의 볼트 체결부를 Fixed Support으로 설정하였고 공구가 절삭면에 닿는 부분의 Force을 회주철의 절삭력을 고려하여 절삭력 실험 결과의 2배의 값인 500N으로 설정하였다.¹⁾

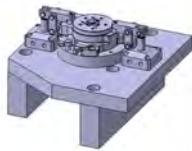


Fig. 1 CATIA modeling

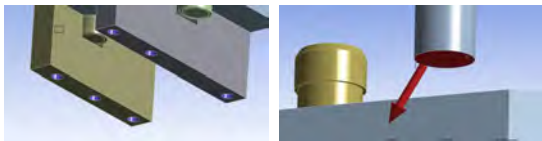


Fig. 2 Boundary Condition (Fixed support, Force)

Table 1 Properties of Material

Material	Boundary Conditions	Value
GC250	Density [kg/m ³]	7250
	Young's Modulus [GPa]	110
	Poisson ratio	0.28

3. 해석 결과

구조해석 결과는 Fig. 3에 나타냈으며 최대 응력은 스크롤이 지그에 결합된 부분에서의 발생하였으나 응력 값은 1.13 MPa로 가공 시 지그에 미치는 영향은 없는 것으로 나타났다.

Fig. 4의 진동해석 결과 1st Frequency가 2779.2 Hz으로 약 16700 RPM으로 공구의 속도인 1500 RPM과의 공진 가능성이 낮은 것으로 판단된다.

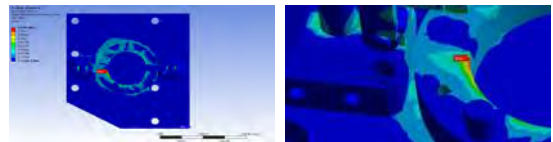


Fig. 3 Result of Structural Analysis of Jig

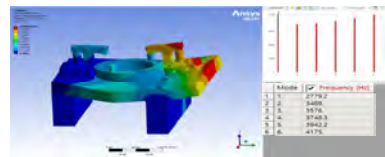


Fig. 4 Result of Modal Analysis of Jig

4. 결론

본 연구에서는 차세대 스크롤 가공 지그의 안정성을 해석을 통해 확인하였다. 구조해석 결과 지그 부분의 최대 응력은 약 1.13 MPa로 지그 소재의 항복 응력인 250 MPa보다 낮아 구조적으로 안전하다고 판단하였으며 고유 진동수 또한 공구 속도와 비교하여 공진 가능성이 낮다고 판단하였다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임 [S3365992]

참고문헌

1. 배명일, "회주철의 선삭 가공시 절삭 깊이에 따른 절삭력 관찰," 한국기계가공학회 춘추계학술대회 논문집, 한국기계가공학회, pp. 38-38, 2015.

절삭가공에서의 원격 상태모니터링을 위한 특징추출 신호처리기법 Signal Feature Extraction Methods for Remote Machining Monitoring

*류제두¹, #김성렬¹

*J. D. Ryu, #S. R. Kim(sungrkim@kitech.re.kr)

¹한국생산기술연구원

Key words : Remote Monitoring, Accelerometer, Tool wear

1. 서론

절삭가공에서 상태모니터링을 하기 위해 가속도, 힘, 전류, 음향방출 등 다양한 센서를 적용한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 특히, 가공상태 모니터링을 위해서는 주로 수 kHz ~ 수백 kHz로 센서 신호를 샘플링한 후, 신호처리를 통해 공구 마모/파손과 같은 이상상태 여부를 판단하는 경우가 많다. 그러나 대용량의 데이터를 원격으로 전송하기 위해서는 통신속도 및 전송데이터 용량의 제한으로, 현재의 실시간 모니터링은 적은 양의 단순한 정보만 전송하고 있다. 본 논문은 원격 상태모니터링을 위해 고속 샘플링된 데이터로부터 신호의 왜곡을 최소화하면서 저용량의 가공상태 특징을 추출하는 신호처리기법을 제시한다.

2. 실험방법 및 조건

Fig. 1에서 보듯이, 가공상태 모니터링을 위해 머시닝센터(BRIDGE center-10, KITAMURA)의 스핀들에 가속도 센서(Type 8688A50, KISTLER)를 부착하였다.

φ16 4날 엔드밀(SECO)를 이용하여 796rpm 조건으로 가공물을 가공하면서 DAQ 보드(PXIe-6363, NI)로 가속도 센서신호를 10kHz로 데이터를 취득하였다.



Fig. 1 Experimental setup and testing for monitoring

3. 특징추출 신호처리기법

원신호에서 일정주기마다 데이터를 추출하는 Downsampling에서는 Fig. 2에서 보는 것과 같이 원신호의 특징을 가지고 있지 않은 반면 특징추출 신호

처리기법으로 목표하는 sampling 간격 내 peak값으로 포락선을 생성한 후 Downsampling을 진행하였다. 그 결과 스핀들 RPM(75ms)과 유사한 약 76.6ms 주기를 가지면서 원신호의 Peak값(97.4%) 및 개수(91.3%) 유사하게 가지면서 데이터가 축소한 것으로 확인되었다.

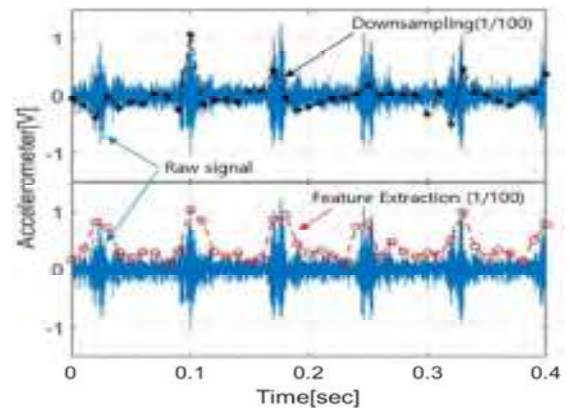


Fig. 2 Comparison of downsampled signal and feature extracted signal

4. 결론

제안된 특징추출 신호처리기법을 통해 고용량의 데이터에서 저용량의 특징 데이터 추출이 가능하며, 이를 통해 신호의 왜곡을 최소화하면서 실시간 원격 모니터링에 활용할 수 있다.

후기

본 논문은 한국생산기술연구원 기본사업 "현장설비 부착형 극저온 통합가공시스템 개발(KITECH EH-23-0011)"의 지원으로 수행한 연구입니다.

참고문헌

1. S. A. McNerny and Y. Dai, "Basic vibration signal processing for bearing fault detection," in IEEE Transactions on Education, vol. 46, no. 1, pp. 149-156, Feb. 2003.

다결정 황화아연의 초정밀 표면 거칠기 예측 플랫폼 설계 Design of a Prediction Platform for Ultra Precision Surface Roughness for Polycrystalline ZnS

*,#김민철¹, 여우종^{1,2}, 최환진^{1,2}, 전민우^{1,2}, 김이종¹, 박상혁¹

*,#M. Kim(mk1m@kbsi.re.kr)¹, W. J. Yeo^{1,2}, H. J. Choi^{1,2}, M. Jeon^{1,2}, I. J. Kim¹, S. H. Park¹

¹한국기초과학지원연구원 연구장비산업본부, ²충남대학교 기계공학부

Key words : Polycrystalline ZnS

1. 서론

다결정 황화아연(ZnS, Zinc Sulfide)은 가시광 및 근적외선 파장 대역에서 널리 사용되는 다파장 (MS, Multispectral) 광학 재료이다. 재료 표면에 드러난 결정들의 서로 다른 결정학적 구조와 방향에 따라 각 결정의 기계적 물성과 가공성이 다르다는 특징을 갖는다. 초정밀 다이아몬드 선삭 (SPDT, Single-point Diamond Turning)공정을 이용한 다결정 ZnS의 연성모드 가공을 통해 수 나노미터 수준의 표면 거칠기를 얻을 수 있다. 실제 가공 현장에서는 다결정 재료임에도 불구하고 전체 광학면에 동일한 SPDT 공정 조건을 적용하게 되며, 모든 결정립에서 연성모드 가공이 발생하는 공정 조건을 채택한다. 연성모드 가공 후 전체 광학면의 표면 거칠기는 각각의 결정립에서 측정되는 표면 거칠기의 평균값이 측정되어야 할 것으로 예측되나, 실제로는 결정립 경계에서 발생하는 높이차로 인해 결정립 각각의 표면 거칠기 평균값보다 더 큰 값으로 측정된다. 그뿐만 아니라, 실제 가공 현장에서는 원하는 형상의 표면을 얻기 위한 공정 조건을 찾기 위해 시행착오 기반의 접근 방법을 채택할 수밖에 없으며 이는 납기 지연 및 비용 증가로 이어지게 된다. 본 연구에서는 전자현미경을 활용한 표면 분석법을 활용하여 다결정 재료의 SPDT 가공을 통해 얻을 수 있는 초정밀 수준의 표면 거칠기를 예측할 수 있는 방법론을 제시하고자 한다.

2. 방법

화학기상증착(CVD, Chemical-vapored Deposition)을 통해 얻어진 ZnS에 열간 등방압 가압법(HIP, Hot Isostatic Pressing)을 적용하여 약 20~100 μ m 수준의 결정립 크기를 갖는 다결정 다파장 ZnS 재료를 활용하였다. 본 재료가 연성모드에서 가공될 수 있는 공정 조건을 적용한 SPDT 가공을 수행¹ 하였다. 이후, 전자현미경 및 후방 산란 전자 회절 패턴 분석기 (EBSD,

Electron Backscatter Diffraction)를 활용하여 표면을 분석하고, 간접계 기반의 3차원 표면 측정기를 활용하여 표면 거칠기를 측정했다.

3. 결과 및 고찰

다결정 재료는 단결정의 집합이므로 각 결정립에 대하여 결정학적 구조와 표면 거칠기를 대응시킨 데이터베이스(DB)를 구축할 수 있다. 분석하고자 하는 광학면에 대한 EBSD 분석을 통해 각 결정립의 크기와 결정학적 구조를 확인 후, DB에 기록된 결정 구조에 따른 표면거칠기 값을 대응시킴으로써 표면거칠기를 예측할 수 있다. 광학면에 대한 샘플링 분석 결과를 통계적인 방법을 통해 광학면 전체를 대표할 수 있는 결정구조를 계산한 후, 표면 거칠기 값을 대응시켜 전체 면에 대한 표면 거칠기 값을 예측할 수 있다.

4. 결론 및 향후 계획

본 연구를 통해 대표적인 다파장 광학 재료인 다결정 ZnS의 SPDT 가공을 통해 얻을 수 있는 초정밀 수준의 표면 거칠기를 예측하는 플랫폼을 설계하였다. 향후, 본 설계를 바탕으로 재료와 공정에 대한 분자동역학 (MD, Molecular Dynamics) 시뮬레이션 모델을 구축하여 실험데이터와 비교검증 하고자 한다.

후기

본 연구는 한국기초과학지원연구원(C311000), 한국연구재단 (NRF-2021M3D10A204643713 및 NRF-2023M3C1C1A01098410), 산업통상자원부(20017383)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 최환진 외. (2022). 황화아연 시편의 가공 방법. 특허출원 제10-2022-0080184, 2022.

도어액츄에이터의 사출 성형 조건에 따른 유동 및 변형 특성 분석 Analysis Flow and Deformation Characteristics according to Injection Molding Conditions of Door Actuator

*#차승훈¹, 이찬희¹, 용경중²

*#S. H. Cha(shcha@gbtp.or.kr)¹, C. H. Lee¹, K. J. Yong²
¹경북테크노파크 미래차부품기술센터, ²일진

Key words : Injection Molding, Door Actuator, Flow and Deformation, Computer Aided Engineering

1. 서론

미래차 시장은 안전과 편의 개선에 기여하는 기술의 중요성이 점차적으로 부각되고 있다. 특히 자동차 부품산업은 기계 부품 중심에서 액츄에이터 등 전장 부품 중심으로 전환되고 있어 자동차 부품에서 사출품 비중이 증가하고 있는 추세이다. 본 논문에서는 도어액츄에이터 모듈의 외부 충격으로 보호가 필요한 하우징 커버 제작을 위하여 사출 성형 조건에 따른 유동 및 변형 특성을 분석하여 결함 없는 사출 성형 조건을 제안하였다. Fig. 1은 도어액츄에이터의 하우징 바디 및 커버의 위치를 나타내었다.

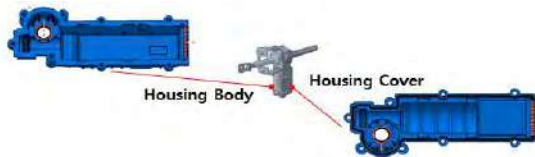


Fig. 1 Position of housing cover of door actuator

2. 하우징 바디

하우징 바디의 결함 없는 제품 제작을 위해 사출 해석을 수행하여 유동 및 변형 특성을 분석하여 최적의 사출 성형 조건을 선정하였다. Fig. 2는 하우징 바디의 사출 성형 해석을 위한 게이트 및 냉각 채널 해석 모델을 나타내었다.

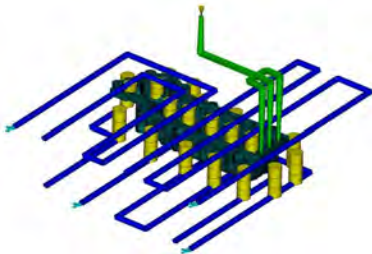


Fig. 2 Analysis model of gate and cooling channel for injection molding of housing body

Fig. 3의 사출해석 결과와 같이 사출 소재 주입 시간은 4.782초가 소요되었으며 변형량 1mm 이하로 예측되어 치수 조건이 만족하는 것을 확인할 수 있었다.

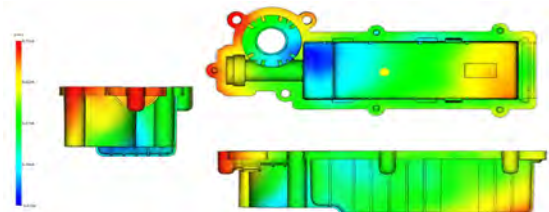


Fig. 3 Deformation at injection molding analysis result of housing body

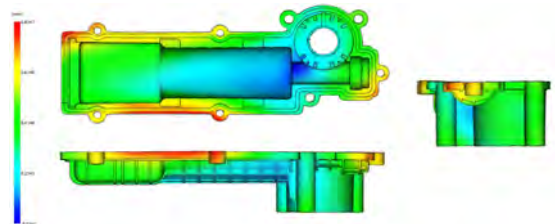


Fig. 4 Deformation at injection molding analysis result of housing cover

3. 하우징 커버

앞서 설명한 사출 성형 공법 설계 방법과 유사하게 하우징 커버의 결함 없는 제품 제작을 위하여 사출 성형 해석 조건을 설정하였고 사출해석을 수행하여 유동 및 변형 특성을 분석하였다. Fig. 4의 사출해석 결과와 같이 사출 소재 주입 시간은 4.891초가 소요되었으며 변형량은 1mm 이하로 예측되어 치수 조건이 만족하는 것을 확인할 수 있었다.

후기

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임. ('20020779')

판재의 굽힘강성 향상을 위한 선택적 레이저 패터닝 공정 최적화에 대한 연구

Research on optimization of selective laser patterning process to improve bending stiffness of plates

*송현호¹, #유재현¹, 양성문¹, 이범무¹, 서진규¹, 허성수¹, 김태연¹, 이태우¹

*H. H. Song¹, #J. H. Yu(jhyu@daegu.ac.kr)¹, S. M. Yang¹, B. M. Lee¹, J. K. Seo¹, S. S. Heo¹, T. Y. Kim¹, T. W. Lee¹

¹대구대학교 기계공학부

Key words : Selective laser patterning, Heat treatment, 4-point bending test, Taguchi method

1. 서론

선택적 레이저 패터닝(Selective laser patterning) 기법은 레이저를 사용하여 재료의 표면을 강화하기 위한 특정 패턴을 입혀 열처리하는 공정이다. 미래 자동차 산업에서 금속 판재에 대한 구조 경량화와 고강도 실현을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 본 연구에서는 판재의 굽힘강성 향상을 위해 DED(Direct Energy Deposition) 장비를 활용하여 선택적 레이저 패터닝 공정을 최적화하는 연구를 수행하였다.

2. 본론

레이저 패터닝 열처리를 위해 1-kW fiber laser 기반의 DED 장비를 사용하였다. Fig. 1은 DED 공정의 레이저 열처리의 개략도 및 판재 및 패터닝의 형상을 나타낸 것이다. 패턴의 최적화를 위해 다구찌 기법을 이용하여 판재의 A구역 각도, B구역 각도, 패터닝 간격을 인자로 하여 3 수준으로 선정하고 L₉ 직교배열표를 사용하여 실험을 진행하였다. 실험은 4점 굽힘시험으로 진행하였으며 실험 결과를 Table 1에 나타내었다.

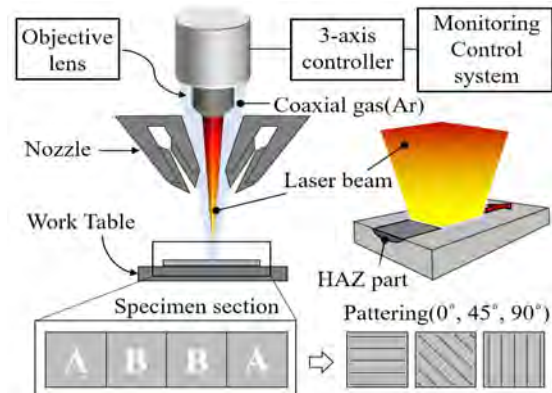


Fig. 1 A schematic diagram of Laser patterning process

Table 1 Bending stiffness value results at 4-point bending test

No.	A angle (°)	B angle (°)	Interval (mm)	Experiment (MPa)
1	0	0	4	1336.4
2	0	45	6	1309.5
3	0	90	9	1306.3
4	45	0	6	1309.6
5	45	45	9	1261.1
6	45	90	4	1240.8
7	90	0	9	1314.6
8	90	45	6	1254.3
9	90	90	4	1228.4

3. 실험 결과

다구찌 기법을 통한 최적의 결과로는 패턴의 인자 수준이 0°, 0°, 4mm일 때 굽힘강성이 1336.4MPa로 가장 뛰어났으며 패터닝 형상이 판재의 수직 방향일 때 효과가 있음을 확인하였다.

후기

본과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학협력 기반 지역혁신사업의 결과입니다.(2022RIS-006)

참고문헌

1. Ion, J., Laser Processing of Engineering Materials: principles, procedure and industrial application, Elsevier, pp. 178-187, 2005.

3D 스캐닝을 활용한 단종 제품 및 복잡한 부품의 역설계 효율화 연구 Research on Reverse Engineering Modularization of Discontinued Products and Deformed Parts using 3D Scanning

*김수민¹, 김병건², 하지호², 박승규², 우승식², #박종규²

*Sumin Kim¹, Byungkun Kim², Ji-ho Ha², Seung-kyu Park², Seungsik Woo²,

#Jong-kyu Park(chong@changwon.ac.kr)²

¹창원대학교 첨단방위공학대학원, ²창원대학교 기계공학부

Key words : 3D scanning, reverse engineering, part reproduction, measurement precision

1. 서론

부품과 가공 톨의 재생산 문제는 군대와 중소기업에서 중요한 이슈로 대두되고 있다. 특히 오래된 부품의 경우 도면상의 정확한 치수 파악이 어려워, 수작업 측정이 필요하게 되며 이로 인해 작업 시간과 비용이 상승한다. 3D 스캐닝 기술은 이러한 문제를 해결하며 정밀도와 신뢰성을 향상시키는 해법으로 제시되었다. 본 연구는 3D 스캐닝의 활용을 중심으로 부품의 역설계 효율성 향상 방법을 탐구한다.

2. 스캐닝의 중요성 및 원리

3D 스캐닝은 제조 및 설계 분야에서 필수 도구로 빠르게 자리잡고 있다. 이 기술은 물리적 부품을 디지털 3D 모델로 변환하여, 역설계 작업의 시간 및 비용을 줄일 수 있다. 스캐닝을 통한 측정은 전통적인 2D 도면보다 더욱 정확하게 부품의 형상과 구조를 파악할 수 있으며, 복잡한 부품에 대해서도 세부 정보까지 정확하게 캡처한다.

3. 연구 목표

본 논문의 핵심 목표는 3D 스캐닝 기술을 활용하여 부품의 역설계 프로세스를 효율적으로 개선하는 것이다. 이를 통해 설계 시간과 비용 절감을 도모하고, 역설계의 정확성 및 생산성을 향상시키는 방안을 제시한다.

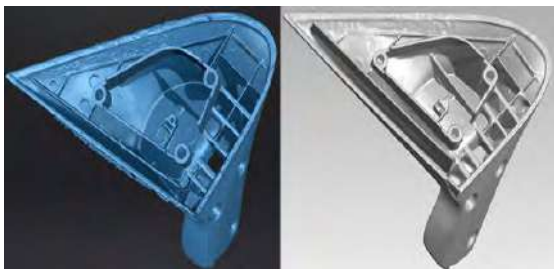


Fig. 1 Surface reconstruction using 3D scanning technology

4. 연구 방법론

본 논문은 기존 수작업 역설계의 문제점 분석, 3D 스캐너 선택 기준 마련, 스캐너 활용 방안 조사, 기존 방식과 3D 스캐닝의 비교 분석, 데이터 후처리 방법 학습, 그리고 3D 스캐닝의 다양한 분야에서의 활용 사례를 중점적으로 조사한다. 3D 스캐닝의 활용은 복잡한 형태의 제품에 대한 측정 시간과 비용을 절감하고, 정확도를 높일 수 있다는 결과를 확인한다.

5. 결론

3D 스캐닝 기술의 도입은 부품 역설계 프로세스의 개선에서 큰 역할을 하며, 이를 통해 측정의 시간과 비용 절감, 정밀도 향상 등의 효과를 얻을 수 있다. 본 연구를 통해 스캐닝의 효과와 활용 가능성을 확인하였으며, 실제 업무 환경에서의 효율성과 성과를 분석하였다. 3D 스캐닝 기술은 복잡한 부품의 재생산에 큰 가능성을 보여준다. 본 연구를 통해 그 활용 가능성과 중요성을 확인할 수 있었다.

후기

본 과제(결과물)는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구 결과입니다.

참고문헌

1. Robin H. Helle, Hirpa G. Lemu, A case study on use of 3D scanning for reverse engineering and quality control, Materials Today: Proceedings 45, 5255-5262, 20212022.

EV Drive Mount Bracket 경량화 사출부품 및 3D 금형개발 연구

A Study on Development of Lightweight Injection Parts and 3D Mold for EV Drive Mount Bracket

*#홍성수¹, 강영임¹, 표정훈¹, 홍성준², 김병주³

*#S. S. Hong(sshong@givet.re.kr)¹, Y. I. Kang¹, J. H. Pyo¹, S. J. Hong², B. J. Kim³
¹(재)경북자동차임베디드연구원, ²(주)엠피코, ³(주)디에스엔프라

Key words : Plastic Composite, Plastic Injection, EV Drive Mount Bracket, 3D Injection Mold

1. 서론

EV(Electronic Vehicle)차량용 Drive Mount는 현재 양산되고 있는 차량의 대부분이 금속소재를 사용하고 있으나 차량의 경량화와 진동전달률(Transmissibility)을 높이기 위해 High Damped 플라스틱 사출 소재가 적용된 Drive Unit Mount Bracket 부품 개발이 필요하다.

2. 형상최적화 및 금형해석

고강성 High Damped 플라스틱 소재가 적용된 플라스틱 사출부품을 개발하기 위하여 사출 흐름성을 높이고 미성형이나 수축 등의 현상을 최소화 시키기 위해 3D 형상적응형 정밀사출 금형을 적용하였고 금형 해석을 수행하였다.

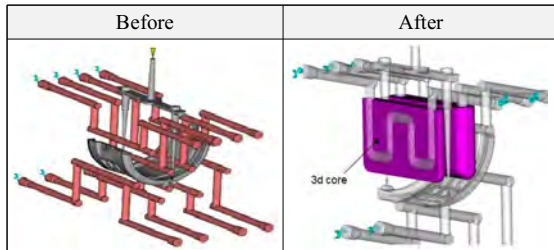


Fig. 1 Proposed 3D injection mold

Base Resin은 PA66이며 해석조건은 실린더 온도 295℃, 사출+보안+냉각 Time 35sec, 보압 7sec/100%의 조건으로 진행하였다.

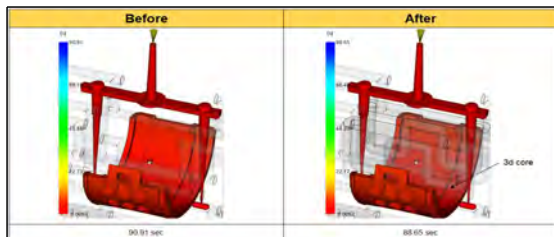


Fig. 2 Time to reach ejection temperature

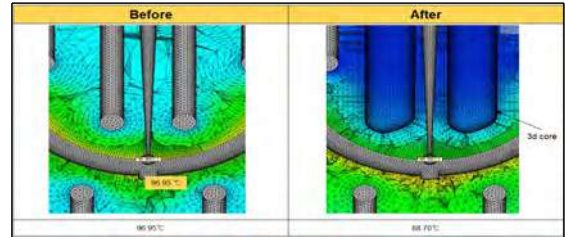


Fig. 3 Temperature of Average



Fig. 4 Y Axial Strain

Table 1 Analysis table of Before vs After

Conditions	Before	After
Fill time	6.73 sec	6.73 sec
Temperature of Average	96.95°C	88.70°C
Time to reach ejection temperature	90.91 sec	88.65 sec
Y Axial Strain	-1.037~1.028 mm	-0.738~0.803mm

3. 결론

설계된 3D 형상적응형 정밀사출 금형은 내측금형의 평균온도를 낮춰서 취출 시간을 약 2초가량 단축시켰으며 특히 Y축 변형은 기존 대비 최대 28.8% 개선된 효과를 확인하였다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부와 중소기업기술정보진흥원의 “지역특화산업육성+(R&D, S3364136)” 사업의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.

MCT Direct Control 인덱스 테이블의 구조적 특성에 관한 연구 A Study on the Structural Characteristics of MCT Direct Control Index Tables

#이종찬¹, *양동호¹, 김창언¹, 김경열²

#J. C. Lee(jclee@kumoh.ac.kr)¹, *D. H. Yang¹, C. E. Kim¹, G. Y. Kim²

¹금오공과대학교 기계설계과, ²대신기계

Key words : MCT, Direct control, Index table, Structure analysis

1. 서론

본 논문에서는 Machining Center Direct Control 인덱스 테이블의 장비 안정성 평가를 위한 방법으로 구조 해석 시뮬레이션을 통해 장비의 기계적 특성에 대해 분석하였다.

2. 시험방법

시험은 Inventor를 이용하여 3D Modeling을 실시하고, Ansys 프로그램을 이용하여 MCT Direct Control 인덱스 테이블의 CAE 해석을 실시하였다. 시험조건은 인덱스 테이블의 자중에 의해 발생하는 하중과 실제 Jig와 가공물의 하중을 고려하였고, 경계조건은 아래의 그림과 같이 나타내었다.

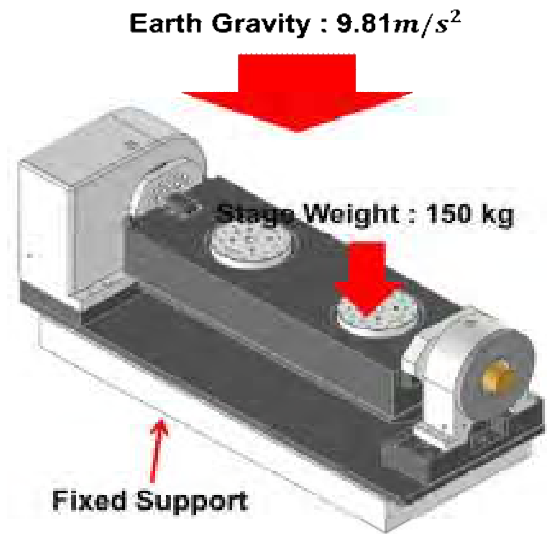


Fig. 1 Boundary Conditions

Table 1 Material Properties

재질명	탄성계수 (GPa)	포아송비	항복강도 (MPa)	밀도 (g/cm ³)
FCD450	172	0.21	460	7.15

3. 시험결과

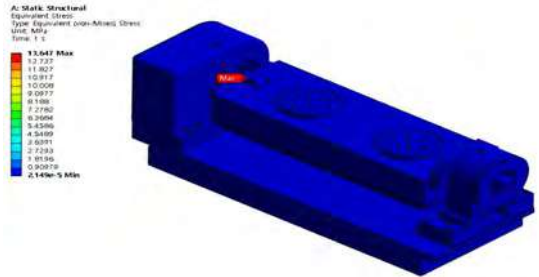


Fig. 3 Result of Max. Stress

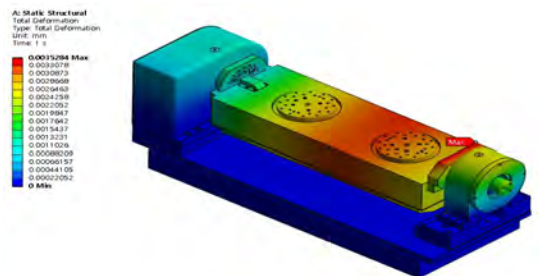


Fig. 2 Result of Max. Displacement

Table 2 Result of Structure Analysis

Max. Stress (MPa)	Max. Displacement (μm)
13.647	3.5284

4. 결론

구조해석 결과 인덱스 테이블의 변위는 최대 3.5284 μm가 발생하였고, 최대 응력은 13.647MPa가 발생하였다. 기계 안전을 기준에 만족하는 결과와 나왔으며 가공 중 이상은 없을 것으로 판단된다.

후기

이 연구는 중소벤처기업부 구매조건부신제품개발사업(과제번호: S3302680)의 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사드립니다.

ResNet을 이용한 지반침하 위험도 예측 방법

Method for Ground Subsidence Risk Prediction using ResNet

*김지법¹, 박준환¹, #문두환¹

*J. B. Kim¹, J. H. Park¹, #D. H. Mun(dhmun@korea.ac.kr)¹

¹고려대학교 기계공학부

Key words : deep learning, hybrid MLP-CNN, ground subsidence, underground pipe

1. 서론

지반 내의 소토 혹은 부분적인 하강은 지반함몰 (ground subsidence)이라 불린다. 서울시에 따르면 2015년부터 2022년까지 서울시에서만 169건의 지반 함몰이 발생되었고 대응 비용으로만 연간 약 40억 원 을 사용하였다. 서울시에서 발생한 지반침하의 경우 자연적 원인에 의한 발생이 아닌 지중시설물의 노후 화와 같은 인공적 원인에 의해 발생한 것으로 보고된 바 있다.

본 연구에서는 지반함몰로 인한 인명 및 재산 피해를 예방하기 위해 지반함몰 위험도를 예측하는 방법을 제안한다. 많은 비용이 발생하는 지구물리적인 탐사 방식을 대체할 수 있도록 딥러닝 기법을 사용하였다. 또한 인공적 원인에 의한 지반침하를 예측하기 위해 도심 지역의 지중매설관로 데이터를 사용하였다.

2. 학습 데이터 제작

관로는 총 6가지 종류가 있고, 지중매설관로의 지반 침하 영향인자로는 노후도를 측정할 수 있는 설치년 도, 환경, 관재질이 있다. 해당 속성값들을 RGB로 변환하여 관로 분포 이미지에 색상을 추가하였다. 속성 가시화된 이미지를 추출하여 위험도 4단계(Low, Moderate, High, Very high)로 분류해 레이블링하였다. 위험도가 가장 낮은 Low는 사고가 발생하지 않은 지 역이다. 이미지 추출에는 Arcgis 소프트웨어를 사용하 였다.

이 때 위험도 Low 데이터의 개수가 전체 데이터 개수의 95% 이상을 차지하기 때문에 데이터 불균형 문제가 발생하는데 이를 해결하기 위해 이미지 회전 및 추가 데이터를 제작하는 데이터 Augmentation 기법 을 사용하였다.

3. ResNet 학습

학습은 두 단계로 진행하였다. 우선 사고 발생 유무 를 구분한 다음 사고가 발생한 지점에 대해서 사고의

위험도를 평가하였다. 1단계인 사고 발생 유무에서 위험도가 Low인 데이터와 나머지 3단계의 데이터를 하나의 데이터로 레이블링하여 분류하였다. 2단계인 사고 위험도 구분에서는 나머지 3단계의 위험도를 나누어 레이블링했다. 그 결과 1단계의 사고 발생 유무 에서는 정확도 86.49%와 macro f1-score 0.86, 2단계의 사고 위험도 구분에서는 정확도 87.95%와 macro f1-score 0.885의 성능을 도출하였다.

4. 결론

본 연구에서는 지반함몰로 인한 피해를 예방하기 위해 ResNet을 통해 지반침하 위험도 예측을 진행하 였다. 그 결과 사고 발생 유무 예측 정확도 86.49%, 사고 위험도 구분 정확도 87.95%라는 높은 성능을 도출했다. 본 연구 결과를 토대로 SOTA 모델인 Vision Transformer를 통해 위험도 4단계를 한번에 예측하는 연구를 진행할 계획이다.

후기

본 연구는 산업통상자원부 탄소저감모델 연계 디지털 엔지니어링 설계기술개발사업(No. RS-2022-00143813) 의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

참고문헌

- 1. Park, J. H., "Machine-learning-based ground sink susceptibility evaluation using underground pipeline data in korea urban area", Sci Rep 12, No. 20911, 2022.

모터 코일 구리 와이어의 변형거동 분석 및 헤어핀 성형공정의 유한요소해석에 관한 연구

A Study on the Deformation Behavior of Copper Wire for Motor Coil and Finite Element Analysis of Hairpin Forming Process

*안지섭^{1,2}, 이상곤¹, 황선광¹, 조아라^{1,2}, 이지원³, #정명식¹

*J. S. An^{1,2}, S. K. Lee¹, S. K. Hwang¹, A. R. Jo¹, J. W. Lee³, #M. S. Jeong(msjeong@kitech.re.kr)¹
¹한국생산기술연구원, ²부산대학교, ³지엠비코리아

Key words : Electric vehicle Hairpin winding process, Finite element analysis, Delamination

1. 서론

구동모터는 전기자동차의 동력 시스템에서 가장 중요한 부품의 하나로 전기자동차의 성능향상을 위해 구동모터의 성능 및 품질향상은 매우 중요하다. 구동모터는 다양한 부품들의 조립체로, 각 부품들의 품질은 구동모터의 전기적, 기계적 특성에 큰 영향을 미친다. 구동모터의 효율을 높이기 위해서는 모터의 가장 큰 손실을 차지하고 있는 동손 저감이 필수적이다. 이를 위한 가장 효율적인 방법으로 제시되고 있는 것이 고정자 권선의 점적을 향상이며, 이를 위해 헤어핀을 적용한 권선방식이 확대되고 있다. 헤어핀은 와이어의 표면에 절연 코팅이 된 평판 구리 와이어로 굽힘 성형으로 요구 형상으로 제조되며, 이후 모터 고정자에 조립된다. 성형된 헤어핀의 품질은 구동모터 조립 공정 뿐만 아니라 완제품 구동모터의 불량률에도 매우 큰 영향을 미친다. 헤어핀 성형 시 굽힘에 의한 국부적인 절연 코팅층 파단, 굽힘 후 스프링백(spiningback)에 의한 치수정도 저하 등 다양한 불량들이 발생할 수 있으며 이러한 불량발생 방식을 통한 품질 안정화가 매우 중요하다.

2. 본론

본 연구에서는 헤어핀 적용 각형 와이어의 변형 메커니즘 분석 및 절연층 손상을 고려한 공정의 유한요소 해석을 진행하고자 한다. 구리 와이어 절연층 손상의 메커니즘을 분석하기 위하여 ARAMIS SRX를 적용한 인장시험을 진행하였으며 와이어의 변형 정도에 따른 절연층 두께 평가를 진행하였다. 구리 와이어 고정단의 접촉방식 및 절연층 파단 임계지점을 고려한 헤어핀 제조공정 유한요소해석을 진행하였다. 헤어핀 성형 유한요소해석을 통해 절연층 손상을 방지하는 면 접촉 형태의 홀더 및 펀치 설계가 필요하며, 구리 와이어 성형 시 와이어의 변형량 뿐만 아니라 와이어의 변형에 의한 스프링백 또한 고려된 헤어핀 제조공정 설계가 필요함을 확인하였다.

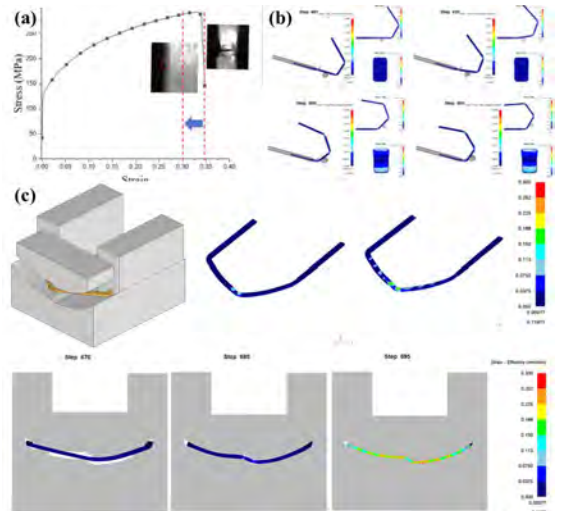


Fig. 1 (a) Flow stress with ARAMIS SRX, (b) FE analysis of 1st bending and (c) 2nd press forming of hairpin wire.

3. 결론

본 연구를 통해 각형 구리 와이어의 변형 중 발생하는 절연층 파괴 임계지점을 확인할 수 있었으며 헤어핀 성형 해석을 통해 절연층 손상과 스프링백이 고려된 공정설계를 진행할 수 있었다.

후기

이 논문은 2023 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 GMB Korea의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.20014421, 탄화수소계열 냉매기반 간접식 중앙집중형 열관리 시스템용 800v급 고효율 전동 압축기 기술 개발)

참고문헌

1. Xue, S. Maximising E-Machine Efficiency with Hairpin Windings; White Paper (Report); motor design Ltd.: Wrexham, UK, 2021; pp. 1-7.

탄소복합재료의 유한요소해석에 관한 연구

A Study on the Finite Element Analysis Of Carbon Composite Materials

*박범수^{1,2}, 최선호^{1,2}, 고상철², #곽이규²

*B. S. Park^{1,2}, S. H. Choi^{1,2}, S. C. Go², #L. K. Kwac(kwac29@jj.ac.kr)²

¹전주대학교 탄소융합공학과, ²전주대학교 기계자동차공학과

Key words : T-Joint, UIN200A, UIN200C, Structural Analysis

1. 서론

탄소복합재료는 요구 물성에 따라 효율적으로 재료 설계가 가능한 것으로 알려져 있지만, 많은 요인에 의해 물성저하가 발생하기 때문에 문제 개선을 위해 관련 연구가 진행되고 있다. 탄소복합재의 신뢰성평가 기법이 아직까지도 정립되고 있는 실정이며 추가적인 신뢰성기법에 대한 연구를 수행하고자 한다.

2. 실험 재료 및 해석조건

열응력해석 검증을 위해 피로시험기를 이용하여 반복하중을 인가하였고, 10Hz속도로 인장강도의 70%에 해당하는 인장하중을 인가하였다. 각 재료, 적층타입별 3개의 시편을 분석하여 각각의 유사도를 확인하였으며, 그 결과 90%이상의 유사도를 확인할 수 있었고, 적층각도를 0/90°로 선정하였다. Mesh Size는 1mm로 Elements 개수는 15,191, Nodes 15,540으로 유한요소해석결과를 비교, 분석하고자 하였다.

Table 1 Results of Thermal Stress Analysis Techniques for Each Material

Material	Orientation of fiber	ΔT at test (°C)	ΔT at Theory	
			Results (°C)	Similarity (%)
UIN200A	0°	0.363	0.365	97.3
	0°/ 90°	0.180	0.187	90.5
	+45°/-45°	0.363	0.372	97.7
UIN200C	0°	0.153	0.152	94.7
	0°/ 90°	0.230	0.224	97.6
	+45°/-45°	0.233	0.236	94.4



Fig. 1 Structural Analysis Requirements for T-Joint

3. T-Joint의 유한요소해석 결과

UIN200A의 T-Joint의 구조해석결과 428.92MPa이 도출 되었으며, 열응력해석결과 391.471MPa의 응력이 도시되어 Stress와 약 91% 유사한 결과를 확인하였다. 또한 UIN200C의 T-Joint의 구조해석결과 356.03MPa이 도출되어 열응력해석결과 326.777MPa의 응력이 도시되어 Stress와 약 92% 유사한 결과를 확인하였다.



Fig. 2 Results of Structural Analysis of UIN200A and UIN200C

4. 결론

구조물인 T-Joint에 대한 열응력해석의 정확성과 신뢰성을 확보한 것으로 판단된다. 열응력해석의 궁극적인 목적은 산업전반에 사용되고 있는 탄소복합재의 응력 상태를 효과적으로 확인하기 위함이며 결과적으로 검증과 응용단계에서 결과의 정확성을 확인하여 적용이 가능함을 확인하였다. 그러나 산업에 적용하기 위해서는 다양한 복합재료 제조 조건에 대한 추가적인 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 탄소연구조(2016R1A6A1A03012069), BK21사업탄소융합혁신인재양성단과 탄소복합재산업 전문인력양성사업(P001700)의 지원을 받아 진행하였음.

참고문헌

- Shin, H. J, "A Study on Impact Strength of CFRP Using Infrared Thermography", Advanced Materials Reserch Vol. 628, pp. 390-935, 2012.

누락된 객체 인식을 위한 보간법 기반 이미지 마스킹 방법론

Interpolation-Based Image Masking Methodology for Missing Object Detection

*하진수¹, 원홍인¹, 김병학¹, 김지욱¹, #장진석¹

*J. S. Ha¹, H. I. Won¹, B. H. Kim¹, J. W. Kim¹, #J. S. Jang(jsjang@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원 대경본부

Key words : Face Detection, Masking, Interpolation, Frame

1. 서론

AI 학습 시에 필요한 데이터들을 취득하는 과정에서 개인정보가 누출될 위험이 크다. 이미지 데이터들은 실수로 캡처된 사람들이 존재할 수 있어 추가적인 처리가 필요하다.⁽¹⁾ 최근에는 자율 주행 자동차의 카메라로부터 수집된 이미지에는 많은 사람들이 포함되어 개인정보 보호를 위한 마스킹 처리가 중요하다. 또한, 드론으로 촬영한 경사 영상과 같은 데이터에는 왜곡에 의해서 사람이 등장하게 되면 미탐지될 가능성이 높다. 본 연구에서는 프레임 보간을 활용한 객체 인식이 누락될 경우를 보완하는 기법을 제안하였다.

2. 마스킹 처리 과정

객체 인식 알고리즘을 활용하여 각 프레임에서의 객체들의 Bounding box 좌표 수집을 진행하였다. 객체 인식이 누락될 경우 이전 프레임을 활용한 보간으로 누락된 프레임을 예측하였다. 연속된 프레임이 누락될 때는 보간으로 얻어진 예측 프레임을 포함하여 다음 시점의 프레임을 예측하는 방식을 적용하였다. Fig. 1은 해당 과정에서 객체 인식이 누락될 경우 누락된 객체에 마스킹이 이루어지는 방식을 나타내었다.

3. 마스킹 처리 결과

객체 인식 알고리즘에서 미탐지한 객체들이 마스킹 처리가 이루어져 있는지 분석하였다. Ground truth 정보를 바탕으로 기존 알고리즘 실행 시 객체 인식이 누락된 객체 정보를 수집하였다. 다음으로 마스킹 처리가 이루어진 객체 정보를 수집하여 Ground truth 정보와 비교하여 마스킹이 이루어졌는지 판단하였다.

4. 결론

객체 인식 알고리즘 실행 후 미탐지된 객체들을 마스킹 처리하는 기법을 제안하였다. 적용 전후의 알고

리즘 실행 속도 비교와 미탐지된 객체에 대해서 마스킹 처리가 이루어졌는지 분석하였다. 미탐지된 객체에 대해서 객체의 예상 경로를 추정하여 마스킹 처리가 이루어지는 것을 확인하였다.

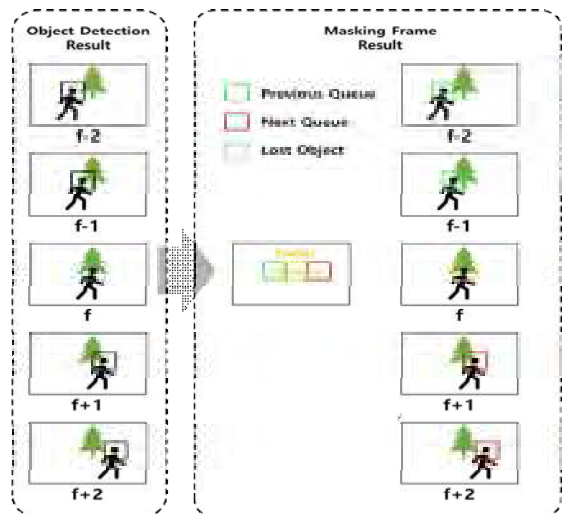


Fig. 1 Missing frame masking processing procedure

후기

본 논문은 한국생산기술연구원 기본사업 "딥러닝 기반 드론 영상의 도심지 모니터링 및 안면 탐색·마스킹 기술 개발 (1/1) (KITECH JB-23-0010)" 의 지원으로 수행한 연구입니다.

참고문헌

1. Shokri, R., Shmatikov, V., "Privacy-preserving deep learning", Proceedings of the 22nd ACM SIGSAC conference on computer and communications security, pp. 1310-1321, 2015.

생체 모방 로봇의 구조에 따른 가변 기어비 개선 연구

Study on Improving Variable Gear Ratio According to the Structure of the Biomimetic Robot

*조익현¹, 김종호^{#2}

*I. H. Jo¹, #J. H. Kim(jonghokim@kmu.ac.kr)²

¹계명대학교 기계공학전공, ²계명대학교 자동차공학전공

Key words : Biomimetic Robot, Variable Gear Ratio, Numerical Simulation

1. 서론

살아있는 생물의 행동이나 구조에서 영감을 얻어 모사한 생체 모방 로봇은 수많은 로봇 연구 분야 중에서 관심이 점차적으로 높아지고 있는 분야이다^[1]. 특히, 분산 구동 메커니즘은 손가락의 움직임을 모사한 생체 모방 로봇으로 효과적이고 효율적인 로봇의 움직임이 가능함을 보였다^[2].

본 연구는 분산 구동 메커니즘의 구조적 기어비(SGR)를 향상시키고자 파라메트릭 연구를 수행하였다. 이를 입증하기 위해 다물체 동역학 해석 모듈을 이용한 수치적 시뮬레이션을 수행하였다.

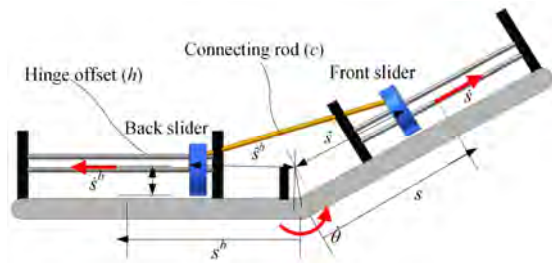


Fig. 1. Diagram of the distributed actuation mechanism

2. 기어비 설계

생체 모방 로봇인 분산 구동 메커니즘은 슬라이더가 가이드를 따라 움직이며 링크가 회전하도록 고안되었으며, Fig. 1과 같이 다물체 동역학 해석 모듈(RecurDyn)을 이용하여 설계하였다.

Connecting rod의 길이(c)와 Front slider와 Back slider의 위치(s, s^b)를 통해 유도한 구조적 기어비는 다음과 같다^[2].

$$\hat{s} = s - h \tan(\theta/2);$$

$$\hat{s}^b = s^b - h \tan(\theta/2);$$

$$s^b = \sqrt{(c)^2 - (\hat{s} \sin \theta)^2} - \hat{s} \cos \theta; + h \tan(\theta/2);$$

$$SGR = \frac{\dot{\theta}}{w} = \frac{\cos \theta (s^b - h \tan \frac{\theta}{2}) + (s - h \tan \frac{\theta}{2}) L}{h \cos \theta (s + s^b) + \sin \theta (s s^b - h^2)} \frac{L}{2\pi}$$

기존 80mm의 Connecting rod를 75mm에서 90mm까지 변경했을 때 SGR_{max/min}(SGR의 최소 대비 최대 비율)의 최소값은 4.16이며, 최대값은 4.5로 Connecting rod의 길이와 비례하는 결과를 도출했다.

또한 hinge offset(h)을 기존 15.5mm 기준 ±20mm 변경했을 때, 최대와 최소값이 각각 3.82, 3.57로 h의 위치가 13.5mm일 때 SGR_{max/min}이 가장 높은 것을 확인할 수 있었다.

3. 결론

본 연구에서는 분산 구동 메커니즘을 다물체 동역학 해석 모듈과 수치적 시뮬레이션을 이용하여 Connecting rod와 Hinge offset 길이 변화를 통해 기어비의 변화를 분석했다. 이를 통해 분산 구동 메커니즘의 가변 기어비 향상을 위한 설계 방법을 제시했다.

후기

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. RS-2022-00166791).

참고문헌

1. Fengyi Liu, Study on Biomimetic Design of Anthropomorphic Robot Hand, Wiley-Interscience Publication, pp. 1-2, 2012.
2. Kim, J. H., & Jang, I. G., "Optimization-Based Investigation of Bioinspired Variable Gearing of the Distributed Actuation Mechanism to Maximize Velocity and Force," IEEE Robot. Autom. Lett., Vol. 5, No. 4, pp. 6326-6333, 2020.

다중흡입팬을 사용한 공기정화 시스템의 풍량 제어 연구

A Study on Air Volume Control in an Air Purification System using Multiple Suction Fans

*차인표¹, 정택언¹, 윤현준¹, #최철준¹

*I. P. Cha¹, T. E. Jung¹, H. J. Yun¹, #C. J. Choi(cjchoi@keti.re.kr)¹

¹한국전자기술연구원

Key words : Filter, Dust, Air Purifier, Public Facility, Fan

1. 서론

다중이용시설 등의 실내공기질관리법이 중요해짐에 따라 다중이용시설의 공기정화 시스템 수요가 증가되고 있다.

본 연구에서는 다중이용시설 면적 내 미세먼지를 공기 정화하는 공기정화 시스템의 다중 팬 풍량의 제어에 관한 연구를 진행하였다.

2. 다중 흡입팬 설계

공기정화 시스템으로 외기(미세먼지)를 흡입할 다중 팬의 설계를 진행하였다. 설계는 구조설계 프로그램인 CATIA V6를 활용하여 진행하였다. Fig. 1은 다중이용시설의 큰 면적을 커버하기 위하여 4개의 팬을 2개씩 병렬로 설치한 설계도 이다.

본 연구에서는 팬 회전 시의 유동흐름 간섭과 팬 모터를 약, 중, 강 의 파워로 제어하였을 때의 유속을 비교해보고자 한다.

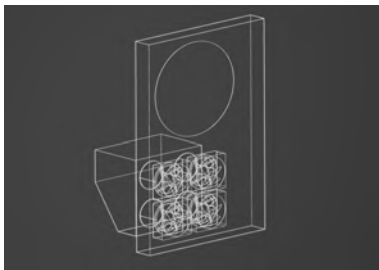
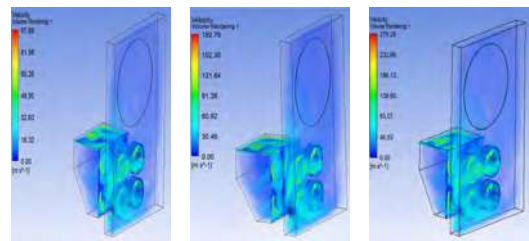


Fig. 1 Fan design in air purification system

3. 다중 흡입팬 유동해석 수행

해석에 사용된 팬은 3,500 RPM의 회전 속도를 갖고 있으며 설계 유량은 166 CFM 이다. 팬 제어를 공기정화 시스템의 풍량 약, 중, 강 3단계의 시스템으로 제어하기 위해 팬의 회전속도를 최대속도에서 33%인 1,155 RPM, 66%인 2,310 RPM, 100%인 3,500 RPM 로 제어하여 CFD 해석을 진행해 보았다. 유동해석은 Ansys

Fluent 14.5를 사용하였다. 공기정화 시스템 내 팬이 작동하였을 때 외기 흡입 후 유동의 궤적을 Fig. 2 에 나타내었다.



(a) 1,155 RPM (b) 2,310 RPM (c) 3,500 RPM

Fig. 2 Speed distribution according to fan speed changes. Multi angle dust collector

4. 결론

본 연구를 통하여 팬의 회전수에 따라 외기(미세먼지)가 흡입구에서 와류가 생기면서 공기가 흡입되는 것을 볼 수 있었으며 outlet 부분인 공기정화 필터 모듈 까지 흡입되는 것을 확인할 수 있었다. 다만 100%의 RPM으로 가동 시 전기집진 공기정화 시스템의 흡입 조건 유속보다 높을수도 있어보여 이를 조절 할 필요가 있다.

후기

본 연구는 2022년도 중소벤처기업부의 기술개발사업에 지원에 의한 연구임. [RS-2022-00140400]

참고문헌

1. S. R. Kim, "Flow Simulation for the Air Cleaner With a Swirl Fan", KSCFE, pp. 29-29, 2021.
2. H. J. Yoon, S. Y. Lee, Y. S. Lee, & J. H. Park, "A Study on CFD According to the Number of Blades and Rotation of a Ceiling Air Purifier Fan", KSMPE, pp. 135-135, 2021.

K계열 전차용 주포 고저멈치 개선 방안 연구

Research on Ways to Improve the Mechanism for Preventing Sagging of main Guns for K-series Tanks

*이우섭¹, 김대언¹, 서영주¹, 김태진¹

*W. S. Lee¹, D. U. Kim¹, Y. J. Seo¹, T. J. Kim¹

¹육군종합정비창 정비기술연구소

Key words : Preventing sagging, Main guns, Connection link

1. 서론

K계열 전차는 주포의 높이가 지면으로부터 170cm보다 낮으면 사람이나 차량이 충돌하여 사고를 유발할 수 있기 때문에 훈련이나 기동 후 주포를 수평으로 유지할 수 있도록 하고 있다. 주포는 유압의 힘으로 고정되어 있으며 누유나 유압계통의 문제로 인하여 처짐이 발생할 수 있는데 이런 문제점을 보완하기 위해 고저멈치가 설치되어 있다. 하지만 현재 장착된 고저멈치는 지면에서의 최저 높이가 170cm로 설계되어 있기 때문에 개선할 필요가 있으며 높이의 개선을 위해 연결링크를 추가하고 구조해석을 진행하여 사고위험을 줄일 수 있도록 하였다.

2. 주포의 높이와 처짐



Fig. 1 Main guns sagging

Fig. 1은 주포의 높이가 170cm일 때 사고위험이 높을 수 있으며, 250cm일 경우 안전하다는 것을 나타내고 있다. 누유에 의해 처짐이 발생할 것을 대비하여 Fig 2와 같이 안전장치 개선이 필요하다.

3. 개선방안

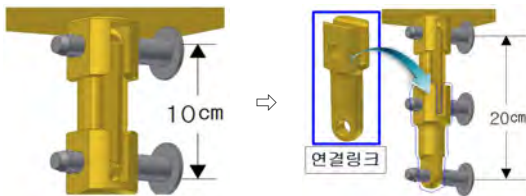


Fig. 2 Add connection link for Preventing Sagging

4. 구조해석

고저멈치 개선을 위해 연결링크를 설치하였으며, 구조해석을 통해 안전율과 응력을 확인하여 안전성을 확인하였다. 주포의 무게를 고려한 고저멈치에 작용하는 하중은 약 190kgf로 확인되었다.



Fig. 3 Check the load on the connection link

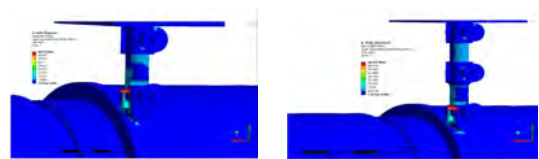


Fig. 4 Structural analysis results

포에 가해지는 하중의 변수를 3종류로 가정하여 구조해석을 진행하였으며, 그 결과 최대응력과 안전계수는 개선후의 고저멈치가 우수한 것으로 확인되었다.

Table 1 Stress & Safety factor

Weight	2,000N	3,000N	5,000N
Stress(before)	68MPa	102MPa	170MPa
Stress(after)	62MPa	93MPa	155MPa
Safety factor	4.02	2.69	1.61

5. 결론

구조해석 결과 개선전과 비교하여 응력은 약 10% 정도 감소했기 때문에 주포의 처짐에 대한 안전장치로 사용가능할 것으로 판단된다. 하지만 실제 정비와 야전 운용환경의 진동, 충격 등을 고려한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

새로운 형태의 연기 흡입구 개발 및 성능 최적화 연구

Design and Optimization of a New Type of BBQ Smoke Exhaust Pipe

*이용호, 강정수, #육세진

*Y. H. LEE, J. S. Kang, #S. J. Yook(ysjnuri@hanyang.ac.kr)

한양대학교 기계공학부

Key words : Indoor air quality, COVID-19, Number concentration, Ventilation

1. 서론

최근 전세계적인 코로나19의 확산으로 인해 많은 사람들이 바이러스에 감염되었다. 감염자가 기침하거나 대화할 때 바이러스가 포함된 침방울이 발생하며, 침방울의 크기에 따라 비말감염과 공기감염의 형태로 다른 사람들에게 바이러스가 전파될 수 있다. 특히 공기감염을 일으킬 수 있는 5um보다 작은 크기의 입자는 실내 기류를 타고 비교적 먼 거리에까지 확산되어 불특정 다수의 사람들에게 바이러스 감염을 일으킬 수 있다. 이러한 공기감염에 의한 바이러스 감염 확률을 줄이기 위해 많은 사람들이 실내에서 마스크를 착용해 왔다. 그러나 마스크 착용에 제약이 있을 수 밖에 없는 음식점이나 커피숍 등 많은 사람들이 마스크를 착용하지 않고 머무는 실내 공간에서 바이러스 전파 사례가 많이 보고되었다. 본 연구에서는 많은 사람들이 모이는 장소 중에서 특히 고깃집을 고려하였는데, 고깃집에서는 조리 시 발생하는 유독한 연기를 흡입하기 위한 연기 흡입구가 많이 설치되어 사용되기 때문이다. 기존에 널리 사용되고 있는 연기 흡입구는 고기를 구울 때 발생하는 해로운 물질을 흡입하는 데에 특화되어 있으나, 사람들이 대화하거나 기침할 때 발생하는 침방울을 흡입하는 데에는 한계가 있는 구조이다. 따라서 본 연구에서는 조리 시 발생하는 연기뿐만 아니라 식탁에 앉아서 대화 또는 기침하는 사람들로부터 발생하는 침방울도 동시에 효과적으로 흡입할 수 있도록 하기 위하여 새로운 형태의 연기 흡입구를 개발하고 그 성능을 최적화하였다.

2. 수치해석 방법

새로운 형태의 연기 흡입구 내부와 그 주변 공간에서의 유동을 해석하기 위해 상용 CFD 코드인 ANSYS FLUENT를 사용하였다. 유동 해석 후, 고기를 굽는 과정에서 발생하는 연기 및 식탁에 앉은 감염자의 입에서 토출되는 침방울의 확산에 따른 입자의 수농도 분포를 해석하기 FLUENT의 Used Defined Scalar (UDS)를 활용

하였다. 연기 흡입구의 형상을 결정하는 여러 형상 변수들의 수치를 변경해 가면서 연기 흡입구에 의한 연기 및 침방울 입자의 흡입 성능을 파악하였다.

3. 결론

본 연구에서는 새로운 형태의 연기 흡입구를 개발하고 그 형상을 최적화하였다. 이를 통해 고기를 구울 때 발생하는 연기뿐만 아니라 식탁에 앉아 있는 사람 기침 또는 대화할 때 발생하는 침방울을 효과적으로 흡입할 수 있는 성능을 확인하였다. 본 연구에서 개발된 새로운 형태의 연기 흡입구를 사용하면 고깃집 등 연기 흡입구가 많이 사용되는 형태의 실내 공간에서 바이러스 확산을 저감하는 데 크게 도움될 것으로 기대된다.

후기

This research was supported by public demand based innovative product development and demonstration project (NRF-2021M3E8A2100390).

참고문헌

1. Lee J., Park S. H., An, I. H., Kim Y. W., Yook, S. J., "Investigation of the Optimal Operating Position of an Air Cleaner in Terms of Indoor Air Quality in a Four-Bed Hospital Ward," *Toxics*, Vol. 10, No. 7, pp. 360, 2022.
2. Na H.W., Lee S.B., "Optimal Design of Air Purifier Flow System based on Design Parameter Correlations," *Transactions of the KSME*, Vol. 20, No. 3, pp. 795, 2020.

전동차 열차풍에 의한 배기실 및 급기실의 처리 유량 변화 예측 연구

A Study on Airflow Variation in Exhaust and Supply Compartments Due to Piston Effect

*강현민, 성기봉, 안익현, 이용호, 마수창, #육세진

*H. M. Kang, G. Sung, I. H. An, Y. H. Lee, S. C. Mah, #S. J. Yook(ysjnuri@hanyang.ac.kr)
한양대학교 기계공학부

Key words : Tunnel, Subway, Piston effect, Ventilation

1. 서론

지하철 터널 내에서는 열차의 주행으로 인해 선로와 바퀴 간 마찰 및 송전선과 팬토타이프 간 마찰로 인해 미세먼지가 발생하며, 이는 전동차 객실 내부 및 승강장으로 유입될 수 있다. 이는 승객의 건강에 치명적일 수 있으므로, 각 지하철 역사마다 환기시설이 배치되어 터널 내의 미세먼지 농도를 낮추고 있다. 그러나 환기시설 내부의 유동은 열차의 주행 및 정차에 따라 계속해서 변화하므로, 효과적인 터널 환기를 위해서는 열차의 주행 변화에 맞춰 환기 유량을 조절하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 CFD 동적 해석을 활용하여 전동차의 주행에 따른 피스톤 효과를 조사하고, 전동차의 주행 상황에서 발생하는 열차풍과 역에서의 정차 및 출발 상황에 대한 가감속을 고려한 해석을 진행하여 환기실 내 처리 유량 변화에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 수치해석 방법

지하철 전동차의 운행 간격에 따른 환기시설의 유량 변화를 확인하기 위해 ANSYS FLUENT Release 18.1을 사용하여 시뮬레이션을 통한 분석을 진행하였다. 인접한 두 개의 지하철 역 근방에 위치한 두 개의 환기실, 그리고 역 사이에 존재하는 하나의 급기실을 고려하였다. 각 환기실에서는 MRF(Moving Reference Frame)을 이용하여 실제 처리 유량에 맞춰 환기팬의 유동을 구현하였으며, 급기실에서는 외부 공간으로부터의 공기 유입 상황을 조사하였다. 또한 UDF(User Defined Function)을 이용하여 복선의 열차가 각 역에 정차하고 출발하는 상황을 고려하였다.

3. 결론

지하철 터널 내 열차풍에 의한 피스톤 효과로 인하여 전동차 앞편과 뒤편은 상대적 고압 영역과 저압 영역으로 나뉜다. 이러한 피스톤 효과로 인하여 열차가 환기실

에 접근 시 기존 정격유량인 640 CMM보다 최대 83% 증가한 1174 CMM의 처리 유량이 발생되었으며, 전동차 진입 후에도 터널 내 잔여 유량의 영향으로 18% 증가한 757 CMM 수준을 유지하는 것으로 예측되었다. 복선의 열차가 진입할 때, 자연 급기실에서 외부로부터 터널 내부로 들어오는 유량과 터널 내부에서 외부로 빠져나가는 유량은 각각 2913 CMM, 2721 CMM인 것으로 예측되었다.

후기

This research was supported by public demand based innovative product development and demonstration project (NRF-2021M3E8A2100390).

참고문헌

1. Camelli, F. E., Byrne, G., & Löhner, R. (2014). Modeling subway air flow using CFD. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 43, 20-31.

상대습도에 따른 전기집진 특성에 관한 연구

Study on Characteristics of Electrostatic Precipitation According to Relative Humidity

*마수창, #황석주, #육세진

*S. C. Mah, S. J. Hwang, #S. J. Yook(ysjnuri@hanyang.ac.kr)

한양대학교 기계공학부

Key words : Electrostatic precipitator, Relative humidity, Ion mobility, Collection efficiency

1. 서론

미세먼지는 대기 중에 부유해 있는 입자상 물질이며, 그 작은 크기로 인해 호흡기에서 잘 걸러지지 않고 인체 깊숙이 침투하여 심혈관계 질환 등을 유발할 수 있다. 높은 미세먼지 농도는 심혈관계 질환 및 사망률 증가에 영향을 줄 수 있다는 연구 결과가 다수 발표되면서 전세계적으로 미세먼지 배출 저감을 위한 노력이 지속되고 있다. 전기집진기는 다른 집진 장치에 비해 동력 소모가 적고 낮은 유속에서 초미세먼지 집진 효율이 매우 높다는 장점이 있어 석탄 화력발전소를 비롯한 다양한 산업 분야에서 사용되고 있다. 전기집진기의 성능을 개선하기 위한 다양한 연구가 진행되었는데, 주로 방전극의 형상이나 소재 등이 전기집진기의 효율에 미치는 영향에 집중되었다. 형상 및 소재에 따른 전류-전압 특성, 집진 효율을 분석한 다수의 연구 결과가 보고되었으나, 상대습도의 영향에 대해서는 알려진 바가 많지 않다. 본 연구에서는 상대습도가 전기집진기의 방전 특성 및 집진 효율에 미치는 영향을 분석하였다. 수치해석을 통해 상대습도에 따른 전기집진기 내의 이온 이동도, 공간 전하 밀도의 변화를 분석하였고 집진 효율에 미치는 영향을 파악하였다.

2. 수치해석

본 연구에서는 실린더형 집진판에 중력 반대 방향의 유동에 평행한 방향으로 배치된 톱니 형상의 방전극이 사용된 전기집진기를 고려하였다. 전기집진기 내의 전기장, 전류밀도, 공간 전하 밀도 분포 등의 전기적 특성을 비롯하여 정전기력에 의한 입자의 움직임을 모사하기 위해 상용 CFD 해석 코드인 ANSYS FLUENT를 사용하였다. 상대습도에 따른 공기 중 수증기의 비율을 모사하기 위하여 Species Transport 모델을 사용하였다. 전기집진기 내의 전기적 특성을 모사하기 위해 MHD 모델을 이용하였으며 전기장과 전하 밀도 분포를 정확하게 모사하기 위하여 User Defined Function

(UDF)를 이용하였다. 상대습도를 변화시켜 가면서 전기집진기 내의 전기적 특성 및 입자 거동 특성을 분석하였으며 집진 효율에 미치는 영향을 파악하였다.

3. 결론

본 연구에서는 상대습도에 따른 전기집진기 내부의 전기적 특성, 유동 특성 등을 분석하였다. 상대습도가 변화함에 따라 이온 이동도, 공간 전하 밀도, 전류 밀도 등이 달라지며 이는 전기집진기 내의 방전 특성 및 유동장에도 영향을 미친다. 따라서 전기집진기의 운용에 있어 최적의 습도를 유지함으로써 높은 성능을 유지할 수 있는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과가 전기집진기가 사용되고 있는 많은 산업 분야에서 참고자료로 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

후기

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20217010100110).

참고문헌

1. Q. C. He, P. J. Li, W. E. Wilson and R. S. Chapman, "Effects of air pollution on children's pulmonary function in urban and suburban areas of Wuhan People's Republic of China," Arch. Environ. Health. Vol. 48, pp. 382-391, 1993.
2. S. J. Hwang, S. Y. Hwang, H. J. Kim and S. J. Yook, "Optimization of Sawtooth Electrode for Improving Collection Efficiency of Electrostatic Precipitator," IEEE Trans. Ind. Appl, Vol. 59, No. 1, pp. 465-472, 2023.

기지상 결정 방향성의 단축 인장 미세 거동에 대한 영향성

Effects of Crystallographic Orientations of Matrix Phase on

Micro-mechanical Behavior under Uniaxial Tension

*손영균¹, 김동현¹, 이화섭¹, 정희연¹, 이석빈², #전은채¹

*Y. K. Son¹, D. H. Kim¹, H. S. Lee¹, H. Y. Jeong¹, S. B. Lee², #E. C. Jeon(jeonec@ulsan.ac.kr)¹

¹울산대학교 첨단소재공학부, ²울산과학기술원 신소재공학과

Key words : Micro-mechanical behavior, two-phase composites, viscoplasticity, Fast Fourier Transform

1. 서론

두 종류 이상의 상으로 이루어진 복합재에서 입자 상의 분율과 형태와 같이 형상학적 특성 변화를 통해 강도와 연성의 기계적 특성 향상을 위한 연구가 수행 되어왔다.^[1] 형상학적 특성 뿐만 아니라 입자상과 기 지상의 결정 방향성이 외부 경계 조건에 의한 복합재 의 응력과 변형 분포에 영향을 미치는 주요 인자로 작용한다. DP980강에서 인장 조건에서 페라이트 기지 상의 결정 방향성에 따라 페라이트와 마르텐사이트 결정 주위 응력과 변형 분포의 불균일성에 영향을 미 치기 때문에 결정립계 분리에 영향을 주는 주요 인자 로 작용함이 연구되었다.^[2] 복잡한 형상의 3차원 복합 재 미세구조에서는 입자의 위치와 접촉 정도에 따른 형상학적 복잡성이 증가하기 때문에 결정 방향성과 기계적 거동 사이의 관계성을 조사하기에 어려움이 있다. 기지상의 결정 방향성과 기계적 특성 관계성만 을 조사하기 위해 입자상이 정규 위치에 놓인 3 종류의 단순 입방, 체심 입방 및 면심 입방 구조의 이상 복합재 미세구조를 대상으로 단축 인장 전산모사를 수행하였 다.

2. 단축 인장 전산모사 준비

이상 복합재에서 입자상의 중심을 단순, 체심 및 면심 입방 위치에 놓고 동일한 속도로 크기를 증가시 키는 Voronoi 알고리즘을 통해 디지털 미세구조를 준 비하였다. 입자상에 FCC 슬립 시스템의 기지상에 비 해 2배 높은 인장 강도를 가진 BCC 슬립 시스템을 할당하여 기계적 특성에 차이를 가진 이상 복합재 물 성을 나타내었다. 입자상에는 Bunge-Euler angle ($=\phi_1, \phi_2$)이 (0°, 0°, 0°)인 Cube 방위를 할당하였으며, 기지상은 랜덤한 방향성을 나타내는 집합 조직에서 방위 5개를 무작위로 선택하여 할당하였다. 준비된 이상 복합재 미세구조에 z축으로 단축 인장 경계 조건

에서 점소성 기계적 전산모사를 고속 푸리에 변환에 기반한 점소성 모델로 수행하였다.

3. 단축 인장 점소성 거동

기지상이 Cube 방위를 가질 때의 조건과 변화된 방위 조건에서 점소성 기계적 특성을 비교 분석하였 다. 모든 방위 조건에서 이상 복합재의 총 변형량은 동일하였으나, 기지상의 방위가 변함에 따라 총 응력 양이 낮은 입자상 분율에서 크게 영향을 받는 것을 확인하였다. 이 결과는 동일한 구조와 입자 분율을 가지더라도 각 상에 분포하는 응력과 변형 양의 평균 이 기지상의 방위에 따라 변화에 원인이 있다. 각 상에 분포하는 응력과 변형을 관찰함으로써, Cube 방위에서 나타난 공간 분포의 대칭 특징이 기지상의 방위 변화에 따라 비대칭성으로 변화하였음을 확인하였다.

후기

이 논문은 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재 단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업의 결과입니 다.(2019R111A3A01054545)

참고문헌

1. Y. Li, K.T. Ramesh, "Influence of particle volume fraction, shpae, and aspect ratio on the behavior of particle-reinforced metal-matrix composites at high rates of strain", Acta Mater, Vol. 46, pp. 5633-5646, 1998.
2. D. Kim, E. Kim, J. Han, W. Woo, S. Choi "Effect of microstructural factors on void formation by fer-rite/martensite interface decohesion in DP900 steel under uniaxial tension", Int. J. Plast., Vol. 94, pp. 3-23, 2017.

저반동식 시스템의 발사시 충격하중의 실험 및 해석에 관한 연구

A Study on the Experiment and Analysis of Impact Loads at Low-Recoil Launch System

*권기남¹, #김재실¹, 이훈¹, 주예현¹

*G. N. Kwon, #C. S. Kim(kimcs@changwon.ac.kr), H. Lee, Y. H. Ju

¹창원대학교 기계공학과

Key words : Low-Recoil, Impact Loads, ANSYS Explicit Dynamics

1. 서론

본 연구에서는 저반동식 발사 시스템에서 발사 시 발생하는 반동을 실험을 통하여 측정하고 이를 ANSYS Explicit Dynamics 해석과 비교하고자 한다.

2. Experiment on Impact Loads

본 실험에서는 발사 시스템, 거치대, 로드셀을 Fig. 1과 같이 구성하였다. 장약이 폭발하면 발사 시스템에 부착된 로드셀을 통해 충격하중을 측정하였다.



Fig. 1 Compose of Impact Loads Test

Table. 1은 각각 좌측, 우측 로드셀에서 측정된 최대 충격하중이다.

Table 1 Result of Impact Loads Test

	Max Impact Load[N]
Left	15,517
Right	14,894

3. Explicit Dynamic Analysis

해석을 위하여 실제 발사 거치대의 형상대로 발사 시스템, 발사물, 거치대, 로드셀을 Fig. 2과 같이 모델링을 하였다.

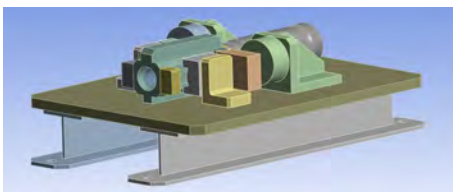


Fig. 2 Modeling of Low-Recoil Launch System

장약 폭발 시 순간적으로 발생하는 최대압력 257.07MPa이 발사물에 작용하도록 설정하였고 이때 로드셀에 측정되는 최대 충격하중이 0.8ms 시간에 일어난다고 가정하고 종료 시간도 이와 같이 설정하고 해석을 진행하였다.

4. Result of Simulation

해석 결과 좌측, 우측에 로드셀에 걸리는 최대 충격하중은 각각 약 14,987N과 16,123N으로 나타났다. 이는 실험에서 측정된 충격하중 측정값과 유사하게 나타난다.

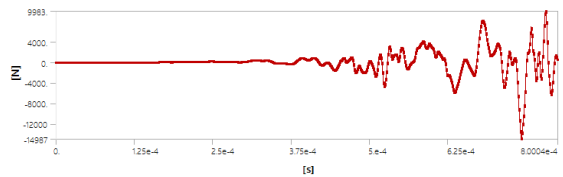


Fig. 3 Result of Impact Load on Left Load Cell

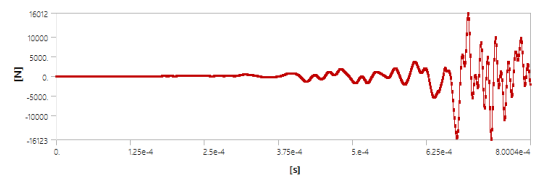


Fig. 4 Result of Impact Load on Right Load Cell

5. 결론

실험에서 측정된 충격하중 측정값과 ANSYS Explicit Dynamics을 이용한 해석을 통해 예측한 충격하중 예측값이 유사하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 해석 방법을 통해 추후 저반동식 발사 시스템 부품 설계 변경에 있어 필요한 후속 데이터를 얻는 데에 활용될 것으로 예상되며 추후 발사물의 속도해석을 진행할 필요가 있어 보인다.

비상디젤발전기 매연저감장치의 스포일러에 관한 연구

A Study on the Spoiler of the Diesel Particulate Filter of Emergency Diesel Generators

*이훈, #김재실, 하능교, 구하운

*H. Lee, #C. S. Kim(kimcs@changwon.ac.kr), N. K. Ha, H. Y. Gu
 창원대학교 기계공학부

Key words : DPF, Numerical Analysis, Diesel, PM

1. 서론

비상디젤발전기의 매연저감장치의 입구에 가이드 베인을 부착하면 엔진의 연소 효율이 증가하여 매연저감 효율 증대를 기대할 수 있다. 가이드 베인 부착 시에는 가이드 베인 내의 블레이드로 인해 와류가 발생하는데 이로 인한 불균일한 유속이 불가피하다. 이는 가이드 베인 뒤쪽에 스포일러를 부착하여 유체의 흐름을 변형시켜 개선이 가능하다. 본 연구에서는 CFD 해석을 통하여 스포일러가 불균일한 유속의 개선에 영향을 얼마나 끼치는지 파악하고자 한다.

2. 모델링 및 경계조건

본 연구에서 사용된 해석 모델은 실제 매연저감 집진기를 단순화한 형상으로 Fig. 1은 입구 가이드 베인만 부착된 모델, Fig. 2는 입구 가이드 베인과 스포일러가 부착된 모델을 나타낸 것이다.

유동장의 물성은 공기(Air)로 설정하였으며, 매연저감장치의 입구의 질량 유량(Mass flow)은 실제 사용되는 값인 28m³/min 기준으로 0.572kg/s로 설정하였다. 출구 조건은 Outflow로 설정하였다.

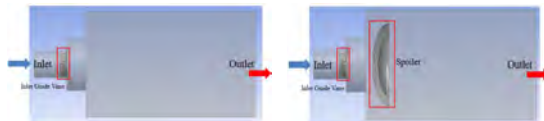


Fig. 1 None Spoiler Model Fig. 2 Spoiler Model

Table 1 Boundary Conditions of Simulation

Boundary Conditions		Value	
Inlet	Mass flow rate [kg/s]	0.572	
Outlet		Outflow	
난류모델 (Turbulence model)		Standard k-ε	
Material	Air	Density [kg/m ³]	1.225
		Viscosity [kg/m·s]	1.7894×10 ⁻⁵

3. 해석 결과

Fig. 3은 입구 가이드 베인만 부착된 모델의 길이 방향 단면과 집진판 위치 단면의 속도 분포를 나타낸 것이고 Fig. 4는 입구 가이드 베인과 스포일러가 부착된 모델의 앞서 같은 위치에서의 해석 결과를 나타낸 것이다. Fig. 3의 집진판 위치에서의 단면 속도 분포에서 보이는 것과 같이 입구 가이드 베인의 영향으로 인해 가운데 부분에서 속도 분포가 집중되는 것으로 보이는 반면 Fig. 4에서는 스포일러의 영향으로 비교적 속도 분포가 고르게 나타내는 것을 알 수 있다.



Fig. 3 Velocity Contours of None Spoiler Model



Fig. 4 Velocity Contours of Spoiler Model

4. 결론

해석 결과 스포일러가 부착되면 스포일러가 없을 때보다 속도 분포가 고르게 퍼지는 것을 알 수 있다. 매연저감장치 내의 유체 속도 분포가 한 곳에 집중되면 집진 효율이 저하될 수 있으므로 스포일러 부착이 집진 효율 증대에 영향을 줄 것이다. 그러나 매연저감장치 내 유체의 유속이 빠르면 집진 효율 증대를 기대할 수 없으므로 유속을 저하시킬 수 있는 스포일러 형상에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

후기

본 성과물은 중소벤처기업부에서 지원하는 2022년도 산학연 플랫폼 협력 기술개발사업(S3310705)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

K9자주포 유기압현수장치 보틀의 효율적 분해방안 연구

Development of Equipment for Bottle Disassembly of K9 Self-Propelled Artillery Hydropneumatic Suspension Unit

*윤용찬¹, 김대언¹, 서영주¹, 심정훈¹

*Y. C. Yun, D. U. Kim, Y. J. Seo, J. H. Shim

¹육군종합정비창 정비기술연구소

Key words : Bottle disassembly, HSU, Fixed pin, Thread part

1. 서론

유기압현수장치는 지면으로부터 받는 충격을 감쇠시켜 차체의 자세를 유지하여 장비의 신속한 이동과 사격의 정확성을 높이는 중요한 부품이다. 외부에 노출된 현수장치는 흠먼지 및 수분의 접촉으로 나사산이 고착될 수 있다. 이에 따라 보틀 분해시 비틀림하중이 크게 형성되어 사고의 위험이 높기 때문에 분해장비가 필요하며, 집중하중에 의한 응력으로 파손이 우려되는 부분은 구조해석을 진행하여 안전성을 확보할 수 있도록 하였다.

2. 유기압현수장치 보틀 분해



Fig. 1 Bottle disassembly and thread part

Fig. 1은 보틀의 분해 형상과 나사산을 나타낸 그림이다. 나사산이 조밀하여 마찰저항이 기준이상으로 형성되면 분해시 가해지는 힘이 증가할 수 밖에 없으므로 작업자의 안전사고 위험이 높아진다.

3. 분해장비 개발



Fig. 2 Dismantling equipment and jigs

Fig. 2의 분해장비는 보틀 하우징을 고정하여 비틀림하중이 전달될 수 있도록 제작되었으며, 보틀 홀과 핀의 수에 따라 가해지는 응력이 달라질 수 있기 때문에 구조해석을 진행하여 안전성을 높였다.

4. 구조해석

보틀 홀의 개수와 고정핀의 개수에 따라 발생되는 응력을 계산하기 위해 Fig. 3과 같이 3D모델링을 하여 구조해석을 진행하였다. 핀의 개수는 기존의 1개 지점에서 가해지는 응력과 동일한 방식으로 모사하였으며, 180°, 90° 간격으로 개수를 늘려서 핀에 집중되는 응력을 확인하였다.

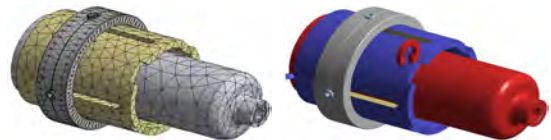


Fig. 3 Mesh & Fixed Support / Moment



Fig. 4 Number of fixed pins

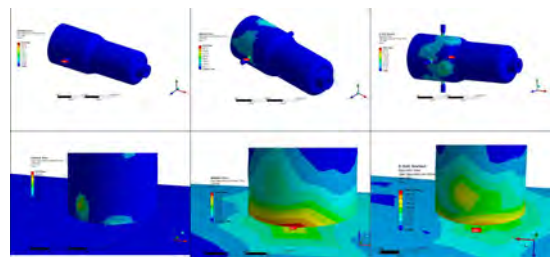


Fig. 5 Result structural analysis

5. 결론

구조해석 결과 보틀 분해를 위한 핀의 수는 90° 간격의 4점 지지로 분해하는 것이 안전하였으며, 기존의 1점 지지방식으로 하는 것은 분해장비의 파손으로 사고 발생 위험이 있을 것으로 판단된다.

휴대용 대기환경 측정기 개발을 위한 센서 배치 최적화에 대한 연구

A Study on the Optimization of Sensor Arrangement for the Development of Portable Atmospheric Environment Measuring Device

*,#이경동^{1,2}, 심재술², 김영웅³

*,#G. D. Lee^{1,2}(lgd@ghi.re.kr), J. S. Shim², Y. Y. Kim³

¹(재)경북하이브리드부품연구원, ²영남대학교 기계공학과, ³주식회사 웬스

Key words : Sensor, Arrangement, Atmospheric Environment, Measuring Device

1. 서론

최근, 포스트 코로나의 영향으로, 국민의 여가활동은 야외활동으로 더욱 치중되고 있는 반면, 인근 국가의 산업 활동 재개에 따라, 미세먼지 등 대기환경은 더욱 악화되고 있다. 이에 반해, 현재 제공되는 대기환경 정보의 경우, 대도시 이외에는, 지역별, 권역별 매우 광범위한 수준으로 제공하고 있어, 현재 “내 위치”에서의 미세먼지 등 대기환경 오염수준은 확인하기 어려운 실정이다. 이에 따라, 국민의 여가활동 지원과 더불어, “내 위치”에서 보다 정확한 미세먼지 측정값 확인을 위해, 휴대용 미세먼지 및 대기환경 측정장치를 개발하고자 한다. 본 연구에서는, 미세먼지 1종, 유해가스 4종 센서를 탑재한 가스센서 복합 모듈을 제작하기 위한 선행연구로, 센서 배치 후보 설계안에 따른 유동해석을 수행하였고, 해당 결과를 활용하여, 총 5종 센서 표면에 균일한 압력이 작용할 수 있는 센서 배치 모델을 도출하였다.

2. 기하구조

기하구조의 경우 크게, 외부 합체, 5종 가스센서가 포함된 복합센서 모듈, 유입부, 유출부, 배터리로 구성된다. 설계 변수로는 유입부 유입속도(0.01m/s, 0.05m/s, 0.1m/s, 0.5m/s, 1m/s)와 아래 그림순서의 센서 배치 모델 3종(a, b, c)으로 설정하였다.

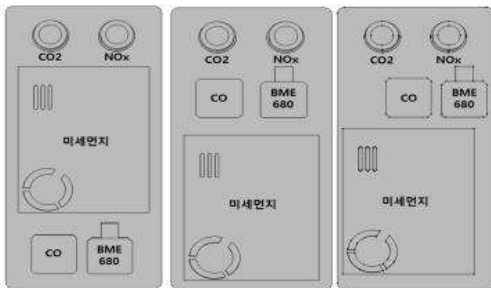


Fig. 1 Analysis Model(a, b, c)

3. 경계조건

경계조건으로는 상기 설계변수인 유입속도와 유출부의 경우 대기압으로 구성하여 유동해석을 수행하였다. 내부 유동파트의 물성은 공기의 물성을 활용하였으며, 해당 물성의 경우 해석 틀에 내장된 물성을 활용하여 전산해석을 수행하였다

4. 결론

전산해석을 통하여, 유입부 유입속도(0.01~1m/s)에 따른, 3가지 타입의 해석 대상 모델에 대한 해석 결과를 획득하였다. 전산해석 결과를 살펴보면, 본 해석에서 실시한 모든 유입속도에서, 각 센서별 표면에 작용하는 압력이 가장 균일한 모델은 (c)모델로 나타났다. 차후, (c)의 센서 배치 모델을 활용하여 시제품을 제작한 후, 추가적인 신뢰성 검증을 통하여, 측정 정확도가 높은 휴대용 대기환경 측정기기를 개발할 예정이다.

후기

본 논문은 중소벤처기업부 지역특화산업육성사업(과제번호 : S3366561)의 수행으로 도출된 결과입니다.

참고문헌

1. Mousavi, Monireh Sadat, et al. "Design of a correlated validated CFD and genetic algorithm model for optimized sensors placement for indoor air quality monitoring." Heat and Mass Transfer, Vol. 54, pp. 509-521, 2018.
2. Srebric, Jelena, et al. "CFD boundary conditions for contaminant dispersion, heat transfer and airflow simulations around human occupants in indoor environments." Building and Environment, Vol. 43, No. 3, pp. 294-303, 2008.

전기차용 차량 부품의 FEM을 통한 열 구조 연동 해석 Thermal Structure Interconnected Analysis through FEM of Vehicle Parts for Electric Vehicles

*김세은¹, 이문구¹, 한상원², 박정률², #전용호¹

*S. E. Kim¹, M. G. Lee¹, S. W. Han², J. L. Park², #Y. H. Jeon(princaps@ajou.ac.kr)¹

¹아주대학교 기계공학과, ²서한이노빌리티

Key words : Constant velocity joint, Ball joint, Finite element method, Thermal structure coupling analysis

1. 서론

세계적인 기후변화로 인해 탄소 저감의 요구가 증대되면서 온실가스 감축에 대한 규제가 강화되고 있다. 따라서 가장 대중적인 교통수단인 자동차에 대해 친환경 전기차의 수요가 증가하고 있다. 전기 자동차의 경우 기존 내연기관과는 달리 고 내구성, 강도를 가지는 부품을 요구하므로 해당 관련 연구량이 증가하고 있다. 본 연구에서는 가혹한 주행 환경 내에서도 안정적인 성능을 구현할 수 있는 드라이브 샤프트 개발을 목표로 한다. 시제품 생산 및 시험의 시간적 한계를 극복하기 위해 해석적 기법을 적용하여 해당 설계의 적합성을 확인하고자 한다.

2. 본 론

2.1 해석 경계조건 설정

본 연구에서는 자동차 변속기에서 휠로 토크를 전달할 때 조인트 내부의 회전력 및 마찰에 의한 발열량을 예측할 수 있는 모델을 구성하고자 한다. 해석에 사용되어진 물성은 Table 1과 같다. 내륜에 높은 토크가 인가되었을 때, 각 부품 간에 일어나는 마찰 및 열에 의한 변형을 확인하기 위하여 모든 contact 조건을 frictional로 설정하였다. Initial condition 및 토크에 대한 조건은 Table 2와 같다.

Table 1 Material

	Outer	Inner	Cage	Ball
Young's Modulus (GPa)	210			
Poisson's ratio	0.3			

Table 2 Initial condition

Initial Temperature	22 °C
Initial angular velocity	144.72 rad/s
Torque	800 N · m

2.2 해석 결과

본 해석에 사용한 조인트의 형상은 Fig 1과 같다. 보고자 하는 영역은 휠 측으로 토크를 인가하였을 때 발생하는 응력이므로 Explicit 해석을 진행하였다. 해석 이후 해당 조인트 구동 시 주요 마찰이 일어나는 구간을 특정하여 접촉 영역을 검토하였다. 이후 Fig. 2와 같이 마찰 발생 파트를 특정하여 해당 영역에서 발생하는 열 유속을 추출하였다. 조인트가 장시간 회전 시 누적되는 입열량 분석을 위해 열유속을 추출하여 Ansys transient thermal에 적용하였다.

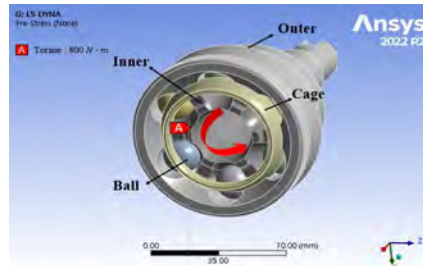


Fig. 1 Ball type joint

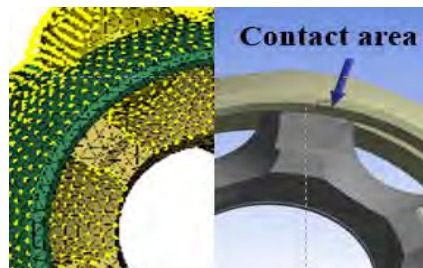


Fig. 2 contact Area

해당 해석 결과의 신뢰성을 높이고자 실제 등속 조인트가 구동할 시 발생하는 온도 변화를 열화상 카메라를 통해 측정하였다. 약 540초 동안 회전 시 측정되는 최대 온도는 88.6이다.

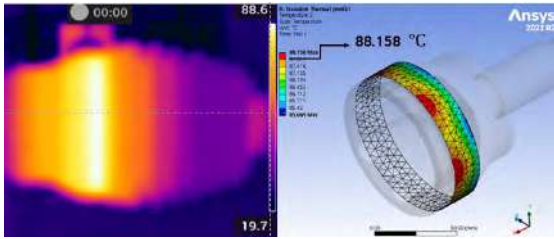


Fig. 3 Analysis result of thermal

3. 결론

본 연구에서는 볼 타입 조인트를 적용한 전기차용 차량 부품 개발을 위해 실제 주행 시 구동 상태를 유한 요소해석법으로 모델링 및 모사하였다. 해석 결과, 선정된 물성이 높은 응력이 발생하는 부품에 적합함을 확인하였고, 구조적으로 적절한 설계가 이루어졌음을 확인하였다. 또한 등속 조인트가 장기간 회전할 시 발생하는 열량에 대해 실측 값과 예측 값이 약 2%의 오차를 갖는 것을 확인하였다. 이후 각도가 더 꺾인 모델에 대한 해석을 통해 해당 시뮬레이션 모델의 신뢰성 확인이 필요하다.

후 기

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임.(No.20020730)

다이캐스팅 금형에서의 가스 포집 형상 최소화를 위한 오버플로워 최적화에 관한 연구

A Study on Overflow Optimization through Minimizing Gas Trapping Shapes in Die Casting Molds

*#이석배¹, 안형준¹, 현진욱², 정해인²

*.#. S. B. Lee¹(seokbae81@ktr.or.kr), H, J. Ahn, J. W. Hyun², Y. S. CHO³

¹한국화학융합시험연구원 대구경북지원센터, ²송마디엠씨

Key words : Armature, Die-casting, Overflow, Optimization

1. 서론

자동차용 스티어링 휠 아마추어의 주조해석시 유동거동이 충전초기에 와류가 발생하였으며, 이는 포집된 가스가 효과적으로 배출하지 못하는 현상을 나타내는 원인이 되었다. 이러한 포집된 가스는 기포결함으로 제품내에 위치하는데, 주로 후육부에서 많이 발생하였다. 이에 용탕의 유동 중 발생하는 기포를 최소화하는 최적화 해석이 필요하며 본 연구를 통하여 가스 포집이 가장 적은 오버플로워 형상을 도출하였다.

2. 해석방법

본 연구에서는 상용화 프로그램인 MAGMASoft를 활용하였으며 전반적인 해석과정은 Preprocessing, Enmeshment, Simulation, Postprocessing으로 구분된다. Preprocessing에서는 상용 3차원 CAD 프로그램에서 생성된 solid를 STL 형식의 파일로 변환하여 사용하였으며, Enmeshment에서는 FVM(finite volume method) 방식에 의한 수직좌표 분할기법을 이용하였다.

3. 해석결과

오버플로워는 벤트가 설치되어 충전중에 발생하는 가스를 배출하는 역할을 하고, 오버플로워의 위치가 적절하지 않은 경우 제품 내부에 가스가 고립되며,



최종적으로 결함으로 나타난다. 기존의 오버플로워 반대쪽과 main stream 기준으로 하여 총 5개의 오버플로워 형상을 비교하였다.

4. 결론

Entrapped air결과에서 2번 형상이 가장 적은 값을 나타내며, 3,4,5번의 경우 오버플로워의 수가 많음에도 불구하고 entrapped air 값이 높음. 이는 오버플로워의 형상 뿐만 아니라 위치도 중요함을 의미한다.

후기

본 연구는 2022년도 중소벤처기업부의 기술개발사업(중소기업기술혁신개발사업-시장대응형)지원에 의한 연구임[과제번호:S3229868].

참고문헌

1. 박진영., “탕류 및 응고 해석을 통한 자동차 Gear Housing의 다이캐스팅 주조공정 설계”, 한국주조μ공학회지, Vol. 24, No. 6, pp. 347-355, 2004.

Table 1 Entrapped air mass

	Entrapped air mass(μg)
CASE 1	232
CASE 2	159
CASE 3	182
CASE 4	174
CASE 5	240

NBR 더스트 커버의 스트로크에 따른 하중 해석

Load Analysis according to the Stroke of the NBR Dust Cover

#정성훈¹ 이찬희¹

*S. H. Jung(shj85@gbtp.or.kr), #C. H. Lee

¹경북테크노파크 미래차부품기술센터

Key words : hyperelastic analysis, dust cover, analysis of rubber, Bellow analysis, NBR

1. 서론

미래차 시장에서는 단순한 운송 수단 개념을 넘어 운전자를 포함한 탑승자의 편의성 향상시키는 기술의 중요성이 더욱 두드러지고 있다. 전동 도어 및 트렁크, 자동시트 등 수직 수평운동을 하는 기구가 추가 되는 추세를 보이고 있으며, 이러한 장치의 내구성 확보를 위한 더스트커버의 소재의 적합성에 대한 연구하고자 하였다.

2. 물성DATA 확보

전산해석 수행에 앞서 더스트커버에 주로 사용되는 2종의 소재에 대한 물성값을 확보하기 위한 실험을 수행 하였다. KS M 6518의 규격에 따른 시험을 실시 하였고, 시편의 사양은 Fig. 1과 같다. 소재당 3개의 시편을 제작하여 실험 하였으며, 실험을 통해 얻은 물성데이터는 Fig. 2에 도시하였다.

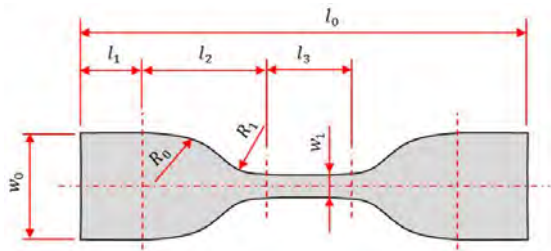


Fig. 1 Schematic of the KS M 6518 tensile specimen.

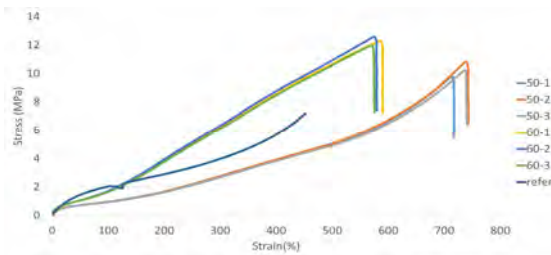


Fig. 2 Result of tensile test.

3. Hyperelastic analysis

실험을 통한 DATA로 Ansys 초탄성해석을 실시 하고, NBR50과 NBR60의 해석 결과를 Table 1에 표기하였다. 결과를 분석하면, NBR50대비 NBR60 소재가 1.8배 높은 응력을 받으며, 1.6배 높은 반력을 받는 것을 확인하였다.

Table 1 Result of Hyperelastic analysis

	NBR50	NBR60
Stress	2.6631 MPa	4.9398 MPa
Strain	0.29502	0.3048
Reforce (X)	0.46715 N	0.73892 N
Reforce (Y)	2.6069 N	4.1175 N
Reforce (total)	6.7059 N	10.748 N

4. 결론

NBR 소재의 물성 DATA 확보를 위해, KS M 6518의 규격에 따른 실험을 진행 하고 Ansys 초탄성 해석을 실시함. NBR60대비 NBR50소재가 동일한 스트로크 에서 인장시 더 작은 응력을 받는 것을 확인 하였고, 동일한 성형성을 가진다면, NBR50 소재가 더스트커 버 소재로 적합하다는 결과를 얻을 수 있었음.

추후, NBR50과 NBR60의 시제품 제작 하고, 인장실험을 통해, 검증실험을 수행할 예정이다.

후기

본 연구는 자동차산업기술 개발사업의 “지능형 전 동 도어 액츄에이터 모듈 및 시스템 기술 개발(과제번호 : 20020779)의 지원으로 수행 되었습니다.

참고문헌

- Xiangxu Li, A Study on Property Change with Mixing Ratio in NBR/PVC Composites, The rubber society of korea Vol. 53, pp. 47-51, 2018.

전산해석 기반 전동식 액추에이터 하우징 설계 분석 연구

Electric Actuator Housing Design Analysis Study based on Analysis

*이찬희¹, 임정식¹, 전세호²

*C. H. Lee¹, J. S. Lim¹, S. H. Jeon²

¹(재)경북테크노파크 미래차부품기술센터, ²신라공업

Key words : Electric actuator, Housing, Vibration analysis, Structural analysis

1. 서론

최근 소비자의 라이프 스타일 변화로 캠핑, 레저 활동증가에 따라 주행 안정성이 높고 실내/수납 공간이 큰 Pick-up Truck 및 SUV와 같은 고마력 Light-Duty Vehicle의 수요가 지속적으로 증가됨에 따라 전세계 자동차 판매량의 60%수준의 비중을 차지하고 있으며, 이러한 상황속에서 해당 차종군의 글로벌 온실가스 배출량이 연간 1억 2,000만톤에 육박하여 글로벌 완성차 제조사는 탄소중립을 위해 해당차종에 대한 전기차화 개발에 적극적인 관심을 보이고 있다. 또한 국내에서도 전기구동방식이 적용된 Electric Light-Duty Vehicle을 위한 e-Axle 시스템 및 관련 동력전달기술 개발이 활발하게 진행되고 있다.

본 연구에서는 E-Axle 시스템에서 동력전달 제어를 담당하는 동적제어클러치 개발을 위하여 전산해석을 통한 전자식 액추에이터의 자동차 진동해석을 진행하고 진동 안전성을 분석 연구하고자 한다.

2. 솔레노이드 하우징 진동해석

솔레노이드 설계를 기반으로 진동해석 모델링을 하였으며, 각 부품별 물성치와 접촉조건을 선정하여 해석 모델에 적용하였다. 진동조건은 전자식 액추에이터의 수요처 진동시험 조건을 반영하여 적용하였으며, 솔레노이드 하우징의 브라켓 볼팅부를 고정하고 하우징과 브라켓은 용접조건을 모델링하여 진동해석을 진행하였다. 각 부품과 용접부에 대한 진동 취약부를 분석하여 최적의 용접조건 및 용접부 분석을 검토하였다.

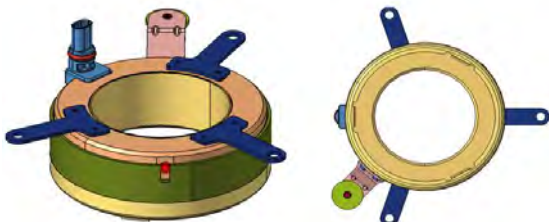


Fig. 1 Actuator housing model

3. 솔레노이드 하우징 구조해석

전자식 액추에이터의 작동 시 발생하는 하중에 대하여 솔레노이드 하우징의 구조강도를 분석하고 설계 검토를 위해 솔레노이드 하우징과 스톱퍼를 모델링하였다. 접촉조건은 용접부 모델링을 통해 적용하였으며, 하중조건은 액추에이터 작동 시 스톱퍼에 가해지는 토크를 계산하여 적용하였다.

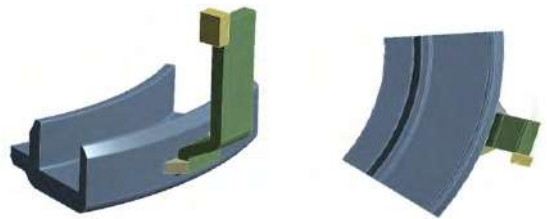


Fig. 2 Solenoid housing model

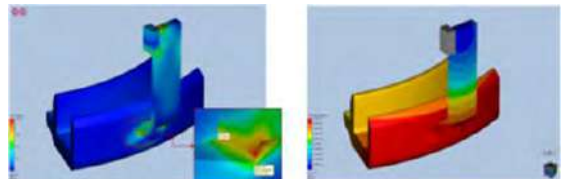


Fig. 3 Solenoid housing Analysis result

4. 결론

솔레노이드 하우징의 진동해석을 통해 부품과 용접부의 취약부 분석을 진행하였으며, 구조해석을 바탕으로 하우징과 스톱퍼의 접합 설계를 위한 데이터를 분석하고 확보하였다. 또한 전자식 액추에이터의 작동상태에서의 진동에 대한 안전성을 검토하여 액추에이터 하우징 설계 사양 선정 및 용접조건 선정을 위한 연구를 수행하였다.

후 기

본 연구는 사업재편 탄소중립 기술개발 사업의 R&D 과제(RS-2023-00257009)의 지원으로 진행되었습니다.

용사코팅에서 모재와 코팅 층의 열 전달 및 열 차폐 시뮬레이션 Simulation of Heat Transfer and Thermal Barrier Effects of Substrate and Coating Layer in Thermal Spray Coating

*이제민¹, 김 석¹, #조영태¹

*J. M. Lee, S. Kim, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words : Additive manufacturing, Thermal Spray Coating, Thermal Barrier Coating, Heat transfer

1. Introduction

가스 터빈은 압축기, 연소기, 터빈 3구역으로 나뉘며, 가스 터빈 내부는 압축, 연소 과정에 의해 초고온, 고압 환경에 노출되어 있기 때문에 열과 압력을 견디기 위해 초 내열 합금, 냉각 기술, 열 차폐 기술이 사용된다. 열 차폐 코팅은 뜨거운 연소 가스로부터 열전도율이 낮은 세라믹을 모재 표면에 분사하여 코팅하는 방식으로 모재에 가해지는 열을 흡수하고 연료가 연소되며 발생하는 산화 및 부식으로부터 보호한다. 세라믹은 내열성과 적은 열팽창 계수로 열 차폐 코팅 층으로 많이 사용되며, 코팅은 플라즈마 용사방법을 통해 분사한다.

본 연구에서는 플라즈마 용사 공정 중 가열-냉각이 반복되는 모재와 코팅 층에 대해서 열전도 해석을 기반으로 열전도도 차이에 의한 열 차폐 효과와 열팽창 계수에 의한 열응력 분포를 분석한다.

2. Boundary Condition

Fig. 1과 같이 모재에 300um두께의 코팅 층을 형성하고 코팅 층 표면에 Heat flow를 4mm 간격으로 인가하여 용사공정을 모사하였다.

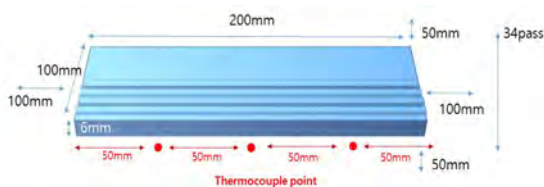


Fig. 1 Boundary conditions of a flat plate model that simplifies the thermal spray coating process

플레이트 하부에 열전대를 부착하여 용사공정 중 발생하는 온도 분포를 확인하고, 동일한 조건에서 시간에 따른 온도의 변화를 시뮬레이션 한 결과와 대조하여 값을 실험값과 일치시킨다. 코팅 층 표면에 Heat

flow를 주지 않은 이외의 표면에는 자연대류 조건을 적용하여 냉각효과를 준다.

3. Results

Fig. 2는 예열1-2, 코팅1-10에 대한 열전대 측정결과와 함께 이 값을 참고하여 온도를 매칭한 열 전달 해석 결과이다. 온도 매칭은 코팅 층별 아르코효율을 조절하여 실험결과 온도를 맞추었다.

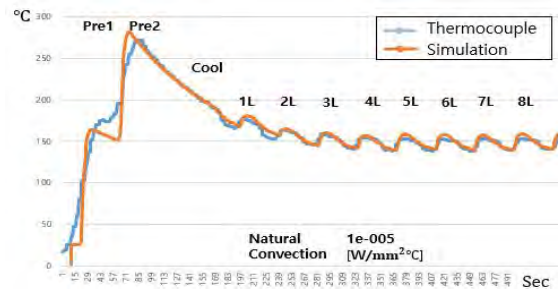


Fig. 2 Thermocouple measurement temperature and heat transfer analysis results at the bottom of the flat model

4. Conclusion

공정에서 예열 후 냉각되는 과정에서 코팅 1층이 적층될 때, 급격한 온도 변화가 확인된다. 이는 모재와 코팅 층의 열전도도 차이에 열 차폐 효과로 확인할 수 있다. 열 전달 해석을 통해 얻은 온도 분포 데이터를 활용하여 응력해석을 진행한 결과, 온도 분포와 같이 응력에서도 열 차폐 효과에 의해 열 응력이 감소함을 확인할 수 있었다.

후기

이 성과는 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2022R1C1C1003966).

돌봄로봇의 실사용 환경을 고려한 개발 절차 적용 연구

A Study on the Development Procedures Considering the Actual use Environment of Care Robot

*정성배¹, 오혜정¹, 정우창¹, 황인호¹, #육선우¹

*S. B. Jung(jungsb@kcomwel.or.kr), H. J. Oh, W. C. Jung, I. H. Hwang, #S. W. Yuk

¹근로복지공단 재활공학연구소

Key words : Actual use environment, Development procedures, Care robot

1. 서론

2019년부터 2021년까지 돌봄로봇 4종(이승, 배변, 욕창 및 자세변환, 식사)이 개발되었고 현재 해당 제품들의 고도화가 필요하며, 2023년 현재 추가 5종(살내이동, 목욕보조, 유연착용형 로봇, 커뮤니케이션, 모니터링)의 돌봄로봇 연구개발이 시작되었다. 총 9개 종류의 돌봄로봇의 개발과 고도화, 상용화가 필요한 시점에서 돌봄로봇 연구 개발 시, 실 사용환경을 고려한 개발 절차에 맞는 연구개발 프로세스가 필요하다. 이에 본 연구에서는 돌봄로봇의 개발 및 시장 진입을 위한 전주기 지원을 위해 돌봄로봇의 실사용 환경을 고려한 개발 절차를 적용하기 위한 가이드를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

본 연구에서는 돌봄로봇의 실사용 환경을 고려한 개발 절차를 적용하기 위하여 돌봄로봇 개발 기업체와 함께 돌봄 요구사항을 도출하고 실 사용환경에서의 돌봄 행위를 정의하여 개발 절차 가이드를 제시하고자 하며, 인간 중심의 돌봄 서비스와 돌봄로봇 설계에 적용할 수 있도록 각 단계별 V-Model을 적용하고자 한다.

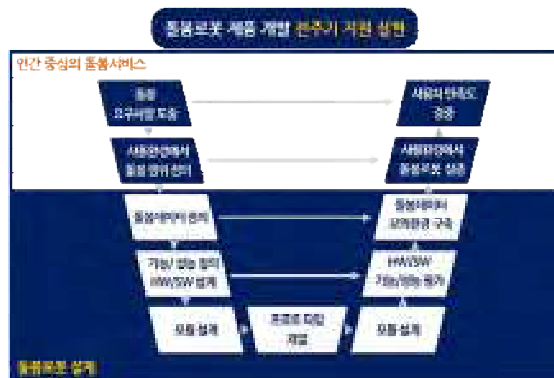


Fig. 1 V-model to Support Development of Care Robot

3. 각 단계별 개발 절차

돌봄로봇 개발 기업체와의 돌봄수요 및 요구사항 파악, 제품 개발 일정 등을 공유하여 단계별 개발 절차의 내용을 표1과 같이 도출하였다.

Table 1 Development Process

단계	개발 절차 내용	
1	-인간 중심의 돌봄 서비스 도출 -돌봄로봇 개발 연계 지원 전략 수립 -돌봄로봇의 사양 도출	
2	-제품 실현 -제품 검증 -제품 실증	
3	-문서화를 통한 개발 및 서비스제공 -전주기적 제품 실현의 지원	

4. 결론

인증 단계에서의 오류 발생 시, 디버깅 및 재설계가 요구되는 경우 모든 단계별 문서화 내용을 토대로 빠른 대응이 가능할 것이며, 제품의 상용화, 안정화를 위한 데이터를 기업체에 피드백 지원이 원활해 질 것으로 생각된다. 또한 실증 단계에서의 발생될 수 있는 제품의 개선점 도출이 가능할 것으로 생각된다.

후기

이 연구는 2023년도 보건복지부(한국보건산업진흥원)의 재원을 지원받아 수행된 연구임. 「수요자 중심 돌봄로봇 및 서비스 실증 연구개발 사업(HK23C0009)」

건설기계 구조물의 유한요소해석 결과 분석

Analysis of finite element analysis results of construction machinery structures

*서의화

*E. H. Seo(ihwa@dtaq.re.kr)

국방기술품질원

Key words : FEM, Static analysis

1. 서론

FEM 해석은 실제 시험을 하지 않아도 현상을 예측할 수 있어 여러 많은 분야에서 사용되나, 해석 결과를 신뢰할 수 있을지에 대한 검증이 필요하다. 본 연구에서는 해석 결과와 시험결과를 비교하여 해석의 신뢰성을 입증하고 해석의 경계조건 등을 조절하여 오차를 줄이는 방법을 입증하였다.

2. FEM 구조해석

ANSYS 19.2(ANSYS Co.)에서 제공하는 Workbench의 Static Structural 모듈을 통하여 FEM 모델링 및 정적 해석을 수행하였다. 응력 측정시험 결과와 구조해석 결과의 정합성을 판단하기 위하여, 앞서 수행한 정적 해석 결과를 바탕으로 응력분포가 비교적 일정한 부분을 부착지점으로 선정하였으며, 실제 strain gauge 부착 위치에 국부 좌표계를 형성하여 Strain gauge의 측정방향과 동일한 방향의 strain 결과를 도출하여 상호 비교하였다. 시험 수행 환경과 동일한 조건을 모사하기 위하여 지지대 부분은 지면과 수직한 방향의 변위를 제한하였고, joint부는 회전 자유도를 고려하여 ANSYS에서 제공하는 joint 조건을 부여하였다.

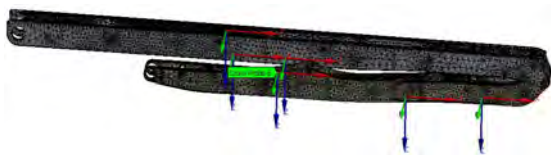


Fig. 1 Local coordinate system by strain gauge

3. 시험결과 비교

FEM 구조해석 결과와 시험에서 획득한 strain 결과를 비교하였다. 초기 FEM 해석 결과와 시험 결과를 비교하였을 때, strain의 경향은 유사하였으나 최대 21%의 오차가 존재하여 Strain gauge 부착면의 Mesh를 조절하여 오차를 최소 1%까지 감소시켰다.

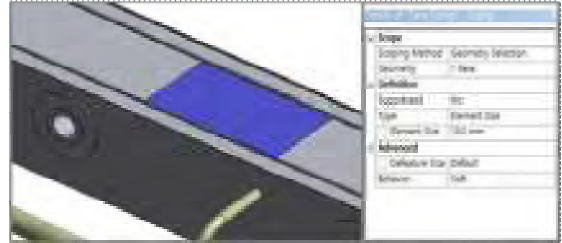


Fig. 2 Face meshing by element size 10 mm

Table 1 The Result of Test and Analysis Strain

Gauge No.	Test [$\mu\epsilon$]	Analysis [$\mu\epsilon$]	Error [%]
1	1457.7		
2	1287.0		
3	1331.4		
4	-1198.5		
5	-1224.1	-1211.2	1.0

Mesh size를 실제 Strain gauge와 유사한 4mm로 설정하고, Mesh의 정렬을 위하여 Face meshing을 사용하였고 그 결과 오차가 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 오차는 존재하나 이는 바람, 진동 등 해석에 반영되지 않은 환경적 요인에 의한 것으로 예측하며, 오차가 10% 이내로 해석의 신뢰도를 입증할 수 있는 수준으로 판단하였다.

4. 결론

본 연구에서는 해석결과를 시험결과와의 비교를 통해 검증하였다. 해석시 구속조건과 Mesh 등을 조정하여 해석 결과와 시험 결과의 차이가 10% 미만으로 설정되어, 이후 진행한 정적해석의 신뢰도를 입증하였다.

참고문헌

1. Lee, H. H. / 2018 / Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 18 / SDC Publications : 479~492.

리튬배터리를 적용한 휠 바이크의 사용성평가 시나리오 및 평가지표 개발

Development of Usability Evaluation Scenario and Index for Wheel Bike with Lithium Battery

*오혜정, 정성배, 황인호, 정우창, #육선우

*H. J. Oh(sjmhjj@kcomwel.or.kr), S. B. Jung, I. H. Hwang, W. C. Jung, #S. W. Yuk
근로복지공단 재활공학연구소

Key words : Wheel Bike, Usability

1. 서론

수동휠체어 사용자들의 장기간 사용에 따른 발생되는 손목 등 근골격계 통증 완화, 차량 이동시 휠체어와 분리 가능에 따른 이동 편의성 상승, 좁은 공간에서의 이동 등의 장점으로 수동휠체어에 장착하여 전동화해주는 동력보조장치인 휠 바이크의 수요가 증가되고 있다. 또한 소형화, 경량화 등의 장점으로 리튬이온배터리의 수요가 증가되고 있다. 본 연구에서는 리튬배터리를 적용한 휠 바이크의 실제 사용에 대한 사용성평가를 위한 시나리오와 평가지표를 개발하여 제품의 만족도, 효율성 등을 평가하여 안전한 제품의 제작과 사용에 대한 정보를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

본 연구에 사용한 제품은 Fig. 1과 같은 리튬배터리를 적용한 제품을 이용하였다. 휠 바이크는 주로 실외에서 사용하므로 야외 주행환경에 적용할 수 있는 제품 평가 시나리오를 사용 기능별 Task로 설정하였고 각 사용 평가의 설문 내용을 확정하였다. 사용성평가를 수행하는데 필요한 시나리오와 평가지표에는 제품의 제원 및 특성, 사용방법 등을 분석하여 개발하였다.



Fig. 1 Wheel Bike used in This Study



Fig. 2 Pilot test

3. 시나리오 및 평가지표 개발

사용 시나리오는 정상적인 사용 방법에 따른 사용 시나리오를 작성하였으며, 총 10개의 시나리오를 구성하였다. Table 1과 같이 각각의 Task별로 평가 지표를 설정하여 평가 문항을 정하였고 Fig. 2와 같이 해당 Task별로 파일럿 시험을 수행하여 설정한 평가지표 적용 여부를 확인하였다.

4. 결론

리튬배터리를 적용한 휠 바이크의 사용성평가를 수행하기 위한 사용성평가의 시나리오 및 평가 지표를 개발하였고 해당 Task별로 파일럿 시험 수행 결과 사용성평가 시 적용가능함을 확인하였다. 오류부분은 수정 보완하고 추후 사용성평가를 수행하기 위한 IRB 승인 후 사용성평가를 수행할 예정이다.

후기

이 논문은 2023년도 보건복지부의 재원을 지원받아 수행된 연구임. 「노안 장애인 보조기기 연구개발 사업(HI20C0040)」

Table 1 Task List

Task	행위	평가지표
1	휠바이크에 배터리 장착	장착시 안전성 등
2	휠바이크와 휠체어 연결	연결시 안전성 등
3	전원 공급	전원 조작성 등
4	조작부 설정	설정 조작성 등
5	조작핸들 등을 조작	조작 용이성 등
6	조작핸들 등을 이용하여 실내 이동	이동의 용이성 등
7	일반 평지 주행	이동시의 안전성 등
8	울퉁불퉁 지형 주행	이동시의 안전성 등
9	방지턱 넘기	방지턱 넘을 때의 안전성 등
10	배터리 충전	충전의 용이성 등

유동 특성 분석을 통한 탈황장치 설계최적화 연구

Study on Optimization of Desulfurization Device Design Using Flow Characteristics Analysis

#,*정희숙¹, 이예승²

#,*H. S. Jung¹, Y. S. Lee²(hsjung@iae.re.kr)

¹고등기술연구원 플랜트공정개발센터, ²고등기술연구원 지능기계시스템센터

Key words : Desulfurization Device, Numerical Analysis

1. 서론

화석원료 대체제로 신재생에너지원으로써 바이오가스를 이용하여 보일러에 의한 열(온수 혹은 증기) 공급, 가스엔진, 마이크로 가스터빈, 연료전지 등에 의한 열병합 발전, 천연가스 자동차 연료(수소차) 등으로 다양한 활용처가 증가되고 있는 상황임. 이러한 바이오가스를 에너지원으로 사용하기 위해서는 정제공정이 필수적이다. 특히 최근 바이오가스를 친환경 수소로 전환하여 수소차와 연료전지에 활용코자 사업이 활발하게 추진되고 있으며, 수소생산공정을 위해서는 바이오가스의 정제순도와 정제설비의 경제성이 더욱 중요하게 대두되고 있다. 현재 탈황설비는 하부 중앙에서 유입되어 탱크내 충전된 하이브리드 흡착제를 통과하여 상부 중앙으로 유출되는 구조이다. 그러나 유동이 균등하게 분배되지 않아 일부 흡착제만 반응하여 효율이 낮으며, 교체주기도 짧아지는 문제점이 발생하여 경제적 손실이 매우 큰 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 유입되는 바이오가스가 흡착제 충전구역에 균등하게 분배되어 접촉효율을 증대시킬 수 있는 구조설계가 필요하다.

2. 수치해석 모델

본 연구에서는 탈황장치의 최적화 설계를 위해 수치해석 모델을 개발하며, 형상 및 운전조건 변화에 따른 내부의 유동 특성을 확인하고자 한다. 먼저 모델링을 진행하기 위한 탈황장치의 개략도는 Fig. 1에 도시되어 있다. 본 장치의 유동 및 물질전달 해석을 위해 질량보존 방정식 및 운동량보존방정식을 풀게 되며, 난류를 고려하기 위해 standard $\kappa-\epsilon$ model의 난류 방정식을 해결하게 된다. 또한 유체에 포함됨 다양한 오염물질을 모사하기 위해 물질전달방정식을 풀게 되며, 각 화학종의 농도장, 유체의 온도 등을 통해 장치의 성능을 파악하게 된다.

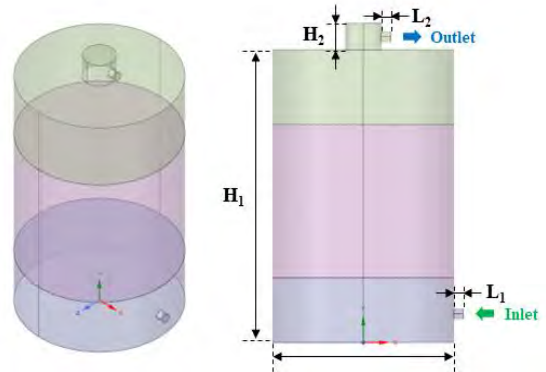


Fig. 1 Description of Desulfurization Device

3. 결론

본 연구에서는 수치해석 결과를 통해 탈황설비 유입구 형상에 따른 탈황장치 내의 유동 특성을 확인하였고, 경제성을 확보하기 위해 유동이 균등하게 분배되고 접촉효율을 증대시킬수 있는 구조를 도출하였다. 본 모델을 이용하여 다양한 변수에 대한 최적설계 지표로 활용하고자 하며 경제성 확보를 위한 운전조건을 충족하는 설계 지표로서 활용하고자 한다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부와 중소기업기술정보진흥원의 지원금으로 수행되었음. (No. S2838897)

참고문헌

1. Cengel, Yunus A., Introduction to thermodynamics and heat transfer, New York: McGraw-Hill, pp. 251-374, 1997.

열 공급방법 및 형상에 따른 건식 스크러버 내 열-유동 특성 분석

Analysis of Thermal-Fluid Characteristics in Dry Scrubbers Based on Heating Supply Methods and Configurations

#,*정희숙¹, 노정훈²

#,*H. S. Jung¹, J. H. Noh²(hsjung@iae.re.kr)

¹고등기술연구원 플랜트공정개발센터, ²고등기술연구원 지능기계시스템센터

Key words : Dry Scrubber, Numerical Analysis

1. 서론

가스 스크러버는 반도체 및 디스플레이 등 전자산업 공정에서 배출되는 과불화합물(PFCs : perfluoro compounds)을 포함한 유해 대기오염물질을 처리하는 기술로써 전단부에서 직접연소, 플라즈마, 전기열분해, 촉매 분해방식 등으로 열분해하고, 후단부에서는 Wet scrubber를 이용한 습식처리를 통해 PFCs, 산·염기 및 powder를 제거하는 장치이다. 현재 산업계에서 반도체 공정 라인 증설로 인해 스크러버 장비의 대용량화와 한정된 공간 제약으로 인한 스크러버 장비의 컴팩트화가 동시에 요구되고 있다. 그러나 현재 스크러버 장비는 연소부산물 처리를 위한 후단의 Wet scrubber가 많은 공간을 차지하고 Wet scrubber 습식처리에서 발생하는 폐수를 처리하기 위해 많은 에너지와 비용이 소모되고 있다. 이러한 이유로 수요처의 요구에 대응 가능한 소비 에너지가 절감된 펌프일체형 건식 스크러버 장비개발이 필요하다. 본 연구에서는 건식스크러버의 두 가지 형상을 설계하여 스크러버의 형상에 따른 열-유동 특성을 고찰하였으며, 구조적인 취약부를 검토하고 설계 최적화 하고자 하였다.

2. 수치해석 모델

본 연구에서는 건식 스크러버의 최적화 설계를 위해 수치해석 모델을 개발하며, 형상 및 운전조건 변화에 따른 내부의 열-유동 특성을 확인하고자 한다. 먼저 모델링을 진행하기 위한 건식 스크러버 설비의 개략도는 Fig. 1에 도시되어 있다. 본 장치의 유동 및 물질전달 해석을 위해 질량보존방정식 및 운동량보존방정식을 풀게 되며, 난류를 고려하기 위해 standard $\kappa-\epsilon$ model의 난류 방정식을 해결하게 된다. 또한 작동유체에 포함됨 다양한 오염물질을 모사하기 위해 물질전달방정식을 풀게 되며, 각 화학종의 농도장, 유체의 온도 등을 통해 장치의 성능을 파악하게 된다.

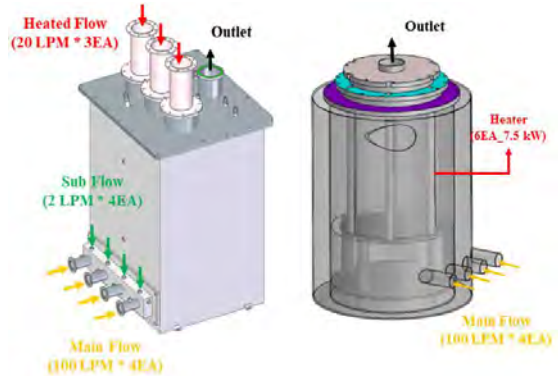


Fig. 1 Description of dry scrubber

3. 결론

본 연구에서는 수치해석 결과를 통해 형상에 따른 건식 스크러버 내의 열-유동 특성을 확인하였고, 오염물질을 효율적으로 제거하기 위한 설계 인자에 대한 영향을 확인하였다. 본 모델을 이용하여 다양한 변수에 대한 최적설계 진행 시 스크러버 성능평가 지표로서 활용할 수 있을 것이다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부와 중소기업기술정보진흥원의 지원금으로 수행되었음. (No. S2838897)

참고문헌

1. Cengel, Yunus A., Introduction to thermodynamics and heat transfer, New York: McGraw-Hill, pp. 251-374, 1997.

로봇 자동화 기반의 가공공정 생산성 향상

Improving Productivity of Machining Process based on Robot Automation

*이지은¹, 신성용², #김진록¹

*J. E. Lee¹, S. Y. Shin², #J. R. Kim(rok20@dmi.re.kr)¹

¹대구기계부품연구원, ²신생공업(주)

Key words : Automation, Industrial robot, Manufacturing equipment, Motion simulation

1. 서론

절삭가공 현장 작업자의 노령화 및 대체인력 수급이 점차 어려워지고 있으며 이와 같은 문제점을 극복하기 위해 가공현장의 숙련된 노하우의 디지털화가 필요하다. 특히, 절삭가공을 이용한 부품 제조공정에 다양한 첨단기술을 접목하여 가공결과를 사전적으로 시각적으로 예측 및 확인이 가능한 가상가공 기술은 국내·외에서 고도화 되고 있다. 또한, 가공공정의 로봇 자동화 표준모델은 단순반복 또는 안전사고 위험이 있는 작업 등 작업자들이 기피하는 공정에 적용하여 제품 가공시간 단축 등 생산성 향상이 가능하다. 본 연구에서는 현재 대부분 수작업으로 진행되는 초경소결 부품의 가공공정 디지털화 및 표준화의 기초단계인 가공공정 Layout 시뮬레이션을 수행하였다.

2. 가공공정 분석 및 시뮬레이션

초경소결 부품의 기존 제작 공정은 소결→절삭가공→Hole 가공→세척공정→치수검사 순으로 진행되며 다품종 제품 특성상 대부분 수작업으로 소량 생산되고 있다. 또한, Hole 가공 설비는 4대를 보유하고 있으나 모두 수동으로 작업시 1인당 1대만 운용이 가능하나 로봇 자동화 표준모델 적용시 1인당 2대 이상 운용이 가능해진다. 특히 전처리 공정을 거친 제품을 로봇을

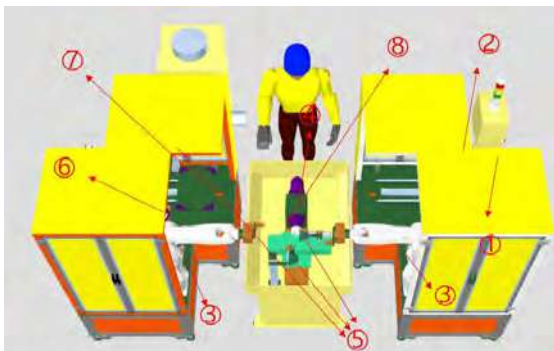


Fig. 1 Results of virtual machining simulation

통한 절삭가공기의 투입과 취출 과정에서 전후방 공정과 자동으로 연계할 수 있어 생산성을 극대화 할 수 있다. Fig. 1은 소결부품 가공공정 layout 분석을 실시한 결과를 보여주고 있다.

3. 생산성 분석 결과

공정 layout 시뮬레이션을 기반으로 소결부품 가공공정의 로봇연계 표준화 기반을 구축하였으며, 시간당 생산량은 1일 최대 418개를 달성하여 기존대비 약 39.3% 향상하였다. Fig. 2는 로봇연계 표준화 가공공정이 적용된 소결부품 가공공정의 1일 생산량을 검증한 결과이다.

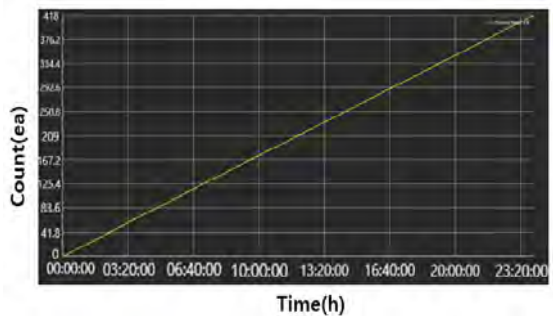


Fig. 2 Productivity verification of process standardization

후기

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원에서 지원하는 기반조성사업 ‘디지털융합 제조공정 혁신 정밀기계가공산업 육성사업’ 과제(과제번호: P0020962)를 통해 수행되었습니다.

참고문헌

1. D, C, Kim, J, W, Seo., H, W, Park., "Dynamic performance of industrial robots in the secondary carbon fiber-reinforced plastics machining", Journal of Manufacturing Processes, Vol. 103, pp. 120-135, 2023.

수평타입 자동포장시스템의 공정해석 및 구조해석

Process analysis and structural analysis of horizontal automatic packaging system

*#장원석¹, 박희찬¹, 하재혁², 김기환²

*#W. S. Jang¹(winjang@dmi.re.kr), H. C. Park¹, J. H. Ha², K. H. Kim²

¹대구기계부품연구원, ²대흥코스텍(주)

Key words : Automatic packing system, Process analysis, Process time, Structural stability

1. 서론

3톤급의 중량물이며 다양한 외경으로 구성된 압연코일을 수동 및 반자동으로 포장작업을 수행하면 중량물인 압연코일의 전도에 따른 산업재해 발생의 원인이 되고 있으며, 포장과정에서 중량물로 인한 근로자의 피로도 증가와 포장 소요시간 증대에 따른 생산성 저하에 대한 문제가 대두되고 있어, 3톤급의 자동포장시스템 개발에 대한 필요성이 요구되고 있다.

3톤급의 압연코일을 자동포장하기 위한 수평타입의 자동포장시스템을 설계하였으며, 설계한 자동포장시스템에 대한 공정해석을 통한 생산성에 대한 평가와 구조해석을 통한 구조 안정성을 평가하였다.

2. 공정해석 및 구조해석

Fig. 1은 3톤급의 압연코일을 연속 자동포장하기 위한 수평타입 자동포장시스템에 대한 3D 모델링을 나타낸 것이다. 압연코일을 수평으로 놓히는 전도공정, 자동포장하는 포장공정, 압연코일을 들어서 적재대로 이송시키는 이송공정, 압연코일을 적재시키는 적재공정으로 구성된다.

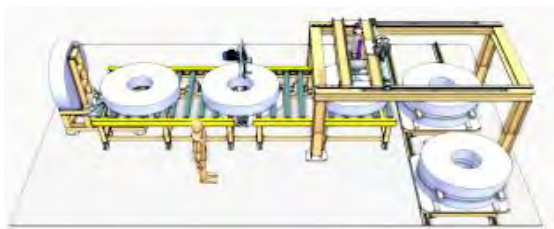


Fig.1 3D Modeling of horizontal automatic packaging system

Fig. 2는 수평타입 자동포장시스템에 대한 공정해석을 수행하였으며, 해석결과를 통해서 압연코일 자동포장시 소요되는 공정시간을 예측하였다.

Fig. 3은 구조해석을 통해서 수평타입 자동포장시스템 구조물에 발생하는 최대 응력과 최대 변형에 대한 검토를 진행하였으며, 검토결과 수평타입 자동포장시스템이 구조적으로 안전함을 확인하였다.



Fig. 2 Results of process analysis



(a) Max. defomation



(b) Max. stress

Fig. 3 Results of structural analysis

3. 결론

수평타입 자동포장시스템에 대한 공정해석을 통해서, 전도공정에서 최종 적재공정까지 자동포장에 소요되는 공정시간을 예측하였으며, 구조해석을 통해서 최대 응력과 최대 변형, 안전계수에 대한 검토를 통해서 구조적 안정성을 확인하였다.

후기

본 연구는 대구광역시와 (재)대구테크노파크의 차세대선도기술개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

하이드로겔 필름 기반의 배터리-프리, 무선 광전자 센서

Battery-Free, Wireless Optoelectronic Sensor Based on Hydrogel Film

*이성주¹, #오용석¹, 이동진¹, 김상원¹, 김영한¹, 노유림¹, 이남형¹, 이하경¹,
한현석², 조석주², 박인규²

*S. J. LEE¹, #Y. S. Oh(oyongsuk@changwon.ac.kr)¹
¹창원대학교 기계공학부, ²한국과학기술원 기계공학부

Key words : Hydrogel, Optoelectronic sensor, Battery-free, Wireless

1. 서론

21세기의 첨단 재료 과학과 기술은 혁신적인 소재와 센서 기술의 융합을 통해 새로운 가능성을 제시하고 있다. 하이드로겔(Hydrogel)은 습도와 물리적 특성에 민감하게 반응하는 고분자 소재로 의료, 습도 관리, 스마트 재료 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 특히, 의료 분야에서 인공 장기 및 의료용 칩 등의 제조에 이상적인 소재로 인정받고 있으며 센서로서의 활용에 대한 잠재력이 뛰어나다는 장점이 있다.

광전자 센서는 높은 정밀도, 감도, 안정성 및 비접촉성 등의 특성을 가지며 물체의 위치, 움직임, 습도, 온도 등을 감지하는 비접촉식 센서로 자동차 산업, 의료기기, 환경 모니터링, 로봇공학 및 가상 현실(VR) 및 증강 현실(AR) 분야에서 활용되고 있다. 본 연구는 하이드로겔 필름 기반의 배터리-프리, 무선 광전자 압력 센서를 제작하기 위해서 두 파장의 레드(Red)/그린(Green) LED와 포토다이오드(Photodiode)를 이용하였고 수분 흡착에 대한 기능성 필름의 구조변화에 대한 특성평가를 수행하였다.

2. 하이드로겔 필름을 이용한 광센서

본 연구에서는 하이드로겔 필름의 수분 흡착으로 인한 반사되는 두 파장의 레드/그린 LED 변화를 포토다이오드(Photodiode)를 이용해서 측정하고 각각의 파장 민감도 변화를 비교하였다. 또한, 주변 온도, 외부 하중 인가에 대한 센서 신호의 민감도, 이력현상, 안정성 등의 특성을 평가하였다. 뿐만 아니라 배터리-프리, 무선 통신에 결합하기 위한 회로설계 및 평가 등을 수행한다.

3. 결론

본 연구는 물을 흡수하면 형태나 빛의 투과율/반사율이 변화하는 특성을 가진 하이드로겔을 광전자 센서의 감지 요소로 적용하고 다양한 특성평가를 수행하였다.

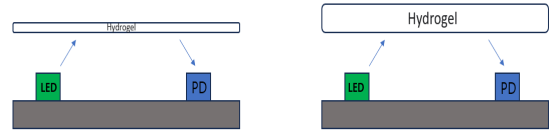


Fig. 1 Schematic illustration of hydrogel-based optoelectronic sensor for measuring humidity

하이드로겔 필름의 구조 변화와 함께 두 파장의 광센서의 민감도, 이력현상 등을 평가하였다. 이러한 결과는 자동차 산업, 의료기기, 환경 모니터링, 로봇공학 및 메타버스 분야에의 스마트 센서로서 활용을 위한 잠재력을 보여준다.

후기

본 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(No. RS-2023-00212892)이며 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력 기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-003)

참고문헌

1. Kang, Min Hyung, et al. "NFC-based wearable optoelectronics working with smartphone application for untact healthcare." *Sensors* 21.3 (2021): 878.
2. Hongjie Jiang, Natalie M. Carter, Amin Zareei, et al "A Wireless Implantable Strain Sensing Scheme Using Ultrasound Imaging of Highly Stretchable Zinc Oxide/Poly Dimethylacrylamide Nanocomposite Hydrogel" *ACS Applied Bio Materials*(2020)

캔틸레버 빔 기반의 배터리-프리, 무선 소형압력센서 Battery-Free, Wireless, Miniature Pressure Sensor Based on a Cantilever Beam

*이남형¹, #오용석¹, 이동진¹, 김상원¹, 김영한¹, 노유림¹, 이성주¹, 이하경¹,
한현석², 조석주², 박인규²

*N. H. Lee¹, #Y. S. Oh(oyongsuk@changwon.ac.kr)¹
¹창원대학교 기계공학부, ²한국과학기술원 기계공학부

Key words : Pressure sensor, Cantilever beam, Miniaturization

1. 서론

침대나 휠체어에서 장시간 생활하는 마비환자들은 지속적인 압력 증가로 인해 피부조직에 손상이 발생하는 욕창의 위험에 노출된다. 욕창은 환자의 심각한 통증, 기능상실, 운동성 저하와 함께 합병증으로까지 이어질 수 있다. 일반적으로 욕창을 예방하기 위해 침대에 누워 있거나 휠체어에 앉아있는 환자의 주기적인 체위 변경을 통해 압력을 분산시키는 방법이 사용되고 있다. 그러나 이러한 방법은 완전한 욕창 예방에는 한계가 있어 압력센서에 기반한 압력의 연속적인 모니터링 기술과 환자가 불편을 느끼지 않고 피부계면의 압력을 측정할 수 있는 소형 압력센서의 개발이 요구되고 있다.

2. 압력센서의 소형화

본 연구에서는 캔틸레버 빔(Cantilever beam)을 이용하여 소형화된 압력센서의 설계를 소개한다. 캔틸레버 빔을 이용한 방식은 작은 하중 하에서도 금속 필름의 큰 저항변화를 만들수 있기때문에 장치의 소형화에 이점을 가진다. 하중인가에 따른 급격한 변형을 증가로 인한 금속 필름의 파손을 방지하고 압력범위를 제어하기 위해서 캔틸레버 빔 하부에 탄성재료 패드를 제안한다. 탄성계수가 다른 패드들의 변형을 분포를 유한요소 해석을 통해 평가하고 변형이 집중되는 위치에 금속 변형 게이지(Metal Strain Gauge)를 위치한다. 이러한 소형 센서의 크기는 1mm² 이하의 마이크로 스케일(micro-scale)로 침대 매트리스와 피부사이의 계면에서

Table 1 The specification of Sensor

Part	E[MPa]	Dimension[mm ³]
PDMS	0.5	0.3 x 0.6 x 0.1
PI flim	3,200	1 x 0.6 x 0.1
NTC	70,000	0.3 x 0.6 x 0.3
Elastic Pad_1	3	0.3 x 0.6 x 0.3
Elastic Pad_2	5	0.3 x 0.6 x 0.3



Fig. 1 Schematic illustration of pressure sensor based on cantilever beam

환자가 불편함을 느끼지 않도록 하면서, 국소적인 부위의 압력을 정확하게 측정할 수 있게 한다. 또한, 배터리-프리, 무선 통신 기술과 결합하여 피부계면에서 실시간, 연속적인 압력 및 온도 모니터링을 위한 센서 플랫폼의 스킴(scheme)을 제공할 수 있다.

3. 결론

본 연구는 바이오메디컬 분야에서 요구되는 다양한 압력범위에 대해 민감도, 안정성 등의 제어가 가능한 캔틸레버 빔 구조 기반의 소형 센서의 구조 설계를 제안한다. 또한, 소형화된 센서 배열(array)와 배터리-프리, 무선 플랫폼의 결합은 피부계면에서 정확한 압력 분포 모니터링을 위한 상당한 가능성을 보여준다.

후기

본 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구 (No. RS-2023-00212892)이며 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력 기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-003)

참고문헌

- Oh et al., "Battery-Free, Wireless Soft Sensors for Continuous Multi-Site Measurements of Pressure and Temperature from Patients at Risk for Pressure Injuries". Nat. Commun. 2021, Vol. 12, 5008.

기능성 필름의 구조변형을 이용한 배터리-프리, 무선 광전자 압력센서 Battery-Free, Wireless Optoelectronic Pressure Sensor Utilizing Structural Deformations of Functional Film

*김상원¹, #오용석¹, 이동진¹, 김영한¹, 이남형¹, 노유림¹, 이하경¹, 이성주¹,
한현석², 조석주², 박인규²

*S. W. Kim¹, #Y. S. Oh(oyongsuk@changwon.ac.kr)¹
¹창원대학교 기계공학과, ²한국과학기술원 기계공학부

Key words : Optoelectronic, Pressure sensor, Multi physics

1. 서론

광전자 센서(optoelectronic sensor)는 높은 정밀도, 감도, 안정성 및 비접촉성 등의 특성으로 인해서 전자제품, 의료, 군사 분야 등 다양한 분야에서 각광을 받고 있다. 특히, 의료분야에서 혈중 산소 농도와 맥박을 측정하는데 활용되고 있으며 피부에 부착하는 웨어러블 물리, 화학, 바이오 센서 등의 핵심 요소로서도 연구되고 있다. 본 연구에서는 배터리-프리, 무선 광전자 압력 센서를 제작하기 위해서 두 파장의 레드(Red)/그린(Green) LED와 포토다이오드(Photodiode)를 이용하여 외부 하중에 대한 기능성 필름의 구조변화에 대한 특성평가를 수행하였다.

2. 센서 설계 해석 및 평가

본 연구에서는 기능성 필름의 구조변화로 인해 발생하는 반사되는 빛의 변화를 통해서 압력을 측정하는 방식을 제안한다. 두 파장의 레드/그린 LED와 포토다이오드의 구조 및 배치설계와 함께 외부 하중에 대한 센서 신호의 민감도, 이력현상, 안정성 등의 특성 평가를 수행하였다. 각각의 파장의 LED가 가지는 민감도 변화를 평가하고 COMSOL 다중 물리 해석(Multi physics)을 활용하여 시뮬레이션을 통해서 검증하였다. 뿐만아니라 배터리-프리, 무선 통신에 결합하기 위한 회로설계 및 평가 등을 수행한다.

3. 결론

본 연구는 외부 하중에 대한 기능성 필름의 구조 변화를 기반한 광전자 센서에 대해서 소개하였다. 특히, 빛의 파장에 따른 반사량 변화와 파장과의 관계를 실험 및 해석적으로 평가하였다. 이러한 결과는 웨어러블 소형 센서의 핵심요소로써 활용되어 다양한 물리, 화학, 바이오 센서 제작에 활용될 수 있는 잠재력을 보여준다.

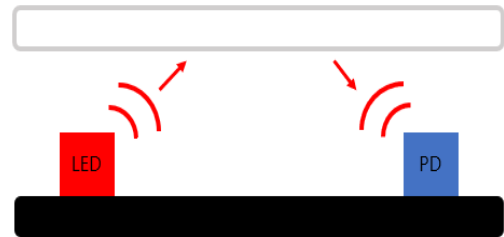


Fig. 1 Schematic illustration of optoelectronic sensor system

후기

본 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(No. RS-2023-00212892)이며 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력 기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-003)

참고문헌

1. Kang, Min Hyung, et al. "NFC-based wearable optoelectronics working with smartphone application for uncontact healthcare." *Sensors* 21.3 (2021): 878.
2. Kim, Jeonghyun, et al. "Battery-free, stretchable optoelectronic systems for wireless optical characterization of the skin." *Science advances* 2.8 (2016): e1600418.
3. Ku, Minjae, et al. "Smart sensing systems using wearable optoelectronics." *Advanced Intelligent Systems* 2.3 (2020): 1900144.

다이어프램 기반의 배터리-프리, 무선 압력 센서

Battery-Free, Wireless, Pressure Sensor Based on Diaphragm

*김영한¹, #오용석¹, 이동진¹, 김상원¹, 이남형¹, 노유림¹, 이성주¹, 이하경¹,
조석주², 한현석², 박인규²

*Y. H. Kim¹, #Y. S. Oh(oyongsuk@changwon.ac.kr)¹

¹창원대학교 기계공학부, ²한국과학기술원 기계공학부

Key words : Pressure sensor, Wearable sensor, Finite element analysis

1. 서론

육창은 장기간에 걸쳐 가해진 압력에 의해 피부와 허부 조직이 국부적으로 손상되는 것을 의미한다. 인구 고령화와 만성질환의 증가 등으로 육창은 높은 발병률과 유병률을 보인다. 육창은 오랜 시간 같은 자세로 침대나 휠체어 생활을 하는 환자의 뼈 돌출 부위 등에서 발발하기 쉬우므로, 해당 부위에서의 연속적인 압력 모니터링은 육창 예방에 있어서 필수적이다.

다이어프램(diaphragm) 구조와 금속 스트레인 게이지를 이용한 압저항 압력센서는 낮은 이력현상, 높은 선형성과 안정성을 보이기 때문에 연속적인 압력 모니터링에 큰 장점을 가진다. 피부계면에서 압력센서는 압력수두에 수직 및 수평방향으로 힘을 받기 때문에 민감도/압력범위, 견고성 등에 대한 구조 설계 및 평가가 중요하다. 본 연구에서는 압력 수두를 3가지 타입으로 설계하고 유한요소해석을 통한 해석적 평가를 진행하여 압력-스트레인 분포의 관계를 분석한다. 또한, 배터리-프리, 무선 플랫폼과 결합하여 무선 압력 센서를 제작 및 평가하였다.

2. 센서의 설계 및 평가

다이어프램 구조/금속 스트레인 게이지 기반의 압력 센서는 하중 인가시 다이어프램의 처짐에 의한 금속의 저항의 변화를 통해서 압력을 측정한다. 피부계면에서 압력센서로 압력이 최초로 전달되는 부분은 압력수두라고 하며 탄성체 구조로 제작된다. 이러한 압력수두의 수직 방향의 강성은 센서의 민감도/압력범위에 영향을 주며, 수평 강성은 전단력에 의한 압력수두의 변형과 파손에 영향을 준다. 따라서 압력 수두를 3가지 타입으로 설계하고 시뮬레이션을 통해 수직 및 수평하중에 대한 응력-변형율과 압력수두의 변형에 대한 비교하였다. 또한, 배터리-프리, 무선 플랫폼과 결합하여 수직, 수평 하중인가에 대한 압력 센서의 민감도, 안정성 등의 특성평가를 수행하였다.

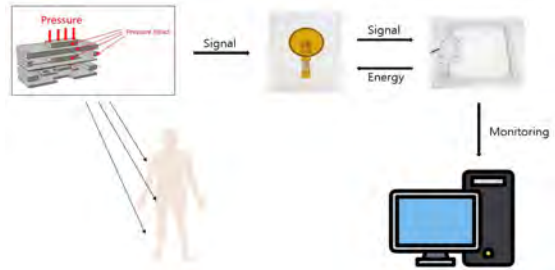


Fig. 1 Schematic illustration of pressure sensor based on diaphragm

3. 결론

본 연구에서는 압력 수두의 구조설계를 통해 수직, 수평 하중인가에 대한 응력-변형율을 비교하였다. 이러한 결과는 압력 수두를 이용한 다이어프램 구조/금속 스트레인 게이지 기반의 압력센서의 민감도/압력범위, 안정성 등에 매우 중요한 정보를 제공한다. 또한, 배터리-프리, 무선 플랫폼과 결합한 압력센서의 특성평가는 육창 예방을 위한 큰 잠재력을 보여준다.

후기

본 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(No. RS-2023-00212892)이며 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력 기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-003)

참고문헌

1. Yong Suk Oh et al., Battery-free, wireless soft sensors for continuous multi-site measurements of pressure and temperature from patients at risk for pressure injuries, nature communications, 12(1), 2021.

무선 온도 센서로부터 획득된 신호의 가상환경에서 실시간 시각화 Real-Time Visualization of Signals Collected

from Wireless Temperature Sensor in Virtual Reality Environment

*이하경¹, #오용석¹, 이성주¹, 노유림¹, 김상원¹, 김영한¹, 이남형¹, 이동진¹,
조석주², 한현석², 박인규²

*H. G. Lee¹, #Y. S. Oh(oyongsuk@changwon.ac.kr)¹

¹창원대학교 기계공학부, ²한국과학기술원 기계공학부

Key words : Wearable sensors, Virtual reality, Visualization, Simulation

1. 서론

현대 사회에서 코로나의 확산으로 인해 가상현실 (VR) 및 증강현실 (AR) 기술에 대한 연구와 관심이 급증하였다. 이러한 기술은 사람들이 현실 세계와 상호작용하는 방식을 기반으로 의료, 국방, 교육 산업 등의 다양한 문제에 대한 솔루션을 제시하는데 기여할 수 있다. 본 연구는 웨어러블 온도 센서로부터 획득된 데이터 신호를 가상현실 환경에서 시각적으로 구현하고 나아가 실시간 모니터링하는 방법을 소개한다. 신체에 부착된 웨어러블 무선 센서를 이용하여 현실 세계에서 사용자의 온도 등에 대한 정보를 실시간으로 수집하고 이러한 데이터들을 유니티(UNITY)를 이용하여 가상현실 환경에서 시각적으로 구현하는 알고리즘을 보여준다.

2. 무선 센서 기술

무선 온도 센서는 신체에 접촉시켜 피부의 온도를 측정하며 실시간, 연속적으로 온도신호를 측정가능하게 한다. 특히, 소형화된 센서 플랫폼은 착용의 불편함을 줄여주고 움직임의 제한을 줄여준다. 이러한 무선 온도센서를 기반으로 측정된 데이터를 가상공간으로 가시화하는 시스템은 시각적 판단으로 건강 데이터를 모니터링이 가능함을 보여준다. 특히, 유니티에서 온도 센서를 통해서 들어오는 데이터를 실시간으로 받아서 데이터를 업데이트하고 그래프를 통해서 지속적인 데이터에 대한 모니터링이 가능하다. 이러한 접근은 그래프와 같은 형태뿐만이 아니라 3D 형태의 입체 표현도 가능하기 때문에 의료인들에게 실시간으로 전송되어 직관적인 판단을 가능하게 할 수 있다. 또한, 멀티모달 센서 및 여러개의 센서간의 연결을 통해서 다양한 신호를 가시적으로 구현해 낼 수 있다. 이러한 시스템을 구현하기 위한 하드웨어 설계와 알고리즘을 개발하고 평가하였다.

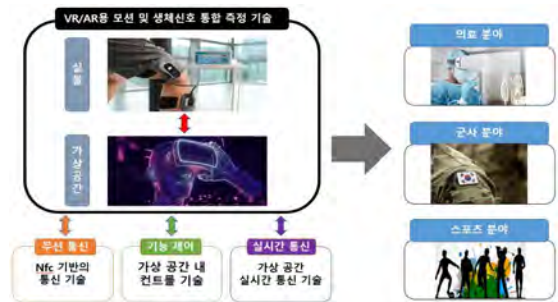


Fig. Virtual Reality Environment

3. 결론

무선 온도 센서와 함께 유니티를 이용한 현실-가상 공간의 결합은 현대 건강 관리 및 의료 분야의 진보를 가능하게 할 것이다. 사용자는 더 편리하게 건강을 확인하고 의료인에게 판단을 받을 수 있을 것이라 기대되며, 이를 통해 가상현실을 활용하여 의료 전문가와 연구자들이 협력이 가능할 것으로 판단된다. 이러한 기술과 시스템은 의료, 자동차, 국방 등 다양한 분야에서 현실-가상을 연결하여 기존의 기술의 한계를 극복하는 새로운 가능성을 열어줄 것이다.

후기

본 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(No. RS-2023-00212892)이며 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력 기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-003)

참고 문헌

1. Ciro Donalek, Immersive and collaborative data visualization using virtual reality platforms, IEEE, 2014.

포스터발표

CAD/CAM/CAE·NANO/MEMS/ 미세가공/용접/특수가공·적층제조

좌장 : 김현준(경북대학교)
김창래(조선대학교)
장성욱(동의대학교)
이정원(조선대학교)
김지연(한국폴리텍대학교)
조영태(창원대학교)
윤해성(한국항공대학교)
박성현(한국생산기술연구원)

PPB-01	PPB-02	PPB-03	PPB-04	PPB-05
PPB-06	PPB-07	PPB-08	PPB-09	PPB-10
PPB-11	PPB-12	PPB-13	PPB-14	PPB-15
PPB-16	PPB-17	PPB-18	PPB-19	PPB-20
PPB-21	PPB-22	PPB-23	PPB-24	PPB-25
PPB-26	PPB-27	PPB-28	PPB-29	PPB-30
PPB-31	PPB-32	PPB-33	PPB-34	PPB-35
PPB-36	PPB-37	PPB-38	PPB-39	PPB-40
PPB-41	PPB-42	PPB-43	PPB-44	PPB-45
PPB-46	PPB-47	PPB-48	PPB-49	PPB-50
PPB-51	PPB-52	PPB-53	PPB-54	PPB-55
PPB-56	PPB-57	PPB-58	PPB-59	PPB-60
PPB-61	PPB-62	PPB-63	PPB-64	PPB-65
PPB-66	PPB-67	PPB-68	PPB-69	PPB-70
PPB-71	PPB-72	PPB-73	PPB-74	PPB-75
PPB-76	PPB-77	PPB-78	PPB-79	

협동 로봇 부착용 그리퍼 장치 강건성 분석에 관한 연구

A Study on the Robustness Analysis of Gripper Device for Attachment Cooperating Robot

*#이동현¹, 손민석¹, 김재연¹, 이재용¹

*#D. H. Lee(leedh@kotmi.re.kr)¹, M. S. Son¹, J. Y. Kim¹, J. Y. Lee¹

¹한국섬유기계융합연구원

Key words : Gripper, FEM, Bending stress, Contact stress

1. 서론

산업 분야 전반에 기계화 및 자동화가 이루어지는 추세에 따라 인간을 대신할 수 있는 로봇 활용 기술 또한 활발하게 연구되고 있다.

그중 인간의 손 역할을 담당하는 그리퍼 장치는 작업 목적에 따라 다양한 구조 및 크기로 만들어지고 있으나 협동 로봇 부착되어 사용되는 그리퍼는 로봇의 가반하중이 작은 특성에 따라 파지력 대비 크기가 작고 경량화되어야 하는 문제가 있다.

본 연구는 협동 로봇 부착용 그리퍼 장치 설계에 따른 기구부 강건성을 분석하여 시스템 안전성을 평가하고자 한다.

2. 기어 트레인 강건성 분석

설계된 그리퍼의 기구부, 선정된 모터 및 감속기 사양에 따라 그리퍼 암에 파지력을 전달하는 기어 트레인에 발생 될 작용력을 산출하고 기어 요목, 재질, 열처리 등 설계 변수에 따라 굽힘응력 및 면압응력을 분석하고 안전율을 평가했다.

구동/피동 기어의 굽힘응력은 Lewis 식(1)을 바탕으로 검토했으며, 면압응력은 Hertz 식(2)을 바탕으로 검토했다.

$$\sigma_b = \frac{W_t \cdot f_w}{f_v \cdot f_c \cdot m \cdot b \cdot Y} \quad (1)$$

$$W_t = f_v \cdot k \cdot m \cdot b \cdot \frac{2 \cdot Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad (2)$$

기어 트레인에 발생하는 굽힘응력 및 면압응력 분석하여 재질의 물성에 대한 안전율을 산출한 결과 굽힘 안전율은 구동 기어 17.8, 피동 기어 19.5로 평가되었으며, 면압 안전율은 4.10으로 평가되어 기준치 굽힘 안전율 1.20, 면압 안전율 1.15 이상임으로 강건성이 있다고 판단된다.

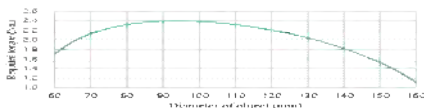


Fig. 1 Torque required by diameter of object

3. 그리퍼 암 강건성 분석

그리퍼 암은 설계된 3D 형상 및 재질의 물성을 반영하고 구속조건, 힘의 작용점 및 작용 방향을 고려하여 단순화 모델을 구성하고 유한요소 해석을 통해 안전율을 평가했다.



Fig. 2 The results of finite element analysis of gripper arm

그리퍼 암에 발생하는 최대 Von-Mises 응력은 그리퍼 암 조립부에 223MPa이 발생했으며, 재질의 물성에 대한 안전율을 산출한 결과 2.19로 평가되어 기준치 2.00 이상임으로 강건성이 있다 판단된다.

4. 결론

본 연구는 그리퍼 장치의 강건성을 분석하기 위해 기어 트레인 및 그리퍼 암에 발생하는 응력 산출 및 안전율을 평가했으며, 설계된 그리퍼 장치가 기구적으로 강건한 구조임을 검증했다.

후기

본 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2022-0-00067, 5G 엣지 브레인 기반 지능형 제조 장비·로봇 통합제어 솔루션 개발 및 물류공정 검증).

참고문헌

1. Sim, K. J. "Bending Stress Analysis of the Transfer Case Helical Gear for the 3.5 Ton Commercial Vehicle", Transactions of KSAE, Vol. 25, No. 4, pp. 474-480, 2017.

Steering Column & Shaft 평행도 검사 장치의 안전성 검토 Safety Review of Steering Column & Shaft Parallelism Test Device

*김중선¹, 권대규², #안석영³

*J. S. Kim(kjs16852002@naver.com)¹, D. K. Kwon², #S. Y. Ahn³

¹부산대학교 대학원, ²세이테크, ³부산대학교 기계공학부

Key words : Steering Column(조향축), Parallelism Test(평행도 검사), Structural Analysis(구조해석)

1. 서 론

전투차량용 steering column & shaft 기계식 조향장치는 21개의 스플라인을 가지고 있어 부품들의 높은 정밀도를 요한다. 조향장치의 부품은 별도의 가공 생산하여 조립하게 되는데, male shaft와 female shaft가 조립 중 평행도 이상으로 인한 조립불량이 나타나고 있다. 이를 해결하기 위해 마찰력을 이용한 평행도 이상을 검출^[1]하는 steering column & shaft 평행도 검사 장치를 구상하였다. 하지만 검사 장치가 제품의 자중에 의한 파손이나 처짐이 발생할 경우 측정이 제대로 되지 않을 가능성이 있다. 이에 본 연구에서는 steering column & shaft 평행도 검사 장치의 안정성 검토를 진행하고자 한다.

2. Analysis 전처리 과정

안전성 검토를 위해 ANSYS 프로그램을 사용하여 구조 해석을 진행하였다. Fig. 1은 평행도 검사 장치의 전체 모델과 구조해석용 모델을 나타내었다. 장치에서 가장 하중을 많이 받고, 평행도 검사에 가장 많은 영향을 미칠 것으로 예상되는 슬라이더 부품을 해석하였다. 슬라이더 부품의 재질은 SCM440이며, Table 1에 기계적 물성치를 나타내었다. 또한 해석을 위해 Mesh 격자를 생성하고 경계 조건을 부여하였다.

Mesh 생성 결과, node 수는 25832개, element 수는

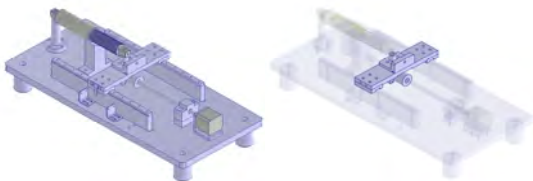


Fig. 1 Full model(left) and slider part(right)

Table 1 Mechanical properties

Items(unit)	SCM440
Density(g/cm ³)	7.85
Poisson's ratio	0.3
Yield strength(MPa)	365(Min.)
Tensile strength(MPa)	517(Min.)
Young's Modulus(GPa)	210

39728개가 생성되었다. 경계 조건은 슬라이더와 레일이 연결되는 바닥 지지부에 고정조건을 주고, 제품 연결부분에 수직 하중조건을 부여하였다.

3. 구조 해석 결과

구조 해석은 안전계수 1.5를 목표로 하중을 증가시키며 해석을 진행하였다. 해석 결과, 하중을 13000N을 주었을 때 안전계수가 1.54로 나타났다. Fig. 2는 하중이 13000N일 때의 해석 결과이며, 최대 응력은 246.9MPa, 최대 변위는 0.1144mm로 나타났다. 측정 제품들은 100kgf(약1000N)이하이며, 이때 나타난 최대 응력은 18.99MPa, 최대 변위는 0.0088mm로 나타났다.

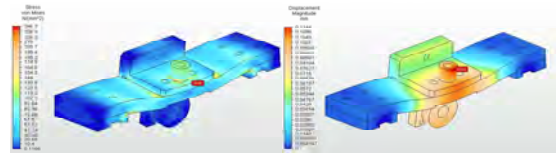


Fig. 2 Stress(left) and displacement(right) analysis results

4. 결 론

본 연구에서는 steering column & shaft 평행도 검사 장치의 안정성 검토를 진행하였다. 구조 해석 결과, 사용 하중 1000N에서는 최대 응력은 18.99MPa, 최대 변위는 0.0088mm로 나타나 평행도 검사 장치가 안전하게 작동할 것으로 판단되었다.

후 기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(No. 20214000000410)

참고문헌

- Lee, S. H. and Song, J. B., "Friction Force Compensation for Actuators of a Parallel Manipulator Using Gravitational Force," Journal of institute of control robotics and systems, Vol. 11, No. 7, pp. 609-614, 2005.

CAE를 활용한 액화수소 진공배관의 브레이징 접합 특성 분석

Analysis of Brazing Characteristics of Vacuum Pipes for Liquid Hydrogen Using CAE

*황지상¹, #김성재¹, 윤정현¹, 정량우²

*J. S. Hwang¹, #S. J. Kim(sjkim641@dau.ac.kr)¹, J. H. Yoon¹, R. W. Jeong²

¹동아대학교 기계공학과, ²(주)엔에스알

Key words : Computer aided engineering, Liquid hydrogen, Brazing, Filler metal

1. 서론

극저온(-253℃) 액화수소 진공 배관의 이음부는 용접으로 이루어지나 그 방법이 어렵다는 문제가 있다. 그리하여 손쉽고 안전성이 높은 체결법을 구현하고자 브레이징과 나사체결 방식을 융합한 이음부의 연구가 진행되고 있다. 따라서 브레이징의 용가재에 따른 배관의 안정성 평가가 필요하다. 본 연구에서는 극저온 환경에서 사용되는 브레이징의 용가재를 선정하기 위해서 상용 유한요소 프로그램인 ANSYS를 활용하여 접합 특성을 분석하고자 한다.

2. 해석조건

배관 구조는 Fig. 1과 같이 이루어져 있다. 배관의 소재는 SUS316L이다. 브레이징의 용가재는 Hong 등^[1]의 논문을 참고하여 은과, 구리 합금을 선정하였으며, 일반적으로 사용되는 알루미늄 합금을 추가하였다. 다음으로 배관의 하중은 1bar를 부하하였으며, 구속 조건은 중심부에 Remote displacement를 설정하였다. 마지막으로 온도 조건은 25~-225℃와 -253℃를 추가하였다.

3. 결과

해석 수행 결과 Fig. 2와 같이 Contact 조건으로 인한 응력집중이 발생하여 브레이징 주변부의 응력 분포를 파악하였다. Fig. 3의 그래프를 확인하면 용가재의 응력이 -253℃로 내려갈수록 증가하는 것을 확인할 수 있다. -253℃에서 알루미늄 합금은 199.3 MPa, 은은 99.64MPa, 구리 합금은 51.22MPa이 도출되었다. 따라서 구리 합금이 브레이징의 용가재로 적합하다고 판단하였다.



Fig. 1 Brazing of liquid hydrogen pipe

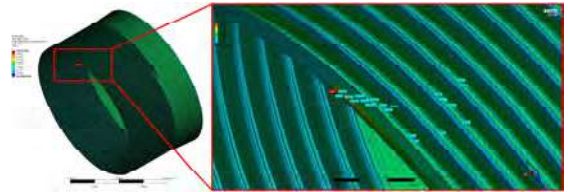


Fig. 2 Singularity of ANSYS analysis result

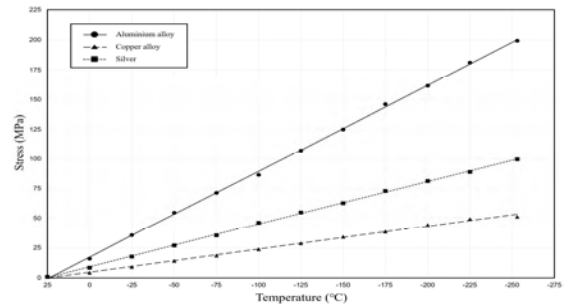


Fig. 3 Stress-temperature graph

4. 결론

본 연구를 통해 응력이 크게 발생한 알루미늄과 은은 저온으로 인한 수축이 반복되면 구리 합금보다 균열에 취약할 것이라고 생각된다. 따라서 용가재는 구리 합금이 적합하다고 판단되었으며, 다음 연구에서는 브레이징 접합 시편을 제작하여 극저온 인장시험을 통한 검증은 실시할 예정이다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부의 연구개발특구진흥재단에서 지원하는 기술사업화역량강화사업(2023-BS-RD-0041-01)으로 수행된 연구 결과입니다.

참고문헌

- Hong, S. C., Park, S. Y., Jung, D. H., Oh, J. H., Lee, J. H., Kim, W. J., Jung, J. P., "Brazing Filler Metal and Process for Stainless Steel", J.of KWJS, Vol. 30, No. 6, pp. 501-506, 2012.

반자동 선박용 어닝 구동부 두께에 따른 구조해석 연구

A Study on the Structural Analysis of According to Thickness of Driving Part

*김희대¹, 고동현¹, #이상찬¹

*H. D. Kim¹, D. H. Ko¹, #S. C. Lee(sclee@mnu.ac.kr)¹

¹목포대학교 기계공학과

Key words : Structural Analysis, Thickness, Semi-automatic Folding Ship Awning Device

1. 서론

대부분의 노후화된 작업선 같은 경우는 복지공간 부족과 열악한 작업선이 대다수이다. 어닝(Awning)을 설치함으로써 기온 상승 방지와 우천 시 작업의 방해를 방지하고 눈부심 방지 등 작업 여건 개선방안으로 여겨지며, 작업능률 증대시킬 수 있을 것으로 보인다. 본 연구에서는 위 문제점들을 고려하여 반자동 접이식 차양 장치를 강한 바람이 부는 해양에서의 구조적 안정성을 해석 시뮬레이션을 통해 최적의 모델을 선정하고자 한다.

2. 유한요소해석 및 경계조건

반자동 접이식 선박용 차양 장치는 가로 2222mm, 세로 3000mm, 높이 1600mm의 설계되었으며, 해상에서 강하게 부는 풍압을 견뎌야 하기 때문에, 어닝과 천막이 설치되는 프레임의 연결 부분이 충분한 안정성을 갖도록 분석하고자 한다. 3가지 두께 Case는 25mm, 35mm, 45mm,로 해석을 수행하였다.

본 구조해석의 격자(Mesh) 구조는 Tetrahedrons로 설정하였으며, 격자의 크기는 20mm로 설정하여 유한요소 해석모델을 생성하였다. 경계조건으로는 태풍을 고려하여 40m/s 이하로 설정하였다. Y, Z 방향의 경우 +X 방향에서 발생하는 풍압에 비해서 응력과 변형률 및 안전율이 비교적 높게 나와서 풍압 설정은 +X 방향으로

로 설정하였다. -Y 방향으로 중력 가속도 $9.81m/s^2$ 을 인가하였다. 반자동 접이식 선박용 차양 장치의 재질은 해상용 알루미늄 A5083 H-321 판재를 사용하였다.

3. 구조해석 결과 및 고찰

구조해석 결과를 Table 1에 나타내었다. 반자동 접이식 선박용 차양장치는 두께가 두꺼워질수록 안전율은 급증하였다. Case 1은 가장 얇은 두께로 목표 안전율인 3.5에 도달하지 못하였으나 Case 2와 Case 3는 목표 안전율에 도달하지만, 응력과 최대 변형률이 차이가 두드러지게 나타나지 않으므로 Case 3은 Case 2 두께보다 제작비가 과다 투자된 과대 설계임을 알 수 있었다. 따라서 반자동 접이식 선박용 차양 장치는 제작할 경우 Case 2 두께인 35mm가 과대 설계되지 않으며 충분한 구조적 안정성이 확보된 모델이라고 판단된다.

Table 1 Result of analysis

Caes No.	Analysis Condition	Equivalent Stress	Total Deformation	Safety Factor
1	25mm	136.76Mpa	2.0386mm	2.4748
2	35mm	77.58Mpa	1.3588mm	3.6855
3	45mm	58.295Mpa	1.0869mm	4.4555

후기

본 과제(결과물)는 교육부와 한국연구재단의 지원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학연협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

참고문헌

1. Son, S. W., Kim, T. K., Seo, T. I., "Wind load analysis of Structure for Folding Solar Power System," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation, 19(8), pp. 1-3, 2018.

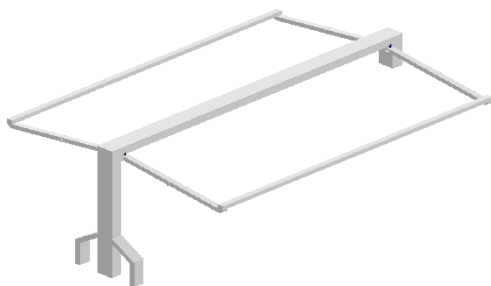


Fig. 1 Semi-automatic folding ship awning device

차량 동력 전달용 링기어의 구조 안정성 평가

Structural Stability Evaluation of Vehicle Power Transmission Ring Gear

*#황경환¹, 권대규², 이재학³

*#K. H. Hwang(hkxnow@kitech.re.kr)¹, D. K. Kwon², J. H. Lee²

¹한국생산기술연구원, ²세이테크, ³창신대학교

Key words : Structural analysis, Vehicle Power Transmission, Ring Gear, Combat vehicle

1. 서론

전투 차량 동력 전달 시스템의 동적 복잡성(dynamic complexity)은 힘을 효율적으로 전달하는 것뿐만 아니라 안전, 신뢰성, 내용 수명 등의 높은 구조적 안정성이 요구된다. 동력 전달 시스템의 핵심 부분인 링 기어는 바퀴 사이에 힘을 균등하게 분배하는 매우 중요한 역할을 하여 구조적 무결성 및 안정성이 요구된다. 따라서, 본 논문에서는 설계된 전투 차량용 동력 전달 시스템에 사용되는 링 기어의 구조 안정성 평가를 위해 비틀림 하중 변화에 따른 구조해석을 수행하고 안전율을 통해 안정성을 분석하였다.

2. 유한요소 모델 및 해석조건

Fig. 1은 해석을 위한 유한요소 모델과 매쉬 형상을 나타내고 있으며, 노드 및 엘레먼트 수는 각각 62,282개, 96,075개로 하여 해석을 수행하였다. 또한 해석모델은 전투 차량용 동력 전달용 링 기어의 외접기어가 고정되어 있고 내접기어 모멘트 하중(100N·mm~1,000N·mm)을 받는 조건으로 해석을 수행하고 안전계수가 1.5 이상 일 때 링 기어의 최대하중을 분석하였다.

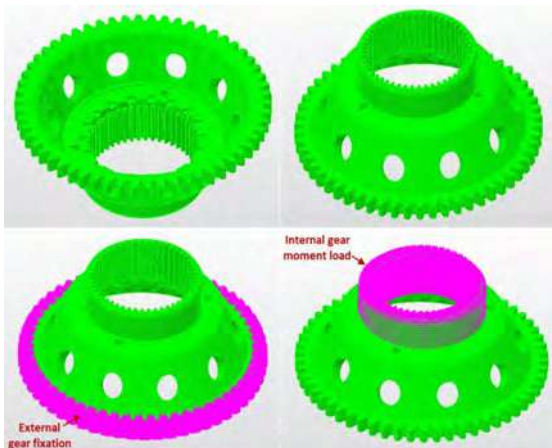


Fig. 1 Structural analysis model and boundary conditions

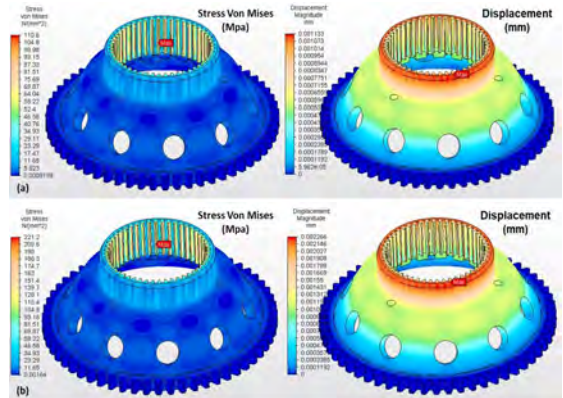


Fig. 2 Analysis results of Stress Von Mises and Displacement (a) load: 1,000N·mm (b) load: 2,000N·mm

3. 유한요소해석 결과 및 결론

비틀림 하중 변화량에 따른 링 기어 100N·mm 단위로 900N·mm까지 하중 인가 시 구조해석 응력결과를 기반으로 계산된 안전율은 31.2, 15.6, 10.4, 7.8, 6.24, 5.2, 4.45, 3.89, 3.47이다. Fig. 2는 1000, 2000N·mm하중 인가 시 구조해석 결과를 나타내며, 하중 1000N·mm 인가 시 안전율은 3.119이며, 안전율 1.5 이상 기준 시 최대하중은 2000N·mm로 계산되어 설계된 링 기어와 선정한 소재가 구조적 안정성을 가진다고 판단된다.

후기

본 연구는 2023년도 기획재정부의 중소·중견기업 생산기술 실용화 및 기술지원사업의 지원을 받아 연구되었습니다(No. 1711175151, 부산권 첨단장비활용 종합기술 지원사업).

참고문헌

1. H Li, S. Chen, J. Tang, Z Sun, Y. Hu., "Nonlinear dynamic modeling and analysis of spur gear based on gear compatibility conditions", Mechanism and Machine Theory, Vol. 171, No. 5, 104767, 2022.

알루미늄 봉 굽힘 공정의 해석

Analysis of Bending Process of Aluminum Bar

*#최두순¹, 이근안², 오성국²

*#D. S. Choi(dschoi@ut.ac.kr)¹, G. A. Lee², S. G. Oh²

¹한국교통대학교 기계공학과, ²㈜택트 기술연구소

Key words : Bar Bending, Numerical Analysis

1. 서론

굽힘(bending) 공정은 금속 봉을 원하는 형태 가공하는 소성가공 공정으로 다양한 산업 분야에 활용되고 있다^{1,2}. 본 연구에서는 알루미늄 봉의 굽힘 공정을 해석하고 여러 요인들을 분석하여 공정에 대한 이해도를 높이고, 굽힘 공정 장비의 설계 시 활용되도록 하였다.

2. CAE 해석

본 연구에서의 굽힘 공정 개략도를 Fig. 1에 나타내었다. 알루미늄 봉의 지름은 10mm, 베이스 공구(Base tool)과 굽힘 공구(Bending tool)의 지름은 각각 200mm, 40mm이다. 초기에 봉이 클램프(Clamp)에 의해 베이스 공구에 고정되고, 굽힘 공구는 봉과 접촉한 상태에서 베이스 공구의 중심축을 따라 70° 회전할 때까지의 공정을 상용 소프트웨어인 Ansys를 사용하여 해석하였다. 공정 종료 시점의 봉의 응력 분포를 Fig. 2에

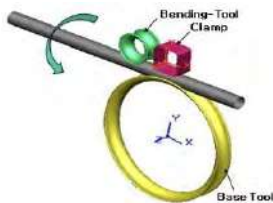


Fig. 1 Schematic diagram of bar bending system

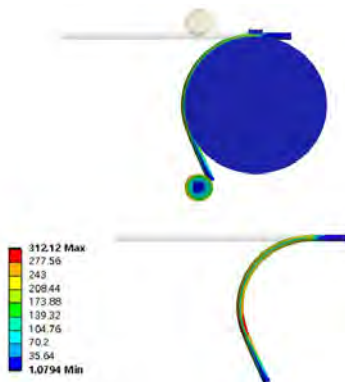


Fig. 2 Von Mises Stress Distribution of the Rod

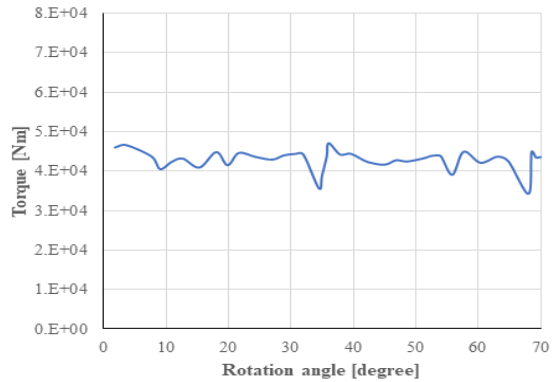


Fig. 3 Torque according to rotation angle

나타내었고, 회전 각도에 따른 적용 토크를 Fig. 3에 나타내었다.

3. 결론

본 연구에서는 알루미늄 봉 굽힘 공정의 수치해석을 통하여 장비에 요구되는 토크의 크기와 봉에 발생하는 응력을 분석하였다. 본 연구의 결과는 향후 굽힘 공정 장비 및 공정의 설계에 적용될 계획이다.

후기

2023년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음.

참고문헌

1. Park, H. C., Kim, B. S., Jeong, J. H., "A study on Forming Analysis for Copper Pipe Bending Process Improvement," J. of Power Syst. Eng., Vol. 22, No. 3, pp. 60-65, 2018.
2. Jang, D. H., Lee, C. K., "A Study on the Improvement of Irregular Bending of Aluminum Extruded Square Bars," J. Korean Soc. Mech. Technol, Vol. 22, No. 1, pp. 166-173, 2020.

액화수소용 글로브 밸브의 유량계수 변화

Flow Coefficient of the Globe Valve for Liquefied Hydrogen

*황나규미¹, #강정호¹, 한승호¹, 오진식², 박주환²

*N. G. M. Hwang¹, #J. H. Kang(kangjh@dau.ac.kr)¹, S. H. Han¹, J. S. Oh², J. H. Kwak²
¹동아대학교 기계공학과, ²(주)에스지티

Key words : globe valve, Flow Coefficient, CFD(Computational Fluid Dynamics)

1. 서론

액화 수소 산업용 글로브 밸브는 유량조절의 목적으로 널리 사용되고 있다.^[1] 유량 손실이 적고 유량계수가 큰 밸브의 설계와 변수들에 대한 검토가 액화 수소 저장과 수송에 필요하다. 본 연구에서는 글로브 밸브의 Inlet 각도에 따른 유량계수의 변화를 실제 실험 결과와 시뮬레이션 데이터를 분석하여 제공하였다.

2. 모델링

글로브 밸브의 단면 및 Inlet의 각도(α) 위치는 Fig. 1에 도시하였으며, 각도는 5°, 10°, 12.5° 세 가지로 설정하였다. 각 모델의 격자생성은 Inlet/Outlet/Body 세 부분으로 나누어 진행하였으며, Inlet&Outlet과 Body부의 격자 갯수를 늘려가며 의존도 Test를 진행하였다.

3. 결과

CFD 시뮬레이션을 통해 산출된 유량계수의 신뢰성 확보를 위해 각 모델의 시제품을 제작하고 KS 규격을 따라 유량계수 산출 시험을 진행하였다. 시뮬레이션 결과와 비교한 결과, 오차의 범위는 10% 내외로 확인되었으며 이는 Table 1에 나타난 바와 같다.

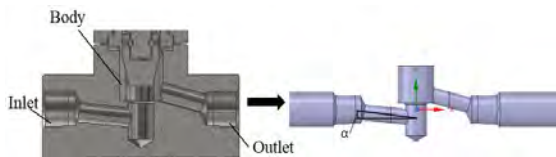
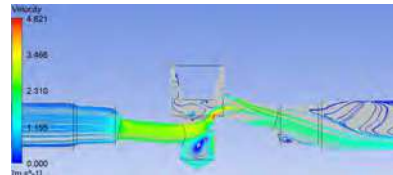


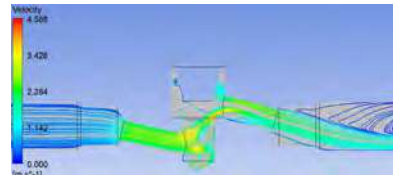
Fig. 1 globe valve and Inlet angle α

Table 1 Comparison of Simulation and Experimental Results

$\alpha(^{\circ})$	Simulation Results	Experimental Results	Error (%)
5	2.89	2.65	9.057
10	2.85	2.55	11.76
12.5	2.77	2.55	8.627



(a) $\alpha = 5$



(b) $\alpha = 12.5$

Fig. 2 Simulation Results - streamline

4. 결론

밸브 제작 전 밸브의 성능을 파악하기 위해 Inlet의 각도를 변경해가며 유량계수의 변화를 관측하였다. Inlet의 각도가 5°에서 점점 증가할수록 유량계수는 점점 감소하였으며, 특히 Fig. 2에 도시한 바와 같이 Body부에서의 유동이 더욱 복잡한 양상을 보였다. 해당 결과는 밸브 유량계수의 증가 및 밸브 내부유로 최적설계를 가능하게 할 것으로 판단된다.

후기

이 논문은 중소벤처기업부 ‘중소기업 연구인력 양성 지원사업’의 지원으로 수행된 연구임.(수소산업 융합부품 제조 및 설계 전문인력양성 사업단, 과제번호 : RS-2023-00256880)

참고문헌

1. Ji-Won Choi, Sun-Hyung Park and Kwon-Hee Lee, "Flow Analysis and Experimental Study of Globe Valve for Precision Control," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 17, No. 7, pp. 734-739, 2016.

Tool Pocket용 Gripper 구조적 특성에 관한 연구

A Study on the Structural Characteristics of Gripper for Tool Pocket

*김창언¹, #최현웅¹, 이상협¹, 민종관²

*C. E. Kim¹, #H. W. Choi(heonwoong@kumoh.ac.kr)¹, S. H. Lee¹, J. G. Min²

¹금오공과대학교 기계설계과, ²㈜삼익테크

Key words : Tool Magazine, Tool Pocket, Pot Chain, Structure Analysis

1. 서론

본 논문에서는 항공기 부품 가공용 Tool Magazine의 Tool Pocket용 Gripper의 구조 안정성 평가를 위한 방법으로 구조해석 시뮬레이션을 통해 장비의 기계적 특성에 대해 분석하였다.

2. 시험방법

시험은 Inventor를 이용하여 3D Modeling을 실시하고, Ansys 프로그램을 이용하여 Tool Pot Chain의 Tool Pocket용 Gripper의 CAE 해석을 실시하였다. 시험조건은 스프링을 결합해체할 때 발생하는 하중을 고려하였고, 경계조건은 아래의 그림과 같이 나타내었다.



Fig. 1 Boundary Conditions



Fig. 2 Result of Mesh

Table 1 Material Properties

재질명	탄성계수 (GPa)	포아송비	항복강도 (MPa)	밀도 (g/cm ³)
SK5	208	0.3	1034	7.87

3. 시험결과

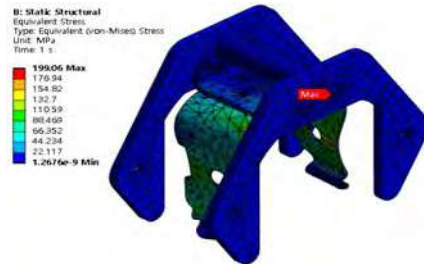


Fig. 3 Result of Max. Stress

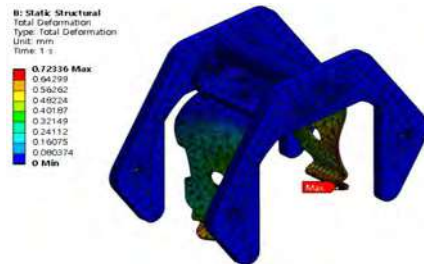


Fig. 4 Result of Max. Displacement

Table 2 Result of Structure Analysis

Max. Stress (MPa)	Max. Displacement (μm)
199.06	723.36

4. 결론

구조해석 결과 Gripper의 최대 변위인 723.36 μm 범위에서 최대 응력은 199.06MPa가 발생하였다. 기계 안전을 기준 안전율 5.2에 준하는 결과과 나왔으며 사용에 이상은 없을 것으로 판단된다.

후기

이 연구는 중소벤처기업부 기술혁신개발사업 (RS-2023-00220349)의 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사드립니다.

Tube Connector Auto Assembly System의 구조적 특성에 관한 연구 A Study on the Structural Characteristics of Tube Connector Auto Assembly System

*김창언¹, #최현웅¹, 이상협¹, 황정주²

*C. E. Kim¹, #H. W. Choi(heonwoong@kumoh.ac.kr)¹, S. H. Lee¹, J. J. Hwang²
¹금오공과대학교 기계설계과, ²(주)바텍

Key words : Tube Connector, Assembly System, Structure Analysis

1. 서론

본 논문에서는 Tube Connector Auto Assembly System 장비 안정성 평가를 위한 방법으로 구조해석 시뮬레이션을 통해 장비의 기계적 특성에 대해 분석하였다.

2. 시험방법

시험은 Inventor를 이용하여 3D Modeling을 실시하고, Ansys 프로그램을 이용하여 Tube Connector Auto Assembly System의 CAE 해석을 실시하였다. 시험조건은 Assembly Unit과 Body의 자중에 의해 발생하는 하중을 고려하였고, 경계조건은 아래의 그림과 같이 나타내었다.

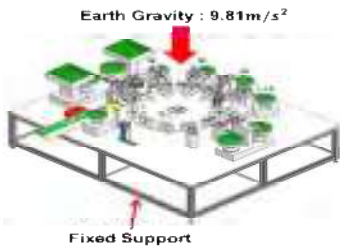


Fig. 1 Boundary Conditions



Fig. 2 Result of Mesh

Table 1 Material Properties

재질명	탄성계수 (GPa)	프아송비	항복강도 (MPa)	밀도 (g/cm ³)
Al6061	68.9	0.33	124	2.7

3. 시험결과

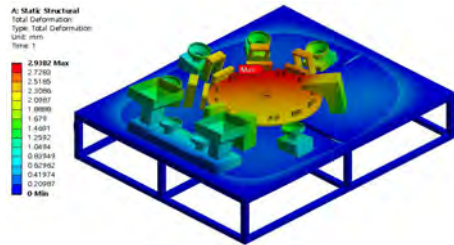


Fig. 3 Result of Max. Displacement

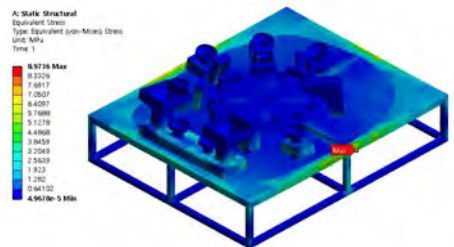


Fig. 4 Result of Max. Stress

Table 2 Result of Structure Analysis

Max. Displacement (mm)	Max. Stress (MPa)
2.9382	8.9736

4. 결론

구조해석 결과 Tube Connector Auto Assembly System의 변위는 최대 2.9382mm가 발생하였고, 최대 응력은 8.9736MPa가 발생하였다. 장비의 크기와 소재의 항복응력을 고려하였을 때, 장비 작동 중 이상은 없을 것으로 판단된다.

후기

이 연구는 중소벤처기업부 기술혁신개발사업 (S3173651)의 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사드립니다.

고강도 휠 설계를 위한 원심주조의 유동응고 해석모델 개발

Development of Flow-Solidification Analysis Model for Centrifugal Casting for High-Strength Wheel Design

#심경석¹, 민윤상¹, 박영균¹

#K. S. Sim(kssim@katech.re.kr)¹, Y. S. Min¹, Y. G. Park¹

¹한국자동차연구원

Key words : Automobile Wheel, Centrifugal Casting, Flow-Solidification Analysis, Light Weight

1. 서론

기후변화와 지구환경문제에 대응하기 위해 에너지 절감 제품과 환경유해물질 저감 기술에 대한 수요가 산업계 전반으로 요구되고 있는 상황이며, 자동차산업계에도 현재 EU를 중심으로 환경규제를 강화하고 있고, 미국, 일본 및 중국 등 전 세계적으로 EU와 유사한 규제를 시행, 준비 중이다. 이와 맞물려 자동차 부품의 경량화 요구가 증가하고 있으며, 자동차용 휠도 예외는 아니다.

원심주조 공법은 원심력을 활용하여 금속 용탕을 금형에 채우는 방법이다. 용융된 금속이 응고되기 전에 금형에 채워지는 것이 매우 중요하다. 이렇게 제조된 휠은 10% 이상의 경량화 효과를 볼 수 있는 것으로 알려져 있다. 또한, 원심주조 공법은 현재 자동차 산업계가 직면한 성능(고내구, 고경량)과 감성 품질(소음저감)에 대한 고민을 풀어 낼 수 있는 기술로서, 동시에 플로우 포밍 공정 삭제로 인한 원가절감도 가능하여 제조 생산성을 만족할 수 있는 기술이다.

본 연구에서는 원심주조의 효율성을 높이고 설계된 휠의 원심주조 제조를 위한 유동응고 해석모델을 개발하고자 한다. 또한, 개발된 휠의 성능을 검증하기 위하여 제작된 휠의 성능 검증을 통하여 휠의 신뢰성을 확인하였다.

2. 유동응고 해석모델

원심주조 공법을 적용한 유동응고 해석모델을 Fig. 1과 같이 개발하였다. 주조성 검증의 신뢰성 제고를 위하여 정방향(Case 1) 및 역방향(Case 2)의 복수 해석 모델을 정의하였으며, 두 해석모델을 이용하여 상대비교를 통한 결과를 도출하였다. 제품으로 용탕 주입한 뒤 제품 충전 완료 후 원심 작동 공정을 적용하였다. 최대 회전속도는 300RPM, 370RPM 두 해석 조건을 고려하여 응고 해석 결과 차이 분석하였다.

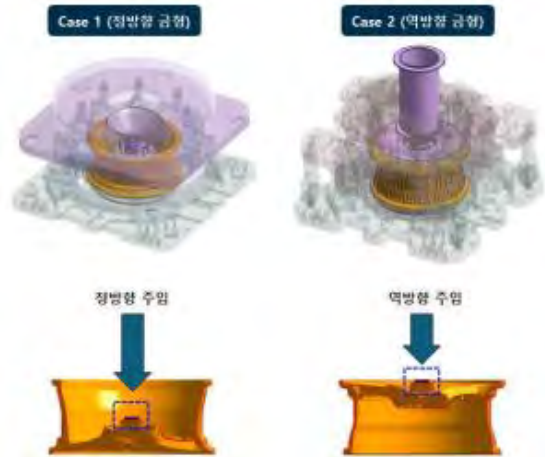


Fig. 1 Flow-solidification analysis model for centrifugal casting

3. 결론

유동응고 해석을 통하여 원심주조 공법으로 휠 제조가 가능함을 확인하였으며, 실제 제작 후 휠 내구시험을 수행하여 안전성 및 신뢰성 측면에서 우수한 결과를 확인하였다.

후기

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술평가관리원에서 지원하는 글로벌주력산업품질대응뿌리기술개발사업의 ‘글로벌 시장 진출을 위한 원심주조 공법 기반 차량용 19인치 이상급 고강성 경량 휠 제조 기술개발(과제번호 20016413)’ 과제 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Sim, K. S., “A Study on the Durability Characteristics of Automobile Wheel Using Centrifugal Casting”, Proceedings.of KASA, pp. 155, 2023.

전기구동 승용관리기 승하강 높낮이 조절장치 설치에 따른 링크 구조해석 Strucural Analysis of Link Mechanism on Elevating Height Adjustment Device for Electric Riding Cultivator

*이종원¹, 이현우¹, 강한경¹, 김수민¹, 모준혁¹, 정환홍², #이충호¹

*J. W. Lee¹, #C. H. Lee(leech@jj.ac.kr)¹

¹전주대학교 산업공학과, ²정원SFA

Key words : Electric riding cultivator, Recurdyn, Height adjustment device, Dynamic behavior

1. 서론

농업용 전기구동 승용관리기는 작물별 두둑의 치수에 따라 윤거폭은 물론 지상고가 가변으로 150mm~200mm를 수동으로 프레임이 상승, 하강 된다. 이때 다양한 동적부하에 견딜 수 있는 안정적인 프레임 형상이 필요하다. 본 연구에서는 Recurdyn의 유연체해석인 FFlex를 활용하여 전기구동 승용관리기의 승하강 높낮이 조절장치 설치에 따른 동적거동에 대한 링크 구조해석을 수행하였다.

2. 연구방법

Recurdyn을 이용하여 보다 정확한 시뮬레이션 결과 도출과 시뮬레이션 시간 단축을 위해 상부를 방제기, 약액 탱크, 운전석 및 상판 3부분으로 나누어 모델링 단순화를 진행하였다. 운전석 및 상판은 시제품의 중량인 679kg, 방제기 모듈은 302.74kg으로 설정하였다. 방제기의 약액 탱크는 비어 있다고 가정하였으며 전기구동 승용관리기는 사람이 내려서 조절부를 돌려 지상고와 윤거폭을 조절함으로 운전자의 중량은 제외하고 시뮬레이션을 수행하였다. 프레임의 단면이 일정하지 않아 솔리드 타입의 메시로 모델링하였으며 메시 모델링 후, 각 부품의 실 중량을 설정하였다. 각 부분에 맞게 Joint를 설정하였으며 메시 모델링에 설정되는 Joint에 접촉 조건을 설정하였다. 전기구동 승용관리기는 Fig. 1과 같이 시저 리프트 타입으로 지상고를 조절하며 지상고가 200mm 상승 및 하강 시 최대 250mm만큼 프레임이

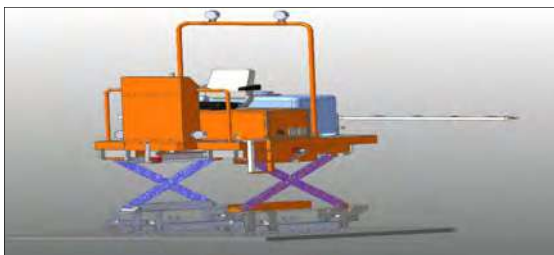


Fig. 1 Electric riding cultivator with completed mesh modeling

앞뒤로 이동한다. 시뮬레이션 조건을 최하단 유지 시 (779.58mm), 중단 유지 시 (979.58mm), 최상단 유지 시 (1179.58mm), 상승 시, 하강 시 총 5가지로 선정하여 시뮬레이션을 수행하였다.

Table 1 Simulation result of dynamic elevation behavior

Maintain the lowest (779.58mm)	209.53MPa	Rise from bottom to top (Dynamic)	209.72MPa
Maintain the middle (979.58mm)	190.32MPa		
Maintain the top end (1179.58mm)	203.27MPa	Descend from top to bottom (Dynamic)	203.17MPa

3. 결론

시뮬레이션 결과, Table. 1과 같이 전기구동 승용관리기 지상고 최하단 유지 시 (779.58mm), 최대 폰미세스 응력이 209.53MPa이 도출되었으며 중단 유지 시 (979.58mm), 최대 폰미세스 응력은 190.32MPa, 최상단 유지 시 (1179.58mm), 최대 203.27MPa이 도출되었다. 전기구동 승용관리기가 최하단의 높이에서 최상단의 높이로 상승 시, 최대 폰미세스 응력은 209.72MPa이 도출되었으며 최상단의 높이에서 최하단의 높이로 하강 시, 최대 폰미세스 응력은 203.17MPa이 도출되었다. 프레임의 소재인 SS400의 항복강도(275MPa)를 기준으로 정적인 3가지 상황과, 동적인 2가지 상황에서 도출된 폰미세스 응력이 소재의 항복강도를 벗어나지 않아 안전하다고 사료된다. 향후 경량화와 고내구성, 고강도 소재로의 설계변경이 필요할 것으로 사료되며, 시제품을 이용한 실차검증도 수행할 계획이다.

후 기

본 논문은 2022년도 농림축산식품부 친환경 동력원 적용 농기계 기술 개발사업(1222-0088)으로 인한 결과 물임을 밝힙니다.

참고문헌

1. Tae-Hyun Kim, Jong-Eun Suh and Jae-Hung Han, "Dynamic Modeling of Scissors Structure and Stiffness Analysis Based on Deployed Configuration," Journal of the Korean Society for Aeronautical & Space Sciences, Vol. 47, No. 6, pp. 405-413, 2019.

스태커 크레인 텔레스코픽 마스트의 단수에 따른 구조해석 Structural Analysis of Stacker Crane According to the Height of Telescopic Mast

*강한경¹, 김수민¹, 박수배², #이충호¹

*H. K. Kang¹, #C. H. Lee(leech@jj.ac.kr)²

¹전주대학교 산업공학과, ²(주)호이스트코리아

Key words : Telescopic mast, Ceiling type hoist, Stacker crane, Telescopic crane

1. 서론

스태커 크레인이란 천장형 호이스트 크레인에 텔레스코픽 마스트와 포크유닛을 결합하고 인양 메커니즘의 회전시스템을 적용, 호이스트 크레인으로 파렛트에 물건을 적재 운반이 가능하도록 한 물류 및 자재관리 가능한 반자동 시스템이다. 본 연구에서는 기존 호이스트 크레인에 텔레스코픽 마스트를 결합한 스태커 크레인 개발을 위해 텔레스코픽 마스트의 높이에 따라 포크유닛에 가해지는 설계하중을 부여한 구조해석을 수행하여 강도계산과 상세설계를 위한 취약부에 대한 응력 해석 시뮬레이션 연구를 수행하였다.

2. 연구방법

Inventor를 이용하여 텔레스코픽 마스트 2D도면을 참고하여 3단 접이식으로 모델링을 진행하였고 접합 배치를 통하여 어셈블리를 진행하였다. 소재는 일반구조용 압연강재(SS400)로 지정하였다. 상단 평면에 고정 구속 조건을 설정하였으며, 각 부품이 접촉되는 부분은 접촉 구속조건으로 설정하였다. 하중은 포크 유닛에 수직방향으로 설계하중인 5ton의 하중을 N으로 환산하여 양쪽 포크부분에 2.5ton(24516.625N)씩 부여하여 구조해석을 수행하였다. 구조해석은 Fig. 1과 같이 텔레스코픽 마스트를 다 펼쳐짐(A)부터 1단접힘(B), 2단접힘(C), 3단접힘(D)의 4수준으로 나누어 구조해석을 수행하고 취약부를 확인하였다.

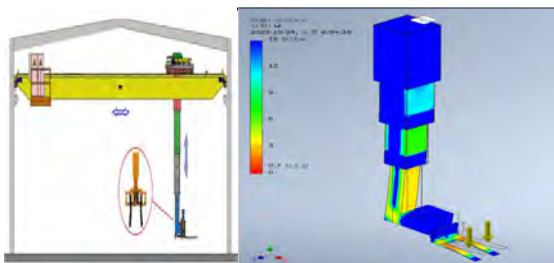


Fig. 1 Stacker Crane and simulation result (safety factor)

Table. 1 Stress analysis result

	Von mises stress	Safety factor	Disp.
Spread out(A)	220.9Mpa	1.25ul	4.33mm
One-stage folding(B)	175.6Mpa	1.57ul	2.19mm
Two-stage folding(C)	158.9Mpa	1.73ul	2.59mm
Three-stage folding(D)	148.1Mpa	1.86ul	2.48mm

3. 결론

텔레스코픽 마스트 소재인 일반구조용 압연강재 (SS400)는 항복강도가 275MPa, 인장강도는 400MPa이다. 구조해석 결과, Table. 1과 같이 스태커 크레인의 텔레스코픽 마스트가 다 펼쳐짐(A)의 경우에는 폰 미세스 응력이 220.9Mpa, 안전계수는 항복강도를 기준으로 1.25ul, 변위 4.33mm로 도출되었다. 1단접힘(B)의 경우에는 폰 미세스 응력이 175.6Mpa, 안전계수 1.57ul, 변위 2.191mm로, 2단접힘(C)은 폰 미세스 응력 158.9Mpa, 안전계수 1.73ul, 변위 2.59mm로, 3단접힘(D)의 경우는 폰 미세스 응력이 148.1Mpa, 안전계수 1.86ul, 변위 2.484mm로 도출되었다. 모든 상황에서의 등가응력 강도는 소재의 항복강도 보다 낮은 수준으로 확인되었다. 향후, 텔레스코픽 마스트의 원활한 작동과 강도, 고내구성 경량소재의 적용과 동적 환경에서 강건구조 설계를 위해 마스트의 단수는 최대 신장 시 흔들림, 스트로크 길이, 중량을 고려하여 적절한 단수를 결정하고 소재의 변경이나 구조의 개선이 필요할 것으로 사료된다.

후기

본 논문은 2023년도 중소벤처기업부 지역특화산업 육성+(R&D)사업(S3364258) 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

1. Lee, Jong-Gyu, & Lee, Sang-Ryong. (1999). The Modelling of Overhead Crane System. Journal of the Korean Society for Precision Engineering, 16(9), 166-171.

튜닝 브레이크 캘리퍼의 동특성 분석

Dynamic Characteristic Analysis of Tuning Brake Caliper

*송영근¹, 박소정¹, 서은솔¹, 김현주¹, #강호영¹

*Y. G. Song, S. J. Park, E. S. SEO, H. J. Kim, #H. Y. Gang

¹(재)경북테크노파크

Key words : Brake, Calipers, Modal analysis, Finite Element

1. 서론

자동차 제동장치는 주행 중인 차량을 감속 또는 정지시키고, 정지된 상태를 유지하기 위한 장치로 디스크(Disc), 패드(Pad), 캘리퍼(Caliper)로 구성되어 있다. 캘리퍼는 운전자가 페달을 통해 제동할 때 마스터 실린더와 브레이크 호스를 통해 전달된 유체가 피스톤을 밀어내어 디스크와 패드 간의 마찰을 일으키게 하는 유압장치이다. 이때 발생하는 진동이나 주기하중이 지속적으로 작용할 때 나타나는 동특성을 분석함으로써 공진 발생 가능성을 확인하여 설계에 반영해야한다. 본 연구에서는 상용 전산 해석 프로그램 ANSYS(Workbench 2023R1)을 사용하여 모드해석을 진행하였으며, 고유진동수와 모드형상을 예측하였다.

2. 해석 모델링

본 연구의 해석 대상인 튜닝 브레이크 캘리퍼를 Fig 1과 같이 모델링 하였다.

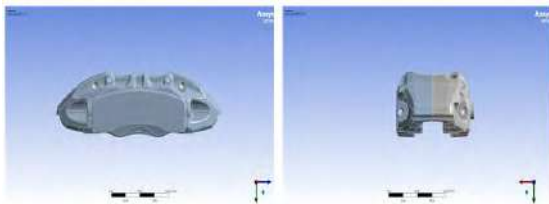


Fig. 1 Analysis Model

3. 경계조건 설정

모드 해석은 ANSYS(Workbench 2023R1)를 사용하여 Fig. 2와 같이 격자를 생성하였으며, tetrahedral element로 총 요소수는 103,004개, 절점수는 173,474개로 구성하였다. 모델에 적용된 재질은 AL6061-T6(탄성계수=68.9 (Gpa), 프와송비 = 0.33, 밀도=2.7e-006(kg/mm⁻³))이며, 하중조건과 구속조건은 적용하지 않는 상태에서 해석을 진행하였다.

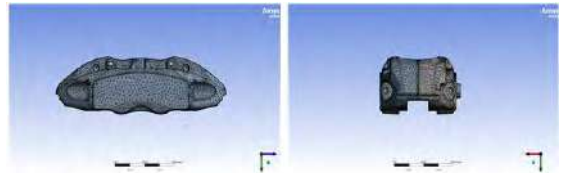


Fig. 2 Finite Element Model

4. 결론

해석 결과 구속조건이 지정되지 않은 상태에서 해석을 진행하였기 때문에, 1차부터 6차까지 강제모드가 발생하였으며, 7차부터 12차까지는 실제로 의미가 있는 변형모드가 발생하였으며, Fig 3에 나타내었다. Table 1과 같이 고유진동수는 1724.6~3870.3[Hz] 대역을 확인하였다.

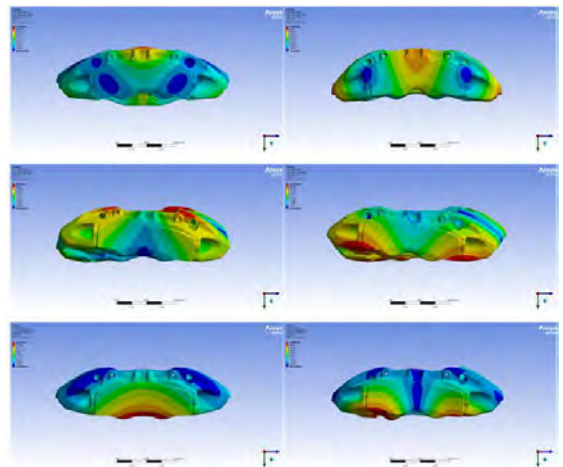


Fig. 3 Result of Modal Analysis

Table 1 Result of Modal Vibration Analysis

	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Mode 5	Mode 6
Resonance Frequency(Hz)	1724.6	1893.7	2606	3665.1	3842.1	3870.3

후기

본 논문은 2023년 지역혁신클러스터육성(R&D)(P0025725)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

Inconel 600 재질의 항공기 엔진 control arm 부품의 안전성 검토 Safety Review of Inconel 600 Aircraft Engine Control Arm Part

*권대규¹, 노현일¹, 김종선², #강상우³

*D. K. Kwon(saytech@naver.com)¹, H.I Noh¹, J. S. Kim², #S. W. Kang³

¹세이테크, ²부산대학교 대학원, ³창원문성대학교

Key words : Inconel 600, Aircraft Engine Part, Structural Analysis

1. 서론

초내열합금은 원자력 발전소 반응기, 석유화학 장비, 항공 및 발전용 가스터빈, 로켓 엔진 등 고온에서 사용되는 기계 부품 소재로 많이 사용되고 있다. 초내열합금인 인코넬은 고온 강도가 높고 화학적으로 안정적이다. 또한 부식에서 강한 장점을 가지고 있고, 인성과 크리프(Creep) 특성이 우수해 항공기 부품 재료로 각광 받고 있다, 하지만 인코넬은 대표적 난삭재 중 하나로 기계적 가공 조건이 제한적이며, 가공능률이 떨어져 선삭가공을 하기위한 다양한 연구^[1]가 이루어지고 있다.

이에 본 연구에서는 inconel 600 재질의 항공 엔진 control arm 부품의 안전성 검토를 진행하여 제품 생산 이전에 제품의 성능을 평가하고자 한다.

2. Analysis 전처리 과정

안전성 검토는 구조 해석을 통하여 검토하였으며, 사용 프로그램은 ANSYS 프로그램을 사용하였다.

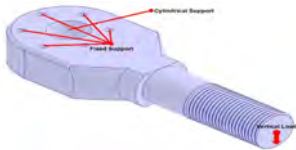


Fig. 1 3D modeling and boundary conditions for analysis

Table 1 Mechanical properties

Items(unit)	Inconel 600
Density(g/cm ³)	8.47
Poisson's ratio	0.324
Yield strength(MPa)	345(Min.)
Tensile strength(MPa)	725(Min.)
Young's Modulus(GPa)	241

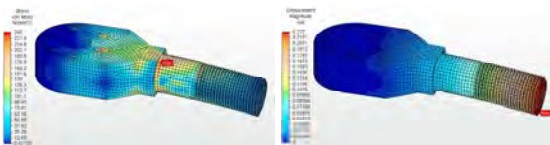


Fig. 2 Stress(left) and displacement(right) analysis results

Fig. 1은 항공기 엔진 control arm 부품의 전체 모델 및 경계조건을 나타내었다. 해석을 위해 Mesh 격자를 생성하고 경계 조건을 부여하였다. 항공기 엔진 control arm 부품의 재질은 Inconel 600이며, Table 1에 기계적 물성치를 나타내었다. 경계조건은 부품의 중앙 홀 부분은 핀 고정이 되어있어 cylindrical support 조건으로 회전 구속을 주었으며, 중앙 홀 주위 6개의 구멍에는 나사체결이 되기 때문에 fixed support 구속조건을 주었다. 또한 샤프트 연결이 나사 체결로 이루어지며, 이 부분에 하중이 걸리게 되는데 이를 극대화시키기 위해 샤프트 체결 끝부분에 수직하중조건을 주었다. Mesh는 ANSYS 메쉬를 통해 생성하였으며, 생성 결과 node 수는 22443개, element 수는 44447개가 생성되었다.

3. 구조 해석 결과

구조 해석은 안전계수가 1.5를 나타낼 때까지 하중을 증가시키며 진행하였다. 안전계수가 1.5를 토출했을 때의 해석 결과는 하중이 2500N을 주었을 때 나타났다. Fig. 2는 하중이 2500N일 때의 해석 결과이며, 최대 응력은 240MPa, 최대 변위는 0.227mm로 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 inconel 600 재질의 항공 엔진 control arm 부품의 안전성 검토를 진행하였다. 안전계수가 1.5가 도출될 때 하중은 2500N이며, 이때 발생하는 최대 응력은 240MPa, 최대 변위는 0.227mm로 나타났다.

후기

본 성과물은 중소벤처기업부에서 지원하는 2023년도 맞춤형 기술파트너 지원사업(No.RS-2023-00254385)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

1. Won, J. S., Lim, E. S., and Jung, Y. G., "Estimation of Machinability for Super Heat-resistant Alloys Inconel 600 in Turning Process", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 10, No. 6, pp. 1-8, 2011.

항공기 엔진 control arm 부품의 가공 소재절감을 위한 평면 클램핑 지그 개발 Development of Flat Clamping Jig to Reduce Processing Material of Aircraft Engine Control Arm Part

*권대규¹, 노현일¹, 김종선², #강상우³

*D. K. Kwon(saytech@naver.com)¹, H.I Noh¹, J. S. Kim², #S. W. Kang³

¹세이테크, ²부산대학교 대학원, ³창원문성대학교

Key words : Inconel 600, Flat Clamping Jig

1. 서론

인코넬은 좋은 기계적 특성으로 인해 항공기 부품의 소재로 각광받고 있는 재질이다. 하지만 인코넬은 대표적인 난삭재 재료중 하나로 가공조건이 제한적이기 때문에 선삭가공하기 위한 연구^[1]가 많이 이루어지고 있다. 항공기 엔진 control arm 부품은 제품의 특성으로 인해 단일 소재 가공을 해야 한다. 이로 인해 가공 제품의 크기에 비해 원소재 크기와 중량이 커지는 문제점이 발생한다. 이에 본 연구에서는 항공기 엔진 control arm 부품의 가공 소재절감을 위한 평면 클램핑 지그 개발을 진행하고자 한다.

2. 평면 클램핑 지그 모델링

평면 클램핑 지그의 모델링을 위해 제품의 형상 분석과 원소재 크기를 파악하였다. Fig. 1은 제품의 형상 및 원소재의 모습이다. 제품의 크기 분석 결과 제품의 헤드부는 43×66.4×19.05mm, 축부는 $\varnothing 19.05 \times 55$ mm로 파악되었다. 이를 가공하기 위한 원소재는 $\varnothing 50.8 \times 130$ mm로 파악되었다. 이에 Fig. 2와 같이 평면 클램핑 지그를 설계하고 원소재를 사각형상으로 바꾸어 원소재를 절감하는 방식을 고안하였다.

지그를 제작하고 원소재를 사각형상으로 바꿀 경우 원소재의 크기는 25.4×46×130mm로 충분하다고 판단되

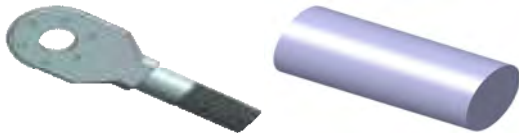


Fig. 1 3D modeling of aircraft engine control arm parts(left) and initial material before improvement(right)

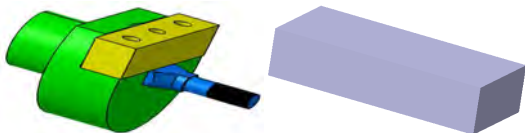


Fig. 2 3D modeling of flat clamping jig(left) and initial material after improvement(right)

었다. 원소재의 체적으로 비교할 경우 263,354mm³에서 151,892mm³으로 감소하여 약 42.3%의 소재절감이 가능하였다.

3. 검사 지그 제작 및 평가

설계를 토대로 평면 클램핑 지그를 제작하였다. 제작 과정에서 지그의 안정성을 위해 제품 고정 부분을 지그의 안쪽에 삽입하는 형태로 제작하였다. Fig. 3은 제작된 지그에 제품을 체결하여 가공한 한 모습이다. 이를 통해 원활한 가공이 가능함을 확인하였다.

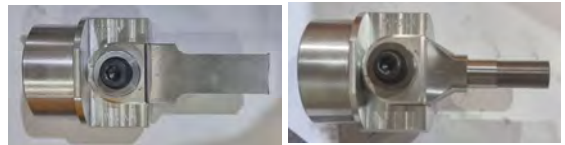


Fig. 3 Before(left) and after(right) product processing

4. 결론

본 연구에서는 항공기 엔진 control arm 부품의 가공 소재절감을 위한 평면 클램핑 지그 개발을 진행하였다. 제품과 원소재의 특성을 파악하여 평면 클램핑 지그를 설계하였고, 지그를 개선하여 제작하였다. 제작된 지그를 통해 원활한 가공이 가능함을 확인하였으며, 이를 통해 원소재를 약 42.3% 절감할 수 있었다.

후기

본 성과물은 중소벤처기업부에서 지원하는 2023년도 맞춤형 기술파트너 지원사업(No.RS-2023-00254385)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

1. Won, J. S., Lim, E. S., and Jung, Y. G., "Estimation of Machinability for Super Heat-resistant Alloys Inconel 600 in Turning Process", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 10, No. 6, pp. 1-8, 2011.

중저준위 원자력 폐기물 처분용 사각 포장용기의 밀폐 평가

Hermetic Evaluation of Square Packaging Containers for Disposal of Low-and Medium-Level Nuclear Waste

*이정인^{1,2}, 조용재¹, 송혜진¹, 한수빈¹, #장진석¹

*J. I. Lee^{1,2}, Y. J. Jo¹, H. J. Song¹, S. B. Han¹ #J. S. Jang(jsjang@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원(스마트제조기술연구그룹), ²부산대학교 나노메카트로닉스공학과

Key words : Hermetic, Gasket, Bolt, Finite element method

1. 서론

중저준위 원자력 폐기물은 방사성에 오염된 물질로 원자력 발전소 등에서 사용된 작업복, 장갑, 부품 등 방사능 함유량이 미미한 고체 및 유체 폐기물을 의미하며, 이와 같은 폐기물들은 전용 처분용기에 폐기된다. 최근 중저준위 원자력 폐기물의 포화율이 높아짐에 따라 폐기물 처분용량 증대를 위해 기존 드럼통형식의 포장용기가 아닌 사각구조의 구상형연주철 포장용기가 제안되었다.

원자력 폐기물 포장용기에 있어서 내용물을 밀폐하는 것은 매우 중요한 부분이다. 대부분의 포장용기 밀폐에는 Gasket이 사용되며, Gasket은 선박 엔진, 압력용기 등 배관 플랜지 고정 접합면 등에 삽입되고 볼트 등으로 체결하여 누설을 방지하는 정적 실(Static Seal)을 의미한다⁽¹⁾.

따라서 새롭게 제안된 사각구조 포장용기의 밀폐를 만족하는 새로운 Gasket설계가 요구된다. Gasket의 경우 볼트의 간격 및 체결력에 따라 Fig. 1과 같이 Gasket에 적절한 면압이 작용하지 않는 문제가 발생할 수 있으며, 이는 내용물의 누수로 이어질 위험이 있다.

따라서 본 연구에서는 새롭게 제안된 사각구조 포장용기 Gasket의 밀폐조건 충족을 위해 유한요소해석을 통해 Gasket의 밀폐평가를 진행하였다.

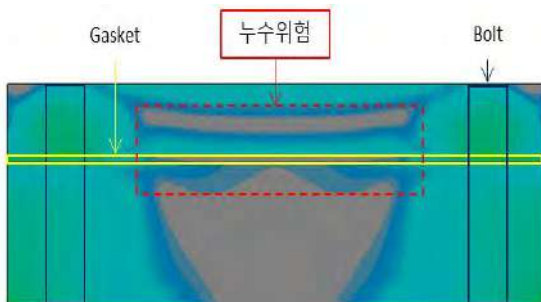


Fig. 1 A leakage part between bolt tightening

2. 유한요소해석

유한요소해석 프로그램을 사용하여 새롭게 선정된 Gasket의 형상별 Gasket의 밀폐조건을 평가하였다. 해석의 용이성을 위해 불필요한 구조는 간략화 하였으며, 구조의 대칭성을 고려해 Fig. 2와 같은 1/2 모델로 해석을 수행했다. 설계 파라미터로는 볼트의 개수, 볼트사이의 간격, 볼트 체결력 및 Gasket의 두께 및 폭을 선정하였고, 이에 따른 포장용기 및 Gasket에 부여되는 응력의 크기와 방향을 분석하였다.



Fig. 2 A simplified model for FEM

3. 결론

중저준위 원자력 폐기물 사각 처분용기의 밀폐조건 충족을 위해 볼트의 크기 및 간격, Gasket의 크기 및 간격을 통해 응력분포를 분석하였으며, 응력분포에 따른 밀폐평가를 진행하여 Gasket의 형상을 선정하였다.

후기

본 연구는 한국생산기술연구원(20015706)과 산업통상자원부 및 산업기술평과관리원(KEIT) 연구비 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Jeong-seok Oh, In-sup Lee, Han-ki Yoon, & Heung-kyoung Sung (2017). Thermal and Structural Analyses of Semi-metallic Gasket Joined with Graphite Seal for Ship Engine Piping Flange. Journal of Ocean Engineering and Technology, 31(5), 352-356, 10.26748/KSOE.2017.10.31.5.352

배터리 팩 모듈 시스템의 엔드플레이트 구조 진동 해석 Structural Vibration Analysis for End-Plate of Battery Pack Module System

*최승민¹, 송영근¹, 박소정¹, 박상울², 송윤갑², #강호영¹

*S. M. Choi¹, Y. G. Song¹, S. J. Park¹, S. Y. Park², Y. G. Song², #H. Y. Gang(hygang@gbtp.or.kr)¹
¹(재)경북테크노파크, ²(주)영진

Key words : Battery, End-plate, Vibration, Finite Element

1. 서론

배터리 팩 모듈 시스템은 주행 중 타이어와 노면으로부터 진동에 노출되어 있기 때문에, 설계 단계에서 진동 조건에 만족하는 설계가 필요하다. 이에 따라 전기자동차 업계에서 요구하는 진동조건을 적용한 Random Vibration 해석을 수행하여 신뢰성을 확인하고자 하였다. 본 해석은 Modal 해석, Random Vibration 해석 순으로 진행하여 배터리 팩 모듈 시스템의 엔드플레이트의 진동 내구 성능을 검증하였다.

2. 해석 모델링 및 경계조건

본 연구의 해석 대상인 배터리 팩 모듈 시스템의 엔드플레이트를 Fig. 1(a)와 같이 모델링 하였다. 해석 모델의 재료 물성치는 ALDC-12(탄성계수=760(Gpa), 프와송비 = 0.33, 밀도=2.7e-006(kg/mm⁻³))이며, 구속 조건은 Fig 1(b)와 같이 배터리 팩 모듈 시스템의 엔드플레이트 마운팅 홀 부분에 완전 구속 조건을 적용하였다.

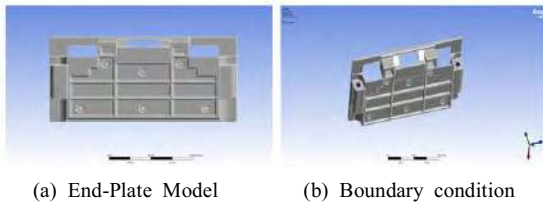


Fig. 1 Analysis Model

본 연구에서는 ANSYS 2023R1을 이용하여 Fig 2와 같이 배터리 팩 모듈 시스템의 엔드플레이트 유한요소 모델을 생성하였다.



Fig. 2 Finite element model

3. 모드해석

모드해석을 통하여 1~6차까지 변형모드와 Table 1과 같이 고유진동수 767.46~2976.3[Hz]대역을 확인하였다.

Table 1 Result of The Modal Vibration Analysis

	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Mode 5	Mode 6
Resonance Frequency (Hz)	767.46	1287.9	1579.1	2113.4	2527.5	2976.3

4. 랜덤진동해석

고객사에서 요구하는 PSD 진동 조건을 x, y, z축으로 각각 적용하여 해석을 진행하였다.

5. 결론

해석 결과 각 x, y, z축의 랜덤진동조건에서 Fig 2와 같이 응력이 발생하였으며, 각 진동 조건별 최대응력 값은 Table 2에 나타났다. 이 중에서 y축 방향으로의 랜덤하중조건에서 가장 큰 응력이 발생하였으며 ALDC-12 소재의 피로한도에 미치지 않는 0.35MPa로 계산되었다.

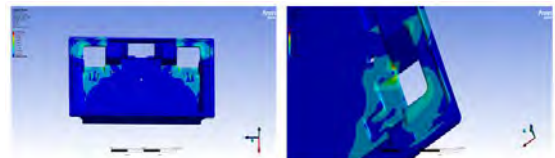


Fig. 2 Analysis Result of Random Vibration

Table 3 Analysis Result

Vibration Direction	x axis	y axis	z axis
Max Stress(Mpa)	0.017	0.35	0.055

후기

본 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(알루미늄 엠보소재 열간성형 및 고상접합 기술을 적용한 E-GMP용 배터리 케이스 개발, '20017966')

AI 엠보 소재를 적용한 E-GMP용 배터리 케이스 구조 및 동특성 해석 Structural and Mode Analysis for E-GMP Battery case based on Embo-rolled Al

*최효성¹, 최승민¹, 채준영¹, 박상울², 송윤갑², #강호영¹

*H. S. Choi¹, S. M. Choi¹, J. Y. Chae¹, S. Y. Park², Y. G. Song², #H. Y. Gang(hygang@gbtp.or.kr)¹

¹(재)경북테크노파크, ²(주)영진

Key words : embo-rolled Al, E-GMP battery case based, Vibration, Finite Element

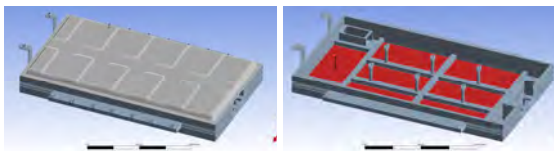
1. 서론

E-GMP용 배터리 시스템(BSA)은 주행으로 인해 발생하는 진동에 노출되어 있기 때문에 설계 단계에서 구조 및 진동 조건에 만족하는 설계가 필요하다. 이에 따라 배터리 시스템 내에 배터리 모듈이 적재되어 있는 조건을 바탕으로 구조 및 모드 해석을 수행하여 동특성을 분석하였으며, 고유진동수아 모드형상을 예측하였다.

2. 해석 모델링 및 경계조건

본 연구의 해석 대상인 E-GMP용 배터리 케이스는 Fig. 1(a)와 같이 모델링하였다. 해석 모델의 재료 물성치는 AL6061-T6(탄성계수=68.9(Gpa), 프와송비 = 0.33, 밀도 =2.7e-006(kg/mm⁻³))이며, 구속 조건은 Fig. 1(b)와 같이 배터리 시스템의 하부와 상부의 접합면을 완전 구속 조건을 적용하였다.

상부 배터리 케이스 상부 전체 면에 2G의 하중을 가하고 하부 케이스의 배터리 셀과 접촉면에 배터리 무게에 대한 정하중과 별도의 동하중을 인가하였다.



(a) End-Plate Model (b) Boundary condition
Fig. 1 Analysis Model

본 연구에서는 ANSYS 2023R1을 이용하여 Fig. 2와 같이 배터리 시스템 유한요소 모델을 생성하였다.



Fig. 2 Finite element model

3. 구조해석 결과

하중이 가해지는 하부케이스에는 153.3MPa의 최대 응력이 발생하였고, 상부케이스는 36.7MPa의 최대 응력 발생하였으며, 발생 응력이 항복응력 245MPa(인장강도 295MPa)보다 낮은 수준으로 과도한 하중이 인가되었음에도 크랙 등 파손 발생되지 않는 것으로 확인하였다.

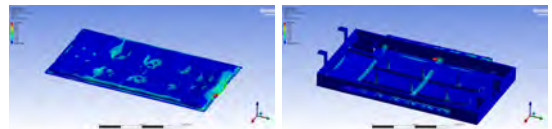


Fig. 3 Structural Analysis Results

4. 모드해석 결과

모드해석을 통하여 1~6차까지 변형모드와 Table 1과 같이 고유진동수 13~55.3[Hz]대역을 확인하였다.

Table 1 Result of The Modal Vibration Analysis

	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Mode 5	Mode 6
Frequency (Hz)	13.0	22.0	32.5	44.4	53.0	55.3

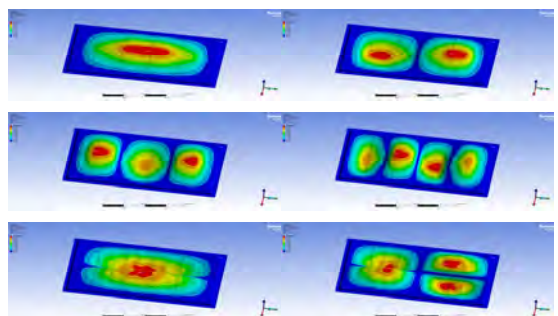


Fig. 4 Result of Mode Analysis

후기

본 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(알루미늄 엠보소재 열간성형 및 고상접합 기술을 적용한 E-GMP용 배터리 케이스 개발, '20017966')

수냉식 구조를 가지는 원통형 배터리팩 모듈의 구조강성에 관한 연구 A Study on the Structural Rigidity of a Cylindrical Battery Pack Module with a Water-cooled Structure

*,#박철우¹, 허준혁¹, 김문석²

*,#C. W. Park(cwpark@dmi.re.kr)¹, J. H. Heo¹, M. S. Kim²

¹한대구기계부품연구원, ²이레에이엠에스(주)

Key words : Battery Pack, Structural analysis, cylindrical cell, BMS

1. 서론

전기자동차용 에너지 저장을 위한 고정용 배터리 및 디바이스용 소형 배터리모듈 등은 지속적으로 성장하고 있다. 이러한 추세는 하이브리드 자동차와 플러그인 하이브리드 자동차를 포함한 전기차 시장은 2030년까지 56.7백만대 판매가 전망된다. 이러한 시점에 배터리의 형태가 파우치형태에서 원통형셀로의 전환이 이루어지고 있다. 이러한 시점에 본 논문은 원통형셀 모듈의 구조물에 대한 구조안전성을 분석하기 위하여 동특성 및 구조해석을 진행하였다.

2. 배터리 모듈시스템

원통형 배터리를 적용한 배터리 모듈의 구성은 Fig. 1과 같이 구성된다. 셀의 전기적인 극성을 형성하는 부품, 셀을 상부 및 하부에서 지지해주는 구조물, 전기적인 신호를 접지, 형성 전달하는 구조, 냉각을 위한 방열시스템 및 수냉식 구조 등으로 구성된다. 이러한 배터리팩 모듈(CMA(Cell Module Assembly))의 구조물에 대한 설계는 Fig. 2와 같이 진행하였다.

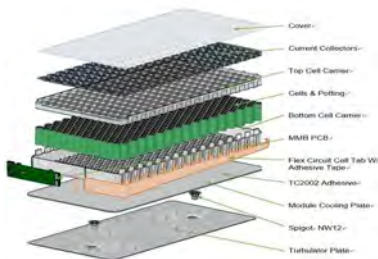


Fig. 1 Structure of cylindrical battery module



Fig. 2 CMA structural design

3. 구조해석결과

유한요소 생성은 쉘(shell)요소와 부싱부는 3차원 요소를 이용하여 생성하였다. 하중조건은 원통형 배터리 모듈의 장착부위에 전체 하중을 부여하였으며, 경계조건은 고정되는 부분에 대하여 6자유도 구속조건을 Fig. 3과 같이 부여하여 해석을 수행하였다.

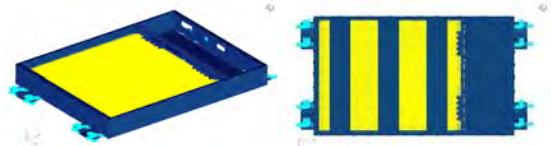


Fig. 3 Boundary conditions and loading conditions

하중조건을 이용한 해석결과 Fig. 4에서 보는 것과 같이 최대 발생응력은 31.7MPa이며, 이때 발생한 변형량은 0.396mm의 결과를 얻었다.

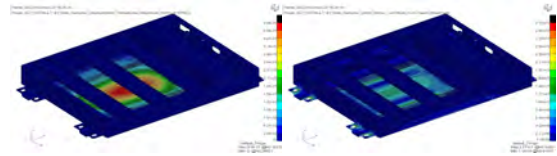


Fig. 4 Structural analysis results (Displacement and von-Mises stress)

4. 결론

원통형 배터리팩 모듈의 구조에 대한 구조 및 동특성 해석을 수행하여 사용환경 및 하중에 대하여 안전성을 확보한 것을 확인하였다.

후기

본 논문은 지역혁신클러스터육성(R&D)사업의 지원을 받은 연구과제번호 P0025284의 연구성과입니다.

참고문헌

1. W. J. Jo, Development of a lightweight composite battery pack case for electric vehicle, Hanyang University Graduate School, pp. 22-38, 2021.

피로수명 향상을 위한 필렛롤링 공정의 유한요소해석

Finite Element Analysis of Fillet Rolling Process to Improve Fatigue Life

엄재근¹, *#전만수², Mohd Kaswande Razali², 최정묵³, 곽희만³

J. G. Eom¹, *#M. S. Joun(msjoun@gnu.ac.kr)², M. K. Razali², J. M. Choi³, H. M. Kwak³

¹(주)엠에프알씨, ²경상국립대학교 기계공학부, ³(주)진합

Keywords: Residual stress, Strength, Fatigue life, Fillet rolling, Finite element method

1. 서론

단조 후 볼트 목부의 잔류응력은 피로수명에 부정적 영향을 미친다. 이 잔류응력이 특히 인장상태에 있을 때, 그 악영향이 크다. 이런 이유로 압축상태의 잔류응력을 유도하기 위한 노력들이 다양한 방식으로 이루어져 왔다. Fig. 1은 선행연구에서 행해진 USRP (Ultrasonic surface rolling process)^[1] 공정을 2차원 평면 변형의 가정하에서 해석한 결과이다.

이 연구에서는 티타늄 볼트의 목부 피로수명의 증가를 위한 필렛롤링 공정의 유한요소해석 관련 선행 연구를 실시하였으며, 해석 모델을 제시한다.

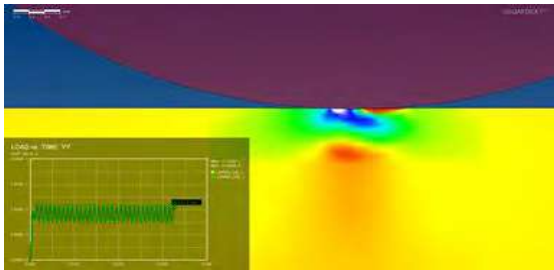


Fig. 1 Plane strain approach to USRP

2. 필렛롤링 공정의 유한요소해석

Fig 2의 해석 모델에서 보는 바와 같이 나사의 목부에 세 개의 롤러를 이용하여 필렛롤링을 가함으로써 표면 부의 거칠기를 개선하고 표피에서 압축응력을 부과시키는데 목적을 두고 있다.

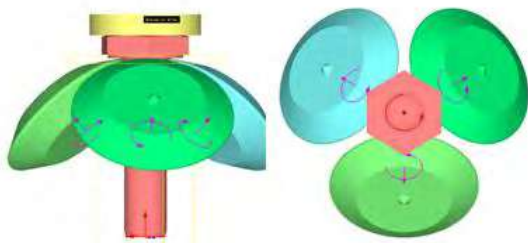


Fig. 2 Analysis model of the fillet rolling process

재료는 회전하지 않는 대신, 세 개의 회전롤은 상승하면서 회전하고, 상부의 바인더에서 적절한 하중을 부과한다. 이것은 실제와는 다르지만, 역학적으로는 차이가 없다. 볼트의 하부의 측면 방향의 자유도를 구속하였다. Fig. 3은 해석결과이다.

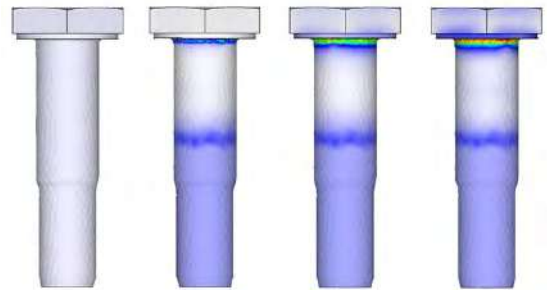


Fig. 3 Predicted stresses

3. 결론

이 연구에서는 필렛롤링 공정의 해석모델을 제시하였다. 실제, 롤의 전체 회전수를 고려할 때, 한정된 시간증분 등의 제약 조건으로 계산의 효율과 관련된 지속적 연구가 필요하다.

후기

본 연구는 한국산업기술평가관리원의 “산업기술혁신사업”과 한국에너지기술평가원의 “자원순환(재제조)산업 고도화 인력양성사업”의 지원을 받아 수행된 연구결과임.(과제번호 10081334, 20214000000520)

참고문헌

1. M. Irani, S. H. Joe, H. T. Jin, M. S. Joun, “Investigation into effect of meshing size on prediction of residual stress in USRP”, KSMPE, 2015 Spring Meeting, p. 34, 2015.

내열성 재료 FDM 3D 프린팅 열변형 고찰

A Study on Thermal Warpage of FDM 3D Printing using Heat-Resistant Materials

심형섭¹, 이건상², 김주형³, #이선곤²

H. S. Shim¹, K. S. Lee², J. H. Kim³, #S. K. Lee(sunkon.lee@gmail.com)²

¹Siemens, ²인하대학교 기계공학과, ³다리테크놀로지

Key words : Printing Warpage, Polyetheretherketone, Heat-resistant material FDM 3D printing

1. 서론

산업 분야에서 3D 프린팅 활용은 그 범위가 점차 증가되고 있다. 다양한 3D 프린팅 기법 중 폴리머 소재를 사용하는 대표적인 3D 프린팅 공정으로는 용융 적층 모델링(FDM), 광경화성 수지 조형 (SLA), 선택적 레이저 소결(SLS) 방식이 있다.

본 연구는 대중적으로 널리 보급되어 있는 FDM 3D 프린팅의 고내열성/고강성 재료의 프린팅 열변형 연구이다. 이는, 고내열성/고강성 재료의 프린팅 열변형 문제로 제한받고 있는 FDM 3D 프린팅의 활용 범위를 넓히는 데 목적이 있다.

2. 실험 및 고찰

본, 실험적 고찰에 사용된 재료인 슈퍼 엔지니어링 폴리머 PEEK (polyetheretherketone)는 기계, 화학적 특성이 매우 우수하여 자동차, 항공우주, 의료기기 등 다양한 산업 분야에서 활용되고 있는 소재이다.

실험에 사용된 FDM 3D 프린터는 0.4mm 텅스텐(W) 노즐의 온도 400°C, 히팅 베드 100°C로 설정하였으며, 별도 히팅 장치는 없다.

Fig. 1은 시편 디자인을 나타낸 것으로 두께 0.2mm Anti- Warpage Circles(AWC)에 따른 프린팅 변형을 고찰하였다.

Fig. 2은 AWC 유무에 따른 열변형 형상, Fig. 3은 AWC 직경에 따른 변형 정도를 나타내었다.

실험은 시편의 열응력 집중 부위에 선택적으로 응력 집중을 상쇄할 수 있는 AWC를 활용한 것으로 Bim, Raft보다 열변형 상쇄 효과가 우수하게 나타났다.

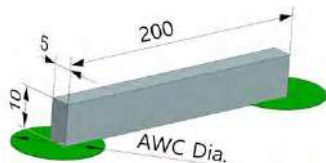


Fig. 1 PEEK 3D Printing specimen (unit : mm)



(a) Without AWC (b) AWC Dia. 50
Fig. 2 PEEK 3D printing thermal warpage(unit : mm)

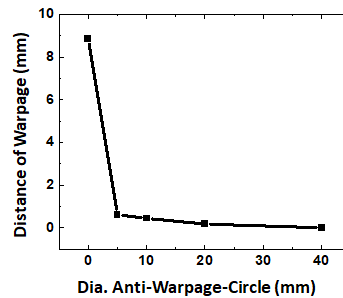


Fig. 3 Warpage according to AWC diameter

3. 결론

슈퍼 엔지니어링 폴리머의 열변형에 인한 프린팅 에라 및 변형을 응력 분산으로 상쇄시킨 본 연구의 결과는 열변형이 심한 폴리머 소재 FDM 3D 프린팅에 유용하게 활용될 것이다.

후기

본 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 산업기술평관리원(KEIT) 연구비 지원(‘20014105’) 및 중소벤처기업부의 2023년도 창업성장기술개발사업(팁스프로그램, (No. S3307167))의 지원에 의한 연구임.

참고문헌

- Lee, Sun, kon., Kim, Young, Rae., Su, Hyun, Kim, Kim, Joo, Hyung., “Investigation of the Internal Stress Relaxation in FDM 3D Printing : Annealing Conditions”, Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 17, No. 4, pp. 130~136, 2018.

절삭저항 해석을 통한 고정스크롤 가공공정 개선 Improvement of Fixed Scroll Machining Process through Cutting Resistance Analysis

*이상태¹, #황종대², 박서진³, 윤기철⁴

*S. T. Lee¹, #J. D. Hwang(hjd@kopo.ac.kr)², S. J. Part³, K. C. Yun⁴
^{1,2}한국폴리텍7대학 기계시스템과, ³한국폴리텍7대학 산학협력단, ⁴(주)신스원

Key words : Compressor, Fixed Scroll, Cutting Resistance, Cutting Condition

1. 서론

냉장고와 에어컨의 핵심부품인 압축기(Compressor)는 왕복동 방식, 로터리 방식, 스크롤 방식 등이 있으며 그 중에서 스크롤 방식은 다른 방식과 달리 흡입, 토출 밸브가 없기 때문에 밸브 저항에 의한 소음, 진동 및 압력손실이 없고, 부품수가 적어 고속회전이 가능하며 효율이 매우 높다. 반면 다른 방식과 달리 스크롤 내부의 배수나선 곡선의 설계 및 정밀가공이 어려워 프리미엄급 스크롤은 여전히 수입에 의존하고 있다.

본 연구에서는 고정스크롤의 절삭저항을 해석하여 변형에 취약한 가공영역을 예측하고 절삭조건, 가공방법 등 다양한 공정개선을 통해 스크롤 부품의 국산화 및 품질향상에 기여하고자 한다.

2. 절삭저항 해석 및 가공공정 개선

절삭저항을 평가하기 위한 FEM 해석 경계조건은 아래의 Table 1과 같고 해석결과, Fig. 1과 같이 스크롤 중심부에 과도한 응력과 변형이 발생하였다. 따라서 Fig. 2와 같이 스크롤 중심부(P2)를 나머지 영역(P1)과 분리하여 황삭과 정삭을 수행하며 절삭조건 또한 Table 2와 같이 상이하게 부여하였다.

Table 1 Boundary conditions for FEM analysis to evaluate cutting resistance

No	Material	Yield strength (σ_y)	Tensile strength (σ_u)	Elastic modulus (E)	Cutting force (F)
1	GC250	200MPa	250MPa	110GPa	500N

Table 2 Cutting condition for machining fixed scroll

No.	Process (Cutter, $\varnothing 6$ FEM)	Cutting condition				
		Rotation (rpm)	Feedrate (mm/min)	Depth (mm)	Axial rest (mm)	Radial rest (mm)
1	Roughing	P1	740	6	0.5	1.3
		P2	370			
2	Semi-Finishing	P1	540	12	0.2	0.2
		P2	270			
3	Finishing	P1	540	24	0	0
		P2	270			

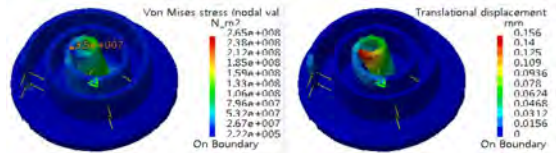


Fig. 1 Cutting resistance analysis results of fixed scroll

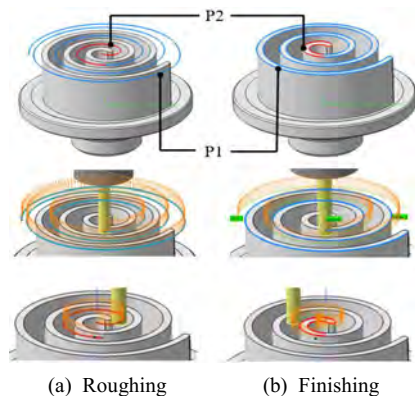


Fig. 2 Fixed scroll machining area division considering cutting resistance analysis

3. 결론

프리미엄급 고정형 스크롤의 국산화 및 품질향상을 위하여 절삭저항을 해석하고 응력 및 변형이 큰 영역을 분리하여 황삭과 정삭 공정 틀패스에 적용하였으며 저항에 취약한 영역에 대하여 상이한 절삭조건을 적용함으로써 변형을 최소화하는 공정개선을 도모하였다. 본 연구 결과를 바탕으로 실제 가공 후 정밀도, 표면조도 및 품질개선 효과에 대한 평가가 필요하다.

후기

이 논문은 2023년도 산업통상자원부의 재원으로 한국 산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(P0021195, 2023년 산업 맞춤형 전문기술 인력양성 사업).

절삭저항 해석을 통한 선회스크롤 가공공정 개선 Improvement of Orbit Scroll Machining Process through Cutting Resistance Analysis

*#황종대¹, 이상태², 김민균³, 윤기철⁴

*#J. D. Hwang(hjd@kopo.ac.kr)¹, S. T. Lee², M. G. Kim³, K. C. Yun⁴
¹⁻³한국폴리텍7대학 기계시스템과, ⁴(주)신스윈

Key words : Compressor, Orbit Scroll, Cutting Resistance, Cutting Condition

1. 서론

냉장고와 에어컨의 핵심부품인 스크롤 방식 압축기는 Fig. 1과 같이 고정스크롤(Fixed scroll)과 선회스크롤(Orbit scroll)이 맞물려 회전하면서 압축실의 용적이 감소하므로 유체가 압축 후 토출된다. 본 연구에서는 선회스크롤의 절삭저항을 해석하여 변형에 취약한 가공영역을 예측하고 절삭조건 등 다양한 공정개선을 통해 선회스크롤 부품의 국산화 및 품질향상을 꾀한다.

2. 절삭저항 해석 및 가공공정 개선

절삭저항을 해석하기 위한 경계조건은 Table 1과 같고 Fig. 2와 같이 스크롤 도입부와 중심부에 과도한 변형이 발생하였다. 따라서 Fig. 3과 같이 변형부(P2)를 나머지 영역(P1)과 분리하여 황삭과 정삭을 수행하며 절삭조건 또한 Table 2와 같이 상이하게 부여하였다.



Fig. 1 Structure and assembly of scroll compressor

Table 1 Boundary conditions for FEM analysis to evaluate cutting resistance

No.	Material	Yield strength (σ_y)	Tensile strength (σ_u)	Elastic modulus (E)	Cutting force (F)
1	GC250	200MPa	250MPa	110GPa	500N

Table 2 Cutting condition for machining orbit scroll

No.	Process (Cutter, $\varnothing 6$ FEM)	Cutting condition				
		Rotation (rpm)	Feedrate (mm/min)	Depth (mm)	Axial rest (mm)	Radial rest (mm)
1	Roughing	P1	740	6	0.5	1.3
		P2	370			
2	Semi-Finishing	P1	540	12	0.2	0.2
		P2	270			
3	Finishing	P1	540	24	0	0
		P2	270			

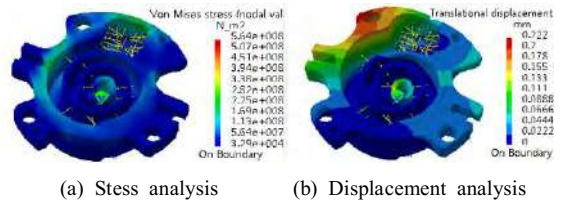


Fig. 2 Cutting resistance analysis results of orbit scroll

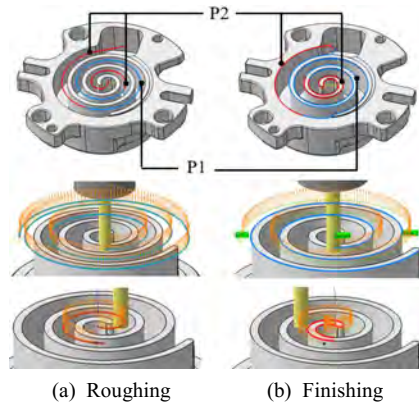


Fig. 3 Orbit scroll machining area division considering cutting resistance analysis

3. 결론

스크롤 방식 압축기의 유체 압축 성능을 결정하는 선회형 스크롤의 국산화 및 품질향상을 위하여 절삭저항을 해석한 결과 도입부와 중심부가 변형에 취약하였으며 이 영역에 대하여 상이한 공정 및 절삭조건을 부여함으로써 변형을 최소화하는 공정개선을 꾀하였다. 추후 본 연구 결과를 검증하기 위한 절삭 실험과 성능 평가를 수행할 계획이다.

후기

이 논문은 2023년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(P0021195, 2023년 산업 맞춤형 전문기술 인력양성 사업).

절삭저항 해석을 통한 임펠러의 5축가공 공정개선 Impeller 5-axis Machining Process Improvement through Cutting Resistance Analysis

*황승국, 김민균, 안은찬, #황종대

*S. G. Hwang, M. G. Kim, E. C. An, #J. D. Hwang(hjd@kopo.ac.kr)
한국폴리텍7대학 기계시스템과

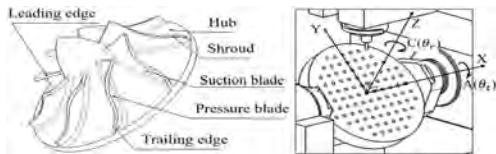
Key words : Impeller, 5-axis Machining, Cutting Resistance, Cutting Condition

1. 서론

Fig. 1과 같은 임펠러는 유체에너지를 운동에너지로 변환하는 회전체로서 터빈, 압축기, 펌프, 송풍기 등 유체기계의 핵심 부품일 뿐만 아니라 전투기, 로켓, 전차 등 방산 무기 체계에서도 중요한 부품이다. 본 연구에서는 임펠러의 절삭저항을 해석하여 변형에 취약한 가공영역을 예측하고 절삭조건 등 다양한 공정개선을 통해 품질 향상 및 방산부품 제조기술 혁신을 꾀하고자 한다.

2. 절삭저항 해석 및 가공공정 개선

절삭저항을 해석하기 위한 경계조건은 Table 1과 같고 Fig. 2와 같이 임펠러의 Leading edge와 Shroud가 만나는 부위에 과도한 변형이 발생하였다. 따라서 Fig. 3과 같이 변형 정도에 따라 Suction blade와 Pressure blade 각각에 대하여 A1부터 A3까지 가공영역을 지정하여 공구경로를 생성하고 Table 2와 같이 상이한 절삭조건을 부여하였다.



(a) Entity of impeller (b) Definition of the rotary axes

Fig. 1 Schematic of impeller and 5-axis machine tool

Table 1 Boundary conditions for FEM analysis to evaluate cutting resistance

No.	Material	Yield strength (σ_y)	Tensile strength (σ_u)	Elastic modulus (E)	Cutting force (F)
1	Al7075-T6	505MPa	570MPa	72GPa	500N

Table 2 Cutting condition for machining impeller

No.	Process (Cutter, $\varnothing 6$ Tapered BEM)		Cutting condition			
			Rotation (rpm)	Feedrate (mm/min)	Scallop (mm)	Rest (mm)
1	Semi-Finishing (Finishing)	A1	5300	1272	0.1(0.01)	0.3(0)
		A2		2226		
		A3		3180		

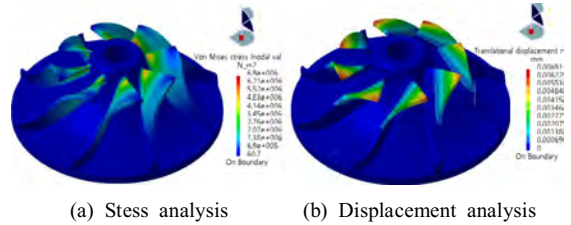


Fig. 2 Cutting resistance analysis results of impeller

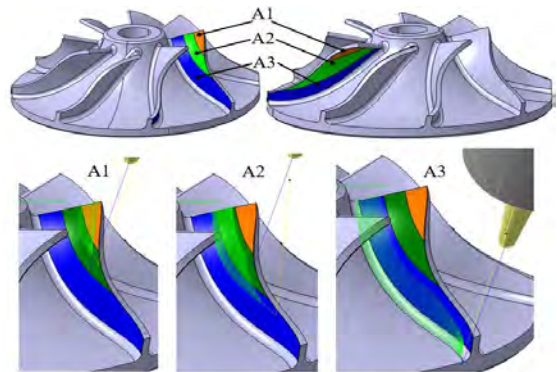


Fig. 3 Impeller machining area division considering cutting resistance analysis

3. 결론

유체기계, 전투기, 로켓, 전차 등 방산무기의 핵심 부품인 임펠러의 유동 성능을 결정하는 5축가공 품질 향상을 위하여 절삭저항을 해석한 결과 Leading edge와 Shroud가 만나는 부위에 과도한 변형이 발생하였으며, 이 영역에 대하여 상이한 공정 및 절삭조건을 부여함으로써 변형을 최소화하는 공정개선을 꾀하였다. 추후 본 연구 결과를 검증하기 위한 절삭 실험과 성능평가를 수행할 계획이다.

후기

이 논문은 2023년도 창원형 방위산업 맞춤형 전문인재 육성사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

절삭저항 해석을 통한 프로펠러의 5축가공 공정개선 Propeller 5-axis Machining Process Improvement through Cutting Resistance Analysis

*임성훈, 정영훈, 이병욱, #황종대

*S. H. Im, Y. H. Jung, B. W. Lee, #J. D. Hwang(hjd@kopo.ac.kr)
한국폴리텍7대학 기계시스템과

Key words : Propeller, 5-axis Machining, Cutting Resistance, Cutting Condition

1. 서론

Fig. 1과 같은 프로펠러는 항공모함, 잠수함 등 해상 방위산업 무기체계에서 매우 중요한 부품으로서 요구되는 5축가공 특성은 공동(Cavity) 현상이나 저항 없이 유체가 매끄럽게 흐르도록 표면품질을 높이는 것이다.

본 연구에서는 프로펠러의 절삭저항을 해석하여 변형에 취약한 가공영역을 예측하고 절삭조건 개선 등 다양한 공정변화를 통해 품질 향상을 도모하고자 한다.

2. 절삭저항 해석 및 가공공정 개선

절삭저항을 해석하기 위한 경계조건은 Table 1과 같고 해석 결과, Fig 2와 같이 프로펠러의 Leading edge와 Trailing edge가 만나는 Blade tip edge 부위에 과도한 변형이 발생하였다.

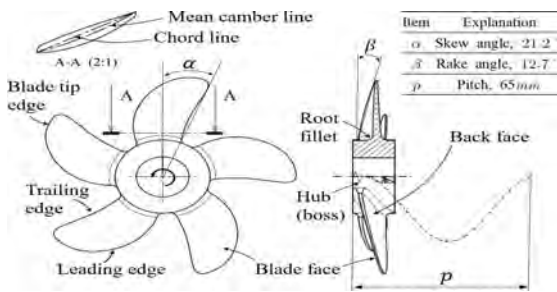


Fig. 1 Schematic of the propeller elements

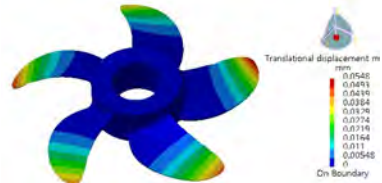
Table 1 Boundary conditions for FEM analysis to evaluate cutting resistance

No	Material	Yield strength (σ_y)	Tensile strength (σ_u)	Elastic modulus (E)	Cutting force (F)
1	Al7075-T6	505MPa	570MPa	72GPa	500N

Table 2 Cutting condition for machining propeller

No.	Process (Cutter, $\varnothing 6$ Tapered BEM)	Cutting condition				
		Rotation (rpm)	Feedrate (mm/min)	Scallop (mm)	Rest (mm)	
1	Semi-Finishing (Finishing)	A1	4800	960	0.1(0.01)	0.3(0)
		A2	1680			
		A3	2400			

따라서 Fig. 3과 같이 변형정도에 따라 Suction blade와 Pressure blade 각각에 대하여 A1부터 A3까지 가공영역을 지정하여 5축가공 공구경로를 생성하고 Table 2와 같이 상이한 절삭조건을 부여하였다.



(a) Stress analysis (b) Displacement analysis

Fig. 2 Cutting resistance analysis results of propeller

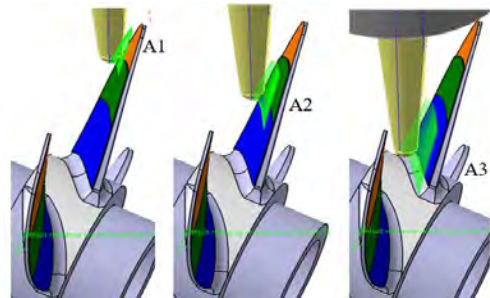


Fig. 3 Propeller machining area division considering cutting resistance analysis

3. 결론

프로펠러의 5축가공 공정개선을 위하여 절삭저항을 해석한 결과 Blade tip edge 부위에 과도한 변형이 발생하였으며 변형정도에 따라 상이한 공정 및 절삭조건을 부여함으로써 변형방지와 품질향상을 꾀하였다. 추후 본 연구 결과를 검증하기 위한 절삭 실험과 성능평가 연구가 진행될 계획이다.

후기

이 논문은 2023년도 창원형 방위산업 맞춤형 전문인재 육성사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

ChatGPT와 3D모델링 툴을 활용한 초소수성 표면 설계

Design for Superhydrophobic Surface Using ChatGPT and 3D modeling tool

*노영훈, 남승윤, 강정한, #이성호

*Young Hun Noh, Seung Yoon Nam, Jeong Han Kang, #Sungho Lee
 동아대학교 기계공학과

Key words : Superhydrophobic, ChatGPT, PDMS, Wettability

1. 서론

본 연구에서는 젖음성(Wettability)에 관한 이론을 ChatGPT를 활용하여 3D모델링 툴인 Blender에 프로그래밍 하였고, 간단한 명령어 입력을 통해 소수성, 초소수성 표면 등 사용자의 요구사항에 대한 마이크로 구조 형태를 제시할 수 있다. 이처럼 간단한 명령어 입력만으로 Dataframe에 해당하는 solution을 제공함으로써, 복잡한 마이크로 구조에 대한 쉬운 모델링을 제시할 수 있다.

2. 본론

액체가 표면 위에서 어떻게 상호작용하는지를 설명하기 위한 모델은 원기둥 형태의 패턴 구조의 설계변수에 대해 Wenzel, Cassie-Baxter state로 분류할 수 있으며, 마이크로 구조물의 높이(h), 지름(d), 간격(s) 등의 인자 및 Roughness ratio(r)와 Area ratio(f)의 Critical contact angle(θ^*) 관계식은 아래의 식으로 나타낼 수 있다.

$$r = 1 + \frac{\pi(h/d)}{(1+s/d)^2}, f = \frac{\pi}{(1+s/d)^2}, \cos\theta^* = \frac{f-1}{r-f}$$

critical contact angle(θ^*)는 $CA_{Wenzel} > \theta^*$, $CA_{Cassie-Baxter} < \theta^*$ 에 따라 특성이 분류되며, 액체 방울이 유지되는 안정성을 평가를 위해 Wetting transition 식이 사용되었다.

$$P_{critical} = -\frac{\gamma_{LV}f\cos\theta_{water}}{(1-f)(A/L)}, P_{internal} = \frac{V\rho g}{\pi(R(\theta))^2}$$

마이크로 구조의 지름이 40 μ m 일 때, h/d=2에서 최적화된 S_{mean} 을 설정하여 Blender에서 설계된 마이크로 형상을 포토리소그래피 및 소프트리소그래피로 제작하였으며, S_{mean} 에 따른 샘플의 젖음성을 측정된 결과는 Table 1에 나타나 있다.

Table 1에 나타난 것처럼 Blender에서 설계된 값과 실제 접촉각의 측정값 차이가 크지 않음을 확인하였고, 주기가 400 μ m인 샘플에서는 Wetting transition 식에 따라 Wenzel State : $P_{internal} > P_{critical}$, Cassie State :

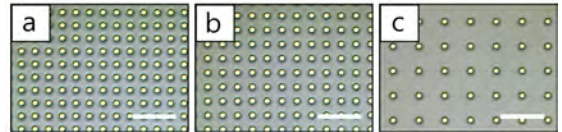


Fig. 1 제작된 샘플의 현미경이미지 (a)주기 : 105 μ m (b) 115 μ m (c) 200 μ m. 스케일바 : 300 μ m

Table 1 Fabrication and Experiment results

Period(μ m)	Total Contact Angle($^\circ$)	Total Volume(μ L)
105	146.6	6.7
115	146.5	6.1
200	158.2	8.3
400	128.1	7.3

$P_{internal} < P_{critical}$ 를 만족하므로 Period가 400 μ m에서 물방울이 무너져 내리는 현상이 발생되어 접촉각이 크게 낮아짐을 확인하였다.

3. 결론

본 연구에서는 ChatGPT와 Blender의 연동을 통해 마이크로 구조를 손쉽게 설계하였고, 이를 바탕으로 제작한 샘플의 젖음성 평가를 통해 본 제작방법의 효과를 입증하였다.

후기

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (RS-2023-00249545).

참고문헌

1. Chan Ick Park, Hoon Eui Jeong, Sung Hoon Lee, Hye Sung Cho, Kahp Y. Suh, "Wetting transition and optimal design for microstructured surfaces with hydrophobic and hydrophilic materials", Journal of Colloid and Interface Science 336 (2009) 298-03

전단농축유체-마찰나노 웨어러블 센서 및 모니터링 시스템 개발 Fabrication of Multi-Functional Nanofiber Filters by Hybrid 3D Printing

*박지교¹, 김백규¹, 송진영¹, #박상민¹

*J. G. Park¹, B. G. Kim¹, J. Y. Song¹, #S. M. Park(sangmin.park@pusan.ac.kr)¹

¹부산대학교 기계공학부

Key words : TENG, Spray process, STF, Wearable sensor, Smart factory

1. 서론

최근 IoT 및 sensor 기술의 발전으로, 스마트 팩토리에 서 현장의 실시간 정보 감지를 위한 웨어러블 센서에 대한 수요가 증가하고 있다.^[1] 그러나 웨어러블 센서 디바이스의 구동 시간은 일반적으로 배터리에 의존적 이며, 그에 따라 지속적인 전기적 공급, 환경 오염 및 무게와 부피에 대한 문제들이 존재한다. 또한 산업 현 장에서의 충격과 같은 기계적 자극은 사용자에게 안전 위험 및 센서의 출력 저하를 초래할 수 있다.^[2]

본 연구에서는 경량성 및 응용 유연성과 같은 장점을 갖는 마찰 나노발전기(Triboelectric Nanogenerator, TENG)를 활용하여 센서로 개발하였다. 실생활 적용이 용이하고 높은 설계 자유도를 가진 스프레이 공정을 활용하여 전단농축유체(ShearThickeningFluid, STF)-마찰 나노발전 센서를 제작하였으며, 이를 통해 마찰 나노발전기의 내구성 문제를 극복하고 출력 안정성을 확보하였다. 뿐만 아니라, 전단농축유체의 이산화규소 의 전하 저장 층 역할^[2]을 통해 센서의 발전 성능을 향상시키고 감지 능력의 신뢰성을 높였다. 이러한 기술 을 기반으로 다양한 패턴의 STF-TENG 센서를 기타 안 전 보호구에 적용하고 다양한 충격 및 접촉 신호 감지가 가능한 IoT 모니터링 시스템을 개발하였다.

2. 에어로졸 스프레이 공정 기반 전단농축유체-마찰나노발전기 제작

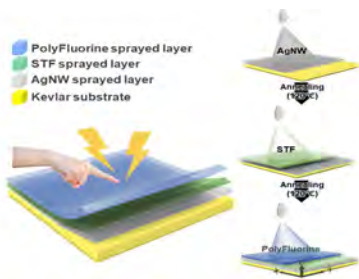


Fig. 1 Fabrication of ShearThickeningFluid - Triboelectric Nanogenerator via Aerosol spray process

본 연구에서는 Fig. 1과 같이 에어로졸 스프레이 공정을 활용하여 TENG을 제작하였다. 아라미드 섬유 인 Kevlar 섬유를 기판으로 사용하였으며 은나노와이 어 전극층, STF 전하저장층, FP 마찰층을 열처리를 통해 순서대로 증착하였다.

3. 결론

본 연구에서는 에어로졸 스프레이 공정을 활용하여 STF-TENG 웨어러블 센서를 제작하고 그 기능성을 확 인하였다. STF 전하저장층의 도입으로 인해 미적용 시 의 TENG과 대비하여 전기 출력이 약 1.5배 이상 향상하 고 힘의 부하가 Neat-Kevlar 대비 1.7배 증가함을 확인하 였다. 이러한 센서를 다양한 소재와 형태의 안전 보호구 에 적용하고 충격 신호를 단계별로 감지하고 각기 다른 종류의 접촉신호를 인식할 수 있는 실시간 모니터링 시스템과 통합하였다. 이는 건설, 공장, 발전소와 같은 산업 분야 뿐만 아니라 군, 경찰, 민간 경비 시스템을 포함한 다양한 분야에서 활용성이 높을 것으로 기대된다.

후기

This research was supported by the Ministry of Trade, Industry, and Energy (MOTIE) of Korea through the "Innovative Digital Manufacturing Platform" (project no. P0022331) supervised by the Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT) and the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. RS-2023-00209094).

참고문헌

1. Mohsen S. et al, Internet of things for smart factories in industry 4.0, a review. Internet of Things and Cyber-Physical Systems, 2023.
2. Jin-Kyeom K. et al., Electric-field-driven interfacial trapping of drifting triboelectric charges via contact electrification, Energy Environ. Sci., 2023.

딥러닝을 통한 온/습도 강건한 도로정보 감지를 위한 레이저 유도 그래핀 기반 마찰전기 타이어 모니터링 시스템

Environmental Robustness Laser-Induced graphene based Triboelectric Tire Monitoring System with Road Information Detection via Deep learning

*김백규¹, 송진영¹, 박지교¹, 이호경¹, #박상민¹

*B. G. Kim¹, J. Y. Song¹, J. G. Park¹, H. K. Lee¹, #S. M. Park(sangmin.park@pusan.ac.kr)¹

¹부산대학교 기계공학부

Key words : TENG; AIoT; Self-powered sensor; Robustness

1. 서론

센서와 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT)의 융합은 스마트 모빌리티 솔루션에 필수적인 차세대 자동화 시스템인 사물지능(AIoT) 성장의 촉매제이다. AIoT 시스템은 센서 퓨전 기술을 사용하여 운전 환경, 차량 역학 및 운전자 행동에 대한 실시간 데이터를 수집한다. 이러한 통합으로 인해 발생하는 문제는 운전 중 여러 센서의 지속적인 작동으로 인해 에너지 소비가 급증한다는 점이다. 이에, 에너지 수확 기술에 상당한 초점이 맞춰져 왔다. 그 중 주변의 기계적 에너지를 전기에너지뿐만 아니라 접촉 정보까지 포괄하는 마찰전기 신호로 변환해 추가적인 전력이 필요 없는 자가발전 센서의 기반 기술인 마찰전기 나노발전기가 등장했다.[1]

본 연구에서는 실시간 교통선 및 열음 인식을 위한 자가 동력 마찰전기 타이어 모니터링 시스템을 제작하였다. 타이어와 바닥 마찰에서 발생하는 마찰전기 신호를 단기 푸리에 변환 신호 처리를 통해 시간 및 주파수 영역 측면을 고려하여 도로 정보 특징을 추출하였다. 또한, CNN-LSTM 하이브리드 모델을 활용하여 다양한 습도 및 온도 조건에서 시계열의 마찰전기 신호를 학습시켜 도로 상태와 교통선을 실시간으로 인식을 검증하였다.

2. 마찰전기 타이어 모니터링 시스템

개요

마찰전기 타이어 모니터링 시스템은 스마트 모빌리티의 교통선 및 도로 상태 인식을 위해 타이어와 지면 마찰에서 생성된 마찰전기 신호를 활용했다. 이 신호는 타이어 속도와 같은 제어변수 뿐만 아니라 온도, 습도 등 제어할 수 없는 환경 변수로 인해 변하기 때문이다. 신호 처리 기술 및 딥러닝의 통합 프레임워크를 구성하여 마찰 전기 신호 정보의 견고성을 향상시켰다. 개발

시스템은 타이어가 비정상적인 주행 상태를 만났을 때 마찰 전기 신호 변화를 감지 가능하였다.

3. 결론

본 연구에서는 딥러닝을 활용한 마찰전기 타이어 시스템을 통해 추가 전원 없이 도로와의 마찰로부터 주행 정보를 강건하게 감지함을 검증하였다. 자가 발전 센서, 딥러닝, IoT 기술의 융합은 단순히 마찰전기 신호의 견고성을 향상시키는 방법 일뿐만 아니라 자율적이고 에너지 효율적인 AIoT 기술 개발에 활용될 것으로 기대된다.

후기

This research was supported by the Ministry of Trade, Industry, and Energy (MOTIE) of Korea through the "Innovative Digital Manufacturing Platform" (project no. P0022331) supervised by the Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT) and the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. RS-2023-00209094).

참고문헌

1. Li, S. et al. A Self-Powered Dual-Type Signal Vector Sensor for Smart Robotics and Automatic Vehicle. *Adv. Mater.* **34**, 2110363 (2022).

스프레이 공정을 통한 웨어러블 GNP/CNT/PDMS 직물전극 개발 Fabrication of Wearable Fabric Electrodes Based on GNP/CNT/PDMS

Composites via Spray Coating Process

*이호경¹, 송진영¹, 김백규¹, #박상민¹

*H. K. Lee¹, J. Y. Song¹, B. G. Kim¹, #S. M. Park(sangmin.park@pusan.ac.kr)¹

¹부산대학교 기계공학부

Key words : Wearable, Fabric electrodes, Strain sensor, Spray coating

1. 서론

유연한 직물전극은 헬스케어, 동작 모니터링 등 다양한 분야에서 큰 잠재력을 가지고 있어 주목을 받고 있다. 그래핀 나노플레이트(GNP), 탄소 나노튜브(CNT)는 우수한 전기적, 기계적 특성으로 인해 유연한 직물전극의 전도성 재료로 널리 활용되어 왔다.^[1]

직물전극을 상용화하려면 직물과 전도성 재료를 효과적으로 통합하는 적합한 공정 전략을 개발해야 한다. 직물전극 제작을 위한 방법이 제안되어 왔는데 딥코팅, 전기방사, 스프레이 코팅 등이 그중에 포함된다.^[2,3] 이 중 스프레이 코팅은 비교적 간단한 조작과 저렴한 비용으로 제작이 가능하다. 또한 공정 중 재료의 낭비가 비교적 적어 직물전극 상용화에 매력적인 기술이다.

본 연구에서는 GNP, CNT, 폴리디메틸실록산(PDMS) 복합체를 스프레이 코팅을 통해 스판덱스 원단과 폴리에스터 장갑에 코팅하여 직물전극을 제작한다. 이로써 제작된 직물전극의 특성을 평가하고 손동작 감지에 활용될 수 있는 가능성을 입증한다.

2. GNP/CNT/PDMS (GCP) 직물전극 제작

본 연구에서는 Isopropyl Alcohol에 GNP, CNT, PDMS를 용해하여 GCP 복합체를 제조하였다. 만들어진 GCP 복합체는 교반을 통해 균일하게 혼합되도록 처리되었으며 PDMS 경화제를 첨가한 후 다시 교반하여 완벽히 혼합되도록 하였다. 이후 스프레이 공정을 통해 GCP 복합체를 스판덱스와 폴리에스터 장갑에 코팅하고 경화하는 과정을 두 번 반복해서 진행했다.

제작한 웨어러블 직물전극은 0 ~ 50% 변형률 범위에서 상대적인 저항의 변화가 선형적으로 증가함을 보였다. 그리고 다양한 인가 전압 하에서 GCP 직물전극의 줄 발열 성능을 조사하고 반복되는 전압 하에서의 줄 발열 성능을 조사하여 안정성을 확인했다. 또한 장기적 착용을 고려하여 스판덱스와 GCP로 코팅한 스판덱스

간의 통기성에 큰 차이가 나타나지 않았음을 확인했다. 마지막으로 GCP 복합체를 스프레이한 폴리에스터 장갑의 손가락 굽힘에 따른 저항의 변화를 조사하였다.

3. 결론

본 연구에서 제작된 GCP 직물전극은 직물에 효과적으로 통합되었으며 직물전극의 저항, 줄 발열 성능, 통기성 등 다양한 특성이 안정적으로 측정되었다. 또한 GCP 복합체를 장갑에 스프레이 코팅하여 손가락 굽힘에 따른 저항의 변화 및 응용 방안을 보였다. 따라서 본 연구는 간단한 웨어러블 직물전극 제작용 공정을 소개하고 전도성 복합체 기반의 직물전극을 개발하는 데 중요한 참고자료가 될 것이다.

후기

This research was supported by the Ministry of Trade, Industry, and Energy (MOTIE) of Korea through the "Innovative Digital Manufacturing Platform" (project no. P0022331) supervised by the Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT) and the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. RS-2023-00209094).

참고문헌

1. Guoxi Luo et al., "Highly conductive, stretchable, durable, breathable electrodes based on electrospun polyurethane mats superficially decorated with carbon nanotubes for multifunctional wearable electronics", *Chem. Eng. J.*, Vol. 451, pp. 138549, 2023.
2. Jian Tang et al., "Flexible strain sensor based on CNT/TPU composite nanofiber yarn for smart sports bandage", *Compos. B. Eng.*, Vol. 232, pp. 109605, 2022.

나노스크래치 시험을 활용한 고온고습 환경에서의 광학필터 접합력 분석

Analysis of Optical filter Adhesion in High Temperature and High Humidity by Nanoscratch test

*김동현¹, 조아름¹, 박민지¹, 이화섭¹, 정회연¹, 박연경¹, 정준호², 황성민²,
윤성용², #전은채¹

*D. H. Kim¹, A. R. Cho¹, M. J. Park¹, H. S. Lee¹, H. Y. Jeong¹, Y. K. Park¹, J. H. Jeong²,
S. M. Hwang², S. Y. Yoon², #E. c. Jeon(jeonec@ulsan.ac.kr)¹

¹울산대학교 첨단소재공학부, ²주엘엠에스

Key words : Nanoscratch test, Optical film, High Temperature and High Humidity, Adhesion

1. 서론

최근 폴더블 스마트폰과 같이 작은 크기로 휴대하는 형태의 스마트폰이 많이 사용되고 있다. 이와 같이 작은 크기의 스마트폰에 고화질의 카메라가 장착되기 위해서는 카메라의 크기도 점점 작아져야 한다. 제한적인 크기에서 고화질을 유지하려면 광학필터의 역할이 중요하게 되는데 광학필터는 빛이 이미지 센서로 들어가지 못하게 막는 역할을 한다. 다층구조로 되어 있는 광학필터의 크기는 작아질수록 점점 얇아지게 되며, 다층구조의 각 층들이 나노 스케일로 줄어들게 된다. 박막의 두께가 나노스케일로 줄어들게 되면 온도와 습도 같은 외부환경에 의한 박리가 쉽게 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 나노스케일에서 접합력 분석이 가능한 나노스크래치 시험을 통해 고온 고습 환경에서의 접합력을 분석하고자 한다.

2. 실험 방법

시편은 공동 연구를 진행 중인 기업으로부터 개발 단계인 시편을 제공받았다. 기판 위에 약 6.6 μm 정도의 폴리머층으로 구성되어 있다. 여러층으로 구성되어 있는 폴리머 층 사이의 접합력을 분석하기 위해 나노 범위에서 수직 방향의 깊이와 수평 방향의 힘 측정이 가능한 나노스크래치 장비를 사용했다. 열에 의한 영향을 확인하기 위해 고온 시편의 경우에는 고온 챔버에 85 $^{\circ}\text{C}$ 온도를 120시간 유지하여 진행했다. 열과 습도에 의한 영향을 확인하기 위해 항온항습 장비에서 85% 습도 및 85 $^{\circ}\text{C}$ 온도를 120시간 동안 유지하여 진행했다.

3. 결과 및 고찰

나노스크래치를 이용하여 모든 시편에 대해 실험을

진행한 결과 모든 시편에서 특정 힘 이후에 폴리머 층과 기판이 완전 박리되는 부분이 관찰되었다. 접합력의 정량적인 비교를 위해 완전 박리지점에서의 lateral force 값을 비교한 결과 표준상태의 시편보다 열처리만 진행한 시편에서 값이 증가하게 되고 열처리와 습도처리를 모두 진행한 시편에서는 표준상태의 시편보다 감소했다. 또한 고온 고습 처리와 상관없이 모든 시편에서 시편의 기울어짐을 확인하기 위해 사전에 낮은 힘으로 굽는 pre-scan에서부터 박리가 발생했으며, 제일 위에 층에 존재하는 폴리머 층에서 접합력이 매우 약한 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 개발중인 광학필터를 제공받았으며, 고온 및 고습 환경에서 나노스크래치 실험을 진행하였다. 실험 결과 최상단 폴리머층의 접합력이 매우 약한 것을 확인할 수 있었고 열처리를 진행하면 기판과 폴리머 층 사이의 접합력이 증가하지만 습도에 의해 접합력이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 얇은 박막의 환경 신뢰성 시험을 나노스크래치 시험법으로 분석할 수 있다는 것을 입증했다.

후기

본 연구는 산업통상자원부의 산업기술혁신사업의 일환인 “근적외선 흡수 고내열 투명광학필름 및 적외선 필터모듈 개발(No.20011084)의 지원에 의한 것입니다.

미세 가공 시 Fe-9Cr 합금의 취화에 따른 비절삭저항 분석 Analysis of Specific Cutting Resistance of Fe-9Cr Alloy according to Brittleness during Nanoscale Machining

*정회연¹, 손영균^{1,2}, 이화섭¹, 김동현¹, 박연경¹, 박민지¹, 우종범¹, #전은채¹

*H. Y. Jeong¹, Y. k. Son^{1,2}, H. S. Lee¹, D. H. Kim¹, Y. K. Park¹, M. J. Park¹,

J. B. Woo¹, #E. c. Jeon(jeonec@ulsan.ac.kr)¹

¹울산대학교 첨단소재공학부, ²울산과학기술원 신소재공학과

Key words : Specific Cutting Resistance, Brittleness, Nanoscale Machining, Fe-9Cr Alloy

1. 서론

철강이 외부에 장시간 노출된다보면 표면이 산화되어 녹이 쓰는 현상이 발생한다. 이와 같이 표면에 매우 얇은 산화층을 형성하면 해당 부분은 세라믹이기 때문에 취성을 띄고 본 재료보다 경도가 더 클 것으로 예상된다. 그렇게 되면 절삭 가공 시 원래 금속보다 표면부분에서 절삭을 위해 필요한 힘이 더 증가할 것으로 예상된다. 하지만 일반 가공을 통해서 수 μm 이내의 비절삭저항이 얼마나 증가했는지 평가하기 어렵기 때문에 본 연구에서 Nanoscratch test로 나노스케일의 가공을 통해 비절삭저항을 분석하였다. 또한 금속에 표면처리하여 나노스케일 깊이를 취화시켰으며, Nanoindentation으로 경도를 평가하여 취화에 따른 비절삭저항 변화를 정량적으로 비교 분석하였다.

2. 실험방법

Fe-9Cr 합금 모재와 이 합금에 표면처리하여 수 μm 가 취화된 시편을 제작하였다. 각 시편의 취화정도를 평가하기 위해 Nanoindentation를 실시하였으며 400mN의 수직하중을 인가하여 깊이 약 3 μm 까지 연속적인 경도를 평가하였다. 수직방향으로 연속적으로 경도를 평가하여 깊이에 따른 취화정도를 판단하였다. 비절삭저항을 평가하기 위해 Nanoscratch test를 수행하였고 수직하중을 0.5mN ~ 40mN로 선형적으로 증가시켰으며 그에 따른 절삭력 및 절삭깊이를 측정하였다. 재료의 비절삭저항을 평가하기 위해 단위 부피 당 절삭을 위해 필요한 에너지를 분석하고자 하였으며 이는 단위 면적 당 가해진 수평힘과 동일하다. 절삭깊이에 따른 수평 단위 면적을 계산하기 위해 가공에 사용한 Tip의 형상을 SEM으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

각각의 시편을 대상으로 깊이에 따른 경도 변화량

을 평가한 결과, 표면처리를 한 시편이 표면처리를 하지 않은 시편보다 전체 깊이에서 경도가 증가하였다. 전체 깊이에서 경도가 변화하는 정도가 다르게 나타났으며 깊이가 깊어짐에 따라 경도가 변화하는 정도가 감소하였고 이는 깊이가 깊어질수록 취화량이 감소하였다는 것을 의미한다. 취화량에 따른 비절삭저항을 평가하기 위해 미세가공 시 단위부피 당 재료를 절삭하는데 필요한 에너지를 분석한 결과, 모재보다 표면처리를 한 시편에서 에너지가 더 크게 측정되었다. 또한, 모재의 경우 절삭 깊이가 증가함에 따라 비절삭저항이 감소하다가 특정 값에 수렴하는 반면, 표면처리한 시편은 깊이가 증가함에 따라 수렴하지 않고 계속 감소하였다. 이 결과를 통해 표면처리를 통해 수 μm 취화되어 깊이에 따라 경도가 변화하게 되면 비절삭저항도 깊이에 따라 다르게 나타나는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서 Fe-9Cr 합금의 취화정도에 따른 경도변화와 절삭 가공 시 비절삭저항을 정량적으로 비교 분석하였다. 표면처리 된 시편이 취화되어 모재보다 경도가 증가하였음을 확인하였고 그렇기 때문에 비절삭저항도 더 크게 분석되었음을 알 수 있다. 깊이가 달라짐에 따라 절삭을 위해 필요한 에너지가 변화하였으며, 이는 깊이에 따른 취화정도가 달라 비절삭저항이 다르게 나타남을 알 수 있다.

후기

이 연구는 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2019R1I1A3A01054545)의 결과입니다.

나노스크래치 테스트를 활용한 표면 작용기에 따른 Ag 박막의 접합력 및 접합에너지 분석

Analysis of Adhesion and Adhesion Energy of Ag Thin Films by Surface Functional Group Using Nanoscratch Test

*박민지¹, 박연경¹, 정희연¹, 김동현¹, 최준혁², 최대근², 정주연², #전은채¹

*M. J. Park¹, Y. K. Park¹, H. Y. Jeong¹, D. H. Kim¹, J. H. Choi², D. G. Choi², J. Y. Jung²,

#E. c. Jeon(jeonec@ulsan.ac.kr)¹

¹울산대학교 첨단소재공학부, ²한국기계연구원 나노공정장비연구실

Key words : Nanoscratch test, Thin film, Adhesion, Adhesion energy, Surface functional group

1. 서론

초고해상도 OLED 디스플레이를 구현하기 위해 메타표면이 사용되고 있다. 메타표면 크기는 매우 작아 작은 하중에서도 박리가 발생할 수 있어 극저하중에서의 실험이 가능한 나노스크래치 테스트를 활용하여 접합력 분석을 진행해야 한다. 나노스크래치 테스트를 이용한 접합력 분석은 측정값인 수평하중을 활용한다. 이러한 수평하중과 박막의 기계적 특성을 활용하여 접합에너지를 계산할 수 있는데, 이는 박막 이외의 층의 기계적 물성을 영향을 배제할 수 있어 박막 자체의 접합력에 대한 객관적인 비교가 가능할 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 나노스크래치 테스트를 활용하여 표면 작용기에 따른 Ag 박막의 접합력 및 접합에너지 분석을 진행하고자 한다.

2. 실험방법

MPTMS((3-mercaptopropyl)trimethoxysilane, -SH 기) 및 APS((3-Aminopropyl)triethoxysilane, -NH₂ 기) 표면처리를 거친 Si 기판을 대상으로 패턴이 없는 flat한 Ag 박막과 나노 패턴이 적용된 Ag 박막을 전사하여 시편을 제작하였다. 나노스크래치 테스트를 이용하여 압입자를 시편에 수직인 방향으로 하중을 일정하게 증가시키면서 수평 방향으로 이동시키는 동시에 수평 하중과 깊이를 측정하였다. 수평 하중과 깊이가 급격하게 변하는 지점을 박리 지점으로 판단하고 SEM을 이용하여 스크래치 트랙에서 박리 지점의 위치를 2차 검증하였다. 박리 지점의 수평하중과 수직하중, 박막, 기판, 압입자의 특성 등을 이용하여 접합에너지를 계산하고 이를 나노스크래치 테스트를 활용해 도출한 접합력과 비교 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

나노스크래치 트랙에서의 박리지점을 SEM으로 관찰하였을 때, 모든 시편에서 박리를 관찰할 수 있었다. Flat한 시편은 나노 패턴 시편보다 박리지점에서의 수평 하중이 약 3.7배 높게 나타났다. 박막, 기판, 압입자의 기계적 특성을 고려한 접합에너지는 flat한 시편에서 약 13배 높으며, 이는 수평 하중 측정 시 다른 층의 기계적 물성을 제외할 수 있었음을 확인하였다. 표면처리의 경우, APS처리를 한 시편의 수평하중과 접합에너지가 동일하게 약 1.2배 높으며 이는 표면처리가 수평하중과 표면에너지에 영향을 주었기 때문인 것으로 생각된다. 이를 통해 재료 물성의 영향을 제외한 접합에너지를 분석할 수 있었다. 또한 박리지점의 수평 하중을 이용한 접합력 분석과 경향이 일치함을 통해 접합력 분석이 적합하다고 판단하였다.

4. 결론

본 연구에서는 표면 작용기에 따른 박막의 접합력을 분석하기 위해 나노스크래치 테스트를 활용하여 접합력 및 접합에너지 분석을 진행하였다. 두 가지 접합력 분석법은 동일한 경향을 보였으며, 나노스케일에서의 접합력 분석에 적용할 수 있음을 확인하였다. 추후 다양한 공정변수에서 신뢰성 있는 접합에너지 분석을 진행할 수 있을 것으로 기대된다.

후기

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(과제번호: 20019400, 과제명: 초고해상도 구현을 위한 OLED 디스플레이용 메타 표면 구조 설계지조 기술 개발).

나노스크래치 테스트를 활용한 Ag 박막의 접합력에 대한 산화막의 영향 분석 Analysis of the Effect of an Oxide on the Adhesion of Ag Thin Films Using Nanoscratch Test

*박연경¹, 정희연¹, 박민지¹, 김동현¹, 최준혁², 최대근², 정주연², #전은채¹
*Y. K. Park¹, H. Y. Jeong¹, M. J. Park¹, D. H. Kim¹, J. H. Choi², D. G. Choi², J. Y. Jung²,
#E. c. Jeon(jeonec@ulsan.ac.kr)¹

¹울산대학교 첨단소재공학부, ²한국기계연구원 나노공정장비연구실

Key words : Nanoscratch Test, Thin Film, Adhesion, Oxide

1. 서론

반도체 산업 분야에서 박막의 활용이 증가하면서 박막의 물성을 정량적으로 분석하려는 연구가 늘어나는 추세이다. 박막의 경우 기판과의 층 분리 현상이 치명적인 문제로 작용하기 때문에 접합력이 매우 중요하게 여겨진다. 반도체 분야에서 주로 사용되는 Si 기판의 경우 표면에 산화막이 생성되기 쉬우므로 산화막이 박막의 접합력에 미치는 영향을 정량적으로 분석할 필요가 있다. 그러나 접합력 분석에 사용되는 cross-hatch test, 180° peel test, tensile adhesive test 등과 같은 기존 시험법은 박막과 같은 미세 시편 대상 실험이 어려운 뿐만 아니라 극저하중에서의 실험 및 분석이 어려운 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 나노스크래치 테스트를 활용하여 Si 기판 표면의 산화막이 Ag 박막의 접합력에 미치는 영향을 나노스케일로 분석하고자 하였다.

2. 실험 방법

산화막의 유무에 따른 Ag 박막의 접합력을 분석하기 위해 산화막이 없는 Si 표면과 산화막이 생성된 Si 표면 각각에 APS(aminpropyltriethoxysilane) 처리를 한 후 그 위에 100nm 두께로 Ag 박막을 증착하였다. 추가적으로 접합력을 높이기 위해 두 시편 모두 90℃에서 열처리를 진행하고 3bar의 압력을 가하였다. 완성된 각각의 시편을 대상으로 시편에 수직인 방향으로 하중을 점진적으로 증가시키며 수평인 방향으로 공구를 이동시키는 동시에 수직인 방향의 변위(깊이)와 수평인 방향으로 작용하는 수평 하중을 측정하였다. 동일 수직 하중에서의 절삭력 비교와 SEM(Scanning Electron Microscope)을 이용한 트랙의 관찰을 통해 접합력을 종합적으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

나노스크래치 테스트 진행 후 SEM을 통해 트랙을 관찰하였을 때 두 시편 모두 초반에는 트랙 폭이 점진적으로 증가하였고 트랙의 폭이 급격하게 벌어지기 시작하는 지점에서 Si 기판에 균열이 발생한 것을 확인할 수 있었다. 따라서 트랙 폭의 증가 원인이 접합력 저하로 인한 층 분리가 아닌 기판의 균열에 의한 것으로 판단된다. 두 시편의 접합력 대소를 비교하기 위해 시편 각각의 기판에 균열이 발생하는 지점에서의 수직 하중과 수평 하중을 분석한 결과, 두 시편 모두 기존 논문을 참고한 표준값 대비 더 높은 하중에서 균열이 발생하는 것을 확인하였다. 이러한 차이는 박막 계면에서의 접합력에서 비롯된 것으로 생각된다. 특히 산화막이 있는 시편은 수직 하중이 약 10%, 수평 하중은 약 30% 더 높은 하중에서 기판에 균열이 발생하였으므로 Si 기판 표면의 산화막은 Ag 박막의 접합력을 향상시키는 것으로 판단된다.

4. 결론

Si 기판 표면의 산화막 유무에 따른 Ag 박막의 접합력 분석을 위해 나노스크래치 테스트를 진행하였다. 두 시편 모두 층 분리가 일어나지 않았지만 기판 균열이 발생하는 수직 및 수평 하중의 비교를 통해 새로운 관점으로 접합력 분석을 할 수 있었다. 또한, Si 기판의 산화막이 Ag 박막의 접합력을 증가시킨다는 결론을 얻었다.

후기

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KETI) 연구비 지원에 의한 연구임.(과제번호 : 20019400, 과제명 : 초고해상도 구현을 위한 OLED 디스플레이용 메타 표면 구조 설계제조 기술 개발)

고압 다이캐스팅 금형 썰링 변형 계측을 위한 탄소 나노 복합재 기반 압력 센서 기초 연구

A Study on Pressure Sensor based on Carbon Nano Composites for High Pressure Die Casting Mold Sealing Deformation Measurement

*,#김성용¹, 조순옥¹, 오광원¹, 이수안², 남택천²

*#S. Y. Kim(sykim@kotmi.re.kr)¹, S. O. Jo¹, G. W. Oh¹, S. A. Lee², T. C. Nam³

¹한국섬유기계융합연구원, ²(주)신성하이텍, ³(주)태영WM

Key words : HPDC, High vacuum, Cabon nanotube, Pressure sensor

1. 서론

최근 자동차 부품이 일체화 및 대형화됨에 따라 이를 생산하고자 하는 금형이 다분할 및 복잡한 형상으로 구성되고 있어 썰링의 중요성 역시 증가하고 있다. 하지만, 썰링의 경우 고무 또는 고분자 복합체로 이루어지고 있어 고압의 환경이 주로 이루어지는 다이캐스팅 작업간 이들의 거동을 실시간으로 확인하기는 어려워 주로 CAE 시뮬레이션 해석을 통해 이들을 활용하고 있는 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 고분자와 탄소나노튜브를 활용해 썰링의 거동을 계측할 수 있는 복합재 센서 적용을 위한 센서 설계 기초 연구를 실시하였다.

2. 탄소 나노 복합재 센서 제작

다중벽 탄소 나노 튜브(MWCNT)와 에폭시를 이용한 탄소 나노 복합재 센서 전극 시료를 캐스팅 공정을 통해 제작하였다. 경화된 탄소 나노 복합재 센서 전극을 전도성 은 에폭시를 사용하여 전극 양쪽 끝에 와이어를 부착하여 전기 신호를 측정하였다. 센서는 함량별로 최적비를 구하기 위해 여러 종류로 제작되었으며, 센서의 크기를 달리하여 센서 형상에 따른 특성 실험을 실시하였다.

3. 탄소 나노 복합재 센서 특성 평가

먼저 탄소 나노 튜브를 기반으로 한 복합재 센서의 길이에 따른 감도 특성을 확인하기 위해 간단한 실험을 실시하였으며, 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 센서 시료의 탄소 나노 튜브 함량은 각각 0.35wt%, 0.5wt%였으며, 모든 센서의 두께는 1.2mm로 고정되었다. 센서 변수는 폭과 길이로써 센서폭은 8mm, 10mm, 12mm로 변경하였으며, 센서 길이를 30mm, 40mm, 50mm로 변경하여 센서 감도 특성을 확인하였다.

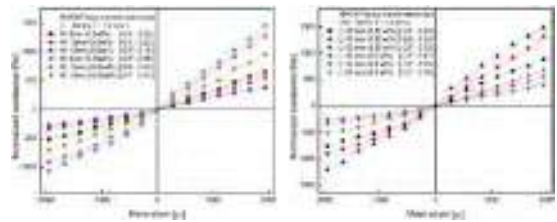


Fig. 1 Sensitivity characteristics related to sensor length, width

4. 결론

결과를 바탕으로 동일한 공정으로 제작된 탄소 나노 복합재 센서는 단위 길이당 어느 정도 균일한 저항을 가질 수 있었으며, 이로 인해 최종 감도는 스트레인이 발생하는 각 유닛의 게이지 인자의 선형함이 될 수 있음을 알 수 있었다. 따라서, 길이 총합이 증감함에 따라 센서 감도가 결과적으로 증가할 수 있다고 판단되며, 추후 기지재료를 썰링재와 유사하게 바꾸어 실제 공정상 실험을 실시할 계획이다.

$$G. F_{CNT-composites} = \sum_{n=S_0}^{S_S} \frac{\Delta R_n}{R_n \epsilon_n} (\because R_{S_0} = R_{S_1} = \dots = R_{S_S})$$

후기

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구 결과임. (과제 고유번호 ‘1415185698’, 세부과제번호 ‘20018769’)

참고문헌

1. Kim, S. Y., Kang, I., “A Study on the Development of a Novel Pressure Sensor based on Nano Carbon Piezoresistive Composite by Using 3D Printing”, Trans. Korean Soc. Mech. Eng, A, Vol. 41, No. 3, pp. 187-192, 2017.

냉해 예방을 위한 마이크로 히터가 집적화된 식물 배양기의 제작 Fabrication of a Plant Culture Device with Integrated a Micro Heater to Prevent Cold Damage

*전현주¹, 한찬¹, 전영일¹, 윤진석², 조재영², 이태영², #최영수¹

*H. J. Jun¹, C. Han¹, Y. I. Jun¹, J. S. Yoon², J. Y. Cho², T. Y. Lee²,

#Y. S. Choi(memschoi@gwangju.ac.kr)¹

¹광주대학교 융합기계공학과, ²(주)엑스모빌리티

Key words : Cold damage, Plant culture device, Micro-heater, Root growth

1. 서론

식물은 외부 환경으로부터 물리적, 화학적 영향을 받아 지속적인 스트레스에 노출되어 있다. 이 중 냉해는 작물의 세포분열과 팽창, 잎의 크기, 줄기의 신장 및 뿌리의 증식을 감소시켜 작물의 생산량 감소에 지대한 영향을 끼친다. 본 연구에서는 이러한 냉해 예방을 위해 마이크로히터 및 온도 센서가 집적화된 식물 배양소자의 제작에 대해서 나타내었다.

2. 본론

제안된 식물 배양소자는 저온에서 식물의 피해를 줄이기 위해서 한천배지 아래에 마이크로히터 및 온도 센서를 집적화하였다. 그림1은 식물 배양소자의 개략도 및 제작된 소자의 이미지를 나타낸다. 제작된 소자에서 히터의 특성을 평가하기 위해 마이크로 히터의 온도변화를 IR센서를 사용하여 측정하였다. 그림2는 공급하는 전압에 따른 마이크로히터의 온도변화를 나타낸다. 공급전압 2V에서 마이크로 히터의 온도는 97.7°C 까지 상승하는 것을 알 수 있었다.

다음으로 히터의 온도를 측정하기 위해 집적화된 온도 센서의 특성을 평가하였다. 실험결과 20°C에서 센서의 초기저항은 6.62Ω이며 1°C 온도 상승에 0.024 Ω의 저항이 증가하였다.

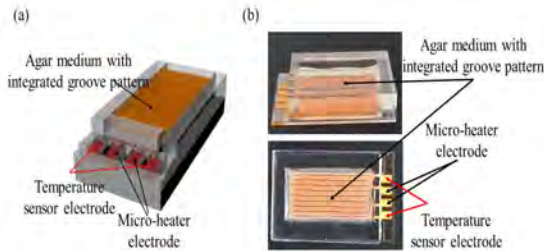


Fig. 1 (a) A schematic diagram of a plant culture device, (b) A optical image of a fabricated plant culture device.

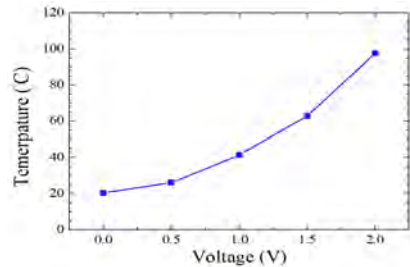


Fig. 2 Temperature change of micro-heater according to applied voltage.

3. 결론

본 연구를 통해서 제작된 식물 배양소자는 공급전압 2V에서 온도가 97.7°C이며 집적화된 온도 센서의 저항 변화는 온도변화에 따라 선형적이었다. 제안된 배양소자는 식물 성장에 적합한 온도를 유지할 수 있으므로 식물 생산성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

후기

본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력 기반 지역혁신 사업의 결과입니다(재단 과제관리번호: 광주전남플랫폼 2021RIS-002).

참고문헌

- Rich S. M., and Watt M., "Soil conditions and cereal root system architecture: review and considerations for linking darwin and weaver", J. Exp. Bot., Vol. 64, No. 5, pp. 1193-1208, 2013.
- Parshar A., and Pandey S., "Plant-in-chip: micro-fluidic system for studying root growth and pathogenic interations in Arabidopsis", Appl. Phys. Lett., Vol. 98, pp. 263703, 2011.

초고속 하이브리드 MAF 가공법을 적용한 H2 탱크용 솔레노이드 밸브 STEM 가공에 관한 연구

A Study on Solenoid Valve STEM Polishing for H2 Tank via Super-fast Hybrid MAF Method

*김휘중¹, 미네트 폰파닛¹, #헝리다¹, #문상돈^{1,2}

*H. J. Kim¹, Phomphanit meenert¹, #Lida. Heng(henglida1@gmail.com)¹, #S. D. Mun(msd@jbnu.ac.kr)^{1,2}

¹전북대학교 기계설계공학과, ²전북대학교 에너지저장·변환공학과

Key words: Magnetic abrasive finishing(자기연마), Hydrogen tank valve(수소탱크 밸브), Super fast polishing(초고속연마), Inconel 625(인코넬 625)

1. 서론

본 연구는 수소 연료전지 시스템에 사용되는 수소 탱크용 솔레노이드 밸브 부품인 STEM에 Inconel 625를 적용하였을 때 적합성을 판단하고자 실시되었다. MAF 가공법을 이용하여 STEM의 표면 조도 개선 후 Ansys 프로그램을 사용하여 구조 해석을 진행하였다. CNT+Dia 입자, Fe 입자, light oil을 혼합한 MAF tool을 사용하여 15000RPM에서 가공했을 때 표면거칠기 Ra 0.02 μ m까지 개선할 수 있었다.

2. 실험 방법

실험에 사용된 자세한 실험 조건은 아래와 같다.

Table 1 Experimental condition

workpiece	Inconel625 bar (\varnothing 6*100mm)
Rotational speed(rpm)	1000, 5000, 15000, 25000
Magnetic abrasive condition(g)	Fe powder: 9.0 (#200) CNT: 0.05g(0.04 μ m) + Dia paste:1 (1 μ m) Al2O3: 0.7 (0.05 μ m) SiC: 2.0 (#320)
Lubricant(g)	light oil: 0.5
Processing Time(min)	0, 4, 8, 12, 16
Magnetic size(mm)	30*20*10

3. 결과

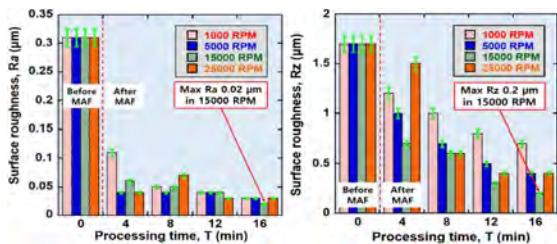


Fig. 1 Surface roughness(Ra) and Surface roughness(Rz) in under the best conditions

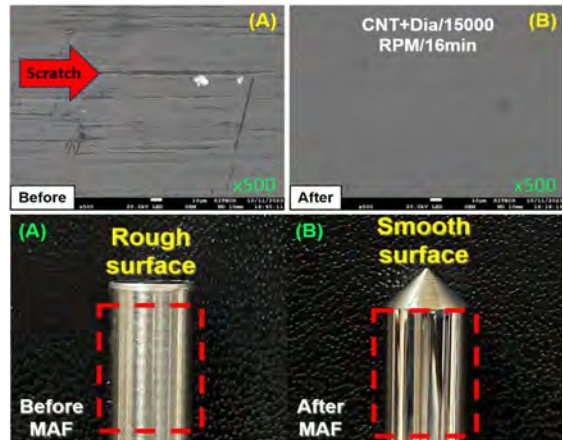


Fig. 2 FE-SEM images and actual specimens before and after MAF processing

4. 결론

MAF 가공법을 적용하여 가공한 인코넬의 표면거칠기 측정 결과 Ra값 0.31 μ m에서 0.02 μ m까지, Rz값 1.8 μ m에서 0.2 μ m까지 개선할 수 있었으며 우수한 표면거칠기 결과를 보이므로 MAF 가공법은 수소용 특수 소재 표면 조도 개선에 적합한 가공 방식임을 확인했다.

후기

이 논문은 2023년도 한국연구재단의 이공분야기초연구 사업 지원으로 수행된 연구임(No. NRF-2022R1F1A1073584) 과 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. RS-2023-00246193).

친환경 연마재를 이용한 생체용 인공관절의 표면정밀도 향상 Improving Surface Accuracy of Biomedical Artificial Joint by Eco-friendly Abrasive Tools

*김휘중¹, 문상돈^{1,2}, #행리다¹

*H. J. Kim¹, S. D. Mun^{1,2}, #Lida. Heng(henglidal@gmail.com)¹
¹전북대학교 기계설계공학과, ²전북대학교 에너지저장·변환공학과

Key words : Eco-friendly abrasive tools(친환경 연마재), Artificial joint(인공관절), surface accuracy(표면정밀도)

1. 서론

본 연구에서는 생체용 인공관절의 표면정밀도를 향상 위한 친환경 초초정밀 가공 시스템을 개발하였다. 개발된 친환경 연마 공구의 성분은 PCD 다이아몬드 연마재, Carbonyl iron 입자, 팜오일, 올리브오일 등으로 구성되어 있다. 친환경 초초정밀 가공 전/후에 인공관절 공작물의 표면정밀도를 검토 및 분석하기 위해 3차원 표면 측정기를 이용하였고, 인공관절의 표면정밀도 개선에 대해 가공 인자가 미치는 영향을 평가하였다.

2. 실험방법 및 조건선정

친환경 연마 공구를 이용한 인공관절의 초초정밀 가공공정은 Fig. 1과 같다. 초초정밀 가공기에서는 인공관절 공작물이 2개 C-형상을 가진 자극부 가운데에 설치되어 있으며, 스텝 모터를 사용하여 1000rpm까지 회전시켰다. 친환경 연마 공구는 공작물의 외부표면과 희토류 영구자석에 부착된 자극부 사이에 투입되고, 영구자석을 통해 발생한 자기력(Magnetic field)이 연마 공구의 입자를 끌어당겨 공작물 외부표면에서 초초정밀 가공이 진행된다.

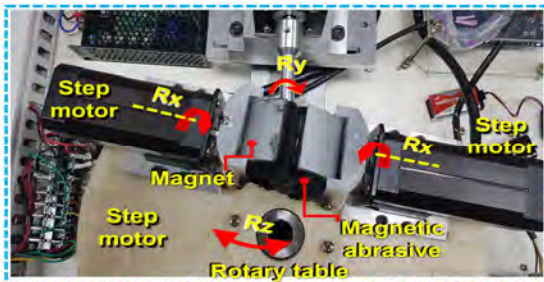


Fig. 1 Eco-friendly finishing process of biomedical artificial joint

본 연구에서는 인공관절 공작물의 표면정밀도를 향상시키기 위해 4가지 조건으로 공작물의 회전속도(1000rpm), PCD 다이아몬드 입자(6- μ m), 연마액(팜오일, 올리브오일, 공업용 Light oil), 가공 시간(12min) 등을

선정하여 실험을 진행하였다.

3. 실험방법 및 조건선정

Fig 2는 연마액 종류에 따른 초초정밀 가공한 인공관절 공작물의 표면정밀도 향상 정도를 나타낸 그래프이다. 실험 결과에 따라 모든 연마액 조건에서 공작물의 표면정밀도 (Sa) 값이 상당히 향상될 수 있는 것을 알 수 있다. 가공시간 10분 시점에서 연마액(팜오일, 올리브오일, 공업용 Light oil) 등을 이용하였을 때 각각 공작물의 표면정밀도 (Sa) 값 0.48, 0.47, 0.49 μ m부터 0.03, 0.07, 0.03 μ m까지 개선될 수 있다.

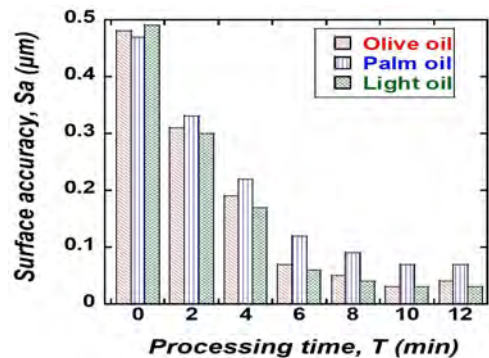


Fig. 2 Surface roughness vs. processing time

4. 결론

실험 결과에 따라 초초정밀 가공을 통해 연마액인 올리브오일, 포도씨유 등을 활용하였을 때 표면정밀도 (Ra) 값을 효과적으로 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. RS-2023-00246193)과 한국연구재단의 이공분야기초연구사업 지원으로 수행된 연구임.(No.NRF-2022R1F1A1073584)

볼 엔드밀을 이용한 치과용 Co-Cr Disk의 가공 연구

A Study of Machining of Co-Cr Disk for Dental using Ball Endmill

*#최영수¹, 윤인준¹, 사민우²

*.Y. S. Choi (david@cretec.kr)¹, I. J. Yoon¹, M. W. Sa²

¹크레텍 책임, ²에스제이엔텍 기업부설연구소

Key words : Dental, Ball End, Co-Cr Disk, Tool wear

1. 서론

현재 치과의료산업에서는 기존 주조 보철 방식에서 탈피해 코발트-크롬, 지르코니아 등을 가공할 수 있는 CAD/CAM 장비가 치과와 치과기공소에 도입되면서 좀 더 편리하고 정밀한 작업이 가능해지고 있다. 이때 코발트 크롬 블록, 티타늄 블록 등의 난삭재를 이용하여 가공하기 때문에 소모품으로 자주 사용되는 툴에 대한 내구성이 보완되어야 할 것으로 보고되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 현재 덴탈용으로 시중에 나와 있는 Co-Cr 가공 툴의 종류에 따라 형상 특성을 비교하였고 기초 연구로서 MCT 가공 환경에서 평가해보았다.

2. 실험 및 결과

공구의 코팅 특성을 분석하기 위해 주사전자현미경(TM4000, Oxford Instruments, UK)이 이용되었고, 형상치수 측정을 위해 무인 공구 형상 측정기(Genius-3, Zoller, Germany)가 사용되었다. 코팅 성분에서는 EDS 분석 결과, 각 제품별 Al, Ti, Si, N 성분이 공통적으로 검출되었고, B사와 C사에서는 Cr 성분이 추가로 검출되었다. Table 1은 사용된 툴의 종류별 측정 값을 나타내고 있다. 볼 엔드밀을 이용하여 Co-Cr Disk 블록(100x10T)을 탭핑 머신에 셋팅한 후 Fig. 1과 같은 가공 조건으로 실험을 수행하였다. 절삭속도는 100m/min, 이송속도는 0.05mm/t, 그리고 절입량은 ap: 0.13mm, ae:0.7로 설정하여 45분 동안 상대 비교하였다. Fig. 2는 공구 마모 전과 후의 사진을 보여주고 있다.

Table 1 The parameters of tools

	A	B	C
Diameter(mm)	2.994	2.994	2.990
Core diameter(mm)	0.98	1.07	1.05
Helix angle(°)	30	30	30
Radial rake angle(°)	1	5	9
Radial relief angle(°)	16	22	26

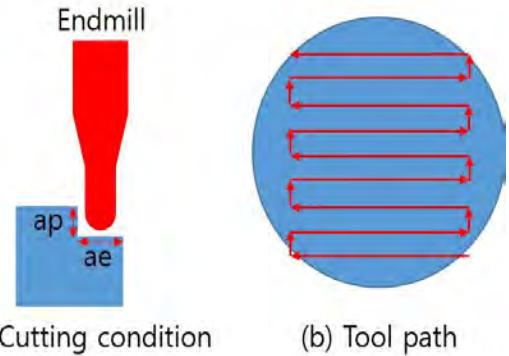


Fig. 1 Machining process

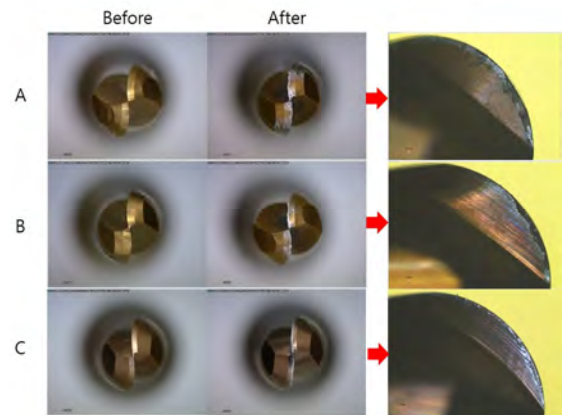


Fig. 2 Tool images after machining

3. 결론

준비된 3가지 볼 엔드밀 툴을 분석하였고, Co-Cr Disk 가공 평가를 통해 날부의 마모가 A>B>C순으로 손상이 많이 것으로 확인되었다. 추후 CAD/CAM 덴탈 장비를 이용하여 비교하는 연구를 수행할 계획이다.

메탈 메쉬 기반의 투명 면상 발열 필름에 대한 연구 Transparent Surface Heating Film Based on Metal Mesh

*김동진¹, 최성호², 김태원², #박철진², #이승섭¹

*D. J. Kim¹, S. H. Choi², T. W. Kim²,

#C. J. Park(e97005@myeco.co.kr)², S. S. Lee(sslee97@kaist.ac.kr)¹

¹한국과학기술원 기계공학과, ²에코플라스틱 주식회사

Key words : Metal mesh, Transparent, Heater, film

1. 서론

투명 전극이란 투명하면서 전기 전도성이 우수한 물질을 말하며 ITO, 탄소나노튜브, 그래핀, 은나노와이어, 메탈 메쉬 등 다양한 물질과 방법으로 제작된다. 특히, 그 중에서 메탈 메쉬는 상대적으로 성능이 우수한 물질 중 하나로 여겨지고 있다^[1]. 이러한 투명 전극을 발열 저항체로 이용하여 전력을 가하면 줄열(Joule's heat)에 의해서 전류가 흐르면서 열이 발생하게 되어 투명 면상 발열 필름으로 사용할 수 있다.

2. 메탈 메쉬 특성 및 제작

메탈 메쉬는 수 마이크로미터 이하의 미세한 선폭을 가진 금속이 격자 형태로 배열되어 있는 것을 말하며, 본 연구에서는 메탈 메쉬의 격자 패턴이 형성되어 있는 미세 금형을 이용하여 PET 필름 위에 UV 임프린팅 공정으로 격자 패턴의 역상의 홈을 형성하고, 홈 내부에 은나노 페이스트를 채워서 제작하였다.

3. 투명 면상 발열 필름 성능 평가

그림 1은 투명 면상 발열 필름의 적외선 카메라 사진으로, 투명 면상 발열 필름의 양쪽 끝단에 구리 테이프를 이용하여 버스바를 형성하고, 각각의 필름에 전력을 공급하고 1분 30초 후의 온도 분포를 적외선 카메라를 이용하여 촬영한 사진이다. Fig. 1(a)는 필름의 크기가 150mm×150mm, 저항이 0.4 Ω, 입력 전압이 13W일 때 최고온도 53.2 °C에 도달하였고, 그림 1(b)는 필름의 크기가 250mm×250mm, 저항이 0.4 Ω, 입력 전압이 28W일 때 최고온도 53.3°C에 도달하였고, Fig. 1(c)는 필름의 크기가 450mm×450mm, 저항이 0.5Ω, 입력 전압이 96W일 때 최고온도 46.9°C에 도달하였다. 또한, 입력 전압을 일정하게 유지한채 30분 간격으로 총 7시간 온도 변화를 측정한 결과 온도의 변화는 있었으나 과열되거나 손상되지 않고 발열 성능이 유지되는 것을 확인하였다.

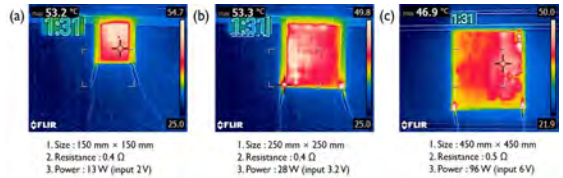


Fig. 1 IR image of transparent surface heating film

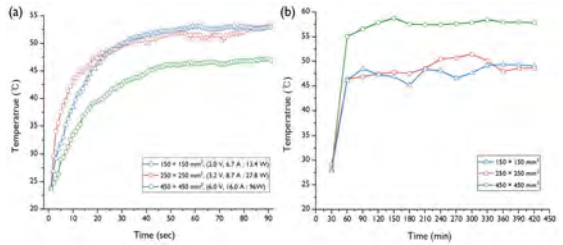


Fig. 2 Temperature dependence on heating time

4. 결론

본 연구에서 제작된 메탈 메쉬 기반의 투명 면상 발열 필름에 형성된 양쪽 버스바에 일정한 전력을 공급하면 온도가 급격하게 증가하여 1분 이내에 최고 온도에 도달하는 것을 알 수 있었고, 30분 간격으로 총 7시간 동안 계속 전력을 공급하더라도 과열되지 않고 안정적으로 발열성능이 유지됨을 알 수 있었다.

후기

이 연구는 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술포진원(신산업진출 사업재편 핵심기술개발 사업)의 지원을 받아 수행된 결과임.(과제번호 : P0018652)

참고문헌

1. Nguyen, V. H., et al., "Advances in flexible metallic transparent electrodes", Small, 18(19), 2106006, 2022.

무전해 도금과 수열 합성법으로 성장된 독립적인 Cu/ZnO 나노섬유 패턴 제작

Fabrication of Independent Cu/ZnO Nanofiber Patterns Grown by Electroless Plating and Hydrothermal Synthesis

*최문정¹, 이지홍¹, 김나경¹, #김건휘¹

*M. J. Choi¹, J. H. Lee¹, N. K. Kim¹, #G. H. Kim(geonhwee.kim@chungbuk.ac.kr)¹

¹충북대학교 기계공학부, ²충북대학교 기계공학과

Key words : Structural color, ZnO/Copper, Nanofibers, Electroless plating

1. 서론

기술의 발전에 따라 프린터, 스캐너 등을 통한 이미지 복제와 이에 따른 위·변조 및 정보 유출 문제가 증가하고 있다. 이를 방지하기 위해 반도체 기술로 제작된 초미세 패턴을 활용한 위조 방지 기술들이 널리 사용되고 있으나, 복잡한 패턴링 공정 및 정교한 광학 기술이 요구되어 제작 비용이 증가하고 대량 생산이 어렵다. 특히, 홀로그램이나 색 변환 잉크를 통해 제작된 패턴들은 장기간 빛에 노출될 경우 광학적 특성이 변화하며 기능 또한 저하될 수 있다. 본 연구에서는 전기 방사 기술과 용액 공정을 통해 단색과 구조색을 가져 구분이 용이하며 복제가 불가능한 나노 패턴을 제작하였다. 이때 구조색은 표면의 미세구조 특성에 따라 나타나는 색으로 색 바램이 없어 장기적 사용이 가능하며, 빛의 입사각에 따라 색이 달라지는 특성을 갖고 있어 위조 방지에 효과적이다. 최종적으로 본 연구는 구분화된 섬유 패턴을 인식하여 상품 식별 및 위·변조 방지 패턴으로 적용 가능하며, 간단한 공정으로 제작 비용의 절감과 높은 생산성을 기대할 수 있는 실용적인 기술이다.

2. 본론

독립적으로 성장된 나노 패턴 제작 공정은 전기 방사, 열처리, 용액 공정의 세 단계로 나뉜다. 먼저 Palladium이 포함된 PVP(Polyvinylpyrrolidone) 용액을 평행한 알루미늄 전극 위에 전기 방사하여 전기장에 의해 평행하게 수집된 나노섬유들을 Si wafer 위로 옮긴다. 다음, 형성된 나노섬유를 약 500°C에서 2분간 열처리하여 Seed layer를 만든다. 이후, 무전해 도금 공정을 통해 Seed layer 위에 구리층을 성장시킴으로써 단색의 Cu 나노섬유를 완성한다.

Zinc이 포함된 PVP 용액을 앞 공정과 동일한 방식으로, 전극을 이용해 평행하게 정렬된 나노섬유를 얻는다. 이후 약 500°C에서 2분간 열처리하여 ZnO seed

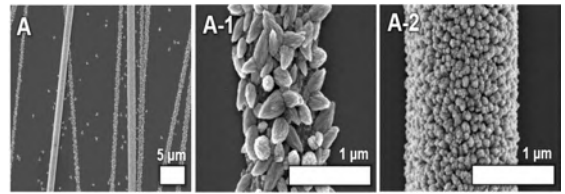


Fig. 1 SEM Images A. Nanofibers selectively deposited with ZnO & Cu A-1. Cu grown nanofibers A-2. ZnO grown nanofibers

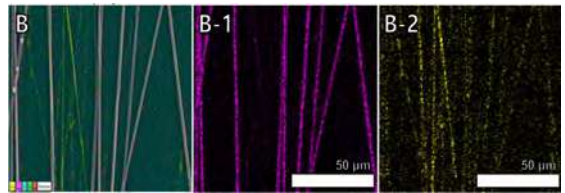


Fig. 2 EDS Images of the samples B. Layered Image B-1. Zn L series B.2 Cu L series

layer 형성 및 섬유 안정화 단계를 거친다. 이후 60°C에서 수열 합성을 통해 Seed layer 위에 구조색을 갖는 ZnO 나노섬유가 완성된다.

합성 시간을 조절하여 다양한 구조색을 생성할 수 있고, 빛이 정렬된 나노섬유의 방향과 평행한 경우 무색의 나노섬유를 관찰할 수 있다.

3. 결론

본 연구는 전기 방사 기술로 나노 패턴을 제작하여 기존의 미세한 패턴 가공 기술들의 공정 복잡성의 한계를 극복하였다. 또한 나노 스케일의 단색 Cu NF와 구조색 ZnO NF의 구분화된 패턴은 이미지 인식을 위한 기계 학습을 통해 약 50배율 이상의 광학 장치로 패턴을 구분하고 색깔을 인식 가능함을 확인하였다. ZnO NF는 빛의 입사각에 따라 패턴의 색상이 달라지며, 합성 시간에 따라 다양한 구조색을 형성할 수 있어 복제 불가능한

패턴 제작에 유리하다. 결과적으로 Cu/ZnO 패턴은 적은 비용으로 상품 식별과 위·변조 방지의 2가지 모드를 구현 가능하도록 하였다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2022R1G1A1007757). 이 성과는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2021R1A4A1033141).

무전해 도금과 산화 공정을 통한 다공성 계층 구조 멤브레인 제작 Fabrication of Porous Hierarchical Membranes using Electroless Plating and Oxidation Processes

*강승민¹, #김건휘¹

*S. M. Kang¹, #G. H.O Kim(geonhwee.kim@chungbuk.ac.kr)¹

¹충북대학교 기계공학부

Key words : Oil/Water emulsion separation, Nano structure, Hierarchical structure, Hydrophilic

1. 서론

최근 산업의 발전으로 발생하는 유성 폐수와 기름 유출 사고로 인해 증가하는 수질 오염 문제는 심각한 환경 파괴를 일으키고 있다. 이를 해결하기 위해 고효율의 유수 분리 기술을 필요로 하며, 많은 연구 개발이 진행 중에 있다. 일반적인 유수 혼합물은 주로 불안정한 상태이며 비교적 분리가 용이한 반면, 계면활성제로 안정화된 유수 혼합물의 경우 기름 입자의 크기가 나노 스케일로 매우 작아 효과적인 분리가 어렵다. 기존의 유성 폐수는 주로 부유, 응집, 원심 분리, 생물정화 등으로 처리되고 있다. 하지만, 이러한 분리 방식은 낮은 분리 효율, 높은 에너지 소비, 복잡한 공정 및 2차 오염 문제의 단점이 있다. 따라서 유수 분리에 영향을 미치는 공극의 기하적 구조와 습윤성을 제어하는 방식의 유수 분리 기술이 필요하다. 본 연구에서는 산화-환원 방식을 통해 다공성 계층 구조 멤브레인을 제작하여 유수 분리하는 기술을 개발하였다. 이는 높은 분리 효율과 낮은 비용의 이점 뿐만 아니라 다양한 분야로의 확장성이 높아 여러 산업 응용 분야에서의 활용이 용이할 것으로 기대된다.

2. 본론

초습윤 특성을 갖는 다공성 계층 구조의 필터 제작 공정은 크게 화학 용액 공정의 산화, 환원 두 단계 나눌 수 있다. 첫 번째로, 구리 무전해 도금을 진행하기 위해 세척된 구리 메쉬(10mmx10mm, 140mesh)를 팔라듐 활성화 용액에 10분간 침지하였다. 이 후 구리 전해질 용액 속에서 30분간 도금을 진행하였다. 무전해 도금 공정을 통해 구리층을 성장시킴으로써 구리 메쉬의 와이어 직경이 증가하였으며, 성장된 구리 입자로 인해 표면의 거칠기가 증가하였다. 두 번째로, 구리 도금된 메쉬를 산화 용액에 침지 후 30분간 30rpm으로 교반하였다. 산화 반응을 통해 Cu(OH)₂ 나노로드가 형성되었으며, 이는 네트 형상으로 된 다공성 구조를 띄었다.

이와 같은 방식으로 2차 무전해 도금을 진행 후 2차 산화 공정을 통해 Cu(OH)₂ 나노로드를 성장시켜 표면 거칠기를 증가시켰으며, 초친수성 표면을 제작하였다. 최종적으로 초친수 특성을 갖는 다공성 계층 구조의 멤브레인을 제작하였다.

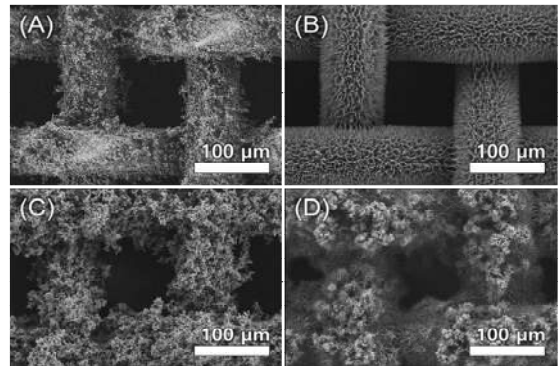


Fig. 1 (A). 1st Copper Electroless plating for 30 min. (B) 1st Oxidation for 30 min. (C) 2nd Copper Electroless plating for 30 min. (D) 2nd Oxidation for 15 min.

3. 결론

본 연구에서는 무전해도금과 용액 침지 방식을 통한 산화 공정으로 공극 크기가 평균 50 μm인 초친수 특성의 다공성 계층 구조 멤브레인을 제작하였으며, 특성 평가를 통해 혼합된 유수 분리 필터의 활용성을 확인하였다.

후기

이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.NRF-2022R1G1A1007757).

이 연구는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2021R1A4A1033141).

대면적 Maskless Digital Lithography를 위한 패턴 FFT이미지의 각도 오차 예측을 위한 딥러닝 네트워크를 이용한 회귀모델 Regression Model using Deep Learning Network to Predict Angular Error of Pattern FFT Image for Large-area Maskless Digital Lithography

*김범진¹, 서보욱¹, 윤서나², 김우영¹, 고관우³, 김 석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*B. J. Kim¹, B. W. Seo¹, S. N. Yoon², W. Y. Kim¹, K. W. Ko¹, S. Kim^{1,2},

#Y. T. Cho (ytcho@changwon.ac.kr)^{1,2}

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정, ²창원대학교 기계공학부 스마트제조융합전공,

³창원대학교 기계공학부

Key words :Digital Lithography, DMD, Fourier Transform, Regression, Deep Learning

1. 서론

포토마스크 기반의 광학 리소그래피 기술은 대량생산에 유리하지만, 포토마스크 제작 비용이 문제이다. DMD를 활용한 디지털 리소그래피 기술 연구가 진행되며, 대면적 미세패턴 제작에 디지털 노광기를 병렬로 사용하면 저비용, 고효율 리소그래피가 가능하다. 중요한 점은 여러 투영 이미지의 정확한 정렬이며, 투영 이미지의 회전각도 오차를 제어하는 알고리즘 연구가 필요하다.

2. 연구 목적

본 연구에서는 3차원으로 회전된 투영 이미지를 통해 각도가 틀어진 정도를 추측하는 알고리즘을 연구한다. 이미지 데이터를 FFT(fast Fourier transform)를 통해 변환시키고 특징점의 학습을 위해 머신러닝 CNN 모델의 회귀 기법을 활용한다.

3. 실험 방법

본 연구에서는 패턴의 제작을 위해 Unity를 이용해 정사각 패턴 평면을 모델링하고, 패턴 모델을 X, Y, Z축을 기준으로 -10°부터 10°까지 0.5°씩 회전시켜 9000여개의 패턴 회전 이미지 데이터를 수집하였다. 이 때 축이 소실되어 자유도가 떨어지는 gimbal lock 현상을 방지하기 위해 Quaternion 각도를 활용하여 패턴을 회전시켰다. 궁극적으로 여러 패턴 평면 이미지의 겹쳐진 형상을 분석하여 회전 오차를 조정하는 것이므로 본 연구에서도 선행연구에서 사용된 FFT변환 이미지를 사용하였다[1]. FFT 이미지를 특징점 검출을 위해 X, Y, Z 별로 라벨링을 나누었고, 사전 학습된 네트워크인 ResNet50을 활용하여 회귀분석을 진행

하여 각도 오차를 예측하는 알고리즘을 제작하였다.

4. 결론

본 연구에서는 회전시킨 패턴 이미지를 수집하고 이에 대한 FFT 이미지의 각도 오차를 예측하는 알고리즘을 머신러닝의 회귀 모델을 제작하여 개발하였다. 단일 패턴의 경우 회귀 예측 모델의 RMSE가 1자리수 까지 떨어지는 것을 확인할 수 있었으나, 여러 개의 투영 이미지를 각도 오차 없이 정렬시키기 위해서는 두 개 이상의 패턴을 이용하여 오차 각도를 분석할 수 있어야 하기 때문에, 각각 다른 각도로 회전된 두 패턴의 겹친 이미지에 대해서도 데이터셋을 수집하고 이를 분석할 수 있는 알고리즘에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

후기

본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-003)

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00238462).

참고문헌

1. Kim, Woo Young, et al. "Quasi-seamless stitching for large-area micropatterned surfaces enabled by Fourier spectral analysis of moiré patterns." Nature Communications 14.1 (2023): 2202.

Pillar array의 reflow 과정에서 온도 및 시간에 따른 곡률과 높이의 변화 Problems with Classification and Height according to Temperature and Time during the Reflow Process of the Pillar Array

*김명서¹, 김석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*S. N. Yoon¹, S. Kim^{1,2}, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)^{1,2}

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정, ²창원대학교 기계공학부

Key words : Micro lens array, Positive PR, Reflow, Convection oven, Collimated LED

1. 서론

MLA(Micro Lens Array)는 곤충의 눈에서 영감을 얻어 제작된 생체모방 구조이다. 마이크로미터의 크기를 가지는 렌즈들이 나열된 구조로 현미경, OLED, 3D 프린터 등의 다양한 분야에서 이용되고 있다. MLA는 직접 복제를 이용하는 방법, Pillar array를 제작 후 reflow를 진행하는 방법 등으로 제작이 가능하다. 이 중, reflow를 통해 진행되는 방법은 균일한 크기의 MLA를 제작할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 균일한 MLA의 형상을 제작하기 위해서는 정밀한 온도 제어를 필요로 한다. 본 연구에서는 reflow 공정을 이용하여 MLA를 제작 시 reflow 온도와 제작되는 MLA 형상의 상관관계에 대해 실험적으로 분석하여 MLA 제작 시 정밀도 향상을 목표로 한다.

2. 연구 목적

본 연구에서는 Reflow를 통한 MLA 형상 제작 시 온도와 시간에 따라 생성되는 MLA의 형상들의 특징을 분석하고, 제작하고자 하는 MLA의 높이에 따른 reflow 조건을 정량화 하는 것을 목표로 한다.

3. 실험 방법

본 연구에서는 아세톤, IPA, DI Water을 통해 세척된 Slide glass 위에 Positive PR(AZ-4620)을 스핀코터를 통해 13um 두께로 코팅을 진행한다. 이후 Soft bake 과정을 거친 후 빛이 직선으로 나아가는 Collimated LED를 이용하여 Exposure을 진행하여 pillar array를 제작한다. 이후 Developer을 이용해 pillar array를 제외한 나머지 부분의 PR을 제거하여 13um의 pillar array를 생성한다. 생성된 pillar array를 Convection oven을 통해 reflow를 진행하며, reflow 시 온도, 시간을 변수로 설정하여 실험을 진행한다.

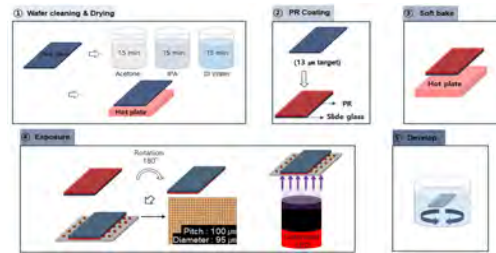


Fig. 1 Fabrication MLA process

4. 결론

본 연구에서는 Positive type의 PR을 스핀코팅을 통해 Slide glass 기판에 코팅하고, 코팅된 기판에 Collimated LED를 통해 직선으로 나아가는 UV 광을 조사하여 pillar array를 제작한다. 이를 Convection oven 에서 reflow를 통해 MLA를 제작하며, 시간과 온도를 변수로 설정하여 MLA의 형상 변화를 관찰한다. Reflow 이후 MLA의 형상 분석은 레이저 컨포컬 현미경을 통해 진행한다. 분석 결과 유리전이온도를 넘긴 이후 pillar array는 MLA의 형태로 점차 reflow되기 시작하였으며, 온도, 시간이 증가할수록 렌즈의 형상에 가까워지는 경향성을 나타낸다.

후기

This work has supported by the Korea Institute of Machinery & Materials, Republic of Korea, under the project name of “Development of self-aligned microlens array for improvement patterning resolution in DMD-based digital lithography”(Project ID : NK242E)

참고문헌

1. Park, Min-Kyu, et al. "Design and fabrication of multi-focusing microlens array with different numerical apertures by using thermal reflow method." Journal of the Optical Society of Korea 18.1 (2014): 71-77.

전해가공을 활용한 STS 304 공정 동시가공 및 균일성 연구

Simultaneous processing and uniformity research on STS 304 process by ECM

김성현¹, *김준영², 최승건¹, 장선호², #이은상²

S. H. Kim¹, *J. Y. Kim², S. G. Choi¹, S. H. Chang², #E. S. Lee(leees@inha.ac.kr)²

¹수소기반 차세대 기계시스템 KIURI 연구단, ²인하대학교 기계공학과

Key words : ECM, STS304, Simultaneous processing, uniformity research

1. 서론

전해가공(Electro Chemical Machining, ECM)은 기계, 항공, 조선 등 다양한 산업 분야에서 중요한 가공 기술로 사용되고 있다. 이는 복잡한 형상 가공, 고경도 물질의 가공, 도구 마모 최소화, 높은 정밀도, 열 변형 최소화와 같은 장점을 가지고 있다. 이러한 특성으로 ECM은 어려운 가공 재료나 높은 정밀도가 필요한 상황에서 특히 유용하게 활용된다.

2. 전해가공

전해가공(Electro Chemical Machining, ECM)은 전해 해법의 원리를 통해 물질을 전기적으로 용해시켜 형상을 만들어내는 비전통적인 가공 공정이다. Workpiece와 Tool은 Electrolyte에 담겨 전기적으로 연결되며, 이때 Workpiece에는 Anode, Tool에는 Cathode가 연결된다.

전기를 인가하면 Workpiece의 금속이 Electrolyte로 용해되고, Tool은 전기를 통해 물질을 Workpiece에서 제거한다. Tool은 주로 최종 형상의 음의 형태로 제작되며, 전해가공을 통해 형태가 Workpiece에 복사된다.

3. 실험방법

전해가공을 하기 위해 Workpiece는 STS304를 사용했고, Electrolyte는 NaCl을 선택했다. 실험은 크게 Voltage 실험과 Ampere 실험으로 나누어서 했다. Voltage 실험은 각각 5V, 10V, 15V, 20V를 가했고, Ampere 실험은 각각 5A, 10A, 15A, 20A를 사용했다. 각 실험은 5분씩 진행 되었으며, Tool과 Workpiece의 Gap은 1mm로 고정했다.

3. 결론

여러 개의 STS304 Workpiece를 전해가공 했으며, 실험 조건 중 Voltage와 Ampere가 모두 높을수록 가공 효율이 높아진다는 결과를 얻었다. 그러나 본 실험에서 가장 높은 조건에서인 20V와 20A에서는 Workpiece에 균일한 가공이 이뤄지지 않았다. 대신, Voltage가 15V이고 Ampere가 10A일 때 여러 개의 STS304 Workpiece를 가공할 때 균일하게 가공되는 것을 확인할 수 있었다.

본 실험을 통해 Voltage와 Ampere의 조절이 가공 효율에 중요한 영향을 미친다는 것을 시사함을 알 수 있다. 특히, 최적 조건은 Voltage 15V 및 Ampere 10A임을 보여준다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 혁신성장 선도 고급연구인재 inner surface성장지원(KIURI) 시범사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2021M3H1A1064135)"

참고문헌

1. 김준영, 최승건, 장선호, 김성현, 이용희, 이은상, “반도체 고 청정 특수강의 데이터 특성 분석”, 한국기계가공학회 춘추계학술대회 논문집, 16-16, 2021.12
2. 장선호, 최승건, 김성현, 김준영, 이은상, “튜브 전해연마의 최적 가공 용액 특성 분석”, 한국기계가공학회 춘추계학술대회 논문집, 21-21, 2021.12

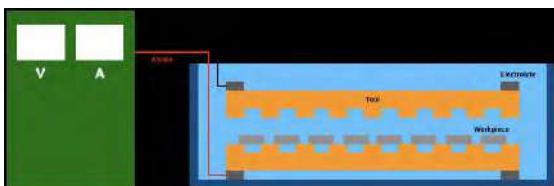


Fig. 1 Experimental Setup

초음파 진동을 사용한 증착 공정용 능동형 캐니스터 개발

Development of Canister for Deposition Processes using Ultrasonic Atomization

*한우성¹, 이정현², 김창훈¹, 강희찬³, #곽재복¹

W. S. Han¹, J. H. Lee², C. H. Kim¹, H. C. Kang³, #J. B. Kwak(jaekwak@chosun.ac.kr)¹

¹조선대학교 기계공학과, ²조선대학교 기계시스템 미래자동차공학과, ³조선대학교 경영학부

Key words : CVD, Deposition process, Monomer, Ultrasonic Atomization

1. Introduction

표면에 절연, 방오 등의 기능적인 특성을 부여하기 위해 표면 처리 기술이 연구되고 있는데, 여러 분야 중 반도체 분야에서 절연막 혹은 전도성막 생성을 위해 CVD(Chemical Vapor Deposition) 및 ALD(Atomic Layer Deposition) 공정이 사용된다. 기존의 장치는 액상 전구체를 기화하기 위해 캐니스터에 Heat Jacket을 감싸 열을 가해 기화시켜 파이프라인을 통해 챔버 내부로 투입해 증착을 진행하는데, 이는 공정 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 본 연구에서는, 초음파 진동자가 매립된 캐니스터를 사용하여 초음파 진동자가 발생시킨 Capillary wave 현상으로 인한 액체의 미립화를 통해 공정의 단순화와 더욱 빠른 공정 시간을 가지는 능동형 캐니스터를 개발하고자 한다. [1]

2. Experimental Setup

증착 공정을 위한 액체를 미립화하기 위해 Fig. 1과 같이 장치를 구성하였다. 진공 펌프를 사용하여 증착하고자 하는 기체가 있는 챔버를 음압 환경으로 조성하고, 액체가 담긴 캐니스터 하단부에 매립된 D:20mm, 1.7MHz 초음파 진동자가 액체에 Cavity를 형성하여 표면의 capillary wave 현상을 통한 미립화된 유체를 챔버 내부로 흘러보내며 무게 감소량과 Flow sensor로 측정된 유량으로 액체별 분무 특성을 확인하였다.

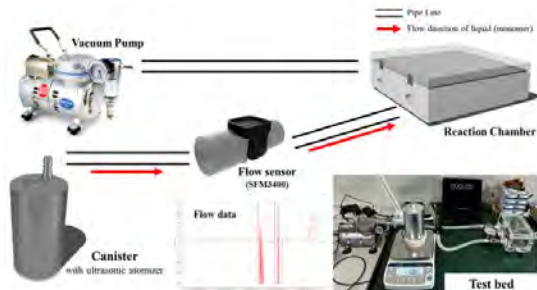


Fig. 1 능동형 캐니스터를 사용한 증착 공정 시험장치

3. Results

Table 1, Fig. 2에서 볼 수 있듯이 분자량이 낮을수록 분무량은 높은 것을 확인할 수 있었고, 물을 제외한 액체에서는 분자량이 낮을수록 분무량이 높은 것을 확인하였다.

Table 1 Chemical properties of liquids (Water, C6FMA, DVB)

	Water	C6FMA	DVB
Chemical Formula	H ₂ O	C ₁₂ H ₉ F ₁₃ O ₂	C ₁₀ H ₁₀
Molecular Weight [g/mol]	18.01528	432.18	130.19
Density [g/cm ³]	0.997	1.46	0.914

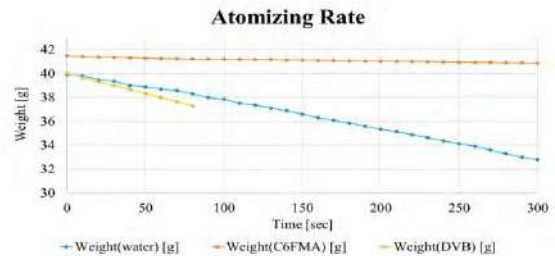


Fig. 2 액체별 분무 특성 (Water, C6FMA, DVB)

4. Conclusion & Future Work

액체별 화학적 특징에 따른 분무 특성을 확인하였고, 향후 최적의 분무량과 안정화를 다루기 위해 점도별 분무량 특성에 대해 파악하고, 용액의 양과 온도 조건 및 압력 조건의 정립이 필요시 된다.

후기

This study was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (Ministry of Science and ICT) (NRF-2021R1A2C1007016).

참고문헌

1. Robert J. Lang; Ultrasonic Atomization of Liquids. J. Acoust. Soc. Am. 34 (1): 6-8, 1 January 1962.

디지털 이미지를 활용한 미끄러운 표면의 자유로운 형상 제조 Development of Patternable Slippery Surface Fabrication Method using Digital Image

*김우영¹, 김 석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*W. Y. Kim¹, S. Kim^{1,2}, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)^{1,2}

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정, ²창원대학교 기계공학부

Key words : UV curable material, Nano-porous structures, Lubricant, Slippery surface

1. Introduction

나노 기공 표면에 윤활막이 코팅된 미끄러운 표면은 벌레잡이통풀을 모사한 기술로, Teflon nano fiber, 산화된 금속, thermal PDMS 등의 기관에 Si-oil, plant oil 등의 윤활 액체를 충전한 것이다. 특히, 표면에 결합이 생기면 모세관력으로 인해 윤활 액체가 자가적으로 유동하게 되어 표면이 자가 회복되는 특성을 가진다. 이 표면은 물, 표면에너지가 낮은 오일 계열의 유체, 피와 같은 바이오 유체, 얼음 등을 미끄러뜨릴 수 있어 자가세정, 방오, 방빙 표면으로 사용할 수 있으며, Colloidal solution 증발 시 액적이 응집되는 특성을 이용하여 고감도의 SERS (Surface Enhanced Raman Scattering) 센싱에 활용한 사례도 있다. 하지만, 윤활막을 탑재하기 위해 다공성 표면을 제조하는 과정에서 기체의 성형에 대한 문제로 제작할 수 있는 표면 구조에 제약이 있다. 본 연구에서는 광경화성 소재와 UV 디지털 이미지를 이용하여 만들고자 하는 표면 구조를 자유롭게 제작하고, 후공정을 통해 미끄러운 표면으로 제작하는 공정법을 개발했다.

2. Fabrication

윤활 액체를 탑재하기 위해 먼저 나노 기공 표면을 제작했다. 수용성 폴리머와 광경화성 소재를 혼합하여 이형 기관에 도포하고, PET 필름을 덮어 가압 후 UV 디지털 이미지를 조사했다. 이후, 수용성 폴리머를 제거하기 위해 DI water에 침지시킨 후 70°C 오븐



Fig. 1 Fabricated sliding motion shape surface (a) non-slippery surface (b) slippery surface (c) formation of liquid pattern by slippery property

환경에 1시간 건조한다. 그럼, Fig. 1(a)와 같이 경화된 폴리머와 기공에 있는 공기와의 굴절률 차이로 인해 불투명한 나노 기공 표면이 제작된다.

나노 기공 표면 제작에 사용된 광경화성 소재는 친수 소재이다. 또한, 나노 기공으로 인해 표면에 접촉된 액적들은 스며들기 때문에 윤활막을 탑재하더라도 미끄러지지 않는다. 따라서, -Silane 계열의 나노 입자를 표면에 증착하여 발수 코팅을 했고, 이후 저점성 윤활제인 Si-oil을 드랍 코팅하여 표면 개질을 통해 미끄러운 표면으로 제작했다.

3. Experimental results

Fig. 1(b)는 제작된 미끄러운 표면으로 경화된 폴리머와 Si-oil의 굴절률의 차이가 공기에 비해 비교적 작기 때문에 투명한 표면을 가진다. Fig. 1(c)는 미끄러운 표면에 물을 부은 이미지로, 미끄러운 표면에 닿은 물들은 미끄러지지 않은 영역으로 미끄러져 표면 구조의 형상대로 Liquid pattern이 형성되었다.

4. Conclusion

제작되는 미끄러운 표면의 높은 형상 자유도를 위해, 광경화성 소재와 UV 디지털 이미지를 이용한 공정법을 개발했다. 제작된 표면의 미끄럼 특성을 시각적으로 확인하기 위해 물을 부어 non-slippery surface (PET film)로 물이 미끄러져 liquid pattern이 형성되는 것을 확인하였다. 제작하고자 하는 형상대로 미끄럽게 만들 수 있는 공정 특성을 활용하여 향후, 약물 전달 시스템, 고감도의 바이오센싱 등으로 적용할 예정이다.

후기

This work has supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT)(RS-2023-00238462)

액적 분할 및 반동을 위한 불규칙 방빙 패턴의 초정밀 가공 및 평가 Fabrication and Evaluation of Irregular Anti-icing Patterns for Droplet Separation and Repellency

*박진호¹, 김지환^{1,2}, 유승우¹, #윤해성^{1,2}

*J. H. Park¹, J. H. Kim^{1,2}, S. W. Yoo¹, #H. S. Yoon(hsyoon7@kau.ac.kr)^{1,2}

¹한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부, ²한국항공대학교 스마트항공모빌리티학과

Key words : Anti-icing, Hydrophobic, Irregular pattern, Ultra-precision machining

1. 서론

소수성 표면이란 표면의 액적을 쉽게 흘려 보내는 표면을 말한다. 이와 관련된 다양한 연구가 진행되어 왔으며, 자연을 모사하여 기능성 표면을 제작하는 사례가 존재한다^[1]. 본 연구에서는 소수성 표면을 이용하여 방빙 성능을 갖는 표면에 관해 연구하였다.

기존의 제빙 시스템은 표면에 화학물질을 도포하거나 열을 이용해 제빙하는 방식으로, 추가적인 물질 혹은 에너지가 요구된다는 한계점이 존재한다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 방빙 성능을 갖는 소수성 표면을 설계하였으며, 초정밀 가공을 이용하여 이를 제작하였다.

본 연구에서는 두 종류의 기울어진 돌기로 구성된 패턴을 제작하였다. 조절한 인자는 각각 작은 돌기의 간격, 큰 돌기의 높이, 돌기 중 큰 돌기의 빈도이며, 총 9개의 패턴을 제작하였다.

2. 실험과정

초정밀 가공을 이용하여 알루미늄 시편에 패턴을 제작하였다. 초정밀 가공에 사용된 공구는 선단 반경 $1\mu\text{m}$, 선단각 70도의 공구가 사용 되었으며(Fig. 1), 패턴의 형상은 Fig. 2와 같다.

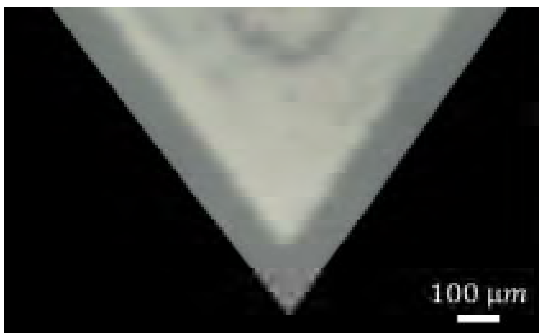


Fig. 1 Diamond cutting tool

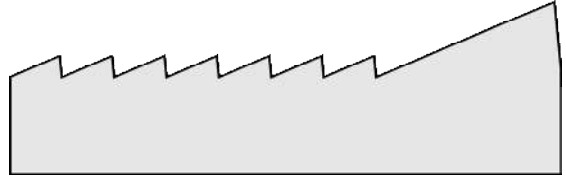


Fig. 2 Concept image of irregular pattern

3. 결론

패턴의 형상에 따라 액적의 반동 분할 효과를 평가하였다. 본 실험의 결과를 바탕으로 기존의 제빙 시스템을 보조하는 무전원 방빙 성능의 향상을 이루고자 한다.

후기

이 연구는 2022년도 정부(과학기술정보통신부, 교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었으며(Nos.NRF2022R1F1A1063896 and 5199990714521), 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Jinyou, L., Yu, C., Xianfeng, W., Bin, D., Jianyong, Y. and Moran, W., "Fabrication of biomimetic superhydrophobic surfaces inspired by lotus leaf and silver ragwort leaf", *Nanosacle*, 3, 1258-1262, 2011.

액체수소탱크용 STS316L 소재의 GTAW 용접 적용 연구

Research on GTAW(Gas Tungsten Arc Welding) of STS316L Material for Liquefied Hydrogen Tank

*하을용¹, 김영현¹, 표창민¹, 조광희², 김유진², 조주연², 안예식², 여태곤², #김재웅¹
 *E. Y. Ha¹, Y. H. Kim¹, C. M. Pyo¹, K. H. Cho², Y. J. Kim², J. Y. Jo², Y. S. Ahn², T. G. Yeo²,
 #J. W. Kim(kjw0607@kitech.re.kr)¹
¹한국생산기술연구원, ²태진엔지니어링

Key words : Automatic Welding Technology, LNG Carrier Cargo Hold, Membrane Type, STS304L

1. 서론

국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)의 지속적인 선박 배출가스 규제 강화로 인해 선박의 연료를 전환하는 연구가 활발하게 지속되고 있는 가운데, LNG보다 CO₂ 배출량이 적은 액체수소에 관한 관심 또한 증가하고 있다. 액체수소는 -253도의 극저온에서 액화되기 때문에, 저온 취성을 견딜 수 있는 소재가 필요하다.

본 연구에서는 저온 취성을 견딜 수 있는 소재인 STS316L을 활용하여 소형 액체수소 목업 탱크의 제작을 위해 GTAW 방법을 적용한 기초 연구를 수행하여, 최적 용접 조건을 도출하고 용접부에 대한 기계 물성 평가를 통해 용접부 신뢰성을 확보하였다.

2. STS316L 소재 GTAW 용접 실험

본 연구에서는 두께 6mm의 STS316L 소재를 활용하였으며, 적합한 GTAW 용접 조건을 확보하기 위한 변수로는 전류, 전압, 용접 속도를 선정하였고 도출된 조건은 아래 Table. 1에 나타내었다.

용접 이후 외부 공인인증기관(목포대학교 중형조선 RIC 시험평가실)을 통해 인장시험, 굽힘시험, 극저온 충격시험과 매크로 단면관찰을 수행하였으며 그 결과 Report는 하기 Fig. 1과 Table. 2에 나타내었다.

Table 1 GTAW welding conditions for STS316L

Variable	Value
Amperer (A)	152
Voltage (V)	12
Welding speed (cpm)	11

Table 2 Mechanical test result of STS316L material

Class	Value (Average)		
Tensile Test	Yield Strength	359.04 MPa	
	Tensile Strength	585.94 Mpa	
Charpy Impact Test	Test Temperature	-196 °C	
	Location	Weld Metal	49.4 J
		Fusion Line	151.0 J
	Fusion Line + 2mm	140.1 J	

3. 결론

본 연구에서는 액체수소 목업 탱크 제작을 위해 STS316L 소재에 대한 GTAW 용접 조건 도출 및 적용을 통한 용접 수행 후 기계 물성 평가를 수행하였다.

용접부의 항복강도 및 인장강도는 모두 모재보다 우수하였으며, 충격 강도는 모두 40J 이상의 값을 나타내었다. 용접부에 대한 매크로 단면관찰을 수행한 결과 용접 결함은 발견되지 않았다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부 지역특화산업육성사업 “소형 액화 수소 저장 탱크 제작 기술 개발(과제번호: S3267587)” 2차년도 과제 지원으로 수행되었습니다.



Fig. 1 Mechanical test report of STS316L material

코러게이션이 적용된 LNG 화물창용 STS304L 소재의 자동용접 적용 연구

A Study on Automatic Welding Application of STS316L material for LNG Cargo Holds with Corrugation applied

*하을용¹, 김성환¹, 표창민¹, 전홍수², 홍성빈³, 김호경⁴, #김재웅¹

*E. Y. Ha¹, S. H. Kim¹, C. M. Pyo¹, H. S. Jeon², S. B. Hong³, H. K. Kim⁴,

#J. W. Kim(kjw0607@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원, ²(주)로맥스테크놀로지, ³현대삼호중공업, ⁴목포대학교

Key words : Automatic Welding Technology, L NG Carrier Cargo Hold, Membrane Type, STS304L

1. 서론

세계적인 탄소중립 시황에 따라 LNG 운반선과 연료추진 선박에 대한 수요가 증가하고 있는 가운데, LNG 화물창 제작 시 소비되는 기술 라이선스 비용의 절감을 위해서는 화물창의 국산화와 단일시스템 생산 자동화 공정 개발등의 핵심기술 확보가 매우 중요하다.

본 연구에서는 코러게이션이 적용된 STS304L 소재를 기반으로 화물창의 플랫폼과 코너부 형상 시편에 대해, 개발된 자동용접 장비 시작품을 활용하여 자동용접을 수행 후 용접부 강도를 확인하여, 최적의 자동용접 조건 확보와 개발된 장비 시작품과 용접성에 대한 신뢰성 검증 목적의 연구를 수행하였다.

2. STS304L 소재 자동용접 실험

본 연구에서는 멤브레인 타입 화물창에 사용되는 두께 1.2 mm의 코러게이션이 적용된 STS304L 소재에 대해 (주)로맥스테크놀로지서 개발한 플랫폼과 코너부 자동용접 장비 시작품을 활용하여 자동용접을 수행하였다. 장비 시작품은 아래 Fig. 1에 나타내었으며, 코러게이션 형상에 따른 자동용접 조건 설정을 위해 Fig. 2와 같이 구간을 나누어 용접을 수행하였다.

최적 자동용접 조건을 위한 변수로는 펄스 전류의 피크 전류, 베이스 전류, 펄스 주파수, 펄스 주기와 가스 유량 및 용접속도를 사용하였다.



Fig. 1 Automatic welding machine for flat area(left) & corner area(right)

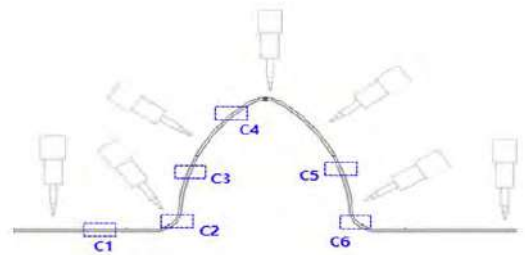


Fig. 2 Divided section of specimen

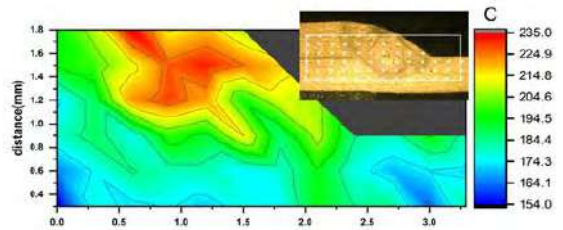


Fig. 3 Vickers hardness test of flat area

3. 결론

자동용접을 수행한 후 구간별 용접부에 대한 강도와 경도를 측정된 결과 전 구간에서 모두 모재 이상의 항복강도 및 인장강도를 확보할 수 있었고, 용접부의 경도 수치 또한 모재 이상의 수준을 나타내었다.

외관 검사 결과 블로우홀 및 언더컷과 같은 용접 결함은 발생하지 않았으며, 용접부에 대한 단면관찰 결과 측정된 용입, 각목, 각장, 토우 값은 모두 겹치기 용접의 허용 기준치를 만족하였음을 확인하였다.

후기

본 연구는 산업통상자원부 소재부품장비기반구축 세부사업 “자동화 기반 1,2차 방벽 생산 공정의 용접 및 본딩 기술개발(과제번호: NK230057)” 3차년도 과제 지원으로 수행되었습니다.

펄스 전원의 듀티비에 따른 스테인리스강의 전해연마

Electrochemical Polishing of Stainless Steel according to the Duty Ratio of Pulse Voltages

#,*신홍식¹, 장민석¹

#,*H. S. Shin(shinhs05@ut.ac.kr)¹, M. S. Jang¹

¹한국교통대학교 기계자동차항공공학부

Key words : Electrochemical Polishing, Duty Ratio, Pulse Voltage, Surface Roughness

1. 서론

전자, 항공, 방위 산업 등에서 범용가공 및 특수가공을 이용한 금속 부품 제조에 대한 수요가 증가하고 있다. 특히, 금속으로 제작된 위성 및 안테나의 표면조도는 신호 특성 등의 성능에 큰 영향을 미친다. 복잡한 형상을 갖는 금속 부품의 표면조도 개선에 펄스 전원을 이용한 전해연마가 효율적이라는 연구 결과가 보고 되었다¹. 따라서, 본 논문에서는 펄스 전원의 듀티비(duty ratio)에 따른 전해연마 효과를 연구하였다.

2. 실험 방법

공작물로 AISI 304 스테인리스강을 사용하고 대전극으로 구리판을 사용하였다. 펄스발생기와 증폭기를 통해 두 전극에 전원을 인가 하였으며, 오실로스코프를 통해 펄스 전원 신호를 모니터링 하였다. 전해액으로는 NaCl 수용액을 사용하였다.

3. 실험 결과

Table 1은 2M 농도의 NaCl 수용액에서 펄스 전압의 듀티비에 따른 전해연마 전후의 표면조도 결과를 보여준다. 1M 농도의 NaCl 수용액에서는 농도가 너무 희석되어 있기 때문에, 펄스 전원의 듀티비와는 무관하게 낮은 전류밀도가 발생하여 전해연마 전후의 표면조도는 큰 변화가 관측되지 않았다. 반면 2M 농도의 NaCl 수용액에서는 전해연마 후 듀티비 20%에서 표면조도(R_a)가 50.5% 감소하였으며, 듀티비 40%에서 표면조도(R_a)가 16.5% 감소하였다. 그러나, 듀티비

60% 이상에서는 표면조도(R_a)가 오히려 증가하는 현상이 발생하였다. 듀티비 40% 이하에서는 충분한 휴지기(pulse off-time)로 인해 전기화학 반응에 참여하는 이온의 공급이 원활하고, 전기화학 시 발생하는 슬러지가 충분히 배출되기 때문에 전체 표면에서 균일한 용해가 일어나 표면조도의 감소 효과가 발생하는 것이라 판단된다. 듀티비가 60% 이상에서는 휴시기가 짧아 이온의 공급이 원활하지 않고, 과도한 전해반응이 발생한다. 또한, 슬러지 배출 시간이 충분하지 않아 표면에서 불균일한 전기화학 반응이 발생한다.

4. 결론

금속의 전해연마에서 표면조도의 개선 효과를 얻기 위해 피크 전류밀도(peak current density)를 높일 수 있는 펄스전원을 사용하는 것이 효과적이다. 본 논문에서는 전해반응이 일어나기 충분한 전해액 농도인 2M NaCl 수용액에서 듀티비 20%인 경우에 최적의 표면조도 개선 효과를 얻을 수 있었다. 펄스 전원에서 적절한 범위의 휴시기를 인가함으로써 전기화학 반응에 참여할 수 있는 새로운 이온의 공급과 슬러지의 배출이 중요하다는 것을 확인할 수 있었다.

후기

2023년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음 (This was supported by Korea National University of Transportation in 2023).

참고문헌

1. Kwak, S. U., Kim, U. S. and Park, J. W., "Lubricant-Free Thermoforming Mold Using Pulse Electrochemical Polishing", Lubricants, Vol. 11, No. 9, pp. 373, 2023.

Table 1 Surface roughness after electrochemical polishing

Duty ratio(%)	Before polishing(μm)	After polishing(μm)
20	0.901	0.691
40	0.956	0.881
60	0.744	0.858
80	0.757	2.067

Stellite 6 CMT 용접의 비드 형상에 대한 보호 가스의 영향 Effect of Shielding Gas on Bead Shape of Stellite 6 CMT welding

*이충우¹, 우수성¹, 김인주¹, #김지선¹

*C. W. Lee¹, S. S. Woo¹, I. J. Kim¹, #J. S. Kim(kimjisun@kitech.re.kr)¹
¹KITECH

Key words : Stellite 6, CMT(Cold Metal Transfer), GMAW(Gas Metal Arc Welding)

1. 서론

Stellite와 같은 Co 기반 표면 경화 합금은 내마모성, 내식성, 내열성, 우수한 경도 및 낮은 마찰계수 등의 특성으로 고온, 고압의 가혹한 환경에서 마모 및 충격에 의한 기계 부품의 수명 감소를 방지하는 표면개질 재료로 사용되고 있다. Stellite 소재를 활용하여 표면의 하드페이싱을 수행하기 위해 다양한 연구 결과가 발표되었으나, 대부분의 연구가 Stellite 분말을 활용한 접합 방식에 관한 연구에 집중되어있는 실정이다. 본 연구에서는 Stellite 6 소재의 와이어를 활용하여 표면 하드페이싱을 수행하기 위한 기초연구를 수행하였으며, GMA 용접에서 사용된 보호가스가 용접비드 형상에 미치는 영향을 연구했다.

2. 실험 방법

용접실험을 수행하기 위해 Yaskawa 社の 6축 다관절 로봇(MH6)에 Fronius 社の CMT 용접기(Advanced 4000 R)를 적용하여 사용했다. 용접실험은 15mm의 CTWD(Contact Tip to Workpiece Distance) 조건으로 90°의 비드 작업 각을 유지했다. Base plate로는 두께 10mm 규격의 STS316L 시편을 사용했으며, Stellite 6 소재의 와이어를 사용하여 용접비드 형상을 비교 및 분석하고자 BoP 실험을 기반으로 형성되는 비드 형상을 관찰했다. 모든 조건에서 100mm 길이에 대하여 15cm/min 용접 속도 조건으로 용접실험을 수행했다. 보호가스에 따른 비드 형상의 비교를 위해 158A~183A 전류, 10.9V~11.8V 전압 조건으로 용접을 수행하였으며, 안정적인 용접비드를 형성하기 위하여 20l/min의

Table 1 Chemical composition

	C	Mn	Si	Cr	W	Fe	Co	
Stellite 6	0.9-1.4	1.0	0.4-2.0	26-32	3.5-6.0	2.0	Bal.	
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P	S
STS316L	0.03	2.0	1.0	16.0	12.0	2.0	0.45	0.03

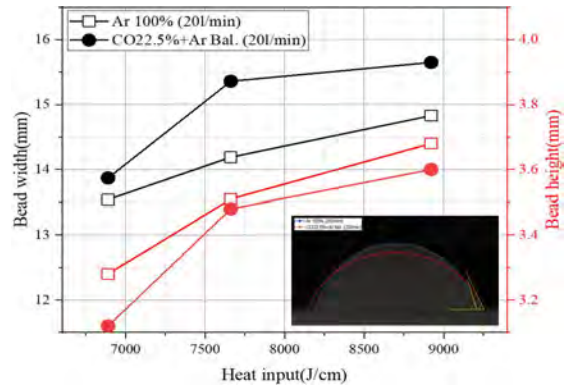


Fig. 1 Bead shape of BoP by shielding gas

동일한 유량 조건에서 보호가스로 고순도 Ar 99.9%와 Ar+CO2(2.5%)를 비교하였다.

3. 결론

전류 및 전압에 따른 입열량에 관계없이 사용된 보호 가스가 순수 Ar 99.9%인 조건보다 CO2 2.5% + Ar Bal. 가스를 사용하는 경우에 용접비드의 높이는 낮고, 비드 폭은 넓게 형성되어 하드페이싱에 더 적합한 것으로 판단했다. 이는 순수 Ar 99.9% 가스보다 CO2 2.5% + Ar Bal. 가스를 사용하는 경우에 용접 비드의 젖음성이 더 우수하여 접촉각이 작은 것을 원인으로 판단했다.

후기

본 연구는 한국생산기술연구원의 "협력 사업(kitech PEM23082)"의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Park, Sand Casting Process Design for the Bush Parts of the Continuous Hot Zinc Plating Roll Applied to Wear-Resistant Alloy Cast Steel, J. of KSMPE, Vol. 16, No. 4, pp. 104-112, 2017.

분말 적층 용융(Power Bed Fusion, PBF) 기술을 활용한 PCD 팁 브레이징 엔드밀 개발 연구

A Study on Development of Poly-Crystalline Diamond(PCD) Tip-Brazed Endmill Tool using Powder Bed Fusion Technology

*,#사민우¹, *,#손호민¹, 김동규², 김용택³

*,#M. W. Sa(79smw42@gmail.com)¹, H. M. Son¹, D. G. Kim², Y. T. Kim³

¹에스제이엔텍 기업부설연구소, ²(재)대구기계부품연구원 첨단공구기술지원센터,

³첨단정보통신융합산업기술원 레이저응용기술센터

Key words : Powder Bed Fusion, poly crystalline diamond(PCD), Endmill

1. 서론

미래 모빌리티용 경량소재 부품을 가공하기 위한 PCD 툴의 제조 방법에서 적층 제조 기술을 활용하면 원하는 형상 및 복잡한 구조에 대응하여 자유자재로 공구 홀더를 제조할 수 있다. 게다가 절삭 및 연삭을 통해 제거되는 소재를 줄일 수 있는 효과도 있어 이를 이용한 연구가 선행될 필요가 있다고 본다. 본 연구에서는 PCD 공구 홀더 제조 기술에 대한 접근을 분말 적층 용융 방식(Powder Bed Fusion, PBF) 장비를 활용하여 제작한 후 PCD 팁을 브레이징 접합하여 제작하는 연구를 수행하였다.

2. PCD 홀더의 설계 및 제작

PCD 홀더의 최종 설계된 모델링의 사진을 보여주고 있다 (Fig. 1). 설계된 PCD 홀더부의 제작은 PBF 장비를 통해 제작되었고 소결로에서 고형화 열처리 되었다. 적층후 PCD 홀더의 외경 치수는 설계된 치수보다 약 0.03mm 작았고, 열처리 공정 전과 후를 비교했을 때 큰 차이가 없는 것을 확인할 수 있었다. 상크부 연마 실험을 통한 가공 적합성과 공구 체결을 위한 치수에는 문제가 없는 것을 확인하였다 (Fig. 2).

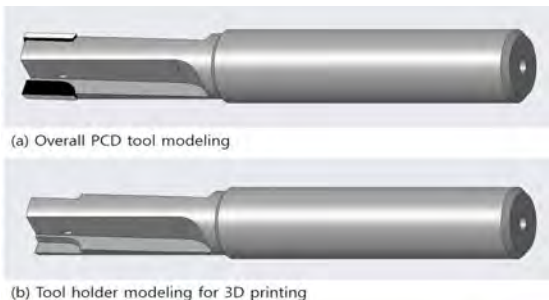


Fig. 1 3D modeling of PCD tool

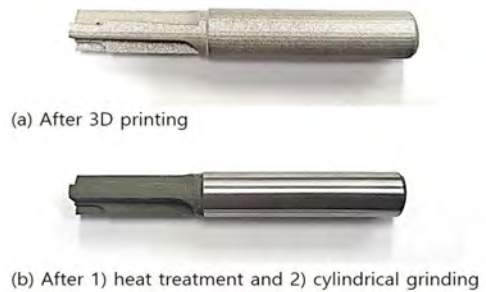


Fig. 2 Actual images of 3D printed tool holder

브레이징 접합 공정을 통해 PCD 툴은 제작되었고 홀더 소재의 변형은 없었다. PCD 엿지 가공을 통해 최종 가공 평가 전 형상까지 완성하였다.

4. 결론

적층 제조 기술을 이용한 PCD 엔드밀 제작 연구를 수행하였다. 적층, 연마, PCD 접합, 그리고 날 가공까지 제조적인 측면까지 가능한 것을 확인하였다. 추후 형상 최적화와 경량 소재 가공 평가를 통한 적용 가능성을 검토할 계획이다.

후기

본 연구는 2023년 중소벤처기업부 중소기업기술혁신개발사업 소부장 전략에 의해 수행되었음.(No. 00218350)

참고문헌

1. Hong, M. P., Sung, J. H., and Kim, Y. S., "Research Trends and Issues in Metal Additive Manufacturing", Transactions of Materials Processing, Vol. 31, No. 5, pp. 309-328, 2022.

에너지 제어 용착 공정에 의해 제조된 알루미늄 합금 적층물의 마찰교반 특성 관찰

Observation of Friction Stir Characteristics of Aluminum Alloy Additively Manufactured by DED process

*#김호찬¹, 이인환², 최성종³, 이인환⁴

*.#H. C. Kim(hckim@andong.ac.kr)¹, I. H. Lee², S. J. Choi³

¹안동대학교 자동차공학과, ²한국로봇융합연구원, ³안동대학교 신뢰성교육연구센터,
⁴충북대학교 기계공학부

Key words : Additive Manufacturing, Aluminum Alloy, Defects, Friction Stir Process

1. 서론

금속 재료에 대한 적층제조 기술은 SLS 공정으로부터 시작하여 이후 매우 많이 산업화 되었으며, 현재도 많은 연구가 이루어지고 있다.¹ 그러나 적층물이 항공기나, 차량 등 교통수단에 활용되거나 금형이나 구조강 등 큰 하중과 충격을 받는 산업용으로 활용될 경우 재료 내부에 포함된 결함에 의한 강도의 저하는 매우 큰 단점이다.² 본 연구는 금속 적층물 가운데 최근 경량화를 위하여 많이 사용되고 있는 알루미늄합금에서 발견되는 결함들에 대하여 조사하고 FSP(Friction Stir Process)를 실시할 경우 이들 결함의 이동 양상과 변화를 관찰한 결과이다.

2. FSP에 의한 결함의 변화

금속을 사용할 수 있는 적층제조 공정은 여러 가지를 들 수 있으나 에너지제어용착(DED)과 분말 베드 용해(PBF)가 대표적이다.³ 실험은 Fig. 1에 나타난 순서에 따라 실시 되었다.

3. 결론

적층물 표면 직하에 있던 기공은 FSP에 의하여 대부분 외부로 빠져나갔으며, 표면으로부터 멀어질수록 위치 변화의 폭이 적어 점차적으로 위치가 변이가 감소하였다.

후기

이 연구는 2020년도 미래창조과학부 한국연구재단(NRF) 연구비 지원에 의한 연구임(No. 2020R1A2C1011501)

참고문헌

1. Jae-Won Choi and Ho-Chan Kim (2015). 3D Printing Technologies - A Review. Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, 14(3), 1-8.
2. S. J. Choi, H. C. Kim, Mechanical Properties of FSW Joints in Aluminum Alloy with Tool Shoulder Geometry. Proceedings of the KSMPE Conference, pp. 146-146, 2020.
3. Sung-Jong Choi, Ho-Chan Kim, "Evaluation of Defects, Hardness and Tensile Strength of Aluminum Alloy (Al 6061) FSW Joints based on Tool Geometry," Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers - A, Vol. 46, No. 7, pp. 663-672, 2022.

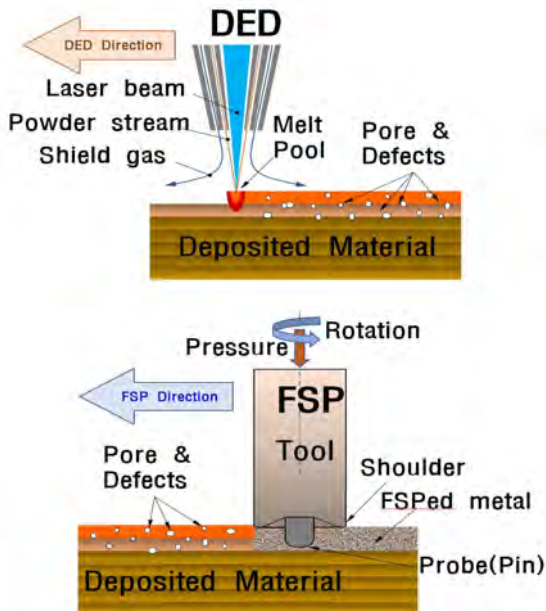


Fig. 1 FSP on DEDed parts

LW-DED와 L-PBF 방식으로 적층 제작된 IN718 합금의 기계적 특성 Mechanical Properties of Inconel718 Manufactured by LW-DED and L-PBF

*임규진, 김광년, 안성철, #김진영

*Gyujin Lim, Kwangnyeon Kim, Seongchul Ahn, #Jinyoung Kim

한화에어로스페이스 미래항공연구소 항공소재연구센터

Key words : Laser Wire Direct Energy Deposition, Laser Powder Bed Fusion, Inconel718

1. Introduction

금속 적층제조 기술은 주조, 단조, 기계가공과 같은 전통적인 제조 방식을 대체할 수 있는 혁신적인 제조 기술로 최근 여러 산업 분야에서 각광받고 있다. 특히 DED 방식 중 Wire를 사용한 Laser Wire DED(LW-DED) 공정은 금속재료의 선택이 용이하고 용접과 비슷한 방식의 공정으로 비교적 간단한 제작방식과 빠른 적층속도, 높은 효율성 등의 장점을 가지고 있다.

Laser PBF(L-PBF) 방식은 복잡한 형상의 구현이 가능하고 이 방식으로 제작된 적층품은 높은 정밀도와 우수한 기계적 특성을 가진다.

본 연구에서는 이러한 2가지의 특징적인 적층제조 방식을 이용하여 내열성, 고강도, 내산화성, 내식성이 뛰어나 항공·우주 부품에 적합한 Inconel718소재를 채택하여 실제 항공우주 부품에 적용할 수 있는 L-PBF 및 LW-DED 적층제조 공정의 특성을 비교 분석하는 것을 목표로 한다. 실증부품 제작과 동일한 조건의 LW-DED적층시편을 제작한 후 방사선투과법으로 시편 건전성을 확인하고, 상온·고온 인장시험을 통해 IN718 적층재 내부 미세조직 분석 및 기계적 물성을 평가했다. 또한 항공·우주 부품 제조공정으로 LW-DED 공정이 L-PBF 공정의 대체공정 가능성 여부를 확인하고자 동일 소재의 L-PBF 공정으로 만든 시편을 비교분석하여 적층공정에 따른 물성변화 영향을 연구했다.

2. Experimental procedure

LW-DED, L-PBF 공정 적용 IN718 적층재를 제작했다. 제작된 적층재를 Wire-EDM과 선반가공을 통해 실린더를 제작한 후 RT 분석을 통해 시편의 건전성을 확인했다.

AMS5663P 열처리 조건에 따라 용체화 및 시효경화 처리된 실린더를 ASTM E8/ASTM E21 시편규격에 따라 가공한 후 상온·고온 인장시험을 진행했다.

열처리 전후의 IN718 적층재의 XRD, EBSD, SEM

분석을 통해 내부 결함 상태 및 미세조직 변화 거동을 관찰했고 물성 구현 정도의 원인을 규명하고자 하였다.

3. Results & Conclusion

본 연구에서는 L-PBF 적층제조와 LW-DED 적층제조 방식으로 제작한 IN718시편의 기계적 물성치를 비교분석하였고 L-PBF로 적층제작한 시편의 경우 AMS5663P의 상온 및 고온 인장강도 목표치를 만족하였지만 고온인장시험의 연신율은 10%에 미달한다는 것을 확인할 수 있었다. LW-DED방식으로 제작한 시편은 RT검사 결과, 모든 시편에서 내부기공으로 인한 선형지시가 확인되었으며 상온인장강도와 항복강도, 고온항복강도 그리고 연신율이 규격 기준치를 만족하지 못하였다. 이는 LW-DED방식으로 제작된 시편의 건전성이 충분히 확보되지 못했던 것으로 판단되며 향후 이어질 연구에서는 적층제조 공정의 개선을 통하여 AMS5663P의 물성치 기준을 만족시키고자 한다.

후속 연구에서는 시험 및 평가과정에서 확인된 LW-DED 시편의 건전성 문제를 개선하기 위하여, 공정변수를 최적화하고 고온정수압처리(HIP)를 시행하여 내부 기공을 줄이고 시편의 건전성을 향상시켜 규격기준의 기계적 물성치를 확보하고자 한다.

본 연구는 산업통상자원부의 기계장비산업 기술개발사업 “공정시간 단축을 위한 지능형DED 적층시스템 실증” 과제(연구개발 과제번호 20023042)의 지원으로 수행되었음.

FDM 3D 프린터 유해물질 제거를 위한 안전부스 모니터링 시스템 개발 Development of Safety Booth Monitoring System for Removal of Hazardous Substances in FDM 3D Printers

*윤해룡¹, #조용준¹, 홍형길¹, 장선호¹, 박관형¹

*H. R. Yun¹, Y. J. Cho¹, H. G. Hyung¹, S. H. Jang¹, K. H. Park¹

¹한국로봇융합연구원 농업로봇자동화연구센터

Key words : Safety booth, FDM 3D printer

1. 서론

3D프린팅 기술의 발전과 상용화로 인해 저가형 3D 프린터가 대중화되고 사무실, 교육시설, 그리고 일반 가정에서도 어렵지 않게 사용할 수 있게 되었다. 그러나 시중에 출시된 저가형 3D 프린터는 대부분 개방형이며, 물체 출력 시 유해물질발생에 대한 안전장치가 미비한 실정이다.^[1]

본 연구에서는 안전한 3D프린터 출력 환경을 조성하기 위해 안전부스 및 유해물질 모니터링 시스템 설계를 제시하고자 한다.

2. 안전부스 모니터링 시스템 설계

Fig. 1은 본 연구에서 제시하고자 하는 안전부스이다. 상용 저가형 프린터를 내부에 배치할 수 있으며 부스 내부에는 유해물질 농도를 측정하는 센서와 유해물질 저감을 위해 복합필터를 적용한 환기 시스템이 설치되어 있다.



Fig. 1 Safety booth appearance

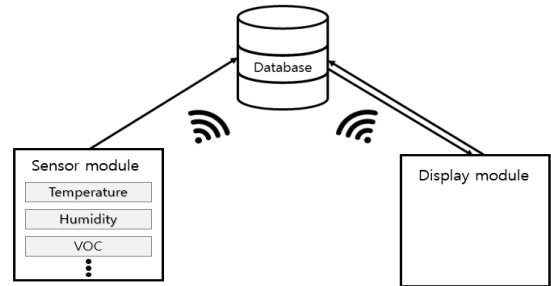


Fig. 2 Safety booth real-time monitoring system diagram

공정 시 발생하는 유해물질에 대한 데이터를 수집하고 이를 실시간 모니터링 하는 소프트웨어를 Fig. 2와 같이 개발하였다. 센서에서 취득한 데이터를 DB 서버에 저장하고 이를 웹UI에 표시하는 것으로 사용자가 실시간으로 유해물질발생 상황을 인식할 수 있게 하였다.

3. 결론

본 연구에서는 3D 프린팅 유해물질 실시간 모니터링 시스템을 제안하였다. 추후 연구에서는 클라우드 서버 연동 및 고도화 작업을 진행할 계획이다.

후기

본 결과물은 과학기술정보통신부(MSIT)의 재원으로 정보통신기획평가원(IITP)의 정보통신·방송 기술개발 사업의 지원을 받아 연구되었음(2022-0-00224)

참고문헌

1. Brent Stephens, Parham Azimi, Zeineb El Orch, and Tiffanie Ramos, "Ultrafine particle emissions from desktop 3D printers", Atmospheric Environment, Vol. 79, pp. 334-339, 2013.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.06.050>.

DMLM 3D 프린터의 평면 및 곡면 형상 출력물의 표면 품질 연구

A Study on the Surface Quality of Flat and Curved Output in DMLM 3D Printers

*허종현¹, 김정태¹, 최수이¹, #박종규²

*J. H. Heo¹, J. T. Kim¹, S. Y. Choi¹, #J. K. Park²

¹창원대학교 첨단방위공학, ²창원대학교 기계공학부

Key words : 3D Printing, Additive manufacturing, DMLM, Surface

1. 서론

3D 프린팅은 적층제조 특성상 출력물의 부분적인 품질의 편차가 존재한다. 소재나 출력방식의 차이에서 이러한 품질의 편차는 조금씩 달라지나 공통적으로 출력물과 지면의 각도에 가장 많은 영향을 받는다. 본 논문에서는 DMLM 방식의 금속 3D 프린팅 출력물에 대해 평면과 곡면의 일반적인 출력 품질에 대해 연구하고자 하며, 이를 바탕으로 효율적인 제품의 출력에 도움되고자 한다.

2. 연구 배경

3D 프린팅 출력물은 다양한 요소에 의해 부분적인 품질 편차가 발생하게 된다. 일반적으로 출력 방향이 일정한 평면 형상의 출력물은 품질이 전체적으로 일정하고 안정적이며, 형상에서 부분적인 곡면 또는 전체적으로 곡면 형상의 출력물은 곡률 반지름 값이 작을수록 품질의 편차가 큰 경향성이 있다. 이러한 평면과 곡면의 품질의 차이에 대해 실험을 통해 직접적으로 확인해보고자 하며, 출력물 표면의 형성 조성에 대해 확인해보고자 한다.

3. 시편 제작 및 검증

DMLM 방식의 금속 3D 프린터는 금속분말을 소재로 사용하고 출력 배드에 직접적인 레이저 조사를 통해 분말을 용융하며 한층씩 적층제조하게 된다. 이때, 불안정한 출력상황에서는 분말소재가 뭉쳐서 구상의 불규칙적인 양상을 보이며, 출력물의 밀도와 표면품질이 저하된다. 이러한 현상의 확인을 위해 통제된 환경에서 평면형상과 곡면형상의 시편 출력을 진행하였다. Fig. 1에서 좌측은 평면형상의 출력물이고 우측은 곡면형상의 출력물이다. 동일하게 200배율과 5M pixel로 각 출력물의 표면을 확대하여 확인한 결과 평면형상의 출력물은 출력방향의 레이저층 결이 보이며 균일하게 용융되어 안정적인 표면 조성이 보이며, 곡면형상의 출력물은 균일하지 못한 표면의 조성

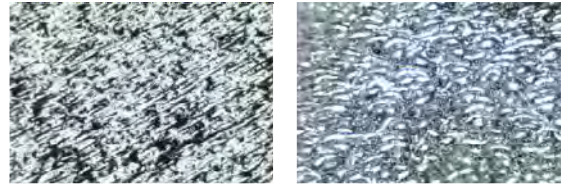


Fig. 1 Comparison of print surface quality

개 구상형의 표면 조성이 확인되었다. 구상형의 조성물 간의 틈사이에 제대로 용융되지 못한 금속분말원소재를 확인할 수 있었으며, 해당 금속분말소재는 최대 60 μ m 크기의 입도를 가지고 있으나, 관측된 구상형의 조성물은 최대 1.2mm의 크기를 가지는 것으로 확인되었다.

4. 결론

본 연구를 통해 평면형상의 출력물과 곡면형상의 출력물에 대한 표면 품질을 확인하고자 했고, 곡면형상의 품질이 평면형상의 품질과 비교했을 때 많이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 이후, 실험 결과를 바탕으로 두 출력물간의 물성에 대한 강도 시험에 대한 연구를 수행하고자 한다.

후기

이 연구는 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(20214000000480, 청정가스복합화학발전 핵심요소기술 및 국산화 전문인재양성)

본 과제(결과물)는 0000년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-003)

참고문헌

1. J. C. Fox, S. P. Moylan, B. M. Lane, "Effect of Process Parameters on the Surface Roughness of Overhanging Structures in Laser Powder Bed Fusion Additive Manufacturing", *Procedia CIRP*, Vol. 45, pp 131-134, 2016.

3D 프린터 출력 조건에 따른 고분자 기어의 마찰 및 마모 특성

Friction and Wear Characteristics of Polymer Gears According to 3D Printer Output Conditions

*권혜민, 이성준, #김창래

*H. M. Kwon, S. J. Lee, #C. L. Kim(kimcl@chosun.ac.kr)

조선대학교 기계공학과

Key words : 3D printing, polymer gear, friction, wear

1. 서론

기어는 다양한 기계장치에서 동력 전달의 핵심 요소로 사용되며, 그 중요성은 산업 분야에서 더욱 강조되고 있다. 특히 고분자 기어는 경량, 저소음, 자체 윤활성 및 내식성 등의 장점으로 인해 금속 소재의 기어를 대체하기 위한 소재로 주목받고 있다 [1]. 이러한 고분자 기어는 자동차부터 가전제품까지 광범위한 응용 분야에서 사용되며, 향상된 성능과 효율을 제공한다. 그러나 고분자 기어의 성능은 마찰 및 마모 특성에 의해 결정된다. 기어의 마찰은 기어 효율의 손실을 발생시키며, 마모는 기어 수명과 신뢰성에 크게 영향을 미치기 때문에 고분자 기어의 마찰 및 마모 특성을 분석하는 것이 필요하다.

Digital Light Processing(DLP) 방식은 고분자 기어를 생산하기 위한 첨단 제조 기술로 부상하고 있다. DLP는 광경화 수지를 층별로 경화하는 적층 제조 공정이며, Fused Deposition Modeling (FDM) 또는 Stereolithography (SLA)와 같은 다른 적층 제조 방식들에 비해 높은 해상도 및 출력 속도와 같은 장점이 있다. 하지만, DLP로 생산된 고분자 기어의 마찰 및 마모 특성에 대한 연구는 부족하다.

본 연구에서는 DLP 방식의 3D 프린팅 기법을 이용하여 고분자 기어를 제작하고, 출력 조건에 따른 고분자 기어의 마찰 및 마모 특성을 분석하였다.

2. 실험방법 및 결과

대표적인 3D 프린팅 기법 중 하나인 DLP를 이용하여 고분자 기어를 제작하기 위해 광경화 레진을 층별로 적층하는 방법으로 출력 조건에 따른 다양한 기어를 제작하였다. 고분자 기어의 표면 특성을 분석하기 위해 물방울 접촉각과 표면 거칠기를 측정하였다. 출력 조건에 따른 고분자 기어의 마찰 및 마모 특성을 분석하기 위해 왕복 미끄럼 방식의 마찰시험기를 이용하였다.

마찰 시험 후, 광학현미경을 이용하여 서로 다른 조건에서 제작된 고분자 기어의 마모 형상을 분석하였다.

고분자 기어의 표면 특성은 3D 프린터의 출력 조건에 따라 다르게 나타나는 것을 확인하였다. 일정한 수직 하중과 미끄럼 속도 조건에서 수행된 마찰 시험 결과, 고분자 기어의 마찰 계수가 미끄럼 거리에 따라 변화하는 것을 확인하였다. 마찰 시험이 끝난 후, 고분자 기어 표면에 형성된 마모의 정도가 다르게 나타났다. 고분자 기어의 마찰 및 마모 특성을 비교하여 최적의 출력 조건을 선정하였다.

3. 결론

본 연구에서는 DLP 방식의 3D 프린터를 이용하여 고분자 기어를 제작하였다. 출력 조건에 따른 고분자 기어의 표면, 마찰 및 마모 특성을 분석하였다. 제작 조건에 따라 표면 특성과 마찰 및 마모 특성이 다르게 나타나는 것을 확인하였다. 실험 결과를 비교하여 최적 조건을 선정하였다. 본 연구의 결과는 고분자 기어의 내구성을 향상시키기 위한 연구에 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2021R111A3059770). 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2023-00219369).

참고문헌

1. Bae, S. M., Khadem, M., Seo, K. J., Kim, D. E., "Evaluation of Tribological Characteristics of Diamond-Like Carbon (DLC) Coated Plastic Gear", Tribol. Lubr., Vol. 35, No. 1, pp. 1-8, 2019.

TPMS 구조의 설계 변수에 따른 적층제조 활용 제작 특성 평가

Evaluation of the Fabrication Characteristics Using Additive Manufacturing According to the Design Variables of TPMS Structure

*김현¹, 이광규¹, #안동규¹

*H. Kim¹, K. K. Lee¹, #D. G. Ahn(smart@chosun.ac.kr)¹

¹조선대학교 기계공학과

Key words : Fabrication characteristics, Additive manufacturing, Design variables, TPMS structure

1. 서론

지구 온난화가 점차 가속화됨에 따라 전 세계적으로 이산화탄소 (CO₂) 배출량 감소를 통한 탄소중립 (Net-Zero) 실현을 위해 여러 방면에서 연구가 활발히 진행되고 있다. 산업 분야에서는 탄소 포집, 활용 및 저장에 초점을 맞추고 있으며, 효과적인 탄소 포집 방법은 CO₂ 포집 필터를 적용하는 것이다. 삼중 주기적 최소 곡면 (Triply Periodic Minimal Surface : TPMS) 구조는 CO₂ 포집 필터 내부에서 혼합가스 접촉 횟수를 증가시킬 수 있어 더욱 효과적이다. TPMS 구조는 복잡한 구조로 인해 적층 제조로 제작되지만, 제작 특성 평가에 대한 연구는 진행되고 있지 않다. 따라서, 본 연구에서는 TPMS 구조의 설계 변수에 따른 적층제조 활용 제작 특성 평가를 진행하고자 한다.

2. TPMS 구조 설계 및 제작

Fig. 1은 대표적인 TPMS 단위 셀 구조이다. 단위 셀 설계는 nTopology S/W를 활용하였다. 설계 변수는 TPMS 단위 셀 형상, 벽 두께 및 크기이며, Table 1과 같다. 기본 단위 셀 구조를 바탕으로 향후 수식 변환을 통해 다양한 형상을 제작하고자 간단한 수식으로 구성된 TPMS 구조를 선정하였다. TPMS 구조 벽 두께 변화 및 크기 변화에 따른 부피 당 표면적 비율(surface-to-volume ratio : SA:V) 차이를 비교하여 TPMS 구조의 효율을 비교하였다. Stereo Lithography 방식의 Figure 4 장비를 이용하여 TPMS 단위 셀을 제작하였다. 제작에 사용된 재료는 PC 계열의 PRO-BLK 10을 사용하였다. 제작 특성 평가는 제작 가능 여부, 결함 여부 및 SA:V 비를 기준으로 진행하였다.

Table 1 Design Variables of TPMS Structure

TPMS	Thickness (mm)	Dimension (mm ³)
Primitive, Gyroid, Diamond	0.5, 0.7, 0.9	5, 10, 15, 20



Fig. 1 Representative TPMS unit cell structure

3. 결론

모든 TPMS 구조는 SL 장비로 문제없이 제작 가능하였다. 제작된 TPMS 구조의 결함을 관찰한 결과 Primitive 구조 중 단위 셀의 벽 두께 0.5mm 및 크기 5 mm³ 조건에서 파손이 발생하였지만, 그 외 다른 설계 변수 및 TPMS 구조에서는 결함이 관찰되지 않았다. SA:V 비는 단위 셀의 크기 20mm³ 조건을 기준으로 TPMS 구조 및 단위 셀의 벽 두께에 따라 비교하였다. TPMS 구조에 따라서 Diamond, Gyroid 및 Primitive 순으로 SA:V 비가 높게 도출되었으며, 벽 두께에 따라서 비교하였을 때에는 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만, Diamond 구조 중 단위 셀의 벽 두께 0.5mm 및 크기 5mm³ 조건에서 다른 조건에 비해 큰 차이가 발생하는 것을 확인하였다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2023-00219369)

참고문헌

- Kim, J. H. and Yoo, D. J., "A Design and Fabrication Method of New Compact Heat Exchangers Using Triply Periodic Minimal Surface", J. of KSPE, Vol. 37, No. 7, pp. 509-518, 2020.

3D 프린터를 활용한 단종된 자동차 부품 제작 연구

A Study on Producing Discontinued Car Parts Using 3D Printing

*이연우¹, 배준호¹, 황성빈¹, 허종현², #박종규¹

*Y. W. Lee¹, J. H. B¹, S. B. H¹, J. H. Heo² #J. K. Park¹

¹창원대학교 기계공학부, ²창원대학교 첨단방위공학

Key words : 3D Printing, Reverse engineering, Additive manufacturing, SLA

1. 서론

자동차의 부품은 해당 차량의 단종으로부터 8년간 의무적으로 생산하도록 하고 있으나, 실질적으로 자동차는 10년 장기적으로 사용하기에 오래된 차량일수록 부품의 수급에서 문제가 되고 있다. 현실적으로, 차량 제조사에서는 단종되어 수요가 떨어지는 부품에 대한 생산이 어려우며 이는 자원의 효율적인 사용에 문제가 되는 부분이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 다품종 소량생산에 특화된 3D 프린팅 기술을 활용하여 단종된 자동차 부품의 수요에 대한 공급으로 효율적인 자원의 사용에 도움이 되고자 한다.

2. 배경

자동차의 부품은 동일한 기능의 부품이더라도 차량의 종류와 연식에 따라 형상이 다르다. 차량의 단종 이전에는 높은 수요를 바탕으로 금형을 활용한 대량 생산을 통해 낮은 생산단가로 부품 공급이 가능하나, 단종 이후의 낮은 수요에서는 이러한 생산 방식이 적합하지 않다. 3D 프린팅은 출력물에 대한 형상 제약이 적고, 제작에 있어 금형이 필요하지 않아 이러한 상황에서 가장 적합한 생산 방식으로 볼 수 있다. 단종된 자동차 부품에 대한 3D 프린팅의 적용성을 부품에 대한 역설계와 시제품 출력으로 확인해보고자 한다.

3. 모델링 및 시제품 제작

본 연구에서는 단종된 차량의 사이드미러를 선정하여 역설계와 시제품 출력을 진행하였다. 모델링 프로그램을 활용하여 형상 역설계 후 사이드미러 커버와 차체에 부착되는 브라켓 출력을 진행하였으며, 일반적인 PLA 소재로 시험 출력을 진행한 후 최종적으로 SLA 방식의 3D 프린터에 Resin 소재를 사용하여 시제품 출력을 진행하였다. Fig. 2과 같이 원래 부품과 3D 프린팅 부품간의 조립 또한 간섭없이 되는 것을 확인할 수 있었다.

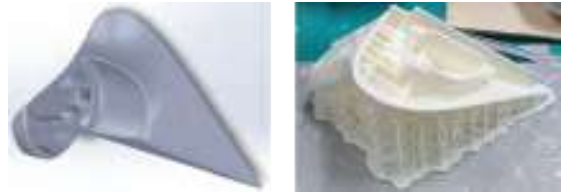


Fig. 1 Reverse engineering & Printing



Fig. 2 Side mirror part assembly test

3. 결론

본 연구를 통해 단종된 차량의 부품 재생산에 대한 3D 프린팅의 적용성에 대해 확인해 보고자 했고, 프린팅 출력물과 기존 부품사이의 조립이 문제없이 되는 것을 확인할 수 있었다. 이후, 3D 프린팅 출력물에 대한 강도 실험과 형상 최적화를 통한 중량 감소에 대한 연구를 수행하고자 한다.

후기

본 과제(결과물)는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

참고문헌

1. Haoyuan Quan, Ting Zhang, Hang Xu, Shen Luo, Jun Nie, Xiaoqun Zhu, "Photo-curing 3D printing technique and its challenges", Bioactive Materials, Volume 5, Issue 1, Pages 110-115, 2020.

적층제조 된 Inconel 625 소재의 미세조직 및 기계적 특성 Microstructure and Mechanical Properties of Additively Manufactured Inconel 625 Alloy

*이윤선¹, #김다혜¹

Y. S. Lee¹, #D. H. Kim(dahye.kim@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹

Key words : Additive manufacturing, Inconel625, Microstructure, Mechanical property

1. 서론

전통적으로 Inconel 625 합금은 주조, 단조와 기계가공 공정을 통해 제조되고 있어, 생산 공정이 길고 제조비용이 비싸다는 단점이 있다. 최근 이러한 문제를 해결하기 위하여 많은 산업분야에서 적층 제조(Additive Manufacturing) 공정을 사용하고 있다. 본 연구에서는 DED 공정을 이용하여 Inconel 625의 균열 및 기공 등의 결함이 없는 최적 공정을 개발하고 미세조직 및 기계적 특성을 평가하였다.

2. 실험 재료 및 방법

본 연구에 사용된 Inconel 625 금속분말은 가스 분무법(Gas atomization)으로 제조된 45~150 μ m 크기의 구형 분말을 사용하였다. Inconel 625 시편 제작은 MX-3 InssTek Inc. Korea)를 이용하였으며, 빔 사이즈에 따른 공정조건은 Table 1과 같다. 공정실험을 통해 제작된 시편은 단면기공률 및 미세조직을 관찰하였다. 또한 적층방향에 따른 이방성을 확인하기 위하여 인장시험편은 수직, 수평방향으로 각각 제작하여 인장특성을 평가하였다.

3. 결론

Fig 1에 적층된 Inconel 625 합금의 미세조직을 관찰하여 나타내었다. Fig 1(a, b)의 OM 사진은 전형적인 적층시편의 용융풀 형상을 보여준다. 빔 사이즈에 따라 용융풀의 폭 및 높이가 다른 것을 확인할 수 있다. Fig. 1(b, d)의 SEM 사진에서는 용융풀 내부에 미세한

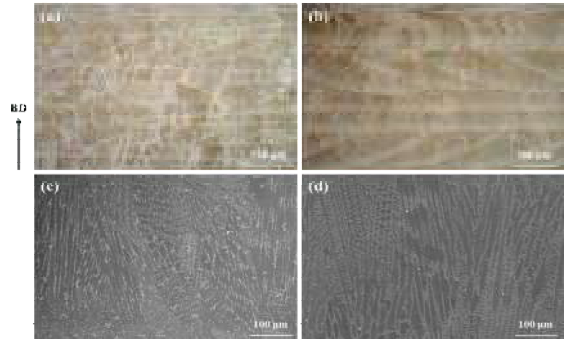


Fig. 1 OM and SEM images: (a, c) S1 sample; (b, d) S2 sample

Table 2 Result of tensile test

No.	Vertical			Horizontal		
	Y.S (MPa)	T.S (MPa)	El. (%)	Y.S (MPa)	T.S (MPa)	El. (%)
S1	524.7	826	44.3	641.7	906.4	40.7
S2	509.1	834.4	50.6	670.5	970.5	36.5

주상정 결정립(columnar grain)이 관찰된다. 빔 사이즈가 큰 S2 sample에서 columnar 조직의 크기가 더 커진 것을 확인할 수 있었다. Table 2의 인장시험 결과 동일한 조건에서는 수평시편의 강도가 높고 빔 사이즈가 큰 경우 강도가 더 높은 것을 확인할 수 있었다.

후기

본 연구는 2023년도 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음.(No. 202300238087)

참고문헌

- Sukumaran, A., Effect of heat treatment parameters on the microstructure and properties of Inconel 625 superalloy, Journal of Materials Engineering and Performance, Vol. 26, No. 7, pp. 3048-3057, 2017.

Table 1 Optimal process parameters according to beam size

No.	Beam Size (mm)	Laser Power (W)	Feeding Rate (g/min)	Layer Thickness (mm)	Hatch Distance (mm)
S1	0.8	350	2.5	0.25	0.5
S1	1.2	530	5.5	0.45	0.8

DED 공정에서의 적층 경로에 따른 출력물의 tribology 특성 연구

Study on the Tribological Characteristics of DED Manufactured Material with Respect to Tool Path

*김대진¹, 허세곤², 정민교², #김현준¹

*D-J. Kim¹, S. Heo², M-K Jung², #H-J. Kim(hjoonkim@knu.ac.kr)¹

¹경북대학교 정밀기계공학과, ²한국기계연구원 3D프린팅장비연구실

Key words : Additive manufacturing, Metal printing, Tool path, Friction

1. 서론

적층 가공 기술은 전통적 가공 기술로 생산하기 어려운 복잡한 구조를 제작할 수 있으며, 생산공정의 유연화를 달성할 수 있다는 장점을 지니고 있다¹. 최근에는 다양한 산업 분야에서의 요구에 대응하기 위해 금속 적층에 관한 관심이 높아지고 있다. 금속 적층이 향후 산업에서 핵심적 역할을 수행하게 될 것이라는 전망이 있는 것에 비해 적층 공정의 다양한 변수에 의한 출력물의 조직구조 및 기계적 물성의 폭넓은 변화가 나타날 수 있다는 어려움 또한 존재한다². 금속 적층을 통해 제작된 출력물 그 자체로 제품화되는 경우를 고려할 때 출력물의 기계적 특성에 대한 이해가 필수적이다. 그뿐만 아니라 출력물이 상대운동하는 기계요소로써 활용된다면, 특히 트라이볼로지적 특성에 대한 고찰이 필수적이다. 따라서 이 연구에서는 적층 공정의 변수에 의해 나타나는 출력물의 트라이볼로지적 특성에 대해 알아보고자 하였다.

2. 이론 및 실험

2.1 실험 방법

이 연구에서는 직육면체 형태를 지닌 S45C 소재의 모재 위에 SUS316 소재를 DED(Direct Energy Deposition) 공정으로 적층하였으며, 적층 경로가 트라이볼로지적 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 모재의 길이에 각각 수직, 수평인 방향을 따라 두 가지의 zig-zag 공구경로를 생성하여 적층 공정을 수행하였다. 적층물의 트라이볼로지 특성 평가를 위해 pin-on-reciprocator 방식의 마찰시험기를 활용하여 마찰 및 마모 특성을 조사하였다. 상대 시편으로는 zirconia 볼을 사용하였고 수 N의 하중을 인가한 채로 수백 cycle 동안 마찰시험을 진행하였다.

2.2 결과

서로 다른 적층경로 조건으로 제작한 두 시편에 대

해 마찰실험을 진행 한 결과, 마찰특성 및 마모특성에서 차이가 있음을 확인하였다. 모재 길이 방향에 수평하도록 길게 적층한 시편의 경우, 모재의 길이에 수직 한 방향으로 적층한 시편보다 상대적으로 마찰력이 낮고 마찰계수의 편차가 적게 나타났다. 이 결과의 원인으로는 적층경로를 달리하였을 때 출력물이 겪는 열이력이 달라지고 그로 인하여 출력물의 냉각양상에 차이가 발생함으로 인하여 미세 구조 및 결정립 크기가 달라졌기 때문으로 추정하였다.

3. 결론

이 연구에서는 DED 적층 공정에서 적층 경로가 출력물의 tribology 특성에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과, 냉각이 빠르게 일어날 수 있는 방향으로 적층 시키면 상대적으로 낮은 마찰력을 얻을 수 있었다. 출력물의 기계적 특성을 개선하기 위하여 적층 공정 변수를 최적화하는 것이 필요함을 알 수 있었다.

후기

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(No. 20023042)

참고문헌

1. Galantucci, L.M., Guerra, M. G., Dassisti, M. and Lavecchia, F. "Additive manufacturing : new trends in the 4th industrial revolution," Proceedings of 4th International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing pp. 153~169, 2019.
2. DebRoy, T., Mukherjee, T., Milewski, J. O., Elmer, J. W., Ribic, B., Blecher, J. J., and Zhang, W., "Scientific, technological and economic issues in metal printing and their solutions," Nat. Mater., Vol. 18, pp. 1026~1032, 2019.

야전상황에서 손상된 피부조직 재생을 위한 소형 3D 바이오프린팅 시스템 개발

Development of Compact 3D Bioprinting System for Treatment of Skin Tissue in the Combat Situation

*김재석^{1,3}, 김은채^{1,3}, 유상기^{1,3}, 강내운^{1,3}, #이승재^{2,3}

*J. S. Kim^{1,3}, E. C. Kim^{1,3}, S. G. Yu^{1,3}, N. U. Kang^{1,3}, #S. J. Lee(sjlee411@wku.ac.kr)^{2,3}

¹원광대학교 기계공학과, ²원광대학교 기계설계공학과, ³원광대학교 메카바이오 연구소

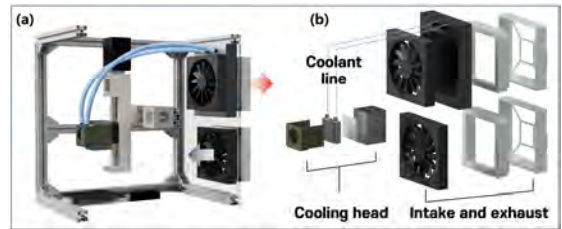
Key words : Compact, 3D bioprinter, Lightweight, Tissue engineering

1. 서론

군인은 전투상황, 부대 훈련 등의 환경에 빈번하게 노출되기 때문에 화상, 창상과 같은 외상에 의해 피부조직이 손상되는 경우가 많다. 손상된 피부조직을 치료하기 위해 창상피복재를 이용한 드레싱, 봉합 등의 방법이 사용된다. 대면적인 손상의 경우 자가 피부조직 이식술 및 피판술(skin flap)을 통해 조직을 재건하게 된다. 그러나, 손상된 피부 조직의 면적이 큰 경우 사용 가능한 조직이 제한되기 때문에 인공 피부조직 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 연구되고 있는 인공 피부조직은 환자마다 피부조직 손상의 정도 및 형상이 일정하지 않으므로 효과적인 조직 재건을 위해서는 환자의 피부 결손부 맞춤형 인공 피부조직 제작이 필수적이다. 맞춤형 인공 피부조직을 제작하기 위해 3D 바이오프린터를 이용한 피부조직 재생 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 현재 상용화된 3D 바이오프린터의 경우 무게와 부피 등의 제약으로 기동성이 떨어져 야전에서의 신속한 대응이 어렵다. 따라서 본 연구에서는 야전과 같이 신속한 조직 재건 치료가 요구되는 환경에 대응 가능하도록, 소형화 및 경량화를 통해 높은 기동성을 확보한 소형 3D 바이오프린팅 시스템을 개발하고자 한다.

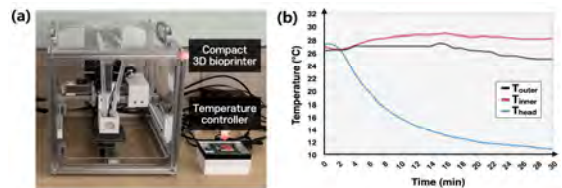
2. 설계 및 제작

XYZ 리니어 스테이지 및 공조 시스템 설치를 위한 바이오프린터 프레임은 2020 프로파일을 사용하였으며, 335mm×350mm×365mm (W×D×H)의 사이즈로 제작하였다. 바이오잉크를 10~15℃의 온도로 유지하기 위해 40×40mm² 사이즈의 펠티어 소자를 사용하였으며, 펠티어 소자에서 발생한 열은 수랭 냉각방식을 사용하여 PID 제어를 통해 냉각하였다. 시스템의 냉각 성능을 확인하기 위해 냉각온도를 10℃로 설정한 후 30분간 프린터 내·외부 및 헤드부의 온도를 1분 단위로 측정하였다.



(a) cooling system, (b) configuration of cooling system

Fig. 1 Schematic of compact 3D bioprinting system



(a) compact 3D bioprinting system (b) result of cooling temperature measurement

Fig. 2 Image of compact 3D bioprinting system

그 결과, 30분 이내로 설정한 온도에 도달하였으며 온도를 일정하게 유지하는 것을 확인하였다.

3. 결론

본 연구에서는 야전상황에서 손상된 피부조직 재생을 위한 소형 3D 바이오프린팅 시스템을 설계/제작하였으며, 프린팅 헤드부의 냉각성능을 확인하였다. 이후 바이오잉크 토출 시험을 통해 출력성능을 평가할 예정이다.

후기

본 연구는 대한민국 정부 (산업통상자원부 및 방 위사업청) 재원으로 민군협력진흥원에서 수행하는 민군기술협력사업의 연구비 지원으로 수행되었음. (협약번호: 22-CM-BR-12)

무전해 도금을 이용한 전자파 차폐 연구

Electromagnetic Wave Shielding Research using Electroless Plating

*이상민^{1,2}, 이재준^{1,2}, 곽이구², #강성수²

*S. M. Lee^{1,2}, J. J. Lee^{1,2}, L. K. Kwac², #S. S. Kang(sskang@jj.ac.kr)²

¹전주대학교 탄소융합공학과, ²전주대학교 기계자동차공학과

Key words : electroless plating, electromagnetic shielding, carbon composite

1. 서론

탄소섬유는 열전도성, 내열성, 전기 전도성 및 불연성 등의 우수한 특성을 바탕으로 전자파 차폐 및 보강재, 바이오센서, 등에 광범위하게 사용되고 있다. 본 연구에서는 탄소 섬유(CF)의 전자파간섭(EMI)차폐 특성을 강화한 차폐재를 제작하여 현재 차폐재보다 차폐율과 성능이 우수한 소재를 개발하고자 한다.

2. 실험방법

무전해 FeCoNi 도금은 염화 제일주석(Tin Chloride) 용액에 30분 동안 활성화한 후에 세척한 후, 염화팔라듐(II)(Palladium(II) Chloride)을 이용하여 30분간 활성화 시켰다. 이 과정에서 탄소섬유 표면에 Sn / Pb 핵이 형성되며, 표면에 형성된 Sn / Pb 핵은 무전해 FeCoNi 도금을 촉진시킨다. 무전해 FeCoNi 도금액은 (FeSO₄ · 7H₂O, CoSO₄ · 7H₂O, NiSO₄ · 7H₂O (1:5:0.7), (3:3:0.7)) 금속비, 도금시간에 따른 비교 분석을 위해 준비하였으며 온도는 75° C, pH는 6.5로 도금 시간을 5, 15, 30, 60, 90, 120분으로 조건을 주어 무전해 도금을 실시하였다.

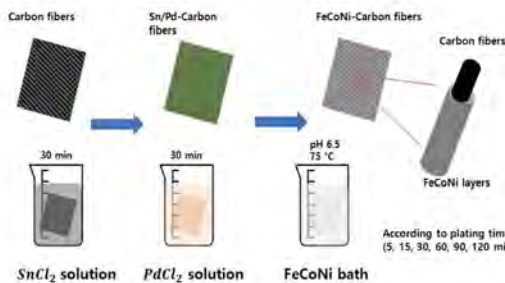


Fig. 1 Electroless FeCoNi Plating Process of CF Coating Image

3. 전자파 차폐 성능 측정

탄소섬유에 무전해 도금으로 제조된 FeCoNi-CF는 주파수 범위 30MHz~1.5GHz에서 측정 되었다. 일반 탄소섬유는 1.5GHz에서 약 49.2dB이었지만 금속비

(3:3:0.7)FeCoNi-60-CF의 경우 약 70dB로 140%이상 전자파 차폐율을 보였다. 이는 FeCoNi 도금층으로 인해 추가적인 EMI SE를 생성하는데 중요한 역할을 한다는 것을 확인하였다.

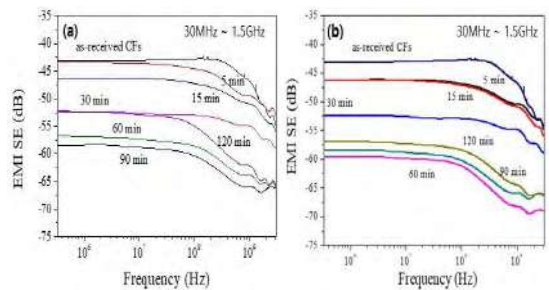


Fig. 2 EMI SE of the Fe/Co/Ni-CFs as Functions of Plating Time.

4. 결론

본 연구에서는 CF의 EMI SE를 향상시키기 위한 방법으로 무전해도금을 이용하여 FeCoNi-CF를 제조하였다. 기존 탄소섬유 대비 무전해도금을 증착한 탄소섬유의 경우 전자파 차폐율이 40%이상 향상되었음을 확인하였다. 전자파 차폐 결과로부터 제조된 FeCoNi-CF는 전자파 차폐 소재로 적용이 가능할 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 탄소연구소(2016R1A6A1A03012069), BK21사업탄소융합혁신인재양성단과 탄소복합재산업 전문인력양성사업(P001700)의 지원을 받아 진행하였음.

참고문헌

- Choi, K. E. Park, C. H. Seo, M. K. 2016. "Electrical and Resistance Heating Properties of Carbon Fiber Heating Element for Car Seat", Appl. Chem. Eng. Vol. 27, No. 2, 210-21.

DED 공정을 이용한 SCM440 기저부 위 17-4 PH 분말 적층 시 분말 공급 가스량 변화에 따른 잔류응력 변화 고찰

A Study on the Effect of the Residual Stress to Powder Feeding Gas Rate of 17-4 PH Powder on SCM440 Substrate Using a DED Process

*범종찬¹, 이광규¹, #안동규¹

*J. C. Beom¹, K. K. Lee¹, #D. G. Ahn(smart@chosun.ac.kr)¹

¹조선대학교 기계공학과

Key words : Residual stress, Powder feeding gas rate, Finite element analysis, Directed energy deposition

1. 서론

대표적인 금속 적층 제조 (Metal Additive Manufacture : MAM) 방식에는 분말 베드 용해 (Powder Bed Fusion : PBF), 에너지 제어 용착 (Directed Energy Deposition :DED) 공정, 재료 분사 (Material jetting :MJ) 공정 및 접착제 분사 (Binder Jetting : BJ) 방식이 있다.^[1] 그 중 DED 공정은 이중 소재 접합에 장점을 가지고 있어 수리, 보수 및 재제조에 활용되고 있다. 하지만, DED 공정을 사용하기 위해서는 적정한 공정 변수 선정과 잔류응력에 의해 발생하는 변형, 휨 및 균열 등의 문제점을 해결할 필요가 있다. 기존 선행 연구들에서 공정 변수에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔으나 분말 공급 가스량에 따른 분석은 미미하다. 따라서, 본 연구에서는 DED 공정을 이용하여 SCM440 기저부 위 17-4PH 분말 적층 시 분말 공급 가스량 변화에 따른 잔류응력 변화를 고찰하고자한다.

2. 적층 실험 및 유한요소 해석

적층 실험은 DN Solutions 사의 장비인 DVF-8000 AML 을 사용하였다. 다른 모든 변수를 고정된 후 분말 공급 가스량에 따라 단일 비드 적층 실험을 수행하였으며, 실험에 적용된 가스량은 각각 4, 8 및 12 L/min 이다. 표면 거칠기 측정 장비인 SV-2100M4 장비를 이용하여 제작된 시편의 비드 형상을 도출하였다. 도출된 비드 형상의 최대, 최소 및 평균값을 도출하였으며, 평균 비드 형상을 기준으로 유한요소 해석 모델을 Fig. 1 과 같이 생성하였다. 유한요소 해석은 상용 S/W 인 SYSWELD를 이용하였으며, 해석에 사용된 열-기계 물성 데이터는 JmatPro S/W 를 이용해 계산하여 적용하였다. 분말 공급 가스량에 따라 공정 중 강제대류에 의한 총 열 손실 값을 각각 계산하여 적용하였으며 자연대류에 의한 열 손실은 동일하게 적용하였다.

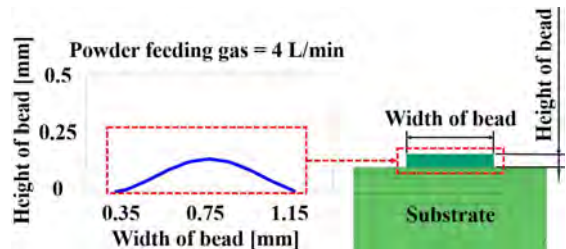


Fig. 1 Finite element analysis model

3. 결과

Matlab S/W를 이용하여 비드 형상 측정을 진행한 결과 분말 공급 가스량이 증가할 경우 비드 폭이 증가하였으며, 비드 높이는 약간의 감소를 보였다. 분말 공급 가스량 증가에 따른 비드 폭 증가는 분말이 용융 풀에 투입되는 속도 및 힘의 크기 때문으로 사료된다. SYSWELD S/W를 사용한 해석 결과, 분말 공급 가스량이 12L/min 일 때 잔류응력이 가장 높게 나타난 것을 확인 할 수 있었다. 이는 분말 공급 가스량이 증가함에 따라서 표면의 열 손실이 더 많이 일어나 표면의 온도가 급격하게 감소하였기 때문으로 사료된다.

후기

“이 논문은 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 연구비로 지원된 ‘국산 CNC 기반 산업기계 재제조 스펙업 및 보급·확산 기반 조성’ 사업에 의하여 연구되었음.(No.20206310200010)”

참고문헌

1. Dilberoglu, U. M., “The role of additive manufacturing in the era of industry 4.0”, Procedia manufacturing, Vol. 11, pp. 545-554, 2017.

극한환경에서 3D 프린터 출력물의 적층 두께에 따른 초음파 전파 특성 평가 연구

A Study on Evaluation of Ultrasonic Propagation Characteristics According to Lamination Thickness of 3D Printer Output in Extreme Environments

*박준필¹, #이재선²

*J. P. Park¹, #J. S. Lee(Jaesun@changwon.ac.kr)²

¹창원대학교 극한환경스마트기계부품설계/제조혁신센터, ²창원대학교 기계공학부

Key words : Non-Destructive Testing, Ultrasonic wave, 3D Print, Wave velocity

1. 서론

3D 프린터는 적은 비용과 빠른 제작 방식으로 공작 기계를 이용한 절삭 방식에서 허용되지 않는 형상을 자유롭게 제작할 수 있으므로 산업계에서 많은 제품에 적용을 하고 있다. 그러나 국내외에서는 3D 프린터로 제작하고 출력물의 신뢰성을 검증하는 연구가 부족하다. 본 연구는 초음파를 이용한 결함 탐상에 중점을 맞춘 것이 아닌, 초음파 기법을 이용한 비파괴 평가와 SLA 3D 프린터 적층 출력물의 두께에 따른 초음파 속도 상관관계를 통해 이론값을 실험적으로 비교해 보았다. 또한 극한환경에서 초음파 값을 비교해 보기위해 항온항습계를 활용하여 -20~60°C에서 초음파 속도 상관관계를 확인하였다.

2. 초음파 이론

초음파는 입자가 파의 진행방향과 평행 또는 수직으로 진동함에 따라서 횡파와 종파로 분류한다. 또한, 전파하는 매질에 따라 초음파 속도가 변하는데 이는 각 물질의 입자간 결합력이 모두 다르기 때문이다.

종파의 음속 C_L 과 횡파의 음속 C_S 는 각각 아래 식(1) 과 식(2)로 나타낸다.

$$C_L = \sqrt{\frac{E}{\rho} \times \frac{1-\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)}} = \sqrt{\frac{K+(4/3)G}{\rho}} \quad (1)$$

$$C_S = \sqrt{\frac{E}{\rho} \times \frac{1}{2(1+\nu)}} = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \quad (2)$$

여기서 ρ 는 밀도, ν 는 푸아송비, E 는 탄성 계수, K 는 체적 탄성 계수, G 는 전단 탄성 계수를 나타낸다. 초음파의 전달 속도는 각 재료에 따라 각기 다르므로 본 실험에서는 ABS Resin과 아크릴 재료의 음속을 각각 입력하여 주었다. 초음파의 속도 c 는 아래 식(3)으로 나타낸다.

$$c = \frac{2 \times T}{t} \quad (3)$$

3. 실험

본 연구에서는 pulse-echo 방식을 이용하였으며, 초음파를 발생시킬 고전압 펄서(Ritec 사의 RAM-5000)를 사용하였고, 시편의 저면 및 결함에서의 반사 신호를 5 MHz 단일 탐촉자(Olympus 사의 A541S)를 이용하여 송수신 하였다. 준비된 시편들은 표면 부근 및 일정 두께 이하의 결함이나 저면 탐상 시 main bang 신호와 간섭을 회피하고자 아크릴 delay line을 이용 하였다. 이를 통해 3D 프린터 적층 출력물의 두께 측정 및 결함탐지, 적층 두께의 상관관계를 확인하였다.

4. 결론

적층 두께에 따라 초음파 속도는 변화하였고 일정 두께 이상에서 초음파 기준 속도와 일치하는 것을 확인하였다. 또한 온도에 따라 초음파 속도가 느려지는 것을 확인하였으며 실험 환경에 따라 초음파 속도에 대한 보정을 해주어야 하는 것을 확인 하였다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2019R1A5A8083201)

참고문헌

1. J. P. Park, S. H. Choi, S. H. Baek, S. H. Park, Y. H. Huang & J. S. Lee, An Investigation of the Properties of 3D Printing Materials According to Additive Manufacturing Conditions using Ultrasonic Wave, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Vol. 24(6), pp. 1-12, 2023.

고용점 소재 적층을 위한 가압 적층 기술 연구

A Study on the Pressurized Metal Powder Additive Manufacturing for Refractory Metal 3D Printing

*김지연¹, #고석조²

*C. Y. Kim¹, #S. J. Go(sjgo@dit.ac.kr)²

¹한국폴리텍대학 메카트로닉스과, ²동의과학대학 기계계역

Key words : Additive manufacturing, Refractory metals deposition, 3D printing, L-PBF

1. 서론

텅스텐계의 내식성이나 내화학적, 특히 최근에는 인공태양이나 핵융합 등에서 널리 사용되는 금속이지만, 금속 자체의 용점이 높아 소재의 용융을 통한 제조 대신 분말 야금과 같은 방식으로 잉곳을 먼저 생산한 후 절삭 가공 등을 통해 부품을 가공하고 있다. 이러한 고 용점 소재의 제조 어려움을 적층제조 공법을 통한 해결 방안에 관한 여러 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 중진 분말 야금기술을 L-PBF에 융합하는 방안으로 적층 파우더에 가압하여 밀도를 높이는 연구를 시험적으로 수행한다.

2. 방법론

초경과 같은 텅스텐 합금 제조는 텅스텐 및 합금 분말을 다이(Die) 프레스링(Pressing)을 통해 목적 형상을 제조하고 이를 로에 넣고 소결 제조한다. 이는 분말의 밀도를 높여 금속 입자의 재배열과 입자 간 탄성과 소성 변형, 입자 표면 간 파쇄를 거친 금속 간 결합 등을 통해 소결 안정성을 얻을 수 있다. 본 연구에서도 이전 텅스텐 적층 연구에서 흔히 발생한 크랙과 기공 문제를 해결하기 위해 적층 파우더를 프레스로 가압하고 표면에 레이저 스캐닝이 되도록 구현한다^[1].



Fig. 1 Sensor embedded powder bed for test

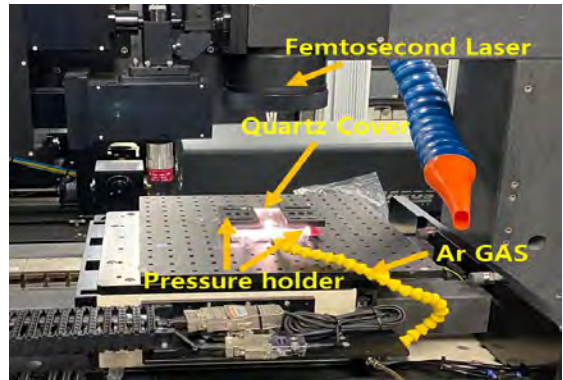


Fig. 2 Experimental test

3. 실험

Fig 1.과 같이 파우더 압력을 측정할 수 있는 로드셀이 내장된 실험용 파우더 Die를 제작하였다. 이를 Fig. 2와 같이 레이저 시스템에 올려 적층 파라미터 추정 실험을 수행하였다. 이때 금속의 산화를 방지하기 위해 금속 파우더 내에는 불활성 가스(Ag)를 충전시키고 난후 가압을 한후 레이저 스캐닝을 수행하였다.

4. 결론

파우더 가압 압력에 따른 동일 에너지의 레이저 스캐닝시 발생하는 표면 변화와 적층 특성에 관하여 발 표장에서 상세히 논의할 것이다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00247733).

참고문헌

1. Wang, Dian-Zheng, et al. "Cracking behavior in additively manufactured pure tungsten." Acta Metallurgica Sinica (English Letters) 32, pp. 127-135, 2019.

Homogenization 기법을 이용한 라이너 모델의 Virtual Printing 연구

Research on Virtual Printing of Liner Models using Homogenization

김우성¹, 이승엽¹, 구시연¹, 성지현¹, *#이재욱¹

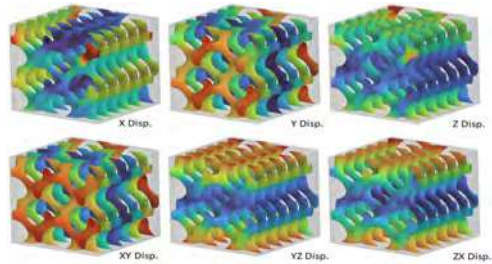
W. S. Kim, S. Y. Lee, S. Y. Gu, J. H. Sung, *#J. W. Lee(jaewk@kitech.re.kr)

¹한국생산기술연구원, 대경본부, 스마트제조기술연구그룹

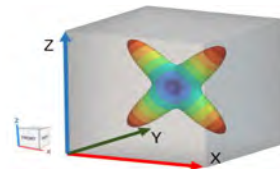
Key words : Additive Manufacturing, Homogenization, Build Simulation, DfAM, TPMS

1. Homogenization

최근 적층제조 맞춤형 설계기술 및 금속 적층제조 공정기술의 발전으로 점차 복잡한 구조물을 통해 경량화, 설계 단계에서의 유동, 열 제어 및 열배출을 위한 서포트 등 기능적인 목적으로 래티스(Lattice) 혹은 TPMS(Triply Periodic Minimal Surface)의 적용이 증가하고 있다. 하지만 이런 복잡 구조물들은 적층 제조 시 열응력에 의한 변형, 파손, 리코터 충돌 등의 문제가 발생할 가능성이 높다. 복잡 구조물 중 래티스의 경우 빌드 방향에 따라 오버행 각도(overhang angle)와 거리(overhang span)를 넘어서는 부분이 예상치 않게 발생하게 되며, TPMS의 경우에도 주기의 시작과 끝부분에서 설계자가 의도치 않은 단절된 다운스킨 언더컷이 발생하게 된다. 그러므로 이러한 기능적 메타물질이 적용되었을 경우, 빌드 특성에 대한 평가가 필요하지만 현재 복셀(Voxel)에 기반한 빌드 시뮬레이션에서는 이러한 특징들을 확인하기가 어렵다. 이에 본 연구에서는 주기 경계 조건 및 균질화 과정을 활용^[1]하여 복잡한 기능적 메타물질의 빌드 특성을 파악하고, 복셀 기반의 메쉬 타입이 아닌 실제 컨퍼털한 메쉬 특성과의 비교를 통해 계산상 효율성과 정확성 등을 검토하였다.

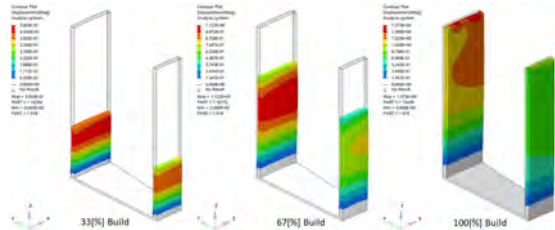


(a) x, y, z deformation contour from left



(b) directional Elastic modulus of suggested cubic cell

Fig. 2 Anisotropic Properties of 4x4x4[mm] cubic cell



후기

이 논문은 산업통상자원부의 가스터빈부품 제조기업 기술역량강화 및 품질, 신뢰성지원 인프라 구축 기술개발사업 ‘분산전원용 MW 급 수소 가스터빈 고냉각효율 연소기 라이너 적층제조 소재 및 제작기술 개발, 과제번호(20224A10100030)’의 지원으로 수행되었음

참고문헌

1. J. W. Lee et. al., “Virtual Printing Technology of Lattice-like Structures using Periodic Boundary Conditions”, KSMPE Autumn conference, 2022, 12, 366-366.

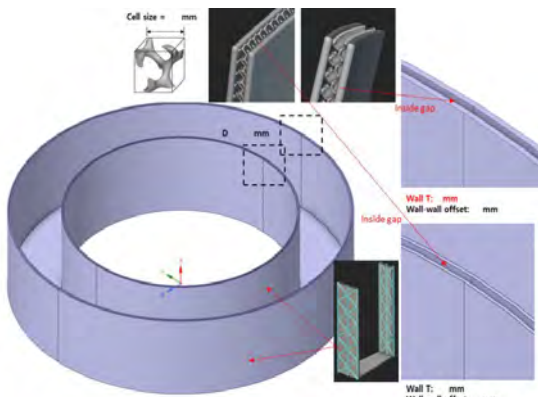


Fig. 1 Complex Liner Model and Metamaterials inside gap

DED 적층제조를 적용한 회전체 재제조에 따른 공정연구 Process research on rotor remanufacturing using DED additive manufacturing

*조용빈¹, #박상후¹

*Y. B. Cho, #S. H. Park(sanghu@pusan.ac.kr)

¹부산대학교 기계공학부

Key words : Remanufacturing, Additive manufacturing, Axis Part Process, Gear

1. 서론

재제조(Remufacturing)는 일부 파손이 진행되거나 제품의 수명이 다 되어 사용이 불가능한 제품을 기존 제품의 성능과 동일 혹은 향상된 것으로 복원하는 공정을 의미한다^[1]. 이러한 재제조 공정을 적용시키면 총 생산비용 중 최대 60%의 비용 절감 효과가 발생한다.

본 연구에서는 축대칭 형상 재제조 공정을 통하여 기어 재제조 전략을 도출하고자 한다.

2. 장치구성 및 실험과정

Fig. 1은 DED에 회전체 재제조를 위해 롤러를 적용한 장비의 개략도이다. 1mm의 빔 직경 크기를 가지는 1kW급 Fiber 레이저가 적용 되어 있으며, 레이저 초점 거리는 9mm이다. 이 때, 롤러는 회전속도 40rpm까지 조절 가능하다.

일반적으로 기어의 소재로 사용되는 SUS316L 소재를 선정하였으며 회전체 재제조를 적용하기 전 평판에 공정조건 연구를 진행하였다. 그 결과 최적공정 조건이 레이저 출력 350W, 노즐 이송 속도 850mm/min으로 선정되었다.

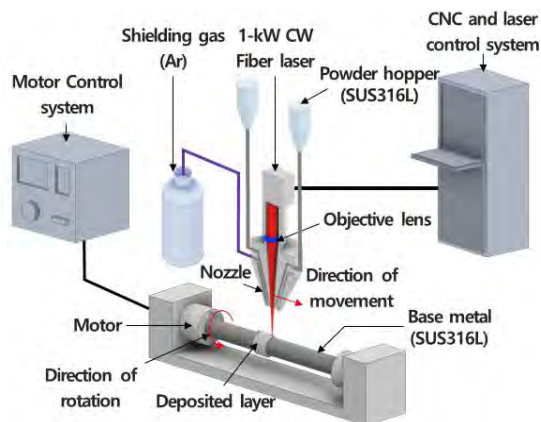


Fig. 1 Axisymmetric shape additive manufacturing process

3. 실험 결과

DED 장비 특성상 정밀한 형상을 제작하기에 한계가 존재하므로 오버적층 한 후 후가공을 진행하였다. 후가공으로 와이어 컷팅을 선정하였다. 재제조된 기어의 기계적 특성 평가를 위해 경도를 측정하였으며, 그 결과 HAZ부에서 가장 높은 경도가 나타났으며 기어 이의 내부보다 외곽부가 더 높은 경도가 나타났다. 또한, 탄성계수를 획득하기 위해 나노인텐터를 사용하여 기어 이의 각 부위별 탄성계수를 획득하였다. 부위별 획득한 탄성계수를 적용하여 기어 굽힘시험, 치간접촉 구조해석을 진행하였다. 그 결과 재제조된 기어가 일반소재로만 이루어진 기어보다 강성이 개선되었음을 확인할 수 있었다.

4. 결론

회전체 재제조 공정을 통해 DED를 적용한 기어 재제조 가능성을 검증하였다. 재제조된 기어가 일반 소재로만 이루어진 기어에 비해 우수한 성능을 나타냈다. 재제조로 생산 비용을 절감하였으며, 재제조된 기어는 피로 수명이 늘어나 제품 교체주기를 늘릴 수 있어 자원을 절약할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Inderfurth, K., de Kok, A. G., and Flapper, S. D. P., "Product recovery in stochastic remanufacturing systems with multiple reuse options," European Journal of Operational Research, Vol. 133, No. 1, pp. 130-152, 2001.

직접에너지 적층 공정으로 제조된 Al6063 적층 높이에 따른 경도 변화 특성에 관한 연구

Study on Hardness Characterization for Al6063 Deposited Height by Directed Energy Deposition

*최다은^{1,2}, #신광용², 이기용², 김재웅², 김동주³, 강호주³, #백경윤⁴

*D. E. Choi^{1,2}, #G. Y. Shin(shin2007@kitech.re.kr)², K. Y. Lee², J. W. Kim², D. J. Kim³, H. J. Kang³, #G. Y. Baek(gybaek@gwangju.ac.kr)⁴

¹광주대학교 미래융합기술공학과, ²한국생산기술연구원 동력소재부품연구그룹, ³(주)서영 기술연구소, ⁴광주대학교 융합기계공학과

Key words : Directed energy deposition(DED), Multi-layer deposition, Al6063 powder, Hardness

1. 서론

경량 및 내식성과 같은 우수한 특성을 갖는 알루미늄 합금은 자동차, 항공기 및 우주선과 같은 분야에서 널리 활용되고 있으며, 연료 효율을 향상시키고 에너지 소비를 줄이는 중요한 역할을 한다. 대부분의 알루미늄 부품은 주조 방식으로 제조되고 있으나, 최근들어 금속적층 기술을 이용하여 부품제조 관련 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 금속적층기술 중에서 Directed energy deposition 공정을 이용하여 알루미늄을 높이별로 적층하고, 기계적 물성 중 경도에 대해 관찰하고자한다.

2. 실험 재료 및 방법

적층 소재로는 Al6063분말을 사용하였고, 모재는 Al6061-T6을 사용하였다. 적층 면적은 40mm×40mm이며, 적층 높이는 각각 1mm, 2mm, 3mm이다. 적층 높이에 따른 표면 브리넬 경도를 측정 및 적층단면의 비커스 경도를 측정하여 경도를 관찰하였다.

Table 1 Chemical compositions of materials used(wt%)

Element	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	AL
Al6061-T6	0.48	0.31	0.18	0.06	0.94	0.15	0.03	0.01	97.8
Al6063	0.23	0.32	0.03	-	0.32	-	0.01	-	Bal.

3. 실험 결과 및 고찰

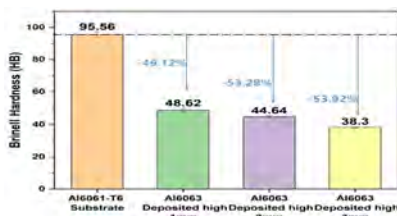


Fig. 1 Distribution of Brinell hardness along height direction

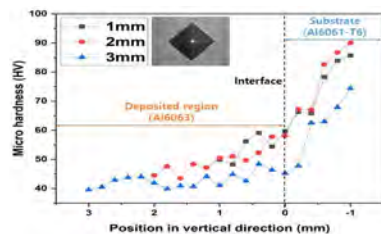


Fig. 2 Micro hardness distributions on the cross-section of the deposited Al6063

Fig 1은 적층높이에 따른 브리넬 경도를 측정된 값이다. 1mm 적층부의 표면 평균 경도는 48.62HB, 2mm는 44.64HB, 3mm 38.3HB로 모재인 Al6061-T6의 경도 95.56HB와 비교하여 상대적으로 낮은 결과를 확인할 수 있었다. Fig. 2는 비커스 경도 시험을 통해 0.2mm 간격으로 경도를 측정하였다. 3mm 적층부와 모재 부분의 경도가 가장 낮았고, 2mm 적층부는 1mm 적층부보다 약간 높았다. 모재도 적층공정이 길어짐에 따라, 열 누적에 의한 연화현상이 나타났다. 모든 실험에서 알루미늄 적층부는 모재보다 경도가 낮은 현상이 나타났으며, 추후 미세조직 분석을 통하여 하락 원인에 대해서 연구가 필요하다.

4. 결론

본 연구는 알루미늄 소재의 장점을 활용할 수 있는 부품에 DED 공정을 적용하기 위한 응용 연구에 대한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 향후, 적층부의 경도를 개선할 수 있는지에 대해서도 연구예정이다.

후기

본 연구는 2023년도 한국생산기술연구원의 스마트 모빌리티 핵심기술 개발(KITECH JA-23-0011)의 지원을 받아 연구되었음.

금속 3D 프린터를 이용한 Annulus gear 제작

Manufacturing Annulus Gear using a Metal 3D printer

*박소정¹, 김규태¹, 박정명²

*S. J. Park¹, G. T. Kim¹, J. M. Park²

¹(재)경북테크노파크, ²디에스코리아(주)

Key words : Annulus gear, Metal 3D printer, Additive manufacturing

1. 서론

전세계적인 연비 개선 및 배출가스 규제 강화로 전 자동차 시장이 확대되고 있으며, 특히 내연기관 차량의 엔진 및 변속기를 대체하는 구동 핵심제품인 e-Axle 시스템의 기술개발이 활발히 이루어지고 있다. 그 중 Annulus gear는 감속기 핵심부품으로 유성기어 모듈 중 가장 정밀한 치수 확보가 필요하며, 까다롭고 정밀한 열처리가 필요하다.

Annulus gear를 제조하기 위해서는 열처리 공정을 거치는데 환형제품의 특성상 Metal flow가 끊어지는 현상이 발생하고, 열처리 시 뒤틀림 현상이 발생하여 정밀치수를 요구하는 환형기어류에서의 정밀치수를 만족시키기에는 어려운 부분이 있다. 또한, 환형기어류 제품의 특성상 극도로 제한된 공차가 요구되는 제품이기 때문에 정밀 가공 공정에서 공차 범위 내인 링 형상의 반제품도 최종 치형 가공 후에는 공차 범위를 벗어나 불량품으로 처리되는 경우가 많다. 따라서, 이러한 문제점들을 개선하기 위해 금속 3D 프린터를 이용하여 Annulus gear를 제작해보았다.

2. Support 설계

Support 설계는 AM-Studio로 진행하였으며, Part orientation은 열변형, 적층시간, 가공성이 최소화할 수 있는 방향으로 선택하여 Recoater와 Part가 닿는 면적 및 Part의 각도를 확인하여 정하였다. Support는 열배출에 가장 효과적이며, 후가공을 고려한 Rod Support로 설계하였으며, XY-offset은 0으로 설정하였다.

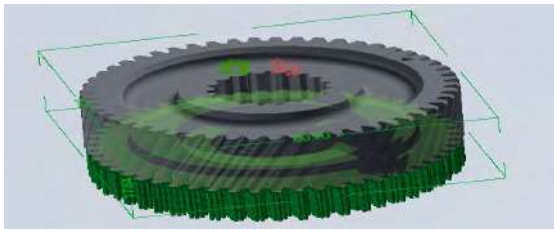


Fig 1. Support 설계

3. Parameter 설정

Support 설계를 마친 후 Part와 Support 파일을 EOSPRINT로 불러와서 Parameter 설정을 진행하였다. Material set은 CuCP로 선택한 후 세부 설정을 AlSi10Mg Parameter의 설정값으로 변경하여 사용하였으며, EXPOSURE SET LIBRARY는 알루미늄 플레이트&실리콘 블레이드에 맞춰 선택하였으며, layer thickness는 0.08mm로 설정하였다. 그 외의 Parameter 값들은 기본 값으로 하여 최종 Building time 확인 후 적층을 진행하였다.

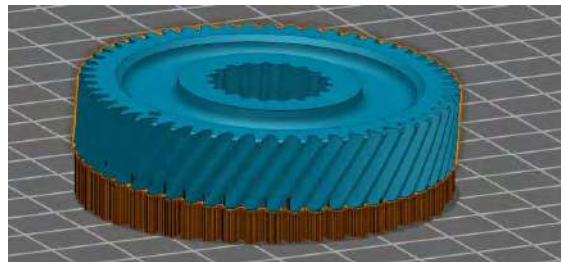


Fig 2. Parameter 설정

4. 결론

금속 3D 프린터의 활용은 최근 산업 현장에서 매우 활발한 기술의 개발이 진행되고 있다. 시제품 단위의 생산에 매우 많은 시간이 소요되는 과제의 특성상 이러한 연구 과정을 통해 제작된 시제품은 보다 많은 case의 연구에 기여할 수 있다. 향후 기계적 물성을 고려한 적층제조를 통하여 다양한 분야의 제작기술에 대한 연구를 진행할 것이다.

후기

본 논문은 2023년 지역특화산업육성+(R&D)(S3366588)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

탄소나노튜브 기반 압력 센서의 다중재료 적층 연구

Study on Multi-material Additive Manufacturing of Carbon Nanotube-based Pressure Sensor

*박채영¹, 김호찬², #이인환¹

*C. Y. Park¹, H. C. Kim², #I. H. Lee(anxanx@chungbuk.ac.kr)¹

¹충북대학교 기계공학과, ²안동대학교 기계자동차공학과

Key words : Additive manufacturing, Pressure sensor, Conductive layer

1. 서론

2가지 이상의 재료를 적층하여 다기능을 갖는 제품을 성형하는 다중재료 적층제조에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.¹ 본 연구에서는 전기적 기능을 갖는 2가지 재료를 적층하여 압력 센서를 성형하고 응답특성을 연구하였다. 즉, 센서 재료인 압력감응재와 전도층 재료인 실버 페이스트(Silver paste)를 다중재료 적층하여 압력에 따른 전기저항 변화를 측정하였다.

2. 압력 센서 다중재료 적층 연구

기존 연구에서 탄소나노튜브 기반 압력감응재 제작 공정을 개발하였다.² 또한, 압력감응재와 실버 페이스트를 병렬회로로 구성하여 압력 센서를 제작하였다.³ 이는 압력에 따른 전기저항 변화가 매우 작게 발생하였다. 이러한 센서에서 압력에 따라 큰 전기저항 변화를 발생시키기 위해서는 고전압이 필요하다. 따라서 저전압에서도 큰 전기저항 변화가 발생할 수 있는 전기회로 구성을 연구하였다.

압력감응재에 도선을 직접 부착한 시편, 두 재료를 각각 직렬, 병렬회로로 구성한 시편으로 총 3가지 종류의 시편을 제작하였다. 동일한 압력을 인가하여 실험한 결과, 직렬회로로 구성한 시편이 전기저항 변화가 가장 크게 발생하였다.

전기 저항 변화가 크게 발생한 직렬회로 구성을 기반으로 압력감응재의 층 개수를 다르게 적층하여 응답특성을 연구하였다. 층 개수가 많아질수록 센서의 초기저항 및 전기저항 변화가 감소하였다.

3. 결론

본 연구에서는 탄소나노튜브 기반 센서 재료와 전도층 재료를 다중재료 적층하고 압력에 따른 응답특성을 연구하였다. 두 재료를 직렬회로로 구성하였을 때, 압력에 대해 전기저항 변화가 가장 크게 발생하였

다. 또한, 직렬회로를 기반으로 제작한 압력 센서의 압력감응재 층 개수가 증가할수록 초기저항 및 전기저항 변화가 감소하였다.

후기

이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2021R1A4A1033141)과 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2022R1A2C1091587).

참고문헌

1. García-Collado, A., et al., "Advances in polymers based Multi-Material Additive-Manufacturing Techniques: State-of-art review on properties and applications.", Additive Manufacturing, 50, 102577, 2022.
2. Fekiri, Chaima, et al., "3D-printable carbon nanotubes-based composite for flexible piezoresistive sensors." Materials, 13(23), 5482, 2020.
3. Fekiri, Chaima, et al., "Multi-material Additive Fabrication of a Carbon Nanotube-Based Flexible Tactile Sensor." International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 23(4), 453-458, 2022.

Metal binder jet 3D 프린팅의 분말 패킹 밀도 분석

Metal Binder Jet 3D Printing Packing Density Analysis

*김동규¹, 이호진¹, 김동욱¹, 조수빈¹, #김지혜¹

*D. G. Kim, J. H. Lee, D. U. Kim, S. B. Jo, #J. H. Gim(jhkim@dmi.re.kr)

¹대구기계부품연구원

Key words : 3D printing, Metal powder, Metal biner jet, packing density

1. 서론

Metal binder jet 3D프린팅은 잉크젯 헤드의 개수를 늘려 대면적 프린팅이 가능하고, 다른 3D프린팅 방식과 비교하여 상대적으로 대량 생산에 적합하다. Metal binder jet 3D프린팅에서 균일하게 분말을 도포 하는 기술은 제품의 품질, 재료 사용량, 인쇄 공정 안정성 측면에서 매우 중요하다. 분말 도포에 핵심 성능을 패킹 밀도라 할 수 있다. 본 연구에서는 직접 측정이 어려운 패킹 밀도를 간접적으로 분석하고자 했다. 이를 위해 입도에 따른 상용 분말을 특성과 그 경향을 분석하였다.

2. 연구 방법 및 실험 결과

실험은 필드에서 사용되는 입도와 제조사 따른 금속 분말 5종을 분석했다. 5종의 패킹 밀도를 직접 측정하는데 한계가 있어서 유동도, 겉보기 밀도, 탭 밀도를 측정하였다. 이를 통해 metal binder jet 3D프린팅 기술 개발을 위한 최적 분말 조건을 선정하고자 했다.

S사 2종(74 μ m, 32 μ m), H사(92 μ m), M사(10 μ m), S사와 M사 혼합 분말(S사·M사)로 총 5종의 유동도, 겉보기 밀도, 탭 밀도를 측정하였다.

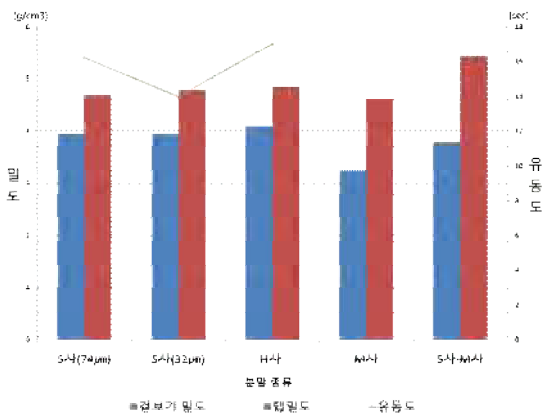


Fig. 1 Analysis of powder characteristics.

M사와 S사·M사의 입도가 너무 작아서 분말 유동도 측정이 불가하였다. 겉보기 밀도는 H사가 가장 높았고, 분말 밀도는 M사가 가장 낮았다. 이는 M사의 분말 응집과 낮은 유동성에 의한 원인으로 판단된다. 탭 밀도는 S사·M사 혼합 분말이 가장 높았다. 이는 큰 입자 사이에 작은 입자들이 채워져 밀도가 높아진 원인으로 추정된다. 그 외에 M사 분말 밀도가 가장 낮게 측정되었고, 2종의 S사 분말 중 입도가 작은 분말의 밀도가 더 높은 경향을 보인다.

3. 결론

Metal binder jet 3D프린팅에서 분말의 패킹 밀도가 충분히 유지되어야만 제품의 강도와 내구성을 안정적으로 유지할 수 있다. 본 연구에서는 각 분말의 특성 평가를 통해서 패킹 밀도를 간접적으로 유추하고자 했다. 상용 분말의 입도 별 특성을 분석했으며 향후에는 이러한 간접적 측정결과가 3D 프린팅 성능에 유의미한 영향을 미치는지 확인할 예정이다.

후기

이 연구는 2023년도 산업통산자원부 및 한국산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (20022976)

참고문헌

1. Wan-Sik Woo, "Rheological Characteristic Analysis Methods and Tests of Metal Powders for PBF Additive Manufacturing", J. KSMPE, Vol. 22, No. 10, pp. 1-9, 2023.
2. Bin Lee, "Review on Characterization Method and Recent Research Trend about Metal Powder for Powder Bed Fusion (PBF) Process", J. Korean Powder Metall, Vol. 27, No. 6, pp. 509-519, 2020.

RobotStudio를 이용한 WAAM 경로 계획 및 구현

WAAM path planning and implementation using RobotStudio software

*정우진¹, 김창종¹, 김석¹, #조영태¹

*W. J. Jeong, C. J. Kim, S. Kim, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)

¹창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words : WAAM, ABB STUDIO, CMT, SUS

1. 서론

WAAM(Wire Arc Additive Manufacturing)은 와이어를 아크 열원으로 용융시켜 적층하는 금속 3D 프린팅 공정 중 하나이다. WAAM은 다른 금속 적층 기술과 비교하여 높은 증착 속도와 저렴한 비용으로 대형 금속 구조물을 생산할 수 있는 유망 AM 기술로 최근 항공, 우주, 방위산업 등 다양한 분야에 적용하려는 연구가 진행되고 있다.

본 실험에서는 대형 부품을 적층하기 위한 기초 실험으로 ABB 사의 Robot Studio 프로그램을 이용해 적층 경로를 생성하였다. 이후 생성한 경로를 산업용 6축 로봇에 적용하여 적층을 진행하였다.

2. 실험방법

본 실험에서 WAAM 공정에 산업용 6축 로봇을 적용하기 위해 Robot Studio 프로그램을 사용하여 적층 경로를 계획하였다. 적층할 육각형 형상은 CATIA를 사용하여 3D 모델링을 진행하고, 해당 파일을 Robot Studio에서 Tool Path를 제작할 수 있는 stp 파일로 변환했다. 그 후 프로그램의 Auto Path 기능을 활용해 경로를 생성하였다. 이후 생성한 경로를 산업용 6축 로봇의 Teaching Pendant에 적용하여 SUS316L을 5 Layer 적층하였다.

적층에 사용된 장비는 산업용 6축 로봇(ABB, IRB 6700)과 CMT(Cold Metal Transfer 용접 공정을 갖춘(Fronius, TPS-500i)를 사용했으며, 용접조건은 Table 1에 공정의 결과는 Fig. 1에 나타내었다.

Table 1 Welding Condition

Weld mode	CMT
Current(A)	116
Voltage(V)	20.2
Wire Feed Rate(m/min)	4.1
Travel Speed(mm/s)	5
Shielding Gas	80%Ar/20%CO ₂

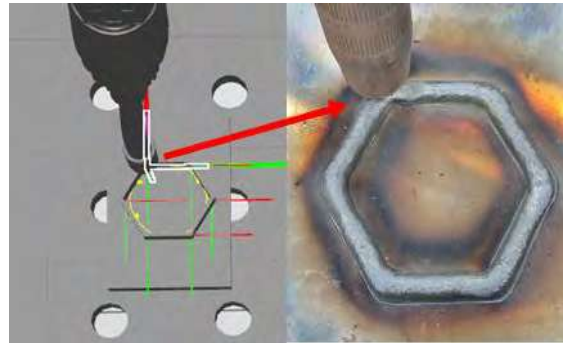


Fig. 1 Path Planning for Welding

3. 결론

실험 결과는 산업용 6축 로봇에 적용하기 위해 Robot Studio를 사용하여 생성한 Tool Path와 똑같은 경로로 용접이 진행되는 것을 확인하였고, 5 Layer 적층하였다. 하지만 한층 씩 적층할 때마다 비드가 불안정해지는 것을 확인하였다.

향후 안정된 비드를 생성하기 위해 다양한 경로 계획 알고리즘과 용접 파라미터를 WAAM 공정에 적용하여 적층된 금속 부품의 성능을 분석할 예정이다.

후기

본 연구는 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국 산업 기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0023729, 중견기업-지역 혁신 얼라이언스 지원 사업)

DED 공정과 P21 분말로 적층 보수된 SKD61의 기계적 특성에 관한 연구

Study on Mechanical Properties of SKD61 Repaired by P21 Powder and DED Process

*윤빛나¹, 강효정¹, 고민성¹, 김화정¹, 신광용², #심도식¹

*B. N. Yun¹, H. J. Kang¹, M. S. Ko¹, H. J. Kim¹, G. Y. Shin², #D. S. Shim(think@kmou.ac.kr)¹

¹한국해양대학교 해양신소재융합공학과 ²한국생산기술연구원 동력소재부품연구그룹

Key words : Directed energy deposition (DED), SKD61, P21, Tensile test

1. 서론

금속 적층 제조 기술은 고에너지원인 레이저를 사용하여 금속 분말을 녹여 3차원 형상의 구조물을 만드는 기술이다. 이는 치밀한 미세조직과 우수한 기계적 성질을 가진 부품을 제작할 수 있어 여러 분야에서 활용되고 있다. 특히, directed energy deposition (DED) 공정은 높은 생산성과 기존 제품에 추가 적층이 가능하다는 장점을 가지고 있어 부품 보수에 사용된다. 본 연구에서는 P21 분말을 사용한 DED 적층 시의 기계적 특성을 평가하였다.

2. 실험 재료 및 방법

모재는 열간 금형 공구강인 SKD61을, 보수에 사용된 분말은 사출 금형강인 P21 분말을 선정하였다. 모재는 열처리되어 HRC45의 경도를 가진다. 시편은 파손된 부품을 가정하여, 모재에 각각 1.0mm와 2.0mm 깊이의 그루브를 낸 후 보수를 진행하였다(Fig 1). DED를 이용한 보수 공정에는 DMT MX3(InssTek) 기기를 사용하였고, 공정 조건은 Table 1에 나타난 바와 같다.

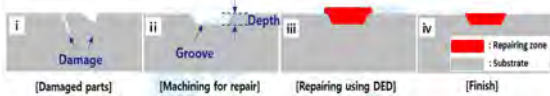


Fig. 1 Conceptual diagram of DED repair method

Table 1 Parameters for DED processing

Laser power (W)	830
Powder flow rate (g/min)	3.5
Laser traverse speed (mm/min)	850
Powder gas (ℓ/min)	2.5
Coaxial gas (ℓ/min)	8

3. 결과 및 고찰

인장 시험으로부터 얻은 응력-변형률 그래프(Fig. 2(a)에서 알 수 있듯이, P21 분말로 보수된 시편은 원소재(wrought) 수준의 인장강도를 가지지만, 연신율은 다소 감소되었음을 알 수 있다. 보수 깊이가 1mm와 2mm 시편은 각각 모재 대비 106%, 97%의 인장강도를 가진다(Fig. 2(b)). 그리고, Fig. 2(c)와 같이 보수부의 경도는 모재와 유사하다. 따라서, SKD61 금형 소재의 보수를 위한 분말로 P21 분말 사용이 적합함을 확인할 수 있었다.

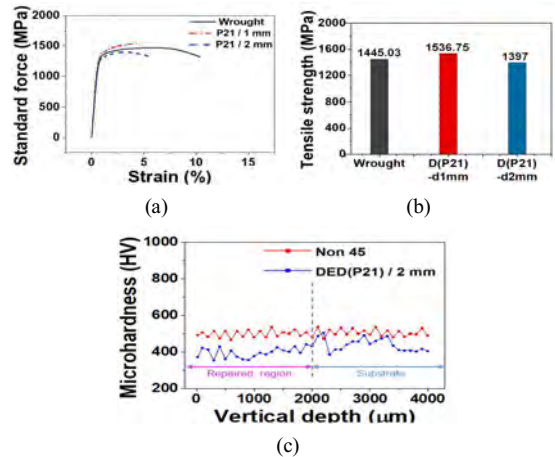


Fig. 2 (a) Stress-strain curve, (b) tensile strength, and (c) microhardness of wrought and repaired specimens

4. 결론

P21 분말로 보수된 시편의 인장 특성과 경도는 모재와 유사한 수준으로 나타났음을 알 수 있다. 향후에는 연신율 감소에 대한 분석 및 미세구조 특성에 대해서 연구할 계획이다.

후기

본 연구는 한국산업기술기획평가원의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

3D 프린팅을 이용한 MWCNT 기반의 유연 압력 센서 제작

Flexible Pressure Sensor based on 3D Printed MWCNT Ink

*정재경^{1,2}, 김수완¹, 김현범¹, 김영우¹, 고정범¹, #박성현¹

*J. K. Jeong^{1,2}, S. W. Kim¹, H. B. Kim¹, Y. W. Kim¹, J. B. Ko¹, #S. H. Park(sungpark@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원 제주본부, ²제주대학교 전자공학과

Key words : 3D Printing, Pressure Sensor, Flexible Device

1. 서론

유연 압력 센서는 물체의 압력이나 변형을 감지하여 전기적 신호로 변환하는 장치로, 생체정보 모니터링, 전자 피부(E-skin), 로봇 공학, 차량 안전 시스템, 웨어러블 디바이스 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.^[1] 본 연구에서는 3D 프린팅 기술을 활용하여 유연 압력 센서를 제작하였다. 3D 프린팅은 다양한 소재를 적용 가능하며 다양한 형태의 제품을 자유롭게 제작할 수 있어 설계와 제작에 유연성을 제공한다. 또한, 낮은 비용 소모와 빠른 생산 능력으로 효율성을 높인 센서 제작이 가능하다.^[2]

2. 본론

유연 압력 센서를 제작하기 위해 Multi-Walled Carbon Nanotube(MWCNT)와 PDMS를 최대 10%의 중량비로 혼합 후 탈기하여 전도성 잉크를 제작하였다. 먼저 약 200~800 μm 두께의 polydimethylsiloxane (PDMS) 기판을 하부 기판으로 사용하였다. PDMS 기판 위에 IDE(Inter Digital Electrodes) 패턴으로 MWCNT 전도성 잉크를 프린팅하여 압력에 따라 저항이 변하는 저항체를 형성하였다. 그 위로 구리테이프를 부착하여 전극을 형성한 다음, 센서 상부의 압력이 가해지는 영역을 형성하기 위해 실리콘으로 하부 기판을 둘러싸는 물딩을 프린팅 하고, 그 안을 PDMS으로 채운 상부 기판을 완성하여 압력 센서 제작을 완성하였다.

3. 결론

MWCNT와 PDMS 조성에 따른 전도성 및 신축성 변화를 확인하고, 탈기 정도에 따른 전도성 잉크 점탄성 변화를 측정하여 3D 프린팅에 최적화된 잉크를 제작하였다. 압력 센서에 일정한 하중을 가하여 저항의 변화량을 측정하였을 때 넓은 측정 범위에서 압력에 따른 저항의 변화량이 선형적으로 증가하는 모습을 보였다. 또한 전도성 잉크의 프린팅 두께 및 형태와 같은 구조적 변화를 통해서 센서의 민감도를 조절할

수 있었다. 그리고 부착형으로 센서를 제작하여 생체 신호의 측정을 진행하였다. 이러한 결과를 통하여 3D 프린팅 기반의 압력 센서 제작 기술이 전자 피부(E-skin), 웨어러블 건강 모니터링 장치, 소프트 로봇 등의 분야에 적용 가능함을 확인하였다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.

(No.2021R1C1C1012470)

참고문헌

1. Y. Yamamoto, D. Yamamoto, M. Takada, H. Naito, T. Arie, S. Akita, K. Takei, "Efficient Skin Temperature Sensor and Stable Gel-Less Sticky ECG Sensor for a Wearable Flexible Healthcare Patch", *Adv. Healthcare Mater.* Vol. 6, p. 1700495, 2017.
2. Zhenhua Tang, Shuhai Jia, Chenghao Zhou, and Bo Li, "3D Printing of Highly Sensitive and Large-Measurement-Range Flexible Pressure Sensors with a Positive Piezoresistive Effect", *ACS Appl. Mater.* Vol. 12, pp. 28669-28680, 2020.

3D프린팅 적층제조 인서트 교환형 드릴 홀더의 쿨런트 홀 최적화

Optimization of coolant holes in 3D printing additive manufacturing insert exchangeable drill holders

*김연오¹, 권병찬¹, #김동규¹

*Y. O. KIM, B. C. KWON, #D. G. KIM(kdg0830@dmi.re.kr)

¹대구기계부품연구원

Key words : 3D Printing, Additive, Simulation, Coolant Hole

1. 서론

최근 들어 국제적인 이슈로 떠오르는 3D프린팅은 제3의 산업혁명으로 불릴 정도로 다양한 산업에 적용되어 변화를 줄 것으로 기대된다. 3D Printing의 가장 큰 특징은 공구 제조 시 소재를 연삭 또는 절삭으로 만드는 것이 아닌 적층으로 원하는 형상이 가능하다는 것이다.

본 연구는 3D Printing을 활용하여 적층 가공의 장점을 이용하여 인서트 교환형 드릴 홀더 제작 시 쿨런트 홀을 최적화 하고자 한다. 쿨런트 홀은 드릴의 절삭 가공시 소재와 드릴의 표면 에 발생하는 열을 효과적으로 제거하기 때문에 공구의 수명 향상, 제품의 표면 조도 향상에 필수적이다. 기존 공구 제조 방식으로는 다양한 쿨런트홀 형상을 적용하기 힘들었지만 3D 프린팅을 통해 다양한 형상의 쿨런트 홀을 설계하여 시뮬레이션 프로그램을 통해 최적화 하고자 한다.

2. 실험 내용

절삭 가공 시뮬레이션 프로그램인 AdvantEdge 3D를 이용하여 드릴 가공을 시뮬레이션하여 공구와 소재의 마찰에 의한 열이 가장 많이 발생하는 지점을 확인한다. 유체 시뮬레이션 프로그램인 Fluent를 이용하여 3종의 쿨런트 홀의 유체 분석을 통해 쿨런트 홀의 형상에 따른 유량 해석을 진행한다. 두 시뮬레이션의 결과를 비교 분석하여 열이 가장 많이 발생하는 지점에 가장 많은 절삭유가 집중된 쿨런트 홀을 분석한다.



Fig. 1 Drill insert

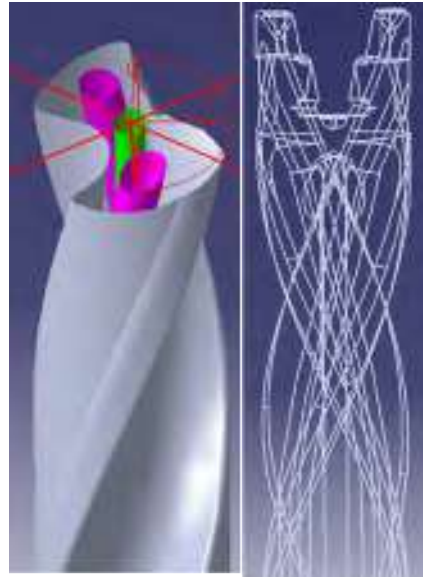


Fig. 2 Coolant hole inside the drill holder

3. 결론

드릴 인서터에 가장 많은 열이 발생하는 지점을 파악 할 수 있었고 설계된 3종의 드릴 홀더 쿨런트 홀에 따른 절삭유의 흐름을 파악할 수 있었고, 이를 통해서 향후 쿨런트 홀을 설계할 때, Flunt를 이용하여 최적화를 할 수 있을 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 산업통상자원부 전자시스템산업기술개발사업(20016889)의 지원에 의한 연구임

참고문헌

1. Tai, Bruce L., et al. "3D Printed composite for simulating thermal and mechanical responses of the cortical bone in orthopaedic surgery." Medical engineering & physics 61 (2018): 61-68.

3D 프린팅을 이용한 기능성 4D 좌굴 구조물의 제작

Fabrication of Functional 4D Buckling Structure Using 3D Printing

*노유림¹, #오용석¹, 이동진¹, 김영한¹, 김상원¹, 이남형¹, 이성주¹, 이하경¹,
한현석², 조석주², 박인규²

*Y. R. Loh¹, #Y. S. Oh(oyongsuk@changwon.ac.kr)¹
¹창원대학교 기계공학부, ²한국과학기술원 기계공학부

Key words : 3D printing, Piezoresistive pressure sensor, Finite element analysis, Buckling

1. 서론

미세한 자극을 감지하는 압전 저항 압력 센서는 웨어러블 디바이스와 소프트 로보틱스 분야에서 핵심요소이다. 다양한 소재 특성과 새로운 구조의 개발을 통해 감도를 향상하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 2D 전구체 폴리이미드(PI) 필름을 기반으로 제작된 3D 좌굴 구조는 다양한 물리적 신호를 감지하는데 활용될 수 있기에 큰 관심을 받고 있다. 이러한 3D 좌굴 구조물은 압전 저항 센서의 소형화와 함께 민감도, 이력현상, 안정성을 제어하고 다양한 방향의 외력을 동시에 측정하는 멀티모달 센서, 초민감성 센서 등의 제작에 중요한 정보를 제공한다.

본 연구에서는 사전 인장된(pre-stretched) 드라곤 스킨(Dragon Skin)과 접합된 2D 폴리이미드(PI) 필름 위 3D 프린팅 기술을 통해 제작된 구조물을 부착하여 복잡한, 다양한 4D 구조물을 쉽고 높은 생산성으로 제작할 수 있는 방법을 소개한다.

2. 3D 구조물과 통합된 좌굴 구조 센서

본 연구는 사전 인장된 드라곤 스킨 위에 폴리이미드(PI) 필름과 3D 프린팅으로 제작된 복합체 구조물을 접합한 후, 인장 복원 과정을 통해 PI 필름의 4D 좌굴 구조를 유도한다. 이러한 방식은 복잡하고 다양한 기능을 가진 기능성 구조물의 제작을 가능하다. 특히, 3D 프린팅을 이용한 다양한 형상의 구조물이 좌굴 과정에서 형상, 소재 등에 영향에 의해서 추가적인 변형이 발생한다. 기존의 3D 좌굴 구조에서 제한이 될 수 있는 변형 및 변형을 분포를 제어하면서 4D의 구조물은 다기능성 센서의 핵심요소로 활용이 가능하다. 또한, 다양한 방향의 외부 하중에 대한 응력-변형을 분포 변화를 시뮬레이션을 확인하고 다양한 기능성 구조물 제작을 통해서 특성을 비교 및 평가하였다.

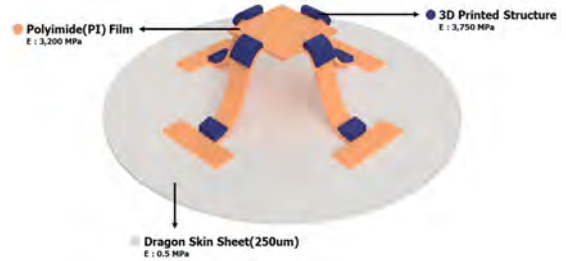


Fig. 1 Key parts of Sensor

3. 결론

본 연구는 2D 폴리이미드(PI) 필름 위에 3D 프린팅을 이용하여 기능성 4D의 좌굴 구조물의 제작공정과 장치를 제안하였다. 3D 프린팅을 직접적으로 적용하거나 제작된 구조물을 PI 필름에 접합하여 다양하고 복잡한 구조물을 쉽게 제작할 수 있다. 이러한 결과는 웨어러블 센서 응용, 소프트 로보틱스, 메타버스의 다양한 산업에 활용 가능한 잠재력을 보여준다.

후기

본 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(No. RS-2023-00212892)이며 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-003)

참고문헌

1. Jinsui Xu et al., "A triboelectric multifunctional sensor based on the controlled buckling structure for motion monitoring and bionic tactile of soft robots," Nano Energy, Volume 104, Part A, 2022.

조밀한 다중 금속 결합을 위한 LDED 적층구조설계

Design for additive manufacturing of defect-free multi-material additive manufacturing by laser direct energy deposition

*진칭예¹, 남현지¹, 조해주¹, #이욱진¹

*Q. JIN, H. Nam, H. Jo, #W. Lee (wookjin.lee@pusan.ac.kr)

¹부산대학교 재료공학부

Key words : Design for additive manufacturing(DfAM), Laser direct energy deposition(LDED), Multi-material additive manufacturing(MMAM)

1. 서론

최근 주목받고 있는 다기능 재료의 적층제조에서는 이종의 금속재료의 계면에서 높은 밀착성 등의 기계적 신뢰성이 요구되고 있다. 이와 같은 연구의 일환으로 본 연구에서는 물리적/시간적비용을 절감할 수 있는 효율적인 다중재료의 기하학적 설계와 적층제조방식을 제안하고자 하였다.

Laser direct energy deposition(LDED) 적층제조기법은 분말 호퍼를 바꾸는 것으로 다양한 금속파우더 원소재를 공정 중 효율적으로 교체할 수 있기 때문에 다중재료의 적층제조에 매우 적합하다. 이를 고려하여 본 연구에서는 LDED를 통해 효율적인 다중재료 설계를 구현하였다. 이중 소재로 접합성이 비교적 좋다고 알려진 철계 AISI 316L stainless steel과 니켈계 Inconel625를 사용하였다.

2. 설계 및 적층방법

LDED에서 분말 호퍼의 잦은 교체는 분말공급라인의 오염 등의 문제를 야기하기 쉽다. 때문에 본 연구는 호퍼 교체를 최소화하기 위해 Fig. 1과 같은 설계를 구성하였다. 시편의 계면 각도 θ_v 는 30°, 45°, 60° 그리고 90°로 이뤄졌다.

본 연구에서 사용한 재료는 AISI 316L과 Inconel625이다. 샘플은 Fig. 1과 같은 단면 형상으로 9mm 두께의 벌크한 구조로 제작하고, 와이어커팅을 통해 2mm 두께의 단순 바 형태의 인장시편으로 제작했다.

3. 실험 및 결론

실험은 만능인장기를 통해 적층된 시험편을 Fig. 1에서 X축 방향으로 인장되도록 인장실험을 진행하였다. 결과는 Fig. 2와 같다. 수직방향으로 제작된 시편의 경우 큰 성능의 차이를 보이지 않았으나, 수평방향

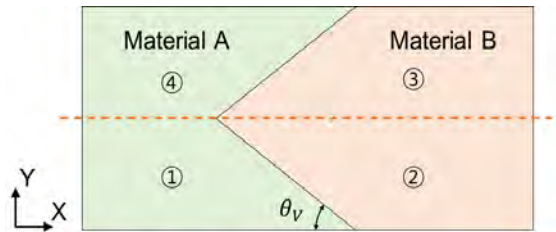


Fig. 1 Design of V-type connection for MMAM and its lamination order.

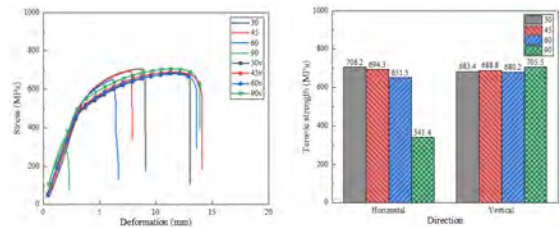


Fig. 2 Tensile test result of V-type connection

으로 제작된 시편의 경우 재료의 접합각도증가에 따라 연신율과 강도가 감소하는 것을 관찰하였다.

계면 형태에 따라 이중소재의 물성이 달라지는 이유로는 두 소재의 적층순서에 따른 결합발생정도, 소재의 물성차이 등 다양하게 조사되었다. 특히 90°의 경우 앞서 적층된 A재료의 형상이 다른 재료의 적층을 방해하여 생긴 pore랑 crack이 관찰되었고 이러한 결합들이 낮은 강도의 원인으로 파악되며, 계면 각도를 최적화하여 이와 같은 결합을 방지할 수 있을 것으로 기대된다.

HEV용 EGR 밸브 다이캐스팅 금형의 과도 열전달 해석에 관한 연구 A Study on Thermal Transient Analysis of EGR Valve Die Casting Mold for Hybrid Electric Vehicle

*#조순옥¹, 정재환², 남규동²

*#S. O. Jo(jso@kotmi.re.kr)¹, J. H. Jung², K. D. Nam²

¹한국섬유기계융합연구원, ²주디에이치지

Key words : EGR Valve, Die Casting, Mold, Transient Thermal Analysis

1. 서론

HEV(hybrid electric vehicle)용 엔진에서 요구되는 적정 유량의 배기가스를 재순환하여 흡기에 공급시킴으로써 연료의 효율을 개선해 주는 EGR 밸브는 다이캐스팅 공정을 통해 제조되어진다. 다이캐스팅 공정은 용융금속을 금형에 고속, 고압으로 주입하므로 짧은 사이클 타임(cycle time)이 가지고, 대량생산이 가능하다. 그러나, 복잡하고 정밀한 성형품을 제작하기 위해서는 충전 공정 중에 발생하는 금형의 온도 변화로 인한 열전달 특성을 미리 확보하여 금형의 변형을 정확하게 예측하는 것이 중요하다. 이에 따라 본 연구에서는 HEV용 EGR 밸브 다이캐스팅 금형의 과도 열전달 해석에 관한 연구를 수행하였다.

2. 금형의 과도 열해석 조건 및 결과

EGR 밸브 제조에 사용되는 금형은 몰드 베이스(mold base)와 제품 성형을 위한 코어(core)로 이루어진 인서트(insert) 형이며, 싱글 캐비티(cavity) 구조로 콜드 챔버 금형이다. 용융금속의 주입에 따라 금형내 열전달이 발생하면 정상상태까지 열흐름을 유발하는 환경 조건, 열흐름 속도, 온도 분포가 시간에 따라 계속 변하게 된다. 이러한 비정상 상태는 과도 열전달 해석을 통해 시간에 따른 열흐름과 온도 변화를 분석할 수 있다. 본 연구에서는 과도 열전달 해석을 위하여 게이트(gate), 런너(runner), 냉각핀, 냉각채널을 고려하여 Fig. 1과 같이 3종의 금형을 모델링 하였다.

Table 1 Process Condition of EGR Valve Die Casting Mold

	Manufactured Condition	Definition
	Aluminum Alloy	ADC12Z
	Pouring Temperature(°C)	650
	Mold Material	SKD61
	Mold Temperature(°C)	250
	Cycle Time(s)	38



Fig. 1 EGR Valve Die Casting Mold 3D Modeling

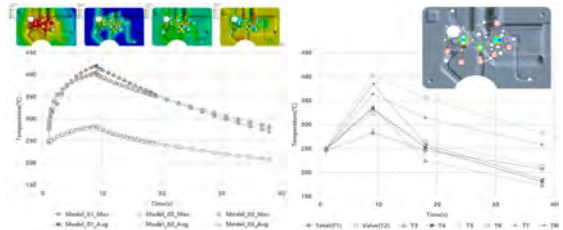


Fig. 2 Thermal Transient Analysis and Results

Table 1과 같이 EGR 밸브 다이캐스팅 사이클 타임 및 공정 조건을 적용하여 과도 열전달 해석을 수행하였다. Fig. 2와 같이 다이캐스팅 사이클 타임 내 최대 온도는 최종 모델이 초기 모델 대비 14.2°C 낮아졌으며, 주요 위치별(전체 온도를 비롯하여 8군데 분석) 온도 비교시, T8 위치에서는 평균 온도가 36.8°C 낮아졌다. 이는 용융금속 주입에 따른 온도분포 결과를 바탕으로 금형 설계 변경을 반영한 결과이다.

3. 결론

다이캐스팅 공정을 고려한 금형의 과도 열전달 해석을 통해 금형 설계를 최적화하고, 이를 통해 기존 대비 금형의 온도를 낮추고 금형의 열팽창 및 국부적인 변형을 줄임으로써, 제품 생산 시 시간의 손실을 최소화하여 경쟁력 확보를 기대할 수 있다.

후기

이 연구는 2023년 산업통상자원부 및 한국산업기술진흥원(KIAT) 연구비 지원에 의한 연구임(과제고유번호 : 1415187861, 세부과제번호 : P0023997).

포스터발표

제어/자동화/소음진동

좌장 : 김문정(공주대학교)
김현찬(금오공과대학교)
김해지(경상국립대학교)
최우영(부경대학교)

PPC-01 PPC-02 PPC-03 PPC-04
PPC-05 PPC-06 PPC-07 PPC-08
PPC-09 PPC-10 PPC-11 PPC-12
PPC-13 PPC-14 PPC-15 PPC-16
PPC-17 PPC-18 PPC-19 PPC-20
PPC-21 PPC-22 PPC-23 PPC-24
PPC-25 PPC-26 PPC-27 PPC-28
PPC-29 PPC-30 PPC-31 PPC-32
PPC-33 PPC-34 PPC-35 PPC-36
PPC-37 PPC-38 PPC-39 PPC-40
PPC-41 PPC-42 PPC-43 PPC-44
PPC-45 PPC-46 PPC-47 PPC-48
PPC-49 PPC-50 PPC-51 PPC-52
PPC-53

강도 향상을 위한 릴렉스 시트용 레그레스트 모듈의 경량 최적 설계

Lightweight Optimization of Legrest Module on Relaxation Seat Frame for Improved Strength

*주영조¹, #전의식^{2,3}

*Y. J. Ju¹, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)^{2,3}

¹공주대학교 기계공학과, ²공주대학교 미래융합공학과, ³공주대학교 생산기술연구소

Key words : Optimization, Relaxation seat, Seat frame, Various posture

1. 서론

최근 자율주행 차량이 도입되면서 탑승자가 운전을 하지 않아도 됨에 따라 자동차 시트 또한 변화하고 있다. 차량 내 공간이 업무 또는 휴식의 개념으로 전환되고 있으며, 이에 맞춰 탑승자의 편안함과 건강을 위한 휴식용 시트 구조에 관한 연구가 자동차 시트 분야로 확장되고 있다. 자율주행 차량용 시트의 컨셉은 운전 모드뿐만 아니라 대화와 휴식 모드 등으로 다양한 모드를 추가하여 탑승자의 편의성 및 안락성을 추구하고 있다. 이에 맞춰 주행 시 자세 기준을 만족하는 모드와 더불어 다양한 휴식 모드를 지원하는 릴렉스 시트가 필수적이다. 또한, 다양한 자세 구현과 편의 기능을 갖춘 시트의 경량화할 수 있는 구체적인 연구와 검증이 필요하다. 본 논문에서는 다양한 릴렉스 자세를 구현할 수 있도록 다리를 지지하는 레그레스트의 경량 최적 설계를 수행하였다. 다중 링크를 이용한 레그레스트 모듈의 정적 또는 동적 하중을 적용하여 링크 모듈의 경량 최적 설계를 수행하였다.

2. 릴렉스 시트의 강도 해석

다중 4절 링크 구조를 갖는 레그레스트 모듈의 취약부 확인을 위한 강도 해석을 수행하였다. 강도 해석에 앞서 레그레스트 모듈의 간략화 후 2D 요소를 이용한 유한요소 모델링을 수행하였다. 모델링은 주요 부품인 링크와 지지 패널의 초기 두께와 소재를 설정하였다. 또한, 해석은 시험 규격에 의거하여 탑승자의 다리 무게를 고려한 하방향 하중이 적용된 강도 해석을 수행하였다. 해석 결과를 통하여 모듈의 취약부를 확인하였다.

3. 경량 최적 설계

강도 해석으로 도출된 레그레스트 취약부의 경량 최적 설계를 수행하였다. 설계 변수는 링크의 두께와 소재를 상한, 하한에 따른 3개의 수준으로 설정하고

하중은 시험 규격과 극한 하중을 적용하였다. 또한, 위상최적화를 이용한 최적 설계를 수행하여 레그레스트 모듈의 형상을 도출하였으며, 그에 따른 강도와 경량화를 확인하였다.



Fig. 1 Link module of legrest on relax seat

4. 결론

본 논문에서는 레그레스트 모듈의 안정성과 경량화를 확보하기 위한 경량 최적 설계를 수행하였다. 이를 위해 시험 규격과 극한 하중에 따른 위상최적화를 수행하였으며, 그 결과 기존 대비 다리의 하중에 따른 높은 강성을 확보하였으며, 약 10% 이상의 경량화를 만족할 수 있는 레그레스트 모듈의 설계 가능성을 확인하였다.

후기

본 연구는 2023년 중소벤처기업부의 산학연 Collabo 사업화 R&D(RS-2023-00223798) 지원에 의해 수행된 연구임을 밝힙니다.

참고문헌

1. Yang, Y. K., Qin Z, Choi Y. H, Lyu S. K., "Solid Lubrication Optimization and Structural Design of 17cc Automotive Compressor", J.of KSMPE, Vol. 19, No. 12, pp. 56-61, 2020.
2. Mo, C. G., Qin Z, Choi Y. H, Lyu S. K., "An Application of Hydraulic Semiactive Vibration Absorbers(SAVA) to Automotive Seat Suspension Systems", Transactions of KSAE, Vol. 7, No. 8, pp. 160-171, 2005.

이차전지 분리막의 균질 건조를 위한 열풍 유동 해석

Thermal Airflow Analysis for Uniform Drying of Secondary Battery Separators

*석원석¹, #전의식^{1,2}, 김재경², 이상재³

*W. S. Seok¹, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)¹, J. K. Kim², S. J. Lee³

¹국립공주대학교 미래융합공학과, ²국립공주대학교 생산기술연구소, ³(주)한유엔텍

Key words : Secondary battery, Hot air drying, Uniformity, Flow analysis

1. 서론

이차전지 분리막 생산 방식은 일반적으로 습식 공정과 건식 공정으로 나뉜다. 그 중 습식 공정은 얇은 분리막 생산이 가능하며, 높은 에너지 밀도를 요구하는 전기차(EV) 및 IT 제품에 사용된다. 얇은 분리막 제작을 위한 공정 특성상 건조 능력이 매우 중요하다. 분리막 생산 시 코팅 공정은 균질한 건조가 이루어져야 하며, 이는 분리막의 품질 편차를 줄이기 위한 필수적인 요소이다. 따라서 본 논문에서는 유동해석을 통해 건조 공정에 투입되는 열풍의 유동을 분석하였다. 또한 슬롯별 유속 편차를 확인하고 이를 최소화하기 위한 모델을 비교 분석하였다.

2. 해석 모델 및 해석 조건

연구 대상인 이차전지용 분리막의 균질 건조를 위해 열풍 유동해석을 진행하였다. 건조용 챔버의 슬롯에서 토출되는 열풍의 속도 편차를 최소화하기 위한 플레이트를 포함하는 모델을 생성하여 기존 모델과 토출 슬롯별 유속을 비교하였다. 해석 모델은 해석시간을 줄이기 위해 1/4로 생성하였으며, tetra mesh를 사용하여 각각 210만개(기존모델), 398만개(신규모델)의 mesh를 생성하였다. Fig. 1은 해석 모델과 메쉬 시스템을 나타내며 Table 1은 유동해석 조건을 나타낸다.

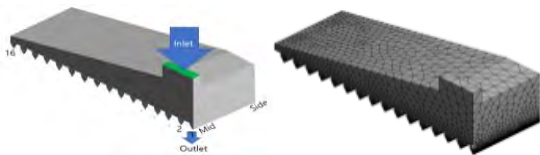


Fig. 1 Geometry and mesh model

Table 1 Boundary conditions

Condition	Condition
Presumption	steady, incompressible flow
Material	Air
Mass flow rate	5kg/m ² · s
Turbulent models	k-epsilon, Realizable, standard wall function

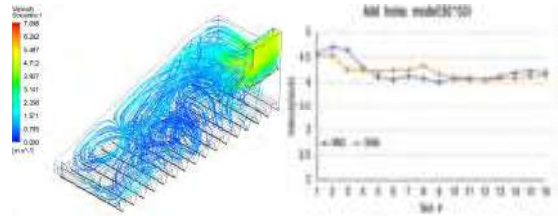


Fig. 2 Results of streamline and velocity

3. 해석 결과

본 논문에서 제안한 모델과 종래 모델의 유동해석 결과를 토출구에서의 유속 편차로 비교 분석하였다. 종래 모델에서 중앙과 사이드의 슬롯간 편차는 각각 39%, 37%로 나타났다. 또한 슬롯 내에서의 편차는 중앙 기준으로 4번째 슬롯이 16%로 가장 높았으며 6번째 슬롯에서부터 편차가 줄어들었다. 제안 모델에서는 중앙과 사이드 슬롯간 편차는 각각 4%, 20%로 나타났다. 슬롯 내에서의 편차는 중앙 기준으로 1번째 슬롯이 16%로 가장 컸으며, 종래 모델과 동일하게 6번째 슬롯에서부터 편차가 줄어들음을 확인하였다.

4. 결론

종래 모델과 제안 모델의 비교 결과 플레이트를 추가하는 모델이 최대 편차가 약 19% 줄어들음을 확인할 수 있었다. 중앙부 슬롯의 편차는 종래와 유사한 수준으로 나타난 구간이 있었으며 추후 이를 줄이기 위한 파라미터 설정 및 최적화가 필요할 것으로 사료된다.

후기

본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업과 2023년 산업통상자원부의 미래형 모빌리티 소재부품공정 혁신기술개발 기반 문제해결형 R&D 인재 양성 (P0023726) 연구비 지원에 의한 연구입니다.(2021RIS-004)

참고문헌

1. JEONG, Yeong-Min; JO, Won-Il. 리튬이온이차전지 기술 동향과 미래 전망. *Ceramist*, 2010, 13.5: 7-14.
2. J. H. Noh, H. J. Son, H. C. Lee, J. H. Park. “A Study on High Thermal Stable Separator Coating Machine for High-Capacity Lithium Ion Secondary Battery”, *J.of KSMPE*, Vol. 18, No. 12, pp. 45-51, 2019.

글로브 박스용 난방 장치에 따른 온도 특성 분석

Analysis of Temperature Characterization according to Heater on Glove Box

*허영준¹, #전의식^{1,2}, 고아라¹, 김덕래⁴

*Y. J. Heo¹, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)^{1,2}, A. R. Go¹, D. R. Kim³

¹공주대학교 미래융합공학과, ²공주대학교 생산기술연구소, ³(주)용산

Key words : Glove box, Heater, Temperature, Radiant Heat

1. 서론

차량의 자율주행에 따른 휴식 공간으로 변화함으로써 차량 내 열 쾌적성에 관한 기술이 발전하고 있다. 차량 내 열 쾌적성은 공조 시스템에 의해 결정되며, 기존의 시스템은 탑승자 전체를 고려하여 차량 전반에 걸친 냉·난방을 사용하므로 국부적인 냉·난방에 어려움이 있다. 특히 추운 겨울철 차량의 찬 공기에 의해 탑승자의 열 쾌적성이 저하되고 공조 시스템이 가동된 후에도 따뜻함을 느끼기에는 일정 시간이 필요하다. 따라서 빠르게 따뜻함을 느낄 수 있도록 복사 발열체를 이용한 국부 난방 방식이 검토되고 있다. 기존의 대류 공조 난방 방식보다 효율적인 것으로 모의실험에서 확인되었으나, 도어 트림 및 글로브 박스 등의 복사 발열체의 위치와 온열감을 느끼는 온도에 관한 연구는 부족하다. 본 논문에서는 빠르게 온열감을 느낄 수 있는지에 대한 기초 연구로 글로브 박스에 복사 발열체를 부착하여 탑승자의 하체 온도를 분석하였다.

2. 글로브 박스 난방장치

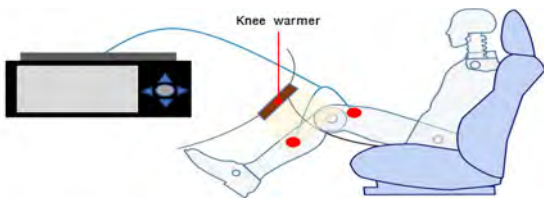


Fig. 1 Schematic diagram of experiment for temperature measurement

국부적인 난방을 위한 복사 발열체는 착석 위치를 고려하여 신체 중 하체를 따뜻하게 할 수 있는 글로브 박스에 적용하였다. 발열체는 열선 또는 면상 발열체로 설정하였으며, 하체의 위치는 발열체와 접촉하지 않도록 일정 간격으로 설정하였다. 또한, 발열체에서 발생하는 복사열과 하체의 온도를 측정하기 위하여 6개의 포인트를 설정하여 열전대를 각각 부착하였다.

실험 환경은 겨울철 온도를 고려한 환경에서 탑승자를 대상으로 발열체 작동에 따른 하체 온도의 변화를 확인하였다.

3. 발열체 및 피부 온도 측정

겨울철 환경을 고려한 실험은 5분간 9회로 진행하였으며, 하체 온도 포인트는 허벅지 및 정강이에 부착하여 온도를 측정하였다. 측정 결과를 바탕으로 발열체 및 하체의 간격에 따른 온도 상승시간과 분포를 확인하여 발열체 종류와 상승 온도의 관계를 분석하였다.

4. 결론

본 논문에서 글로브 박스용 난방 장치에 의한 하체의 온도 상승의 차이를 확인할 수 있었다. 발열체와 하체 간격의 온도 변화가 일정 구간에서는 유사하나, 발열체에 따라 차이가 발생하여 발열체 종류의 영향이 미치는 요인임을 확인하였다.

후기

본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력 기반 지역혁신 사업(2021RIS-004)과 2023년 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발 인력양성사업(RS-2023-00258860) 연구비 지원에 의한 연구를 밝힙니다.

참고문헌

1. Bauml, T. et al, Simulation and measurement of an energy efficient infrared radiation heating of a full electric vehicle, IEEE, pp. 1-6, 2014.
2. Ju-Hyun Moon et al, Determining Proper Surface Temperature for Radiant Heaters to Warm Passengers in Electric Vehicless: Effects of Heating Size, Body Region and Body Mass Index, J. Korean Soc. Living Environ. Sys. Vol. 29, No. 3, pp. 261~270, 2022.

경량화를 위한 시트 쿠션 프레임의 강도 해석

Strength Analysis of Seat Cushion Frame for Light weight

*고아리¹, #전의식¹, 박대호², 신동석³, 이하늘⁴

*A. R. Go¹, #E. S. Jeon(osjuin@kongju.ac.kr)¹, D. H. Park², D. S. Shin³, H. N. Lee⁴

¹공주대학교 미래융합공학과, ²공주대학교 기계자동차공학부,

³공주대학교 생산기술연구소, ⁴(주)대일공업

Key words : FEA, Seat cushion frame, Strength analysis, Light weight

1. 서론

자동차 부품의 경량화는 연비 효율성 및 친환경성 향상을 위해 현대 자동차 산업에서 연구되어야 할 핵심 과제이다. 자동차 부품의 경량화 방안 중 하나로 부품의 소재를 경량성 소재로 대체하는 방법이 있으며, 이를 통한 경량화 진행 시 탑승자의 안전성을 확보하기 위해 부품의 강도를 유지하는 것이 필수적이다. 자동차 내장재 부품 중 탑승자와 직접적인 연관이 있는 시트 쿠션 프레임은 다양한 편의 장치로 구성되어 고중량을 가지는 특징이 있다. 자동차의 연비 효율성 및 친환경성의 향상을 위해서는 탑승자의 안전성이 확보된 경량 시트 쿠션 프레임 설계에 관한 연구가 필요하며, 이에 본 논문에서는 유한 요소 해석을 활용하여 강도 향상과 경량화를 위한 시트 쿠션 프레임의 강도 해석을 수행함으로써 경량 시트 쿠션 프레임의 설계 가능성을 확인하였다.

2. 유한 요소 모델링

유한 요소 해석에 앞서 시트 쿠션 프레임을 간략화하여 주요 부품에 대한 유한 요소 모델링을 수행하였다. 모델링 요소는 두께 및 소재 변경의 용이성을 갖는 2D 요소로 설정하였으며, 크기와 형태는 5mm와 사각 형태로 설정하였다. 또한 시트 쿠션 프레임의 소재는 일반 강 소재를 적용하였다.

3. 유한 요소 해석

Fig. 1은 시트 쿠션 프레임 모델에 적용한 경계조건을 보여준다. 레일 마운팅 부에는 고정 조건을 적용하였고, 시트 쿠션 프레임의 시험 규격에 의거하여 상방향에서 하방향으로 75kgf의 하중을 적용하여 유한 요소 해석을 수행하였다. 유한 요소 해석 결과 시트 쿠션 프레임 모델에 발생하는 변형량 및 응력 값을 확인하였으며, 이를 통해 시트 쿠션 프레임 모델에서 응력이 적게 발생하는 위치에 대한 경량성 소재의 적용 가능성을 확인하였다.

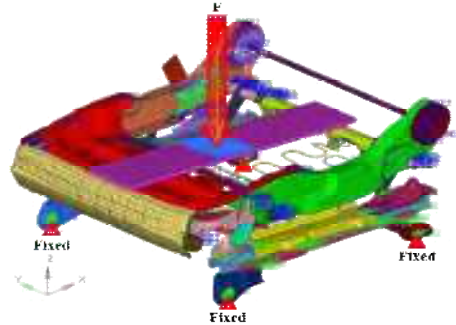


Fig. 1 Setup a seat cushion frame model and boundary conditions

4. 결론

연구 결과는 경량성 소재가 적용된 경량 시트 쿠션 프레임의 설계 가능성을 보여주며, 이는 자동차 산업에서 연비 효율성 및 친환경성 향상을 위해 자동차 부품의 경량화를 요구하는 연구에 기여할 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 2023년 중소벤처기업부의 지역주력산업육성사업(S3364353)의 지원과 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과(2021RIS-004)입니다.

참고문헌

1. D. S. Shin and D. H. Park, "DMTO of Seat Cushion Frame for Composite Application in Quasi-static Condition," Proceedings of the KSMPE Conference, The Korean Society of Manufacturing Process Engineers, pp. 33-33, 2022.
2. S. P. Hong, S. M. Cha, D. S. Shin and E. S. Jeon, "Lightweight Optimization of Infant Pop-up Seat Frame Using DMTO in Static Condition," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 21, No. 1, pp. 102-110, 2022.

고압 가스 분무법을 이용한 비정질 Fe-Si-B 연자성 분말 제조 및 평가 Fabrication and Evaluation of Amorphous Fe-Si-B Soft Magnetic Powders by High-pressure Gas Atomization.

*고민지¹, #전의식¹, 박대호², 김정호³

*M. J. Ko¹, #E. S. Jeon¹, #D. H. Park², #J. H. Kim²

¹공주대학교 미래융합공학과, ²공주대학교 기계자동차공학부, ³엔에이티엠(주)

Key words : Soft magnetic, Gas atomization, Magnetic powder, FeSIB

1. 서론

최근 환경 규제가 강화에 따라 다양한 분야에서 에너지 절약에 대한 요구가 증가하면서 전기전자 장비의 소형화와 효율 향상의 중요성이 증가하고 있다. 다양한 고주파 응용 분야에 연자성 분말을 적용하면 연료 효율성과 배터리 수명을 높일 수 있다. Fe-Si-B 기반 비정질 합금은 유리화된 상태에서 우수한 연자기 특성을 나타낸다. 철계 비정질 합금 분말은 대표적으로 용융 방사법(Melt spinning)을 통해 비정질 연자성 분말을 제조하나, 분말화 과정에서 연자성 특성이 저하되고 분말의 형상이 불균일 하기 때문에 분말 코어 제작에 어려움이 있다. 가스 분무법 (Gas atomization)을 통해 평균 입자 크기가 10~50 μ m인 구형 합금 분말 제조가 가능하다. 하지만 가스 분무법을 이용하여 Fe-Si-B 비정질 연자성 분말 제조 공정 기술이 부족하다. 이에 본 논문에서는 Fe-Si-B 조성의 연자성 분말을 최적의 공정 조건에서 제작하고 그 특성을 분석하고자 한다.

2. 철계 연자성 합금 분말 제작

철계 비정질 합금 분말 제조를 위해 분말 제조 장치에 Fe, Si, FeB, Si를 용융을 진행하였으며 기초 실험을 바탕으로 얻어진 공정 조건을 바탕으로 고압 가스 분무법을 사용하여 연자성 분말을 제작을 통해 최적의 공정 조건을 도출하였다.

3. 분말 특성 분석

연자성 합금 분말의 입도 측정은 KS A 0207:2007 규격에 의거하여 PSA 입도 분석기와 SEM을 통해 분석하였다. 제조된 연자성 분말의 중량비 분석을 위해 SEM을 통해 입자의 반경을 측정하였다. 연자성 합금 분말의 산소 함유량 측정을 위해 KS D1778, 2018에 의거하여 ONH 분석기를 통해 분석하였다. 분급한 시료 5개를 KS C IEC 60404-4, 2008에 의거하여 진동시료

자성측정기(VSM)을 통해 포화자화값을 측정하여 환산을 통해 포화자속밀도 값을 도출했다. 유도결합플라즈마 분광분석기(ICP)를 통해 불순물을 검출하였다.

4. 결론

본 논문에서는 고압 가스 분무법을 이용하여 구형의 Fe-Si-B 비정질 연자성 분말을 제조하고 그 특성을 분석하였다. 제조 공정 별 최적의 공정 조건을 도출하였으며, 제조된 연자성 분말의 특성 분석을 진행하였다.

후기

본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업(2021RIS-004)과 2023년 산업통상자원부의 미래형 모빌리티 소재부품공정 혁신기술개발 기반 문제해결형 R&D 인재 양성 (P0023726) 연구비 지원에 의한 연구임.

참고문헌

1. McHenry, Michael E., Matthew A. Willard, and David E. Laughlin. "Amorphous and nanocrystalline materials for applications as soft magnets." *Progress in materials Science* 44.4, pp. 291-433, 1999.
2. Sunghyang Yang, Hwijun Kim, Yongjin Kim, Jaewon Jung, Junhong Lee, Ki-Bong Kim, Youngja Kim, Dong-Yeol Yang, Tae-Soo Lim, and Min-Ha Lee, "Investigation on Fe-Hf-B-Nb-P-C Soft Magnetic Powders Prepared by High-Pressure Gas Atomization" *Journal of the Korean Society of Powder Metallurgy*, Vol. 23, No. 5, pp. 391-396, 2016.

TDI 저감 연질 폴리우레탄 폼의 Index 변화에 따른 기계적 특성 Analysis of Mechanical Characterization of TDI-Reduced Flexible Polyurethane Foam by Index Variations

*서형원¹, #전의식^{2,3}, 김영신³, 전유영²

*H. W. Seo¹, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)^{2,3}, Y. S. Kim³, Y. Y. Jeon²

¹공주대학교 자동차공학전공, ²공주대학교 미래융합공학과, ³공주대학교 생산기술연구소

Key words : Polyurethane foam, TDI, Mechanical characterization, Index variation

1. 서론

폴리우레탄 폼(Polyurethane Foam)은 가볍고 강도와 내구성이 우수한 특성으로 다양한 산업 분야에서 사용된다. 우레탄 폼 패드는 폴리올과 이소시아네이트를 주재료로 첨가제를 혼합 및 반응시켜 얻는 생성물로 이소시아네이트 내 TDI는 유해·위험물질이며^[1], 폼 발포 시 TDI 사용량의 저감이 요구된다. TDI 저감 FPUF 발포 시 흐름성 및 성형성이 떨어지고 인장강도와 같은 FPUF의 물성이 저하되는 문제점이 발생한다. 따라서 셀의 구조적인 open 성향, 통기성, 물리적 성질 개선하기 위한 Index를 변화시킨 TDI 저감 FPUF의 기계적 강도 분석이 필요하다. 본 논문에서는 Index 변화에 대한 TDI 저감 연질 폴리우레탄 폼의 기계적 특성을 분석하였다.

2. 실험

본 연구에서는 Index 변화에 따른 TDI 저감 연질 폴리우레탄 폼의 형태학적 특성, 기계적 특성을 비교 분석하였다. 형태학적 특성을 분석하기 위해 가속 전압 10 kV에서 FPUF의 세포 형태 및 세포 크기 분포를 100배율로 측정하고, ImagePro를 사용하여 세포 크기, 세포 벽 두께 및 홀 크기를 분석하였다. 기계적 특성 분석을 위해 밀도, 인장강도, 연신율, 인열강도 및 경도 실험을 진행하였다. 밀도는 100×100×100mm³ 사이즈의 시편으로 측정하였고, 인장강도 및 연신율은 KS M 6518 규격에 의해 두께 10mm의 아령형 시험편을 200mm/min의 속도로 시험하여 시험편 파단 시 최대하중 및 거리를 측정하였다. 인열강도는 ASTM D 624

Table 1 Results of mechanical properties by Index variations

Sample	Tensile strength (kPa)	Elongation (%)	Tear strength (kPa)	Hardness (25% ILD) (kgf)
Index 90	180.2	114.0	0.9	22.6
Index 95	245.3	100.0	1.0	29.1
Index 100	153.1	85.5	1.0	31.3

규격에 의해 200mm/min의 속도로 시험하여 절단 시 최대하중 및 거리를 측정하였으며, 경도는 ASTM D 5672 규격에 의해 200×200×50mm³ 몰드에서 성형된 폼을 1일간 상온에서 경화시킨 후 25% 압축하여 걸리는 힘을 측정하였다.

3. 결과 및 분석

Index 변화에 따른 TDI 저감 FPUF는 Index가 높아질수록 불규칙적인 open 성향과 셀 사이즈가 커지며, 셀 벽 두께가 두꺼워지는 것을 확인하였다. 또한 기계적 특성 분석 결과 Index 95인 폼이 인장강도가 245.3kPa로 가장 높음을 확인하였다. Index가 증가할수록 경도 값은 증가하고, 셀이 open 성향일수록 즉, Index가 커질수록 연신율은 낮아짐을 확인하였다.

4. 결론

본 논문에서는 폴리우레탄 폼의 Index변화에 따른 발포 특성, 형태학적 특성, 기계적 특성을 분석하였다. 기계적 특성 분석 결과 Index가 증가할수록 경도 값은 증가되었으며, 셀이 open 성향일수록 즉, Index가 커질수록 연신율이 낮아짐을 확인하였다. 본 연구를 통해 TDI 저감 연질 폴리우레탄 폼의 기초 연구로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과(2021RIS-004)와 2022년 중소벤처기업부의 중소기업기술혁신개발사업(S3289502)의 지원을 받아 수행된 연구임을 밝힙니다.

참고문헌

- Chester, E. H., "Patterns of airway reactivity to asthma produced by exposure to toluene di-isocyanate," Chest, Vol. 75, No. 2, pp. 229-231, 1979.

OLED 증착마스크의 운반을 위한 카세트 고정 장치 설계

Design of Cassette Holder for Transporting OLED Deposition Masks

*오종훈¹, #전의식², 김재경²

*J. H. Oh¹, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)^{1,2}, J. K. Kim²

¹공주대학교 기전공학과, ²공주대학교 생산기술연구소

Key words : Design, Cassette holder, OLED, Transporting cart

1. 서론

OLED의 색 구현 방법 중 FMM(Fine Metal Mask) 공법은 대형으로 제작 시 챔버 내 기판과 패터닝된 마스크를 수평으로 배치한 후 증착을 한다. 증착된 화합물의 제거를 위해 세정 공정이 필요하며 이에 세정할 마스크들은 운반대차의 카세트에 적층한 후 세정 장소로 이동하게 된다. 운반대차의 내부에는 카세트 공간이 형성되어 있고 이동 시 카세트와 마스크들이 카세트 공간에 고정되지 못할 시 움직임으로 인해 마스크가 손상되는 문제가 발생하거나 운반 과정에서 카세트 내 한 곳에 치우치면서 변형이 발생하게 된다. 본 논문에서는 OLED 증착 마스크가 카세트 공간에서 적층된 AL 카세트를 안정적으로 고정하고 안정적으로 운반하기 위해 고정 장치를 설계하였다.

2. 시스템 구성

종래에는 고정을 위해 고정바를 대차에 탈착하는 방식으로 적용하고 있으나 고정 분리 시 사용하는 볼트로 인해 파티클 발생으로 카세트가 오염되는 문제가 발생하였다. 따라서, 파티클 발생과 운반물의 오염 방지를 위해 고정 바를 대차에서 분리하지 않는 슬라이딩 방식을 적용하였다. 운반물의 투입과 배출이 용이하도록 양 끝단으로 이동할 수 있으며 운반물의 크기 변동에 따라 블록의 위치를 다르게 설정할 수 있도록 설계하였다. Fig. 1은 종래의 고정장치와 슬라이딩 방식을 적용한 고정장치의 구성도를 나타낸다.

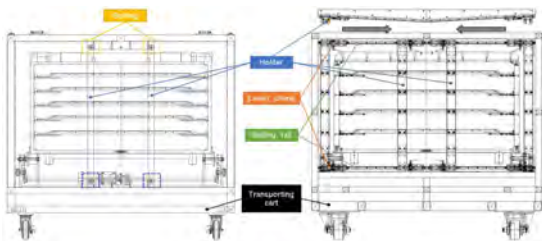


Fig. 1 Design of cassette holder of transport (typical-left, sliding method-right)

Table 1 Comparison by fixing method

Method	Hazard of particle generating	Fatigue of worker (1-5)	Time of fixing (sec)
Method I - upper bolting	○	5	50
Method I - lower bolting	○		
Method II - upper bolting	○	3	30
Method II - lower pivoting	×		
Method III - upper sliding	×	1	10
Method III - lower sliding	×		

3. 고정 장치 제작 및 평가

슬라이딩 방식을 적용한 고정 장치를 제작하여 OLED 증착 마스크의 이송을 위한 운반 대차에 적용하였다. 설계 단계는 총 2단계로 진행하였으며 기존의 고정바를 볼트로 고정하는 방식과 하단부 링크를 적용한 방식, 슬라이딩 방식으로 각각 장치를 제작하여 적용하였다. 장치를 제작하여 대차에 적용한 결과 Table 1과 같이 하단부 링크 적용 시 파티클은 일부 감소하는 효과가 있었으나 링크가 적용된 고정바를 대차에 고정하기 위해 사용자가 옮겨야 하는 행동으로 작업자의 피로도는 여전히 남아 있었다. 슬라이딩 방식이 적용된 고정 장치는 파티클 감소와 작업자의 피로도 및 편의성이 향상된 것을 확인하였다.

4. 결론

본 논문에서 제시한 설계안을 바탕으로 시제품을 제작하였으며 실험결과 제품의 품질과 작업자의 안전성 및 편의성이 향상됨을 확인하였다. 본 논문의 결과는 OLED 증착 마스크가 적층된 AL 카세트의 안정적인 고정과 이동을 위한 공간 개선에 데이터로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- Kim. D. H., "Structural Design of an Automatic Container Fixing Device for Use on Container Chassis", J. Korean Soc. Manuf. Technol. Eng., Vol. 29, No. 1, pp. 59-65, 2020.

플레콘 백 포장 자동화를 위한 비전 카메라 적용 픽업 시스템 개발 Pickup System with Vision Camera for Automated Packaging of Flecon Bags

*김민재^{1,2}, #전의식^{1,3}, 김재경³

*M. J. Kim^{1,2}, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)^{1,3}, J. K. Kim³

¹공주대학교 기전공학과, ²주비엠 ³공주대학교 생산기술연구소

Key words : Vision camera, Automated packaging, Flecon bag

1. 서론

반복 동작은 산업재해의 10대 주요 원인 중 하나이며, 관련 부상으로 인한 비용은 연간 약 20억 달러에 달하는 것으로 추산된다^[1,2]. 일반적으로 분말이나 입자상 제품들을 저장하고 운반하기 위해 다양한 크기의 플레콘 백(Flecon bag)을 사용하며, 플레콘 백을 닫고 밀봉하는 작업은 작업자가 직접 행한다. 플레콘 백 작업자들 대부분은 과로(23%)가 흔했으며 부상은 일반적으로 손가락(50%)과 손(10%) 부상이 가장 흔한 부상 부위로 나타났다^[3]. 본 논문은 플레콘 백의 자동 포장 시스템 개발을 위한 단계 중 하나로 쌓여있는 플레콘 백의 Pick up을 위해 비전 카메라를 적용하였다. 비전 카메라의 인식률과 로봇 암(arm)의 Pick up 향상을 위해 패턴을 적용하였으며 이에 따른 결과를 분석하였다.

2. 시스템 구성

플레콘 백 Pick up을 위한 비전 카메라는 Cognex사의 IS2001M 모델을 적용하였다. 플레콘 백의 주입구에 비전 인식용 패턴을 적용하였으며 플레콘 백의 소모에 따른 초점거리 변화에 대응하기 위해 Z축의 위치를 변경할 수 있도록 구성하였다. 카메라로부터 제품의 각도와 패턴 검출 후 로봇 암이 pick up 가능하도록 정보를 전달하도록 소프트웨어를 적용하였다. Table 1은 해당 카메라의 스펙과 플레콘 백 Pick up을 위한 측정 조건을 나타내며 Fig. 1은 플레콘 백의 인식을 위한 시스템 구성도를 나타낸다.

Table 1 Measurement conditions of vision system

	Method
FOV(Field of view)	800mm × 600mm
Height of measurement	1,300mm
Camera pixel	1.2M
Method	Determining of appearance pattern and angle

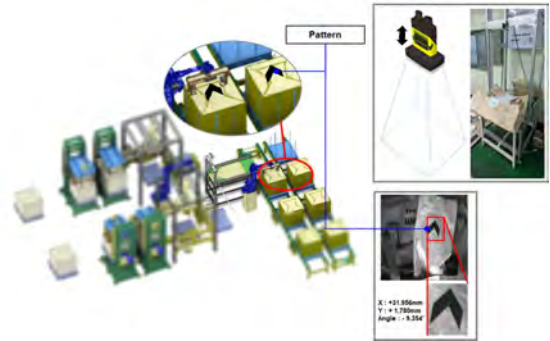


Fig. 1 Design of cassette holder of transport (typical-left, sliding method-right)

3. 결론

본 논문에서는 플레콘 백 자동포장을 위한 비전 인식 시스템을 구성하고 시제품을 제작하였다. 본 시스템을 이용한 결과 로봇 암이 안정적으로 플레콘 백을 Pick up 하여 원료를 담기 위한 지정 위치로 이동함을 확인하였다.

실험결과 제품의 품질과 작업자의 안전성 및 편의성이 향상됨을 확인하였다. 본 논문의 결과는 플레콘 백의 포장 자동화를 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료되며 이를 통해 안전성과 작업성이 향상될 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Liberty Mutual Research Institute for Safety, 2014.
2. Mahiyar F. Nasarwanji, Leanna M. Reardon, John R. Heberger, Patrick G. Dempsey., "Analysis of physical demands during bulk bag closing and sealing", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 53, pp. 363-371, 2016.
3. Mining Industry Accident, Injuries, Employment, and Production Statistics and Reports, 2004-2008.

유한요소 해석을 이용한 여행용 캐리어 낙하 시험 결과 예측 기법 Luggage Drop Test Result Prediction Technique Using Finite Element Analysis

*이상민¹, 변성욱², #홍석무²

*S. Lee¹, *S. U. Byeon², #G. D. Hong(smhong@kongju.ac.kr)²

¹공주대학교 미래융합공과, ²공주대학교 미래자동차공학과

Key words : digital image correlation, drop test, luggage, finite element analysis

1. 서론

여행용 캐리어는 수화물 무게 규정 및 휴대성을 위해 경량성이 요구되며, 운송 중에 발생하는 충격에 취약할 수 있기 때문에 KS 규격의 여러 가지의 품질 테스트를 통과해야만 판매가 가능한데, 각 시험별로 시험기 및 시제품을 제작하기 위해 많은 비용이 소모된다.

본 연구에서는 유한요소 해석을 활용해 품질 테스트 중 하나인 수직 낙하 시험을 진행하여, 실제 시험 없이 캐리어의 신뢰성을 예측하고자 한다. 이를 위해 시중에 판매중인 캐리어를 역설계 기법을 이용하여 해석 모델을 제작하여 유한요소해석을 진행하였고, 실제 낙하 시험 및 DIC(Digital Image Correlation)기법을 활용하여 해석 결과를 검증하였다.

2. 유한요소 해석을 활용한 낙하시험

유한요소 해석을 위한 해석 모델의 경우 시중에 판매되는 캐리어 ATOS 3D Scanner로 역설계 기법을 활용하여 모델링을 진행하였고, Fig. 1에 해당 모델 및 경계조건 나타내었다. 또한 y축 변위량에 대해 나타내었으며, 이때 최대 변위량은 -14.4mm로 예측되었다.

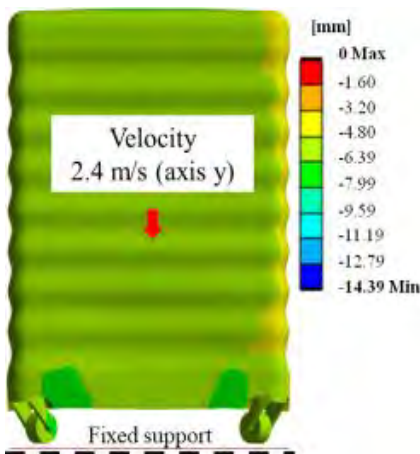


Fig. 1 Boundary conditions & result of FEA model of luggage

3. 캐리어 낙하시험

낙하시험은 Fig. 2(a)와 같이 KS G 3121 규격에 맞도록 캐리어의 중량 및 낙하 높이를 설정하여 진행했고, 캐리어가 이송 중 낙하되는 상황을 고려하여 규격 외의 높이에서 추가로 시험을 진행하였다. 이때 DIC 기법으로 Fig. 2(b)와 같이 캐리어의 낙하 시의 변위를 측정하였고, 측정결과 y축 변위량은 180.0mm로 측정되었다.

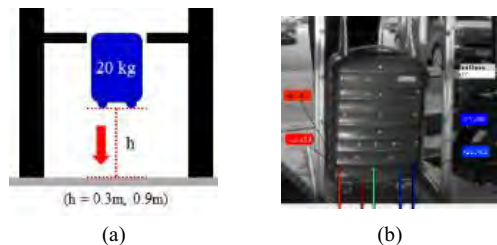


Fig. 2 (a) Overview and conditions of drop test (b) Drop test using DIC technique

4. 결론

유한요소 해석과 낙하시험 결과를 비교하였을 때, y축 변위량의 오차가 약 27.64% 발생하였다. 오차의 경우 낙하시의 충격량이 정확하게 고려되지 않았고, 상용 제품의 명확한 물성 정보를 알 수 없어서 오차가 발생하였다. 추후에 이를 보완한다면 여행용 캐리어 개발 시의 비용을 감소시킬 수 있는 유의미한 대체 해석을 고안할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. S. Hong, "Finite Element Analysis of Dynamic Deformation of Refrigerator's Lower Hinge during Drop Test", J. of KSME, Vol. 3, No. 1, pp. 37-44, 2015.

탄소 섬유 재활용 공정에서 생성된 폐액을 이용한 비닐에스테르 수지 합성 Synthesis of Vinyl Resin using Waste Liquids from the Carbon Fibre Recycling Process

*전상준¹, 이기열², 김준영³, #양대종¹

*S. J. Jeon¹, K. Y. Lee², J. Y. Kim³, #D. Yang(daejong@kongju.ac.kr)¹

¹공주대학교 미래융합공학과, ²케이씨테크, ³카텍에이치

Key words : Carbon Fiber Reinforced Plastic, Recycling, Vinylester, Waste liquid

1. 서론

최근 탄소섬유 복합재는 높은 비강도로 인하여 모빌리티 산업과 같은 첨단분야에서 수요가 급증하고 있으나, 폐기물 처리 과정 중 환경오염을 일으켜 재활용이 필수적이다. 이에, 연구자들은 탄소섬유 복합재에서 고부가가치인 탄소섬유를 회수하는 연구를 진행하고 있다. 그러나, 대부분의 연구는 재활용 탄소섬유 회수에만 초점이 맞추어져 있어 나머지 부산물에 관한 연구는 거의 없다. 실제, 자원 재순환을 위해서는 탄소섬유 회수 및 부산물 전 공정 재활용이 필수적이다. 이에 본 연구는 페탄소섬유강화플라스틱으로부터 탄소섬유 회수공정에 사용하여 발생한 폐액 내 존재하는 에폭시 수지 및 카르복실기 단량체 기반 첨가반응을 통하여 복합재 Matrix로 널리 사용되는 비닐에스테르수지를 합성하였다.

2. 비닐에스테르 수지 합성

비닐에스테르 수지 합성을 위한 반응기는 Fig. 2에 나타났다. 폐액 내 존재하는 에폭시와 카르복실기 단량체에 경화제, 중합금지제 및 안정제 첨가를 통하여 재생 비닐에스테르 수지를 합성하였다. 합성된 비닐에스테르 수지는 FT-IR을 통하여 화학적 구조를 파악하였으며, 산가 및 점도 검사를 통하여 복합재 제조를 위한 Matrix의 적정성을 평가하였다.



Fig. 1 Recycling vinyl ester resin produced from waste solvent

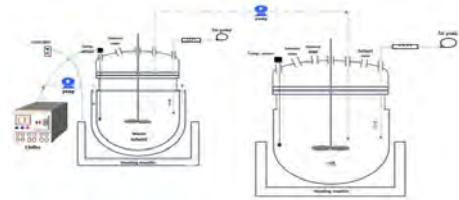


Fig. 2. Schematic diagram of a tow-stage reactor for synthesis of Recycling vinyl ester resin from waste solvent

3. 결론

본 연구에서는 탄소섬유 화학적 해중합에서 발생되는 폐액을 이용하여 재생비닐에스테르 수지를 합성하였다. 합성된 재생비닐에스테르 수지는 기존 비닐에스테르 수지와 비교하여 유사한 화학적 구조 및 물성을 가지고 있으며, 점도 검사 결과 복합재 제조를 위한 Matrix로 문제없음을 확인하였다. 이러한 연구결과는 탄소섬유탄소섬유 복합재 소재지속성을 위한 기초 참고자료가 될것으로 사료된다.

후기

본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력 기반 지역혁신 사업(2021RIS-004)과 2023년 산업통상자원부의 미래형 모빌리티 소재부품공정 혁신기술개발 기반 문제해결형 R&D 인재 양성 (P0023726) 연구비 지원에 의한 연구임.

참고문헌

- Huang, Zhixiong, et al. "A closed-loop recycling process for carbon fiber reinforced vinyl ester resin composite." *Chemical Engineering Journal* 446 (2022): 137254.
- Cheng, Huanbo, et al. "A closed-loop recycling process for carbon fiber-reinforced polymer waste using thermally activated oxide semiconductors: Carbon fiber recycling, characterization and life cycle assessment." *Waste Management* 153 (2022): 283-292.

휠체어 프레임 구조 변경을 통한 적재 편의성 개선

Loading Convenience Improvement through Alteration of Wheelchair Frame Structures

*오민성¹, 문태용, 이창연², #홍석무³

*M. S. Oh¹, T. Y. Moon, C. Y. Lee², #S. M. Hong(smhong@kongju.ac.kr)³
^{1,2}공주대학교 기계자동차공학부, ³공주대학교 미래자동차학과, 그린카기술연구소

Key words : Structure Analysis, Fatigue Analysis, Folding Wheelchair, TRIZ

1. 서론

LPG 차량은 LPG 연료 저장 탱크가 트렁크 내부에 있어 차량 공간이 16.7% 줄어든다. 이러한 제약은 장애인 이동권과 관련된 문제를 일으켜, 기존의 일반적인 휠체어 같은 경우 LPG 트렁크에 적재하지 못하는 불편을 겪는다. 따라서 본 연구에서는 LPG 차량의 협소한 트렁크에 적재 가능한 접이식 휠체어 프레임을 설계하는 것을 목적으로 한다.

2. 트리즈 기법을 통한 프레임 설계

3차원 CAD를 통해 휠체어를 설계한다. 일반적인 휠체어의 경우 Fig. 1의 (b)에서 (c) 과정까지 구조상의 장애가 발생하며, 이것은 트리즈 기법에 의해 기술적 모순으로 정의된다. 이를 해결하기 위해 모순 행렬표를 활용하였다. 모순 행렬표를 통해 선정된 40가지 실험 원리 중 2, 26, 12, 17번 원리가 선정되었으며, 그 중 17번 “차원 변경”을 적용하고자 한다.

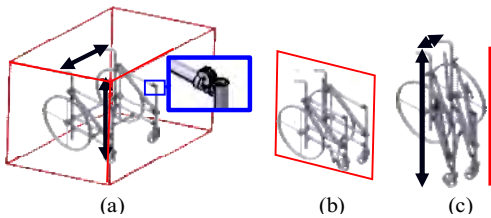


Fig. 1 Folding process according triz (a)unfolded state in 3D, (b)folding process in 2D, (c)folded state in linear representation

3. 유한요소해석을 통한 안정성 검증

Fig. 2와 같이 사용자가 휠체어에 앉았을 때 발생하는 중력과 하중을 고려한 경계조건 설정하고 유한요소해석을 진행하였다. 해석 결과, 최대 변형량은 좌석에서 0.08mm이며, 최대 응력은 우측 앞 힌지의 연결부에서 26.8MPa이 도출되었다. 이때, 응력의 경우 Structural steel의 항복응력 250MPa을 초과하지 않아, 설계상 안전하게 작동할 것으로 예측된다.

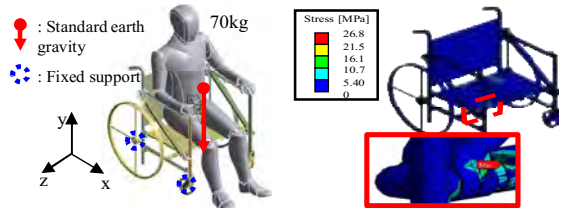


Fig. 2 Loading and boundary conditions and FE results from Ansys structural analysis

4. 휠체어 목업 제작

앞선 설계를 기반으로 실제 목업을 제작한다. Fig. 3(a)~(c)는 제작된 목업을 도시하고 있다. Fig. 3(d)와 같이 H사의 S모델 LPG 트렁크에 Fig. 3(c) 형태의 휠체어를 적재하여, 설계가 변경됨에 따라 적재 편의성이 확보되었음을 증명하였다.

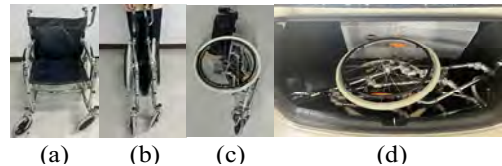


Fig. 3 Folding process (a) unfolded state, (b) folding process, (c) folded state and (d) Folded Wheelchair Loaded

4. 결론

본 연구에서는 기존 휠체어에서 적재 편의성을 증가시키기 위해 힌지를 추가하고, 구조를 변경한 접이식 휠체어를 설계하였다. 유한요소해석을 통해 구조적 안정성을 검증하였고 이에 부합하였다. 최종적으로 앞선 설계를 기반으로 목업을 제작해 변경된 설계에 따라 적재 편의성이 확보되었음을 확인하였다.

참고문헌

1. J. H. Jeong, "TRIZ Problem Definition through Requirements Engineering", J. of KSMTE, Vol. 19, No. 4, pp. 440-448, 2010.

무선충전기의 모듈 과열로 인한 전자기장-열-유동 연성해석

Electromagnetic-thermal Deformation Analysis due to Module Overheating in Wireless Chargers

*황순재¹, #홍석무^{2,3}

*S. J. Hwang¹, #S. M. Hong(smhong@kongju.ac.kr)^{2,3}

¹공주대학교 미래융합공학과, ²공주대학교 미래자동차공학과 ³그린카 연구소

Key words : PCM, Wireless charger, Overheating, Electromagnetic-thermal-fluid coupled analysis

1. 서론

최근 스마트폰의 휴대성을 극대화하기 위해 무선 충전 방식이 증가하는 추세이다. 무선 충전은 휴대성을 극대화하지만, 구조적인 문제로 인해 높은 온도가 발생하게 되는데 이는 배터리 고장의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 무선 충전 시 발생하는 온도를 측정하고, 이때 온도가 위험 온도까지 도달할 경우 상변화 물질(PCM/Phase Change Materials)의 적용을 통해 이를 방지하는 설계를 하고자 한다.

2. 해석 모델

본연구에 사용된 무선 충전 모듈 PCB와 송신 코일로 구성되어있다. 실제 모델의 경우 여러 부품들이 결합 되어있어 복잡한 형태로 이루어져 있으나 본 연구에서는 주요 발열이 일어나는 부품을 제외한 부품을 생략한 형태로 단순화하여 3차원 모델링 하였다.

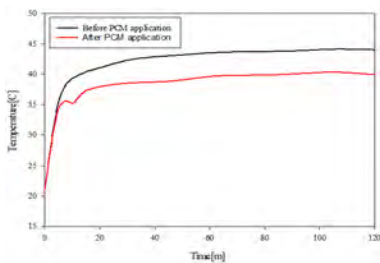


Fig. 1 Comparison of heat generation before and after PCM application over time

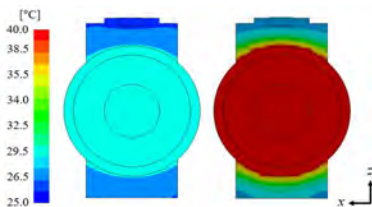


Fig. 2 Comparison of heat generation before and after PCM application

3. 유한요소 해석

측정을 통해 스마트폰 구동과 무선 충전을 병행할 경우 스마트폰에 발열이 발생함을 확인하였으며, 이때 스마트폰에서 최대 35.5°C가 발생하였다. 이는 리튬이온 배터리의 성능 감소에 영향을 줄 수 있는 온도로, 스마트폰의 성능저하 방지를 위해 발열을 개선할 필요성이 있다. 따라서 무선 충전기에 PCM을 적용하여 무선 충전 모듈에 발생하는 과열을 방지하였다. 그 결과 모듈에서 최대 31.4°C로 기존 대비 10.7% 감소한 결과를 보였다. 이를 검증하기 위해 전자기장 해석을 통해 코일에서 발생하는 열을 예측하였으며, 이를 바탕으로 PCM이 적용된 모듈의 온도를 예측하였다. 그 결과 31.6°C가 발생하였으며 이는 실제 모델과 0.3% 차로 측정결과의 유효함을 증명하였다.

4. 결론

본 연구에서는 무선 충전 시 스마트폰의 과열로 인한 변형과 이를 방지하기 위한 방법을 연구하였다. 기존 스마트폰의 구동과 무선 충전을 병행할 경우 과열이 발생하는 것을 확인하였고 이를 방지하기 위해 PCM을 적용하였다. PCM의 적용을 통해 과열 방지 설계에 성공하였으며 열-유체 해석을 통해 결과를 검증하였다. 향후 이를 바탕으로 상변화 물질을 이용한 무선 충전 시 스마트폰의 과열 방지 설계에 적용할 수 있게 되었다.

참고문헌

1. D. Ryu, Y. H. Kim and K. H. Koo, "Performance Measurement of the Wireless Charging Devices Using Elettromagnetic Induction Techniques," Journal of Advanced Navigation Technology, Vol. 19, No. 3, pp. 237-243, 2015.

기계 발광 소재 기반 균열 감시

Crack Monitoring Using Mechanoluminescence Material

심지용¹, *김민서¹, 류동현², #손정우³

J. Y. Shim¹, *M. Kim¹, D. Ryu², #J. W. Sohn(jwsohn@kumoh.ac.kr)³
¹금오공과대학교 대학원 항공기계전자융합전공, ²New Mexico Tech. 기계공학과,
³금오공과대학교 기계설계공학과

Key words : Mechanoluminescence Material, Crack Propagation Monitoring

1. 서론

구조물의 상태를 정확하게 모니터링하는 것은 시스템의 안정성을 유지하고 자원을 보존하는데 핵심적인 기술이다. 기존의 모니터링 시스템은 균열을 확인하기 위해 인력을 동원하여 직접 관측하고, 관측자가 직접 균열을 판단하여 안정성을 평가한다. 이러한 방법은 균열 관측에 많은 시간과 노력이 필요하며, 주관적인 판단이 개입되어 동일한 균열이라도 결과가 다를 수 있다.⁽¹⁾

본 연구에서는 기계 발광(Mechanoluminescence Material, ML) 소재를 사용하여 구조물에 발생한 균열의 진행을 예측할 수 있는 기법을 위한 기초 연구를 수행한다. 구조물에 인위적인 결함을 발생시키고 균열을 진행하도록 한다. 영상 처리 기법과 컴퓨터 비전을 활용하여 시편에서 발생하는 균열의 진행을 추적하는 시스템을 구성하고 이를 기반으로 균열의 진행을 예측할 수 있음을 확인한다.

2. 시험

기계 발광 소재는 외부의 기계적 자극에 대해 발광하는 특성이 있다. 기계 발광 소재 중 가장 대표적인 소재인 황화아연-구리(ZnS:Cu)은 기계적인 변형에 대하여 녹색 계열의 형광 빛을 발광하며, 높은 내구성과 반복성을 가지고 있다. 또한, ZnS:Cu와 유기규소화합물(polydimethylsiloxane, PDMS)의 혼합물은 높은 탄성력을 가진 PDMS의 특성으로 인해 인장과 수축 시 소재 내부에서 마찰이 발생하면서 빛이 발생한다.

기계 발광 소재를 코팅한 알루미늄 소재 시편을 준비한다. ZnS:Cu와 PDMS의 혼합물인 기계 발광 소재를 시편 표면에 코팅하여 균열의 진행을 관찰할 수 있도록 한다. 준비된 시편에 사전-균열을 만들고, 인장 시험을 진행해 시편의 균열이 진행되도록 한다. 시편에 인장력이 가해짐에 따라 균열이 진행되면서 소재 표면에 코팅되어있는 기계 발광 소재가 발광하게 된다. 시편 내부의

결함으로 인해 변형률이 증가하고, 인장이 일어나는 지점에서 빛이 먼저 발생하게 된다. 이 빛의 발생 지점을 따라 균열이 진행되므로, 빛의 진행을 관찰하여 균열의 진행 방향을 미리 확인할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 기계 발광 소재를 이용하여 구조물에 발생한 균열의 진행을 예측할 수 있음을 확인하였다. 기계 발광 소재를 코팅한 구조물의 균열을 진행시키는 실험을 수행하고 영상 정보를 기반으로 컴퓨터 비전 기법을 적용하여 기계 발광 소재의 빛과 구조물의 균열을 구분하는 시스템을 구성한 후 해당 균열에 대해 측정되는 빛에 대한 정량적 데이터를 측정하였다. 이를 통하여 변형률과 빛의 강도 간 상관관계를 분석하고, 비접촉 방식을 이용하여 구조물의 균열 진행 방향을 예측할 수 있음을 확인하였다.

후기

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원한 산업혁신인재양성지원사업(해외연계) (P0017307)으로 수행된 연구 결과임. 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2023R1A2C1007973).

참고문헌

1. Mongare, A., Gallegos, D., Gammill, M., Paek, W. L., Kalugin, N. G., and Ryu, D. "Understanding Constitutive Relationship Between Mechano luminescence of ZnS:Cu-PDMS and Strain." International Conference on Structural Health Monitoring 2019.

메타 보 모델을 위한 차원 축소법

A Dimensional Reduction Approach for Meta-Beam Models

*김신호¹, #김준식²

*S. H. Kim¹, #J.-S. Kim(junsik.kim@kumoh.ac.kr)²

¹금오공과대학교 기계공학과, 기계항공전자융합전공, ²기계시스템공학과, 기계항공전자융합전공

Key words : Dimensional reduction, Meta-beam, Sub-structuring

1. 서론

유한요소 축차법은 복잡한 구조물을 여러 개의 작은 구조물에 대한 유한요소 모델로 나누어 해석하는 기법이다. 그러나 축차법의 주요한 문제 중의 하나는 물리적 의미가 있는 축차 요소를 구성하기 어렵다는 것에 있다. 구조에 대한 차원 축소는 보/판/셸 요소와 같이 이론적 수준에서 구조물의 차원을 줄이는 것이어서, 유한요소 축차법과 대조된다. 본 연구에서는 축차법과 축소법의 경계에 있는 차원 축소법을 개발하고자 한다. 즉, 3차원/2차원 유한요소법에 축소법을 적용하여 축차 요소를 개발한다.

수치 예제로서 점근해석기법으로 유도된 보 요소와 연결되는 임의의 2차원 유한요소로 구성된 구조를 채택하였다. 이때 부구조는 2절점 보요소로 구축되며, 결합을 포함하거나 임의의 형상을 가진다. 유도된 보 요소를 사용하여 계산한 결과를 원래 유한요소의 결과와 비교 분석한다.

2. 정식화 및 수치예제

2차원 요소와 보 요소를 연결하기 위해서는 먼저 보 요소의 특성을 이해해야 한다. 보 요소의 변위장은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\mathbf{u} = \Phi \mathbf{v} + \mathbf{w} \tag{1}$$

여기서 \mathbf{u} 는 2차원 변위이며, \mathbf{v} 는 보의 변위 \mathbf{w} 는 워핑 변위이다. 이 워핑 변위는 보의 평면응력 가정에 내재되어 있어 겉으로 드러나지 않는다. 따라서 2차원 유한요소 경계에서 이 워핑변위를 계산하면, 보의 연속성을 보장할 수 있게 된다.

2차원 유한요소 경계에서 면에 수직인 방향으로 새로운 좌표계를 Fig. 1과 같이 설정하였다. 이 좌표계를 기준으로 보의 평균 변위를 적용하면, 경계에서의 보의 자유도로 2차원 형상함수를 얻을 수 있다.

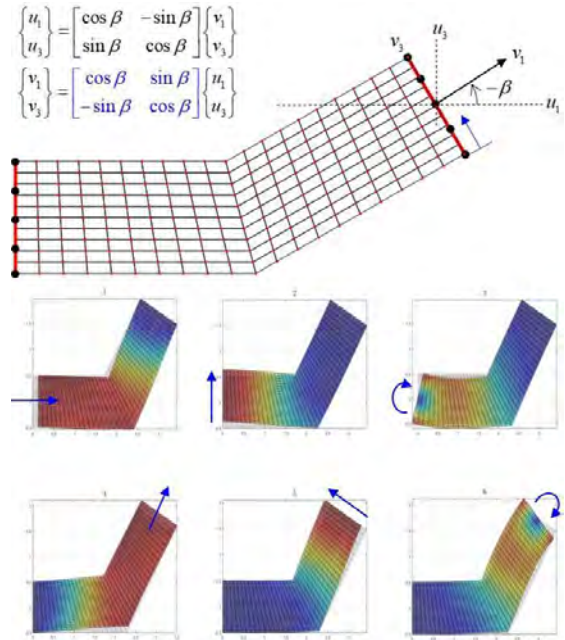


Fig. 1 Two-dimensional finite element mesh and coordinate system (top), meta-beam shape function (bottom)

3. 결론

2차원 유한요소에 축차/축소를 위하여 점근해석기법을 차용하여, 부구조의 경계면에서의 자유도를 보의 자유도로 축소하였다. 이 요소를 이용하여 계산한 결과는 원래 유한요소의 결과와 정성적/정량적으로 일치함을 확인하였다.

참고문헌

1. Kalamkarov, A.L, Andrianov, I.V., Danishevskyy, "Asymptotic Homogenization of Composite Materials and Structures", Appl Mech Review, Vol. 62, pp. 030802, 2009.

이산요소법 기반 칫솔 모델을 이용한 치아 각도에 따른 치경부 마모 해석 Analysis for NCCLs According to Tooth Angle Using Toothbrush Model Based on Discrete Element Method

*김하윤^{1,2}, #박준영^{1,2}

*H. Y. Kim^{1,2}, #J. Y. Park(pcello@kumoh.ac.kr)^{1,2}

¹금오공과대학교 기계설계공학과, ² 금오공과대학교 항공기계전자융합전공

Key words : DEM, Bonded Particle, NCCLs, Archard wear

1. 서론

Bonded Particle 모델은 구형 입자를 연결함으로써 칫솔모와 같은 막대 형태를 효과적으로 묘사하여 비선형적인 거동을 해석할 수 있다.

치경부마모증 (NCCLs: Non-Carious Cervical Lesions)는 주로 치아의 법랑질과 상아질 경계면(DEJ: Dentino Enamel Junction)에서 발생하는 치아질환 중 하나입니다. 이로 인해 치아 마모와 통증이 발생합니다. 이 질환은 약 60% 이상의 인구에 영향을 미치며, 나이가 들수록 빈도가 더 높아진다고 알려져 있다. 치경부마모증의 원인으로는 칫솔질, 음식물의 산성, 치약, 칫솔모의 강도 등이 제안되었지만 정확한 원인은 아직 밝혀지지 않았다^(1,2).

2. 본론

본 연구에서는 기존에 증명한 Nylon모델을 통해 칫솔 및 칫솔질을 구현하여 NCCLs가 가장 많이 일어나는 첫 번째 소구치의 각도에 따른 NCCLs의 정도의 변화를 분석하였다.

본 연구에서 칫솔질은 법랑질(Enamel)과 상아질(Dentine)의 경계면으로 횡마법(Horizontal Method)으로 진행된다. 치아가 받는 일반적인 힘인 3N을 받으며 0.2m/s로 치아가 다 쓸리면 다시 돌아오는 것을 1stroke로 하여 총 4stroke으로 진행이 된다.

치아의 경우 Fig. 1과 같이 치아 3개가 같이있는 경우(Case1)와 첫 번째 소구치 하나만 있는 경우(Case2)를 나누어 주변 치아들의 영향 또한 분석해보았다.

3. 결론

Case1과 Case2는 첫 번째 소구치에서의 큰 마모값의 차이를 보여주고 있다. 또한, 각도가 커짐에 따라 마모도의 값 또한 증가하는 것이 이산요소법을 통해 나타났다.

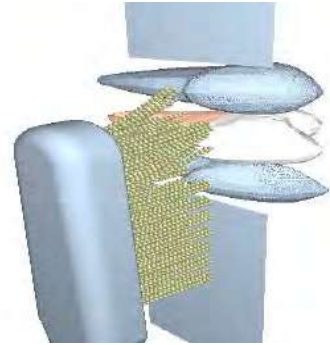


Fig. 1 Snapshot of simulation

후기

본 연구는 정부(교육과학기술부)의 재원에 의한 한국연구재단(RS-2023-00246518) 및 산업통상자원부(MOTIE)와 산업기술평가관리원(KEIT) (RS-2023-00262421)의 지원으로 수행되었으며, 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 Grand ICT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2023-2020-0-01612).

참고문헌

1. Yoshizaki, K. T., Francisoni-dos-Rios, L. F., Sobral, M. A. P., Aranha, A. C. C., Mendes, F. M. and Scaramucci, T., 2017, "Clinical features and factors associated with non-carious cervical lesions and dentin hypersensitivity," Journal of oral rehabilitation, 44(2), 112-118.
2. Sabrah, A. H., Turssi, C. P., Lippert, F., Eckert, G. J., Kelly, A. B., and Hara, A. T., 2018, "3D-Image analysis of the impact of toothpaste abrasivity on the progression of simulated non-carious cervical lesions." Journal of Dentistry, 43, 14-18.

이산요소법을 이용한 충돌 회피의 수치적 적용에 따른 교차로 보행자 유동 시뮬레이션

Simulation of crossroad Pedestrian Flow by Numerical Application of Collision Avoidance Using Discrete Element Method

*김태형¹, 이승우¹, #박준영^{1,2}

*T. H. Kim¹, S. W. Lee¹, #J. Y. Park(pcello@kumoh.ac.kr)²

¹금오공과대학교 기계공학과, ²금오공과대학교 항공기계전자융합전공

Key words : DEM, collision avoidnace, intersection, pedestrian

1. 서론

실생활에서 사거리의 혼잡을 볼 수 있는 장소이다. 지하철, 지하상가 및 상가 교차로 및 횡단보도가 대표적인 예이다. 실제로 출퇴근 시간 일때의 횡단보도나 주말에 유명한 상가 교차로에서는 보행자들이 급격하게 늘어나 거리가 정체되는 현상이 생기기도 한다.

위 논문에서는 이산요소법(DEM)을 이용한 사거리 시뮬레이션을 통해 보행자의 흐름 유동을 파악하고 밀도에 따른 속도, 접촉력 등의 요소를 계산하여 정체 현상에 주요 원인을 파악 할 수 있다. 또한 사거리에서의 정체현상을 시뮬레이션 하기 위해 기존의 개발된 심리 효과에서 충돌 회피 예측 심리 효과를 수치적으로 계산하여 추가해 새롭게 모델링 하였다.

2. 보행자의 운동방정식

본 연구에서는 기존의 뉴턴의 운동방정식을 기준으로 보행자의 심리적 힘, 접촉력의 힘, 충돌 회피 예측 힘으로 표현되었다.

$$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \frac{\vec{F}_{psy}}{m} + \frac{\vec{F}_{con}}{m} + \frac{\vec{F}_{fse}}{m}$$

\vec{r} : 보행자의 위치 벡터

\vec{F}_{psy} : 보행자에게 가해지는 심리학적 힘

\vec{F}_{con} : 보행자에게 가해지는 물리적인 힘

\vec{F}_{fse} : 보행자의 충돌 회피 예측 힘

각 보행자의 힘을 위의 운동방정식을 이산요소법으로 계산하였다. 보행자 유동 흐름을 보여주기 위해서 보행자의 심리적 효과, 충돌 회피 예측 계수들에 의해 시뮬레이션이 진행된다.

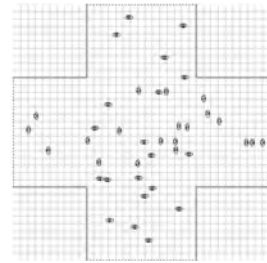


Fig. 1 Snapshots of intersection pedestrian simulation

3. 결론

본 연구에서는 이산요소법을 이용하여 각 입자들이 받는 힘들을 계산하였습니다. 계산하기 힘든 충돌회피 예측 힘과 심리적 힘을 계산하여 사거리에서의 보행자 흐름을 시뮬레이션으로 보여 줄 수 있다.

후기

본 연구는 정부(교육과학기술부)의 재원에 의한 한국연구재단(RS-2023-00246518) 및 산업통상자원부(MOTIE)와 산업기술평가관리원(KEIT)(RS-2023-00262421)의 지원으로 수행되었으며, 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 Grand ICT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2023-2020-0-01612).

참고문헌

- Harada, E., Gotoh, H., & Abd Rahman, N. B. (2015). A switching action model for DEM-based multi-agent crowded behavior simulator. *Safety science*, 79, 105-115, 2015.
- BAMBERGER, Johanna, et al. Crowd research at school: crossing flows. In: *Traffic and Granular Flow'13*. Springer International Publishing, pp. 137-144, 2015.

나노입자 기반 유연 센서의 제작과 동작 감지의 활용 가능성에 대한 연구 A Study on the Fabrication of Nanoparticle-based Flexible Sensor and its Applicability in Motion Detection

*조혜수¹, #이길용¹

*H. Jo¹, #G. Y. Lee(gylee@kumoh.ac.kr)¹

¹금오공과대학교 기계공학과 항공기계전자융합전공

Key words : Laser Sintering, Flexible Conductive Sensor, Motion Detection

1. 서론

최근 레이저 소결 방식을 이용하여 제작한 전자, 전기 장치와 같은 변형 센서 또는 착용가능한 유연 센서 등과 같은 다양한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 유연한 전도성 소자는 높은 신축성, 유연성, 감도, 내구성 및 빠른 응답속도를 충족시킬 수 있어야 한다 [1]. 본 연구에서는 나노입자의 레이저 소결을 통해 이와 같은 유연 센서를 제작하고 이를 이용하여 손가락에 착용하여 동작에 대한 센서의 감도와 성능을 평가하고 토의한다.

2. 유연 센서 제작

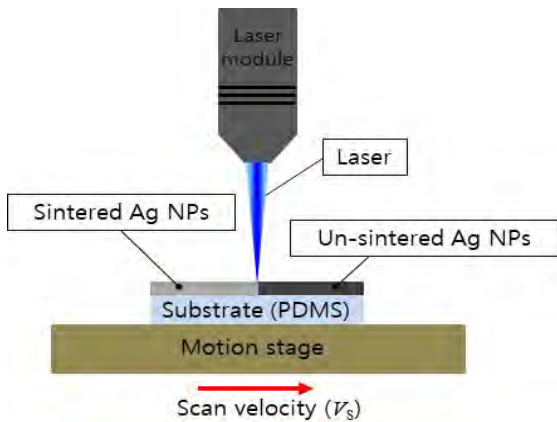


Fig. 1 Laser sintering system

본 연구에서는 유연 전도성 센서를 제작하기 위하여 소결 시스템을 구축하였고 Fig. 1은 소결 시스템의 개략도를 보인다. 소결 시스템은 레이저 모듈(405nm)과 X-Y 리니어 모션 스테이지(2축)로 구성되어 있으며 은나노입자를 소결하는 주요 공정조건은 스테이지의 이송 속도와 조사하는 레이저의 세기를 제어하여 제작하였다.

3. 결과

Fig 2에 제작된 유연 센서를 착용하고 손가락 동작에 따른 센서의 측정 결과를 보였다. 손가락의 굽힘 동작에 대한 전기저항 변화를 효과적으로 측정할 수 있었고 동작 감지에 활용 가능성을 확인할 수 있었다.

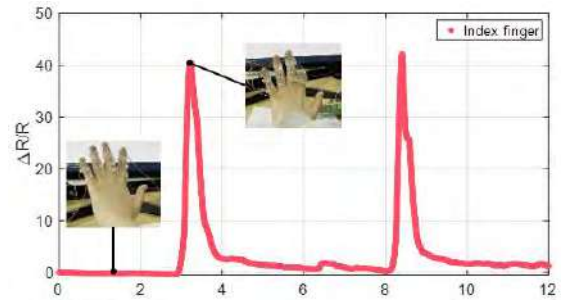


Fig. 2 Motion signal captured by the flexible sensor

4. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 유연 전도성 패턴을 제작하여 손가락 동작에 따른 전기저항의 변화를 측정하여 센서로서의 응용가능성을 확인하였다. 향후 센서의 성능 개선과 추가적인 응용 방안에 대한 연구를 수행할 예정이다.

후기

본 연구는 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원 (KEIT) 연구비 지원(과제번호 20017462)과 중소벤처기업부에서 지원하는 2022년도 산학연플랫폼협력기술개발사업(S3312001)의 연구수행으로 인한 결과물임.

참고문헌

1. Rao, Jaehwan Lee, Inkyu Park, "A stretchable strain sensor based on a metal nanoparticle thin film for human motion detection", Royal society of chemistry, Vol. 6, pp. 11932-11939, 2014.

객체 인식 알고리즘을 이용한 추적 시스템 Tracking System Using Object Recognition Algorithm

*장정서, #손정우

*J. S. Jang, #J. W. Sohn(jwsohn@kumoh.ac.kr)

금오공과대학교 기계설계공학과

Key words : Robot Operating System, Object Recognition, Mobile Robot

1. 서론

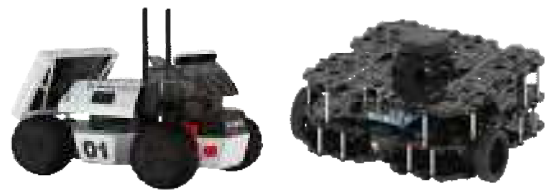
최근 인공지능에 대한 사람들의 관심이 높아지면서 다양한 분야에서 딥러닝 알고리즘을 적용하고 있다. 딥러닝을 이용한 대표적인 기술로 머신러닝, 객체 인식, IoT 등이 있다. 이 중 객체 인식은 이미지나 영상 내의 물체를 식별하는 컴퓨터 비전 기술이다. 객체 인식 기술은 자율주행 차량에서 핵심적인 기술로 떠오르고 있다. 이러한 객체 인식의 대표적인 모델인 YOLO(You Only Look Once) 알고리즘은 실시간 객체 인식 시스템으로 기존의 객체 인식 모델보다 빠르고 정확한 데이터 처리 속도를 가지고 있다. 본 연구에서는 자율 주행에 중요한 기술인 객체 인식 시스템을 제안하고 실험을 통해 그 성능을 증명한다. YOLO 알고리즘을 이용하여 차량 전면에 장착된 카메라를 이용하여 획득한 영상 데이터를 기반으로 특정 차량을 인식하여 일정 거리를 유지하며 주행할 수 있도록 한다.

2. 개발 환경

상용 소형 모바일 자동차 모델 LIMO와 모바일 로봇 모델 Turtlebot3를 이용하여 자율주행 및 추종 시스템을 개발하고 평가하였다. 소프트웨어 개발은 로봇 운영시스템 (Robot Operating System, ROS)를 기반으로 진행되었다. ROS의 네트워크 통신 기능을 이용하여 LIMO 모델과 PC 사이에 데이터를 실시간으로 주고 받도록 하고, LiDAR(Light Detection and Ranging) 센서로부터 수집된 데이터를 받아 주변 물체를 식별하고 특정 거리 이내에 장애물이 인식되면 주행 제어 시스템에 정지 명령을 할당하여 자율주행 차량이 멈추도록 설계하였다.

GPU를 이용한 빠른 연산을 위하여 NVIDIA에서 제공하는 CUDA, cuDNN에 YOLOv3 알고리즘을 적용하였다. 인식하고자 하는 객체의 이미지를 YOLOv3를 이용하여 학습시킨 뒤 이미지 타입의 메시지로 publish 하였다. LIMO 모델에서 실시간으로 객체를 검출하고 TurtleBot3 모델의 위치를 식별하도록 한다. LIMO 모델

이 Turtlebot3 모델을 인식하게 되면 YOLOv3의 객체 인식 정보는 주행 제어 시스템으로 전달되고, LIMO 모델이 Turtlebot3 모델을 지정된 간격을 두고 추적하도록 제어된다.



(a) LIMO 모델

(b) Turtlebot3 모델

Fig. 1 Mobile Robots

3. 결론

본 연구에서는 딥러닝 기반 YOLO 알고리즘을 자율주행 차량의 객체 인식 시스템에 적용하였다. ROS를 활용하여 YOLOv3의 객체 인식 정보를 실시간으로 주행 제어 시스템에 전달하였다. 상용 소형 모바일 자동차 모델을 이용한 자율주행 시스템에 YOLOv3에 적용함으로써, 차량은 전면에 장착된 카메라를 통해 획득한 영상 데이터를 기반으로 주변 환경을 실시간으로 감지하고 특정 차량을 지정된 거리를 유지하며 추적할 수 있도록 하였다. 다음 단계의 연구에서는 더욱 정교한 객체 인식 알고리즘과 실제 활용에 대한 추가적인 탐구가 이루어질 예정이다.

후기

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2023R1A2C1007973). 또한 이 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역기능화혁신인재양성(Grand ICT 연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2023-2020-0-01612).

균질화 기법과 부구조 기법을 이용한 복합 패턴을 가진 반복 구조물의 효과적인 해석기법에 대한 연구

A Study on an Effective Analysis Method using Homogenization Method and Substructuring Method for Repeated Structures with Complex Patterns

*장완재¹, 장성민², #한장우³

*W. Jang¹, S. Chang², #J. W. Han(uddan@kumoh.ac.kr)³

¹금오공과대학교 기계공학과, ²충남대학교 기계공학부, ³금오공과대학교 기계설계공학과

Key words : Finite Element Analysis, Homogenization Method, Substructuring Method, Repeated Structure

1. 서론

산업의 발전과 함께 구조물은 복잡해지며, 동일 부품이 반복 사용되는 경우가 많다. 이러한 구조물의 해석에는 많은 연산 처리시간과 전산 자원이 필요로 된다. 동일 부품이 형성하는 패턴을 고려한다면 효과적으로 해석을 수행할 수 있다. 반복 패턴에 효과적인 기법 중에는 균질화 기법과 부구조 기법이 있다⁽¹⁻²⁾.

실제 구조물들은 하나의 부품이 반복되는 것이 아니라 여러 부품이 복합적으로 반복되는 패턴을 형성하는 경우가 많다. 이러한 경우 상기 두 기법 중 하나의 기법만을 이용하여 효과적인 해석을 수행하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 균질화 기법과 부구조 기법을 함께 활용하여 복합적인 패턴을 지닌 반복 구조물에 효과적인 해석기법을 제안한다.

2. 제안된 기법

제안된 기법은 동일 부품의 반복 횟수를 고려하여 해석을 수행한다. 부품이 형성하는 다수 반복 패턴은 균질화 기법을 적용하여 균질화된 등가 물성을 도출한다. 도출한 등가 물성을 이용하여 다수 반복 패턴이 형성하는 복잡한 형상을 단순화한다. 이후 부품의 소수 반복 패턴에는 부구조 기법을 적용하여 해석 모델의 요소와 절점 개수를 감소시킬 수 있다.

3. 수치 예제

수치 예제로 핀 튜브 열교환기를 이용하여 제안된 기법을 적용한 해석의 정확성 및 효율성을 검증하였다. 균질화 기법을 적용하지 않은 핀 튜브 집합체의 기존 모델과 균질화 기법을 적용한 모델에 대해 x, y, z축 방향별 하중을 부여하고 해석 결과를 비교하였다. 방향별 오차율은 각각 0.94, 2.16, 0.12%로 높은 정확성을 보였다. 이후 등가 물성을 이용하여 형상이

단순화된 핀 튜브 열교환기에 대해 부구조 기법을 적용한 축약 모델과 부구조 기법을 적용하지 않은 전체 모델의 해석 결과를 비교하였다. 해석을 수행한 모든 모드 차수에서 두 해석 모델의 고유진동수 오차율은 0.75% 미만임을 확인했다. 방향별 가속도 진폭 최고점의 최대 오차율은 x 방향에서 약 1.97%이며, 이에 따른 변위 최대 오차율은 2.25%로 비교적 높은 정확도를 보였다. 또한, 모드 해석 및 주파수 응답 해석 시간은 2.71배, 2.83배 단축되는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 복합적인 패턴을 지닌 반복 구조물의 효과적인 해석을 위해 균질화 기법과 부구조 기법을 이용한 해석기법을 제안하였다. 수치 예제를 통해 제안된 해석기법을 이용하면 비교적 높은 정확도를 유지하며 해석 시간이 단축되는 것을 확인하였다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (NRF-2022R1C1C1012599)

참고문헌

1. Chang, S., Yang, S., Shin, H. and Cho, M., "Multiscale Homogenization Model for Thermoelastic Behavior of Epoxy-based Composites with Polydisperse SiC Nanoparticles", J. of Compos. Struct., Vol. 128, pp. 342-353, 2015.
2. Lee, D., Baek, S. and Cho, M., "Structural Reanalysis Method Based on Condensation in Large Scale Structure", J. of Comput. Struct. Eng. Inst. Korea, Vol. 25, No. 4, pp. 14-20, 2012.

3D 프린팅 공정 연계 구조 해석을 통한 출력물의 기계적 이방 거동 예측

Prediction of Mechanical Anisotropic Behavior of Structure Using AM-Structural Coupled Analysis

*이금현¹, 장다영¹, 선채림², 김정민³, 설영훈³, 윤민호², #한장우³
 *G. H. Lee¹, D. Y. Jang¹, C. R. Seon², J. M. Kim³, Y. H. Seol³, M. H. Yoon²,
 #J. W. Han(uddan@kumoh.ac.kr)³

¹국립금오공과대학교 기계공학과, ²서울시립대학교 기계정보공학과,
³국립금오공과대학교 기계설계공학과

Key words : 3D printing, Nozzle path, AM-Structural Coupled Analysis

1. 서론

본 연구를 통해 FDM 3D 프린팅 공정 변수가 반영된 구조해석을 수행하였다. 주요 공정 변수로는 노즐 경로, 공극 등이 있으며, 상기 공정 변수에 대한 영향은 실험적으로 규명되어 3D printing으로 제작된 구조물의 이방 특성을 결정 짓는데 영향을 미치는 인자로 밝혀졌다.⁽¹⁾ 이와 같은 영향으로 3D printing으로 제작된 구조물에 대한 구조 해석을 진행하고자 할 때, 공정 변수들에 대한 영향이 고려되어야 하는 것은 필수적이라 할 수 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 공정 변수를 고려하기 위해 노즐 경로에 따른 이방 물성을 도출하였으며, 해당 물성을 구조 해석에 반영하여 3D printing의 공정 변수가 고려된 AM-Structural coupled analysis를 진행하고자 하였다.

2. AM-Structural 연계 해석

3D printing으로 제작된 구조물의 이방 특성 파악 및 Digimat MX의 역공학 기능 적용을 위한 인장시험 데이터를 도출하기 위해, Markforged mark two/x7 장비를 사용하여 3가지 Case(0°, 45°, 90° 적층)의 적층 각도를 갖는 인장 시편을 제작했다. 인장시험 결과 시편 출력 과정에서 적층 각도에 따라 인장 거동 특성이 다르게 나타나는 것을 확인하였다.

본 연구에서는 상기 인장시험 데이터를 활용한 역공학 과정을 통해 적용 소재에 대한 이방 물성을 도출하였으며, Digimat MAP/CAE 및 Abaqus/Ansys를 통해 노즐 경로에 따라 변화하는 물성 특성이 고려된 AM-Structural coupled analysis를 수행하였다. Fig. 1은 실험적/해석적으로 도출된 적층 각도에 따른 인장 시편의 파단면을 나타낸다.

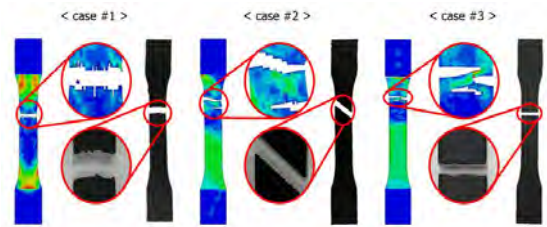


Fig. 1 Comparison of Fracture Aspect

3. 결론

본 연구는 출력물의 이방 특성을 결정 짓는 FDM 3D printing 공정 변수(노즐 경로)를 구조 해석에 반영할 수 있는 AM-Structural Coupled Analysis 기법을 수행하였다. 추후 본 연구에 사용된 소재에 대한 이방 물성을 해석적으로 엄밀하게 도출하고, 각 기법을 통해 도출된 이방 물성에 대한 비교·분석을 진행하고자 한다.

후기

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이며 (NRF-2022R1C1C1012599), 또한 본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학협력기반 지역혁신사업의 결과입니다. (재단과제관리번호: 2022RIS-006)

참고문헌

- Ahn, S., Montero, M., Odell, D., Roundy, S. and Wright, P.K., "Anisotropic material properties of fused deposition modeling ABS," Rapid Prototyping Journal, Vol. 8, No. 4, pp. 248-257.

마이크로 홀 멤브레인과 은 코팅 금 나노막대를 이용한 나노플라즈모닉 SERS 구조체 제작기술 개발

Fabrication of Nano-plasmonic SERS Structures using Micro-holed Membranes and Silver-coated Gold Nanorods

박우현^{1,2}, *김민석^{1,2}

*W. H. Park^{1,2}, #M. S. Kim(mkim@kumoh.ac.kr)^{1,2}

¹금오공과대학교 기계시스템공학과, ²금오공과대학교 항공기계전자융합공학과

Key words : Microfluidics, Surface-enhanced Raman spectroscopy, Through-hole membrane, Molecule detection

1. 서론

SERS(Surface-Enhanced Raman Scattering)는 라만 산란을 증폭시켜 물질에 대한 정보를 얻는 고감도 분석 기술로 화학 검출 및 생화학적 분석에 널리 사용됩니다. 본 연구에서는 금 나노 막대(GNR)의 마이크로 패터닝 및 증발 자기 조립을 위한 마이크로 크기의 홀 멤브레인을 사용하는 SERS구조 제조 프로토콜을 제시합니다.

2. SERS 구조의 제작 과정

에폭시 기반 마이크로 크기의 홀 멤브레인을 사용하여 SERS 구조의 제조 프로토콜을 설명합니다. PDMS로 홀 멤브레인의 틀을 제작하고 UV 레진을 흘려 제작했습니다. 이후 GNR 용액을 떨어뜨리고 말리는 방법으로 홀 멤브레인에 GNR을 농축시켜 SERS를 제작했습니다.

3. 은 코팅 금 나노로드 (GNR)

다양한 두께의 은으로 코팅된 GNR을 이용하여 SERS구조를 제작했습니다. 은으로 코팅된 정도에 따라 신호의 세기에 영향을 미쳐 다양한 은 코팅 두께를 선정했습니다. 또한 은 코팅의 두께별로 SERS 기판을 제작했지만 은 코팅이 두꺼워 질수록 낮은 응집력이 나타났습니다. 이는 SERS 구조의 위치별 라만 신호에 영향을 주어 SERS 구조의 응집력을 높이기 위하나 방법인 증류수 재결합을 통하여 GNR의 응집력을 높였습니다.

4. Rhodamine 6g 신호 비교

위의 방법으로 제작한 SERS 기판을 사용하여 Rhodamine 6g 신호를 비교했고 가장 두꺼운 은 코팅의 GNR을 사용한 결과가 가장 높은 신호가 나타남을 확인

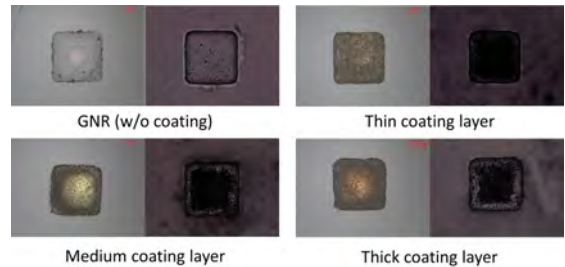


Fig. 1 SERS substrate fabricated using silver coated GNR

할 수 있었습니다. 또한 Rhodamine 6g의 농도별로 신호의 세기의 차이가 있는 것을 확인할 수 있었고 이를 통해 측정 시료의 농도를 구별할 수 있음을 확인했습니다.

5. 결론

본 연구에서 제안한 제조 방법인 증발 유도 프로토콜은 실험실에서 SERS 구조의 제조를 용이하게 할 수 있을 뿐만 아니라 저렴한 가격으로도 SERS 실험을 가능하게 하여 많은 엔지니어링 분야에서 다양한 응용이 가능함을 예상할 수 있습니다.

후기

본 연구는 한국 정부 (MSIP) (NRF-2020R111A307 4098)가 자금을 지원하는 한국연구재단 (NRF)의 지원을 받았습니다.

참고문헌

1. Park, S.; Lee, J.; Khan, S.; Wahab A.; Kim, M. SERSNet: Surface-Enhanced Raman Spectroscopy Based Biomolecule Detection Using Deep neural Network Biosensors 2021, 11, 490.

ARO펌프의 센서위치 최적화

Optimizing the Sensor Position of the ARO Pump

*정선우¹, #허장욱¹

*S. W. Jeong¹, #J. W. Hur(hhjw88@kumoh.ac.kr)¹

¹금오공과대학교 기계공학과(항공기계전자융합공학전공)

Key words : ARO pump, Sensor position, Optimization, Phosphate film

1. 서론

ARO 펌프는 자동차 산업에서 부품 생산 및 표면 처리에 중요한 역할을 하며, 자동차 부품의 품질과 성능을 향상시키는 데 핵심적인 역할을 하고 있다.

특히, 인산염 피막 작업은 부품의 내구성 및 부식 저항성을 향상시키는 과정 중 하나로, 자동차 부품의 수명과 성능을 향상시키는 데 중요한 역할을 한다.

2. 데이터 획득 및 분석 방안

해당 공정을 적용하고 있는 TSR회사의 협조를 받아 실제 수리이력을 기반으로 빈번하게 일어나는 고장 모드는 Fig. 1과 같이 인산이 결정화된 슬러지로 인해 판막과 파이프가 막혀 인산염 용액의 농도저하로 인해 피막 품질이 일정치 않고, 제품 불량률이 증가하여 ARO 펌프가 고장나는 것을 식별하였다.

데이터 획득을 할 때 부착되는 진동센서의 수에 따른 비용을 감소시키기 위해, Fig. 2과 같이 ARO 펌프의 모델링을 작업 후, Fig. 3의 순서와 같이 유한요소 해석으로 진동센서를 부착할 대상의 모드 형상을 추출한 다음, 각 절점에서 도출된 해석결과를 FIM(Fisher Information Matrix)의 행렬식에 입력하여 도출된 값이 가장 높게 나오는 센서위치 최적화 알고리즘을 적용하여 가장 적절한 센서 위치 조합과 필요한 센서 수를 선정할 수 있다.



Fig. 1 Failure-causing factors



Fig. 2 Modeling of ARO pump

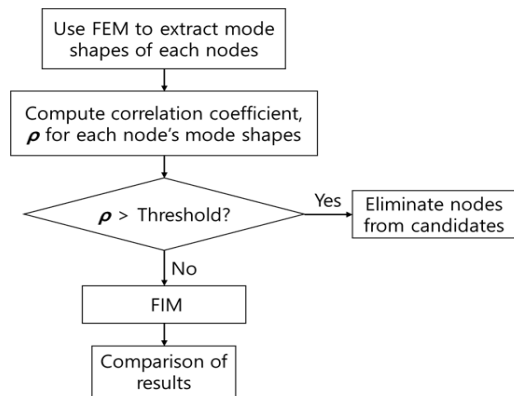


Fig. 3 Sensor Location Optimization Flowchart

3. 결론

데이터 구조해석과 센서위치최적화를 사용하여 최적의 데이터를 획득하는 진동센서의 위치와 수를 효과적으로 최적화 하여 센서를 부착 후 데이터를 획득하고, 고장진단이 가능한 모델을 개발하여 획득된 데이터를 분석하여 ARO 펌프를 지속적으로 관찰하고 이상 징후를 진단하며, 유지보수를 진행하는 연구를 진행할 예정이다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2023-2020-0-01612).

개선된 해석 모델 및 상용 구조해석 프로그램을 활용한 복합소재 적층 구조물의 다물리적 거동 예측

Multi-physics Analysis of Laminated Composite Structures using Enhanced Analysis Model and Commercial FE Software

*,#한장우¹, 김현우¹, 김준식²

*,#J. W. Han(uddan@kumoh.ac.kr)¹, H. W. Kim¹, J. S. Kim²

¹금오공과대학교 기계설계공학과, ²금오공과대학교 기계시스템공학과

Key words : Enhanced analysis model, Multi-physics behavior, Finite element analysis

1. 서론

연속섬유 강화 복합소재(CFRP)는 강화재 및 모재의 특성을 모두 반영할 수 있는 소재로써, 고강도 경량 특성이 매우 우수함과 동시에 다기능 특성을 구현할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 현재 세계적으로 탄소 배출량을 제한하는 등의 규제가 점차 엄격해짐에 따라 다양한 산업 분야에서 고강도 경량 소재인 복합소재 구조물에 대한 요구가 지속적으로 증가하고 있는 상황이다. 복합소재 구조물의 활용 분야가 광범위해짐에 따라 제작 대상 구조물에 대한 설계 및 해석 과정에서 기계적 거동뿐만이 아닌 열/전기적 거동 등과 같은 다물리적 거동 특성을 명확하게 파악해야 하며, 이에 따라 본 연구에서는 복합소재 적층 구조물의 다물리적 거동 특성을 보다 정확하게 예측하기 위한 해석 기법을 제안하고자 한다.

2. 본론

본 연구에서는 개선된 해석 기법 적용을 바탕으로 횡방향 전단 변형을 보다 정확하게 예측함으로써, 복합소재 적층 구조물의 다물리적 거동을 보다 효과적으로 예측하고자 하였다. 복합소재 구조물의 다물리적 거동을 정확하게 예측하기 위해서는 두께 방향 변위장을 포물선 형태로 가정해야 정확한 솔루션을 제공할 수 있지만, 포물선 형태의 두께 방향 변위장은 미지 변수가 증가함과 동시에 상용 구조해석 S/W와의 호환성이 떨어진다는 단점이 발생된다. 이에 따라, 본 연구에서는 식 1과 같은 형태로 두께 방향 변위장을 가정함으로써, 추가적인 미지 변수의 도입 없이 복합소재 적층 구조물의 다물리적 거동 특성을 보다 명확하게 예측하고자 하였으며, 동시에 개선된 해석 기법과 상용 구조해석 S/W와의 상호 호환성을 확보하고자 하였다.

$$u_3^* \approx \bar{u}_3 \approx u_3 = u_3^{(0)} + \varphi^{(k)} \left[T_0 x_3 + \frac{1}{2} T_1 x_3^2 \right] \quad (1)$$

또한, 개선된 해석 모델에 대한 유한요소 정식화 과정을 바탕으로 Abaqus 및 Ansys 등과 같은 상용 구조해석 S/W와 연동을 수행하고자 하였으며, 이를 통해 복합소재 적층 구조물의 다물리적 거동 예측 과정에서 개선된 해석 기법을 보다 다양하게 적용하고자 하였다.

3. 결론

제안된 개선된 해석 모델 및 상용 구조해석 S/W의 연계 해석 기법에 대한 정확도를 검증하기 위해 기계 하중 및 열하중을 받고 있는 복합소재 적층 구조물의 다물리적 거동 예측을 수행하였으며, 기존 해석 기법과 비교하여 제안된 해석 기법의 정확도 및 효율성이 향상되었음을 확인하였다.

후기

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이며(NRF-2022R1C1C1012599), 또한 본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학협력기반 지역혁신사업의 결과입니다. (재단과제관리번호: 2022RIS-006)

참고문헌

- Han, J. W., Kim, J. S., Cho, M. H., "New enhanced first-order shear deformation theory for thermo-mechanical analysis of laminated composite and sandwich plates", Compos. Part B - Eng., Vol. 116, pp. 422~450, 2017.

엔지니어링 플라스틱의 상온 적층 제조 공정 설계

Process dDesign of Room Temperature Additive Manufacturing of Engineering Plastic

*,#김현찬¹

*,#H. C. Kim(hyunckim@kumoh.ac.kr)

¹금오공과대학교 기계설계공학과

Key words : Additive manufacturing, Polyamide-imide, Engineering Plastic, Precipitation

1. 서론

3D 프린팅으로도 알려진 적층 제조 기술은 빠르게 발전하여 반도체, 배터리, 항공 우주 그리고 로봇을 포함한 제조 산업 전반에 걸쳐 그 응용이 확장 되어 가고 있다. 그 결과 특수한 물성과 성능을 가진 재료와 구조에 대한 적층 제조 공정의 수요가 증가하고 있으며 재료의 물리적, 화학적 성질에 맞추어 새로운 적층 제조 공정이 연구되고 설계되어야 한다.

엔지니어링 플라스틱은 경량이면서도 강하고 내열성을 가진 고성능 고분자 재료이다. 이들은 일반적으로 높은 용점 또는 유리전이 온도 (T_g)를 가지고 있어 고온 환경에서 반복적으로 사용할 수 있다. 이러한 엔지니어링 플라스틱의 높은 열적 안정성은 소성 가공과 사출 성형과 같은 열 기반 제조 기술에서의 가공성이 제한적이다. 본 연구에서는 엔지니어링 플라스틱의 가공에 있어 효율적인 적층 제조 공정을 위해 솔루션 기반 침전 적층 제조 공정을 설계하고 그에 따른 구조체의 물성 평가를 수행하였다.

2. 공정 설계

Fig. 1은 유리전이 온도를 기준으로 순위 매겨진 일부 고온 엔지니어링 플라스틱인 폴리설풀론 (PSU), 폴리페닐설풀론 (PPSU), 폴리에테르이미드 (PEI), 폴리에테르설풀론 (PES), 폴리아미드이미드 (PAI) 및 폴리아미드 (PI)를 보여준다. 이들 중 PAI는 탁월한 기계적 특성, 열 안정성(T_g = 277°C, 분해 온도 T_d = 450°C) 및 화학 저항성을 가지고 있는 고성능 엔지니어링 폴리머이다. 도입된 솔루션 기반 침전 적층 제조 공정을 위해서 우선 PAI의 용매와 침전 공정을 위한 비용제

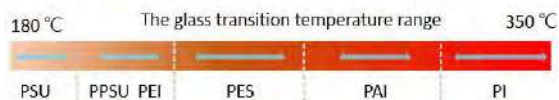


Fig. 1 유리전이 온도에 따른 엔지니어링 플라스틱의 분포

(nonsolvent) 선정 실험을 수행하였다. 비용제의 선정 조건은 비용제 속에서 분사된 PAI 용매로부터 PAI의 침전 속도가 3D 프린팅 노즐의 이송 속도와 부합하여야 하며 빠른 침전 속도는 공정 중 노즐 막힘이나 적층이 수월하게 진행되지 못하는 단점을 보이며, 반대로 느린 침전 속도는 공정이 진행되는 동안 구조체가 무너져 내릴 가능성이 존재한다.

3. 구조체 기계적 물성 평가

설계된 공정의 최적화를 위해 다양한 공정 환경속에서 제조된 PAI 입체 구조물의 기계적 물성 평가가 수행되었다. 그 결과 PAI의 농도가 증가할수록 기계적 물성(인장 강성, 강도, 인성)이 증가하는 비례 관계를 확인되었으며, 프린팅 환경에 있어서 노즐의 내경이 커질수록 제조된 입체 구조물의 기계적 물성이 증가하는 관계성을 확인할 수 있었다. 제조된 구조체는 다공성 구조를 띠며 추가적인 후 처리 공정을 통해 밀집화시켜 더 높은 기계적 물성 구현이 가능하다.

4. 결론

도입된 침전 적층 제조 공정을 기반으로 비용제 속에서 PAI의 추출 속도와 공정의 안정성 간의 상관관계가 연구되었고 3D 프린터 이송 속도를 비롯한 다양한 공정 조건에 따른 기계적 물성 분석을 통해 최적화되었다. 이로써 상온에서의 PAI 소재의 적층 제조 공정이 성공적으로 설계되었다.

참고문헌

1. Tu, R. et. al, "Additive Manufacturing of High-Temperature Thermoplastic Polysulfone with Tailored Microstructure via Precipitation Printing", ACS Appl. Mater. Interfaces, Vol. 15, pp. 45270-45280, 2023.

쇼트 블라스트 고장진단을 위한 센서의 위치 선정

Sensor Placement for Verification of the Diagnosis Algorithm of Shot Blast

*이준혁¹, #허장욱¹

*Joon-Hyuk Lee, Jang-Wook Hur(hhjw88@kumoh.ac.kr)

¹금오공과대학교 기계시스템공학과

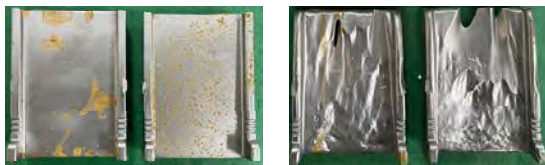
Key words : Shot Blast, Prognostics and Health Management, Fault Diagnosis, Effective Independence Method

1. 서론

쇼트 블라스트는 표면 처리 설비 산업에서 중요한 역할을 하며, 재료의 고기능화 및 장수명화 추세로 인해 표면 처리 기술이 주목받고 있습니다. 그러나 Fig. 1과 같이 투자재의 반복적인 충격으로 블레이드 마모가 빈번하게 발생할 수 있어, 품질 저하의 우려가 있습니다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근에는 PHM(Prognostics and Health Management) 기술이 도입되고 있습니다. PHM 기술은 실제 데이터 수집을 위해 시스템에 센서를 부착하는 프로세스를 포함하며, 대규모 시스템에서 여러 개의 센서를 부착할 때 적절한 부착 위치를 선택하는 것이 어려울 수 있기 때문에 위치 최적화를 수행하였습니다.

2. 모델링 및 해석

쇼트 블라스트의 블레이드 마모 상태를 판단하기 위해 주로 회전체 구조물의 결함 진단에 사용되는 진동 센서를 부착했습니다. 많은 센서를 부착하면 고장 진단이 보다 정확해지지만, 비용이 증가하게 됩니다. 따라서 더 효율적인 고장 진단을 위해 진동 센서의 수와 부착 위치를 최적화하는 과정이 필요합니다. 진동 센서가 부착될 가능성이 있는 모드 주파수와 위치를 고려할 때 상당한 계산량이 필요하기 때문에 본 연구에서는 Fig. 2 와 같이 Efi 최적화 알고리즘을 활용하여 센서 위치 최적화를 수행하였습니다. 후보 위치의 각 주파수에 대한 변위값을 파악하기 위해 Fig. 3 와 같이 모델링을 하고 유한요소해석을 수행하였으며,



(a) Healthy blade overview (b) Faulty blade overview
Fig. 1 Pictorial View of two blades

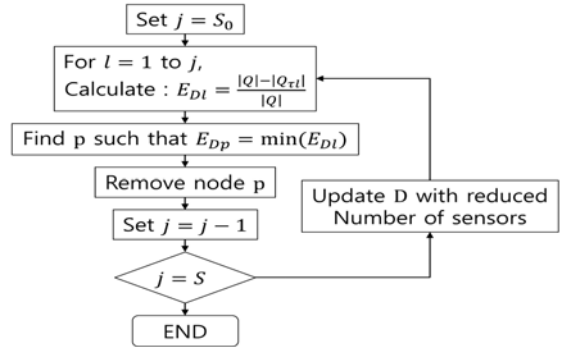


Fig. 2 Process of the optimal sensor location by Efi



Fig. 3 Shot Blast Modeling and Finite Element Analysis

수집된 변위 데이터에 상관계수 기법을 적용하여 위치 최적화를 진행하였다.

3. 결론

쇼트 블라스트의 마모 결함 진단을 위해 진동센서를 부착하였으며, 최적의 진동센서의 수와 부착 위치를 선정하기 위해 Efi 방법을 사용하였다. 선정된 위치에서 실제 데이터를 비교함으로써 검증하고 고장진단 알고리즘을 개발할 예정이다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2023-2020-0-01612).

나노셀룰로오스 기반 기계요소 제조 기초 연구

A Fundamental Study on Fabrication of Machine Elements based on Nanocellulose

*김윤서¹, #김현찬¹

*Y. S. Kim, #H. C. Kim(hyunckim@kumoh.ac.kr)

¹금오공과대학교 기계설계공학과

Key words : Nanocellulose, Sustainable Mechanical Materials, Machine Elements, Specific Modulus

1. 서론

나노셀룰로오스 (Nanocellulose)는 자연으로부터 추출할 수 있는 친환경 나노 고분자 재료로서 풍부한 자원량을 기반으로 지속 가능한 재료로서 다양한 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있다. 본 나노 소재는 금속 대비 높은 비강성, 비강도를 가지고 있으며 고분자 중에서도 우수한 열적 안정성을 가지고 있는 소재로 분류되며 방산, 항공, 미래 모빌리티 및 의공학 분야와 같은 첨단 산업에서의 기계 재료로써 높은 활용 가치를 가지고 있다. 본 연구를 바탕으로 기계를 구성하는 최소의 기능 단위인 기계요소를 나노셀룰로오스 기반 재료로 구현하기 위한 공정을 설계하고자 한다.

2. 제조 공정 설계

나노셀룰로오스는 일반 기계 가공에 사용되는 고분자 소재들과 달리 녹는점이나 유리전이 온도가 열변형 온도 전에 관측되지 않는다. 이러한 열적 특성은 순수한 재료의 사출 성형 및 소성 가공을 통한 기계요소의 제조를 어렵게 하는 부분이다. 나노셀룰로오스 기반의 소재를 이용하여 기계요소를 제조하기 위해서는 소재 기반의 벌크 소재를 제조 후 절삭 가공을 수행하는 방향으로 제조 공정 설계가 필요하다.

이를 위해 우선 나노셀룰로오스의 화학적 구조를 이해하며 벌크 소재로의 제조를 위한 기초 공정 설계가 수행되어야 한다. 나노셀룰로오스는 셀룰로오스 구조를 기반으로 분자 간 혹은 분자 내의 수많은 수소결합을 통해 형성된 고분자 결정영역을 가지고 있다. 표면에는 1과 같이 표면에 많은 하이드록실기를 가지고 있어 쉽게 물에 분산되는 경향이 있다. 이를 활용하여 물을 매개로 한 고 분산 현탁액 제조를 우선 수행되며 다양한 농도의 현탁액이 제조된다. 제조된 현탁액은 서로 다른 온도 조건에 따라 건조가 진행되며 이를 통해 제조된 벌크 소재의 기계적 물성 특성이 조사된다. 이 후 이를 절삭 가공을 적용하여 다양한 기계요소

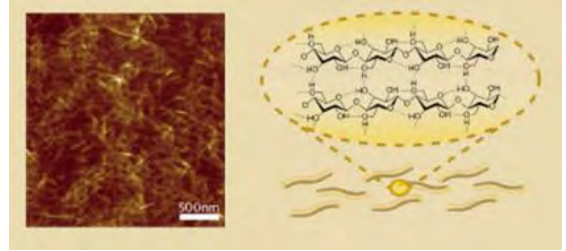


Fig. 1 나노셀룰로오스 AFM이미지 (좌), 분자 구조 (우)

부품을 제조하게 된다.

3. 국내 연구 동향

국내 대학에서 나노셀룰로오스를 수증기 챔버를 통해 분자 간에 물 분자를 분산시킨 후 이를 열간 압축 공정을 통해 바인더 없이 순수한 나노셀룰로오스 벌크 소재를 제조한 연구가 보고된 바 있다. 그 결과 순수한 나노셀룰로오스의 결정 구조를 보유하고 있음과 동시에 100 °C 압축 공정을 통해 제조된 벌크 소재는 약 6 GPa의 강성을 보였다.

4. 결론

나노셀룰로오스를 기반으로 기계요소를 제조하기 위한 기초 공정 설계 연구가 수행되었다. 단일 성분으로 우수한 기계적 물성을 가지는 나노 소재는 벌크 구조체로 제조하게 되면 결합이나 공극으로 인해 물성 저하 경향을 보이게 되며 이는 분산도와 건조 공정의 최적화를 통해 개선될 수 있다.

참고문헌

1. Kim, J. W. et. al, "Nanocellulose Bulk Material Prepared by Steam Treatment and Hot Press Molding: Material Processing and Machining Test", Crystals, Vol. 11, pp. 853, 2021.

감속기 이상진동 탐지를 통한 체인의 상태분류 연구

A Study on the State Classification of Chains through the Detection of Anormal Vibration in the Reducer

*이선우¹, 황정우², #허장욱¹

*S. W. Lee¹, J. W. Hwang², #J. W. Hur(hhjw88@kumoh.ac.kr)¹

¹금오공과대학교 기계공학과(항공기계전자융합공학전공), ²TSR

Key words : Anomaly detection, Conveyor spray applicator, Sensor position optimization

1. 서론

비형상 도포기는 액체나 점성체를 필요한 위치에 정확하게 도포하는데 사용되는 기계로 기존 형상 도포기와 달리, 접촉 없이 액체를 도포할 수 있기 때문에 높은 정확도와 일정한 품질을 유지할 수 있어 미세한 부품에도 사용이 가능하다. 하지만 모터와 감속기를 통해 체인이 동력을 받을 때 Fig. 1과 같이 체인 핀 마모현상이 텐션 저하를 유발해 작동 중단과 도포불량품이 발생하게 되며 이는 가동률 감소와 비용손실로 이어지기 때문에 이상치 탐지 알고리즘 적용을 통한 체인 핀 문제 인식 가능성을 분석하였다.

2. 데이터 획득 및 분석

체인에 직접적인 센서부착 후 데이터 획득은 제한이 있기 때문에 체인에 동력을 전달하는

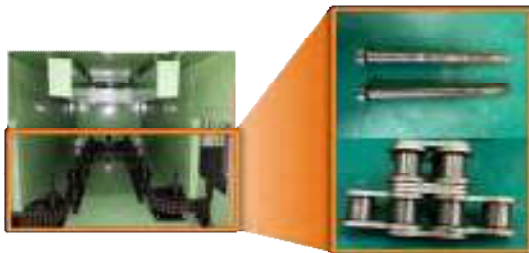


Fig. 1 Normal and fault status of chain and chain pins



Fig. 2 Sensor position optimization

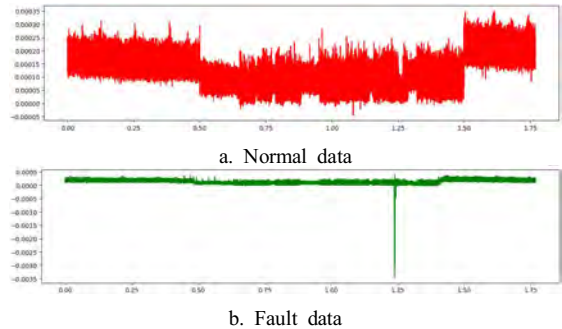


Fig. 3 Data based on status

감속기에 가속도 센서를 부착하여 데이터를 획득하였으며, 부착 전 유한요소해석의 모달해석결과 데이터를 이용하여 Efi, FIM 기법을 적용한 센서위치 최적화를 수행하여 Fig. 2와 같이 센서를 부착하였다.

센서를 통해 데이터는 3달간의 약 7GB의 데이터를 확보하였으며, 획득 데이터 중 찾고자 하는 결함이 발생한 데이터를 분류하였다. 적용한 이상치 탐지 알고리즘은 대표적인 기법인 오토인코더 중 시계열 데이터에 적합한 LSTM-AE를 통해 학습시켰다.

3. 결과 및 고찰

유한요소해석을 통한 데이터를 통해 센서위치 최적화를 수행하여 비교적 정상과 결함의 구분이 보이며, 노이즈가 적은 위치를 선정할 수 있었다. 알고리즘의 경우 오토인코더 중 다른 모델 혹은 다른 기법을 적용, 비교를 통해 최적의 알고리즘을 연구할 예정이다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2023-2020-0-01612).

비극성 액체 윤활제 기반 마찰대전 발전소자 Non-polar Liquid Lubricant-based Triboelectric Nanogenerator

*.#정지훈

*.#J. Chung(jihoon@kumoh.ac.kr)
금오공과대학교 기계설계공학과

Keywords : Energy harvesting, triboelectric nanogenerator, lubricant, air-breakdown

1. 서론

마찰대전 발전소자(triboelectric nanogenerator, TENG)는 에너지 수확 및 자체 전원 시스템을 위한 유망한 장치이다. 그러나 TENG는 공기 절연 파괴와 낮은 전류 출력과 같은 특정 전기적 및 기계적 한계가 있다.

본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 롤링 전극을 가진 비극성 액체 윤활제 기반 TENG (liquid lubricant submerged-triboelectric nanogenerator, LLS-TENG)를 제안한다. LLS-TENG는 비극성 액체 윤활제 환경에서 작동하며, 액체 윤활제는 높은 표면 전하로 인한 공기 절연 파괴를 효과적으로 억제할 수 있다.

2. 결과 및 고찰

LLS-TENG의 구조는 PMMA 실린더 기반, 알루미늄 회전형 전극, PTFE 실린더, PMMA 실린더 내벽의 네 개의 알루미늄 판 전극 및 액체 윤활제로 구성되어 있으며, 해당 소자를 통해 TENG의 전류 출력을 향상시키고 마찰로 인한 손상을 줄일 수 있다. 특히, LLS-TENG에 도입되어 있는 윤활제는 알루미늄 판과 회전형 전극과의 마찰, PTFE/PMMA 내벽과 회전형 전극 간의 마찰을 줄여 마모 손상을 줄일 수 있다. 또한, 회전형 전극이 판 전극과 접촉하면 축적된 전자들이 판 전극으로 직접 흐르므로 회전 중에 높은 전류 출력을 생성하게 되는데, 액체 윤활제는 PTFE의 음전하로 인해 발생하는 공기 절연 파괴를 억제하여 회전형 전극에서 더 많은 전자가 축적될 수 있게 하고, 이를 통해 공기 중에서 작동하는 TENG에 비해 더 높은 전기 출력을 생성할 수 있다.

3. 결론

LLS-TENG는 회전형 전극과 액체 윤활제를 활용하여 전류 출력을 향상시키고 마찰로 인한 손상을 줄이는 새로운 유형의 TENG이다. LLS-TENG는 기존 TENG에 비해 전기적 출력이 증가하고 기계적 수명이 증가하는 등의 장점이 있으며, 에너지 수확 및 자체 전원 시스템을 위한 유망한 장치이다.

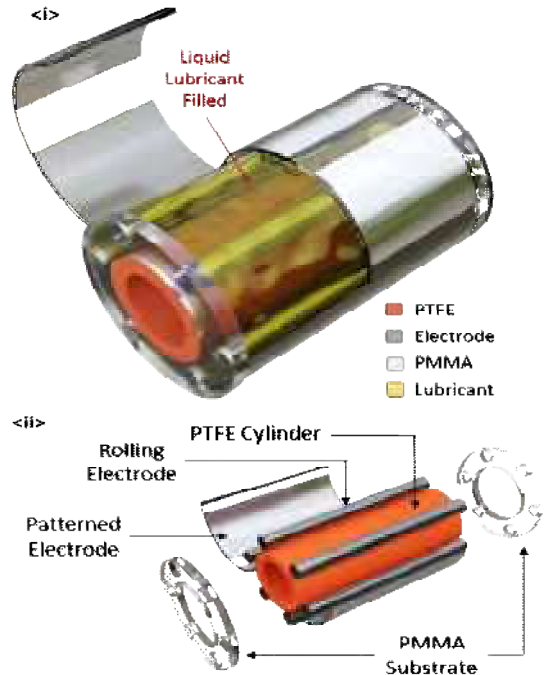


Fig. 1 비극성 액체 윤활제 기반 TENG의 구조

참고문헌

1. Wu, W. J. et al. Triboelectric Nanogenerator Boosts Smart Green Tires. *Advanced Functional Materials* 29, 2019.
2. Ma, X. et al. Regulating the output performance of triboelectric nanogenerator by using P(VDF-TrFE) Langmuir monolayers. *Nano Energy*, 66, 2019.
3. Seol, M. L. et al. Vertically stacked thin triboelectric nanogenerator for wind energy harvesting. *Nano Energy* 14, 201-208, 2015.

Digital Twin을 통한 MDPS 커플링 고장진단 및 예지

MDPS coupling fault diagnosis and prediction through Digital Twin

*김동윤¹, 정선우¹, 윤정환², #허장욱¹

*D. Y. Kim¹, S. W. Jeong¹, J. H. Yoon², #J. W. Hur(hhjw88@kumoh.ac.kr)¹

¹금오공과대학교 기계공학과(항공기계전자융합공학전공),

²금오공과대학교 전자공학부(반도체시스템전공)

Key words : Digital Twin, Machine Learning, MDPS, Coupling

1. 서론

자동차 조향장치는 이전의 유압식 장치에서, 사용자의 조향 입력을 감지하여 방향 전환을 보조하는 MDPS(Motor Driven Power Steering) 시스템으로 대부분 전환되었다. 해당 시스템은 센서를 통해 차량의 속도를 감지함으로써 알맞은 전환 능력을 지원하고 이전 시스템보다 경량화되어 연비를 절약하는 효율적이고 경제적인 이점을 가지고 있다. 하지만 MDPS는 주행 시 핸들 소음 발생 및 과도한 유격 현상 같은 문제점을 가지고 있고, 주요 고장 원인은 Fig. 1과 같은 MDPS 내의 Coupling 마모로 인해 일어난다. 따라서 Coupling의 마모 상태 진단 및 예지에 관하여 연구하고자 한다.

2. 연구 방안

실제 자동차를 대상으로 실험을 진행하여 데이터를 획득하고, 핸들의 좌우 전환 작동, 포장도로 및 비포장도로 등 다양한 주행 환경에 따른 핸들의 소음 및 진동 데이터를 측정한다. 이때 MDPS 내의 Coupling을 온전한 상태부터 크게 손상이 된 형상까지 다양하게 적용하여 각각의 형상에 따른 고장모드 데이터를 축적한다. 이후 데이터를 바탕으로 여러 시뮬레이션을 수행하기 위해 실제 공간과 동일하게 운용할 수 있으며 경제적·공간적 이점을 가진 Digital Twin 기법을 이용한다. Fig. 2와 같이 해당 기법을 형성하기 위해 획득한 데이터를 바탕으로 가상환경 내에 데이터베이스를 제작하고 CAD를 통해 모델을 제작한다. 구축한 가상환경에서 시뮬레이션 및 데이터 분석을 하고 전처리 과정을 통해 데이터의 정확성과 신뢰성을 확보한 후, 고장진단 및 예지를 수행하기 위해 Machine Learning 모델을 개발한다. 이후 해당 모델을 Digital Twin과 통합하여 해당 환경 기반의 데이터로 지속적 개선을 받아 실제와 더욱 유사하고 실질적인 정보를 제공하는 환경을 개발할 예정이다.

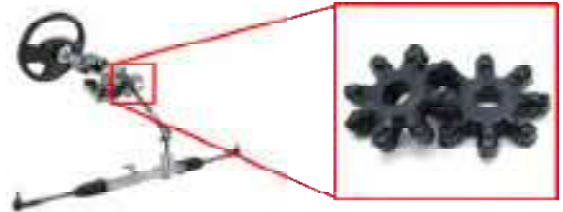


Fig. 1 MDPS and Coupling Shape

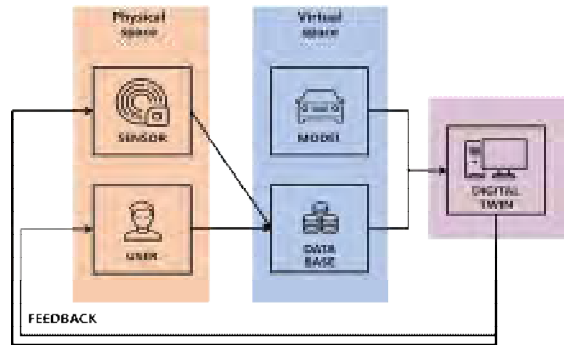


Fig. 2 Digital Twin Configuration

3. 결론

실제 데이터를 획득하여 가상환경에서 Machine Learning을 통해 고장진단 및 예지를 한 후, Digital Twin 기법은 여러 데이터를 누적하고 특성별로 나누어 관리할 수 있는 장점이 있으므로, 조향장치의 MDPS를 구현하는 것에 더불어 브레이크 및 동력 조향에 대한 정보를 추가하여 실제와 일치하는 조향장치 모델을 구현할 예정이다.

후기

본과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학협력기반 지역 혁신사업의 결과입니다.(제단과제관리번호: 2022RIS-006)

스위블 시트 제어를 위한 임베디드 시스템 개발

Development of Embedded System for Swivel Seat Control

*#최용¹, 이만기¹, 홍영진¹, 신세길², 이상호²

#*Y. Choi(potchy0927@kiro.re.kr)¹, M. G. Lee¹(mangi11@kiro.re.kr), Y. J. Hong(bhong@kiro.re.kr)¹, S. G. Shin(sgshin@gumchang.com)², S. H. Lee(sangho_lee@guchang.com)²
¹한국로봇융합연구원, ²(주)금창

Key words : Autonomous Driving Car, Swivel Seat, Embedded System

1. 서론

자율 주행차의 기능이 고도화 되면서, 운전자가 직접 핸들을 잡고 운전을 안 해도 되는 자율주행 LEVEL 5 기능을 구현할 수 있는 자율 주행차가 나올 것으로 예상된다. 이에 앞서 본 연구를 통해 운전석 및 보조석에 적용할 스위블 시트에 대해서 연구개발을 수행하였다. 본 연구는 자율 주행 차의 스위블 시트에 대한 위치 제어를 위한 임베디드 시스템 개발 연구이다. 시트 위치 제어를 위한 제어기를 제작하였다. 그 기능은 ABS 엔코더 값을 받아서 모터드라이버에 CAN 통신을 통해 모터 위치 제어를 하는 것이다.

2. 스위블 시트 위치 제어를 위한 제어기 개발

스위블 시트 시스템은 회전을 위한 모터와 모터 제어를 위한 모터 드라이버와 제어기로 구성되어진다. 제어기의 역할은 모터를 제어하는 모터드라이버와 통신을 하고, 스위블 시트 각도를 측정하기 위한 ABS 엔코더 값을 받을 수 있어야 한다. 그림 1과 같이 제어기와 모터드라이버는 CAN 통신을 통하여 데이터를 주고 받고, 엔코더는 SSI 통신을 통해 각도 값을 받는다. 스위블 시트 시스템은 특정 위치로 회전이 가능하게 설계하였고, 90degree per sec 속도로 회전한다. 위 기능들을 만족하는 ST사의 STM32F407 을 사용하여 제어기를 제작하였다. 제어기 설계 및 특징은 다음 Table 1과 같다.

Table 1 The Specification of MCU

Nmc	Spec
Core	ARM 32bit Cortex M4 CPU with FPU
Frequency	up to 168MHz
Memory	512KB(Flash) / 192KB(RAM)
Operating Temp	-40°C to +85°C
Compiler	Keil



Fig. 1 스위블 시트 전장 구성도

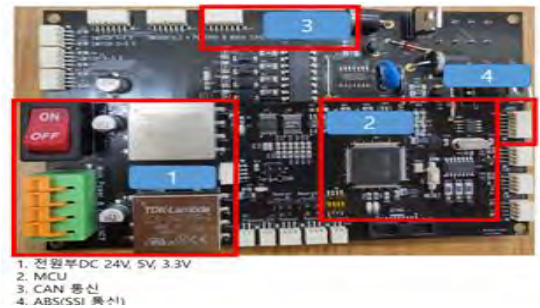


Fig. 2 스위블 시트 제어기

3. 결론

Table 2와 같이 시트 위치 제어를 위해 제어기를 개발하였다. 제어기는 ABS엔코더 값을 받아서 모터드라이버에 CAN 통신을 통해 모터 위치를 제어한다. 추후 연구로는 시트 위치의 정확성과 신속성을 위해 계속 연구할 계획이다. 초당 90deg/sec로 정확하게 사용자가 원하는 위치로 이동하는게 본 연구의 최종 목표이다.

후기

본 연구는 한국산업기술평화원(KIAT) 주관 "월드클래스 300 과제 연구개발(R&D, P0012995)" 산자부 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

IR카메라를 이용한 저조도 환경의 딥러닝 특징추출 기반 실내 Odometry 획득 연구

A Study on the Acquisition of Indoor Odometry Based on Deep Learning Characteristic Extraction in Low-Light Environment using IR Camera

*이학준¹, 샤하오¹, #이경창¹

*H. J. Lee¹, H. Sha¹, #K. C. Lee(gclee@pknu.ac.kr)¹

¹부경대학교 지능로봇공학과

Key words : VSLAM, Deep Learning, Superpoint, Superglue, Visual Odometry

1. 서론

최근 몇 년 동안 비전 기반 센서는 SLAM 시스템에 서 상당한 성능, 정확도 및 효율성 향상을 보여주었다. 하지만 Visual SLAM은 사용 중 주변 조명의 변화가 이미지 특성에 영향을 미치므로, 어두운 곳이나 질감이 뚜렷하지 않은 곳, 특히 야간에는 잘 작동하지 않아 특징점 추출이 불가능하거나 오류가 누적되어 정밀도가 떨어지는 한계를 가진다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 적외선 카메라를 사용하여 저조도 환경에서 자율주행을 위한 시각적 주행 거리 측정에 관한 연구를 수행한다.

2. IR SuperPoint 특징추출

SuperPoint는 광범위한 훈련 데이터를 활용하여 다양한 환경에서의 특징점을 학습하며, 다양한 상황과 작업에 적용할 수 있는 강력한 일반화 능력을 갖추고 있다. SuperPoint는 다양한 조명 조건, 시점 변화, 이미지 왜곡 등에도 안정적으로 특징점을 추출하여 특징 기반 Visual SLAM 시스템을 보다 견고하게 만들 수 있다. 따라서 본 연구에선, S SuperPoint를 사용하여 특징점 추출을 진행하고자 한다. IR 카메라는 저조도 환경에 높은 품질의 이미지를 제공하므로, SuperPoint와 IR 카메라를 결합하여 저조도 환경 이미지에서 특징점을 추출하고 더 강력한 견고성을 확보한다.



3. 실험

본 연구에서는 저조도 환경에서 안정적인 VO 획득을 위해서 무인 운반차량(AGV)에 IR카메라를 장착하고 SuperPoint 및 IR 카메라를 이용하여 저조도 환경의 실내와 실외를 모두 스캔했다. IR 이미지를 활용하여 SuperPoint 특징점을 추출하고 추적하여 Keyframe을 생성하며, 실시간 Visual Odometry (VO), 실시간 Keyframe 및 희소 환경 Pointcloud를 기록하였다.

4. 결론

SuperPoint와 IR 카메라를 결합하여 저조도 환경에서도 특징점 추출이 가능함을 확인하였고 차량의 이동 경로를 추출할 수 있었다. 하지만 경로를 주행하는 과정에서 경로 측정에 오류를 확인하여 향후 연구를 통해 안정성을 개선하고자 한다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기업연계형 연구개발인력양성사업 지원에 의한 연구임. [RS-2023-00258143]

참고문헌

1. Xu, K., Hao, Y., Wang, C., & Xie, L. (2022). AirVO: An Illumination-Robust Point-Line Visual Odometry. ArXiv, abs/2212.07595.
2. D. DeTone, T. Malisiewicz and A. Rabinovich, "SuperPoint: Self-Supervised Interest Point Detection and Description," 2018 IEEE/CVF (CVPRW), Salt Lake City, UT, USA, 2018, pp. 337-33712.
3. P. -E. Sarlin, D. DeTone, T. Malisiewicz and A. Rabinovich, "SuperGlue: Learning Feature Matching With Graph Neural Networks," 2020 IEEE/CVF (CVPR), Seattle, WA, USA, 2020, pp. 4937-4946.

선박 FGSS LNG Tank 고장 예지 분석에 관한 연구

Research on FGSS LNG Tank Failure Prediction Analysis for Vessel

*정지현¹, 최준환¹, 장재현¹, #이경창¹

*J. H. Jung¹, J. H. Choi¹, J. H. Jang¹, #K. C. Lee(gclee@pknu.ac.kr)¹

¹부경대학교 지능로봇공학과

Key words :Vessel FGSS LNG Tank, Isolation Forest, Data EDA

1. 서론

Fuel Gas Supply System(FGSS)은 LNG 선박의 연료 공급시스템으로 Tank 내의 LNG, BOG를 엔진 연료공급 조건으로 만들어 주는 시스템이며, 최근 환경 규제 강화와 함께 그 중요성이 커지고 있다. FGSS는 여러 장비 및 시스템이 연계되어 있으며 특히 엔진의 연료 저장하는 FGSS의 LNG Tank의 문제가 발생할 경우 운항에 제한이 있을 만큼 치명적이다. 또한 대부분의 선박 정비 기술은 고장이 발생하면 수리하는 사후 정비와 고장 유무와 관계없이 주기적으로 장비 교체하는 방법인 정기 유지보수 예방정비 기법에 의존한다. 이에 따라 실제 결함 수준과 관계없이 정비를 실시하므로 잦은 중단과 부품교체로 높은 비용이 발생한다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 실제 선박 데이터를 수집 후 CAUSE & EFFECTS CHART를 이용해 선박 장비 센서 데이터와 FGSS LNG Tank 데이터를 비교 분석하여 고장 시점을 검출하고자 한다.

2. FGSS LNG TANK Data 분석

선박 실제 데이터를 수집하기 위해 Vesslink를 이용하여 100만 개의 데이터를 수집했다. 실제 선박 운항 FGSS LNG Tank 데이터를 분석하고자 대지속도 1.8노트 이상 데이터를 선별하였으며 CAUSE & EFFECTS CHART를 통해 LNG Tank Data와 인과관계가 있으며 LNG Tank의 압력과 온도 조절 동시에 안정적인 상태를 유지 시켜주는 증기 밸브인 LNG Tank V/V ESD-C150을 타겟 변수로 설정하였다. 또한 Data type을 변경한 뒤 결측값을 처리하여 LNG Tank Data를 범주화(Category) 작업 진행하였다.

3. 실험

학습 모델은 여러 개의 의사결정나무 (decision tree)를 종합한 앙상블 기반의 이상탐지 기법인 Isolation Forest 모델을 사용하고자 한다.

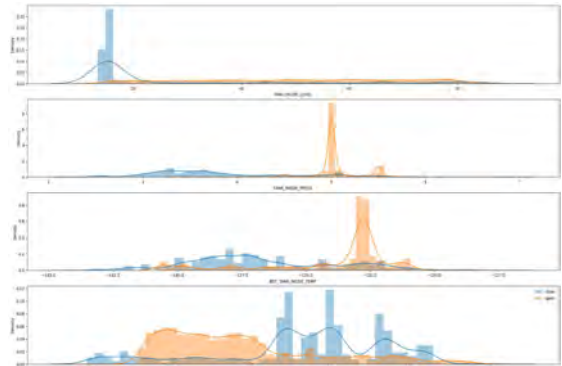


Fig. 1 LNG TANK DATA와 ESD-150 Valve Categorizing

모델 학습 전 데이터 scale 범위를 조정하여 over fitting을 방지하고 최적화를 위해 데이터를 정규화 시켰다. 또한 모델의 Hyper Parameter 값은 n_estimator=100, contamination은 타겟 변수의 비율인 0.28으로 설정하였다.

4. 결론

모델의 학습 결과로 F1-Score는 0.55가 출력되었다. 데이터 수에 비해 우수한 성능을 검출했지만 향후 연구에서는 다변량 데이터의 상관관계값 분석과 각 시스템 센서 데이터의 고장 임계값에 대한 분석이 필요하다.

후기

이 논문은 4단계 BK21 사업(스마트로봇융합응용교육연구단)에 의하여 지원되었음.

참고문헌

1. F. T. Liu, K. M. Ting and Z. -H. Zhou, "Isolation Forest, "2008 Eighth IEEE International Conference on Data Mining, Pisa, Italy, 2008, pp. 413-422, doi: 10.1109/ICDM.2008.17.

클로즈타입 해수이차전지의 온도별 SoC 추정 실험

SoC Estimation Experiment by Temperature of Closed-Type Seawater Secondary Battery

샤하오¹, 장현준¹, #이경창¹

*H. Sha¹, H. J. Jang¹, #K.C. Lee(gclee@pknu.ac.kr)¹

¹부경대학교 지능로봇공학과

Key words : Battery, SoC, BMS, Seawater

1. 서론

해수이차전지는 해수에 풍부하게 포함되어있는 나트륨을 활물질로 하여 동작하는 차세대 배터리 중 하나이며, 현재는 공칭전압 3.7V, 방전용량 3Ah 및 허용 전류 200mA 수준으로 개발되어 있다. 하지만 배터리가 아직 연구 및 개발단계에 있기 때문에 정확한 전기적 특성이 파악되지 않았다. 배터리의 안정적인 운영을 위해서는 추정 및 안전 기능이 포함된 BMS가 필요하지만, 배터리 데이터가 부족하다는 문제점이 있다. 특히, 배터리는 온도에 따라 전압 및 용량 등 특성이 변화하는데^[1], 해수속에서 운용하게 되면 계절별 해양 환경에 대한 정보를 반영할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 대한민국 연중 해수온도인 5-25℃ 환경에서의 해수이차전지의 SoC 실험을 수행하여 SoC LUT 작성을 위한 데이터를 확보한다.

2. 해수이차전지

해수이차전지는 해수속에 있는 나트륨 이온을 선택적으로 투과하여 인가되는 전압에 따라 에너지를 충방전 한다. 현재는 1.5Ah급 제품 및 3Ah급 제품이 생산되고 있으며, 전압은 약 3.6~3.7V까지 확보가 가능하다. 허용 전류는 약 120mA~200mA 사이이며, 최적의 효율을 낼 수 있는 전류는 꾸준한 실험으로 확인중에 있다. 순간적인 고출력은 어렵지만 에너지 밀도가 높아 ESS로 활용할 수 있는 가능성이 매우 높다. 현재는 1kWh급 모듈에 대한 연구가 진행되고 있다.

3. SoC 실험 방법 및 결과

SoC 0%의 기준인 전압 2V에서 3Ah 용량만큼 충전한 후 5%(150mAh)씩 방전한 후 2시간 휴지 상태에서의 전압을 해당 SoC의 기준 전압으로 한다. 그 결과 온도가 낮아질수록 동일 SoC 구간에서 전압이 낮아짐을 확인할 수 있었다.

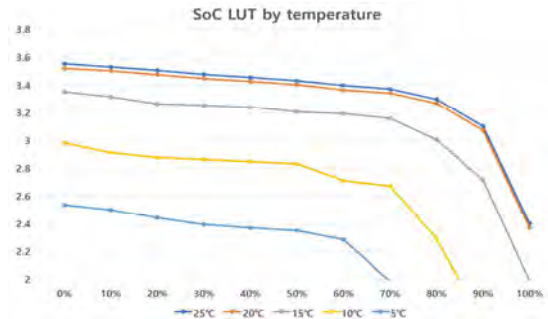


Fig. 1 해수이차전지 온도별 SoC LUT

4. 결론

온도 저하에 따라 동일 SoC 구간에서 전압이 떨어지는 것은 온도 저하에 따른 해수 내 나트륨 운동성 저하 및 셀 자체의 나트륨 수용력 저하 등으로 추측된다. 이에 따라 저온 환경에서는 허용 하한 전압인 2.0V에 보다 빠르게 도달하기 때문에 총 가용 에너지 양은 상당히 감소함을 알 수 있다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(20215610100030, 1 kWh급 이상 해수이차전지 단위 모듈 적용 해양기기 제품개발).

참고문헌

1. Y. K. Tan, J. C. Mao and K. J. Tseng, "Modelling of battery temperature effect on electrical characteristics of Li-ion battery in hybrid electric vehicle," 2011 IEEE Ninth International Conference on Power Electronics and Drive Systems, Singapore, 2011, pp. 637-642, doi: 10.1109/PEDS.2011.6147318.

타공 벨로우즈 소음기의 유동특성에 관한 연구

A Study on the Flow Characteristics of Perforated Bellows Silencer

백남도*, 백근욱*, 지영민*, 최학근*, 조동현#,**

*N. D. Baek, *G. W. Baek, *Y. M. Ji, *H. K. Choi, #**D. H. Cho

¹제일산업, ²대진대학교

Key words: Perforated Bellows, Mountain, Bone, Uniformity, Stress, Displacement

1. 서론

기계의 고급화 추세에 맞추어 기계 성능뿐만 아니라 부가적인 품질, 특히 저소음화 여부가 기계의 품질 경쟁력에 큰 영향을 미치고 있으며, 제품 품질에 주요한 기준이 되고 있다. 이에 따라 저소음화에 필요한 소음 저감장치들이 필요하고, 특히 사용자 측면에서 가장 가까운 공기의 흡·배기구에 설치되는 소음기 연구보고가 요구되고 있는 실정이다. 그러므로 본 연구에서 동심 내·외부측 타공 벨로우즈의 소음감소기술과 미세공 금속칩 소결 흡음기술을 융합한 동심 굴곡형 소음기의 유동특성에 대한 3D 시뮬레이션 연구를 수행하였다.

2. 유동특성 해석

Fig. 1은 타공 벨로우즈 소음기의 3D 구성도를 나타낸다. 동심 내·외부측에 홀캐비티(Hole-Cavity) 공명에 의한 소음저감과 반사형에 의한 소음저감을 동시에 구현되도록 구성하였다. 유동특성 해석은 3D CAD(solidworks2022)와 3D FEA(midas CFD 2022R1)로 수행하였다. 유동하는 유체는 공기이며, 비압축성과 정상상태에서 유동특성에 대한 시뮬레이션을 수행하였다.

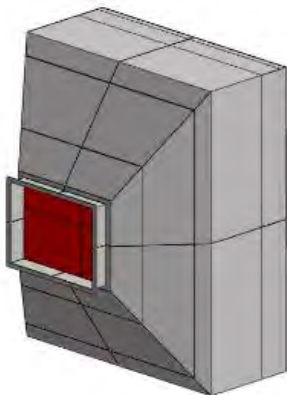


Fig. 1 3D configuration diagram of perforated bellows silencer

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 타공 벨로우즈 소음기의 유동특성이 나타난다. Fig. 2에 나타난 바와 같이 최대 유속은 27.33m/s이며, 최대 압력은 560.9Pa로 나타났다. 공기가 타공판을 통과할 때 유속이 감소현상으로 소음이 크게 감소되는 것으로 사료된다.

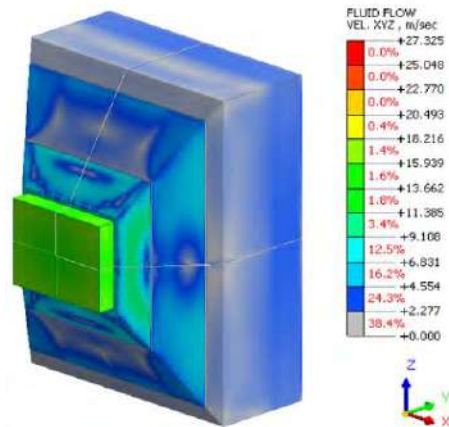


Fig. 2 Flow characteristics of perforated bellows silencer

3. 결론

본 연구에서 공기의 최대 유속은 27.33m/s이며, 최대 압력은 560.9Pa로 나타났다. 공기가 타공판을 통과할 때 유속이 감소현상으로 소음이 크게 감소되는 것으로 사료된다.

후기

“이 논문은 2022년도 중소벤처기업부의 지역특화산업육성사업(S3272965)의 지원으로 연구되었음”

참고문헌

1. Lee, G. H., “A Study on air flow performance of straight duct and flexible duct by CFD analysis”, KSME17-Fr16C010, pp. 3152-3156, 2017.

LED 투명디스플레이 레진 디스펜싱 & 몰딩 공정 로봇-장비 모델 개발 Development of Robot-assisted Manufacturing System for Resin Dispensing and Molding Process of LED Signage

*김민주¹, #곽은지¹, 이찬우¹, 서동현¹, 제태진¹, 한준세¹, 최두선¹

[#]E. J. Gwak(ejgwak@kimm.re.kr)¹

¹한국기계연구원 나노공정장비연구실

Key words : Robot-assisted process, dispensing and molding process, film loading/unloading, automation

1. 서론

투명 LED 디스플레이는 유리창과 디스플레이의 기능을 동시에 할 수 있어 최근 건물 벽의 내외 뿐 아니라 자동문, 버스 정류장 등에 시공되어 활용되고 있다. 이러한 투명 LED 디스플레이를 제조하는 공정 중, OCR 공정은 LED 기판에 레진을 디스펜싱하여 LED 소자를 보호하고, 디스플레이의 강도를 향상시키는 과정으로, 필름을 활용한 패키징 방식인 OCA공정에 비해 두께가 얇고 선명하며 생산 비용이 저렴하다는 장점이 있다. OCR 공정에서 균일한 품질의 결과물을 얻기 위해서는 일정한 높이에서 일정한 양의 재료가 도포되어야 한다. 현재 디스펜싱 및 이송 공정은 모두 수작업으로 이루어지고 있으며, 이러한 점이 레진 도포량 불균일 및 기포 발생 문제를 유발하여 품질 및 생산성을 낮추는 원인이 되고 있다. 본 연구에서는 디스펜싱 & 이송 공정에 적용 가능한 로봇에 대하여 소개하고, 표준 공정 모델을 제안한다.

2. 공정 분석

일반적으로 OCR 공정은 핫 프레스 공정으로 진행된다. 공정 순서로는 먼저 회로 보호 필름을 부착한 LED 기판을 준비한 후, 프레스 금형의 상하부에 이형 필름을 부착한다. LED 기판에 토출기를 통해 레진을 디스펜싱 한 후, 이를 금형으로 이송하여 레진을 균일하게 성형하기 위한 중판을 삽입해 프레스 한다. 프레스 성형이 끝난 후에는 커터칼을 이용해 중판과 기판을 분리하여 제품을 완성한다. 해당 공정에서 제품의 품질에 큰 영향을 미치는 레진 디스펜싱 및 이송 공정은 인력에 의해 이루어지고 있기에 재료의 도포 위치가 불균일하거나, 이송 시에 레진이 가운데로 흐르는 현상이 발생한다. 이는 기포나 빈 공간 발생 문제를 유발하고, 제품의 품질을 하락시키는 원인이 될 수 있을 것으로 분석하였다.

3. 로봇 공정 모델

레진 디스펜싱 및 기판 이송 공정에 필요한 인력을 로봇으로 대체하기 위한 표준 공정 모델을 설계하였다. 로봇은 총 2기 적용하여 1기는 협동 로봇(디스펜싱용/두산협동로봇), 또 다른 1기는 산업용 로봇(이송용/현대로보틱스)을 선정하였다. 로봇을 통한 공정 흐름으로는 우선, 노즐을 장착한 디스펜싱용 로봇으로 LED기판에 레진을 특정 패턴으로 도포한다. 이후, 이송용 로봇을 통해 LED 기판과 중판을 연속적으로 프레스 금형 위로 적재한다. 이 과정에서 기판을 상부에서 잡아 이송할 경우 처짐으로 인한 품질 문제가 발생할 우려가 있어, 이를 방지하고자 삼 형태의 그리퍼를 사용한다. 또한 정확한 위치에 이송할 수 있도록, 금형과 그리퍼를 이용한 테스트를 통해 위치 정밀도 최적화 작업을 진행하였다. 프레스 공정을 마친 제품은 다시 이송용 로봇을 거쳐 후 작업이 이루어지는 테이블로 이송되고, 수작업 컷팅으로 중판과 기판을 분리하여 공정을 마무리하며, 이에 대하여 테스트베드를 구축하여 실 공정의 효율성을 확인하였다.

4. 결론

OCR 공정, 그 중 디스펜싱 & 이송 공정에 협동 로봇 및 산업용 로봇을 도입하여 수작업으로 인한 품질 저하 및 생산성 문제를 해소할 수 있는 표준 모델을 제안하여, 투명 LED 디스플레이 제조 공정에서의 생산성과 효율성을 증대할 수 있을 것으로 전망한다.

후기

본 연구는 산업통상자원부의 기계산업핵심기술개발사업(No. 20018385)과 한국기계연구원 주요사업(NK244E)의 지원으로 수행되었음.

익수자 탐지를 위해 Feature-level 기반의 EO/IR 퓨전 알고리즘에 관한 연구

A Study on Feature-level based EO/IR Fusion Algorithms for drowning victim detection

*자오 양¹, 강정호¹, #이경창¹

*Y. Zhao¹, J. H. Kang¹, #K. C. Lee(gcleee@pknu.ac.kr)

¹부경대학교 지능로봇공학과

Key words : Visible-infrared image fusion, Deep learning, EO/IR camera

1. 서론

EO/IR 카메라 사용하고 이미지를 퓨전하면 결과 퓨전 이미지에는 적외선 이미지의 두드러진 특징 정보와 가시광선 이미지의 풍부한 디테일 및 텍스처 정보가 모두 포함된다. 해상 환경은 훨씬 더 복잡하여 가시광선 이미지의 경우 날씨뿐만 아니라 빛의 영향을 받아 이미지가 좋지 않다. 해양 환경의 적외선 이미지는 배경 정보와 디테일이 부족하고 과도 및 햇빛 반사의 영향을 받는다. 퓨전된 이미지는 물체 추적, 물체 감지 등과 같은 다운스트림 애플리케이션에서 사용되어 정확도를 향상시킬 수 있다. 이에 따라 본 논문에서는 다중 해상 환경에서 익수자 탐지를 위해 Feature-level 기반의 EO/IR 퓨전 알고리즘 제안한다.

2. EO/IR Fusion Algorithms

이미지 퓨전 알고리즘은 퓨전이 발생하는 시점에 따라 픽셀 레벨, 특징 레벨, 결정 레벨로 분류된다. Fig. 1은 특징 레벨 알고리즘의 구조이다.

특징 레벨 퓨전 알고리즘은 특징 추출, 특징 퓨전, 이미지 재구성의 세 단계로 나눌 수 있다. 전통적인

퓨전 방법에서는 세 단계 모두 사람이 직접 설계해야 하므로 퓨전 효과가 제한적일 수 있다. 딥러닝 알고리즘을 사용하면 퓨전의 성능을 향상시킬 수 있다.

3. 실험 결과

이 논문에서는 해상 환경에서 EO/IR 카메라를 사용하여 익수자 데이터 세트를 캡처했다. 표적 탐지 작업을 수행하는 동안 적외선 이미지에서 햇빛 반사, 과도, 물체가 사람으로 인식되는 경우가 있다. 퓨전된 사진에는 적외선 사진의 두드러진 표적 정보와 가시광선 사진의 풍부한 디테일 및 배경 정보가 포함되어 있어 후속 표적 탐지 작업에 매우 유용하다.

4. 결론 및 향후 계획

퓨전 알고리즘은 더 많은 정보와 특징이 포함된 퓨전 사진을 얻기 위해 EO/IR 이미지를 퓨전 하는 데 사용된다. 이는 객체 인식이나 추적과 같은 다운스트림 애플리케이션의 성공률과 정확도를 높일 수 있다. 향후, EO/IR 퓨전 알고리즘과 다운스트림 애플리케이션을 적용한 연구를 진행할 예정이다.

후기

본 연구는 대한민국 정부(산업통상자원부 및 방위사업청) 재원으로 민군협력진흥원에서 수행하는 민군기술협력사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.(과제번호 No.UM22311RD3)

참고문헌

1. W. Liu, W. Liu and Y. Sun, "Visible-Infrared Dual-Sensor Fusion for Single-Object Tracking," in IEEE Sensors Journal, Vol. 23, No. 4, pp. 4118-4128.

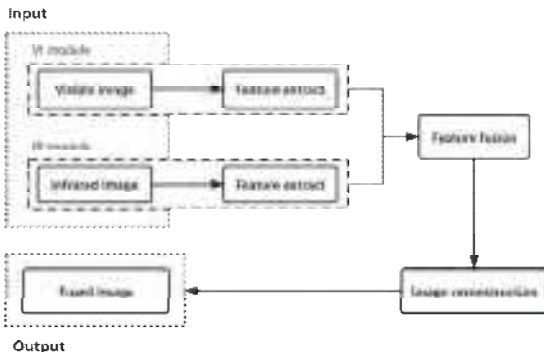


Fig. 1 Feature-level algorithm structure

광 전달 시스템에서 온도조건이 미러 홀더의 광학 수차에 미치는 영향 The Effects of Temperature Conditions on Aberration in a Mirror Holder

*김지훈¹, 우성철¹, 박찬식², #김주한¹

*J. H. Kim¹, S. C. Woo¹, C. S. Park², #J. Kim(joohankim@seoultech.ac.kr)¹

¹서울과학기술대학교 기계공학과, ²주호나

Key words : Beam delivery, Aberration, Shack-Hartmann sensor, Athermal design

1. 서론

광학 및 관련 전자 제품 기술의 발전으로 광을 응용한 시스템은 다양한 분야에서 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 시스템은 가공, 의료, 통신 등 다양한 분야에서 사용되고 있으며, 시스템의 고도화와 정밀화가 요구되고 있다^[1]. 광 전달 시스템의 성능은 여러 환경적 요인에 영향을 받는다. 특히 온도조건은 광학 시스템의 성능에 큰 영향을 미칠 수 있는 중요한 요인이다. 본 연구에서는 빔 전달 시스템의 거울 장치에 특정 온도 조건을 가해 광학 수차에 미치는 영향을 분석했다.

2. 이론

제르니케 다항식은 광학 시스템 및 파면 분석에 사용되는 수학적 해석방법으로 파면을 시스템의 렌즈나 거울의 수차를 종류별로 분해하여 이를 다항식으로 표현한다^[2]. 제르니케 다항식은 식(1)과 같이 Radial function과 Triangular function으로 구성된다. ρ 는 radial distance, θ 는 azimuthal angle이다. 결과적으로 파면의 위상은 제르니케 다항식과 각 계수(α)를 곱한 값의 합으로, 식(2)로 표현할 수 있다. Shack-Hartmann sensor를 이용해 제르니케 계수를 구할 수 있어 파면을 재구성 할 수 있다.

$$Z_j(\rho, \theta) = R_j(\rho)\Theta_j(\theta) \quad (1)$$

$$\Phi(\rho, \theta) = \sum_j^N \alpha_j Z_j(\rho, \theta) \quad (2)$$

3. 실험방법

온도조건에 따른 수차발생을 측정하기 위한 장치를 Fig. 1과 같이 구성했다. 레이저 빔은 확대경을 지나 광 매개체와 상호작용 한 후 Micro lens array를 투과하여 이미지를 형성한다. 온도조건을 부여하기 위해 열선이 적용했으며, 전압 인가 후 온도 및 이미지 변화를 수집했다.

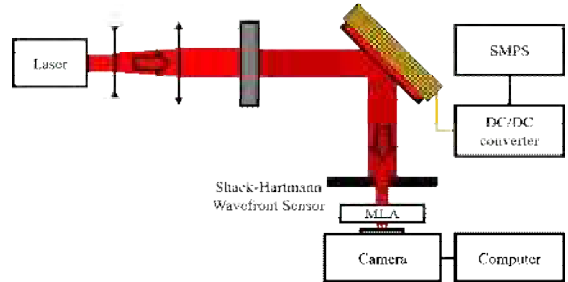


Fig. 1 Beam delivery system setup used to measure aberration according to temperature condition

4. 결론

거울이 장착된 경우의 수차를 분석하면 기울기 수차가 가장 크게 상승했으며, Y-tilt 수차가 온도상승에 따라 음의 값으로 증가했다. 기울기 수차를 제외한 나머지 수차에 대해서 분석하면 Defocus, Astigmatism 수차가 크게 상승했다. 이 결과는 전산해석 결과와 유사한 결과를 나타냈다. 비대칭적인 수차의 증가는 부품간의 서로 다른 열팽창계수에서 비롯된 것으로 유추된다.

후기

이 논문은 2023년도 교육부의 ‘산학공동기술개발과제(LINC 3.0)’의 지원을 받아 연구됨(No. 2023-0835)

참고문헌

1. Wang Y., “Hollow-core photonic crystal fibre for high power laser beam delivery”, High Power Laser Science and Engineering, Vol. 1, No. 1, pp. 17-28, 2013.
2. Leahy Z. N., “Athermal mounting of optics in metallic housings” In Optomechanical Engineering, Vol. 8836, pp. 194-201, 2013.

딥러닝 기반 수중 영상 개선을 통한 양식장 그물 파손 탐지

Detection of Fish Farm Net Damage using Deep Learning-based Underwater Image Improvement

*백옥진¹, 강정호¹, #이경창¹
 *U. J. Baek¹, J. H. Kang¹, #K. C. Lee¹
¹부경대학교 지능로봇공학과

Key words : Deep Learning, Defect Detection, Computer Vision, Underwater Image

1. 서론

수중 환경은 부유물에 의해 빛의 산란이 발생하고, 기상환경에 따라 수중 조건을 예측하기에 어려워 카메라로 수중 검사를 하는 것은 어려운 문제 중 하나이다. 가두리 양식장에서 어류나 양식 시설을 모니터링하기 위해 수중 카메라 영상을 활용하기 위해서는 노이즈 제거 등 수중영상 처리가 필수적이다. 본 연구에서는 ROV를 이용하여 가두리 양식장에서 발생하는 그물 파손을 탐지를 하고자 한다. 수중 영상에서 노이즈 제거를 하기 위해 AutoEncoder 기반의 영상 개선 알고리즘과, Mesh-hole 그룹핑 기법이 적용된 그물 파손 탐지 알고리즘을 제안한다.

2. AutoEncoder 기반 노이즈 제거

AutoEncoder는 입력된 데이터를 인코더에 통과시켜 latent vector로 압축하고, 압축된 latent vector에서 입력된 데이터와 같은 크기의 출력값을 내놓는 과정으로 이루어진다. 즉, 입력값과 출력값이 같도록 하는 weight를 찾는 방식으로 학습이 이루어진다. 본 논문에서는 AutoEncoder를 통해 노이즈가 존재하는 이미지와 존재하지 않는 이미지를 비교 및 학습을 하였다. AutoEncoder는 Encoder 부분에 노이즈를 추가하게 되면 성능이 향상되는 효과를 얻을 수 있다. 또한, 이 과정에 Sobel filter를 추가시켜 그물 이미지의 엣지를 강화함으로써 이전보다 선명한 그물 이미지를 얻기 위한 학습에 활용하였다.

3. Mesh-hole 그룹핑 기반 그물손상 탐지

노이즈 제거가 된 이미지를 바탕으로 그물의 손상 여부를 파악한다. 이미지 중 그물에 발생한 구멍에 bounding box를 만들어 집합 단위로 묶은 후 집합에 포함된 구멍끼리 넓이를 비교함으로써 그물의 울렁거림이 있어도 파손을 탐지하는 것이 가능하도록 알고리즘을 설계한다.

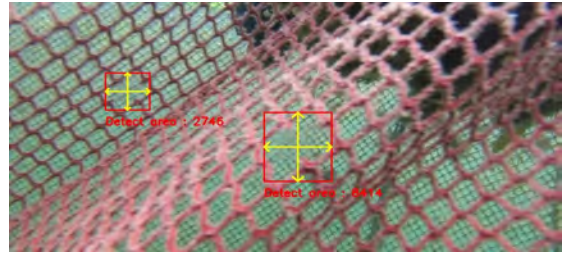


Fig. 1 Detecting damage of net image

4. 결론

본 연구에서는 AutoEncoder를 기반으로 개선한 수중 영상에 Mesh-hole Grouping 알고리즘을 적용하여 그물 이미지에서 파손을 탐지하였다. AutoEncoder를 통해 노이즈가 제거된 수중 이미지에 Mesh-hole 그룹핑 알고리즘을 적용하였고, 그 결과 손상 부위를 잘 탐지하는 것을 확인하였다. 추가적인 연구에서는 탐지율을 보다 높이기 위해 환경변화에 능동적으로 대처가 가능하도록 알고리즘을 추가적으로 개선할 예정이다.

후기

이 연구는 2021년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(과제번호: 20014621)

참고문헌

1. Kocak, Donna M., et al. "A focus on recent developments and trends in underwater imaging." Marine Technology Society Journal, 42(1), pp. 52, 2008.
2. Ziou, Djemel, and Salvatore Tabbone. "Edge detection techniques-an overview." Pattern Recognition and Image Analysis C/C of Raspoznvaniye Obrazov I Analiz Izobrazhenii, 8, pp. 537-559, 1998.

모션 증폭을 이용한 회전체 고장 진단에 관한 연구

A Study on the Diagnosis of Rotor Failure Using Motion Amplification

*김지만¹, #김현수²

*J. M. Kim¹, #H. S. Kim(hkim7@deu.ac.kr)²

¹동의대학교 인공지능학과, ²동의대학교 자동차공학과

Key words : video motion amplification, rotor and shaft, failure diagnosis

1. 서론

회전체는 기계 설비의 핵심 요소로 다양한 산업에서 이용되고 있으며, 회전체의 고장은 생산중단을 발생시켜 경제적 손실을 발생시킨다. 그러므로 고장 초기에 회전체의 고장을 진단하는 연구가 많이 진행되고 있으며, 고장진단 프로세스가 내장된 회전체 시스템도 등장하고 있다. 그러나 새로운 설비를 구입하기에는 많은 자본과 시간이 소모되므로 기존에 사용하던 기계를 변경하기는 어렵다. 따라서 추가 설비를 활용하여 고장진단을 수행해야 한다.

회전체의 고장 진단은 진동 데이터를 분석하는 것이 일반적인데, 데이터를 획득하기 위해서는 센서를 부착하고 필요한 장비를 구입해야 한다. 또한 해당 데이터를 분석하는 전문지식 역시 필요하다.

본 연구는 비접촉식으로 데이터를 획득하고 전문지식 없이 직관적으로 회전체 고장 진단이 가능한 방법을 제시한다.

2. 본론

모션 증폭 기술은 육안으로 볼 수 없는 미세한 움직임을 확대시켜 영상 내 움직임을 명확하게 확인하는 기술이다^[1]. 영상을 프레임 단위로 분리하고 이미지 필터를 이용하여 움직임의 차이를 증폭한다. 증폭된 이미지를 이어 붙여 눈에 보이지 않는 움직임을 시각화한 영상을 제작한다. 이 기술은 특정 주파수를 입력하여 원하는 주파수 대역의 움직임을 증폭시키거나, 영상을 분석하고 움직임이 가장 큰 부분을 증폭시킬 수 있다.

본 연구에서는 회전체 고장상태 진단을 위한 실험 장치를 제작하고 모션 증폭을 이용하여 회전체의 고장상태를 진단한다. 실험 장치는 DC 모터와 샤프트, 커플링으로 구성되며, 회전체의 중심에 고장 상태를 모사하기 위해 회전체에 외력을 전달해 주는 오더 발생 장치를 회전체 중심에 장착하고 실험을 진행하였다.

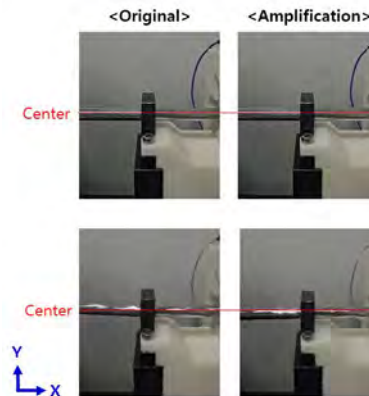


Fig. 1 Comparison of original and amplified images in faulty condition

3. 결론

Fig 1에 회전체의 증폭 전후 사진을 비교한 것을 나타내었다. 상단은 증폭되기 전, 하단은 증폭된 이후의 사진을 나타내며 같은 프레임의 사진을 비교하였다. 증폭의 정도를 정확히 하기 위해 축의 중심에 빨간선을 추가하였다. 증폭된 사진은 빨간선을 중심으로 Y축 방향으로 크기 움직이는 것을 확인할 수 있으며, 회전체의 Y축 방향 동심도가 벗어난 것을 파악할 수 있다. 이를 통해 모션 증폭을 이용하여 회전체의 고장상태를 진단할 수 있음을 검증하였다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2023-2020-0-01791)

참고문헌

- Oh, T. H., Jaroensir, R., Kim, C., Elgharib, M., Durand, F., Freeman, W. T., Matusik, W. "Learning-based Video Motion Magnification", European Conference on Computer Vision(ECCV), pp. 633-648, 2018.

공작기계의 스피indle 진단 모델 개발을 위한 학습데이터의 불확도 연구

A Study on the Uncertainty in Training Data for Developing a Spindle Diagnostic Model in AI-IoT Turning Centers

*,#박병희¹, 김진록¹, 이영식²

*.#B. H. Park(pbh14@dmi.re.kr)¹

¹대구기계부품연구원, ²대성하이텍

Key words : Diagnosis, Training data, Turning centers, Uncertainty

1. 서론

최근 심층학습, 머신러닝 알고리즘의 개발과 하드웨어의 발전으로 데이터 수집형 기반 상태 진단 모델 개발에 대한 많은 연구가 수행된다. 이러한 진단 모델은 누적 시간에 대한 데이터의 경향과 패턴을 분석한 모델로 외부 환경에 대한 강건성을 확보하기 위해 다양한 특징인자를 추출한다. 정확도는 특징인자 추출을 통해 진단 모델을 개발하더라도 주어진 데이터에 따라 수렴한다. 진단 모델의 정확도는 데이터의 불확도 요인들을 고려한다면 데이터 획득 방법을 보완한다면 향상될 수 있으므로, 본 연구에서는 학습데이터의 불확도에 대한 연구를 수행하였다.



Fig. 1 GUM

(Guide to the expression of Uncertainty in Measurement)

2. 불확도

측정에서 불확도는 측정된 결과값이 얼마나 신뢰할 수 있는지 나타내는 지표이다. 측정값에 영향을 미칠 수 있는 모든 요인들을 정량적으로 표현한 것으로, 표준편차나 신뢰구간과 같은 통계적인 개념을 활용한다. 측정 불확도를 평가하는 방법은 GUM(Guide to the expression of Uncertainty in Measurement)의 국제 표준에서 제시하고 있다. 불확도는 측정값과 입력값의 관계를 나타내는 측정 모델을 수립하고, 각 입력량의 불확도를 추정한 후, 상관관계 분석이나 불확도 전파 법칙을 이용하여 합성 불확도를 구한다.

3. 데이터 획득

공작기계의 데이터 획득은 대표적으로 가속도, 음향, 전류 및 온도센서를 설치하여 이루어진다. 각 센서의 샘플링 주파수의 범위는 센서의 특징에 따라 나뉘어지며, 10~51,200 Hz이다. 측정값에 대한 불확도는 각 센서를 교정하여 사용하므로 데이터시트를 통해 확인할 수 있다.

4. 결론

일반적으로 머신러닝에 사용하는 학습데이터는 신뢰수준 95%을 초과하는 데이터에 대한 스크리닝, Z-score를 활용한 일반화, 표준편차, 특징인자들 사이의 상관관계 등 다양한 통계적 방법을 통해 데이터를 분석하지만, 공작기계의 가공 현장의 설치된 환경과 주변 환경에 대한 요인도 포함해야 한다. 내부의 구조물 위치와 형상에 따라 음압은 다르며, 가속도 센서의 위치, 온도와 습도, 공작물 척의 힘, 척의 유형 등 다양한 요인들이 데이터의 불확도에 영향을 미친다.

후기

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가기획관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임. (No.20015227)

참고문헌

1. Jeffrey H Williams, Guide to the expression of uncertainty, Morgan & Claypool Publishers, 2016.

사용후 배터리 신뢰성 향상 및 평가 자동화를 위한 연구 Research for Test Automation and Improved Used battery reliability

*이환기¹, 정지환¹, 이영주¹, 이종석¹

*H. G. Lee, J. H. Jeong, Y. J. Lee, J. S. Lee(hwangi2@gbtp.or.kr)

¹재단법인 경북테크노파크

Key words : Used battery, reliability improvement

1. 서론

국내 전기차 시장은 '17년 약 1만대 대비 '21년 10만대로 10배 이상 급성장하고 있는 것으로 추정되며, '25년까지 누적 105만대, '30년 300만대 보급계획을 가지고 추진중에 있다. 이처럼 전기차 보급에 따른 사용후 배터리 발생량 급증이 예상되나, 이에 대한 회수·재활용 체계 구축이 미흡하고 관련 법령이 마련되어 있지 않아, 실증특례를 통해 사용후 배터리를 활용하여 법령 제정 및 규정이 제정되고 신규로 마련중에 있다. 전기차용 배터리 시장 규모가 커짐에 따른 사용 연한이 종료된 사용후 배터리의 배출이 급격하게 증가 예상되기 때문에, 이를 보다 효율적 처리 및 관리하는 방안이 필요하다.

2. 사용후 배터리 평가 자동화를 통한 배터리 발생량 대비 처리량 확보

발생된 사용후 배터리는 '수거-성능평가-보관-매각'의 단계를 거쳐 재사용 및 재활용 기업으로 보급 단계를 거치고, 성능평가는 팩단위 및 모듈단위에서 전수검사 시행이 필요하여 현재 급증하는 사용후 배터리 발생량을 既구축된 산업화 센터 및 거점수거센터의 성능평가 체계로는 소화하지 못하고 있다. 이러한 이유로 사용후 배터리 처리에 대한 고민을 해결하기 위해 배터리 자동화 평가체계를 구축하고자 한다.



Fig. 1 사용후 배터리 자동화 처리 개념도

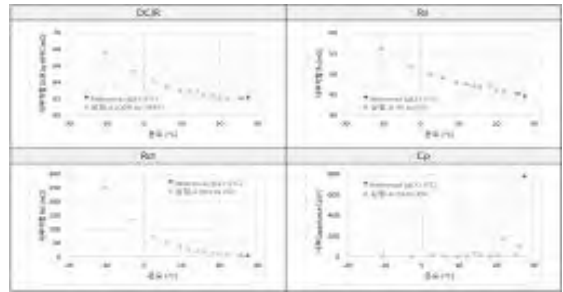


Fig. 2 사용후 배터리 온도변화에 따른 파라미터 결과

본 연구에서는 Fig. 1과 같이 평가처리량을 늘려, 향후 발생 배터리 보관 공간 부족 및 성능평가 처리능력 부족에 따른 사용후 배터리 과잉공급 현상을 해소하고자 한다.

이는 향후 발생할 수 있는 사용후 배터리의 처리량을 고려하여 많은 사용 후 배터리가 발생되어질 때 신속하게 처리가 불가능하고 결과적으로 사용 후 배터리가 쌓이게 되는 문제 발생하게 된다. 따라서, 본 연구를 통해 사용후 배터리 처리량에 대한 문제를 해결하고 신속하게 처리하는 것 뿐만 아니라, Fig. 2와 같이 여러 환경조건에서 사용후 배터리 신뢰성을 검증하고 신뢰성을 확보할 예정이다.

3. 결론

본 연구에서는 전기차 사용후 배터리의 재활용시장 본격화에 대비하여 재활용 활성화에 사용후 배터리 평가기술 뿐만 아니라 사용후 배터리 재사용, 재활용 과정에서 다양한 분야에서의 안전에 대해 연구중에 있다. 따라서 사용후 배터리 자동평가 장비 및 자동화 설비 구축을 통한 폭발적으로 증가가 예상되는 사용후 배터리에 대한 재사용/재활용 대량 자동처리 프로세스를 확립하고자 한다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부의 규제자유특구혁신사업육성 지원에 의한 연구임(P0021264).

퍼스널 모빌리티 구동용 공유 배터리팩 개발

Development of shared battery pack for personal mobility

*신현학¹, 최승민¹, 강호영¹, 김태훈¹, 장춘석¹, 홍희동², 배진우²

*H. H. Shin¹(hh@gbtp.or.kr), S. M. Choi¹, H. Y. Kang¹, T. H. Kim¹, J. W. Bae²

¹(재)경북테크노파크, ²(주)백셀

Key words : BSS, sharing battery, BMS, PM battery

1. 서론

탄소제로 및 세계 각국의 환경 정책으로 배출가스 저감 활동이 진행되고 있으며, 전기 이륜차로 교체를 위해 보급을 확대하고 있다. 기존 내연기관 이륜차는 내연기관 자동차보다 10배 이상의 배출가스를 발생시켜 전동으로 교체하는 것은 대기 환경 개선에 매우 효과가 있을 것으로 예상된다.¹⁾

전기 이륜차의 단점으로는 긴 충전 시간과 짧은 주행거리로 최근 이를 극복하기 위해 구독 모델인 배터리 교환형 이륜차 개발 및 국산화가 진행되고 있으며, 본 논문에서는 안전성 및 신뢰성, 고효율을 기반으로 전기 이륜차를 포함한 교통 약자 이동 수단 차량 등 다양한 환경에서 운용이 가능한 공유형 표준 배터리 팩 개발 내용을 발표하고자 한다.

2. 배터리 팩 및 BMS 개발

제한한 배터리팩은 14S6P로 구성하였으며 고출력을 위해 Nickel plated busbar를 베이스로 하여 상단에 Copper bar를 추가하여 최대 100A 방전에서 발열 및 열화가 생기지 않도록 설계하였으며, 셀 간 자연 대류 방식으로 공기가 순환할 수 있도록 Air flow space를 고려한 설계로 효율적인 방열 효과를 구현하였다. BMS는 배터리팩의 상태 측정, 셀 보호, 셀 밸런싱, 용량 산출(SOC), 배터리 수명(SOH)산출 등을 가능할 수 있도록 TI사의 BQ76940을 사용하여 개발하였다.

Table 1 The specifications of Li-ion battery pack

division	Specifications
cell structure	14S × 6P
voltage	50.4 V
Maximum Discharging Current	110 A(3.7C)
battery capacity	29.4 Ah
temperature	-20 ~ 55 °C
Size	170 * 135 * 310 mm

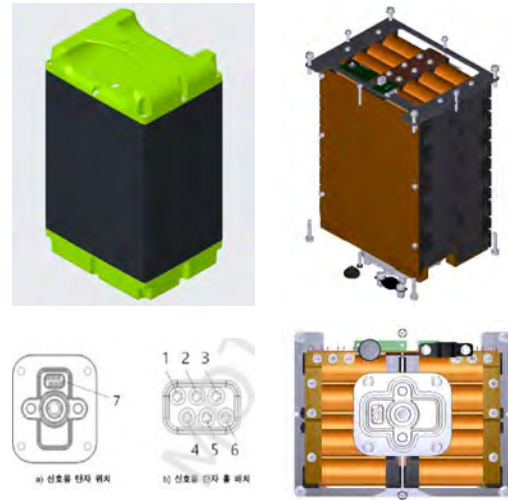


Fig. 1 Picture of battery pack

3. 결론

본 논문에서는 전기 이륜차 및 교통약자 이동수단 차량을 위한 배터리팩 개발 내용을 발표하였다. 제한한 배터리팩은 전기이륜차 공용 교환형 배터리 팩 KS 표준(KS R 6100-1,2,3,4)을 준수하여 개발되었으며, 배터리팩의 성능, 안전성 및 내구성 시험방법에 맞춰 시험검증 하였다.

후기

이 연구는 산업통상자원부가 지원하는 퍼스널 모빌리티 플랫폼 핵심기술 개발 및 실증 사업(공유·구독에 적합한 고신뢰성 PM 구동플랫폼 및 적용기술개발)으로 수행된 연구 결과입니다.(P0018385)

참고문헌

- Kim, Tae-Hyeong, "전기이륜차도 자동차이다.", The Korean Institute of Electrical Engineers, Vol. 67, Issue 9, pp. 33-38, 2018.

데이터 수량 기반 K겹 교차검증을 적용한 BSR 예측 모델의 아키텍처 설계 및 유효성 검증

Architecture Design of BSR Prediction Model with Data Quantity-Based K-fold Cross Validation and its Verification

*김석범¹, 남재현¹, #고동신¹

^{*}S. B. Kim, S. B. Kim, [#]S. D. Ko(dsko@iae.re.kr)

¹고동기술연구원 지능기계시스템센터 CAE응용기술그룹

Key words : K-fold cross validation, Hold-out validation, Deep Neural Network, BSR

1. 서론

BSR 소음은 자동차 내부에서 발생하는 대표적인 소음으로 시트 및 도어에서 주로 발생되며, 자동차 내부공간의 활용성과 고급화 및 지능화로 인해 시스템이 복잡해지면서 소음발생에 대한 이슈가 더욱 증대되고 있다. BSR 소음 평가는 매우 복잡한 신호처리 방법과 특정 하드웨어를 기반으로 수행되어 부품 단위 평가 및 설계단계에서 접근하기 매우 어렵다¹⁾. 정량적 평가는 Loudness N10으로 수행되며, 필터 처리 및 매우 복잡한 계산과정을 거치게 된다.

본 논문에서는 복잡한 계산과정이 필요한 BSR 정량 지표를 일반적으로 사용되는 음향 및 음질 물리량을 통해 머신러닝 기반으로 예측하고자 하였다. 또한 머신러닝은 일반적으로 데이터 개수가 모델의 정확성에 기여하기 때문에 소수의 데이터를 기반으로 모델의 정확도를 향상 시킬 수 있는 아키텍처에 대해 연구하였다.

2. 본론

기존의 홀드아웃 방법은 Training data와 Test data를 한번만 나누기 때문에 다른 검증 솔루션에 비해 간단하지만, 소수의 데이터 셋에 대한 모델의 정확성을 보장하기 매우 어렵다. 반면에 제안된 방법인 K겹 교차검증은 전체 모집단에 추출된 표본집단을 활용하여 데이터를 학습 데이터와 평가 데이터로 적절히 구분하여 수행되기 때문에 적은 데이터 수량으로 학습모델의 정확성을 향상 시킬 수 있다.

머신러닝은 비약적인 발전을 통해 특정 분야에서 복잡한 계산에 대한 인간의 사고를 대체하고 있다. 따라서 본 연구에서는 K겹 교차검증을 통해 데이터 셋을 구성하였으며, BSR 예측은 간단한 DNN 모델을 활용하여 수행하였다. 소수의 데이터 셋 기반의 머신

러닝 예측은 K겹 교차 검증이 홀드 아웃에 비해 우수한 것으로 나타났다.

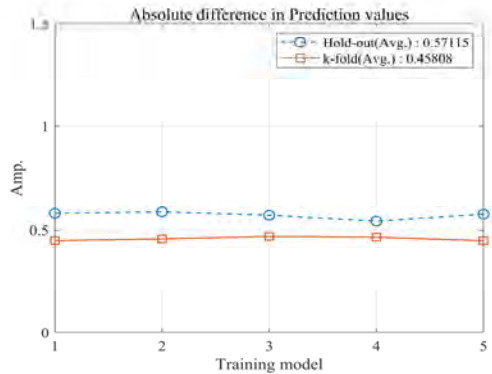


Fig. 1 Comparing performance

3. 결론

실제 실험에서는 다양한 종류의 데이터를 다량으로 얻는 것은 매우 어렵다. K겹 교차검증은 개발 목적 및 방법론에서 설명되었듯이 한정적인 데이터 셋 내에서 최대의 효율을 나타낸다. 따라서 제안된 방법은 실험 기반의 소수의 데이터셋을 활용하여 심층신경망 모델의 높은 정확도를 구성할 수 있을 것으로 분석되었다.

후기

이 연구는 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원 연구비지원에 의한 연구임.(‘20018493’)

참고문헌

1. Nam. and Kang. J., “Classification of Chaotic Squeak and Rattle Vibrations by CNN Using Recurrence Pattern”, Sensors, Vol. 21, No. 23, pp. 8054, 2021.

디지털 클러스터 하우징의 진동 내구 해석 및 거동에 대한 연구 Research on Vibration Durability Analysis and Behavior of Digital Cluster Housing

*#민윤상¹, 심경석¹, 이종현²

#,*Y. S. Min(ysmin@katech.re.kr)¹, K. S. Sim¹, J. H. Lee²

¹한국자동차연구원, ²(주)위커

Key words : Vibration, Durability, Digital Cluster, Housing

1. 서론

최근 전 세계적으로 환경문제가 이슈화되면서 산업계의 탈 탄소화를 위해 많은 연구와 산업 생태계 전반이 변화하고 있다. 자동차 산업 역시 기존 내연 기관 차량에서 전기차로 변화하고 있으며 배터리, 모터 등의 많은 연구가 진행되고 있다. 이러한 사회적 분위기에 탄소 배출량 저감을 위하여 기존 내연기관 차량을 전기차로 개조하는 연구도 활발하게 진행되고 있다. 하지만 기존 내연기관의 계기판은 내연기관에 관련된 정보만을 표시하고 있어 전기차로 개조 시에 적합하지 못하다. 또한 아날로그 계기판의 경우 형상의 한계로 여러 차종에 적용하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 과제에서는 여러 내연기관 차량에 호환이 가능한 디지털 클러스터를 개발중에 있으며 개조 시 발생되는 진동의 변화에 대하여 개발된 디지털 클러스터 하우징 내구성 검증에 위하여 본 논문에서는 실제 차량의 진동 조건을 구현하여 CAE 구조해석을 통해 내구 안전성 검증하고자 한다.

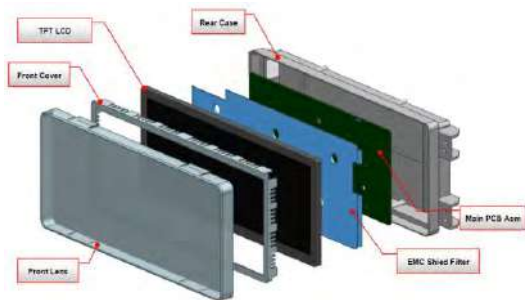


Fig. 1 Digital cluster components



Fig. 2 Measurement of acceleration of driving vehicle

후기

본 연구는 전라남도에서 지원하는 튜닝부품 맞춤형 지원사업 기술개발(R&D)사업의 ‘개조 전기차 적용 범용 디지털 클러스터 기술 개발’과제 지원으로 수행되었습니다.

ISG Hub의 온도에 따른 공정 모니터링 및 공차관리 기술 연구

Study on Process Monitoring and Tolerance Management Technology Based on the Temperature of ISG Hub

*김정곤¹, 김호태², 고대철³, 황선광¹, 이성윤¹, 김지욱¹, 박상욱¹, #장진석¹

*J. G. Kim¹, H. T. Kim², D. C. Ko³, S. K. Hwang¹, S. Y. Lee¹, J. W. Kim¹, S. W. Park¹,

#J. S. Jang(jsjang@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹, ²태경정공, ³부산대학교 나노메카트로닉스공학과

Key words : ISG hub, Process monitoring, Tolerance management technology

1. 서론

ISG(Idle Starter Generator)는 HSG(Hybrid Starter Generator)와 함께 하이브리드 차량 엔진의 발전 및 정차시 엔진과 전동모터를 유동적으로 사용하도록 해주는 기능을 담당한다. 그리고 탄소배출을 효과적으로 줄여 주며 환경 보호와 연료 절감에 도움을 준다. 주성분에 망간이 함유된 금속을 사용하는 ISG hub는 온도의 변화에 따라 크기가 확장하거나 수축하는 열팽창 특성이 있어 hub 온도에 따른 직경 공차 관리가 필수적이다.

본 연구에서는 3차원 측정기를 사용하여 hub의 온도에 따른 직경 변화를 계측한다. 계측 데이터를 활용하여 hub의 열팽창 특성을 분석하였다. 그리고 생산 현장의 hub 온도와 직경 데이터를 저장하고 모니터링을 할 수 있도록 시스템을 구축한다.

이를 통하여 hub 온도에 따른 직경 공차를 관리할 수 있는 모니터링 시스템으로 공정을 관리하고자 한다.

2. 온도에 따른 hub 직경 측정

Hub의 직경을 측정하기 위해 0.1 μ m 분해능의 접촉식 3차원 측정 장비를 사용하였다.⁽¹⁾ 온도조절 챔버를 사용하여 0~30 $^{\circ}$ C까지 5도 단위로 측정하였다. 측정 프로브는 Z축이 고정된 상태로 제품의 원통형 가공부를 자동으로 접촉 회전하며 X, Y축을 측정하고 직경을 구한다.

3. 공정 모니터링 시스템 구축

Hub의 직경은 LVDT센서를 이용하여 1 μ m 단위로 측정한다. Hub의 온도센서는 빠른 반응성 확보를 위해 측정부에 피복이나 표면 처리가 되지 않은 타입을 선택하였다. Local-PC로 hub의 직경과 온도 데이터를 모니터링하는 시스템을 구축하였다. Fig. 1은 가공 및 검사 공정과 모니터링 시스템을 표현하였다.

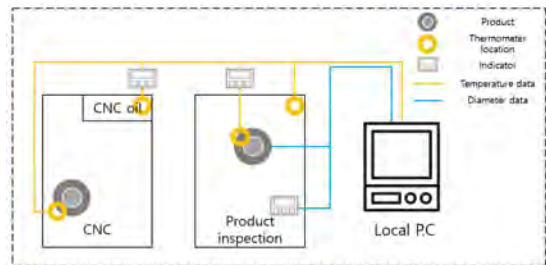


Fig. 1 Process monitoring system

4. 결과 및 결론

3차원 측정 설비를 사용하여 온도에 따른 hub 직경을 측정된 결과, 0~30 $^{\circ}$ C의 범위에서 hub의 최소 직경은 34.9619mm로, 최대 직경은 34.9768mm로 측정되어 최대 15 μ m의 폭으로 수축 및 팽창이 된다. 이는 온도가 2 $^{\circ}$ C씩 증가할 때 1 μ m만큼 팽창하는 것을 의미한다.

따라서, 구축한 공정 모니터링 시스템을 활용하여 hub 온도를 실시간으로 모니터링하고 2 $^{\circ}$ C씩 변동할 때마다 직경 가공 조건을 1 μ m씩 조정함으로써 효과적인 공정관리를 할 수 있게 되었으며 그로 인한 hub의 불량률이 감소할 것으로 보인다.

후기

본 연구는 정부 및 지자체의 용역 및 연구개발 사업(KITECH IL-23-0003) 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. S.G. Hong, "A study on the Effect of High Temperature Workpieces on the Measurement Error of Coordinate Measuring Machines" Journal of Next-generation Convergence Technology Association, Vol. 6, No. 6, pp. 1000-1014, 2022.

하모닉 감속기의 Wave Generator Bearing 결함 신호 분석

Wave Generator Bearing Defect Signals Analysis of Harmonic Drive

*박상욱¹, 원홍인², 김정곤¹, #장진석¹

*S. W. Park¹, H. I. Won², J. G. Kim², #J. S. Jang(jsjang@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원(스마트제조기술연구그룹),

²한국생산기술연구원(첨단메카트로닉스연구그룹)

Key words : Harmonic Drive, Wave Generator Bearing, Defect Signal, Vibration signal

1. 서론

하모닉 감속기는 주로 로봇 및 정밀 기계에 활용되는 대표적인 소형 정밀 감속기로 다른 감속기와 다르게 입력축과 출력축이 동일 축 상에 있다. 유사한 감속비를 가진 RV 감속기보다 경량 설계가 가능하고 고정밀, 저백래시 구현이 가능하다. 하모닉 감속기는 웨이브 제너레이터 베어링(Wave generator bearing), 플렉스 스플라인(Flex spline) 및 원형 스플라인(Circular spline)으로 구성되어 있다. WGB(Wave generator bearing)는 타원형 캠이 입력축에 연결되어 발생하는 회전 운동에 의해 플렉스 스플라인을 항복영역 내에서 변형시켜 탄성 운동을 일으키는 역할을 한다.⁽¹⁾

본 연구에서는 타원형 캠에 의해 변형이 발생하는 WGB의 특성을 분석하기 위해 Fig. 1과 같이 콜렛(Collet) 형상의 시험기를 개발하였으며, 내륜, 외륜, 볼에 결함이 있는 WGB를 제작하였다. 가속도 센서를 Fig. 1과 같은 위치에 설치하여 결함 신호 및 정상 시편의 신호를 측정 하였으며, 신호 처리를 통해 시편들의 특성을 분석 하였다.

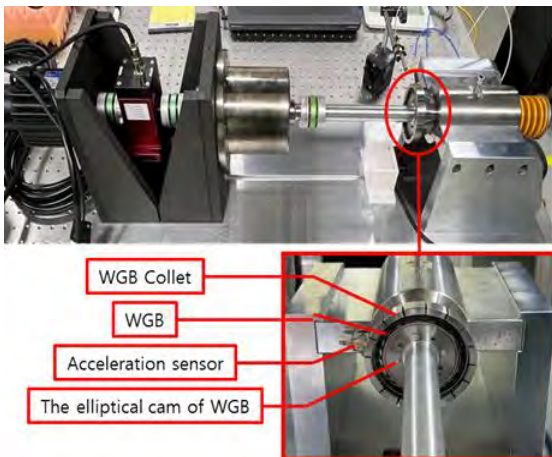


Fig. 1 Durability tester of Wave Generator Bearing

2. WGB 결함 신호 분석 시험

WGB의 내륜, 외륜, 볼의 결함 시편을 Fig 2와 같이 제작하였으며, 속도 및 하중 조건별 진동 데이터를 취득하였다. 결함신호 데이터를 신호 처리를 통해 정상 시편 데이터와 상대비교 하였다. 이 데이터를 기반으로 하여 내구수명 시험 시 고장을 진단하는 중요한 지표로 사용한다.

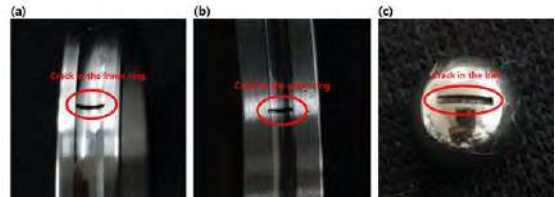


Fig. 2 The WGBs with crack :(a)WGB crack in the inner ring (b)WGB crack in the outer ring,(c)WGB crack in the ball

3. 결론

하모닉 감속기에 사용되는 WGB의 특성을 분석하기 위해 시험기 개발을 하였으며, 결함 시편을 제작하여 WGB의 결함 신호를 측정 하였다. FFT(Fast Fourier Transform), STFT(Short Time Fourier Transform), SDP(Symmetrized Dot Pattern) 등과 같은 신호 처리 방법을 사용하여 WGB의 결함시편 데이터와 정상시편 데이터의 특성을 분석 하였다.

후기

이 연구는 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(20017498)

참고문헌

- Xuezhi Zhao, "Kinematic characteristics and fault feature frequency of flexible thin-wall ellipse bearing", *Mechanical System and Signal Processing*, Vol. 149, 2021.

시리얼 통신 기반의 데이터 모니터링에 대한 연구 A Study on Data Monitoring Based on Serial Communication

*박인수

*I. S. Park

한국폴리텍대학 구미캠퍼스 자동화시스템과

Key words : Data Monitoring, Serial Communication

1. 서론

일반적으로 시리얼 통신(Serial Communication)이란, 한 번에 한 비트씩 데이터를 송수신하기 위해 하나 또는 두 개의 전송 라인을 사용하는 통신 방법이다. RS-232, RS-422, RS-485 통신이 시리얼 통신 표준으로 대표적이다.

본 연구의 목적은 산업용 온도 챔버의 온도값과 장비 동작 상태를 시리얼 통신 기반으로 데이터 모니터링 시스템을 개발하고 평가하였다.

2. 본론

다채널 Lock-In Amplifier를 사용하기 위해서는 많은 박스형 계측 장비가 필요하다. 많은 예산과 장비를 설치하기 위한 공간, 그리고 동기화 기술이 필요하다. Fig. 1은 Lock-In Amplifier 기본 구성 시스템이다. Lock-In Amplifier는 Reference 주파수 근처에서 아주 좁은 Band-pass Filter(약 1mHz)처럼 작동한다. 5V 진폭의 Noise가 섞인 50mV 진폭의 사인파(100dB deep in noise)도 신호를 추출할 수 있다.

Fig. 2는 소프트웨어 기반의 Lock-In Amplifier 성능을 평가하였다. Noise에 묻힌 원신호를 효과적으로 추출할 수 있었다. Fig. 3은 소프트웨어 기반의 Lock-In Amplifier를 실험한 LabVIEW Block Diagram이다.

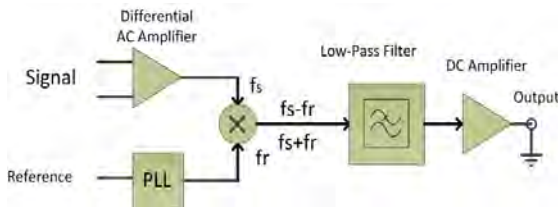


Fig. 1 Simplified Lock-In Amplifier Block Diagram

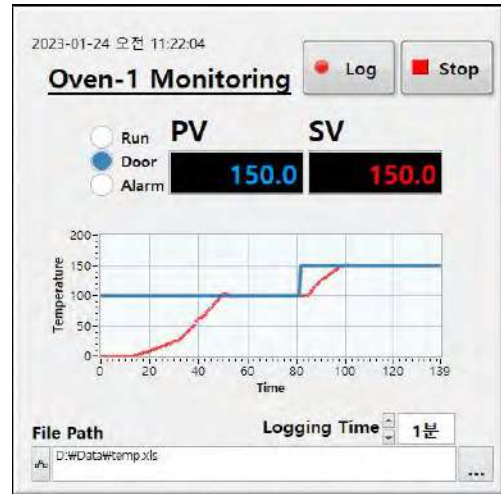


Fig. 2 Data Monitoring UI

3. 결론

소프트웨어 기반의 Lock-In Amplifier 구현으로 다채널 Lock-In Amplifier가 필요한 여러 산업 분야에서 낮은 가격과 높은 유연성으로 소프트웨어 기반의 Lock-In Amplifier를 적용 가능할 것으로 사료 된다.

참고문헌

1. Jang, Soon-Suk, et al. "16 Channel Strain Gauge Measuring Ubiquitous System Development." Journal of Institute of Control, Robotics and Systems 12.9 (2006): 912-917.
2. Eum, Sang-hee. "Implementation of protocol conversion control board for industrial communication." International Journal of Control and Automation 9.6 (2016): 201-208.

레이저 스캐닝의 미세 구동 시스템 최적화 및 모델링 연구

A study for the optimization and modeling about precision operation system of laser scanning system

*우성철¹, 김지훈¹, 손성민¹, #김주한¹

*S. C. Woo¹, J. H. Kim¹, S. M. Son¹, #J. Kim¹(jooankim@seoultech.ac.kr)

¹서울과학기술대학교 기계공학과

Key words : Pulse laser, Laser scanning, Mirror, Stepping motor

1. 서론

레이저 스캐닝은 레이저의 펄스 신호를 방출하여 측정 범위 내에 있는 물체들로부터의 반사되는 레이저의 펄스 신호 도착 시간과 세기 등을 측정함으로써 거리, 방향, 속도, 온도, 물질 분포 등을 해석할 수 있다.

시스템은 레이저 송신부, 레이저 검출부, 신호 수집 및 처리와 데이터를 송수신하기 위한 부분으로 레이저 스캐닝 시스템이 구성되었다.

스캐너 소스인 반도체 레이저 빔을 상하, 좌우 미러(mirror)를 통하여 소형 스텝 모터에 의한 구동과 7단의 회전비를 갖는 초소형 기어 모듈(10mm x 25mm, 감속비 1:1158)을 사용하여 μm 단위의 미세 위치 제어를 가능하게 하고 이는 레이저 스캐닝의 해상도를 높일 수 있다.

2. 일정 거리 추출 알고리즘

본 시스템을 라이더(LiDAR)센서로 적용하기 위해 Fig. 1과 같이 목표물 형상을 구현하기 위해 반사되는 광의 일정한 변위 이동거리 추출이 필요하다^[1].

Fig. 2에서와 같이 상하, 좌우 미러 축의 회전 각도는 레이저 빔이 도달한 물체의 평면상에서 일정 거리의

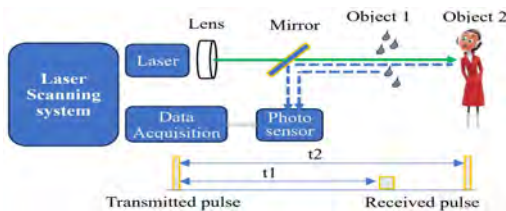


Fig. 1 Laser scanning system

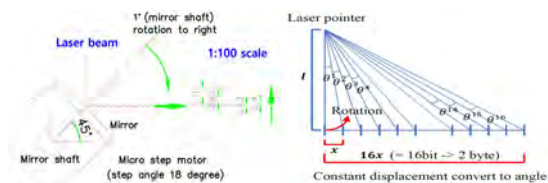


Fig. 2 The layout for angle variation with fixed displacement

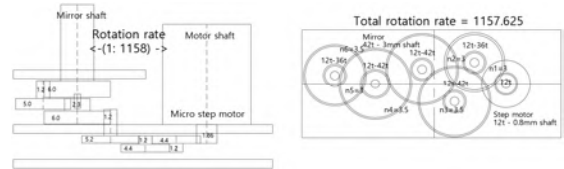


Fig. 3 The diagram of 7-speed gear ratios (1:1158)

변위를 가지기 위해서 이에 따른 각도의 변화를 만드는 알고리즘의 변환 식(1)이 필요하다.

$$\theta = \tan^{-1} \frac{x}{l}, \theta_n = \tan^{-1} \frac{x}{l} - \tan^{-1} \frac{(n-1)x}{l} \quad (1)$$

3. 마이크로 단위의 미세구동

소형 스텝 모터 드라이버의 풀 스텝을 적용하면 스텝 모터 축 기어의 PCD(Pitch circle diameter)는 1.86mm이다. 18도(1 step) 회전했을 때 PCD의 직선 환산 거리는 약 0.3mm이다. 따라서 Fig. 3의 1:1158 감속기어를 사용하면 미러 축의 회전 거리는 약 $0.3\mu\text{m}$ 로서 마이크로 단위의 미세 제어를 할 수 있다.

4. 결론

7단으로 구성된 소형 감속기어의 회전비를 1:1158으로 할 경우에는 약 $0.3\mu\text{m}$ 의 마이크로 단위의 위치 이동을 할 수 있다. 물체들로부터의 반사, 산란되는 레이저의 펄스 신호 등을 분석함으로써 물체 형태, 거리, 방향, 속도, 온도, 물질 분포 등을 해석할 수 있다.

후기

이 논문은 2023년도 교육부의 ‘산학공동기술개발과제(LINC 3.0)’ Bear 4.0의 지원을 받아 연구하였다.(No. 2023-0835)

참고문헌

1. C. Weitkamp, "Lidar: Range-Resolved Optical Remote Sensing of the Atmosphere", Springer, 2005.

전기변색필름 전력공급장치의 제어에 관한 연구

A Study on the Control of Power Supply for Electrochromic Film

*장춘석¹ 신현학¹, 최승민¹, 김태훈¹, 강호영¹

*C. S. Jang, H. H. Shin, S. M. Choi, T. H. Kim, H. Y. Kang

¹경북테크노파크

Key words : Control, Electrochromic, Illumination, Power, Transmittance

1. 서론

친환경 기술과 관련하여 에너지 절감을 위해 능동적인 투과율 조절이 가능한 스마트 필름 제어를 통해 불필요한 태양광을 차단하여 눈부심 방지, 사생활 보호 및 시인성 확보 등으로 쾌적한 환경을 제공할 수 있는 기술의 필요성이 대두되고 있다.

2. 전기변색필름 분석

전기변색필름은 전기변색을 위한 별도의 구동장치가 필요하다. 필름의 사이즈, Coating Layer의 상태 및 방법에 따라 최고/최저 투과율과 반응속도, 전압에 따른 투과율 반응 범위가 상이하게 나타난다.

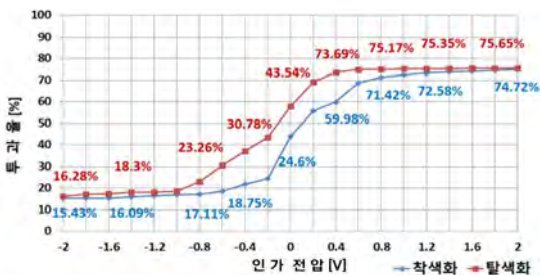


Fig. 1 Electrochromic Film Transmittance Test Results

Table 1 The specification of machine(Times New Roman 8pt)

Item	Value	Unit
Input DC Voltage	12	V
Output DC Voltage	3	V
Control Method	PWM Duty Control	-

3. 전력공급장치 제어 알고리즘

최대/최소 전압 및 전류를 선정, 범위 내 전력제어와 외부 조도에 따른 탈/착색을 위해 Coloring, Bleaching Mode를 적용했다. 전기변색필름의 신속한 탈/착색을 위한 PI제어기 값을 결정하여 출력을 만들어낼 수 있도록 구성하였다.

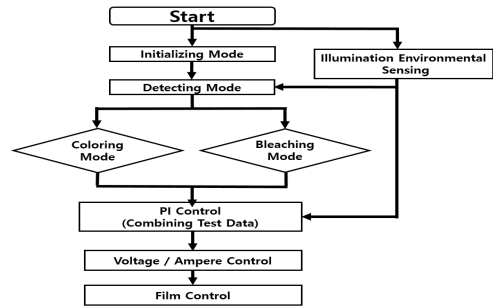


Fig. 2 Electrochromic Film Control Algorithm

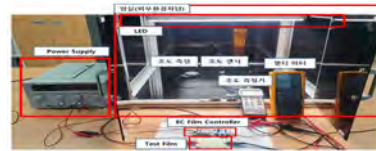


Fig. 3 Power Supply Test Environment

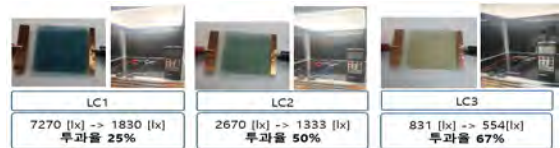


Fig. 4 Illumination Test Results Based on LED Light Output

4. 결론

본 논문은 전기변색필름 특성 시험 및 분석, 전력공급 장치의 시뮬레이션 및 토폴로지 선정, 시제품 제작 및 성능시험을 통해 조도센서를 통해 주변 조도에 따라 투과율을 능동적으로 조절하기 위한 전기변색필름용 전력공급장치에 관하여 연구를 수행했다.

후기

This research was supported by 'Science and Technology Project to Open the Local Future' program through the INNOPOLIS FOUNDATION funded by Ministry of Science and ICT. (Project Number: 2020-DD-UP-0278)

BLDC 모터 제어를 위한 PWM 상여자 방법에 관한 연구

Analysis of PWM Commutation Methods for the Control of BLDCM

*성상근¹, #전금상¹, 허영준¹

*S. K. Sung, #G. S. Jeon(geumsang@geri.re.kr), Y. J. Heo
구미전자정보기술원 ICT융합연구단 디지털헬스케어연구센터

Key words : Surgical robot, Parallel robot, Kinematics, CAD

1. 서론

브러시리스 DC(BLDC) 모터는 속도 제어기 용이하고, 고효율 및 높은 기동 토크 등의 장점을 가진다. 또한 정류자 없이 전자적 정류방식을 사용함으로써 소음과 진동에 유리하고, 반 영구적으로 사용이 가능하다. BLDC 모터 구동은 회전자의 위치에 따라 권선을 순차적으로 여자하는 상전환으로 이루어지기에 인버터 등의 구동 회로가 필요하다. BLDC 모터 구동을 위한 상전환 방식에는 다양한 기법들이 연구되고 사용되어지고 있다. 본 연구에서는 유니폴라 PWM 방법과 바이폴라 PWM 방법의 특성과 문제점을 매트랩으로 분석하고 확인한다.

2. 본론

유니폴라 PWM 방법은 Fig 1(a)과 같이 전류가 흐르는 한 상의 스위치만을 온/오프하는 방법으로 스위칭 손실을 줄일수 있으며 전류 리플이 작아진다는 장점이 있다.

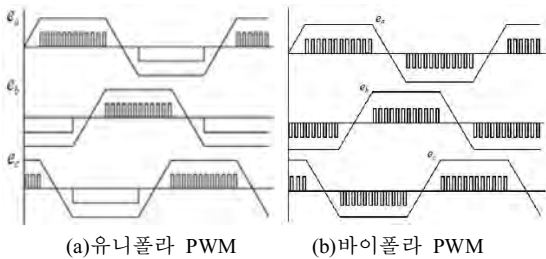


Fig. 1 Methods of PWM commutation

바이폴라 PWM 방법은 Fig 2(b)와 같이 전류가 흐르는 두 상의 스위치를 모두 온/오프 하는 방식으로 제어가 쉽고 전류 제어 응답 특성이 우수하지만 두 상의 스위치를 모두 온/오프해야 하므로 스위칭 손실과 전류 리플이 커지는 단점이 있다.

본 연구에서는 Fig. 3과 같이 매트랩 시뮬링으로 BLDC 모터 구동 모델을 설계하였다.

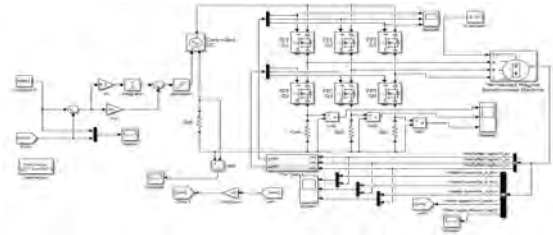
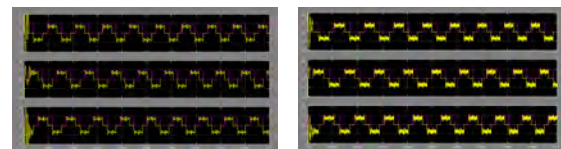


Fig. 2 Simulation modeling

3. 실험결과

Fig. 3은 6000rpm으로 모터를 구동시켜 이때 모터의 상전류와 홀센서 신호를 나타낸다. 시뮬레이션에서는 1us로 샘플링하였다.



(a)유니폴라 PWM (b)바이폴라 PWM
Fig. 3 Simulation results

4. 결론

본 연구에서는 BLDC 모터를 구동시키기 위해 상전환 여자방법의 특성을 시뮬레이션으로 확인하였다. 시뮬레이션 결과 유니폴라 PWM 방법이 바이폴라 PWM 방법에 비해 전류 리플이 작은 것을 확인하였다.

후기

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 재원으로 중소기업기술개발지원사업(S3275637) 지원을 받아 수행됨.

참고문헌

1. N. Ertugul and P. Acarnly, "A New Algorithm for Sensorless Operation of Permanent Magnet Motors", IEEE Trans. on Application, Vol. 30, pp. 126-133, 1994.

충격흡수 및 외관품질이 향상된 초고유동, 고광택 복합소재와 RHCM공법을 적용한 사출금형개발

*이용현¹, 권대규¹, #이재학¹

*Y. H. Lee, D. K. Kwon, J. H. Lee

¹창신대학교 스마트융합공학부 항공기계공학전공

Key words : RHCM, Injection Mold, SEM

1. 서론

저가형 중국산 완구로 인해 국내 완구업체의 시장경쟁력이 점점 자리를 잃고 있다. 따라서 Fig. 1과 같이 당사에서 B to C 상품으로 양산중인 유아용전동차에 충격흡수 및 외관품질이 향상된 초유동 고광택 복합소재를 적용한 사출금형을 개발 함으로서 단순한 완구의 개념을 넘어서는 차별화로 이윤을 극대화하여 신규 개발투자의 필요성이 대두되었다.



Fig. 1 Interchangeable exterior parts(F830)

2. 시험방법 및 조건

개발된 복합소재 특성분석, 사출공법 선정,금형재질 선정 및 금형설계 및 제작, 생산, 신뢰성평가 순으로 시험방법을 결정하였다. 선정된 사출공법은 [1]RHCM (Rapid Heat Cycle Molding)으로 Fig. 2, 3과 같이 고온의 Steam이 Compressed air로 금형온도를 신속하게 올리고, 그후 Plastic 수지를 금형에 주입. 냉각된 물로 급속냉각 하였다.

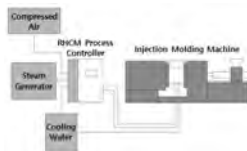


Fig. 2 RHCM System configuration diagram



Fig. 3 RHCM Injection Mold design & Injection Mold

3. 시험결과 및 평가

Fig. 4와 같이 SEM(Scanning Electron Microscope)촬영

을 통해 일반사출 성형된 제품과 RHCM적용된 제품간 표면광택, Weld line의 차이가 확연히 우수함을 알 수 있었다.



Fig. 4 Comparison of Appearance (General VS. RHCM)

또한, 전동차의 충격흡수량은 Fig. 5와 같이 T&F모듈 각각 33%, 12%가 감소. 2차중 모두 3.13m/s로 100kg의 하중을 500mm부하 하였을 때 핵심부품이 존재하는 구간까지 파손이 일어나지 않아, 충격은 줄이고, 차량 damage는 최소화 하는 방향으로 안정성을 확보할 할 수 있었다.

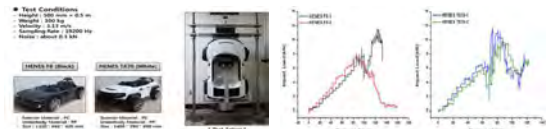


Fig. 5 Shock absorption test Results.

4. 결론

본 연구에서는 Fig. 6과 같이 표면처리 도장(Painting)공정을 삭제 하고 고광택 Plastic 사출공법을 적용함으로써 원가절감의 토대를 마련할 수 있었다.



Fig. 6 RHCM Injection Mold design & Injection Mold

참고문헌

1. Yan-Chen Chiou, Ya-Tuen Chou, Hsien-Sen Chiu-Kai Yu and Chia-Hsiang HsuCore Tech System.,Ltd Hsinchu, Taiwan. Integrated true 3D simulation of rapid heat cycle molding process.

압력 분산을 위한 무선 센서와 로봇 침대 기반의 페루프 시스템 Closed-Loop System Based on Wireless Sensor and Robotic Bed for Pressure Relief

*이동진¹, #오용석¹, 노유림¹, 김영한¹, 이남형¹, 김상원¹, 이성주¹, 이하경¹,
조석주², 한현석², 박인규²

*D. J. Lee¹, #Y. S. Oh(oyongsuk@changwon.ac.kr)¹
¹창원대학교 기계공학부, ²한국과학기술원 기계공학부

Key words : Pressure injury, Pressure sensor, Closed-loop system, Robotic bed

1. 서론

65세 이상의 노인 인구가 전체 인구 중 차지하는 비율이 급격하게 증가하고 있다. 노인 비율이 15% 이상인 사회는 이미 고령사회로 분류되는데, 2025년에는 그 비율이 20%가 넘어 초고령사회로 진입하며 2050년에는 40%에 달하게 된다. 이러한 배경 가운데 사회적 이슈로 대두되고 있는 문제 중 하나가 욕창이다. 욕창은 지속적인 또는 반복적인 압력이 신체의 특정 부위에 가해짐으로써 혈액순환 장애로 인한 조직 괴사로 생긴 궤양을 말한다. 주로 장기간 침대에 누워 있는 노인 및 환자들에게서 발생하는데 이 욕창은 합병증(폐혈증, 골수염, 봉와직염 등)으로 이어져 심각한 건강 문제를 초래할 수 있으므로 예방이 중요하다. 기존의 욕창 예방 방식에는 미국 국립욕창자문위원회(National Pressure Injury Advisory Panel) 기준에 따른 2시간마다 자세를 변경하거나 기능성 매트리스의 사용 등이 있다. 그러나 이러한 방식은 욕창 발생을 완전히 예방하기에는 충분하지 않다. 본 연구에서는 무선 센서와 페루프 제어 기술을 이용한 자동으로 압력을 분산할 수 있는 무선센서와 로봇침대 기반의 페루프 시스템을 소개한다.

2. 무선 센서와 로봇 침대 기반의 페루프 시스템 구성

Fig. 1은 페루프 제어 시스템의 개략도를 보여준다. 이러한 시스템은 욕창이 발생할 수 있는 낮은 압력(~10kPa) 분포에서의 변화를 정확하게 측정할 수 있는 무선센서와 측정된 하중을 자동으로 분산할 수 있는 로봇침대 기반의 액츄에이터로 구성된다. 무선 압력 센서는 정밀도, 선형성, 안정성, 응답속도 등을 평가하고 환자의 신체에 부착하여 신체 다양한 위치와 압력을 실시간으로 모니터링이 가능하게 한다. 무선 센서로부터 획득된 데이터를 기반으로 랩뷰(Labview) 프로그램을 통해서 환자의 국소 신체 부위를 올리거나 내릴 수 있는 로봇 침대가 연동되어 있다. 페루프 제어 시스템은

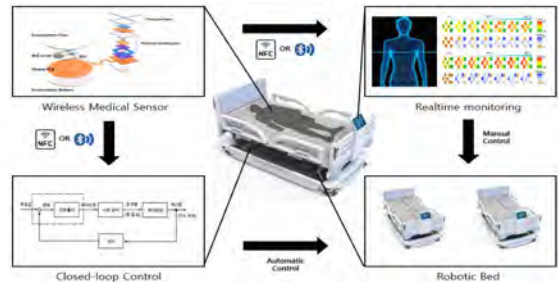


Fig. 1 Closed-loop system of wireless sensor and robotic bed

압력 분산을 위한 최소 움직임을 위해 최적화 알고리즘을 평가하고 검증한다.

3. 결론

본 연구는 욕창 예방을 위한 압력 분산용 무선 센서와 로봇 침대 기반의 페루프 시스템에 대해서 소개한다. 또한, 획득된 환자의 신체 부위별 압력 분포 및 분산에 대한 데이터는 임상 연구에 활용되어 실용적 장치 및 시스템 연구의 데이터 베이스(data base)로 활용가능하다. 이러한 시스템은 고령화 사회에서 노인과 장기 입원 환자의 삶의 질을 향상시키고 의료비용을 절감하는데 상당한 기여할 것으로 기대된다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. RS-2023-00212892)과 2023년도 국방기술품질원의 재원으로 방산혁신클러스터의 지원을 받아 수행된 연구 일부임(DCL2020L, 2020년 방산혁신클러스터 방산 소재 부품연구실 사업).

참고문헌

- Oh et al., Battery-free, wireless soft sensors for continuous multi-site measurements of pressure and temperature from patients at risk for pressure injuries, nature communications, 12(1), 2021.

스트레인 게이지를 활용한 척력 측정에 관한 연구

Research on clamping force measurement using strain gauges

*자오전닝¹, 권민철¹, #김병창²,

*Z. N. Zhao¹, M. C. Kwon #B. C. Kim²

¹경남대학교 기계융합공학과, ²경남대학교 기계공학부

Key words : Smart Factory, Real-time data monitoring, Strain gauge, Force analysis.

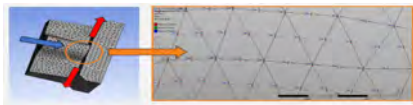
1. 연구배경 및 목표

스마트 팩토리는 기존 제조기술과 센서, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 정밀기술 등 다양한 정보통신기술(ICT 기술)을 융합해 구축되어 있는 첨단 생산시설이다. 현재 많은 기업에서는 저렴한 비용으로 좋은 품질을 만들기 위해 무인시스템의 도입을 하고 있으며, 다양한 형태로 스마트한 혁신을 불러오고 있다. 또한 정교한 작업을 위해 Vice에도 물리량을 측정하기 위한 토크베어링을 달아서 가공물이 적당한 힘을 받아서 고정할 수 있는 장치를 만들어 사용하고 있다.

본 연구는 바이스 한쪽 끝에서 스트레인게이지를 장착하여 공작물이 바이스에서 받는 압력을 알 수 있도록 척이 물체에 주는 힘을 모니터링하여 바이스가 물체를 고정할 때 가공 물체에 가해지는 힘을 측정하는 것을 목표로 한다.

2. 스트레인게이지 위치 확인

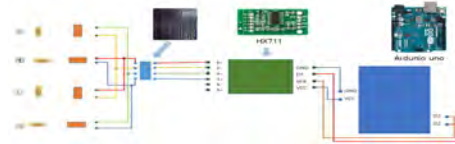
Vice에 센서(스트레인게이지)위치를 위해 Vice의 구조를 분석하였으며 현재 Vice는 물체를 잡는 부분이 MAX 50KN이며, Vice에 힘을 주는 부분은 Screw부분으로 설정하였다. Vice가 압축이 가해졌을 때 인장력을 확인 해 보기 위해 Ansys force analysis를 진행하였고, 이를 통해 Vice 중 아래 그림과 같이 vice를 고정하기 위한 스크류 부분에서 압축이 많이 일어나는 것을 알 수 있었다.



Ansys force analysis

3. 실험장비 구성

힘을 측정하기 위해 스트레인게이지를 풀-브릿지로 구성하였고, 휘스톤 브릿지에서 나오는 신호값을 읽기 위해 아두이노와 활용하여 회로를 구성하였다. 브릿지 형태는 인장과 압축을 받을 수 있도록 구성하였다.



회로 구성



실험장비 구축

힘의 정확성을 위해 GFT-X 270 척력 측정 게이지로 측정하였다.

4. 실험 결론



유선 연결 피팅

무선 연결 피팅



실시간 모니터링하고 저장

실시간 모니터링 피팅

인장력에 의하여 스트레인게이지가 정상 작동하는 것을 알게 되었고, 현 실험장비를 활용하여 반복측정을 하였으며, 이를 검증하기 위해 GFT-270을 활용하여 그래프를 만든 결과 위 그림과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

후기

본 연구는 산업통상자원부 소재부품기술개발사업 중 하나인 '유압시스템 제로화를 통해 탄소저감이 가능한 친환경·스마트 전기구동 선반핵심 모듈개발'과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

포스터발표

제어/자동화/소음진동 열유체/유체기체, 기계설계

좌장 : 김주영(UNIST)
김호진(동서대학교)
이상현(동의대학교)
김 석(창원대학교)
이재욱(한국생산기술연구원)
김도혁(창원대학교)

PPD-01 PPD-02 PPD-03 PPD-04
PPD-05 PPD-06 PPD-07 PPD-08
PPD-09 PPD-10 PPD-11 PPD-12
PPD-13 PPD-14 PPD-15 PPD-16
PPD-17 PPD-18 PPD-19 PPD-20
PPD-21 PPD-22 PPD-23 PPD-24
PPD-25 PPD-26 PPD-27 PPD-28
PPD-29 PPD-30 PPD-31 PPD-32
PPD-33 PPD-34 PPD-35 PPD-36
PPD-37 PPD-38 PPD-39 PPD-40
PPD-41 PPD-42 PPD-43 PPD-44
PPD-45 PPD-46 PPD-47 PPD-48
PPD-49 PPD-50 PPD-51 PPD-52
PPD-53 PPD-54 PPD-55 PPD-56
PPD-57 PPD-58 PPD-59 PPD-60
PPD-61

이동형 로봇의 자율 주행성능 확인을 위한 평가 시스템

Evaluation system for assessing autonomous driving performance of mobile robot

*정우창, 황인호, 정성배, 오혜정, #육선우

*W. C. Jung(chwch@comwel.or.kr), I. H. Hwang, S. B. Jung, H. J. Oh, and #S. W. Yuk
근로복지공단 재활공학연구소

Key words : Mobile robot, UWB, IMU, Evaluation

1. 서론

기술의 발달로 자율 이동 기능이 있는 여러 유형의 이동형 로봇이 등장하고 있다. 일반적으로 이동형 로봇은 실내에서 사용되며, 실내에서의 로봇의 위치 파악과 목적지 이동을 위해 Simultaneous localization and mapping (SLAM) 기술을 활용한다. 이러한 이동형 로봇의 평가 방법으로 한국로봇산업협회에서 KS B 7312, 7314 등의 표준을 제정하고 있다. 이를 기반한 평가 방법을 활용하기 위해 본 연구에선 UWB와 IMU를 결합한 방법을 개발 중이다.



Fig. 1 UWB installed in the location

2. 방법

평가를 위한 시스템 중 UWB는 TwinTracker Pro를 사용하였으며, 약 25x18m²의 면적에 16대를 배치하였다. IMU는 EBIMU-9DOFV5-R3를 사용하였다.

3. 결론 및 고찰

UWB와 IMU 기반의 위치 추적은 상호보완적 성격을 띄고 있다. UWB기반의 위치추적 방법은 절대적 위치를 드리프트오차 없이 추적할 수 있지만, 낮은 샘플링률과 낮은 분해능을 보인다. IMU기반의 위치추적 방법은 절대적 위치는 알수 없지만, 상대적 위치를 가속도 적분을 통해 간접적으로 추정한다. 이에 따라, 드리프트가 오차가 발생하지만 상대적으로 높은 샘플링률과 분해능을 갖는다. 따라서, 두 센서 시스템을 결합한 방법을 개발하고 있다.

후기

이 연구는 2023년도 보건복지부(한국보건산업진흥원)의 재원을 지원받아 수행된 연구임. 「수요자 중심 돌봄로봇 및 서비스 실증 연구개발 사업(HK23C0009)」

참고문헌

1. Jung, W. C., & Lee, J. K. "Comparison of Drift Reduction Methods for Pedestrian Dead Reckoning Based on a Shoe-Mounted IMU," J. Sens. Sci. & Tech., Vol. 28, No. 6, pp. 345-354, 2019.
2. Chehri, A., Fortier, P., & Tardif, P. M. "UWB-based sensor networks for localization in mining environments," Ad Hoc Networks, Vol. 7, No. 5, pp. 987-1000, 2009.

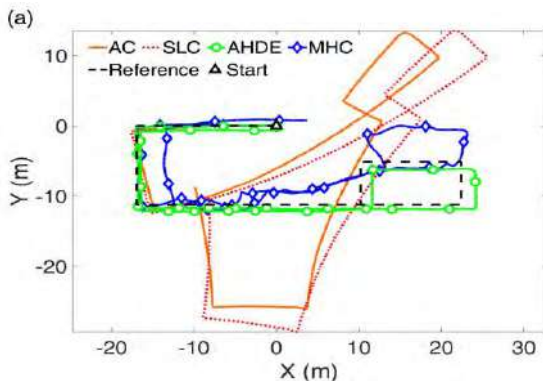


Fig. 2 Example of IMU-based position estimation. Drift errors occur in some methods.

족압 센서에 의한 실험적 보행 패턴 분석

Experimental Gait Pattern Analysis using Foot Pressure Sensors

*남성진¹, 최영은², 이종경², 김효영², #이선곤²

*S. J. Nam¹, Y. E. Choi², J. K. Lee², H. Y. Kim², S. K. Lee²(sunkon.lee@gmail.com)

¹인하대학교 조선해양공학과, ²인하대학교 기계공학과

Key words : Gait Pattern, Foot sole Film Pressure Sensor, Pressure, Weight, Step, Walking, Gibbs

1. 서론

급속한 고령화, 근골격 질환의 증가 및 안전사고로 인한 장애 등 사회적 약자를 위한 복지에 대한 사회적 관심이 높아지면서, 사회적 약자의 독립적인 일상생활 활동과 삶의 질 향상이 중요한 사회적 문제로 대두되고 있다.

맞춤형 의료 복지 구현은 장기간 그 필요성과 당위성이 제시되어왔지만, 현실적으로 이를 구현하기 위해서는 고비용 등 많은 시간과 노력이 필요한 분야로 그 실현이 매우 어려운 것이 현실이다.

본 연구에서는 고령화, 근골격계 질환, 근감소 및 자세 불균형 등 다양한 원인으로 보행에 불편을 느끼는 보행 사회적 약자의 보행 패턴을 분석하여 맞춤형 보행 보조기구 제작의 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 실험 및 고찰

Fig. 1은 실험에 사용된 족압 센서(foot pressure sensor)를 나타낸 것으로, 신발 인솔(inside)의 8-포인트에 FSR(force sensing resistor)를 장착, 보행 시 각 포인트 지점에서의 인체 하중 분포를 모니터링 할 수 있도록 구성하였다. 센서의 초기전압은 3.3V, 응답시간은 최대 1ms이다.

보행 패턴 분석은 우측 발목 염좌로 보행에 불편을 느끼고 있는 20대 남성으로 트레이드 밀에서 보행(4km/h)과 뽀박질(10km/h)을 5회 반복 수행하였다.

Fig. 2는 보행에 대한 압력 패턴 분석 결과를 나타낸 것으로 인솔에 삽입된 FSR 8개 중 보행에 주 영향을 미치는 2, 3, 4, 7포인트의 압력분포를 나타낸 것이다.

깁스 착용 시 2, 4 포인트 압력은 증가하고 3, 7포인트 압력은 감소 되었음을 알 수 있다. 이는 환자의 특성에 따른 결과이다.

이러한 환자의 특성에 따른 보행 압력분포 차이는 맞춤형 진료 자료로 활용될 수 있으며, 정상인의 보행 압력 불균형은 자세 불균형으로 인한 근골격계 질환 예방에 활용될 것이다.

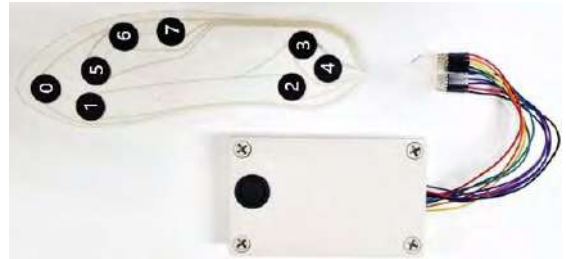


Fig. 1 Foot pressure sensor

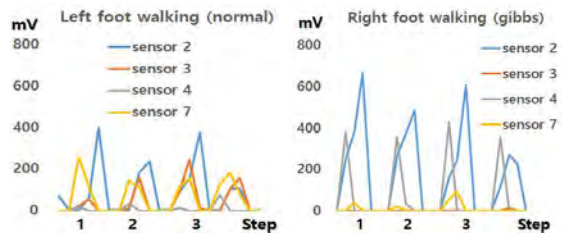


Fig. 2 Gait pattern analysis

3. 결론

의료/보건과 헬스케어 분야에서의 맞춤형 보행 패턴 분석 기술은 사회적 약자의 맞춤형 진료와 치료 및 잠재적인 근골격계 질환 예방에 의한 사회적 약자의 사회참여 유도도 보편적인 사회복지에 기여하게 될 것이다.

후기

본 연구는 2023년도 산업통상자원부 창의융합형 공학 인재 양성지원사업 및 산업기술평관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임('20014105')

참고문헌

1. T, Melai., T, H, IJzerman., N, C, Schaper., T, L, H, de Lange., P, J, B, Willemsb., K, Meijerb., A, G, Lieversed., H, H, C, M, Savelberg., "Calculation of plantar pressure time integral, an alternative approach," Gait & Posture, Vol. 34, pp. 379-383, 2011.

원전 증기발생기 전열관 이물질 제거를 위한 원격 EDM 가공 장비 개발

Development of In-bore EDM System for Removing Foreign Objects in Steam Generator Tubes of Nuclear Power Plant

*,#최민재¹, 남상범²

*#M. J. Choi(mjchoi@kaeri.re.kr)¹, S. B. Nam²

¹한국원자력연구원 재료안전기술연구부, ²한국원자력로봇

Key words : EDM, Remote Handling, Steam Generator Tubes, Foreign Objects

1. 서론

원자력발전소 증기발생기는 핵연료에 의해 발생된 1차 계통 냉각수의 열을 이용하여 2차 계통 냉각수를 증기로 전환하는 열교환기이다. 증기발생기는 원전 타입에 따라 2-4개가 설치되어 있으며, 수전에서 만개 이상의 전열관으로 구성되어 있다. 1차 계통과 2차 계통의 경계가 되는 전열관은 양 계통의 환경에 동시에 노출되기 때문에 재료열화 및 손상 가능성이 높으며, 복잡한 구조로 인해 외부요인에 의한 결함 및 파손 사례도 보고되고 있다.

한국형 표준원전인 APR1400의 증기발생기 전열관은 응력부식균열 저항성이 우수한 Alloy 690으로 제작되며 개수는 13,102개이다. U자 형태를 갖는 전열관은 증기발생기 하부에 있는 관판(tube sheet)에 직관부가 고정되어 있는 형태로 구성되며, 관지대(tube support plate)를 통해 형태가 유지된다. 복잡한 구조와 상당히 많은 수량의 전열관으로 구성된 증기발생기는 주기적인 유지보수가 중요하며, 비파괴검사를 통해 균열, 마모 등의 재료열화 뿐만 아니라 검사 기술의 발전으로 외부 유입에 의한 이물질 등의 식별 사례도 증가하고 있다. 전세계적으로 증기발생기 제작 단계에서 유입된 것으로 추정되는 다양한 이물질 발견 사례가 발표되었으며, 국내 원전에서도 여러 건의 증기발생기 내 이물질 검출 사례가 보고되고 있다.

본 연구에서는 원자력발전소 증기발생기 내 전열관 주변에 위치한 이물질을 안전하게 제거할 수 있는 방전 가공(Electrical Discharge Machining, 이하 EDM) 시스템을 개발하였다. 1차측에서 진입하여 전열관 최상단에 위치한 U-bend 부분을 원격으로 가공할 수 있는 소형 인보어 EDM 장비의 개발을 통해 전열관에 기계적 응력 인가 없이 절단 가공이 가능하고 접근이 어려운 전열관 주변에 고착되어 제거가 어려운 이물질의 인출이 가능하도록 하였다.

2. 본론

증기발생기 전열관 가공을 위한 인보어 EDM 장비를 개발하기 위해 전열관 내부에 삽입 가능한 크기의 장비 소형화를 먼저 진행하였다. 그림 2와 같이 인보어 EDM 장비 개념 설계를 진행하였고 EDM 전극을 제외한 전열관과 접촉하는 모든 부품의 절연처리를 진행하여 원활한 방전 가공이 이루어지도록 장비를 제작하였다. EDM 장비를 전열관 U-bend 위치까지 이송하기 위한 인보어 타입 이송 장치도 개발하였고, 최대 20미터까지 길이 연장이 가능하며, 최대 2kW의 전력을 전송할 수 있도록 구성하였다.

개발된 장비의 적용성 평가를 위해 반경 264mm의 U-bend 형태로 구부러진 내경 16.9mm 증기발생기 전열관에 EDM 가공 실험을 수행하였다. 케이블 푸셔를 이용하여 목업 설비에 설치된 전열관에 EDM 정비를 삽입하고 수동으로 목표 지점으로 이동시킨 후 클램핑을 통해 전열관 내벽에 고정시켰다. 반대편 전열관으로는 증류수 공급을 위한 튜브를 삽입하였고, 증류수 주입을 통해 수증 조건에서 EDM 가공을 수행하였다. 실험 결과 이물질 인출을 위한 windows를 원활하게 가공할 수 있었고, EDM 과정에서 발생된 가공 잔여물의 크기는 지름 100 μ m 수준으로 한국원자력안전기술원 기분에 부합함을 확인하였다.

3. 결론

증기발생기 1차측 관판에서 삽입하여 최상단의 U-bend 위치에 고정하여 원격 가공을 수행할 수 있는 소형 인보어 EDM 장비를 개발하였고, 목업 실험을 통해 최적 수증 가공 EDM 공정 변수를 도출하였다. 개발된 장비의 원전 현장 적용을 통해 증기발생기 건전성에 영향을 줄 수 있는 이물질의 효과적 제거가 가능할 것으로 기대된다.

소형 팬션의 난방부하 3D 시뮬레이션

3D Simulation of Heating Load for Small Pension

*채용규¹, 한수진¹, #조동현¹

*Y. G. Chae¹, S. J. Han¹, #D. H. Cho(chodh@daejin.ac.kr)¹

¹대전대학교 대학원 기계설계·산업시스템공학과

Key words : Small Pension, Heating Load, 3D Simulation, Heat Transfer

1. 서론

소형 팬션의 건축 수요가 점차 증대되고 있으므로 2평이하의 소형 팬션에 적합한 난방장치기술에 대한 연구가 절실히 요구되고 있으나, 현재의 연구 보고 수준은 미흡한 실정이다^[1]. 그러므로 본 연구에서 소형 팬션 벽면과 바닥면의 패널에 온수를 순환시켜서 온수의 열에 의해 복사난방을 구현하는 연구를 수행하였다. 에어컨에 의한 공기가 강제로 순환하는 강제대류 난방에 비교해 복사 난방은 공기의 이동이나 순환이 없이 난방을 구현함으로 쾌적한 난방과 건강에 유익한 웰빙 난방이 구현되는 연구를 수행하였다.

2. 난방부하 시뮬레이션

Fig. 1은 소형 팬션의 난방부하 시뮬레이션의 3D 구상도를 나타낸다. 온수 유량은 3L/min, 난방수 유입 온도는 70°C, 외기온도는 15°C에서 시뮬레이션을 수행하였다. 온수의 유동은 정상상태, 비압축성, 난류유동에서 수행하였으며, 소형 팬션 내부의 공기는 정상상태, 비압축성으로 해석을 수행하였다.

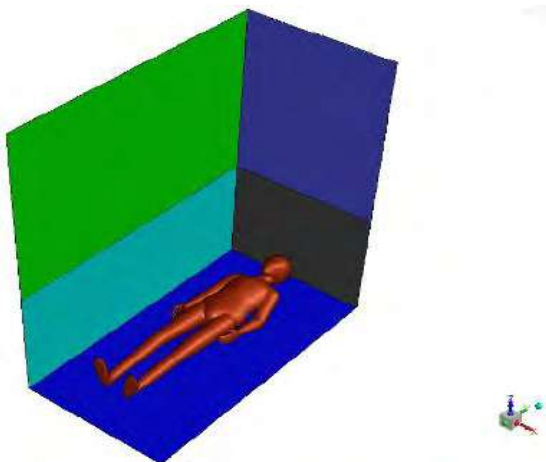


Fig. 1 Heating load simulation 3D diagram of small pension

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 소형 팬션의 난방부하 시뮬레이션 결과를 나타낸다. Fig 2에 나타난 바와 같이 온수의 온도분포는 선형적으로 감소하였으며, 온수가 보유한 열에는지는 소형 팬션의 벽면을 통해서 팬션 내부의 공기로 정상상태에서 전달되어 난방이 정상적으로 구현되었다. 본 시뮬레이션 결과로부터 소형 팬션 건축 내부 벽면에 매설된 온수패널에 의한 복사난방은 정상적으로 작동되는 것으로 사료되었다.

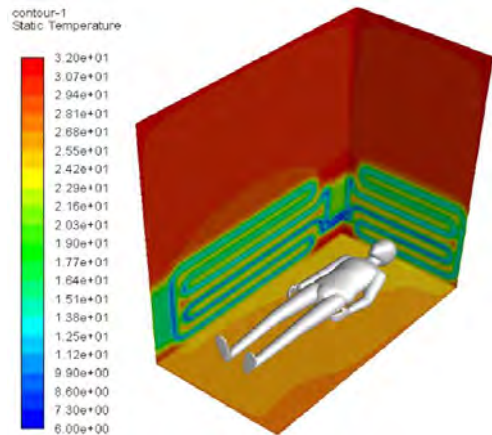


Fig. 2 Heating load of a small pension

4. 결론

소형 팬션에 대한 난방부하를 연구하여 아래와 같은 결과를 얻었다. 온수의 온도분포는 선형적으로 감소하였으며, 온수가 보유한 열에는지는 소형 팬션의 벽면을 통해서 팬션 내부의 공기로 정상상태로 전달되어 난방이 정상적으로 구현되었다.

참고문헌

1. Bae, J. H., "A Study on the Deep-geothermal Water Simulation Monitoring using LabVIEW," KSMPE Conference, pp. 202-202, 2016.

Open Cathode PEMFC 분리판 유로구조에 따른 성능향상 Performance Enhancement Based on Open Cathode PEMFC Separator Plate Channel Structure

*이재경¹, #차수현², 장권영³

*J. K. Lee(ljk@hygenpower.com)¹, #S. H. Cha², K. Y. Jang³

¹하이젠파워(주), ²하이젠파워(주)

Key words : PEMFC, separator, Open Cathode, channel Structure

1. 배경

수소연료전지는 친환경 에너지 공급시스템으로, 에너지 변환 효율과 친환경성 면에서 큰 관심을 받고 있다. 수소연료전지의 핵심부품 중 하나는 분리판으로, 이는 수소 및 전자의 흐름을 제어하는 역할을 한다. 연료전지 중에서 수소유로는 분리판에서 수소공급을 관리하는 중요한 요소이며, 유로에 따라 수소연료전지의 성능에 미치는 영향은 중대하다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 OpenCathode PEMFC의 효율적인 전기화학적 반응을 위해, 핵심 구성 요소 중 하나인 분리판의 유로를 구조에 따른 성능 차이를 비교하고 이를 통해 Open Cathode PEMFC의 성능을 높이기 위한 것이다.

3. 연구 방법

본 연구에서 다음과 같은 방법으로 실험을 수행함.

1. 유로 설계 샘플 제조

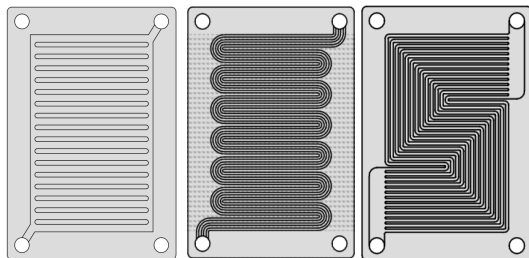


그림 1. 연료전지 분리판 유로 A, B, C

Fig. 1 fuel cell separator

*Corresponding Author (ljk@hygenpower.com)

이재경: 하이젠파워(주)

차수현, 장권영: 하이젠파워(주)

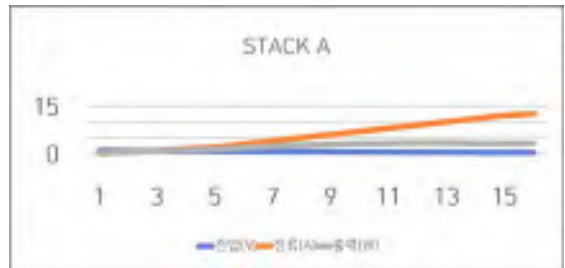
※ 본 논문은 중소벤처기업부와 중소기업기술정보진흥원의 “지역특화산업육성+(R&D),S3265148)”사업의 지원을 받아 수행된 연구결과임.

Parallel 구조(A) - 병렬 구조의 분리판은 넓은 유로폭으로 인해 전체적으로 높은 수소전달력을 제공하고 전체적으로 전류분포를 개선하고 낮은 전압드롭을 유지합니다.

Serpentine 구조(B) - 긴 채널을 통해 수소의 확산을 개선하며 수소 전달력을 향상시킵니다. 그러나 유로 폭이 제한되므로 전류밀도가 높은 경우 전압드롭이 발생할 수 있습니다.

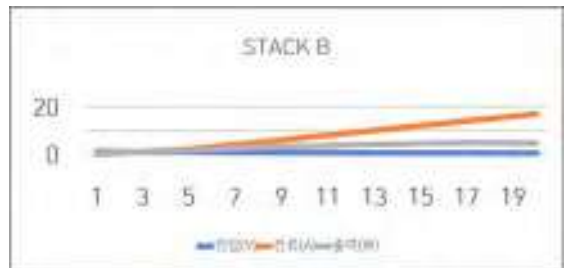
Interdigitated 구조(C) - 양극과 음극간의 교차 채널을 가지는데 이는 전류분포를 효과적으로 관리하여 안정적인 수소전달력을 제공합니다.

2. 실험 진행 - 제작한 샘플(A, B, C)을 사용한 각각의 Open Cathode 스택 단위셀을 제작하여 OCV, 전류 10A 인가 시 전압을 측정하였다.



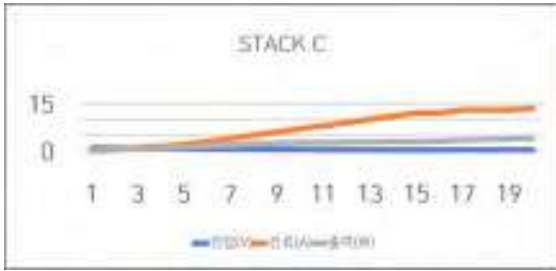
그래프 1. STACK A 결과

Graph. 1. STACK A Performance Test Results



그래프 2. STACK B 결과

Graph. 2. STACK B Performance Test Results



그래프 3. STACK C 결과

Graph. 3. STACK C Performance Test Results

그래프 1의 경우

	OCV	전압(V)	전류(A)	출력(W)
Stack A	0.83	0.29	10	2.9

그래프 2의 경우

	OCV	전압(V)	전류(A)	출력(W)
Stack B	0.83	0.33	10	3.3

그래프 3의 경우

	OCV	전압(V)	전류(A)	출력(W)
Stack C	0.83	0.39	10	3.9

3. 결론

상기 테스트 결과를 보았을 때, Parallel 구조는 병렬로 배치된 채널이라서 전류분포가 불균일할 가능성이 크기 때문에 전류가 높을수록 전압손실이 생긴 것으로 보인다. Serpentine 구조의 경우 긴 채널을 통해 수소확산이 개선되고 수소전달력을 향상시키지만 유로폭이 제한되어있어서 전류가 높을수록 전압강하가 발생한 것으로 보인다. 반면에 Interdigitated 구조의 경우 교차 채널을 가지므로 수소 및 전자의 이동경로를 최적화하며 전기화학적 반응에 효율적이었기 때문에 전류를 증가시키는 경우에도 안정적인 전압을 유지할 수 있는 것으로 보인다.

후기

본 연구를 바탕으로 Open Cathode 연료전지 분리판의 구조에 따른 성능 변화를 분석하고 이를 통해 최적의 연료전지 분리판 구조를 확인할 수 있었습니다.

참고문헌

1. Gen Inoue, Yosuke Matsukuma, Masaki Minemoto (2006) Evaluation of the optimal separator shape with

reaction and flow analysis of polymer electrolyte fuel cell. Journal of Power Sources Volume 154, Issue 1, 9 March 2006, Pages 18-34.

2. Jilin Lei a, Shiyao Zhao a, Yi Liu a, Xiwen Deng a, Guofu Song b, Hu Peng b, Effect of cathode channel structure on the performance of open-cathode proton exchange membrane fuel cell in dry environments. Energy Reports Volume 9, December 2023, Pages 3022-3034.

핀(Fin)의 형상에 따른 공랭식 열교환기의 열전달 특성 Heat Transfer Characteristics of Air-Cooled Heat Exchangers according to the Shape of Fin

*송현진¹, 김진수¹, #홍성주²

*H. J. Song¹, J. S. Kim¹, #S. J. Hong(hongsz@jj.ac.kr)²

¹전주대학교 탄소융합공학과, ²전주대학교 기계자동차융합공학부

Key words : Finned-tube heat exchanger(핀-관 열교환기), Flow separation(유동 박리), Grooved fin(홈 적용 핀)

1. 서론

플랜트 산업에서 중요한 구성요소인 공랭식 열교환기는 공기와 액체의 열 교환 능력의 차이가 극심하므로 이를 완화하기 위해 Tube 외벽에 핀을 접합시켜 전열면적 증가를 통한 성능 향상을 이루고 있다.

본 연구에서는 핀의 형상에 따라 공랭식 열교환기의 열전달 특성을 파악하고 개선된 Finned Tube 형상에 관해 연구하고자 한다.

2. 연구방법

실험 장치는 Fig. 1과 같이 일반적인 공랭식 열교환기 Bundle과 동일한 구성으로 축소 제작된 Test Module을 사용하였고 실험 조건은 Fig. 1과 같이 설정하였다. 공기의 속도 변화에 따른 온도 변화를 Fig. 2(a), (b)와 같이 Plain Type(Type#1)과 Improved Type(Type#2)으로 나누어 실험하였다.

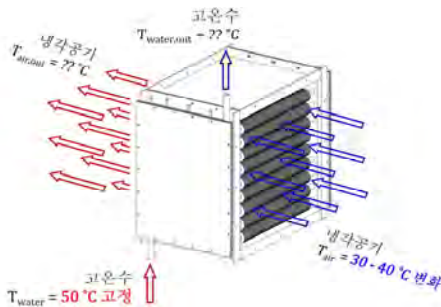


Fig. 1 Schematic of the test module



Fig. 2 (a) Type#1(Plain Type), (b) Type#2(Improved Type)

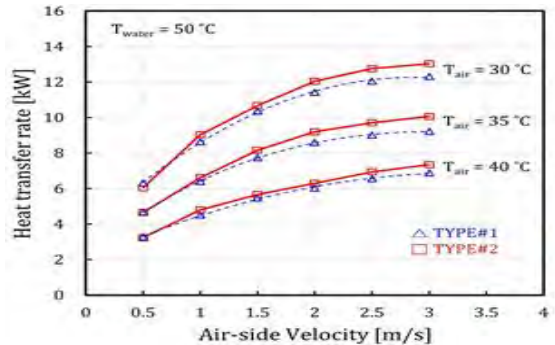


Fig. 3 Air side heat transfer rate

3. 결과 및 토의

Test Module의 공기 온도는 열교환기 내부의 온도분포가 불규칙적으로 변할 수 있으므로 온도측정의 정확성을 높이기 위해 열교환기 전방에서 4포인트, 후방에 16포인트의 온도센서 격자(Thermocouple Grid)를 구성하여 측정함으로써 Fig. 3과 같이 결과를 얻었다.

3. 결론

Groove 가공으로 인해 유동이 굴곡되어 흐르면서, 유체에 에너지를 전달하므로 난류로 변할 수 있어 Tube 후면에서의 박리현상을 지연시킬 수 있다. 또한, Tube 후면에서의 유동 박리현상 지연으로 Fin의 전열면적이 넓어졌으며, 열 전달량이 상승하였다.

후기

본 연구는 탄소연구소(2016R1A6A1A03012069), BK21사업탄소융합혁신인재양성단과 탄소복합재산업 전문인력양성사업(P001700)의 지원을 받아 진행하였음.

참고문헌

1. Yunus. A. Cengel, Afshin J. Ghajar, Heat and mass transfer 4th ed, McGraw-Hill, pp. 621-656, 2011.

초저소음 실내용 벽걸이형 소형 보일러의 소음 특성에 관한 연구

A Study on the Noise Characteristics of Ultra-Low-Noise Indoor Wall-Mounted Small Boiler

*조명기¹, #조동현²

*M. K. Jo¹, #D. H. Cho(chodh@daejin.ac.kr)²

¹(주)온수텍, ²대진대학교 기계공학과

Key words : Small Boiler, Under Water Key, Noise, Hot Water Pump

1. 서론

보일러에서 가열된 온수를 순환하는 방식은 순환펌프의 임펠러는 임펠러축을 베어링에 고정하여 회전하는 방식으로 소음이 50dB 이상으로 팬션 등의 레저 건축물에서 수면 시 소음장애로 보일러를 팬션내부에 설치가 불가능하였다^[1].

그러므로 본 연구에서 순환펌프의 임펠러를 전자력 구동에 의해 회전하는 전자력 구동 무고정 임펠러를 연구하여, 소음을 38dB 이하로 감소시킴으로써 팬션 등 레저용 건물 내부에서 수면 시 수면장애가 발생하지 않는 저소음 벽걸이형 보일러에 대한 연구를 수행하였다.

2. 난방부하 시뮬레이션

Fig. 1은 전자력 구동 수증기 타입 임펠러를 나타낸다. 소형 벽걸이형 온수보일러용 순환펌프의 임펠러를 전자력 구동에 의해 회전하는 전자력 구동 무고정 임펠러를 연구함으로써 소음이 38dB 이하로 감소되며, 팬션 내부에서 수면 시 수면장애가 발생하지 않는 저소음 벽걸이형 보일러에 대한 실험적 연구를 수행하였다.

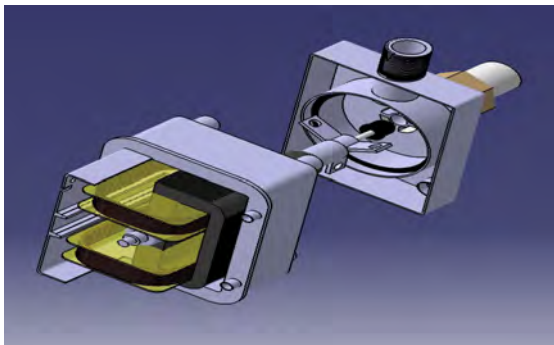


Fig. 1 Hot water pump with magnetically driven underwater key type impeller

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 소형 벽걸이형 온수보일러의 온수유량 변화에 대한 소음변화를 나타낸다. Fig. 2에 나타난 바와 같이 온수유량 증가에 비례하여 수증기방식 온수순환펌프의 모터소음이 선형적으로 증가하였다. 그러므로 수증기방식 온수순환펌프는 정상적으로 작동되었다.

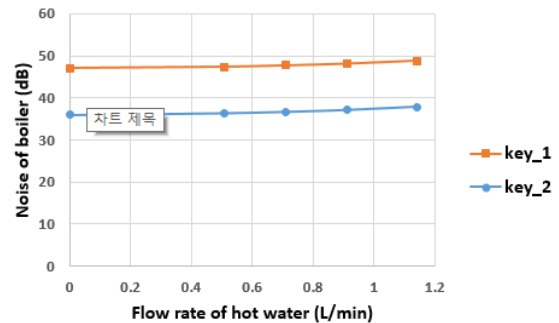


Fig. 2 Noise from the boiler about changes in hot water flow

4. 결론

소형 벽걸이형 온수보일러에 대한 소음 특성을 연구하여 아래와 같은 결과를 얻었다. 온수유량 증가에 비례하여 수증기방식 온수순환펌프 모터소음이 선형적으로 증가하였다. 그러므로 수증기방식 온수순환펌프는 정상적으로 작동되었다.

후기

“이 논문은 2023년도 과학기술정보통신부의 기업부설 연구소 및 원스톱서비스 운영지원사업(KOITA-2023-1-155)의 지원으로 연구되었음”

참고문헌

1. Development of high efficiency heater using carbon heating material, In-Soo Lee, Kyung-Hwan Lee, G. 2011.

디퓨저 각도가 실내에서 발생된 에어로졸의 확산 저감에 미치는 영향

Influence of Diffuser Angle on Reduction of Indoor-Generated Aerosol Dispersion

*안익현¹, 강정수¹, 김영원², #육세진¹

*I. H. An¹, J. S. Kang¹, Y. W. Kim², #S. J. Yook¹(ysjnuri@hanyang.ac.kr)

¹한양대학교 기계공학부, ²한국생산기술연구원 그린에너지나노연구그룹

Key words : Indoor air quality, COVID-19, Number concentration, Ventilation

1. 서론

실내 공기질 관리는 건강과 환경 보호의 중요한 요소로 자리 잡고 있다. 특히, 대중교통 시설과 같이 사람들이 밀집하여 이동하는 공간에서의 공기질은 그 중요성이 더욱 중요하다. 최근에는 공기 중 바이러스와 입자의 확산 방지가 중요한 공공의 문제로 대두되고 있어, 이를 제어하고 관리하는 방법에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 천장에 설치된 디퓨저의 각도가 실내 공간에서 입자 및 바이러스 확산에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하기 위해 실험과 시뮬레이션을 통해 분석하였다.

2. 수치해석 방법

본 연구에서는 실내 공간에서 공기 흐름과 입자의 분포를 시뮬레이션 하기 위해 ANSYS FLUENT Release 2021 R1 상용 소프트웨어를 사용하였다. 천장에 설치된 환기용 디퓨저의 각도를 변경해 가면서 공기 흐름과 입자 확산의 다양한 양상을 예측하였다.

3. 실험 방법

다양한 각도의 디퓨저를 3D 프린터를 사용하여 제작한 뒤 실내 공간의 천장에 설치하였다. 급기용 디퓨저와 배기용 디퓨저의 각도를 각각 30°, 40° 또는 50°로 설정하여 실험 조건은 총 18가지였다. 감염자의 기침에 의해 발생하는 바이러스를 함유한 침방울의 실내 확산을 실험적으로 모사하기 위해, 5 um 미만 크기의 NaCl 에어로졸을 발생하여 각 디퓨저 조합에 대하여 실내 여러 위치에서 Optical Particle Counter (OPC)를 사용하여 입자 수농도 변화를 측정하였다.

4. 결론

본 연구에서는 디퓨저 각도와 실내공기의 입자 및 바이러스 확산 간의 관계를 파악하였다. 디퓨저의 각도를 변경함으로써 공기의 흐름을 개선하여 입자 및 바이러스의 확산을 효과적으로 저감할 수 있는 조건을 도출하였다. 이러한 결과는 실내공기질의 향상과 바이러스 전파 방지 전략에 대한 중요한 기틀을 제공할 것으로 기대된다.

후기

This research was supported by public demand based innovative product development and demonstration project (NRF-2021M3E8A2100390).

참고문헌

1. Lee J, An, I. H., Park S. H., Lee, K. R., Kim Y. W., Yook, S. J., "Comparison of Indoor Air Quality in Summer and Winter According to Four-Way Cassette Fan Coil Unit Operation in a Four-Bed Ward", Toxics, Vol. 10, No. 9, pp. 504, 2022.

진동노즐을 이용한 예압축이 리니어 압축기 흡입밸브에 미치는 영향 Numerical Analysis of the Effect of Precompression of a Compressor Using a Vibrating Nozzle on the Suction Valve

*박진규¹, #이영림²

*J. K. Park¹, #Y. L. Lee(ylee@kongju.ac.kr)²

¹공주대학교 기계자동차공학부 기계설계전공, ²공주대학교 기계자동차공학부

Key words : Suction valve behavior, Pre-compression, Linear compressor, CFD

1. 서론

Fig. 1에 진동노즐을 적용한 압축기의 개략도를 나타냈다. 진동노즐에 대한 자세한 내용은 Park^[1]등에 나와있다. 그들은 진동 노즐을 리니어 압축기에 적용해 예압축 효과에 대한 타당성을 입증하였다. 하지만 진동 노즐에 의한 압력변화만 예측하여 밸브 거동에 따른 변화를 추가적으로 연구해야 한다. 따라서 본 연구에서는 예압축으로 인한 흡입밸브 거동과 밸브를 통과하는 질량유량의 변화를 알아보았다.

2. 수치해석 방법

본 수치해석에서 진동노즐과 흡입밸브의 거동을 구현하기 위해 Ansys Fluent의 동격자 레이어링 기법을 사용하였다.

흡입밸브의 거동은 1차원 진동방정식을 이용한 강체밸브 모델을 통해 구현하였다. 이때 진동노즐의 각도는 20~30°로 변화시켰고 노즐행정은 10mm, 주파수는 100Hz이다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 노즐 각도에 따른 최대 밸브 양정을 나타낸다. 노즐 각도가 커져 압축면적이 늘어나게 되면 예압축으로 인한 압력이 증가하는데 밸브의 양정도 이에 따라 비교적 선형적으로 증가한다.

Fig. 3은 노즐 각도에 따른 한 사이클 동안 평균 질량유량을 나타낸다. 노즐의 각도가 증가함에 따라 질량유량도 증가한다. 압축실로 들어가는 질량유량이 증가하게 되면 이에 따라 냉력 또한 증가한다.

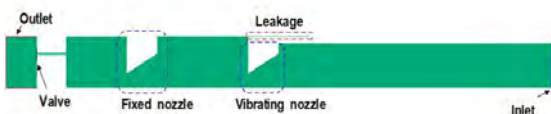


Fig. 1 Schematic of vibrating nozzles

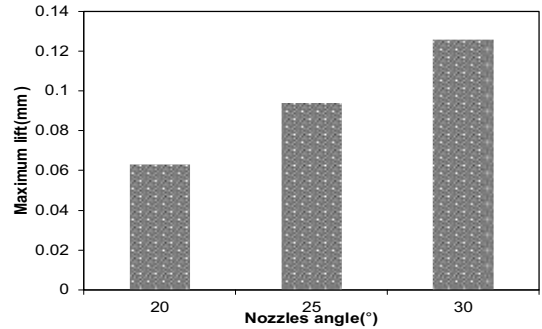


Fig. 2 Variation of maximum valve lift with nozzle angle

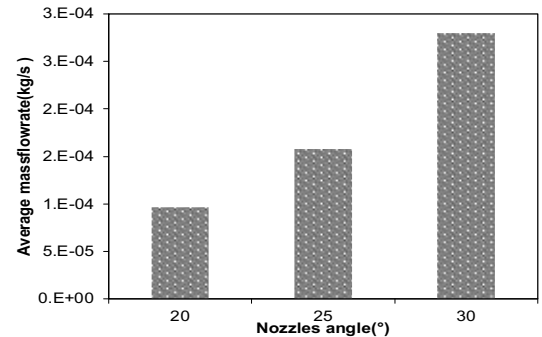


Fig. 3 Variation of average mass flow rate per cycle with nozzle angle

후기

본 연구는 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 (No.NRF-2016R1D1A1B02009582)의 연구과제임.

참고문헌

1. J. K. Park, Y. L. Lee, "A Study on the Feasibility of Pre-compression in linear Compressors Using Vibrating Nozzle," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 24, No. 5, pp. 654-659, 2023.

리니어 압축기 갭 유로 형상에 따른 열 유속 측정 Heat Flux Measurement According to Linear Compressor Gap Flow Path Shape

오수환¹, *전재민¹, #이영림²

S. H. Oh¹, *J. M. Jeon¹, #Y. L. Lee(ylee@kongju.ac.kr)²

¹공주대학교 기계설계공학전공, ²공주대학교 기계자동차공학부

Key words : Linear compressor, Heat flux, Superheat, Heat dissipation amount

1. 서론

냉장고는 가정의 전력 소비량 중 약 20~30%를 차지하며 그중 압축기가 80%를 소비한다. 따라서 압축기의 효율을 높일 필요가 있다. 압축기의 효율은 바디 내부 과열도의 영향을 받는다. 즉 토출실의 높은 온도가 흡입 냉매에 전달되어 냉매의 밀도가 감소한다. 따라서 과열도를 낮춰 냉매의 밀도를 높이는 연구가 필요하다.

본 연구에서는 갭 유로 형상^[1]을 변경하며 방열량이 얼마나 증가하는지 실험을 통해 알아보았다. 이를 위해 갭유로 형상을 리브와 그루브로 변경하고 열 유속을 측정하였다.

2. 실험방법

Fig. 1은 리니어 압축기의 직선운동을 모사한 크랭크 시스템의 개략도이며 여기에 열유속 측정점의 위치를 나타냈다. Point 1과 2는 45mm간격이다. 열 유속은 gSKIN®-XM 26 9C를 사용하여 측정하였다. 압축기의 하우징과 바디를 모사하기 위해 피스톤과 실린더를 사용하였다.

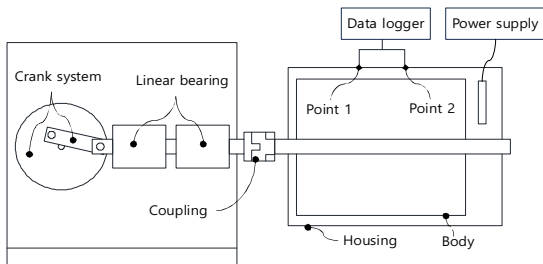


Fig. 1 Schematic of a linear compressor simulation system

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 피스톤 작동에 따른 point 1, 2에서 열 유속 변화량을 보여준다. 이때 열 유속은 기준모형을 이용하여 무차원화하였다. 그루브 모델이 열유속은 기준 모델보다 약 7.7% 증가하였으며 리브 모델은 기준 모델

대비 약 14.7% 증가하였다. 이는 리브 모델의 경우 갭 크기를 감소시키는 효과가 있어 그루브 모델대비 갭 유동의 유속에 따른 열유속 증가가 더 현저하다. 따라서 갭 유로 형상에 리브를 적용하면 더 효과적인 EER 향상을 기대할 수 있다.

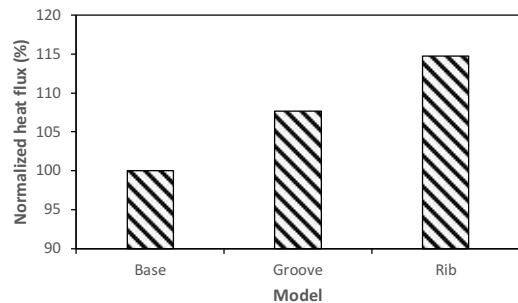


Fig. 2 Variations of normalized heat flux with model

4. 결론

본 연구에서는 압축기의 효율을 높이기 위하여 하우징과 바디 사이의 갭 유로 형상을 변경하며 최적의 유로 형상을 구하고자 하였다. 그 결과 리브 모델의 방열 효과가 더 우수한 것으로 나타났다. 이러한 방열량 증가는 압축기 과열도를 감소시켜 냉력과 EER을 향상시킬 수 있음을 의미한다.

후기

본 연구는 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. NRF-2016R1D1A1B02009582)의 연구과제임.

참고문헌

1. Sang-Hyeok Han, & Young Lim Lee (2022). Improvement of Compressor EER Based on Shape of Gap Flow Passage. Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, 21(3), 63-69.

풍력터빈블레이드의 CFRP 복합재 결함 유무에 따른 NDE 빔특성 평가 NDE Evaluation on Characterization on the Inspection of CFRP Composites with and without Defect in Wind Energy Turbine Blades

임광희^{1,#}, 장계림¹, 조영태², 김선규³

K. H Im^{1,#}(khim@woosuk.ac.kr), G. Zhang¹, Y. T. Cho², S. K. Kim³

¹우석대학교 기계자동차공학과, ²전주대학교 기초과학과, ³전북대학교 기계시스템공학과

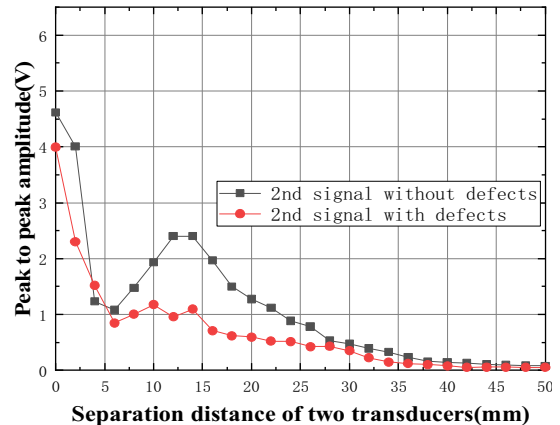
Key words : CFRP Composites, Defect, Wind Energy, Turbine Blades, NDE Evaluation

1. 서론

최근에는 풍력터빈 블레이드는 다양한 부품으로 구성이 되어져 있다. 특히 이중에 핵심부품인 스파캡(Spar caps)을 활용하여 초음파기법을 적용하여 일방향재 탄소섬유특성 및 결합평가를 할 수행한다. 특히 일방향재 CFRP 복합재 시험편 내부에 섬유나 수지특성, 숨겨진 결함 등을 비파괴 초음파검사 및 평가를 하는 것은 기초설계 데이터를 확보하는데 매우 중요하다. 초음파 실험 시에 CFRP복합재를 제작하여 섬유배향에 따라 초음파 탐촉자를 이용해 일방향 및 양방향에서 피치캐치 모드를 적용을 한. 이때 레일레이(Rayleigh) 초음파 탐촉자를 이용하게 되며 어떤 시험편 경우에도 피치캐치모드인 일방향 및 양방향 측정이 가능 할 뿐 만 아니라 시험편의 원하는 측정 깊이 조율이 가능하다.

2. 실험결과 및 결론

본 연구에서 Fig. 1에서는 첫 번째 피크 진폭신호를 비교하였다. 초음파탐촉자거리와 진폭관계를 나타냈으며 “■”로 나타낸 초음파시험데이터는 결함이 없는 경우이며 “●”로 나타낸 데이터는 결함이 내재한 결과이다. Fig. 1에서는 초반에서는 약간의 차이가 있었지만 대략 10~15mm 근방에는 차이 크게 나타났다. 이는 시험편 내부에 내재한 결함이 초음파 진행 방향을 방해하여 차이가 나타났다고 사료된다. 또한 다른 초음파 탐촉자 거리가 대략 5~10mm 근방에서 크게 차이가 나타났으며 또한 20~30mm에서도 차이가 나타났다. 이는 초음파가 일방향재 CFRP 복합재내부에 진행하면서 모드변환, 감쇄 및 산란 등으로 2번째 및 3번째 신호가 발생하였으며 뿐 만 아니라 결함유무에 따른 미미한 초음파신호차이가 나타났다고 판단된다. 이렇게 초음파 진폭이 크고 차이가 발생하는 부분의 결함을 스캐닝이미지로 구현 시 S/N비 크게 나타나서 유효한 파라미터로 고려할 수 있다.



(b) 2nd signal of peak-to-peak amplitude

Fig. 1 Comparisons of peak to peak amplitude with and without defect in two-sided beam profile experiment on 48ply CFRP laminate

후기

This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Re-search Foundation of Korea (NRF) (No.2021R111A3042195) and also experimentally helped by the CNDE at Iowa State University, Ames, IA, USA.

참고문헌

1. Im, K.H., Lee, K. S., Yang, I.Y., Yang, Y.J., Seo, Y. H. and Hsu, D. K., 2013, "NDE Terahertz Techniques on the Measurements of Painting Thickness in Blades for a Use of Wind Powers", Int. J. of Precision Eng. and Manufacturing, Vol. 14, No. 6, pp. 1093-1098.
- Engineers Vol. 20, No.1, pp. 47-52, 2011.

핫스탬핑 가열 효율 최적화 위한 통전 공정 연구

Research of Joule Heating Process for Optimization of Heating Efficiency of Hot Stamping

*#임정식¹, 나태승¹, 김태훈², 윤해룡³

*#J. S. Lim(jslim@gbtp.or.kr)¹, T. S. Na¹, T. H. Kim², H. Y. Yun³

¹(재)경북테크노파크 미래차부품기술센터, ²(주)알텍, ³한국로봇융합연구원

Key words : Joule Heating, Direct Heating, Hot Stamping, Ultra High Strength Steel, Car Body Parts

1. 서론

미래 자동차 산업에서 환경 및 연비 규제 강화 추세로, 안전성은 기본이며 친환경/고효율화로 차량 경량화 기술이 요구되고 있으며 그 방법 중 하나인 핫스탬핑 기술이 지속적 솔루션으로 개발되고 있다. 핫스탬핑 기술은 초고강도 차체 부품을 생산하는 공정으로, 기존 두께를 유지하며 강도는 약 3배 높일 수 있는 장점이 있다. 현재 열간 프레스 시스템에 적용되는 가열로는 전기 및 가스를 열원으로 블랭크를 대류 가열하는 방식으로 에너지 측면의 불합리성으로 인해 최신 트렌드인 탄소중립 측면에서 다수 개선이 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 에너지 효율 개선을 위해 통전 공정을 연구하고 특성 평가를 통해 개발 공정의 실효성을 검증하였다.

2. 시편 단위 통전 공정 특성 평가

시편단위 통전 실험 통한 주요 변수의 영향을 분석한 결과, 전류밀도와 가열시간이 증가함에 따라 전류 에너지가 상승하여 발열량이 큰 것으로 확인되었다.

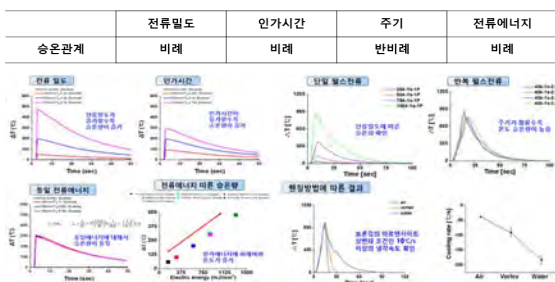


Fig. 1 Properties of Joule Heating#1

3. 블랭크 단위 통전 공정 특성 평가

블랭크 형상에 따른 통전 공정의 특성 평가를 수행하였다. 내부에 홀이 없는 직사각형의 블랭크에 통전 공정이 적용 가능한 것으로 평가되었다. 또한 최적 가열 조건을 도출하였다.

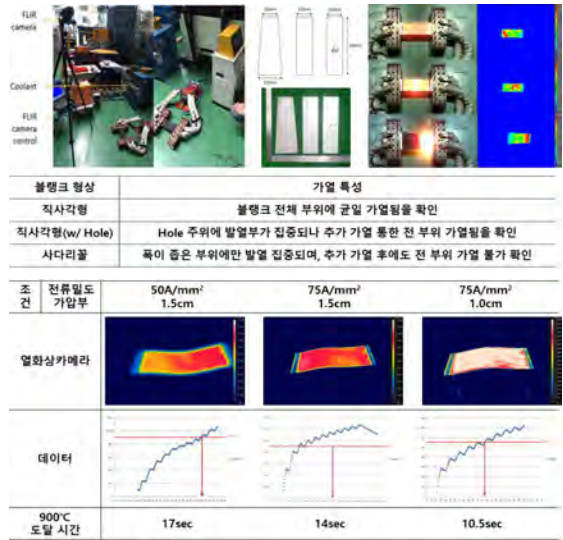


Fig. 2 Properties of Joule Heating#2

4. 결론

본 연구를 통해 핫스탬핑 에너지 효율 향상을 위해 통전 가열 공정의 특성 평가를 통해 제안 기술의 실효성을 검증하였고, 향후 차체 부품 개발 공정에 적용하여 부품단위 추가 연구를 수행할 계획임.

후기

이 연구는 2022년도 산업통장사원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임. (‘20018566’)

참고문헌

- “Hot Stamping of Boron Alloy Steels Using Resistance Heating”, Zhiqiang Zhang, Xiaofei Jia, Xiangji Li, Yong Zhao, ICMES 2015, 2015. 12

적외선 가열 기술 적용 초고강도강의 국소가열 기술 연구

Research of Local Heating Technology for Ultra High Strength Steel using Infrared Ray Heating Method

*나태승¹, #임정식¹, 김태훈², 윤해룡³

*T. S. Na¹, #J. S. Lim(jslim@gbtp.or.kr)¹, T. H. Kim², H. Y. Yun³

¹(재)경북테크노파크 미래차부품기술센터, ²(주)알텍, ³한국로봇융합연구원

Key words : Infrared Ray, Radiative Heating, Local Heating, Ultra High Strength Steel, Car Body Parts

1. 서론

최근 자동차 산업의 가장 큰 화두인 xEV는 배터리 등 핵심 부품의 증가로 자동차의 총 중량이 증가하는 문제점이 발생하고 있다. 따라서 각 국의 환경 및 연비 규제에 대응하기 위해 차체 부품의 경량화는 친환경 자동차 시장의 필수 과제로 대두되고 있으며, 1.0GPa 이상의 강도를 지닌 UHSS(초고강도강)은 차체 부품의 경량화를 위한 최적의 솔루션으로 연구되고 있다. 본 연구에서는 초고강도 차체 부품의 적용 확대를 위해 적외선 램프를 적용하여 UHSS 블랭크의 가열 경향을 분석하고, 이를 차체 부품에 적용하기 위한 공정을 도출하였다.

2. 적외선 가열 실험 셋팅

본 연구에서 적용한 적외선 램프는 포인트 가열 타입의 할로겐 램프를 적용하였으며, 50mm 경의 포인트 가열을 위한 반사판을 설계/제작하였으며, 램프와 블랭크와의 거리는 약 65mm 이격하여 설치했고, 가열부의 온도 측정은 FLIR 사의 열화상카메라를 활용하여 방사율은 일반 steel을 적용한 0.83으로 설정하였다.

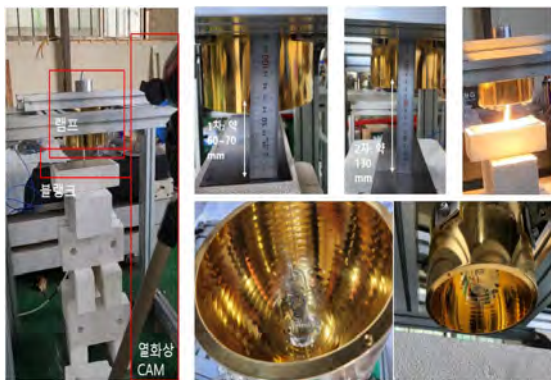


Fig. 1 Condition of Infrared Ray Heating Method

시작: 26초, 끝: 31초 → 5초 소요			시작: 26초, 끝: 31초 → 5초 소요		
순번	시각	온도	순번	시각	온도
1	2:00:26	100.0	13	2:00:29	205.0
2	2:00:26	104.7	14	2:00:29	240.3
3	2:00:27	111.7	15	2:00:29	270.8
4	2:00:27	115.2	16	2:00:29	308.3
5	2:00:27	123.5	17	2:00:30	349.8
6	2:00:27	131.8	18	2:00:30	395.9
7	2:00:27	141.8	19	2:00:30	417.7
8	2:00:28	146.7	20	2:00:30	461.1
9	2:00:28	158.3	21	2:00:30	499.0
10	2:00:28	165.9	22	2:00:31	532.1
11	2:00:28	178.7	23	2:00:31	569.4
12	2:00:28	186.6	24	2:00:31	589.4
			25	2:00:31	608.4

Fig. 2 Result of Infrared Ray Heating

3. 적외선 가열 실험 결과

상기 조건에서 1.0GPa급 이상 인장강도의 초고강도 강인 SPFC 1180Y 소재를 적외선 가열한 결과, 연신율 향상 목표 온도인 600℃ 가열에 약 5-6초가 소요되는 것을 확인할 수 있었으며, 써모커플의 응답속도를 고려했을 때, 약 5초 이내 가열이 가능함을 검증했다.

4. 결론

본 연구를 통해 초고강도강의 성형성 향상을 위해 적외선 가열 기술을 적용하여 목표 온도까지 승온 및 소요 시간을 측정하여 개발 기술의 실효성을 검증하였고, 향후 차체 부품 개발 공정에 적용하여 부품단위 추가 연구를 수행할 계획임.

후기

이 연구는 2022년도 산업통장사원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임.(‘20018566’)

참고문헌

1. Ki-Young Kim, Materials Science and Engineering, IOP Conference Series, 967 (2020) 012033.

정수기 빌트인용 다상구조 기반 SPM 타입 BLDC 모터시스템 설계 연구

A Study on the Design of SPM Type BLDC Motor system based on multi-phase structure for built-in water purifier

*하을용¹, 박형삼², 황윤길³, 신동률³, 허동렬⁴, #김재웅¹

*E. Y. Ha¹, H. S. Park², Y. G. Hwang³, R. D. Shin³, D. R. H⁴, #J. W. Kim(kjw0607@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원, ²㈜에스코어, ³㈜티엔에스테크, ⁴경남정보대학교

Key words : BLDC Motor, Low Noise, High Torque, High Speed

1. 서론

전기에너지를 기계에너지로 변환하는 모터는 다양한 산업군에서 활용되고 있으며, 최근에는 기존의 모터를 대체하는 브러시가 없는 BLDC(Brushless Direct Current) 모터의 여러 장점으로 인해 다방면의 활용 및 연구가 수행되고 있다.

BLDC 모터는 고효율, 저소음, 제어 용이성, 고내구성과 같은 특징이 있으나, 고효율 제어에 따른 보드 크기 증가와 시스템 비용 증가 등의 문제가 존재한다.

본 연구에서는 이러한 BLDC 모터의 설계를 개선하기 위해, 모터 구동 방식으로 약계자 제어를 설계하고 다상구조 기반의 SPM(Surface Permanent Magnet) 타입의 BLDC 모터 시스템을 제시하였다.

2. 이론고찰

연구를 위한 다상형 SPM 타입 BLDC 모터를 아래 Fig. 1과 같이 설계 및 조립하였다. 해당 모터는 기존 모터의 권선 구조를 벗어나 고속, 고토크가 가능하고 이를 제어하는 합성 토크 제어가 가능하며, 전진형 엔코더로 출력 조절 및 순간 가속 기능을 가지고 있어 이를 실험을 통해 검증하고자 한다.

제안된 모터는 각상별로 독립 병렬 구조 결선 형식을 가지고 있어, 모터의 특성 해석을 위해 1상의 SPM BLdc stator와 rotor 구조에 MAXWELL 프로그램을 이용하여 해석하고, 전체 시스템은 이를 병렬로 해석하였다.

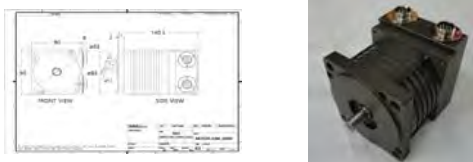


Fig. 1 SPM type BLDC motor assembly

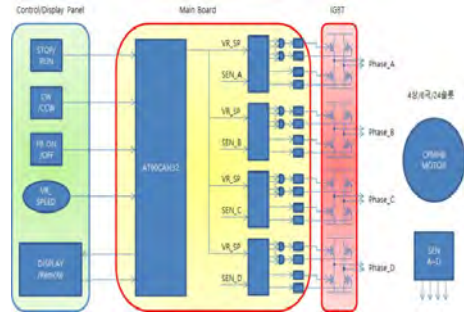


Fig. 2 Control system block diagram

이후, 전기자 회로, 유기 기전력, 회전력, 기계 시스템에 대한 유도식을 통해 상기 Fig. 2와 같은 제어시스템 블록도를 도출하였고 본 설계도를 바탕으로 제작된 모터에 대해 미국의 Magtrol 4WBIS 다이내모먼트를 사용하여 동력실험을 수행하였다.

실험 결과 각도를 변경하여 속도를 변경하고, 토크를 변경하여 출력 또한 변경시켜 최종적으로 각도 변경을 통해 고토크 모터의 출력을 높일 수 있었다.

3. 결론

본 연구를 통해 정수기 펌프 모터에 엔코더와 센서에 의한 새로운 개념의 모터제어 원리를 제시하였으며, 이를 통해 기존 모터 대비 성능향상을 확인할 수 있었고, 산업에 널리 쓰이는 이송체 분야 및 무인대차 분야에도 적용이 가능할 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부 중소기업 상용화 기술개발 세부사업: 구매조건부신제품개발의 “Multi-Brand 정수기에 적용시키기 위한 모듈형 제어기를 탑재한 BLDC 모터 개발(과제번호: SE220116)” 1차년도 과제 지원으로 수행되었습니다.

공작물 진원도 측정 장치 개발

Development of Workpiece Roundness Measuring Device

*김중선¹, 권대규², #안석영³

*J. S. Kim(kjs16852002@naver.com)¹, D. K. Kwon², #S. Y. Ahn³

¹부산대학교 대학원, ²세이테크, ³부산대학교 기계공학부

Key words : Geometric Tolerance(기하공차), Roundness(진원도), Measuring Device(측정장치)

1. 서론

차량, 방산, 우주항공 등의 산업이 고도화됨에 따라 각종 부품들의 가공정밀도가 향상되고 있다. 이에 부품들의 치수공차뿐만 아니라 조립성에 영향을 주는 각종 기하공차의 정밀도의 요구도 향상되고 있어 제품의 기하공차 설계 및 측정에 관한 많은 연구^[1]가 진행되고 있다. 그 중 회전운동을 하는 기계장치 대부분은 샤프트 부품을 포함한다. 샤프트 부품을 체결할 때 가장 중요하게 살펴보아야 할 기하공차는 동심도 및 진원도이다. 이에 본 연구에서는 공작물의 진원도를 신속하게 측정하기 위한 공작물 진원도 측정 장치를 개발하고자 한다.

2. 공작물 진원도 측정 장치 설계

Fig. 1은 공작물 진원도 측정 장치의 개략도이다. 장치의 동작은 구동장치가 공작물과 연결되어 공작물을 회전시키는 동시에 digimatic indicator로 공작물의 진원도를 측정하도록 구상되었다. 이후 Fig. 2와 같이 각 부품들을 상세 설계하였다.

3. 공작물 진원도 측정 장치 제작

설계한 공작물 진원도 측정 장치를 치수에 맞게 제작하였다. 장치 제작에 사용된 소재는 SS400을 사용하였으며, Fig. 3과 같이 장치가 제작되었다. 제작된 장치를 통해 공작물을 측정한 결과 정상적으로 제품의 진원도가 측정됨을 확인하였다.

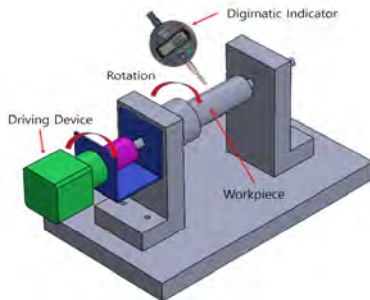


Fig. 1 Conceived workpiece roundness measuring device



Fig. 2 3D modeling of workpiece roundness measuring device



Fig. 3 Workpiece roundness measuring device(left) and device test(right)

4. 결론

본 연구에서는 공작물의 진원도를 신속하게 측정하기 위한 공작물 진원도 측정 장치 개발을 진행하였다. 제품을 구상 및 상세 설계한 뒤 SS400 소재로 장치를 만들었다. 장치를 통해 공작물을 측정한 결과 정상적으로 제품의 진원도가 측정됨을 확인하였고, 간단한 방식으로 진원도를 손쉽게 측정이 가능하게 되었다.

후기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(No. 20214000000410)

참고문헌

- Ahn, H. J. and Yim, H. J., "Development and Case Studies of a Function-Based Method for Geometric Tolerance Design," Journal of the Korean Society for Precision Engineering, Vol. 35, No. 4, pp. 433-442, 2018.

국부수침을 활용한 복합재료 초음파 비파괴검사 연구

Study Ultrasonic Nondestructive Inspection of Composite Material Using Local Immersion Method

*김중선¹, 조인호², 현해암³, #안석영⁴

*J. S. Kim(kjs16852002@naver.com)¹, I. H. Cho(inhocho@koreanair.com)², H. A. Hyun³, #S. Y. Ahn⁴
¹부산대학교 대학원, ²대한항공(주), ³한국폴리텍대학, ⁴부산대학교 기계공학부

Key words : Local Immersion(국부수침), Ultrasonic Inspection(초음파검사), Composite Material(복합재료), Nondestructive Inspection(비파괴검사)

1. 연구배경 및 필요성

복합재료 비파괴검사는 초음파를 이용하여 내부 건전성을 보증하고 있다. 생산 능력에 따라 휴대용(Portable)과 대형(Fixed) 장비로 구분되고, 접촉매질은 물을 사용한다.

초음파검사는 검사품의 침지 또는 물기등을 이용하기 때문에 대형수조가 필요하다. 하지만 대형수조는 많은 공간을 차지할 뿐만 아니라 측정 제품크기의 한계가 있다는 단점이 있다. 이에 본 연구는 국부수침(Local Immersion)^[1]을 활용한 복합재료 초음파 비파괴검사 연구하였다.

2. 연구이론

초음파검사(Ultrasonic Inspection)^[2]는 초음파 신호를 발생시켜 반사 신호를 획득하여 내부결함 유무를 탐지한다. 탐지되는 결함의 종류는 층간분리(Delamination), 기공(Porosity), 이물질(Inclusion) 등이 있으며, 결함종류에 따라 신호 및 C-scan 이미지는 건전부와 비건전부가 분리되어 나타난다.

3. 국부수침 치구제작 및 실험방법

국부수침 장치는 국부수침을 위해 접촉매질인 물의 공급·배급을 동시에 할 수 있도록 Fig. 1과 같이 치구설계를 하였고, 3D 프린팅으로 시제품을 제작하였다.

제작된 국부수침 장치를 테스트하기 위하여 시편을 제작하였다. 시편은 40 ply, 복합재료 곡률부위에 6 mm x 6 mm 크기의 인공결함 삽입하여 제작하였고, 실시간 검사가 가능하게 구성하였다. 시편의 Coating, Paint는 적용하지 않고, Bare 상태로 진행하였다. 초음파장비 Olympus Omniscan, 탐촉자 3.5Mhz, 64CH을 사용하였다.

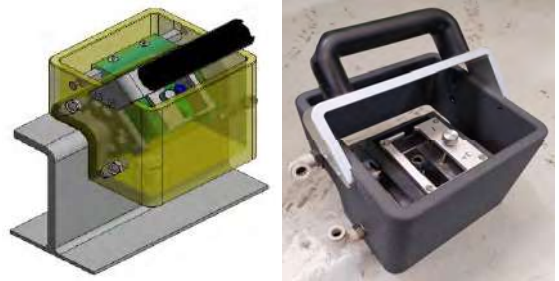


Fig. 1 3D model(left) and prototype(right) of the local immersion supporting tool

4. 실험결과 및 결론

본 실험을 통해 국부수침으로 획득한 초음파 신호는 대형수조 수침과 동일한 결과를 얻었다. 이물질 및 일시적 진공 방지를 위해 개방형 국부 수조를 사용하였으나, 폐쇄형 국부 수조를 사용한 추가 연구가 필요하다. 본 연구 개발품을 산업현장 적용 시, 원가절감을 통한 생산성 향상을 기대할 수 있다.

후 기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20214000000410)

참고문헌

1. Hu, H. and Jeong, H., "An Efficient Ultrasonic SAFT Imaging for Pulse-Echo Immersion Testing," JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY FOR NONDESTRUCTIVE TESTING, Vol. 37, No. 2, 2017.
2. Cho, I. H., "A Study and advanced Ultrasonic NDE Technic for Composite Damage monitoring," Pusan National University, Master's Thesis, 2011.

휠 굴착기 트랜스미션 마찰판 구조해석에 관한 연구

A Study on the structure Analysis of Transmission Friction Plate in Wheel Excavator

*#김형준¹, 이환기¹, 김명섭¹, 이찬희¹, 이준희²

*#H. J. Kim(hjkimrd@gbtp.or.kr)¹, H. G. Lee¹, M. S. Kim¹, C. H. Lee¹, J. H. Lee²
¹(재)경북테크노파크, ²(주)디아이씨

Key words : Transmission, Wheel Excavator, Friction Plate, Strength

1. 서론

휠 굴착기용 유압식 트랜스미션은 굴착 작업이나 작업장 이동시 주행 모터의 출력을 트랜스미션의 클러치 및 기어트레인을 통해 전 차축과 후 차축 동력을 전달하는 핵심부품으로 개발이 시급한 상황이며, 본 연구를 통하여 14~21톤 휠 굴착기용 트랜스미션 마찰판의 구조적 강도를 검증하고자 한다.

2. 트랜스미션 마찰판 해석 모델

14~21톤 휠 굴착기용 트랜스미션 마찰판에 대한 구조해석을 수행하였으며, 해석에 사용된 프로그램은 상용 유한요소해석 프로그램인 ANSYS사의 ANSYS Mechanical 2023R1이다. 해석 모델은 총 122,380개의 요소가 사용되었으며 절점의 개수는 222,136개이며,



Fig. 1 Shape of Design Model

모델의 물성치는 Table 1과 같다.

Table 1 Material Properties

구분	재질	밀도 [kg/mm ³]	탄성계수 [MPa]	항복강도 [MPa]	인장강도 [MPa]
Plate Part	Copper Alloy	8.3E-6	1.1E5	280	430

3. 해석 내용

트랜스미션 마찰판의 정적구조 해석 경계조건은 트랜스미션 마찰판이 밀착되는 안쪽면에 Fixed Support를 적용시켰으며, 하중조건은 토크를 적용시키기 위해 Moment 조건을 적용하였다.



Fig. 2 Friction Plate 구조해석 경계조건

트랜스미션 마찰판의 정적구조해석 결과 최대응력은 마찰판과 체결되는 부위(Fixed Support 위치)에서 최대응력 52.3MPa, Safety Factor는 5.3으로 Friction Plate에 재질인 Copper Alloy에 Yield Strength 280MPa 이내에 있음을 확인하였다.

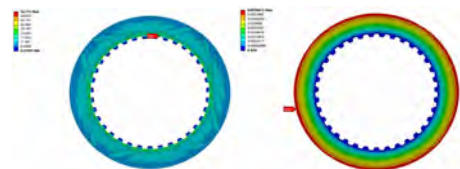


Fig. 3 Friction Plate 구조해석 결과



Fig. 4 Safety Factor

4. 결론

트랜스미션 마찰판 설계 검증을 위하여 정적구조해석을 수행 및 결과를 분석하여 모델성능을 검증하였으며, 향후 열해석을 통하여 열팽창으로 인한 응력 변화에 관한 연구를 진행할 예정이다.

후기

본 연구는 2021년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(14-21톤 휠 굴착기용 트랜스미션 및 엑슬 개발, '20014657').

전후륜 모터출력에 따른 전기차 가속성능 시뮬레이션

Simulation of EV Acceleration Performance According to the Front and Rear Motor Power

*,#김정민¹

*,#J. M. Kim(jmk@ksmpe.ac.kr)¹

¹국립안동대학교 자동차공학과

Key words : Electric Vehicle, Simulation, Acceleration Performance, Motor Power

1. 서론

최근 전기자동차는 전륜 및 후륜 모두에 전기모터를 장착하여 AWD(all wheel drive)를 구현하는 경우가 증가하고 있다. 이때, 전륜 및 후륜 모터의 최고파워를 결정할 필요가 있다. 기존에는 전륜 및 후륜의 기어비에 따른 연구가 수행된 바 있다^[1]. 하지만, 전륜 및 후륜의 모터 출력에 따른 전기차 가속성능을 해석하는 연구가 요구된다. 이에, 본 연구에서는 전후륜 모터 출력에 따른 전기차 가속성능 시뮬레이션을 수행하고자 한다.

2. 전륜 및 후륜 모터출력에 따른 전기차 가속성능 해석 결과

Fig. 1은 본 연구에서 사용한 전기차(EV: electric vehicle) 시뮬레이터를 도시한 것이다. 전기차 시뮬레이터는 MATLAB Simulink를 기반으로 개발하였다. 본 시뮬레이터를 이용하여, 전륜구동 전기자동차의 모터 출력에 따른 가속성능 해석 결과를 Table 1에 정리하였다. 전륜구동 전기차의 경우 모터출력을

150kW에서 300kW로 증가시켜도 가속성능이 거의 증가하지 않는 것을 볼 수 있다. 이는 전륜구동 전기자동차의 경우 가속 시 전륜에 적용되는 수직항력이 감소하여 타이어의 최대 마찰력이 감소하게 되며, 이에 따라 큰 출력을 감당할 수 없기 때문이다. 상대적으로 후륜구동 전기자동차의 경우 모터출력을 150kW에서 300kW로 증가시키면, 가속성능이 증가하게 된다. 이 이유는 가속 시 후륜에 적용되는 수직항력이 증가하여 타이어의 최대 마찰력이 증가하게 되며, 이에 따라 상대적으로 전륜에 비하여 큰 출력을 감당할 수 있기 때문이다.

3. 결론

본 연구에서는 전후륜 모터출력에 따른 전기차 가속성능 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과, 전륜구동 전기차의 경우 모터출력을 150kW에서 300kW로 증가시켜도 가속성능이 거의 증가하지 않았지만, 후륜구동 전기차의 경우 가속성능이 증가하였다. 이는 가속 시 하중 이동에 의하여, 타이어의 최대 마찰력이 증가하게 되었기 때문이다.

후기

“본과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학협력 기반 지역혁신사업의 결과입니다.(재단과제관리번호: 2022RIS-006)”

참고문헌

1. Son, Y. K. and Kim, J. M., “Comparative Analysis of Driving Characteristics Sensitivity According to Gear Ratios for Front and Rear Wheel Drive Electric Vehicles”, J.of KSMPE, Vol. 22, No. 3, pp. 20-25, 2023.

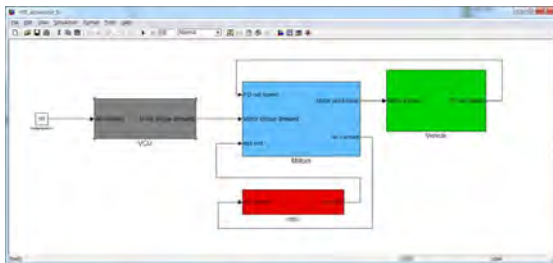


Fig. 1 EV simulator

Table 1 Acceleration performances

Motor power	0-100 time	
	Front wheel drive EV	Rear wheel drive EV
150 kW	7.36 sec	5.84 sec
300 kW	7.25 sec	4.45 sec

소형 유도무기를 위한 접이식 날개 구조 설계의 동작 성능 평가

Motion Evaluation on Folding Wing Structure Design of Small-sized Guided Missile

*박성열¹, 전치경², 손홍익¹, 오병준¹, 문경태², #윤성호¹

*S. Y. Park¹, C. K. Jun², H. I. Son¹, B. J. Oh¹, K. T. Mun², #S. H. Yun(shyun@kumoh.ac.kr)¹
¹금오공과대학교 기계공학과, ²엘씨텍(주)

Key words : Guided Missile, Dynamic Analysis, Torsion Spring

1. 서론

유도무기의 날개는 보관과 운반의 편의성을 위해 주로 발사체에 보관이 가능한 접이식 날개 구조를 가지고 있다. 따라서 접이식 날개 구조의 설계에 대한 검증은 유도무기의 신뢰성에 있어 중요하다.

본 연구에서는 유도무기의 접이식 날개 펼침 구조의 동작 성능을 평가하였다. 이를 위하여 상용 프로그램(Ansys)의 강체 동역학(rigid dynamics analysis) 기능을 이용하여 진행하였다.

2. 수치해석

강체 동역학 해석을 위해 그림 1과 같이 소형 유도무기를 위한 접이식 날개 모듈의 해석 모델을 설계하였다. 해석 모델은 비행을 담당하는 날개(wing)와 날개 회전축(wing rotation shaft), 날개의 펼침 동력을 부여하는 비틀림 스프링(torsion spring), 날개가 90° 위치에서 펼쳐진 후 이를 고정하는 날개 스토퍼(stopper) 및 날개 하우징(housing)으로 구성되어 있다. 날개는 열처리 알루미늄 Al70xx T6xxx 계열을 사용하였다. 그 외 부품들은 구조용 강 SUS3xx 계열을 사용하였다.

장치의 거동을 확인할 수 있는 강체 동역학 해석을 진행하는데 있어 초기 조건은 날개 모듈에 작용하는 주요한 하중인 비틀림 스프링 모멘트, 날개의 자중 모멘트, 그리고 날개 스토퍼의 압축력에 의한 모멘트 값을 적용하였다. 또한 경계조건은 실물의 구조와 동일하게 날개 하우징의 베어링 조립면을 고정하였다. 이 때 각 부품 사이의 마찰은 해석 프로그램의 접촉조건을 이용해서 적용하였다. 날개 회전축과 하우징 사이에 회전운동 접촉조건과 날개 스토퍼와 하우징 사이에 병진운동 접촉조건을 부여하였다. 그림2는 날개 회전축의 시간에 따른 변위 각도를 나타낸 그래프이다. 유도무기 날개가 0.03초 이내로 90°에 도달하여 완전히 퍼지는 것이 가능함을 확인하였다.

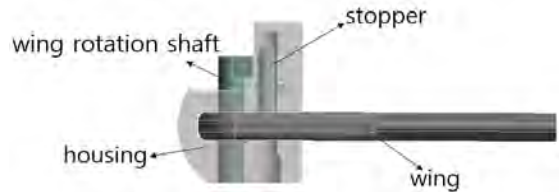


Fig. 1 A structure of the folding wing

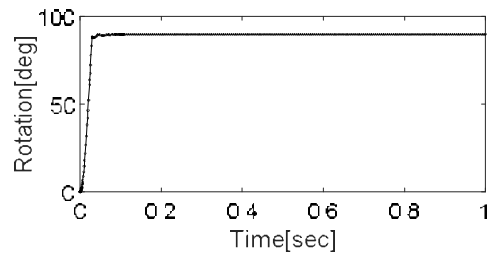


Fig. 2 A rotational behavior within 1 second

3. 결론

본 연구에서는 소형 유도무기의 접이식 날개 구조를 해석모델로 생성하여 접이식 날개 구조의 정상작동을 확인하였다. 작동 제한 시간인 0.1초 이내에 동작을 완료하였음을 확인하였고 발사 후 유도 비행이 정상적일 것으로 예상된다.

후기

본 과제(결과물)는 교육부와 한국연구재단의 지원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

참고문헌

1. J. L. MERIAM, Engineering Mechanics, 8th ed, Wiley, pp. 499-562, 2016.
2. Ansys Workbench 2021R1, 2023.

소형 유도무기의 동특성 해석을 통한 안전성 검증

Safety Evaluation on Dynamic Characteristics of Small-sized Guided Missile

*오병준¹, 전치경², 손홍익¹, 박성열¹, 문경태², #윤성호¹

*B. J. Oh¹, C. K. Jun², H. I. Son¹, S. Y. Park¹, K. T. Mun², #S. H. Yun(shyun@kumoh.ac.kr)¹

¹금오공과대학교 기계공학과, ²엘씨텍(주)

Key words : Modal Analysis, Guided Missile, Transport Vibration, Operational Vibration

1. 서론

시스템이 저장, 이송, 운용으로 용도가 마무리되는 1회성 유도무기로서 임무 수행을 위한 구조적 안정성이 중요하다. 저장과 이송 과정에서 변형 또는 파손이 발생할 경우 운용 과정에서 치명적인 사고로 이어질 수 있다.

본 연구에서는 상용 유한요소 해석 프로그램(Ansys)를 이용하여 소형 유도무기의 설계 안전성을 검증하고자 한다.

2. 수치해석

그림 1과 같이 유도무기 추진을 위한 장약, 목표 타격을 위한 작약, 내부 모듈 보호를 위한 케이스 등을 제외한 제어부와 날개로 구성된 해석 모델을 사용하였다.

케이스와 제어부를 연결하는 체결부를 고정하는 고정 구속 조건(fixed support)을 부여하여 모드 해석(modal analysis)을 진행하였다. 주요한 외장 부품들의 물성은 Al60xx-T6xx계열을 적용하였다. 날개 부품의 경우 Al70xx-T6xxx계열의 물성을 사용하였다. 모터 스크류 축과 베어링 같은 골재 부품은 SUS3xx 계열 부품을 사용하였다.

모드 해석 결과를 바탕으로 군수품의 내구성 평가를 위한 임의 진동 해석(random vibration analysis)을 진행하였다. 수송 진동에 대한 가진 프로파일은 미국 국방규격 MIL-STD-810G의 방법 514.6C-1에서 규정하고 있는 일반 수송 진동 프로파일을 사용하였다. 또한 514.6C-3의 진동 프로파일인 복합 차륜 차량 진동 프로파일을 사용하였다. 또한 궤도 차량의 운용시 발생하는 진동에 대한 프로파일은 미국 국방규격에서 별도로 규정하고 있지 않다. 따라서 미국 육군 시험사령부에서 측정한 M1 계열 전차 운용 진동 프로파일을 준용하였다. 그림 2는 가진 프로파일에 의한 등가응력의 분포도이다. 가장 취약한 소재의 항복강도인 240MPa과 비교하였을 때 매우 작은 값을 나타낸다.

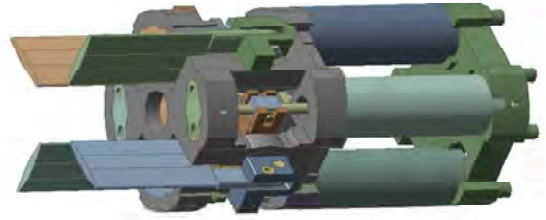


Fig. 1 A structure model of the small-sized guided missile



Fig. 2 A result from the operational vibration analysis

3. 결론

본 연구에서는 소형 유도무기의 제어부와 날개를 유한요소 모델로 생성하여 미국 국방규격 MIL-STD-810G에 의거한 모달 해석과 임의 진동 해석을 수행하였다. 소재의 항복강도와의 비교를 통해 본 모델의 소형 유도무기 안전성을 검증하였다.

후기

본 과제(결과물)는 교육부와 한국연구재단의 지원으로 진원을 받아 수행된 3단계 산학협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

참고문헌

1. S. S. Rao, Mechanical Vibrations 6th ed, PEARSON, pp. 440-578, 2019.
2. Ansys Workbench 2021R1, 2022.

3차원 측정 기반 마이크로 엔드밀의 형상 변수 분석

Geometry Analysis of Micro Endmill based on 3-dimensional Measurement

*윤일채¹, #강익수¹, 이재령¹

^{*}I. C. Yoon¹, [#]I. S. Kang¹(iskang@dmi.re.kr), J. R. Lee¹

¹대구기계부품연구원 첨단공구기술지원센터

Key words : Micro Endmill, 3-dimensional Measurement, Geometry Parameter, Micro Machining

1. 서론

최근 전자기기들의 소형화 추세에 따라 회로기판 등 각종 부품의 마이크로 가공의 수요도 지속적으로 증가하고 있다. 직경 100 μ m 이하 홀 가공용 마이크로 엔드밀의 형상 측정을 위해 일반적으로 주사전자현미경(SEM)이나 광학현미경이 사용되지만 정확한 치수 정밀도를 확인할 수 없어 형상 검증에 한계가 있다[1]. 본 연구에서는 직경 50 μ m 마이크로 엔드밀의 형상 검증을 위해 광학식 공구형상 측정을 통해 마이크로 드릴의 3차원 데이터를 확보하였고, 이를 통해 형상변수를 분석하였다.

2. 형상스캔 측정변수 최적화

50 μ m 수준의 매우 미세한 공구직경으로 인해 측정변수의 작은 변화에도 형상 스캔이 잘 이루어지지 않기 때문에 측정변수의 최적화 연구를 수행하였다. 공구형상 스캔의 주요 측정변수는 밝기(Brightness), 대비(Contrast), LED 조명 세팅, 수직 분해능, 측면 분해능 및 렌즈 배율이며, 각 변수의 조합에 따른 공구형상 스캔 결과를 비교하여 Fig. 1과 같이 마이크로엔드밀의 형상스캔을 실시하였다.

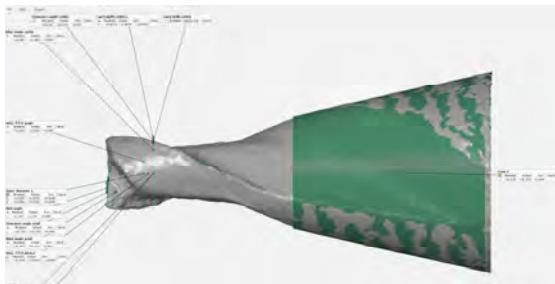


Fig. 1 Results of 3D scanning of micro endmill

3. 마이크로엔드밀의 형상정밀도 분석

마이크로 엔드밀의 주요 형상 변수는 직경, 코어직경, 축방향 경사각 및 여유각, 반경방향 경사각 및 여유

각, 헬릭스각, 랜드폭이 있으며 앞서 최적화된 측정변수를 적용하여 Fig. 2와 같이 직경 50 μ m 마이크로 엔드밀의 형상정밀도를 분석하였다.

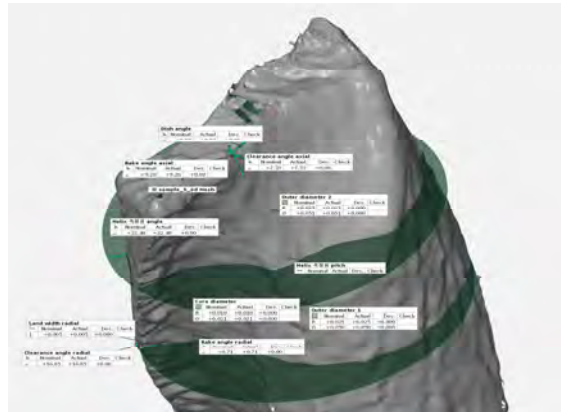


Fig. 2 Results of analysis of dimension accuracy

4. 결론

본 연구를 통해 마이크로 엔드밀 등 미세 절삭공구를 개발하는 공구 제조현장의 설계 및 제작 기술 고도화에 기여하고자 한다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부에서 지원하는 중소기업 기술혁신개발사업 ‘마이크로 머시닝 글로벌 시장 대응을 위한 IT센서 기반 실시간 모니터링 및 마이크로 절삭공구 기술 개발’ 과제(과제번호: S3144453)를 통해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Sabana, A., Soumya, G., Siba, M, and Rinku, ,M., “Performance evaluation of CrAlN and TiAlN coatings deposited by HiPIMS in micro drilling of a Ni-based superalloy”, J. of Surface&Coating Technology, Vol. 449, 9, 2022.

신뢰성 시험기 DATA 기반 모니터링 디지털 트윈 시스템 Reliability Tester DATA-Based Monitoring Digital Twin System

*이훈희¹, 신기수², 유남현³

*H. H. Lee(ih00n@naver.com)¹, #G. S. Shin², #N. H. Yoo³

¹(주)에니토이, ²(주)에니토이, ³경남대학교

Key words : Reliability tester, Digital twin, Electronic Water Pump, IoT sensor

1. 서론

친환경자동차 핵심부품인 전동식 워터펌프(EWP) 신뢰성 시험은 약 4,000~10,000시간 정도의 지속 시험을 요구하고 있다. 이러한 시험 진행 시 장시간 TEST하는 시험 시설과 차량 부품의 시험 지원 및 시험 조건 변경은 현장 인력만으로 대체/해결이 불가하며, 현재 시험 시설의 통합 관리 부재로 긴급 상황 또는 오류 등의 문제에 대하여 실시간 대응에 어려움이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제 해결을 위하여 실시간 DATA 모니터링을 통하여 신뢰성 시험 과정에서 안정성 및 신뢰성을 높일 수 있도록 신뢰성 시험기 DATA 기반 모니터링 디지털 트윈 시스템을 설계 및 구현하였다.

2. 시스템의 설계 및 구현

세계 자동차 업계는 화석연료의 고갈, 미세먼지로 인한 환경오염, 지구 온난화 문제 등으로 자율주행 자동차와 함께 공해가 없는 친환경 자동차의 개발이 활발히 진행되고 있다. 이렇듯 친환경 자동차 비중이 커질수록 차량용 EWP(Electric Water Pump : 전동식 워터펌프) 시장도 빠르게 성장하고 있으며 EWP 신뢰성 시험기 시장 역시 빠르게 성장하고 있다. Fig. 1, 2는



Fig. 1 전동식 워터펌프(EWP) Fig. 2 신뢰성 시험기

현재 상용화된 EWP 와 신뢰성 시험기로서, 개발된 EWP 의 신뢰성 확보를 위하여 일반적으로 시험시간이 10,000시간(약 14개월)이상 테스트가 필요하여 테스트 기간이 매우 길고, 진행 중인 상태에서 문제 발생 시 긴급한 대처 및 EWP 시험 데이터 이력 확보가 어려운 문제를 가지고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 신뢰성 시험기에 Fig 3과 같이

센서 시스템을 구축하여 실시간 센서 DATA 수집을 통하여 관리자가 원격지에서 시험 상태 모니터링이 가능하도록 설계 및 구현하였다. 신뢰성 시험기를 구성



Fig. 3 센서시스템 구성

하는 항온챔버, 냉각수 부하장치, ECU 모사 시스템의 시험 DATA를 실시간으로 수집할 수 있도록 디지털 압력계, 디지털 유량계, 디지털 수위센서, 전자밸브, Door 개폐 감지 센서 등을 설치하였으며, 각 센서로부터 데이터를 수집 및 분석하는 모니터링 시스템을 구현하였다. Fig. 4는 현재 구현되어서 베타 테스트 중인 디지털트윈 기반 EWP 상태 모니터링 화면이다.



Fig. 4 디지털트윈 시스템 모니터링 화면

3. 결론

향후 개발된 시스템을 수요처 현장에 설치하여 시험 운영함으로써 문제점 확인 및 보안을 통하여 시스템의 안정성 및 시험기의 신뢰성을 높일 계획이다.

후기

“본 논문은 과학기술정보통신부 및 정보통신산업진흥원의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다. (Wi-Fi 6E 기반 EWP 신뢰성 시험기 디지털 트윈을 통한 실시간 모니터링 체계구축 및 실증 & S0721-23-1010, SW융합클러스터 2.0특화산업 강화사업)

GNN을 사용한 기능 특징형상 인식

Functional feature recognition using Graph Neural Network

*박준환¹, 여창모¹, 임승은¹, #문두환¹

*J. H. Park¹, C. Yeo¹, S. Lim¹, #D. Mun¹

¹고려대학교 기계공학부

Keywords :

1. 서론

CAD/CAM (computer-aided design/computer-aided manufacturing) 분야에서 설계 업무를 진행할 때 사용하는 3D CAD 모델은 많은 단계를 거치는 동안 여러 사람들의 작업으로 수정이 반복된다. 이 과정에서 표준 규칙을 지키지 못하거나 실제 부품으로 만들었을 경우 예측하지 못하는 오류가 발생할 수도 있다. 이러한 설계 검증은 일일이 수작업으로 검증되었으나 많은 시간과 인력이 필요하기에 이를 자동으로 진행하는 프로그램을 구현하려는 연구들이 진행되고 있다.

B-Rep (boundary representation) 모델은 명시적인 설계 정보가 존재하지 않기 때문에 모델로부터 기능 특징형상을 인식하기가 어렵다. 그렇기에 검증을 위해 수작업으로 기능 특징형상을 찾은 후 설계 파라미터를 수동으로 측정한 후 설계 검증을 하는 과정이 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 GNN (graph neural network)을 사용하여 B-Rep 모델에서 기능 특징형상을 인식하는 연구를 하고자 한다.

2. 데이터 생성 및 학습

딥러닝을 사용하여 기능 특징형상을 인식하기 위해서는 B-Rep 모델의 특징을 배열 형식으로 변환하여야 한다. 그러나 B-Rep 모델은 3D 모델을 기하학적 개체와 위상학적 개체로 나타내기 때문에 이를 배열을 사용하여 직관적으로 나타내는 방식이 어렵다. 이를 위해서 노드와 노드를 연결하는 엣지로 구성된 그래프 데이터를 생성하였다. 그래프 데이터 생성 시에는 여창모 등⁽¹⁾의 연구에서 제시된 기술자를 참고하여 노드에는 B-Rep face의 정보를 엣지에는 face 간의 연결 관계에 대한 정보를 사용하였다. 기능 특징형상을 인식하기 위해서 그래프 데이터를 GNN을 사용하여 학습하였다. 학습 결과 Fig. 1과 같이 테스트 정확도 95.50%, f1-score 0.8140가 나왔다. 기능 특징형상인 스냅피트 후크 14개 중 12개의 스냅피트 후크를 인식하였고 3개의 면이 오인식되었다.

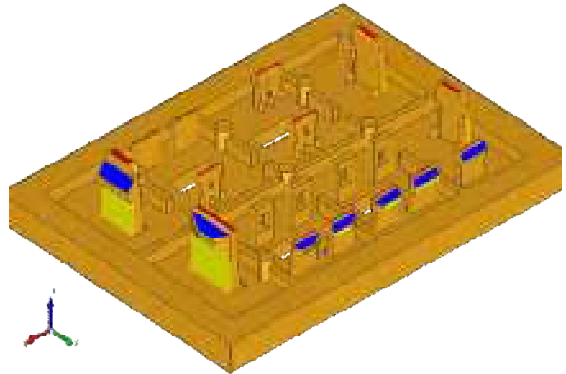


Fig. 1 Recognition result

3. 결론

본 연구에서는 기능 특징형상을 인식할 때 4개의 대표면을 인식하여 판정하였다. 그러나 4개의 면을 따로 인식하여 1개의 기능 특징형상을 온전히 인식하지 못하는 경우도 있었다. 따라서 향후 연구에서는 검색된 대표면을 그룹핑하여 기능 특징형상 객체를 결정하는 기능을 구현할 계획이다.

후기

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2022-0-00969, 대량의 공학적 최적 설계안 자동생성을 위한 인공지능 기반 제너레이티브 디자인 기술 및 생산연계 기술 개발)

참고문헌

1. Yeo, C., Kim, B. C., Cheon, S., Lee, J. and Mun, D., "Machining feature recognition basedon the deep neural networks to support tight integration with 3D CAD systems," Scientific reports, Vol. 11, No. 1, pp. 22147, 2021.

코어 설계에 따른 유도가열 히팅롤의 온도 특성 해석 연구

Analysis of Temperature Characteristics in Induction Heating Roll according to Core Design

*.#오광원¹, 박보규¹, 박병호¹, 김성용¹

*.#G. W. Oh(gwoh@kotmi.re.kr)¹, B. G. Park¹, B. H. Park¹, S. Y. Kim¹

¹한국섬유기계융합연구원

Key words : induction heating, heating roll, core design, temperature uniformity

1. 서론

유도가열 롤은 정밀 가공된 원통 형상의 외통부와 특수하게 설계된 코일로 구성된 코어로 구성된 장치로, 빠른 온도상승과 다른 매커니즘의 히팅롤 보다 균일한 온도 편차에 있어 이점이 있다. 유도가열 롤은 기능성 섬유, 부직포, 제지, 인쇄, 디스플레이, 이차전지 등 다양한 산업 분야에서 활발하게 활용되고 있으며, 현재 관련 산업이 전반적으로 고도화됨에 따라 고부가가치 제품의 개발과 품질 안정화를 위한 표면 온도 정밀 균일화 및 제어 기술이 필요하다. 본 논문에서는 1050mm 면장의 유도가열롤을 대상으로 유효폭의 크기와 지정된 유효폭 내에서의 온도편차의 관점으로, 코어의 설계에 따른 유도가열 롤의 온도 특성을 해석을 통해 분석했다.

2. 본론

유도가열 롤은 크게 실제 생산 제품과 접촉하는 외통부(Shell), 롤의 발열 특성을 제어하는 롤의 내부 중심인 코어(Core)로 구성된다. 코어는 일반 철강과 규소강판으로 구성된 중심축(Shaft)에 구리 코일을 권취한 형상으로 이루어져 있다. 이러한 코어의 설계는 유도 가열 롤의 표면 온도분포에 주요한 영향을 끼치게 된다. 본 연구에서는 1050mm의 면장을 가지는 유도가열 롤을 대상으로 코어의 설계가 표면 온도 편차에 끼치는 영향을 연구하였으며, Fig. 1과 같은 형태의 Shell,

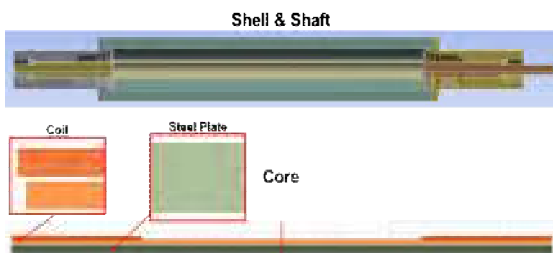


Fig. 1 Induction heating roll shell & core model

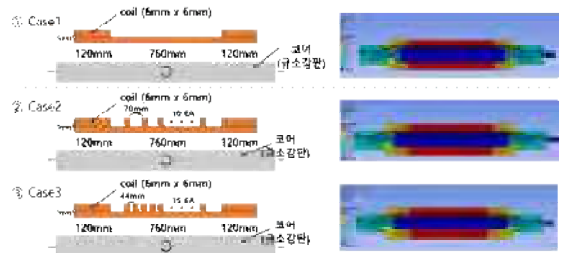


Fig. 2 Core analysis case and result

Shaft를 기준으로, Fig. 2와 같이 코일의 설계를 변경하여 그 결과를 분석하였다. 분석 결과 코일의 설계 방법에 따라 롤 표면의 온도 편차, 최대 도달온도, ±1°C기준 유효폭 등에 영향을 끼쳤으며, 코어 강판의 소재에 따라 동일 전력에서의 표면 온도 값에 영향을 끼침을 확인했다.

3. 결론

유도가열 롤의 코어 설계를 통해 롤의 온도 편차에 끼치는 영향을 확인했다. 코어의 코일 형상 설계는 Shell 표면의 온도 편차에 영향을 끼치며, 코어강판의 소재물성은 동일 전력에서 표면 온도가 도달하는 최대치에 영향을 끼침을 확인하였다. 코어 내부 온도는 해석 결과에서 Shell 표면 온도에 비해 현저히 낮은 수치를 보였으나 이는 해석 모델과 유사한 사양의 유도 가열 롤을 통한 실험 결과와 차이가 있었다. 실험 결과 코어 내부의 온도 또한 표면과 비슷하거나 그 이상으로 상승됨을 확인하였으므로, 코어 내부 온도에 대한 분석 연구가 필요할 것으로 사료된다.

후기

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(과제 고유번호 : 1415187250, 세부과제번호 : 20023819).

속업소버 워터자켓 형상에 따른 내구성 시험에 관한 연구

A Study on Durability Test according to Shock absorber Water Jacket Shape

*김연길¹, #심경석²

*Y. G. Kim¹, #K. S. Sim(kssim@katech.re.kr)²

^{1,2}한국자동차연구원

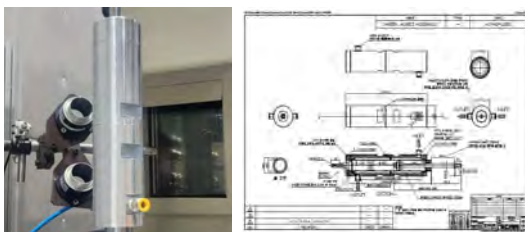
Key words : Shock absorber, Water jacket, Water cooling, Durability test

1. 서론

자동차 산업이 발달할수록 소비자들의 NVH 성능에 대한 요구가 높아지고 있다. 이에 승차감에 영향을 주는 속업소버에 대한 기술 또한 꾸준히 발전하고 있다. 가변형 속업소버, MR Dmaper 등을 활용한 기술로 차량 승차감은 향상됐지만 감쇠력이 강하거나 MR 유체를 사용하는 속업소버의 경우 조건에 따라 발열이 심하다는 특징이 있다. 이는 속업소버의 신뢰성 검증에 위한 시험을 진행할 때 시험시간 등의 기회비용이 증대되는 문제점을 야기한다. 이에 공냉이 아닌 칠러를 활용한 수냉을 이용하여 신뢰성 시험의 시험시간을 단축하여 기회비용을 줄이고 있다. 본 연구에서는 속업소버 신뢰성 시험 중 수냉을 위해 속업소버에 장착하는 워터자켓(Water Jacket)의 내구성 시험을 통하여 워터자켓의 형상에 따른 워터자켓의 신뢰성 및 내구성을 검증하고자 하였다.

2. 워터 자켓 형상 설계

설계 1안



설계 2안

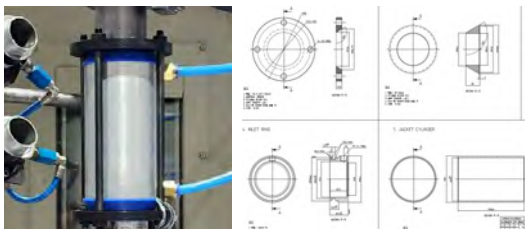


Fig. 1 Water jacket design

설계 1안의 워터자켓은 장착이 용이하게 상부에서 하부로 끼워 장착하며 별도의 추가 체결은 하지 않았다. 2개의 O-Ring을 사용하여 유체의 누유를 방지하였으며 상부에 한단의 턱을 만들어서 가진 시 자켓이 하부로 빠지는 것을 방지하여 설계하였다.

설계 2안의 워터자켓 또한 2개의 O-Ring을 사용하여 유체가 나오는 것을 방지하였으며 상, 하부에 워터 자켓 쉘과 플레이트를 볼트와 너트로 압착하여 체결하였다. 위 체결로 가진시 상, 하부로 자켓이 빠지는 것을 방지하도록 설계하였다.

3. 워터 자켓 내구성 시험

속업소버 시험기는 하부가진방식의 시험기로 속업소버의 외통 전체가 움직이면서 가진하는 시험기로 시험을 진행하였다. 시험조건은 스트로크는 25mm, 속도 0.8m/s로 가진하여 시험을 진행하였으며 목표 사이클은 1,000,000회로 설정하였다. 이때 칠러는 동작시켜 워터자켓 내에 유체가 이동하도록 하였다. 속업소버의 하중은 인장 시 약 3kN 압축 시 -0.5kN이 발생하는 속업소버를 사용하였다.

4. 결과 분석

설계 1안의 워터자켓은 하부가진 시 빠지는 것을 방지한 턱에 지속적인 하중이 인가돼서 약 600,000회에서 워터자켓의 상부가 파손되는 결과가 나왔다. 설계 2안은 목표 사이클까지 파손 및 탈락이 되지 않았다. 추후 설계 2안의 안정성을 유지하며 순위를 체결구조의 워터자켓에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술평가관리원에서 지원하는 자동차산업기술개발사업의 ‘수소 전기상용차 반응동 현가시스템용 공통요소부품기술개발 (과제번호 20018369)’ 과제 지원으로 수행되었습니다.

CFRP 리사이클링용 고전압 변압기 구조 연구 High Voltage Transformer Structure Research for CFRP Recycling

*한인환¹, #도레미¹, 문지훈¹, 김금수²

*I. H. Han(ih.han@ghi.re.kr)¹, #R. M. Do¹, J. H. Mun¹, G. S. Kim²
¹(재)경북하이브리드부품연구원, ²(주)이테크놀리지

Key words : CFRP, Recycling, PFC Converter, Transformer, High Voltage

1. 서론

고전압 펄스 전원 시스템은 대규모 산업시설, 신재생에너지, 환경 등에 활용되며 최근 수요가 증가하고 있음. 이에 따라 핵심설비인 전력변환장치 및 전압장치의 고효율화 관련 연구개발이 활발하게 진행되고 있음. 신재생과 분산 전원 시스템과 ESS 연계, 인체에 미치는 영향 등을 고려한 저탄소 및 Net-Zero로 인해 고효율 직류전원의 수요와 필요성이 부각되고 있어, 관련 연구개발을 수행하고 있음.

2. 기술개발 필요성

3상 PFC 컨버터 기술 개발 및 구성은 아래 Fig. 1과 같으며, 역율이 98% 이상의 PFC 컨버터 개발과 AC-DC 컨버터는 역율을 높이기 위해 PFC 회로가 들어감.

3상 PFC 컨버터 기술 개발을 위해 회로 설계 및 메인보드 PCB를 진행함. 대전력을 고속으로 스위칭하기 위해 스위칭 전력 소자를 SiC로 사용하였으며, 이를 구동하기 위한 회로는 Fig. 2와 같이 제어로직을 구성함.

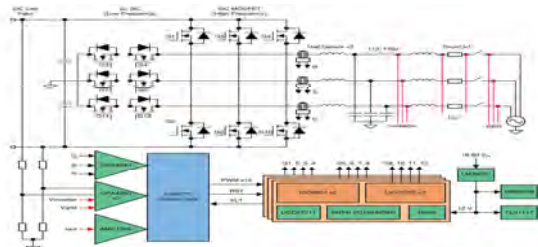


Fig. 1 PFC 컨버터 구성도

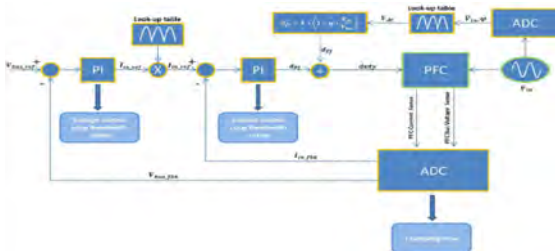


Fig. 2 제어로직의 구성도

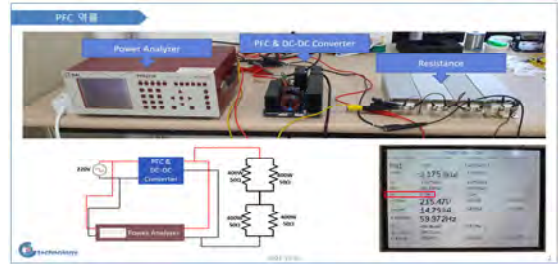


Fig. 3 구조안정성 평가 시험방법

전력변환보드의 구조안정성 평가를 위해 역률과 변환효율 등에 대한 성능 검증을 실시함.

3. 결론

PFC 역률 성능 검증을 통해 1차 성능검증에서 99.6%의 PFC 역률을 확인하였음. 또한 변환 효율은 Pin 값이 4.867, Pout값이 4.704로 확인함. 전력 효율 계산식에 대입하여, 4.704/4.876*100으로 계산하였을 때 96.65%의 변환 효율을 확인함.

후기

본 연구는 중소벤처기업부의 재원으로 한국산업기술진흥원(KIAT)의 지원을 받아 수행한 지역특화산업육성(R&D), 지역주력산업육성사업(S3317196 : CFRP 리사이클링용 (초)고전압 펄스 전원 시스템 개발)의 결과물입니다.

참고문헌

1. 강이구. (2015). 대용량 전력변환용 초고전압 NPT IGBT 최적화 설계에 관한 연구. 전기전자재료학회 논문지, 28(8), 490-495.
2. Paul T. Mativenga, Norshah. Shuaib, Jack Howarth, Fadri Pestalozzi, Jorg Woidasky. 'High voltage fragmentation and mechanical recycling of glass fibre thermoset composite' CIRP Annals, Vol. 65, pp. 44-48, 2016.

Wafer Flip System Frame의 구조 강성에 관한 연구 Study on Structural Rigidity of Wafer Flip System Frame

*이상협¹, 김창언¹, #최헌웅¹, 송용태²

*S. H. Lee¹, C. E. Kim¹, #H. W. Choi(heonwoong@kumoh.ac.kr)¹, Y. T. Song²

¹금오공과대학교 산학협력단, ²주대성하이텍

Key words : Wafer Flip System, Frame, Structure stability

1. 서론

최근 반도체 산업이 발달함에 따라 Wafer를 정렬, 기공 전환 등의 과정이 자동화 되어가고 있다. 이 과정에서 Wafer를 상하 반전시키는 자동화 장비의 필요성이 발생하였다. 이러한 장비의 특성은 Wafer의 낙하, 긁힘 등을 방지하기 위하여 외부 Frame의 구조적 강성이 필수적으로 확보되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 Wafer Flip System Frame의 구조 강성을 분석하기 위해 유한요소 해석을 진행하였다.

2. 실험 방법

Wafer Flip System Frame의 구조적 안정성을 분석하기 위하여 INVENTOR를 이용하여 3D Modeling을 진행하였으며, ANSYS를 활용하여 Fig. 1과 같이 유한요소 생성을 진행하였다.

구조해석에 적용된 Frame의 재질과 크기는 SS400으로 주요 물성은 Table 1에 나타내었다.

3. 결과



Fig. 1 Finite element generation geometry of Frame

Table 1 Material properties of SS400 and size of Frame

Density(kg/m^3)	7,850
Young's Modulus (E)	190Gpa
Poisson Ratio (ν)	0.26
Yield Strength	245Mpa
Bed Size (X*Y*Z, mm)	770* 1840 * 1798.5

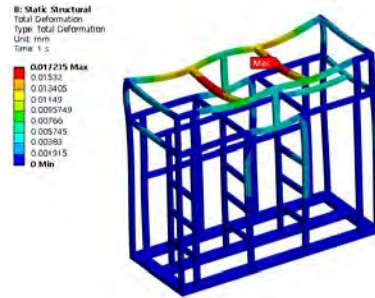


Fig. 2 Result of analysis (Deformation)

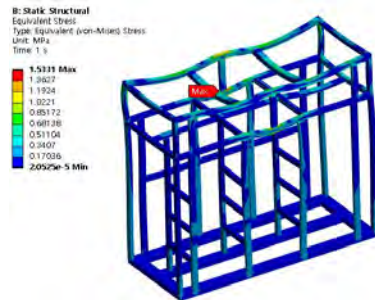


Fig. 3 Result of analysis (Stress)

Max displacement (μm)	17.235
Max Stress (Mpa)	1.5331

3. 결론

구조해석 결과 최대 변위는 17.235 μm 의 변형이 발생하였고, 최대 응력은 1.5331 Mpa로 나타났다. 응력의 경우 적용 소재에 비해 매우 적은 값을 나타냈었으나, 변형량의 경우 상부 Frame에서 다소 큰 값이 나타났으나, 장비의 실제 작동 위치 (중앙부)에서의 변형이 매우 작아 구조적 강성은 확보되었다고 판단된다.

후기

이 연구는 중소기업청 기술혁신과제(S3296486) 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사드립니다.

장갑전투도저용 엔진피스톤의 구조 해석

Structural Analysis of Engine Piston of Armored Combat Earthmover

*최용준¹, 송현수¹, 최영일², 박준필³, #이재선¹

*Y. J. Choi¹, H. S. Song¹, Y. I. Choi², J. P. Park³, #J. S. Lee(Jaesun@changwon.ac.kr)¹

¹창원대학교 기계공학부, ²창원대학교 스마트제조융합협동과정,

³창원대학교 극한환경 스마트 기계부품 설계/제조 혁신센터

Key words : Combat Dodger, Engine Piston, ANSYS, Transient Structural Analysis

1. 서론

적박한 환경 속에서 구동하는 군용 차량의 엔진 및 그 부속품들은 안전성과 신뢰성을 바탕으로 개발해야 한다. 본 연구에서 실험을 진행할 엔진피스톤은 전투장갑도저(KM9ACE)의 기동을 위해 높은 동력, 큰 폭발력을 버티고 동시에 빠른 운동을 위해 강한 내구성을 지녀야 한다. 더불어, 본 품목은 전품 해외 수입 중인 물품으로, 국산화 개발을 위한 필수 품목이며, 국내 개발이 이루어져야 한다.

2. 해석 방법 및 조건

본 연구에 사용할 엔진피스톤은 군용 장갑전투도저(KM9ACE)의 부속품이며, 원래 사용하던 품목의 역설계를 진행하였다. AutoCAD 프로그램을 이용하여 2D 도면, CATIA 프로그램을 이용하여 3D 모델링을 하였고, 엔진피스톤 단일 해석보다는 슬라이더-크랭크와의 결합 형태로 왕복 운동을 할 수 있는 형태가 적합하다고 판단하여 추가로 모델링을 하였다.

설계된 3D 형상을 기반으로 폭발적인 압력과 구동시물레이션을 도출하기 위해 ANSYS 유한요소해석 프로그램을 이용하여 구조 해석을 진행하였다.

엔진피스톤은 알루미늄 합금으로 제작되기 때문에 Engineering Data는 Aluminum Alloy로 진행하였다. Table1은 Aluminum Alloy의 기계적 특성을 나타내었다.

Table 1 Mechanical Properties of Aluminum Alloy

Aluminum Alloy	
Density(kg/m ³)	2770
Yield Strength(MPa)	280
Young's Modulus(GPa)	71
Poisson's ratio(ν)	0.33

3. 해석 결과

Ansys 프로그램을 이용하여 3D 형상에 Mesh 격자를 생성한 뒤 Joint 구속조건을 주고, 피스톤 헤드에 폭발할 때의 압력 등의 경계 조건을 통해 Total Deformation, Von-mises Stress, Safety Factor의 결과를 도출하였다.

4. 결론

본 연구는 고압력을 받는 알루미늄 재질의 장갑전투도저용 엔진피스톤 개발을 목적으로 연구를 진행하였다. 2D, 3D 역설계를 하고, 3D 형상에 ANSYS 프로그램을 이용하여 구조 해석을 진행하였다.

유한요소해석의 결과 데이터 확인하였을 때, 실제 구동에서의 안전성을 확보하였고, 향후 군용 엔진피스톤의 안전성 해석을 위한 참고 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

후기

이 성과는 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2022R111A3069291)

참고문헌

1. PhamMinh-Ngoc, "Transient Structural Analysis of Piston and Connecting Rods of Reciprocating Air Compressor Using FEM", Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety, 23(4), 393-399, 2017.
2. H. S. Jung, "Fatigue Analysis of Piston Pin of Marine Diesel Engine", Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers, 544-547, 2010.

고온 초전도체 생산을 위한 인라인 챔버 설계(II) The Design of In-Line Chamber for HTS(High-Temperature Superconductor) Production(II)

*최만호, 고성용, 강민경, 반선규, 김동진

*M. H. Choi, S. Y. Ko, M. K. Kang, S. G. Ban, D. J. Kim

(주)마루엘앤씨 기업부설연구소

Key words : Superconductor, Buffer Layer, Deposition, IBAD, In-Line System

1. 서론

에너지 효율 향상에 응용되는 초전도체(superconductor)는 임계온도(Tc) 이하에서 전기저항이 0이 되어 전류의 손실 없이 계속 흐르는 초전도 현상을 보이는 물질 및 제품을 지칭한다.

YBCO계 2세대 고온 초전도선재 초전도 선재의 구성은 기판, 버퍼층, 초전도 층 및 보호층으로 구성된다(Fig. 1).

이 가운데 버퍼층을 구성하는 산화물 다층박막은 진공상태에서 연속공정을 통해 형성되어야 한다. 이에 본 고에서는 선재 이송장치와 함께 고온 초전도체의 버퍼층 증착을 위한 릴-투-릴(reel-to-reel)형식을 갖는 인라인(in-line system)을 설계·제작하고자 한다.

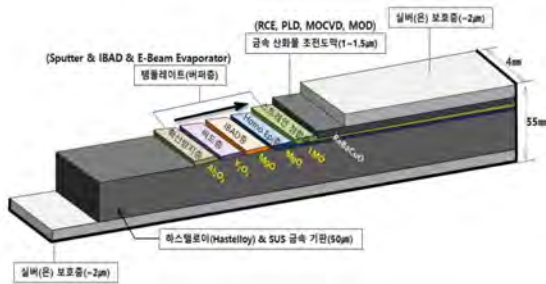


Fig 1. Cross-sectional structure of HTS¹⁾

2. 시스템 설계

고온 초전도체 제조를 위한 버퍼층 증착시스템은 하스텔로이 금속테이프 상부에 다층 금속 산화물 구조를 형성하기 위한 것으로, 진공 챔버(선재 인출부-Al₂O₃-Y₂O₃-MgO-MgO-LaMnO₃-선재 회수부)들을 연속적으로 배치하여 인라인 시스템이 되도록 구성한다²⁾. Table 1에는 버퍼층 종류에 따른 공정온도 및 증착두께를 나타내었다. 또한, 진공챔버는 초고진공을 유지하도록 터보펌프 및 크라이오펌프를 배치하였다.

Table 1 버퍼층 종류에 따른 공정온도 및 증착두께

버퍼층 종류	공정온도	증착두께(nm)
Al ₂ O ₃	실온	≤ 40
Y ₂ O ₃	실온	≤ 10
IBAD-MgO	실온	≤ 10
Homo-Epi	~700°C	≤ 20
LMO	~950°C	≤ 20

3. 제작 결과

고온 초전도체 증착시스템은 하스텔로이 금속테이프 (초전도선재)기판 상부에 다층 금속 산화물 구조의 버퍼층을 형성하는 인라인 생산 시스템이다. 그 구성 요소는 진공챔버, 기판 이송롤러, 증발원, 증착속도 모니터, 가스 공급계 및 진공 배기계, 전원공급 및 제어 장치 등으로 구성된다.

제작 완료된 진공챔버(Fig. 2)는 초고진공성능을 만족하기 위하여 헬륨누설검사를 실시하여 1×10⁻¹¹Torr-ℓ/sec 이상의 리크는 모두 수리하였다(Fig. 3). 현재, low 10⁻⁷Torr 정도의 진공도를 나타내고 있다.



Fig. 2 Fabricated In-Line system for Buffer Layer Deposition

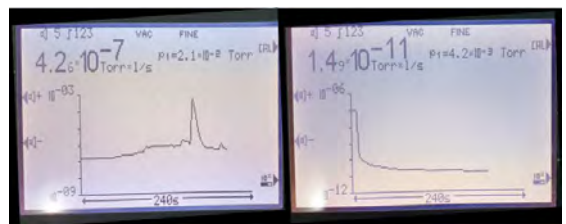


Fig. 3 Leak shape before and after repair

4. 결론 및 향후계획

초전도체 버퍼층 제조를 위한 인라인 진공챔버 제작이 완료되었으며, 초고진공 성능을 만족하고 있기에 증착실험을 진행할 예정이다.

참고문헌

1. 특허, 10-2312749, 초전도 선재 제조를 위한 플라즈마 보조 인라인 시스템
2. 고온 초전도체 생산을 위한 인라인 챔버 설계, 최만호, 고성용, 강민경, 반선규, 김동진

반도체 세정 장치를 위한 정전기에 의한 웨이퍼 손상이 없는 불소수지 복합재료 설계

Design of Fluororesin Composite Material for Semiconductor Cleaning Equipment without Wafer Damage Due to Static Electricity

*김유경¹, 김기열², 정현철³, #김정석¹

*Y. G. Kim¹, K. Y. Kim², H. C. Jung³, #C. S. Kim(chs2865@chosun.ac.kr)¹

¹조선대학교 신소재공학과, ²광주금형, ³조선대학교 기계공학과

Key words : Semiconductor, Fluororesin, Wafer, Static electricity

1. 서론

본 연구는 반도체 세정장비의 메인 모듈에 사용되는 부품으로써 정전기에 의한 웨이퍼의 손상이 없는 불소수지 소재를 설계하고자 하였다. 세척 과정에서 세척액이 배관을 통과하며 액체와 고체의 경계면에서 발생하는 유동 대전과 세척액이 웨이퍼 표면으로 분사할 때 발생 되는 분출 대전, 세척액이 회전하는 웨이퍼 표면과 접촉하여 발생 된 마찰 대전은 웨이퍼 세정 공정에서 필연적으로 발생하는 정전기이다. 기존에 이와 같은 문제해결을 모든 설비 전원선 접지와 FOUF에서 세정 장비 이동 시 이온화를 설치하여 정전하를 중화하고 있지만, 실질 세정이 이루어지는 챔버 내에서의 정전기 해결 방법이 없는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 구동에 따른 구조적인 안전성 외에도 정전기를 막기 위한 복합소재를 연구하고자 하였다.

2. 실험방법

기존 불소수지에 전도성 소재 첨가 후 압출가공으로 도전성 소재를 개발하고자 한다. 불소수지에 대한 compound(압출가공) 공정, 반도체 세정 장비 적용을 위한 기초 물성 및 표면 저항성을 평가하였다. 광학현미경 미세조직 분석은 시료의 크기를 10*10mm로 저속 절단기를 이용하여 커팅하여 준비하였다. 커팅된 시료를 기계 연마하여 관찰될 표면을 조심스럽게 준비하였다. 광학현미경으로 관찰하였다. 동일한 시편을 통해 인장시험과 경도 및 전기저항을 측정하였다. 표면 저항 측정의 경우 디지털 절연저항계와 초절연계 측정기로 측정하였다.

3. 결과

테프론 기지부에 탄소나노튜브가 전체적으로 분포하고 밝은 흰색으로 관찰되는 탄소나노튜브는 서로 합체

되고 응집되어 수 μ m에서 수십 μ m에 이르기까지 다양한 크기로 존재하였다. 인발을 통해 제작돼 표면이 매우 불규칙적이고 단면 역시 불균형한 모습이었다. 탄소나노튜브의 함유량이 2.5%, 3%, 4%로 커짐에 따라서 테프론 기지부에서 관찰되는 밝은 흰색의 탄소나노튜브의 분율은 크게 증가하는 것으로 나타났다.

4. 결론

테프론 기지부에 탄소나노튜브가 전체적으로 고르게 분포거나 국부적으로 응집된 모습을 나타내었다. 밝은 흰색으로 관찰되는 탄소나노튜브는 서로 합체되고 응집되어 수십 μ m에 이르기까지 다양한 크기로 존재하였다. 종/횡방향의 경우 종방향 보다도 횡방향에서 관찰된 모습에서 기공의 크기와 분율이 더 높게 나타났으며 이는 표면부 횡방향에서 더 높은 연신으로 인해 산소의 트랩과 기공부의 확장이 이루어진 것으로 판단된다. 광학현미경에서 관찰한 바와 같이 탄소나노튜브의 분율이 다름에도 불구하고 경도의 변화는 눈에 띄일 정도로 나타나지 않아 경도에 대한 탄소나노튜브의 영향은 미미한 것으로 보인다.

후기

“이 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(소재부품 기술개발사업)(No. 20020314).”

참고문헌

1. J. Han, J. Pan, X. Wang, J. Cai, L. Gu, J. Yang; “Conductive behavior of engineered geopolymer composite with addition of carbon fiber and nano-carbon black”, *Ceramics International*, Vol. 49, No. 12, pp. 32035-32048, 2023.

다기종 e모빌리티 공유형 배터리팩 개발

Development of Multi-Variable E-Mobility Shared Battery Packs

*#최창환¹, 손희수²

*#C. H. Choi(changhwan@gbtp.or.kr)¹, H. S. Shon²

^{1,2}경북테크노파크(미래차부품기술센터)

Key words : Battery Pack, e-mobility, Sharing service, Safety

1. 서론

전 세계적으로 배출가스에 대한 규제가 강화됨에 따라 친환경 e모빌리티의 개발 및 수요가 증가하고 있다. 이 뿐만 아니라 기존 개인의 소유물로 여겨지던 과거의 개념에서 공유경제의 사회적 흐름에 맞춰 이용적관점으로 개념이 전환됨에 따라 공유형 서비스의 수요가 폭발적으로 증대되고 있다

본 논문에서는 전기이륜차, 초소형전기자동차, 소형전기보트 등 다양한 e모빌리티에 적용하기 위한 공유형 배터리팩 개발을 위한 주요부품 개발 및 테스트를 진행하였다.

2. 배터리팩 개발

공유형 배터리팩은 이륜차 공유배터리 기반 공진전압 48V, 정격용량 32.55Ah의 사양으로 개발하기 위해 5Ah의 용량을 가지는 21700원통형배터리를 적용하여 배터리 모듈의 configuration은 14병렬7직렬로 총 98개의 셀로 구성하였다.

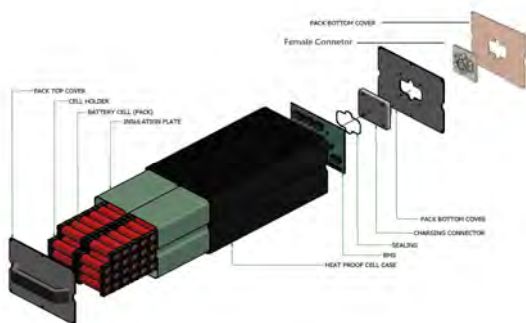


Fig. 1 Configuration of the battery pack

구조설계는 전류 패스를 고려한 모듈배치, 전기적 안전성을 고려한 퓨즈단자, 방수설계, 절연을 위한 이격 등으로 안전성을 확보하였다. 배터리관리시스템(BMS)은 1차년도 성능테스트를 전류·전압측정, 통신 충전기 인식, 셀 밸런싱 기능 개발을 진행하였으며,

작동시험을 통해 보호전압/전류, 작동 고·저온 셋팅하였다.

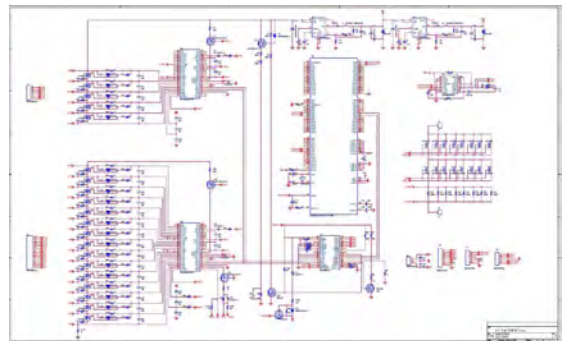


Fig. 2 The block diagram of BMS

3. 성능 및 안전성 테스트

개발 배터리팩 주요부품의 성능 및 안전성 테스트를 위해 배터리모듈에 대한 정격용량테스트 및 BMS의 기본적인 기능인 셀밸런싱, 전압·전류 측정오차 시험을 진행하였다. 정격용량테스트 결과 1.6kWh으로 설계치인 16.4kWh와 거의 유사한 성능을 가지는 것을 확인하였으며, 주요 성능테스트 항목인 셀밸런싱, 전압·전류 측정오차 기능이 정상적으로 작동하는 것을 확인하였다.

후기

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원하는 지역혁신클러스터육성(R&D)으로 수행한 연구 결과입니다.(과제번호 :P0025722)

CR/NR 블렌드 고무의 오존 저항성에 관한 연구

Study on the Evaluation of Ozone Resistance in CR/NR Blend Rubber

*이윤재¹, 손연홍¹, 최민기¹, 김원석¹, #김송길¹

*Y. J. Lee, Y. H. Son, M. G. Choi, W. S. Kim, #S. K. Kim(songkil.kim@pusan.ac.kr)

¹부산대학교 기계공학부

Key words : Chloroprene Rubber, Natural Rubber, Rubber Blend, Ozone Resistance

1. 서론

기존의 선박 계류 방식은 사람이 직접 로프를 이용하기 때문에 위험하고 비효율적이다. 이 문제를 해결하기 위해 사람의 개입을 최소화하고 효율적인 계류가 가능한 자동계류시스템의 사용과 연구개발이 이루어지고 있다.

자동계류시스템은 진공 흡착패드를 선박에 접촉시킨 후 진공 펌프를 이용하여 일정한 흡입력을 유지하기 때문에 진공 흡착패드에 사용되는 고무 썰의 소재가 시스템의 신뢰성 및 수명을 좌우한다. 고무 썰은 해양 환경에 오랜 시간 노출되기 때문에 내오존성이 우수한 고무 소재를 선정하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 고무 시편 3종의 오존 노출 전후의 기계적 물성을 비교하고, 오존 노출 후 표면에 발생한 균열을 관찰하였다.

2. 오존 균열 시험

고무 시편 3종은 클로로프렌 고무 (chloroprene rubber, CR), 천연고무 (natural rubber, NR) 그리고 CR과 NR이 4:6의 비율로 혼합된 CR/NR 혼합 고무를 사용하였다. 고무 시편은 KS 표준인 KS M 6518 가황 고무 물리 실험 방법의 아령형 3호 규격으로 두께는 2mm를 가지도록 제작하였다.

오존 균열 시험은 KS 표준인 KS ISO 1431-1 고무 정적 오존 균열 시험에 따라 전처리 후 오존 농도 50pphm, 노출 시간 72hr, 노출 온도 40℃, pre-strain 20 %의 조건으로 수행하였다. 이후 pre-strain 조건만 0%, 5%, 10%로 바뀌가며 추가적인 오존 균열 시험을 수행하였다. 위 과정을 고무 시편 3종에 대해 반복하였다.

Fig. 1(a)는 연구에 사용된 오존 시험기와 시편에 pre-strain을 주는 지그이고 Fig. 1(b)는 NR에 오존 노출 시 발생한 균열이다. 오존 균열 시험 전후로 단축인장 시험기(universal testing machine, UTM)를 이용하여 인장강도, 파단연신율 등의 기계적 물성을 측정하였고,

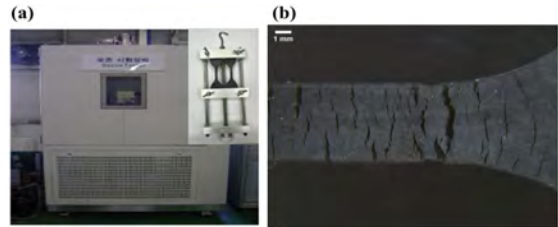


Fig. 1 (a) ozone resistance equipment and (b) ozone crack on NR

주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM)을 이용하여 시편 표면의 균열을 관찰하였다.

3. 결론

자동계류시스템 진공 흡착패드의 고무 썰에 사용되는 소재는 해양 환경에 오랜 기간 노출되기 때문에 내오존성이 우수해야 한다. 내오존성이 우수한 소재를 선정하기 위해 연구에서 선정한 고무 시편 3종에 대해 오존 노출 전후로의 기계적 물성을 비교하고 표면에 발생한 균열을 관찰하여 고무 썰에 사용하기 적합한 고무 소재를 선정하였다.

후기

이 논문은 2023년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임. (스마트항만-자율운항선박 연계기술 개발)

참고문헌

1. Sae-oui, P., Sirisinha, C., & Hathapanit, K., "Effect of blend ratio on aging, oil and ozone resistance of silica-filled chloroprene rubber/natural rubber (CR/NR) blends," *Express Polymer Letters*, Vol. 1, No. 1, pp. 8-14, 2007.

단순유로 배터리 셀 냉각 플레이트 강성평가

Simple Flow Path Battery Cooling Plate Stiffness Evaluation

*최현범¹, #이상헌¹, 이정우¹, 이서한¹, 김재열²

*H. B. Choi¹, #S. H. Lee¹(shlee@howon.com), J. W. Lee¹, S. H. Lee¹, J. Y. Kim²

¹(주)호원, ²조선대학교

Key words : Extrusion, Battery Cooling Plate, Aluminium

1. 서론

전 세계적인 환경정책 강화는 배터리를 동력원으로 하는 전기 자동차(Electric Vehicle, EV) 모델이 출시를 활성화 시켰다. 하지만, 동력원인 배터리 셀에 대한 발열 및 냉각에 대한 중요성이 점차적으로 커지고 있다. 이에 관련하여 냉각수 투입 및 흐름을 원활하게 하기 위한 형상을 반영한 냉각 플레이트가 요구되고 있다. 본 논문에서는 알루미늄 압출 성형을 기반으로 목적기반 자동차 차량(Purpose Built Vehicle, PBV) 장착을 목적으로 단순유로의 배터리 셀 냉각 플레이트 설계 및 제작하여 제품에 대한 강성평가를 진행하고 자 한다.

2. 단순유로 냉각 플레이트

배터리 셀 냉각 플레이트는 배터리 케이스 하부에 장착하여 모듈 단위로 조립된 배터리 셀에 대한 발열에 대한 냉각 주요 부품으로 냉각수 투입 후, 흐름이 원활하지 않으면, 발열로 인한 배터리 셀 성능저하 또는 화재까지 발생할 수 있다. 본 논문에서는 압출공법으로 제작이 용이하며, 냉각수 흐름을 원활하도록 직선형 단순유로 구조를 선택하였다.



Fig. 1 Cooling Plate Modeling of Simple Flow Path

또한, 단순유로 냉각압출 플레이트 각각 옆면에 끼워지는 형상을 반영하여 차체크기에 따라 냉각 압출 멤버 수를 맞춰 조립될수 있는 구조로 설계 및 제작하였다. 끼워진 냉각 압출 멤버는 견고함을 주기 위하여 위/아래면을 레이저 용접하여 단순유로 냉각 플레이트 형상으로 조립 및 제작하였다.

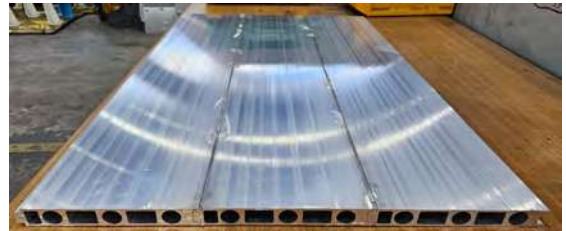


Fig. 2 Cooling Plate of Simple Flow Path

3. 신뢰성 검증

단순유로 냉각 플레이트에 대한 신뢰성 검증으로 Fig 3과 같이 성능시험을 수행하였다. 정강성은 중앙부에 하중을 가하여 변위량을 산출하여 구하였고 진동내구시험은 Z축으로 8시간동안 Radom 형태로 가하였다.

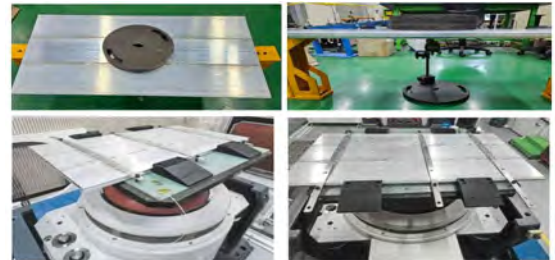


Fig. 3 Static Stiffness & Vibration durability Test

4. 결론

단순유로 배터리 셀 냉각 플레이트는 정강성 결과 1661.74kN/mm으로 기준치(1000kN/mm)를 상회하는 결과를 나타냈으며, 진동내구시험 후 외관상태 파손 및 변형이 발생이 없어 강성에 대하여 유효한 것을 나타냈다.

후기

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “중견기업 DNA 융합 산학협력 프로젝트”으로 수행된 연구 결과임 (P0024554)

배터리 셀 냉각 플레이트 설계 및 제작

Design and Produce of Battery Cooling Plate with Simple Flow Path

*최현범¹, #이상현¹, 이정우¹, 이서한¹, 김재열²

*H. B. Choi¹, #S. H. Lee¹(shlee@howon.com), J. W. Lee¹, S. H. Lee¹, J. Y. Kim²

¹(주)호원, ²조선대학교

Key words : Extrusion, Battery Cooling Plate , Aluminium

1. 서론

전 세계적인 환경정책 강화는 배터리를 동력원으로 하는 전기 자동차(Electric Vehicle, EV) 모델이 출시를 활성화 시켰다. 하지만, 동력원인 배터리 셀에 대한 발열 및 냉각에 대한 중요성이 점차적으로 커지고 있다. 이에 관련하여 냉각수 투입 및 흐름을 원활하게 하기 위한 형상을 반영한 냉각 플레이트가 요구되고 있다. 본 논문에서는 목적기반 자동차 차량(Purpose Built Vehicle, PBV) 장착을 목적으로 알루미늄 압출 성형을 적용하기 위하여 단순유로 구조를 반영한 배터리 셀 설계 및 제작을 수행하였다.

2. 단순유로 냉각 플레이트 설계

배터리 셀 냉각 플레이트는 배터리 케이스 하부에 장착하여 모듈 단위로 조립된 배터리 셀에 대한 발열에 대한 냉각 주요 부품으로 냉각수 투입 후, 흐름이 원활하지 않으면, 발열로 인한 배터리 셀 성능저하 또는 화재까지 발생할 수 있다. 본 논문에서는 압출공법으로 제작이 용이하며, 냉각수 흐름을 원활하도록 직선형 단순 냉각유로 및 각각 옆면에 끼워지는 형상을 반영하여 차체크기에 따라 냉각 압출 멤버 수를 맞춰 조립 될수 있는 형상으로 Fig. 1과 설계하였다.

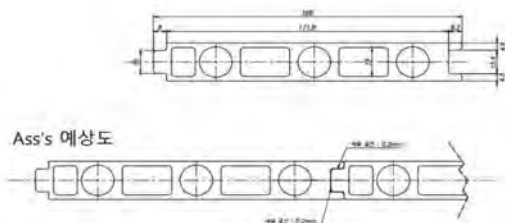


Fig. 1 Design of Cooling Simple Flow Path

따라서, 차체크기에 따라 냉각 압출 멤버 수를 맞춰 조립 될수 있는 구조로 설계 및 제작하였다. 끼워진 냉각 압출 멤버는 견고함을 주기 위하여 위/아래면을 레이저 용융 용접을 선택하였다.

3. 신뢰성 검증

단순유로 냉각 플레이트 설계에 대한 강성 해석을 통한 신뢰성 검증을 Fig. 2과 같이 수행하였다. 양쪽 끝단부를 경계조건으로 하여 정강성은 중앙부에 500Kgf 하중을 가할 때 제품 변위변화를 통한 정강성(Static Stiffness), 공진주파수 1차모드 진동 수인 동강성(Dynamic Stiffness) 해석결과를 차체부품 기준과 비교를 통하여 수행하였다.

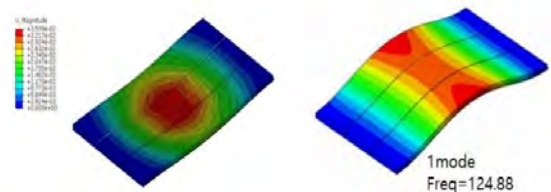


Fig. 2 Static Stiffness & Vibration durability Test

정강성은 1576kN/mm, 동강성 124.88 Hz 해석 결과로 기준인 1000kN/mm과 25Hz이상을 상회 하였다.

4. 결론

Fig. 3과 같이 제품을 제작 하였다.

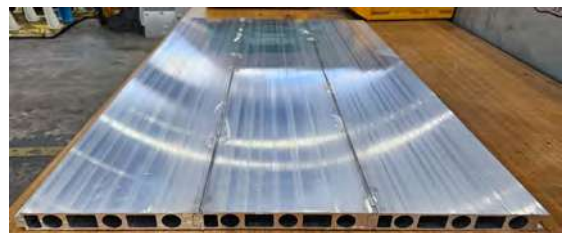


Fig. 3 Cooling Plate of Simple Flow Path

후기

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “중견기업 DNA 융합 산학협력 프로젝트”로 수행된 연구 결과임.(P0024554)

주조 및 단조 제조 공법 차이에 의한 자동차 휠의 복합축 내구 시험 평가

Assessment of the Biaxial Endurance Test of Automotive Wheel Based on Difference in the Casting and Forging Manufacturing Methods

*박영균¹, #심경석¹, 민윤상¹, 김연길¹

*Y. G. Park¹, #K. S. Sim(kssim@katech.re.kr)¹, Y. S. Min¹, Y. G. Kim¹

¹한국자동차연구원

Key words : Casting Wheel, Forged Wheel, Durability test, Biaxial Wheel Endurance Test

1. 서론

친환경 차량의 보급이 증가함에 따라 전 세계적으로 탄소 배출량 및 연비 상승이 주요 문제로 조명되고 있다. 연비 상승의 주요 원인으로서는 자동차의 중량이 지배적이며, 이를 해결하기 위하여 차량 부품의 경량화는 주요 목표로 연구되고 있으며, 차량의 주요 무게를 차지하는 부품 중 하나인 자동차 휠에 대해서도 다양한 연구를 통하여 경량화를 추진하고 있다.

알루미늄 휠의 제조 공법에는 주조 및 단조 공법이 주로 활용되고 있지만, 제조원가 및 시설투자, 제조방법 이점 등의 이유로 최근까지 주조 휠을 주로 활용하였다. 하지만 최근 EV 배터리 용량 증가 및 고성능 차종의 증가로 기존 주조 휠의 내구성 문제가 증가하고 있으며, 부품 경량화에 대한 한계가 발생하였다.

이에 따라, 연비 향상, 내구성 향상 등의 이유로 일반 차량 등 다양한 차종에서 단조 휠의 필요성이 부각되고 있다.

본 논문에서는 주조 및 단조 공법 차이에 대한 자동차 휠의 내구 수명을 평가한다. 자동차 부품의 경량화는 내구 안정성에 영향을 줄 수 있으며 대표적 안전 부품인 자동차 휠의 단일 및 복합 하중에서 내구 안정성을 평가 비교한다.

2. 휠 내구 시험 평가

휠 내구 시험 평가 방법은 단일 하중 및 복합 하중의 두 가지로 나누어 시험할 수 있다. 단일 하중의 경우 자동차 주행 상황을 고려하여 선회 및 반경 방향 시험을 고려할 수 있다. 선회 피로 시험의 경우 자동차가 코너링을 수행할 때 휠이 받을 수 있는 횡하중을 부여하는 시험으로서 굽힘 모멘트 인가에 따른 내구성 하락을 파악할 수 있다. 반경 방향 피로 시험의 경우 차량의 직진 주행에 따른 성능을 파악할 수 있으며, 휠 수직 하중에 따른 내구성 하락을 파악할 수 있다. 복합 하중의 경우 차량 주행 시나리오에 따라 횡 하중



Fig. 1 Various Wheel Durability Testing Method

과 수직 하중을 동시에 부여할 수 있으며, 누적 손상도 기법에 따른 내구 손상도 하락을 파악할 수 있다.

3. 내구 손상도 분석

휠 내구 시험을 통하여 단조 및 주조 휠의 내구 수명 하락이 진행되었다. 휠 내구 손상도 분석을 위해 S-N 선도를 활용한 누적 손상도 기법(Miner's Rule)을 수행하였다. 단조 휠과 주조 휠에 대하여 내구 성능의 변화를 분석하며, 내구 수명 분석 및 손상도 분석에 따른 각 휠의 특성 하락이 분석되었다.

4. 결론

본 논문에서는 단조 및 주조 공법이 적용된 알루미늄 휠 각각에 대하여 단축 및 복합축 시험을 수행하였으며, 휠의 주요 부위에서 내구 손상도를 비교 분석하였다. 단조 및 주조 휠의 주요 부위에서 손상도 차이가 있었으며, 주로 주조 휠에서 내구 수명 하락이 다소 존재함을 확인하였다.

후기

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원에서 지원하는 미래형자동차 튜닝부품 기술개발사업의 '전기구동 PLDV용 블레이드 타입 단조 튜닝 휠의 경량화 및 내구성 향상기술 개발(과제번호: P173000002)' 과제 지원으로 수행되었습니다.

서브프레임 진동 전달계 특성 반영을 위한 반차량 모듈 설계 개발

Development of Half-Car Module Design to Reflect Characteristics of Subframe Vibration Transmission System

#이준용¹, 심경석¹, 박영균¹

#J. Y. Lee(jylee2@katech.re.kr)¹, K. S. Sim¹, Y. G. Park¹

¹한국자동차연구원

Key words : Half-Car Module, Roller bench, Sub-frame, Vibration transmission system

1. 서론

국제 환경 및 연비규제 강화 추세와 에너지 자원의 가격 상승은 친환경 자동차 개발 및 차량 경량화를 촉진하는 동기로 작용되고 있는 상황이며, 최근 유가 급등과 CO2 규제 강화로 인해 차량 경량화를 통한 연비 향상에 대한 요구가 크게 증대하고 있다. 이와 맞물려 경량 소재에 대한 중요성이 크게 부각되고 있으며, 차중 중심으로 알루미늄 서브프레임이 확대되고 있는 상황이다.

서브프레임은 자동차의 엔진룸의 주 골격으로 엔진, 트랜스미션 등을 지탱하며, 진동 및 소음을 흡수하여 차량 품질에 직결된 주요 새시 부품이다. 서브프레임의 부품단위 특성 연구를 위하여 반차량 단위 시험 설비 구축 및 신뢰성 확보가 필요하다.

본 연구에서는 서브프레임 진동 전달계 특성의 신뢰성을 높이고 차량의 승차감 향상을 위한 반차량 모듈 설계를 개발하고자 한다. 반차량 모듈 설계를 통해 주행 노면과 휠-타이어 마찰로부터 시작되는 진동 전달계 특성을 분석할 수 있다.

2. 반차량 모듈 설계

반차량 모듈은 서브프레임이 실주행 상황에 적용될 수 있는 다양한 형태의 주행조건을 고려하여 설계된다. 실 주행 상황을 고려하기 위하여 기 구축 장비인 반무향실 내 롤러벤치를 활용하며, 롤러벤치는 다양한 아스팔트 등의 노면 정보를 고려할 수 있다. 서브프레임 반차량 모듈의 설계 정보는 아래의 Table 1과 같다.

Table 1 Design information of half-car module

Parameter	Value
Main Frame(X/Y/Z)	2,500mm x 1,500mm x 3,400mm
Wheel Track	2,720mm
Material	Steel



Fig. 1 Half-car module on roller bench in semi-anechoic

3. 반차량 모듈 시험

외부 소음 및 진동을 완전 차단한 반무향실 롤러벤치에 반차량 모듈을 위 Fig 1과 같이 제작하였다. 서브프레임의 결합 및 모듈 신뢰성 확보를 위하여 현가계 주요 부위의 진동 특성 시험을 진행한다.

4. 결론

롤러벤치 시험 장비를 활용한 차량 주행 시험이 가능하며, 노면 진동 특성에 대하여 계측 및 분석할 수 있다. 반차량 시험 모듈을 구성하여 다양한 차중에 대한 주행 환경에 따른 전달계 진동/하중 특성에 대하여 분석할 수 있는 기술 역량을 확보하였다.

후기

본 연구는 산업통상자원부 소재부품기술개발 패키지형사업(20020344)의 ‘경량화율 30%이상 럭셔리급 일체형 프런트 서브프레임 설계 및 신뢰성 평가’ 과제 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Jimoh O. Pedro, “Model Predictive Control of Half-Car Active Suspension Systems Using Particle Swarm Optimisation”, Proceedings of IFAC, pp. 6, 2020.

트랙션 모터 스테이터의 압입공정 해석 특성에 관한 연구

Study on the Analysis Characteristics of the Identification Process of Traction Motor Stator

장정환¹, *#김해지¹, 하원호²

J. W. Jang¹, *#H. J. Kim¹(khji@gnu.ac.kr), W. H. Ha²

¹경상국립대학교 미래자동차공학과, ²주원오토텍

Key words : Traction Motor Housing, Stator Identification Process, Effective Stress

1. 서론

전기자동차 트랙션 모터용 하우징은 경량화, 저렴한 비용, 우수한 열 전도성 등으로 인한 알루미늄 재질을 많이 사용하고 있으나, 조립되는 스테이터는 강자성체의 철 재료를 사용하고 있다. 이러한 비철금속과 철금속 재질의 하우징과 스테이터가 조립되는 공정에서 억지끼움 공차로 조립되기 때문에 열팽창계수에 따른 조립 시에 내부 틈새를 크게 할 가능성이 있다고 사료된다.

Fig. 1에서는 트랙션 모터 하우징과 스테이터 3차원 형상을 나타낸 것이며, 하우징의 내경은 $\varnothing 120(-0.121, -0.150)$ mm로 규제되어 있고, 스테이터 외경은 $\varnothing 120(0, +0.080)$ mm로 규제된다. 본 논문에서는 하우징의 내경에 스테이터를 억지끼움 맞춤 설계기준에 따라 하우징을 50℃에서부터 80℃까지 온도 조건을 주어 압입 시의 응력 특성에 관하여 고찰하고자 하였다.



(a) Housing and stator (b) Assembled housing and stator
Fig. 1 3D assembly shape of traction motor housing and stator

2. 스테이터 압입공정 해석

하우징에 스테이터 압입공정 해석을 위해 AFDEX 소프트웨어를 사용하였고, 하우징 내경의 온도 조건은 50℃, 60℃, 70℃, 80℃ 등을 적용하여 해석을 수행하였다. Fig. 2에서는 스테이터 압입공정을 나타내었고, Fig. 3에서는 온도에 따른 스테이터 압입공정 시에 유효응력 결과를 나타내고 있다.



Fig. 2 Stator identification process

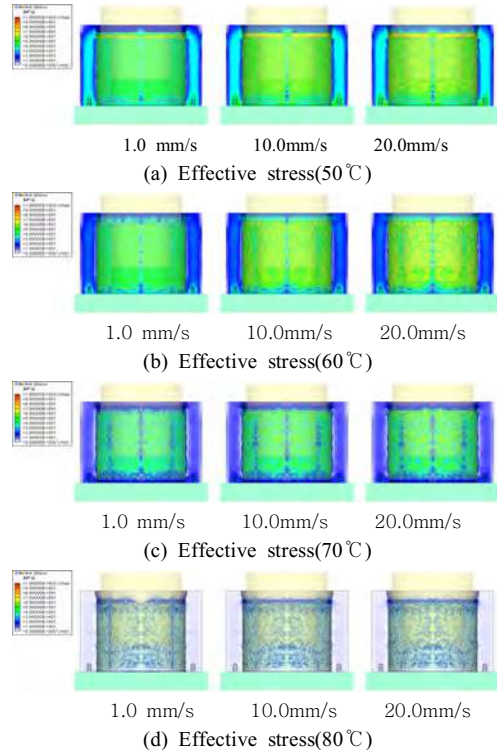


Fig. 3 Effective stress result according to temperature variation

3. 결론

본 논문에서는 트랙션 모터 하우징에 스테이터 억지끼움 맞춤 압입해석 결과를 통하여 해석된 온도 범위 50℃에서부터 80℃까지에서 온도가 증가할수록 유효응력 값이 낮아짐을 확인할 수 있었다. 그리고 해석된 압입속도 1mm/s, 10mm/s, 20mm/s 등에서는 압입하중에 큰 영향이 미치지 않은 것으로 판단된다.

후 기

본 논문은 중소벤처기업부에서 지원하는 2022년도 중소기업기술개발지원사업(No.S3272781)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

트랙션 모터 하우징의 열전달 특성에 관한 연구

Study on the Heat Transfer Properties of Traction Motor Housing

장정환¹, *#김해지¹, 하원호²

J. W. Jang¹, *#H. J. Kim¹(khji@gnu.ac.kr), W. H. Ha²
¹경상국립대학교 미래자동차공학과, ²주원오토텍

Key words : Traction Motor Housings, Temperature Variation, Heat Transfer

1. 서론

자동차용 트랙션의 유지력 저감은 트랙션 모터의 출력 토크 저하, 효율 저하, 진동 및 소음 증가 등의 원인이 되어 유지력 향상을 위한 스테이터와 하우징 조립은 대단히 중요한 역할을 하고 있다. 현재, 조립 방법은 접착제 사용과 억지 끼움이 있으나, 접착제 사용 방법은 시간이 많이 소요되고, 재작업이 어려워 억지 끼움(interference shrink fit)을 주로 사용하고 있는 실정이다.

본 논문에서는 전기자동차용 트랙션 모터 하우징에 스테이터를 억지끼워 맞춤 하기 위해 일정시간 하우징을 가열한 후에 스테이터를 하우징에 억지끼움으로 조립하게 된다. 본 해석에서는 트랙션 모터 하우징의 내경부에 50℃에서부터 200℃까지 온도를 부여하여 온도분포와 열전달 특성을 고찰하고자 하였다.

2. 트랙션 모터 하우징의 열전달 해석

트랙션 모터 하우징의 온도 변화에 따른 열전달 해석 수행을 위해 ANSYS 소프트웨어를 사용하였고, 온도 조건은 50℃, 100℃, 150℃, 200℃ 등으로 해석을 수행하였다. Fig. 1에서는 트랙션 모터 하우징의 해석 모델과 메시 모델을 나타내었고, 노드 수는 769,346개와 요소 수는 464,714개를 적용하였다. 하우징 부의 내경에 온도 조건을 설정하고 하우징 내경부를 제외한 전체 부위를 자연 대류로 대류 열전달 계수는 5W/m²℃를 적용하였다.

Fig. 2에서는 온도변화에 따른 온도분포와 열전달 결과를 나타내고 있다.



(a) Housing analysis model (b) Mesh model
Fig. 1 Analysis model and mesh model of traction motor housing

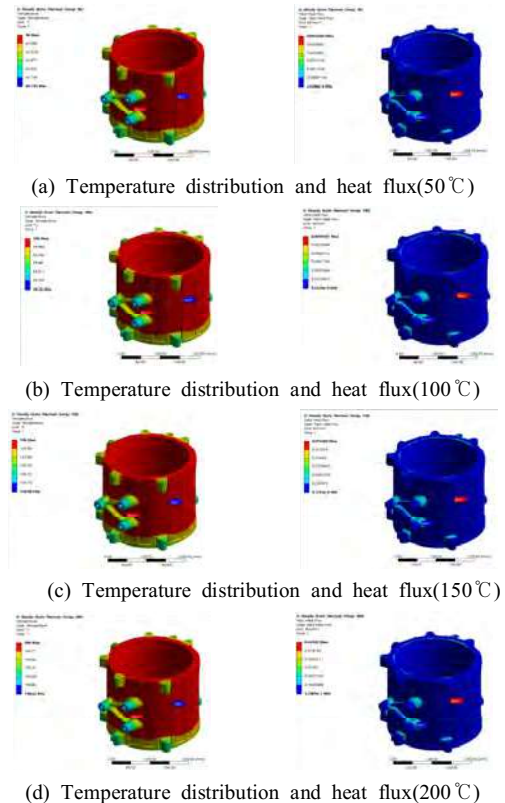


Fig. 2 Temperature distribution and heat transfer analysis results according to temperature

3. 결론

본 논문에서는 전기자동차용 트랙션 모터 하우징의 온도변화에 따른 열전달 특성을 고찰하였으며, 해석된 온도 범위 내에서는 온도분포와 열전달 수치는 영향이 없음을 확인할 수 있었다.

후 기

본 논문은 중소벤처기업부에서 지원하는 2022년도 중소기업기술개발지원사업(No.S3272781)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

경량 및 저비용의 승용 전기차용 감속기 개발에 관한 연구 Development of Gear Drive Unit for EV at Light Weight and low cost

*정병학¹, 선향선¹, 이지석¹, 박명준¹, 신석호¹

*B. H. Jeong(bhjeong@secoautomotive.com)

¹(주)서진오토모티브

Key words : Gear Drive Unit, Electric Vehicle

1. 서론

전기차의 대중화에 따라 고 효율의 감속기에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 동일한 성능 및 내구성을 유지하고 보다 작은 사이즈로 설계하여 경량화 및 원가 절감이 가능한 기어박스를 개발하고자 한다.

2. 설계 컨셉

일반적인 감속기는 샤프트 축 3개로 이루어져 Off-Set 타입으로 기어의 이빨수에 의해 감속하여 토크를 증배시킨다. 이때 기어 1,2번의 거리를 축소하면 기어 1,2번의 사이즈가 축소될 뿐만 아니라, 기어 3,4번의 Contact Stress를 축소시킬 수 있어, 결국 모든 기어의 사이즈를 축소할 수 있고 중량도 저감할 수 있다. 이러한 설계 기법으로 동등한 기어 성능을 유지하면서 경쟁사 대비 660g의 중량 저감을 이룰 수 있었다.

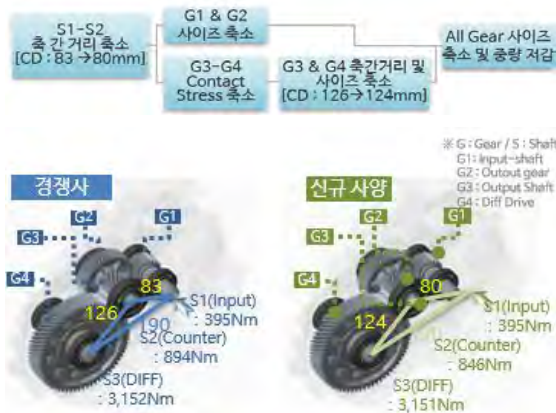


Fig. 1 G1-G2의 CD축소에 따른 중량저감 과정

3. 설계 및 해석

본 연구에서는 KISSOFT 프로그램을 이용하여 기어를 설계하였다. 경쟁사 대비 동등수준의 안전율을 확보하고 물림률을 4%이상 증대시켜 NVH에 유리한 기어를 설계하였다.

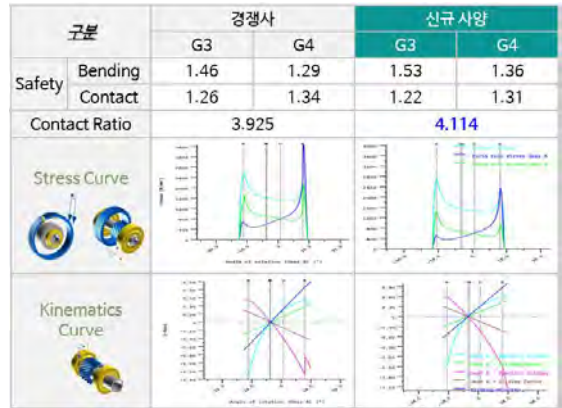
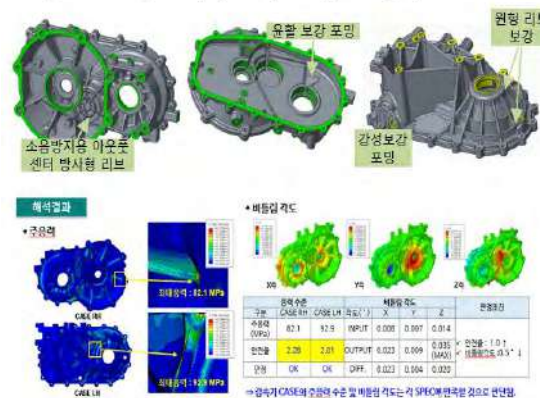


Fig. 2 기어의 안전율 및 물림률 비교

또한 감속기 케이스에 다양한 형태의 리브를 추가하여 강성을 확보하고 NVH를 개선하였다.



4. 결론

이러한 설계 기법으로 저 비용 고효율의 감속기를 설계 및 제작하였으며 자체 다이내모 테스터를 통해 내구성을 검증하였다. 향후 감속기의 성능 및 내구 평가의 기준 정립을 위해 다양한 시험 기법으로 추가적인 검증을 실시할 예정이다.

경량 및 저비용의 EV용 전자식 파킹 장치 개발 Development of Electric Parking Device Module for EV GDU

*정병학¹, 선향선¹, 박명준¹, 신석호¹, 임재현¹

*B. H. Jeong¹(bhjeong@secoautomotive.com)¹

¹(주)서진오토모티브

Key words : Parking Device, Gear Drive Unit, Electric Vehicle

1. 서론

전기차의 전비를 향상시키기 위해서는 중량 저감된 파킹 장치가 필요하다. 본 연구에서는 파킹 부품의 별도 모듈화 없이 케이스 내부에 부품을 직접 조립하여 부품수를 줄이고 중량을 저감한 감속기용 파킹 장치를 개발하였다.

2. 설계 컨셉

별도의 모듈화 없이 케이스에 직접 부품을 조립하면 부품수를 삭제하고, 케이스의 형상을 축소하여 케이스의 중량까지 감소시킬 수 있다.



Fig. 1 경쟁사와 신규 개선사양의 형상 비교

3. 본론

전자식 파킹 디바이스는 액츄에이터의 회전력으로 작동하며, 파크풀이 파킹 기어와 맞물리며 감속기의 파킹 기어와 동축으로 구성된 인풋 샤프트의 회전을 억지시킴으로써 차량 휠의 움직임을 제한한다.

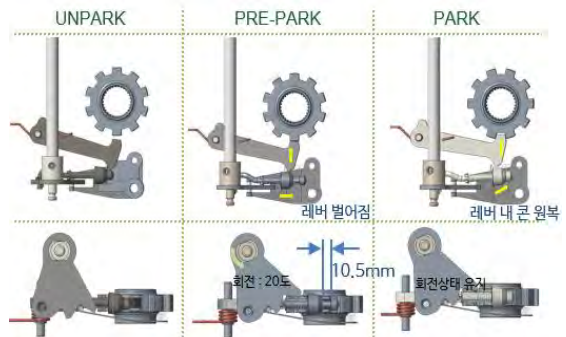
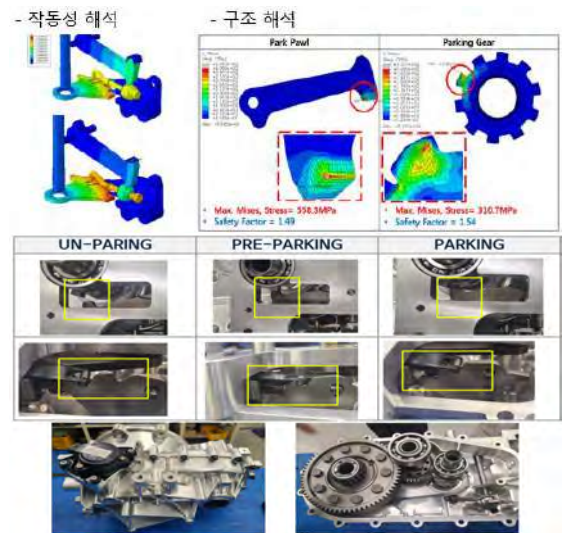


Fig. 2 파킹 디바이스의 작동 과정



본 연구에서는 파킹 장치가 정상적으로 작동이 가능한지, 내구성에 문제가 없는지 점검하기 위해 아바쿠스를 이용하여 해석을 실시하였다.

4. 결론

이러한 내용으로 설계 후 시제품을 제작하여 작동성을 검증하였다. 향후 내구성에 대한 기준을 확보하기 위해 다양한 시험을 진행할 예정이다.

15Nm급 SBW 변속제어 시스템 개발

Developed of 15Nm class SBW Shift Control System

*김규태¹, 강호영¹, 김재승²

*G. T. Kim(kgt@gbtp.or.kr)¹, H. Y. Kang¹, J. S. Kim²

¹(재)경북테크노파크, ²(주)디아이씨

Key words : SBW, Shifting, Dynamic Stiffness, Structural Stability

1. 서론

자율주행 기술의 발달과 함께 전기적 신호를 이용한 자동차 제어 기술의 중요성이 대두되고 있다. 기존의 기계식 변속시스템은 기계 내부 결합과 외부의 작용을 위한 추가적인 설비(혹은 시스템)의 적용이 필요하므로 현재 개발되고 있는 자율주행 시스템과는 괴리가 발생한다. 이를 위하여 전기적 신호를 이용하여 차량의 변속제어를 통제하는 SBW 시스템의 개발이 필요하다. 이러한 전기적 신호 처리 장치는 제어를 위한 내부의 회로도 중요하지만 제어기 자체의 기계적인 특성도 고려되어야 하는데, 동력전달용 기어들 뿐만 아니라 다양한 부품들이 전체 시스템을 구성하기 때문에 시스템 단위로 구조안정성 및 동적강성에 대한 연구¹⁾가 활발히 수행되어야 한다.

2. SBW 변속제어 시스템 개발

3곳의 볼트 홀로 지지되는 변속제어기 브라켓에 대한 유한요소 모델을 구성하고, 선행 연구를 통해 도출한 1~4차 모드의 동적 강성 결과와 각 구속 조건별 구조 안정성 결과를 바탕으로 개선된 브라켓 모델을 제시하고, 변속제어용 액츄에이터 하우징의 구조 안정성에 대한 해석을 진행할 예정이다.



Fig. 1 최대응력 발생 지점(선행연구)

선행연구에서 소재의 물성 변경을 통하여 최대응력 발생 부의 안전계수 조건을 달성하였으나, 소재에 대한 변경은 개발사의 임의 결정이 제한적이므로, 계수

확보를 위한 설계를 변경하고, 새로 설계된 브라켓에 맞는 하우징의 설계 변경을 동시에 실시하였다.

Table 1 선행연구 결과

위치	응력(MPa)	위치	응력(MPa)
#1	38.8	#3	35.5
#2	37.3	#4	32.2



Fig. 2 변경된 하우징 및 브라켓 A'SSY 형상

3. 결론

동적, 구조적 안정성을 고려하여 설계를 변경하고, 설계된 브라켓의 컨디션에 맞는 하우징의 설계를 통하여 브라켓에 총 7개소(하우징 체결 4개소, 지지부 3개소)에 구조 안정성을 확보하였고, 하우징 체결부 4개소의 안정성도 동시에 검증하였다.

후기

본 연구는 산업통상자원부가 지원하는 신산업진출 사업재편 핵심기술개발사업(No. P0017361)으로 수행된 연구 결과입니다.

참고문헌

1. Kang, H. Y., Kim, G. T. “자동차용 Shift-By-Wire 액츄에이터용 브라켓에 대한 설계 검증”, 대한기계학회 춘추학술대회, pp. 2, 156, 2022.

전기차 디스크-패드 제동 시스템의 스켈 소음 해석에 관한 연구 Study on Squeal Noise Analysis of Electric Vehicle Disc-Pad Braking System

*#안서연¹, 남찬혁¹, 이성주², 황석훈²

*#S. Y. Ahn¹(syahn@katech.re.kr), C. H. Nam¹, S. J. Lee², S. H. Hwang²

¹한국자동차연구원 플랫폼안전기술부분, ²KB 오토시스(주) 기술연구소

Key words : Disc, Pad, Squeal noise, Finite element method

1. 서론

전기차의 경우 내연기관차와 달리 제동 시 발생하는 차제 노이즈가 상대적으로 적게 발생 되어 제동 시 브레이크 마찰재에서 발생하는 소음이 심하게 증폭되는 일련의 문제점을 극복해야 한다.

본 논문에서는 제동 마찰재에서 발생하는 소음 증스켈 소음 분석을 위한 유한요소해석모델을 구성하였다. 그리고 개발한 재질 물성을 복소수 고유치 해석에 적용하여 스켈 소음의 저감 여부에 대해 분석하였다.

2. 본론

2.1 유한요소해석모델의 구성 및 경계조건

해석 모델은 범용해석프로그램인 ABAQUS를 이용하여 Fig. 1과 같이 디스크, 패드, 백플레이트, 심으로 구성하였으며, 총 518,766개의 Ttra element와 122,996개의 node로 구성하였다.

Table 1은 각 부품에 적용된 재질 물성치를 나타낸다. 기존의 재질 물성치와 개발한 재질 물성치를 적용하여 해석을 수행하였으며 스켈 소음 결과에 대해 비교하고자 하였다.

제동 디스크의 회전 속도는 13.7rad/sec이며, 제동 압력은 0.5g를 적용하였다. 하중은 패드에서 디스크 방향으로 적용하였다. 패드와 백플레이트 사이에는 Tie 조건을 적용하였으며, 디스크와 패드 사이 접촉면의 마찰계수는 0.3을 적용하였다.

4. 결론

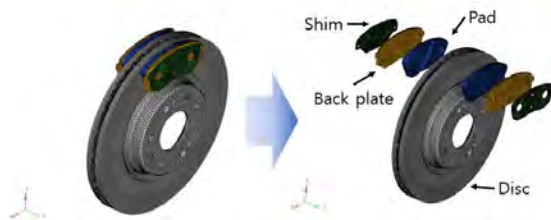


Fig. 1 Composition of the finite element model

Table 1 Pad material properties

	Current	Development
Density [Ton/mm ³]	2,250	2,130
Young's Modulus [MPa]	1,760	2,870
Poisson's ratio	0.09	0.05

전기차 디스크-패드 제동 시스템의 복소수 고유치 해석을 통해 현재 제품과 개발품의 스켈 소음 성능을 예측하여 비교·분석하고자 하였다.

현재 마찰재의 경우, 2kHz, 6kHz, 8kHz 대역에서 시스템의 동적 불안정으로 인한 스켈 소음이 발생할 것으로 나타났으며, 6kHz 대역에서 가장 큰 양의 실수가 발생할 것으로 나타났다.

개발 마찰재의 경우, 2kHz, 6kHz, 7kHz 대역에서 시스템의 동적 불안정으로 인한 스켈 소음이 발생할 것으로 나타났으며 7kHz 대역에서 가장 큰 양의 실수가 발생할 것으로 나타났다.

후기

본 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 한국산업기술진흥원(KIAT) 연구비 지원에 의한 연구임(P0012996, 일본 원소재(티탄산칼륨, 레진) 대체를 통한 1,600cc급 소형차량용 지역 양립(Hybrid), 전기차용 마찰재 제조 및 국산화 기술개발)

참고문헌

- Ahn, S. Y., Nam, C. H., Choi, S. J., An, D. K., Kim, I. G., Seo, K. S., Sohn, C. H., "A Study on Squeal Noise Reduction Considering the Pad Shape of the Disc Brake System for Urban Railway Vehicles", J.of KSME, Vol. 35, No. 5, pp. 1923-1933, 2021.

전기식 디스크 브레이크 시스템의 캘리퍼 어셈블리에 대한 구조 안정성 연구

Structural Stability Study on Caliper Assembly of Electric Disc Brake System

*#안서연¹, 남찬혁¹, 유창희², 박진환²

*S. Y. Ahn¹(ksmpe@ksmpe.ac.kr), C. H. Nam¹, C. H. Yoo², J. H. Park²

¹한국자동차연구원 플랫폼안전기술부분, ²상신브레이크(주) 기술연구소

Key words : Electronic disc brake, Commercial vehicle, Finite element method, Structural Analysis

1. 서론

전기식 브레이크 시스템은 유압 및 공압식 브레이크 디스크 시스템에 비해 전력 전달배선 이외에 유체 압축기 등 브레이크 시스템 부품들을 제외 할 수 있어 공간 활용성, 무게절감 등이 가능하고 전기적 제어가 가능하여 제어 효율 향상에 장점이 있다.

하지만 국내의 상용차에 적용되고 있는 전자식 디스크 브레이크 시스템 분야는 주로 유럽 선진업체 기술에 의존하고 있다. 그래서 본 논문에서는 전기식 디스크 브레이크 시스템의 캘리퍼 어셈블리에 대한 구조적 분석을 통해 추후 제품의 국산화를 위한 기초 기술 연구 자료로 본 결과를 활용하고자 한다.

2. 본론

2.1 유한요소해석모델의 구성 및 경계조건

Fig. 1의 캘리퍼 어셈블리를 바탕으로 하우징, 볼트, 백플레이트, 패드, 디스크, 가이드핀, 캐리어, 캘리퍼 브릿지로 유한요소해석 모델을 구성하였으며, 범용해석프로그램인 ABAQUS를 이용하여 구조해석을 수행하였다.

2.2 경계조건

구조해석은 제동 하중 모사를 위해 캘리퍼 하우징과 패드의 백플레이트에 클램핑력이 제동하는 Step 1과 휠 토크가 작용하는 Step 2로 구성하였다. 패드와 디스크, 백플레이트와 캘리퍼 하우징이 접촉되는 부분의 마찰계수는 0.35를 적용하였다. 그리고 Bolt 및 기타 고정부는 Rigid beam을 이용하여 체결하였으며, 패드와 백플레이트, 캐리어, 가이드 핀 등의 접촉부는 Tie 조건을 적용하였다.

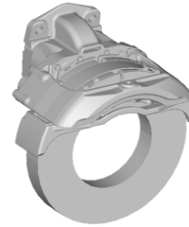


Fig. 1 Composition of the Caliper assembly model

4. 결론

구조해석 분석을 통한 전기식 브레이크 시스템의 최대 응력이 발생하는 곳은 캐리어와 가이드 핀의 접촉부로 나타났다. 그리고 캐리어와 캘리퍼 브릿지에서 국부적으로 응력 집중이 발생하는 부분이 예측되어 추후 설계변경 등을 통해 응력 완화가 필요할 것으로 판단되었다.

후기

본 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (20018784, 중소형 전기상용차용 16인치급 전기식 디스크 브레이크 시스템 개발)

참고문헌

1. Ahn, S. Y., Nam, C. H., Yoo, C. H., Ha, D. J., "A Study on Topology Optimization for Lightweight Caliper of Pneumatic Disc Brake System for Heavy-duty Commercial Vehicle", Autumn Annual Conference of KSAE, pp. 343-343, 2023.

듀얼 트리밍 공정을 적용한 다이캐스팅 후공정의 냉각 효율에 관한 연구

A Study on the Cooling Efficiency of Die Casting Post-process using Dual-trimming Process

*김은중¹, #노영화¹, 정호인¹, 이준연², 강정길³

*E. J. Kim¹, #Y. H. Noh(movie8012@changwon.ac.kr)², H. I. Jeong¹, J. Y. Lee², J. K. Kang³
¹창원대학교 메카트로닉스연구원, ²창원대학교 스마트제조융합협동과정, ³(주)신한정밀

Key words : Cooling system, Thermal analysis, Post-process, Dual trimming

1. 서론

자동차 산업의 산업환경 변화로 인해 자동차의 주요 부품들은 철강소재에서 알루미늄과 같은 경량 금속소재로 변화하고 있다. 특히, 전기자동차용 부품은 알루미늄이나 마그네슘과 같은 경금속을 많이 사용하고 있으며, 다이캐스팅(Die casting)과 같은 주조공정에 의해 제작되고 있다. 또한, 대량생산을 위해 자동화된 다이캐스팅 공정을 사용하고 있으나, 아직까지 주조품의 후공정은 대부분 개별적인 공정을 수작업으로 수행되고 있다.

본 연구에서는 개별적인 다이캐스팅 후공정을 단일 공정으로 일체화한 자동화된 후공정 시스템 개발을 위한 선행 연구로 전체적인 후공정의 공정 시간 단축을 위한 냉각시스템의 효율 분석연구를 수행하였다.

2. 다이캐스팅 후공정 시스템

다이캐스팅 후공정 시스템이란 냉각, 트리밍, 디버링, 검사, 교정, 마킹 공정을 포함하며, 본 연구에서 최종적으로 개발하고자 하는 장비는 개별 공정을 하나의 공정으로 일체화한 자동화 후공정 시스템을 개발하는 것이다. 또한, 다이캐스팅 제품의 버(Burr)나 결육(Under fill) 등을 제거하기 위한 트리밍 공정에서 절삭날과 에너지원을 이용한 2가지 트리밍 방법을 사용하여 제품의 생산효율 증대와 결함을 방지하는 시스템을 개발하고자 한다. Fig. 1은 개발하고자 하는 다이캐스팅 후공정 시스템의 공정도를 나타낸다.

3. 냉각 효율 분석

다이캐스팅 후공정 시스템의 생산효율 분석을 위해 노즐을 이용한 국부적인 냉각 및 침수냉각 방식을 유한요소해석(Finite element analysis)을 통해 각각의 방식에 의한 제품의 온도변화 시간을 분석하였다.



Fig. 1 Process flow diagram of die casting post-process

해석에 사용한 물성치는 알루미늄 소재의 물성치를 사용하였다. 다이캐스팅 후의제품 온도 70℃를 초기 온도(Initial temperature)로 설정하고 해석을 수행하였다.

4. 결론

두 가지 냉각 방법에 대한 해석을 수행하였고, 결과를 분석하였다. 노즐을 이용한 냉각방식은 침수 방식 보다는 냉각시간이 오래걸리지만 홀이나 내부의 건조 시간이 짧기 때문에 전체적인 공정시간 단축은 노즐 타입이 효과적으로 판단된다.

후기

이 연구는 산업통상자원부의 ‘기계장비산업기술개발’ 과제의 지원을 받아 수행되었음. (“듀얼 트리밍 시스템을 적용한 다이캐스팅 후공정 복합 가공기 개발, No. 20023906)

참고문헌

1. Lee, C. M., Moon, S. H., Kim, E. J., “A Study on the Analysis and Design for a Ball Screw Whirling Machine”, J. Korean Soc. Precis. Eng, Vol. 34, No. 3, pp. 173-178, 2017.

반도체 패키징 BGA 패턴 형상에 따른 납 볼 흡·탈착 평가

Evaluation of the adsorption and desorption of lead balls according to the shape of semiconductor packaging BGA patterns

*김성현¹, #최성대², 임병남¹, 정민석², 김종태³, 임진호³

*S. H. Kim¹, #S. D. Choi², B. N. Lim¹, M. S. Jeong², J. T. Kim³, J. H. Lim³

¹금오공과대학교 대학원 기계공학과, ²금오공과대학교 기계시스템공학과, ³주광정밀(주)

Key words : Semiconductor Packaging, BGA, Jig Design

1. 서론

반도체 패키징 공정 중 하나인 BGA(Ball Grid Array)는 납 볼을 점점으로 하는 패키징 방식이다. 현재 BGA 공정의 패턴 재질 변경을 위해서는 공정을 실제로 재현하여 납 볼 흡·탈착 유무를 확인하여야 하지만 이는 시간과 비용이 많이 소모되기에 이를 간단화하여 빠른 시간내에 적은 비용으로 납 볼 흡·탈착 유무를 확인할 수 있는 방법이 필요하다.

본 연구에서는 BGA 공정을 간단화한 후 해당 공정의 납 볼 흡·탈착 유무를 판단할 수 있는 소형 장치를 설계했다.

2. 패턴설계를 위한 Test jig 설계

테스트지그에 포함되어야 하는 부품은 외부를 감싸는 커버, 볼을 흡입 및 배출하기 위해 진공 및 배기를 진행하기 위한 에어 피팅, 내부 공기의 압력을 균등하게 분배시켜주기 위한 샤워헤드, 반도체 칩 접점 위치에 납 볼을 위치시키기 위한 패턴이 있다. 또한 진공 및 배기의 압력 유지를 위해 오링을 추가하여 기밀을 유지하고자 한다.

커버는 상하부로 나누어 상부는 에어 피팅과 샤워헤드를 포함하며, 하부는 성능을 확인하고자 하는 패턴을 포함한다. 또한 각 부품과 커버 사이에 오링을 장착한다.

상하부 커버는 외곽의 홀에 볼트 및 너트를 결합하여 고정 및 압착시켜 오링의 효율이 좋아지도록 한다.



Fig. 1 BGA patterns test jig parts

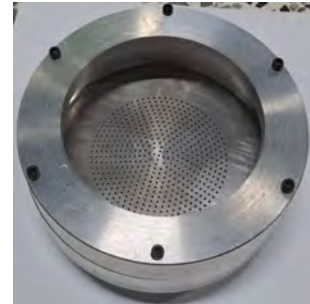


Fig. 2 BGA patterns test jig

Fig. 1은 테스트 지그의 커버 제작품이다. 좌측은 상부 커버, 우측은 하부 커버이며 각 커버 내부에 오링을 장착할 수 있는 홈을 가공하였다.

Fig 2는 상 하부 커버 및 샤워헤드를 장착 및 결합한 모습이다. 중앙부에는 테스트를 진행할 여러 패턴을 장착할 수 있게 설계하였다.

3. 결론

본 연구에서 BGA 공정에 사용되는 패턴과 관련하여 패턴의 재질 및 형상에 따른 납 볼 흡·탈착 유무를 확인할 수 있는 테스트지그를 설계하였다.

추후 패턴 장착 및 진공 및 공압을 공급할 수 있도록 에어라인을 추가하여 다양한 재질의 패턴의 납 볼 흡·탈착 정도를 확인할 예정이다.

후기

본 연구는 한국산업단지공단이 지원한 산업집적지 경쟁력강화사업으로 진행된 내용입니다. (과제번호 G12HRKB22200001)

참고문헌

- 이승진 외, "반도체 패키징 공정 BGA Jig 수율 안정화 연구," 한국기계가공학회 춘추계학술대회 논문집, 한국기계가공학회, pp. 109-109, 2023.

고중량 AGV 프레임 및 부품 설계

Design of Frame and Parts for Heavy Weight AGV

*정민석¹, #최성대¹, 위정욱¹, 김성현², 임병남², 우수현², 윤재호³, 김종태³

*M. S. Jeong¹, #S. D. Choi(sdchoi@kumoh.ac.kr)¹, J. U. We¹, S. H. Kim², B. N. Lim²,
S. H. Woo², J. H. Yoon³, J. T. Kim³

¹국립금오공과대학교 기계시스템공학과, ²국립금오공과대학교 대학원 기계공학과
³주광정밀(주)

Key words : AGV Frame, Heavy Weight, AGV parts

1. 서론

현대 물류, 정비 및 제조 공정에서는 무인이송로봇을 사용하여 고중량 물품의 이동을 자동화하고 있다. 특히 자동차 및 항공 산업과 같은 분야에서 초고중량 물품을 다룰 수 있는 장비가 필요하다. 고중량의 이동형 장비의 프레임 및 부품설계가 매우 중요한 사항이다. 따라서 본 연구는 고중량을 적재 이동할 수 있는 AGV(Automated Guided Vehicle) 장비의 프레임의 최적설계와 이동형바퀴부품의 위치에 따라 하중분포를 검토하여 위치선정하였으며, 바퀴의 정지 시 바퀴의 하중집중을 감소하기 위해 아웃트리거를 장착하고자 한다.

2. 고하중 AGV프레임 설계

초고중량을 다루기 위한 AGV 제작을 위해 안정성을 평가하고 최적 프레임 형상을 도출하고 설계하는 작업이 필요하다. 따라서 프레임을 구성하는 파이프 간격에 따른 최적 조건들을 파악하고 Fig. 1과 같이 파이프의 간격 및 경량화에 최적화하여 설계하였다.

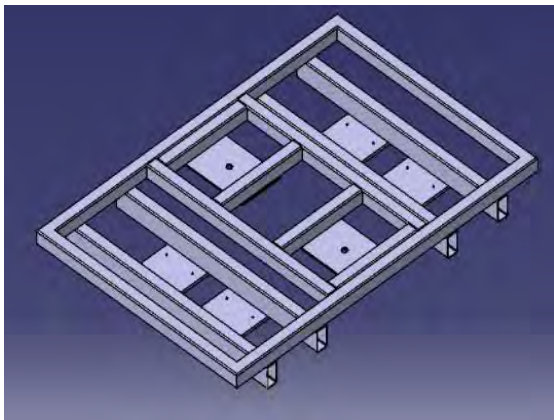


Fig. 1 Optimal design of lightweight frame of heavy weight AGV

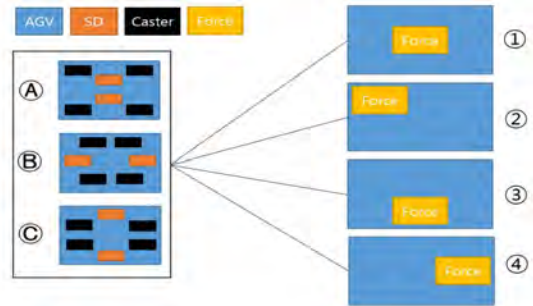


Fig. 2 Optimal positioning conditions for wheel arrangement selection

3. 구동 바퀴 선정 및 바퀴위치 최적화

Fig. 2에는 6개의 바퀴의 위치선정 및 구동바퀴의 선정에 따라 3가지 형태와 4가지의 하중조건에 따라 검토하였다. A, B, C조건에서 가장 구동바퀴의 타당성은 A조건으로 나타났으며, 프레임의 구조는 Fig. 1과 같이 가장 경량화하는 것으로 나타났다.

4. 결론

고중량형 AGV의 프레임 간격에 따른 추이를 파악하기 위해 먼저 최적 형태의 프레임을 결정하였다. 하중조건 및 바퀴의 위치선정을 최적화하였다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부가 지원한 산학연플랫폼 협력기술개발사업으로 진행된 내용입니다.(과제번호 G21S331066302)

참고문헌

1. Y. S. Lee, C. S. Yoon and J. M. Oh. "이중두께 레이저 용접 프레임의 구조해석." 전산구조공학 10.4 (1997): 165-175.

리튬이온 배터리팩 열폭주 감지 열전대의 최적 위치 분석 Analysis of Optimal Positioning Condition of Thermocouple for Lithium Ion Battery Pack Thermal runaway Detection

*임병남¹, #최성대², 김성현¹, 정민석², 유기봉³, 백석호⁴

*B. N. Lim¹, #S. D. Choi², S. H. Kim¹, M. S. Jeong², G. B. Ru³, S. H. Baek⁴

¹금오공과대학교 대학원 기계공학과, ²금오공과대학교 기계시스템공학과,

³(주)CTNS, ⁴(주)케이모터스

Key words : Thermal runaway, Lithium Ion Battery, Thermocouple

1. 서론

열폭주현상은 리튬이온 배터리의 기초 단위인 셀(cell)이 내외부의 열적 요인이나 화학적 충돌로 인해 온도가 급상승하고 화재로 이어지는 현상을 뜻한다.

대중적으로 활용되는 전기이륜차 및 PMV에는 주로 리튬이온 배터리가 적용되기에 열폭주로부터 안전하지 못하다. 배터리팩은 여러 개의 리튬이온 셀로 구성되어 열폭주 발생 시 주변셀의 연쇄적 발화가 이어져 매우 위험하기에 방지대책이 필요하다.

본 연구에서는 열폭주 발생 시 온도 이상을 감지하는 열전대에 대하여 열폭주 발생 위치에 따라 효율적으로 감지할 수 있는 최적 위치를 분석하고자 한다.

2. 배터리 셀 배열 및 성능 파악

현재 전기이륜차용 공용 교환형 배터리팩의 경우 국가표준 KS R 6100-1을 통해 그 사이즈와 형상이 규정되어 있다. 국가표준에 따라 배터리팩은 직육면체의 형태를 갖게된다. 이에 따라 직육면체의 배터리팩에 대한 열전대의 최적위치치를 파악하며 주로 활용되는 리튬이온 18650 셀, 리튬이온 21700 셀에 대한 해석을 진행하고자 한다. Fig. 1은 KS R 6100-1을 통해 규정된 배터리팩 형상이다.

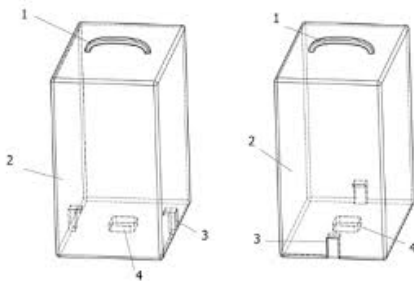


Fig. 1 Standard specification for common interchangeable battery pack

3. 열폭주 해석

각 리튬이온셀로 구성된 배터리팩에 대하여 임의의 셀에서 열폭주 조건을 부여하였을 때 열 전달 경향을 분석하여 최적조건을 분석한다.

열폭주 발생 위치에 따른 열전달 경향을 모두 분석하고 열전대의 장착이 가능한 위치에 따라 최적 조건을 분석한다. Fig. 2는 열폭주 해석의 예시이다.

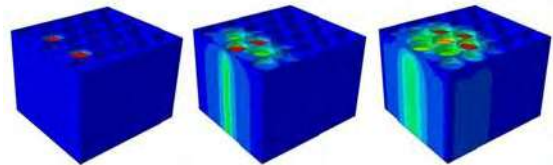


Fig. 2 Example of thermal explosion analysis of lithium-ion batteries

4. 결론

열폭주가 발생하는 위치에 따라 열전대가 감지할 수 없는 구간 및 열전대의 감지가 용이한 구간이 반드시 존재한다. 이에 따라 각 위치별로 열폭주 조건을 부여하였을 때 이상을 감지하기 용이한 위치에 열전대를 부착하는 것이 매우 합당할 것으로 보이며 이를 해석을 통해 찾아내었다.

후기

본 연구는 한국산업기술진흥원에서 지원한 지역혁신클러스터육성(R&D)지원사업으로 진행된 내용입니다.(과제번호 : G02P22730019711)

참고문헌

1. 하형섭, 최웅철 (2023). 리튬이온 배터리 화재 예방을 위한 열폭주 특성 파악 실험 및 연구. 2023 한국자동차공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 796.

전기이륜차 배터리 병렬연결 수에 따른 효율 측정 Measurement of Efficiency according to the Number of Parallel Connections for Electric Motorcycle Batteries

*임병남¹, #최성대², 김성현¹, 정민석², 백석호³, 김종현³

*B. N. Lim¹, #S. D. Choi², S. H. Kim¹, M. S. Jeong², S. H. Baek³, J. H. Kim³

¹금오공과대학교 대학원 기계공학과, ²금오공과대학교 기계시스템공학과, ³(주)케이모터스

Key words : Electric motorcycle, Battery, Efficiency, Parallel connections

1. 서론

현대 사회는 배달 수요가 늘어남에 따라 동력원을 전기로하는 이동수단이 급증하고 있다. 본 연구에서는 전기이륜차에 대한 연구로 배달용 및 레저용 이륜차가 점차 고성능화됨에 따라 배터리 용량증가를 위해 다양한 시도가 지속되고 있다.

용량증가를 위한 방법에는 병렬연결이 있으나 이에 따른 배터리 효율이나 장단점에 대한 기준은 명확하지 않은 상태이다. 따라서, 본 연구에서는 배터리 병렬연결 수에 따른 효율을 측정하고 분석하였다.

2. 실험 조건 설계

본 연구에서는 배터리 병렬연결에 따른 효율을 검사하기 위해 실험 조건을 우선적으로 설계하였다.

모든 실험조건은 ISO 13064-2에서 규정하고 있는 바와 같이 80% 최대 속도에서 주행거리, 최대속도, 가속성을 측정하고자하며 언덕 출발 및 등판능력의 경우 다이내미의 구조변경을 통해 추가적으로 진행하고자 한다. 성능시험항목 및 측정방법은 Table. 1과 같다.

Table. 1의 시험조건을 통해 단일배터리, 배터리 2개 병렬연결, 배터리 3개 병렬연결 시의 성능을 측정하고 이에 따른 비교분석을 진행한다.

Table 1 Performance test conditions (ISO 13064-2)

성능 시험 항목	80%의 최대 속도에서 주행 거리 a. 목표 속도를 결정 b. 시험 동안에 주행한 전체 거리를 측정
	최대속도 a. 차량을 최대 속도까지 가속시키고, 200m의 거리에 걸쳐 최대 속도를 유지
	가속성능 a. 스톱을 완전히 열어 차량을 가속 b. 경과된 시간을 기록
모든 시험은 '공차질량인 경우'와 '공차질량+ 운전자의 질량'을 더한 경우로 진행	

3. 실험 및 결과 분석

모든 시험은 Fig. 1의 '전기이륜차 샤시 다이내미미터'를 통해 측정되며 출력데이터는 배터리 전압, 소모전류, 소모전력량, 속도, 토크 등이다.

측정된 데이터들을 토대로 소모전력대비 최고속도 및 토크의 양, 최고속도의 차이 등을 비교하여 배터리 병렬연결 개수에 따른 효율을 비교한다.

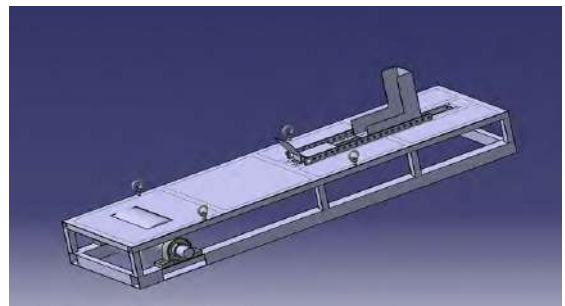


Fig. 1 Electric motorcycle chassis dynamometer

3. 결론

본 연구에서는 ISO 13064-2를 기반으로 한 전기이륜차의 배터리 성능을 검토하였으며 배터리 병렬개수에 따른 그 차이를 비교분석하였다.

후기

본 연구는 (주)케이모터스에서 지원한 연구용역개발 지원사업으로 진행된 내용입니다.

참고문헌

1. 서동현, 신외경, 이충훈, 조수연 (2014). ISO 13064-2를 기반으로 한 전기이륜차 성능시험에 대한 연구. 2014 한국자동차공학회 부문종합 학술대회, pp. 1408-1410.

항공기 엔진 모듈 거치대의 구조해석

Structure Analysis of Aircraft Engine Module Stands

*김중태¹, 윤재호¹, #최성대², 정민석²

*J. T. Kim¹, J. H. Yoon¹, #S. D. Choi(sdchoi@kumoh.ac.kr)², M. S. Jeong²

¹주광정밀(주), ²국립금오공과대학교 기계시스템공학과

Key words : Aircraft engine, Engine MRO, Structure analysis, Mechanical Design

1. 서론

항공기 엔진 정비 관련 필수 장비는 해외 엔진 제작사 및 그와 계약관계인 해외 장비 제작업체에서 고가에 독점 공급하고 있으며, 항공기 엔진 정비 MRO 산업에서 OEM의 시장 지배력 강화와 더불어 엔진 정비 장비에 대한 지적 재산권 보호 등으로, 장비/공구 제작 및 활용에 진입장벽이 강화되고 있으며, 엔진 정비는 인건비 영향이 상대적으로 작은 대표적 고부가가치 산업이며, 부수적이라고 생각했던 장비/공구의 성공적인 개발은 우리나라의 MRO 산업에 크게 이바지할 수 있을 뿐만 아니라 틈새시장 측면의 기회요인도 크게 기대할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 항공기 엔진 수리를 목적으로 엔진 모듈 거치대의 국산화를 위한 기존제품의 역학적인 설계내용을 분석하여 국산화 모듈거치대에 적용 가능하게 한 것으로 구조해석을 실시하였다. Fig. 1에 PW1100G 항공기 엔진 모듈 LPT를 거치되어있는 Module stand를 나타내고 있다. 엔진모듈 스탠드는 양쪽을 거치하고 회전이 가능하도록 모듈 중심을 일치하여 지지하도록 되었으며, 회전하면서 모듈을 분해조립이 가능하도록 되어있다.



Fig. 1 Module stand of PW1100G engine



Fig. 2 Module stand for PW1100G engine

2. 엔진모듈사양 및 구조해석

엔진모듈의 중량은 400kg이며 크기는 지름이 1.2m 이고 거치부분은 양쪽지지대에서 아답터를 장착하여 LPT 모듈을 거치하도록 되어있어 구조해석은 양쪽지지를 하는 것으로 강체를 연결하여 분포하중을 부가하여 실시하였다. Module stands는 양쪽으로 지지하는 것으로 하중분포는 평균적으로 약 200kg이 작용하고 있지만, 안전적인 측면에서 약 1,000kg로 가정하여 구조해석을 실시하였다. Fig. 2에는 구조해석을 위한 Module stand의 모델링한 것으로 2가지 타입을 해석하였다. 구조해석 결과로는 용접구조물의 지지파이프로 제작되어 역학적인 문제가 되지 않은 결과가 도출되었다.

3. 결론

항공기엔진 모듈 수리용 거치대의 구조해석 결과 약 3배의 이상의 안전율로 설계됨을 알수 있다.

후기

본 연구는 국토교통부 및 국토교통과학기술진흥원 주관으로 차세대 친환경 항공기 엔진정비 기반 시스템개발 사업으로 진행된 내용입니다. (과제번호 2021R1A6C101A449)

참고문헌

1. <https://magazineabout.com/cz/aviation/Avio-Aero-goes-for-the-double/> > (2023-9-18)

소형 열전냉각기의 AL 방열판 설계

AL Heat Sink Design for Small Thermoelectric Cooler

*#조영태¹, 마상동², 박성모², 임광희³

*#Y. T. Cho(choyt@jj.ac.kr)¹, S. D. Ma², S. M. Park², K. H. Im³

¹전주대학교 공과대 기초과학과, ²다원물산, ³우석대학교 기계자동차공학과

Key words : Thermoelectric Elements, Heat Sink Design, Thermoelectric Cooler, Heat Dissipation

1. 서론

알루미늄 소재의 압출된 알루미늄 방열판은 가장 일반적인 형태로 가장 보편적으로 사용되는 형태이다. 반도체산업의 발달은 초소형 고밀도 및 다기능화되면서 고집적·고출력으로 열 밀도가 증가함에 따라 제품의 수명과 신뢰성 확보를 위한 방열 성능향상도 매우 중요하게 되었다. 최근 열전소자를 이용한 강제 방열 및 열교환 기술은 반도체 제조 공정 등의 정밀한 온도제어를 위한 첨단 제조산업 장치, 전자제품, 측정 및 테스트 장비 등 다양한 제품의 열교환 및 방열에 적용되고 있다. 최근 제품개발에 열전소자를 적극적으로 적용한 냉각 장치를 적용한 소형 장치 및 가전제품에 적용되는 알루미늄 방열판의 방열성능 개선을 위한 방열판 설계에 관한 것이다.

2. AL 방열판 성능 테스트

대량 생산되는 소형 제품은 한정된 공간과 방열판의 생산성 및 가격 경쟁력은 매우 중요한 요소이다. 따라서 소형의 알루미늄 방열판에 대해서 가격 상승을 최소화하면서 방열성능을 향상시킬 수 있는 방안이 필요하다. 열전소자를 이용한 소형 열교환기 방열판의 열확산 속도를 향상시킴으로서 방열 효율을 향상시켜 냉각성능을 높일 수 있다. 140×150mm AL 기본 방열판과 유사 크기의 히트파이프의 방열판 매립형 2종류, 히트파이프 매립부와 방열핀 분리형 2개 형태에 대해서 정수기 냉수통에 적용하여 테스트를 진행하였다. 방열판 크기 및 히트파이프는 Table 1과 나타

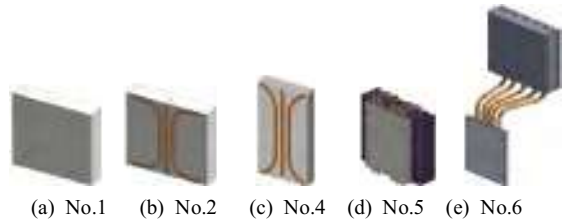


Fig. 1 Heat pipe combination AL heat sink shape

내었고, 상세 형상은 Fig 1과 같다. (a)는 양산 냉수통에 적용하고 있는 히트 싱크이고, (b)-(e)는 신규제품의 냉각성능 효율 향상을 위한 방열성능을 높이기 위해 히트파이프를 적용하였다. 테스트 환경은 대기 25℃, 원수 32℃, 습도 50%와 32℃, 32℃, 75%인 실제 개발조건에서 실시하였다. 각 환경에서 냉각 구동 시작 후 180분 aging 냉각 사이클에서 비교하였으며, 최초 구동 5분간 열전소자에 11V, DC FAN에 11V를 인가한 이후 22V 및 24V를 인가하였다. 제품의 유사 유동 환경 조성을 위해 탱크 한쪽면에 격벽을 세워 열배출에 제한적인 환경을 조성하여 방열성능 테스트를 진행하였다. 그 결과 (b), (c) 히트파이프 매립형 방열판에서는 (c) 모델이 긴형태로 히트파이프가 열원으로부터 먼 부분까지 빠르게 열을 확산 방열시키고, 방열판의 온도포화가 낮은 방열판이 우수하고, (d), (e) 핀 분리형의 경우, 구조상 이 열원으로부터 분리되고 양면이 개방된 형태인 (e) 모델이 냉각성능이 우수하게 발휘됨을 알 수 있었다.

후기

본 성과물은 중소벤처기업부에서 지원하는 2022년도 창업성장기술개발사업(No. S3316503)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

1. Y. T. Cho, S. D. Ma, K. H. Im, Constant temperature and cooling technology of small devices using thermoelectric module, KSMTE Annual Spring Conf., pp. 204, 2023.

Table 1 The specification of heat sink AL pin

Model No.	Size (W×L×H, mm)	Number of Heat pipe and weight (g)
1	140×150×30	0, 700±10
2	140×150×30	3, 731±10
3	186×100×30	3, 568±10
4	143×120×30	5, 491±10
5	297×120×30	5, 421±10

승강기 원격관리 시스템의 현황에 관한 기초적 연구

A Fundamental Study on the Status of Elevator Remote Management System

*천성봉¹, **이중섭¹, ***#김봉석¹

*#SeongBong Cheon, **Chung Seob Yi, ***#Bong Seok Kim(bongsk@klc.ac.kr)

¹한국승강기대학교 승강기공학부

Key words : Elevator, remote management, monitoring system, smart elevator

1. 서론

승강기 원격관리 시스템은 승강기 고장, 운행 상태, 운행 환경, 운행 성능 등에 대해 실시간으로 원격관리를 하는 것을 말한다. 승강기 업체는 플랫폼을 활용한 승강기 데이터수집 및 유지보수를 진행하고 고객 편의성 등을 확보하기 위해 원격관리 시스템을 도입한다. 원격관리 시스템은 웹 또는 모바일 앱을 통해 24시간 원격 모니터링, 원격점검 리포트 등이 이루어진다. 그러므로 이 논문에서는 승강기 원격관리 시스템에 관한 제조사별 선행기술에 대한 조사를 진행하였다.

2. 본론

현대엘리베이터는 승강기 원격 유지관리 서비스 “HRTS(Hyundai Real Time Service)”를 제공하고 있다. HRTS를 통해 승강기에 장착된 센서가 24시간 작동하면서 승강기 현황과 주요 부품의 상태가 고객센터로 전송된다. 이상 징후가 보이면 자동으로 신고가 접수되고 원격 대응과 유지관리 기사 배정을 통해 신속한 고장처리를 지원하게 된다. 그리고 스마트폰 앱을 통해 전문 엔지니어가 현장 유지관리 직원에게 기술지원을 할 수 있는 ‘원격 화상점검 시스템’도 개발되어 있다. 이를 통해 현장 담당자는 전문 엔지니어로부터 온라인 기술 자문을 받을 수 있다. TK 엘리베이터는 사물인터넷을 기반으로 하는 원격 모니터링 시스템 ‘스마트서비스(SMART Service)’를 제공한다. 승강기에 칩만 연결하면 바로 제공받을 수 있는 이 서비스는 승강기 고장 감지 후 5분 이내에 원격 진단과 기본 고장처리가 가능하다. 그리고 TK 엘리베이터는 클라우드 기반의 예측 유지보수 서비스 MAX를 개발하여 사용하고 있다. 이는 업계 최초의 클라우드 기반 솔루션으로, 고장으로 인한 피해와 비용을 효과적으로 감소시킬 수 있다. 오티스엘리베이터는 2008년 국내 처음으로 원격 승강기 유지관리 시스템을 도입하였다. 24시간 원격 모니터링, 고장 감지, 원격점검 리포트 등이 가능하다. 승강기에 설치된 센서로부터 실시간

수집되는 정보가 서비스 센터인 오티스 라인으로 전송된다. 모바일 유지관리 서비스를 도입하여 서비스 엔지니어가 직접 스마트폰 앱을 통해 담당지역 승강기를 원격으로 관리할 수도 있다. 앱을 통해 언제 어디서나 승강기 상태 정보에 실시간으로 접속하는 것은 물론 원격 고장처리, 관계운전 기능도 가능하다.



Fig. 1. Diagram of elevator remote management system

3. 결과 및 토의

우리나라 주요 엘리베이터 3사에서는 이미 승강기 원격관리 시스템을 구축 및 운영하며, 24시간 실시간으로 승강기의 운행 상태를 모니터링하고 고장 발생 시 신속한 대처가 이루어지고 있다. 또한 스마트폰 앱을 통해 현장 담당자와 전문 엔지니어가 연계되어 온라인 기술자문도 이루어진다. 따라서 승강기 유지관리 처리속도가 상당히 단축되며, 승강기 이상 여부 및 운행 정보 등을 데이터베이스화함으로써 고장 예방과 신속한 고장처리가 가능할 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 중소기업부 계약학과 지원에 의하여 수행되었음

참고문헌

1. 현대엘리베이터(<https://www.hyundaielevator.com/>)
2. 티케이엘리베이터코리아(주)(<https://www.tkelevator.com/kr-ko/>)
3. 오티스 엘리베이터(<https://www.otis.com/ko/kr/>)

아두이노를 사용한 승강기 물체 감지 시스템의 개발에 관한 연구 A Study on Development of Elevator Object Detection System using Arduino

*#김봉석¹, **이중섭¹

*#Bong Seok Kim(bongsk@klc.ac.kr), **Chung Seob Yi

¹한국승강기대학교 승강기공학부

Key words : Elevator, Arduino, ultrasonic sensor, objection detection

1. 서론

일상생활에서 승강기는 비교적 안전한 이동수단으로 여겨진다. 그런데, 국가승강기정보센터의 승강기 통계에서 사고 유형들을 보면 대부분 이용자의 과실로 나타난다. 이는 이용자의 안전불감증에 의한 사고로 판단된다. 그러므로 이 논문에서는 이용자의 사고 발생율을 줄이기 위한 적절한 안전조치의 한 방법으로, 아두이노와 초음파 센서를 사용하여 승강기 물체 감지(EOD: elevator object detection) 시스템을 제안하고자 한다.

2. 본론

이 논문에서는 이용자의 사고 발생을 예방할 수 있는 안전장치로써, 아두이노와 초음파 센서를 사용하여 승강기 물체 감지 시스템을 제안하였다. 이 연구는 실제 승강기 시스템에 적용하기 위한 전단계의 기초 연구로써, 제안한 아이디어를 아두이노와 초음파 센서로 구현하고 승강장에 설치 시 그 적용 타당성 등을 확인하고자 한다. 이 논문에서 제안한 시스템은 층 표시부(8x8 도트 매트릭스), 호출부(호출 버튼), 음향 신호부1(클래식 음악), 음향 신호부2(경고 메시지), 알람부(부저) 및 초음파감시부로 구현하였다. 초음파감시부는 승강장문이 닫혀있는 동안에 출입문에서 이용자의 근접 여부를 감지하여 아두이노에 전달한다. 그리고 구동부의 구현은 편의상 생략하였다.

3. 결과 및 토의

그림 1은 아두이노를 사용하여 제안한 시스템의 도식도이고, 그림 2는 실제 구현한 제안 시스템이다. 아두이노 우노 보드에 전원이 공급되면 층 표시부에 현재 층 번호가 표시되고 호출 대기상태가 된다. 기준층에서 카를 호출하면, 층 표시부에 순차적으로 층 번호가 표시되며 카가 기준층에 도착할 때까지 음향신호부1을 통해 클래식 음악이 재생된다. 이는 심리적 안정감을 주기 위한 장치이다. 카가 기준층에 도착하면

자동으로 음악은 멈추고 승강장 출입문이 열린다. 그리고 카가 움직이고 있거나 승강장 출입문이 닫혀있는 동안에 이용자가 출입문에 근접할 경우는 초음파 센서가 이를 감지하여 음향신호부2에 녹음된 경고 메시지를 재생한다. 일련의 동작을 실제 구현한 제안 시스템에서 확인하였다.

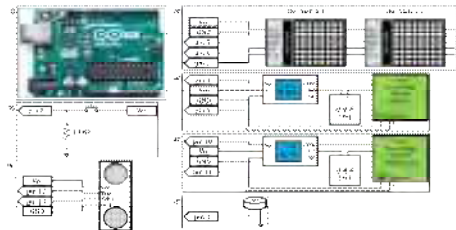


Fig. 1 Schematic of EOD system using Arduino



Fig. 2 Picture of EOD system using Arduino

후기

본 연구는 중소기업부 계약학과 지원에 의하여 수행되었음

참고문헌

1. 국가승강기정보센터 웹사이트(<https://www.elevator.go.kr/>)
2. 한국승강기안전공단 웹사이트(<https://home.koelsa.or.kr/>)

컨트롤 암의 해석/시험간 강도 최적화를 통한 경량화 효과

Lightweight Effect by Optimizing the Analysis/Test Between the Control Arm

이진태*, 장병욱*, 박정훈*, 반경택*, 서선민*, 강명창**

J. T. Lee*, B. O. Jang*, J. H. Park*, G. T. Ban*, S. M. Seo*, M. C. Kang**,#

* (주)CTR R&D Center, ** 부산대학교 융합학부

Key words : Control Arm, Forging, Optimization, Lightweight

1. 서론

본 연구에서는 컨트롤 암의 해석 결과와 실제 시험 그리고 단조 공차와 Correlation을 통하여 강도 범위를 정의하고, 최적화된 설계를 통하여 부피를 줄여 중량 절감을 도출하였다.

2. 좌굴해석 및 시험 결과

Table 1에 따라 종래의 컨트롤 암의 좌굴해석 및 시험 결과를 확인할 수 있다. 요구사항인 40~45kN을 벗어나 요구사항 불만족인 결과를 확인할 수 있었다.

Table 1 Buckling Results

Buckling	Requirement	Result(kN)
FEA	40~45 kN	44.5
Test		45.7
Difference		1.2

3. Mold Open 공차적용 시험 결과

Table 2는 단조 공정의 Mold Open 공차인 0~1.5mm를 두께 오차에 따른 시험 결과 확인을 위하여 Fig. 1과 같이 A, B, C 세 곳을 측정하였다.

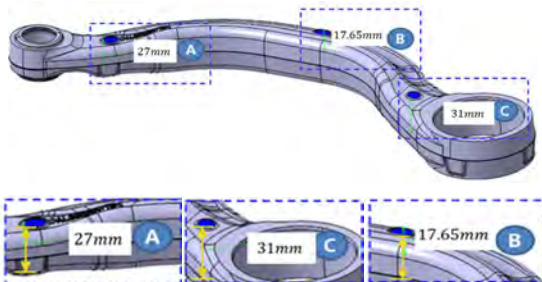


Fig. 1 Measure point of mold open tolerance

Table 2 Measured dimensions

Case	A (27mm)	B (17.65mm)	C (31mm)
WOW	27.14	17.92	31.20
BOB	28.27	18.71	32.34

Table 3 Compare the WOW/BOB buckling result

Case	Requirement	Result
WOW	40~45 kN	45.08 kN
BOB		47.06 kN

Table 3에 따라 Mold Open 최대/최소 공차로 인한 강도 차이가 약 2kN, 해석 결과 대비 약 2.5kN 차이가 발생하였다. 좌굴 요구사항이 40~45kN 범위를 가질 때, 41kN의 좌굴 강도로 설계를 하면 41~43.5kN의 범위를 가지는 설계가 완성될 수 있다.

또한, Table. 4에 따라 41kN와 43.5kN의 좌굴 강도르 가지는 제품의 중량비교시 약 10.4% 중량절감 효과가 있으므로 강도 최적화를 통한 중량절감 효과를 확인할 수 있었다.

Table 4 Compare the optimized weight

No.	Maximum	Optimum
Weight	1,564 g	1,401 g

4. 결론

Mold Open 공차 적용시 좌굴 강도가 해석결과 대비 약 2.5kN 상승되므로 41kN의 좌굴 강도로 설계시 강도 범위는 41~43.5kN으로 요구사항을 모두 만족한다.

또한 41kN으로 설계시 기존 설계안보다 부피를 줄일 수 있었고, 약 10% 경량화 효과를 확인할 수 있었다.

후기

본 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원(과제번호 : 20018943)에 의한 연구임.

참고문헌

- Kim S.Y., Kim K.S., "A Study on Radiation Noise of Vehicle Power Seat Recliner using Finite Element Analysis," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 17, No. 1, pp. 101~107. 2018.

알루미늄 어퍼 암의 중량 절감을 위한 형상 최적화

Shape Optimization for Weight Reduction of Aluminum Upper Arm

장병욱*, 이진태*, 박정훈*, 반경택*, 서선민*, 강명창**

B. O. Jang*, J. T. Lee*, J. H. Park*, G. T. Ban*, S. M. Seo*, M. C. Kang**,#

* (주)CTR R&D Center, ** 부산대학교 융합학부

Key words : Control Arm, Aluminum Arm, Optimization, Weight Reduction

1. 서론

자동차 부품 업계에서는 자동차 부품의 모듈화 및 경량화를 통해 개발 비용의 절감과 에너지 효율성을 높이기 위해 노력하고 있다.

본 연구에서는 더블위시본 서스펜션 타입을 이루는 컨트롤 암 중 알루미늄 어퍼 암의 중량절감 개선을 위한 형상 최적화를 수행하였다.

2. 어퍼 암 공법 및 재질 선정

어퍼 암으로 U형 전륜 어퍼 암(Front Upper Control Arm)을 선정하였으며, 소재 수율을 감안하여 주조공법이 적용되었고, 소재는 A356-T6을 선정하였다.

3. 최적화 해석 조건

최적화 설계 과정을 진행하기 위해서 ABAQUS CAE를 구조 해석 Solver, 구조 최적화에는 상용 해석 프로그램인 TOSCA를 사용하였다.

최적화 해석을 위해 종래의 U형 어퍼 암을 선정하였고, Fig. 1과 같이 볼조인트와 부시부를 비 설계 영역(Non-Design Area)으로 지정하였다. 이외 어퍼 암의 형상부를 설계영역(Design Area)으로 지정하였고, 강성 목표와 초기 강성 및 중량을 Table 1과 같이 확인하였다.

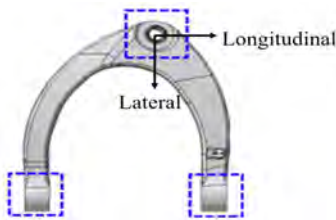


Fig. 1 Design and Non-design area

Table 1 The FEA result of initial upper arm

FEA List	Target(Min)	Result	Weight
Longi.	4 kN/mm	3.2 kN/mm	1.926 kg
Lateral	36 kN/mm	50.6 kN/mm	

4. 최적화 해석 결과

Fig. 2와 같이 설계 목표에 대한 형상 최적화 모델의 해석 결과를 Table 2에 나타내었다. 설계 목표를 모두 만족하는 결과를 확인할 수 있고, 초기 모델대비 중량은 9.1% 절감된 것을 확인할 수 있었다.

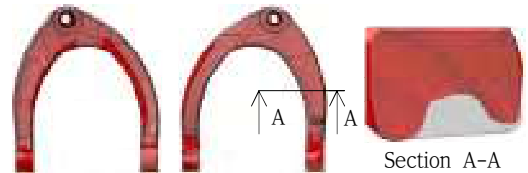


Fig. 2 Overlap of initial and shape optimization model

Table 2 The test result of optimized modeling

Test	Target(Min)	Result	Weight
Longi.	4 kN/mm	4.1 kN/mm	1.749 kg
Lateral	36 kN/mm	51.8 kN/mm	

4. 결론

종래의 U형 어퍼 암을 TOSCA와 ABAQUS를 활용하여 볼조인트와 부시부를 비설계 영역으로 설정하여 강성기준의 최적화 해석을 수행하였다. 이로 인해 강성은 약 0.9kN/mm가 상승되어 요구사항을 만족하였고, 중량또한 177g이 절감되어 약 9.1% 경량화 효과를 확인할 수 있었다.

후기

“본 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원(과제번호 : 20018943)에 의한 연구임.”

참고문헌

- H.S, Park and J.K Kim “Structural Design of a Front Lower Control Arm considering Durability” J. of KSMPE, Vol. 8, No. 4, pp. 69~75, 2009.

Auxetic 구조를 가진 Airless 타이어 변형거동 분석

Analysis of Deformation Behavior of Airless Tire with Auxetic Structure

*김도연¹, 김홍석¹, Sarath Suresh Kamath², #최재원², #박상후¹

*D. Y. Kim¹, H. S. Kim¹, S. S. Kamath², #J. W. Choi², S. H. Park(sanghu@pusan.ac.kr)¹

¹부산대학교 기계공학부, ²Akron 대학교 기계공학부

Key words : Airless tire, Triply periodic minimal surface (TPMS), auxetic structure, Additive manufacturing

1. 서론

음의 푸아송 비를 가지는 오그제틱 구조는 작용 하중에 대한 독특한 거동에 기인해 높은 에너지 흡수, 압입 및 충격 저항을 지닌다.^{1,2} 이러한 특성은 차량의 중량을 지탱하고 도로의 요철로부터 가해지는 충격을 흡수해야 하는 에어리스 타이어에 적합하다. 본 연구는 Triply periodic minimal surface (TPMS) 기반의 오그제틱 구조가 탑재된 에어리스 타이어를 설계하고 성능을 평가한다.

2. 실험

nTopology (ver 3.40)에서 설계된 에어리스 타이어 모델의 압축 시뮬레이션을 ANSYS structural static 모델을 이용하여 수행하였다. 각 에어리스 타이어 모델의 무게는 동등하게 설정되었다.

3. 결론

오그제틱 구조 타이어는 허니콤 구조 타이어보다 더 높은 성능을 보였으며, 단위 셀 크기가 작을수록 성능 향상 폭이 더 크다는 것을 확인하였다.

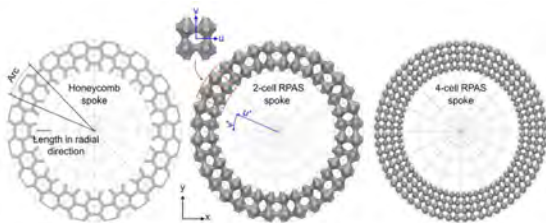


Fig. 1 Honeycomb spoke and two auxetic spokes. Each tire has the same arc number, length in radial direction, width, and volume fraction.

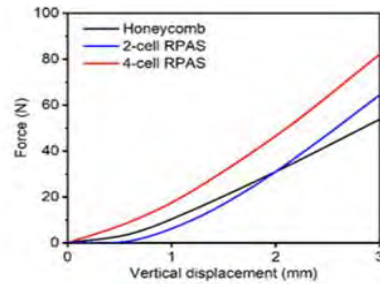


Fig. 2 Results of compression simulations on airless tires.

후기

This work was supported by Korea Research Institute for Defense Technology Planning and Advancement(KRIT) - Grant funded by Defense Acquisition Program Administration (DAPA) (KRIT-CT-23-007).

This research was supported by Korea Basic Science Institute (National research Facilities and Equipment Center) grant funded by the Ministry of Education.(grant No. 2021R1A6C101A449).

참고문헌

1. Li, T., F. Liu, L. Wang. 2020. "Enhancing Indentation and Impact Resistance in Auxetic Composite Materials." *Composite Part B: Engineering* 198: 108229.
2. Prawoto, Y. 2012. "Seeing auxetic materials from the mechanics point of view: A structural review on the negative Poisson's ratio." *Computational Materials Science*, 58: 140-153.

장애우 작업자 환경을 고려한 작업용 전동 높낮이 테이블 품질관리 및 성능평가 가이드라인 연구

A Study on the Guidelines for Quality Management and Performance Evaluation of Electric Height Table for Work Considering the Environment of Disabled Workers

*황인호¹, 정성배¹, 오혜정¹, 정우창¹, 최원석², 이상은², 박중서², #육선우¹

*I. H. Hwang(hih0279@gmail.com)¹, S. B. Jung¹, H. J. Oh¹, W. C. Jung¹, W. S. Choi², S. E. Lee², J. S. Park², #S.W.Yuk¹

¹근로복지공단 재활공학연구소, ²한국장애인고용공단 보조공학센터

Key words : Electric Height Table, Disabled Workers, Quality Management, Performance, Guidelines

1. 서론

최근 장애인의 증가에 따른 실사용자의 작업성이나 편의성에 맞춘 높낮이 조절 테이블 사용이 증가되고 있다. 유형별로는 단일모터 및 이중모터, 사무실, 상업, 산업 및 가정에서의 애플리케이션 확대, 전문점, 슈퍼마켓, 온라인 소매등의 다양한 판매채널로 다양하게 시장에 유통되고 있다. 작업용 툴이 조절테이블은 2050년까지 2029억 7만 달러가치 예상되고 있다.



Fig. 1 North America Electric Height-adjustable Tables Market, By 2029

그러나, 높낮이 조절이 자유자재인 전동식이며, 기능이 많은 만큼 성능에 따른 안전성 부재로 인한 위험에 노출이 야기되고 있다. 손가락 및 다리 끼임 등의 유발이 항상 존재하며, 전기적 안전의 위험에 노출되어 있다. 이에, 사용자의 안전을 도모하는 작업용 테이블의 체계적인 품질관리체계 구축이 시급한 실정이다.

2. 연구방법

관련 국내·외 정책동향 및 기술수준, 연구동향 조사 분석을 통하여 용도별 구조별 분류체계를 확립하였으며, KS 및 단체표준을 토대로 사전 평가지표를 도출하였다. 이를 바탕으로 실험수행 및 데이터를 수집하였으며, 전문가 검증을 통하여 안전성 및 필수성능결과를 도출하였다.



Fig. 2 Test Environment



Fig. 2 Ergonomic Element Derivation Application Test



Fig. 3 Establishing Ergonomic Elements

3. 결론

본 연구를 통해 장애우 작업자 환경을 고려한 작업용 전동 높낮이 테이블의 안전성 및 성능시험의 가이드라인 제시가 가능하며, 향후, 장애인 보조기기 등록 심사에 적극 활용될 수 있을 것이다. 향후, 장애인 보조기기 와 관련된 국내·외 시험표준지표 마련에 크게 기여할 수 있으며, 나아가 장애인 보조기기의 관련 산학연 분야의 활성화 및 해당제품의 국제 경쟁력 확보에 이바지 할 것으로 기대된다.

후기

이 논문은 2023년도 한국장애인고용공단의 재원을 지원받아 수행된 연구임. 「작업용테이블 품질 및 성능평가 가이드라인 개발」

3. 결론

본 연구에서는 작업용 높낮이 전동식 테이블의 위험 관리 평가를 진행하였다. 사전에 현장 유통관리체계 및 설문조사를 통하여 위해요소들을 도출하여, 성능평가 후 데이터분석을 기반으로 위험분석 및 이득분석을 하였고, 재평가 및 위험통제 조치를 통해 위험관리 평가 프로세스를 제시하였다. 추후 품질 및 성능평가 가이드라인을 통하여 사용자 및 제조자에게 동일한 성능의 작업용 높낮이 전동식 테이블이 제공될 것으로 기대되며 품질관리를 위한 기준으로의 활용도를 높일 것으로 판단된다.

후기

이 논문은 2023년도 한국장애인고용공단의 재원을 지원받아 수행된 「작업용테이블 품질 및 성능평가 가이드라인 개발」 연구임.

상륙공격헬기 체계개발단계 품질통제점(QCG) 제도 효과 연구

Study on the Effectiveness of the Quality Control Point (QCG) Policy at the MAH system development Stage

*손혜경, 김진성, 권나은, 김유석

*H. G. Son, J. S. Kim, N. E. Kwon, Y. S. Kim(shon60370@dtaq.re.kr)

국방기술품질원 항공개발품질팀

Key words : Development Stage, Methodology Research, Quality Management Support Team, Quality Control Gate

1. 서론

2019년 방위사업청은 군수품 품질관리 강화를 위해 기존 양산단계 중점의 품질관리에서 연구개발단계 품질관리까지 확대하는 군수품 패러다임 전환을 통해 군수품 품질관리 기본계획을 수립하였다. 이러한 패러다임 전환에 맞춰 체계적인 개발단계 품질관리를 위해 국방기술품질원(이하 ‘기품원’)은 QCG(Quality Control Gate, 품질통제점) 검토 제도를 시행하고 있다. 본 연구에서는 상륙공격헬기 체계개발사업에 대해 QCG 제도를 적용한 효과를 살펴보고 향후 개발단계 품질관리 발전방안을 제시하고자 한다.

2. 개발단계 품질관리 수행 절차

품질통제점(QCG) 검토는 체계개발 주요단계에서 개발 대상 무기체계의 종합적인 품질 성숙수준을 평가하여 후속 개발과정에서 품질을 확보할 수 있도록 관리하는 제도이다. 상륙공격헬기 체계개발사업은 방위사업 품질관리 규정에 따른 LQM(Level of Quality Management) 평가에서 0000.0억원의 연구개발 사업비로 기술적 위험수준 ‘상’인 LQM III으로 측정된다. 체계개발 단계별 QCG 수행 시기는 Fig. 1과 같으며, QCG 수행업무는 Table 1과 같다.

Table 1 QCG(Quality Control Gate) Action Plan

Stage	Check List
QCG 1	-Design maturity (prototyping potential) -Configuration management work system -Prototype production readiness status -Prototype quality assurance readiness -Risk management status assessment
QCG 2	-Test evaluation readiness status -Configuration management status -Production and quality management maturity level -Prototype production and quality problem analysis -Software development and management level
QCG 3	-State of readiness for national defense standardization -Status of reflection of test evaluation results -Mass production system readiness -Readiness for mass production quality assurance -Mass production risk management analysis results

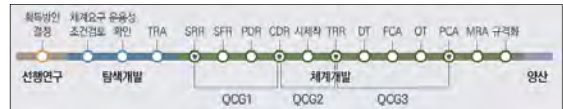


Fig. 1 Quality Management Support for Each Stage of System Development

Table 2 QCG(Quality Control Gate)1 Inspection Result

Review Target		Risk (QCG1 Review Result)		
Division	Item	High	Middle	Low
Design maturity	11	-	3	8
Configuration control	2	-	-	2
Preparing for prototyping	12	-	3	9
Preparing for prototype quality assurance	6	-	-	6
Test evaluation	1	-	-	1
Risk management	3	-	-	3
Total	35	-	6	29

3. 결론

본 연구를 통해 Table 2와 같이 상륙공격헬기 체계개발사업에 QCG 제도를 적용한 결과 시제품 제작 품질 향상, 제조성숙도 및 최초양산 준비상태 등의 직접적인 효과를 확인할 수 있었다. 상륙공격헬기는 00년에 CDR이 종료되어 QCG1 수행이 완료되었으며, 향후 개발이 종료되는 00년까지 QCG2/3를 적용하여 성공적인 개발 완수에 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- Kim, B. H, A Methodology Research on Development Stage of Submarine Vessel through QMST/QCG System, KQMS, Vol. 48, No. 3, pp. 521-534, 2020.
- Se, M. S, Effect research through application of quality control process in the weapon system's development system, KAIS, Vol. 23, No. 3, pp. 154-159, 2022.

직접에너지적층 공정으로 제조된 고망간강 소재의 망간 함유량에 따른 인장 특성에 관한 연구

Study on Tensile Properties of High-Manganese Steels Fabricated by Using Directed Energy Deposition according to Manganese Content

*하형진^{1,2}, #심도식^{1,2}

*H. J. Ha^{1,2}, #D. S. Shim(think@kmou.ac.kr)^{1,2}

¹한국해양대학교 신소재공학과, ²한국해양대학교 해양신재생에너지융합공학전공

Key words : Directed Energy Deposition, High-Manganese Steels, tensile test

1. 서론

High-Manganese Steels(HMS)은 우수한 기계적 특성으로 인하여 산업용 기계 등 다양한 분야에 널리 사용된다. 본 연구에서는 DED 공정으로 HMS 분말을 모재에 적층하여 인장 시험편을 제작하였다. 이때 망간 함유량에 따른 인장거동을 비교 분석하였다.

2. 실험 재료 및 방법

제작된 인장 시험편은 망간 함유량에 따라 13Mn, 18.5Mn, 24Mn으로 분류된다. 인장 시험편은 ASTM E8M의 규격으로 제작되었으며, 1mm/min 속도로 시험을 진행하였다. 세 번씩 반복 실험을 통해 각 시편의 평균 인장강도와 연신율을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

적층 비드의 일반적인 구조는 Fig. 1에서 확인할 수 있으며, 기공과 균열 같은 큰 결함은 발견되지 않았다. Fig 2은 망간 함유량에 따른 각 시편의 평균 경도를 나타낸다. 측정 결과, 망간 함유량이 높을수록 평균 경도가 낮아지는 경향을 보였다. 이는 망간 함유량이 증가함에 따라 오스테나이트 분율이 증가하고 강화상인 마르텐사이트 분율이 감소하였기 때문이다. 마르텐사이트는 전위의 슬립을 방해하는 요소인 twin, lath 구조를 형성하기 때문에 높은 강도를 가진다. Fig 3은 각 시편의 응력-변형률 곡선을 나타낸다. 인장 강도는 망간 함유량이 높을수록 낮아졌고, 연신율은 증가함을 알 수 있다. 마르텐사이트는 오스테나이트에 비해 상대적으로 높은 강도를 가지지만 낮은 연성을 가지기

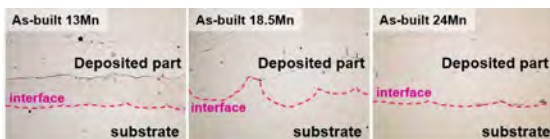


Fig. 1 OM images of interface between as-built HMS and substrate

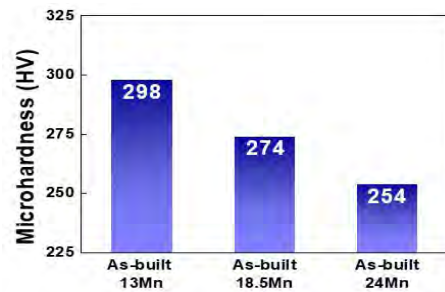


Fig. 2 Average microhardness of as-built HMS

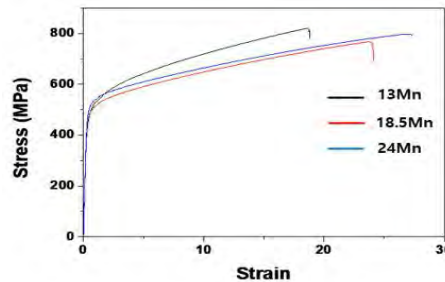


Fig. 3 Engineering stress-strain curve of the tensile specimens

때문이다. 이러한 경향은 경도의 변화와도 일치하였다.

4. 결론

망간 함유량이 증가할수록 인장강도는 감소하였고, 연신율이 증가한 것을 확인하였다. HMS는 극저온에서의 인장 성능과 충격 성능이 우수하다고 알려져 있다. 따라서, 향후에는 극저온에서 HMS의 기계적 시험을 수행하고 분석할 예정이다.

후기

후기 이 논문은 2023년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRIT-CT-23-007, 지능형 적층제조 특화연구실)

직접에너지적층으로 제조된 Inconel 718에 대한 TiO₂ 확산침투처리에 관한 연구

Investigation into TiO₂ Pack Cementation on Inconel 718 Fabricated by Directed Energy Deposition

*이영민¹, 홍지일¹, 김성태², 박준영², #심도식¹

*Y. M. Lee¹, J. I. Hong¹, S. T. Kim², J. Y. Park², #D. S. Shim(think@kmou.ac.kr)¹

¹한국해양대학교 해양신소재융합공학과, ²(주)KST플랜트

Key words : Pack cementation, Inter Diffusion Zone(IDZ), HV, DED

1. 서론

In718은 니켈 기반의 합금으로 우수한 고온 강도와 내식성 및 내열성을 가진다. 이러한 특성들은 의료용 프레임, 엔진, 스트립 등 다양한 분야에서 널리 사용된다. 본 연구에서는 TiO₂ 확산침투처리를 통하여 적층제조된 In718 표면에 코팅층을 형성을 시도하였다.

2. 실험재료 및 방법

본 연구에 사용된 모재는 In718이며 확산침투처리를 위한 코팅 재료로 TiO₂ Anatase를 사용하였다. 침투처리시간은 10h, 온도는 1000℃ 조건에서, Bulk, DED 적층 소재(as-built), DED 적층 후 Grinding 된 샘플(as-ground)를 처리하였다. 이후 각 조건별 코팅층의 성분을 분석하기 위해 EDS와 EPMA를 분석하였으며, 경도측정을 위해 Nanoindentation test를 진행하였다. 각 조건별 코팅층의 성분과 경도를 통해 TiO₂ 확산침투처리로 인한 표면의 특성을 알아보았다.

3. 결과 및 고찰

As-built와 Bulk의 코팅층에서 Ti, Ni, 과 Al의 성분이 확인되었다. 그러나 코팅층 아래의 상호확산영역(IDZ: Inter Diffusion Zone)에서는 Bulk샘플은 Ti, 과 Ni이 검출되었으나 적층된 샘플들에서는 Ti, Ni, 과 Al의 거동이 측정되었다.

As-ground 샘플에서의 코팅층이 가장 균일하게 형성되었다. 그러나 측정된 Ti 레벨은 Bulk, As-built 그리고

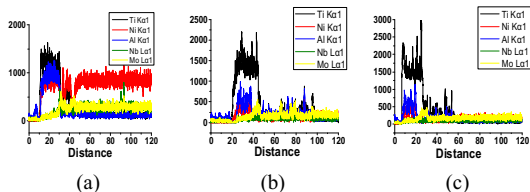


Fig. 1 Result of EDS line mapping: (a) Bulk, (b) As-built, and (c) As-ground

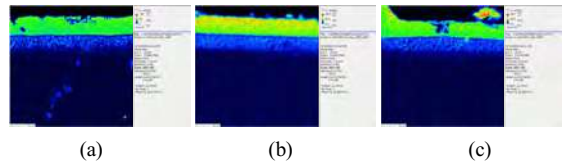


Fig. 2 EPMA result: (a) Bulk, (b) As-built, and (c) As-ground

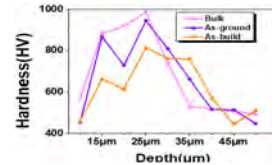


Fig. 3 Hardness changes in depth direction

As-ground 순으로 낮게 나타난다. 이러한 결과는 모재와 코팅층 사이에 형성되어 있는 IDZ의 거동에 영향을 주게 된다.

코팅층의 경도는 모재 대비 50% 가까이 향상되었음을 확인할 수 있었다. As-built에서는 표면 아래 20μm 부근에서 경도가 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, Bulk와 As-ground에서는 30μm에서 경도가 급격히 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 최고 경도는 세 가지 샘플 모두 30μm 부근에서 확인되었으며, Bulk에서는 984HV, As-ground에서는 945HV, As-built에서는 814HV로 확인되었다.

4. 결론

As-ground 시편에서 코팅층의 형성이 안정화되었으며, 이는 표면 상태와 코팅층의 흡착성과 관련이 있어 보인다. 향후 다양한 기계적 특성을 파악할 예정이다.

후기

본 연구는 2023년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원(KRIT-CT-23-007, 지능형 적층제조 특화연구실)과 (주)KST플랜트의 연구비 지원을 받아 수행된 연구임.

내부 장착형 고속 연삭기 드레서의 구조해석 연구

Structural Analysis Study of Internally Mounted High-Speed Grinding Machine Dresser

*이해수¹, 장정환¹, #김해지¹, 이병순², 김춘배², 강진업²

*H. S. Lee¹, J. H. Jang¹, #H. J. Kim(khji@gnu.ac.kr)¹, B. S. Lee², C. B. Kim², J. E. Kang²
¹경상국립대학교 미래자동차공학과, ²(주)티에스지

Key words : Dresser, Grinding Machine, Natural Frequency, Equivalent Stress

1. 서론

높은 회전수의 고속 연삭기에서 드레서의 역할은 연삭 슷돌 즉 휠의 정밀도를 유지하는데 큰 역할을 한다. 가공이 진행됨에 따라 연삭 슷돌은 마모되거나 눈매움등의 현상이 일어나 무뎌질 수 있다. 이에 드레서는 둔해진 연삭 슷돌 가공면의 입자를 제거하여 새로운 날로 가공하여 휠의 선명도를 복구한다. 드레서는 연삭 슷돌이 원하는 모양과 성능을 유지하도록 보장하며 이는 가공 공정에서 균일한 제품이 나오는데 중요한 역할을 한다. 잘 보수된 연삭스틀은 가공 중 진동과 떨림이 줄어서 작업 품질이 올라가며 정확한 치수의 가공을 보장한다. 이처럼 드레서는 연삭 가공 공정의 전반적인 효율, 정밀, 품질 그리고 수명에 큰 기여를 하고 있다. 본 연구에서는 연삭기 내부에 장착되는 드레서에 나타나는 변위(displacement)와 등가 응력(equivalent stress) 그리고 고유진동수(natural frequency)에 대해서 분석하고자 한다.

2. 모델의 형상 단순화와 메쉬

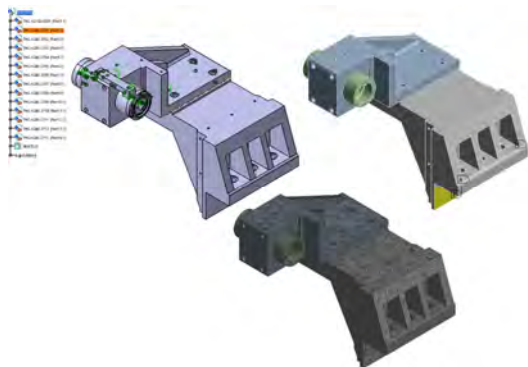


Fig. 1 Shape simplification and meshing of the dresser model

그림은 현재 개발중에 있는 드레서의 형상이며 해석을 수행하기 위하여 전체적인 해석에 영향을 주지

않는 불필요한 부분을 제거하고 형상을 단순화하였다. 각종 나사산이나 오일링과 같은 부분들은 간섭이나 해석의 효율을 위해 반드시 형상단순화를 수행해야만 한다.

해석에 사용된 노드(node)의 수는 592,257개이고, 요소(element)의 수는 407361개이다.

3. 해석결과 및 결론

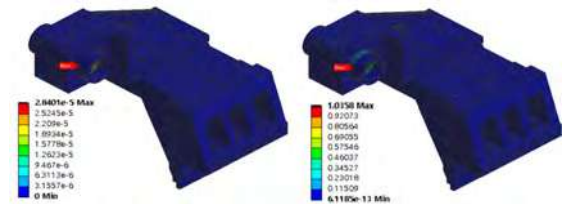
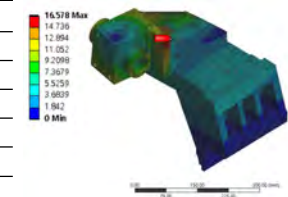


Fig. 2 Total displacement and equivalent stress of dresser

Fig. 2는 변위와 등가 응력을 나타낸 것이다. 최대 변위 $\delta_{max} = 2.8401 \times 10^{-5}$ mm와 최대 등가응력 $\sigma_{max} = 1.0358$ MPa으로서 변형과 응력은 큰 의미가 없으며 매우 보수적으로 설계되었다. Table 1은 드레서의 고유진동수 해석 결과이며, 1차부터 6차까지 나타내었으며 그림은 6차의 이미지이다.

Table 1 Analysis results - natural frequency

Mode	Frequency [Hz]
1	203
2	381
3	469
4	911
5	926
6	1,301



후기

본 연구는 중소벤처기업부 기술혁신개발사업(시장 대응형, S3217120) 지원을 받아 수행되었습니다.

포스터발표

캡스톤 디자인 발표

좌장 : 장원석(KIMM)
김현준(경북대학교)
노정훈(고등기술연구원)
전용호(아주대학교)
곽은지(KIMM)

CP-01 CP-02 CP-03 CP-04
CP-05 CP-06 CP-07 CP-08
CP-09 CP-10 CP-11 CP-12
CP-13 CP-14 CP-15 CP-16
CP-17 CP-18 CP-19 CP-20
CP-21 CP-22 CP-23 CP-24
CP-25 CP-26 CP-27 CP-28
CP-29 CP-30 CP-31 CP-32
CP-33 CP-34 CP-35 CP-36
CP-37 CP-38 CP-39 CP-40
CP-41 CP-42 CP-43 CP-44
CP-45 CP-46 CP-47 CP-48
CP-49 CP-50 CP-51 CP-52
CP-53

음향 메타물질을 활용한 통기성 창문

Breathable Windows with Acoustic Metamaterials

*오동석¹, 하준호¹, 김성현¹, #류성기¹

*D. S. Oh¹, J. H. Ha¹, S. H. Kim¹, #S. K. Lyu¹ (sklyu@gnu.ac.kr)

¹경상국립대학교 기계항공정보융합공학부 기계공학전공

Key words : Noise, Acoustic Metamaterials, Band-Gap, Window

1. 서론

주변 도시 주택 지역에서의 환경 소음은 현대 도시 생활에서 빈번하게 마주치는 과제 중 하나이다. 특히 경남 지역은 공군사관학교 비행장과 김해국제공항과 같은 항공 시설이 위치하고 있어, 항공기 이착륙으로 인한 소음으로 인해 지역 주민들의 민원이 증가하고 있다. 이러한 문제는 앞으로 경남 지역에서 발전이 예상되는 우주항공산업과 관련하여 진주 및 사천 지역에 항공산업 인프라가 구축될 경우 더욱더 중요한 과제로 부각될 것으로 보인다.

이러한 소음 문제를 효과적으로 해결하기 위해 최근에는 메타물질의 개념을 활용하여 소음차단 기술이 활발하게 연구되고 있다. 또한, 환기를 유지하면서도 소음을 차단할 수 있는 메타물질을 이용한 통기성 창문 디자인도 개발되고 있다.

향후 발생할 수 있는 소음 문제에 대비하여 메타물질과 혁신적인 창문 기술을 활용하여 환경 소음을 효과적으로 제어하는 방안을 고안하는 것이 중요하다. 이를 통해 경남 지역의 발전과 함께 주민들의 삶의 질을 향상하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

2. 개념설계

메타물질이란 자연계에서는 존재하지 않는 물리적인 특성을 가지도록 인공적으로 만든 물질이다. 그 중 음향 메타물질은 특정 주파수에서의 음향 혹은 진동 에너지를 반사 및 투과시키지 않고 저지할 수 있는 밴드갭(Band-Gap) 현상을 일으키는 메타물질이다. 서론에서 언급한 통기성 창문에 적용하여 소음을 효과적으로 차단하고자 하는 것에 활용될 핵심기술이다.



Fig. 1 Meta material

3. 가상 제작

서론에서 제기한 항공기 소음에 관한 문제를 해결하기 위해 개념설계에서 고안한 메타물질을 창문에 접목시켜 보려 한다. 일반적인 2중창에 메타물질로 만든 창을 추가하여 3중창으로 제작하였다. 고안해낸 메타물질과 가상으로 제작한 창문을 도식화하여 아래 그림으로 나타내었다.

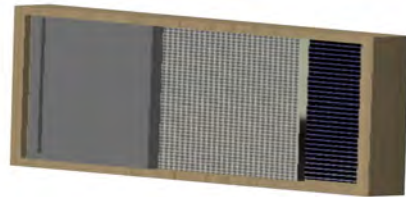


Fig. 2 Prototype Product

4. 결론

본 아이디어를 통해 소음차단과 환기에 있어 매우 효율적인 창문을 개발할 수 있는 가능성을 제공한다. 소음차단을 위해 필연적으로 창문을 단아야 하는 지역에서는 에어컨과 같은 비효율적인 에너지를 많이 사용하게 되는데 본 아이디어를 통해 에너지 절감 효과도 기대해 볼 수 있을 것이다. 또한, 향후 공정과정 및 기술력이 발달 된다면 자동차나 항공기의 소음과 같은 문제에 접목시켜 이를 해결할 수 있을 것이다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 경상국립대학교 3단계 산학연협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

참고문헌

1. 조성진·박준홍, "음향 메타물질을 이용한 음향 및 진동 제어", 소음진동, 제24권 제5호, p. 40-45, 2014.
2. 이유미·김상훈·이성현, "음향메타물질을 이용한 통기형 방음", 새물리, Vol. 64, No. 9, p. 940-945, 2014.

AI 미사일용 비행체 추적 테스트베드

Air Vehicle Tracking Test Bed for AI Missiles

*이태상¹, #손명원¹, 김동환¹, 하준영¹, 권순찬¹

*T. S. Lee¹, #M. W. Son(auddnjs9885@gnu.ac.kr)¹, D. H. Kim¹, J. Y. Ha¹, S. C. Kwon¹

¹경상국립대학교 항공우주 및 소프트웨어공학과

Key words : HILS , Testbed , AI Missile , Anti-drone

1. 서론

군용 드론의 활용이 증가함에 따라, 위협에 효과적으로 대응하기 위한 AI 대응 방어 시스템이 활발히 연구되고 있다. 참고문헌[1]에 따르면 이러한 시스템의 신뢰성을 검증하기 위한 통합 시험 설비 제작의 중요성이 강조되고 있다. 이에 본 연구에서 AI를 이용한 비행체 추적 시스템을 검증하는 Testbed 시스템을 설계하였다.

2. 설계 및 제작

그림[1] 좌측과 같이 짐벌과 Testbed는 CATIA를 이용하여 설계했다. 이후 SAMCEF 프로그램을 이용해 Testbed 상단에 가해지는 최대 토크 반력에 대해 시뮬레이션했고 안정성을 가지는 구조로 설계했다.

Testbed 구조물은 알루미늄 프로파일을 사용하였고 상단에는 미사일에 2축 짐벌을 3D 프린터로 출력하여 그림[1]의 좌측과 같이 장착하였다.

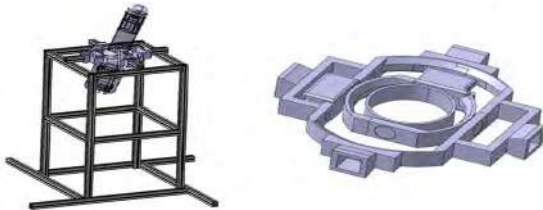


Fig. 1 2-Axis Gimbal(좌), Testbed(우)

짐벌은 2개의 서보모터를 사용하여 각도를 조정하고 ESP32로 제어하였다. 서보모터는 AI 추적기의 명령을 따라 회전하고, 이때의 각도는 pid제어를 통해 정확하게 수렴되도록 하였다.

3. 테스트 및 실험

미사일 상단에 장착된 카메라가 비행체를 인식하면 카메라 짐벌과 함께 Testbed의 짐벌이 회전하며 비행체를 추적했다. 카메라가 빠르게 비행체를 추적하고 그 순간의 각도값을 미사일의 정렬 값으로 하여 Testbed 상단의 짐벌 회전각을 제어한다.

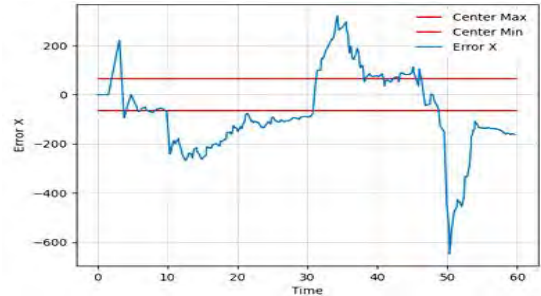


Fig. 2 Air vehicle tracking performance test

미사일 상단의 카메라 시점에서 중심으로 인식하는 범위가 그림[2]의 적색 선이다. 비행체가 고도 5m에서 5m/s의 속도로 비행하였을 때 에러값이 발산하지 않고 적색 선 사이로 계속 정렬하는 것을 확인하였다.

4. 결론

미래전장에서 요구되는 AI를 활용한 드론 대응체계 중 미사일을 이용한 하드킬 시스템의 추적기를 개발했다. 이 시스템의 신뢰성을 검증하는 Testbed를 설계하여 비행체 추적성능을 안정적으로 확인했다. 후후 선행연구가 이어진다면 실제 비행환경을 재현한 시뮬레이션과 Testbed를 연동한 HILS로 발전시켜 통합 시험 설비의 신뢰성을 향상할 수 있을 것이다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단지원으로 항공 드론 혁신융합대학 사업(과제번호: 202304880001)과 경상국립대학교 3단계 산학연협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

참고문헌

1. Ho-Sung Hwang, Kyoung-Hwan Jo, In-Chul Park, & Won-Sik Yun (2012). 복합 유도무기체계의 신뢰성 확보를 위한 체계 통합 시험 설계. *Journal of Applied Reliability*, 12(2), 105-119.

고체추진모터 개발 및 GFRP 동체 제작

Development of Solid Propulsion Motor and Manufacture of GFRP Body

*유혜린¹, 이영록¹, 김민영¹, 옥귀동¹, 박재현¹, #왕동기¹

*H. R. You¹, Y. R. Lee¹, M. Y. Kim¹, G. D. Ok¹, J. H. Park¹, #D. G. Wang¹(wdk6936@gnu.ac.kr)

¹경상국립대학교 항공우주 및 소프트웨어공학부

Key words : GFRP Rocket, KNSB, Solid Rocket Motor(SRM), Thrust Measurement System(TMS)

1. 서론

국내 항공우주산업은 최근 누리호 발사 이후 관심이 높아지고 있다. 이에 대학생 로켓동아리를 대상으로 한 학술 및 발사대회가 매년 개최되고 있으며, 본 동아리는 매년 참가하며 로켓에 대한 연구를 이어가고 있다. 본 대회 규정에 따라 추진체의 질량 제한인 400g에 맞춘 고체추진모터와 5kg이하의 GFRP 동체를 설계하고자 한다.

2. 동체 설계

로켓의 동체는 CATIA V5R20을 이용하여 설계하였다. OpenRocket 프로그램을 통해 무게중심과 압력중심의 위치를 조정하여 안정성을 1.51로 조정하였다. 외피는 Table 1에서 밀도 대비 강도와 강성이 뛰어난 GFRP를 채택하였다.

Table 1 The Physical Properties of GFRP

Machine unit	Property	Shame
GPa	Tensile Strength	3.45
GPa	Tensile Modulus	72.4
g/cm^3	Density	2.49
	Poisson's Ratio	0.22
%	Ultimate Strain	5.0

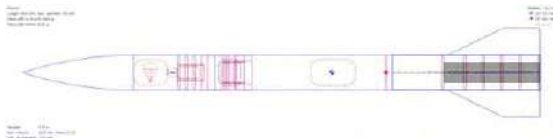


Fig. 1 CATIA Modeling

3. 고체추진모터 설계

고체모터에 사용할 추진제는 제작이 용이한 KNSB를 사용하였다. 질량제한인 400g에 맞춰 직경 49mm, 길이 145mm, 코어지름 20mm인 중공축 형태로 제작하였다.

챔버 재료는 강도 대 중량비율이 높은 AL6061으로 선정하였다. 챔버 내 최대 내부압력을 4MPa로 예상하고,

안전계수를 3으로 설정하였다. 이에 따라 AL6061의 특성을 고려하여 챔버 두께를 3mm로 설계하였고, 그레이н 제원에 따라 챔버의 외경 55mm, 내경 49mm, 길이 240mm로 하였다. 챔버와 벌크헤드, 노즐을 체결하기 위해 내열성이 높고 강도가 높은 SUS304 볼트를 선정하였다. 안전계수 3을 적용하여 직경이 5mm인 볼트를 벌크헤드, 노즐에 각각 8개 사용하여 체결하도록 설계하였다.

챔버와 노즐, 벌크헤드에서 연소압이 새어 나가지 않도록 O-ring의 눌림량, 눌림량, 압축률, 홈 차지율을 고려하여 오링 홈을 설계하였고, Back-Up 오링을 통해 안정성을 향상하였다.

4. 실험

Fig. 2와 같이 추력측정시스템을 통해 추력테스트를 진행하였고 500N의 추력과 비추력 127.02sec을 도출하였다.

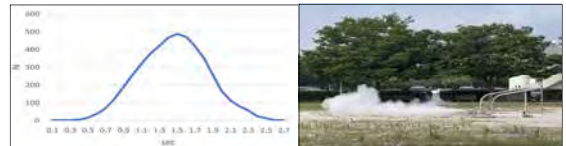


Fig. 2 Thrust Test

5. 결론

연료질량 400g에 대한 고체추진모터를 개발하였다. 실험을 통해 측정된 추력 500N을 OpenRocket을 이용해 예상한 최대 고도는 419m이다. GFRP를 사용하여 만든 로켓은 부피대비 질량이 작아 적은 연료로도 높은 효율을 만들어냈다. 본 모터를 기반으로 한 로켓에 다양한 미션을 넣어 추가적인 연구 활동을 진행할 예정이다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단지원으로 항공드론 혁신융합대학 사업(과제번호: 202304880001)과 경상국립대학교 3단계 산학협력력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

박막형 재료의 전기·기계적 특성 평가용 멀티 테스터 제작

Fabrication of Multi-tester for Analysis of Electrical·Mechanical Characteristics of Thin-film Materials

*이지홍¹, 강승민¹, 최문정¹, #김건휘¹

*J. H. Lee¹, S. M. Kang¹, M. J. Choi¹, #G. H. Kim(geonhwee.kim@chungbuk.ac.kr)¹

¹충북대학교 기계공학부

Key words : Multi-tester, Sensing, AM(Additive Manufacturing)

1. 서론

계측기는 사물의 각종 요소 및 변화 상태를 측정해 직접 눈으로 읽을 수 있게 시각화하거나 전기 신호로 출력한다. 따라서 계측기는 제품의 신뢰도, 성능, 수명 및 제품의 안전성 등을 보증하기 위한 성능 평가를 위해 필수적이다. 하지만 측정 요소에 따라 각각의 측정 장비를 별도로 구비해야 하고, 이러한 장비 설치를 위한 공간을 확보해야 하는 등의 제약이 있다. 또한 사용되는 계측기는 필름이나 폴리머 재질의 물질처럼 얇고, 쉽게 찢어지는 물체의 특성을 측정하는데 어려움이 있다. 따라서, 본 연구에서는 Twisting, Peeling, Strain, Bending 등의 물리적 변화에 따른 제품의 전기적, 기계적 성능 평가가 단일 기기에서 수행 가능한 계측기를 제작하였다. 각각의 요소들을 모듈화하였으며, 사용자의 필요에 따라 모듈을 교체하여 측정이 가능하도록 하였다.

2. 본론

2.1 재료 준비

본 계측기 구동의 핵심 부품으로는 리니어 액추에이터, 로드셀, PCB, 슬라이드, 바디(Body) 등이 있다. 리니어 액추에이터와 레일을 결합해 시편의 상하 움직임과 계측이 동시에 가능하게 하였다. 로드셀을 시편 상부 지그(Zig)에 부착하여 mN 단위의 힘 계측이 가능하다. 또한, 상부 지그와 PCB를 볼트 체결을 통해 결합함으로써 높은 감도의 센싱이 가능하게 하였다. 슬라이드와 하부 시편 지그를 결합해 90° Peeling test 조건을 구현하였다. 계측기 Body의 경우, 3D 프린팅 기술을 활용해 자체 제작하였다.

2.2 모델링 및 제작

본 계측기는 Twisting, Peeling, Strain, Bending의 기계적 변화를 하나의 장비로 구현할 수 있는 멀티 시험 기기(Multi-tester)로, 각각의 시험 환경에 맞게 구동 가능한 지그 및 부품들의 설계가 필요하다. 설계 프로

그램으로는 INVENTOR를 활용하였으며, 시작품 제작을 위해 FDM 및 SLA 방식의 3D Printing machine으로 부품들을 출력하였다. 최종 제품은 알루미늄 소재로 제작될 예정이다.

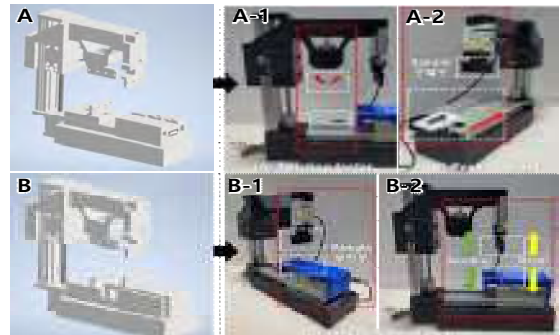


Fig. 1 Multi-tester setup A. Drawing of twisting and peeling tester A-1. Twisting tester A-2. Peeling tester B. Drawing of strain and bending tester B-1. Strain tester B-2. Bending tester

3. 결론

본 연구에서는 Twisting, Peeling, Strain, Bending의 여러 타입의 시험이 가능한 계측기를 설계 및 제작하였다. 본 Multi-Tester는 상용 계측기보다 작은 스케일로 제작되며, 계측 시 공간적 제약을 받지 않는다. 또한 초기 사용자도 쉽게 측정이 가능하도록 UI를 설계해 사용시 진입장벽을 낮출 수 있다. 이후, Arduino와 Arduino IDE를 사용해 스텝 모터 및 그 외 부품들을 제어해 시험 환경과 사용자의 목적에 따라 코드를 수정해 사용할 수 있으므로 조작 및 활용의 용이성이 크다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2022R1G1A1007757). 이 성과는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2021R1A4A1033141).

머신러닝을 활용한 자동화설비의 물류 효율성 개선

Improving Logistics Efficiency through Utilization of Machine Learning in Automated Facilities

*고현권¹, 박지민¹, 전혁찬¹, 최성모¹, #김광호¹

*H. G. Go¹, J. M. Park¹, S. M. Choi¹, H. C. Jeon¹, #G. H. Kim(ghkim@kopo.ac.kr)¹

¹한국폴리텍대학 기계시스템과 광주캠퍼스

Key words : AI, Automation, ROS

1. 서론

물류 관리는 현대 기업 운영에서 중요한 위치를 차지하고 있으며, 급격한 소비자 요구의 급격한 증가와 글로벌 시장의 확장으로 물류 프로세스의 효율성은 더욱 강조되고 있다. 물류 자동화설비는 이러한 환경에서 기업이 경쟁력을 유지하고 확장하는데 필수적인 수단 중 하나로 부각되고 있다.

이에 따라 본 연구는 이미지 처리를 통해 불량 품목을 정확히 구별하고, 카메라로 주변 환경을 모니터링하여 안전하고 효율적으로 물류를 운반한다. 이를 통해 생산성을 향상시키고, 물류 이송 작업의 오류를 최소화 할 수 있다.

2. 각 시스템의 해석

머신러닝을 활용한 자동화설비의 공정을 Fig. 1에 나타내었다. 음성을 인식해 창문을 개폐하고, 핸드폰으로 조종가능한 운송차량을 이용해 공장으로 물류를 운반한다. 호이스트는 G코드를 통해 짜여진 경로로 이동하여 물류를 적재하고 분류기계를 활용하여 불량품을 선별한 후 로봇암을 통해 완성된 제품을 자율주행로봇에 적재한다.

Fig. 1(a)는 GPS로 현재 위치를 파악하고 크롤링 기법을 활용하여 실시간 미세먼지 농도의 데이터를 수집하고, 사용자에게 정보를 음성으로 안내한다. 또한, 공장의 서버와 창문 개폐를 대화형 명령을 통해 실행할 수 있다.

Fig. 1(b)의 운송차량은 메커니즘 휠을 사용해 방향 전환이 자유로워 좁은 공장의 물류이송에 적합하다.

Fig. 1(d)는 AI 알고리즘을 활용하여 학습한 모델과 카메라로 촬영한 이미지를 분석, 해석하여 불량제품을 분류한다.

분류된 제품은 Fig. 1(e)의 마스터-슬레이브 로봇을 이용해 자율주행로봇으로 옮겨진다. 로봇의 그리퍼는 영상처리를 통해 오퍼레이터의 손동작을 인식해 작동한다.



Fig. 1 Automated Logistics Facility Process

Fig. 1(f)의 자율주행로봇은 ROS(Robot Operating System)를 기반으로 모터의 회전값을 읽어들이어 로봇의 위치를 추정하고 라이다 센서로부터 3차원 데이터를 센싱한다. 이러한 3차원 데이터는 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)을 통해 작성된 지도로 주행 경로를 결정한다.

3. 결론

자동화설비의 물류 효율성을 개선하기 위해 각 공정에 머신러닝 기술을 적용하였다. 음성인식과 크롤링 기술을 사용한 창문 개폐는 사용자에게 필요한 정보를 편리하게 제공할 수 있고, 메커니즘 휠을 활용한 물류 자동차는 제한된 지형에서 효율적인 이동이 가능하다. 이미지 인식을 통한 물류분류기계는 완성품의 분류와 적재를 자동화할 수 있다.

이러한 결과들은 물류 산업에서 자동화 기술을 적극적으로 도입하는 것이 기업들에게 분류속도 가속화, 직원의 안전 및 편의성을 개선시켜 이점을 제공하고, 미래의 물류 시스템에 대한 방향을 모색하는 데 도움이 될것이라 기대된다.

용접부 모니터링을 위한 YOLOv4 기반 기공 검출 알고리즘 개발

Development of YOLOv4-based porosity detection algorithm for weld monitoring

*한성빈¹, 서보욱², 허준영³, 김석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*S. B. Han¹, B. W. Seo², J. Y. Heo¹, S. Kim^{1,2}, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)^{1,2}

¹창원대학교 기계공학부, ²창원대학교 스마트제조융합협동과정, ³진화

Key words : Deep Learning, YOLO, Welding Defect, Weld Monitoring

1. 서론

AI 기술은 자율주행 자동차, Chat GPT 등 다양한 분야에 적용된다. 용접에서도 품질 관리 자동화를 위해 데이터를 CNN 기반의 분류모델에 학습시켜 품질을 판단하는 연구가 있다. 하지만 분류모델의 경우 결합의 종류만 판단하고 위치는 검출하지 못하기 때문에 품질 관리 자동화를 위해서는 객체 탐지 알고리즘을 이용하여 결합의 위치까지 정확하게 검출할 수 있어야 한다.

2. 연구 목적

본 연구에서는 용접 기공 이미지를 확보하고 데이터 전처리 과정 후 YOLO 알고리즘에 학습시켜 용접부 모니터링을 위한 기공 검출 시스템을 구현하고자 한다.

3. 연구 방법

MATLAB의 색 이진화와 영상 분할기 앱을 통해 기공 부분의 마스크를 생성하고 AutoLabeling을 활용하여 데이터 라벨링 과정의 소요 시간을 줄였다. 이후 이미지 크기를 416x416으로 변환하고 총 425장의 이미지 중 훈련 데이터 80% 검증 데이터 10% 테스트 데이터 10%로 구분하여 YOLOv4-tiny 알고리즘에 학습시켰다. 초기 하이퍼파라미터는 Table 1과 같이 Optimizer Adam, 초기 학습율 0.001, 모멘텀 0.9, 에폭 150, 배치사이즈 16으로 설정했으며 에폭을 조정하여 성능을 비교했다.

Table 1 Hyperparameter settings for welding porosity detection

Hyperparameter	Value
Optimizer	Adam
Initial Learn Rate	0.001
Momentum	0.9
Epoch	15, 30, 45, 60, 150
Batch Size	16

4. 연구 결과

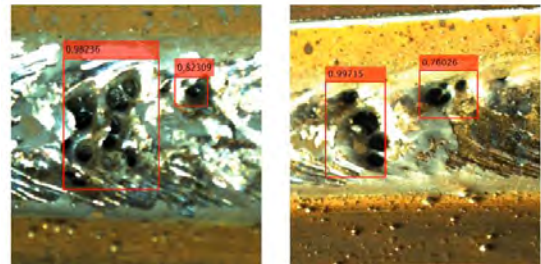


Fig. 1 Porosity Detection Result

성능 평가 지표로는 mAP@0.5를 사용했다. 에폭을 증가시킬수록 정확도가 향상되지만 Training Loss와 Validation Loss를 비교했을 때 에폭 60 이상에서 과적합이 발생하는 것을 확인했다. 이를 바탕으로 최적의 파라미터를 적용하여 학습시킨 결과 mAP 75.6%의 정확도를 얻었으며 Fig. 1과 같이 기공이 정확하게 검출되었다.

5. 결론

본 연구에서는 YOLOv4 알고리즘에 최적의 파라미터를 적용하여 용접 외관부 모니터링을 위한 기공 검출 시스템을 구현하였다. 대부분의 기공을 검출했지만 크기가 작은 기공은 검출하지 못하고 한 프레임에 최대 3개까지만 검출되었다. 추후 상위 버전의 YOLO 알고리즘에 학습시켜 정확도 및 성능을 높일 계획이다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2019R1A5A8083201).

수액치료 환자를 위한 안전 링겔대

Safety IV pole for patients receiving intravenous fluid therapy

*황해인¹, 김채은¹, 민경하¹, 백시은¹, 양진욱¹, 이슬기¹, #김정환¹
 *H. I. Hwang¹, C. E. Kim¹, K. H. Min¹, S. E. Baek¹, J. W. Yang¹, S. G. Lee¹,
 #J. H. Kim^{1,#}(jkim@hanbat.ac.kr)¹
¹한밭대학교 신소재공학과

Key words : IV pole, Safety, Arduino

1. 서론

치료 목적으로 찾는 병원에서 낙상사고가 빈번히 발생하여 더욱 큰 부상을 얻는 사고가 존재함을 인지함. 이는 사망에 이르게 할 뿐만 아니라 내원한 환자의 건강이 취약한 점을 고려하면 추가적인 사고 발생 시 전 연령층 모두 위험에 놓일 수 있음. 또한 병원의 광범위한 규모와 인원의 한계로 사고 사실을 인지하기 어려워 즉각적인 치료가 이루어지지 않아 더욱 큰 부상으로 연결될 수 있음. 보행의 필수요소로 사용되는 링겔대를 기존의 수액을 보관하는 보조기구가 아닌 환자의 사고를 알릴 수 있는 안전 링겔대를 개발하고자 함.

2. 해결방안 및 과정

링겔대가 환자의 의지와 다르게 움직이거나 추돌로 인해 링겔대가 멀어지며 발생하는 사고를 방지하기 위해 브레이크 기능을 구현함. 이는 링겔대 바퀴가 360° 회전함에 따라 회로가 엉키는 것을 방지하여 링겔대 다리 부분에 슬레노이드 푸시를 부착해 바닥에 내려와 정지하도록 구현함. 전원 스위치를 구현하여 전체적인 전원을 켜다가 끌 수 있으며, 전원이 켜져 있을 때 정전식 터치센서를 통해 터치 시 정전용량 변화를 감지하고, 손이 떨어져 신호가 발생하지 않을 시 브레이크가 작동됨. 사고가 일어남을 감지하는 방법으로는 환자가 넘어지거나 약물 투여로 인해 어지럼을 느껴 주저앉는 상황을 고려함. 손잡이를 놓게되면 5초 이후에 안전 보행을 유도하는 피에조 부저를 울린 후 20초 후에도 터치 신호가 발생하지 않으면 데시벨이 높은 경고등 작동, 링겔대가 함께 쓰러진 경우 기울기 센서를 사용하여 기울어짐 10초 이상 유지 시 경고등이 작동. 이는 사고가 발생함과 발생 위치를 간호사에게 알려 즉각적인 대응이 가능하도록 구현한 것이다.

3. 활용방안 및 기대효과

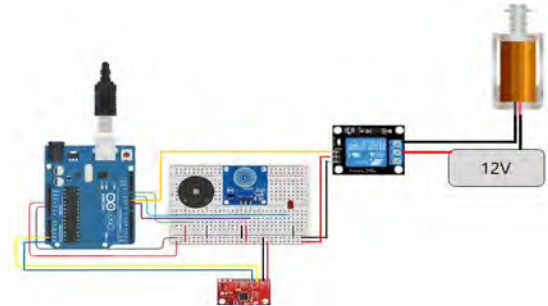


Fig. 1 safety IV pole Arduino schematic diagram.

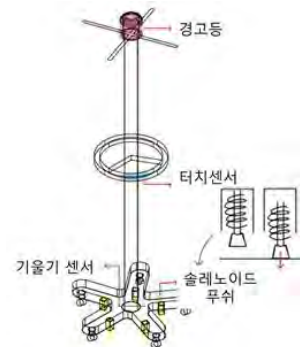


Fig. 2 safety IV pole product schematic diagram

향후 의료시장의 발전은 의료 기술의 발전과 고령화 시대에 접어듦에 따라 지속적으로 발달할 것으로 예상되며, 의료시장이 발달함에 따라 의료시설, 기구 등의 발달도 함께 이뤄질 것으로 예상됨. 따라서 의료시설에서 필수적으로 사용되는 링겔대를 안전 링겔대로 개발하게 되면 요양시설, 복지시설, 대학병원, 전문병원, 자택 등 다양한 장소에서 널리 활용될 수 있음. 간단한 기능만으로도 안전 사고를 예방할 수 있고, 보호자 혹은 간호사 등에게 환자의 사고를 즉각 알릴 수 있음. 자리를 이탈할 때 필수적으로 사용되는 의료보조기구이므로 침상 이외의 장소에서 사고가 발생해도 즉각적으로 찾을 수 있다는 점이 발전하는 의료시장에 맞추어 이 또한 널리 보급될 것이라고 예상됨.

4. 결론

다양한 의료시설에서 수액 치료를 받는 환자들이 의도치 않게 사고를 당해 더 큰 부상으로 이어지는 것을 예방하기 위해 링겔대에 브레이크 기능과 사고를 알릴 수 있는 경고등을 부착한 안전 링겔대를 개발함.

후기

위 실험은 한밭대학교 LINC 3.0 사업단의 사업비 지원에 의하여 제작되었음.

참고문헌

1. 한국소비자원, “환자안전사고, 대부분 보건의료인의 부주의로 발생”, pp. 2-4, 2018.
2. 최선재, “병 고치러 병원갔는데 ‘쿵!’…낙상사고 빈발, 왜?”, 팜뉴스, 2019.

타이어 마모도 검출을 위한 가속도 데이터 분석

Analyzing Acceleration for Tire Tread Wear Detection

*김상엽¹, 정재경¹, 박재철¹, 조성환², 오태호², 나승건², #김형준¹

*S. Y. Kim¹, J. K. Jeong¹, J. C. Park¹, S. H. Jo¹, T. H. Oh¹,

S. G. Na¹, #H. J. Kim(hj.kim@gnu.ac.kr)¹

¹경상국립대학교 미래자동차공학과, ²경상국립대학교 융합전자공학부

Key words : intelligent tire, tire tread detection, tire monitoring, machine learning

1. 서론

타이어의 마모 상태는 차량의 사고와 직결되는 매우 중요한 요소이다. 일반적으로 트레드의 상태는 운전자의 주기적인 육안 검사 또는 전용 계이저로 측정되기 때문에 안전을 위해서는 주기적인 모니터링 시스템이 필요하다^[1]. 본 논문은 타이어 트레드 마모 상태를 검출하기 위해 지능형 타이어의 가속도 데이터를 분석한다. 분석을 통해 우리는 3축의 가속도 중 마모도 검사를 위한 적절한 축을 선정하였다.

2. 트레드 마모도 검출 시스템

제안하는 마모도 검출 시스템에서 가속도 센서는 파손을 방지하고 탈부착을 위해 몰드에 삽입되며, 몰드는 타이어 이너 라이너 중앙에 부착하였다. 또한, 전원 공급을 위한 리튬-이온 배터리는 디스크에 뚫은 구멍을 통과하는 전선을 통해 센서 모듈에 전력을 공급한다. 측정된 가속도 데이터는 블루투스 통신을 통하여 모니터링 모듈로 전송된다. 마지막으로 블루투스 수신 모듈은 데이터를 전처리하고 학습 모델을 통한 마모도 상태를 출력한다.

3. 가속도 신호 분석

Fig 1은 60kph 속도로 주행 중인 차량에 장착된 지능형 타이어에 측정된 3축 방향의 가속도 신호를 보여준다. 그림에서 radial acceleration은 센서와 수직 방향으로 작용하는 힘인 구심력에 영향을 받기 때문에 차량의 주행 속도에 비례하여 신호가 증폭된다. 따라서, radial acceleration은 주행 속도에 따른 tire wear condition의 특징을 잘 나타낼 수 있는 신호로 볼 수 있다. 본 논문에서는 실제 도로 주행 조건에서 발생하는 잡음을 고려하기 위하여 radial 방향의 가속도 값을 n개로 샘플링한다. 가속도 신호가 샘플링되는 동안 타이어는 여러 차례 회전하기 때문에 마모도에 영향을 미치는 보편적인 특성을 찾을 수 있다. 이러한 특성은 주파수 영역으로 변환

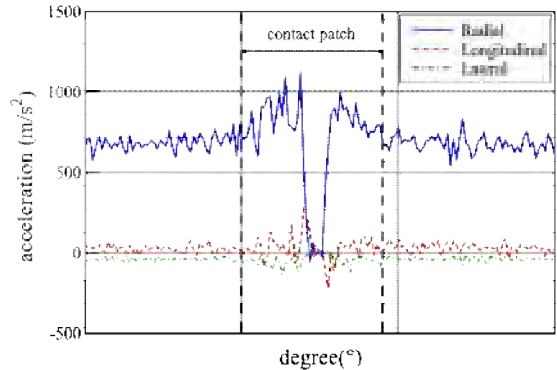


Fig. 1 Characteristics of acceleration signal for one rotation

하였을 때 더욱 뚜렷한 차이를 보일 것으로 예상된다.

4. 결론

본 논문은 타이어의 트레드 마모 상태를 검출하기 위하여 지능형 타이어의 가속도 데이터를 수집하고 분석하였다. 분석 결과 지능형 타이어에서 측정되는 3축의 가속도 센서 중 radial 방향의 데이터가 타이어 마모도 판별에 적합할 것으로 판단된다. 향후 연구에서 주파수 영역에서의 마모도별 특징을 추출하고 기계학습을 통한 판별 성능을 검증할 계획이다.

후기

본 연구는 교육부와 산업통상자원부가 지원하는 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업 (P218000001)으로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

1. Coppo, F., Pepe, G., Roveri, N., and Carcaterra, A. "A multisensing setup for the intelligent tire monitoring". Sensors, Vol. 17, No. 3, pp. 576, 2017.

접촉저항에 따른 열전모듈의 냉각장치 성능해석 Thermal Performance Analysis of the Cooling System for the Thermoelectric Module with Contact Resistance

고성곤¹, 박상진², 김태화³, *김영욱⁴, 정미진⁵, #서정세⁶

*Y. W. Kim(duddms8486@gnu.ac.kr)⁴, #J. S. Suh⁶

¹한국남동발전, ²경상국립대학교 기계항공공학부

Key words : Contact Resistance, CFD, Cooling System, Renewable Energy

1. 서론

화석연료 사용량 증가로 인해 지구온난화, 대기오염 등 환경문제에 직면하고 있다. 이러한 환경문제를 해결할 방안으로 재생에너지가 주목받고 있다. 재생에너지는 수력, 지열, 태양열, 풍력, 열전발전 등의 방식이 존재한다.⁽¹⁾ 열전발전은 열전소재로 들어온 고온의 열원과 저온부 간의 온도차를 이용하여 전력을 생산하는 방법이다.⁽²⁾

본 연구에서는 열전모듈과 냉각장치 간 접촉저항 변화가 냉각성능에 미치는 영향을 파악하고자 한다.

2. 문제설정 및 해석방법

열전모듈과 냉각장치 간 접촉저항 변화에 따른 냉각장치의 냉각성능에 미치는 영향을 파악하고자 한다. 열전모듈과 냉각장치의 전체적인 형상을 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1과 같이 냉각장치의 상단 면에 일정한 열이 전도된다. 그 외 냉각장치 면은 상온의 환경에 설치될 것을 가정하여 대류로 설정하였다.

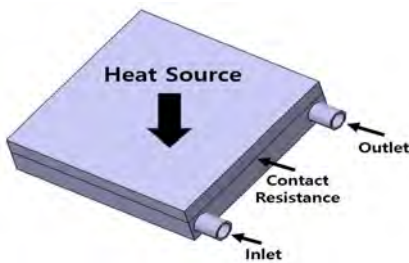


Fig. 1 Schematic diagram of cooling system

3. 해석 결과 및 고찰

열전모듈과 냉각장치 간 접촉저항과 냉각수 유입량 변화에 따른 열전달률을 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2를 살펴보면 열전모듈과 냉각장치 간 접촉저항이 증가하고 냉각수 유입량이 감소할수록 접촉면의 열전달률이 감소함을 확인했다.

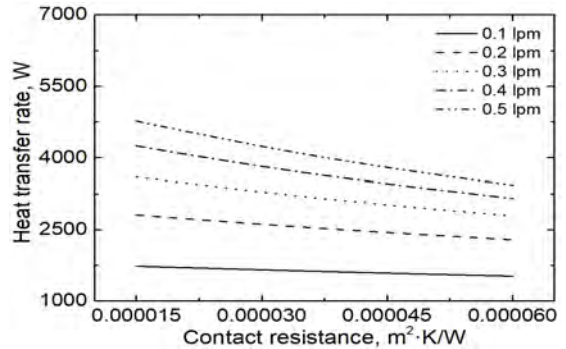


Fig. 2 Heat transfer rate on contact surface

4. 결론

접촉저항 변화에 따른 접촉면의 열전달률을 통해 냉각성능에 미치는 영향을 살펴보았다.

- 1) 접촉저항이 증가할수록 접촉면의 열전달률이 감소함을 확인했다.
- 2) 냉각수 유입량이 감소할수록 접촉면의 열전달률이 감소함을 확인했다.

열전모듈과 냉각장치 간 열전달률 감소는 냉각성능 저하로 이어진다. 따라서 접촉저항 증가와 냉각수 유입량 감소는 냉각성능을 감소시킬 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 2023년도 한국남동발전의 지원을 받아 수행된 사업의 일부 결과입니다.

참고문헌

1. Ayhan Demirbas, "Global Renewable Energy Resources", Energy Sources, Vol. 28, pp. 779-792, 2006.
2. Mohammed, A. Z., et al., "A Review on Thermoelectric Generators", Energy and Environment, Vol. 13, pp. 1-32, 2020.

전기자동차 배터리 및 동력제어시스템 설계

Design of a Battery and Electric Power Control System

임정현¹, 임경준, 조진우, *이도근, 유오성, 권우진, 김현우, 김태승, 이우용, 오영민, 김태완, 노훈정, 김동훈, 이창진, 김환웅, 강효정, 김주은, 이진녕, 정영화², #심한섭³

J. H. Im¹, K. J. Im, J. W. Cho, *D. K. Lee, O. S. Yoo, W. J. Kwon, H. W. Kim, T. S. Kim, W. Y. Lee, Y. M. Oh, T. W. Kim, H. J. Nho, D. H. Kim, C. J. Lee, H. W. Kim, H. J. Kang, J. E. Kim, J. N. Lee, Y. H. Joung², #H. S. Sim(simhansub@gnu.ac.kr)³
¹경상국립대학교 학부생, ²(주)대호테크, ³경상국립대학교(미래자동차공학과)

Electric vehicle, Power control system, Battery, BMS

1. 서론

온실가스 배출과 에너지 다양성을 위하여 전기자동차의 동력시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 차량의 주행 시에 사용되는 전기에너지는 1회 충전량으로 적정한 거리를 주행하도록 배터리 용량과 동력제어 시스템을 설계하는 것이 중요하다.

2. 설계 및 제작

전기동력시스템은 소형 1인승 전기차량에 적용되었으며, KSAE 대학생 스마트모빌리티 경진대회 규정을 만족하도록 설계되었다. 주요 규격과 성능은 Table 1에 표시하였다. 구동모터는 10kW BLDC 모터를 사용하였다. 구동모터를 위한 배터리(Fig. 5)는 리튬 계열(48V)이다. 제동등, 계기장치, 경음기 등 여러 가지 보조장치의 사용되는 전력은 DC 12V이며, 소형 납축전지를 사용하였다. 충전장치는 상용전기(AC220V)를 사용하며, 과충전 방지기능을 포함하고 있다. Fig. 1은 전기자동차의 충전장치 및 동력제어시스템 구성도이다. 구동모터(Fig. 3)의 토크제어를 위하여 모터제어기(Fig. 4)가 사용되었고, 운전자의 페달센서 신호에 의하여 전기모터로 유입되는 전력을 제어한다. 전기모터의 토크 출력은 체인-차동기어-구동축-휠로 전달된다.

4. 결론

전기동력제어시스템에 대한 평가는 KSAE 대학생 스마트모빌리티 경진대회(10월 6~8일)를 통하여 진행되었으며, 대회규정을 만족하였고, 차량 및 동력제어장치 설계가 양호한 것으로 평가되었다.

후기

이 연구과제는 교육부와 산업통상자원부가 지원하는 2023년 미래형자동차기술융합혁신인재양성사업(P218000001)으로 수행되었습니다.

Table 1 Specifications of the electric vehicle

Dimension	L2.30m × W1.30m × H1.30m
Max. velocity	70km/h
Motor	10kW, 48V BLDC motor
Battery	Main power: Li-polymer 48V Accessory: 12V Pb battery
Passenger	1-person, driver

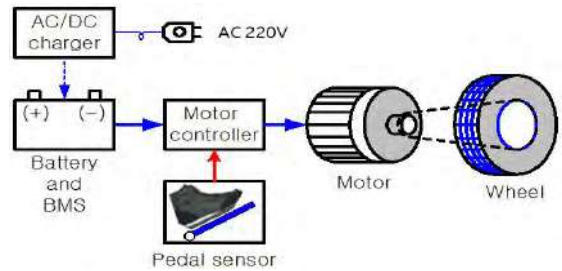


Fig. 1 Flow diagram of power control system



Fig. 2. EV design



Fig. 3 Motor & drive sys.



Fig. 4 Controller



Fig. 5 Battery



Fig. 6 Maintenance



Fig. 7 EV test on track

풍력발전 에너지 기반의 전기 자전거 보조 충전 시스템

Electric Bicycle Auxiliary Charging System based on Wind Power Energy

*정재한¹, 하성민¹, 정지윤¹, #이기영¹

*J. H. Jeong¹, S. M. Ha¹, J. Y. Jeong¹, #G. Y. Lee¹

¹경상국립대학교 공과대학 전기공학과

Key words : Bladeless wind turbine, Electric bicycle, Improved power efficiency

1. 서론

본 설계에서는 기존 전기 자전거에 날개 없는 풍력 발전기를 부착, 자전거 이용 중 생기는 풍력을 통해 전비를 높였다. 풍력 에너지는 컨트롤러 속의 컨버터를 통과하여 직류 전류로 배터리에 다다른다.

2. 전기자전거 보조 충전 시스템 설계

설계에 사용된 전기 자전거 모델은 AU 스카닉 M20 으로, PAS(Pedal Assist System)이다. 즉 완성된 자전거는 동력과 전기에너지, 풍력에너지를 합한 힘을 사용할 수 있다. 자전거의 헤드튜브 상단에 설치된 날개 없는 풍력 발전기는 Vortex Bladeless에서 개발한 모델 중 자전거의 크기를 고려하여 19x19x200 size(mm) 모델을 이용하며, 이를 Fig. 1에 나타낸다. 해당 발전기는 기존 풍력발전기에서 날개를 없애고, 원기둥 안에 탄성이 있는 실린더를 수직으로 고정시켜 바람이 불면 진동되어 전기를 생산하게 한다. 여기서 생성된 교류 전류는 헤드튜브 하단에 설치한 컨트롤러를 통과하며 정류되어 배터리에 전력을 공급하여 준다. 발전기에서 생성된 에너지를 전기자전거 내 배터리의 직류전압과 동일하게 변환하기 위해서는 DC/DC 컨버터가 필요하며, 정상 발전상황 기준 강압형 컨버터를 활용할 예정이다. 일반적인 강압형 컨버터의 회로도는 Fig. 2와 같다.

3. 전기자전거 전비 향상 분석

표준 상태 공기밀도를 기준으로 하여 풍력발전기로 생성한 1대 발전량은 2.585Wh이다. 1시간 주행 시 25km를 주행한다고 가정하였을 때, 기존 전기 자전거는

Table 1 System configuration of electric bicycle auxiliary charging system

Machine unit	Volume
Electric bicycle	150 X 54 X 98(cm)
Controller	130 X 80 X 50(mm)
Bladeless wind turbine	19 X 19 X 200(mm)



Fig. 1 Bladeless wind turbine

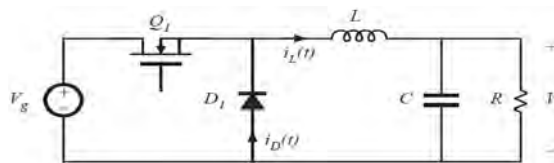


Fig. 2 Buck converter circuit diagram

96.52Wh를 소비한다. 헤드튜브 상단에 2개의 풍력 발전기를 설치하여 총 5.17Wh를 발전시킴으로써 6.17% 향상된 전비인 0.275Km/Wh를 얻을 수 있다.

4. 결론 및 향후 계획

날개 없는 풍력발전기를 사용하여 주행 중에 발생하는 공기저항을 줄이고, 방향에 관계없이 360° 진동하여 풍향 변화에도 빠르게 적응할 수 있다. 이를 이용하여 주행과 동시에 신재생 에너지를 생산하여 전력효율 개선효과를 얻을 수 있다. 본 설계를 통해 제작된 전기 자전거는 기존의 동력과 전기에너지만 사용하였을 때 보다 약 6% 증가된 전비를 보여준다. 주행 중 일어나는 다양한 에너지 손실을 최소화, 높은 발전효율을 통해 전비를 증가시켜 기대 주행거리를 늘릴 수 있다. 향후에는 전력변환 시뮬레이션 프로그램을 통해 정상 발전상황에 대한 컨버터 동작을 검증할 예정이다.

후기

본 연구는 교육부와 산업통상자원부가 지원하는 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업 (P218000001)으로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

1. David Jesús Yáñez Villarreal, VIV resonant wind generators, Vortex Bladeless, pp. 1-6, 2018.

태양광 기반의 공유 모빌리티 충전 시스템 Solar-based Shared Mobility Charging System

*신현성¹, 윤동준¹, 이기영¹

*H. S. Shin¹, D. J. Yoon¹, #G. Y. Lee¹

¹경상국립대학교 공과대학 전기공학과

Key words : Solar panel, Electric Kickboard, Eco-friendly Energy, New-era charging system

1. 작품 선정 배경 및 목적

본 과제에선 퍼스널 모빌리티 충전소를 고안하였다. 기존의 방식인 운반 차량을 이용해 수거하여 충전하는 번거로움과 충전소에 가져다 놓음으로써 길거리에 방치되므로 야기되는 통행의 불편을 해소할 수 있다.

2. 작품 개요

기존의 충전 설비에 추가로 태양광 패널, 태양광 패널에서 생산된 전력을 일정한 전압으로 내보내는 컨트롤러, 컨트롤러에서 나온 전기를 충전하는 배터리 그리고 저장된 전기를 사용하는 컨버터로 구성한다. 시스템 구성도는 Fig. 1과 같다.

3. 작품 내용 및 설명

먼저 태양광 패널의 경우 Suncell사의 540W의 제품을 선택했으며, 배터리는 Power craft 사의 24V 리튬이온배터리를 선택했다. 태양광 패널에서 생산된 전력이 컨트롤러를 거쳐 24V의 전압으로 변환되어 배터리에 저장된다. 저장된 전력을 48V의 전압으로 승압시키는 컨버터를 이용하여 킥보드의 충전에 이용한다. 충전 시에 배터리에 저장된 전력을 충전 설비의 전력보다 먼저 이용하고 부족한 전력은 기존의 충전 설비로 대체한다. 또한, 충전소 이용 시, 이용 요금을 할인해 주는 등의 보상을 통해 이용자들을 충전소로 유도한다.



Fig. 1 System configuration

4. 결론

태양광 패널의 경우 하루에 3.5시간의 충전으로 1,750W의 전력을 생산할 수 있다. 24V 배터리의 용량은 2,520Wh이고, 주변에서 볼 수 있는 킥보드 중 하나인 나인봇 맥스의 배터리 용량은 551Wh이니 방전상태일 때 약 4대를 충전할 수 있다.

태양광 패널에서 전력을 생산하여 배터리에 저장하면 2,520Wh만큼 생산할 수 있는데, 하루에 생산된 전력량을 모두 사용한다고 가정하면 2,250Wh*30days = 약 76kWh의 전기 사용량만큼 생산할 수 있다. 이것은 1달 기준으로 약 8천 원의 절감 효과가 있다. 향후에는 전력변환 시뮬레이션 프로그램을 통해 DC/DC 컨버터의 회로를 구성하여 시뮬레이션을 수행할 예정이다.

후기

본 연구는 교육부와 산업통상자원부가 지원한 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업(P218000001)으로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

1. Eun-Jin. Jang, Seung-Jung. Shin, "A Study on Solar Charging System for Stable Battery Use of Electric Kickboard, The Journal of the Institute of Internet(Broadcasting and Communication), Vol. 21, Issue 1, pp. 175-179, 2021.

Table 1 The specification of machine(Times New Roman 8pt)

System unit	Volume
Solar panel	2256 * 1133 * 35 (mm)
Battery	429.3 * 420 * 74.2 (mm)
Controller	168 * 92 * 41.5 (mm)
Converter	75 * 75 * 32 (mm)

전기자동차 주행거리 평가를 위한 시뮬레이션 개선 방안 연구

Study on Simulation Methods for Evaluating Electric Vehicle Range

*전상률, 정보영, 김동현, 박용현, 도국현, 강민수, 강대성, 강동주, #김규섭

*S. R. Jeon, B. Y. Jeong, D. H Kim, Y. H Park, G. H, Do,

M. S. Kang, D. S. Kang, D. J. Kang, #K. S. Kim(ks.kim@gnu.ac.kr)

경상국립대학교 미래자동차공학과

Key words : Electric Vehicle, E-powertrain, Regenerative braking, Simulation

1. 서론

전 세계 각국에서 현재 환경오염의 문제가 화두이며, 탄소중립, 배기가스 및 자동차 연비에 관한 환경규제가 강화되고 있다. 유로 7 규제안 발표 이후, 자동차 업계의 환경오염 문제는 가장 큰 문제이며, 기존의 내연기관을 이용한 자동차가 아닌 유해가스 방출이 없는 전기차가 각광받고 있다. 전기차 시장이 커지고 있는 만큼 자동차 제작사의 연비 개선 경쟁이 대두되고 있다. 딜로이트 (2023) 글로벌 자동차 소비자 조사에 따르면 소비자들이 전기차 구매 시 가장 우려하는 요인이 주행거리(57%)이다. 전기차의 단점인 주행거리를 보완하기 위해 회생제동 시스템을 사용하는데, 이 과정에서 급제동과 같은 이질감의 느낌을 받는 소비자들이 많다.

본 연구는 한국에너지공단 자동차연비센터에서 제시한 전기차 연비 예측 시뮬레이션을 Matlab Simulink를 활용해 연비 시뮬레이션을 구현하고, 최적값을 찾아 실측 연비와의 오차를 개선하였다.

2. 차량 시뮬레이션 및 개선 방안

2.1 운전제 따른 구동시스템 효율

전기자동차의 운전제에 따른 효율을 반영하기 위하여 모터, 인버터, 감속기로 구성된 e-powertrain을 모델링하였다. 연비시험을 위한 주행모드의 속도/토크 요구 조건에 따른 시스템 효율을 고려하여 시험결과와 비교하였다.

2.2 회생제동 개선 방안

기존의 시뮬레이션 모델의 회생제동 효율은 30[%] 값으로 고정되어 있다. 회생제동에 의한 승차감은 감속하는 시간에 따라 다르게 나타나는데, 연구에 따르면 일정한 속도로 감속되는 것이 차량의 승차감을 좋게 하며, 배터리의 충전효율을 높이는 데 도움이 된다. 일정한 속도로 감속이 되는 회생제동의 효율을 찾아 승차감과 충전효율을 높이는 최적 조건을 완성하여 시뮬레이션의 효율을 높였다.

3. 결론

전기자동차의 연비 평가용 주행 시뮬레이션은 자동차의 구동시스템이 차량에서의 구동 특성을 확인하기 위한 좋은 방안이다. 본 연구 결과를 활용하여 구동모터 및 인버터 설계 시 주 운전 구간에서의 차량 단위 시스템 효율 및 e-powertrain의 구동 특성 파악, 설계방향 설정 등이 가능하다.

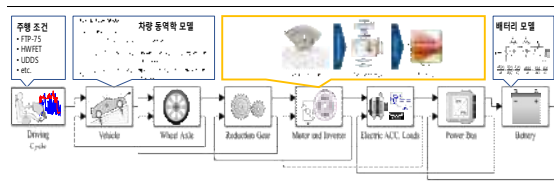
후기

본 연구는 교육부와 산업통상자원부가 지원하는 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업 (P218000001)으로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

1. Harald Proff, 김태환 외 7인, 딜로이트 2023 글로벌 자동차 소비자 조사, pp. 11, 2023.
2. 손은규, 장혁준, 전기자동차의 승차감 연구를 위한 회생제동 시스템 분석 및 모델링, pp. 132-133, 2023.
3. 엄태호, 신민호, 김준모, 이정, 김영렬, 원충연, 리튬이온 배터리의 온도에 따른 내부저항 분석, pp. 136, 2016.
4. 손동희, 송영빈, 박신아, 오준석, 김상우, 리튬 이온 배터리의 내부저항을 이용한 실시간 용량 및 SOC 동시 추정 알고리즘, pp. 74-75, 2023.

Table 1 전기자동차 시뮬레이션



자동차용 액화수소밸브의 수소 물성치 변화에 따른 수치해석 연구

Numerical Analysis of Hydrogen Property Changes in Automotive Liquid Hydrogen Valves

*전경민¹, 장민영¹, 최준호¹, 조근호¹, 박예찬¹, 양영빈¹, #이치우¹

*G. M. Jeon¹, M. Y. Jang¹, J. H. Choi¹, K. H. Cho¹, Y. C. Park¹, Y. B. Yang¹,

#C. W. Lee(leecw@gnu.ac.kr)¹

¹경상국립대학교 미래자동차공학과

Key words : Liquid Hydrogen Valve, Numerical Analysis, Hydrogen Properties, ANSYS CFX

1. 서론

최근 세계는 화석연료 의존에 의한 각종 유해물질 발생과 심각한 환경문제를 겪고 있다. 친환경 에너지에 관한 관심과 필요성이 높아짐에 따라 수소에너지가 차세대 주요 에너지원으로 주목받고 있다. 그 중에서 액화수소는 대기압 수준에서 저장할 수 있고 안정적이면서 기체수소 대비 저장용량은 8배가 넘는 이점을 가졌다. 최근 액화 수소 장치에 관한 많은 연구가 진행 중이다. 이를 위해서는 액화 수소에 대한 최적의 물성치 자료가 필수적이지만 그에 필요한 물성치를 찾는 것은 어려운 과제이다. 따라서, 액화 수소의 적절한 물성치를 찾는 것을 목표로 본 연구를 진행하고자 한다.^[1]

2. 연구방법

본 연구에서는 분석을 위하여 ANSYS CFX 모듈을 선정하였다. 수치해석 기법으로는 지배 방정식에서 압력과 속도의 연결은 SIMPLE(semi-implicit method for pressure-linked equations)에 따른 Segregate Flow 알고리즘을 사용하였다. 물성치 연구에 있어서는 반데르발스 상태방정식, 뉴턴의 점성 법칙을 비롯한 여러 공식과 각종 논문에서 얻은 실험적인 데이터를 해석에 적용하여 적절한 물성치인지 판단하였다.^[2]

3. 연구결과

해석 결과 물성치를 고려한 해석과 기본 물성치 값을 쓴 해석이 차이를 보이는 것을 알 수 있었다. 물성치를 고려한 해석에서 온도의 경우 최저 -253°C에서 최고 -205°C가 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 속도는 밸브 하단부 housing과 seat를 기점으로 최대 84.876m/s 까지 올라가는 모습을 확인할 수 있었는데 수소유로의 급격한 형상 변화에 따른 난류로 인해서 와류가 생기는 것으로 판단된다. 압력에 있어서는 최저 압력은 outlet에서 0.184MPa, 최고압력은 inlet에서 0.537MPa로 유체가 들어오고 나가는 것을 확인할 수 있다.

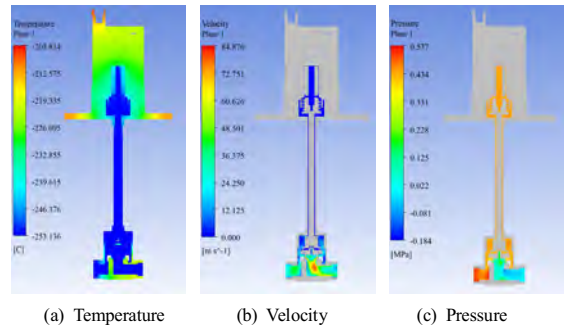


Fig. 1 CFX analysis results for Liquid Hydrogen Valves

4. 결론

본 연구에서는 각종 데이터에서 얻은 수소 물성치를 사용한 유동해석을 통해 물성치가 적절한지에 대한 여부를 파악하였다. 또한, 해석의 결과로부터 액화 수소 밸브의 형상이 적절한지에 대한 여부를 파악할 수 있었다.

후기

본 연구는 교육부와 산업통상자원부가 지원하는 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업 (P218000001)으로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

1. H. S. Kim, Y. B. Ham, "Prediction of a Leakage in a Liquid Hydrogen Pump Using a Finite Element Method", J. of JHNE, Vol. 34, No. 3, pp. 293~295, 2023.
2. S. J. Park, B. I. Choi, D. Y. Koh, Y. B. Ham, S. H. In, "Development of the Liquid Hydrogen Supply System and Cryogenic Cooling Technology", J. of KSME, pp. 64~65, 2021.

수소연료전지자동차의 이젝터 연구

Study on Ejector of Hydrogen Fuel Cell Vehicle

박민균¹, 최종원¹, 주호현¹, 양준수¹, 박규혁¹, *양영준¹

M. G. Park, J. W. Choi, H. H. Joo, J. S. Yang, K. H. Park, *Y. J. Yang(yangyj@gnu.ac.kr)

¹경상국립대학교 미래자동차공학과

1. 서론

전 세계적으로 자동차에 대한 환경규제와 유가상승으로 친환경 자동차에 대한 관심이 증가하고 있다. 국가의 경쟁력과 친환경 자동차 분야의 선두 유지를 위해서는 중요 부품의 개발이 필수적이다. 수소연료전지자동차의 운전시스템은 크게 공기공급시스템, 열관리시스템 및 수소공급시스템으로 나뉜다. 수소가스는 연료전지 스택의 효율을 높이기 위해 이젝터를 통해 스택에 공급된다. 따라서 본 연구는 수소연료자동차에서 중요 기본 부품 중 하나인 이젝터에 대한 연구를 수행하고자 한다.

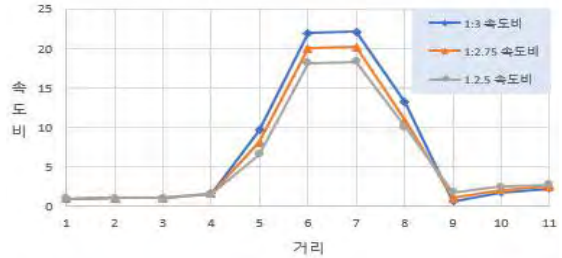
2. 이젝터의 정의 및 CFX 공통조건

2.1 이젝터의 정의

이젝터란 압력을 갖는 물, 공기, 가스 등을 분출구에 서 고속으로 분출하여 다른 곳으로 유체를 보낼 수 있는 분사 부품을 말한다.

2.2 CFX 공통조건

본 연구에서는 유체역학 분야에서 일반적으로 사용되는 비점성과 비압축성을 채택하였고, 난류 모델을 활용하였다. 유체의 운동에 대한 전반적인 연속 방정식과 운동량 방정식을 기반으로 수치 해석을 구하기 위해 Fluid Flow(CFX)를 활용하여 CFX 해석을 수행하였다. 해석 모델로는 난류유동 해석에서 자주 사용되며 안정성이 뛰어난 $k-\epsilon$ 모델을 채택했으며, 중력값은 $9.8m/s^2$ 으로 설정하고, 작동유체는 수소를 사용하였다. 수소의 온도는 $10^{\circ}C$ 를 기준으로 밀도는 $0.08988g/L$ 로 하였고, 대기 압력은 $1atm$ 로 설정했다. 이젝터의 온도는 열을 받는다는 조건을 고려하여 $50^{\circ}C$ 로 설정하였다. 각 모델마다 기본적인 해석 수는 약 100회로 설정하였으며, 정상 유동을 가정하여 해석을 진행했다. 위와 같은 조건을 공통적으로 사용하여 유동해석 프로그램인 ANSYS CFX Ver. 2022를 활용하여 해석하였다.



3. 수치해석

3.1 일자형 이젝터와 T자형 이젝터의 비교

본 연구는 T자형 이젝터와 일자형 이젝터의 효율을 비교하기 위한 해석을 진행했다. 두 모델의 입구 속도는 $10m/s$ 이며, 직경비는 1:2.5로 고정하였다. 연구 결과, T자형 이젝터의 압력차는 $1207.88Pa$ 이며 최고 속도는 $181.99m/s$ 로 나타났으며, 일자형 이젝터의 압력차는 $288.13Pa$ 이며 최고 속도는 $77.55m/s$ 로 측정되었다. 연속 방정식(continuity equation) 및 Bernoulli식을 기반으로 분석한 결과, T자형 이젝터가 20% 정도 높은 효율을 보였다. 또한, 최고 속도를 고려한 성능에서도 T자형 이젝터가 우수하였다. 따라서 본 연구의 방향은 T자형 이젝터가 더 나은 성능을 보이므로, T자형 이젝터의 기본 구조를 유지하면서 속도와 직경비를 조절하여 최적의 T자형 이젝터의 성능을 찾아가 하겠다.

4. T자형 이젝터의 직경비에 따른 효율

직경비에 따른 효율을 베르누이 법칙을 사용하여 구하였다. 하단의 그래프는 직경비가 1:3, 1:2.75, 1:2.5이며 입구 속도는 $10m/s$ 이고 입구를 기준으로 총길이를 10 등분한 간격으로 각 지점별 속도를 입구의 속도로 나눈 속도비를 그래프로 나타내었다.

5. 결론

본 연구에서는 각각의 구동관로의 직경비를 변화시키면서 CFX 해석을 통해 평균 속도를 분석하고 고찰하였으며, 이를 토대로 검증한 결과는 다음과 같았다.

1) 구동관로의 직경비를 1:3, 1:2.75, 1:2.5로 변화 시

키면서 유동 특성을 해석한 결과는 직경비가 1:3과 입출구의 속도가 각각 10m/s의 T자 이젝터의 효율이 43%로 가장 좋게 나왔다.

- 2) 흡인실에서 속도비가 가장 높은 1:3의 직경비를 가진 이젝터가 가장 낮은 이젝터보다 효율이 20% 높았다.

참고문헌

1. 김봉한, 응용유체역학, 원창출판사, pp. 120-133, 2014.
2. 김노형, 이젝터 구동관로의 직경비와 끝단의 위치 변화에 따른 유동특성, 한국유체기계학회 논문집: 제19권, 제1호, pp. 45-51, 2016.

후기

본 연구는 교육부와 산업통상자원부가 지원하는 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업 (P218000001)으로 수행된 연구결과입니다.

미래자동차용 고속 충방전 배터리 음극

Fast-Charging Rechargeable Batteries for Automotive

*김선식¹, 이승준², 김훈성¹, 김희준¹, 김영찬¹, #정현영^{1,2}

*S. S. Kim¹, #H. Y. Jung(Hyjung@gnu.ac.kr)²

¹경상국립대학교 에너지시스템공학과, ²경상국립대학교 에너지공학과

Key words : Fast Charging, Lithium-ion battery, conversion-type anode, long-term cycle

1. 서론

전기 자동차 시장에서, 화석 연료 차량에서의 충전 시간만큼 빠른 충전이 가능한 배터리는 핵심 기술로 떠오르고 있습니다. 그러나 다음 세대 음극으로서 유망한 conversion-type 소재들은 이론적으로 높은 용량을 갖고 있지만, 낮은 전도성과 큰 불가역성으로 인해 고속 충전과 장기 수명을 충족시키는 데 많은 문제를 안고 있습니다.

2. 고속충전 음극제 전략

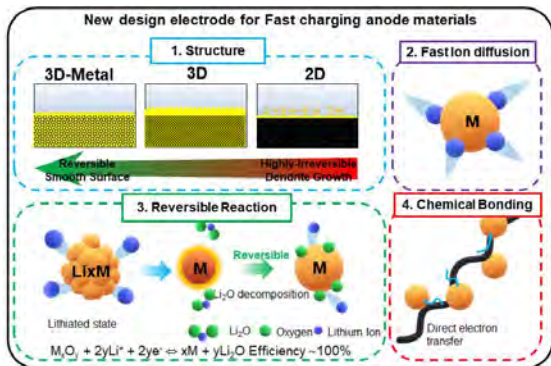


Fig. 1 고속 충전을 위한 4가지 전략

빠른 충전, 장 수명 및 높은 가역 용량을 가능하게 하는 SnO₂ 기반 양극에 대한 효과적인 전략을 보고합니다. 높은 가역 용량을 위한 선행 조건으로 SnO₂ 나노 입자의 양자 크기가 균일하게 3D 전도성 탄소 행렬에 포함되어 상호 확산층을 증가시키고 Li₂O/Sn 및 SnO₂ 간에 매우 가역적인 변환 반응을 촉진합니다.

특히, Sn-C 화학결합은 이온 위치 제어와 직접적인 전자 이동을 실현하여 고속 충전을 가능하게 합니다. 더불어, 바인더 없는 3차원 전극의 견고하고 다공성 구조는 리튬 삽입/추출 과정 중 발생하는 대용량 체적 팽창을 완화하며, 다차원적인 빠른 이온 확산을 허용합니다.

3. 결과 및 고찰

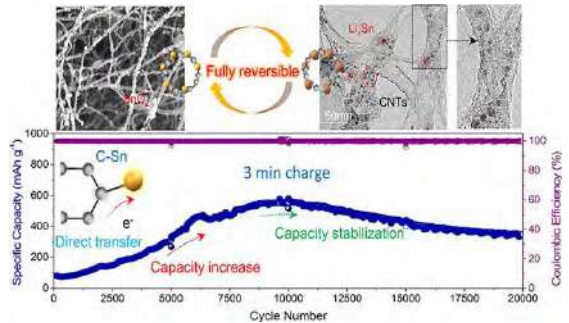


Fig. 2 고속충전에서도 가역적인 양자점 크기의 SnO₂ 음극 및 20C에서의 충방전 성능

결과적으로, 양자 SnO₂ 음극은 10C에서 4000cycle 후 용량이 약 753mAhg⁻¹로 높은 가역 용량을 제공하며, 용량이 468% 증가합니다. 또한, 20C에서도 용량이 548mAhg⁻¹까지 점진적으로 증가하며, 20,000cycle 이상에서도 용량 안정성을 유지하는 우수한 순환성을 나타냅니다. 이 연구는 미래자동차용 고속 충방전 장치를 위한 conversion-type 음극 설계에서의 중요한 발전을 제공하였습니다.

후기

* 본 연구는 교육부와 산업통상자원부가 지원하는 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업 (P218000001)으로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

- Hu, R, "Dramatically Enhanced Reversibility of Li₂O in SnO₂-Based Electrodes: The Effect of Nanostructure on High Initial Reversible Capacity," Energy Environ. Sci. 9, 595, 2016.
- Kim, D. W. "Understanding Excess Li Storage beyond LiC₆ in Reduced Dimensional Scale Graphene." ACS Nano, 15, 797, 2021.

Robot Operating System 기반 F1-TENTH 고속 자율주행 알고리즘 개발 High-Speed Autonomous Driving Algorithm based on the Robot Operating System for F1-TENTH

*박지홍¹, 문선웅¹, 김명준¹, 김영훈¹, 김건우¹

*J. H. Park¹, S. W. Moon¹, M. J. Kim¹, Y. H. Kim¹, #G-W. Kim(gunwoo.kim@gnu.ac.kr)¹

¹경상국립대학교 컴퓨터공학과

Key words : Autonomous vehicle, Follow the Gap Method, ROS

1. 서론

F1-TENTH는 주어진 사양에 따라 실 차량의 1:10 규모의 자율주행 자동차를 제작하고 주어진 경주 트랙을 안전하고 빠르게 주행하는 대회이다. 본 논문에서는 F1-TENTH 경주를 위해 차량의 주행 경로를 최적화하면서, 다양한 주행 환경과 상황에 유연하며 빠르게 대응할 수 있도록 자율주행 알고리즘을 개발한다.

2. 연구 내용 및 결과

Fig. 1은 F1-TENTH 차량의 모습과 차량 구성 모듈, 차량 구동에 필요한 소프트웨어에 대한 설명이다.

본 논문에서는 자율주행 차량 세팅을 위해 먼저 VESC설정을 하였다. VESC는 전동 이동 수단을 제어하기 위한 오픈 소스 Electronic Speed Controller(ESC) 플랫폼으로, 모터 및 브레이크 시스템을 제어하는 장치이다.

장애물 감지를 위한 LiDAR센서로 Hokuyo 10LX센서를 사용하였다. Hokuyo 10LX센서는 전방 270도, 10m까지 거리를 측정할 수 있으며, 데이터들은 1080개의 1차원 배열로 반환된다. 해당 LiDAR센서는 RJ45포트로 통신한다. 차량 조종을 위해 Logitech F710 GamePad를 사용하였다. 컨트롤러 신호에 따라 자율주행 모드와 사용자 조종모드를 선택할 수 있다.

Jetson Xavier NX는 NVIDIA에서 제공하는 임베디드 시스템 모듈이다. 컴퓨터 비전, 딥러닝, 자율 주행 및 인공지능 (AI) 응용 프로그램을 위해 사용된다. 해당 모듈을 활용해 차량제어와 알고리즘의 동작을 수행한다.

차량을 구동하기 위해 ROS를 사용하였다. ROS는 Robot Operating System의 약어로, 로봇 및 로봇 응용 프로그램 개발을 위한 오픈 소스 로봇 소프트웨어 프레임워크이다. ROS를 통해 LiDAR센서, VESC, F710 GamePad의 데이터 처리 및 자율주행을 수행한다.

F1-TENTH 경주를 위한 고속자율주행 알고리즘을 위해 Follow the Gap Method (FGM) 알고리즘을 개발하였다. 해당 알고리즘은 LiDAR 스캔 데이터 통해 Maximum



Fig. 1 F1-TENTH car with components

Gap을 찾은 후, 해당 Gap의 목표 지점을 설정한다. 이후 Steering Angle을 조정하여 목표 지점까지 자율주행한다. 가장 큰 Gap을 선택하여 주행하기 때문에 빠르고, 안전하다는 장점이 있지만 비효율적인 동선으로 주행할 수 있다는 단점이 있다.

3. 결론

본 연구를 통해 차량의 기본적인 세팅을 수행하고, FGM 알고리즘을 통한 자율주행 동작 과정을 확인할 수 있었다. 이후 다양한 알고리즘과 파라미터 수정을 통해 자율주행 성능을 개선할 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 교육부와 산업통상자원부가 지원하는 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업 (P218000001)으로 수행된 연구결과임

참고문헌

1. Sezer, Volkan, and Metin Gokasan. "A novel obstacle avoidance algorithm: "Follow the Gap Method"." Robotics and Autonomous Systems 60.9 (2012): 1123-1134.

전기자동차 감속기 특성 분석 및 3D 프린팅 Prototype 제작

Analysis of Electric Vehicle Reducer Characteristics and Production of 3D Printing Prototype

*현승진¹, 유민진¹, 송재욱¹, 최영환¹, 남준규¹, 김해지²

*S. J. Hyun¹, M. J. Yu, J. W. Song¹, Y. W. Choi¹, J. G. Nam¹,
H. J. Kim(khji@gnu.ac.kr)²

¹경상국립대학교 미래자동차공학과 학부생, ²경상국립대학교 미래자동차공학과

Key words : Electric Vehicle, Reducer, 3D printing

1. 서론

2040년에는 전 세계 승용차의 30% 이상이 전기차로 운행될 것이며, 배터리 용량과 충전 인프라가 충족되는 환경과 성능 모두를 만족시키는 미래형 모빌리티가 대세가 될 것이라는 전망이 나온다. 이러한 전망에 따라 현대자동차, 테슬라, 벤츠 등의 업체들은 기업체에 맞는 E-GMP(Electric Global Modular Platform)을 개발하여 전기자동차를 생산하고 있다. 특히 핵심 기술인 PE(Power Electric) 시스템의 전동화 기술에 대한 지속적인 향상을 위하여 연구개발이 진행되고 있다.

본 논문에서는 PE 시스템 중 전동화 감속기 기술에 대하여 알아보고자 감속기의 특성을 분석하고, 3D 설계 및 3D 프린팅 기술을 이용하여 Prototype 감속기를 제작하고자 하였다.

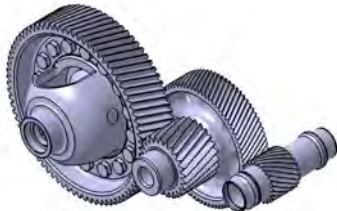


Fig. 1 3D design model of electric vehicle reducer

2. 전기자동차 감속기

감속기의 가장 큰 역할은 모터의 회전수를 줄여서 토크를 높여주는 것이다. 모터의 토크를 높여주어 전기자동차가 효율적인 운영을 하도록 도와주는 것이다. 전기자동차의 모터는 회전을 시작하는 동시에 최대 토크가 나오며 고회전 영역에서는 일정한 토크가 나온다. 하지만 고회전 영역으로 갈수록 필요 전류량이 높아지면서 효율이 급격히 떨어지게 된다. 그래서 회전수를 하향 조정(감속) 하고, 더 높은 토크를 얻을 수 있게 함으로써 효율을 높여주는 것이다.

3. 실험장비

본 논문에서는 T사의 전기자동차 감속기를 참고하여 CATIA 프로그램을 사용하여 3차원으로 설계하였다. 3D 프린팅은 FDM 방식의 Ultimaker S5 프린터를 사용하였다. 필라멘트는 Ultimaker PLA(직경 2.85mm)를 사용하여 프린팅하였다. 3D 프린팅 조건을 설정하기 위해 Ultimaker S5 프린터의 전용 소프트웨어 CURA를 사용하였다.

4. 3D 설계 및 3D 프린팅

Fig. 2(a)에서는 전용 소프트웨어 CURA를 이용하여 프린팅 조건을 설정하였다. PLA 필라멘트를 이용하여 3D 프린팅을 진행하였다. Fig. 2의(b)-(e)는 3D 프린팅된 감속기 부품을 나타내었고, Fig. 2(f)는 조립된 감속기 사진을 나타내었다.



(a) CURA Slicing



(b) Motor shaft (c) Counter shaft (d) Counter gear (e) Ring gear



(f) Assembled reducer

Fig. 2 3D printing of reducer parts and assembled reducer

5. 결론

본 논문 연구에서는 전기자동차 감속기의 주요 부품인 Ring Gear, Counter Gear, Counter Shaft, Motor Shaft 등의 구조 특성을 분석하였고, FDM 방식의 3D 프린터를 활용한 감속기 부품의 3D 프린팅을 통하여 Prototype 부품을 제작하였습니다. 향후, 전기자동차 핵심기술개발에 적극적으로 참여가 가능할 것으로 사료됩니다.

후기

본 연구는 교육부와 산업통상자원부가 지원하는 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업 (P218000001)으로 수행된 연구결과입니다.

수계 아연-이온 전지의 성능 및 수명 향상을 위한 전해질 개선 연구 Research on Electrolyte Improvement to Enhance the Performance and Lifespan of Aqueous Zinc-Ion Batteries

*이수범¹, 윤기혁¹, 이재연¹, 유근¹, 김서영¹, 권수진², 이승준², 권나영², 김동현², #안건형²

*S. B. Lee¹, K. H. Yun¹, J. Y. Lee¹, G. E. Yoo¹, S. Y. Kim¹, S. J. Gwon², S. J. Lee², N. Y. Gwon², D. H. Kim², #G. H. An(ghan@gnu.ac.kr)²

¹경상국립대학교 에너지시스템공학과, ²경상국립대학교 에너지공학과

Key words : Aqueous zinc-ion battery, electrolyte, protective layer, vanadium dissolution

1. 서론

아연-이온 전지(ZIBs)는 그들의 고에너지 밀도, 낮은 비용, 환경 친화성 때문에 대체 에너지 저장 장치로 주목받고 있습니다. 이번 연구는 새로운 전해질 첨가물 Zn/V₂O₅ 전극을 사용한 고성능 아연 이온 전지(ZIBs)에 대한 VOSO₄ 전해질 첨가물로 기존의 한계를 개선하는 연구입니다.

2. ZnSO₄-VOSO₄ 시스템의 V₂O₅

전극에서의 안정적인 구조 및 성능 개선

ZnSO₄-VOSO₄ 시스템의 아연 음극에서 ZVO가 전극 표면에 층을 형성하여, Zn²⁺의 안정적인 도금/박리를 통해 Zn (002) 평면이 노출됨으로써, 부산물 형성을 억제하고 전체적인 에너지 저장 성능을 높입니다. 또한, V₂O₅ 전극에서의 V의 용해를 효과적으로 억제하여 ZIBs의 순환 안정성을 향상시키며, V₂O₅ 중간층 사이의 증가된 -H₂O 양이 Zn²⁺ 확산 능력을 향상시키고, 속도 성능을 개선합니다.

3. ZnSO₄-VOSO₄이 전극과 전해질의

안정적인 인터페이스 제공

ZnSO₄-VOSO₄ 체계의 V₂O₅ 전극은 안정적인 구조를

가지며, V의 용해를 효과적으로 억제합니다. 이 체계는 ZnSO₄에 비해 우수한 사이클 안정성을 보여주며, V:Zn 비율에서도 뛰어난 가역성을 보여줍니다. 또한, 향상된 구조적 안정성이 이온의 확산을 개선하여 사이클 안정성을 높여줍니다.

4. 결론

Zn/V₂O₅ 전극을 사용한 ZIBs에 VOSO₄ 전해질 첨가물을 적용하여 아연 음극의 부산물 형성을 억제하고, V₂O₅ 양극의 V의 용해를 줄이는 방법으로 에너지 저장 성능과 순환 안정성을 개선하였습니다.

후기

본 연구는 교육부와 산업통상자원부가 지원하는 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업(P218000001)으로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

1. N. Nitta, F. Wu, J.T. Lee, G. Yushin, Li-ion battery materials: present and future, *Materials Today*, Vol. 18 Issue 5, pp. 252-264, 2015.
2. G. Yoo, Y.-G. Lee, B. Im, D.G. Kim, Y.-R. Jo, G.-H. An, "Integrated solution for a stable and high-performance zinc-ion battery using an electrolyte additive", *Energy Storage Materials*, Vol. 61, pp. 102845, 2023.

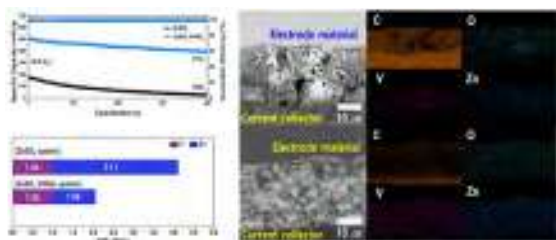


Fig. 1 Structure and reversibility of ZnSO₄ and ZnSO₄-VOSO₄ systems consisting of Zn/V₂O₅ cells

아연 음극 표면의 탄소 보호층 적용에 관한 수계 아연-이온 전지 연구 Exploring Carbon Protective Layer Applications on Zn Anode Surfaces within Aqueous Zinc-ion Batteries

*이수범¹, 윤기혁¹, 이재연¹, 유근¹, 김서영¹, 권수진², 이승준², 권나영², 김동현², #안건형²

*S. B. Lee¹, K. H. Yun¹, J. Y. Lee¹, G. E. Yoo¹, S. Y. Kim¹, S. J. Gwon², S. J. Lee², N. Y. Gwon², D. H. Kim², #G. H. An(ghan@gnu.ac.kr)²

¹경상국립대학교 에너지시스템공학과, ²경상국립대학교 에너지공학과

Key words : Cathode, Aqueous Zinc-Ion Battery, Carbon Protective Layer, Surface Control

1. 서론

아연 이온 배터리(ZIBs)는 그들의 높은 에너지 용량, 비용 효율성, 그리고 안전성으로 주목받고 있습니다. 그러나, 전극에서의 아연이 도금/박리 과정 중 발생하는 문제로 인해 성능이 제한됩니다. 이 연구는 ZIBs의 음극으로 사용되는 아연에 표면 기능화 그래핀(Surface Functionalized Graphene, SFG) 보호층을 도입하여 이러한 문제를 해결합니다.

2. 음극의 에너지 저장 성능 개선

SFG-Zn 음극은 bare Zn 및 G-Zn 음극에 비해 우수한 에너지 저장 성능을 보였으며, 이는 주로 그래핀 층의 도입과 음극 표면의 산소 기능 그룹의 증가에 의한 것으로, 이로 인해 전하 전달이 용이해지고 아연 이온 확산 능력이 향상되었습니다. 이는 EIS(Electrochemical Impedance Spectroscopy) 결과와 함께 SFG-Zn이 bare Zn 및 G-Zn에 비해 향상된 전기화학적 성능을 나타내는데 사용되었습니다.

3. 음극의 구조적 및 화학적 분석

XRD와 SEM 분석을 통해 SFG보호층이 균일한 아연 전착과 음극 표면의 산소 기능 그룹이 아연 이온 분포를 균일하게 해주는 것을 확인하였습니다.

4. 결론

SFG-Zn 음극은 개선된 전하 전송 및 이온 확산 능력 덕분에 뛰어난 에너지 저장 성능과 장기 안정성을 보여 주었습니다. 특히, 다양한 전류 밀도에서 높은 특정 용량을 달성하고, 2.0A g⁻¹에서 150 사이클 후에도 139.0mAh g⁻¹의 특정 용량을 유지하였습니다. 이 결과는 아연 음극에 적용된 그래핀 보호층과 증가된 산소 기능 그룹으로 인한 아연 이온의 확산능력 향상시킨다는 것을 알 수 있습니다.

후기

본 연구는 교육부와 산업통상자원부가 지원하는 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업(P218000001)으로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

1. P.A. Owusu, S. Asumadu-Sarkodie, "A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation", Cogent Engineering, Vol. 3, pp. 1167990, 2016.
2. S. Kim, GH Ree, G.-H. An, "Enhanced zinc-ion batteries through the coating of surface-functionalized graphene on the anode: A promising solution for uniform zinc plating", Applied Surface Science, Vol. 635, pp. 157634, 2023.

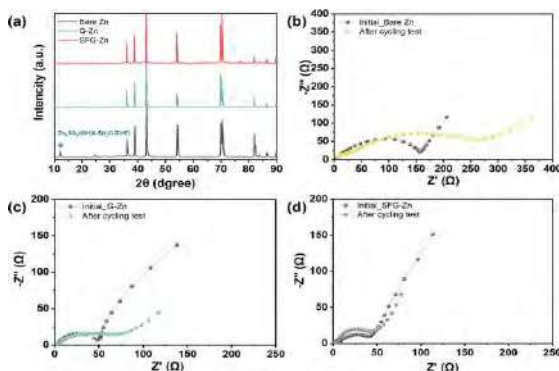


Fig. 1 (a) XRD patterns of G-Zn, G-Zn, and SFG-Zn after the cycling test. The EIS plots of (b) bare Zn, (c) G-Zn, and (d) SFG-Zn after the cycling test.

시청각 장애 부모를 위한 영유아 케어 매트

Infant Care Mat for Parents with Audio-visual Disabilities

*장민혁¹, 김서은², 오현창³, 한소은⁴, 이어진⁵, 이윤아⁶, #김정환⁷

*M. H. Chang¹, S. E. Kim², H. C. Oh³, S. E. Han⁴, E. J. Lee⁵, Y. A. Lee⁶,

#J. H. Kim(jkim@hanbat.ac.kr)⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}한밭대학교 신소재공학과

Key words : Infant, audio-visual disabilities

1. 서론

본 제품은 국내 장애인 부모 중 시청각 장애 부모의 육아의 어려움에 착안하였다. 이들은 자신과 유사한 장애를 가진 배우자와 결혼하여 유사한 문화와 생활 양식을 공유할 수 있지만, 부부가 동일한 장애를 갖고 있어 자녀 양육 및 일상생활에서 유사한 제약을 경험할 수 있고 상호 보완적 역할을 하는데 한계를 갖는다. 또한 그들의 양육을 위한 지원 서비스 및 제품은 부족하다.

따라서 그들의 육아의 어려움을 덜어주고자 원거리에서 아이의 상태를 파악 가능한 영유아 케어 매트를 고안하였다.

2. 케어 매트 목표 설정

케어 매트 목표로는 감지하는 무게의 기준, 아이의 울음소리로 감지하는 기준이 있었다. 감지 무게의 기준은 임신육아종합 포털 아이사랑에서 공개한 자료에 따라 평균 체중을 약 3.25kg로 설정했지만 출생 직후 체중이 5~10%, 미숙아의 경우 10~15% 감소한다고 하여 이를 적용시 신생아의 평균 체중은 최대 약 2.8kg까지 감소한다고 볼 수 있다.^[1] 이를 고려하여 2kg을 압력센서의 감지 기준으로 잡았다.

아이의 울음소리의 경우 우는 이유에 따라 달랐지만 배고플 때는 평균 78데시벨, 아플 때는 평균 86데시벨이 측정되었다는 자료를 바탕으로 70데시벨을 감지 기준으로 설정했다.^[2]

3. 케어 매트 구성

본 매트 밀면에는 velostat천을 이용한 압력센서가 위치하고 있다. velostat천의 경우 전도성 재질로 만들어진 천으로, 제품에 압력이 가해지거나 휘어질 경우 저항이 감소하는 물질이다. 압력에 따른 저항의 감소가 일어나 전압의 변화를 감지할 수 있기에 압력센서로 활용이 가능하다. 매트 상단부에는 소리감지센서와 RF통신

모듈, 배터리 홀더가 부착되어 있다. 수신기인 케어매트 알리미는 팔뚝에 착용하는 형태로 RF통신모듈과 진동모듈, 배터리 홀더가 부착되어 있다.

4. 결론

제작 결과 설정 목표대로 70데시벨 이상의 소음이 감지될 경우 진동모듈이 1초에 한 번, 2kg 이상의 압력이 감지되지 않을 경우 1초에 두 번 케어매트 알리미 내 진동모듈이 작동을 하는 영유아 케어 매트를 제작할 수 있었다. 본 제품을 통하여 시청각 장애를 가진 부모가 자신의 장애로 어려움을 겪던 육아에 조금이나마 도움이 될 수 있을 것으로 짐작된다.

또한 본 용도 외에도 노인과 거주중인 가정에서 노인의 매트로 사용하여 노인의 상태를 확인하는 용도로 쓰거나, 비 장애인 부모의 가정에서도 자녀와 멀리 떨어져 다른 일을 하고 있을 때에도 아이의 상태를 확인하는 용도로도 사용할 수 있는 등 다양한 용도로도 사용 가능할 것으로 보인다.

후기

설정 목표를 달성한 매트를 만들 수 있었지만 매트 회로 구조가 시청각 장애를 가진 분들이 사용하기에는 조금 어려울 수 있다는 점과 아이가 매트에서 이탈하여 부모님이 찾으러 왔을때는 아이가 심각한 부상을 입을 수 있고 매트에서 멀리 떨어져 아이를 찾기 힘들수도 있겠다는 의견이 나와 이를 고려하여 시각 장애인도 쉽게 사용이 가능한 구조로 변경 및 아이의 낙상 알림이 아닌 낙상 예방이 가능한 매트로 외형 변경 및 기능 변경이 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

1. <https://www.childcare.go.kr/cpin/contents/030201010000.jsp>
2. <https://ir.ymlib.yonsei.ac.kr/bitstream/22282913/136546/1/TA01579.pdf>

DLP 공정을 이용한 마이크로 렌즈 어레이의 배열 및 형상 제어에 관한 연구

Study on Arrangement and Shapes Control of Microlens Array

Using Digital Light Process

*송준호¹, 신승우², 김석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*J. H. Song¹, S. W. Shin², S. Kim^{1,2}, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)^{1,2}

¹창원대학교 기계공학부, ²창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words : MLA(Microlens array), Reflow, DLP(Digital Light Processing)

1. 서론

MLA(microlens array)는 마이크로 스케일의 렌즈들이 배열로 이루어져 각 렌즈가 독립적으로 동작하면서 전체적으로 하나의 광학 시스템을 형성하는 기술이다. 현재 차량 조명 장치, 디스플레이 등 다양한 분야에서 사용되며 광학 기술 분야에서 혁신적인 응용과 연구의 대상으로 주목받고 있다. MLA는 photoresist의 종류에 따라 형상 및 거동이 다양하며 spin coating 공정 조건은 제작된 마이크로 렌즈의 높이와 곡률을 결정하는 주요한 변수이다. 본 연구에서는 사용된 PR의 spin coating 속도 변수를 제어하는 MLA의 형상 및 거동 분석을 위한 기초 실험을 진행한 후 Digital Light Processing 공정을 이용하여 MLA의 배열 및 형상 제어에 관한 연구를 통해 형상이 자유로운 MLA를 제작 방법을 제안하고자 한다.

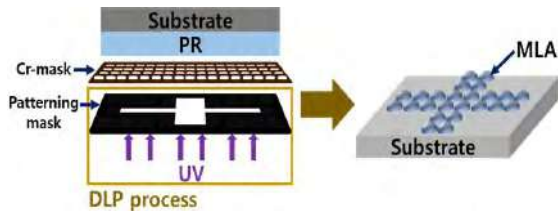


Fig. 1 Schematic of Freeform Micro Lens Array Fabrication Using DLP Process

2. 실험 방법

본 연구에서는 MLA를 제작하기 위해 spin coating을 이용하여 스핀 속도 1000, 2000, 3000, 4000RPM의 조건으로 유리 기판에 AZ_P4620Positive PR을 코팅 후 photolithography 공정과 reflow 공정을 통해 MLA를 제작하였다. reflow 공정은 hot plate를 통해 160°C에서 10분 열처리 후 마이크로 렌즈의 형상 및 거동을 각 스핀 속도 조건 당 3시편의 MLA를 제작하여 공초점 레이저 주사현미경을 통해 분석을 진행하였다.

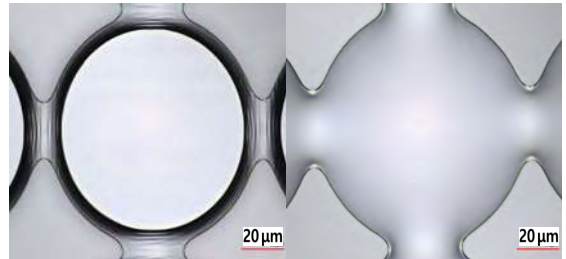


Fig. 2 CLSM image of Top-view Morphology Before(left) and After(right) Reflow

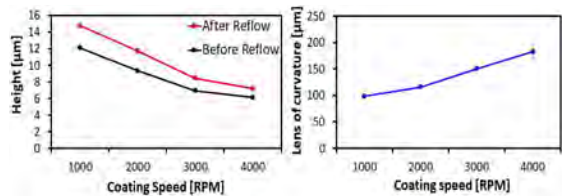


Fig. 3 Experiment results of height(left) and curvature(right) using various spin coating conditions

3. 실험 결과

4가지 spin coating 공정 변수에 대한 MLA 높이 및 곡률 분석을 수행하였고, 스핀 속도가 가장 높은 4000RPM일 때 최초의 PR 높이, 렌즈의 높이는 각각 $6.11 \pm 0.13 \mu\text{m}$ 와 7.18 ± 0.20 로 가장 낮았으며, 렌즈의 곡률 반경은 $182.19 \pm 13.04 \mu\text{m}$ 로 가장 컸다. 또한, 스핀 속도가 가장 낮은 1000RPM일 때 최초의 PR 높이, 렌즈의 높이는 각각 $12.11 \pm 0.08 \mu\text{m}$ 와 $14.75 \pm 0.11 \mu\text{m}$ 로 가장 높았으며, 렌즈의 곡률 반경은 $98.35 \pm 2.23 \mu\text{m}$ 로 가장 작은 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 MLA 제작 후 형상 및 거동 분석을 진행하여 스핀 코팅 속도와 렌즈의 높이가 비례하고 곡률 및 리플로우 전, 후 높이차가 반비례 관계를 확인하

였다. 이러한 분석 데이터를 통해 DLP 공정을 이용하여 설계된 패턴에 따라 형상이 자유로운 MLA 제작 방법을 제시하고, 이 방법을 통해 제작된 MLA를 다양한 형상의 차량 조명 장치에 적용시켜 차량 조명 장치의 디자인과 성능 개선에 기여할 것으로 기대된다.

후기

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT)(NRF-2023R1A2C3006499)

광경화 소재와 윤활제의 혼합 비율 별 Organogel 제작 및 Colloidal 용액의 응집 특성 분석

Fabrication of Organogels and Characterisation of Flocculation in Colloidal Solutions as a Function of the Mix Ratio of Light-cured Material and Lubricant

*윤성민¹, 김우영², 한건후¹, 김 석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*S. M. Yoon¹, W. Y. Kim², G. H. Han¹, S. Kim^{1,2}, Y. T. Cho^{1,2}

¹창원대학교 기계공학부, ²창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words : Organogel, Colloidal solution, Particle aggregation, Contact radius

1. 서론

오가노겔은 고분자 물질의 3차원 네트워크 구조 내로 유기 용매가 흡수되어 형성되는 겔의 한 형태이다. 본 연구에서는 오가노겔의 미끄러운 특성을 활용하여 High sensitive surface enhanced Raman scattering (SERS) sensing[1]에 접목하기 위한 기초 연구를 수행한다. 표면에 Colloidal solution을 Sessile drop 후 증발시키면 나노 입자들이 표면에서 응집되고, 응집된 영역을 SERS를 통해 타겟 물질을 쉽게 분석할 수 있는 것이 원리이다. 따라서, 본 연구에서는 오가노겔을 구성하는 소재의 비율을 다양하게 하여 Colloidal solution의 응집이 잘되는 최적의 조건을 분석한다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 발수 특성을 가지는 광 경화 소재와 윤활 소재를 각각 9:1~4:6 비율로 혼합한 후 경화시켜 오가노겔 시편을 제작한다. 이후 Colloidal Solution을 2μL씩 Sessile drop하여 Contact radius와 Contact angle을 각 시편 당 5회 측정한다.

3. 실험 결과

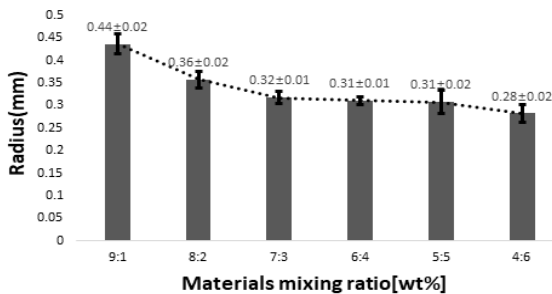


Fig. 1 Average of Contact Radius by ratio (UV curable material : lubricant)

Fig. 1은 비율별 Contact Radius 측정 결과다. 윤활 소재의 비율이 높아질수록 응집되는 특성이 더 강하게 나타났고, 4:6 비율에서 응집 면적이 0.28±0.02mm로 응집 특성이 가장 뚜렷하게 나타남을 확인하였다.



Fig. 2 Aggregate of organogel in 9:1 and 4:6 (UV curable material : lubricant) ratio. scale bar: 300μm

4. 결론

발수 특성을 가지는 광 경화 소재와 윤활 소재의 비율을 다르게 하여 오가노겔을 제작한 후 Contact Radius와 Contact Angle을 측정하였다. 9:1~4:6 비율에서의 측정 결과를 통해 윤활제의 비율이 커질수록 응집 면적이 작게 나타나고, 3:7~1:9 비율에서는 윤활 소재의 비율이 과다하여 광 경화 소재의 cross-linking이 제대로 이루어지지 않아 경화가 되지 않는 것을 확인하였다. 이를 통해 4:6 비율의 오가노겔 표면이 High sensitive SERS sensing에 적합한 것을 확인하였다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (RS-2023-00238462).

참고문헌

1. Yang, S., Dai, X., Stogin, B. B., & Wong, T. S. (2016). Ultrasensitive surface-enhanced Raman scattering detection in common fluids. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(2), 268-273.

미끄러운 표면을 가진 태양광 패널 제작에 관한 연구

Slippery Surface Solar Panel Manufacturing

*이종환¹, 이상훈², 김석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*J. H. Lee¹, S. H. Lee², S. Kim^{1,2}, #Y. T. Cho^{1,2}(ytcho@changwon.ac.kr)

¹창원대학교 기계공학부, ²창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words : Slippery solar panel, Sliding angle

1. 서론

최근 신재생 에너지에 대한 관심이 높아지고 있고 그 중에서도 태양광 에너지에 대한 사용비율이 10년 후 60%에 가까워질 것으로 전망된다. 이에 태양광 효율 증대를 위한 연구를 진행하였으며 미세먼지, 조류 분비물 등이 전력 발전량을 최대 50%까지 낮출 수 있는 것에 주목하였다. 이러한 문제를 해결하고자 미끄러운 표면을 통한 자가세정에 관한 연구가 진행되어왔다. 이에 본 연구에서는 자가세정이 가능한 미끄러운 표면을 태양광 패널에 구현하고 공정 진행 전후의 구름각을 비교하였다.

2. 실험 방법

선행 연구에서는 광경화성 소재와 윤활유의 혼합액을 이형 필름과 기판 사이에 도포 및 경화하는 방법으로 진행하였다. 이때 기존 연구는 PET필름을 기판으로 사용하였으며 이를 통해 Slippery surface film을 제작하였다. 하지만 본 연구에서는 기판을 태양광 패널을 사용한 Slippery solar panel을 제작하였다. 제작 방법은 먼저 빛을 잘 흡수하는 태양광 패널의 특성을 고려하여 LED 경화를 400초 동안 진행한다. 경화가 완료된 후 윤활유를 drop coating한다. 이후 UV 램프를 이용하여 태양광 패널에 미끄러운 표면이 구현된 Slippery solar panel을 제작하였다.

3. 실험 결과

Original solar panel, Slippery surface film, Slippery solar panel에서 액적이 움직이기 시작했을 때의 각도를 Sliding angle이라 하고 이를 측정하였다. 이에 대한 평균값 및 표준편차를 Table 1에 나타내었다. 공정 진행 전 태양광 패널에서 물이 평균적으로 50° 이상에서 미끄러졌지만 미끄러운 표면이 구현된 태양광 패널에서는 Table 1에서 나타난 결과와 같은 각도에서 미끄러지는 것을 확인할 수 있었다.

Table 1 Sliding angle average and standard deviation of types

Type	Average(°)
Original solar panel	55.2±7.9
Slippery surface Film	5.7±3.8
Slippery surface solar panel	4.0±2.8



Fig 1. Left) water movements at original solar panel Right) water movements at Slippery surface solar panel

4. 결론

실험 결과를 통해 기존의 Slippery surface Film과 본 연구를 통해 제작한 Slippery surface Solar panel이 유사한 Sliding angle을 보이는 것을 알 수 있었다. 이를 통해 태양광 표면에 미끄러운 표면을 구현할 수 있음을 확인했다. 따라서 별도의 이형 필름 등이 없이 Slippery surface를 제작할 수 있으며 이를 통해 물과 유사한 빗방울과 같은 이물질들을 별도의 관리 없이 조금의 경사만으로 제거할 수 있음을 알 수 있었다. 여기에 새똥 모사 물질을 이용한 Sliding angle 측정을 통해 다른 이물질들 또한 효과적인 제거가 가능한지 판단할 계획이다. 또한 실제 효율성 증가를 판단하기 위해 Original solar panel, Slippery surface film을 부착한 Solar panel, 본 연구에서 진행한 Slippery surface solar panel간의 시험평가를 진행하여 이론적인 전력량 대비 실제 발전 전력량 비율 등을 통해 효율 증감 여부를 판단할 것이다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2023R1A23006499).

물에 반응하는 광경화성 레진을 이용한 4D Printing Water-responsive Photocurable Resin using 4D Printing

*윤선헤¹, 박서림², 김석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*S. H. Yoon¹, S. R. Park², S. Kim^{1,2}, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)^{1,2}

¹창원대학교 기계공학부, ²창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words : 4D printing, DLP 3D printing, Water-responsive photocurable resin

1. 서론

4D 프린팅은 3D 프린팅에서 시간 차원이 추가된 기술이다. 3D로 출력된 형상이 외부 자극으로 시간에 따라 자가 변형 또는 자가 조립되는 기술로, 의료, 건설, 우주, 항공 분야에서의 응용할 수 있다. 4D 프린팅에 사용되는 소재는 일반적으로 전기, 자기장, 빛 등 외부 자극을 유도하기 위해서 외부 에너지가 필요하다. 그러나, 본 연구에서 사용하는 광경화성 레진은 물에 반응하여 추가적인 에너지 없이 자발적으로 움직이는 형상을 구현할 수 있다.

본 연구에서는 물에 반응하는 레진을 이용해 제작한 cantilever의 물을 흡수하기 전후 형상 변화를 통해 4D 프린팅을 위한 기초연구를 수행하였다.

2. 시편 제작 및 실험 방법

DLP 3D 프린터를 사용해 5mm*1.25mm인 Cantilever 형상을 한번 노광하여 시편을 제작하였다. 빛의 세기를 약 10.27mW/cm²로 고정하고, 노광시간을 3.5s부터 5s까지 0.5s씩 늘려가며 프린팅하였다.

출력된 시편은 IPA 세척 및 건조하여 곡률을 측정하고, 약 30분간 물에 담근 후에 다시 곡률을 측정하는 실험을 수행하였다.

3. 물 흡수 전과 후의 곡률 비교

물 흡수 여부와 UV Energy양에 따른 Cantilever의 곡률 반지름을 디지털 현미경으로 측정하였다.

물을 흡수하기 전과 후의 곡률 반지름을 Fig. 2와 같이 3점을 찍어 측정하였고, 이를 곡률로 변경하여 Fig. 3과 같이 그래프로 나타내어 비교하였다.

물을 흡수하기 전보다 흡수한 후의 곡률이 약 2.5-6배 증가하고, 조사되는 UV Energy가 커질수록 Cantilever 내부가 균일하게 경화되어 곡률은 감소한다.

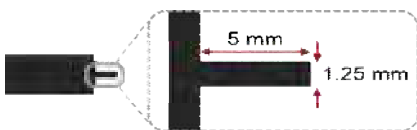


Fig. 1 Cantilever Modeling

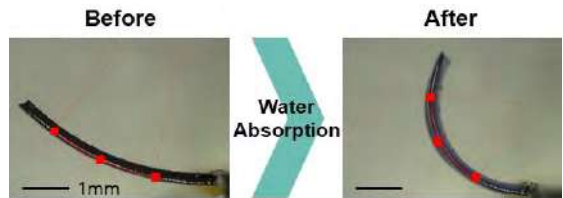


Fig. 2 Shape Change of Cantilever When Absorbing Water

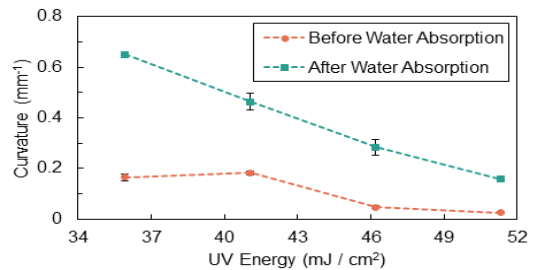


Fig. 3 Cantilever Curvature Graph

4. 결론

본 연구에서는 물에 반응하는 광경화성 레진으로 출력된 Cantilever의 수분 흡수 여부에 따른 곡률 변화를 측정하였다. 그 결과, 수분 흡수를 통해 cantilever의 곡률이 증가함을 알 수 있었고 이는 물에 의해 변화된 소재의 기계적 특성 때문이라 생각된다. 수분을 흡수함에 따라 굽어지는 특성을 통해 기계나 인간의 개입 없이도 스스로 변형하는 프로그래밍 된 형상 구현 가능성을 확인하였다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2023R1A23006499)

참고문헌

- Kim, D. H., "Shape-deformed mushroom-like reentrant structures for robust liquid-repellent surfaces." ACS Applied Materials & Interfaces 13.28 (2021): 33618-33626.

Recurdyn과 Simulink 기반의 디지털트윈 트랙터작업기 수평제어 응답특성 Analysis of responsibility of tractor implement with horizontal control based on the digital twin using Recurdyn and Matlab Simulink

*이현우¹, 이종원¹, 강한경¹, 김수민¹, 이영상¹, #이충호¹

*H. W. Lee¹, J. W. Lee¹, H. K. Kang¹, S. M. Kim¹, Y. S. Lee¹, #C. H. Lee(leech@jj.ac.kr)¹

¹전주대학교 산업공학과

Key words : Simulink, Recurdyn, Horizontal control, Digital twin, Tractor implement

1. 서론

국내에서는 산이 많고 지형이 복잡하여 농지 개발에 어려움을 겪는 지역이 많다. 이로 인해 평탄화 작업이 필요하고, 이는 추가적인 비용과 시간이 소요된다. 본 연구는 Matlab Simulink를 통해 트랙터 수평제어 알고리즘을 설계하고 Recurdyn을 통해 물체의 시스템의 동작과 응답특성을 분석하는 시뮬레이션을 통해 수평제어 디지털 트윈 시뮬레이션 기술을 연구하였다.

2. 연구 방법

Recurdyn과 Matlab Simulink의 Co-simulation을 통해 작업기를 제어하기에 앞서 다물체 동역학 소프트웨어인 Recurdyn을 통해 3점치기 모델링을 진행하였고 국제 표준규격 ISO 730-2:2014 CAT III 마력범위(80~225마력)에서 사용되는 규격을 참고하였다. 또한 Matlab Simulink로 설계한 알고리즘을 통해 실린더가 상·하강으로 움직일 수 있도록 Plantinput, Plantoutput 값을 지정하고 하부링크 구속조건을 통해 Fig 1과 같이 로터리를 연결하였다. Matlab을 이용하여 각 주요 부품들을 선분으로 정의하여 Fig. 1과 같이 3점치기 기구학적 해석을 수행하였다. ROL은 초기각도변위를 나타내는 값으로 정의하여 초장폭 로터리를 사용했을 경우 수평제어 가능한 각도 $\pm 11^\circ$ 를 기준으로 $11 * (\pi/180^\circ)$ 로 정의하였다. 또한 3점치기부의 수학적모델링을 통해 수평제어 알고리즘을 설계하고, 유압 실린더의 응답 특성방정식을 통해 유압실린더의 변위량을 예측하기 위해 센서가 움직인 거리만큼의 신호를 피드백 시키는 알고리즘을 설계하였다. Fig. 2와 같이 Subsystem을 생성 후, 입력 값 각도 $\pm 11^\circ$ 를 기준으로 Co-Simulation을 수행하였다.

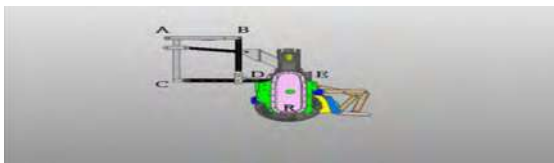


Fig. 1 3-point hitch 6m-long width rotavator



Fig. 2 The diagram of co-simulation circuit of the Recurdyn and Matlab Simulink

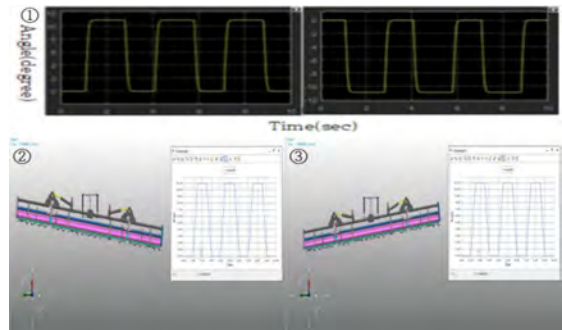


Fig. 3 Recurdyn and Matlab Simulink Co-simulation with 11° degrees rise and descent direction control

3. 결론

입력 각도를 $\pm 11^\circ$ 로 설정하여 Step 응답 시뮬레이션을 진행한 결과 Fig. 3 ①과 같이 작업기를 상·하강 제어 시킬 때 입력값에 따라 출력값이 도출되는 결과로 오버슈트 현상 없이 추종하는 제어 결과가 도출되었다. 또한 Fig. 3 ②,③은 Recurdyn 과 Matlab Simulink Co-simulation 결과로 작업기가 11° 상·하강 제어 되었을 때의 모습으로 ①과 같이 Matlab Simulink Angle graph와 동일한 각도로 결과값이 도출되어 Recurdyn과 Matlab Simulink의 연동을 통해 제어출력신호에 따른 기구운동 출력 결과값이 추종하였다. 또한 작업기를 11° 상·하강으로 제어 했을 때 실린더 변위는 $\pm 42.04\text{mm}$ 로 도출되었다.

후기

본 논문은 중소벤처기업부 2021년도 중소기업 구매조건부 신제품개발사업(S3171883) 연구 수행과 2023년도 전북TP 취업 연계형 특성화 과정 전문 인력양성사업의 지원으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

고경도강용 엔드밀의 절삭날 형상에 따른 가공 특성 분석

Analysis of Processing Characteristics According to Cutting Edge Shape of End Mill for High Hardness Steel

*한유주¹, 손휘준², 김석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*Y. J. Han¹, H. J. Son², S. Kim^{1,2}, Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)^{1,2}

¹창원대학교 기계공학부, ²창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words : Cutting process, Tool shape, AdvantEdge, High hardness steel

1. 서론

최근 자동차, 금형, 방위산업 등 다양한 분야에서 우수한 기계적 성질을 가지는 고경도 재료에 대한 수요가 증가하고 있다. 고경도강 기계 부품을 가공하기 위해 공구로 재료 표면을 소성변형시켜 원하는 형상으로 가공하는 절삭가공이 필수적이다. 하지만 이러한 재료는 높은 경도와 내구성으로 인해 절삭가공 시 공구의 마모가 빠르게 발생한다. 공구의 성능이 제품의 품질 및 생산성에 큰 영향을 미치기 때문에 공구 형상은 절삭성능을 높이기 위한 중요한 요소 중 하나이다. 따라서 본 연구에서는 열간금형공구강으로 사용되는 SKD61(52HRC) 고경도강의 효율적인 절삭가공을 위해 Flute corner 형상에 따른 가공특성을 유한요소해석과 실험으로 검증하였다.

2. 실험 방법

실험에 사용된 공구는 $\varnothing 12$ Corner Radius Endmill로 형상 변수에 따른 3개의 공구 type을 선정하였다. 절삭가공 전용해석 S/W AdvantEdge를 통해 유한요소해석을 수행하고, 동일한 가공환경의 절삭실험을 3회 반복 실험하여 결과를 비교하였다. Fig. 1은 절삭실험 환경을 나타낸다. 시뮬레이션과 실험 결과의 유사성을 통해 유한요소해석의 신뢰성을 확보하였다. Fig. 2는 공구형상 변수에 따른 시뮬레이션을 나타낸다.

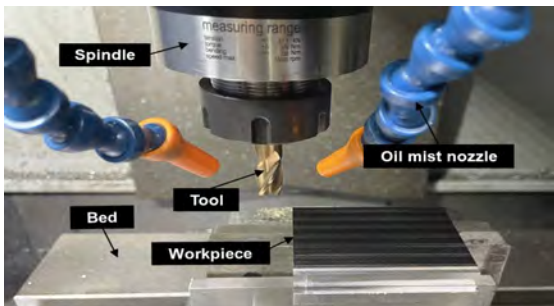


Fig. 1 Cutting experiment equipment

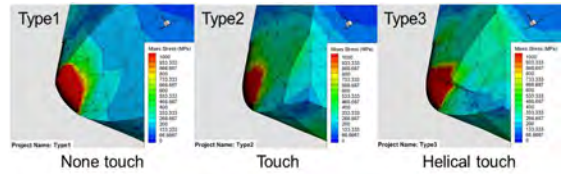


Fig. 2 Three tool shape of Corner radius endmill

3. 실험 결과 및 결론

본 연구에서는 Corner Radius Endmill의 형상 변수에 따른 3가지 공구에 대해 동일한 절삭조건으로 시뮬레이션과 절삭실험을 수행하였다. Fig. 3과 같이 두 데이터의 유사성을 확인하여 시뮬레이션 데이터의 신뢰성을 확보하였고, 이를 통해 시뮬레이션 데이터 기반으로 비교 분석하였다.

따라서 절삭가공 전용해석 S/W AdvantEdge를 사용하여 시뮬레이션하여 얻은 Torsion, Torque, Cutting force, Chip 흐름 등을 비교 분석하여 공구 응력을 최소화할 수 있는 최적의 공구 형상을 찾았다.

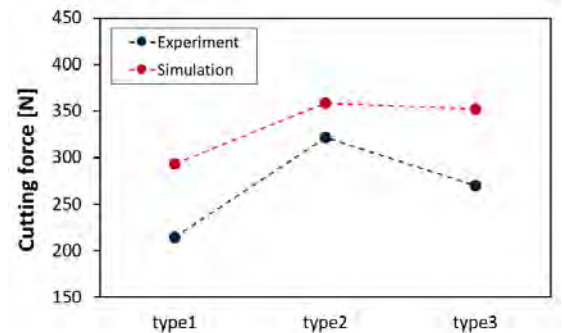


Fig. 3 Similarity between experimental data & simulation data

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019R1A5A8083201)

Recurdyn을 이용한 전기구동 7KW급 승용관리기 리프트 높이에 따른 주행성능 분석

Analysis of Driving Performance According to the Lift Height of 7KW Electric Riding Cultivator using Recurdyn

*이현우¹, 이종원¹, 강한경¹, 김수민¹, 이영상¹, #이충호¹

*H. W. Lee¹, J. W. Lee¹, H. K. Kang¹, S. M. Kim¹, Y. S. Lee¹, #C. H. Lee(leech@jj.ac.kr)¹

¹전주대학교 산업공학과

Key words : Recurdyn, Electric riding Cultivator, Torque, Caterpillar

1. 서론

현재 개발 중인 7KW급 전기구동 다목적 소형 승용관리기는 리프트 부분이 시저 메커니즘으로 설계되어 리프트 높이 변화에 따라 무게중심이 달라져 구동토크가 달라지므로 안정적으로 경사면에서 주행할 수 있는 작업높이 선정이 필요하다. 따라서 전기구동 승용관리기의 리프트 높이를 최저, 중간, 최고 3수준으로 나누어 요철노면을 주행 시뮬레이션을 통해 리프트 높이에 따른 전기구동 승용관리기 주행성능을 분석하는 연구를 수행하였다.

2. 연구 방법

Recurdyn을 활용하여 전기구동 승용관리기의 상부의 운전석, 약액탱크, 방제기, 상관, 리프트 등 해석에 필요한 단순화 모델링 후 연구를 수행하였다.

승용관리기 구동부는 무한궤도형으로 스프라켓 지름 322mm, 피동축 폴리의 지름 150mm, 궤도 벨트의 폭은 277mm, 궤도의 폭은 1870mm로 설정하였고 전동 승용관리기 총 중량은 981.74kg으로 설정하였다. 이후, 한국생산기술연구원(김제)의 테스트베드의 요철노면을 참고하여 무한궤도롤과 지면의 마찰계수는 0.7로 지정하고 모델링을 수행하였다. 전기구동 승용관리기가 0초부터 45초까지 7.5km/h의 속도로 주행하도록 Motion을 부여하였으며 궤도와 리프트 부분이 분리되지 않도록 고정구속 조건을 설정하였다. Fig. 1과 같이 전기구동 승용관리기 리프트 높이에 따라 최저(A-382.27mm), 중간(B-589.005mm), 최고(C-795.74mm) 3수준으로 나누어 비교하였다. 3수준 모두 동일한 요철노면과 동일한 7.5km/h 속도로 설정하여 주행하는 동적 시뮬레이션을 진행하였다.



Fig. 1 (A) Lowest height, (B) The middle of a height, (C) Highest height

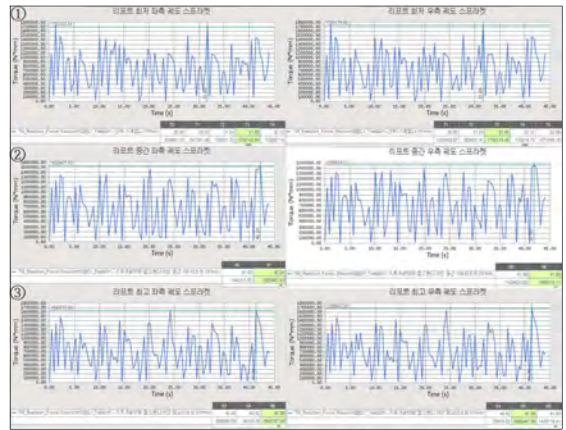


Fig. 2 ① Lowest height torque result, ② The middle of a height torque result, ③ Highest height torque result

3. 결론

시뮬레이션 결과, Fig 2와 같이 전기구동 승용관리기의 시저형 Fig 1의 세 수준의 리프트 높이에 따라 최대토크와 평균토크를 도출한 결과, Fig 2-①은 최저(A)에서 최대 토크는 1700N·m로 도출되었고 평균토크는 746N·m로 산출되었다. Fig 2-②는 중간(B)에서 최대토크는 1530N·m 평균토크는 691N·m로 산출되었다. 또한 Fig 2-③은 최대 (C)로 최대토크는 1685N·m, 평균토크는 705N·m로 산출되었다. 요철 노면을 주행할 경우 리프트 높이 중간 (B)로 주행 시 상대적으로 안정적이며 무게중심에 따른 모멘트 등의 영향으로 최소 토크가 필요한 것으로 결과가 도출되어 주행과 작업에 있어서 안정적이고 경제적인 위치로 사료된다.

후기

본 논문은 2022년도 농림축산식품부 친환경 동력원 적용 농기계 기술 개발사업(1222-0088) 연구수행과 2022년도 전북TP 취업 연계형 특성화과정 전문 인력양성사업의 지원으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

와이어 아크 적층제조 시 열변형 방지 및 후가공 정밀도 향상을 위한 냉각 시스템

Applying a Cooling System to a Metal Stack for Minimizing Thermal Deformation and Improving Precision

*배상현¹, 손휘준², 김 석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*S. H. Bae¹, H. J. Son², S. Kim^{1,2}, #Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)^{1,2}

¹창원대학교 기계공학부, ²창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words : WAAM cooling system, Post-process, Improved machining accuracy, Wire arc additive manufacturing

1. Introduction

와이어 아크 적층제조(WAAM : Wire arc additive manufacturing) 기술을 활용하여 금속 부품 제조 공정의 생산성을 향상시키기 위한 노력을 하고 있다. WAAM은 금속 와이어를 아크 열원을 통해 용융하여 적층하는 공정으로 와이어를 적층 시 고열로 인한 플레이트의 열변형이 발생하는 구조적인 결함이 있다. 특히, 적층과정에서 하단 열 배출이 감소하면 적층이 원활하게 진행되지 않고, 여러 비드가 겹치게 되면 열 방출 능력이 급격히 저하된다. 증착할 때에 용락되는 현상이 발생하여 정상적인 증착이 되지 않는 현상을 개선하기 위해, 수냉식 쿨링시스템을 적용하여 적층 플레이트의 변형을 최소화하도록 제안한다.

본 연구는 적층 과정에서 발생하는 열변형을 열전도율이 높은 구리 소재에 냉각수가 흐를 수 있는 수로를 형성하여 냉각성을 향상시킨다. 냉각시스템이 후가공 단계에서 발생하는 적층된 공작물의 편심을 제어하고 CAM(Computer aided manufacturing)을 통해 설계한 가공경로와 원점의 오차를 줄여 제품의 불량률을 최소화 하고 정밀도를 향상시키는 것이다.

2. Fabrication

금속 적층 플레이트와 맞닿는 부위를 열전도율이 높은 구리에 얇은 형태의 수로를 가공하여 냉각수를 순환시켜 냉각하는 형태를 사용하였다. 또한 gasket 부분도 구리를 사용하여 열전도율을 향상시켰다. 실링을 활용하여 냉각수가 잘 흐를 수 있도록 하였다. 제품의 적층할 때의 흔들림을 최소화하는 구조로 되어있으며 Ø160 mm 크기의 제품의 적층이 가능하다. 6개의 볼트와 클램프를 적용하여 휨 현상을 잡아주는 구조로 되어있고 추가적인 두 개의 고정편을 Gasket과 사용하여 흔들림을 최소화하는 형태로 제작하였다.

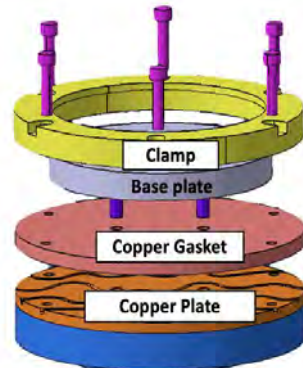


Fig. 1 WAAM Cooling system

3. Conclusion

본 연구는 WAAM의 금속 적층할 때 열에 의해 발생하는 구조적인 결함인 열변형(Thermal Strain)과 용락 현상을 억제하기 위해서 냉각시스템을 제안하였다. 또한 기존의 여러 비드가 겹치면 급격한 성능저하가 발생하는데 이를 개선하였다. 공랭 방식(air cooling)의 대비 적층 플레이트의 변형을 최소화한다. 후가공 공정에서 흔들림을 억제하고 공작물의 원점을 빠르게 보정을 할 수 있도록 하여 생산속도를 향상시킨다. 열변형을 억제하여 과절삭 미절삭을 최소화한다.

후기

이 성과(논문)는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이며(NRF-2023R1A23006499), 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(P0023729, 중견기업-지역 혁신 얼라이언스 지원사업)

대면적 Maskless Digital Lithography를 위한 중첩 모아레 패턴의 푸리에 스펙트럼 분석을 통한 다중 헤드 정렬 프로세스

Multi-head alignment process by Fourier-spectral analysis of superposed moire patterns for large-area maskless digital lithography

*윤서나¹, 김범진², 서보욱², 김우영², 이상훈², 김석^{1,2}, #조영태^{1,2}

*S. N. Yoon¹, B. J. Kim², B. W. Seo², W. Y. Kim², S. H. Lee², S. Kim^{1,2},

#Y. T. Cho(ytcho@changwon.ac.kr)^{1,2}

¹창원대학교 기계공학부 스마트제조융합전공, ²창원대학교 스마트제조융합협동과정

Key words :Digital Lithography, DMD, Fourier Transform, Alignment process

1. 서론

마이크로/나노 소자의 제작을 위한 포토마스크 기판의 광학 리소그래피 기술은 대량생산에는 유리하지만, 매번 포토마스크를 제작해야 한다는 비용적 측면 문제가 있다. 다양한 종류의 임의 패턴을 대량으로 생산하기 위하여 DMD(Digital Micromirror Device)를 이용한 디지털 리소그래피 기술에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히 대면적으로 미세패턴을 제작할 때 마스크가 필요 없는 디지털 노광기를 병렬로 배치하여 멀티헤드를 구성한다면 저비용, 고효율 디지털 리소그래피 기술을 구현할 수 있을 것으로 예상된다. 하지만 이러한 연구에서는 여러 개의 투영 이미지를 어떻게 오차 없이 정렬할 수 있는지가 관건이다. 따라서 디지털 노광기의 투영이미지의 투영 이미지의 회전각도 오차를 제어하여 패턴을 정밀하게 정렬할 수 있는 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.

2. 연구 목적

본 연구에서는 3차원 회전의 투영 이미지를 통해 각도가 틀어진 정도를 추출하는 알고리즘을 연구한다. 이는 3차원 회전의 투영 이미지 데이터를 FFT(fast Fourier transform)를 통해 변환시키고 특징점을 학습시켜 머신러닝을 통해 분석을 수행하는 방법이다.

3. 실험 방법

본 연구에서는 Unity를 이용해 Square 패턴 평면을 모델링하고 gimbal lock 현상을 방지하기 위한 Quaternion rotation을 활용한다. 패턴 평면을 X, Y, Z축을 기준으로 0.5°씩 회전시키고, 이를 통해 추출한 이미지를 데이터 전처리한다. 이때 궁극적인 연구의 목적은 여러 패턴 평면 이미지의 겹쳐진 형상을 분석하여 회전 오차를 조정하는 것이므로 선행연구에서 중

첩된 이미지 분석에 사용된 FFT처리를 MATLAB을 통해 실행시킨다^[1]. FFT로 변환시킨 이미지를 특징점 검출을 통해 학습한 알고리즘이 테스트 평면 사진의 tilting 정도를 도출해낸다.

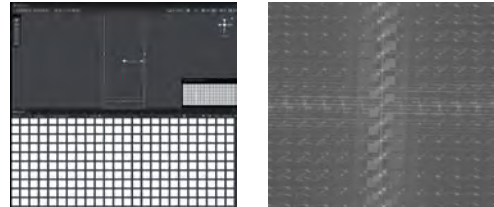


Fig. 1 Unity modeling and FFT image

4. 결론

본 연구에서는 한 패턴 평면을 회전시키고 이에 대한 각도를 분석하여 예측하는 알고리즘에 대한 연구를 수행했다. 하지만 여러 개의 투영 이미지를 오차 없이 정렬시키기 위해서는 최소한 두 개 이상의 평면 패턴을 이용하여 오차 각도를 분석하는 알고리즘에 대한 연구가 필요할 것으로 예상된다. 그렇다면 DMD를 이용한 디지털 리소그래피에서 대량생산이 가능해진다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(NRF-2023R1A23006499)

참고문헌

1. Kim, Woo Young, et al. "Quasi-seamless stitching for large-area micropatterned surfaces enabled by Fourier spectral analysis of moiré patterns." Nature Communications 14.1 (2023): 2202.

경량 전동 휠체어 설계 방안에 관한 연구

A Study on the Design Method of Lightweight Electric Wheelchair

*김미경¹, 하시은¹, #정호연¹

*M. G. Kim¹, #S. E. Ha¹, Ho Yeon Chung(hychung@jj.ac.kr)

¹전주대학교 산업공학과

Key words : Wheelchair, Lightweight, Electric Wheelchair

1. 서론

장애인이거나 노인 등 이동에 불편을 겪는 사람들에게 전동 휠체어는 필수적인 도구이다. 그러나 전동 휠체어는 무게가 무겁고 부피가 커서 차량 이동 시 차량 트렁크에 넣고 이동하기 부담스럽고 힘든 문제점이 있다. 이에 따라 전동 휠체어의 경량화와 부피 감소에 대한 요구가 높아지고 있다.

본 연구에서는 전동 휠체어의 경량화와 부피 감소를 위해 바퀴를 탈부착하고 손잡이 부분을 폴더링 가능하도록 설계하는 방안을 모색하고자 한다. 이를 통해 전동 휠체어 사용자들의 차량 이동 편의성을 높이고, 일상생활에서의 활용도를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 다음과 같은 내용을 다루게 된다.

(1) 전동 휠체어의 구조와 기능

전동 휠체어는 모터와 배터리, 바퀴 등으로 구성되어 있다. 모터는 전동 휠체어를 움직이는 동력을 제공하며, 배터리는 모터에 전력을 공급한다. 바퀴는 전동 휠체어의 이동을 담당하며, 크기와 모양에 따라 주행 성능이 달라진다. 전동 휠체어의 구조와 기능을 이해하면, 이를 바탕으로 경량화와 부피 감소를 위한 설계를 할 수 있다.

(2) 전동 휠체어의 경량화와 부피 감소 기술

전동 휠체어의 경량화와 부피 감소를 위한 기술에는 다음과 같은 것들이 있다.

·소재 기술: 경량 소재를 사용하여 전동 휠체어의 무게를 줄인다. 대표적인 경량 소재로는 마그네슘, 알루미늄, 카본 등이 있다.

·구조 설계 기술: 전동 휠체어의 구조를 효율적으로 설계하여 부피를 줄인다. 예를 들어, 프레임의 형태를 변경하거나, 부품의 배치를 조정하여 부피를 줄일 수 있다.

(3) 바퀴 탈부착 기술

바퀴를 탈부착할 수 있도록 설계하면, 전동 휠체어의 부피를 줄일 수 있다. 바퀴를 분리하여 차량에 싣거나, 보관할 때 공간을 절약할 수 있다.

(4) 손잡이 폴더링 기술

손잡이를 폴더링할 수 있도록 설계하면, 전동 휠체어의 부피를 줄일 수 있다. 손잡이를 접으면, 좁은 공간에서도 쉽게 보관할 수 있다.



Fig. 1 Foldable wheelchair prototype

3. 결론 및 고찰

본 연구에서는 전동 휠체어의 경량화와 부피 감소를 위해 바퀴를 탈부착하고 손잡이 부분을 폴더링 가능하도록 설계하는 방안을 모색하였다. 이를 위해 전동 휠체어의 구조와 기능을 이해하고, 다양한 기술을 검토하였다. 바퀴를 탈부착할 수 있도록 설계하면, 전동 휠체어의 부피를 줄일 수 있으며, 손잡이를 폴더링할 수 있도록 설계하면, 좁은 공간에서도 쉽게 보관할 수 있다.

이러한 설계 방안을 실제 전동 휠체어에 적용하면, 사용자들의 이동 편의성을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서 제안한 경량 전동 휠체어 개선방안은 시제품 개발에 활용될 예정이다.

후기

본 논문은 2023년 전북 TP 취업연계형 특성화과정 전문 인력양성사업의 지원으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

저온프린팅을 이용한 구조제에 대한 연구

A Study on Scaffold Fabricated by Low Temperature 3D printing

*이유진¹, #김정화^{1,2}, 정영훈¹

*Y. J. Lee¹, #J. H. Kim², Y. H. Jeong(yhjeong@knu.ac.kr)¹

¹경북대학교 기계공학부, ²경북대학교 기계연구소

Key words : 3D Printing, Polymer, Scaffold

1. 서론

3D 프린터가 산업 현장에 도입되며 기술적으로 큰 발전을 야기해왔다. 그중 스캐폴드(scaffold)는 3D 구조체로 생체 조직 재생의 기반을 담당하는 구조물이다. 세포 성장, 조직 재생 등을 위해 이용되는데 조직이나 세포가 형성될 때까지 형상을 유지한다. 또한 신체 내에서 대부분 흡수되거나 분해된다는 특징을 가진 고분자를 사용한다. 스캐폴드 제작에 사용되기 위해서는 생분해성 혹은 생체 적합성의 특징을 가져야한다. 특히 PLGA(Poly(D, L-lactide-co-glycolide))는 약물 전달 구조체에 주로 사용되는 고분자로서 생체적합이 뛰어나다. 따라서 본 연구에서는 이러한 성질을 지닌 PLGA를 활용해 스캐폴드를 3D 프린터를 이용해 제작하고자 한다.

2. 3D 프린팅 및 구조체 제작

본 연구는 스테핑 모터와 리니어 액츄에이터를 이용한 1축 선형 작동장치를 제작하여 Z축에 부착하였다. 1축 선형 작동장치에 헤드 모듈을 부착하여 고분자 용액이 일정하게 토출할 수 있도록 하였다. 또한 모터의 이동 속도에 따라 실린지의 유량을 제어할 수 있도록 하였다. 실린지를 일정한 온도로 가열하기 위해 히팅 패드를 실린지에 결합하였다. 고온 가열 시 열에 의한 히팅 패드와 실린지 연결 부분의 파손과 변형을 막기 위하여 내열성이 좋은 폴리카보네이트(Polycarbonate) 소재를 사용하여 실린지와 히팅 패드 사이의 열을 차단할 수 있도록 설계하여 제작하였다. 실린지 내부의 고분자는 약물 주입이 가능하여 약물을 포함한 구조체 제작이 가능하며 생분해성 및 생체 적합성이 높은 소재인 PLGA 를 사용하였다. PLGA와 용매는 실린지 내부에 주입되어 일정한 유량으로 토출되어 구조체를 제작할 수 있도록 하였다.

고분자를 미세 입자(Particle) 형태로 분쇄하여 균일한 필라멘트로 토출할 수 있도록 제작하였다.

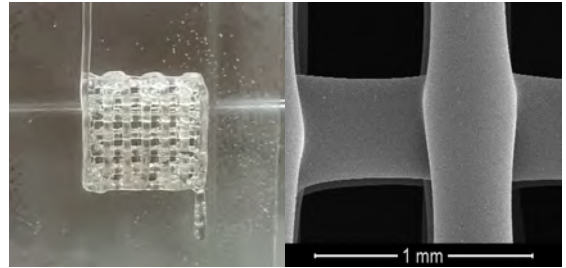


Fig. 1 Image of printed structure

제작된 구조체의 평균 직경은 0.540mm 으로 일정하게 필라멘트가 제작됨을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 PLGA 고분자 구조체 제작을 위하여 저온 3D 프린터를 구성하였으며, 이를 이용하여 구조체를 제작하였다. 향후 조직공학에 적용 가능성을 평가할 예정이다.

후기

이 논문은 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. RS-2023-00241495)

참고문헌

1. Guo,S.Z., Heauxey.M.C., and Therriault D. "Pro-erties of polylactide inks for solvent-cast printing of three-dimensional freeform microstructures," Lang-muir 2014, 30, 1142-1150.
2. Xu, C., Bouchemit, A., L'Espérance, G., Lebel, L.L., and Therriault, D. "Solvent-cast based metal 3D print-ing and secondary metallic infiltration." Journal of Materials Chemistry C 2017, 5, 10448-10455.

발사체 보관용 컨테이너의 랜덤진동해석

Random Vibration Analysis of a Mobile Container for Projectile Storage

*정윤아¹, 정선우², #허장욱²

*Y. A. Jeong¹, S. W. Jeong², #J. W. H(hhjw88@kumoh.ac.kr)²

¹금오공과대학교 기계공학과, ²금오공과대학교 기계공학과(항공기계전자융합공학전공)

Key words : Mobile container, Random Vibration Analysis, Safety evaluation

1. 서론

군에서 운용되는 발사체는 작전환경에 따라 신속하고 안전한 운송이 필수적이며, 컨테이너는 발사체의 안전한 보관과 빠른 운송을 지원해야 한다. 그러나 이러한 컨테이너가 군수용 트럭에 적재되어 이동하는 상황에서 운용환경에 따라 다양한 진동이 발생할 가능성이 있으며, 이로 인해 발사체의 안전성이 저하될 수 있다.

본 연구에서는 군수품을 효과적으로 운반하고 보급할 수 있는 컨테이너의 구조적 안전성을 확인하기 위해 미 군사규격 MIL-STD-810H에 제시된 복합 차륜 차량의 진동 노출에 대한 데이터를 활용해 운송환경에서 컨테이너의 구조적 안전성을 평가하였다.

2. 해석 과정

컨테이너의 형상은 Fig. 1과 같으며 원활한 해석을 위해 단순화를 진행하였다. 모달 해석을 미 군사규격에 따라 500Hz까지 수행하였으며 972개의 모드를 추출하였다.

차량에 컨테이너가 적재되는 방향을 고려하여 X축, Y축 및 Z축에 대한 복합 차륜 차량의 ASD 데이터를 입력값으로 활용하여 랜덤진동해석을 수행하였다. 차량의 진행방향과 컨테이너의 X축 방향이 동일하게 적재된 경우를 Case 1, Z축 방향이 적재된 경우를 Case 2로 정의한다. 두 경우 모두 각 축에서 최대 등가응력은 Fig. 2와 같이 하부 지지프레임과 탄성 마운트 프레임에서 발생하였으며 동일한 알루미늄 합금 재료를 사용하는 부품에서 발생하였다. Case 1과 Case 2 모두 최대 등가응력이 Z축의 탄성 마운트 프레임에서 발생함을 확인할 수 있으며, 해당 부품의 안전여유를 계산하였을 때, 최소 요구치 0을 초과하여 차량 운송환경에서 컨테이너는 구조적 안전성을 확보함을 확인할 수 있다.

3. 결과 및 고찰

미 군사규격 MIL-STD-810H Method 514.8을 바탕으로 발사체 보관용 컨테이너의 운송시 구조적 안전성을 평가하였다. 규격에 따른 랜덤진동이 가해졌을 때, 최대 등가응력은 두 경우 모두 탄성 마운트 브라켓에 발생하였으며 Case 2가 Case 1에 비해 비교적 높은 안전여유를 보이고 있어 컨테이너의 Z축 방향과 차량 진행방향이 일치하게 적재하는 것이 유리하다고 판단된다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2023-2020-0-01612).

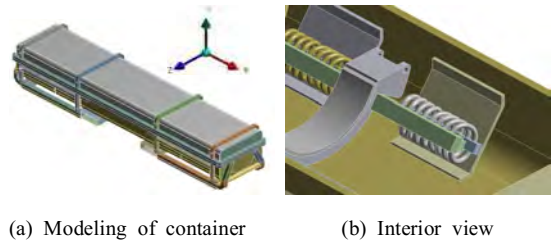


Fig. 1 Mobile Container for Projectile storage structure

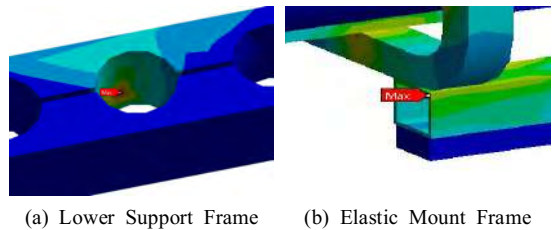


Fig. 2 Part with Maximum Equivalent Stress

YOLO을 이용한 배관 누출 징조 검출 모델 Model for Detecting Pipe Leakage Signs using YOLO

*윤정환¹, 이선우², #허장욱¹

*J. H. Yoon¹, S. W. Lee², #J. W. Hur(hhjw88@kumoh.ac.kr)²
¹금오공과대학교 전자공학부, ²금오공과대학교 기계시스템공학과

Key words : YOLO, Deep learning, Object detection, piping

1. 서론

배관은 화학 공정, 석유화학 산업, 에너지 생산 및 많은 다른 분야에서 필수적인 장비로서, 물질의 안정적인 운반 역할을 수행한다. 이러한 배관이 누출되면 환경 오염, 인명 피해, 경제적 손실 등 다양한 문제가 발생할 수 있다.

본 연구에서는 배관의 표면의 변위를 구할 수 있는 레이저 변위 센서를 활용해 배관의 누출 부위의 특징과 조도 데이터를 분석하고 이미지를 추출하여 높은 실시간성과 높은 정확도로 객체를 인식하는 YOLOv8로 배관의 누출 징조 상태를 탐지하여 배관의 누출로 인한 피해를 사전에 방지하는 방안을 제시하였다.

2. 실험 및 평가

측정대상은 산업에서 주로 사용하는 강관을 이용하였고, 측정 장비는 4개의 흑백카메라와 Riftek사의 RF627인 레이저 변위 센서로 Fig. 1와 같이 제작하였다. 데이터는 강관을 회전시켜 전체 표면 이미지와 표면의 변위데이터를 수집하였다.

학습에 사용한 이미지는 정상상태 표면에 누출이 발생한 배관과 부식상태 표면에 누출이 발생한 배관으로 이미지 수는 각각 1641장을 확보하였다. 레이저 변위센서를 통해 획득한 배관의 3차원 데이터를 Fig. 2(a)를 통해 확인할 수 있으며 배관의 전체 표면 중에서 누출이 발생한 표면은 큰 변위 차를 갖는 특징을 확보하였다. 배관의 두께가 2.65mm임으로 누출 징조를 감안하였을 때 1.5mm 이상을 식별하였고, 해당 영역의 x_{max} , x_{min} , y_{max} , y_{min} 을 구하여 표시한 영역을 Fig. 2(b)에 나타내었다. 카메라는 실시간으로 촬영하면서 1달 내에 발생한 누출에 의한 균열의 조도값의 오차범위 $\pm 0.5\%$ 값과 발생한 지 6개월 이상된 누출에 의한 균열의 조도값 오차범위 $\pm 0.5\%$ 값을 기준으로 정하여 이미지를 선별하였고, 위와 동일한 방식을 통해 영역을 만들어 두 영역에 대해서 IoU가 0.7 이상인 이미지를 Fig. 2(c)와 같이 선별하였다.



Fig. 1 Object photographing equipment

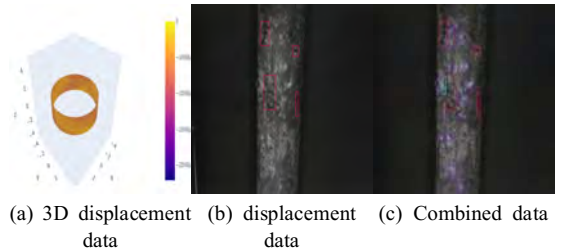


Fig. 2 Image Analysis Process

데이터셋은 학습, 검증 및 평가에 이용하기 위해 Train : Validation : Test = 7 : 2 : 1 로 분할하고 최대 100 epoch으로 학습하였으며, 학습동안 손실값 변화가 없으면 학습을 종료하는 Early Stopping를 적용했다. Test 데이터에 대한 Accuracy 결과는 정상 표면의 누출 징조를 판단하는 경우 95.1%, 부식 표면의 누출 징조를 판단하는 경우 90.5%의 결과를 도출하여 두 데이터셋에 대해서 높은 정확도를 확인하였다.

3. 결론

이미지 데이터량을 늘리고 현재 데이터 수집 용도로 사용하는 레이저 변위센서에 다양한 조건을 추가하여 누출 징조를 판별할 때 이미지 데이터와 함께 적용하여 검출 정확도를 높일 예정이다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2023-2020-0-01612).

GDL을 고려한 연료전지 가스켓의 유한요소 해석

Finite Element Analysis of Fuel Cell Gaskets Considering GDL

*박수연¹, #이준혁², 이선우², 정윤아¹, 허장욱²

*S. Y. Park¹, J. H. Lee², S. W. Lee², Y. A. Jung¹, #J. W. Hur(hhjw88@kumoh.ac.kr)²

¹금오공과대학교 기계공학과, ²금오공과대학교 기계공학과(항공기계전자융합공학전공)

Key words : Fuel Cell Gasket(연료전지 가스켓), GDL(가스확산층), Finite Element Analysis(유한요소해석), Strain Energy Function(변형률 에너지 함수)

1. 서론

수소 연료전지는 셀이라 불리는 부품들이 적층된 스택으로 이루어진다. 이때, 가스켓은 스택의 성능과 안정성 확보를 위해 MEA와 분리판 사이를 밀봉해 작동 가스나 유체가 서로 섞이거나 유출되는 것을 막아주는 역할을 한다. 또 다른 부품인 GDL은 반응 기체를 MEA로 전달하면서 면적 당 이동하는 수소와 산소의 이동성과 반응력을 높이고 산소 합성 시 생성된 수분을 분리판으로 배출하는 기능을 한다.

두 부품 모두 압축 시 연료전지의 안정성 및 성능에 큰 영향을 주는 만큼 가스켓과 GDL의 설계 및 해석은 높은 중요도를 가진다. 따라서, 본 연구에서는 가스켓과 GDL로 구성된 모델의 적층형상을 만든 후 구조해석을 통해 압축 형상을 도출하였다.

2. 유한요소 해석

본 연구에서는 GDL과 가스켓이 3층으로 적층된 단일 셀 모델을 Hypermesh를 이용해 요소 분할 후 MARC 프로그램으로 유한요소 해석을 진행해 면압과 하중 특성에 대한 결과값을 도출하였다. 해석은 기존 EPDM과 LSR의 물성치와 노화 실험을 진행한 물성치를 적용하였다. 노화 실험은 3600시간 동안 110°C에서 3.5pH 환경에서 진행하였고, 실험을 통해 얻은 결과값을 변형률 함수 중 가장 일반적인 함수인 Mooney-Rivlin 함수를 통해 재료상수를 선정하였다.

3. 결과 및 고찰

EPDM과 LSR의 노화 시험을 거친 물성치의 피치에 따른 하중 값을 비교한 그래프를 Fig 1에 나타내었으며, 노화되었을 때 LSR이 EPDM보다 더 큰 값의 하중을 가져 높은 조립력을 가지는 것을 확인하였다. 또한, 기존 물성치와 노화 물성치의 면압력 비교를 진행하였으며, Fig. 2와 같이 기존 물성치와 노화 물성치의 위치에 따른 면압력을 나타내었다. EPDM과 LSR의

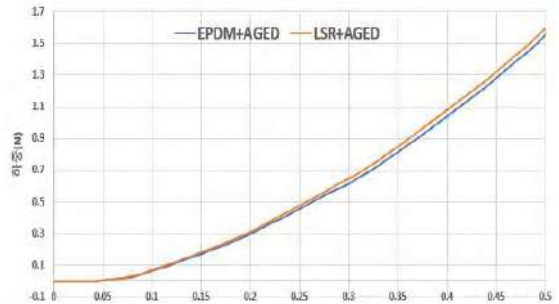


Fig. 1 Comparison of Aged EPDM & LSR Load Characteristics graph

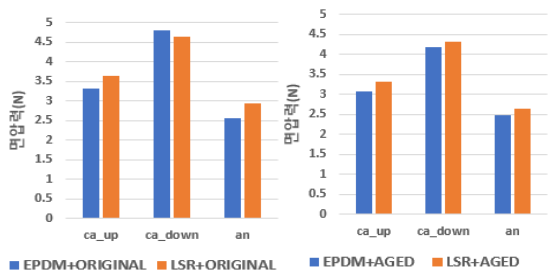


Fig. 2 Comparison of surface pressure of EPDM & LSR

기존 재질별 면압력은 위치에 따라 값이 높은 재질이 다르나, 노화 물성치의 경우 모든 위치에서 노화에 더 강한 특성을 가진 LSR이 EPDM보다 높은 면압력을 가짐을 확인하였다. 따라서, 고온·고압의 환경에서 여러 화학적 반응이 일어나는 연료전지에서는 LSR이 EPDM보다 적합함을 도출하였다.

추후 OGDEN, YEOH 함수를 이용한 결과값 분석과 GDL의 유무에 따른 셀의 특성에 관한 연구를 진행할 예정이다.

후기

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술기획령 기원(KEIT)연구비 지원에 의한 연구임 ('202002450004').

미세 다공성 구조물 형성을 통한 STS304 니들의 토출 속도 유지력 향상

Improvement of Dispensing Velocity Retention of STS304 Needle through the Formation of Micro Porous Structure

*권용택¹, 전상현¹

*Y. T. Kwon¹, S. H. Jeon¹

¹경상국립대학교 기계공학부

Key words : Micro porous structure, Etching, Dispensing, Velocity

1. 서론

마이크로 장치 간의 연결 및 조립 또는 약물의 정량 투여와 같은 기술에서 디스펜싱의 정밀도에 대한 중요도가 더욱 확대되고 있다. 하지만 디스펜서는 사용하면서 표면이 토출액에 의해 젖음 현상이 발생해 시간이 지날수록 토출 정밀도가 감소한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 본 연구에서는 왕수를 이용한 에칭 공정으로 STS304 니들 표면에 미세 다공성 구조물을 형성하여 젖음성을 변화시킴으로써^[1], 반복 토출 시 디스펜싱 토출 상태 유지력을 시험하였다.

2. 구조물 형성

STS304 니들(21G) 표면의 불순물 제거를 위해 전처리 작업을 진행했다. 폴리싱 후 초음파 세척기로 불순물을 제거하고 Furnace를 이용하여 잔여액을 증발시켰다. 그 후 왕수를 사용해 전압(3.2V), 온도(10°C)의 조건으로 3분간 에칭을 진행하여 니들 표면에 Fig. 1과 같은 미세 다공성 구조물을 형성하였다.

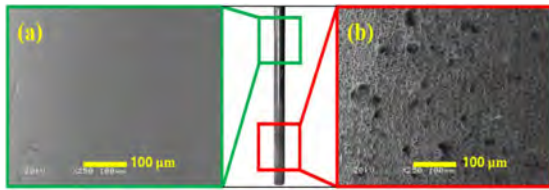


Fig. 1 Needle surface (a) not etched part (b) etched part

3. 토출 시험

니들 표면에 형성된 미세 다공성 구조물로 인한 액적 토출 속도 유지력을 시험했다. 에칭된 니들과 별도의 처리가 되지 않은 상용 니들에서 저점도의 메탄올 (<99.9%)과 상대적으로 고점도인 메탄올(10%)을 실린지 펌프를 이용하여 0.9 ml/min의 유량으로 토출하였다. 초고속 카메라(Fastcam Mini)로 토출 액적을 촬영한 후

이미지를 Matlab을 이용하여 떨어지는 액적의 평균 속도 값을 분석했다. 그 결과 메탄올 99.9%의 표준편차는 상용 니들 : 0.01351, 에칭 니들 : 0.00206이며, 메탄올 10%의 표준편차는 상용 니들 : 0.00415, 에칭 니들 : 0.00500으로 측정되었다. 즉, 니들 표면의 젖음성 변화를 위해 생성된 미세 다공성 구조물은 저점도의 액체를 토출할 때 일정한 속도로 토출할 수 있도록 한다는 것을 알 수 있다.

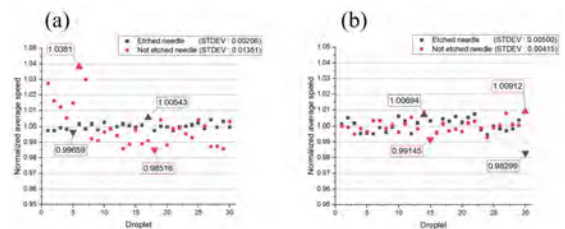


Fig. 2 Average velocity per droplet (a) Methanol (b) Glycerin

4. 결론

에칭을 통해 니들 표면에 생성된 다공성 구조물이 메탄올과 같은 저점도 유체를 토출하는 경우 토출 속도 유지력을 향상할 수 있음을 확인할 수 있었다. 추후 저점도 뿐만 아닌 더 넓은 범위의 액체에서까지 비슷한 효과를 낼 수 있도록 연구를 진행할 것이다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 경상국립대학교 3단계 산학협력력 선도 대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

참고문헌

1. A. B. D. Cassie, S. Baxter, "Wettability of porous surfaces", Trans Faraday Soc, Vol. 40, pp. 546-551, 1944.

ASTM D5470 열전도도 측정장치 구축

Construction of ASTM D5470 Thermal Conductivity Measurement

*배강현¹, 박준수¹, 허동영¹, 한승훈¹

*G. H. Bae¹, J. S. Park¹, D. Y. Heo¹, S. H. Han¹

¹경상국립대학교 기계공학부

Key words : Thermal Conductivity Measurement ASTM-D5470, Decompressed atmosphere, Matlab

1. 서론

열전도도 측정방식에는 Laser flash, TPS, ASTM D5470 등의 방식들이 존재한다.

Laser flash 측정법의 경우에는 넓은 범위에서의 열전도도(0.1~2000W/m·K)를 측정할 수 있지만, 그래핀 에어로젤과 같이 매우 낮은 열전도도(0.1W/m·K 이하)를 가진 시편의 경우에는 측정에 제한이 있다. TPS 측정법의 경우에는 등방성, 이방성 샘플 등의 열전도도를 측정 가능하다는 장점이 있으나, 시편의 밀도나 접촉 열저항과 같은 변수들의 정확도가 열전도도 측정값 오차에 영향을 준다. 따라서 다공성 물질이면서 매우 낮은 열전도도를 지닌 에어로젤 계열의 열전도도 측정에는 ASTM D5470 측정법 사용이 편리하다.

본 연구에서는 ASTM D5470 측정법을 이용한 열전도도 측정 장비를 구축하였으며, 열전도도 측정값의 정확도를 높이고자 하였고 측정값과 Reference 값의 대조를 통하여, 정확도를 수치상으로 분석하였다.

2. 장치 구축 및 검증

본 장치는 두께 조절이 가능하도록 인장 압축시험기(JSV-H1000)의 케이지 부분과 하단 Steel Plate에 지름 30mm의 황동 바를 각각 설치하였다. 상단의 황동 바에는 카트리지 히터와 PID Controller(TC-200P) 연결하고, 하단 바에는 항온 순환 수조(C-WBC2)를 연결하여 온도를 조절할 수 있도록 제작하였다. 황동 바에 15mm 간격의 4개 지점에 15mm 깊이의 구멍을 만들고 T type 열전대를 연결하여 온도 정보를 획득하였다.

아크릴 진공 챔버를 제작하여 감압 된 환경(-60kPa)을 조성하였고, 열전도도 측정장치를 챔버에 넣어 대류 열전달의 영향을 최소화할 수 있도록 하였다. 또한, Fig. 1과 같이 챔버의 적절한 가공을 통해 내부와 외부가 연결될 수 있도록 하여 감압 된 상태에서 챔버 내부 열전대에서 측정된 데이터를 확보하고, 카트리지 히터와 순환 수조를 작동할 수 있게 했다.

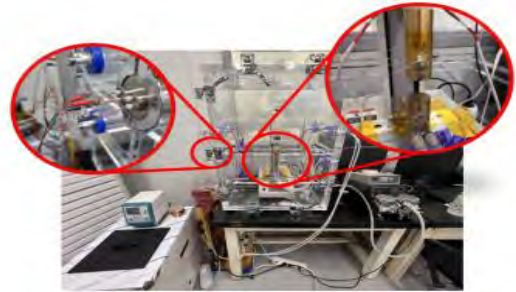


Fig. 1 Improved ASTM D5470 Structure

3. 검증

측정종료 시점 이전 5분간 확보된 Steady-State의 온도 데이터를 바탕으로 구해진 온도 구배와 열저항 그래프의 Linear Fitting을 통해 열전도도를 계산하였다. 계산과정은 Matlab을 이용하여 자동화하였다.

장치의 검증을 위해 열전도도가 비교적 잘 알려진 Polydimethylsiloxane (PDMS)을 검증 샘플로 사용했다. 기존에 알려진 PDMS의 열전도도 값은 0.16W/m·K이고, 본 장치로 3회 측정한 열전도도 평균값은 0.17W/m·K (오차를 약 6.25%)으로 낮은 열전도도의 측정도 큰 오차 없이 진행할 수 있음을 확인했다.

4. 결론

본 연구를 통해 ASTM D5470 측정법을 활용하여 열전도도 측정 장비를 구축하였고, PDMS 시편의 열전도도 측정을 통하여 높은 정확도의 결과를 획득했다. 또한, Matlab 프로그램을 이용한 실험 결과 회귀분석 및 열저항 분석 과정을 자동화함으로써 기존 측정 과정의 단순화에도 기여할 수 있었다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 경상국립대학교 3단계 산학협력 선도 대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

냉각핀을 접목한 브레이크 디스크의 수명 개선 Improvement of Life of Brake Disks Incorporating Cooling Fins

*김현수¹, 허윤¹, #류성기¹

*H. S. Kim¹, Y. Heo¹, #S. K. Lyu(sklyu@gnu.ac.kr)¹

¹경상국립대학교 기계공학부

Key words : Brake disk, Cooling fins, Heat dissipation, Heat transfer rate

1. 서론

오늘날 자동차는 이동성을 향상해주는 핵심적인 수단 중 하나이다. 점점 더 복잡해지는 교통 환경에서 자동차의 안전성은 점점 더 중요해지고 있으며, 안전성의 핵심 성능이 바로 제동이다. 브레이크 디스크는 제동 시스템의 필수 부품으로서 제동 시 브레이크 패드와의 마찰로 발생하는 열로 인해 약 500°C까지 온도가 상승한다. 고온 환경에서 지속적인 제동은 브레이크 디스크의 열변형을 초래한다. 본 연구를 통해 냉각핀을 브레이크 디스크에 활용해 핀의 총합표면효율 및 열전달량을 계산하여 방열 성능 및 수명 증가에 도움이 되는 냉각핀 형태를 확인하고자 한다.

2. 핀 설치 방법

브레이크 디스크는 바퀴에 결합되어 있으며 캘리퍼는 브레이크 디스크의 주변에 위치한다. 캘리퍼의 브레이크 패드는 제동을 위해 브레이크 디스크에 끼워 넣을 수 있는 형식이다. 캘리퍼와 조향장치의 허브-너클 체결부의 면적을 제외하고 냉각핀을 Fig. 1과 같이 설치한다. 경제성, 제작 용이성, 효율성을 고려하여 냉각핀은 직사각형 형태로 선정하고 최대한 균일하게 배치하여 방열 성능을 극대화한다. 브레이크 디스크에서 냉각핀이 차지할 총면적을 고정하고 냉각핀의 두께와 개수를 변화시켜 달라지는 핀 유용도, 총합표면효율, 열전달량을 계산한다.

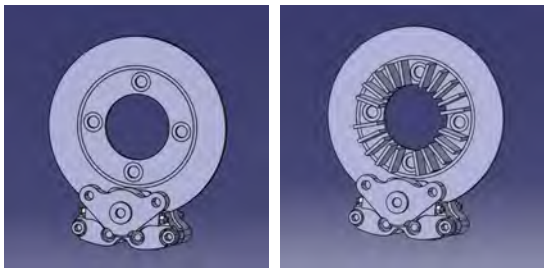


Fig. 1 A brake disk with a cooling fin

3. 핀 유용도 및 열전달량

냉각핀이 없을 때와 비교하여 식(1)을 이용해 핀 유용도를 계산했을 때, 2 이상의 값으로서 효율성을 가짐을 확인하였다. 총합표면효율 및 열전달량은 식(2)와 (3)을 활용하여 계산하였으며 Fig. 2를 통해 91.5% 이상의 총합표면효율을 가진다. 또한, 브레이크 디스크 냉각핀이 없을 때의 열전달량인 161.5W와 비교하여 2~10배의 차이를 보인다.

$$\text{핀 유용도} = \sqrt{\frac{\text{열전도계수} \times \text{핀 단면둘레}}{\text{대류열전달계수} \times \text{핀 단면적}}} \geq 2 \quad (1)$$

$$\text{총합표면효율} = 1 - \frac{\text{핀 개수} \times \text{핀 면적}}{\text{총면적}} (1 - \text{핀 효율}) \quad (2)$$

$$\text{열전달량} = \text{대류열전달계수} \times \text{총면적} \times \text{온도차} \times \text{총합표면효율} \quad (3)$$

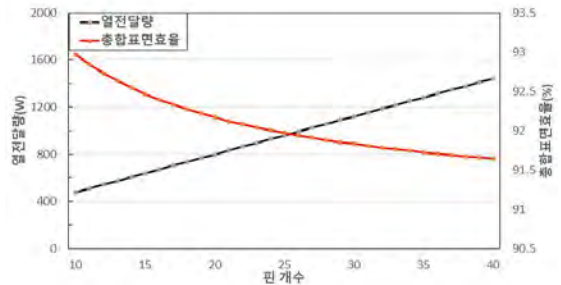


Fig. 2 Heat transfer and total surface efficiency

4. 결론

냉각핀을 브레이크 디스크에 설치하여 핀 유용도 및 방열을 위한 열전달량을 계산하였다. 연구결과는 고온에 의한 브레이크 디스크의 열변형을 감소시켜 브레이크 디스크 수명개선에 기여할 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 경상국립대학교 3단계 산학협력력 선도 대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

급발진 뒷바퀴 속도 제어장치

Sudden Unintended Acceleration Rear Wheel Speed Controller

*김석제¹, 신용혁¹, 최민혁¹, 우동준¹

*S. J. Kim¹, Y. H. Shin(tlsdydgur1@gnu.ac.kr)² M. H. Choi, D. J. Woo

¹경상국립대학교 기계공학부

Key words : sudden, acceleration, controller

1. 서론

인구증가에 따라 교통량이 증가하고 차의 수요가 늘어나고 있다. 차의 수요가 늘어나는 만큼 자동차 사고도 빈번히 일어나고 있다. 그중에서 가장 문제가 큰 급발진 사고를 방지하기 위해 이 아이디어를 생각해 하게 되었다. 급발진사고는 차량이 예상치 못한 상황에서 갑자기 가속되어 사고가 발생하는 상황을 가리킨다. 예상치 못한 가속이라 제동이 효과적이지 않고 사고가 발생하게 되면 사고의 심각성도 크다.

기존의 급발진 사고들은 속도를 제어하지 못해 큰 사고로 이어지게 된다. 사고가 발생하면 휠 하우스에서 장치가 나와 뒷바퀴를 움직임을 줄여 차량의 속도를 제어 할 수 있게 설계하였다.



Fig. 1 Bumper Grapppler

2. 작동방식

미국에서는 무법차량단속을 할 때 범퍼 그래플러라는 방법으로 차량을 단속한다. 그래플러의 작동 방식은 앞 범퍼에 두꺼운 끈을 장착한 후에, 도주차량의 뒷바퀴에 붙어 자연스럽게 끈이 타이어에 엉키게 해 멈추게 하는 원리로 제작되었다. 이런 원리를 이용해 휠 하우스에 부착된 케이스에서 두꺼운 끈이 나와 바퀴에 끈이 감겨 바퀴의 속도를 감속시켜 제어하는 방식이다.

3. 제작과정

휠 하우스에 그래플러 끈이 내장된 케이스 설계를 위해 CATIA 프로그램을 사용했다.

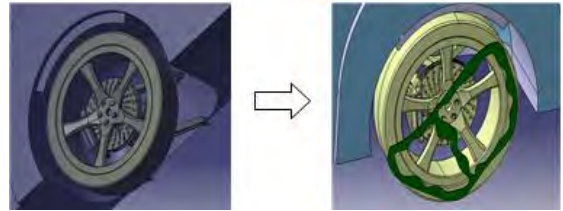


Fig. 2 SUA. rear wheel Speed controller

설계에는 차량 운행 중 불편함이 없도록 몇 가지 문제를 고려하여 설계했다. 첫 번째로는 케이스를 부착했을 때 바퀴의 회전에 간섭이가지 않는 사이즈를 설정해 설계했다. 두 번째로는 작동방식이다. 급발진 사고나 다른 사고가 발생해 운전자가 속도를 제어할 수 없는 상황이 생기면 사용자가 버튼 등을 눌러 케이스가 양옆으로 열리는 방식으로 작동하게 구상하였다. 세 번째로 케이스의 재사용이다. 케이스 안의 그물만 교체하면 반영구적으로 사용할 수 있도록 케이스를 설계했다.

4. 결론

본 설계는 휠 하우스 부분을 변형시키지 않고 두꺼운 끈이 내장되어있는 케이스를 부착하여 복잡한 설계나 특별한 기술 없이 설계가 가능하다는 장점이 있다. 간단한 설계인 만큼 비용의 부담이 적고 기존의 차량에도 부착하여 사용이 가능하며 효과적으로 속도를 제어할 수 있다. 급발진 사고의 완전한 방지는 불가능 하겠지만 차량의 속도를 제어하는 것만으로도 사고 피해 감소를 기대할 수 있다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 경상국립대학교 3단계 산학협력 선도 대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

전자기유도를 활용한 배터리 신발

Battery Shoes Using Electromagnetic Induction

*김태균¹, 송지민¹, 주하성¹, #류성기¹

*T. G. Kim¹, J. M. Song¹, H. S. Joo¹, #S. K. Lyu(sklyu@gnu.ac.kr)¹

¹경상국립대학교 기계공학부

Key words : Environmental Protection, Electromagnetic Induction, Energy Harvesting

1. 서론

전력은 수많은 전자기기를 사용함에 있어 현대사회에 필수요소이다. 그러나 일부 국가에서는 전력 공급이 부족하거나 불균형적으로 이루어지고 있어, 이에 대한 대응이 시급하다. 위 문제를 해결하는데 있어 인체의 운동 에너지를 전기 에너지로 변환하는 아이디어를 떠올렸다. 이를 신발에 접목시켜 사람의 기본적인 활동으로 전력을 얻을 수 있는 제품을 구상하였고 그로 인해 전력 공급 부족을 조금이나마 완화 할 수 있지 않을까 생각한다.

2. 작동방식

서론에서 언급한 목적을 달성하기 위해, 자석이 움직일 수 있도록 고무로 된 줄을 연결한다. 자석이 운동할 수 있는 관의 가운데에 코일을 감아 신발을 신고 움직일 때마다 자석이 왕복운동을 하며 전자기유도 방식을 통해 전력을 얻을 수 있다. 생산된 전력은 주로 교류(AC)형태일 것이며, 전자기기를 충전하기 위해서는 직류(DC)가 필요하다. 이를 위해 다이오드를 사용하여 교류를 직류로 변환한다. 생성된 전기 에너지는 신발 뒷꿈치에 부착된 배터리로 저장된다. 또한, 배터리가 고장이 나도록 쉽게 교체가 가능하다는 장점이 있다.

수 있다는 장점이 있다. 이 배터리는 탈 부착 방식으로 설계되어 별도의 신발 구매없이 기존의 신발에 부착이 가능하다. 저장된 전력은 긴급한 상황에서 전화나 응급 조명과 같은 중요한 전자기기를 작동시키는데 사용될 수 있다. 또한, 휴대용 의료기기나 건강 모니터링 장치에 전력을 제공하는데 사용될 수 있다. 이러한 자연 재해나 긴급상황에서만 아니라, 여행 중이나 야외 활동 중에 휴대용 충전기로 사용할 때 유용하다.

휴대용 팬이나 히터를 작동시켜 체감 온도를 조절할 수 있고, 무선 이어폰 및 헤드폰을 충전하여 음악 청취, 통화 시간을 늘릴 수 있다. 이처럼 전자기 유도를 활용한 배터리 신발은 무선 충전 및 휴대용 전자기기 충전부터 비상 대비 및 야외 활동에서의 에너지 소스로 사용되는 등 다양한 측면에서 유용하게 활용될 수 있으며, 적절한 활용은 휴대성 및 효율성을 향상시킬 수 있다.

배터리를 탈·부착 할 수 있다는 장점을 살려 신발 뿐만 아니라 자석이 왕복운동을 할 수 있는 팔목, 손목 등에 부착한다면 더욱 다양하게 활용할 수 있고, 더 많은 전력을 얻을 수 있다.

4. 결론

본 발명은 신발에 전자기 유도 기술을 접목시켜, 일상생활 중에도 에너지를 생산할 수 있게 하였다. 이러한 방식으로 생성된 전기 에너지는 환경 친화적이며, 탄소 배출을 줄일 수 있는 에너지원으로 사용 가능할 것이다.

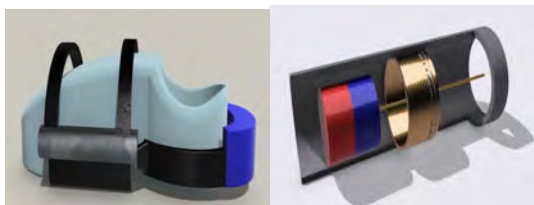
또한, 위 기술을 활용하여 열악한 국가의 전력 부족 문제를 해결하고, 이를 통해 시민 편의성을 향상시킬 수 있는 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 경상국립대학교 3단계 산학연협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

3. 활용 가능성

이 배터리는 에너지 하버스팅(energy harvesting)기술을 활용하여, 사용자의 움직임을 효율적으로 전력으로 변환하고 저장하는 것으로, 친환경적으로 전력을 얻을



<신발에 부착한 모습> <발전기 내부 모습>

사용자 맞춤형 스마트 체어를 통한 자세 교정 및 거북목 예방 Posture Correction and Turtle Neck Prevention with a Customizable Smart Chair

*최진현¹, 강동현¹, 김현빈¹, 김문영¹, 이준우¹, 원동빈¹

*J. H. Choi(rkdlemty1234@naver.com)¹, D. H. Kang, H. B. Kim, M. Y. Kim,

J. W. Lee, D. B. Won

¹경상국립대학교 기계공학과

Key words : smart chair, Pose estimation, Posture correction

1. 서론

최근 학생, 근무자들의 앉아있는 시간의 증가로 인하여 허리 디스크, 목 디스크의 환자 수가 크게 증가하고 있으며 바른 자세의 중요성이 대두되고 있다[1].

이에 앉은 자세를 교정하고자 하는 자세 교정 의자가 나왔으나 이는 근육량이 적은 고령층에게는 허리 통증을 유발하거나 각각의 사람마다 다른 인체 구조를 반영하지 못한다는 한계점이 존재한다[2].

이러한 문제를 개선하기 위해서 본 연구에서는 기존 의자의 사용감을 유지하며, 각각의 사람의 다른 인체 구조에도 사용할 수 있는 스마트 체어를 제안한다.

2. 장치 구성 및 기능설계

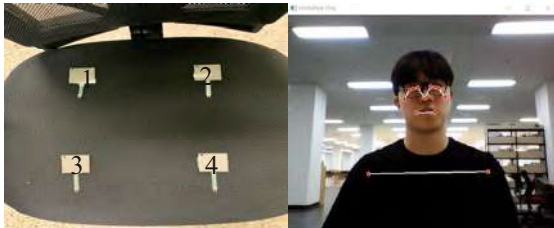


Fig. 1 FSR 센서 부착 및 관절 위치 추정

• **장치 구성** : FSR 센서(압력 센서) 4개, 일상생활에서 사용하는 의자, 아두이노 mega2560, 웹캠(노트북 웹캠 대체).

• **기능설계**

1. FSR센서 (기술어진 자세 탐지) : (1) 센서를 의자 좌판에 상·하/좌·우 4개 부착하여 4구간의 압력 값을 받고 압력 차를 기반으로 자세 탐지 (상, 하:1+2 값과 3+4 값을 비교/ 좌, 우:1+3 값과 2+4 값을 비교 <그림 1참조>) (2) 압력 차가 임계값 이상일 경우 잘못된 자세로 탐지.
2. 웹캠(거북목 탐지) : (1) 파이썬 관절 위치 추정 media pipe 라이브러리를 통해 코와 어깨 관절 사잇각을

측정하여 자세 탐지 <그림 1 참조>. (2) 측정된 값이 임계값보다 작아질 경우 잘못된 자세로 탐지.

3. 작동방식

센서 값, 관절 사잇각을 기반으로 잘못된 자세로 인식 될 경우에 경고음을 통한 자세 교정을 유도한다. 이때 사용자는 즉각적인 알람으로 스트레스를 받을 수 있으며 각각의 사람에게 같은 임계값을 적용하면 불편감을 야기할 수 있다.

이를 개선하기 위하여 설정한 시간 동안 일정 수치 이상 잘못된 자세를 취하면 알람을 울리게 설계되었으며 초기에 사용자가 측정하고자 하는 범위를 정의하기 위해 상·하/좌·우로 기술인 자세를 입력받음으로 사용자 친화적으로 시스템을 개선하였다.

4. 결론

본 연구에서는 앉은 시간의 증가로 인한 목 디스크, 허리 디스크와 같은 만성 질환을 방지하고, 사용자가 불편감을 최소화할 수 있도록 하는 스마트 체어에 대한 개발을 실시하였으며, FSR 센서, 웹캠, 아두이노 등의 저렴하고 간단한 재료를 통하여 사용자가 직접 만들 수 있음에 일상생활에서의 적용이 쉬울 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 경상국립대학교 3단계 산학협력력 선도 대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

참고문헌

1. Park, K.Y., Bak, K.J., Lee, J. K., Lee, Y.S. and Ro, J.H., "Factors Affecting the Complaints of Subjective Symptoms in VDT Operators", KJOEM, Vol. 9, No.1, pp. 156-169, 1997.

자가 충전이 가능한 신발 통풍 장치 Self-Recharging Shoes Ventilation Device

*노태균¹

*T. G. Noh(gyun1787@naver.com)¹

¹ 경상국립대학교 기계공학부

Key words : Ventilate, Ventilation Device, Self-Recharging

1. 서론

신발은 발을 보호하며 전반적인 외모에도 기여를 하는 야외 활동에 필요한 필수품으로 여겨진다. 그 결과, 대부분의 사람들은 일상생활에서 신발을 착용한다. 그러나 통풍이 부족한 환경에서는 박테리아와 땀이 상호 작용하여 악취가 발생하고, 세균번식으로 인한 무좀, 습진 등의 질병을 쉽게 유발시킨다. 현재 시장에서는 일부 통풍을 고려한 신발이 판매되고 있지만, 사용자가 신발을 착용하고 걷고 있을 때에만 통풍이 일어나고, 이마저도 오랜 시간이 지나면 효과가 감소한다. 더 나아가, 모든 신발에 적용된 기술도 아니라는 한계가 있다.

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하고자 고안되었다. 탈부착 형식으로 모든 신발에 적용이 가능하고, 신발을 착용하고 있지 않을 때에도 내부에 공기를 주입하여 통풍이 가능하도록 설계되었다. 간단한 버튼 조작으로 사용자가 원할 때 통풍 기능을 켜고 끌 수 있다.

2. 작동방식

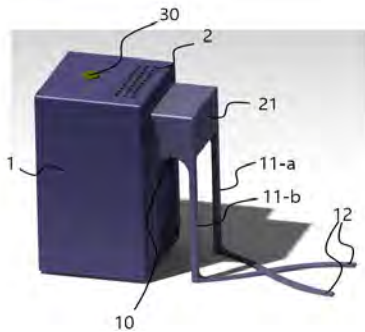


Fig. 1 Ventilation Device

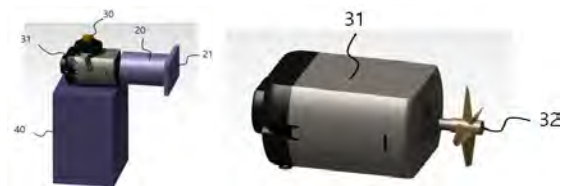


Fig. 2 Inside the Device & Motor

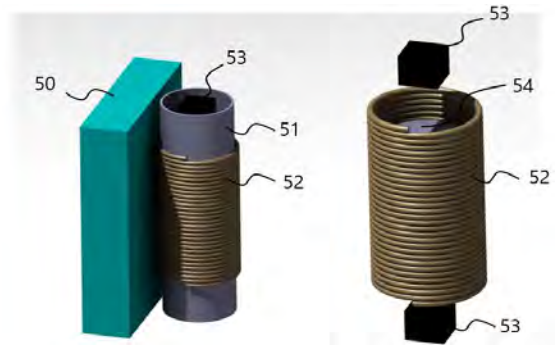


Fig. 3 Self-Recharging system

고리(10)를 신발 뒷부분에 부착하여 걸거나 땄 때 장치 내부의 자석(54)은 통로(51)를 따라 위아래로 움직인다. 자석의 움직임에 따른 소음을 줄이기 위해 스펀지(53)를 추가하였다. 이 때 코일(52)을 통해 발생한 전기 에너지는 배터리(50)에 저장된다. 보행자가 장치 상단의 버튼(30)을 누를 경우, 배터리에 연결된 모터(31)가 작동하여 프로펠러(32)를 회전시키며, 외부에서 유입된 공기는 공기 유입구(2)를 통해 들어와 튜브(20)를 지나 갈림길(21)을 통해 각각 관(11-a, 11-b)에 흐른다. 이후 공기 배출구(12)로 방출되어 신발 내부의 통풍 기능을 한다.

3. 결론

이 장치는 편안하고 위생적인 신발 환경을 제공함으로써 사용자의 편의성을 높이고 건강을 유지하는 데 기여할 것이다. 더 나아가, 신발 산업에서 새로운 기회를 제공하며, 향후 신발 제조업과 관련된 기술 혁신에 대한 기반이 될 것으로 예상된다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 경상국립대학교 3단계 산학협력 선도 대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

압전발전기를 적용한 보행자 식별 횡단보도

Pedestrian Identification Crosswalk Applying Piezoelectric Generator

*강지호¹, 김광진¹, 정현목¹, #류성기²

*J. H. Kang¹, K. J. Kim¹, H. M. Jung¹ #S. K. Lyu¹

¹경상국립대학교 기계항공정보융합공학부 기계공학전공

Key words : Piezo-electric Effect, LED, GFRP, PVDF, LCP Fiber

1. 서론

교통량의 증가로 인해 교통사고로 인한 사망사고, 부상 등 여러 사고유형들이 나타나고 있다. 특히 횡단 중 사고는 2021년 기준 12,767건이 발생하는 문제점이 있다. 특히 야간에는 잘 보이지가 않고 빨리 지나가면 된다는 부주의한 생각으로 무단횡단과 같은 교통법규 위반을 의한 사고 사례도 많은 것으로 파악된다.

이러한 이유로 횡단 중 사고비율을 줄이기 위해 횡단보도에서 사람이 지나가고 있을 때 횡단보도에 압전 소자를 적용한 압전발전기, 발광 소자를 적용한 LED 보드를 사용하여 야간운행 혹은 대기질이 좋지 않을 때 운전자의 시야확보 혹은 횡단보도를 건너가는 운전자와 보행자의 사고예방 및 안전확보를 제공하는 것을 목표로 한다.

2. 작동원리 및 설계

Fig 1과 같이 횡단보도의 각 구분된 선의 중앙 부분에 있는 압전발전기에 하중이 가해지면 압전 소자에 의한 압전 효과가 발생하여 기계적 에너지를 전기 에너지로 변환시킨다.

이때 압전발전기와 그 주변을 둘러싼 발광센서들이 있는 LED 보드가 서로 커넥터로 연결 돼 있는데 이 커넥터를 통해 변환된 전기 에너지가 이동하여 빛을 발생시키는 원리이다. 이러한 설계 원리를 바탕으로 횡단보도의 모든 흰점 선에 매립식으로 적용하였다.

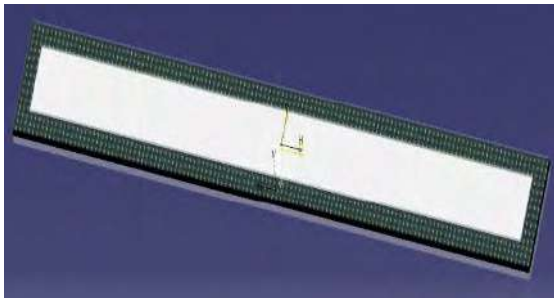


Fig. 1 Design

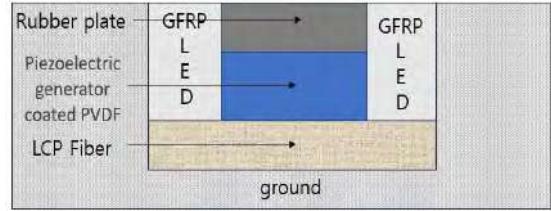


Fig. 2 A front view

3. 소재 선정

모든 부품이 매립식하기에 지면에 있는 수분이 흡수되는 것을 막기위해 흡습률이 낮고, 연성이 있는 소재로 Rubber Plate를 선정했다. GFRP case와 압전 발전기가 지면 이물질 및 우천 시 수분이 흡수되는 경우를 방지하기 위해 흡습률이 낮은 소재인 LCP Fiber를 선정했다. 압전 발전기의 설계 후 강도 값과 TDS를 비교해서 PVDF(이소불화비닐)로 선정했다. 약 40t 화물차가 지나갈 때 하중을 고려하여 TDS값과 비교했고, 투명해야 LED 빛이 보이기에 GFRP로 선정했다.

4. 결론 및 기대효과

본 설계에 따라 횡단보도의 어떤 지점에서 사람 혹은 동물들이 위치해 있는 경우 해당 지점에서 빛이 발생하기 때문에 야간에 차량 운전자와 보행자 모두 이를 사전에 인지할 수 있고, 예기치 못한 사고 예방이 가능하다. 또한, 기상악화나 야간운행, 우회전 시 A필러에 가려 보이지 않는 보행자를 횡단보도 주위의 빛 여부를 통해 보행자의 유무를 판별도 가능하다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 경상국립대학교 3단계 산학협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

알루미늄 판의 두께에 따른 충격 내구성 평가 Evaluation of Impact Durability according to Thickness of Aluminum Plate

*문지훈¹, 공은학¹, 강호영¹, 오지윤²

¹J. H. Moon¹, E. H. Gong¹, H. Y. Kang¹, J. Y. Oh²

¹경상국립대학교 기계항공정보융합공학부, ²경상국립대학교 기계공학부

Key words : Aluminum Sheet, Thickness, Impact Durability, Impact Stress

1. 서론

자작자동차 중목 중 하나인 Baja는 안정성 및 경량화를 위한 적절한 두께 설정이 요구된다. 이를 위해 경량, 내부식성 및 가공성으로 우수한 알루미늄을 재료로 카울을 제작하는 것이 일반적이다. Baja 경주 트랙의 특성상 비포장도로에서 경기를 진행하게 되면, 빈번한 미끄럼 사고와 연속 충돌 사고들이 발생한다. 이를 예방하기 위해 앞서 언급한 알루미늄을 재료로 CATIA 및 ANSYS 시뮬레이션을 활용하여 차량의 경량화 및 안정성을 확보하고자 한다. 충격량에 따른 판의 최대 변형량을 비교하여 카울로 활용하기에 알맞은 두께의 알루미늄 판을 선정하고자 한다.

2. CATIA 구조해석 과정 및 결과

자작차 카울에 흔히 사용하는 Al6061을 재료로 선정하였다. 본 연구에 사용되는 카울의 (성질)은 다음과 같다. 카울 면적은 $500 \times 800 \text{ mm}^2$, 볼팅은 피스 위치와 크기를 고려한다. 일정한 속도 80km/h으로 달리는 200kg 차량이 카울의 정중앙에 충돌할 때의 판의 최대 변형량을 측정하고자 한다. Fig. 1과 같이 보다 정확한 측정을 위해 (a)Catia와 (b)Ansys를 이용하여 최대변형량을 비교하였다. 판 두께 3T의 경우, 최대 변형량이 3.01mm로 측정되었다.

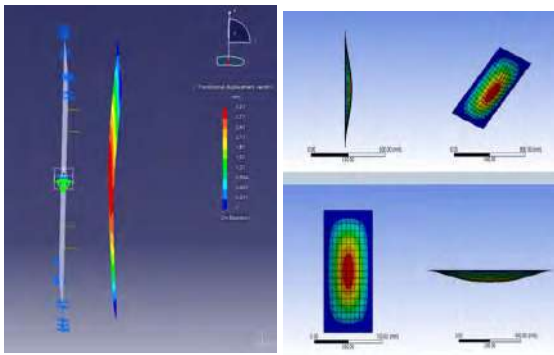


Fig. 1 Simulations by using (a)Catia and (b)Ansys

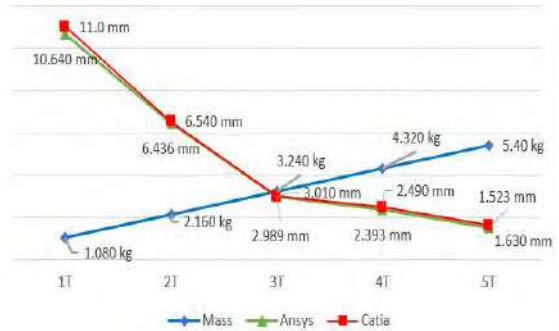


Fig. 2 Mass- maximum deformation curve

1~5T판의 최대 변형량을 측정하여 Fig. 2로 나타내었다. 동일 밀도와 면적을 가진 알루미늄 판은 두께에 대하여 질량이 선형적으로 증가한다. 이에 반해 두께에 따른 판의 최대 변형량은(지속적으로) 감소한다. 3T 이후, 질량에 대비하여 판의 변형량은 3T 이전 변화에 비해 미미하다. 두께에 따른 질량과 변형량을 고려하였을 때, 3T 알루미늄 판이 자작차 카울 제작에 가장 적합하다.

3. 결론

본 연구 결과는 자동차 부품, 항공기 외관 패널 등 다양한 분야의 제조업체 및 설계자에게 최적의 충격 내구성을 가지는 특정 두께 범위를 제공함으로써 제품 설계 개선과 안전성 향상에 기여한다.

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 경상국립대학교 3단계 산학협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

FRP PIPE 분진 흡입기 FRP PIPE Dust Absorber

*정동석¹, 김진후¹

*D. S. Jeong¹, J. H. Kim¹

¹경상국립대학교 기계공학과

Key words : FRP PIPE, Centrifugal Force

1. 서론

환경오염 및 노동자의 근로환경에 대한 중요성이 대두되고 있으며, 공장이나 건설현장에서 빈번히 발생하는 분진이 큰 문제점으로 제기되고 있다. 특히 FRP PIPE 절삭 가공 중 생기는 분진은 작업장과 주위 지역을 오염시키고, 건강 상태에도 심각한 악영향을 끼친다. 현재 절삭유를 뿌리거나 진공청소기로 흡입하는 방식으로 처리하고 있다. 따라서 시간의 절약, 분진으로 인한 주위 오염, 분진으로 인한 건강에 대한 악영향을 개선하고자 이 장치를 고안하였다

2. 설계과정

기존의 분진흡입방식으로는작업 과정에서 작업자의 번거로움을 유발하고, 후 처리과정이 별도로 필요하기에 가공 과정에서 발생하는 분진을 동시에 처리할 수 있도록 하는 것을 중점에 두고 설계를 진행하였다.

3. 제작과정

FRP PIPE 분진흡입기는 커버, 집진장치, 동력장치 3가지로 구성이 되어있으며, 먼저 커버는 밀링머신의 스피들에 장착하여 분진이 비산하지 않도록 하고, 분진의 흡입율을 증가시키도록 하였다. 집진 장치는 기존에 산업계에서 분진처리를 할 시 널리 사용하는 사이클로이드 집진 원리를 활용하여 분진흡입기를 설계하였다. 원심력을 유도하는 설계를 통해서 공기와 함께 흡입된 분진이 아래로 떨어져 모이도록 유도하였다. 마지막으로 동력장치로 기존에 널리 사용되는 산업용 청소기를 사용하여 흡입력을 제공하도록 하였다. 앞선 집진 장치에서 분진이 제거된 공기가 다시 청소기후면으로 빠져나가게 되고, 집진장치를 통해서 분진이 제거되었기에 청소기의 고장이나 분진가루가 다시 청소기 후면을 통해서 재차 비산 되는 것을 막을 수 있었다.

4. 결론

직접 제작한 집진장치가 예상외로 뛰어난 성능을 보였고, 커버를 밀링 축에 씌우기만 하면 되어서 작업자의 편의성을 증진시킬 수 있다. 또한 밀링머신 뿐만 아니라 분진이 발생하는 다른 공작장치에도 적용이 가능할 것이라 생각하였다.



Fig. 1 FRP PIPE Surface After Drilling (Non Absorber vs Install Absorber)



Fig. 2 FRP PIPE Dust Install Absorber vs Non Absorber(surface)

후기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 경상국립대학교 3단계 산학협력 선도 대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

실시간 모니터링을 이용한 군집 화물운송 장치

Cluster Cargo Transport Device Using Real-Time Monitoring

*김시형¹, 박진성¹, 이대원¹, 이승민¹, 이영준¹, 김기만¹, #최성대¹

*S. H. Kim¹, J. S. Park¹, D. W. Lee¹, S. M. Lee¹, Y. J. Lee¹,

G. M. Kim¹, #S. D. Choi(sdchoi@kumoh.ac.kr)¹

¹금오공과대학교 기계시스템공학과

Key words : Cluster, Obstacle detection, Line tracer, Horizontal stabilization

1. 서론

4차 산업의 발달로 인한 물류의 증가와 유연생산시스템(FMS)의 등장으로 화물운송 장치의 필요성이 대두되고 있다. 각 화물운송 장치 당 운송 가능한 무게가 제한적이며, 화물의 안전성이 보장되지 않는 등 여러 문제로 인해 보편화되지 못하고 특정 분야에만 한정되어 사용되고 있다.

본 연구에서는 무인 운반 기능을 탑재하고, 적외선 센서를 이용한 장애물 탐지로 화물을 안전하게 운송하며, 화물의 크기와 형상에 따라 군집 가능한 운송 로봇을 만드는 것을 목표로 연구를 진행하였다.

2. 개념 및 상세 설계

메인장치와 서브장치는 Fig. 1과 같이 유사한 시스템 구조를 지니고 있다. 장치 각 모서리에 2개의 적외선 센서를 사용하여 주행 간에 장애물을 감지하고, 전면 하단부의 적외선 센서는 지면에 있는 경로를 판단하는 라인 트레이서 역할을 수행한다. 또한, 자이로 센서를 이용하여 화물 적재 및 정비 과정에서 장치의 수평을 유지하면서 화물의 안전성을 확보하였다. 장치의 모든 센서는 하나의 컨트롤러로 제어하였다.

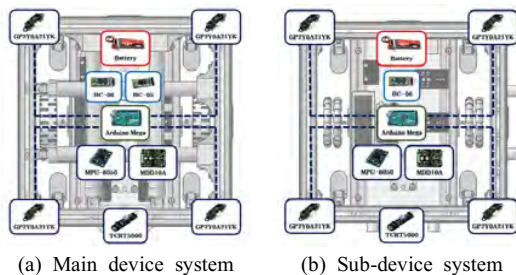


Fig. 1 H/W configuration

3. 구동 방식

화물의 크기에 따라 단일 기동 혹은 군집 기동으로 화물을 적재하고 운송한다. 결합 방식은 Fig. 2와 같이

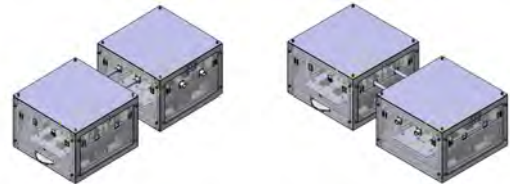


Fig. 2 Combining method

메인 장치의 리니어 액추에이터를 활용한 수동 결합으로 이루어진다. 장치마다 두 개의 바퀴를 사용하여 주행하고, 바퀴와 연결된 모터의 속도 차로 회전 방향을 결정한다. 또한, 장치의 수평과 무게중심을 맞추기 위해 두 개의 캐스터 휠을 장착하였다.

4. 결론

다양한 산업현장에서 화물을 적재하고 운송 가능한 장치를 개발하였다. 적재하고자 하는 화물의 크기와 형상, 중량 등 다양한 조건에 따라 운송할 수 있도록 단일 기동과 군집 기동을 선택적으로 동작할 수 있게 하였다. 또한, 앱 인터페이스를 통해 장치의 모든 시스템을 제어하는 애플리케이션을 개발하였다.

5. 후기

본 논문은 금오공과대학교 LINC 3.0 사업단의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

6. 참고문헌

1. S. Zuin, R. Hanson, D. Battini, A. Persona, Design of AGV systems in working environments shared with hu-mans: a multi case study, Vol. 53, Issue 2, pp. 10603-10608, 2020.
2. Lee K. W., 2019, "A Study on AGV For Obstacle Recognition in Factory Using Deep Learning" pp. 1-3.

스마트 해수 어항

Smart Sea Water Fishing Port

*김영제¹, 전민재¹, 안제원¹, 최준희¹, 김선호¹, #김영제¹

*Y. J. Kim(passionyj1999@naver.com), M. J. Jeon, J. W. An, J. H. Chol, S. H. Kim, #Y. J. Kim

¹동의대학교 로봇자동화공학과

Key words : Smart fishing port, turbidity, pump, automation

1. 필요성 및 목적

담수어를 키우기 위해 널리 사용되는 어항은 관리가 비교적 용이하다. 그러나 해수어용 해수 어항의 경우에는 어종에 따라 염도, 온도, 탁도 등에 민감하기 때문에 입문자들은 취급이 매우 어렵다. 본 개발에서는 비전문가도 해수어를 키우기가 쉬운 스마트 해수 어항을 개발하고자 했다. 어종에 따라 필요로 하는 염도, 온도, 탁도 등을 스마트폰 앱에 설정하면 센서를 통해 어항의 환경을 모니터링 하고 적절한 제어가 이루어지도록 설계했다. 스마트 어항을 이용하면 누구든지 해수어를 키우기가 쉽게 될 것이다.

2. 구현 방법

해수 어항에 설치된 센서(PH센서, 온도센서, 탁도센서)로부터 블루투스 이용해 상태 값을 스마트폰으로 전송받는다. 핸드폰에서는 어종 별로 미리 설정된 값을 이용해 어항을 제어 하게 된다. 설정 데이터를 기반으로 해수가 염기성화 되면 자동 물 보충기에 설치된 워터펌프를 통하여 적정량의 담수를 공급하고, 온도가 올라가면 온도를 낮추고, 탁도가 증가하게 되면 여과기를 가동하여 탁도를 낮추게 한다. 먹이는 서보모터로 제어되는 먹이공급기를 통해 설정한 값을 바탕으로 양과 간격을 조정한다. 이러한 모니터링 및 제어는 아두이노 컨트롤러를 이용했다.

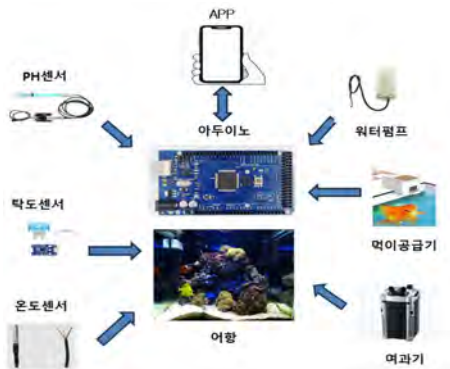


Fig. 1 System configuration

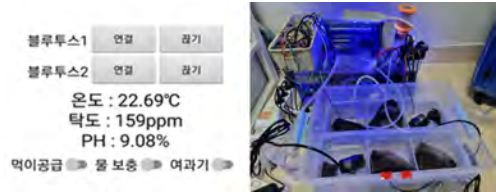


Fig. 2 Prototype

Table 1 Functions and implementation method

기능	구현방법
염도관리	PH센서로 염도 측정. 워터펌프로 담수 공급
온도관리	온도센서로 수온 측정. 쿨러로 수온 제어
탁도관리	탁도센서로 탁도 측정. 여과기를 이용해 여과
먹이공급	어종별로 주기적인 최적량의 먹이 공급
제어	스마트폰 앱 개발 및 적용. Arduino UNO

3. 시제품 제작

제안한 아이디어를 구현하기 위해 시제품을 제작했다. 센서들은 어항 내부에 설치하고, 담수 공급장치, 여과기, 온도 제어기, 먹이공급기는 외부에 설치했다. 센서와 액추에이터는 아두이노 CPU와 연결되어 있고 블루투스를 통해 스마트폰 앱과 연결된다. 센서 및 액추에이터는 구입을 하고 장치들은 3D 프린터를 이용해서 제작을 했다. Fig 2는 제작된 시제품을 보여 준다. Fig 2를 보면 첫 번째 사진은 앱 인벤터의 구성을 보여준다. 두 번째 온도, 탁도, PH센서를 측정하기 위한 센서들, 먹이공급기, 물 보충기, 보조 여과기, 어항을 모두 볼 수 있다.

4. 결론

해수어를 취미용으로 키우는 경우 담수어에 비해 관리해야 할 것들이 많다. 이러한 이유로 해수어를 기피하는 경우도 있고 키우는 경우에도 많은 어려움을 겪고 있다. 본 개발에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 해수어의 가장 적합한 환경을 제공할 수 있는 스마트 해수 어항을 고안하고 시제품을 제작했다. 아직 해결해야 할 문제점도 남아있지만 향후 문제점을 보완한다면 생물가전으로 발전시킬 수 있을 것이다.

포켓 곡면 가공을 위한 앵글 스피들 스파이럴 헬리컬 기어 구조해석 Analysis of Angle Spindle Spiral Helical Gear Structure for Pocket Curved Processing

*황지현¹, 하태송¹, 박정민¹, 이승원¹, 권오경¹, 권영범¹, 이나현¹, #이지웅¹

*H. J. hyun(ghkd1wl@naver.com)¹, H. T. song¹, J. M. park¹, S. W. Lee¹, O. G. Kwon¹,
Y. B. Kwon¹, N. H. Lee¹, #G. W. Lee¹

¹한국폴리텍 IV대학 대구 캠퍼스 융합기계과

Key words : Angle Spindle, Cutting tool

1. 서론

angal Spindle은 하나의 다축 복합가공기를 통해 전반적인(측면, 각도, 텀, 드릴 등등) 절삭가공과 복잡한 형태로 이루어진 제품의 복합가공까지 광범위한 절삭가공이 가능한 포괄적인 다용도 공구이다. 하지만 이런 angal Spindle도 기존의 롱 타입 구조는 내면 가공이나 협소 구간의 복합가공을 할 때는 그 크기 때문에 주변의 부품들의 간섭을 받아 원활한 가공이 이루어지기 힘들었고 이로 인한 문제를 해결하고 협소 구간에서도 원활한 정밀 가공을 해 나갈 수 있는 angal Spindle의 소형화는 반드시 꼭 필요한 작업의 일환이었다. 스파이럴 헬리컬 기어는 자동차, 공작기계 등에서 동력을 전달하는 중요한 기계요소로 부하한계에 가까운 높은 하중에서도 가능한 크기를 소형화하여 좁은 공간 내에서의 초정밀 절삭가공을 할 수 있는 앵글스핀들을 개발함으로써 자동차부품가공의 국산화를 위한 기어에서 접촉부분에 대한 상세설계전 응력집중 및 변형이 크게 일어나는 부품을 해석하여 상세 설계에 반영하고 있는 실정이다. 본 연구의 목적은 헬리컬 베벨기어의 입출력에 대한 구조해석을 수행하고자 한다.

2. Angle Spindle 레이아웃 설계

본 연구에서 개발된 장치는 Fig. 1과 같이 앵글스핀들의 구조와 명칭을 나타낸 것으로서, 동력원을 받아 이의 운동을 통하여 Tool 끝단에 전달하는 장치이다.

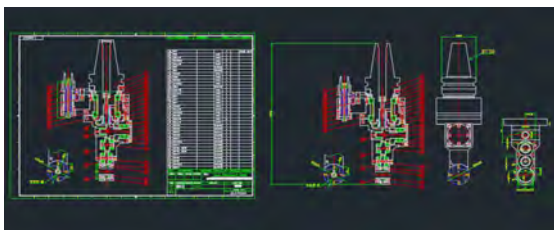


Fig. 1 angal Spindle layout design

수직 및 수평 머시닝센터 BT50 장비를 활용하여 장착할 것을 상정하여 앵글 스피들의 부품별 전체 설계를 진행하였다. 동력을 전달받아줄 끼어 열과 메인 샤프트, 장비에 장착될 아머, 공구의 위치를 잡아줄 공구 고정 장치와 그 밖에 조립과 부품들 간의 유기적으로 연결시켜줄 기성 부품들을 Fig. 1과 같이 설계해 주었다.

3. 기어 마모강도 해석

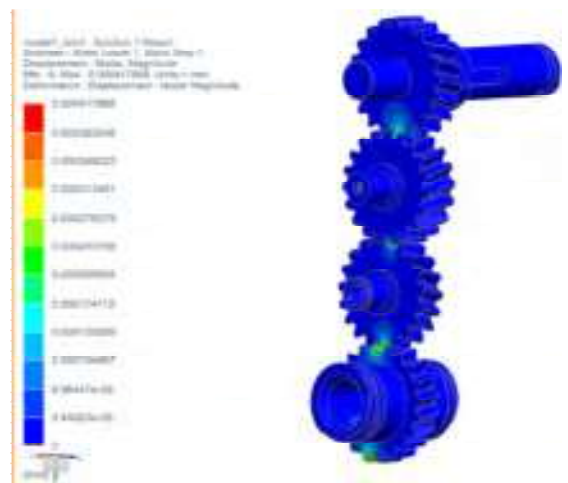


Fig. 2 Wear Strength Analysis after Spiral Helical Gear Assembly

Table 1 Spiral helical gear yaw target

기어 요목표		
기어 종류	스파이럴 헬리컬 기어	
비틀림각	17.75°	
전위계수	0.025	
압력각	20°	
모듈	m=2	
잇수	② ③ ④ 19개	① 20개
비틀림 방향	① ③ 우측	② ④ 좌측

3. 해석 조건

입력 구동기의 동력은 15kW 정도이고, Spindle 회전속도가 2,000-3,000rpm으로 설정되었으며, 본 해석에서는 최대 입력토크를 30N_m, 최대회전속도는 50rps, 횡방향 하중은 500N로 가정하여 부품 해석을 수행하였고, Table 1의 기어 요목표에 따라 3D modeling을 하였다. 입출력 스파이럴 헬리컬 기어 4쌍의 최대 입력 토크를 식(1)과 같이 약 30[Nm]으로 설정하고 1Nm씩 증감하면서 기어 쌍에서 발생할 수 있는 최대 응력, 최대 변위를 구조해석 S/W를 이용하여 해석하였다.

$$T_{out_22H_max} = T_{in_max} = 30 \text{ [Nm]} \quad (1)$$

해석 결과 두 베벨기어의 이끝면에서 발생한 최대 허용 인장응력이 232MPa이며 이는 기어의 항복 소재강도 1,482.5MPa에 대하여 안전계수 6.39가 된다. 스파이럴 헬리컬 기어의 수치해석은 진행하였습니다. 기어별로 전달되는 토크가 다르기에 그 부분을 감안하여 각 기어에 구속조건과 토크를 주어 해석을 진행하였습니다. 결과적으로 그래프와 같은 해석 값을 얻을 수 있으며 재질 대비 높은 안전율과 함께 극소한 변형량 만이 치형에 발생해 사용에 대한 충분한 안정성을 증명하였습니다.

4. 결론

Table 2 Spiral Helical Gear Analysis Results Table

Gear	Torque (Nm)	max.Mises stress (Mpa)	Max. strain
①	30 N_m	212.8	0.00079640
②	29.5 N_m	201.5	0.00064759
③	29.5 N_m	223.5	0.00045289
④	30 N_m	218.4	0.00037281

앵글 스피들인 BT50은 소형화를 거침과 함께 절삭공구가 90도 회전이 가능하도록 제작되었다. 이를 통해 드럼 브레이크 하우징 같은 복잡한 형상과 내면이 협소 구간으로 이루어진 제품도 공구의 크기로 인한 가공 간섭 없이 한 번의 공정으로 일체형 제품으로 만들 수 있게 되었다.

이를 통해 여러 번의 공정을 한 번의 공정으로 일축시켜 원가절감 및 납기 단축과 더불어 5축 가공에서 제작 가능한 부품을 3축에서 제작할 수 있으며, 제품의 면윤곽도, 선윤곽도를 향상시키는 등 5축 가공에서는 포켓 가공 깊이가 깊은 관계로 공구의 길이가 길어지며, 무진

동 공구를 활용하고 1회절삭 깊이를 얇게 설정하여 여러 번 반복작업을 통해서 제품을 생산하는 것은 시간대비 양산성이 떨어지게 되어있으며 이를 극복하고자 하여 특수절삭공구 앵글스핀들의 개발을 통해서 제품의 생산성 향상을 생산성 증대에 크게 기여할 수 있다.



Fig. 3 Angle spindle idling test in vertical machining center

참고문헌

1. K, J. Su, K, Y. Jo., "Cutting Performance of a Developed Small-angle Spindle Tool", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers Vol. 15, No. 2, pp. 111~117. 2016.
2. Joël Teixeira Alves, Michèle Guingand, Jean-Pierre de Vaujany, Set of functions for the calculation of bending displacements for spiral bevel gear teeth, Mechanism and Machine Theory, Volume 45 (2010), pp. 349-363.
3. M. J. Shin*, J.S. Kim, S.G. Kang, W.S. Lee, W.S. Choi Analysis of helical bevel gear in Angle Spindle 한국생산제조시스템학회 2013년도 추계학술대회 논문집 2013. 10 20-20(1page)

극저온 압축기용 기어커플링의 강도해석

Strength Analysis of Gear Coupling used in Compressor for Cryogenic Fluid

*고인재¹, 강수정¹, #한승호¹

*I. J. Ko¹, S. J. Kang¹, #S. H. Han(shhan85@dau.ac.kr)¹

¹동아대학교 기계공학과

Key words : Contact Condition, Gear Coupling, Strength Analysis

1. 서론

기어 커플링은 내접 및 외접기어를 조합하여 축에 편심 및 편각이 발생하여도 이를 보정 하여 동력 전달이 원활히 이루어지게 하는 기계장치이다. 특히 123 K 이하의 극저온 환경에서 운용되는 극저온 압축기용 기어 커플링은 내접 및 외접기어 접촉면과 이뿌리에 발생하는 접촉 및 굽힘응력이 크게 발생하는 경우 파손이 발생할 수 있다. 따라서 이를 사전에 예측하여 기어 커플링의 안전성, 신뢰성 및 수명을 보장해야 한다. 본 연구에서는 전산수치해석 프로그램을 활용한 내접 및 외접기어의 접촉 조건을 구현한 전처리 작업으로 기어 커플링에서 발생하는 접촉 및 굽힘 응력을 계산하였으며, 수치해석 결과의 유효성 검증을 위하여 기업에서 제공한 데이터와 비교하였다.

2. 수치해석 모델 및 결과

대상체는 N사에서 제작한 내접 및 외접기어로 구성된 기어 커플링으로 최대 회전속도 5,000rpm에서 421Nm의 토크를 견디는 조건에서 작동하며 상세한 사양은 Table 1과 같다. 작동 조건 하에서 기어가 받는 응력을 평가하기 위해 ANSYS Workbench를 사용하여 구조해석을 수행하였으며 수렴성 확보를 위하여 내접 기어의 요소가 외접 기어의 요소로 0.1mm 침투한 상태로 설정하였다. 첫 번째 load step은 요소의 침투를 제거하기 위해 슬리브 외측에 고정지지 조건을 적용했으며, 두 번째 load step에서는 허브 내부에 정격 토크인 421Nm를 부여 하였다.

Fig 1은 수치해석 결과로서 내접 및 외접기어의 접촉 면서 접촉응력은 50kgf/mm² 그리고 외접기어의 이뿌리에서 굽힘응력 20kgf/mm²이 도출되었다. N사에서 적용하고 있는 JGMA²⁾를 바탕으로한 강도 계산식으로 얻어진 접촉 및 굽힘응력의 허용치는 각각 47 및 19kgf/mm²로 수치해석의 결과와 10% 이내의 오차로 일치하였다. 따라서 수치해석적 강도계산이 타당한 결과를 보여주고 있음을 확인할 수 있다.

Table 1 Specifications of gear coupling

Module (mm)	No. of Teeth(EA)	Pressure angle (°)	Pitch circle diameter (mm)	Face width (mm)
1.5	37	20	55.5	10

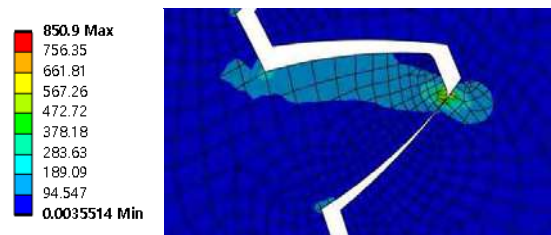


Fig. 1 Results of stress distribution obtained by CAE analysis on internal and external gears

3. 결론

본 연구는 내접 인벌류트 기어를 CAE 해석을 활용하여 접촉 응력 및 굽힘 응력을 수치해석적 결과 값을 산출하였으며, 이를 이론값과 비교를 통해 수치해석을 통한 결과가 타당함을 입증하였다. 이를 통해 본 연구에서 사용된 모델을 기어 커플링의 구조적인 특성에 대한 개선책을 마련할 수 있는 기반을 구축하였다.

후기

본 연구는 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초 연구 사업임 (2021R111A3042151)

참고문헌

- Patil, S. S., Karuppanan, S. and Atanasovska, I., "Experimental Measurement of Strain and Stress State at the Contacting Helical Gear Pairs," Measurement, Vol. 82, pp. 313-322, 2016.
- JGMA standard, Bending Strength Formular of Spur Gears and Helical Gears, Japan Gear Manufactures Association, pp. 401-01, 1974.

3D 프린터 소재 하중각 가변형 2축 피로시험기 설계

Design of 2-Axis Fatigue Tester with Variable Load Angle of Materials for 3D Printer

*정민석¹, 이대한¹, 이창훈¹, 이호성¹, #최성대¹

*M. S. Jeong¹, D. H. Lee¹, C. H. Lee¹, H. S. Lee¹, #S. D. Choi(sdchoi@kumoh.ac.kr)¹

¹국립금오공과대학교 기계시스템공학과

Key words : fatigue, tester, variable load, 3D printing

1. 서론

일상 생활에서 많은 소재 및 구조물은 반복적인 사용에 의해 파괴에 이른다. 이는 소재의 피로에 의한 것으로 피로파괴에 관한 거동을 파악하기 위해서는 피로시험기가 필요하다. 실제 구조물에 작용하는 하중은 복합하중으로 현존하는 단축 피로시험기를 활용할 경우 피로에 의한 거동을 정확히 예측할 수 없다. 이에 현실적이고 정밀한 하중 구현이 가능한 하중각 가변형 2축 피로시험기의 설계로 신빙성 높은 데이터를 확보하고자 한다. 또한 최근 각광받고 있는 3D 프린팅 기술에 사용되는 소재인 ABS, PLA와 같은 소재에 대한 피로거동을 확인하고자 한다.

2. 설계

본 설계에서 서술하는 설계의 경우 핵심적인 구동 방식 채택과 Fig 1의 좌측과 같이 작동 시퀀스를 설계하는데 초점을 두었고, 피로시험기의 핵심인 데이터의 신뢰성의 경우 다음 연구에서 진행할 예정이다. 따라서 모든 부품의 경우 Fig. 1의 우측과 같이 AutoCAD, Inventor를 사용하여 모델링을 진행하였고 이를 Al6061을 통해 2축 피로시험기의 형상을 구현하였다. 또한 피로시험기의 프로토타입에 쓰인 부품의 경우 Table 1에 기입하였다.

Table 1 하중각 가변형 2축 피로시험기 부품 목록

Component	Quantity	note
리니어모터	2	Load: 750 N Speed: 10 mm/s Stroke: 150 mm
리튬이온배터리	1	Voltage: 24 V Current: 14.7 A
로드셀	2	Capacity: 500 kgf
바이스	4	-
회로(모터드라이브, 로드셀)	각 2	-
전자 현미경	1	Resolution: 1080p Scale: 1,000x (max)

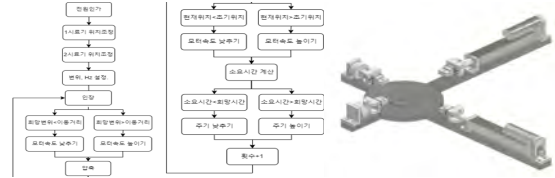


Fig. 1 작동 시퀀스 (좌), 모델링 (우)



Fig. 2 실제품 (좌), 결과 데이터 (우)

3. 결과

Fig. 2의 좌측에서 볼 수 있듯이 중심부에 특수각(30, 45, 60)을 추가로 주어 여러 방향에서의 시험이 가능한 결과를 얻을 수 있다. 이러한 결과를 Fig. 2의 우측과 같은 결과 그래프를 통해 확인할 수 있다.

4. 결론

Fig. 2의 결과 그래프를 보면 일반적인 피로에 대한 정현파의 형상과는 다르게 상당히 많은 노이즈가 있음을 알 수 있다. 이는 리니어 모터의 특성 및 각 부품의 공차(일반공차 적용), Arduino 보드 자체의 노이즈 등으로 인한 것으로 확인되었으며, 향후 연구를 통해 이러한 노이즈를 감소시키고 비교적 정확한 결과 데이터를 도출할 수 있도록 진행할 예정이다.

후기

이 연구는 금오공과대학교 LINC3.0 사업단의 지원에 의해 연구되었습니다.

참고문헌

1. Kwangsen Kim, Fatigue Test, Koreatech, pp. 9-10, 2013.

디지털 설계 및 적층 제조 기술을 활용한 메타 구조 기어 형상 설계

Meta-structured Gear Shape Design, using Digital Design and Additive Manufacturing Technology

*홍도현¹, #이찬준²

*D. H. Hong¹, #C. J. Lee(chanjoon980909@pusan.ac.kr)²

¹부산대학교 재료공학부, ²부산대학교 재료공학부

Key words : Metamaterials, Additive Manufacturing(AM), Finite Element Analysis(FEA)

1. 서론

지구온난화를 방지하기 위해 전 세계적으로 CO₂ 배출량 감소와 이를 위한 그린기술의 필요성이 대두되고 있다. 산업 전반에 사용되는 기계 부품의 기어 제작에 ‘Metastructures(Metamaterials)’을 적용하여 우수한 기계적 특성을 도출, 에너지 효율성 증대를 목표로 한다.

2. 연구 방법

본 프로젝트에서는 단순성에 입각하여 음의 포아송비, 충격 흡수능력, 경량화 등에 장점을 가지는 Re-entrant, Tetrachiral structure을 기어 내부 형상에 적용하고자 하였다.

각 구조별로 변수 조건 설정 후, DLP 3d프린터로 시편을 제작하여 Stress-Strain curve 비교를 통해 우수한 기계적 성질 갖는 시편을 선정하였다. 이후, Inventor tool을 활용하여 각 구조를 적용한 기어도면 설계, FEA tool 중 하나인 Ansys를 사용하여 INCONEL 718로 제작된 메타구조 기어의 기계적 거동을 분석하였다.

3. 주요 결과

Ansys를 통해 DLP 물성의 시편에 대한 경향성 분석과 이를 바탕으로 INCONEL718 물성을 대입하여 비교 분석한 결과, DLP 물성과 INCONEL718 특성 모두 Re-entrant 구조의 경우 1mm, 0.6mm, 0.8mm 순으로 상대 강도(MPa/kg)가 우수하게 나타났으며 Tetrachiral 구조에서도 경향성이 동일하게 나타났다. 또한 메타구조 적용 기어가 기존 일반 기어 형상보다 상대 강도가 향상된 것을 확인할 수 있었다.

Table 1 Relative Strength Analysis by General Gear and Specimen

Structure	Unit cell	Relative Strength(MPa/kg)
General	.	56.346
Re-entrant	1mm 少	261.012
Tetrachiral	1mm 75%	218.732



Fig. 1 Analyse mechanical properties by using Ansys simulation

4. 결론

메타구조를 적용하였을 때, 기존 기어 대비 기계적 물성이 더 우수하게 나타남을 확인할 수 있었다. 특히 가해지는 응력 성분이 unit cell에 대해 압축 방향으로 작용하고, Re-entrant 구조가 음의 포아송비로 인한 특성으로 압축 응력에 대해 저항할 수 있기에 가장 높은 상대 강도를 가지게 되었다. 즉, 메타 구조를 실제 기어에 적용한다면, 기존 기어보다 경량성 측면에서 우수하고, 내부 구조로의 에너지 손실 없이 더 많은 에너지를 인접 부품으로 전달할 수 있게 된다. 즉, 에너지 효율을 향상시킬 수 있다. 다만 기존 기어 대비 높은 변형률로 인한 부품의 마모를 고려하여 변형 보강 구조 접목 혹은 Ti합금과 같은 고강도 소재를 접목하여 단점을 보완할 수 있을 것이다.

후기

메타구조를 접목하여 기계 부품의 최적화 설계를 진행한다면 다양한 기계 부품에 대해 에너지 효율성 측면과 기계적 성능에서 우수한 성능을 기대할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Wu, W., Hu, W., Qian, G., Liao, H., Xu, X., & Berto, F. "Mechanical design and multifunctional applications of chiral mechanical metamaterials: A review." *Materials & design*, 107950, pp. 180, 2019.
2. M. K. KIM, ... & J. H. Seo "Design and Manufacturing of Mechanical Metamaterials: A Review" *Composites Research*, 34(4), pp. 199-211, 2021.

농업용 전동 카트를 위한 자율주행 시스템 개발

Developing Autonomous Driving System for Agricultural Electric Cart

*전용화¹, 유승재¹, 문철¹

*Y. H. Jeon(hyeong416@ut.ac.kr)¹, S. J. Yu¹, C. Mun¹

¹한국교통대학교 전자공학과

Key words : Autonomous Driving System, SLAM, Human-following, Deep Learning

1. 서론

다양한 분야에서 자율주행 기술을 활용하기 위한 연구개발이 진행되고 있으며, 특히 농업 분야에서 생산성 향상과 작업 환경 개선에 많은 기여를 할 것으로 기대된다. 본 논문은 농업용 전동 카트에 장착할 수 있는, SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 기반 자율주행 기술과 딥러닝 기반 사람 추종 기능을 수행할 수 있는 자율주행 시스템을 개발하고, 시스템의 성능을 검증하였다.

2. 자율주행 시스템

Fig. 1의 농업용 전동카트는 DC모터(24V, 800W), encoder, 하위 제어기, 배터리(6V, 240Ah)로 구성되어 있다. 자율주행 시스템은 Fig. 2와 같이 IMU(IAHRS RB-SDA-v1), GPS(ublox zed-f9p), 라이다(1 CH, RPLIDAR S2) 센서와 상위 제어기(jetson orin nano)로 구성된다. EKF(Extended Kalman Filter)를 사용하여, encoder 기반으로 추정된 이동 거리를 IMU 및 GPS 정보와 융합하여 위치 추정의 정확도를 향상시킨다. 또한, 라이다를 활용하여 주변 환경 정보를 수집하고 SLAM을 통해 지도를 구축한다. 이 지도는 자율주행 시에 navigation에 활용되며, A* 알고리즘을 통해 최단 경로를 계산하여 카트가 이를 따라 이동한다.



Fig. 1 농업용 자율주행 전동카트



Fig. 2 SLAM 기반 자율주행 시스템 구조



Fig. 3 딥러닝 기반 사람 추종 시스템 구조

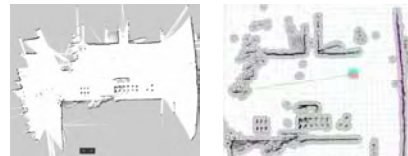


Fig. 4 자율주행 지도 및 경로 탐색

Fig. 3의 사람 추종 시스템은 자율주행 시스템에 추가적으로 사람 추종 기능을 구현하기 위하여 depth 카메라(intel d435)를 사용하였으며, 상위 제어기에서 추종할 대상을 학습한 YOLOv5 모델을 기반으로 추종할 대상을 인식하고 거리를 추정한다. Depth 카메라 영상에서 추종 대상의 바운딩 박스의 위치 정보를 받아와 영상의 중심에서 좌우로 얼마나 이탈했는지를 추정하고, 카트의 좌우 모터의 속력을 차등 제어하여 방향을 조절하고 대상을 따라 이동한다.

3. 성능 분석 및 결론

Fig. 4는 SLAM을 통해 생성된 지도와 목적지까지의 이동경로의 궤적을 보여준다. 또한, 사람 추종은 추종 대상과의 1m 거리를 유지하며 이동하는 실험을 통해 성능을 검증하였다. 따라서, 본 연구에서 개발한 자율주행 시스템이 농업용 전동 카트에 장착될 경우 자율주행 및 사람 추종을 통해 작업에 활용될 수 있음을 검증하였다.

참고문헌

1. H. Durrant-Whyte and T. Bailey, "Simultaneous localization and mapping: part I," in IEEE Robotics & Automation Magazine, Vol. 13, No. 2, pp. 99-110, June 2006.

OFF Board Charger의 연속적인 충전 동작을 보장하기 위한 모듈 제어 로직 Moduel Control Logic to Ensure Continuous Charging behavior of the OFF Board Charger

*최두봉¹, #권경현¹, #최용휘¹, #윤한신¹

*D. B. Choi, #G. H. Gyoung, #Y.H. Choi, #H. S. Youn

¹인천대학교 전기공학과

Key words : EVC, LLC Resonant Converter, Multiple modules

1. 서론

근래 EV 시장이 확대됨에 따라 급속 충전기 EVC(Electric Vehicle Charger) 기술의 중요성이 부각되고 있다. 고출력의 전력 변환 모듈을 다수 병렬로 연결하여 차량별 배터리의 충전 특성 및 충전 상황에 따라 충전 효율을 최적화하는 Off-Board Charger 형태의 급속 충전기 연구가 다수 진행 중이며, 30kW 크기의 충전 모듈 10개가 하나의 충전기를 구성하는 300kW급 급속 충전기가 주로 개발되고 있다. 이러한 다중 모듈 구성의 급속 충전기는 저전압 출력 시 각 모듈의 출력측을 서로 병렬로, 고전압 출력 시 각 모듈의 출력측을 서로 직렬로 연결하는데, 모듈의 출력측 구조를 병렬에서 직렬로 전환하는 과정에서 모든 모듈이 동시에 전환됨에 따라 일시적으로 EV 충전이 중지되는 문제가 발생한다. 본 연구에서는 이러한 문제를 개선하기 위해 OFF Board Charger의 연속적인 충전 동작을 보장하는 새로운 모듈 제어 로직을 제안한다.

2 기존 방식의 문제점

기존의 방식은 LLC 컨버터 2차 측 구조가 동시에 변경됨에 따라 일시적으로 급속 충전기가 전달하는 전력의 합이 0W로 떨어지는 구간이 발생한다. 이로 인해 연속적으로 전력을 전달하는 것이 불가능해지며, 이러한 현상은 모든 모듈의 구조 변경이 완료될 때까지 지속된다. 변경 완료 후 급속충전기가 전달하는 전력은 다시 0W에서 300kW가 된다. 결과적으로, 기존의 급속충전기는 연속적인 배터리 충전 동작 수행이 불가하며, 출력 전력이 무부하와 전부하로 급격하게 변동함에 따라 과도기 구간에서 스위칭 소자를 비롯한 회로 내부에 큰 전기적 스트레스를 유발할 수 있으므로 급속 충전기의 안정성이 일시적으로 하락할 수 있다.



Fig. 1 기존 방식과 제어 방식의 전환 과정 비교

3. 제안하는 제어 로직

제안하는 방식에서는 2차측 구조가 동시에 변경되지 않고, 한 개의 모듈씩 순차적으로 변경됨에 따라 급속 충전기가 전달하는 전력의 합이 0W가 되는 구간이 발생하지 않는다. 이로 인해 모든 모듈의 구조 변경이 완료될 때까지 연속적으로 전력을 전달하는 것이 가능해진다. 일시적인 전력 전달 불가 상황을 방지하여 연속적인 EV의 HV 배터리 충전을 보장하고, 전력 전달에 있어서 유연성을 확보할 수 있다. 또한, 급격한 출력 변화를 방지함으로써 안정성을 확보할 수 있다.

결론

모듈의 직·병렬 구조 전환 과정을 변경함에 따라 일시적인 배터리 충전 중단 문제를 해결하고, 연속적인 충전 동작을 보장하게 된다. 결과적으로 입·출력 부하 급변 문제가 개선되며, 이러한 제어 방식은 LLC 컨버터 외에 다른 모듈 구조 회로에도 적용이 가능하다.

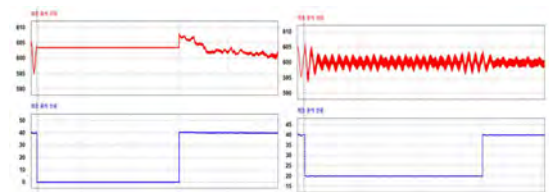


Fig. 2 기존 제어 로직 시뮬레이션(좌)과 제안하는 제어 로직 시뮬레이션(우)



New Technology High Performance **VISION SCREEN PRINTER**



CE
ISO9001
ISO14001

글로벌강소기업
INNO-BIZ 기업
VENTURE기업

대구스타기업
수출유망중소기업
선도중소기업



• 본사 및 공장

대구광역시 달서구 호산동로 137 (호산동 357-95)
TEL : 053-586-2203(代) / FAX : 053-586-2298

• 2공장

대구광역시 달성군 유가면 테크노순환로 5길 33
TEL : 053-719-0153 / FAX : 053-616-2298

• 경기사무소

경기도 수원시 권선구 오목천로 132번길 33 (고색동)
TEL : 031-297-7981 / FAX : 031-227-7981

• 베트남사무소

Land lot 203, map No.32, Dai Phuc Ward,
Bac Ninh city, Bac Ninh province, Viet Nam.

2023년도 추계학술대회 논문집

대구광역시 동구 동부로 22길 48 (신천동 292-6) 동대구 유성푸르나임 상가 207호
TEL : (053)581-2239, FAX: (053)581-2295, E-mail: ksmp@ksmp.or.kr
Homepage: <http://www.ksmp.or.kr>