

KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024



KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

CONTENTS

END-ITEM. 1

반도체
SEMI-CONDUCTOR

- 016 캐리어 웨이퍼가 필요없는 빌드업/Bump-less 초박형 웨이퍼 적층 기술
- 018 초박형 유연반도체 패키지 접속 및 3D 적층 기술
- 020 대면적의 연속 레이저 가공을 위한 스캐너-스테이지 on-the-fly 시스템
- 022 포커스 측정 기능을 가지는 레이저 가공 장치
- 024 워터가이드 레이저 가공 기술
- 026 극초단 레이저 기반 유리 및 투명 기판 미세 가공 기술
- 028 고효율·고농도 특성을 갖는 오존생성장치 기술
- 030 자기부상 이송시스템
- 032 입력성형기를 이용한 저진동 모션제어기술
- 034 용액전사방식 연속 나노임프린트 기술
- 036 극초미세형상 패터닝이 가능한 UV/열 복합 나노패터닝 장비기술
- 038 펄토초레이저 기반 열처리기술
- 040 투과형 광센서 기반 플라즈마 공정 모니터링 기술
- 042 nm급 초고진공용 초정밀 스테이지 기술

END-ITEM. 2

3D프린터
3D PRINTER

- 046 입자크기 10 μ m 미세분말용 고 분해능 디스펜서
- 048 정밀 형상구현을 위한 하이브리드 PBF 3D프린팅 기술
- 050 Power-DED 금속 3D프린팅 장비 핵심 모듈 기술
- 052 자성소재 3D프린팅 공정·장비 기술 및 고기능성 부품개발
- 054 Power-DED 금속 3D프린팅 공정 모니터링 및 제어기술
- 056 잉크순환형 잉크젯헤드 유닛 및 이를 포함하는 제조방법

END-ITEM. 3

냉동기 / 히트펌프
REFRIGERATOR / HEAT PUMP

- 060 액체수소 생산/저장/활용 기술
- 062 차세대 Low GWP 대체 냉매 개발 및 시스템 설계기술
- 064 멤브레인 히트펌프 기술
- 066 고온 히트펌프용 축열시스템 설계 기술
- 068 상변화 열전달을 이용한 전자장비 열관리 기술
- 070 접촉저항변화를 이용한 압력센서
- 072 자연 냉매(물, R-718) 적용 히트펌프/냉각 장치 설계 기술
- 074 PCHE 설계 및 제작 기술
- 076 판형열교환기 설계 기술
- 078 스테링 냉동기 기술
- 080 GM(Gifford-McMahon) 극저온냉동기 및 극저온 고진공펌프
- 082 고성능 압축기/블로워 기술
- 084 극저온 냉각시스템 설계기술
- 086 대용량 액체공기 에너지저장 기술
- 088 극저온 터보 팽창기 기술
- 090 고성능 터빈 기술
- 092 줄토크스 냉동기 설계기술

END-ITEM. 4

AI / 로봇
AI / ROBOTIC

- 096 5종 자세변환이 가능한 로보틱 제어
- 098 안전 로봇을 위한 자중보상 로봇 기술
- 100 스마트 구동모듈 및 모듈러 로봇
- 102 다목적 임무 수행을 위한 하박 탈부착식 고가반하중 로봇 기술
- 104 로봇기반 전기차 무인충전 시스템
- 106 인간형 로봇 손
- 108 케이블/와이어 핸들링/조립 로봇 기술
- 110 하모닉 설계/해석 기술
- 112 로보틱 휠체어 및 탑승형 로봇 기술
- 114 형상기억합금 스프링 실을 직조한 옷감형 인공근육(근육옷감) 기술
- 116 근육옷감을 적용한 상지, 허리 및 하지 보조 의복형 웨어러블 로봇 기술
- 118 장애물 극복 모핑 휠
- 120 집게-흡착 융합형 만능 그리퍼
- 124 휠-레그 로봇 모빌리티 기술
- 126 인간형 양팔로봇 기술
- 128 작물 수확용 농업로봇
- 130 AI 및 가상공간 기반 로봇 작업 궤적 최적화 기술
- 132 AI(인공지능) 기반 방역 로봇 기술
- 134 이동식 자율작업 기계 기술
- 136 AI와 IoT센서를 이용한 시설물 재난안전 관리시스템
- 138 유연 압력/촉각 감지 기술
- 140 MEMS 마이크로폰 및 제조방법
- 142 특수치형 기어 설계 및 해석 기술
- 144 심장 및 폐 중재시술이 가능한 로봇 카테터 시스템 기술
- 146 상지 절단 장애인을 위한 경량 로봇의수
- 148 비대면 의료 검진로봇 시스템
- 150 하지 절단 장애인을 위한 로봇의족
- 152 초실감 양방향 햅틱피드백 기술

END-ITEM. 5

이차전지
SECONDARY BATTERY

- 156 프리폼 플렉서블 배터리 소재 및 제조 기술
- 158 대기압 플라즈마 기반 집전체 표면처리 기술
- 160 기능성 와이어 및 분리막 제조를 위한 전기방사 시스템
- 162 스마트 텍스타일 소자 제조 기술
- 164 페루프 리니어 모터 고속 컨베이어
- 166 플래쉬를 이용한 고성능 이차전지 전극의 고효율 제조
- 168 롤투롤 이차전지 제조장비 디지털트윈 기술
- 170 투명전극 및 투명전극필름 제조기술

END-ITEM. 6
디스플레이
DISPLAYS

- 174 Flexible/Stretchable 디바이스 및 디스플레이 대응 미세 배선 형성 기술
- 176 광기반 반도체/디스플레이 micro-chip 전사 및 리패어 기술
- 178 미세패턴 금형 코어 초정밀 기계가공 기술
- 180 Micro/Mini-LED 디스플레이 제조용 롤 전사 기술
- 182 Flexible OLED 롤투롤 증착시스템 기술
- 184 롤투롤 UV 임프린트 공정/장비 기술
- 186 고유연 기능성 전극 친환경 초고속 패터닝 기술
- 188 열형-롤 임프린트 장비

END-ITEM. 7
공기청정
장치
AIR CLEANER

- 192 정전응집형 금속필터를 이용한 디젤입자 매연여과장치
- 194 웨어러블 호흡공기 보호기술
- 196 무필터 방식 실내 공기청정기술
- 198 유해가스 및 초미세먼지 동시 저감 기술
- 200 탄소섬유 이온화 공정을 이용한 실내용 정전여과 공기 정화장치
- 202 굴뚝 고정형 미세먼지(PM2.5, PM10) 연속 측정기술

END-ITEM. 8
발전시스템 /
연료전지
ELECTRIC
POWER SYSTEM /
FUEL BATTERY

- 206 마이크로채널 반응기 및 이퓨얼(E-Fuel) 생산 기술
- 208 박막형 열전 에너지변환 모듈
- 210 가스터빈 복합발전 성능해석 기술
- 212 연료전지와 엔진을 연계하는 고효율 하이브리드 발전시스템 기술
- 214 고효율 고온 수전해 시스템 설계 및 평가 기술
- 216 차세대 고온 암모니아 연료전지 스택 기술
- 218 전기화학적 수소압축기 기술
- 220 레이저 광계측과 연소상태량 동시계측을 활용한 수소 및 저탄소연료 연소기술
- 222 고온 열원과 저온 열원 동시 활용 초임계 CO₂ 발전 사이클 구성 및 운영방법
- 224 저발열량 가스연료 고효율 청정 엔진 발전기술
- 226 연료전지 분리막 레이저 용접/접합 복합 가공 기술

END-ITEM. 9
자동차 /
모빌리티
CAR /
MOBILITY

- 230 펄토초 레이저를 이용한 정밀 거리 측정 및 광원 제작 기술
- 232 마이크로 밀링응용 Surface Texturing 모듈 기술
- 234 원통 내부 고속 마이크로 패터닝을 위한 능동 공구 기술
- 236 미래차 전장부품 및 모바일 부품 레이저 슬더링 기술
- 238 전기차 핵심부품 레이저 용접 공정 및 시스템 기술
- 240 레이저 용접 공정 모니터링 기술
- 242 5축 기계가공시스템과 3축 레이저 스캐너 연동 기술
- 244 나노소재기반 초박막 방수 코팅 기술
- 246 반사방지 초발수 유리/렌즈 제작 기술
- 248 초발수 자기세정기술
- 250 복사에너지 능동제어 기술

END-ITEM. 10

함정 / 선박
WARSHIPS / SHIP

- 252 전기히터 내장 배출가스정화장치 기술
- 254 세계 최초 고효율 암모니아 엔진 기술
- 256 고효율 수소 엔진 기술
- 258 브레이크 마모 미세먼지 저감을 위한 집진장치 기술
- 260 고속 경량 동력전달장치 설계 및 시험/평가 기술

- 264 인공지능 기반 기계 시스템 예측진단 및 사고대응 기술
- 266 함정 소음/진동/충격 및 생존성 향상 설계 기술
- 268 메타물질 흡차음재
- 270 진동저감 성능향상을 위한 복합형 마운트 개발 기술
- 272 배관계통 배관 파손 탐지 및 자율 사고대응을 위한 스마트 밸브
- 274 자율형 초동진압용 소화체계

END-ITEM. 11

산업기계
INDUSTRIAL
MACHINERY

- 278 초기원점 자율셋팅을 위한 빌트인 타입 비전 계측 톨
- 280 대형일체형 공작물 깊은 홀 정밀보링가공이 가능한 능동방진 장치
- 282 구조해석을 통한 기계장비 구조강성 및 운동성능 사전평가 기술
- 284 펌프 개발 기술
- 286 고효율 수차 기술
- 288 초고속 고정밀 자기베어링 기술
- 290 사용 종료 매립지 안정화를 위한 생태모방 확공용 굴착 공법
- 292 다단 연소가스재순환을 이용한 지능형 질소산화물 제어기술
- 294 고체암모늄이용 SCR 시스템
- 296 풍력발전기 드라이브트레인 상태감시, 결함진단 및 고장예지 기술
- 298 작업기계의 환경인지 및 충돌방지 안전제어 기술
- 300 기어트레인 및 볼트 설계 최적화 기술
- 302 육해공 자율협력 임무수행을 위한 협지주행 지상무인이동체 시스템
- 304 전방향 지면모션 생성 시뮬레이터 기술
- 306 농업용 트랙터 자율주행 가상운용 기술
- 308 구조안전성평가 기술
- 310 진동 데이터 SRS/FDS 분석 앱
- 312 오픈소스 기반 기계류 부품 해석 프로그램 기술
- 314 기계 구조물의 피로 파손 예지 장치
- 316 대면적 다이오드 레이저를 이용한 금속재료의 표면 경화 및 균질화 기술

END-ITEM. 12

원전기기
NUCLEAR
EQUIPMENT

- 320 금속재료의 표면 경화 및 잔류응력 제어를 위한 Laser Shock Peening(LSP) 기술
- 322 수심 10m 이상 레이저 절단/용접 가공 기술 및 수중 모사환경 시스템
- 324 원전 중대사고 환경 모사 기술
- 326 원전 설계기준사고 환경모사 기술
- 328 용접, 절단을 위한 3차원 용융풀 과도해석 기술
- 330 솔리렌을 활용한 절단 노즐 유동가시화 및 CFD 활용 평가기술

CONTENTS

END-ITEM. 13

의료기기
MEDICAL
DEVICE

334	3차원 맥박패턴 측정 시스템
336	고품질 오가노이드 선별을 위한 pick & place 장비
338	3D 바이오 프린팅 시스템 기술
340	PDO(Polydioxanone) 치과용 멤브레인
342	양산형 플라스틱 미세유체 칩 설계 및 제조 기술
344	현장진단형 분자진단 기기
346	바이오 생체신호 감지센서 및 제어기술
348	만성호흡기 질환 호기진단/치료/재활 복합 건강관리 시스템 기술
350	홀트레이닝 & 체육시설 스마트 운동기기와 운동관리 플랫폼
352	신경인터페이스

END-ITEM. 14

기타
OTHER

356	형상기억합금을 이용한 공구홀더 및 공구 고정방법
358	경사각 제어 옵틱을 이용한 레이저 고세장비 드릴링 기술(홀 깊이 : 5mm 이하, 홀 직경 : 10um 이상 가능)
360	베셀빔과 레이저 유도식각을 이용한 글라스 홀 가공 기술
362	태양에너지를 이용한 중소용량 해수담수화 장치
364	용존산소를 이용한 수중호흡장치 기술
366	LNG극저온 기자재와 관련 시스템의 성능 및 내구성 평가를 위한 시험 장비
368	고주파 유도가열 기술
370	하이브리드를 기반 대면적 핫엠보싱 장비
372	나노파이버(Nanofiber) 웹 측정 및 평가 기술
374	전기소모를 획기적으로 줄이는 고기능 표면의 제습장치 또는 물 수확기
376	제품 정렬 및 판별 스마트 센서 기술
378	시설원에 에너지 통합 공급/관리시스템 기술(TRI-GEN)
380	옥상온실형 스마트 그린빌딩 기술
382	바이오원유 제조를 위한 경사슬라이드식 급속열분해시스템 개발
384	공간음장 획득 및 제어 기술

END-ITEM. 15

기업지원
프로그램

388	KIMM 기업지원 프로그램
390	중소기업 애로기술 지원 프로그램
391	패밀리기업 지원 프그램
392	기술사업화 R&D 지원 프로그램(ACE)
393	기술이전 프로그램
394	연구소기업 설립 지원 프로그램
395	인력지원 프로그램
396	시험검사 프로그램
397	시험검사 프로그램 관련 접속 정보
398	소재 · 부품 · 장비 융합혁신지원단

PREFACE

●
한국기계연구원
원장님 인사말

한국기계연구원의 「2024년 보유기술 자료집」 발간을 통해
우리 연구원의 실용적이고 혁신적인 연구 성과를
여러분께 소개할 수 있게 되어 기쁘게 생각합니다.



자율제조, 디지털트윈, 인공지능, 로봇 등 글로벌 제조 패러다임이 급변하고 있습니다.
선도국과의 치열한 기술패권 경쟁 속에 우리나라 제조업도 성장과 혁신을 위한 새로운 도전에 직면하고 있습니다.

한국기계연구원은 우리 기업들이 필요로 하는 산업형 R&D에 매진하면서, 기업 맞춤형으로 현장 애로기술과
미래를 위한 혁신기술을 제공하여, 제조업과 기계산업 생태계 조성과 역량강화에 기여하고 있습니다.
특히, 인공지능과 로봇 기술을 접목한 자율제조 시스템을 통해
산업계 현장의 효율성을 극대화하고 인력 부족 문제를 해결할 수 있는 솔루션을 제공하고 있습니다.

2024년 발간한 보유기술 자료집에는 반도체, 3D프린터, 냉동기/히트펌프, AI/로봇, 이차전지, 디스플레이,
공기청정장치, 발전시스템/연료전지, 자동차/모빌리티, 함정/선박, 산업기계, 원전기기, 의료기기 등의
14개 분야에서 실용성과 혁신성을 갖춘 171개 기술을 엄선 · 선정하여 소개합니다.
해당기술에 대한 추가적인 자료와 설명이 필요하면 언제든지 연락해 주시면
보유기술 담당자와 연결해 드리겠습니다.

「2024년 보유기술 자료집」을 통해 대한민국과 글로벌 기업들의 발전과 성장동력 발굴에 한국기계연구원이
조금이라도 기여할 수 있기를 기대합니다. 한국기계연구원은 앞으로도 끊임없는 도전과
원천기술 개발을 통해 여러분의 기대에 부응하는 혁신파트너로 발전하겠습니다.
여러분의 지속적인 관심과 성원을 부탁드립니다. 감사합니다.

류 석 현 한국기계연구원장

ABOUT
KIMM

●
설립목적 및
주요기능

VISION & GOAL

비전

K-Machine을 선도하는 세계적인
종합연구기관

2030년까지 DIGITAL- KIMM달성

경영목표



디지털·AI 전환
기반구축



대표 브랜드
정립 및 육성



원천기술 확보
사업화 가속

핵심가치

V

Voice of
Customer
고객중시

V

Value
Creation
가치창출

I

Integrity
진실성

P

Pioneer
개척정신

경영전략

B

Big
Picture
빅피처경영

E

Essence
본질경영

S

Speed
속도경영

T

Talent
인재경영

ABOUT
KIMM

●
연혁

HISTORY

1970'S

설립 및
성장기반 구축

- 1976.12.30.** 한국기계금속시험연구소 발족(상공부 소관)
- 1979.04.01.** 한국정밀기기센터 흡수·통합
- 1981.01.05.** 한국기계연구소 설립(한국선박연구소 통합, 과학기술처 소관)
- 1989.10.10.** 부설 해사기술연구소, 부설 항공우주연구소 설립

1990'S

국가 경제발전과
연구소 성장

- 1992.03.16.** 한국기계연구원으로 개칭, 본원을 창원에서 대전으로 이전
- 1993.04.15.** 부설 해사기술연구소 통합
- 1996.11.15.** 부설 항공우주연구소 독립
- 1999.01.29.** 국무총리실 산하로 소관부처 변경(산업기술연구회)
- 1999.03.31.** 선박·해양공학연구센터를 한국해양연구소로 이관

2000'S

선진 연구기관을 향한
토대 구축

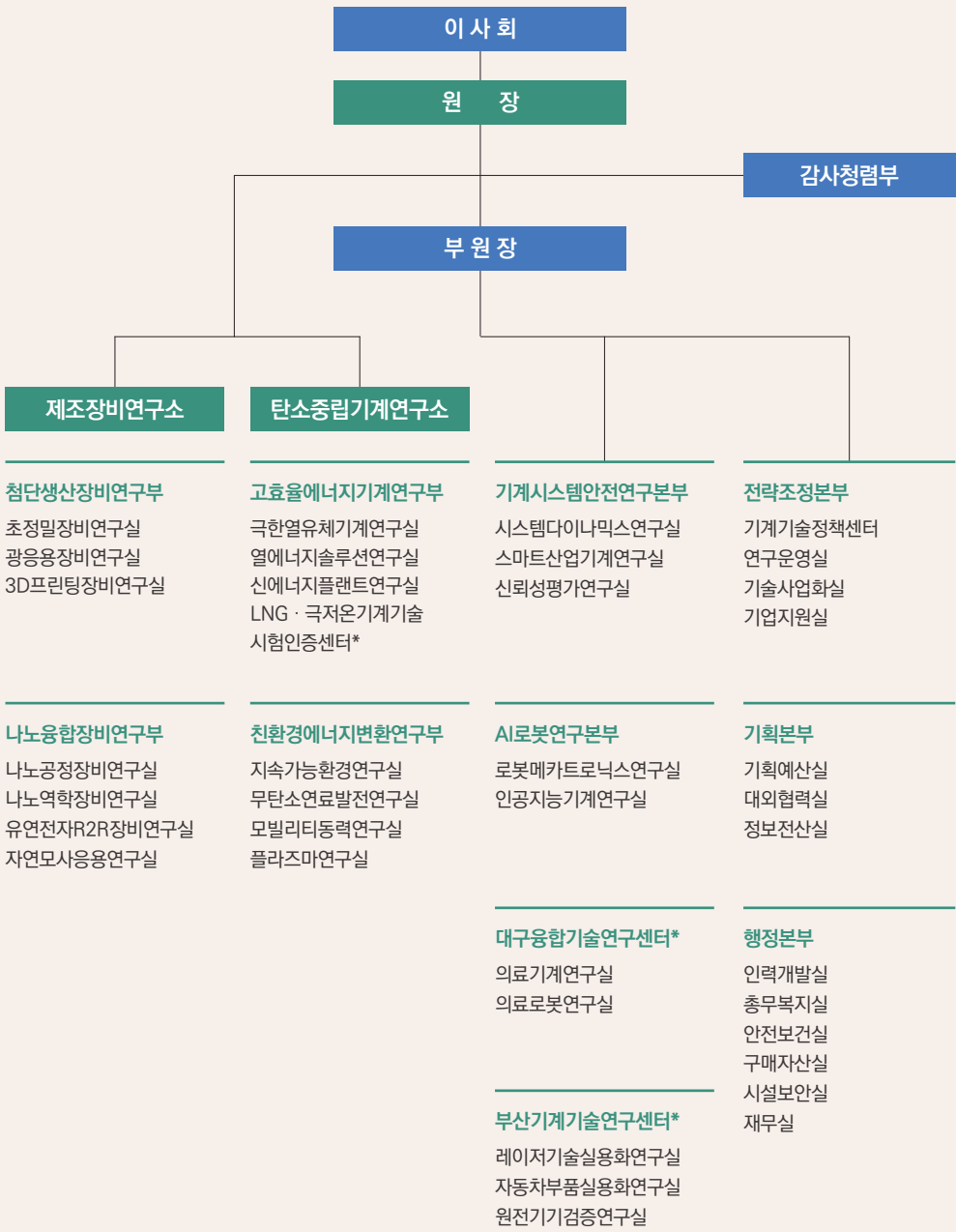
- 2004.10.23.** 과학기술부 산하로 소관부처 변경
- 2007.04.27.** 부설 재료연구소 설립
- 2008.02.29.** 지식경제부 산하로 소관부처 변경(산업기술연구회)

2010'S

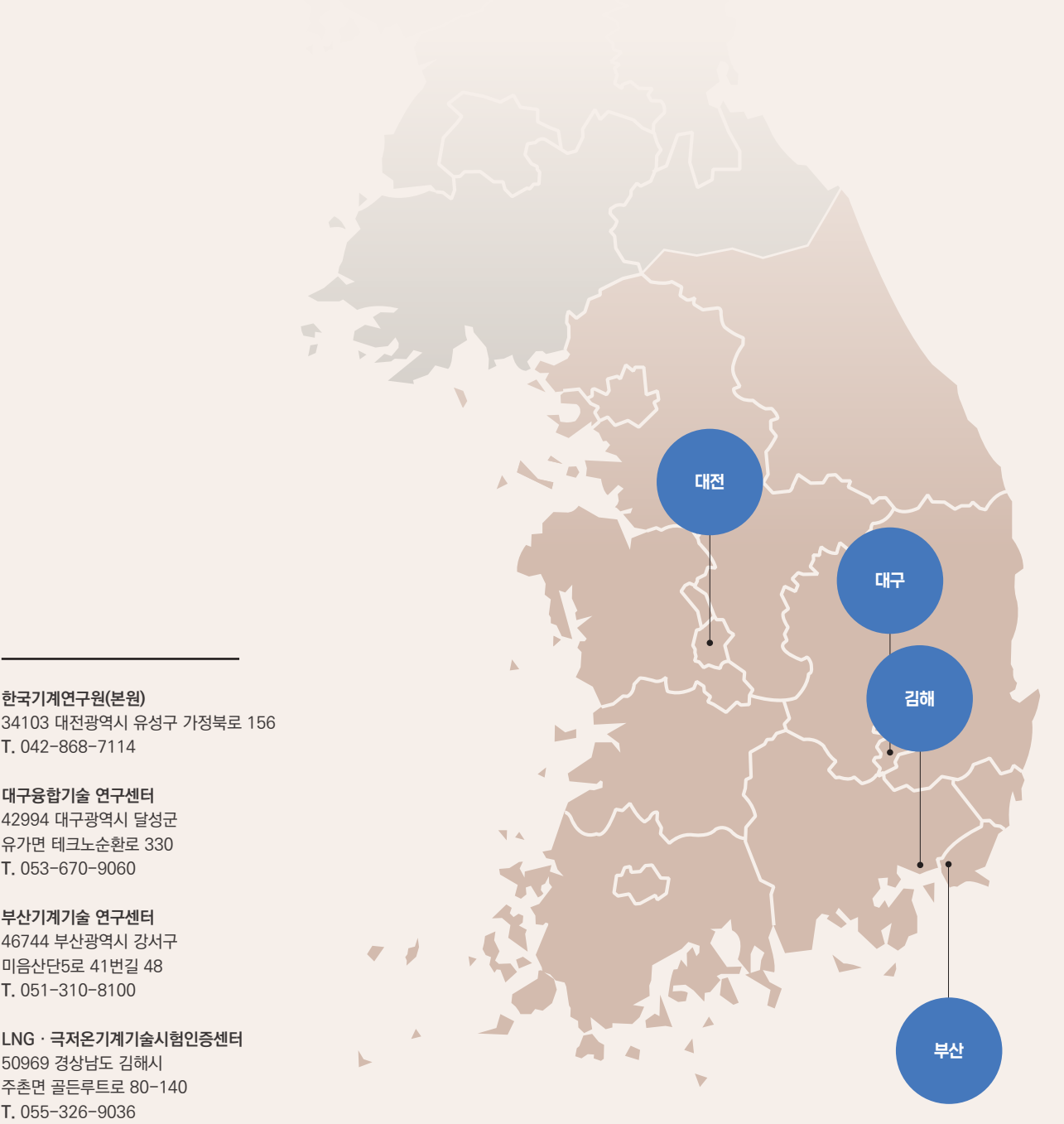
세계 최고의
연구원을 향하여

- 2010.12.28.** 대구융합기술연구센터(지역조직) 설립
- 2013.02.01.** 부산레이저기술지원센터(지역조직) 설립
- 2013.03.23.** 미래창조과학부 산하로 소관부처 변경
- 2013.08.01.** LNG·극저온기계기술 시험인증센터(지역조직) 설립
- 2017.07.26.** 과학기술정보통신부 산하로 소관부처 변경
- 2020.11.20.** 부설 재료연구소 독립

ORGANIZATION 2023



LOCATION GUIDE



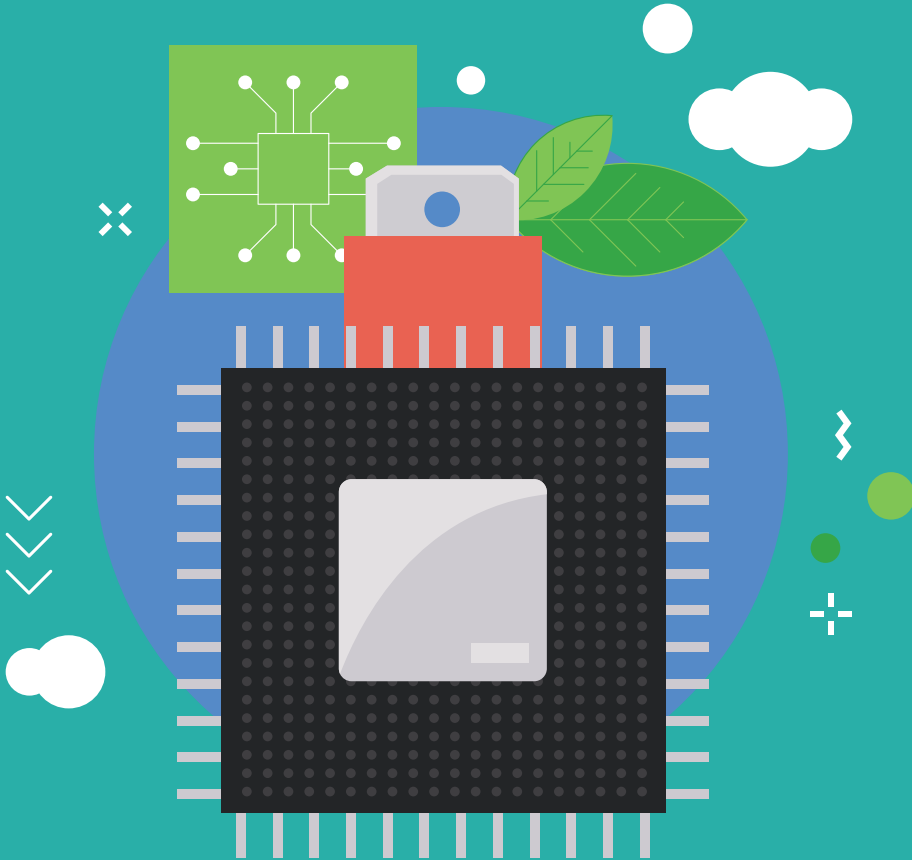
END-ITEM.

1

반도체
SEMI-CONDUCTOR

CONTENTS

캐리어 웨이퍼가 필요없는 빌드업/Bump-less 초박형 웨이퍼 적층 기술	016
초박형 유연반도체 패키지 접속 및 3D 적층 기술	018
대면적의 연속 레이저 가공을 위한 스캐너-스테이지 on-the-fly 시스템	020
포커스 측정 기능을 가지는 레이저 가공 장치	022
워터가이드 레이저 가공 기술	024
극초단 레이저 기반 유리 및 투명 기판 미세 가공 기술	026
고효율 · 고농도 특성을 갖는 오존생성장치 기술	028



CONTENTS

자기부상 이송시스템	030
입력성형기를 이용한 저진동 모션제어기술	032
용액전사방식 연속 나노임프린트 기술	034
극초미세형상 패터닝이 가능한 UV/열 복합 나노패터닝 장비기술	036
펄초레이저 기반 열처리기술	038
투과형 광센서 기반 플라즈마 공정 모니터링 기술	040
nm급 초고진공용 초정밀 스테이지 기술	042

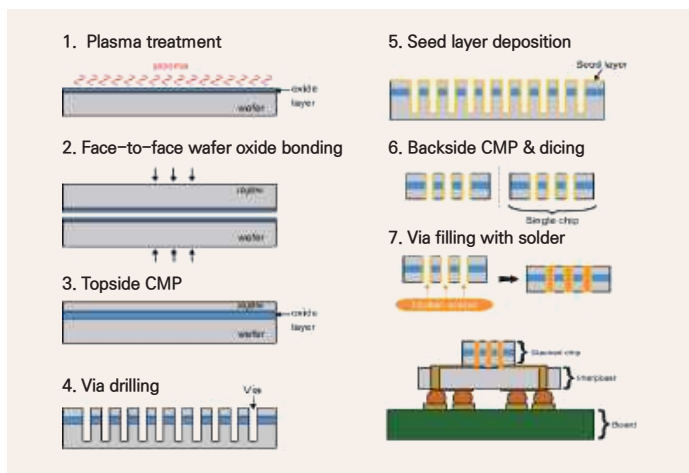


캐리어 웨이퍼가 필요없는 빌드업/Bump-less 초박형 웨이퍼 적층 기술

연구자: 송준엽, 이재학
소속: 반도체장비연구센터 ☎ 042-868-7144, 7362

기술 개요

- 캐리어 웨이퍼 없이 빌드업 방식으로 초박형 웨이퍼를 적층하여 3차원 패키지 수율 향상



고객 · 시장

- 소자업체(Foundry, Fabless, Assembly)/반도체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 적층패키지 제조 시 초박형 웨이퍼의 적층에서 핸들링, 수율, 생산성에 문제가 있음
- 기존 기술은 초박형 칩을 제작하기 위하여 파손을 방지하기 위해 캐리어 웨이퍼에 임시 접합하여 핸들링 및 후속 공정을 진행하므로 공정단가가 높으며, 또한 범프를 이용하여 칩 단위로 본딩하여 적층하므로 수율 및 생산성 낮음
- 모바일 AP 및 기타 반도체 패키지는 고성능화, 경박단소화되어 가고 있는 추세임
- 현재 기존 2D 방식의 인터커넥션 패키지 제조 방법은 이러한 수요자의 니즈를 구현하데 있어 scale down의 기술적 한계에 도달하였으며, 적층 패키지 기술이 대안기술로 각광받음

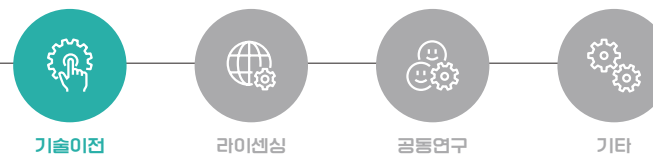
기술의 차별성

- 캐리어 웨이퍼에 임시 접합하지 않고, 빌드업 방식으로 초박형 웨이퍼 적층패키지를 제조하므로, 초박형 웨이퍼의 핸들링이 용이하고, 수율이 향상됨
- 빌드업 방식으로 웨이퍼 레벨로 적층 패키지를 제작하므로, 수율 및 양산성이 높으며, bump-less로 관통전극 및 수직인터커넥션을 동시에 구현하므로, 피치 미세화가 가능함
- 웨이퍼 레벨로 빌드업으로 적층하는 방법으로 부가적인 캐리어 웨이퍼 사용없이 쉽게 초박형 웨이퍼 핸들링 및 적층이 가능하고 칩 레벨 적층기술에 비해 높은 수율 및 양산성을 갖는 기술임
- 범프 형성없이 수직으로 인터커넥션 및 관통전극을 형성하는 방법으로, 미세 피치화 및 본딩 신뢰성 확보가 가능함

기술완성도(TRL)

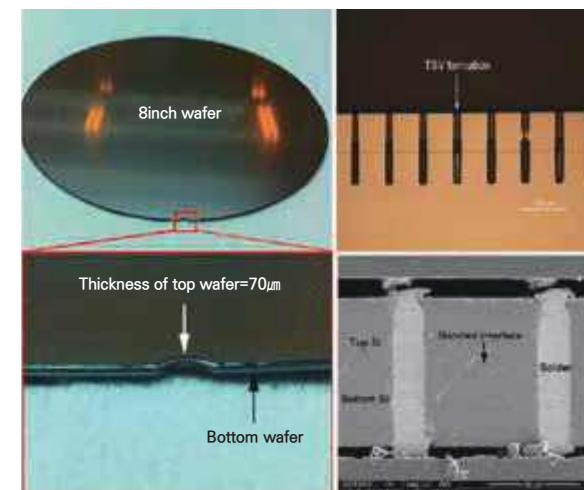


희망 파트너십



기술의 우수성

- 부가적인 캐리어 웨이퍼의 임시접합 없이 최하단의 디바이스 웨이퍼를 활용하여 초박형 웨이퍼를 쉽게 핸들링하고, 빌드업 방식으로 적층하여 관통전극 및 인터커넥션을 형성하는 기술임
- 최하단의 디바이스 웨이퍼를 캐리어로 활용하고, 빌드업 방식으로 웨이퍼를 본딩 및 백그라인딩하여 각 층의 웨이퍼를 박형화함
- 상기 방식으로 적층된 다층 웨이퍼에 일괄적으로 관통홀을 형성하고, 용융금속 또는 도금방식을 이용하여 bump-less 방식으로 관통전극과 동시에 각 층별 인터커넥션을 형성함
- 연구책임자 기준으로 20년 이상의 연구경력을 보유함



〈웨이퍼레벨 빌드업 Bump-less 적층 기술〉

지식재산권 현황

특허

- 반도체 칩 적층 패키지 및 그 제조 방법(KR1036441, PCT/KR2011/001166, SP201201174-8, US8722513)
- 반도체 칩 적층 패키지 및 그 제조 방법(KR1172533)
- 칩 접합을 위한 실리콘 기판 관통 비아, 이를 포함하는 칩, 적층 칩 및 전기도금을 이용한 적층 칩 접합방법 (KR1225253)
- 반도체 칩 적층 패키지 및 그 제조 방법(KR1036441)

노하우

- Void Free Wafer Direct Bonding 기술
- Wafer 표면 전처리 기술
- Bump-less TSV(Through-Silicon Via) 형성 및 초박형 웨이퍼 빌드업 적층 기술

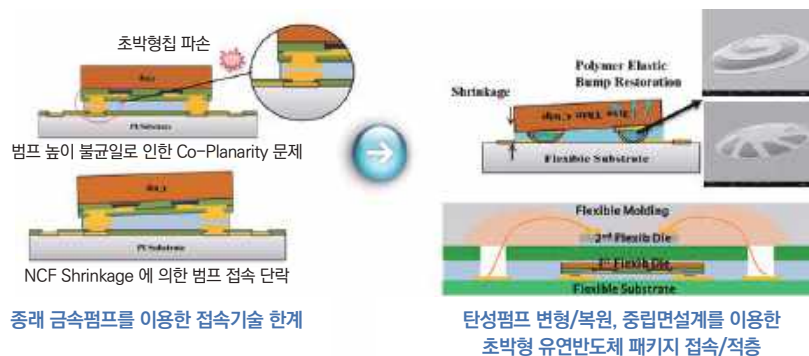


초박형 유연반도체 패키지 접속 및 3D 적층 기술

연구자: 이재학, 송준엽
소속: 반도체장비연구센터 ☎ 042-868-7362, 7144

기술 개요

- 폴리머 탄성범프, 패키지 중립면 설계를 활용한 유연한 접속부를 갖는 초박형 유연반도체 패키지 접속/적층 기술



고객 · 시장

- 소자업체(Foundry, OSAT(Outsourced Semiconductor Assembly and Test))
- 반도체 산업 업체
- 적용제품 : 모바일, 유연/신축 디스플레이, 웨어러블 기기, 자동차, 스마트 카드, 스마트 패치, 지문 인식센서 등에 활용되는 고성능 플렉서블 반도체 패키지 제품

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 웨어러블 디바이스 성능 발전 및 시장 급성장과 더불어 사용되는 반도체패키지도 박형화, 고성능화, 고유연화, 인간친화형 유연 반도체패키지 기술 니즈가 급성장함
- 유연 반도체패키지를 구현하기 위해서는 유연한 기판 위에 20~50 μ m 두께 박형 실리콘칩을 접속하여 패키지를 제작해야 함
- 기존 솔더범프를 응용시켜 고온에서 칩을 접속하는 기술은 유연기판 손상과 열응력에 의해 박형 실리콘칩이 파손되는 문제점이 있음. 다른 접속 기술로 딱딱한 금속범프를 NCF 접착제를 이용해 패드에 접속하는 방법이 있으나 범프 높이 불균일에 의한 응력 집중에 따른 칩파손, 접착제 수축에 따른 접속부 들뜸, 딱딱한 접속부에 의한 유연성 저하 등의 문제가 있음

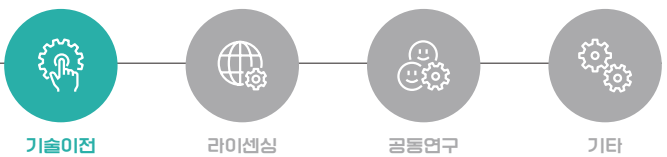
기술의 차별성

- 본 기술은 웨이퍼 전사기술을 이용하여 칩을 중립면 설계함으로써, 굽힘 시 응력을 최소화하고 칩 접속 시 핸들링이 용이하여 기존 대비 더 얇고 고유연성을 갖는 초박형 유연 실리콘칩 제작 가능함
- 탄성변형 및 복원이 용이한 폴리머 탄성범프 구조를 박형 유연 실리콘 칩에 적용함으로써, 칩 접속 시 범프 높이 불균일이 존재하더라도 쉬운 탄성변형 및 응력완화 효과로 박형 유연칩 파손을 최소화함
- 또한, 본 기술은 접착제 수축 시 탄성복원 효과에 의해 범프와 패드 간에 접촉을 지속적으로 유지하여 접속부 신뢰성이 우수하고 낮은 접촉 저항을 갖는 접속기술이며, 폴리머재질 범프와 접착제로 구성된 유연한 접속부로 기존 접속기술 대비 고유연성을 구현할 수 있는 접속기술임

기술완성도(TRL)

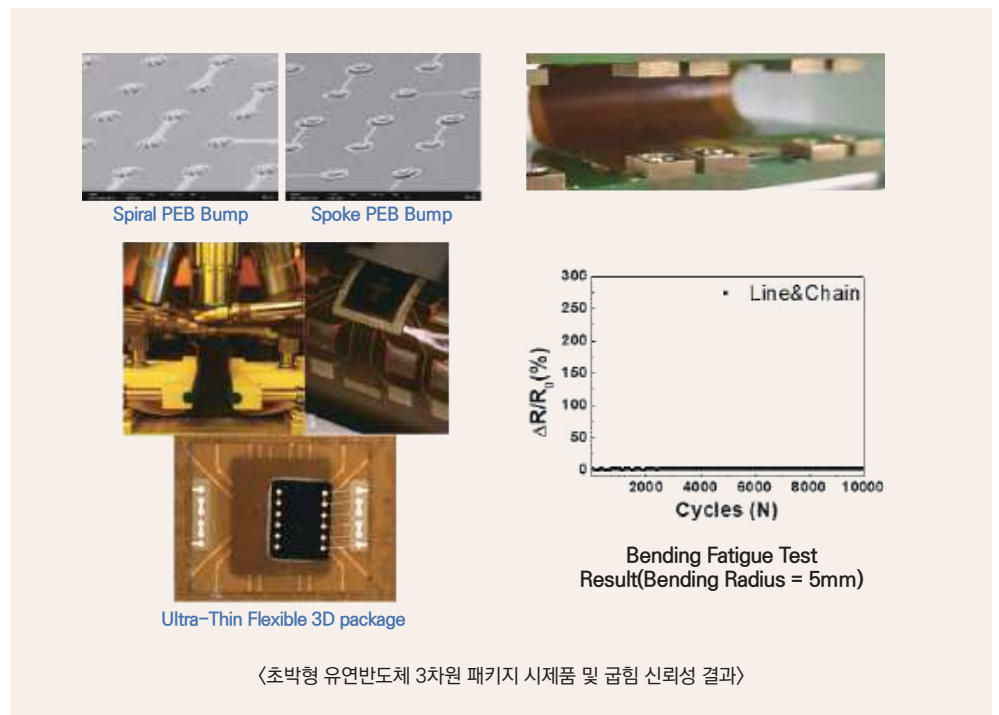


희망 파트너십



기술의 우수성

- 웨이퍼 전사기술을 이용하여 칩/패키지 중립면 설계하여 10 μ m 이하 두께 박형 유연칩을 파손 없이 핸들링하고 접속할 수 있는 기술임
- 탄성변형 및 복원이 용이한 폴리머 탄성범프 구조를 박형 유연 실리콘 칩에 적용함으로써 굽힘반경 5mm, 굽힘 피로 10,000cycle 이상의 고유연 신뢰성을 갖는 유연 반도체 패키지를 구현함
- 상기 접속 기술을 통해 3차원 초박형 유연반도체 패키지 시제품을 제작하여 기술 실증함



〈초박형 유연반도체 3차원 패키지 시제품 및 굽힘 신뢰성 결과〉

지식재산권 현황

특허

- 페이스-다운 방식의 유연 전자소자 제조방법 및 이에 의해 제조된 유연 전자소자(KR1511023)

노하우

- 폴리머 탄성범프 형성 기술
- 유연칩 중립면 설계 및 박형화 기술
- 중립면 설계를 위한 박형 웨이퍼 전사기술
- 유연 반도체 패키지 3차원 적층 및 저온접속 기술



20

반도체
3

대면적의 연속 레이저 가공을 위한 스캐너-스테이지 on-the-fly 시스템

연구자: 김경한
소속: 광응용장비연구실 042-868-7310

기술 개요

- 스캐너와 스테이지를 실시간 동기화하여 대면적 가공 시 연속적으로 고속가공이 가능할 뿐만 아니라 절단이나 패터닝의 품질이 균일하고, 가공 시간을 평균 20% 단축하는 효과가 있음



고객 · 시장

- 레이저를 이용한 가공시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 대면적 연속적으로 고속/정밀 레이저 가공이 가능한 시스템을 설계해야 하는데, 이를 위해서 스캐너 제어 보드, 동기 알고리즘, on-the-fly 시스템 개발이 필요함
- 기존의 스캐너를 활용한 레이저 가공은 작업영역의 한계로 대면적 가공이 불가능하였음
- 이를 극복하기 위해 스테이지와 스캐너를 활용하여 step&repeat 방식을 사용하고 있으나, 영역 경계면에서 생기는 불균일(불연속)을 해결하지 못하며, 스테이지의 가감속으로 인한 가공물 모서리 부분의 정밀도 하락은 피할 수 없는 난제로 자리 잡고 있음
- 최근의 레이저 미세가공 분야에서 피가공물의 면적이 확대되고 있는 반면, 정밀도는 높아지는 서로 상반되는 산업체의 요구가 증가하고 있음

기술의 차별성

- 미세 레이저 가공은 한정된 영역에서만 사용할 수 있었으나, 본 기술로 인하여 대면적에 연속적인 가공이 가능함
- 레이저를 사용해야하는 공정에서 품질균일도 향상으로 인한 수율 개선, 그리고 연속 가공으로 인한 약 20%의 가공시간을 단축함
- 기존의 레이저 가공영역의 한계를 넘어 스캐너와 스테이지를 동기화시켜 구동함으로써, 기존에 스캐너 작업영역 사이에서 발생했던 불균일함은 없어지고, 연속적인 가공 방식으로 가공시간이 단축되고 정밀도가 향상되는 효과가 있음

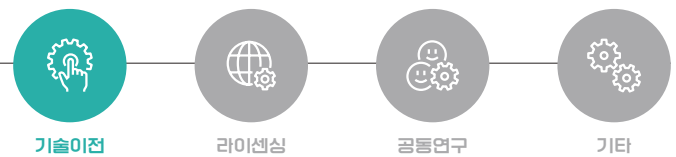
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

21

기술완성도(TRL)

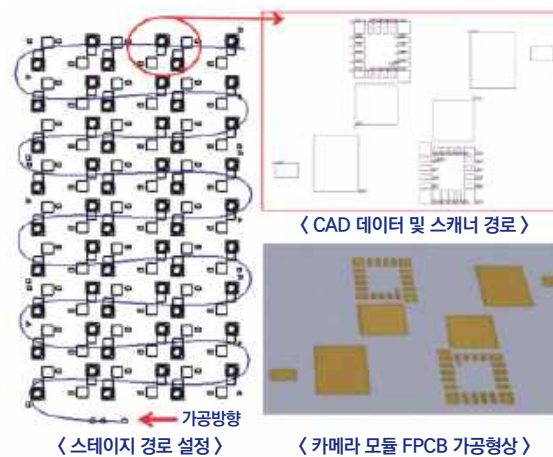
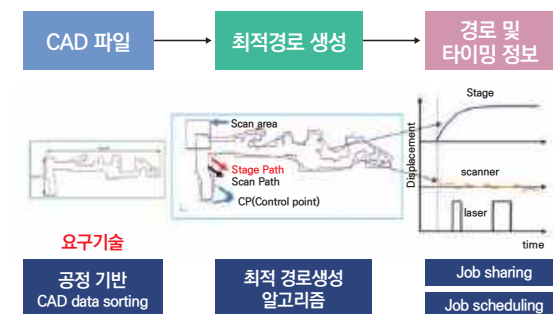


희망 파트너십



기술의 우수성

- 대면적 CAD 파일을 불러와서 스캐너와 스테이지의 궤적을 분리하여 가공하는 기술임
- 이에 필요한 스테이지, 스캐너의 궤적을 도출하는 알고리즘과 이를 구현하기 위한 시뮬레이터를 개발함
- 대형 커버 글라스 폴 필름 절단에 적용함(기술이전)
- 국제 학술지 게재 7건 포함 다수에 게재함
- 카메라 모듈 커버레이어 커팅을 위한 스테이지와 스캐너의 궤적을 도출함
- 개발한 On-the-fly 방식으로 연속적인 가공을 통해 정밀도 향상과 가공시간을 단축함
- 레이저 관련 기술 분야 20년 이상 경력 보유함



특허

- 스테이지-스캐너 연동 오토 페이징 가공방법(KR1688806)
- 스테이지와 스캐너의 동기화 방법(KR1244218)

지식재산권 현황



22

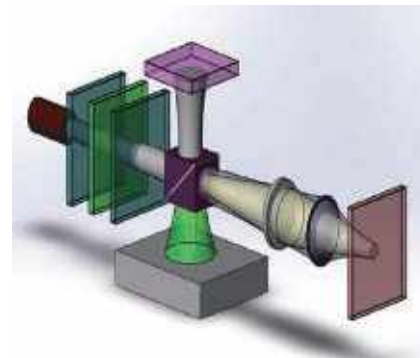
반도체
4

포커스 측정 기능을 가지는 레이저 가공 장치

연구자: 노지환
소속: 광응용장비연구실 ☎ 042-868-7915

기술 개요

- 레이저 가공기의 포커스를 측정할 수 있는 기술
- 기존의 컨포컬 방식보다 뛰어난 성능을 가지는 기술



〈포커스 측정 개요〉

고객 · 시장

- 레이저 가공장비

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 가공 대상물에 레이저를 조사하여 가공 대상물의 표면에 흠을 형성하거나, 가공 대상물의 내부에 변질층을 형성하거나, 가공 대상물에 열을 가하여 물질 특성을 변화시키는 등의 다양한 레이저 가공 방법이 사용됨
- 3차원 곡면을 측정해서 사용하는 방법으로 컨포컬 이용 방식이 있으나, 가공용 레이저의 포커스 위치와 측정용 레이저의 포커스 위치가 달라 사용하기 어렵고 광학 구성이 복잡함

기술의 차별성

- 한 개의 가공용 레이저만 사용함으로써 포커스 위치 찾기가 쉬움
- 광학 구성이 간단하고 가공용 레이저의 상태 모니터링 가능
- Offset이 발생하지 않아서 포커스 위치를 쉽게 찾을 수 있음
- 다른 방식에 비해 광학 구성이 간단함
- 가공용 레이저의 변화(point stability, divergence angle)를 체크할 수 있음
- 시편의 기울기나 거칠기 변화를 체크할 수 있음
- 스캐너에서 사용 가능함
- 인쇄물의 중심과 스캐너의 중심을 정확히 맞출 수 있음

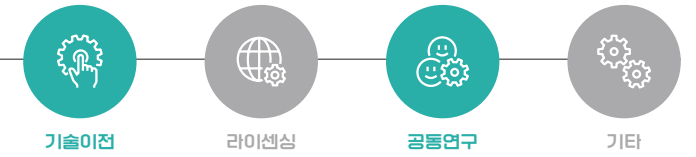
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

23

기술완성도(TRL)

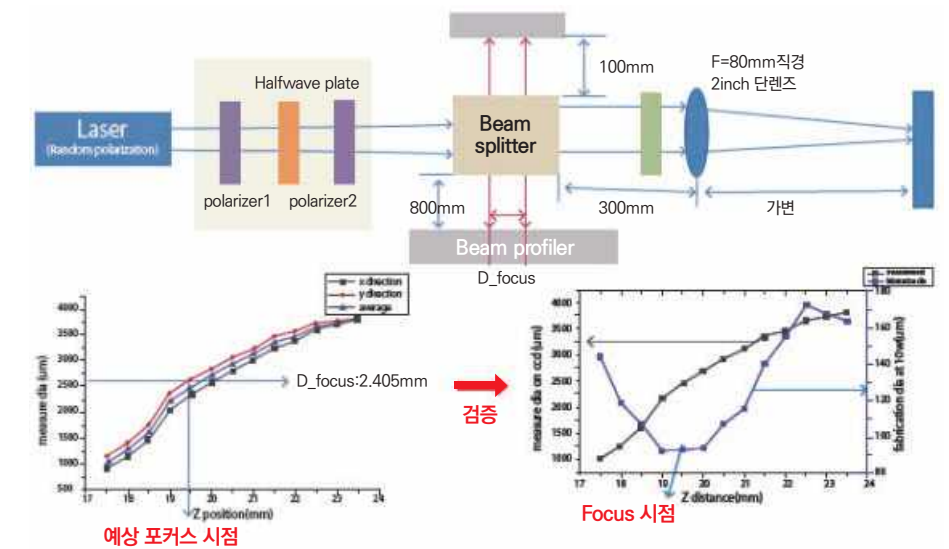


희망 파트너십



기술의 우수성

- 측정용 레이저를 별도로 사용하지 않고, 가공용 레이저를 사용하여 시편의 단차를 측정함
- 측정 후 가공용 레이저의 파워를 높여서 가공을 수행함(기존 방법에서는 측정용 레이저를 별도로 사용하였음)
- 빔 스플리터는 레이저 광원에서 방출된 레이저 빔을 반사 빔과 투과 빔으로 분리시키며, 집속 렌즈는 투과 빔을 가공 대상으로 집속 시킴
- 빔 프로파일러는 가공 대상물에서 반사되어 집속 렌즈와 빔 스플리터를 거친 레이저 빔을 수광하고, 가공 대상물의 위치 변화에 따른 레이저 빔의 프로파일 변화를 측정함



〈포커스 파인더의 기본 개념도와 실험 결과(기술의 우수성)〉

지식재산권 현황

특허

- 포커스 측정 기능을 가지는 레이저 가공 장치 및 레이저 가공 방법(KR1628947)
- 포커스 측정 기능을 가지는 레이저 가공 장치 및 레이저 가공 방법(KR1688612)



24

반도체
5

워터가이드 레이저 가공 기술

연구자. 안상훈

소속. 광응용장비연구실 042-868-7221

기술 개요

- 워터젯을 통해 레이저 빔을 전달하여 고경도 난삭재를 포함한 재료를 정밀 가공하는 기술



고객 · 시장

- 반도체 패키징 공정 업체, 고경도 난삭재 가공 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 고경도 난삭재는 가공 난이도가 매우 높아서 톨의 마모가 심하고, 정밀한 가공이 어려움
- 레이저 가공으로 이를 해결할 경우에는, 초점 위치를 유지하는 것이 어려워서 이를 극복하기 위한 오토포커싱 기술 등이 추가로 필요함
- 두 경우 모두, 생산 비용의 증가를 초래하고 있음(높은 불량률, 낮은 속도 등)
- 특히, 레이저 가공의 경우에는 가공 중 발생하는 부산물(흄, 분진, 파티클 등)이 작업자의 안전을 위협하고, 청정 환경을 해치는 단점이 있음
- 상기한 제한 사항들을 극복하기 위하여 고경도 난삭재 가공이 가능하고, 유해한 물질의 발생이 저감되며, 초점 위치에 크게 구애받지 않는 기술 개발이 필요함

기술의 차별성

- 본 기술은 일반 레이저 가공과는 다르게 물줄기 내부에서 레이저 빔을 전반사시킴으로써 종류 유동이 유지되는 모든 구간에서 가공이 가능할 수 있도록 함
- 현재 형성 가능한 종류 유동은 직경이 50~100 μ m이고, 길이가 약 40mm 정도임
- 또한, 레이저 빔을 종류 유동 내부로 집속하는 초점을 실시간으로 관측하여 그 위치를 자동으로 보정함으로써 장기간 안정적으로 가공할 수 있는 기술을 개발함
- 레이저 가공이 이루어지는 주변은 물줄기로 냉각시켜주어서 정밀가공이 가능하며, 레이저 가공 시 발생하는 유해물질 역시 물줄기가 씻어줌으로써 작업자 안전 및 청정 생산 환경을 유지할 수 있음

KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

25

기술완성도(TRL)

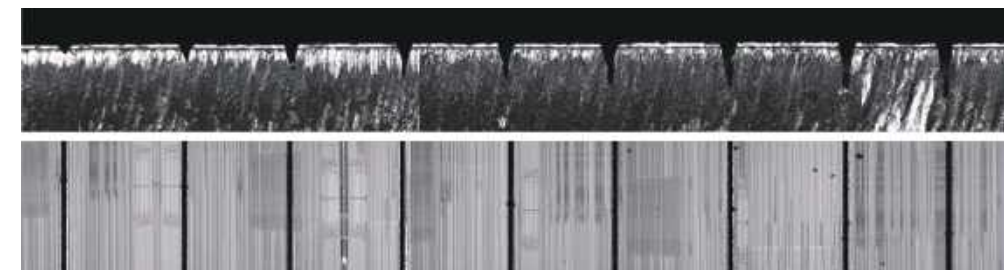


희망 파트너십



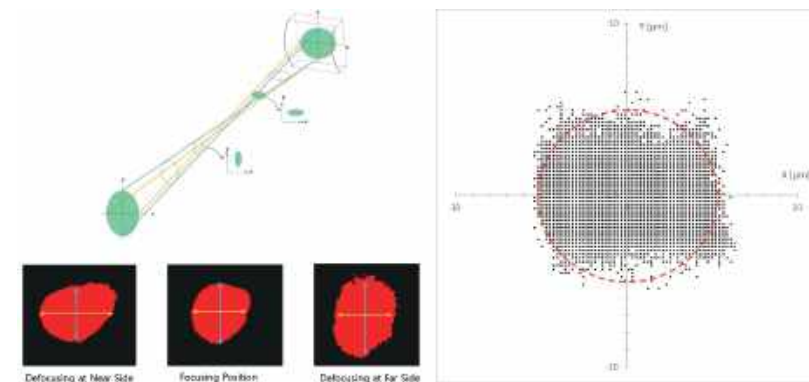
기술의 우수성

- 본 기술을 이용하면, z축의 이동없이 10mm 두께의 재료를 절단하는 것이 가능함
- Si wafer grooving의 경우, 가공 밑면이 V자 형태가 아닌 U자 형태를 보이는 것을 확인하였음



〈워터가이드 레이저 Grooving 결과, 상) Side view, 하) Top view〉

- 비점수차를 이용한 자동 초점 유지 시스템을 적용하여, 물줄기로 집속되는 레이저 초점을 $\pm 6\mu$ m 이내로 유지할 수 있어서 노즐 파손을 최소화할 수 있음



〈좌〉비점수차를 이용하여 초점 위치를 정의하는 개념도, 우) 72시간동안 변화한 레이저 초점 위치〉

지식재산권 현황

특허

- 레이저-워터젯 가공 장치 및 이의 레이저 빔 제어 방법(KR2023-0197611)

노하우

- 워터가이드 레이저 광학 헤드 설계 기술
- 워터가이드 레이저 워터젯 유닛 설계 기술
- 워터가이드 레이저 기술을 이용한 공정 개발 기술



극초단 레이저 기반 유리 및 투명 기판 미세 가공 기술

연구자: 최지연

소속: 광응용장비연구실 ☎ 042-868-7536

기술 개요

- 유리 및 투명 기판 내에서 집속된 극초단 레이저빔의 선택적 흡수를 통해 유리의 물성이 개질된 부위를 에칭하여 미세홀, 미세유로채널 등의 3D 구조물을 만들거나 유리 기판 계면을 국부적으로 녹여 접착제 없이 직접 용접하는 기술



고객 · 시장

- 유리 기판 및 투명 광학소재의 미세 홀(관통홀, 블라인드홀), 3D 구조물 등 미세 가공이 필요한 반도체, 디스플레이, 마이크로 광학소자, 센서 및 의료기기 제조 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 레이저 미세가공 기술이나 기계적 가공법은 유리의 높은 취성으로 인한 가공 중 크랙 발생에 취약하여 고종횡비의 미세홀 및 3D 마이크로 구조물 가공이 어렵고 기판 내부에 3차원으로 매립되어 표면으로 드러나지 않는 광도파로, 미세유로채널 등의 3D 미세구조를 형성하기 어려움
- 유리 기판으로 제작하는 반도체 및 광소자, 센서 패키징의 경우 레이저로 frit을 녹여 붙이는 기존 기술은 frit 이 계면 사이에 위치하므로 오랜 사용에 따른 재료의 열화에 의해 틈새로 수분과 산소가 침투할 수 있어 기판을 직접 붙이는 것보다 밀폐성이 현저히 떨어짐.
- 또한 용접 부위 전면을 가열하여 붙이는 방식은 기판 내에 열에 취약한 유기 소자 등의 패턴이 존재할 경우에는 적용할 수 없음

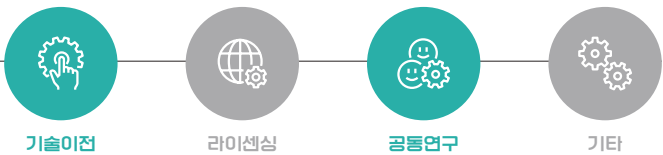
기술의 차별성

- 레이저 유도 선택적 식각 기술은 레이저 어블레이션보다 더 적은 에너지로 가공하므로 저출력 레이저 시스템으로도 가능하고 투명 기판 내에서 가공의 심도는 초점 위치가 결정하게 되므로 다양한 모양의 3D freeform 구조물을 제작할 수 있음
- Maskless 기반으로 고가의 마스크 제작이 필요 없고 제작 공정이 단순하여 기존의 MEMS 공정을 대체하는 유리 기반 미세구조물의 제작이 용이함
- 레이저 유리 직접 용접 기술은 극초단 레이저의 집속빔에 의해 투명 기판의 국부 영역을 순간적으로 용융하여 기판 계면을 직접 붙이는 방식이므로 접착제, frit, 중간 흡수층이 필요하지 않아 생체적합성이 우수하고 청정한 용접이 가능하며 용접 부위가 투명성을 유지함
- 용접 시 발생하는 용접 seam은 수십 마이크로미터 수준의 크기로서, 기판 표면에 미리 가공된 패턴을 따라 direct writing 방식으로 국부적으로만 용접이 가능하므로, 열에 민감한 소자, 회로 등을 보호하면서 패턴 주변을 미세하게 용접하는 것이 가능하면서도 이중 용접재를 사용한 용접보다 용접 강도도 더 우수함

기술완성도(TRL)

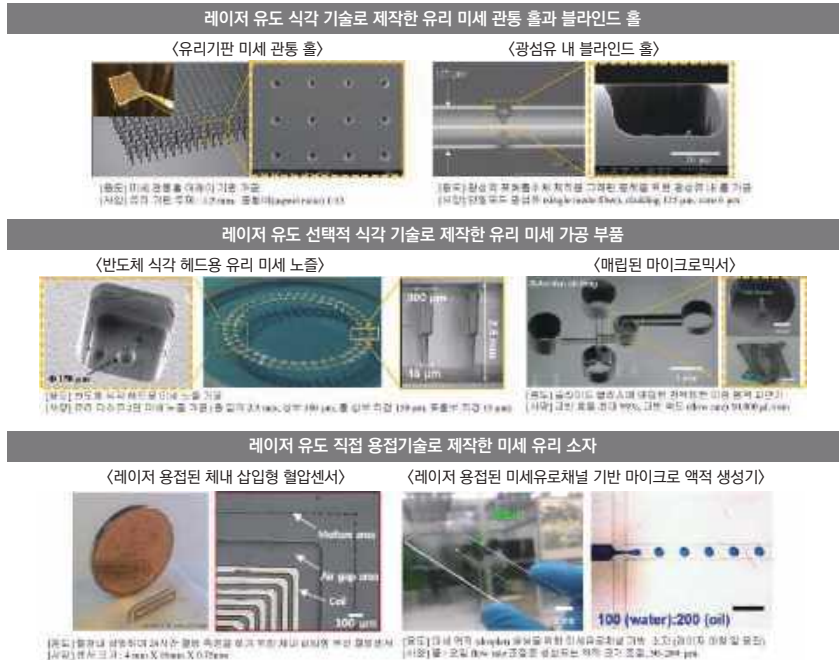


희망 파트너십



기술의 우수성

- 레이저 유도 식각 기술로 종횡비가 조절되는 관통홀, 블라인드 홀 가공 가능(종횡비 1:10 이상)
- 레이저 유도 식각 기술과 레이저 미세 패터닝 기반 광도파로 생성 기술을 활용하여 3차원 광 인터커넥터, 마이크로 광소자 등의 제작 가능
- 레이저 유리 직접용접 기술은 생체친화재료인 유리를 사용하며 유독한 접합제를 사용하지 않고 hermetic sealing이 가능하므로 수분, 산소에 취약한 유기 성분을 사용하는 센서 소자 및 인체 삽입형 초소형 의료기기, 높은 밀폐성이 요구되는 우주항공부품 제작에 활용 가능



특허

- 극초단 펄스 레이저를 이용한 다중 부재의 접합 방법(KR1453855)
- 레이저를 이용한 접합 장치 및 이를 이용한 다중 부재의 접합 방법(KR1528344)
- 마이크로 믹서(KR2389390)

노하우

- 극초단 레이저 유도 선택적 유리 식각 기술
- 극초단 레이저 미세 패터닝 기술과 maskless 에칭 공정 기술
- 극초단 레이저 유리 직접 용접 공정 노하우
- 용접 강도 및 품질 평가 노하우

지식재산권 현황



고효율 · 고농도 특성을 갖는 오존생성장치 기술

연구자: 손영수, 함상용, 김병인
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7712

기술 개요

- 차세대 반도체/OLED/태양전지 제조 산업 전(前) 공정분야의 유해 화학용액 사용 공정을 친환경 케미컬인 오존 플라즈마 공정으로 대체하기 위하여, Footprint를 최소화하고 오존생성효율을 극대화할 수 있는 고효율 · 고농도 오존 플라즈마 생성장치 기술



〈개발한 오존생성장치 및 전원공급장치〉

고객 · 시장

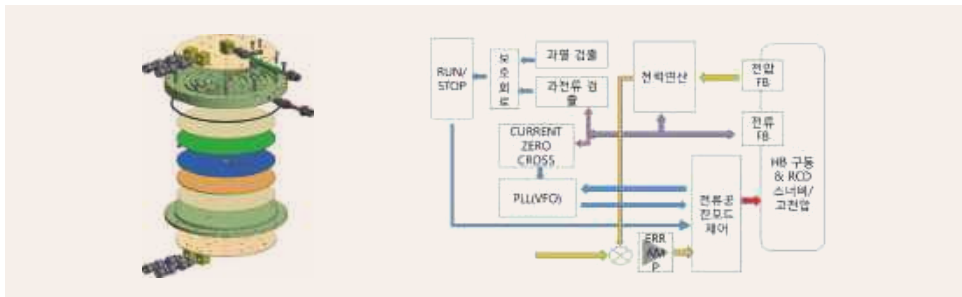
- 반도체/OLED/실리콘 태양전지 세정공정, 반도체 ALD 공정/산화막 형성공정/감광막 제거공정, 의료기기 소독 · 멸균기 및 수 처리산업 고도산화처리 분야 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 반도체/OLED/태양전지 제조공정에 오존 플라즈마 기술을 적용하기 위해서는 기존 화학액 공정을 대체할 수 있는 높은 산화력 특성을 갖는 14wt% 이상의 고농도 오존 플라즈마를 고효율로 생성할 수 있는 장치 기술이 필요하며, 클린룸 내에서의 점유 공간 최소화를 위한 적은 footprint 장치가 요구됨
- 또한 수 처리산업의 고도산화처리에 이용하기 위한 대용량 오존생성장치도 거의 외산 제품을 사용하고 있으며, 특히 대용량 오존이 요구되는 경우 높은 에너지 효율을 갖는 오존생성장치 기술이 필수적임
- 해당 산업분야에서 상기 요구조건에 부합하는 오존 플라즈마 생성장치는 거의 외국 제품을 수입하여 사용하고 있으며, 점차 다양한 산업분야에서 오존 활용이 증가하고 있어 고효율 고농도특성을 갖는 오존생성장치 기술의 국내 개발이 요구됨

기술의 차별성

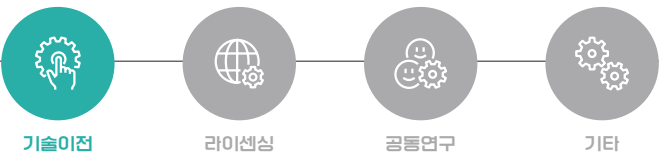
- 반도체 및 OLED 등 첨단 전자부품의 세정공정은 화학용액 기반의 비환경친화적이고 고비용 공정으로 수행되고 있으나, 본 고농도 오존 생성기술에 의해 오존가스 및 오존기능수 제조를 용이하게 함으로써, 친환경적이고 저비용 세정공정으로 전환할 수 있는 기반이 구축됨



기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 고효율로 플라즈마를 생성하여 고농도의 오존을 얻기 위한 조건인 환산전계강도를 높이기 위해 방전공극을 극단적으로 미세하게 형성하여방전공간내 가스밀도를 높이는 방전구조 설계와 고농도 오존생성을 위한 고주파수/저전압 방식의 전원공급장치 설계가 본 기술의 핵심임
- 오존생성을 위한 방전관의 크기를 최소화하고 필요한 오존생성량에 따라 적층 및 확장 가능구조로 설계하여 반도체 장비 개발의 주요 요소인 클린룸 내의 장치 점유 면적 최소화에 대응함
- 수처리 산업 적용에 요구되는 대용량 오존생성을 위해 모듈형으로 설계하여 오존생성량 확장이 용이하며, 상위 제어기에서 모든 장비 운용이 가능

- 초미세 방전공극 형성 및 고효율 고주파 전원공급장치에 의해 산소유량 2LPM에서 18wt% 이상의 고농도 오존생성특성을 보유하고 있어 고농도 오존이 요구되는 반도체 ALD 공정 적용이 가능
- 오존생성수율 180g/kWh의 고효율 오존 생성 특성으로 외국 선도 제품들 대비 30% 이상 전력 에너지 효율이 향상됨으로써, 대용량 오존 사용으로 높은 에너지 비용이 소요되는 수 처리 산업 분야에서 유지비용 절감효과 등 경제적, 기술경쟁력 우위로 국내 외산 제품 수입 대체 효과 기대



〈개발 오존생성장치와 선도 오존생성장치 제품 성능 비교표〉

〈개발 오존생성장치 성능 특성〉

특허

- 방전관에 내부장착되어 미세 방전공극을 형성하는 평판형 고농도 및 고순도 오존생성장치(KR1109552)
- 수전극을 이용한 동축형 연면방전식 오존생성장치(KR1001858)
- 냉각수를 전극으로 사용하는 오존방전방법 및 그 장치(KR515692)

노하우

- 고농도 오존생성장치 설계 및 제작기술
- 고효율 전원공급장치 설계 및 제작기술



30

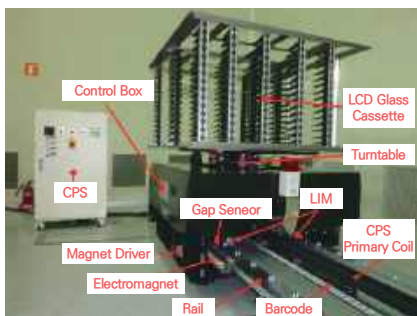
반도체
8

자기부상 이송시스템

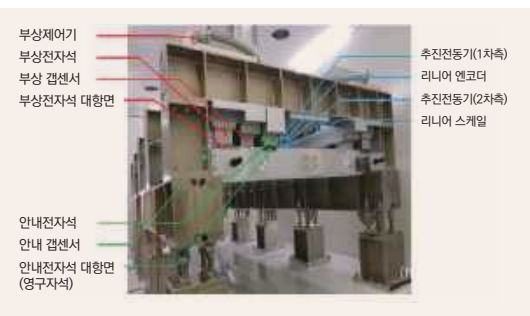
연구자. 김창현, 임재원, 하창완, 박도영, 한형석
소속. 인공지능기계연구실 042-868-7279

기술 개요

- 초미세 반도체/디스플레이 제조 공정에서 분진에 의한 생산수율 저하 문제를 해결하고 초정밀 구동이 가능한 자기부상 고정정 이송시스템으로 대기압 및 진공 환경에서, 수평 및 수직 구동형태로 운영이 가능함



〈자기부상 이송장치 시제품〉



〈진공 적용 자기부상 이송장치 시제품〉

고객 · 시장

- 반도체, 디스플레이, 태양전지 산업의 물류 및 공정 장비
- 식품, 의약품 제조 산업의 물류 및 공정 장비

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 이송시스템은 롤러/벨트 등과 같은 접촉 방식을 사용하여 접촉면에서 발생하는 마찰로 인한 분진/진동/소음을 유발. 운행속도가 높아짐에 따라 분진/진동/소음 발생이 더 심해지고, 기계적인 특성으로 인해 운행속도 제한도 존재. 또한, 구동 시스템의 마모나 파손으로 인해 지속적인 유지관리가 필수적임
- 개발한 자기부상 방식의 이송시스템은 물리적인 접촉 없이 이송할 수 있기 때문에 분진/진동/소음 발생이 전혀 없으며, 고속 운행이 가능함. 비선형적인 마찰이 없기 때문에 정교한 위치/속도 제어가 가능하며, 윤활유 관리 등과 같은 유지보수 부담이 적음

기술의 차별성

- 전자기 해석을 포함한 시스템 설계부터 전용 보드개발, 동역학 기반 정밀제어기 개발 등 자기부상 이송시스템 개발 전주기에 대한 연구개발 능력과 노하우를 자체 보유
 - 전자기해석, 구조/진동해석, 동역학 모델링, 자기부상 정밀 제어뿐만 아니라 시스템 통합(system engineering)에 대한 자체기술 보유
- 급가속 및 고속주행과 같은 가혹한 운용조건 하에서 수백 kg급 고중량물을 수십 μm -level 정밀도로 제어할 수 있는 세계 최고 수준의 산업용 자기부상 기술을 보유
- 진공 환경에서 사용할 수 있는 시제품 개발 경험도 보유
- 현재까지 반도체/디스플레이 분야 산업계 기술 수요에 대응하여 다수의 기술이전 완료

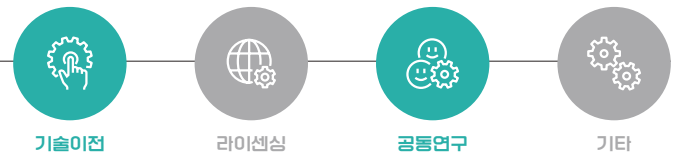
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

31

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

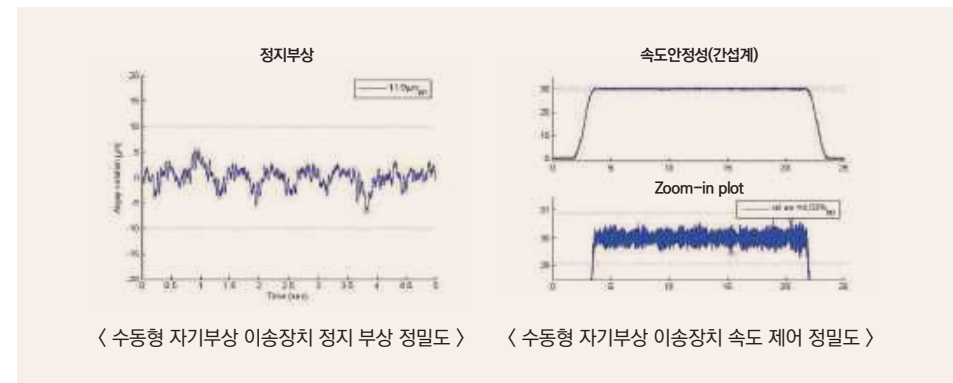


기술의 우수성

- 다양한 자기부상 기반 반도체/디스플레이 이송 시스템 시제품 개발 경험 보유
 - 자기부상 기반 수평 이송용 반도체 웨이퍼 이송 시스템 개발
 - 자기부상 기반 수직 이송용 반도체 엘리베이터 시제품 개발
 - 자기부상 기반 수평 이송용 OLED 디스플레이 증착장비 개발
 - 자기부상 기반 회전형 반도체 제조장비 시제품 개발
- 급가속 및 고속주행과 같은 가혹한 운용조건 하에서 수백 kg급 고중량물을 수십 μm -level 정밀도로 제어할 수 있는 세계 최고 수준의 산업용 자기부상 기술을 보유
 - 정지부상 상태에서 $\pm 10\mu\text{m}$ 이내의 자기부상 제어정밀도 달성
 - 급가속(0.6G) 및 고속주행(5m/s) 운용조건에서 $\pm 0.3\text{mm}$ 이내의 자기부상 제어정밀도 달성
 - 자기부상 시스템의 급가속 및 고속 운용 용이성으로 인해 기존 접촉 방식에 비해 단위 시간당 웨이퍼 처리능력(생산수율) 40% 이상 향상 가능
 - 10^{-3} torr 수준의 진공 시험 경험 보유
 - 전용 제어보드 개발, 저가 공극센서 사용 등 산업계 적용을 위한 경험 및 노하우 보유



〈진공 적용 모습〉



〈수동형 자기부상 이송장치 정지 부상 정밀도〉

〈수동형 자기부상 이송장치 속도 제어 정밀도〉

지식재산권 현황

특허

- 무동력 트레이를 갖는 자기부상반송장치(KR1335643)
- 방향 전환 기능을 갖는 자기부상 반송장치(KR2012-0158333, PCT/KR2013/011145)
- 자기부상 반송 장치(KR1101917) 외 능동형 자기부상 기술 관련 특허 4건 보유 (KR1182354, KR1049221, KR1049222, KR1203163)

노하우

- 자기부상 시스템 HW 설계 및 펌웨어 제작 기술
- 자기부상 자세 제어 및 추진 기술



32

반도체
9

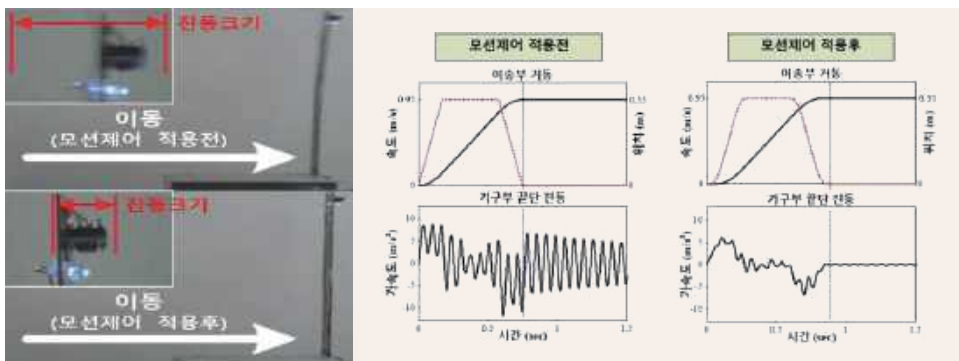
입력성형기를 이용한 저진동 모션제어기술

연구자: 하창완

소속: 인공지능기계연구실 ☎ 042-868-7203

기술 개요

- 고속주행 시 발생하는 기구부의 진동을 저감하는 모션제어기술로 이송부의 움직임을 성형하여 원치 않는 진동을 제거하는 제어기술



고객 · 시장

- 반도체 · 디스플레이 조립/이송장비 제작 업체
- 정밀 크레인 제작 업체
- 고속주행과 저진동의 움직임(모션)을 요구하는 고부가가치 산업분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 사다리차와 같은 저가형 이송장비의 경우 움직임에 의해 발생하는 기구부의 진동을 저감하기 위하여 느리게 움직이거나, 기구부의 강성을 늘리는 방법을 택하고 있음
- 장비의 가치를 높이기 위해서는 시스템을 경량화하면서 '스마트'하게 빨리 움직이는 기술이 필요하며 이를 위하여 모션제어기술은 필수적으로 요구됨
- 일부 반도체 조립공정(LCD driver IC 조립장비)의 경우, 전체 공정시간 중 진동 자연감쇠를 위해 기다리는 유휴시간(idle time) 비율이 약 20~40%에 해당하여 24시간 full-time 작업 기준 약 9시간을 진동 줄이는데 소비함
- 일부 디스플레이 이송공정(디스플레이 패널 이송장비)의 경우, 과도한 진동이 디스플레이 패널 파손 등의 작업 실패로 이어지는 경우도 있어, 해당 모션기술은 장비의 생산성 증대와 안정성 보장을 위한 매우 중요한 핵심요소기술임

기술의 차별성

- 제안하는 기술은 오픈루프 제어 기반이라 소프트웨어 수정만으로 모델링 오차에 강인하면서 정상상태 진동과 과도상태 진동을 큰 폭으로 저감 할 수 있음
- 피드백 제어 기반이 아니기 때문에 부가적인 센서가 불필요하여 낮은 투자 비용 소요됨
- 또한 알고리즘 적용여부를 옵션형태로 구현할 수 있어 사용자의 편의에 따라 결정할 수 있음

KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

33

기술완성도(TRL)

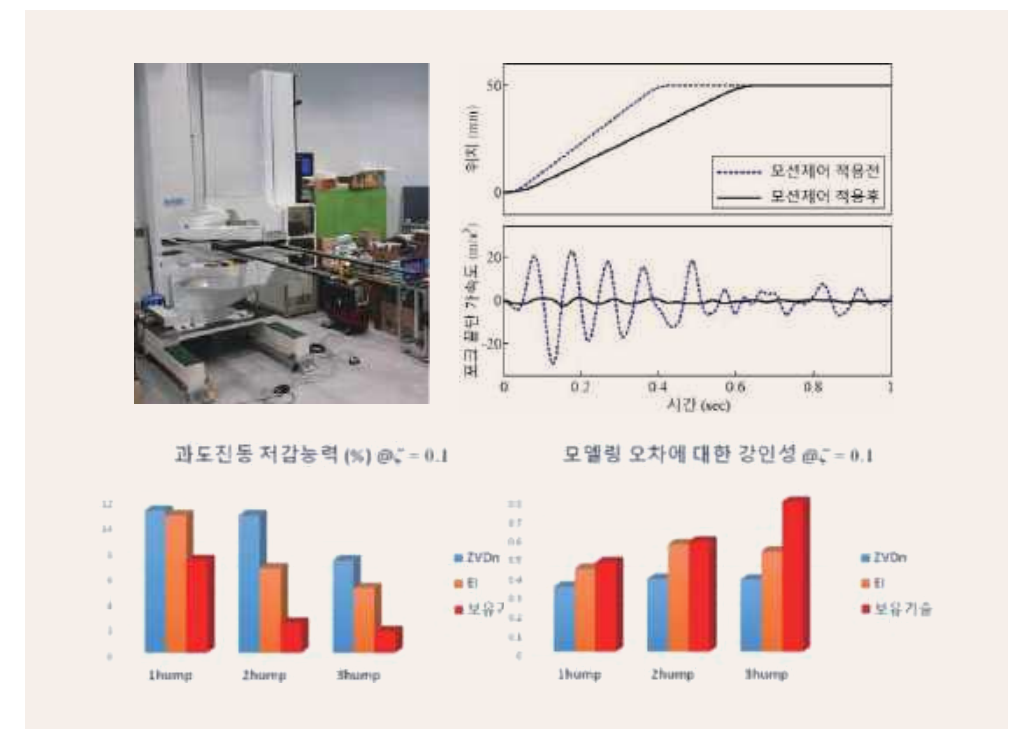


희망 파트너십



기술의 우수성

- 해당 기술의 핵심 성능지표는 모델링 오차에 대한 강인성과 과도진동 저감능력임
- 사전에 이미 알고 있던 시스템의 정보에 오차가 존재할 때에도 진동저감 성능이 유지되는 것과 움직이는 동안에 발생하는 과도진동 저감성능도 중요함
- 이에 본 연구진은 기존 대표 모션제어기술(입력성형기)에 비해 강인성 효율 39.4%, 과도진동 저감능력 32.7%의 성능 향상효과를 입증함
- 다양한 응용장비(크레인, 반도체 조립장비, 디스플레이 패널 이송장비, 등)에 적용하여 성능검증을 완료함



지식재산권 현황

특허

- 입력성형기 설계방법(KR1971694)

노하우

- 모션제어기 최적화 설계 기술
- 제어 알고리즘 시스템 적용 기술
- 모델링 오차 최소화를 위한 시스템 모델링 기술



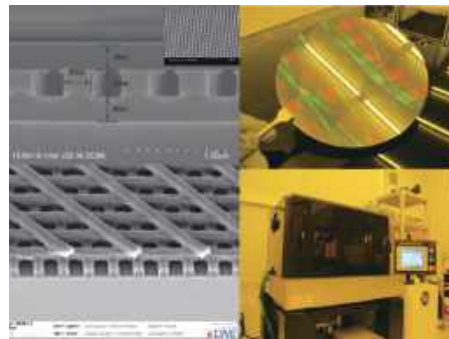
용액전사방식 연속 나노임프린트 기술

연구자. 이재종

소속. 나노리소그래피연구센터 ☎ 042-868-7145

기술 개요

- 다층 나노임프린트장비 및 소재 · 공정 원천기술을 기반으로 기능성 소재의 용액전사공정과 나노임프린트 공정을 융합하여 6인치 크기에 나노패턴을 연속적으로 전사하는 나노임프린트 공정 및 장비 기술



고객 · 시장

- 유연 전자소자, 디스플레이, 솔라셀, WGP, 기능성 바이오센서, 기능성 의료용 소자

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존에 개발된 다층 나노임프린트 장비는 웨이퍼기반으로 나노임프린트 공정을 수행할 수 있는 장비로서, 나노 패턴이 있는 웨이퍼 스탬프를 이용하여 UV/Thermal 레지스트를 코팅한 후 임프린트 공정을 통하여 레지스트를 경화하는 방식으로 8인치까지 나노패턴을 구현하는 기술을 보유하고 있으며, 기존 기술이 가지고 있는 대면적에서 잔류층의 최소화가 요구됨
- 용액전사공정을 기반으로 6인치 이상의 웨이퍼에 잔류층이 거의 없이 나노패턴을 연속적으로 전사할 수 있는 기술이 요구됨
- 나노임프린트를 이용한 패턴 전사에서 가장 큰 문제점은 잔류층(residual layer)의 두께로, 도포된 레지스트에 패턴을 전사할 때, 패턴이 있는 영역과 없는 영역의 두께 차이는 스탬프에 의해 결정되지만, 패턴이 없는 영역의 두께는 초기에 도포된 레지스트의 두께에 의해 크게 좌우되므로 이를 줄이기 위한 많은 시도가 있었음

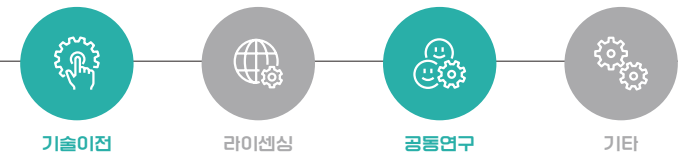
기술의 차별성

- 실험 결과, 기여자 측(donor side)에 도포된 폴리머 두께의 1/2 정도씩 떼어낼 수 있기 때문에 기존 나노임프린트 공정과 다르게 잔류층의 두께를 현저히 줄일 수 있으며, 사용하는 폴리머에 따라 잔류층이 없는 패턴이 가능하여 에칭공정이 불필요하며, 후속 공정 구현이 용이함
- 사용하는 스탬프의 형상에 따라 스탬프와 기판사이의 선접촉(roll stamp 사용) 또는 면접촉(면 스탬프 사용)이 연속적으로 이루어지면서 공정을 수행하여 2kgf/cm² 수준의 비교적 낮은 압력으로 대면적 및 유연 기판에 공정을 수행할 수 있음
- 용액전사방식 롤 나노임프린트 공정은 기여자 측에 도포된 폴리머를 롤 스탬프를 이용하여 일정한 두께로 떼어다가 수여자 측(acceptor side)에 전사하는 공정으로 Inking 공정과 유사하나, 나노패턴을 전사할 수 있다는 점과 UV를 이용하여 다층으로 폴리머를 전사할 수 있다는 점에서 크게 차별성이 있음

기술완성도(TRL)



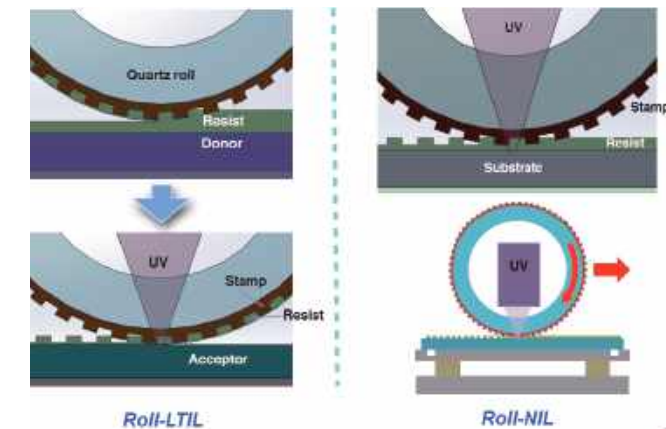
희망 파트너십



기술의 우수성

- 기여자 측에 세팅된 폴리머는 스프인코팅을 통해서 일정한 나노박막으로 전사하여 공급하며, 나노패턴 스탬프를 이용하여 떼어낸 폴리머는 수여자 측에 전사되며, 수여자 측의 표면은 균일하지 않아도 일정한 패턴형성이 가능함
- 기존 나노임프린트 공정과 다르게 잔류층의 두께를 현저히 줄일 수 있어 에칭공정이 거의 불필요하며, 후속 공정 구현이 용이함

- 제1기판 상에 도포된 레지스트를 롤스탬프로 전사한 후, 이를 제2기판으로 재전사하는 과정에서 롤스탬프의 표면 패턴이 제2기판 위에 전사된 레지스트에 복제됨으로써, 대면적 기판 또는 유연기판에 용액전사방식으로 나노임프린팅 공정이 안정적으로 구현됨
- 폴리머를 연속적으로 공급하는 기여자 측 스테이션과 기여자 측에서 떼어낸 폴리머를 이용하여 패턴링이 이루어 지는 수여자 측 스테이션이 있고, 기여자 측에서 롤 나노스탬프를 이용하여 떼어낸 후, 수여자 측 스테이션까지 이동한 후, UV와 함께 떼어낸 폴리머를 전사할 수 있는 공정임



〈기술의 우수성 : Roll-NIL과 Roll-LTIL〉

지식재산권 현황

특허

- 롤스탬프를 이용한 용액전사방식의 임프린트 리소그래피 장치 및 방법(KR1303194, PCT/KR2013/012297)
- 조합/분리형 독립구동이 가능한 복수개의 모듈을 갖는 임프린팅 장치(KR585951)
- 적층 탄성체를 이용한 스탬프와 웨이퍼의 균일접촉 임프린팅장치(KR784827)
- 독립구동방식 나노임프린트 리소그래피 장치(KR1093820)
- 회전 가능한 각형 롤 스탬프를 이용한 연속 나노 임프린트 장치(KR1238628)
- 나노임프린트 장치 및 이를 이용한 나노임프린트 방법(KR1299919)
- 롤스탬프 제조장치, 이를 이용한 롤스탬프 제조방법 및 복제스탬프 제조방법(KR1332323)
- 롤스탬프를 이용한 나노임프린팅 리소그래피장치(KR784826)



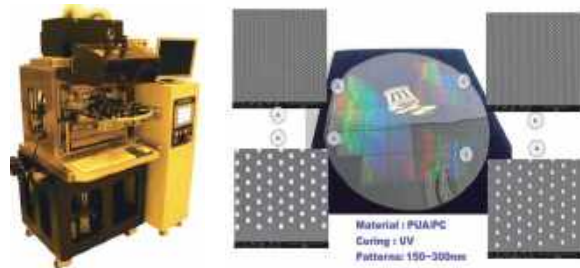
극초미세형상 패터닝이 가능한 UV/열 복합 나노패터닝 장비기술

연구자. 이재종

소속. 나노리소그래피연구센터 ☎ 042-868-7145

기술 개요

- 6인치 이상 크기의 기판에 나노-마이크로 하이브리드 구조체를 고신뢰도를 가지고 제작할 수 있는 UV/열 복합 나노패터닝 공정 · 장비기술



고객 · 시장

- 디스플레이 제조업체, 유연기판 소자제조 업체, 마이크로렌즈 어레이(MLA) 제조업체, Si 태양전지 및 박막 태양전지 제조업체, 나노/바이오소자 분야 및 나노장비 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 6인치 크기에서 Si 웨이퍼를 포함하여 유연한 폴리머에 패터닝할 수 있는 장비기술은 개발되었으나, 자동으로 기판을 공급해주는 기능 등이 포함된 자동화된 시스템기술은 개발되어 있지 않음
- 기존 고온 엠보싱장비는 독일 Suss Microtec, 오스트리아 EVG 등에서 개발여 상용화하고 있음
- 이 기술들은 동일하게 실리콘 웨이퍼를 사용하도록 되어 있고, 진공분위기 이용하도록 되어 있어 기판 종류의 제약이 있음
- 진공챔버를 사용함으로써, 기판크기 및 스탬프 재질에 제약을 받으며, 크기가 큰 경우는 작업이 어려우며, 작업 압력을 제어할 수 없음
- 스탬프와 기판을 변경하여 연속적인 작업을 할 수 없으며, 시스템의 확장성이 낮아 롤 이송장치 등을 이용한 연속 작업을 수행하는데 어려움이 있음
- 유연 스탬프를 포함한 작업성의 한계를 극복하고, 대면적에서의 패턴 균일도를 향상시킴

기술의 차별성

- 기존 장비에 비해서 Ni, Si, Glass, PMMA, PC, PET 등과 같은 다양한 종류의 스탬프 또는 유연 스탬프를 사용할 수 있어 다양한 응용 분야에서 활용이 가능하며, 개발시스템의 유연기판의 연속공급 및 가열/냉각 플레이트의 크기를 조정함으로써, 시스템의 확장성을 높일 수 있어 다양한 작업에 적용 가능함
- UV/가열/냉각장치의 크기를 조정하여 8인치 이상의 크기(대면적)에서도 작업이 가능하며, 6인치 Si기판에 폴리머를 도포한 후 UV 또는 고온 엠보싱 공정을 통하여 50nm 패턴에서 95% 이상의 패턴 균일도를 유지할 수 있음
- 6인치 이상 8인치까지도 확장성이 있으며, 가열과 냉각속도가 빠르며, UV를 사용할 경우 공정시간을 현저히 줄일 수 있음

기술완성도(TRL)



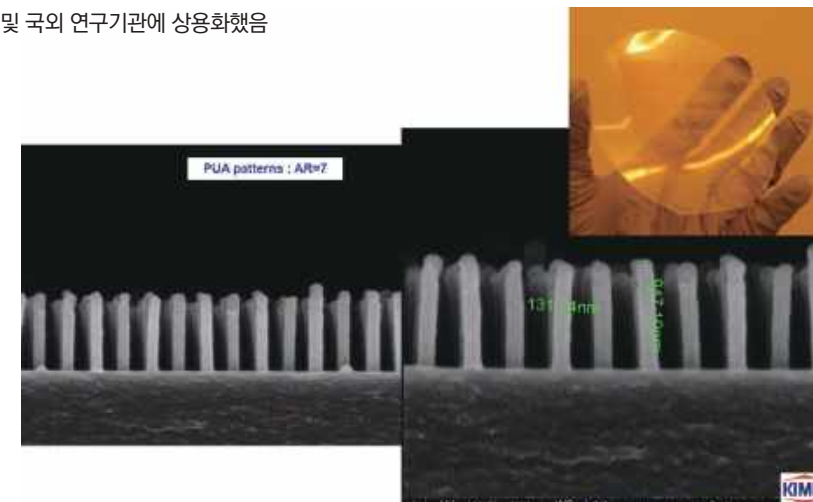
희망 파트너십



기술의 우수성

- 제작하고자 하는 나노-마이크로 하이브리드 구조체의 세장비 7 이상의 나노 패터닝이 가능함
- 기존 장비에 비해서 Ni, Si, Glass, PMMA, PC, PET 등과 같은 다양한 종류의 스탬프 또는 유연 스탬프를 사용할 수 있어 다양한 응용분야에서 활용이 가능하며, 개발시스템의 유연기판의 연속공급 및 UV/가열/냉각 플레이트의 크기를 조정함으로써, 시스템의 확장성을 높일 수 있어 다양한 작업에 적용 가능함

- 다양한 나노패턴을 가지는 스탬프를 이용하여 Si, Quartz, Glass 등의 기판에 PMMA와 열가소성 폴리머를 코팅한 고온 엠보싱 공정을 수행한 결과, 최대 95% 수준의 패턴전사 균일도를 확보했으며, PUA와 Polycarbonate(PC) 필름에 직접 패턴전사가 가능하고, 전사된 Polycarbonate 필름을 스탬프로 사용하여 PMMA에 동일한 패턴을 전사할 수 있음
- Polycarbonate 필름에 기능성렌즈 패터닝을 함으로써 별도의 공정 없이 기능성 렌즈를 구현할 수 있음
- 유연한 PC, PET 필름 및 박막 유리 필름기판 표면에 나노-마이크로 하이브리드 구조체를 제작할 수 있음
- 또한, 이를 이용할 경우 Si 태양전지 및 박막 태양전지 패터닝에 사용가능함을 확인했음
- 다수의 SCI 논문을 게재함으로써 기술의 우수성을 입증했음
- 국내 및 국외 연구기관에 상용화했음



〈개발된 장비를 이용하여 제작된 고세장비 나노구조체 : 130nm@4in Glass〉

지식재산권 현황

특허

- 열판 및 상기 열판을 적용한 고온엠보싱 나노임프린트 리소그래피 장치(KR0761212)
- 자동이송방식을 이용한 고온엠보싱 장치(KR0885670)



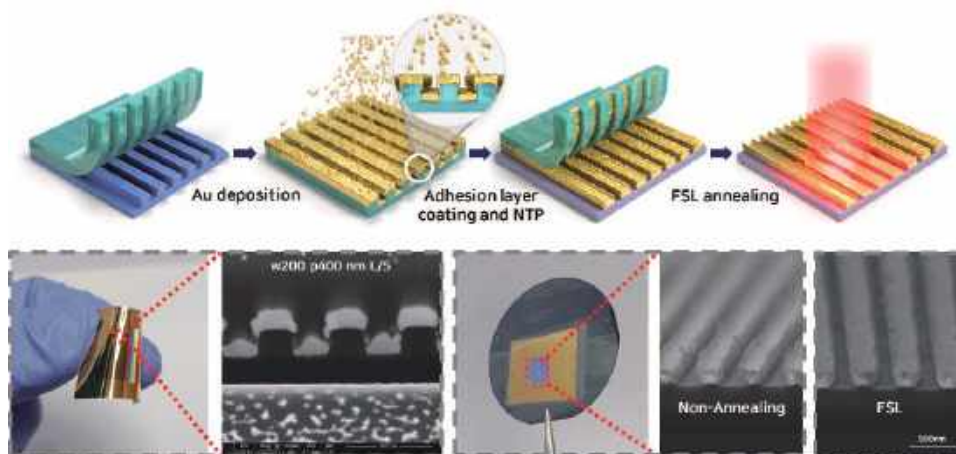
펄초레이저 기반 열처리기술

연구자: 장원석

소속: 나노리소그래피연구센터 ☎ 042-868-7134

기술 개요

- 다른 열처리 공정 및 긴 파장의 레이저와 달리 조사된 표면에 열을 급속도로 증가시켜 주변부의 열적 손상 없는 펄초 레이저 기반 금속 및 반도체의 열처리를 통한 성능 향상 기술



〈미세 패턴의 펄초 레이저 열처리 공정도〉

고객 · 시장

- 반도체, 광학 및 디스플레이 등 기능성 소자 제조 및 장비 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 금속 패턴의 제작에 사용되는 증착 기술에는 금속 패턴의 결정 구조가 작게 형성이 되어 전도성이나 광학적 특성의 한계점이 존재함
- 반도체 재료들의 열처리 공정을 위한 레이저 열처리 공정에 사용되는 다양한 레이저들은 선택적 열처리가 어려워 주변부의 열적 손상 발생
- 열처리 공정을 위해 사용되는 공정 기술들은 소자 전체에 열을 가하게 되어 열에 약한 기판이나 다른 소자들에 열적 손상 발생

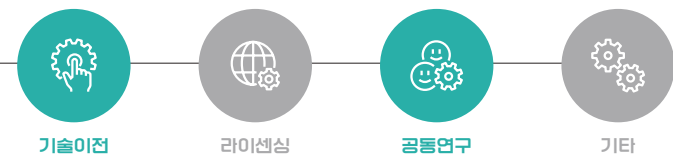
기술의 차별성

- 전자소자에 적용가능한 나노급 패턴링 기술과 패턴의 기능 향상기술
- 레이저에 의한 순간적인 열 상승을 통한 열처리 공정 이후 급속도로 낮아지는 열에 의해 금속과 반도체 형상의 변화 없이 열처리 공정을 구현함

기술완성도(TRL)



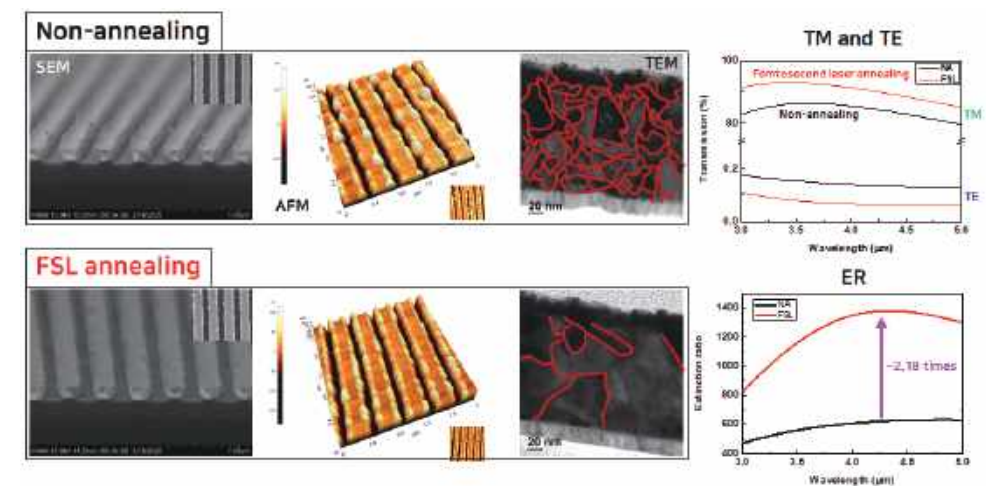
희망 파트너십



기술의 우수성

- 다양한 파장과 사각빔 시스템을 통한 균일한 재료에 적합한 레이저 파라미터를 이용한 열처리 공정을 진행하는 기술
- 펄초 레이저를 이용한 열처리 공정 기술은 다른 레이저와 달리 조사된 표면에 열을 급속도로 증가시킨 후 감소하기 때문에 주변 소자나 기판의 열적 손상 없이 선택적 열처리 가능

- 갈바노 스캐너를 이용한 고속 스캐닝 기술을 접목하여 빠른 열처리 공정을 진행할 수 있고 사각빔을 이용하여 동일한 레이저 에너지를 표면에 조사하여 균일한 열처리 공정 가능
- 열처리 공정을 진행하려는 물질에 따라 적합한 레이저 파장과 레이저 에너지를 조절할 수 있어 다양한 물질의 열처리 공정이 가능



〈기존 필터 패턴의 열처리를 통한 성능 향상 결과〉

지식재산권 현황

특허

- 편광필터의 제조장치 및 방법(KR2586152)
- 레이저 패턴링 장치 및 방법(KR1980839)
- 도전 물질의 패턴링 장치 및 방법(KR1877452)
- 희생층을 이용한 광 유도 전사 방법(KR2212422)
- 미세 소자의 제조 장치(KR1801312)

노하우

- 다양한 기판 및 다양한 금속과 반도체 재료에 따라 최적화된 열처리 공정 조건



40

반도체

13

투과형 광센서 기반 플라즈마 공정 모니터링 기술

연구자. 이진영, 김현돈, 임미경
소속. 나노디스플레이연구실 ☎ 042-868-7441

기술 개요

- 플라즈마를 활용하는 반도체 · 디스플레이 제조 공정 모니터링을 위한 광센서
- 투과 분광 방식을 활용하여, 민감도 및 장기간 사용 신뢰성 개선이 가능함
- 투과 분광 필터 - 검출기 어레이 구조를 통해 노이즈 / 배경신호 제거 연산 수행



〈투과형 광센서 기반 플라즈마 공정 모니터링 기술 개요〉

고객 · 시장

- 반도체 · 디스플레이 제조 장비 업체, 설비 자동화 업체, 고민감도-신뢰성 광센서 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 상용 회절 분광 센서는 반응성 이온 식각 공정의 종료 시점 감지(EPD) 등 공정 상태 모니터링에 널리 활용되고 있으나, 제조 공정 미세화에 따라, 보다 높은 민감도의 센서가 요구됨
- 센서 신호를 활용한 공정 자동화 수요 증가에 따라, 장기간 사용 신뢰성이 확보된, 동일한 성능을 갖는 다수의 센서 제작 및 관리 용이성이 요구됨

기술의 차별성

- 광센서의 민감도 및 신뢰성 개선을 위해, 투과 분광 필터를 활용한 분광 센서가 제안되었으나, 기존 투과형 광센서는 관찰 대상 신호와 동일한 파장 대역에 존재하는 배경신호를 구분할 수 없었음
- 한국기계연구원 제안 기술은 불연속 스펙트럼 형태를 갖는 플라즈마 방출 신호와 연속 스펙트럼 형태를 갖는 노이즈, 배경신호(IR 히터, 제동복사 등)를 분리하기 위해, 관측 대상 신호 대역 및 인접 파장 대역 측정 어레이 연산을 통해, 정확도 높은 관측 신호 모니터링 가능

기술의 우수성

- 반응성 이온 식각 공정의 종료 시점 감지 및 공정 후 잔여 불순물 세정 공정 대상 실증실험 수행
- 상용 회절 분광 센서 대비 수~수백배 수준의 SNR 개선을 확인함

KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

41

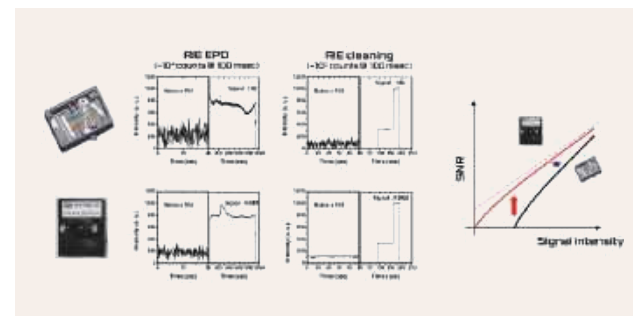
기술완성도(TRL)



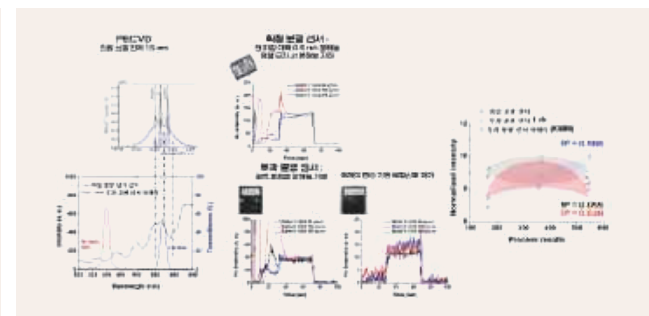
희망 파트너십



- 플라즈마 화학 기상 증착 공정 중 반응 부산물 측정 실증실험 수행
- 상용 회절 분광 센서의 경우, 제조 스펙 상 0.5 nm 수준의 파장 분해능이 제공되나 사용 중 내부 구성 요소 정렬 오차에 의한 파장 분해능 저하로 신호 구분에 한계
- 단일 채널의 투과 분광센서의 경우, 관측 대상 신호와 동일 파장 대역의 노이즈 및 배경신호가 동시에 측정되어, 측정 광 신호와 공정 결과 간 낮은 상관도 제시
- 한국기계연구원 제안 기술에서는 관측 대상에 대한 높은 파장 분해능 및 노이즈-배경 신호 제거 연산을 통해, 공정 결과와 높은 상관도를 갖는 신호 측정이 가능함



〈RIE EPD 및 세정 신호 측정 실증 : 회절 분광 센서 대비 감도 개선 특성〉



〈PECVD 공정 부산물 신호 측정 실증 : 파장 분해능 및 배경신호 제거연산 특성〉

지식재산권 현황

특허

- 플라즈마 장치용 공정 모니터링 시스템(KR2022-0041282, PCT003903)
- 헤파역 쇼트키 다이오드 광센서 및 이를 포함하는 헤파역 쇼트키 다이오드 광센서 어레이 (KR2022-0098755, PCT009662)
- 필터 교체형 플라즈마 모니터링 시스템 및 이를 이용한 플라즈마 모니터링 방법 (KR2022-0145336, TW112136849)
- 대면적 투과필터를 활용한 플라즈마 공정 모니터링 장치(KR2023-0057028)
- 경사 배치된 대역 투과필터를 포함하는 광센서 모듈 및 이를 포함하는 공정 모니터링 시스템 (KR2023-0139355, PCT002358)
- 통합 모듈형 분광 시스템 및 이를 이용한 공정 진단방법(KR2024-0039081)
- 필터 어레이를 활용한 광센서 파장 대역 간 연산 인자 산출 프로그램(C-2023-049933)

노하우

- 반도체 · 디스플레이 제조 공정 내 발생 노이즈 / 배경신호의 하드웨어적 제거 기술
- 광학 센서 감도 및 신뢰성 정량 평가 기술
- 플라즈마 방출 광신호 대응 헤파역 필터 설계 기술



nm급 초고진공용 초정밀 스테이지 기술

연구자: 강동우, 김현창, 김경록, 김재영
소속: 이차전지장비연구실 ☎ 042-868-7187

기술 개요

- 유연기구(Flexure)와 피에조 구동기(Piezoelectric Actuator)를 이용해 나노미터 반복정밀도의 정렬 및 정속 스캐닝이 가능한 다자유도 이송장치 기술



〈피에조 기반 다자유도 스테이지〉

고객 · 시장

- 반도체 제조 및 검사 장비
- 고진공 이상의 초정밀 이송장치
- 초정밀 현미경
- 항공/우주 정밀 정렬 장치
- 나노미터급 정밀도 자동화 솔루션
- 고정밀 제어가 필요한 국방 관련 장비
- 바이오 산업의 정밀 제조 및 측정/검사 장비

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 통상적인 구름 베어링 기반의 스테이지는 마찰 등의 외란으로 구현 가능한 반복능이 제한됨(0.1~1 μ m 수준)
- X-Y 스테이지를 이동 시, X축 혹은 Y축 방향으로 선형 변위뿐만 아니라 회전 변위도 발생하며, 발생한 회전 변위 오차로 정밀한 선형 이동이 어려우며, 스테이지 이동 시 공차 발생으로 의도된 방향 외의 힘으로 인하여 모터 등 구조에 부하 발생함. 이러한 변위 및 공차로 인해 전체 공정의 효율 및 성능이 저하될 수 있음
- 초고진공 등의 특수 환경에서 사용 가능한 nm급 스테이지 기술이 제한적이며, 고가의 비용이 소모됨

기술의 차별성

- 탄성 변형 베어링을 채용해 마찰 외란을 원천적으로 배제함으로써 nm 분해능 및 반복능 구현 가능
- 피에조스택과 피에조모터를 이용한 nm급 정밀도 다자유도 이송 구현 및 요구성능 맞춤형 최적 설계/제어 가능
- 이동 후 센서를 이용해 회전값을 측정, 측정된 값을 통해 회전 변위를 보정함으로써 X-Y 스테이지 정밀 이동 가능하며, 부가 구동기 없이 Yaw 오차를 제거하여 비용 효율화(상용 10~50 μ rad → 개발품 0.1 μ rad)
- Z축 및 Tilt 가이드를 통해 공차로 인해 발생하는 장치 부하를 감소시켜 더욱 정밀한 제어가 가능

기술의 우수성

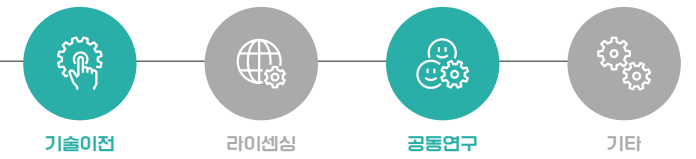
- 광학 검사, 레이저 커팅/마킹, 산업 측정 기술, 현미경 검사에 필요한 높은 정확도와 안정성 제공
- 본체 이동 시 센서를 이용해 측정된 회전 변위로부터 보정할 회전 강성값을 계산하고, 이를 이용해 X-Y 스테이지의 선형 이동 동작에서 발생하는 회전 변위를 효과적으로 보정함



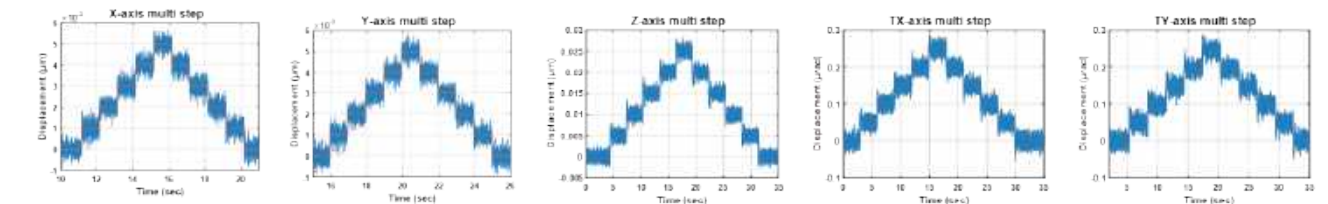
기술완성도(TRL)



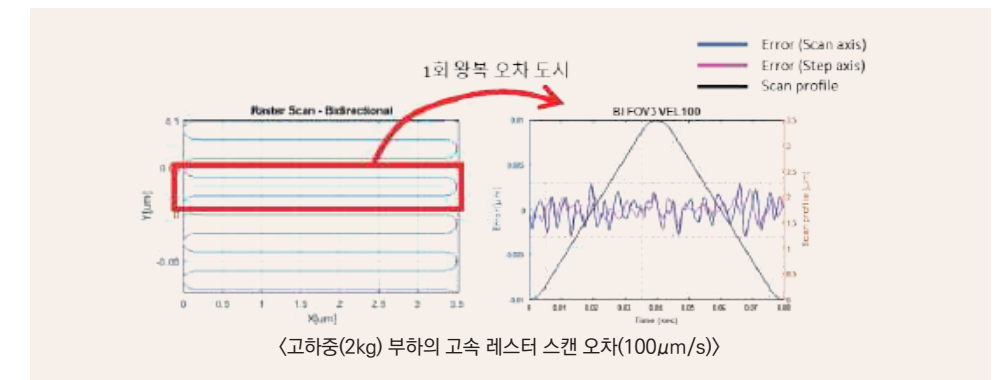
희망 파트너십



- 테스트용 개발자 GUI 및 간단한 사용자 GUI 제공을 통해 사용자가 손쉽게 활용 가능하며, 사용자 맞춤 SW 개발에 활용 가능
- 10⁻⁸Torr 이하의 초고진공 등의 특수환경에서 nm급 초정밀 구동 성능 구현 가능
- nm급 이송 분해능 및 반복능 구현



- 제어 파라미터 최적화, 학습 알고리즘을 적용한 동적 추종 성능 향상을 바탕으로 3nm 이하 정속 추종 제어 성능 확보



지식재산권 현황

특허

- X-Y 스테이지 요 보정 방법(KR2458515)
- 마스크 정렬을 위한 Z/Tilt 스테이지 및 제어 시스템(KR2548949)

노하우

- 대면적/고하중 시료의 피에조 기반 nm급 분해능 다자유도 스테이지 설계 기술
- 다자유도 스테이지의 nm급 분해능의 제어 기술
- 초고진공 환경용 스테이지 설계 및 제작 기술
- 제어 SW 및 UI 개발 기술

END-ITEM.

2

3D프린터
3D PRINTER

CONTENTS

입자크기 10 μ m 미세분말용 고 분해능 디스펜서	046
정밀 형상구현을 위한 하이브리드 PBF 3D프린팅 기술	048
Power-DED 금속 3D프린팅 장비 핵심 모듈 기술	050
자성소재 3D프린팅 공정 · 장비 기술 및 고기능성 부품개발	052
Power-DED 금속 3D프린팅 공정 모니터링 및 제어기술	054
잉크순환형 잉크젯헤드 유닛 및 이를 포함하는 제조방법	056



입자크기 10 μ m 미세분말용 고 분해능 디스펜서

연구자. 이창우

소속. 3D프린팅장비연구실 ① 042-868-7146

기술 개요

- 입자크기 10 μ m급 미세분말용 디스펜서로 기존의 장비보다 수명이 10배 이상 향상되고 mg의 분해능을 가짐



고객 · 시장

- LED 제조업체, 제약회사, 레이저 클래딩(Laser Cladding), 염색업체와 같이 미세분말 사용분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 미세분말의 정량 제어를 위해서는 일정한 체적을 가지는 기준틀에 분말을 채우고 스크래핑 형태로 기준틀 채우고 난 분말을 제거하는 방식으로 정량제어를 수행할 때, 아래와 같은 문제가 발생됨
 - 기준틀의 크기가 일정 크기보다 작으면 분말이 채워지지 않는 현상이 발생하기 때문에 기준틀의 크기가 일정 크기보다 커야하므로 디스펜서의 분해능을 높이기 어려움
 - 스크래핑 과정에서 분말의 킴 현상으로 마모가 발생하여 디스펜서 수명을 단축시킴
- LED 형광체, 분말 형태의 약, 레이저 클래딩(Laser Cladding)에 사용되는 금속분말, 염색 분말 등 다양한 미세분말이 사용되고 있음
- 이러한 미세 분말 중에는 LCD 형광체, 약과 같이 미량에 의해서 제품의 성능을 좌우하는 경우가 많아 정량제어가 필요함
- 메탈필터와 강제 삽입 배출 구조를 사용하여 기존기술의 한계점인 디스펜서의 분해능과 수명을 획기적으로 향상시킴

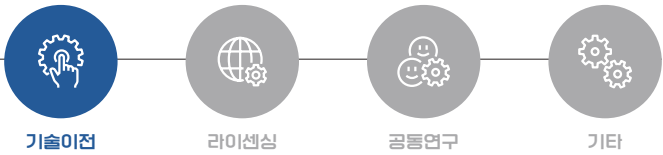
기술의 차별성

- 메탈필터를 기준틀 하부에 위치시키고 진공과 가압을 통해서 강제로 분말을 흡입하고 배출하는 구조를 가지고 있어 기준틀이 작아도 미세분말이 기준틀을 채울 수 있는 구조를 가짐
- 또한 강제로 기준틀을 채울 수 있기 때문에 측면으로 분말을 채우는 구조가 가능함
- 분말이 측면에서 채울 수 있는 구조는 원통형에 기준틀을 구성하여 측면에서 채워진 분말이 회전하면서 중력에 의해서 자동적으로 스크래핑 가능하여 스크래핑에서 발생하는 분말 킴 현상에 의해서 디스펜서가 마모되지 않아 긴 수명의 디스펜서 제작이 가능함

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 자동적 스크래핑이 어려운 경우에도 스펀지와 같은 부드러운 재질로 스크래핑이 가능하여 기존 방법에 비해서 마모가 상대적으로 매우 작아 높은 수명이 예상됨
- 메탈 필터와 진공에 의한 강제흡입으로 작은 기준틀에 분말을 채울 수 있으므로 높은 분해능이 가능하고 중력에 의한 자연 스크래핑으로 분말 킴 현상으로 발생하는 마모가 상대적으로 작아 높은 수명을 기대할 수 있음

- 아래 테이블은 금속 분말을 이용하여 30회 반복한 실험한 결과를 나타냄
- 사용된 저울은 분해능이 0.01g을 사용하여 최대 2.75g, 최소 2.7g으로 최대 편차 0.05g로 기존에 사용된 분말 공급 장치의 경우, 최대 최소편차가 0.2g으로 1/4 정도이며 평균 2.73g, 표준 편차 0.0108g로 0.39%의 높은 정밀도를 가짐
- 이러한 정량적인 결과 이외에도 본 특허를 적용하여 개발된 분말 공급 장치의 수명이 기존 분말 공급 장치 수명의 10배 이상 될 것으로 예상됨

2.74	2.75	2.73	2.74	2.73	2.73
2.75	2.73	2.72	2.72	2.73	2.72
2.73	2.74	2.72	2.72	2.74	2.73
2.72	2.71	2.72	2.73	2.72	2.74
2.76	2.72	2.73	2.73	2.7	2.73



〈금속 분말을 사용한 디스펜싱 성능평가와 분말제어 실험장치〉

지식재산권 현황

특허

- 분말정량 공급장치(KR1332312)
- 분말정량 공급제어장치(KR1453953)
- 분말공급장치(KR1398110)
- 분말분사제어장치(KR1261588)
- 분말체 정량 포장장치(KR1170645)

노하우

- 저 비중 미세분말 디스펜싱 기술



정밀 형상구현을 위한 하이브리드 PBF 3D프린팅 기술

연구자. 이필호

소속. 3D프린팅장비연구실 ☎ 042-868-7786

기술 개요

- 3D프린팅 제품의 표면조도 및 형상정밀도 향상을 위한 PBF 하이브리드 시스템 및 공정기술
 - 영역가변형 PBF 분말 도포 기술
 - 하이브리드 PBF 가공 분말 제거장치
 - 하이브리드 PBF 전용 밀링가공 CAM

* PBF(Powder Bed Fusion)



고객 · 시장

- 부품제조업 전반(부리, 국방, 항공 · 우주, 전자 산업분야 등)

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 PBF의 경우 장비프린팅 가능 영역보다 작은 제품을 프린팅 할 경우에도 빌드플레이트 전체를 도포해야하여, 고가의 분말소재의 낭비 및 공정시간이 길어지는 문제 발생
- 기존 하이브리드 PBF 공정 시 분말이 도포된 상태에서 밀링가공이 이루어지며 이는 공구의 급격한 수명단축을 발생. 이를 해결하기 위해 분말 흡입/압송 기술이 고안되었으나, 공압에 의하여 발생하는 분말의 챔버 내 부유는 고가의 광학계가 장착되어있는 해당 장비의 고장의 원인이 됨
- 기존 하이브리드 PBF에 장착되어있는 CAM 기술은 일반 절삭가공 CAM을 적용 단층가공에 응용한 수준으로 적용 위치별 다양한 형상구배에 대한 정확한 공구 선정이 이루어지지 않아, 원하는 가공정도 확보가 곤란

기술의 차별성

- 영역가변형 PBF 분말 도포 기술 : 드럼형 또는 이동형 피딩 모듈의 적용을 통해 장비 사용자가 원하는 분말도포 영역을 지정할 수 있어 분말사용량을 절감 및 공정시간 단축 가능
- 하이브리드 PBF 가공 분말 제거장치 : 밀링장치를 포함하는 3차원 프린터에 파우더를 제거할 수 있는 장치 및 부위를 포함하여 밀링공정 시 공구에 파우더가 부착하지 않게 하여 가공품질 향상 및 공구마모 감소
- 하이브리드 PBF 전용 밀링 CAM : 가공이 개입하는 부분의 형상정보를 파악한 후 해당 영역의 구배 분석에 따른 공구형상 맞춤형 CAM을 생성시키는 기술로 제품의 최종 형상정밀도 향상 가능

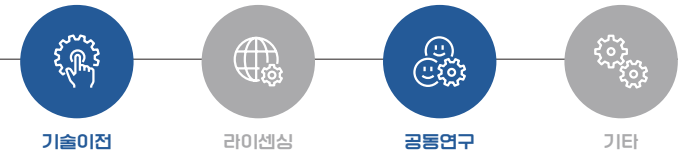
기술의 우수성

- 영역가변형 PBF 분말 도포 기술 : 원하는 영역에만 분말을 정확히 도포시킬 수 있기 때문에 기존대비 분말사용량 및 공정시간의 혁신적인 단축 가능
- 하이브리드 PBF 가공 분말 제거장치 : 본 기술을 적용할 경우 공구마모 억제를 통해 가공의 품질증대, 공구사용 비용 및 교체시간의 감소되며 별도의 공압 장치 및 기구의 설치 및 유지보수가 필요 없음, 또한 기존 경쟁업체의 특허기술에서 발생할 수 있는 부유 분말에 의한 광학/이송계 고장 원인을 제거

기술완성도(TRL)



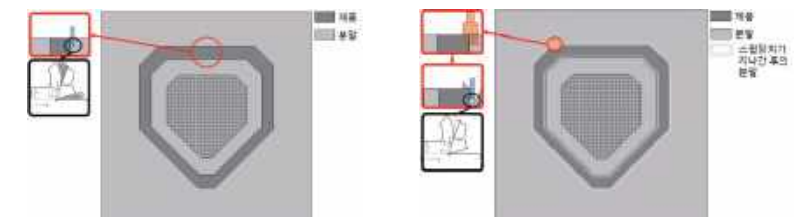
희망 파트너십



- 하이브리드 PBF 전용 CAM : 기존 CAM 기술대비 가공개입 레이어에서 발생하는 단차를 극복하고 CAD에서 구현하고자 한 제품형상에 보다 근접한 제품을 제작 가능



〈영역가변형 PBF기술을 통한 재료사용량 및 공정시간 단축 예시〉



(a) 분말제거 장치가 없을 경우

(b) 분말제거 장치가 있을 경우

〈하이브리드 PBF 분말제거 장치 개념〉



〈하이브리드 PBF 전용 CAM 적용에 따른 형상개선 예시〉

지식재산권 현황

특허

- 베드의 일부 영역에서 3차원 프린팅이 가능한 3차원 프린팅 방법 및 이에 사용되는 3차원 프린터(KR2236112)
- 스왑장치 또는 스왑부를 포함하는 밀링장치를 포함하는 3차원 프린터기 및 이를 이용한 프린팅 방법(KR2408777)

노하우

- 본 연구내용을 포함하는 하이브리드 PBF 프린팅 장비 개발 및 공정기술



Power-DED 금속 3D프린팅 장비 핵심 모듈 기술

연구자: 정민교
소속: 3D프린팅장비연구실 ☎ 042-868-7946

기술 개요

- Powder-DED 방식 3D프린팅에 사용되는 핵심 장비 기술
- 장수명 고정도 분말공급장치, 다양한 형태의 부품 맞춤형 적층헤드 기술을 포함

* DED(Direct Energy Deposition)



〈고정도 분말공급장치〉

〈고속 적층헤드〉

〈간섭최소화 측면 분말 분사헤드〉

고객 · 시장

- DED 3D프린팅 장비 제조사, 부품제조업 전반(부리, 국방, 항공 · 우주, 에너지 산업 분야 등)

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 분말공급 DED 3D프린팅 기술은 낮은 적층속도 및 적층효율, 불균일한 분말공급 등 장비 기술의 한계로 산업적용이 제한적으로 이루어지고 있으며, 핵심 장비 모듈의 경우 해외 선진 기술에 의존하고 있어 국산화가 시급함

기술의 차별성

- 마모 최소화로 장수명을 가지는 고정도 분말공급장치
- 분말참여율을 증대시킨 고속적층헤드, 간섭최소화 측면공급헤드

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 분말공급장치 공급표준편차 최대 0.037g/min 달성(세계 최고 수준)
- 4.8mm³/s(0.8mm 빔 기준) 고속 적층헤드 개발(세계 최고 수준, 미국 T社 : 4 mm³/s)

	설정도출량 (g/min)	평균도출량 (g/min)	에러 (%)	표준편차 (g/min)	평균도출량 (g/sec)	표준편차 (g/sec)
KIMM	5.4	5.38	0.37	0.0159	0.090	0.0095
독일 G사		5.52	2.22	0.0959	0.092	0.0314
KIMM	7.6	7.58	0.26	0.0144	0.126	0.0116
독일 G사		7.53	0.92	0.0405	0.126	0.0275
KIMM	9.8	9.85	0.51	0.0375	0.164	0.0145
독일 G사		9.69	1.12	0.0407	0.161	0.0262

〈간섭최소화 측면 분말 분사헤드〉

지식재산권 현황

특허

- 분말정량 공급장치(KR1332312)
- 분말정량 공급제어장치(KR1453953)
- 분말공급장치(KR1398110)
- 분말분사제어장치(KR1261588)
- 분말체 정량 포집장치(KR1170645)

노하우

- 제품/현장 맞춤형 장비 기술
- 고내마모, 고경도, 내부식 등 성능강화 적층공정 기술



52

3D프린터

4

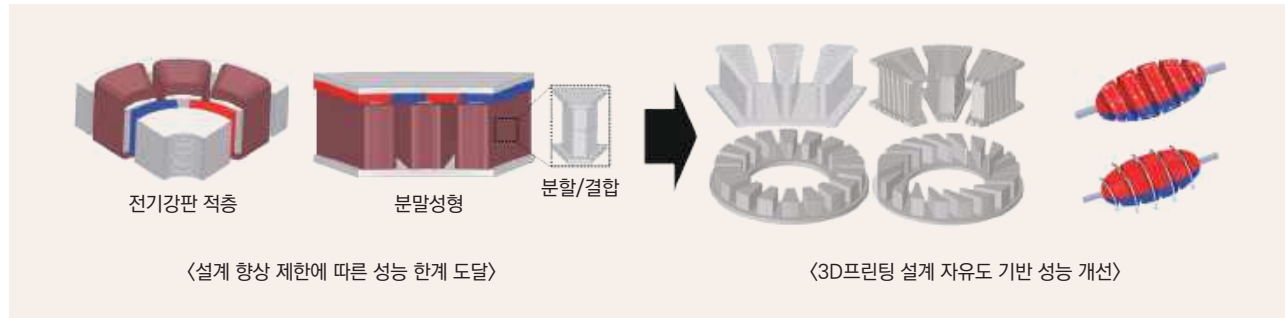
자성소재 3D프린팅 공정·장비 기술 및 고기능성 부품개발

연구자: 최준필

소속: 3D프린팅장비연구실 ☎ 042-868-7452

기술 개요

- 기존 기술로 제작 불가능한 자유형상 고기능성 부품제조를 위한 자성소재 3D프린팅 기술



고객·시장

- 전기·전자기기 부품 제조업체, 3D프린팅 장비 제조사, 항공/우주/차세대 모빌리티 산업분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 모터와 같은 자성체 응용부품 제조를 위해 현재 전기강판 적층 또는 분말성형 방식을 활용
- 전기강판 적층 방식은 3차원 구조 제작이 불가능하고, 분말성형 방식은 금형 사용이 필수적이라 자성체 부품 개발 시 형상 설계제약의 한계가 존재함
- 최근 로봇, 모빌리티, 의료기기 등의 핵심 부품으로 고성능 모터의 수요가 급증하고 있어, 높은 설계 자유도 구현이 가능한 신기술 적용을 통한 기능·성능 장벽 돌파가 필요함
- 3D프린팅 기술은 높은 형상구현 자유도를 기반으로 기존 부품 대비 성능을 극대화할 수 있는 장점이 있어, 모터와 같은 고기능성 자성체 부품 제조를 위한 연구개발이 요구됨

기술의 차별성

- 자성소재 3D프린팅 및 이를 활용한 고기능성 부품제조를 위한 3D프린팅 장비·공정특화 기술
- 자성소재의 구조 및 기능적 특성 동시확보 가능한 데이터 기반 3D프린팅 공정 최적화 모델 개발 기술
- 요구되는 자기적 물성 구현을 위한 미세구조 및 자기 정렬 제어 3D프린팅 공정 기술
- 3D프린팅 기술 적용 독자구조 모터 설계/제작 및 성능평가 기술 확보

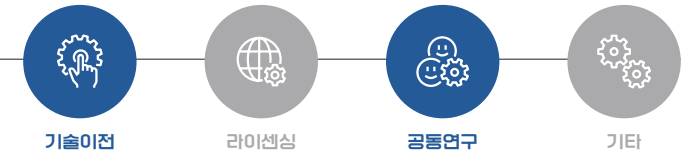
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

53

기술완성도(TRL)

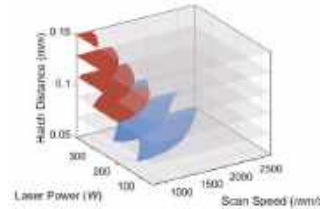
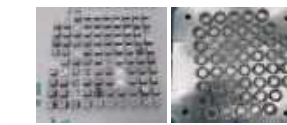


희망 파트너십

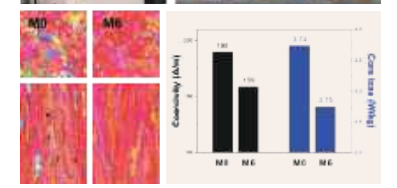


기술의 우수성

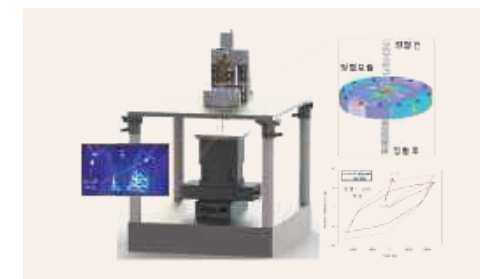
- 차세대 고성능 모터 개발을 위한 자성소재 특화 3D프린팅 공정-장비-응용 전주기 기술 개발
- 자성소재 3D프린팅 다목적(고밀도, 고자성 특성 동시 확보) 공정최적화 AI 모델 개발
- 미세구조 제어용 레이저 빔 가변 모듈, 영구자석 정렬용 자기장 인가 모듈 등 자성부품 물성 향상을 위한 특화 3D프린팅 장비 개발(철손 25% 감소, 정렬도 30% 향상)
- 3D프린팅 적용 500W급 고출력 Axial-Flux 타입 모터 제조기술 확보(출력밀도 ≥ 2.0 kW/L)



〈다목적 공정최적화〉



〈미세구조 제어용 가변 레이저 빔 모듈〉



〈자기 정렬 모듈 포함 압출형 3D프린팅 장비〉



〈3D프린팅 Axial-Flux 모터〉

지식재산권 현황

특허

- 3차원 프린팅용 재료 및 이를 이용하는 3차원 프린터(KR2601962)
- 불순물 제거 장치, 이를 포함하는 3차원 프린터 및 이를 활용한 내부 기체 제어 방법(PCT/KR2023/009581)

노하우

- 고기능성 부품 3D프린팅 특화설계 기술
- 자성소재 및 고기능성 소재 맞춤형 3D프린팅 공정/장비 기술
- 인공지능 기반 3D프린팅 공정최적화 기술



54

3D프린터
5

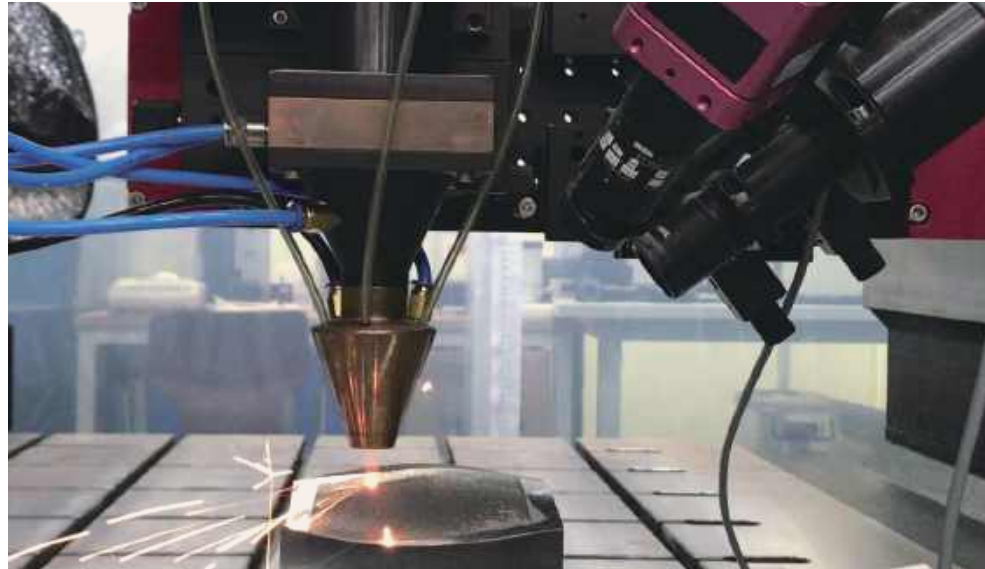
Power-DED 금속 3D프린팅 공정 모니터링 및 제어기술

연구자: 허세곤

소속: 3D프린팅장비연구실 ☎ 042-868-7447

기술 개요

- DED 방식 금속 3D프린팅 장비/공정 모니터링 및 지능화 제어 기술
- 용융풀 모니터링, 표면 자동추종 적층, 실공정 연동 적층형상 시뮬레이션, 형상오차 보정 실시간 CAM, DED 디지털트윈 기술을 포함



〈용융풀 모니터링을 통한 표면 자동추종 적층〉

* DED(Direct Energy Deposition)

고객 · 시장

- DED 3D프린팅 장비 제조사, 부품제조업 전반(부리, 국방, 항공 · 우주, 에너지 산업 분야 등)

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- DED 기술을 이용한 기존의 개보수 공정의 경우, 4단계(형상스캔)CAD 변환)적층경로 생성 CAM)장비-적층물 얼라인먼트) 과정과 고가 장비/소프트웨어, 숙련 인원이 요구됨
- 금속 적층공정의 복잡성과 난해성으로 인해 모재 크기, 형상, 온도분포에 따라 적층량 차이가 발생하는 등 적층량 예측이 어려워 원하는 형상을 적층하기 위해 반복공정 수행이 빈번함

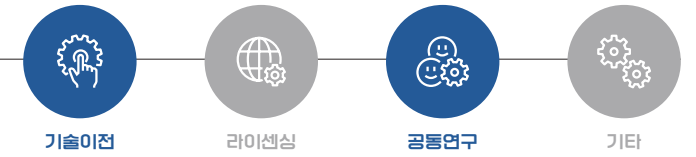
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

55

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

- 대상물 CAD 데이터 없이 표면형상을 추종하며 자동 적층하며, 장비와 부품의 얼라인먼트 과정이 불필요하여 공정편의성 향상
- 실시간 용융풀 모니터링 정보와 CNC 정보를 통해 적층형상을 실시간으로 시뮬레이션하고, 적층형상 오차를 보정하는 적층경로를 실시간으로 생성
- On-machine 모니터링 센서를 3D프린팅 장비에 장착하여 즉각 적층형상을 측정하여 부품/공정 개발의 편의성 향상

기술의 우수성

- 표면 자동추종 적층기술로 CAD 데이터 없이 적층영역 지정만으로 자유곡면을 실시간 추종하면서 적층(세계 최고 수준)
- 실시간 장비 및 공정 연동된 적층형상 시뮬레이션 등 디지털트윈 기술(세계 최고 수준)
- 적층형상 보정 실시간 적층경로 생성 CAM 기술을 통해 반복공정 수행 없이 원하는 목표형상을 한 번에 적층 가능(세계 최초 제안)



〈자유곡면 자동추종 적층〉

〈실시간 적층형상 시뮬레이션〉

〈실시간 형상보정 CAM〉

지식재산권 현황

특허

- DED 3D프린팅 적층형상 가시화 프로그램(C-2020-052280)
- 적층 제조 장치 및 방법(KR2521042)

노하우

- 실시간 장비 CNC 인터페이스 및 데이터 수집/처리/관리 기술
- 용융풀 이미지 고속 프로세싱 소프트웨어 기술
- 장비 및 공정 모니터링을 통한 실시간 적층 시뮬레이션(디지털트윈) 기술



56

3D프린터
6

잉크순환형 잉크젯헤드 유닛 및 이를 포함하는 제조방법

연구자. 허신

소속. 바이오기계연구실 ☎ 042-868-7886

기술 개요

- 산업용 고해상도 잉크젯헤드의 설계/해석, MEMS 제조공정, 패키징, 성능평가 기술을 개발하고, 잉크젯헤드의 구동보드 및 잉크공급 장치와 통합하는 기술 개발

고객 · 시장

- 고객 : 잉크젯프린트 장비업체, 3D 프린팅장비 업체, 반도체 패키징장비 업체
- 시장 : 디지털 텍스타일 프린팅 산업, 디스플레이 제조 산업

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 국외의 경우, 잉크젯 프린팅 헤드를 개발하고 있는 외국의 업체들은 고해상도, 고속 프린팅, 대량 생산이 가능한 차세대 산업용 잉크젯헤드 기술을 개발하고 있으며, 국내의 경우는 디지털 텍스타일 프린팅용 및 디스플레이 제조용 장비의 핵심부품인 잉크젯 프린트헤드 관련 기술은 국내에 전무한 상황임
- 고분해능, 미세 액적도출, 고속 프린팅, 다양한 잉크소재 사용 가능성 등이 만족되는 디지털 잉크젯헤드 기술 개발이 필요함

기술의 차별성

- Sol-gel PZT 기반 압전박막 구동 소자, BCB본딩 및 공융본딩 기술, 잉크 재순환 구조 등의 독창적인 기술을 개발하고, 특히 불순물로 인한 노즐이 막히지 않도록 하는 잉크 재순환형 구조의 장점을 가짐

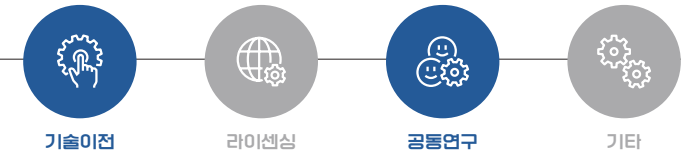
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

57

기술완성도(TRL)

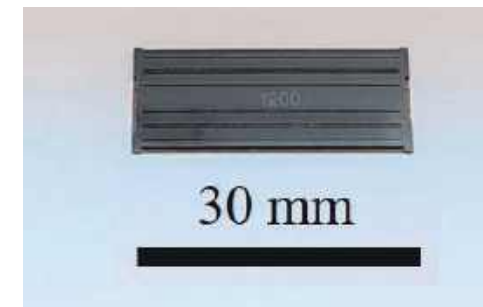


희망 파트너십



기술의 우수성

- 600 dpi급 고해상도 잉크젯헤드의 기본설계, 다물리 해석을 통한 상세설계 기술을 확보
- MEMS 공정 및 마스크 설계, 요소부품(Handling wafer, 압력구동부 wafer, Nozzle wafer) 제조 기술, 소자 본딩/패키징 기술, 잉크젯헤드 소자 제작 기술 확보
- 잉크젯헤드 시제품, 100kHz급 구동드라이버, 잉크공급장치를 통합한 시스템 통합 구동 기술 확보
- 잉크젯헤드 성능평가시험장치 구축, 기계적/전기적 특성시험, 잉크젯팅 성능시험 기술 확보



〈1,200dpi급 잉크젯헤드 소자 제작 결과〉



〈패키징된 잉크젯헤드 제작 결과〉

지식재산권 현황

특허

- 액적 토출 장치 및 이를 이용한 액적 도출 방법(KR2161544, 미국 등록단계 17/632031)
- 잉크젯 헤드 소자, 잉크젯 헤드 조립체 및 잉크젯 헤드 소자 제조방법(KR2152468)
- 잉크 순환형 잉크젯 헤드 유닛 및 이를 포함하는 잉크 순환형 잉크젯 헤드 조립체, 잉크 순환형 잉크젯 헤드 유닛의 제조방법(KR2111682)

노하우

- 잉크젯헤드 설계 및 성능평가 기술
- MEMS 제조공정 기술

END-ITEM.

3

냉동기 / 히트펌프
REFRIGERATOR /
HEAT PUMP

CONTENTS

액체수소 생산/저장/활용 기술	060
차세대 Low GWP 대체 냉매 개발 및 시스템 설계기술	062
멤브레인 히트펌프 기술	064
고온 히트펌프용 축열시스템 설계 기술	066
상변화 열전달을 이용한 전자장비 열관리 기술	068
접촉저항변화를 이용한 압력센서	070
자연 냉매(물, R-718) 적용 히트펌프/냉각 장치 설계 기술	072
PCHE 설계 및 제작 기술	074
판형열교환기 설계 기술	076



CONTENTS

스터링 냉동기 기술	078
GM(Gifford-McMahon) 극저온냉동기 및 극저온 고진공펌프	080
고성능 압축기/블로워 기술	082
극저온 냉각시스템 설계기술	084
대용량 액체공기 에너지저장 기술	086
극저온 터보 팽창기 기술	088
고성능 터빈 기술	090
줄통슨 냉동기 설계기술	092



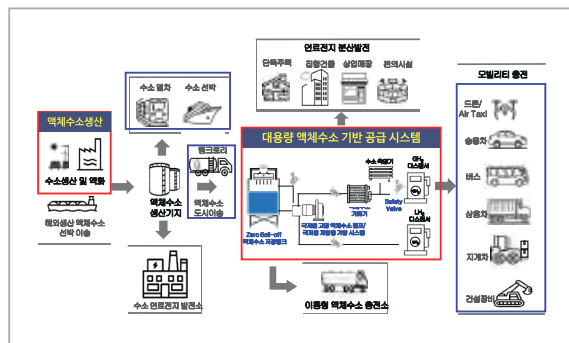
액체수소 생산/저장/활용 기술

연구자: 도규형

소속: 액체수소플랜트연구센터 042-868-7929

기술 개요

- 대용량 수소의 저장 운송, 활용이 가능하도록 하기 위해, 기체수소를 액화하여 액체수소를 생산하는 수소액화 플랜트 및 액체수소의 저장·활용을 위한 액체수소 공급/기화 시스템



〈액체수소 기반 수소 공급 시스템 개요도〉

고객·시장

- 액체수소기반 충전소, 드론 & UAM, 액체수소 활용 기차재, 신재생에너지 저장, 연료전지

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 수소를 중요한 에너지원으로 사용하고, 수소가 국가경제, 사회전반, 국민생활 등에 근본적 변화를 초래하여, 경제성장과 친환경 에너지의 원천이 되도록 하는 수소경제 활성화를 위한 국가 로드맵이 제정됨
- 수소 사회는 친환경 수소를 에너지 공급원으로 사람들의 생활에 직접 연결하여 공해 물질이 배출되지 않는 수소생태계를 구축하기 위한 시스템으로 수소경제의 조기실현과 글로벌 시장 선도를 위해 수소이용의 비약적 확대가 필요함
- 수소경제를 위한 수소의 대용량 저장, 운송, 활용을 위해서는 현재 일반적으로 사용되는 기체수소기반 인프라에서 액체수소기반 인프라로의 변화가 필수적임

기술의 차별성

- 본 기술의 경우 해외 선진사에서 독점하고 있는 상용급 수소액화 공정, 액체수소 저장탱크 기술 및 액체수소 기반 공급 시스템 등을 국산화
- 국내에는 본 기술이 개발된 바가 없으며, 현재 진행 중인 강원, 충남 규제자유 특구의 경우 본 기술과는 다른 직냉식 소형 수소 액화기로 기체수소를 기성품인 헬륨 냉동기를 통하여 소용량 액화하는 것으로 본 기술이 가진 팽창기와 열교환기를 가진 상용급 공정과 다름
- 국내에서 대기업과 지자체가 본 기술과 같은 기술을 적용하여 수소액화플랜트 건설 및 액체수소 기반 수소 공급 시스템 등을 계획하고 추진하고 있으나, 이는 모두 해외기술 및 제품을 직도입하는 것으로 기술개발 성격이 아님

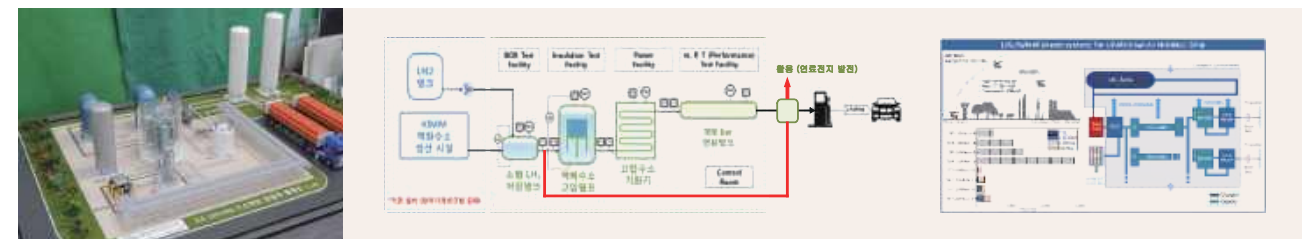
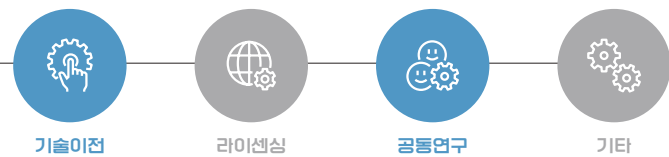
기술의 우수성

- (수소액화 플랜트) 0.5 ton/day 수소액화 파일럿 플랜트 설계/구축/운용 기술 개발, 수소액화 파일럿 플랜트 핵심 설비인 극저온 팽창기, 극저온 열교환기, Cold Box, 극저온 밸브, 액체수소 저장탱크 기술 개발
- (액체수소 기반 고압기체 수소 공급 시스템) 기존의 수소공급시스템은 저장된 기체수소를 공급하는 방식으로서 디스펜서의 전단부 온도제어를 위한 별도의 예냉 시설이 필요함, 액체수소 기반으로 기체수소를 공급하게 되면

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



〈액화 수소 생산 플랜트〉

〈액체수소 기반 고압기체 수소 공급 시스템〉

〈액체수소 기반 연료 공급 시스템〉

별도의 예냉 시설이 필요없으며 액체수소의 냉열을 활용하여 예냉이 가능하여 효율적임, 대기압 보다 조금 높은 압력으로 액체수소를 저장하여 수소를 공급하기 때문에 안전성 측면에서 우수함

- (액체수소 기반 연료 공급 시스템) 기존의 배터리 기반 모빌리티에 활용되는 리튬이온 배터리 기술은 밀도 부분에서 개선 가능한 한계치에 다다르고 있으며, 고 에너지 밀도를 갖는 액체수소를 활용한 연료전지 타입 동력원이 중-장거리용 모빌리티에 활용 가능한 후보가 될 것으로 기대, 에너지 효율 및 출력 안정성을 위해 액체수소를 활용한 연료전지와 고출력 운행 시 보조적으로 활용될 배터리가 함께 연결된 하이브리드 동력원을 사용하는 모빌리티용 액체수소 연료공급시스템 설계 기술 개발

지식재산권 현황

특허

- 수소 액화장치 및 수소 액화방법(KR2328753)
- 수소변환모듈 및 이를 포함하는 수소액화장치(KR2152466)
- 액화수소 선박의 액화수소저장탱크 벤트장치(KR2406282)
- 저온저장탱크의 단열 성능 평가 방법 및 시스템(KR2423652)
- 액화수소 저장 탱크용 온도조절장치 및 이를 이용한 액화수소 저장 시스템(KR2458502)
- 액체수소 연료 탱크 압력 조절 시스템 및 방법(KR2476799)
- 극저온 연료 탱크 압력 조절 시스템 및 방법(KR2476792)
- 파라 수소 분율 측정 방법(KR2570622)
- 개인형 항공기용 액화수소 기반 통합 에너지 시스템 및 이를 이용한 에너지 관리 방법(KR2607573)
- 수소액화 공정 설계 소프트웨어(HyLiQ PAP)(C-2019-038725)
- 액체수소 하이브리드 동력 기반 개인형 항공기 동력원 설계 소프트웨어(Hybrid PAV)(C-2020-044879)
- 화물전용 Urban Air Cargo 개념설계 소프트웨어(C-2024-012460)

노하우

- 수소액화 공정 해석 및 설계
- 오르토-파라 변환 장치 설계
- 수소액화 파일럿 플랜트 구축 및 운영
- 액체수소 기반 고압기체 수소 공급 시스템 설계
- 액체수소 기반 연료 공급 시스템 설계



62

냉동기/히트펌프

2

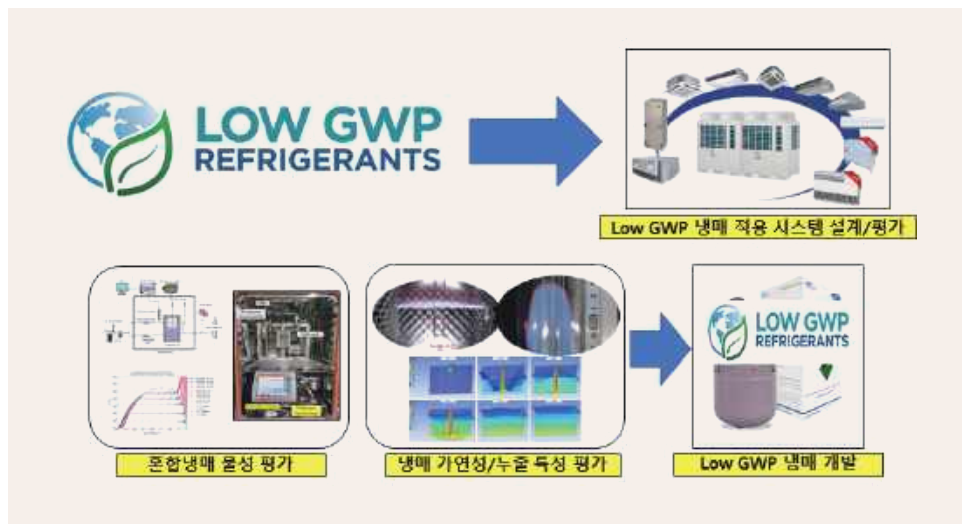
차세대 Low GWP 대체 냉매 개발 및 시스템 설계기술

연구자. 김동호

소속. 히트펌프연구센터 ☎ 042-868-7281

기술 개요

- 기존 HFC/HCFC 냉매를 대체하는 지구온난화지수(global warming potential, GWP)가 낮은 냉매 적용 시스템 설계/평가 기술
- 냉매 규제에 대응 가능한 대체냉매 개발, 성능평가, 안전성평가 등 냉매개발 및 활용에 필요한 전주기적 원천 기술



고객 · 시장

- 열교환기, 시스템 등 HVAC 관련 사업자
- 건물 공조 및 산업용 냉난방 기기 적용 희망 사업자

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- '24년부터 기존 냉매 사용량을 동결하여 '45년까지 단계적으로 80%를 감축해야 함
- Low GWP 냉매인 HFO 계열의 냉매를 적용하는 시스템을 요구하고 있으나 일부기업을 제외하고는 대응하지 못하고 있음
- 냉매 품질관리, 제조 및 가연성 평가 등 냉매 개발을 위해서는 전주기적 연구 필수임

기술의 차별성

- 다양한 Application(칠러, 가정/산업용 히트펌프)을 고려한 최적의 Low GWP 냉매 선정 및 사이클 설계 기술 보유
- 냉동시스템에 들어가는 열교환기(헬-튜브, 판형) 설계 기술 보유
- 헬-튜브 증발기(만액식, 적하식) 성능 평가 기술 보유
- 혼합 냉매 제조, 상평형 측정, 상태방정식 개발 등 물성 평가 원천 기술 보유
- 냉매 가연성 평가(가연한계, 연소속도, 냉매 누출 해석) 기술 보유

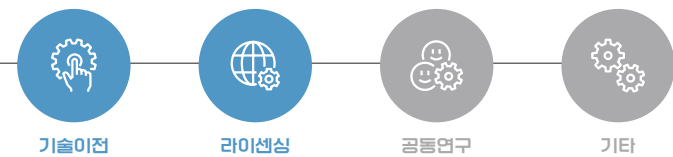
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

63

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 터보냉동기용 열교환 성능평가 및 열교환기 설계 기술 보유
- 만액식 및 적하식 증발기 설계, 제작, 운영 기술 보유
- 냉매 충전량 절감을 위한 적하식 증발기 설계/평가기술 보유
- 냉매 순도 99.99%이상, 포화온도 측정 오차 20mK 수준 기술 보유
- 국내 최고 수준 가연한계, 연소속도 측정 설비 개발 완료
- 냉매 상태방정식 개발 원천 기술 국내 최고 수준 확보
- 냉매 공간 내 누출 해석 기술 오차 10% 수준 확보



〈헬-튜브 열교환기 설계 프로그램〉

〈터보냉동기 비등〉

〈냉매 물성 측정 설비〉

〈냉매 안전성 평가 설비〉

지식재산권 현황

특허

- 산업용 Sell&tube 열교환기 설계 프로그램(C-2017-011728)
- 터보냉동기용 만액식 증발기 설계 프로그램(C-2020-012643)
- 두 종류 냉매 비교용 히트펌프 사이클 해석 프로그램(C-2023-041242)
- 적하식 증발기(KR1932151, KR1930943)
- 유하액막식 증발기(KR2446639)
- 냉동기의 증발기용 분배판 및 냉동기의 증발기(KR2232211)

노하우

- 열교환기 성능 평가 시험 설비 설계/운영
- 냉매 물성기반 열역학 사이클 시뮬레이션
- 혼합 냉매 설계, 제조, 측정 및 상태방정식 개발/적용 등 전주기적 냉매 개발 자문
- 냉매 가연성 평가 설비 설계/운영 기술



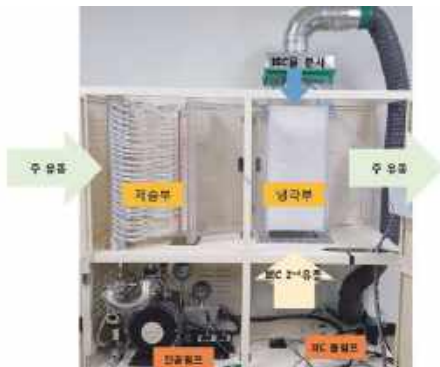
멤브레인 히트펌프 기술

연구자. 김정철

소속. 히트펌프연구센터 ☎ 042-868-7840

기술 개요

- 공조용 에너지 소비 증가를 해결하고, 냉매가 없는 냉방기기의 수요 증가에 따른 획기적인 냉방 기술을 개발 중이며, 이에 따라 멤브레인을 이용하여, 진공 조건에서 작동되는 냉방기기 개발을 위한 친환경 제습 모듈 설계 기술을 개발함
- 진공분압처리를 이용하여 고온다습한 공기를 저온저습하게 만드는 기술



〈최종파일럿 구성현황〉



〈최종파일럿 시스템〉

고객 · 시장

- 열교환기, 시스템 등 HVAC 관련 사업자
- 건물 공조 및 산업용 냉난방 기기 적용 희망 사업자

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 냉방효율의 획기적인 향상이 필요했음
- 삶의 질 향상에 따른 공조용 에너지 소비 증가를 해결하기 위한 획기적인 냉방 공조 기술이 요구됨
- 기존의 증기압축식 사이클을 능가하는 새로운 개념의 냉방 공조 기술이 필요했음
- 에너지 다소비 기기로서 평가받는 증기압축식 냉방 사이클을 벗어난, 압축기 없이 진공펌프만으로 구동되는 냉방 공조 기술로서 멤브레인 열펌프 기술이 요구됨

기술의 차별성

- 기존 증기압축식 냉방 시스템 대비 2배 이상의 높은 효율 잠재력 및 친환경성을 내재함
- 멤브레인을 이용하여 공기의 잠열 냉방부하를 우선 제거하고 냉각을 수행함으로 획기적으로 효율이 향상됨
- 또한, 작동 유체가 순수히 “물(H₂O)”로서 환경에 영향이 전혀 없음
- 공기 중 잠열 냉방부하 제거로 인하여 기존 증기 압축식 대비 2배 정도의 효율이 향상됨
- 제습부 및 냉각부로 구성되어 온도/습도의 개별 제어가 가능하며, 부분부하 조건에서 성능이 우수함

기술완성도(TRL)

희망 파트너십

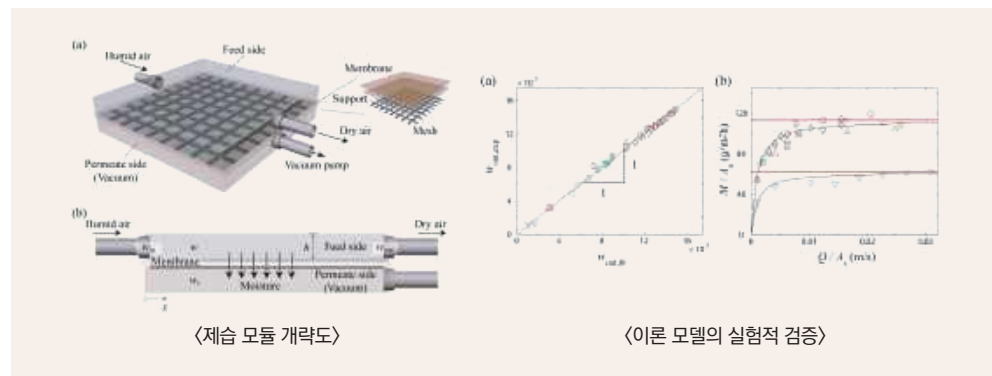
기술의 우수성

지식재산권 현황



기존 증기압축식 HVAC		멤브레인 열펌프
에너지 소비효율	- 평균 EER 12~13(COP 3.5~4) 수준	- 평균 EER 20~24(COP 6~7) 수준 (기존 증기압축식의 약 2배)
응용분야	- 응축수 배수 기능 필요 - 응축수로 인한 건강문제 발생	- 제습전용 설비로 사용 가능
제어	- 냉각/제습 개별제어 불가	- 온도/습도의 개별제어 가능 - 부분부하에 대한 효율적 대응
냉매	- HCFC/HFC 계열 냉매(high GWP) - 고압 시스템 - 누설 문제	- 작동유체 : 물(환경영향 없음) - 저압 시스템-배관 단가 저감

- 제습 모듈 및 냉각 모듈 허용 신뢰성을 확보함
- 제습 및 증발 냉각 조건에서의 설계 인자 영향력을 실험적 및 이론적으로 검증함
- 진공조건에서 오랜 기간 동안의 기계적/화학적 성능 특성을 확보함
- 냉방 표준 조건에서 기존 증기 압축식 방식 대비 동등/우수 성능을 확인함(On going)
 - KS C 9306 냉방 표준 조건에서 시스템 성능계수(COP) : 4.5 상회
 - 참고 : 증기압축식 에어컨 성능계수 : 3.5 미만



특허

- 멤브레인 제습모듈 및 이를 이용한 제습장치(KR2009774)
- 간접증발 냉각장치(KR1990591)
- 멤브레인 제습 모듈 및 이를 이용한 히트펌프(KR1967212)

노하우

- 멤브레인 제습 모듈 해석/설계 기술
- 멤브레인 냉각 모듈 해석/설계 기술
- 멤브레인 열펌프 사이클 설계 기술
- 증발 냉각 모듈 해석/설계 기술



고온 히트펌프용 축열시스템 설계 기술

연구자. 김정철, 류진우, 최준석
소속. 히트펌프연구센터 ☎ 042-868-7325

기술 개요

- **초고온 용융염 저장**
 - 고온의 태양열이나 산업폐열을 저장할 수 있게 해주는 재료 및 시스템 기술
 - 300~700℃의 열을 모아 수시간 동안 저장 후 활용 가능하도록 함
 - 기존 기술보다 적용온도가 높고 필요한 비용 및 부지면적을 줄여주는 기술
- **초고온 현열 저장**
 - 300℃ 이상 열을 저장할 수 있는 초고온 열저장 장치 설계 및 제작 기술
 - 차압, 축방열 시간 및 효율을 고려한 전체 축열 시스템 설계 및 운전 기술

고객 · 시장

- 고온 폐열이 있는 산업플랜트
- 집광형 태양열발전시스템
- 기타 초고온 열원의 저장이 필요한 시스템

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존에 사용되던 상용 용융염(Solar Salt)은 550℃이상에서 분해되어 그 이상의 온도에는 적용 불가함
- 기존에 제안된 고온 축열 후보물질들은 불안정하거나 400℃ 이상에서 녹아 시스템 구성이 어려움
- 기존 축열시스템은 고온/저온의 2개 축열조를 이용하여 설비비가 높았음
- 고온시스템 운용이 까다로워 국내 기술확보가 되지 않음
- 신재생에너지 활용이 확대되면서, 공급 불안정성을 해소할 저장 기술이 반드시 필요하고, 에너지 변환 시 발생하는 loss 최소화를 위하여, 열에너지 직접 저장이 필요함

기술의 차별성

- **초고온 용융염 저장**
 - 300~700℃의 열을 상압에서 전달하여 수시간 동안 저장 가능함
 - 고온 열원의 온도가 유지되도록 함으로써 에너지 저장 및 전환 효율이 높아짐
 - 단일 탱크 사용으로 시스템 구성에 필요한 부지 면적이 줄어들고 투자비가 낮아짐
 - 기존보다 저비용의 축열재를 이용함
- **초고온 현열 저장**
 - 300℃ 이상 고온 열을 현열로 저장하는 기술 보유
 - 사용자의 활용 환경에 맞춘 열저장 장치 설계 및 운전 기술 보유
 - 대용량 열저장 시스템 제작을 위한 저비용 고효율 현열 저장 기술 보유

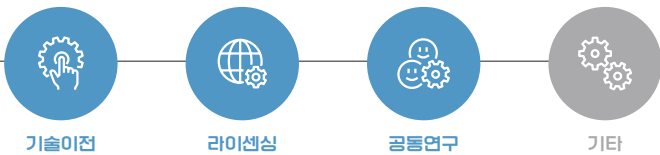
기술의 우수성

- 초고온 용융염 저장
- 초고온 현열 저장
 - 차압, 축방열 시간, 열공급 온도와 지속 시간 등을 고려한 설계 기술 보유
 - Block 타입 및 Packed bed 타입 모두 고려한 유연한 설계 기술 보유
 - 단순한 현열 저장으로서, scale up 이 비교적 용이함

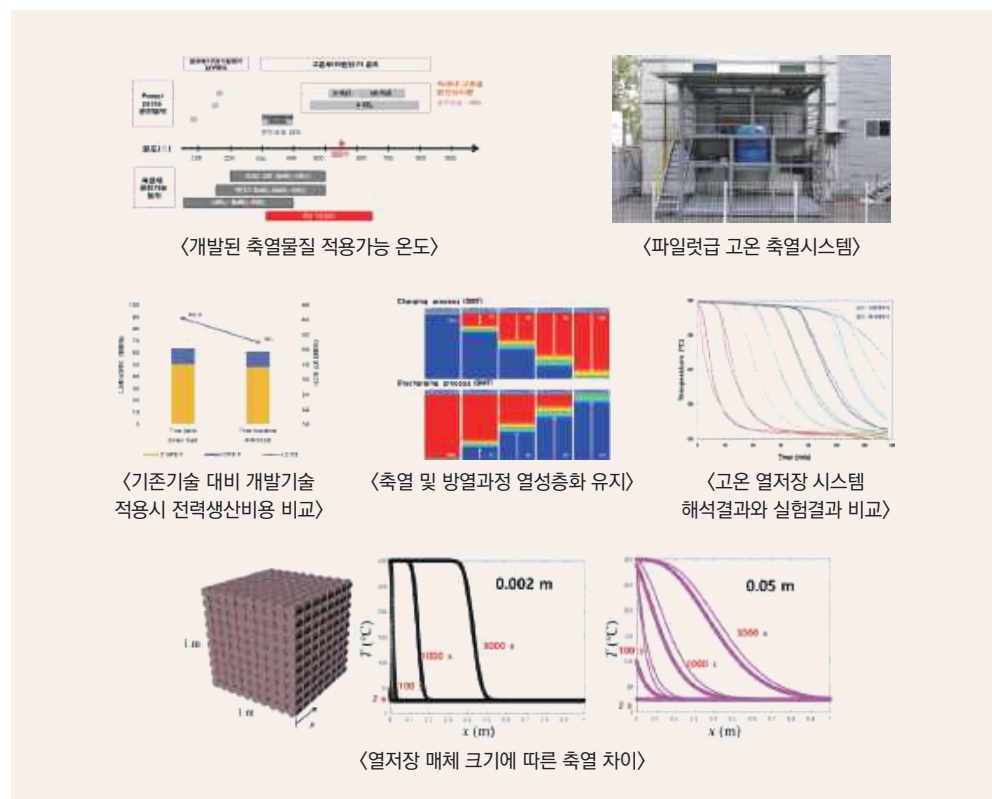
기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성



지식재산권 현황

특허	노하우
<ul style="list-style-type: none">• 열전달 매체 용융 조성물 및 이를 이용한 열전달 시스템(KR1769431)• 용융염볼을 이용한 축열장치(KR1729573)• 용융염 열교환기(KR1793134)• 열전달 매체 용융 조성물 및 이를 이용한 열전달 시스템(PCT/KR2017/012638)• 열전달 매체 용융 조성물 및 이를 이용한 열전달 시스템(KR1897463)• 축열탱크 및 이것을 이용한 축방열 시스템 (KR2017-0022256)• 축열탱크 및 이것을 이용한 축방열 시스템 (KR2016-0170552)	<ul style="list-style-type: none">• 고온 열저장 시스템 설계/제작/운용기술• 고온 열성충화 운용기술• 고온 열저장 시스템 열유동 해석 기술• 축방열 시간 및 대기 시간 포함한 열저장 매체 및 운전 설계 노하우• 차압, 축방열 시간, 열공급 온도와 지속 시간 등을 고려한 설계 노하우



상변화 열전달을 이용한 전자장비 열관리 기술

연구자: 김진섭, 신동환

소속: 히트펌프연구센터 ☎ 042-868-7807, 7672

기술 개요

- 증발/비등 열전달을 촉진시킬 수 있는 마이크로다공질 코팅 기술을 이용한 고발열 센서 및 전자장비의 온도 균일도 확보
- 증발과 응축을 이용하는 상변화 냉각판을 통해 배터리셀의 열폭주를 방지하고, 온도 균일도를 향상시키는 기술

고객 · 시장

- 고발열 전자장비 및 전력 반도체 냉각, 5G network 안테나 등의 열관리 시장
- 고출력 레이저 무기체계 및 레이더 시스템 등 군사용 전자장비 냉각 및 열관리 분야
- 열적 안정성과 온도 균일도가 중요한 전기자동차 및 ESS의 리튬이온 배터리팩 열관리 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

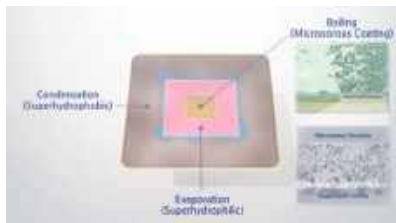
- 히트파이프와 vapor chamber는 주로 증발 및 응축을 이용한 상변화 열전달 기구로, 고온 발열부에서 높은 열유속이 지속적으로 공급되면 냉각이 되지 않고 온도가 계속 증가하는 dryout이 발생하는 냉각 한계를 가짐
- 또한, 현재 상용 기술인 히트파이프와 vapor chamber는 모세관력을 이용하는 wick구조를 채택하고 있기 때문에 작동 방향에 따른 열관리 성능의 제약이 있음
- 기존의 배터리셀 냉각 기술은 현열(sensible heat)을 이용하기 때문에 위치에 따른 온도 편차가 발생하는 한계가 있음

기술의 차별성

- 비등 및 응축 열전달을 향상시키는 마이크로다공질 코팅 기술을 적용한 상변화 냉각판(thermal ground plane, TGP)을 개발하여, 150 W/cm² 이상의 고발열 조건에서도 전자장비의 열적 안정성을 확보할 수 있음
- 고성능 센서 및 전자장비의 경우 고발열로 인한 열관리 문제를 극복하지 못하여 시장 진출이 어려운 상태로, 본 TGP 기술 적용 시 새로운 시장을 개척이 가능할 것으로 기대함
- 알루미늄 TGP는 가볍기 때문에 전기자동차와 같이 중량이 중요한 분야에 적합하고, 높은 열확산 성능으로 배터리 셀의 온도 균일도를 크게 향상시킬 수 있음

기술의 우수성

- TGP는 비등 열전달에서 기포 발생에 의한 bubble pumping 으로 구동하기 때문에 작동 방향에 따른 제약이 없고 안정적인 열관리가 가능함
- TGP의 경우 고온 발열부에서 비등에 의한 열전달로 기존 vapor chamber 대비 2~3배 높은 획기적인 방열 특성을 가짐
- 상변화를 이용하는 알루미늄 TGP는 충 · 방전 시 배터리셀 온도 상승을 기존 알루미늄 방열판 대비 각각 41%와 61% 감소시키는 것으로 나타남

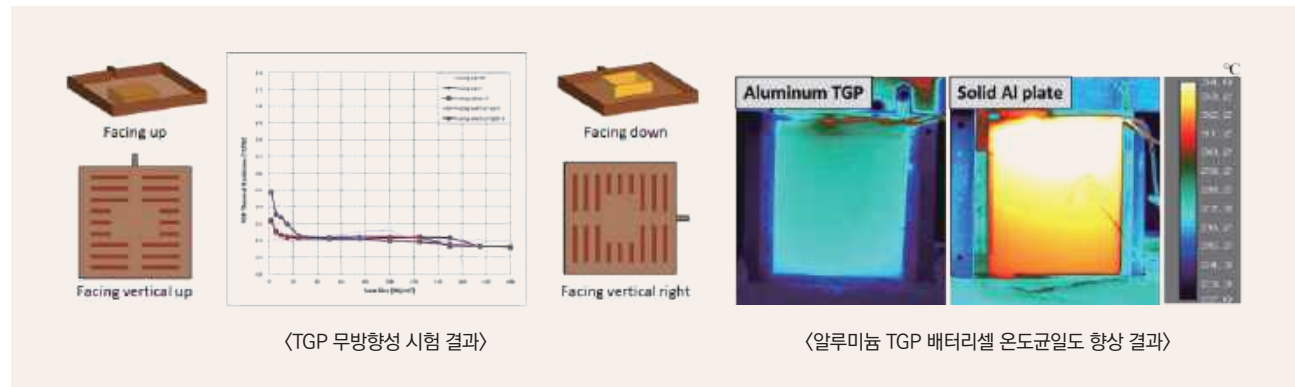
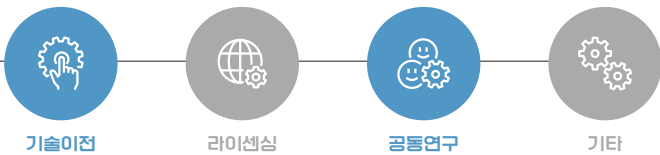


〈상변화 열전달판 구성 및 원리〉

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



〈TGP 무방향성 시험 결과〉

〈알루미늄 TGP 배터리셀 온도균일도 향상 결과〉

지식재산권 현황

특허

- TGP 일체형 PCB 기판 및 이의 제조 방법(KR1880079)
- TGP 유닛, TGP 유닛 일체형 히트싱크 및 TGP 유닛의 제조방법(KR2183239)
- 응축축진 구조물의 제조방법 및 응축축진 구조물의 열전달특성 측정장치(KR1980832)
- 상변화 냉각모듈 및 이를 이용하는 배터리팩(KR1990592)
- 배터리셀 온도제어 시스템 및 배터리팩(KR2020003)
- 배터리 냉각 장치 및 배터리 냉각 방법(KR2009221)
- 열교환 파이프 제조장치, 열교환 파이프 및 이를 이용한 열화수 시스템(KR2134282)
- 다중 루프 진동형 히트파이프 및 이의 제조방법(KR2174500)
- 배터리셀 온도제어 시스템 및 배터리팩(PCT/KR2019/001043)
- 배터리셀 온도제어 시스템 및 배터리팩(US17/058206)
- 열교환 파이프 제조장치, 열교환 파이프 및 이를 이용한 열화수 시스템(PCT/KR2018/003670)
- 상변화 냉각모듈 및 이를 이용하는 배터리팩(PCT/KR2019/006352)
- 상변화 냉각모듈 및 이를 이용하는 배터리팩(US17/058327)
- 상변화 냉각모듈 및 이를 이용하는 배터리팩(JP7018147)
- 박판 챔버 방열 장치(10-2023-0005330)
- 박판 챔버 방열 장치(PCT/KR2023/018310)

노하우

- 금속 표면에 대한 증발/비등 열전달 촉진을 위한 마이크로다공질 코팅 기술
- 금속 표면 젖음성(wettability) 제어를 통한 응축 열전달 향상 기술
- 불응축가스가 생기지 않는 작동유체 주입 기술
- 상변화 열전달판 접합 및 sealing 기술



70

냉동기/히트펌프

6

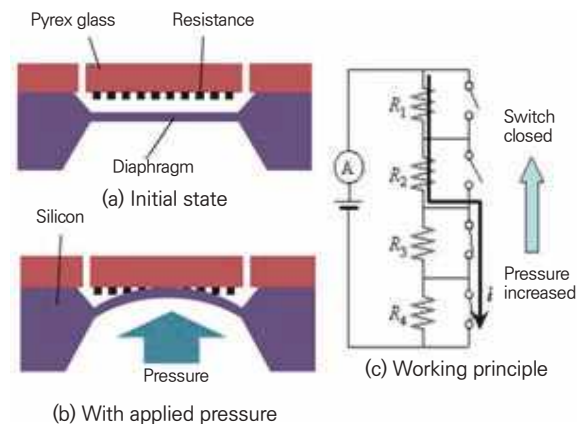
접촉저항변화를 이용한 압력센서

연구자: 박중호

소속: 히트펌프연구센터 ☎ 042-868-7607

기술 개요

- 탄성변형된 다이어프램과 압력스위치 어레이와의 물리적 접촉에 의한 전기저항 변화를 이용하여 압력을 검출하는 신방식의 센서
- 신호증폭용/온도보상용 회로기술이 불필요한 센서 칩 원천기술



고객 · 시장

- IT/VR/AR분야 : 압력센서, 레벨센서, 하중센서, 터치센서, 촉각센서
- 산업분야 : 자동화 공정, 건물 공조시스템, 소방 안전관리 및 환경감시 모니터링 시스템 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 반도체형 압력센서는 가격대비 성능이 우수하고 소형화, 고성능화 및 대량생산이 가능하다는 장점이 있으나, 인가 압력에 따른 압력 강도가 낮고, 온도 드리프트 영향이 비교적 큼
- 또한, 신호가 미약하기 때문에 신호증폭과 노이즈제거를 위한 별도의 신호처리기술 및 회로기술이 필요함

기술의 차별성

- 제안된 압력센서는 단계별 압력검출에 적합한 타입이며, 반도체형 MEMS 기술 및 일반 기계가공에 의해서도 구현 가능하고, 압력스위치 어레이의 저항체 간격 혹은 도포하는 저항체 형상의 만곡도를 조절하여 단계별 측정값의 변경 및 선형화가 가능한 신방식의 센서임
- 사용압력 범위는 다이어프램 설계에 따라 조절 가능하고 전기적 신호증폭기 및 보상회로가 불필요하기 때문에 심플한 구조로 기존 센서보다 기술성 및 가격경쟁력(기존 대비 30% 감소)에서 우위에 있음
- 기존 반도체형 압력센서(레벨, 리미트 스위치)를 대체하기 위한 저가형, 고내구성 센서 칩에 대한 원천기술임

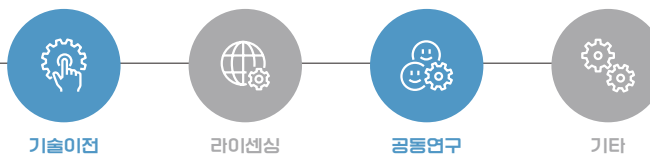
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

71

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 본 기술은 기존 국내/국외 특허와는 전혀 다른 압력/하중 검출 방식으로서, 신호증폭회로가 필요 없고, 저전력 구동회로 설계가 가능한 센서 칩 원천 기술임
- 또한, 전기회로의 최소화로 내구성 및 신뢰성 향상이 가능하여 제조공정 단가 감소에 따른 기존 센서 대비 30% 생산 가격으로 가격 경쟁력에서 우위성을 확보할 수 있음



지식재산권 현황

특허

- 마이크로 압력센서(KR0773759)
- 선형보정 마이크로 압력센서(KR0828067)
- 접촉저항 변화를 이용한 고압용 압력 스위치(KR1518265)

노하우

- 압력 측정영역에 따른 센서 칩 선형화 설계 기술
- 센서 내구성 시험 평가 기술
- 설정압력 오차의 미세조절이 가능한 초고압 리미트 스위치 설계 기술



72

냉동기/히트펌프
7

자연 냉매(물, R-718) 적용 히트펌프/냉각 장치 설계 기술

연구자: 송찬호, 김정철
소속: 히트펌프연구센터 ☎ 042-868-7071, 7840

기술 개요

- 환경오염지수 0인 물을 냉매로 활용한 대형 압축식 히트펌프/냉각 기술
- 진공압 환경에서 작동하는 물 냉매의 특성을 고려한 히트펌프/냉동기 원천기술



〈개발된 물 냉매 냉각 시스템 사진〉

고객 · 시장

- 냉난방 및 온수 생산을 위한 산업용 대형 히트펌프 필요처
- 냉동, 냉장, 공조를 포함하는 HVAC 시스템 사업자

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 전 세계적인 냉매 규제에 대응하여, 친환경 냉매 개발이 요구되고 있으나, 상용화하기에 가격이 너무 비싸고, 국내 개발 기술이 부족함
- 뿐만 아니라, 국내에서는 신규 개발된 냉매 적용 히트펌프/칠러 원천 기술도 부족한 현실임
- 따라서, 환경오염도가 낮으면서도, 안전하고, 성능이 좋은 히트펌프 및 칠러 원천기술이 반드시 필요한 실정임

기술의 차별성

- 완전히 새로운 친환경 냉매인 “물”을 냉매로 사용한 냉각 기술
- 기존 냉각기 및 히트펌프의 냉매에 비하여 (물)냉매 기체의 비체적이 매우 큼
- 기존 장치와는 달리, 진공압 환경에서 작동하므로, 열교환 방식 및 장치 운전 방법이 다름

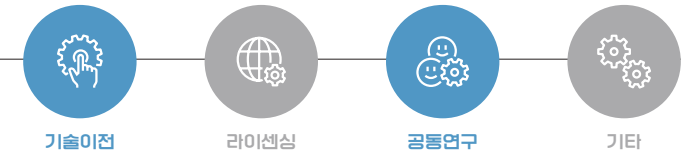
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

73

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 기존 개발된 냉매와 다른 물의 고유 특성(상온, 진공 환경에서 상변화하고, 표면 장력이 큼)을 고려한 요소기기 설계 원천기술 보유
- 기존 냉동 시스템과는 형태가 크게 다른, 물 냉매 냉동기 시스템 설계 및 제작 기술 보유
- 비체적이 커서 압축기 어려운 물 증기 압축 기술 보유
- 냉매 충전 기술, 시스템 초기 운전 기술 등 관련 요소 기술 보유
- 본 기술은 환경오염도가 0이고, 개발 비용도 거의 없는 자연냉매인 물을 사용한 기술로서, 본 기술이 상용화 단계까지 이르게 되면, 경제적 가치 창출이 클 것으로 예상됨



〈냉매 충전 사진〉

지식재산권 현황

특허

- 표면 유체막 형성 구조(등록번호 : KR2230206)
- 유하액막식 증발기(등록번호 : KR2446639)

노하우

- 물 냉매 히트펌프/냉동 시스템 설계, 제작 및 운전 노하우
- 본 시스템 관련 열교환기 성능 평가 장치 제작 및 운영 노하우

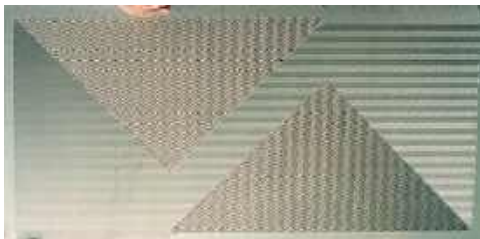


PCHE 설계 및 제작 기술

연구자. 이공훈, 류진우, 김우경
소속. 히트펌프연구센터 ☎ 042-868-7291

기술 개요

- 기존제품 대비 높은 직접도를 보유한 마이크로 채널 열교환기와 관련된 기술
- 화학적 식각을 통해 채널을 제작하고, 식각된 전열판들을 적층하여 확산접합을 통해 단일 블럭형태의 열교환 코어(core)를 제작하여 입출구부에 유체의 출입이 가능하도록 헤더를 부착하여 열교환기 제작



〈마이크로 채널이 식각된 전열판〉

고객 · 시장

- 액체수소, LNG 등과 같은 극저온 액체 연료를 기체연료로 공급하기 위한 기화기에 사용
- 발전소, 제철소, 화학플랜트에서의 액체-액체 열교환, 기체-기체 열교환, 폐열회수 등에 사용
- 큰 공장이나 대용량의 열교환기가 필요한 경우

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

〈기존 기술의 문제점〉

- 기존의 Shell&Tube 열교환기는 낮은 집적도(100m²/m³)로 인해 고집적을 요구하는 공정에서는 한계가 있음
- 선진 해외 업체(영국의 Heatric사, 미국의 VPE사, 일본의 KOBELCO사 등)의 제품에 의존하고 있음

〈기술의 필요성〉

- 고집적으로 극저온, 초고온, 고압에서 사용할 수 있는 열교환기 개발 필요
- 독자기술의 확보 필요

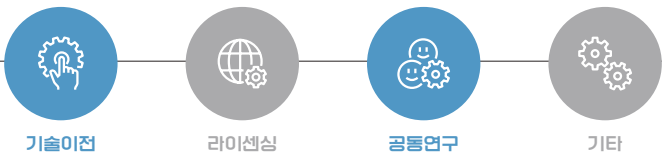
기술의 차별성

- 가격이 높지만, 부피를 줄이고 높은 온도와 높은 압력 유지 가능
- 고집적으로 극저온과 초고온(-250°C~800°C), 고압(~100 MPa)에서 사용 가능
- 고부가가치 열교환기의 국내 기술 확보
 - 열확산접합(diffusion bonding)
 - 열교환기 유로 설계 및 용량 설계
- 접합실험과 유로채널 설계, 열교환기 실험을 통한 노하우 축적

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 광범위한 온도 범위에서 사용 가능
- 내압강도가 높음(최대 100 MPa)
- 확산접합(Diffusion Bonding) 기술 보유
 - 접합 노하우 및 데이터 확보
 - 진공 접합로 설계 기술
- 열교환량에 따른 PCHE 설계 기술 보유
 - 설계 노하우 및 데이터 확보
 - 단상, 이상 열전달에 따른 PCHE 규모 설계
- PCHE의 허용 벽 두께 예측 프로그램 개발
 - ASME 보일러 및 압력 용기 코드를 바탕으로 개발
 - 주어진 압력에 따른 각 채널 벽의 응력과 허용 응력을 비교하여 최소 허용 벽 두께 계산
 - 채널 간 벽 두께뿐만 아니라, 최외곽 벽 두께 및 헤더 두께 계산



지식재산권 현황

특허

- 마이크로채널 열교환기(KR0991113)
- 진공확산접합장치(KR1034858)
- 진공확산접합장치(KR1094961)
- 마이크로채널 열교환기(KR1080236)
- 마이크로채널 열교환기(KR1202773)
- 진공확산접합장치(KR1167626)
- 진공확산접합장치(KR1220300)

노하우

- 전열판 확산접합 기술
- 마이크로 채널 유로 설계기술



판형열교환기 설계 기술

연구자. 이공훈, 손상호

소속. 히트펌프연구센터 ☎ 042-868-7291, 7389

기술 개요

- 동일 체적 대비 높은 열교환 성능을 가지는 고효율 판형 열교환기 기술



〈판형열교환기〉

고객 · 시장

- 정유, 화학 플랜트, 에너지 플랜트, sCO₂발전 분야 관련 열교환기 제작업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 Shell & Tube 열교환기에는 전열 면적 확보를 위해 패스 수가 증가하여 부피가 증가하게 되고, 넓은 부지의 확보가 필요하게 되는 등의 저효율의 문제가 존재함
- Shell & Tube 열교환기 기술은 완숙 단계로 이미 해외 업체들이 장악하고 있는 실정임
- 고온, 고압, 부식 환경 등 넓은 범위의 판형 열교환기의 필요성이 대두됨
- 제조사 열교환기 자체 설계기술 확보를 위한 열교환기 설계프로그램 개발이 요구됨

기술의 차별성

- 브레이징 타입, 가스켓 타입, 용접식 판형 열교환기 기술을 보유함
- 용접식 판형 열교환기의 경우, 다른 판형 열교환기 사용 온도 및 압력보다 높은 온도(~ 600 °C) 및 높은 압력(~ 30 bar)에서 사용 가능하도록 설계 · 제작함
- 산업 공정 소비 에너지 절감 효과 및 운영비, 유지비 감소 효과를 가짐

기술의 우수성

- 열교환기 운전조건(입출구 온도/압력, 유량, 냉매)에 따른 열교환 성능평가 기술을 보유함
- 전산 열유동 해석을 통한 열전달 및 차압 특성 분석이 가능함
- 유동 분배 가시화 분석을 통한 유로설계기술을 보유함
- 열교환기 성능평가설비 보유 및 실험 기반 설계 검증 기술을 보유함
- 열교환기 Rating 및 Sizing 계산 프로그램을 제작 및 보유함
- 친환경 냉매 상변화 열전달에 대한 상관식 개발 및 적용 가능

기술완성도(TRL)

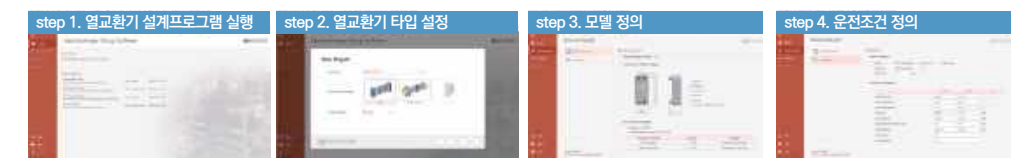
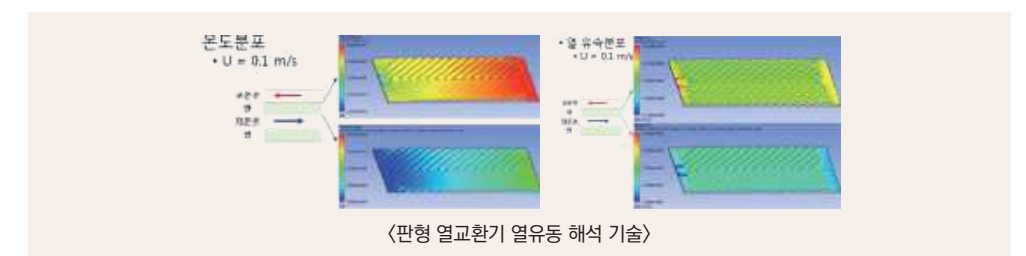
희망 파트너십



판형열교환기 성능시험장치



〈KIMM 판형열교환기 성능시험장치〉



〈열교환기 설계프로그램(판형, 쉘튜브, 핀튜브 타입)〉

지식재산권 현황

특허

- 판형 열교환기용 열교환판(KR1768151)
- 인쇄기판형 열교환기 및 이의 제작방법(KR1317920)

노하우

- 판형 열교환기 설계 기술
- 판형 열교환기 열유동 및 구조 해석 기술
- 열교환기 성능시험 및 상관식 개발 기술
- 기업 맞춤형 열교환기 설계프로그램 개발 기술



78

냉동기/히트펌프

10

스터링 냉동기 기술

연구자: 고준석

소속: 에너지저장연구실 ☎ 042-868-7391

기술 개요

- 스테링 냉동기는 스테링 사이클로 운전되어 냉열을 생성하는 기계로, 냉동기의 구성품인 압축기, 팽창기, 열교환기가 모두 단일 유닛으로 구성되는 특징이 있음
- 주로 헬륨을 냉매로 사용하는 재생식 냉동기 형태로, 증기-압축 방식 냉동기와 달리 작동온도에 제한을 받지 않으며 -200 ℃ 이하의 극저온까지 냉각 가능
- 다양한 냉각온도(-200 ~ -15 ℃) 및 냉각용량(수 W ~ 수 kW)의 요구조건에 대응 가능 기술

고객 · 시장

- 군용 및 위성탑재 적외선 열영상 센서 냉각 장치
- 초전도 전력기기(케이블, 한류기, 변압기 등) 극저온 냉각시스템
- 소형 LNG 액화/재액화(-160 ℃) 시스템
- 바이오 시약 보관용 초저온 냉동고 시스템
- Zero GWP(Global Warming Potential) 냉매 적용 냉동/냉장 시스템

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 스테링 냉동기는 중소형 극저온 냉동기 중에서 가장 에너지 효율이 높음
- 냉동기 내부에 윤활유를 사용하지 않아 -60 ℃ 이하의 초저온에서 불순물 고화에 의한 냉동기 고장의 위험이 없음
- 압축기, 팽창기, 열교환기 등 모든 구성품이 단일 유닛으로 구성되어 소형화가 가능함

기술의 차별성

- 다양한 방식, 형태의 스테링 냉동기 기술 확보
 - 압축기 구동 방식에 따른 로터리 압축기형, 선형 압축기형 스테링 냉동기
 - 피스톤/변위기 배치에 따른 알파, 베타, 감마형 스테링 냉동기
 - 특히, 선형 압축기 구동 방식의 FPSC(Free Piston Stirling Cooler) 기술에 강점
- 구동기구인 압축기를 포함한 전체 냉동기 개발을 위한 전자기, 동력, 열수력 특성을 동시에 고려한 냉동기 설계
- 본 기술은 냉동기의 온도 및 용량 제어가 용이하여 넓은 온도 범위에서 효율적 운전이 가능함
- 본 기술은 GWP(지구 온난화 지수)가 0인 헬륨 냉매를 사용하여 탄소중립 시대에 적합한 냉동기 형태임

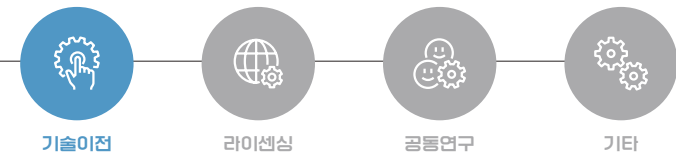
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

79

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 적외선 열영상 센서 냉각용 스테링 극저온 냉동기 개발
 - 로터리 압축기형/선형 압축기형 냉동능력 0.4 ~ 1.0 W(at -200 ℃)급 스테링 냉동기 개발
 - 군 적용 주야관측장비 및 전차 조준경용 냉동기 개발 완료
 - 군 시험 규격에 따른 개발시험/운용시험을 통해 군 사용 적합 판정 획득(2009)



〈센서 냉각용 스테링 극저온 냉동기〉

- 초전도 전력기기 극저온 냉각시스템용 대용량 스테링 극저온 냉동기 개발
 - 액체질소 냉각을 위한 kW급 선형압축기 구동 방식 스테링 냉동기
 - 윤활유를 사용하는 기존 크랭크-캠 구동방식에 비해 소형화 및 유지보수 용이
 - 실 적용 시스템 모사 액체질소 순환 성능시험을 통해 2 kW(at -200 ℃) 성능 입증



〈대용량 스테링 극저온 냉동기〉

지식재산권 현황

노하우

- 스테링 냉동기용 선형 모터 설계 및 제작 기술
- 압축기 구동 및 저온팽창 기구 최적화 기술
- 스테링 냉동기 구동/운동 기구 설계, 레이아웃 작성 및 조립 기술
- 스테링 냉동기 운전제어 및 성능평가 기술
- 다양한 작동온도 및 냉각용량 요구조건 대응 스테링 냉동기 개발 기술



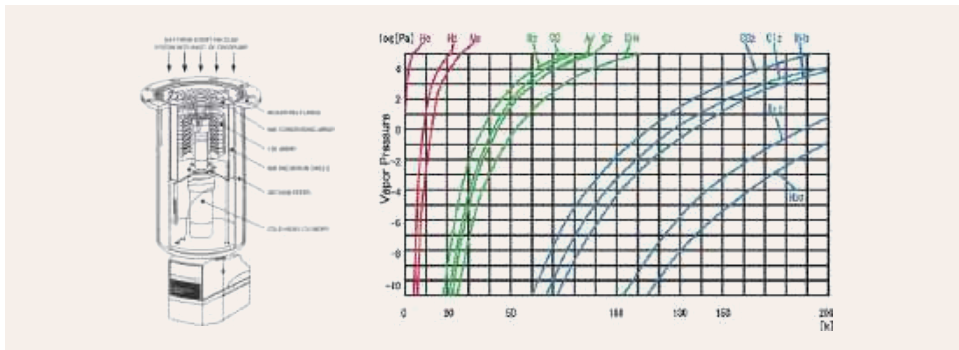
GM(Gifford-McMahon) 극저온냉동기 및 극저온 고진공펌프

연구자. 박지호

소속. 에너지저장연구실 042-868-7204

기술 개요

- 극저온 고진공펌프는 극저온환경을 이용하여 기체를 응축 또는 흡착하여 진공환경을 조성하는 기기로, 극저온 환경을 조성하는 극저온냉동기 기술이 핵심
- 극저온 고진공펌프에 사용되는 다단 GM 극저온냉동기는 1단에서 80K, 2단에서 20K의 온도를 조성하며, 기체입자는 온도의 하강으로 인해 운동에너지의 대부분을 잃고 cryo-condensation, cryo-sorption, cryo-trapping 현상에 의해 진공환경 조성



〈극저온 고진공펌프의 일반적인 구조(왼쪽), 다양한 기체에 대한 증기압(오른쪽)〉

고객 · 시장

- GM 극저온냉동기 초저온 물성측정 장치, 양자 컴퓨터 냉각장치, 의료기기, 초전도 냉각기기, 액체수소 및 천연가스를 비롯한 다양한 산업가스 액화분야
- 극저온 고진공펌프 초저온 반도체 식각장비 및 반도체/디스플레이 제조장비 제조사

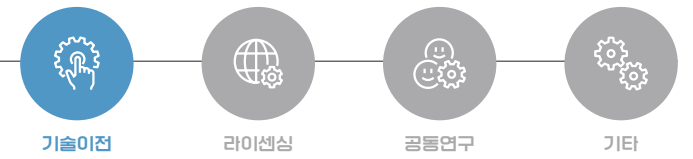
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 대외 수출규제대응 및 산업구조 관점
 - 국내 반도체 제조공정용 극저온 고진공펌프는 Brooks(미)사가 시장을 점유, 디스플레이 제조공정용 극저온 고진공펌프는 Ulvac(일)사가 시장을 점유하고 있어, 현 시점 대일무역규제 관련, 특히 디스플레이 분야에서는 향후 기술자립화를 위한 국산화가 절실
 - 국내 극저온 고진공펌프뿐만 아니라. 핵심부품인 극저온냉동기에 대한 기반기술이 낙후되어 있으며, 설계부터 제조, 생산, 성능시험/신뢰성평가 등의 전주기적 상품화 기술이 미흡한 실정
 - 디스플레이의 대면적화 및 유기물을 사용하는 유기발광다이오드 디스플레이 위주로 기술이 발전함에 따라, 수분 제거능력을 가지는 유일한 초고진공 진공펌프인 극저온 고진공펌프의 수요가 증가할 것으로 기대
- 탄소중립 대응 관점
 - 미래 에너지원으로 고려되고 있는 수소 및 천연가스는 탄소의 함유량이 낮아 상온에서 액체로 존재하기 어려워 이의 안전한 보관을 위한 액화를 위해서는 극저온 냉각시스템이 요구

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

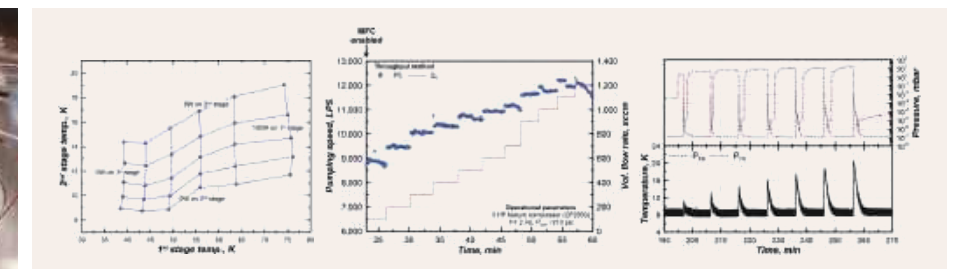
- GM 극저온냉동기의 대용량화에 유리한 로터리밸브를 채택하여 유동 제어. 로터리밸브의 내구성 및 기밀성을 향상시키기 위한 재질 및 표면처리기술 적용
- 극저온 고진공펌프의 부하변동에 따른 GM 극저온냉동기의 부하추종 운전기술 적용

기술의 우수성

- (GM 극저온냉동기) 지구온난화 지수(global warming potential, GWP)가 0인 헬륨을 냉매로 사용하는 극저온 냉동기로 경쟁 브랜드 제품대비 높은 냉각성능을 기록. 10,000 시간 이상 내구성 테스트 수행 중
 - Cooling power : 100 W@ 80 K, 8 W@ 20 K
 - Electrical consumption : 5.7 kW
 - Cooling time : 45 min to base temperature of 10 K
- (극저온 고진공펌프) 단일 GM 극저온냉동기를 사용한 국내 최대 규모의 20인치 구경을 갖는 극저온 고진공펌프
 - Pumping speed : 11,000 L/s, crossover : 2,500 L · mbar(N2)
 - Ultimate pressure : 10-9 mbar
 - Cooling time : 150 min



〈GM 극저온냉동기 저온부(왼쪽), 극저온 고진공펌프 및 시험설비(오른쪽)〉



〈극저온냉동기 냉각능력(왼쪽), 극저온 고진공펌프 배기속도(가운데), crossover(오른쪽)〉

지식재산권 현황

특허

- 극저온 펌프 시스템 및 극저온 펌프 시스템 제어방법(KR2602814)

노하우

- 필요 단수, 작동온도 및 냉각용량에 따른 GM 극저온냉동기 최적설계 패키지
- 최대 구경 20인치 극저온 고진공펌프 공인시험(ISO21360-1)



82

냉동기/히트펌프

12

고성능 압축기/ 블로워 기술

연구자: 서정민

소속: 에너지저장연구실 ☎ 042-868-7541

기술 개요

- 압축기 및 블로워는 가스터빈, 산업 프로세스 및 일반 생활에서 기체의 유량 또는 압력을 발생시키는 핵심 요소임
- 다양한 운전 조건에서 목표 성능을 만족시킬 수 있는 압축기 설계(공력, 구조, 냉각, 진동, 도면화) 제작 및 시험 기술
- 설계점 및 탈설계점에서의 압축기 성능 확보 및 성능 예측 기술

고객 · 시장

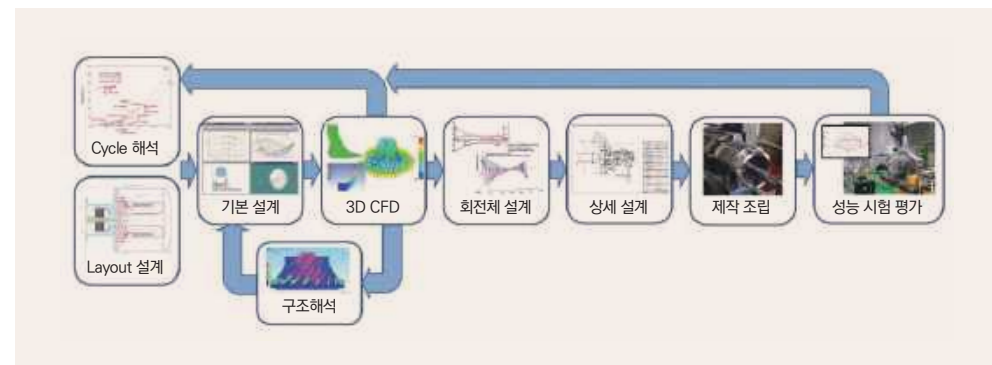
- 산업 프로세스 및 일반 생활용 압축기 및 블로워 제작/사용 업체
- 히트펌프, 극저온 냉동기 등 다양한 플랜트 시스템용 압축기 및 블로워 제작/사용 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 다분야 기술이 복합적으로 필요함(설계/해석 : 공력, 구조, 진동, 열전달; 제작 : 재료, 공차관리, 조립; 성능시험 : 장치, 성능 평가, 측정 표준, 데이터 계속 및 분석)
- 제품 개발에 많은 연구 경험이 필요하며, 오래된 연구 분야로 새로운 기술 제안이 어려움
- 사용처에 맞게 새롭게 개발되어야 하는 다품종 소량생산인 경우가 많으며, 관련 산업분야에 기술 파급 효과가 크며, 새로운 분야를 위한 제품 개발 요구가 지속적으로 발생함

기술의 차별성

- 다양한 기체(공기, 헬륨, 네온, 아르곤, NG), 상변화 냉매, 초임계 물질 압축기 개발
- 무급유 베어링(자기베어링, 정압베어링 등) 및 PMSM 전동기 직결구동 적용 압축기 개발
- Cycle 해석, Layout 설계, sizing, 3D CFD, 3D 형상 생성, 제작 및 조립, 성능 시험 등 가공을 제외한 압축기 개발의 전주기에 대한 기술 및 프로세스를 내부적으로 확보하고 있음
- 성능 해석 및 분석, 최적 형상 설계, 제품 성능 시험 등 기술 단계별 대응도 진행함



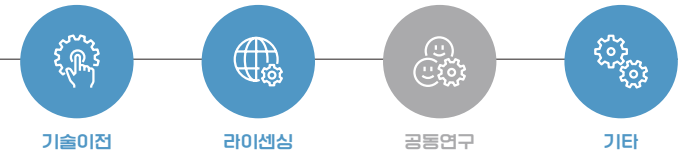
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

83

기술완성도(TRL)



희망 파트너쉽



기술의 우수성

- 20여 년간 다양한 목적에 부합하는 고성능 압축기 및 블로워 개발 경력 보유
- meanline 설계, 3D geometry 생성, 및 3D CFD 해석이 가능한 다양한 S/W 보유

No	Start	Target
1	2008	Reversible Axial Fan ventilation system
2	2008	Turbo refrigerant compressor(magnetic bearings)
3	2012	Centrifugal compressor for 100kW class MGT
4	2014	Unsteady analysis of axial compressor for aero GT
5	2017	300HP 2 stage air compressor(magnetic bearings)
6	2017	Blower for ship EGR(exhaust gas recirculation)



지식재산권 현황

노하우

- 압축기 설계 기술 및 설계점/탈설계점에서의 압축기 성능 확보/예측 기술
- 다양한 해석 기법 보유 : 다단 성능 해석 및 비정상 해석, 형상 최적화 설계, RGP(real gas property, 냉매, 초임계 물질) 해석, 열전달 해석(냉각/단열 구조, 모터 발열), 구조해석(구조-공력 연성 해석)
- 상세 도면화 및 제작 조립 : 재료, 공차 관리, 2D/3D 부품도 및 조립도 작성
- 성능 시험 : 성능 시험 루프 설계 제작, 국제 표준을 준수한 성능 계측
- 회전체 설계 제작 : 회전체 동력학 해석, 축계 설계, 베어링 및 씰 선정/설계, 정밀 밸런싱, 회전 안전성 확보



극저온 냉각시스템 설계기술

연구자. 인세환

소속. 에너지저장연구실 ☎ 042-868-7061

기술 개요

- 냉각대상이 요구하는 극저온 환경(영하 150℃ 이하)을 만들어 주기 위하여 극저온 냉동기를 이용하여 냉각 시스템을 구축하는 엔지니어링 기술
- 냉각시스템으로 극저온 유체(액체질소, 액체헬륨 등)를 활용하는 극저온 유체 냉각시스템과 열전도성이 좋은 고체 물질을 활용하는 극저온 전도 냉각시스템으로 분류

고객 · 시장

- 초전도 응용기기(초전도 전력기기, 초전도 자석, NMR, MRI 등), 가스 액화/재액화

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 냉각대상의 조건(온도, 압력, 부하 등)에 따라서 다양한 냉각시스템 조합이 가능함
- 냉각대상의 요구조건을 만족시키면서 극저온 냉동기 부하를 최소화할 수 있는 냉각시스템 설계가 필요
- 냉각시스템 및 시스템 각 구성요소의 기본설계를 위해서는 적절한 설계 마진이 결정되어야 함

기술의 차별성

- 다양한 극저온 냉각시스템(초전도 케이블, 초전도 한류기, SMES, NMR 등)의 설계 및 시험 경험을 바탕으로 한 냉각시스템 설계
 - 냉각대상의 요구조건을 만족시키는 극저온 냉각시스템 구성 및 배치
 - 시스템 및 각 구성요소의 설계 마진 결정
 - 시스템 설계와 연동한 냉각부하 산정 및 극저온 냉동기의 선정
 - 시스템 기본설계(용량/크기 산정)
 - 시스템 냉각구조 상세설계(전도냉각시스템)

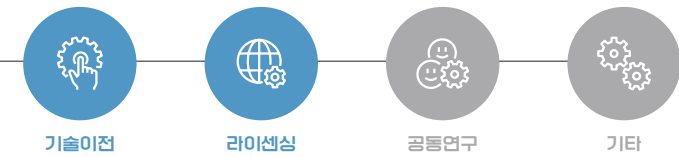
기술의 우수성

- 극저온 유체 냉각시스템 설계 및 시험 사례
 - 초전도 케이블 냉각시스템(단상 154 kV, 1000 MVA, 100 m)
액체질소 순환냉각(70 K, 5 bar), 스테링 냉동기 : 2 kW @ 77 K
 - 초전도 한류기 냉각시스템(단상 154 kV, 2 kA)
액체질소 순환냉각(71 K, 5 bar), 스테링 냉동기 : 4 kW @ 77 K

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



- 극저온 전도 냉각시스템 설계 및 시험 사례
 - SMES(Superconducting Magnetic Energy Storage)
에너지용량 : 600 kJ, 운전온도 : 20 K, 2단 GM 냉동기
 - NMR(Nuclear Magnetic Resonance)
초전도자석 : 9.4 T, 운전온도 : 20 K, 2단 맥동관 냉동기



〈초전도 케이블 냉각시스템〉



〈초전도 한류기 냉각시스템〉



〈SMES 냉각시스템〉



〈NMR 냉각시스템〉

지식재산권 현황

특허

- 초전도 한류기 복원 시스템 및 방법(KR1558839)
- 초전도 자석 전도 냉각 시스템(KR2049155)
- 액체수소 충전소(KR2379133)
- 액체수소 플랜트(KR2388256)

노하우

- 극저온 냉각시스템 설계기술



86

냉동기/히트펌프

14

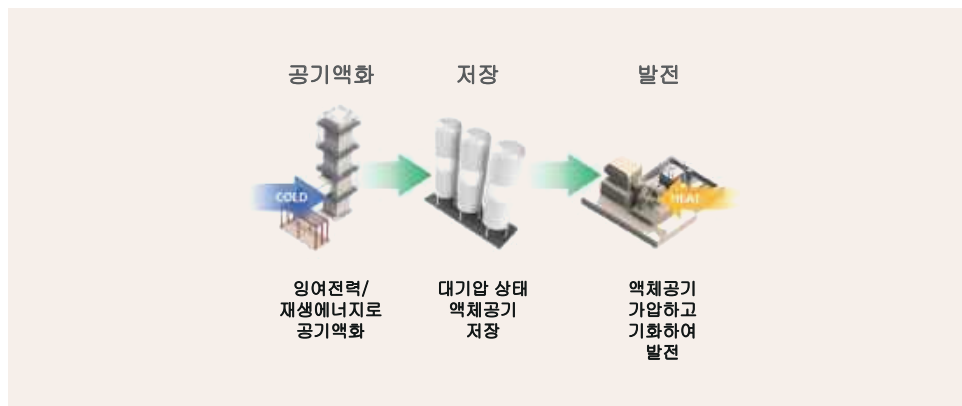
대용량 액체공기 에너지저장 기술

연구자. 인세환, 임형수

소속. 에너지저장연구실 ☎ 042-868-7061

기술 개요

- 재생에너지의 출력변동 완화, 전력수요 대응 등을 위하여 잉여전력으로 공기를 액화하여 저장하였다가 전력이 필요할 때 가압 및 기화하여 전력을 생산하는 에너지저장 시스템 및 핵심기자재 기술



고객 · 시장

- 발전사, 송배전 사업자, 플랜트 엔지니어링 업체, 플랜트 기자재 업체, 냉동공조 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 온실가스 감축 계획에 따른 재생에너지 발전 비중 증가에 따라서 재생에너지의 출력 변동성 대응을 위한 대용량 장주기 에너지저장 시스템 구축 필요
- 양수, 압축공기, 리튬이온 배터리 등 기존의 에너지저장 시스템은 설치지역의 제약, 낮은 주민 수용성(민원 문제), 짧은 수명, 화재 위험성, 폐기물 처리 등의 문제로 대용량화 및 적용에 한계
- 친환경적이고 설치제한 조건이 없으며 안전한 대용량 에너지저장 시스템의 필요성 증대

기술의 차별성

- 액체공기를 에너지저장 매체로 사용하여 친환경적이고 높은 에너지 밀도의 에너지저장 시스템 구현
- 설치지역의 제약조건이 없고 화재나 폭발의 위험이 없는 안전한 에너지저장 시스템
- 플랜트형 시스템으로 대용량화(수백 MWh급)가 용이하며 높은 기대수명(30년 이상)
- 시스템에서 발생하는 냉열/폐열 및 청정 공기를 난방, 냉동 및 공조 등에 활용 가능

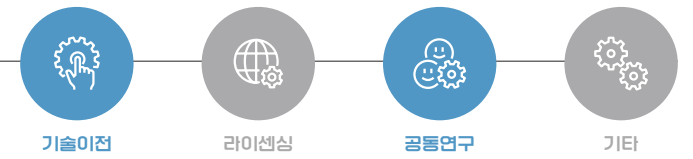
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

87

기술완성도(TRL)

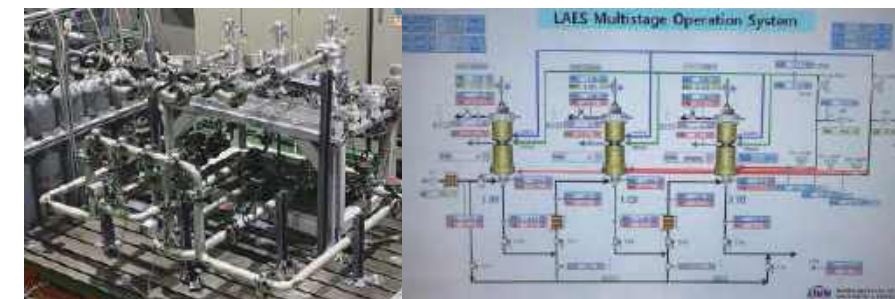


희망 파트너십



기술의 우수성

- 발전과정 동안 발생하는 냉열의 효율적인 재활용을 위한 분기형 액화공정 및 쿨드박스 구성
- 진공단열 쿨드박스를 통한 외부 열침입 최소화 및 장주기 운전 시 액화공정의 기동시간 단축
- 다양한 기체(예, 공기, 천연가스, 수소) 액화용 극저온 터보 팽창기 개발
- Neon 작동유체 극저온 터보 팽창기의 경우 국내 최초 냉각 온도 80K에서 부하시험 성공적 수행



〈공기 액화용 극저온 터보 팽창기 연동 시험〉



〈액체공기 에너지저장용 극저온 쿨드박스〉

지식재산권 현황

특허

- 액체공기 에너지 저장 시스템(KR2357143)
- 액체공기 에너지 저장 시스템의 쿨드박스 및 상기 쿨드박스 냉각 유지 방법(KR2662907)
- 터보기계의 쉬라우드와 임펠러 사이의 간극 제어 방법(KR2603024)
- 비접촉 베어링의 동심 측정기구(KR2534601)
- 터보기계용 진공 중공축 제작장치(KR2458455)

노하우

- 극저온 냉동 및 액화 공정설계 기술
- 극저온 쿨드박스 설계 및 운전 기술
- 극저온 터보 팽창기 설계 및 해석 기술
- 극저온 터보 팽창기 제작 및 운전 기술



극저온 터보 팽창기 기술

연구자. 임형수
소속. 에너지저장연구실 042-868-7036

기술 개요

- 천연가스, 수소, 공기와 같은 청정에너지를 액화 저장이 가능하도록 극저온 냉각 시킬 수 있는 터보 팽창기 개발 기술
- 냉동 능력 수 ~ 수 십 kW, 90K(-183℃) 이하의 극저온 터보 팽창기 개발 기술

고객 · 시장

- 초전도 기기(예, 초전도 케이블) 냉각 및 Air separation(예, 공기액화) 분야
- LNG 추진선박 재액화 및 벙커링 시스템 분야
- 극저온 냉각 시스템이 요구되는 반도체 및 바이오산업 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 국내 극저온 팽창기 개발 사례는 매우 드물며, 대부분 수 십년의 개발 경험을 보유한 해외 업체(예, Air liquide사, Linde사 등)에 의존함
- 극저온 터보 팽창기 기술은 우주, 국방, 의료 분야에 핵심적으로 활용될 수 있기 때문에 체계적인 기술력 확보가 필요함
- 세계적으로 청정에너지의 수요가 증가되어 극저온 냉각 시스템의 필요성이 늘어나고 있음. 국내 기술력을 이용한 극저온 터보 팽창기 상용화가 요구됨

기술의 차별성

- 극저온 유체의 물성이 반영된 터보 팽창기 공력 설계 기술 보유
- 수 만 rpm으로 초고속 회전하는 무급유 베어링 및 축계 설계 기술 보유
- 극저온 터보 팽창기 구성품 제작도 작성, 구성품 제작 및 조립 기술 보유
- 극저온 터보 팽창기 운전 및 성능 평가 기술 보유



〈극저온 터보 팽창기 3D 모델링〉



〈터보 팽창기 제작〉

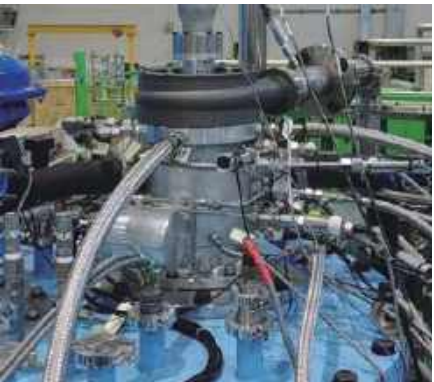
기술완성도(TRL)

희망 파트너십



기술의 우수성

- 천연가스 액화용 극저온 터보 팽창기 : Neon을 작동유체로 하는 냉동능력 10kW급 극저온 터보 팽창기 개발. Coldbox에 장착되어 국내 최초 냉각 온도 80K에서 부하 시험 수행
- 수소 액화용 극저온 터보 팽창기 : Helium을 작동유체로 0.5 TPD급 수소 액화용 극저온 터보 팽창기 개발. 팽창기에서 발생하는 출력을 안정적으로 제어할 수 있는 운전 시스템 개발
- 공기 액화용 극저온 터보 팽창기 : 3단 직렬 구성된 터보 팽창기 연동 운전 및 성능 시험이 가능한 테스트 베드 개발



〈Coldbox에 설치된 극저온 터보 팽창기〉



〈다단 극저온 팽창기 연동 운전〉

지식재산권 현황

특허

- 터보기계의 쉬라우드와 임펠러 사이의 간극 제어 방법(KR2603024)
- 비접촉 베어링의 동심 측정기구(KR2534601)
- 터보기계(KR2458454)
- 액체공기 에너지 저장 시스템(KR2357143)
- 터보기계용 진공 중공축 제작장치(KR2458455)
- 축 추력 제어장치(KR1784304) 외 다수 등록 보유

노하우

- 극저온 터보 팽창기 공력 설계 및 열응력 해석 기술
- 무급유 고속 베어링 설계 및 로터다이나믹 해석 기술
- 극저온 터보 팽창기 구성품 도면화 기술
- 극저온 터보 팽창기 부품 제작, 공차 관리, 조립 기술
- 극저온 터보 팽창기 성능 시험 및 분석 기술



90

AI/로봇
16

고성능 터빈 기술

연구자: 최범석, 임형수
소속: 에너지저장연구실 042-868-7036

기술 개요

- 미활용 에너지(폐열 및 신재생에너지 등)를 활용한 발전용 터빈 개발 기술
- 가스터빈(UMGT, MGT, GT) 개발 기술

고객 · 시장

- 폐열 및 신재생에너지를 이용하여 전기를 생산하는 발전용 터빈 개발업체
- 군용 및 상업용 항공기 터빈 개발업체
- 가스터빈 개발업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 본 기술은 여러 분야의 기술이 종합적으로 적용되고 제품 개발에 많은 경험이 필요한 분야임(설계 분야 : 공력, 구조, 진동, 열 전달 / 제작 분야 : 재료선별, 공차관리, 조립)
- 새로운 분야에 적용하기 위한 터빈 개발 요구가 지속적으로 발생되고 있으며, 터빈 기술에서 파생되는 기술을 관련 산업체에 적용 가능함
- 터빈 개발 기술은 미활용 에너지를 이용한 발전 분야에서 세계 주요 업체의 기술력과 경쟁 가능함

기술의 차별성

- 다양한 운전조건에서도 성능을 만족시킬 수 있는 터빈 설계 기술을 보유함
- 고온, 고압, 고속의 조건에서 터빈 내부 유동을 안정하게 유지시키는 이차유로 설계 기술을 보유함
- 설계점 및 탈설계점에서의 터빈 운전 기술을 보유함
- 소형화가 가능하며, 다양한 에너지원을 이용하여 고품질의 에너지를 만들 수 있음
(예, 초소형 마이크로 가스 터빈, 해양온도차 발전용 터빈 등)



〈초소형 마이크로 가스터빈〉



〈해양온도차 발전 터빈〉



〈초임계ORC터빈〉



〈초임계 CO₂ 발전 터빈〉

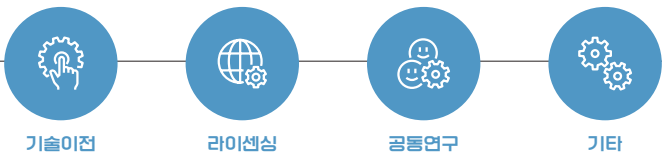
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

91

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 폐열회수 발전용 ORC 터빈 : 순수 국내 기술로 200kW급 ORC 발전시스템용 터빈 시제품 개발. 세계 네 번째 중형 ORC 기술보유국으로 도약함. 국내 2개 사이트에서 실제 폐열을 이용한 필드 테스트를 성공적으로 수행
- 폐열회수 발전용 초임계 ORC 터빈 : 기존 ORC 시스템보다 효율이 우수한 초임계 ORC 시스템을 국내 최초 개발 하였고, 발전 출력 100kW 이상 달성
- 해양 온도차 발전용 OTEC 터빈 : 국내 최초 해수의 온도차를 이용한 20kW급 발전용 터빈 개발. 해수를 이용한 실증 시험을 통해 목표 성능 달성
- 초소형 마이크로 가스터빈 : 1kW 이하급 마이크로 터빈발전기의 시험 결과는 리포팅된 바가 없는 세계 최고 수준임. 액체, 기체 연료 적용은 세계 최초로 시도됨
- 초임계 CO₂ 발전 시스템용 터빈 : 국내 최초 200kW급 초임계 CO₂ 발전 시스템용 구동터빈 및 파워터빈을 개발함



〈폐열회수 발전용 200kW급 ORC 시스템〉



〈폐열회수 발전용 100kW급 초임계 ORC 시스템〉

지식재산권 현황

특허

- 가스 터빈용 블레이드(KR2016-0061918)
- 자가구동 시험장치(KR1501007)
- 유기랭킨사이클용 터빈(KR1332632)
- 가스터빈 시험장치 및 이를 이용한 가스터빈 시험방법(KR1757986)
- 열응력으로 인한 손상 방지구조를 갖는 초소형 가스터빈(KR1634876)
- 베어링 냉각부를 구비하는 초소형 가스터빈 (KR1634875) 외 14건 보유

노하우

- 가스터빈(UMGT, MGT, GT)의 공력 설계, 열응력 해석, 터빈 안정화 기술
- 폐열회수 발전용 터빈(ORC, SORC, OTEC, SCO2)의 공력 설계, 열응력 해석 기술
- 고성능 터빈 시스템의 도면화 기술
- 고성능 터빈 부품 제작, 공차 관리, 조립 기술
- 고성능 터빈 성능 시험 및 분석 기술

[참고] ORC : Organic Rankine Cycle, 유기 랭킨 사이클 / SORC : Super Critical Organic Rankine Cycle, 초임계 유기 랭킨 사이클 / OTEC : Ocean Thermal Energy Conversion, 해양 온도차 발전 / SCO2 : Super Critical CO2, 초임계 CO2
UMGT : Ultra Micro Gas Turbine, 초소형 마이크로 가스터빈 / MGT : Micro Gas Turbine, 마이크로 가스터빈



줄통슨 냉동기 설계기술

연구자: 홍용주

소속: 에너지저장연구실 042-868-7366

기술 개요

- 극저온 온도영역(120K, -153℃) 이하의 열환경을 생성, 유지시키는 냉각기술
- 수백기압으로 압축된 가스의 팽창을 통해 수 초 미만의 짧은 시간에 극저온 온도까지 냉각이 가능한 기술

고객 · 시장

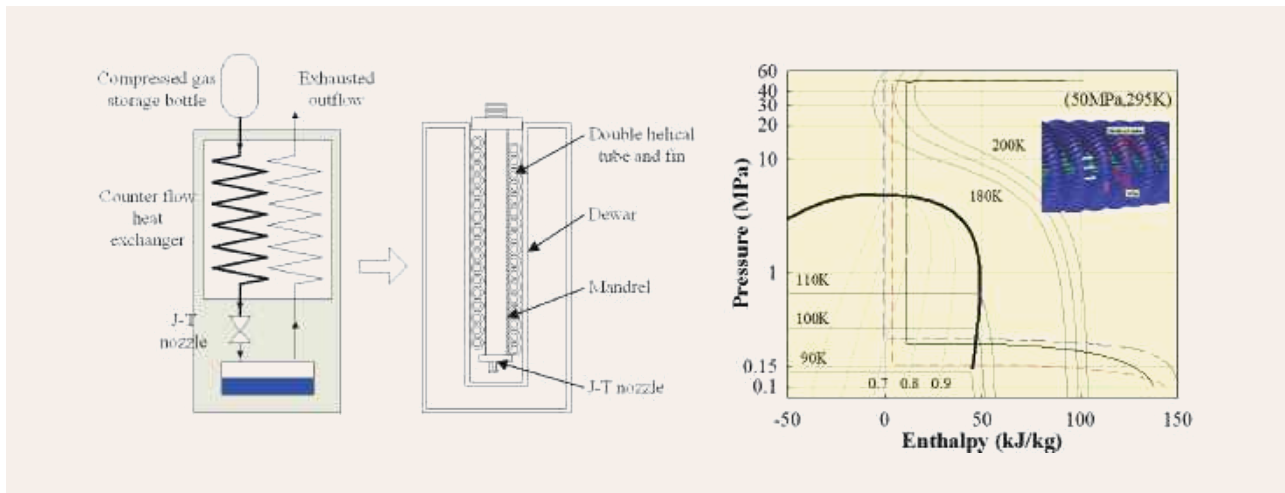
- 급속냉각 적외선검출기, 소형 분석기기, 냉동절제수술, 가스액화용 극저온냉동기

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 높은 분해능, 선명한 영상을 위한 냉각형 검출소자는 극저온의 냉각이 필수적임
- 극저온을 이용한 냉동수술을 위해서는 안전하고 온도범위 조절이 가능한 냉각기술이 필요
- 줄통슨(Joule-Thomson) 냉동기술은 스테링냉동기, 맥동관냉동기, GM 냉동기 등의 극저온냉동기에 비해 크기가 작고, 낮은 진동 수준에서 운용이 가능하고, 급속한 극저온 냉각이 가능한 냉동기 기술임

기술의 차별성

- 줄통슨냉동기 기술은 미세한 노즐을 통과하는 고압가스의 급격한 팽창을 통해 발생하는 냉각효과(줄통슨효과)를 이용하고, 고효율 열교환기를 통해 냉각효과를 증폭하여 극저온의 액체를 생성, 냉각을 수행
- 적외선검출기 냉각용 스테링/맥동관 등의 극저온냉동기는 수분의 냉각시간이 소요되나, 줄통슨냉동기는 고압으로 압축된 가스를 대용량의 가스를 사용하여 수초의 짧은 시간에 극저온으로 냉각이 가능하며, 다른 냉동기에 비해 구조가 단순하고 소형화가 용이함

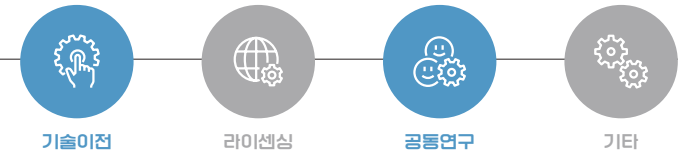


〈줄통슨냉동기 개념도 및 냉동사이클 선도〉

기술완성도(TRL)



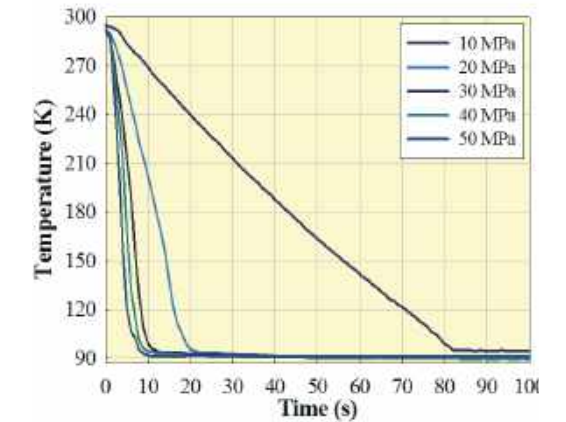
희망 파트너쉽



- 줄통슨냉동기 개발을 위해서는 냉동사이클 설계, 열교환기, 노즐 및 유량조절기구 등 구성품 설계, 제작, 냉각성능 실험의 일련의 개발과정이 필요
- 급속한 냉각을 달성하면서 충분한 냉각운용시간을 확보하기 위해서는 소형/고효율 열교환기의 최적설계, 노즐 및 유량조절기구의 검증된 설계 기술의 확보가 필수적임
- 줄통슨냉동기 성능평가를 위해서는 진공, 극저온환경에서의 성능평가시스템 열 및 구조 설계, 운용 기술의 확보가 필수적임

기술의 우수성

- 줄통슨냉동기 개발을 위한 냉동사이클 설계, 열교환기, 노즐 및 유량조절기구 등 구성품 설계, 냉각성능평가 등 개발 전과정 기술 보유(줄통슨 냉동기 설계, 사이클 해석, 열교환기 및 노즐 설계 프로그램)
- 줄통슨냉동기 정상상태 및 과도냉각 해석 기술 보유
- 질소, 아르곤뿐만 아니라 혼합냉매에 대한 사이클 설계 기능 보유
- 급속냉각형 줄통슨냉동기 개발 및 성능실험을 통해 보유 설계기술의 검증 수행 완료



〈줄통슨냉동기 냉각특성〉

지식재산권 현황

프로그램

- 줄통슨냉동기 설계
(프로그램 JTGUI : 등록번호 2011-01-123-005467, JTDESIGN2 : 등록번호 2011-01-123-005453)
- 줄통슨냉동기 사이클 해석(프로그램 JTR-CD(Joule Thomson Refrigerator-Cool Down) : 등록번호 2008-01-121-003011, JTC2ST : 등록번호 2010-01-121-004322)
- 노즐, 유량조절기구 설계
(프로그램 NzFlow : 등록번호 2009-01-121-005649, TdBellows : 등록번호 2011-01-123-004743)
- 줄통슨냉동기 열부하 해석(프로그램 ColdFinger : 등록번호 2009-01-121-001780)

노하우

- 줄통슨냉동기 냉각 성능평가 기술

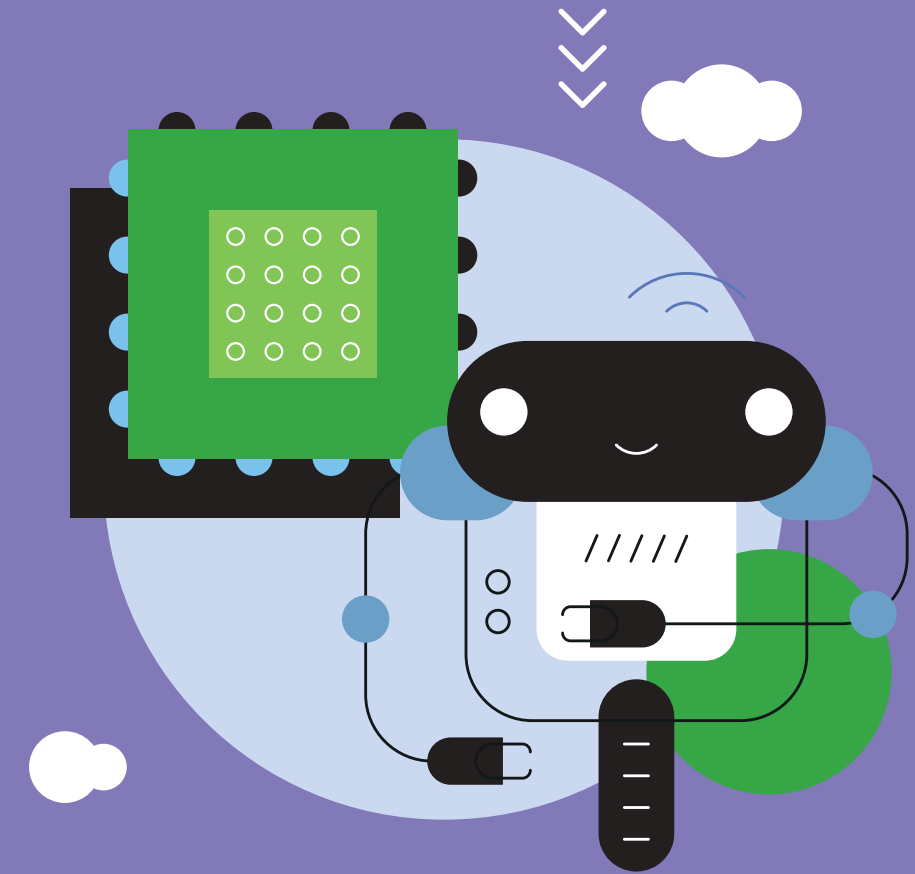
END-ITEM.

4

AI / 로봇
AI / ROBOTIC

CONTENTS

5종 자세변환이 가능한 로보틱 제어	096
안전 로봇을 위한 자중보상 로봇 기술	098
스마트 구동모듈 및 모듈러 로봇	100
다목적 임무 수행을 위한 하박 탈부착식 고가반하중 로봇 기술	102
로봇기반 전기차 무인충전 시스템	104
인간형 로봇 손	106
케이블/와이어 핸들링/조립 로봇 기술	108
하모닉 설계/해석 기술	110
로보틱 휠체어 및 탑승형 로봇 기술	112
형상기억합금 스프링 실을 직조한 옷감형 인공근육(근육옷감) 기술	114
근육옷감을 적용한 상지, 허리 및 하지 보조 의복형 웨어러블 로봇 기술	116
장애물 극복 모핑 휠	118
집게-흡착 융합형 만능 그리퍼	120
휠-레그 로봇 모빌리티 기술	124



CONTENTS

인간형 양팔로봇 기술	126
작물 수확용 농업로봇	128
AI 및 가상공간 기반 로봇 작업 궤적 최적화 기술	130
AI(인공지능) 기반 방역 로봇 기술	132
이동식 자율작업 기계 기술	134
AI와 IoT센서를 이용한 시설물 재난안전 관리시스템	136
유연 압력/촉각 감지 기술	138
MEMS 마이크로폰 및 제조방법	140
특수치형 기어 설계 및 해석 기술	142
심장 및 폐 중재시술이 가능한 로봇 카테터 시스템 기술	144
상지 절단 장애인을 위한 경량 로봇의수	146
비대면 의료 검진로봇 시스템	148
하지 절단 장애인을 위한 로봇의족	150
초실감 양방향 햅틱피드백 기술	152



5종 자세변환이 가능한 로보틱 체어

연구자. 김세영, 박찬훈, 박동일, 정현목, 박종천
소속. 첨단로봇연구센터 연구실 ☎ 042-868-7614

기술 개요

- 로보틱 체어란, 사용자 명령에 의해 기본 착석 상태에서 상승/하강, 앞 기울임, 뒤 기울임(틸팅), 기립(스탠딩), 눕기(리클라이닝) 등으로 다양한 자세변환이 가능한 로봇 시스템을 뜻함
- 다양한 자세변환을 통해 환자/장애인들의 일상 움직임을 지원하고, 장시간 같은 자세를 유지할 때 특정 부위에 집중되는 압력을 주기적으로 해소하여 혈액순환을 보조할 수 있음
- 자세변환 체어로 사용자 구분 없이 단독 활용 가능하며, 휠체어 등 다양한 이동체와도 결합 가능함



〈로보틱 체어〉

고객 · 시장

- 노약자/장애인들을 위한 회사 내 근로자 근무지원 기기로 활용하고자 하는 업체
- 다양한 자세변환이 가능한 프리미엄급 의자를 필요로 하는 해당자 및 관련 산업체
- 휠체어 이동 플랫폼과 결합하여 다양한 기능을 제공하고자 하는 휠체어 업체
- 모빌리티 플랫폼과 결합하여 다양한 기능을 제공하고자 하는 모빌리티 업체
- 로봇 시뮬레이터 또는 재활 운동에 적용하고자 하는 업체
- 기립 기능이 포함된 다종 자세변환 장치를 필요로 하는 노약자/장애인/환자

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 무겁고 복잡하며, 고정을 위해선 넓은 지지면적 및 볼륨이 필요하기에 상대적으로 작은 지지면적 및 볼륨이 요구되는 경량 · 컴팩트한 모듈형 자세변환 장치로 활용하기 어려움
- 다종 자세변환 장치의 경우 보통 프리미엄급 전동 휠체어에 매립되어 있어, 다양한 이동체에 탈부착하거나 단독으로 활용하기 어려움

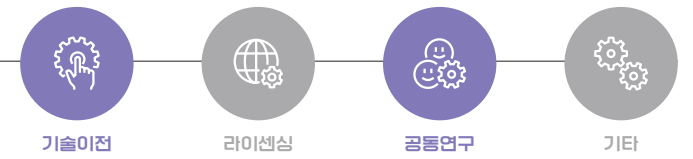
기술의 차별성

- 복합관절 모션을 포함 5종 자세변환이 가능하며, 단독 활용 또는 다양한 이동 플랫폼과 결합 가능한 모듈형태의 자세변환 로보틱 체어
- 이중 평행사변형 구조 기반의 폴더블한 구조로 경량 · 컴팩트화 달성
- 자세변환 시 동기화되어 움직이는 발판/등판 및 팔걸이 메커니즘 탑재

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



〈상승/하강〉

〈앞기울임〉

〈뒤기울임(틸팅)〉

〈기립(스탠딩)〉

〈눕기(리클라이닝)〉

기술의 우수성

- 기립 포함 5종 자세변환이 가능하며, 로보틱 체어 단독으로 활용 가능
- 로보틱암 형태로 체결부의 면적이 작아 이동체와 결합 시 간섭회피 및 탈부착 용이
- 이중 평행사변형 기반의 폴더블한 구조로 경량 · 컴팩트화 달성
- 자중보상 메커니즘 탑재로 필요 힘/토크 저감
- 자세변환 시 탑승자와 기기의 관절 불일치 보정을 통해 압력집중 발생 완화
- 직관적인 조작이 가능한 사용자 인터페이스
- 가격 경쟁력을 갖춘 고기능군 제품화 가능
- 인공지능 기반 사용자 맞춤형 서비스 기능 적용 가능

지식재산권 현황

특허

- 휠체어용 자세 변환 장치(KR2601961)
- 기립 장치 및 이를 포함하는 휠체어(KR2445549)
- 팔걸이를 갖는 휠체어용 자세 변환 장치(KR2023-0082547)

노하우

- 자세변환 로보틱 체어의 중력보상 최적화 설계 기법
- 자세변환 시 탑승자와 기기의 관절 불일치 보정 메커니즘 설계 기법
- 자세변환 시퀀스, 한계각도 및 궤적 설계 기법

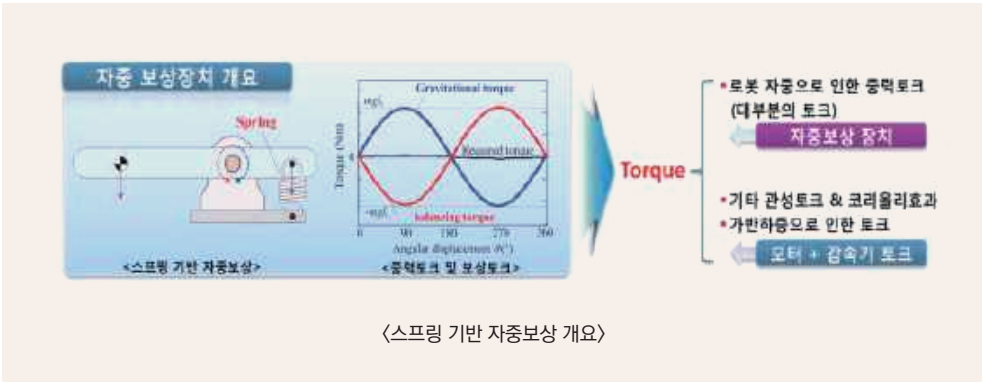


안전 로봇을 위한 자중보상 로봇 기술

연구자. 김희수, 박동일
소속. 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7208

기술 개요

- 로봇 구동 동력 최소화를 위한 자중보상 메커니즘 구현 및 이를 적용한 인간 공존형 제조로봇 플랫폼 제공 가능한 기술
- 자중보상 메커니즘 탑재 로봇 설계 기술



〈스프링 기반 자중보상 개요〉

고객 · 시장

- 로봇 제조 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 사람과 협업하는 협동로봇의 관심이 높아짐에 따라 협동로봇의 안정성은 중요 이슈임
- 기존 로봇은 충격을 감지하면 정지하거나 반대로 움직여 충돌을 저감하도록 고안되었으나, 이는 고비용이거나 센서 오작동 등의 문제가 발생될 수 있어서 근본적인 해결책이 될 수 없음
- 또한, 사양을 낮춘 로봇(저동력 로봇, 저강성 로봇)은 위험하지는 않으나, 작업 정밀도 등 성능이 떨어질 수밖에 없음

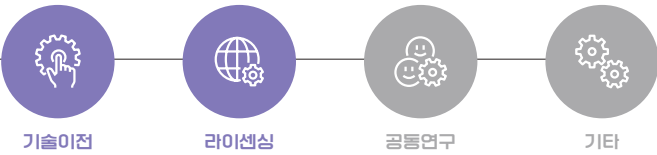
기술의 차별성

- 본 기술은 로봇의 성능은 유지하면서 로봇 동작에 필요한 액추에이터의 용량을 획기적으로 저감시켜 안정성을 보장하는 로봇 기술임
- 복합 다자유도 복합관절에 대한 자중보상 가능
- 모바일 매니퓰레이터 등에서 기준면의 변화에 대응 가능한 자중보상 가능
- 가변하중 보상 가능
- 자중보상을 통한 로봇 필요토크 절감 가능
- 기존 힘센서와 복잡한 힘제어 알고리즘 없이도 직접 교시 가능하여 직관성 향상시킴

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 구동기 용량 최소화 → 로봇 안전성 극대화로 인간 로봇 공존 및 협업 실현 → 에너지 절감
- 자중보상 + 관절 역구동성 → 직접교시 기능(고가의 F/T센서, 복잡한 힘제어 불필요)
- 기타 산업용 기기에 자중보상 메커니즘 활용 가능
- 시제품 제작 및 자중보상 실험 완료



〈자중보상 로봇 매니퓰레이터(eZRo)〉

지식재산권 현황

특허

- 2축 지면각 변화에 대응 가능한 다자유도 가변 중력 토크 보상장치(KR1801242)
- 단축 지면각 변화에 대응 가능한 가변 중력토크 보상장치(KR1852900)
- 가변하중 보상이 가능한 가변형 중력보상장치 및 이의 제어 방법(KR1841171)
- 가변형 중력토크 보상장치 및 이의 제어 방법(PCT/KR2017/002317)
- Adjustable counterbalance mechanism and control method thereof(US11192241)

노하우

- 복합 다자유도 관절에 대한 자중보상 메커니즘 구현
- 지면각 변화에 대응 가능한 자중보상장치 설계 기술
- 가변하중 보상이 가능한 가변 중력보상 장치 구현
- 중력보상장치를 활용한 안전한 직접 교시 기술



스마트 구동모듈 및 모듈러 로봇

연구자: 김희수, 박동일, 최태용, 도현민
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7208

기술 개요

- 다양한 사양 및 어플리케이션을 갖도록 사용자가 간편하게 제작 가능한 모듈형 로봇 기술
- 복수의 모듈을 조립할 때 전선이 로봇 내부에서 수납될 수 있도록 내부에 관통홀을 구비하는 중공형 모듈 기술
- 장난감 블록과 같이 같은 모듈을 이용하여 다양한 형태의 로봇을 생성/활용할 수 있는 S/W 기술
 - 목적에 맞는 로봇을 구성하기 위한 최적 모듈 조합 탐색 소프트웨어
 - 최적 모듈 조합으로 구성된 로봇을 제어하기 위한 기구학·동역학 등의 제어 알고리즘 자동 생성 소프트웨어
 - 최적 모듈 조합으로 구성된 실제 로봇의 관절 관절 게인튜닝 자동화 소프트웨어로 구성됨



〈1, 2축 구동 모듈 및 모듈라 SW〉

고객·시장

- 로봇 제조 업체
- 모듈 기반 로봇 적용 산업업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존에는 다양한 사양 및 어플리케이션에 맞게 제조 단계에서 매우 많은 종류의 로봇을 제조해야 하는 문제가 있음
- 기존에는 케이블 등을 외부로 설치해야 해서 외관상/안전상 문제가 있음
- 케이블/와이어로 인해 로봇이 회전 또는 활동할 수 있는 범위를 제약하는 문제가 있음
- 목적에 따른 모듈의 선택이나, 실제 작업에 필요한 작업공간에서의 제어에 대해서는 사용자가 직접 개발해야 하는 번거로움이 있음

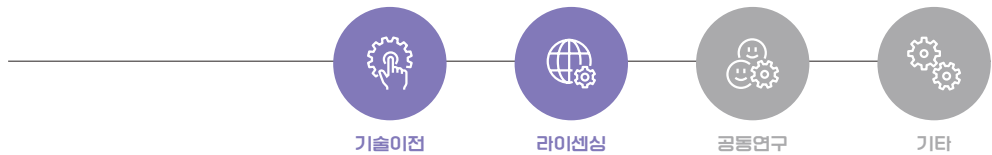
기술의 차별성

- (H/W) 고장 등이 발생한 경우 문제가 있는 모듈만 분리하여 점검하면 되므로 유지/보수 유리
- (H/W) 하나의 단독 제품으로서 모터, 감속기, 엔코더, 브레이크, 드라이버 등이 통합된 모듈 제공
- (H/W) 1축 및 2축 구동 모듈 시리즈화 설계 기술
- (S/W) 기술은 비전문가도 하드웨어 모듈만 있으면 어떻게 조합할지 결정해 주고, 작업공간 제어를 자동으로 가능하게 하며, 산업용 로봇 수준의 정밀도를 위한 게인 튜닝을 자동으로 실시
- (S/W) 로봇의 제어알고리즘(기구학·동역학) 등을 자동생성(세계최초)
- (S/W) 생성 제어알고리즘, 자동게인튜닝 등은 산업용 로봇 적용을 목적으로 실시간성과, 정밀도 등을 확보

기술완성도(TRL)



희망 파트너쉽



기술의 우수성

- (H/W) 중공형 구동 모듈 적용으로 구조의 간결성 확보
- (H/W) 양팔로봇 하드웨어 플랫폼 및 제어기, 로봇 요소 기술, 구동 부품 실용화 개발 완료
- (H/W) 1축 및 2축 구동모듈 설계 및 구동 용량별 시리즈화
- (H/W) 신뢰성 평가 기준 정립 및 수명 시험 완료
- (H/W) 구동모듈 활용(양팔)매니퓰레이터 설계 기술



〈1, 2축 구동 모듈 구조 및 양팔 매니퓰레이터 구성〉

- (S/W) 기술을 이용하면 비전문가도 쉽게 목적에 맞게 로봇의 모듈하드웨어 구성을 결정해 주고, 그에 적합한 고성능 제어알고리즘을 자동 생성해 주며, 실제 하드웨어의 게인을 자동으로 튜닝
- (S/W) 제어알고리즘은 10분 내 자동생성이 가능/자동게인튜닝은 30분 내 튜닝 완료 가능
- (S/W) 구동모듈 시스템 활용 시 제어알고리즘 및 게인 튜닝등에 소요되는 비용 획기적 절감 가능
- (S/W) 모듈형 로봇활용 시, 기업의 생산 목적에 따른 로봇시스템 재구성성이 용이하고, 비용을 획기적으로 절감 가능

특허

- Hollow driving module(JP5659446)
- Structure of Modular Robot Actuation System(JP5541600, CN102307708)
- 중공구동모듈(US9293962, JP5659446, CN103358316)
- 모듈 기반 로봇의 기구학 소프트웨어를 자동으로 생성하는 장치 및 방법(KR1991364)

노하우

- 복합 엔코더 배치를 통한 관절 처짐 보상
- 경량/소형 로봇 관절 모듈 설계
- 모터, 감속기, 엔코더, 브레이크 및 제어기 일체화 기술



다목적 임무 수행을 위한 하박 탈부착식 고가반하중 로봇 기술

연구자: 김희수, 박찬훈, 박동일
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7208

기술 개요

- 국내 최고 사양의 가반 하중(약 30kg/arm) 로봇 기술
- 하박만 간단히 탈부착 함으로써 위험물 핸들링용 및 부상자 구난 등 다양한 용도로 활용 가능한 로봇 기술



〈하박 탈부착식 고가반하중 로봇(HERO)〉

고객 · 시장

- 로봇 제조 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 종래의 양팔 로봇은 하박의 고정된 특성으로 인하여 단 한가지 용도로만 활용 가능한 단점이 있음

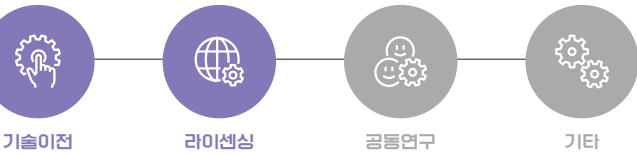
기술의 차별성

- 고 가반하중 양팔로봇
- 작은 공간에서도 설치 가능
- 역구동 방지 설계에 의한 위험물 핸들링 안전 보장 가능
- 모듈형 구동부 설계 가능
- 7축/arm의 여자유도 작업 가능
- 고부하 하중의 지그리스 핸들링/조합 가능
- 하박이 스프링 매커니즘 포함하여 부상자 구난용으로 활용 시 사람과 부딪혔을 때 낮은 강성을 통해 축 방향으로 회전하거나 내부로 인입되어 상해를 방지하도록 이루어짐
- 하나의 로봇을 두 가지 용도로 활용 가능하므로 매우 경제적인

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

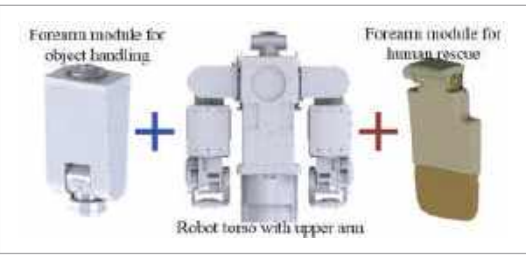


기술의 우수성

- 요구사항이 매우 상이한 임무를 하박모듈 교체를 통해 하나의 로봇으로 수행 가능



〈양팔형 고가반 하중 로봇 성능 검증〉



〈임무에 따른 하박 교체〉

부상자 구난		위험물 핸들링
높은 가반하중 필요	가반하중	높은 가반하중 필요
-	정밀도	높은 정밀도필요
-	강성	높은 강성 필요
부상자 안전성확보 필요	안전성	-
사람을 파지하고 들어올리기 위한 자유도(3~4 DOFs)	자유도	원활한 물체 핸들링을 위한 여유 자유도(7DOF 이상) 필요
안정적인 부상자 파지를 위한 형상설계	형상	-

〈임무에 따른 로봇의 필요 사양〉

지식재산권 현황

특허

- 역구동 방지 기능을 갖는 고가반 하중용 양팔 매니퓰레이터(KR1740979)
- 모듈형 양팔 로봇(KR1914990)

노하우

- 고가반하중 양팔 매니퓰레이터 설계기술
- 윙기어를 활용한 안전 양팔 매니퓰레이터 설계기술
- 매니퓰레이터 하박 교체를 통한 동일 로봇 다목적 활용 기술



로봇기반 전기차 무인충전 시스템

연구자: 도현민, 김휘수, 김병인, 이영훈, 박종우
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7507

기술 개요

- 사용자가 차량을 주차하면 로봇이 스스로 충전 커플러를 체결/분리하여 충전작업을 수행하는 로봇 기반 전기차 무인충전 시스템 기술 개발
- 실외사용조건을 고려한 IP65 등급의 6자유도 협동 로봇 기술
- 안전한 체결을 위한 충전 커플러 체결 알고리즘 개발 및 체결작업 기술
- 로봇 한대로 다수의 차량 충전 서비스 제공이 가능한 로봇 이송 시스템 기술



〈로봇 1대가 8대 차량 충전이 가능한 1:8 교각 구조〉



〈로봇기반 충전커플러 체결 작업〉

고객 · 시장

- 로봇 제조 업체
- 전기자동차 충전인프라 구축 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 전기자동차 배터리 대용량화에 따른 충전기 대용량화로 충전 커플러 및 케이블 무게 증가로 인한 조작에 대한 편의성 저하 및 안전(감전사고 등) 문제 해결
- 기존 충전기의 불편함을 해소하고 사회적 약자 및 사용자 누구나 편리하게 급속 충전 서비스를 이용할 수 있는 편의성 및 안정성 향상

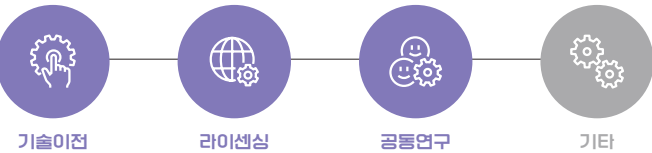
기술의 차별성

- 한 대의 로봇으로 다수의 차량에 충전커플러 체결 및 분리 작업을 수행함으로써 로봇의 사용 효율을 높일 수 있음
- 로봇 보관용 케이지 설치 및 로봇 케어 기술을 도입함으로써 실외환경에서 온도변화에 관계없이 24시간 사용이 가능함
- 향후 전기 자율 주행 차량 보급 시 주행부터 충전까지 자율적으로 서비스가 가능한 고부가가치 솔루션 창출 기대

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 실외환경 구동을 위한 방수 방진 설계 및 동절기 저온 구동 시 구동기 효율 감소를 고려한 6자유도 협동 로봇 설계
- 인렛커버의 안정적 파지를 위하여 구멍 형상과 팁의 형상이 완전히 일치하지 않더라도 팁 삽입이 가능한 형상 적응 소프트 그리퍼 팁 개발
- 차량 충전구의 다양한 형상에 대응 가능하도록 충전커플러 체결 및 분리를 위한 체결 전략 개발 및 검증



〈로봇기반 전기차 자동충전시스템의 실외 구현 사례〉

지식재산권 현황

특허

- 차량충전 로봇 장치(KR2341090)
- VEHICLE CHARGING ROBOT DEVICE(PCT/KR2021/008810, US18/015014)
- 형상적응그리퍼(KR2546828)

노하우

- 로봇을 이용한 충전커플러 체결/분리작업을 위한 제어 및 체결 알고리즘



인간형 로봇 손

연구자: 도현민, 박종우, 이준호, 정현목
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7507

기술 개요

- 인간형 로봇 손은 다양한 물체를 파지하거나 복잡한 도구의 조작이 가능한 인간 손의 놀라운 기능을 모사하는 것을 목표로 하는 로봇 기술로, 단순한 동작의 파지 동작이 아닌 인간 손 움직임을 모사하여 높은 작업의 유연성을 확보함
- 또한, 서비스 로봇부터 산업용 로봇 분야까지 활용 가능성이 높은 엔드이펙터 기술임



〈KIMM Hand〉

고객 · 시장

- 서비스/산업용 로봇 개발/제작 업체
- 엔드이펙터 연구 플랫폼 개발 업체
- 로봇 관련 SI 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

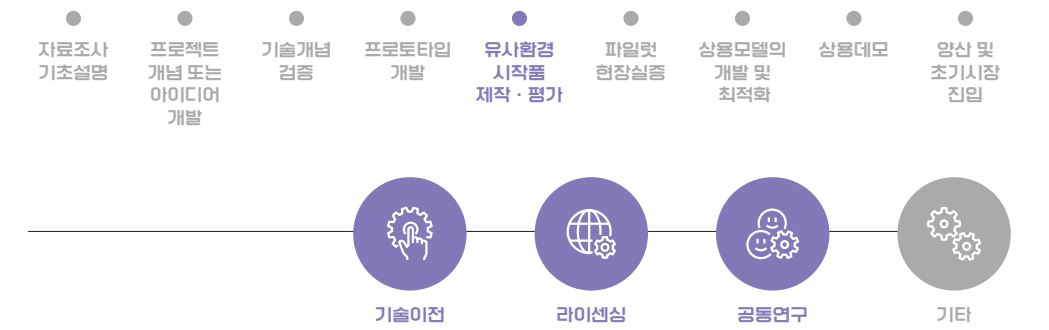
- 인간형 로봇 손 기술은 현재까지도 다양한 분야에 필요성이 높지만 제작의 어려움과 높은 가격 및 부족한 기능때문에 사용에 제한이 있음
- 기존의 개발된 로봇 손들은 많은 자유도 구현을 위해 추가 구동부가 팔뚝과 유사한 형태로 필요하기 때문에, 로봇 팔 (매니퓰레이터)과의 결합이 어려움
- 직관적인 제어가 어렵고, 대부분 복잡한 파트로 구성되어 제작과 유지보수가 어려움. 또한, 강한 파지력과 높은 자유도를 확보하는 것에 한계가 있음



〈기개발된 로봇 핸드 사례〉

기술완성도(TRL)

희망 파트너십

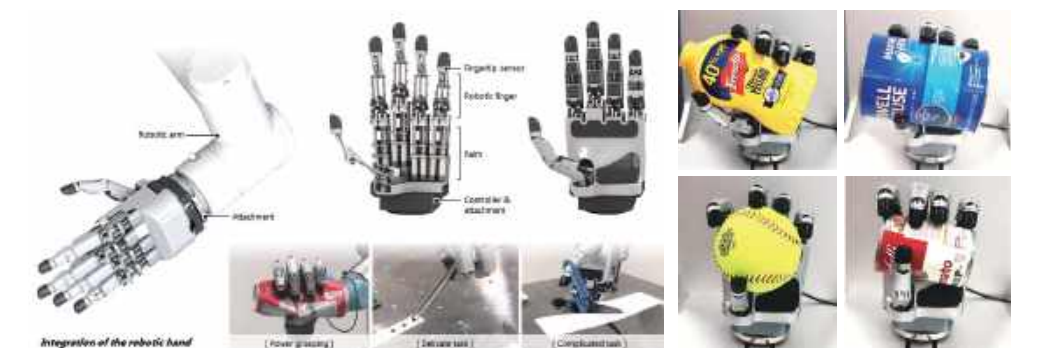


기술의 차별성

- 링크 구동방식을 활용하여 인간과 동일한 자유도를 확보할 수 있는 메커니즘을 개발하여, 구성이 간단하고 유지보수가 쉬움
- 모든 구동부와 구동기가 손바닥 부분에 내장되어 모듈화가 되었기 때문에 로봇 팔에 결합이 용이함
- 개발한 메커니즘 기반으로 강한 파지력과 높은 내구성을 확보하였으며, 촉각센서 결합이 용이한 구조이고, 링크 구조로 구성되어 직관적인 제어가 가능하여 활용성이 높음

기술의 우수성

- 하단 그림과 같이, 로봇 팔에 부착이 용이한 형태임에도 불구하고 높은 파지력과 인간 손 크기, 인간 손 자유도, 간편한 유지보수와 같은 매우 중요한 기능을 확보함
- 알루미늄 캔을 한 손으로 찢고 뜯릴 수 있을 정도의 강한 파지력과 계란이나 핀셋을 조작할 수 있는 섬세함을 실험을 통해 모두 검증함
- 가위질, 분무기 분사, 집게 조작 등의 고난도 도구 조작 작업까지 가능하여 작업의 유연성이 매우 높음. 또한, 하단 그림과 같이 여러 가지 형상의 물체 파지도 안정적 수행 가능함
- 로봇 손에 손가락 힘 센서 기술에 관한 상세 메커니즘은 별도 특허 출원 완료
- 산업부 로봇산업핵심기술개발사업의 연구결과물로서 프로토타입 제작 및 검증 완료



지식재산권 현황

특허

- 손가락 기구 및 이를 포함하는 로봇핸드(KR2246778)
- 인간의 손가락을 모사하는 손가락 기구 및 이를 포함하는 로봇 핸드(KR2271362)
- FINGER APPARATUS AND ROBOT HAND HAVING THE FINGER APPARATUS (PCT/KR2019/017390, US17/312147)

노하우

- 로봇 핸드 구동을 위한 제어 알고리즘 기술



케이블/와이어 핸들링/조립 로봇 기술

연구자: 박동일, 박종우, 한병길, 이영훈
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7984

기술 개요

- 와이어링 하네스의 표준 제작 도면을 통한 공정 지시로부터 로봇의 케이블 조립 전략을 자동으로 생성하고, 양팔의 협조 작업을 통해 유연한 케이블을 핸들링하여 조립할 수 있는 로봇 자동화 시스템
- 복잡한 케이블 조립 작업을 위한 프리미티브 모션 기반의 작업 전략 및 유연한 케이블의 정밀한 파지 및 조작이 가능한 그리퍼/핸드 기술



〈와이어링하네스 도판 작업 로봇 자동화 솔루션〉

고객 · 시장

- 와이어링 하네스 제작 업체
- 제조 분야 로봇 자동화 기술 도입 희망 업체

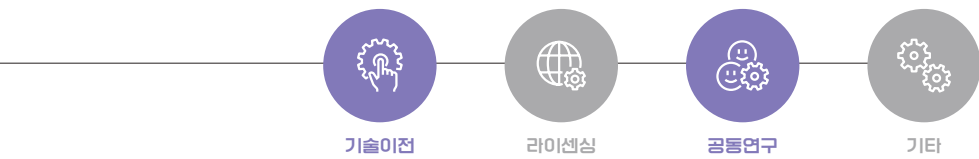
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 와이어 하네스 제작은 전체 수작업 공정 중에서 난이도가 높은 작업이면서 많은 시간과 노동력을 필요로 하는 공정이 도판 위에 서브 케이블들을 배치하고 결합하는 도판 작업 공정으로, 도판 작업의 로봇 자동화가 이루어지게 되면 전반적인 와이어링 케이블 제조공정 혁신이 가능함.
- 자동화율이 현저히 낮은 와이어링 케이블 조립 공정 자동화로 국내 기계/전기/전자 제품 제조 산업의 경쟁력 확보가 가능하고, 로봇 산업 측면에서도 난이도가 높은 다중 로봇 기반의 유연 케이블 공정 솔루션을 개발함으로써 다양한 신 공정 적용 및 시장 확대가 가능
- 와이어 하네스 제작 공정은 케이블 조립 위치 및 케이블의 구성에 따라 다양한 조립 공정이 발생할 수 있으며 각 공정마다 수동으로 로봇의 조립 공정을 계획하기는 현실적으로 불가능하며 조립 공정에 따라 자동으로 로봇의 조립 궤적을 수행할 수 있는 조립 전략 생성 방법이 필요함
- 와이어 하네스를 제작하는 과정은 얇은 가닥들로 구성된 케이블을 파지한 상태로 넓은 작업 공간에 대해 움직이거나, 특정 단선을 파지하고 조작해야 하는 상황 등이 발생하며 이때 케이블의 이탈 또는 작업 대상물의 파손이 발생하지 않도록 하는 전용 그리퍼/다지형 핸드의 개발이 필요함

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

- 와이어 하네스 제작의 로봇 자동화는 전 세계적으로 도전적으로 수행하고 있는 기술임. 특히 다양한 조립 공정에 대응하여 양 팔 로봇의 협조 작업을 통한 조립 공정을 자동화에 대해서는 선도적인 시스템 제작 기술 및 로봇 조립 전략 생성 기술을 개발
- 유연한 케이블을 파지, 조작 등 다양한 작업이 가능한 그리퍼 및 다지형 그리퍼를 통해 다양한 제조/서비스 환경에 적용 가능한 그리퍼 기술 보유

기술의 우수성

- 케이블 조립에 필요한 프리미티브 모션의 조합으로 다양한 도판 공정에 대응하여 케이블 파지 및 조립을 할 수 있는 로봇 자동화 조립 공정 생성 전략
- 양팔 로봇의 협조 작업을 통한 케이블의 장력을 유지 및 조립에 필요한 경로 생성 등 양팔 로봇을 활용하여 하나의 로봇 팔을 사용하는 경우를 넘어서 다양한 작업에 적용이 가능
- 유연한 케이블을 파지하고 파지한 상태에서 정렬하여 이동할 수 있는 유연 그리퍼 및 케이블 중 특정 단선을 잡거나 조작할 수 있을 정도로 다양한 동작을 생성할 수 있는 다지형 핸드 제작 및 제어 기술



〈케이블 핸들링 전용 그리퍼 및 로봇 자동화 시스템〉

지식재산권 현황

특허

- 가변강성 롤러 메커니즘이 적용된 그립장치(KR2575103)
- 다자유도 로봇 그리퍼(KR2546397)
- 케이블 파지가 가능한 그리퍼(KR2024-0019259)
- 파지된 케이블의 정렬이 가능한 그리퍼 및 이를 포함하는 매니폴레이팅 시스템(KR2024-0022144)

노하우

- 여유 자유도 기반 로봇 경로 계획 및 compliance 제어 기술
- 양팔 로봇 협조 작업을 통한 제어 및 조작 기술
- 그리퍼/핸드 설계 및 제작 기술



110

AI/로봇
8

하모닉 설계/해석 기술

연구자. 박동일, 이준호
소속. 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7984

기술 개요

- 하모닉 감속기란, 산업용 로봇 및 정밀 기계, 장비에서 활용되는 핵심 구동 부품 중 하나로써, 기존 감속기의 한계성을 극복할 수 있도록 상대적으로 경량화 설계가 가능하고 고정밀, 저백래시를 구현한 감속기임
- 하모닉 감속기는 웨이브 제네레이터(wave generator, W/G), 플렉스 스플라인(flex spline, F/S), 서큘러 스플라인(circular spline, C/S)의 3가지 핵심부품을 기반으로 구성되며, 일반적인 형태의 감속기와 달리 세 개의 핵심 부품이 동일 축 선상에 조립이 되는 구조를 가짐



고객 · 시장

- 산업용 로봇 감속기 개발/제작 업체
- 로봇, 자동화 및 관련 SI 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 하모닉 감속기의 핵심부품인 Flex Spline과 Circular Spline의 치물림의 부드러움 또는 운동 궤적에 따라 감속기의 성능이 좌우되지만, 국내에서는 정교한 치물림을 고려한 체계적 치형 설계가 이루어지지 않음
- 하모닉 감속기에 사용되는 치형은 일반 산업용 기어의 치형과는 다른 특수한 형태로써, 일반 산업용 기어에 사용되는 계산법들을 적용할 수 없어 하모닉 감속기만의 특수한 치형 연구가 필요하며, 다수 부품 간 상호 작용을 통해 발생하는 완제품의 성능 차이를 분석할 있도록 접촉 및 변형 해석을 고려한 최적 설계가 요구됨
- 기존 Trial & Error 설계 방식으로는 설계 인자의 조정을 통한 제품 성능 예측 및 품질 확보가 어렵기 때문에, 형변, 감속비, 타입별로 설계 단계에서부터 성능 예측이 가능한 원천 해석 기술을 개발하고 체계적인 설계/생산 기술 확보가 필요함

기술의 차별성

- 가공기법 및 공구치형이 연동된 치형 설계 프로세스를 통해 감속기의 치물림 성능 개선
- 형변, 감속비, 타입 별로 감속기 성능 예측이 가능한 설계 프로그램을 통해 하모닉 감속기 설계 방식 개선

기술완성도(TRL)

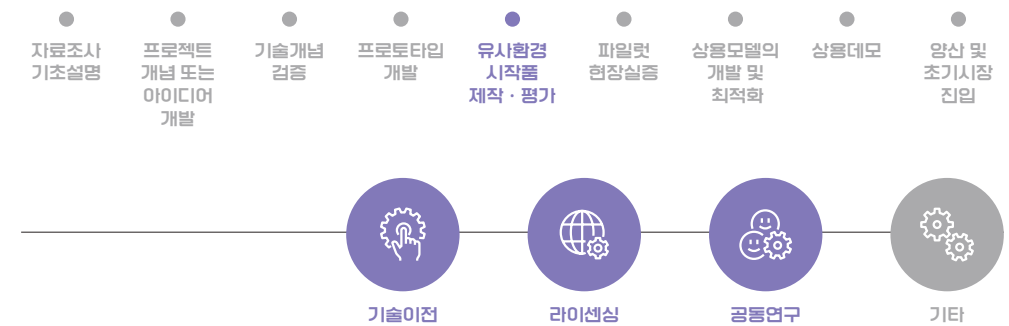
희망 파트너십

기술의 우수성

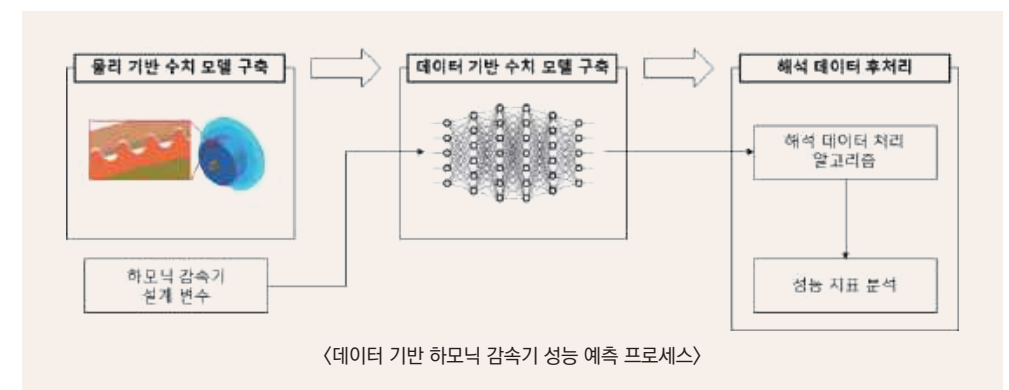
지식재산권 현황

KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

111



- 치형 설계 프로세스를 통해 하모닉 감속기의 운동 궤적과 치 물림으로 인한 전달 오차 예측 가능
- 데이터 기반 수치 모델의 학습을 통해 기존 물리 모델을 이용한 해석적 기술의 한계를 극복하고 형변, 감속비, 타입 등 다양한 설계인자들에 대해 실시간으로 성능 예측 분석 가능
- 설계 인자에 따른 하모닉 감속기의 성능 비교 분석이 가능하며, 최적의 성능을 갖기 위한 설계 인자 예측에 활용 가능
- 하모닉 감속기의 연구개발 단계에 적용되어 연구개발 비용 및 기간을 단축시키는 효과 기대



특허

- 하모닉 감속기 설계 시스템 및 설계 방법(KR2590794)

노하우

- 탄성 변형량을 고려한 치형 설계 프로세스
- 하모닉 감속기 접촉 통합 해석 모델 구축 및 데이터 기반 수치 모델 학습 방법



로보틱 휠체어 및 탑승형 로봇 기술

연구자. 박동일, 박찬훈, 박종우, 김세영, 송성혁, 박종우, 한병길
소속. 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7984

기술 개요

- ① 투휠기반 로봇휠체어 : 실내 편의점과 같은 좁은 지형에서도 자유로운 이동과 안정적인 기립/착석이 가능한 기술
- ② 트랙기반 계단등반 로봇휠체어 : 계단 승월/하강, 탑승자의 기립/착석 및 입식 생활이 가능한 기술
- ③ 스탠딩 및 자세변환 모듈 : 최소 동력-경량 구조에서 하지마비 장애인의 안정적인 착석-입식 전환이 가능하도록 하여, 안정적인 기립/착석 동작, 기립각도 조절, 기립유지를 구현하는 기술
- ④ 변형휠 모듈 : 장애물의 형상에 맞게 휠의 형상을 변형시켜, 이동시 직면하게 되는 요철노면, 둔덕, 계단과 같은 장애물을 쉽게 극복할 수 있도록 하는 기술



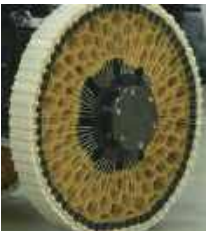
① 투휠기반 로봇휠체어



② 트랙기반 계단등반 로봇휠체어



③ 스탠딩 및 자세변환 모듈



④ 변형휠 모듈

고객 · 시장

- 장애인용 의료기기 업체
- 주행 로봇 및 휠 관련 SI 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 장애인 복지에 대한 중요성이 크게 대두됨에 따라, 장애인을 경제적으로 지원하거나 혜택을 제공하는 차원을 넘어 실제 경제활동에 참여하여 경제적 자립이 가능하도록 하는 방향으로 복지정책의 패러다임이 변화할 필요가 있음
- 이를 위해서는 사업장에서 장애인의 경제활동 효율성이 일반인과 유사한 수준으로 유지될 수 있도록 도와주는 효율적인 독립활동 지원 로봇의 도입이 필요함
- 장애 인구 중 지체장애 인구가 현저히 높을 뿐만 아니라 고령자 증가로 인해 지체 장애인구가 지속적으로 증가하고 있으므로 장애인구 중 지체장애인을 지원하는 로봇 개발이 시급함
- 지체장애인 보조 기구 및 관련 로봇 기술은 전 세계적인 노령화 추세와 맞물려 그 필요성이 매우 크나 관련 국내 산업은 매우 영세하고 초기 연구개발 단계에 머물러 있어 대한민국이 마주하게 될 초고령화 사회에 대한 기술적 대비가 부족한 상태임

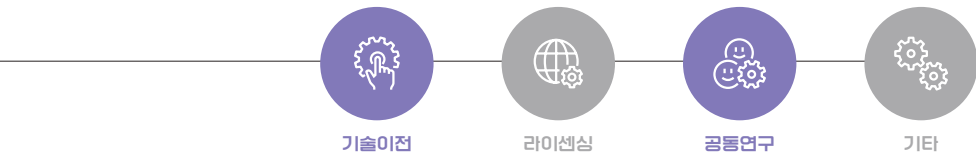
기술의 차별성

- ① 투휠기반 로봇휠체어 : 기존의 4륜 휠체어 대비 작은 크기로 편의점 내부와 같은 좁은 공간에서 자유로운 활동이 가능하며, 입식 지원 장치의 장착으로 안정적인 착석/기립 등의 자세 변환이 가능하며 차세대 스마트 모빌리티 장치의 핵심기술로 활용이 가능하여 관련 분야의 후속 연구 등이 가능함
- ② 트랙기반 계단등반 로봇휠체어 : 일반 전동 휠체어대비 좁은 폭으로 실내외 다양한 출입문 통과에 유리하며, 입식 지원 장치의 장착으로 착석/기립과 더불어 입식 생활이 가능하며, 해당 기술을 응용하여 험지나 지진 피해지역 등에서 활동하는 구조 로봇등의 후속 연구 등이 가능함
- ③ 스탠딩 및 자세변환 모듈 : 사용자 동작 정보 센싱이 가능한 지체장애인용 기립 장치는 고령자의 실내 · 외 활동 지원을 위한 Sit-To-Stand 보조시스템 개발 또는 하지 착용형 웨어러블 로봇의 핵심 기술로 활용 가능하며, 관련 분야에 다양한 후속 연구를 파생시킬 수 있음

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- ④ 변형휠 모듈 : 개발된 모핑휠 기술은 투휠 기반의 이동 플랫폼뿐 아니라 다양한 휠 기반 이동 장치에 적용되어 기존의 휠이 가진 한계를 뛰어넘는 새로운 형태의 이동 장치에 대한 연구와 개발에 활용 가능함

- ① 투휠기반 로봇휠체어 : 좁은 공간에서의 자유로운 이동과 더불어 자세제어를 위한 선형 구동장치 적용을 통한 탑승자의 최적 탑승감을 유지하며 주행하는 것이 가능
- ② 트랙기반 계단등반 로봇휠체어 : 기존의 선형 트랙이 아닌 계단 승월에 특화된 구조로 예기치 않은 외부 충격이나 트랙 벨트 파손 시에도 계단에서 미끄러지지 않는 구조를 가지고 있어 계단 승월에 높은 안정성을 가짐
- ③ 스탠딩 및 자세변환 모듈 : 모듈화된 구성으로 다양한 이동 플랫폼에 적용이 가능하며 저전력 구동으로 다양한 자세 변환이 가능한 스탠딩 모듈
- ④ 변형휠 모듈 : 모핑휠 기술을 이용한 최소 동력으로 계단 승월 등 일상생활에서 장애물을 극복하는 기술을 통한 로보틱 휠체어뿐만 아닌 다양한 이동용 플랫폼에 적용 가능



① 투휠기반 로봇휠체어



② 트랙기반 계단등반 로봇휠체어



③ 스탠딩 및 자세변환 모듈



④ 변형휠 모듈

특허

- 아치 메커니즘을 이용한 장애물 극복용 바퀴유닛 및 이를 포함하는 회전 구동모듈(KR2372140)
- 표면장력 메커니즘을 이용한 장애물 극복용 바퀴유닛(KR2372141)
- 다분절 블록을 포함하는 장애물 극복용 바퀴유닛(KR2577130)
- 복합 구조로 형성된 장애물 극복용 바퀴유닛(KR2485920)
- 다분절 회전 블록을 포함하는 장애물 극복용 바퀴유닛(KR2570135)
- 장력조절장치 및 이를 포함하는 바퀴유닛(KR2567827)
- 체인형 회전 블록을 포함하는 장애물 극복용 바퀴유닛(KR2555025)
- 휠체어용 자세 변환 장치(KR2601961)
- 계단 등반을 위한 다자유도 레그 구조를 갖는 투휠 휠체어 기술(KR2511305)
- 탑승자의 입식생활을 지원하는 자세 변환 모듈(KR2023-0082547)
- 계단 승강 휠체어(KR2603722)
- 계단 승하강이 가능한 휠체어(KR2647202)

노하우

- 하지 장애인을 위한 이동 장치의 투휠 밸런싱 제어 기술
- 레그 타입의 보조 장치를 이용한 계단 승월 제어 기술
- 사용자의 탑승감을 고려한 투휠 이동 모듈의 밸런싱 제어 기술
- 사용자의 입식생활 지원 및 다양한 자세변환이 가능한 자세 변환 모듈 설계/제작 기술

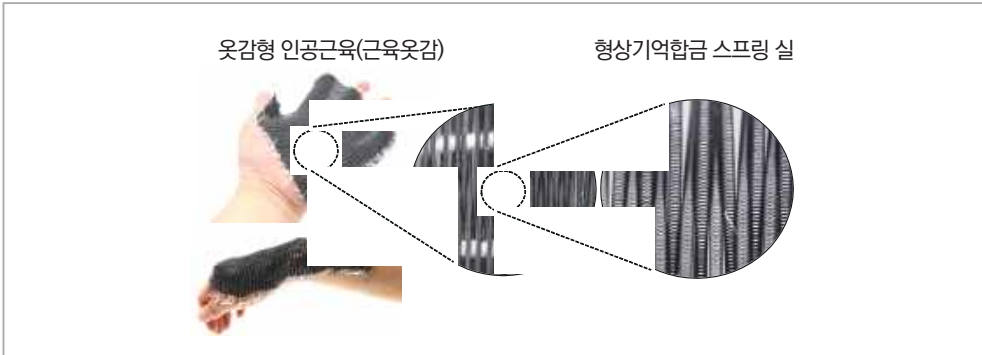


형상기억합금 스프링 실을 직조한 옷감형 인공근육(근육옷감) 기술

연구자: 박철훈
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7980

기술 개요

- 머리카락보다 가는 형상기억합금 와이어를 스프링 형태의 실로 만든 후 옷감 짜듯이 직조하여 인간근육의 수십배의 힘을 발휘하면서도 근육 수준의 고파워, 고수축률의 옷감형 인공근육(근육옷감)



고객 · 시장

- 구동기 부품 기업
- 섬유 기업, 기능성 의류 기업
- 헬스케어, 재활기기 기업
- 웨어러블 로봇 기업

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 모터형 구동기는 감속기 등과 결합하여 사용해야 하므로 이동형 로봇, 웨어러블 로봇, 재활기기의 질량, 부피 및 가격 증가
- 사람의 근육과 같이 가볍고 유연하지만 근육보다 수십 배 큰 힘을 발휘할 수 있으며 근육 이상의 변위로 구동이 가능하며 구동소음이 없는 저렴한 고파워 고수축률 옷감형 인공근육이 필요
- 회전운동에 기반한 무게고 강제인 모터와 달리, 근육과 같은 선형 수축-이완 운동이 가능
- 저렴하고 경량화된 이동형 로봇, 의복형 웨어러블 로봇, 의복형 재활 기기 등의 설계가 가능해져 신시장 창출 및 폭넓은 보급이 가능

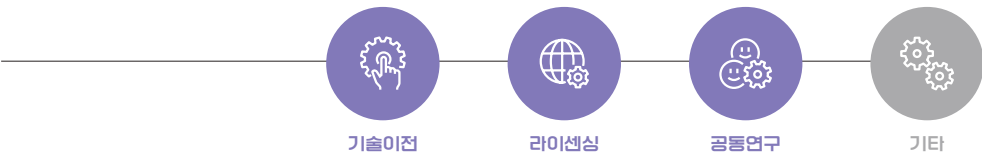
기술의 차별성

- 형상기억합금의 작은 수축 변위, 느린 구동속도를 극복한 신개념 구동기
- 수십 마이크로미터(μm) 굵기의 미세한 형상기억합금 와이어를 코일링한 미세 형상기억합금 스프링 제작기법 확보
- 미세 형상기억합금 스프링 실을 옷감짜듯이 직조하여 인간근육보다 수십 배 큰 힘을 발휘할 수 있는 옷감형 인공 근육 기술

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 전류를 공급하는 단순한 방식으로 수축운동 가능하며 구동 소음이 없음(무소음, 저소음 구동)
- 실제 옷감처럼 가볍고 부드러워 접기, 말기, 자르기 가능
- 무게가 10g 인 옷감형 구동기의 경우 자체무게의 1,000배인 10kg의 무게를 근육처럼 수축하며 들어 올릴 수 있는 고구동력, 고파워 밀도 성능
- 인체 골격근의 수축률 40% 이상으로 수축하는 고수축률로 인체의 운동범위 감당 가능

접기, 말기, 자르기가 가능한
직조 옷감형 인공근육



직조 옷감형 인공근육의
10kg, 20kg 부하에 대한
수축변위



지식재산권 현황

특허

- 인공근육모듈(KR1696880)
- 변위 측정 장치가 구비되는 인공근육모듈(KR1731491)
- 형상기억합금 스프링 제작 장치 및 방법(KR1712958)
- 형상기억합금 스프링의 연속 제조장치(KR1967214)
- 형상기억합금 스프링의 제작방법(KR2442460)
- 공기냉각장치를 포함하는 유연구동기, 이를 포함하는 웨어러블 로봇 및 마사지 장치(KR2568155)
- SMA 스프링이 직조된 패브릭 및 이를 이용한 옷감형 유연구동기, 이를 포함하는 웨어러블 로봇 및 마사지 장치 (KR2621558)

노하우

- 미세 형상기억합금 스프링 실 제작 기술
- 근육옷감 직조 제작 기술
- 근육옷감의 소프트 구동기 제작 기술



근육옷감을 적용한 상지, 허리 및 하지 보조 의복형 웨어러블 로봇 기술

연구자: 박철훈
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7980

기술 개요

- 인간근육의 수십 배의 힘을 발휘하면서도 근육 수준의 고파워, 고수축률의 근육옷감을 적용한 의복형 웨어러블 로봇으로서 웨어러블 로봇, 재활기기, 헬스케어, 로봇 등에 적용하기 위한 기술



고객 · 시장

- 웨어러블 로봇 기업
- 헬스케어, 재활기기 기업
- 건설, 물류 기업
- 요양 병원, 대형 병원

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 모터형 구동기를 적용한 웨어러블 로봇은 무거운 무게, 불편한 착용감 및 높은 가격 등으로 인해 대중화에 한계
- 사람의 근육과 같이 가볍고 유연하지만 근육보다 수십 배 큰 힘을 발휘할 수 있는 근육옷감을 적용하여 가볍고 저렴한 의복형 웨어러블 로봇 개발 필요
- 택배-건설 근로자, 간병인, 환경 미화원 등의 육체노동 근로자들에 대한 저렴하고 편안한 의복형 웨어러블 로봇 보급 가능
- 근력보조를 통해 근로자의 노동 기피현상을 줄이고 근골격계 질환을 예방하고 피로도를 줄임으로써 삶의 질 향상에 기여

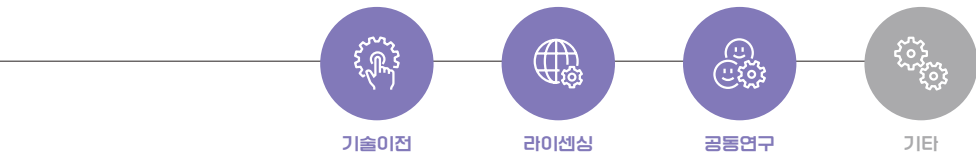
기술의 차별성

- 미세 형상기억합금 스프링을 옷감 짜듯이 직조하여 인간근육보다 수십 배 큰 힘을 발휘하고 전류를 공급하는 단순한 방식으로 수축운동 가능하며 무소음으로 구동하는 근육옷감을 적용하여 일상복처럼 편하게 입은 상태로 큰 힘을 보조받을 수 있는 의복형 웨어러블 로봇기술
- 배터리, 제어기 등을 포함한 로봇의 무게는 1~2kg 이하로 점퍼 수준으로 경량
- 상지-허리-하지 보조 및 재활을 위해 가볍고 편한 의복형태로 제작하여 저렴한 가격으로 쉽게 보급할 수 있는 소프트 웨어러블 로봇 기술

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 기존 웨어러블 로봇은 곤충의 외골격과 유사한 hard wearable robot으로 대부분 모터나 공압 구동 방식으로, 무거우며 작동 소음이 크고 상대적으로 비싼 것이 단점인 반면, 의복형 웨어러블 로봇은 soft wearable robot으로, 가볍고 저렴하며 장시간 착용해도 일상복처럼 편안함

- 근육옷감을 점퍼형태의 의복형 웨어러블 로봇에 적용 후 아무 힘이 없는 마네킹에 적용하였을 때 4kg 들기 가능
- 유연구동기와 배터리, 제어기 등을 모두 포함한 의복형 웨어러블 로봇의 무게는 약 1kg으로, 일반 성인이 입는 점퍼나 청바지 수준의 무게
- 근력보조가 필요할 때만 로봇과 신체를 선택적으로 연동할 수 있어 전력 낭비가 적고, 배터리가 모두 소진되어도 평소 일상복처럼 입고 다닐 수 있음



지식재산권 현황

특허

- 형상기억합금 스프링을 이용한 근력보조 장치(KR1922556)
- 인공근육 조립체, 이를 포함하는 근력증강용 의복 및 인공근육 조립체의 제어방법(KR2129519)
- 근력 증강용 의복 및 이의 제어방법(KR1967215)
- 착용자의 모션의도 인식을 위한 웨어러블 모션측정장치, 이를 이용한 모션인지방법 및 웨어러블 로봇 및 그 제어 방법(KR2308550)
- 유연구동기, 이를 포함하는 웨어러블 로봇 및 이의 제조방법(KR2341414)
- 옷감형 유연구동기를 적용한 부위별 근력보조용 웨어러블 로봇 모듈 및 이를 포함하는 웨어러블 로봇(KR2388069)
- 옷감형 유연구동기를 적용한 관절 재활기기(KR2603138)

노하우

- 근력보조 의복형 웨어러블 로봇 설계-제작 기술
- 신체 재활 및 보조기기 제작 기술
- 소프트 웨어러블 로봇 제어 기술

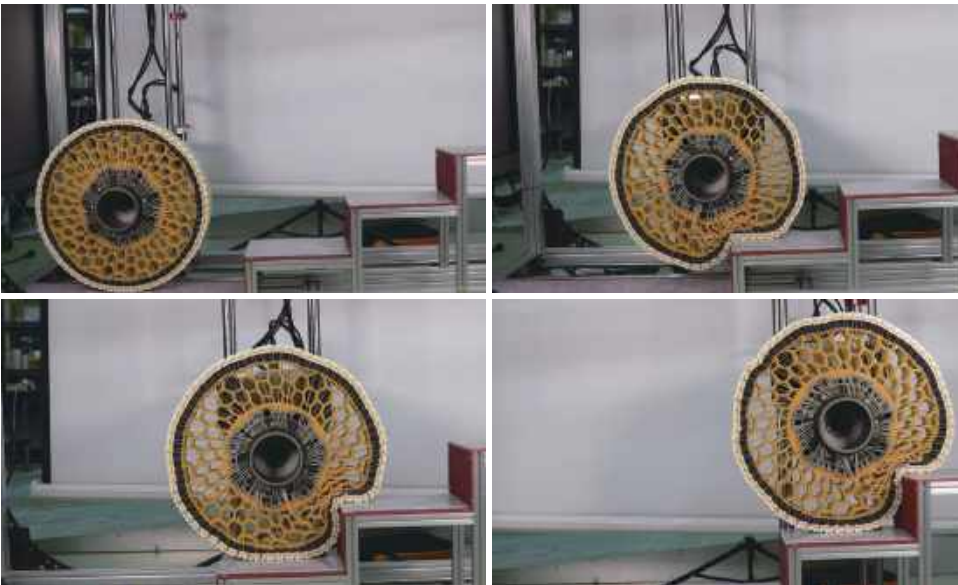


장애물 극복 모핑 휠

연구자: 송성혁, 박찬훈
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7916

기술 개요

- 휠의 강성을 실시간 가변할 수 있도록 하여, 평지에서의 고속 주행과 장애물의 효과적인 극복을 동시에 구현할 수 있도록 하는 기술



〈모핑 휠이 장애물의 형상에 대응해 변형됨으로써 계단을 오르는 모습〉
- 평지에서는 고속주행에 적합하도록 원형의 고강성 상태 유지 가능(좌측 상단 그림)
- 계단과 같은 장애물 극복 시에는 휠의 표면장력을 낮춤으로써
휠이 계단의 형상에 맞추어 변형되어 계단 등반이 가능함(나머지 그림)

고객 · 시장

- 모바일 로봇, 라스트마일 이동체, 모빌리티 시스템, 배송 로봇

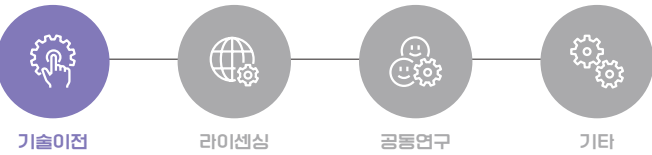
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 휠은 평지의 고속 주행 시에는 이동 메커니즘 중 가장 높은 에너지 효율을 가지면서 빠르게 이동이 가능하지만, 장애물 극복 시에는 휠의 크기가 장애물 높이보다 훨씬 커져야 할 뿐만 아니라 극복 과정에서도 큰 흔들림이 발생하는 문제가 있어 계단과 같은 장애물 극복에 한계가 있음
- 4족 보행이나 2족 보행과 같은 보행 메커니즘의 경우에는 평지 주행 시에도 흔들림이 크고 낮은 에너지 효율을 보일 뿐 아니라 고속 이동을 구현하기에도 효과적이지 않음. 또한 시스템의 복잡도가 크게 증가하는 문제도 있음
- 무한궤도 형태의 이동 메커니즘은 넓은 접지 면적이 필요하며, 이동 중 지면 손상을 발생시킬 위험이 있음. 또한 평지 고속 이동을 구현하기에 한계가 있음

기술완성도(TRL)



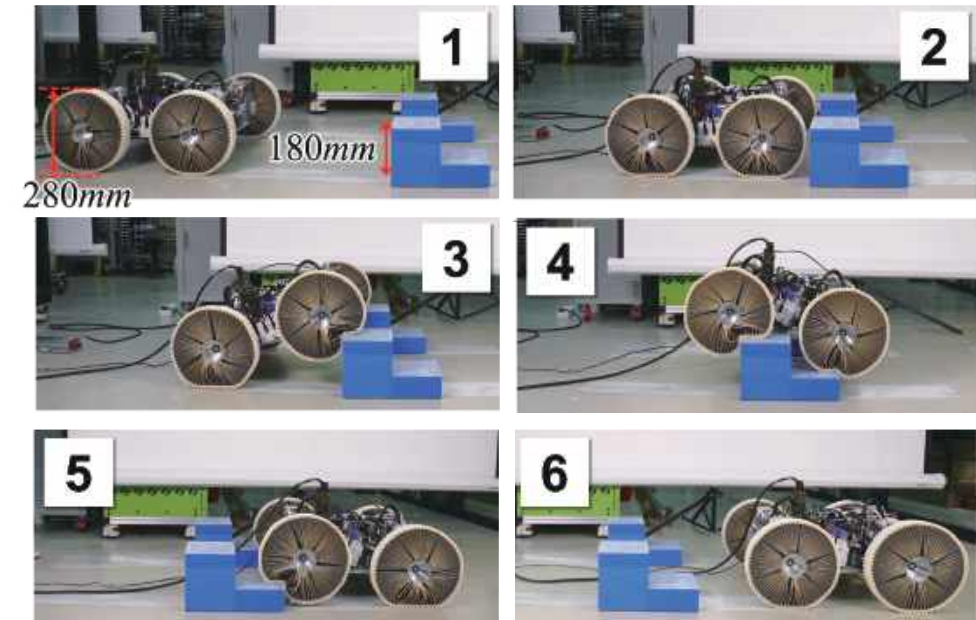
희망 파트너십



기술의 차별성

- 평지에서는 일반적인 휠의 장점을 유지할 수 있도록 고강성의 원형을 유지하면서 보통의 휠과 같이 고속 구동이 가능
- 장애물을 극복해야 할 때는 휠을 실시간으로 갑자기 말랑하게 바꾸어, 휠이 장애물의 형상과 일치하게 변형되어 쉽게 극복할 수 있음
- 휠의 크기 변화 없이 다양한 형태의 장애물을 단순한 시스템 구성으로 쉽게 극복 가능

기술의 우수성



〈4륜 기반 이동 로봇에 모핑 휠을 적용하여, 로봇이 휠 반경의 약 1.3배 이상 높이의 장애물을 안정적으로 극복〉

지식재산권 현황

특허

- 장애물 극복용 바퀴유닛
(PCT/KR2022/000537, US18/258035, EP22739656.1, JP2023-537321, CN202280009912.8)
- 다분절 회전 블록을 포함하는 장애물 극복용 바퀴유닛(KR2570135)
- 장력조절장치 및 이를 포함하는 바퀴유닛(KR2567827)
- 체인형 회전 블록을 포함하는 장애물 극복용 바퀴유닛(KR2555025)



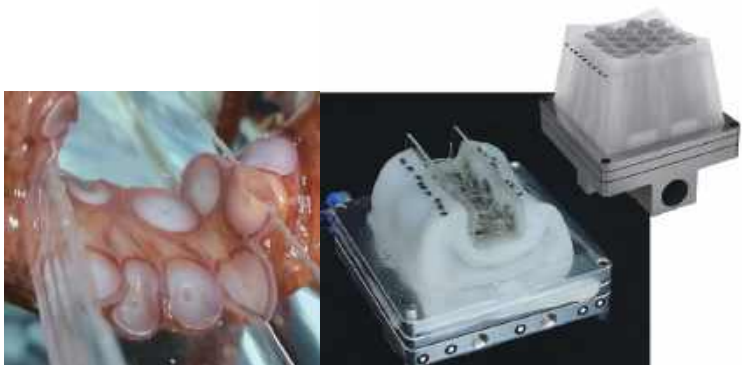
집게-흡착 융합형 만능 그리퍼

연구자: 송성혁, 박찬훈

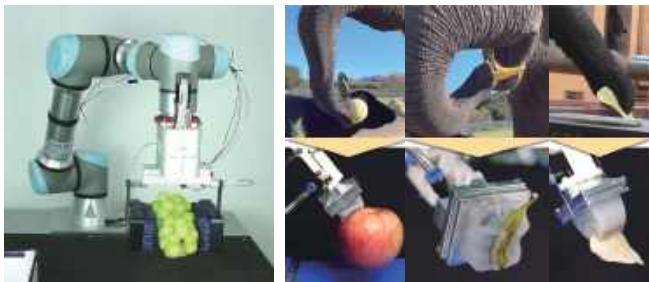
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7916

기술 개요

- 다양한 크기, 형상, 물성, 무게를 가지는 물체를 안정적으로 파지하여 조작을 구현할 수 있는 그리퍼 기술로서 응용 분야별 특성에 따라 집게형, 흡착형, 집게-흡착 융합형 그리퍼로 개발됨



〈흡착형 그리퍼〉



〈집게형 그리퍼〉

〈집게-흡착 융합형 그리퍼〉

고객 · 시장

- 물류 로봇, 서비스 로봇, 조립 공정 자동화, 다품종 변량 생산 공정

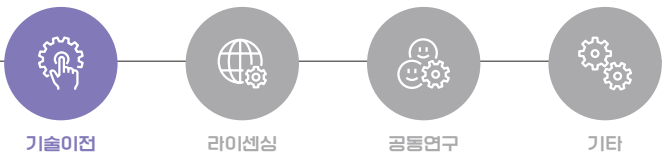
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 그리퍼는 몇 가지 미리 정해져 있는 물품군의 파지만 구현이 가능해서, 파지 대상물이 변경되는 경우 그리퍼를 매번 교체해야 하는 문제가 존재
- 다양한 물체 파지를 목적으로 개발된 기존의 소프트 그리퍼들의 경우, 낮은 파지력으로 인해 파지물에 외력이 인가되는 경우 초기 파지 위치가 변경되어 복잡한 작업 수행이 불가
- 기존의 그리퍼로는 바늘과 같이 작은 물품, 혹은 천이나 와이어와 같이 매우 얇고 가는 유연체의 파지 구현이 어려움

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

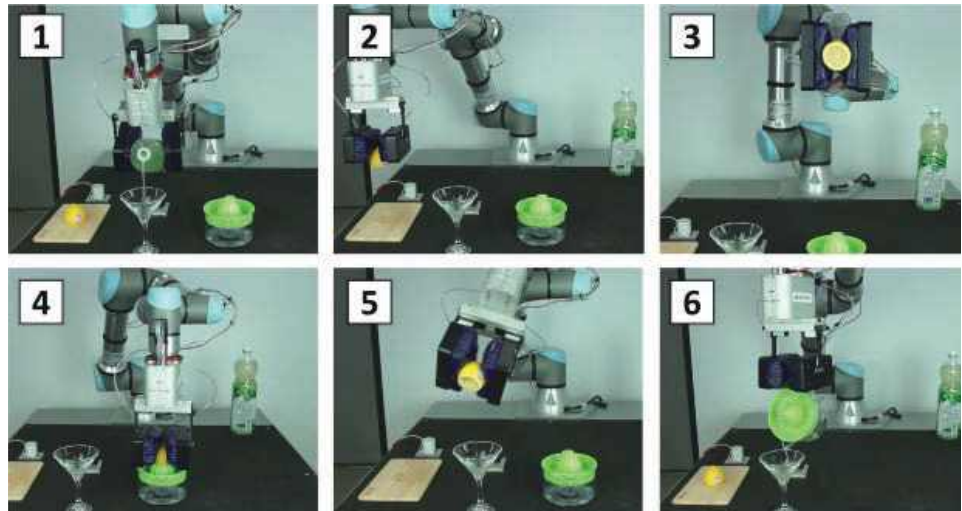


기술의 차별성

- 하나의 그리퍼로 다양한 크기, 형상, 물성, 무게를 가지는 물체들을 안정적으로 파지하여 조작 구현이 가능하도록 하는 그리퍼 기술을 이용하여 작업의 확장성 구현
- 집게형 만능 그리퍼 : 처음에는 팁의 강성이 두부 정도의 강성으로 말랑하여, 물체를 파지하게 되면 물체 형상과 일치하도록 그리퍼 팁의 변형이 발생하고, 파지 후에는 변형된 형상 그대로 단단하게 강성이 증가하여 안정적인 파지를 구현할 수 있는 기술
- 흡착형 만능 그리퍼 : 기존의 석션컵과 같은 흡착형 그리퍼들이 대상 파지 물체 표면에 단차가 존재하거나 관통 구멍이 있는 경우 공기 누입으로 인해 파지 구현이 어려운 한계를 극복하여, 표면 형상이 복잡한 경우에도 안정적으로 파지를 구현할 수 있는 세계 최고 수준 기술
- 집게-흡착 융합형 만능 그리퍼 : 집게형 그리퍼와 흡착형 그리퍼의 각각의 단점을 보완하여, 기존 흡착형 그리퍼나 집게형 그리퍼로 파지가 매우 어려웠던 바늘, 스펀지, 다공성 천과 같은 대상물도 집게와 흡착 메커니즘을 융합함으로써 센서나 정교한 제어 없이도 쉽게 파지를 구현할 수 있는 세계 최초 기술

기술의 우수성

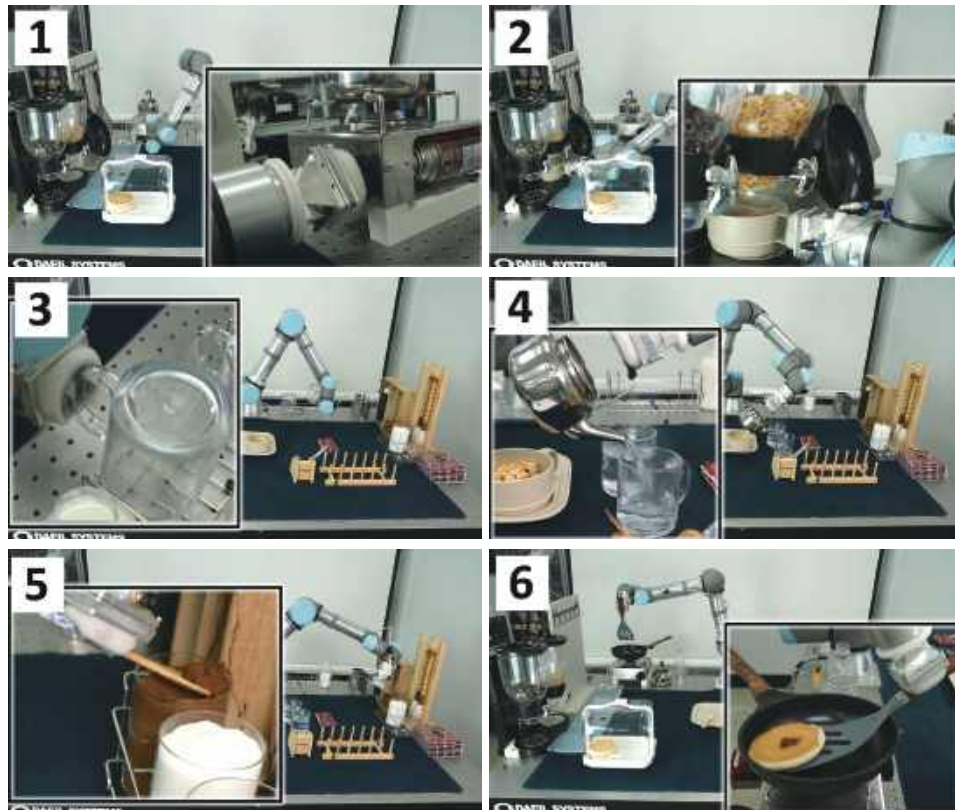
- 집게형 만능 그리퍼 : 일반적인 집게형 그리퍼의 경우, 파지 대상 물체의 무게나 강성을 미리 알지 못하는 상황에서는 얼마나 센 힘으로 파지해야 하는지, 혹은 어떤 방향으로 파지해야 하는지 추정하기 어려워 물체 파손 없이 안정적인 파지 구현이 어려움. 하지만 해당 기술을 활용할 경우, 그리퍼 팁의 초기 강성이 두부와 같이 말랑하기 때문에 파지 시에 매우 작은 압축력으로도 파지를 구현할 수 있으며, 파지 후에는 팁이 대상물의 형태와 일치하게 변형된 상태로 단단해지기 때문에 안정적인 파지를 구현할 수 있는 세계 최고 수준 기술임



〈집게형 만능 그리퍼를 이용하여 레몬을 비롯한 다양한 물체를 파지하고 착즙하는 등 작업을 수행하며 각테일 제조를 시연〉

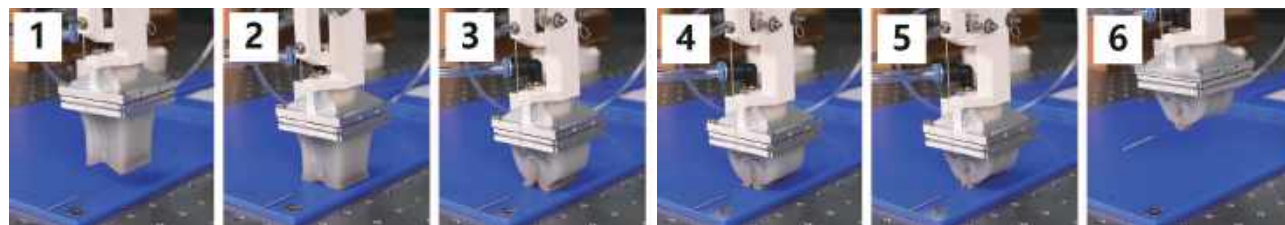


- 흡착형 만능 그리퍼 : 파지 대상물의 표면에 돌기가 존재하거나 단차가 있는 경우, 관통 홀이 있는 경우, 파지 면이 좁은 경우 등 기존 흡착 그리퍼로는 파지가 불가능했던 다양한 물체도 하나의 흡착 그리퍼로 파지를 구현할 수 있는 세계 최고 수준 기술. 문어 다리의 파지 메커니즘을 모사하여 물체를 감싸면서 세부 형상에 대해서도 효과적으로 적응이 가능하여 안정적인 파지를 구현할 수 있음. 좁은 면적만 확보되는 상황에서도 안정적인 파지 구현이 가능하여 물건이 좁은 공간에 적응되어 있는 상황에서도 효과적 파지 가능



〈흡입형 만능 그리퍼를 이용해 아침 식사 준비에 필요한 다양한 작업을 구현하고 있다. 가스렌지 손잡이 돌려 불 켜기, 시리얼 컵을 파지한 후 시리얼 디스펜서 돌려 시리얼 받기, 좁은 손잡이의 컵을 파지하여 옮긴 후 무거운 주전자 손잡이를 잡아서 뜨거운 물 붓기, 뒤집개로 호떡 굽기 등의 작업을 하나의 그리퍼로 구현할 수 있음〉

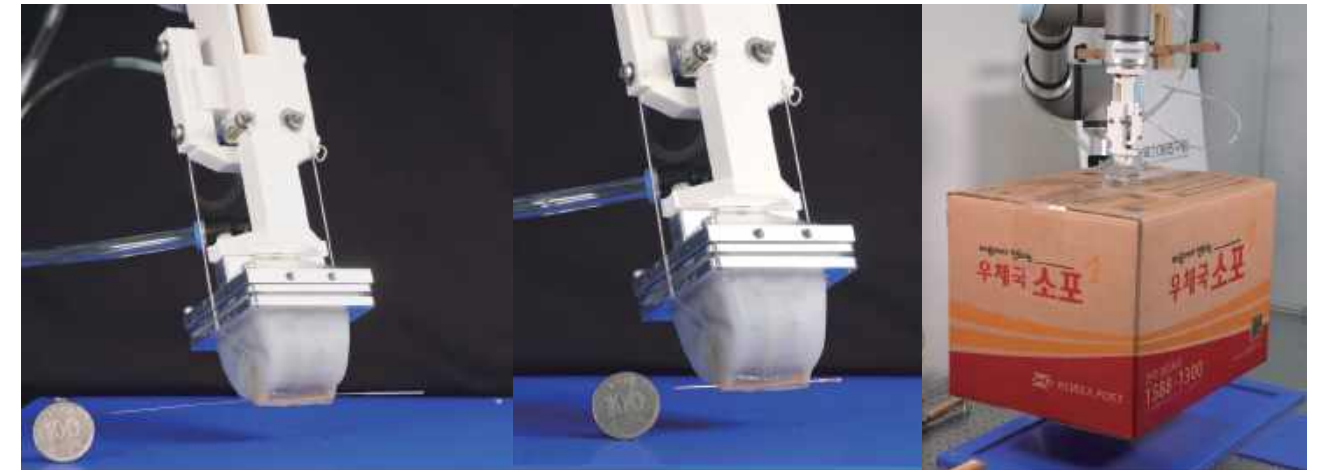
- 집게-흡착 융합형 만능 그리퍼 : 흡착 메커니즘으로 파지가 불가능한 스펀지와 같은 다공성 물체, 바늘, 천과 같은 소재까지 파지할 수 있도록 하는 세계 최초 기술. 집게와 흡착 메커니즘을 융합하여 기존의 집게형 그리퍼로 파지가 어려운 종이와 같은 매우 얇은 물체, 한방침과 같은 매우 가는 물체까지도 쉽게 파지가 가능할 뿐만 아니라, 흡착 그리퍼의 장점도 가지고 있어 그리퍼 크기의 10배 이상의 매우 큰 물체까지 파지를 구현할 수 있음



〈집게-흡착 만능 그리퍼를 이용하여 바닥에 놓여있는 한방침(직경 0.25mm)을 꼬집어서 파지하는 모습. 꼬집는 동작 과정에서 그리퍼의 끝이 손가락처럼 휘어져 바닥에 밀착된 후 한방침을 잡아 올리고 있다.〉



〈그리퍼가 바닥에 놓인 실 끼우개를 세워서 파지한 후, 바늘 귀에 실 끼우개를 정확하게 관통시킨 후 이를 회전시키는 모습〉



〈집게-흡착 만능 그리퍼가 다양한 크기의 물체를 파지하는 모습〉

지식재산권 현황

특허

- 집게형 만능 그리퍼
 - 소프트 그립유닛, 이를 포함하는 그립장치 및 그립장치의 구동방법 (PCT/KR2020/001455, US17/294113, EP20821747.1, CN202080008837.4)
 - 그립장치 및 이를 가지는 그립로봇(KR2152467)
 - 소프트 그립유닛, 이를 포함하는 그립장치 및 그립장치의 구동방법(KR2178907)
- 흡착형 만능 그리퍼
 - 소프트 그립헤드, 이를 포함하는 소프트 그립유닛, 및 소프트 그립유닛을 포함하는 그립장치 (PCT/KR2021/000508, US17/608943, EP21741177.6, CN202180003365.8, JP2022-530954)
 - 소프트 그립헤드, 이를 포함하는 소프트 그립유닛, 소프트 그립유닛을 포함하는 그립장치 및 그립장치 제어방법 (KR2291521)
 - 흡착 유닛, 흡착 유닛 제어방법 및 흡착장치(KR2411453)
 - 흡착 유닛 및 이를 포함하는 흡착장치(KR2402898)
 - 흡착 유닛, 흡착 유닛 제조방법 및 흡착장치(KR2402899)
- 집게-흡착 융합형 만능 그리퍼
 - 파지면의 능동 접힘이 가능한 그리퍼(PCT/KR2023/000603, US18/691633, EP23831658.2)
 - 국내출원 : 파지면의 능동 접힘이 가능한 그리퍼(KR2489926)
 - 이방성 표면장력을 갖는 그리퍼(KR2464327)



124

AI/로봇
14

휠-레그 로봇 모빌리티 기술

연구자. 이영훈, 박동일
소속. 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7130

기술 개요

- 바퀴와 다리를 동시에 가지고 있는 휠-레그 로봇 플랫폼 설계 기술 및 이를 활용한 균형 제어/다양한 환경 극복 기술



고객 · 시장

- 일상환경 보안/치안 로봇, 라스트 마일 배송 로봇, 언택트 서비스 제공 로봇 등
- 고령화 사회 보조 및 서비스 로봇, 물류 자동화 로봇, 교육/연구용 이동 로봇 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 바퀴형태의 로봇은 평탄한 지형에서의 이동은 효율적이지만 단차가 있거나 장애물 극복이 어려움
- 기존 족형 로봇의 경우, 계단/둔덕 등의 일상 환경에서의 이동이 가능하지만 에너지 효율이 상당히 낮음
- 휠-레그 로봇은 바퀴/다리를 둘 다 가지고 있어 효율적으로 이동하면서도 다양한 복합 환경을 극복할 수 있기 때문에 가까운 미래에 물류 및 라스트 마일 배송/언택트 서비스 제공을 위해 상당히 높은 활용도를 거칠 것으로 예상되는 로봇임

기술의 차별성

- 휠과 다리를 동시에 구동하여 효율적인 이동 및 장애물 극복이 가능함
- 주행 중 외란을 받았을 경우 균형 제어가 가능함
- 로봇이 무게를 싣고 이동하는 것이 가능함
- 다양한 지형에서의 이동 성능을 검증함

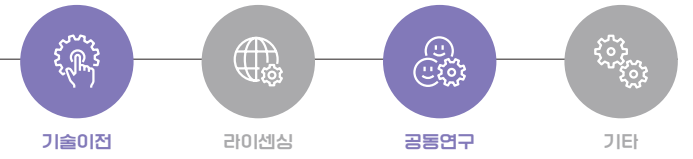
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

125

기술완성도(TRL)

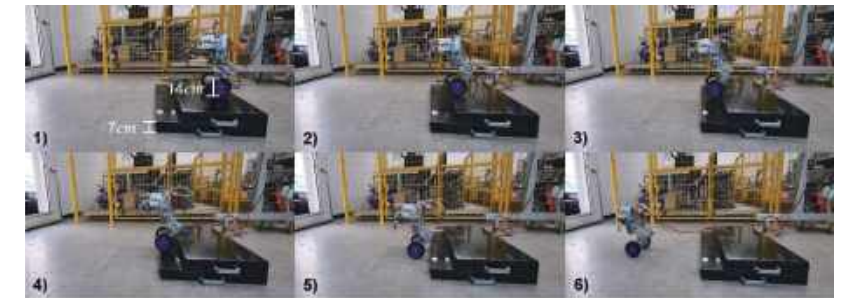


희망 파트너십

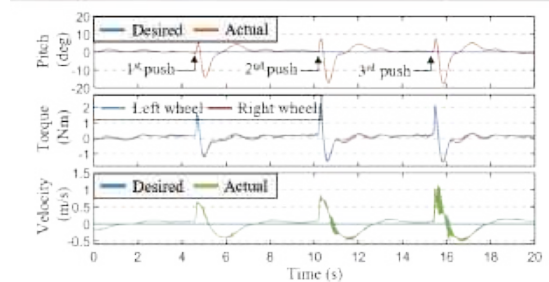


기술의 우수성

- 개발된 휠-레그 로봇은 다양한 지형에서의 이동이 가능하며 그림 2와 같이 계단 환경에서의 이동 성능을 검증함
- 일상 환경에서 이동하며 서비스 제공을 위해 활용되기 위해서, 외란 극복이 가능한 로봇 균형 제어 기술 확보가 필수적임. 그림 3과 같이 로봇에 외력을 가했을 때 균형을 유지할 수 있는 제어 기술을 실험적으로 검증함



〈휠-레그 로봇의 계단 극복 스냅샷〉



〈휠레그 로봇의 외란 대응 및 균형 제어〉

지식재산권 현황

특허

- 출원 준비중

노하우

- 휠-레그 로봇 제작 및 제어 기술
- 다양한 지형 및 환경에서의 이동 기술
- 외란 대응 및 균형 제어 기술



인간형 양팔로봇 기술

연구자: 최태용, 도현민, 박찬훈, 박동일, 경진호
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7778

기술 개요

- 인간의 고난도 작업 자동화를 위한 인간형 양팔로봇 하드웨어 기술
- 인간처럼 양팔을 이용한 고난도 작업을 하기 위한 제어 및 모션 기술
- 인간 작업자 안전 협업을 위한 양팔로봇 스마트 피부(안전 커버) 기술
 - 인간형 양팔로봇 : 인간과 유사하게 두 팔, 허리를 가진 로봇
 - 스마트 안전 커버 : 로봇 매니퓰레이터를 포함한 다양한 기구 구조에 커버로 사용되면서, 물체와 접촉할 때의 힘의 크기/방향/위치를 모두 측정 가능한 장치



〈인간형 양팔로봇이 적용된 제조공정 예시〉



〈인간-로봇 공존을 위한 안전 커버〉

고난도 작업 구현을 위한 인간형 양팔로봇 시스템

고객 · 시장

- 양팔로봇 개발 로봇 기업
- 협동로봇 기업
- 로봇용 센서 기업

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 산업용 로봇은 팔이 하나로 인간 작업자의 고난도 작업 구현 불가
- 양팔을 이용한 작업 및 공정 구현을 위한 체계 및 제어방법 부재
- 인간 작업자와의 협업에서 상호인터랙션 및 안전확보 등을 위한 고신뢰성 피부 기술 부재

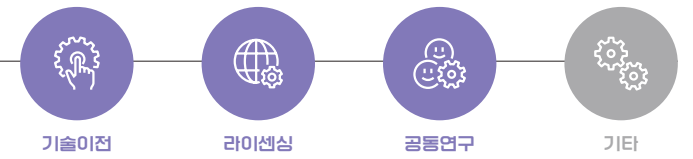
기술의 차별성

- 개발 양팔 로봇은 허리(2~3 자유도), 로봇팔(각 7축 이상)의 고자유도를 이용한 인간 작업자의 고난이도 동작 구현 가능하며, 인간과 유사한 크기에 각 팔 가반하중 5kg이상 확보
- 양팔로봇 실시간 제어용 기구학, 동역학 알고리즘을 탑재하여 위치 및 힘제어 가능
- 산업현장 적용을 위한 다양한 샘플 공정을 구현을 통해 확보한 기술 완성도 및 활용성
- 자체 개발한 저가의 힘 · 토크 센서를 활용한 초저가, 초민감 로봇 스마트 피부

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 인간형 양팔로봇의 구동부 관련 자체 기술을 보유하고, 해당 구동부 기술을 이용하여 사람과 유사한 크기에서 자중대비 가반하중 1:4이상 확보
- 양팔로봇의 힘 · 위치 제어를 통하여 다양한 파일럿 공정 기술 확보(핸드폰 포장, 공장 물류 핸들링, 커넥팅, 볼팅 등)
- 접촉력의 3축 힘크기 및 위치 측정 가능하며, 자체개발 센서기술을 통하여 저가화 구현 가능



〈커넥팅 공정〉



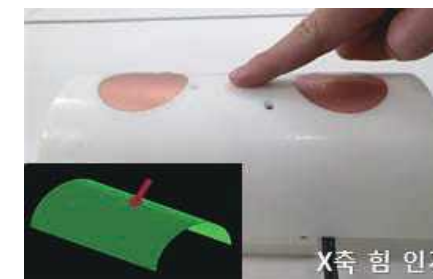
〈볼팅 공정〉



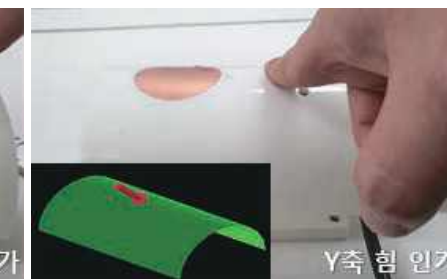
〈코스메틱 제조〉



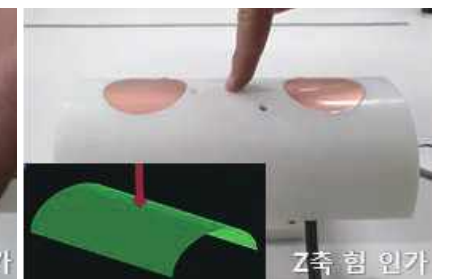
〈전자제품 제조〉



X축 힘 인가



Y축 힘 인가



Z축 힘 인가

〈인간형 양팔로봇 스마트 안전 커버 동작〉

지식재산권 현황

특허

- 로봇의 교시 장치(KR1263487)
- 양팔 로봇의 직접 교시 방법(KR1193211)
- 로봇의 외력 센싱 구조(KR2019-0126391)

노하우

- 인간형 양팔로봇 공정 구현
- 커버 형상에 따른 힘 측정 알고리즘



작물 수확용 농업로봇

연구자: 최태용, 박종우, 김정중, 신영식
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7778

기술 개요

- 시설원에 환경에서 작물을 수확하고 운반하는 로봇 시스템
- 작물 수확을 위한 수확로봇과, 수확한 작물을 운반하는 운반로봇으로 구성되어 있으며, 작물수확 및 운반 전체 과정을 무인화



〈시설원에 작물 자동 수확 및 운반 로봇 시스템〉

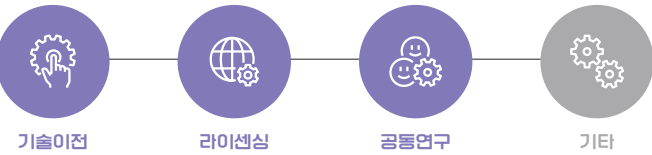
고객 · 시장

- 농업환경 작물 수확 기술 기업 및 농가
- 시설원에, 과수, 노지 등의 농업로봇 기업

기술완성도(TRL)



희망 파트너쉽



기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 작물 수확로봇은 연구적으로는 개발이 되었으나, 실제 농업현장에서 자율적으로 이동하며, 수확을 하는 기술 완성도가 현격히 낮았음
- 복수의 로봇을 이용하여 수확 및 운반까지 자동화할 수 있는 완성형 기술 부재
- 농작업 중 가장 비용이 크고 자동화가 안되어 있는 수확을 자동으로 할 수 있는 기술에 대한 농가 수요 증가

기술의 차별성

- 시설원에 환경 작물 인식 및 수확, 운반을 위한 복수 로봇을 이용한 무인화
- 수확 작물 운반을 위한 별도 운반로봇을 활용한 수확로봇의 연속 수확 체계 기술
- 수확로봇과 운반로봇의 작물 전달의 유기적 연계를 위한 메커니즘 기술

기술의 우수성

- 농작물 수확을 위한 1000N급 커팅 장치 개발 적용
- 수확로봇, 운반로봇으로 구성된 3대 이상의 다수 로봇 협업 기술 적용 가능
- 상용화를 고려한 사람작업자용 작물박스를 활용한 수확 및 운반 체계 구축

지식재산권 현황

특허

- 작물 수확용 절단장치(KR2023-0014707)
- 농작물 이송로봇 및 농작물 수확 시스템(KR2022-0163964)

노하우

- 작물 수확을 위한 매니퓰레이터 제어
- 작물 수확을 위한 수확기 개발



시 및 가상공간 기반 로봇 작업 궤적 최적화 기술

연구자. 김정중, 고두열, 김창현
소속. 인공지능기계연구실 042-868-7497

기술 개요

- 로봇 작업 궤적을 최적화하여 작업성 최대화 및 작업 시간을 단축시키는 기술
- 로봇 및 작업 공간을 가상화하고, 가상화된 공간상에서의 학습 기술



고객 · 시장

- 로봇 활용 물류/제조/서비스 제공 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 로봇을 활용한 작업 궤적은 사용자가 임의로 작업 지점을 설정 후 중간 지점을 보간하여 궤적을 생성하나, 여러 제한 조건을 고려하여 설정 시 많은 설정 시간이 필요함
- 또한 기존 접근 방법은 로봇의 특성 및 작업 공간에 대해 최적화가 되지 않아 생성된 궤적의 경우 작업성 및 작업 시간 측면에서 효율이 떨어짐

기술의 차별성

- 로봇 및 로봇 작업 공간 가상화
 - 로봇 작업 시 고려해야 하는 다양한 제한 조건(로봇의 속도, 이동 반경, 충돌 등)을 반영한 작업 시뮬레이션 환경 구축
- 작업 궤적 최적화
 - 로봇 작업 시간, 작업성, 충돌 등을 고려한 비용 함수 선정 및 이를 활용한 가상 환경 내 학습
- 최적 궤적의 실제 로봇 구동
 - 학습된 궤적의 실제 로봇과 연동을 통한 작업 수행

기술의 우수성

- 로봇의 특성 및 충돌 등의 작업성 평가에 활용 가능한 요소를 반영한 가상 작업 환경 구축
- 다양한 로봇에 적용가능한 로봇의 제한 조건 설계 및 학습 기반 궤적 최적화 기법 활용
- 환경에 대한 정보를 반영하여 최적 동작 생성 가능
- 실제 서비스에 적용 가능한 시스템 구성

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

기술이전

라이선싱

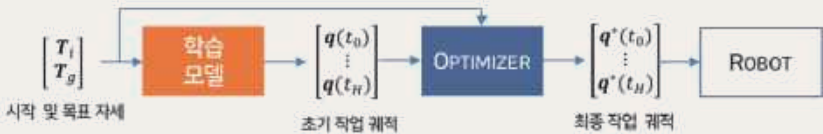
공동연구

기타



ROS

〈시뮬레이션과 연계한 학습 및 궤적 최적화 구조〉



〈학습 기반 궤적 최적화 구조〉



〈실제 로봇 연동 및 작업〉

지식재산권 현황

특허

- 작업대상물의 피킹 및 플레이스 방법(KR2267514)

노하우

- 실세계 작업 환경 가상화 노하우
- 시간, 작업성 등을 반영한 학습 기반 작업 궤적 최적화 노하우
- 기존 시스템과 로봇의 통합 노하우



AI(인공지능) 기반 방역 로봇 기술

연구자: 김창현, 고두열, 김정중, 안병태, 신영식
소속: 인공지능기계연구실 ☎ 042-868-7279

기술 개요

- 사람이 많은 실내 다중밀집시설에서도 안전하게 자율 방역을 실시할 수 있는 AI 기반 방역 로봇 기술
- AI 기반 고객의 위치와 머무는 시간 정보를 활용한 바이러스 밀집 지역 추정하는 확률 바이러스 지도 알고리즘
- UV-C 살균 램프를 이용한 공기 살균 및 살균액 분사 기능을 탑재한 자율주행 로봇 시스템 기술



〈인공지능 기반 방역 로봇 동작 원리〉

고객 · 시장

- 카페, 식당, 병원, 공항, 역사 등과 같은 실내 다중이용시설 운영 기관/업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 방역 로봇은 강력한 UV-C 불빛을 외부로 조사하여 바이러스를 살균하는 방식을 이용하며, 이때 사용하는 UV-C 불빛은 인체에 유해하여 반드시 사람이 없을 때에만 방역 작업이 가능하여 활용성이 떨어진
- 또한 방역 대상을 정확히 분석하지 못하여 무작위 방역 작업으로 효율이 떨어짐.

기술의 차별성

- 인공지능 기술을 이용하여 실내 사람의 위치와 머무른 시간을 정확히 인식하여 바이러스 밀집 의심 지역 추정 가능
- 바이러스가 밀집된 지역을 중심으로 최적 로봇 주행 경로 생성 및 자율주행을 통한 방역 작업 수행
- 사람과 공존 가능한 환경에서 사용할 수 있는 방역 로봇 시스템 기술

기술의 우수성

- 다수의 CCTV 카메라에서 획득한 이미지에 관절을 추출하는 학습 모델(ResNet 18을 backbone으로 함)을 적용하여 실시간으로 사람의 위치를 인식하는 알고리즘을 구현



〈위치 인식 알고리즘 전체 구조〉

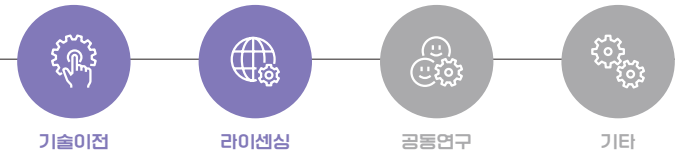


〈사람 관절 위치 인식 예〉

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



- 자율주행이 가능하며 공간 내에서 방역 작업 수행이 가능한 모듈을 탑재한 방역 로봇 시스템 개발

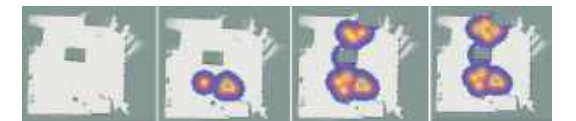


〈자율주행 방역 로봇 개념도 및 개발 시스템〉

크기	φ500 x 800mm
무게	30kg
최대 속도	1.5 m/s
운용시간	약 4 시간
위치 정밀도	±40mm
전원 공급	DC 25V, 17Ah
기타	1 Lidar, 1 RGBD camera, i7 CPU, Ubuntu 18.04

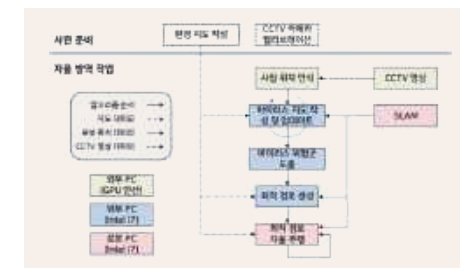
〈방역 로봇 주요 사양〉

- 고객과 방역 로봇의 위치 및 머무른 시간을 고려하여 가우시안 프로세스(gaussian process) 기반 확률 바이러스 지도 작성 알고리즘 구현



〈고객 위치 기반 확률 바이러스 지도 업데이트〉

- 바이러스 지도 내 바이러스 밀도가 높은 지역을 가장 빠른 시간 내 방역 작업 수행이 가능하도록 유전 알고리즘 (genetic algorithm) 기반 최적 방역 경로 계획 알고리즘 구현
- 자율주행 로봇 시스템 및 방역 알고리즘 통합 구현 및 현장 환경 실증



〈통합 알고리즘 흐름도〉



〈방역 로봇 현장 적용 보도자료, SBS 뉴스, 2022.01.19.〉

지식재산권 현황

노하우

- 자율주행 기능을 갖춘 서비스 로봇 시스템 개발 노하우
- ROS(Robot operating system) 기반 자율 주행 및 로봇 제어 알고리즘 개발 노하우
- 상용화를 염두에 둔 로봇의 현장 적용 개발 노하우



이동식 자율작업 기계 기술

연구자: 김창현, 김정중, 고두열, 박진성, 안병태, 신영식, 김상현
소속: 인공지능기계연구실 ☎ 042-868-7279

기술 개요

- 모듈형 모바일 매니퓰레이터 플랫폼 및 AI를 기반으로 한 자율 주행 및 자율 작업이 가능한 로봇으로서, 비정형 제조 환경 내에서 다양한 작업이 가능함



〈이동식 자율 로봇 개요 및 시제품〉

고객 · 시장

- 자동차, 반도체, 디스플레이, 식품, 의약품 등 제조 산업에서의 물류 이송, 감시 작업 등
- 기타 목표 물품을 인식하고 집고, 목표 위치에 놓거나 조작 작업이 필요한 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 정돈되지 않고 좁고 장애물이 존재하는 비정형 환경 내에서 다양한 작업을 하는 제조 현장에서는 자동화 시스템 도입이 어려우며, 이러한 환경에서 작업을 위해서는 최소한의 시스템으로 다양한 작업 및 환경변화에 대응 가능한 시스템이 필요함
- 원하는 위치로 이동하여 다양한 작업을 할 수 있는 이동형 자율작업 로봇 시스템 구성을 위한 요소 기술 및 통합 기술을 확보하여 비정형 환경 내 다양한 작업 수행이 가능함

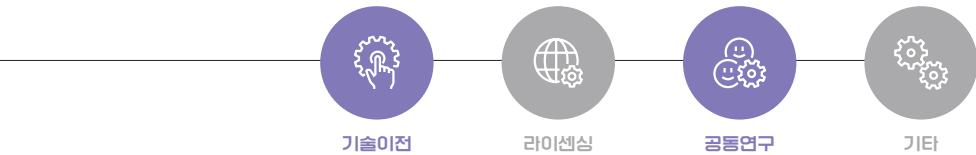
기술의 차별성

- 인공지능 기반 자율 주행
 - 전방향 이동이 가능한 플랫폼 및 주행 알고리즘을 통해 좁고 장애물이 있는 환경 내에서 자율 주행이 가능함
 - 센서 퓨전 및 제어를 통해 목표 위치 내에 정렬이 가능함
(예) 물류 운반 로봇, 배송 로봇 등
- 인공지능 기반 자율 작업
 - 물건이 무작위로 놓여 있는 작업 현장에서 카메라로 얻어진 이미지로부터 목표 물체의 종류와 자세를 인식 가능함
 - 인식된 물체를 집어 원하는 위치에 놓거나 조작 작업이 가능함
(예) 제조 장비의 부품 공급, 장비 조작, 완성품 정렬 등
- 모듈형 모바일 매니퓰레이터 플랫폼
 - 모듈 단위의 적층형 구조를 제안하여, 다양한 작업의 종류에 따라 플랫폼의 구성 및 변형이 가능함
(예) 단순 운반용, 물품 취급, 높이 조절 등 기능 구현

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 자율 주행을 위한 기술 확보 및 주행 정밀도 $\pm 2\text{cm}$ 이상 달성
- 자율 작업을 위한 기술 확보 및 작업물 인식 정밀도 $\pm 5\text{mm}$ 이하 달성
- 가반 하중 100kg, 최대속도 1m/s가 가능한 주행 모듈 및 3D Lidar 모듈, 센서 및 제어 모듈, HRI 모듈, 매니퓰레이터 모듈 시제품 제작 완료
- 실제 제조현장 모사 환경 내에서 작업 시험 완료



〈실내 환경 내 자율 주행〉



〈무작위로 놓인 작업물 인식 및 작업〉



〈개발된 모듈 시제품〉



〈제조현장 모사 환경 내 작업〉

지식재산권 현황

특허

- 작업대상물의 피킹 및 플레이스 방법(KR0092043)
- 배송로봇을 이용한 무인 배송시스템 및 이를 이용한 배송 방법(KR2088415)
- 모바일 로봇(KR0019061) 외 모듈형 운반 플랫폼 관련 특허 3건 보유
(PCT/KR2020/005779, KR0092042, KR0050879)

노하우

- 모바일 매니퓰레이터 시스템 HW 설계 및 펌웨어 제작 기술
- 자율 작업을 위한 작업 물체 인식/작업 궤적 생성/매니퓰레이터 제어 기술
- 자율 주행을 위한 위치 추정/이동 궤적 생성/모바일 로봇 제어 기술



AI와 IoT센서를 이용한 시설물 재난안전 관리시스템

연구자. 한형석

소속. 인공지능기계연구실 ☎ 042-868-7814

기술 개요

- 복합 IoT 센서, 빅데이터, AI 기술을 활용하여 건물의 붕괴와 전도 등 시설물의 안정 상태를 모니터링, 예측, 평가하고 대응할 수 있는 지능화된 시설물 재난안전 관리 시스템
- 시설물의 안전에 영향을 미치는 기후/풍속, 공사/지하철 운행과 같은 주변 영향, 그리고 지하수/토사 이동에 의한 지반 침하 등에 의해 발생하는 건물의 기울기, 진동 변화를 IoT 센서를 통해 실시간 모니터링
- ARIMA와 같은 통계분석 방법과 RNN과 같은 시계열 데이터를 이용한 인공지능 방법으로 건물 위험도를 예측



〈시설물 재난안전 관리시스템 개념도〉

고객 · 시장

- 시설물 안전 모니터링 서비스 제공 기업
- 아파트, 고층빌딩 시공 중인 건설사
- 노후 고층건물 안전관리 전문기업
- 지하철 노선 건설 중인 건설사

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 재난관리 특별법에 따라 장대교량 및 초고층 복합 건축물은 정밀 센서와 관련 시스템을 구축하여 시설물의 변위상태를 실시간 모니터링하고 있으나, 전국의 일반건축물에 대해서는 현실적인 제약으로 시설물 변동현황 모니터링이 이루어지지 않고 있음
- 초고층 건물에 사용하는 고가의 정밀 센서 대신 비교적 가격이 저렴한 IoT 센서를 시설물에 상시 설치하여, 안전을 실시간 모니터링하고 예측할 수 있는 재난안전 관리 시스템이 필요함
- 개발 시스템을 통해 사전 재난예방으로 사후 발생하는 대규모 손실을 방지할 수 있으며, AI를 이용한 상시 모니터링으로 관리 인력을 생산적으로 활용할 수 있음. 또한 시설물 재해와 재난을 예방하고 효용을 증대시켜 공중의 안전을 확보하고 국민의 복리 증진에 기여, 주변 시민들의 안전에 대한 우려를 과학적인 관리를 통해 우려 불식(민원 해소)

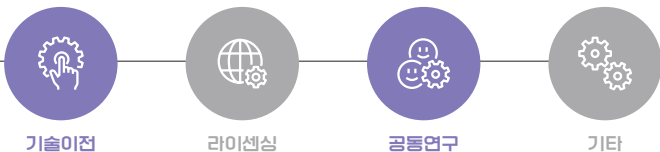
기술의 차별성

- 초고층 건물 등에 사용하는 고가의 GNSS 센서 장비 대신, 저렴한 MEMS 형태의 기울기, 가속도, 지자기 센서 등을 활용하여 모니터링 및 예측 가능
- 중앙 관리 서버를 통해 여러 건물의 재난 안전관리를 동시에 관리/운영하고 종합적인 판단을 할 수 있는 시스템
- 건물의 기울기 예측은 센서 데이터를 통계적 예측 방법(ARIMA)과 인공지능 알고리즘(RNN-LSTM)으로 이루어진다. 이 두 방법을 통하여 예측된 결과는 시설물의 현재 안전도 평가와 향후 점검이 필요한 시점을 제시해 준다

기술완성도(TRL)

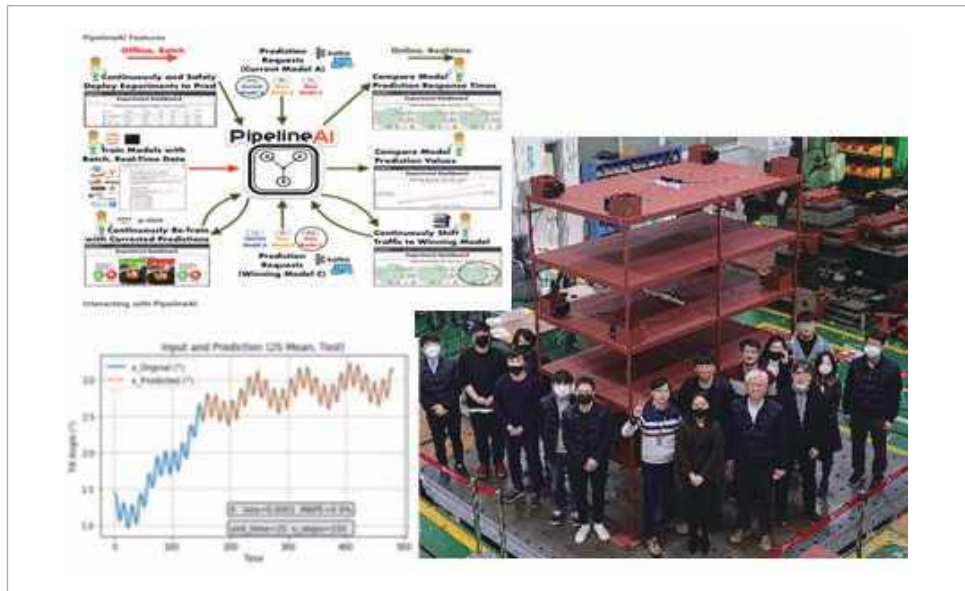


희망 파트너십



기술의 우수성

- 실증모형을 통한 시설물 재난안전 관리시스템 검증 : IoT 센서 성능, 로컬 관리 시스템의 처리 능력, AI 알고리즘의 정확도에 대해 KTL로부터 시험 인증 획득
- 시가반 시설물 재난안전 관리시스템 개발 내용에 대한 보도자료 배포에 의한 23개 신문매체 보도
- 관련 특허 및 프로그램 다수 등록
- 시가반 시설물 재난안전 관리시스템 언론보도 다수



〈인공지능 예측 시스템 파이프라인 및 실증 모형〉

지식재산권 현황

특허

- 건물 재난 안전 관리 시스템 및 방법(KR2437090)
- 로컬 관리 시스템(Edge) 운영 프로그램 Ver. 1.0(C-2020-039391)
- 시설물 재난안전 관리시스템을 위한 ARIMA(자기회귀누적이동평균) 모형 기법 기반 기울기 예측 프로그램 (C-2020-045832)
- 시설물 재난안전 관리시스템을 위한 인공지능 기반 기울기 예측 프로그램 Ver. 1.0(C-2020-045833)

노하우

- IoT 센서 신뢰성 분석 및 데이터 전처리
- 데이터의 누락, 비주기적 획득, 틱 현상 등에 대응하는 예측 기법
- 다수 데이터를 이용한 3차원 건물 변형 가시화 기술



138

AI/로봇
21

유연 압력/촉각 감지 기술

연구자. 임현의, 정영도, 오선종
소속. 바이오기계연구실 ☎ 042-868-7106

기술 개요

- 인체 피부의 촉각 감지 원리를 생체모사한 촉각센서
- 피부와 같이 유연함과 동시에 다양한 외부환경에서 활용이 가능한 고성능의 촉각센서

고객 · 시장

- 복지/의료분야 : 촉각 감각을 손실한 환자를 위해 촉각 피드백이 적용된 인공 손/팔 등 의수업체
- 산업분야 : 원격 조립, 검사, 진단 시 촉각 피드백 제공, 메타버스용 촉각 장치에 응용 가능

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 고성능의 다양한 촉각센서들이 연구개발 되고 있으나 여전히 실제 사용이 필요한 외부 환경(온도, 습도, 방사선 등 영향)에서 성능 확보는 어려움이 존재함
- 특히 고성능 유연센서들은 다양한 분야 적용을 위한 압력 감응 범위 및 민감도 조절에 상보적인 결과들을 보여 주므로 외부환경에 강건하면서도 내구성이 좋고 감도와 감지범위가 넓은 센서의 개발이 필요함

기술의 차별성

- 시냅스모사 공압기반 원격 촉각센서 : 온도 영향을 최소화하고, 수중 동작 및 압력감응 범위 조절이 가능함
- 대면적 피부형 멀티스텝 촉각센서 : 신호처리 장치가 간단하고, 센서 제작의 저비용 및 필수 촉각 감지 성능을 확보하면서, 다양한 압력범위에 대응 가능함

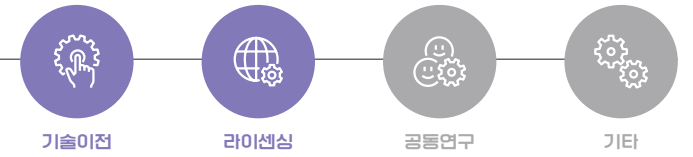
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

139

기술완성도(TRL)

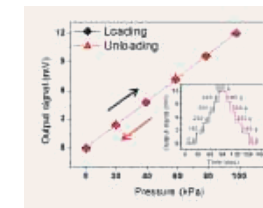


희망 파트너쉽



기술의 우수성

- 시냅스모사 공압기반 원격 촉각센서 : 센서의 이력(Hysteresis) 현상이 없으며, 반복 사용 시에도 높은 신뢰성을 보이고, 압력감응 범위를 쉽게 조절이 가능하며, 다양한 환경에서의 활용이 가능함



〈센서 이력특성〉

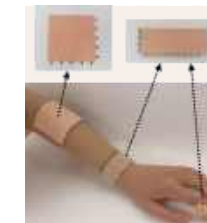


〈물속 측정 가능〉



〈손목 맥박 측정〉

- 대면적 피부형 멀티스텝 촉각센서 : 3D 프린터 공정기반 기술을 활용가능하며 자유로운 형태 및 압력범위를 갖게 할 수 있고 낮은 히스테리시스 및 온도변화의 영향이 적으며 접촉 전 접근 영향이 최소화된 정전 및 정저항의 하이브리드 대면적 센서임. Thermal chromic을 이용, 피부와 유사한 색을 띠며 시각적인 온도 측정도 가능함



〈피부색과 같은 센서〉



〈하이브리드 스텝 센서〉

- 3차원 센서 집합체 : X-Y 평면 상 한 포인트에서 발생하는 다중의 접촉물리량인 접촉 수직압(동적/정적), 전단력, 진동, 접촉온도를 실시간으로 동시감지 및 구분/판단 가능한 최초의 통합형 촉각센서 시스템으로 여러 개의 센서가 3차원으로 배치되어 구성됨



〈3차원 센서 집합체〉

지식재산권 현황

특허

- 공압 기반 촉각센서(KR1980224, US10908033B2, JP6748788, EP17899762.3), 3차원 구조를 갖는 촉각 센서(KR1684918), 다단계 촉각감지 센서(KR2090684), 촉각 센서(KR2276381, KR2171596), 촉각 감지 시스템(KR2267515) 외 14건



140

AI/로봇
22

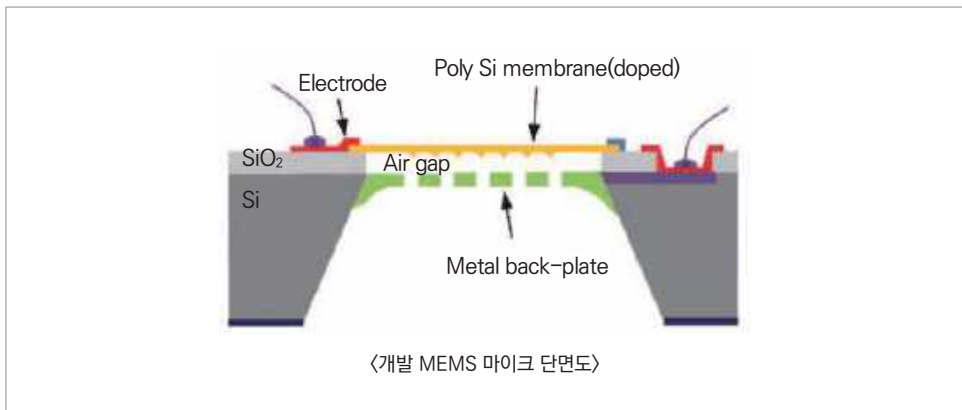
MEMS 마이크로폰 및 제조방법

연구자: 허신

소속: 바이오기계연구실 ☎ 042-868-7886

기술 개요

- MEMS 마이크로폰은 입사된 음향에 따라 감응하는 진동판과 반대편에 고정전극으로 이용되는 후판부로 구현하고, 본 발명에 사용되는 후판부는 전기도금법을 이용하여 두껍고 단단한 구조로 형성하며, 공정 단계의 획기적 감소와 비용감소가 예상됨



고객 · 시장

- 고객 : 마이크로폰 제조업체, 보청기 제조업체, 휴대폰 업체 등
- 시장 : 모바일기기, 엔터테인먼트, 소음진단, 국방 음향탐지

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존기술의 한계 : 기존 MEMS 마이크로폰의 경우 일반적으로 얇은 후판부 전극이 표면미세가공방법(surface micromachining)으로 구현되어 근본적인 감도 저하가 유발됨. 또한 후판부에 에어홀 식각 공정 등이 추가되므로 비용이 증가됨
- 기술의 필요성 : 현재 국내 시장에서의 초소형 MEMS 마이크로폰은 전량 수입품에 의존하고 있는데, 스마트폰 등의 폭발적 증가에 따라 MEMS 마이크로폰의 가파른 수요 증가가 예상되어, 국내 기술 기반으로 저가의 고성능 제품 출시가 필요함

기술의 차별성

- 감도 향상 : 단단한 후판부를 갖는 MEMS 마이크로폰을 제작하기 위하여 전기도금법 등을 이용하여 두꺼운 후판부를 제작함으로써 기존 마이크로폰 대비 감도의 향상을 구현
- 공정 단계 감소 : 후판부 제작을 표면미세가공기술이 아닌 몸체미세가공기술에 전기도금법을 적용하여 기존의 공정 대비 적은 공정비용이 예상됨

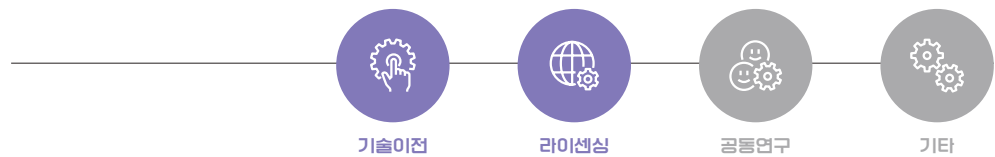
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

141

기술완성도(TRL)

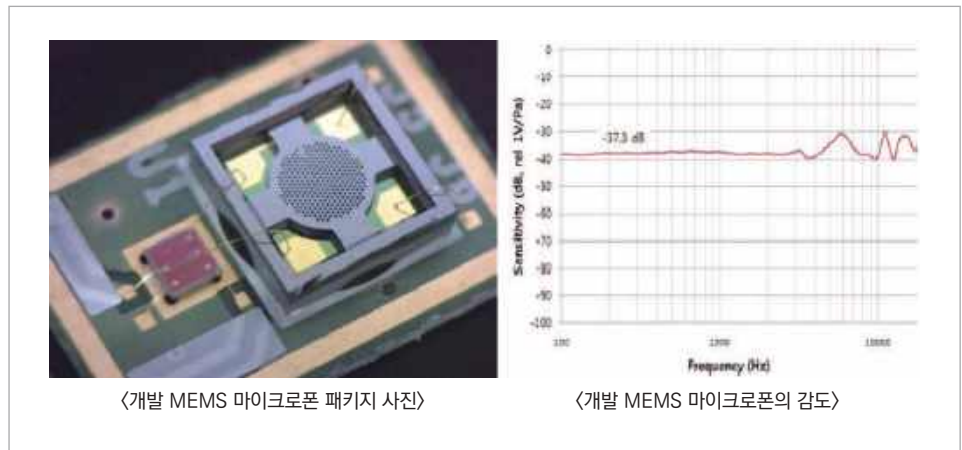


희망 파트너십



기술의 우수성

- 서로 마주보는 진동판(이동전극)과 후판부(고정전극)로 구성된 초소형 MEMS 소자이며, 양단에 전압이 걸려 있는 가변 콘덴서 상태에서 소리가 입력되면 진동판이 진동함에 따라, 후판부전극과의 거리가 변화함. 이에 따라 정전 용량(커패시턴스)이 변화하며 이를 감지하여 출력함
- 일반적인 MEMS 마이크로폰의 경우 표면미세가공기술이 적용되어 비교적 얇은 고정후판부를 갖지만, 본 연구에서 제안된 두껍고 단단한 후판부를 적용하는 경우 감도의 비약적 증가가 예상되며, 또한 후판부 제작공정에 몸체시각과 금속도금기술을 적용하여, 전체 공정단계의 감소와 비용감소 유도
- 상기 이미지의 후판부가 적용된 MEMS 마이크로폰은 자체 개발된 CMOS ASIC 칩과 통합 패키징 되어 약 -37.3dB의 우수한 감도를 보임



지식재산권 현황

특허

- MEMS 마이크로폰 패키지 및 제조방법(KR1118624)
- MEMS 마이크로폰 및 제조방법(KR1118627)
- 그라핀 멤브레인을 이용한 MEMS 마이크로폰과 그 제조방법(KR1058475, PCT/KR2011/003584)
- 초소형 마이크로폰 기반 청각 보조장치(KR1031113)
- 듀얼 백플레이트를 갖는 MEMS 마이크로폰 및 제조방법(KR1379680, PCT/KR2012/010259)
- 1칩형 MEMS 마이크로폰 및 그 제작 방법(KR1472297) 외 4건

노하우

- 마이크로폰 방수 및 방진 패키징 기술



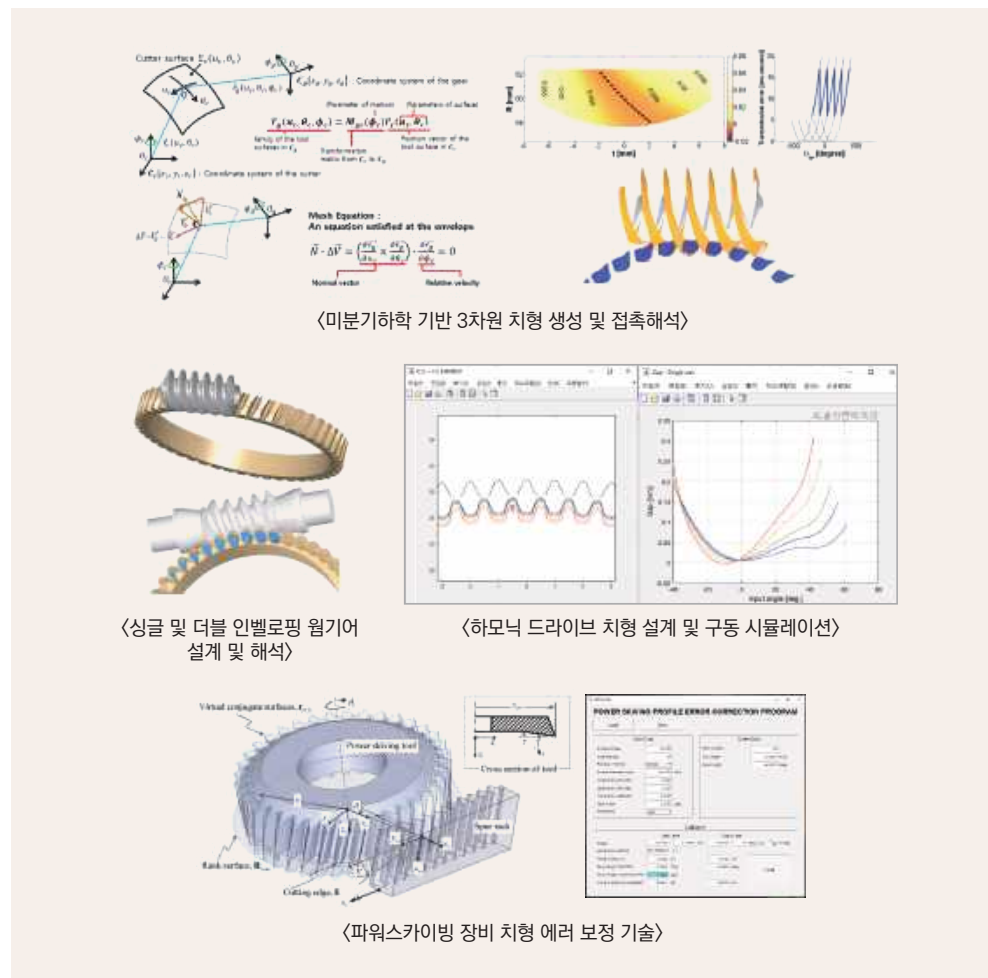
특수치형 기어 설계 및 해석 기술

연구자: 손종현

소속: 산업기계DX연구실 ☎ 042-868-7994

기술 개요

- 가공 공구 형상과 가공 방법으로부터 기어의 정밀한 3차원 치형을 생성하고 구동 시 접촉패턴 및 전달 오차를 계산하는 기술
- 싱글 및 더블 인벨로핑 웜기어 설계 및 해석 기술
- 하모닉 드라이브 치형 설계 및 구동 시뮬레이션 기술
- 파워스카이빙 장비 치형 에러 보정 기술



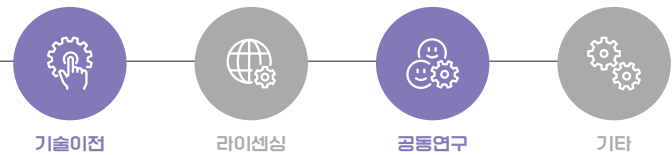
고객 · 시장

- 자동차/산업용 싱글/더블 인벨로핑 웜기어 감속기 분야
- 로봇용 하모닉감속기 설계/해석/제조 분야
- 기어 가공장비 제조 분야

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 일반적인 평행축 인벌류트 기어에 속하지 않는 특수기어들은 그 치형이 대부분 규격화 되어있지 않으며, 간단한 수식으로는 치 형상을 표현하기 어려우므로 치형수정이나 역설계가 어렵고 소음진동 등 문제 발생 시 원인을 찾기가 난해함
- 하모닉 드라이브에 사용되는 치형은 규격화 되어있지 않으며, 안쪽의 외접기어(Flex spline)가 타원 형태로 변형하며 구동되기 때문에 일반적인 기어 설계나 해석 기법을 적용할 수 없음
- 미분기하학 기반의 치형 설계 및 해석 기술은 가공 공구의 형상과 가공 방식으로부터 가공된 치형을 정밀하게 계산하기 때문에, 상용 소프트웨어에서 지원하지 않는 특수기어의 3차원 치형을 얻을 수 있으며 이를 유한요소 해석 등에 활용할 수 있음
- 또한 가공 공구의 형상이나 가공 방법의 변화가 가공된 치형 및 그 구동 특성(접촉 패턴, 전달오차 등)에 어떠한 영향을 미치는지 계산할 수 있으므로 치형수정이나 역설계가 가능하며 소음진동 등의 문제 해결도 용이함

기술의 차별성

- 상용 기어설계 소프트웨어에서 지원하지 않는 싱글 및 더블 인벨로핑 웜기어(웜휠)의 3차원 치형상과 접촉패턴 및 전달오차를 정확히 계산할 수 있음
- 하모닉 드라이브의 경우 감속비나 타원 Wave generator의 이심률 등의 설계변수뿐 아니라 내접기어(Circular spline) 및 외접기어(Flex spline)를 가공하는 공구 프로파일까지 반영한 설계가 가능하며, 그 설계에 대한 구동 시뮬레이션 및 전달오차 산출도 가능함
- 그 외의 어떤 형태의 기어라도 가공용 공구 형상과 가공 방법(공구와 피삭재 사이의 상대운동 관계)이 주어지면 가공된 기어의 3차원 치형을 정확히 계산할 수 있으며, 그 치형이 다른 기어와 물려 돌아갈 때의 접촉패턴 및 전달오차 또한 계산할 수 있음

기술의 우수성

- 기어 치형 설계 및 해석분야의 SCI 상위 저널 Mechanism and Machine Theory에 새로운 웜기어 접촉패턴 계산 방법으로 논문을 게재(1저자 및 교신저자)함으로써 기술의 신규성과 타당성을 입증함

프로그램

- 싱글인벨로핑 웜기어 치접촉해석 프로그램
- 더블인벨로핑 웜기어 3차원 치형 계산 프로그램
- 임의 곡선을 가지는 2차원 기어 프로파일과 절삭공구 프로파일 간 변환 프로그램
- 하모닉 감속기의 타원형 Wave Generator 프로파일 계산 프로그램
- 하모닉 감속기 공액 치형 계산 프로그램
- 하모닉 감속기 기구학 시뮬레이션 프로그램
- 리드 및 프로파일 슬롯이 수정된 인벌루트 기어의 형상 계산 알고리즘
- 파워스카이빙 프로파일 에러 보정 프로그램



심장 및 폐 중재시술이 가능한 로봇 카테터 시스템 기술

연구자. 김기영
소속. 의료로봇연구실 ☎ 053-670-9014

기술 개요

- 심장, 폐, 방광과 같은 인체 장기에 삽입 가능한 로봇 카테터 및 이를 조향하고 구조 강성을 제어하는 로봇시스템



〈중재시술보조를 위한 유연 굴곡 카테터 및 원격 로봇 구동 시스템〉

고객 · 시장

- 부정맥 환자와 같은 심장, 폐, 방광 질환 환자
- 의료기기 및 수술로봇 개발 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 굴곡이 가능한 수동 카테터는 한 방향으로만 휘어져서 조작이 불편하고, 방사선 피폭으로 인해서 의료진은 무거운 납복을 착용하는 불편함 존재. 반면, 본 기술의 로봇 카테터는 마스터-슬레이브 로봇으로 구성되어 방사선 피폭 문제를 해결하고 로봇 카테터가 두 방향으로 휘어짐이 가능해 원하는 위치로의 이동이 쉽고 조작이 간편함
- 스프링을 사용한 기존 외산 로봇 카테터는 부드러운 삽입이 어려워 인체의 조직 손상 우려가 있었으나, 본 기술은 카테터의 삽입이 용이하고, 중재 시술 시에는 지지력 확보가 가능

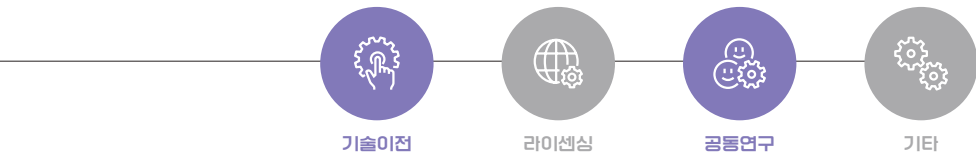
기술의 차별성

- 기존 굴곡이 가능한 카테터는 한 방향으로만 휘어졌지만, 본 기술의 로봇 카테터는 다공성 유연 튜브를 사용하여 두 방향으로 휘어짐이 가능해 원하는 위치로의 이동이 쉽고 조작이 간편함. 또한 2개의 가이드 카테터로 구성돼 있어, 바깥쪽 카테터는 고정하는 역할로 흔들림을 잡아주고, 안쪽의 카테터는 유연한 이동이 가능함
- 카테터의 구동 와이어의 텐션을 조정하여 카테터의 구조 강성 제어가 가능하여 시술 시 높은 지지력 확보가 가능

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 로봇 카테터의 누수방지 확보 및 양방향 조향 구동 기술
- 로봇 카테터의 구조강성을 변화시켜 주는 가변강성 제어기술로 장력 조절을 구현
 - 구동와이어의 한 가닥마다 하나씩 모터를 일대일로 연결해 동작이 되도록 만들어 구동와이어의 장력을 측정해 연결된 모터로 전달하는 방식
 - 로봇 카테터 삽입 시 낮은 강성으로 부드럽게 삽입해 장기 조직이 다치지 않도록 보호하고, 시술 작업 시에는 높은 강성으로 로봇 카테터가 지지대 역할을 하므로 용이한 시술이 가능하며, 수동 카테터 제작 방식을 활용하여 동일한 안전성 확보
- 방사선 피폭 절감을 위하여 마스터-슬레이브 로봇 시스템으로 구성이 되었고, 슬레이브 로봇 본체에 모터 및 모션 컨트롤러, 로드셀을 삽입하여 컴팩트한 구조로 제작함. 슬레이브 로봇은 로봇 암이나 수동형 지지대에 부착이 되어서 사용이 가능

지식재산권 현황

특허

- 강성조절이 가능한 수술용 가이드 어셈블리(KR2111684)
- 수술용 가이드 어셈블리 및 이를 이용한 수술용 가이드 장치(KR2133275)

노하우

- 조향형 유연 카테터 설계 및 제작 기술
- 유연 카테터 리플로우 및 브레이딩 기술
- 마스터-슬레이브 로봇 통합 기술



146

AI/로봇

25

상지 절단 장애인을 위한 경량 로봇의수

연구자: 신민기, 안보현

소속: 의료로봇연구실 ☎ 053-670-9014

기술 개요

- 형상적응형 파지(adaptive grip)와 손 끝 집기(pinch grip) 동작 동시 구현이 가능한 부족구동 기반 경량-다자유도 로봇의수
- 근전도(eletromyogram) 신호를 이용한 로봇의수 파지동작 제어가 가능한 로봇의수



〈근전도 기반 제어 가능한 경량-다자유도 로봇의수〉

고객 · 시장

- 상지 절단 장애인, 장애인보장구 지원업체, 전동 의지 제조업체
- 휴머노이드형 로봇 제조업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 손은 신체에서 자유도가 가장 높은 부위이나 의수로 사용되기 위해서는 경량성이 중요하기 때문에 일반 상용 로봇 의수는 하나의 손가락의 여러 관절을 하나의 구동기로 동시에 움직이는 부족구동(Under-actuation) 방식 사용
- 상용 로봇의수의 손가락 메커니즘을 4절 링크 방식을 사용하여 여러 관절을 연동하여 구동하는 방식을 사용하기 때문에 항상 고정된 파지 궤적을 가지고 있어 다양한 크기의 물체에 밀착되기 어려워 파지 안정성 및 파지력 효율이 떨어짐
- 엄지 손가락의 경우 대부분 상용 로봇의수가 내전, 외전을 위한 관절에 대해 한정된 자세만 가능한 수동형 관절을 사용하고 있어 사용의 편의성이 떨어지고 한정된 파지 능력을 지님
- 파지 동작을 선택하는 사용자 인터페이스 면에서, 기존 상용 로봇의수는 기계식 버튼 이용 방식 또는 스마트폰 어플리케이션 이용 방식을 사용하여, 동작 선택을 위해 반대측 손을 이용해야 하는 등 자연스러운 활용이 어려움

기술의 차별성

- 1자유도의 부족구동 방식으로도 물체 형상 적응형 파지, 손 끝 집기, 인간의 동작 특성과 유사한 자연스러운 케이징 동작 구현 가능한 로봇의수 손가락 메커니즘
- 완전 능동 2자유도 움직임을 통해 최적 파지 자세 구현이 가능한 경량 엄지 손가락 메커니즘
- 근전도 신호를 이용하여 파지동작 선정 및 모드전환, 동작명령 생성이 가능한 고신뢰성 사용자 인터페이스

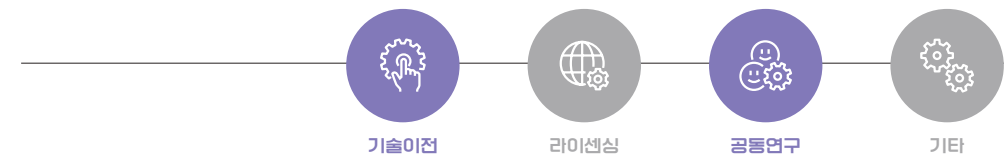
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

147

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 4절 링크 구조와 이와 연동된 와이어 라우팅 설계를 통해 1자유도의 간단한 제어로 상황에 따라 형상적응형 파지, 손끝 집기 동작이 자동적으로 구현 가능한 높은 파지 안정성을 가진 손가락 메커니즘



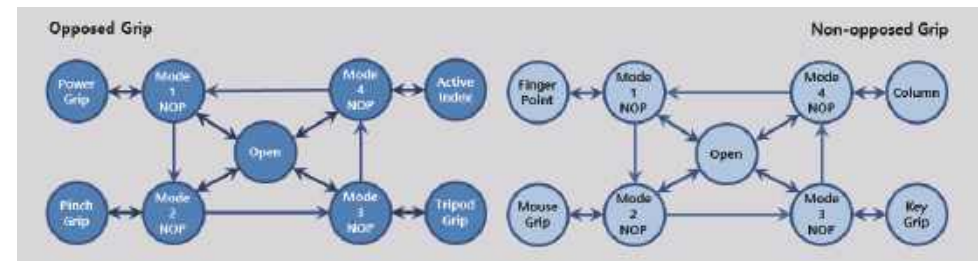
〈형상적응형 파지가 가능한 손가락 메커니즘〉

- 인간과 동일한 손 크기를 유지하며 손 내부에 2자유도 능동 움직임이 가능한 소형의 엄지손가락 메커니즘



〈능동 2자유도 엄지손가락 메커니즘 및 로봇의수 프로토타입〉

- 다채널 근전도 센서 및 역치비교 기반 동작 추정 알고리즘을 통해 90% 수준의 동작의도 검출이 가능한 사용자 인터페이스



〈근전도 기반 파지동작 선택 및 모든 전환 알고리즘〉

특허

- 적응형 파지가 가능한 로봇핸드(KR2023-0037094)

노하우

- 로봇의수용 소형 고효율 구동모듈 제작 기술
- 높은 동작의도 인식 성공률을 가진 근전도 인터페이스
- 사용자 맞춤형 가변/확장 로봇핸드 설계 기술



비대면 의료 검진로봇 시스템

연구자: 서준호
소속: 의료로봇연구실 ☎ 053-670-9103

기술 개요

- 로봇 기술과 ICT 기술을 융합하여 비대면 원격검진이 가능한 의료로봇 시스템 기술
- 검사대상자와 의사가 서로 만나지 않고 의료검진이 가능하므로 도서산간, 오지 군부대와 같은 환자이동이 불편한 경우, 또는 검체채취와 같은 의료진 감염의 위험이 우려되는 곳이라도 비대면으로 의료서비스 제공 가능
- 시스템은 원격지 검사대상자에게 사용할 ‘슬레이브 로봇’, 검사 전문의가 원격조종 할 ‘마스터 장치’, 그리고 두 의료현장을 네트워크로 연결할 ‘통신플랫폼’으로 구성
- 본 기술이 적용된 대표적인 시스템으로 원격 초음파 영상진단이 가능한 로봇 시스템, 비대면 검체채취가 가능한 로봇 시스템이 있음



〈비대면 원격 초음파 영상진단로봇 시스템〉



〈비대면 원격 검체채취 로봇 시스템〉

고객 · 시장

- 비대면 원격 초음파 영상진단 로봇 시스템
 - 도서 산간, 군부대, 원양어선 등 의료혜택을 받기 어려운 의료 취약지 거주자, 먼 거리 이동이 어려운 고령의 환자를 대상으로 초음파 영상진단 서비스 제공 가능
- 비대면 원격 검체채취 로봇 시스템
 - 검사인력의 2차 감염 위험이 있는 호흡기 감염병 검체채취 현장 진료소, 여객선과 같은 환자 밀도가 높고 오염도가 높아 의료진 접근이 어려운 감염현장, 또는 신종 감염병이 의심되어 검체채취 수요가 있는 의료현장 등

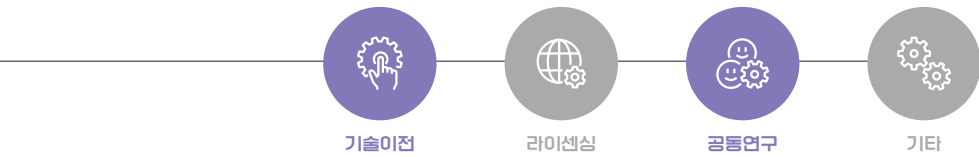
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 비대면 원격 초음파 영상진단 로봇 시스템
 - 현재 의료취약지의 환자를 위한 원격의료 시스템이 운용되고 있으나 주로 화상통신을 통한 문진만이 가능하므로 원격의료서비스 적용의 한계 존재
 - 이에 반해, 본 기술은 초음파 전문의가 먼 거리를 이동하지 않고 초음파 영상진단과 같은 고급 의료서비스 제공 가능
- 비대면 원격 검체채취 로봇 시스템
 - 감염환자와의 접촉을 최소화하기 위해 방호복 착용이 필요하고, 이로 인한 계절적 불편함, 의료진의 피로 등의 문제 존재
 - 이에 반해 본 기술을 이용하면 검사 의료진은 일반적인 복장을 입고 환자와 비대면으로 검체채취가 가능하므로 편리하며, 감염의 위험이 없음

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

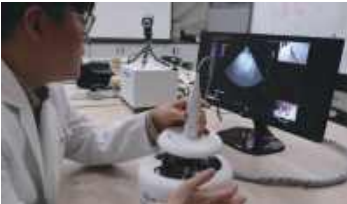


기술의 차별성

- 해외에서 발표되어 상용화된 비대면 원격초음파 영상진단 로봇 시스템의 경우, 본 기술에 의해 개발된 시스템에 비해 무겁고(3kg), 부피가 크며 낮은 자유도(4자유도)의 초음파 프로브 원격제어를 지원함
- 비대면 검체채취 로봇기술의 경우, 대부분 산업용으로 활용 중인 다자유도 로봇 암을 기반으로 하여 환자에게 위험할 수 있는데 반해, 본 기술에 의한 로봇은 얼굴영역의 검체채취에 최적화되어 환자에 안전

기술의 우수성

- 비대면 원격 초음파 영상진단 로봇 시스템
 - 기존 초음파 영상장비와 결합이 쉽고 의료 소외지로의 이동이 용이하도록 가볍고 작으면서(1.5kg), 자유로운 원격 프로브 움직임 조작(6자유도)이 가능하도록 로봇 설계
 - 최대 접촉 힘 5kgf, 초음파 진단에 필요한 움직임속도 1Hz 대응 가능
 - 무선 LTE 환경이나 일반 인터넷 환경에서 연결 가능하여 국내뿐 아니라 해외 의료취약지의 원격 초음파 영상진단에도 활용 가능
- 비대면 원격 검체채취 로봇 시스템
 - 환자 얼굴영역의 검체채취에 최적화된 로봇 구조로, 피검사자의 비강 또는 구강에 들어가는 구성품은 검체채취 면봉 밖에 없도록 환자 안전 설계
 - 일반 일회용 검체채취 도구와 쉽게 연결 가능하고, 환자가 검체채취 면봉 설치나 수거통 운반과 같은 단순 동작을 쉽게 가능하도록 하여 현장 의료진 수요 최소화
 - 면봉이 검사영역에 도달하여 도말물 채취 시 발생하는 저항감을 측정하여 원격의 검사의료진에게 표시해 주는 기능이 구현되어 안전하고 정확한 비대면 검체채취 가능



〈비대면 원격 초음파 영상진단 마스터 시스템〉



〈비대면 검체채취 로봇 시스템〉

특허

- 원격 초음파 진단시스템(KR2020393, US14/966,823)
- 원격초음파 진단 장치(KR1634588)
- 상기도 검체채취를 위한 다자유도 원격검진장치(KR2350049)
- 원격검진이 가능한 스왑모듈 및 이를 포함한 원격검진장치(KR2533877)
- 스왑의 장착 및 수거가 가능한 검진장치 및 이를 이용한 검체채취방법(KR2343396)
- 핸드헬드형 검체채취장치(KR2554550)

노하우

- 다자유도 검진 동작 구현을 위한 병렬로봇 설계 및 제작기술
- 로봇의 실시간 원격 제어기술
- 원격 힘 센싱 및 환자 모니터링 기술
- 인터넷/모바일 환경에서의 원격제어를 위한 코덱기술

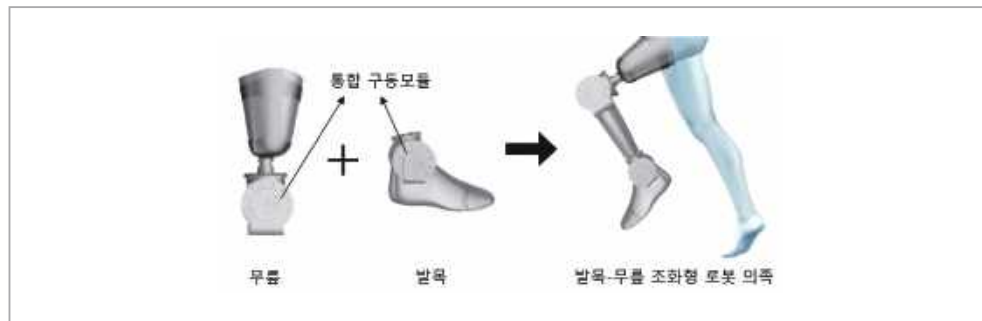


하지 절단 장애인을 위한 로봇의족

연구자: 심성보, 우현수
소속: 의료로봇연구실 ☎ 053-670-9019

기술 개요

- 우수한 성능으로 고가의 로봇 등에 적용되는 통합구동모듈을 자체 개발하고, 이를 하지절단 장애인의 일상생활 보행활동(평지, 경사로, 계단보행)을 지원하는 발목-무릎 조화형 로봇 의족을 개발



고객 · 시장

- 교통사고 및 산업재해 등으로 인한 하지 절단 장애인 / 하지의지 보조기

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 상용 수동의족들은 절단된 신체부위를 기능적/미관적으로 대신할 목적으로 개발되어, 자연스러운 보행이 불가능하고, 과도한 신진대사 에너지 소모를 유발하여 사용자의 신체적인 면에서도 불균형을 유발. 또한 수동의족 착용 장애인들은 경사로 및 계단 보행이 쉽지 않음
- 국내에서 상용화된 의족은 선진국에 비해 기술 수준이 낮아 국내 사용자들로부터 외면받고 있으며, 국내 시장의 대부분을 외산 제품이 점유하고 있는 실정임. 또한 인체동작 모사형 로봇 기술과 생체 인터페이스 기술을 융합한 바이오닉 기술은 임상시험을 진행 중인 선진국에 비해 10년 이상의 기술격차를 보이고 있어, 선진국과의 기술격차 해소 및 의족의 국산화 측면에서 기술개발이 시급히 필요
- 또한 하지절단 환자를 위한 발목형 및 무릎형 로봇의족 개발 수행 경험과 다양한 발목절단 환자(고령자, 양발절단 환자 등) 대상 임상연구 및 상용화 연구 진행 경험을 바탕으로 발목-무릎 조화형 로봇의족의 개발이 필요함

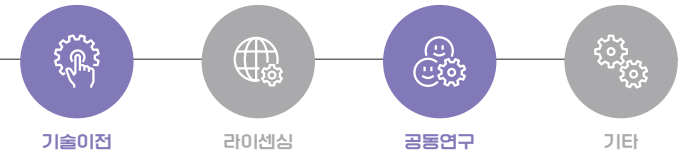
기술의 차별성

- 스프링 모듈을 포함하는 일체형 통합구동모듈 설계 및 개발
- 인체동작 모사형 메커니즘 구현을 통해 자연스러운 보행이 가능하도록 하였으며, 경사로 및 계단 오르막/내리막 보행이 가능하며 에너지 소모량을 극도로 낮추어 한번 충전으로 하루 종일 보행 가능

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



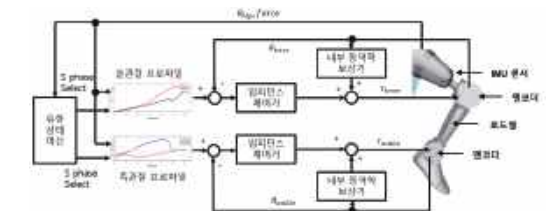
기술의 우수성

- 인체동작 모사형 메커니즘을 적용한 통합구동모듈 및 고관절 기반 무릎-발목 통합 제어를 통해, 평지, 경사로, 계단의 자연스러운 보행 가능
- 강한 강성이 필요할 때 스프링 모듈을 이용함으로써, 로봇의족 전원 off시에도 관절의 강성이 유지되어 전도 위험성 방지
- 메커니즘 최적 설계를 통한 4kg 이내의 무게(배터리 제외) 및 성인 남성 인체에 준하는 크기의 의족 구현 가능

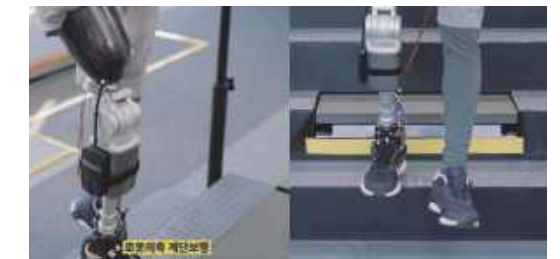
개발된 조화형 로봇의족의
통합구동모듈



고관절 각도 기반
무릎 발목 통합 제어



대퇴 절단 환자 계단
보행 실험



지식재산권 현황

특허

- 폴리 기반 로봇 의족 및 이의 구동방법(KR2022-0034578)
- 컴플라이언스 모듈을 포함하는 통합구동모듈과 이를 이용한 통합구동방법(KR2578992)
- 통합구동장치 및 이를 포함하는 무릎형 로봇의족(KR2073621)

노하우

- 생체 인터페이스 센서 기반 보행주기 판별 및 보행패턴 생성 기술

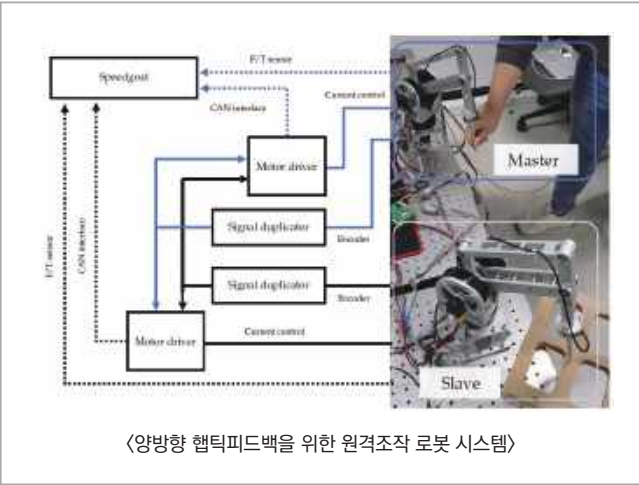


초실감 양방향 햅틱피드백 기술

연구자: 조창호, 신민기
소속: 의료로봇연구실 ☎ 053-670-9025

기술 개요

- 사용자의 움직임과 상호작용을 햅틱 장치를 통해 실시간으로 감지하고 반응하여, 실제와 유사한 촉감과 역감을 제공하는 기술로 가상환경 또는 원격지와의 물리적인 상호작용을 제공



〈양방향 햅틱피드백을 위한 원격조작 로봇 시스템〉

고객 · 시장

- 게임 및 엔터테인먼트 업체, 의료/재활 로봇업체, 산업용 로봇 및 원격조종 시스템 제조업체, 교육 및 시뮬레이션 시스템 제조업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 마스터/슬레이브 기반 원격로봇은 햅틱 기능의 부재로 인해 시각 외의 정보를 제공받지 못해 직관성 및 안전성이 떨어지고, 상용화된 많은 로봇은 정밀 동작에 중점을 두고 있어 햅틱 구현에 불리한 기계적 요소들로 구성되어 있음
- 기존 로봇은 고기어비의 기어헤드를 가진 서보모터를 사용하여 역구동이 어렵고, 이는 연조직과 경조직 등 다양한 범위의 강성을 가지는 환경과의 상호작용에서 성능 및 안전성 한계 존재
- 기존 로봇 제어기는 모션제어기 기반이고, 상호작용에 필요한 고대역폭의 힘제어가 어렵기 때문에 제한된 성능 구현만 가능
- 인터넷 등을 통한 네트워크에서 발생하는 시간지연, 패킷로스, 데이터 송수신 대역폭에 대한 안정적인 제어기 설계 기술 필요

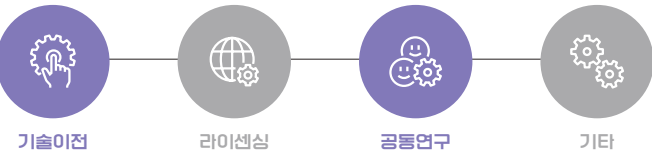
기술의 차별성

- 준직접 구동형 모듈(와이어-풀리 증폭 메커니즘, 싸이클로이드 감속기 등)을 이용한 높은 역구동성 및 백래쉬 최소화
- 병렬형 로봇 메커니즘 설계 기술을 통한 저관성, 경량, 높은 역구동성 확보
- 말단 분산 제어 기술을 통한 구동모듈 끝단에서 높은 주파수의 정밀 토크 제어 가능
- 물리적 인간-로봇 상호작용에 적합한 고대역폭 하위제어 가능

기술완성도(TRL)

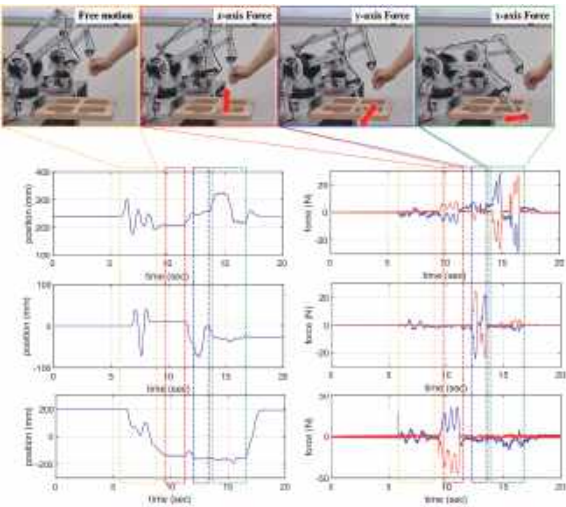


희망 파트너십



기술의 우수성

- 병렬형 링크구성을 통한 초경량 외골격 로봇 설계 기술 및 관성모멘트저감 기술 확보
- 물리적 인간-로봇 상호작용을 위한 인체 동작특성 고려 및 관성모멘트 저감을 위한 자중보상 및 구조설계 기술 확보
- 생체연조직을 위한 햅틱피드백 기술로 점탄성 연조직의 물성을 이용한 제어기술 및 비선형 특성을 모델링하는 양방향 원격제어기 설계 방법 및 위치/힘 추종성능 테스트 방법 개발
- 시간지연대응 양방향 원격제어기술로 시스템의 안정성을 보장하는 양방향 원격 제어구조 및 시변 시간지연 등 네트워크 문제에 대한 양방향 원격제어기 설계 방법 개발
- 고대역폭(50kHz 이상) 모터드라이버 설계기술로 양방향 원격제어 및 햅틱제어에 적합하도록 하부단에서 접근 가능한 정보 및 제어기의 회로설계 및 임베디드 기술 확보



〈다자유도 양방향 햅틱피드백 제어를 통한 힘/위치 추종 성능〉

지식재산권 현황

특허

- 병렬형 링크 시스템을 가지는 로봇 구동시스템(KR2562509)
- 원격제어 및 상호작용이 가능한 제어시스템(KR2023-0033186)
- 구동부가 분리된 매니플레이터(KR2023-0040506)
- 인간과의 상호작용에 적합한 로봇 링크모듈(KR2023-0158600)

노하우

- 물리적 상호작용에 적합한 다자유도 병렬형 링크 메커니즘 로봇 설계 기술
- 햅틱피드백 및 원격로봇 시스템 성능 평가 기술
- 고대역폭 모터제어를 위한 회로설계 및 임베디드 기술

END-ITEM.

5

이차전지

SECONDARY BATTERY



CONTENTS

프리폼 플렉서블 배터리 소재 및 제조 기술	156
대기압 플라즈마 기반 집전체 표면처리 기술	158
기능성 와이어 및 분리막 제조를 위한 전기방사 시스템	160
스마트 텍스타일 소자 제조 기술	162
페루프 리니어 모터 고속 컨베이어	164
플래쉬를 이용한 고성능 이차전지 전극의 고효율 제조	166
롤투롤 이차전지 제조장비 디지털트윈 기술	168
투명전극 및 투명전극필름 제조기술	170



156

이차전지 1

프리폼 플렉서블 배터리 소재 및 제조 기술

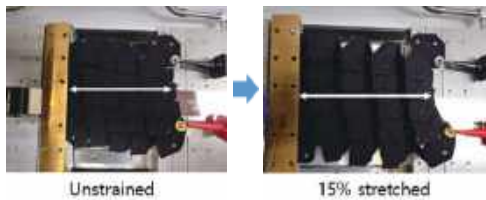
연구자: 소혜미, 오민섭
소속: 나노디스플레이연구실 ☎ 042-868-7121

기술 개요

- 자유 형상(파이버 to 3D) 이차전지 시스템
- 고안전성 유연/신축 이차전지 시스템



〈파이버형 배터리〉



〈신축 가능 배터리〉



〈고성능 유연 배터리〉

고객 · 시장

- 스마트 웨어러블 텍스타일, 유연/신축 제품 제조 업체
- 프리폼 및 유연/신축 이차전지 셀 제조 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 사물인터넷(IoT) 기술의 발전, 전기자동차의 급격한 성장, 폴더블 · 롤러블 등 디스플레이 형태의 진화는 이차전지의 고성능화와 디자인 자유도를 동시에 요구하고 있음
- 새로운 스마트 웨어러블 텍스타일에 적용하기 위한 파이버 형태의 에너지 저장 소자에 대한 연구가 집중적으로 요구되고 있기에 직조형 소자의 구동을 위한 미래 에너지 소자 기술의 선점이 필요함
- 또한, 다양한 형태의 전자기기에 적용하기 위해 프리폼 형태 또는 플렉서블/스트레처블 디바이스 구동을 위해 이차전지 역시 자유 형상 및 유연/신축 기능이 필요함
- 기존 기술 적용 시, 유연/신축 디바이스의 휘어지지 않는 부분에만 이차전지 적용이 가능하기 때문에 구동시간의 감소가 나타남

기술의 차별성

- 현재까지 보고된 섬유형 에너지 소자의 대부분은 파이버 혹은 케이블 상에서 소자를 구현하는 수준으로 대부분 수작업을 통해 제조되어 길이 및 직경에 제한이 많은 상황임
- 또한, 웨어러블 전자기기에 적용되는 에너지 저장소자는 휘어지거나 늘어나지 않는 일부분에만 적용이 가능하기 때문에 기기의 구동시간 혹은 성능 발현이 매우 어려운 실정임
- 다양한 형태(섬유형 to 3D) 및 유연/신축이 가능한 이차전지의 소재, 공정을 개발함으로써 웨어러블 전자기기에 적합한 유연한 전력 공급원으로 활용이 가능할 것으로 예상됨

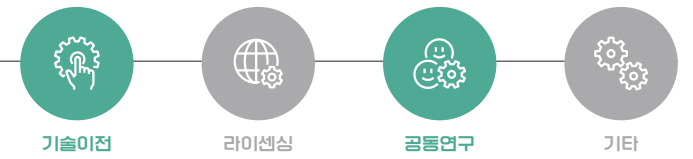
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

157

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

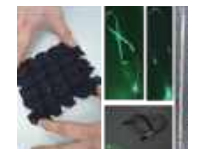


기술의 우수성

- Yarn 전극을 이용한 파이버 배터리 제조 기술 : 연속 제조 장비 시스템 구축

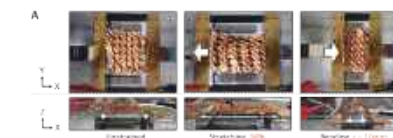


〈Yarn 전극 활용 파이버 배터리 특성〉

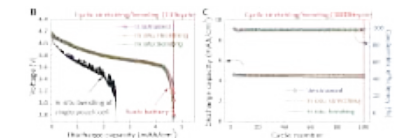


〈유연/신축 배터리〉

- 인장, 수축, 굽힘 변형 가능한 interconnects 구조 설계 및 용량 극대화를 위한 구조 설계

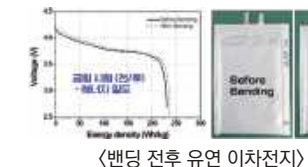


〈20% 신축 전후 배터리〉



〈전극 구조 설계 적용 전/후 배터리 특성〉

- 고성능 유연 이차전지
: 3D 집전체 및 고용량 소재 활용
고유연/고용량 이차전지 개발

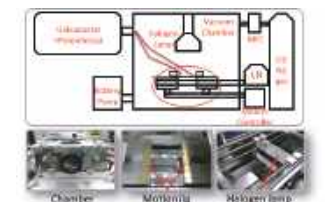


〈밴딩 전후 유연 이차전지〉



〈반구형 유연 이차전지〉

- 유연/신축 소자의 복합 물성 측정 기술
: 기계적 변형, 온도, 분위기(진공, 산소, 수분) 등
제어하면서 소자의 전기화학 특성 평가 기술



지식재산권 현황

특허

- 신축성 배터리(KR2455351) 외 3건

노하우

- 프리폼(섬유형 to 3D) 이차전지 설계 및 제조 기술
- 유연/신축 소재/소자 설계 및 제조 기술
- 유연/신축 소자의 복합 물성 측정 기술



158

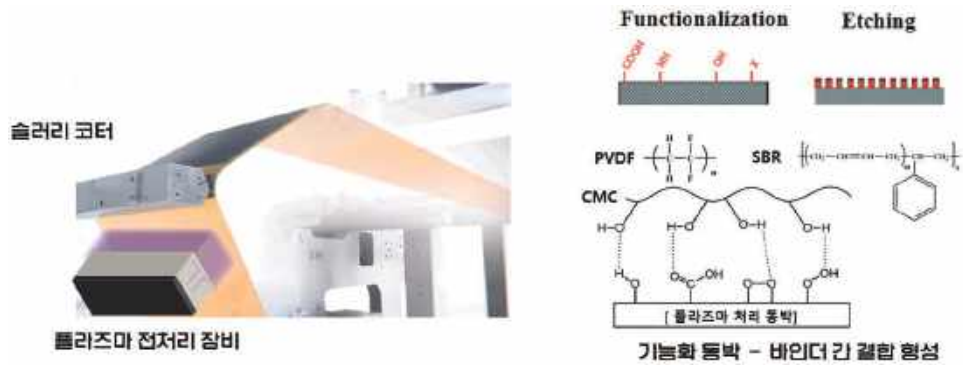
이차전지 2

대기압 플라즈마 기반 집전체 표면처리 기술

연구자. 이진영, 허민, 현승민
소속. 나노디스플레이연구실 ☎ 042-868-7441

기술 개요

- 대기압 환경에서 공간적으로 균일한 플라즈마를 안정적으로 발생시켜, 물투를 공정으로 진행되는 이차전지 소재 표면에 대한 기능화와 이를 통한 이종 소재 간 결합 특성을 개선하는 기술



〈대기압 플라즈마 기반 집전체 전처리 시스템 개요〉

고객 · 시장

- 이차전지 전극, 분리막, TFT 제조 장비 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 이차전지 에너지밀도 개선을 위한 바인더 함량이 적은 후막 전극 코팅 수요가 증가하고 있음
- 전극 후막화 및 낮은 바인더 함량 전극 코팅을 위해, 전극 물질과 집전체 사이의 접합력 개선을 위한 기술이 요구됨
- 대기압 플라즈마를 활용한 표면처리 기술은 디스플레이 기판 세정 및 도장 전처리 등 다양한 분야에서 사용되고 있으나, 이차전지 집전체 전처리에는 보다 큰 처리 용량과 방전 안정성이 요구됨

기술의 차별성

- 대기압 환경에서 안정적인 플라즈마 발생을 위해 유전체 장벽 반응기(Dielectric Barrier Discharge, DBD)가 일반적으로 사용됨
- 반응기 세부 구조에 따라 대면적화에 유리한 direct type과 방전 안정화에 유리한 jet type으로 구분됨
- 한국기계연구원 보유 기술은 두 구조를 결합한 형태의 전극 구조를 통해, 대면적에 용이하면서도 방전 안정성에 우수한 특징을 가짐

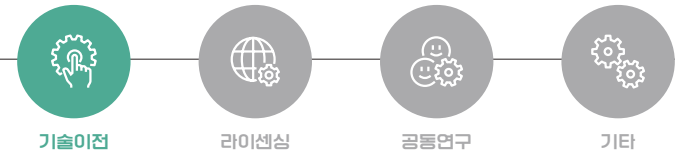
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

159

기술완성도(TRL)

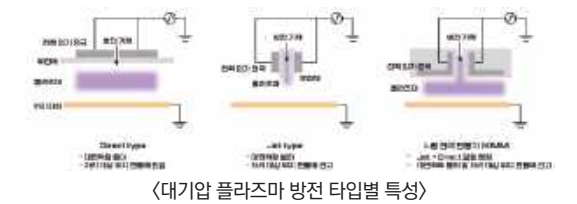


희망 파트너십



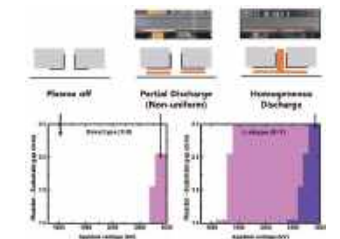
기술의 우수성

- 한국기계연구원 보유 기술은 direct type과 jet type을 결합한 형태의 전극 구조를 통해, 대면적에 용이하면서도 방전 안정성에 우수한 특징을 가짐



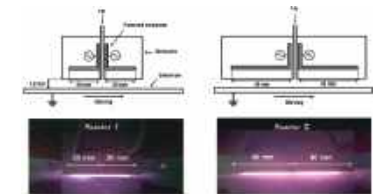
〈대기압 플라즈마 방전 타입별 특성〉

- Direct형 및 L형 전극 반응기에서 보다 넓은 운전(처리 대상 간격, 인가 전압) 영역에서 균일한 플라즈마 방전이 유지되었음

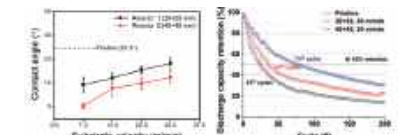


〈Direct형 및 L형 전극 반응기의 운전 영역별 방전 특성〉

- 균일한 플라즈마 발생 하에서, L형 전극의 하부 면적 증가를 통해, 보다 빠른 속도의 처리 효율 달성 및 이에 따른 전지 수명 특성 개선이 가능함을 확인하였음



〈L형 전극 - 처리 대상 면적 개선을 통한 처리 효율 개선〉



〈처리 효율 개선에 따른 표면 점착(NMP-CA) 및 전극 수명 개선〉

지식재산권 현황

특허

- 표면 처리를 위한 유전체 장벽 방전 반응기(KR1520471)
- 표면 처리를 위한 유전체 장벽 방전 반응기(KR1542897)
- 고속 표면 처리를 위한 유전체 장벽 방전 반응기(KR1615704)

노하우

- 방전 기체 조성에 따른 운전 마진 데이터 베이스
- 방전 폭 및 기체 조성에 따른 사워헤드 설계 기술

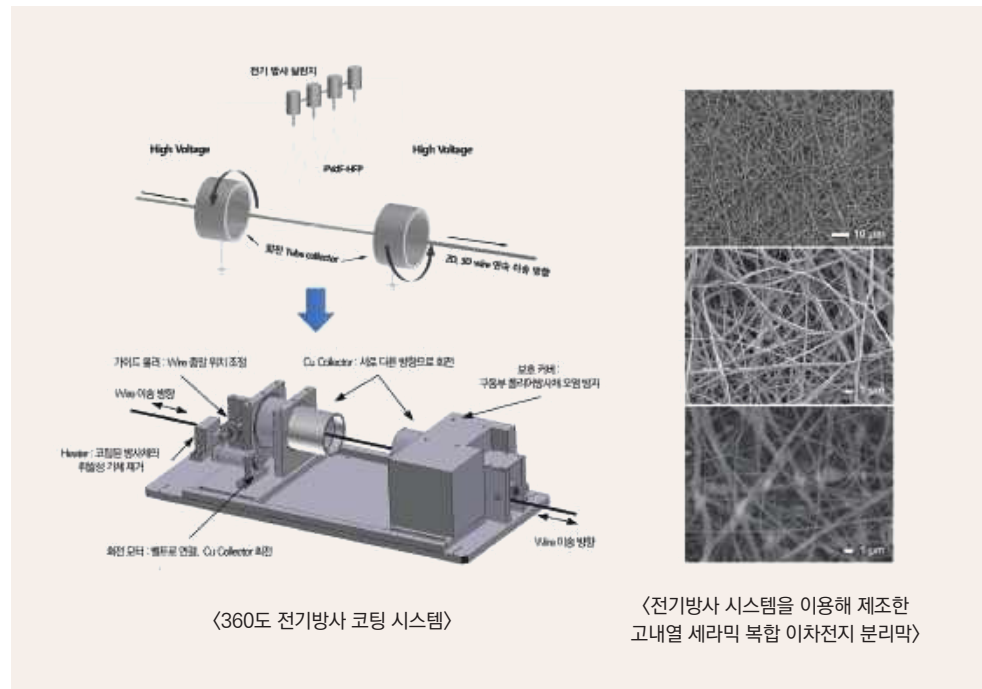


기능성 와이어 및 분리막 제조를 위한 전기방사 시스템

연구자: 현승민, 전성재, 김아름
소속: 나노디스플레이연구실 ☎ 042-868-7981

기술 개요

- 1D 형상의 기재에 연속적으로 360도 고분자 나노섬유 방사체 코팅이 가능한 전기방사 시스템
- 전기방사 시스템을 이용한 기능성 복합소재 이차전지 분리막 제조 기술



고객 · 시장

- 기능성 와이어 소자 개발 연구, 제조업체
- 이차전지 분리막 제조업체, 이차전지 셀 제조 업체

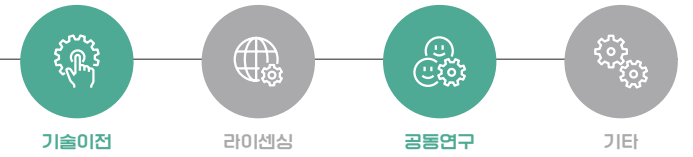
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 전기방사 시스템은 단면 또는 양면 코팅은 가능하나 360도 코팅을 연속적으로 수행하기 어려움
- 웨어러블 디바이스, 텍스타일 디바이스 등에 응용할 수 있는 1D 형상의 Yarn/fiber/string 기재에 기능성 나노섬유를 360도 방면으로 연속적이고 균일하게 코팅할 수 있는 기술이 필요함
- 한편, 이차전지 화재 안전성에 대한 요구가 증대됨에 따라 고내열 분리막 제조 기술이 필요함
- 고내열성, 고기능성 분리막 제조를 위해 단일 분리막 섬유 레벨에서부터 소재 복합화가 가능한 전기방사 기반 분리막 제조 기술이 필요함

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

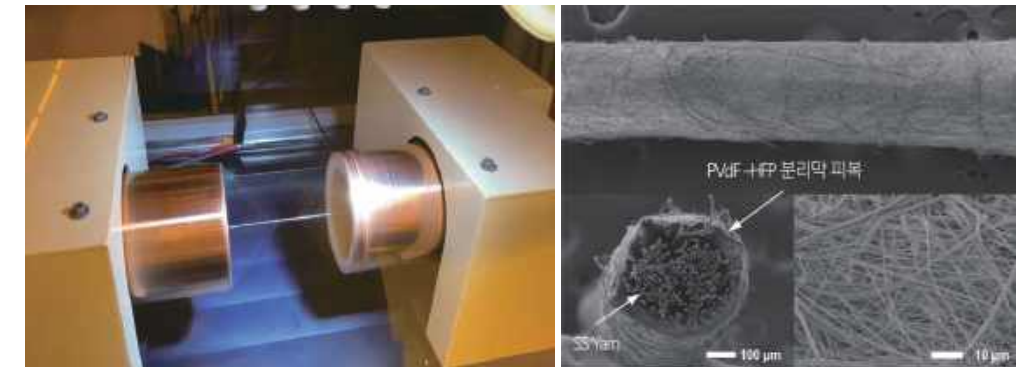


기술의 차별성

- 나노 크기의 굵기를 가지는 웹 형태의 방사체를 이용하여 연속적으로 이송되는 와이어 형태의 구조체에 코팅을 수행하되, 균일한 코팅과 코팅 두께의 제어가 가능한 기능성 와이어 제조를 위한 전기 방사시스템
- 두 개의 회전 Cu Collector와 시린지 사이에 고전압을 인가하여, 이송되는 와이어 고분자 방사체의 동축(360도) 코팅이 가능함
- 전기방사 공정을 통해 섬유 레벨에서부터 세라믹-고분자 복합화하여 분리막을 제조함으로써, 고내열성 및 고출력 특성을 구현함

기술의 우수성

- 파이버형 배터리 분리막 피복 공정 시스템 개발
- 고분자-세라믹 복합 소재를 이용한 고내열, 고기능성 배터리 분리막 제조



지식재산권 현황

특허

- 기능성 섬유 와이어 제조를 위한 전기방사 시스템(KR2289347)
- 기능성 와이어 제조를 위한 전기 방사시스템 및 이의 제어방법(KR2023-0154322)

노하우

- 전기방사 용액 조성 설계/제조 및 전기방사 공정 기술
- 전기방사용 세라믹입자-고분자 혼합용액 조성 설계 및 분리막 제조 기술

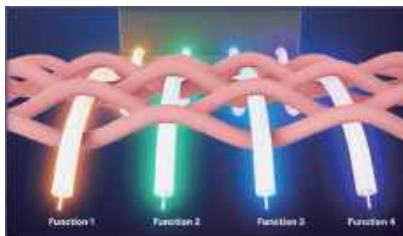


스마트 텍스타일 소자 제조 기술

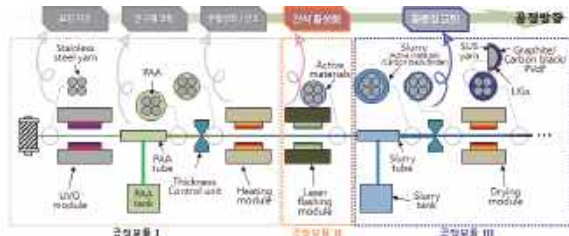
연구자: 현승민, 심형철, 소혜미
소속: 나노디스플레이연구실 ☎ 042-868-7981

기술 개요

- 기존의 유연 신축 소자 제조의 한계를 극복하고 관련 제조 기반을 강화하기 위한 파이버, Yarn 기반의 소자 및 제조 공정 장비 원천 기술 개발



〈기능성 섬유 직조 개요도〉



〈기능성 파이버 연속 제조 장비 시스템〉

고객 · 시장

- 스마트 텍스타일 제조

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 컨슈머 일렉트로닉스에 연관된 웨어러블 시장은 급격히 성장하여 큰 마켓을 이루고 있고, 꾸준히 성장할 것으로 예상하고 있음
- 또한, 새로운 형태의 스마트 웨어러블 텍스타일에 관심이 높아지고, 이에 대한 연구가 이루어지고 있지만 manufacturing 이슈는 꾸준히 제기되고 있음. 특히, fiber, yarn, fabric으로 이어지는 기본단위 소재 소자 제조 및 기능성 부가에 대한 연구 개발이 많은 어려움에 직면하고 있음. 웨이퍼 기반의 딱딱한 기판 위에 제조 가공된 소자 기술을 소프트하고 굴곡면이 있는 textile에 적용 시 어려움이 있으며, 현재 기술 수준은 주로 Lab. 단위의 연구에 국한되어 보고되고 있음
- 스마트 웨어러블 전자 부품을 작동하기 위한 에너지 소자에 대한 관심도 많아지고 있고, 특히 fiber와 yarn 형태의 소자 기술 개발은 웨어러블 마켓에 많은 영향을 줄 수 있음

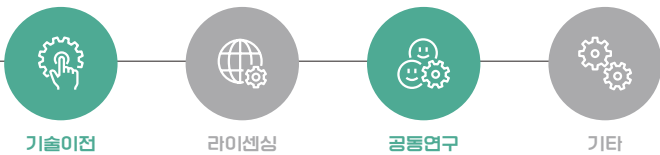
기술의 차별성

- 섬유형 에너지 소자에 대한 집중적인 연구가 전 세계적으로 진행되고 있음. 현재까지의 섬유형 에너지 소자의 대부분은 파이버 또는 케이블 상에서 소자를 구현하는 수준으로 대부분 수작업을 통해 제조되어 길이 및 직경에 제한이 많은 상황임
- 크기가 작고 편평하지 않은 섬유의 구조상 소자 구현시 장치 제조의 복잡성을 증가시키는 반면, 평면형 소자에 비해 성능이 매우 떨어짐. 즉, 저비용으로 고성능의 에너지 소자를 구현하기는 매우 어려운 실정임
- 본 기술은 다수의 개별 섬유형 소자를 직물 형태로 직조함으로써 공기/습기 침투 조절이 용이한 직물 제조가 가능하며, 에너지 소자를 직물화 할 경우 웨어러블 전자장치에 적합한 유연한 전력 공급원으로서 활용이 가능할 것으로 예상됨

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 텍스타일 기반의 에너지 저장 소자를 제조 제작하여, 유연하고 신축성 있으면서 큰 용량을 발현할 수 있는 구조의 에너지 저장 소자 기술 개발
- fiber 형태의 다양한 소자 및 맞춤형 스마트 텍스타일 소자 제조
- 섬유형 전극 연속 제조 장비 시스템
: 단위공정 구현 모듈 설계(표면처리/코팅/건조/이송 등)를 통한 기능에 맞는 공정 장비 배치 가능



〈섬유형 전극 연속 제조 장비 시스템〉



〈스마트 텍스타일 소자〉

지식재산권 현황

특허

- 선형 전극 제조장치 및 이를 이용한 선형 전극 제조방법(KR2603050)
- 기능성 섬유 와이어 제조를 위한 전기방사 시스템(KR2289347)
- 레이저를 이용한 흑연 복합재의 제조 방법, 흑연 복합재 제조 시스템 및 흑연 복합재를 포함하는 리튬 이차전지(KR2412900)
- 신축성 배터리(KR2455351)
- 적외선 적응형 투명 위장막(KR2603047)

노하우

- 개별 기능성 Yarn 제조 및 측정 평가 기술
- 섬유형 소자(복합) 직물화 기술



페루프 리니어 모터 고속 컨베이어

연구자: 김현창
소속: 이차전지장비연구실 ☎ 042-868-7378

기술 개요

- 리니어 모터를 기반으로 하며, 무빙 마그넷 타입으로 무빙 케이블 없이 다수의 이동자를 개별 제어 할 수 있는 시스템
- 다중 이동자의 개별 제어로 고속 이송이 가능하며, 모션 프로파일의 생성 및 변환이 용이하여, 공정 변화에 적응이 빠른 지능형 이송 시스템

고객 · 시장

- 이차전지, 디스플레이 제조 라인의 이송 시스템 시장
- 식품, 제약, 공산품 등의 고속 생산 인라인 패키징 시장
- 다양한 스마트 자동화 제조 공정 라인

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 컨베이어와 같은 이송 장치의 경우 생산성과 및 공정 변화에 대한 유연성이 떨어지며 이로 인한 시간적/비용적 부담이 증가함
- 본 기술은 고속으로 개별 이동자를 이송할 수 있으며, 이송자의 모션 프로파일을 유연하게 변경이 가능하여 생산성 향상과 유연한 공정 운영이 가능함

기술의 차별성

- 리니어 모터를 기반으로 하여 개별 이동자의 고속 이송이 가능함
- 무빙 마그넷 타입으로 무빙 케이블이 전혀 없어 무한 페루프 구성이 가능
- 각각의 이동자를 개별 제어함으로써 다중 공정에 대응 가능한 이송 시스템
- 모듈형으로 공정에 따라 이송거리와 이동자의 개수 조절 및 확장 가능
- 개별 이동자의 모션 프로파일 변경이 용이하여, 공정 변화 적응에 매우 용이

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 페루프를 구성하는 리니어 모터 트랙에 다수의 이동자를 케이블 없이 개별 구동
- 각 이동자의 절대 위치 센싱 및 개별 고속 모션 제어 가능
- 다중 이동자의 모션 프로파일의 생성과 충돌 방지 제어



지식재산권 현황

특허
<ul style="list-style-type: none">리니어 모터 및 그 제어 시스템(KR2164594)LINEAR MOTOR AND LINEAR MOTOR CONTROL SYSTEM(US11290040)
노하우
<ul style="list-style-type: none">다수의 Multi-phase 드라이버 홀 스위칭 기술다수 이동자 개별 위치 정보 획득 및 구동 제어 기술

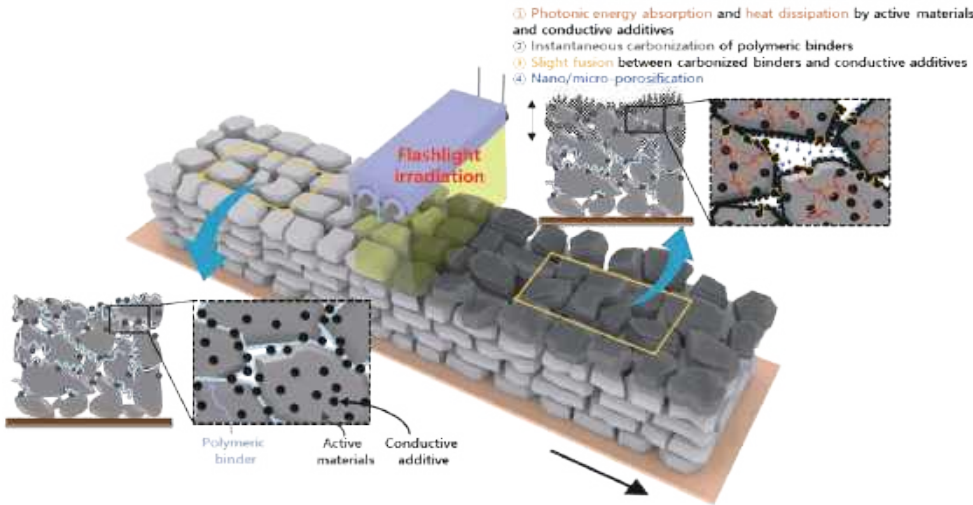


플래시를 이용한 고성능 이차전지 전극의 고효율 제조

연구자: 우규희
소속: 이차전지장비연구실 ☎ 042-868-7615

기술 개요

- 롤투롤 호환이 가능한 고속 대면적 플래시 조사를 통해 전극 건조 공정의 효율화, 전극 표면 활성화 등을 유도하는 공정 기술
- 전극 제조 공정의 효율성 및 생산성 증대, 전극의 전기화학적 특성 개선 효과를 도모할 수 있으며, 리튬 메탈 안정화 보호층 등 차세대 전지의 기능성 층 제조 및 표면 개질에 다양한 응용 가능



〈대면적 플래시 조사를 통한 이차전지 전극 표면 활성화 모식도〉

고객 · 시장

- 이차전지 셀 제조 기업
- 이차전지 장비 및 모듈 기업

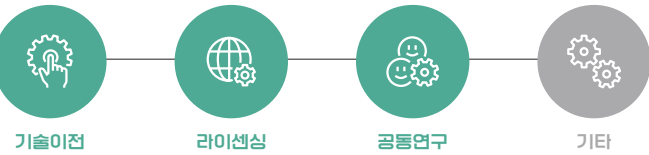
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 전극 건조를 위해 대규모 인프라 필요 및 높은 에너지 소모
- 후막화 등으로 인한 전기화학적 성능 열화를 포함, 차세대 전지의 성능 열화를 억제하기 위한 기능성 표면/계어 공정 기술 부재
- 이차전지 제조 산업의 근간인 롤투롤 공정과의 호환가능한 차세대 공정 기술 부재

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

- 건조 공정 인프라 규모 축소 및 공정 에너지 절감 가능(전극 생산성 향상)
- 전극 표면(전해질과의 계면) 활성화를 통한 전기화학적 특성 개선 가능
- 고속 롤투롤 공정과의 호환성
- 차세대 전지용 기능성 층 제조 응용 가능

기술의 우수성

- 롤투롤 호환가능한 고속 대면적 플래시 공정 이용
- 전극 제조 공정의 효율화 및 전극 표면 활성화를 통한 전기화학적 특성 개선 유도
- 리튬 메탈 안정화 층 등 다양한 응용 가능



〈고성능 이차전지 전극 제조를 위한 롤투롤 플래시 복합 공정 시스템〉

지식재산권 현황

특허

- 표면 개질된 전극의 제조시스템 및 이를 이용한 전극의 제조 방법
- 배터리용 전극 제조 방법

노하우

- 고품질 전극 제조를 위한 소재, 공정 노하우
- 단위 공정, 롤투롤 공정 연계 플래시 공정 평가 노하우(인프라 보유)



168

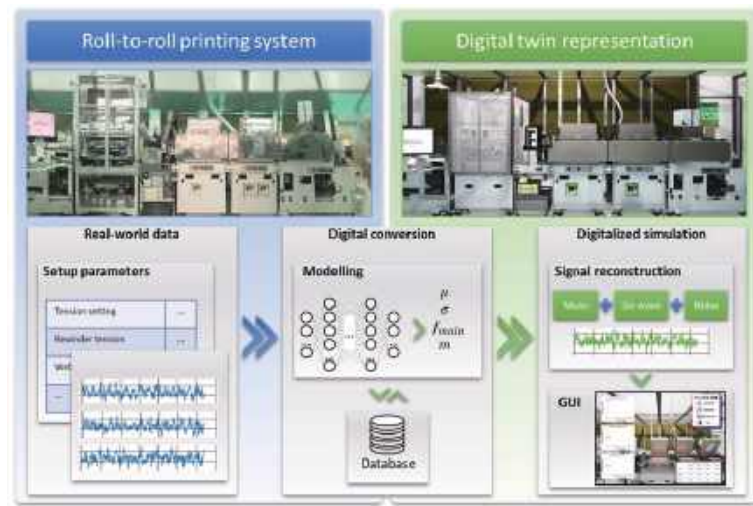
이차전지 7

롤투롤 이차전지 제조장비 디지털트윈 기술

연구자. 김재영, 이택민, 김인영
소속. 이차전지장비연구실 042-868-7972

기술 개요

- 이차전지제조의 지능화/최적화/고도화를 위한 연속생산공정 롤투롤 제조장비 디지털트윈 핵심 기술



고객 · 시장

- 이차전지 제조 및 공정 장비
- 연료전지 등 에너지-ICT 소자 생산 제조 및 공정 장비
- 유연전자, 바이오 제조 및 공정 장비

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 미래 신소자 기술이 필름 위에 제조될 것으로 기대 및 롤투롤 생산기술 필요성 증대
- 고정밀 고성능의 롤투롤 제조장비 구축을 위한 원천기술 개발이 절실히 필요한 상황이며, 롤투롤 제조공정 디지털 트윈화를 위한 기반 기술을 개발함으로써 시스템의 최적화 및 지능화로 가기 위한 밑거름이 됨
- 연료전지(CAGR 16.48%)/이차전지(CAGR 21.8%) 정밀 롤투롤 공정 수요 증대 및 기술의 디지털전환 요구 증대

기술의 차별성

- 연속생산공정 롤투롤 시스템의 디지털 트윈화 세계 최초 기술 (IMEC, VTT, Fraunhofer, CPI 등 국내외 R2R 경쟁 기관 발표사례 없음)
- 연속생산공정 롤투롤 시스템의 핵심 요소 중 장력, 속도의 실제 데이터 기반을 바탕으로 한 AI 모델 개발 및 공정시 Registration alignment, smearing effect의 AI 모델 개발
- 디지털 트윈 플랫폼 및 AI 모델 통합 구축을 통해 input parameter를 통한 최적화 output 반영
- 실시간 데이터 연동을 통한 실제 데이터 및 AI output 데이터 비교

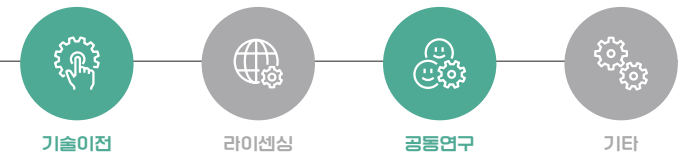
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

169

기술완성도(TRL)

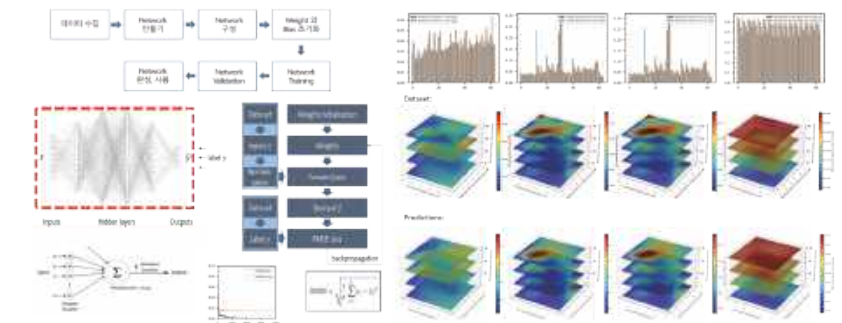


희망 파트너십

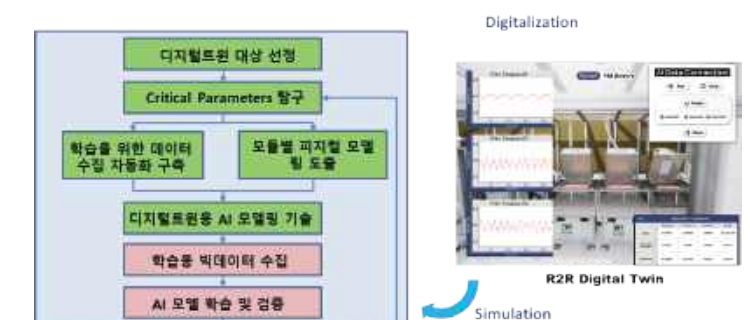


기술의 우수성

- 디지털 트윈 단독 구동 및 연동 구동을 통한 디지털 매뉴팩처링기술 동시 확보
- 유연기판기반연속제조공정/장비 가상제조 플랫폼 기술 기반 마련
- 메타버스 기술 복합 이차전지제조용 롤투롤 연속생산공정 시스템 기술 확대 발전 가능성 시사



〈이차전지용 롤투롤 연속생산공정 시스템 AI 모델 개발〉



〈이차전지용 롤투롤 연속생산공정 디지털 트윈 기술 개발을 위한 개략도〉

지식재산권 현황

특허

- 인공지능을 이용한 롤투롤 장비의 디지털 트윈 구현 방법 및 장치(KR2023-0058464)
- 롤투롤 장비의 제어 방법, 이를 위한 디지털 트윈 장치(KR2023-0058463)

노하우

- 이차전지제조용 롤투롤 연속생산공정시스템의 장력, 속도, registration align, smearing effect 관련 AI 모델 개발 및 signal reconstruction algorithm 개발
- 빅데이터 및 실시간 데이터 수집을 위한 자동화 하드웨어 개발
- 실제 시스템 바탕의 디지털 트윈 플랫폼 개발



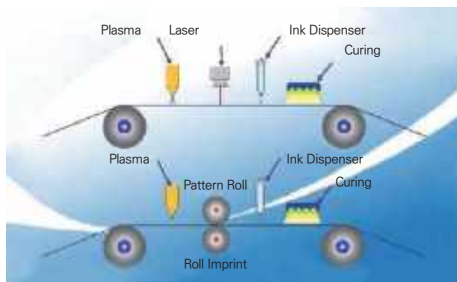
투명전극 및 투명전극필름 제조기술

연구자. 조정대

소속. 이차전지장비연구실 042-868-7162

기술 개요

- 임프린트된 유연/신축 기판의 패턴 홈에 금속 잉크/페이스트를 용이하게 채워 고투과 및 고전도성 투명 전도필름 제작공정을 단순하게 하는 기술



고객 · 시장

- 터치패널 차세대 디스플레이, 광학필름, 보안필름, 바이오센서, 마이크로렌즈, 멤브레인 기판, 3차원 센서, 에너지 소자 및 전파흡수구조체 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

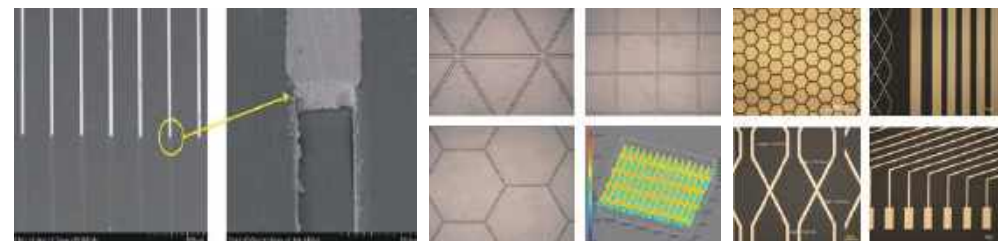
- 일반적으로 유연/신축기재에 미세 패턴을 형성하고, 미세 패턴에 금속 잉크/페이스트를 채워서 투명전도필름을 형성함
- 예를 들면, 합성수지 필름에 미세 패턴의 오목한 패턴 홈을 형성하고, 이 패턴 홈에 금속 잉크/페이스트를 채워서, 투명전극을 형성함
- 블레이드를 사용하여 금속 페이스트를 채우고 패턴 홈의 외부에 묻은 금속 페이스트를 제거한 공정에서 블레이딩 공정과 세정공정이 포함됨에 따라 투명전극을 제조하는 공정이 복잡해짐
- 대면적일 경우 전체 면적에 전도성 잉크를 도포하여야 하므로 잉크소모량이 많음
- 대면적에 블레이드로 잉킹하여야 하므로 균일한 잉킹이 어려움
- 잉킹 후 패턴 외의 영역을 닦아내야 하므로 공정 수 증가에 따른 시간 소요가 요구됨
- 임의형상을 갖는 패턴 구현이 어려움

기술의 차별성

- 기존의 롤 프린팅에서 어려운 5um 이하의 sub-micrometer(500nm) 패턴 제작 가능함
- 레이저를 이용하므로 다양한 임의형상을 갖는 패턴 구현이 가능하고, 패턴마스크 제작시간이 단축됨
- 패턴닝 시 필름 손상이 없으므로 다양한 종류의 필름을 사용할 수 있음
- 패턴 영역에만 전도성 잉크를 도포하므로 잉크 소모량이 적음
- 블레이딩 공정과 세정공정이 필요 없으므로 공정단계 작아짐
- 잉크를 쉽게 채워 넣을 수 있고, 별도의 잉킹장치 및 세정장치가 필요하지 않음
- 잉크전이 특성과 소자제작 후 전도도 및 투과도 특성을 고려하여 각인 제판(선폭, 간격, 모양) 설계 및 제작 수행함 (패턴크기 : 500nm, 1, 5, 10, 20, 30um / 패턴간격 : 100, 200, 300, 400, 500um, 1mm, 2mm)

기술완성도(TRL)

희망 파트너십



〈투명전극 형성방법 및 다양한 패턴의 투명전극〉

기술의 우수성

- 현재 500nm ~ 20μm급(선폭, 간격, 모양) 각인 제판 설계 및 제작
- 다양한 종류의 유연기재(PET, PEN, PC 등) 및 신축기재를 사용할 수 있기에 기재 사용의 제한이 없음
- 필름 표면을 접촉각 100도 이상의 (초)소수성으로 플라즈마 처리 후 레이저 또는 롤임프린트 방법으로 패턴을 제작함
- 필름 표면에 전도성 잉크/페이스트를 오목한 패턴 홈에 DROP하여 미세한 패턴 형성 후 바로 건조/경화함



〈투명전극 제작 결과/투명전극필름/유연유기태양전지(응용)〉

지식재산권 현황

특허

- 투명전도필름 제조 방법, 그 장치 및 그 투명도필름(KR1357284, EP14168884.6)
- 인쇄기반 금속 배선을 이용한 투명전극 제조 방법 및 그 투명전극(US8912086)
- 전도성 금속 필름 전극 제조장치(KR1659462)
- 인쇄기반 금속 배선을 이용한 투명전극 제조 장치(US13/223365)

노하우

- 투명전극제작 전/후처리 공정기술
- 유연/신축기판 표면처리기술
- 유연/신축소자 전기적/기계적 특성 평가기술

END-ITEM.

6

디스플레이 DISPLAYS



CONTENTS

Flexible/Stretchable 디바이스 및 디스플레이 대응 미세배선 형성 기술	174
광기반 반도체/디스플레이 micro-chip 전사 및 리페어 기술	176
미세패턴 금형 코어 초정밀 기계가공 기술	178
Micro/Mini-LED 디스플레이 제조용 롤 전사 기술	180
Flexible OLED 롤투롤 증착시스템 기술	182
롤투롤 UV 임프린트 공정/장비 기술	184
고유연 기능성 전극 친환경 초고속 패터닝 기술	186
열형-롤 임프린트 장비	188

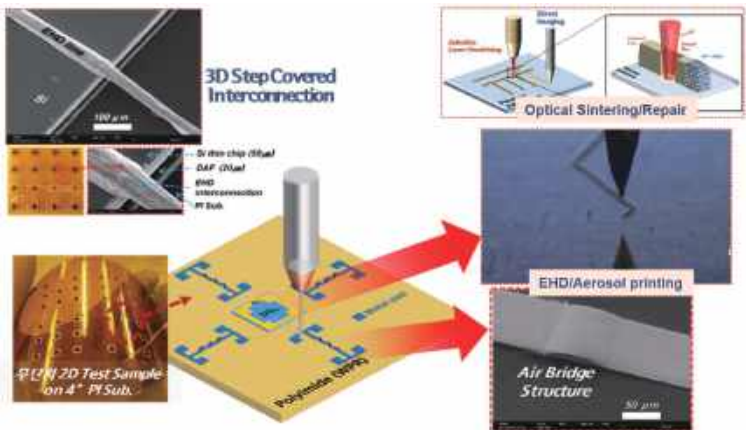


Flexible/Stretchable 디바이스 및 디스플레이 대응 미세배선 형성 기술

연구자: 김승만, 박아영, 이재학
소속: 반도체장비연구센터 ☎ 042-868-7034

기술 개요

- 고 유연/신축성을 갖는 고성능 디바이스 및 디스플레이 구현을 위한 100 μ m 이하급 미세배선 형성 및 미세 칩에 대한 3차원 Interconnection 기술
- 유연/신축 기판 대응 비 손상 미세 패턴(폭 \leq 100 μ m, 간격 \leq 20 μ m, 단차 \leq 50 μ m) 형성용 Direct Imaging 및 광 기반 소결/수리 기술



고객 · 시장

- 플렉서블/스트레처블 전자소자 및 디스플레이, 마이크로 LED 디스플레이, 첨단 단도체 패키징

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 MEMS 공정/장비 활용 시 기판과 칩 간에 단차(\geq 5 μ m) 발생할 경우 Interconnection 공정의 한계 발생
- 기존 Wire-bonding 공정은 열, 압력, 초음파에 의해서 50 μ m 이하 박형 칩에 손상 발생
- 미세 패턴 폭(\leq 100 μ m)/간격(\leq 20 μ m) 구현을 위한 3차원 Interconnection 기술의 부재
- Low T_g 유연/신축 기판에 손상을 가하지 않으며 미세 패턴을 형성할 수 있는 기술의 부재

기술의 차별성

- 3D/유연/신축 기판상에 미세배선 형성이 가능하며, 50 μ m 이하 두께의 박형 칩의 손상 없이 3D Interconnection 형성 공정이 가능한 기술임
- 미세 패턴 폭(\leq 100 μ m)/간격(\leq 20 μ m) 배선을 Direct Imaging 방식으로 구현할 수 있는 기술임
- 유연/신축 기판에 열 손상이 없이 Ink 소재를 소결/제거할 수 있는 기술임
- 공정 수율 향상을 위한 Rework 및 Repair 구현이 가능한 기술임

기술완성도(TRL)

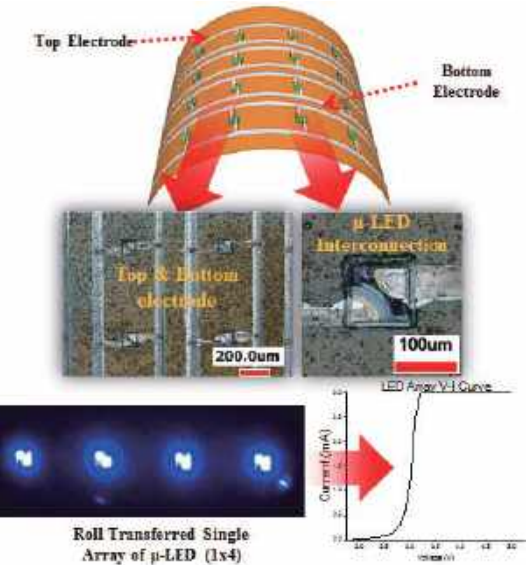


희망 파트너십



기술의 우수성

- 100 μ mX100 μ m(thickness \approx 10 μ m) 크기의 미세 칩에 대한 전극 형성 및 Face-up 방식 3D Metal Interconnection (선폭 \leq 30 μ m) 공정성 확보
- Direct Imaging 방식을 적용한 10 μ m 이하 폭의 미세 배선 형성 공정성 확보
- 50 μ m 이하의 3차원 단차 극복을 위한 Ink 소재별 공정 데이터 확보
- 유연/신축성 기판의 열 손상 없는 배선 소결/수리를 위한 광 공정/장치 기술 확보



지식재산권 현황

특허

- 웨어러블 건식 패치형 하이브리드 기판 및 이의 제조방법(KR1756847)
- 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름의 제조 방법(KR1641207)
- 신축 가능한 디바이스 제조방법 및 이에 의해 제조되는 신축 가능한 디바이스(KR2026469)
- 레이저 소결을 이용한 전극 패턴 형성방법 및 이를 위한 전극 패턴 형성시스템(KR2002838)

노하우

- Direct Imaging(Aerosol, EHD 등) 방식의 미세배선 형성 공정 기술
- 3차원 단차 미세 칩의 Face-up 방식 Interconnection 공정 기술
- 유연/신장 가능한 배선 설계, 해석, 제조 및 평가 기술
- 광기반의 배선 소결/수리 공정 및 장비 기술



광기반 반도체/ 디스플레이 micro-chip 전사 및 리페어 기술

연구자. 김승만, 한성흠, 이재학
소속. 반도체장비연구센터 ☎ 042-868-7034

기술 개요

- 광을 이용하여 초미세 마이크로 칩($50\mu\text{m}$)을 기판으로 고속, 고정밀 전사(Transfer) 및 수리(Repair)하는 기술

고객 · 시장

- 차세대 반도체 패키징, 마이크로LED 디스플레이, VCSEL 광원/센서 제조업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 상용화된 대량 마이크로 칩 전사 기술은 고정된 배열의 칩들을 그대로 전사하는 스탬프 방식으로, 다양한 배열의 칩 전사에 대응이 불가능하며, 이에 따라 전사 간격 및 위치를 유동적으로 바꿀 수 있는 고속 재배열 기술이 필요함
- 또한, 개별 칩에 대해서는 물리적 접촉 및 기계적인 구동 기반으로 전사를 수행하여 공정 속도 및 칩 크기에 한계가 발생하므로, 이를 대응할 수 있는 고속, 미세 피치/크기의 비접촉 전사 기술이 필요함
- 칩 전사 공정 중 혹은 전/후 공정에서 발생하는 불량 칩들을 선별하여 제거하거나, 양품 칩들만 선택적으로 전사할 수 있는 선택적 전사 및 리페어 기술이 필요함

기술의 차별성

- 고속 펄스 레이저를 이용하여 $50\mu\text{m}$ 이하의 미세 크기/간격의 칩을 전사 및 수리 가능
- 폴리머 층의 기포(Blister) 생성 기반 전사 메커니즘 적용으로 칩 손상방지 및 정밀위치 공정 가능
- 고속 펄스 레이저와 스캐너의 동기화 제어 및 보정을 통한 고속, 정밀 공정 가능
- 4개 이상의 멀티빔 생성 및 이를 적용한 대량 전사 가능
- 각 빔의 On/Off 제어를 통해 선택적으로 양품 칩만 전사하거나 불량 칩만 제거 가능
- 칩 웨이퍼-기판-광학계 간의 정밀 정렬 및 간격 조절 가능

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 세계 최고 수준의 광 기반 전사 속도 확보, 단일 빔 : 14M CPH, 멀티 빔 : 32M CPH (*미국 선진사의 경우 단일 빔 3.6M CPH, 멀티 빔 : 15M CPH)
- $\pm 2\mu\text{m}(3\sigma)$ 이하의 전사 정밀도 및 99.6% 이상(칩 484개)의 전사 수율 확보
- 7인치 이상 기판 대응 전사 공정 통합 장비 기술(정렬, 이송, 공정, 검사) 확보



지식재산권 현황

특허
<ul style="list-style-type: none">멀티빔 생성과 스위치를 이용한 선택적 레이저 전사 장치 및 방법(KR2302140)능동 멀티빔 생성 기반 선택적 레이저 전사 장치 및 방법(KR2329818)레이저 빔 간격 조절 및 위치 보정 장치(KR2023-0080598)마이크로 소자 전사장치 및 전사방법(KR2023-0047546, KR2023-0092277)마이크로 소자 전사방법(KR2023-0092276)
노하우
<ul style="list-style-type: none">광 기반 전사/접속/리페어 공정 제어/분석/평가 기술극초단 펄스 레이저 적용 공정 제어 기술멀티빔 광학계 설계/제작/제어 기술광학(광원, 광학계)-기계(시편 고정부, 이송부) 통합 장비 설계/제작/정렬/제어 기술광 반응 소재층 설계/제작/평가 기술



178

디스플레이

3

미세패턴 금형 코어 초정밀 기계가공 기술

연구자: 제태진, 최두선

소속: 나노리소그래피연구센터 ☎ 042-868-7142, 7124

기술 개요

- 나노정밀도의 초정밀 기계가공기술(선삭, 평삭, 엔드밀링, 압입가공 등)을 기반으로 고기능성 첨단 제품의 성능향상 및 특수 기능을 발현하는 데에 필수적으로 요구되는 미세패턴 형상의 금형 코어를 제조하는 기술

고객 · 시장

- LCD/LED, OLED, AR/VR 등에 적용되는 첨단 디스플레이용 광학소자를 비롯하여 광에너지, 메타구조체, 홀로그램, 광학렌즈 및 광통신, 의료/바이오 등의 고기능성 핵심 소자 및 부품제조 시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 각종 첨단 산업에서 제품의 고기능화 및 고집적도 실현을 위하여 극초정밀 미세형상 패턴 부품의 수요가 급증하고 있으나 이에 효과적으로 대응할 수 있는 초정밀 미세패턴 가공기술 기반은 취약함
- 기존 제품의 성능향상과 차세대 첨단산업에 요구되는 고기능성 제품의 수요에 대응하기 위해서는 나노급의 초정밀 기계가공기술을 기반으로 한 고효율적 미세 패턴 금형 코어 가공기술이 필요함

기술의 차별성

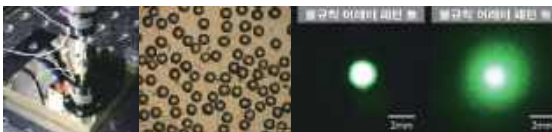
- 핵심소자의 특성과 기능 향상에 따라 요구되는 수십nm ~ 수백 μ m 수준의 다양한 미세패턴 형상을 고품질, 고정도로 제어하며 제조 가능함
- 고기능성 첨단 제품의 대량생산에 요구되는 Roll to Roll 공정, 사출성형공정, 프레스성형공정 등에 대응한 초정밀 미세패턴 코어 금형의 제조가 가능함
- 마이크로/나노 복합형상, 고차원 형상 등의 융복합 가공기술 적용이 가능하며, 불규칙 형상 및 불규칙 배열의 미세 패턴의 가공이 가능한 기술로서, 다양한 차세대 첨단 산업 소자제조에 적용 가능함

기술의 우수성

- 광학필름 제조용 대면적 미세패턴 롤 금형 초정밀 가공기술
 - 수십nm ~ 수십 μ m 수준의 초정밀 그루브패턴, 랜덤단차표면, 렌티큘러 패턴 등 광학필름 제조용 금형



- 광학산 특성 향상을 위한 불규칙 렌즈 어레이 패턴 코어 금형 초정밀 압입 가공기술
 - 최소직경 15 μ m, Fill-Factor 최대 50%의 불규칙 렌즈어레이 패턴 가공
 - 광확산특성 최대 12배 향상



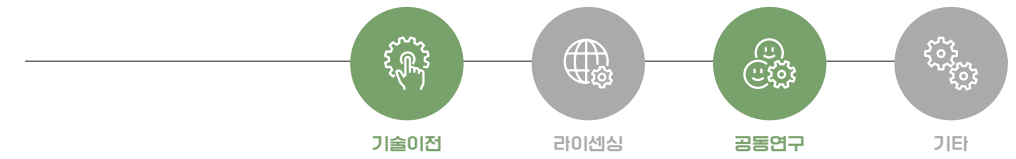
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

179

기술완성도(TRL)



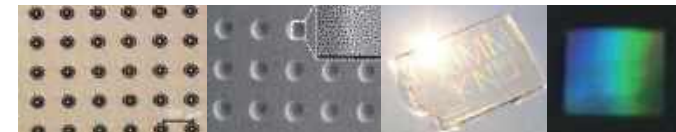
희망 파트너십



- 초고휘도 재귀반사 특성을 위한 3방향 교차 미세패턴 대면적 코어 금형 초정밀 절삭 가공기술
 - 교차점 오차 1 μ m 이내, 패턴형상오차 1 μ m 이내



- 구조색(Structural Color) 발현용 미세포어 렌즈어레이 패턴 금형코어 가공기술
 - 기계/화학적 융합 가공기술을 이용한 구조색 발현용 마이크로/나노 패턴 가공



- 비구면 고종횡비 포물면 집광렌즈 금형 어레이패턴 가공기술
 - 집광효과 상승으로 태양광 에너지 단락전류밀도 10% 향상



- 메타표면 구현을 위한 마이크로 슬릿 어레이 초정밀 기계가공 기술
 - 형상오차 1 μ m 이내, 위치오차 1 μ m 이내 초정밀 마이크로 슬릿 어레이 가공
 - 종파를 횡파로 변환하는 메타표면 구현

- 3차원 이미지 구현을 위한 광학패턴 마이크로 엔드밀링 기계가공기술 구현

특허

- 비구면 도광판 금형 가공방법(KR1630021)
- 광학필름 제조용 금형 제조방법(KR1767311)
- 공구의 각도 조절을 이용한 미세패턴 가공방법(KR1474974)

노하우

- 패턴형성 롤 가공장치 및 그에 따른 미세패턴 형성방법
- 압자를 이용한 불연속 미세패턴 성형 장치 및 방법
- 미세 파동패턴 가공장치 및 방법
- 단차형상, 좌/우 또는 상/하 방향 미세패턴 설계 및 가공공정기술
- 미세패턴 가공용 절삭공구 설계제작기술/미세패턴 측정분석 및 성능평가기술



180

디스플레이

4

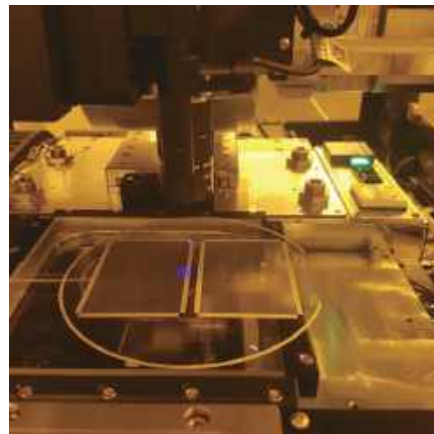
Micro/Mini-LED 디스플레이 제조용 롤 전사 기술

연구자. 김재현

소속. 나노디스플레이연구실 042-868-7550

기술 개요

- Micro/Mini-LED를 이용하여 화소를 구성하는 디스플레이 패널을 제조하기 위해서는 다수의 Micro/Mini-LED를 대면적 회로 기판 위로 전사하는 기술이 필요함.
- 본 기술은 롤 스탬프를 이용하여 Micro/Mini-LED를 대면적 회로 기판 상에 매우 높은 생산성으로 전사하는 기술임



고객 · 시장

- 응용제품/시장 : Micro-LED 디스플레이, Mini-LED 디지털 사이니지, Local dimming용 Mini-LED BLU, 신축성 Micro-LED 디스플레이, 투명 Micro-LED 디스플레이, 자동차용 디스플레이, 웨어러블 디스플레이, 곡면 및 구면 디스플레이
- 고객 : 디스플레이 장비 기업, 디스플레이용 소재 기업, 디스플레이 패널 제조 기업, 전자 제품 기업

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존에는 mini-LED 소자를 하나씩 기판에 옮겨서 회로 기판과 전기적으로 접속시키는 die-bonder 기술이 있음
- Die-bonder는 초당 2~50개 수준으로 LED를 디스플레이 기판에 전사할 수 있음
- 롤 전사(Roll-transfer) 기술은 롤 스탬프를 이용하여 일정 영역에 있는 다수의 mini/micro-LED를 한 번에 전사할 수 있는 기술로서, 기존의 die-bonder과 비교하여 전사 면적과 전사 속도를 크게 향상할 수 있음
- 전사 속도는 롤 스탬프의 크기와 한 번에 부착되는 LED의 개수에 따라 다르지만, 초당 100~10,000개 수준으로 LED를 전사하는 것이 가능함

기술의 차별성

- Mini/micro-LED를 전사하는 기술은 미국 애플사, 대만의 Playnitride사 및 ITRI, 대만의 폭스콘사, 미국의 Uniqarta사, 아일랜드의 X-celeprint사 등이 개발하고 있으며, 국내 삼성과 LG도 die-bonder 및 평면 폴리머 스탬프를 활용한 전사 기술을 활발히 개발하고 있음
- 롤 스탬프 방식의 전사 기술은 한국기계연구원에서 독자적으로 개발하여 50여건 이상의 특허를 확보하고 있음
- 다른 전사 기술들은 전사 면적이 1~2인치 수준이거나, LED를 개별적으로 전사하여 전사 속도가 매우 느리다는 단점이 있음
- 롤 전사 기술은 현재까지 보고된 전사 기술들 중에서 가장 높은 전사 속도와 전사 면적을 구현할 수 있는 기술임

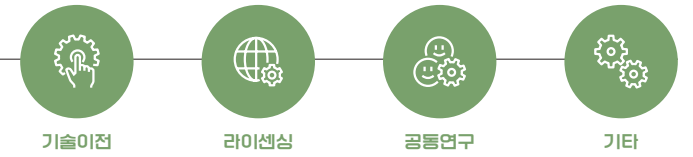
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

181

기술완성도(TRL)

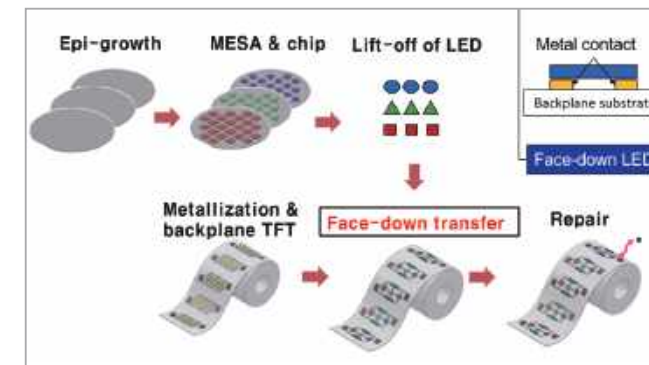


희망 파트너십

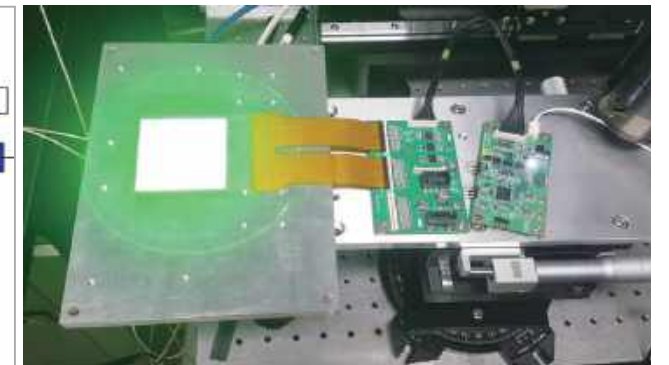


기술의 우수성

- LCD와 OLED 디스플레이에서의 패널 제조 사업은 대기업만이 가능했음
- 반면에, mini/micro-LED 디스플레이는 디스플레이 회로 기판과 LED를 공급받아서, 중소중견 기업도 디스플레이 패널을 제조할 수 있는 디스플레이 기술임
- 현재 mini-LED의 시장이 빠르게 성장하고 있고, micro-LED의 경우는 3~4년 이후에 본격적인 시장이 형성될 것으로 전망됨
- 50여 건의 지식재산권을 확보하여 응용 분야에 따라 특화된 롤 전사 장비 및 전사 공정 기술, 스탬프 기술을 확보하여, 수요기업의 응용 분야에 맞추어 기술 이전이 가능함



〈LED 패널 제조 공정 개략도〉



〈Micro-LED 점등 사진〉

지식재산권 현황

특허

- 마이크로 소자 전사장치(KR2164090)
- 마이크로 소자의 간격 조절 전사방법(KR2152459)
- 마이크로 소자의 곡면 전사방법 및 마이크로 소자의 곡면 전사장치(KR2108385)
- 선택적 전사가 가능한 마이크로 소자 전사장치(KR2108105)
- 마이크로 소자 전사장치 및 마이크로 소자 전사방법(KR2012692)
- 마이크로 소자 어레이 전사방법(KR2012237)
- 마이크로 소자 전사방법 및 마이크로 소자 전사방법으로 제조된 마이크로 소자 기판(KR1800367) 등 총 50여 건의 전사 기술 관련 국내외 특허 출원/등록

노하우

- Micro/Mini-LED 접속 방법에 따른 전사 공정 기술



Flexible OLED 롤투롤 증착시스템 기술

연구자: 권신
소속: 이차전지장비연구실 042-868-7219

기술 개요

- 롤투롤 방식을 기반으로 Flexible OLED를 연속 생산하기 위한 핵심기술로 OLED 패널에 적합한 패턴을 갖는 유기, 무기, 금속 소재의 다층 박막을 형성하기 위한 롤투롤 진공 증착 시스템 기술

고객 · 시장

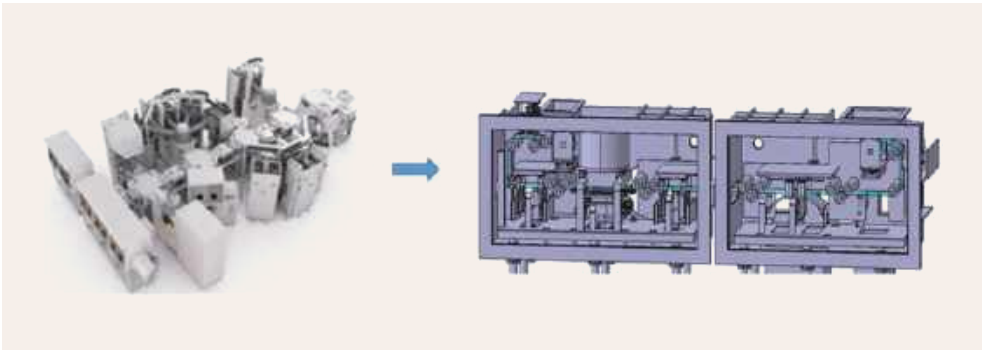
- Flexible OLED 조명(실내조명용, 인테리어, 자동차, Entertainment 등)
- Flexible OLED 디스플레이(사이니지, 웨어러블, 휴대용 등)

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- Flexible OLED를 생산하기 위한 현재 기술인 Glass Carrier를 이용하는 방식은 PI(Polyimide) coating, 열처리 공정으로 Glass 위에 Film을 형성하거나 또는 별도의 Film을 Glass에 부착한 후에 기존 Glass 공정을 이용하여 OLED 제작한 후, LLO(Laser Lift Off) 등을 이용한 Flexible OLED의 분리 등 별도 추가 공정 및 고가의 장비가 필요함
- 이에 필름 기판을 직접 롤투롤(Roll-to-Roll) 핸들링하여 연속 공정으로 생산하는 경우 혁신적인 원가절감을 실현할 수 있음
- 특히, OLED 생산을 위하여 기존 다수의 장비로 구성되는 클러스터 방식에서 롤투롤 기반의 연속 방식으로 구현하는 본 기술을 적용하면 생산성을 크게 향상시킬 수 있음

기술의 차별성

- Glass Carrier 없이, Film Roll에 직접 공정 수행
- 기존 클러스터 형 진공 증착 장비 대비 단일 챔버 Roll-to-Roll 구성
- 실시간 Fine 패턴 Mask Align/Mask Gap 제어 기술을 적용하여, 미세패턴 증착 가능



〈극저온 고진공펌프의 일반적인 구조(왼쪽), 다양한 기체에 대한 증기압(오른쪽)〉

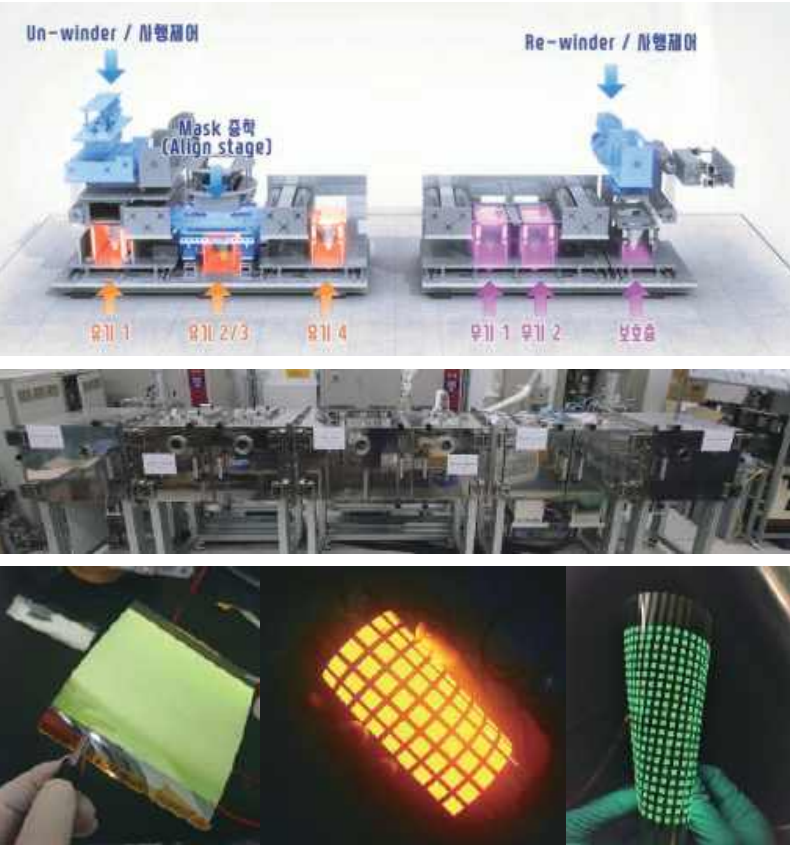
기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성



지식재산권 현황

특허

- 유연성 기판용 롤투롤 진공 증착 시스템(KR1658957, DE10-2015-117344)
- 롤투롤 진공 증착 시스템(KR1852051)
- 비접촉식 롤투롤 웹 이송 장치(KR1929926)

노하우

- 실시간 패턴 Mask Align/Gap 제어 기술
- 고진공 Roll-to-Roll 속도/장력 정밀 제어 기술



184

디스플레이
6

롤투롤 UV 임프린트 공정/장비 기술

연구자: 권신

소속: 이차전지장비연구실 ☎ 042-868-7219

기술 개요

- 롤투롤 UV 임프린트 패턴 성형 기술을 이용한 마이크로/나노 패턴 구조의 광학 필름, 기능성 필름 연속 생산기술
- Step & Repeat 공정을 이용한 대면적 Soft 몰드 제작 기술

고객 · 시장

- 디스플레이용 광학 필름
- MLA(Micro Lens Arrays), 초발수 필름, 홀로그래프 필름 등 마이크로/나노 구조 기능성 필름

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

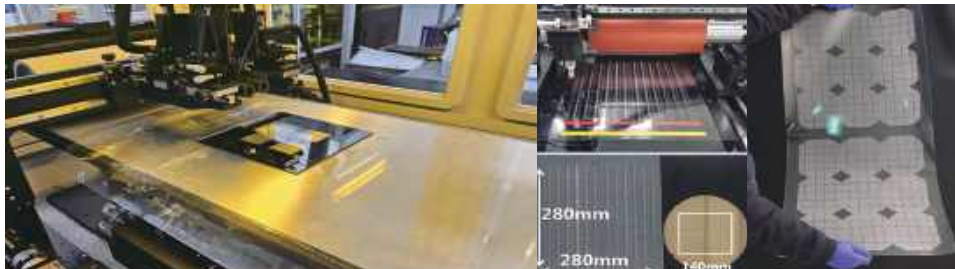
- PET/PC 등 유연 필름에 마이크로/나노 기능성 패턴의 고속/대량 생산이 가능

기술의 차별성

- 마이크로/나노 패턴이 성형된 Rigid Master(4" 또는 8" wafer)로부터, Step & Repeat(Align 포함) 공정을 이용한 대면적 Soft Mold 제작(300mm x 1,000mm), 정밀 Roll winding을 통한 Roll Mold 제작
- Vision 응용 정밀 Align 기능을 적용하여, 2-layer 연속 Align 임프린트 가능(Align 정밀도 $\pm 10\mu\text{m}$)

기술의 우수성

- Step & Repeat align 임프린트 기술을 이용한 몰드 대면적화 적용



〈Step & Repeat 대면적 몰드 제작 장비 및 결과〉

기술완성도(TRL)

희망 파트너쉽

KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

185

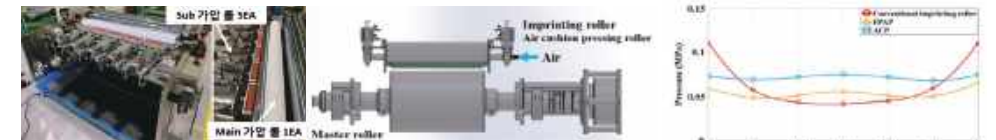


- Roll Mold를 이용한 연속 롤투롤 UV 임프린트 생산기술



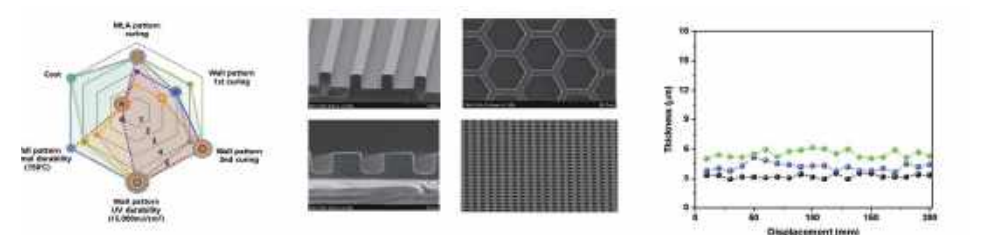
〈2-layer 연속 UV 임프린트 장비 및 MLA 필름 제작〉

- 다양한 형태의 롤투롤 균일 가압 기술



〈분할 가압, Air 가압 등 다양한 형태의 균일가압 기술 개발 및 적용 결과〉

- 패턴별 공정 최적화 기술 및 임프린트 잔류막 균일도 확보($\pm 5\%$ 이내)



〈다양한 패턴별 공정 최적화 및 두께 균일도 확보〉

지식재산권 현황

특허

- 롤러에 대한 가압장치 및 이를 포함하는 패턴닝 장치(KR2561765)
- 실시간 정렬이 가능한 미세패턴 롤 제작시스템, 및 이를 이용한 미세패턴 롤 제작방법(KR2384120)
- 실시간 장력제어를 이용한 미세패턴 롤 제작시스템, 및 이를 이용한 미세패턴 롤 제작방법(KR2267473)
- 미세패턴 롤을 제조하는 방법 및 장치(KR1692065)
- 입체패턴 프린팅 장치(KR1692066)

노하우

- 몰드 대면적화 기술(4" or 8" Master → 300mm x 1000mm)
- 롤투롤 정밀 align 임프린트 기술
- 롤투롤 균일 가압 임프린트 기술



186

디스플레이 7

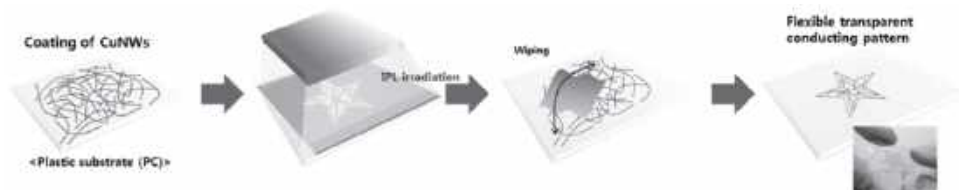
고유연 기능성 전극 친환경 초고속 패턴닝 기술

연구자: 우규희

소속: 이차전지장비연구실 ☎ 042-868-7615

기술 개요

- 높은 유연성을 갖는 금속 전극 패턴을 3단계(코팅 → 선택적 광조사 → 와이핑)의 고속 친환경 기법으로 생산할 수 있는 공정-장비 기술 및 관련 노하우



고객 · 시장

- 플렉서블 조명, 플렉서블 태양 전지, 플렉서블 디스플레이, 스마트 윈도우 필름, 발열 필름, 플렉서블 센서 외



Deformable light & display



Smart window



Flexible transparent LED signage



Flexible heater



Flexible sensor

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 노광 장비 등 고가 인프라 필요
- 복잡한 단계, 다량의 화학적 폐기물(PR/에칭액/현상액 등) 사용, 고속(롤투롤)/대면적화 이슈
- 산화가 쉬운 금속 재료 사용 제한(진공, 질소나 아르곤 등의 불활성 분위기 필요)
- 높은 표면 조도 문제, 기판과의 낮은 접착력 등의 품질 이슈

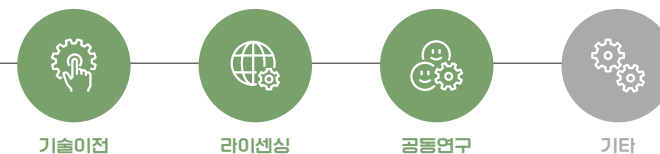
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

187

기술완성도(TRL)



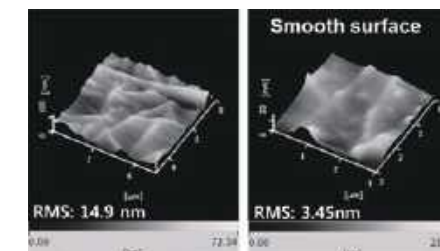
희망 파트너십



기술의 차별성

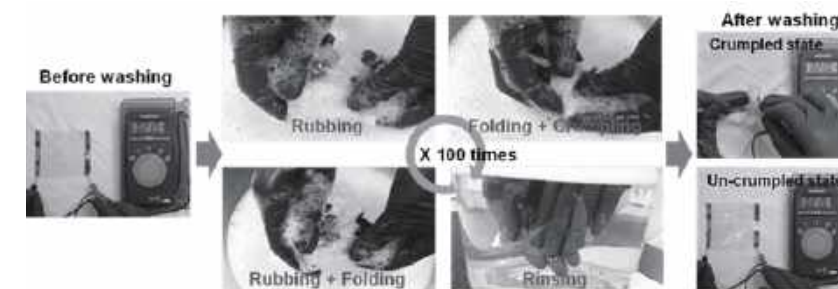
- 고가 인프라 없이, 높은 유연성을 갖는(투명) 전극 패턴을 3단계의 고속 친환경적으로 생산할 수 있는 공정과 장비 기술
- 높은 기판과의 접착력, 낮은 표면 조도 등 특성 확보 가능
- 대기 중에서도 산화가 쉬운 금속 재료 사용 가능
- 대면적, 대량-고속 생산에 용이

기술의 우수성



기존 나노와이어 투명 전극

본 기술로 제작된 투명 전극



지식재산권 현황

특허

- 유연성 기판 상에 광소결 방법을 이용한 패턴 및 이의 형성방법(KR1704693)
- 전도성 금속 잉크로 코팅된 기판에 광을 조사하여 전도성 패턴을 형성하는 시스템(KR1773148)
- 롤투롤 패턴닝 시스템(KR1821766)
- 관련 기타 특허 국내외 출원 5건

노하우

- 금속 나노 구조체(0D, 1D) 대량 합성 및 정제 기술
- 나노 전도성 잉크 제조 및 평가(분산성 등) 기술
- 유연/인쇄 패턴(필름)의 전기적, 기계적, 광학적 특성 평가 기술
- 다양한 박막의 저온 광소결 공정 평가 기술



188

디스플레이

8

열형-롤 임프린트 장비

연구자. 조정대

소속. 이차전지장비연구실 042-868-7162

기술 개요

- 마이크로 혹은 나노 스케일의 마스크를 열형-롤 장비에 장착하여 하부롤과의 압력 및 열을 가하여 유연/신축 기판에 미세패턴을 직접 형성하는 방법 및 이를 이용한 소자 제작 방법



고객 · 시장

- 투명전극, 광학필름, 보안필름, 차세대 디스플레이, 바이오 센서, 마이크로렌즈, 멤브레인 기판, 3차원 센서, 에너지 소자 및 전파흡수구조체 등
- 롤투롤(Roll-to-Roll) 및 평판(Roll-to-Plate) 프린터의 기능성 미세제판 및 하이브리드 장비화

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 임프린트 및 핫엠보싱 공정기술은 유연 기판에 직접 패터닝하는 방법이 아닌 코팅된 포토레지스터 또는 레진에 임프린트하고 현상 및 식각 등 2차, 3차적인 공정기술을 통하여 소자를 제작해야 함
- 기존기술은 다수의 장비, 공정비용 및 공정단계가 필요하며 대량생산에 한계가 있음
- 롤(유연필름/신축기판) 형태의 공정기술 적용이 어려움

기술의 차별성

- 롤투롤/롤-평판 모두 가능한 방식으로 미세패턴을 유연/신축 기판에 직접 임프린트하는 방법임
- 미세패턴을 유연/신축기판에 직접 임프린트하므로 공정 단계가 획기적으로 감소되고 양산화 적용이 쉬움
- 하나의 장비에서 유연/신축소자 제작이 가능하고 코팅장비, 라미네이팅 장비 등 모듈형으로 확장성이 높음
- 유연성 금속(SUS)/전주도금 마스크를 이용하여 마이크로/나노크기의 다양한 패턴의 임프린트가 가능함
- 마이크로/나노 복합패턴 제작 기술에 적용 가능함
- 평탄화(remolding) 기술을 적용하여 균일 임프린트가 가능함
- 열 및 압력 가압롤을 사용하여 높은 임프린트율이 가능함



〈롤투롤 각인 필름 및 다양한 응용 시제품〉

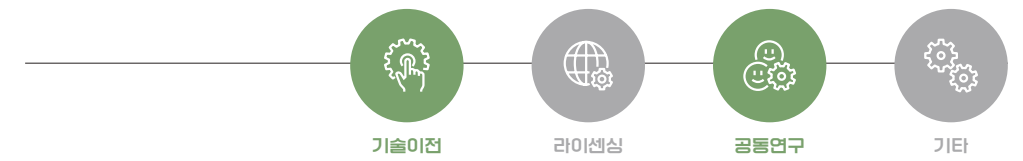
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

189

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 열형각인장치 또는 롤투롤 열형각인장치의 크기는 5000×1500×2000mm 외 소형, 중형 등 다수가 있고, 각인 가능한 패턴 해상도(resolution)는 600nm ~ 20μm, 필름폭 300 ~ 100mm이며, 각인 압력은 최대 1Tonf이고, 온도는 최대 300℃까지 가능하고, 각인 깊이는 최대 20μm까지 가능함
- 기존 인쇄 및 임프린트 공정에 의한 패터닝보다 선평의 형상이 균일함(광학적 특성 우수)
- 기판 사용의 제한 없이 다양한 종류의 유연기판(PET, PEN, PC 등) 및 신축기판 등 사용 가능
- 투명전극, 보안필름, 광학필름, TSP, NFC, OPV기판 및 에너지저장소자 집전체 등 소자제작에 사용됨



지식재산권 현황

특허

- 열형 롤 임프린팅과 패터닝 제판을 이용하는 인쇄장치, 이를 이용한 마이크로 유체소자 및 센서용 필름 라미네이팅 장치 및 인쇄방법(KR1022015, PCT/KR2011/002505, EP112010003566.0, US13/394182)
- 롤 임프린트 장치(KR0988935, CN201080048087, DE112010004165.2, US13/499837)
- 열형 롤 임프린팅과 블레이드 코팅을 이용하는 필름제품 제조방법, 이를 이용한 보안 필름 및 필름 일체형 전기 소자(KR1022015, US13/582530, EP11766198.3, PCT/KR2011/002505)
- 열형 롤 임프린팅과 패터닝 제판을 이용하는 인쇄장치, 이를 이용한 마이크로 유체소자 및 센서용 필름 라미네이팅 장치 및 인쇄방법(KR0957622)
- 롤 임프린팅 장치 및 그 방법(KR1552935)
- 롤 임프린트 장치(KR0988935, 중국, 독일, 미국)

노하우

- 각인된 유연/신축기판에 잉크/페이스트 잉킹 및 제거 기술
- 유연/신축기판 표면처리기술
- 유연/신축소자 전기적/기계적 특성 평가기술
- 균일 임프린트를 위한 리몰딩(remolding) 공정기술

END-ITEM.

7

공기청정장치
AIR CLEANER



CONTENTS

정전응집형 금속필터를 이용한 디젤입자 매연여과장치	192
웨어러블 호흡공기 보호기술	194
무필터 방식 대면적 실내 공기청정기술	196
유해가스 및 초미세먼지 동시 저감 기술	198
탄소섬유 이온화 공정을 이용한 실내용 정전여과 공기 정화장치	200
굴뚝 고정형 미세먼지(PM2.5, PM10) 연속 측정기술	202

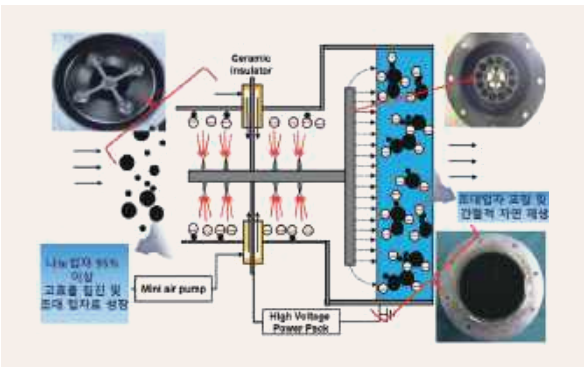


정전응집형 금속필터를 이용한 디젤입자 매연여과장치

연구자: 김학준, 김용진
소속: 도시환경연구실 ① 042-868-7775, 7475

기술 개요

- 코로나 방전극에서 하전된 디젤 PM을 집진부에서 포집시킨 뒤 응집 성장하여 간헐적으로 비산되는 μm 급 비산입자를 금속필터에서 포집하는 디젤입자 매연 여과장치



고객 · 시장

- 디젤자동차 입자저감 후처리장치, 대형엔진 입자저감장치, 선박용 후처리장치 제조사/ 디젤엔진 활용 각종 제조사 후처리 시장 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 압력손실이 낮으면서 열적 및 기계적 내구성이 높은 정전 여과장치의 개발이 필요함
- PM 포집효율이 우수하면서 수농도 기준 초미세입자 처리능력이 우수한 금속필터의 복합적용이 필요함
- 기존의 세라믹필터 방식의 매연여과장치는 압력손실이 높고 열적, 기계적 강도가 약해 내구성 측면에서 문제가 존재하고, 금속필터 방식은 세라믹 필터 대비 압력손실은 적고 열적 기계적 강도가 높은 장점이 있으나 PM 처리 효율이 떨어지고, 특히, 수농도 기준의 $50\mu\text{m}$ 이하의 초미세입자의 경우, 거의 처리하지 못하는 단점이 있음
- 압력손실이 적고 열적 기계적 강도가 우수한 금속필터를 적용하면서도 PM 포집효율과 초미세입자 처리효율이 우수한 매연여과 기술이 요구됨

기술의 차별성

- 수십nm 크기의 초미세입자를 전기적으로 하전시켜 포집시킨 뒤 응집성장된 비산입자를 압력손실이 낮고, 내구성이 우수한 금속필터로 처리하는 정전응집 금속필터 복합 적용으로 기존의 세라믹필터와 금속필터의 문제점의 해결이 가능하며, nm급 초미세입자 포집능력이 우수하면서도 압력손실 적고, 열적 기계적 강도가 우수하며, 저배압 고내구성을 가짐
- 기존의 금속필터 매연여과장치는 내구성이 우수하여 세라믹 필터 대안으로 고려되었지만, 수십 nm급 초미세입자를 처리하지 못해 Euro 6급 이상의 디젤 PM 배출 규제를 만족시킬 수 없고, 특히 수농도 기준의 규제를 전혀 충족시키지 못함
- 본 기술의 정전응집 금속필터 복합기술은 초미세입자를 전기적으로 포집한 뒤 금속필터에서 처리 가능한 크기로 응집 성장시켜 처리함으로써, 금속필터의 장점을 활용하면서도 초미세입자의 수농도 규제에 대응 가능한 기술임

기술완성도(TRL)

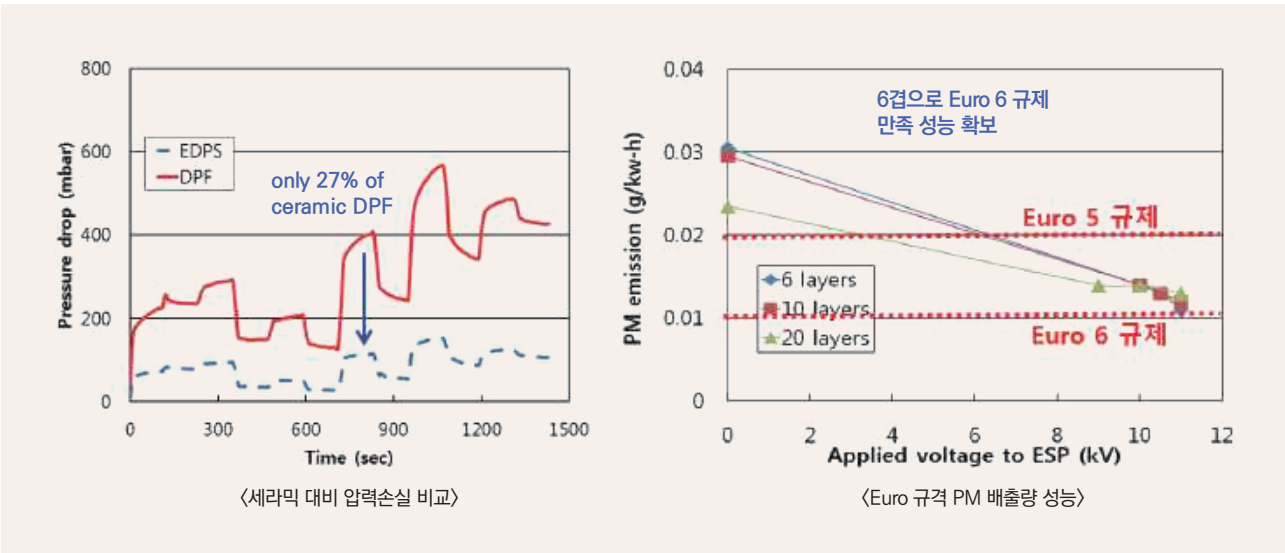


희망 파트너십



기술의 우수성

- 금속필터 전단에 코로나 하전집진부를 설치하여 1차적으로 초미세입자를 하전시켜 집진부에 포집시키고 집진부에 포집된 입자들이 정전기적 부착에 의해 지속적으로 성장하여 조대화되면 전기적 및 물리적 충격에 의해 탈착되어 하전집진부 후단으로 비산되고 이렇게 조대화된 비산입자는 하전집진부 후단에 설치된 금속필터에서 처리하는 원리를 적용함
- 정전응집형 금속필터는 세라믹필터 대비 약 1/4 수준의 압력손실을 나타내면서도 국제 표준시험 운전인 ETC 모드 운전에서 단독 금속필터 대비 PM 배출량을 1/3 수준으로 저감시킬 수 있었고 수농도 배출량도 95% 이상 처리할 수 있었음
- 'IEEE Transactions on Industrial Applications', 한국자동차공학회 학술지 등 3편의 SCI논문과 1편의 국문 논문을 게재함으로써 기술의 우수성을 입증함
- 본 기술의 연구진은 정전방식 후처리 분야 15년 이상의 연구경력을 보유함
 - IEEE Industry Application Society Electrostatic Process Committee Chair(2023~2025)
 - 국내외 최고 및 최신 정전 응용 기술 특허 및 노하우 보유



지식재산권 현황

- 특허
 - 하전 산화 촉매방식의 매연여과장치(KR1166688) /절연유지가 용이한 하전방식의 매연 여과장치(KR1339085) / 전기집진방식 매연여과장치를 이용한 디젤엔진의 매연여과시스템(KR1383309) / 와이어와 봉 결합형 방전극 및 이를 구비한 폼 필터를 이용한 전기집진기(KR1453498)



웨어러블 호흡공기 보호기술

연구자: 김학준
소속: 도시환경연구실 042-868-7775

기술 개요

- 대기 중 오염물질을 실시간으로 감지하여 인체를 상시 보호하는 스마트 웨어러블 호흡공기 보호기술로, 대기 나쁨, 유독 가스 누출, 또는 바이러스 창궐 등의 오염된 환경에서 미세먼지, 유해가스 및 생화학적 유해물질 등의 유해물질을 감지하여 착용자의 호흡기에 언제나 어디서나 깨끗한 공기를 제공하고, 완전 개방형 비접촉식 호흡공기 보호 기능의 웨어러블 환경기술



〈웨어러블 호흡기 보호기기 착용 이미지〉

고객 · 시장

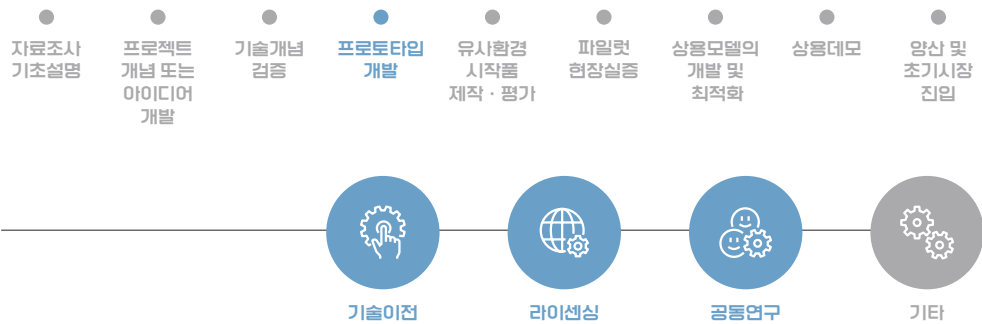
- 웨어러블 기기 판매사, 호흡기 보호 장비 제조사, 가전제품 제조사 등/ 개인용 환경정화 공기청정기 및 호흡기 보호 기기 시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 코로나 바이러스, 미세먼지, 대형 화재 등이 지속적으로 발생하고, 호흡공기의 위험성이 높아지면서 호흡공기 보호기술은 미래를 대비하는 핵심 연구 분야임
- 기존의 호흡공기 보호기술은 마스크, 방독면과 같이 기밀방식으로 개방된 형태의 호흡공기보호용 환경기술 분야는 미개척 분야임
- 대한민국 성인 400명 대상 소비자조사 수행결과, 63%의 소비자가 '웨어러블 공기청정 기기가 필요함' 응답
- 웨어러블 공기청정 기기 시장은 LG전자, Dyson 등 세계적인 전자회사에서도 특허출원, 연구 개발 중이며, 이를 수트화 하는 것은 의류와 전자기기를 융합한 블루오션 시장이 예상됨
- 본 기술 개발은 미래 사회 예측 불가능한 잠재이슈인 유해물질(미세먼지, 바이러스, 유해가스 등)에 따른 급격한 시장 변화에서 유리한 고지를 선점 및 미래 신시장/신산업 창출이 예상됨

기술완성도(TRL)

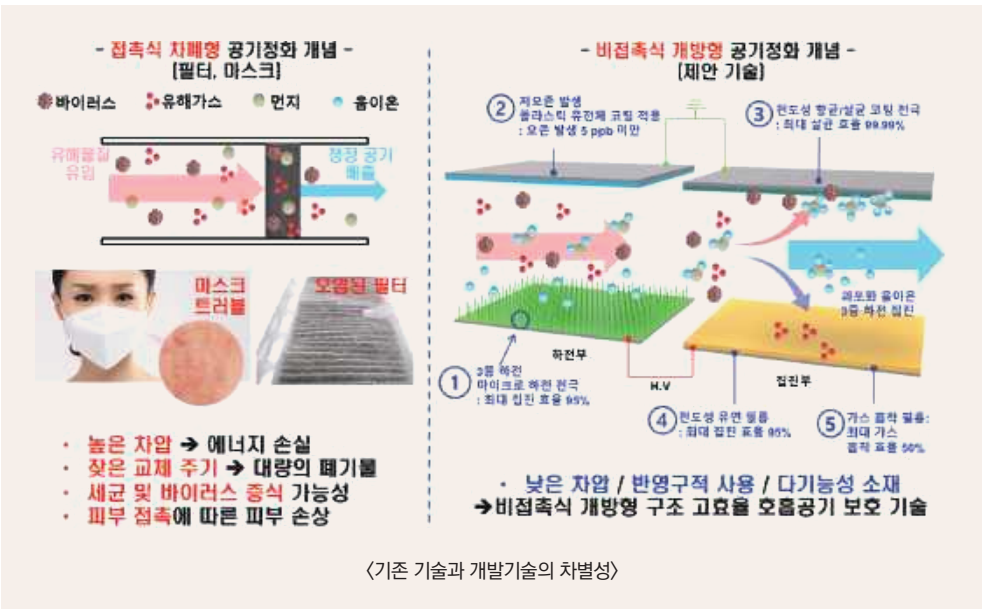
희망 파트너십



기술의 차별성

- 안면을 가리지 않고(비접촉식 개방형) 많은 청정공기 공급하여 착용자 호흡기 주변 보호
- 복합 오염물질 저감용 유연 필름 및 다기능 패턴링 기술, 스마트 정전 기술로 대용량 청정공기 생성
- 대기오염물질 보호 기능의 전기, 전자, 화학 복합 전극 소재 사용
- 오염물질 노출 시 전기적 신호 기반의 호흡공기 및 피부 보호 기능의 기능성 필름형 전극 개발

기술의 우수성



〈기존 기술과 개발기술의 차별성〉

지식재산권 현황

특허	노하우
<ul style="list-style-type: none">공기청정기(KR2013031)공기정화기(KR2305801)웨어러블 공기정화기기(KR2423019)웨어러블 공기정화기기(KR2416172)웨어러블 공기정화기기(KR2022-0033435)웨어러블 공기정화기기(KR2022-0031808)	<ul style="list-style-type: none">균일 에어커튼 형성 기술저오존 특성의 하전 기술고집적 평판형 집진 기술호흡공기량 이상의 청정공기 발생 및 공급 기술 등



무필터 방식 대면적 실내 공기청정기술

연구자: 김학준, 한방우
소속: 도시환경연구실 042-868-7775,7068

기술 개요

- 비금속 기반 멀티 극세 및 코팅 전극을 이용한 2단 전기 집진 방식 대면적 실내 공기청정기술로, 초미세먼지 센서로 자가 진단하여 세정주기를 알려줌



고객 · 시장

- 공기청정기 및 공조기 제조사, 코레일 및 교통공사/ 지하철, 어린이집, 학교, 백화점, 마트 등 대면적 실내 공청기 및 공조기 시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 대면적 실내 공간은 사람의 출입이 빈번해 외부에 반 개방형 공간이므로 초미세먼지 저감기술은 기술적 난이도가 매우 높음
- 초미세먼지 저감 기술로는 HEPA급 필터 방식과 전기집진방식이 유일하나, HEPA급 필터 방식은 대용량 오염 공기 처리 시 높은 압력손실과 잦은 필터 교체로 막대한 비용이 소모되며, 전기집진기술은 금속 기반으로 고효율화 시 다량의 오존 발생량 및 비용, 하중이 급격히 증가함

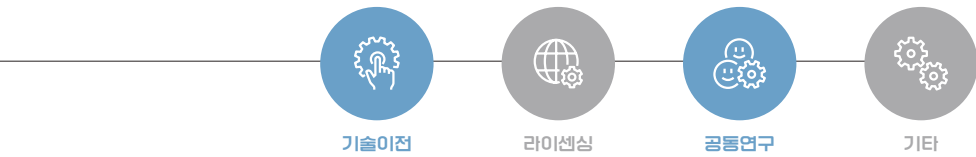
기술의 차별성

- 본 기술은 비금속 재질 기반의 경량 소재를 사용하여 장치의 비용을 절감시키고, 마이크로 섬유방전 및 외부 이온 분무 기술을 적용하여 오존이 거의 발생하지 않음
- 또한, 무필터 저배압 구조이므로 많은 양의 오염공기를 빠른 시간 내 저감할 수 있어 초미세먼지 저감능력이 필터 방식 대비 1.5배 이상 향상됨
- 특히, 광산란 방식 저가 초미세먼지 센서가 내장되어 주기적으로 자체 초미세먼지 저감 성능을 초기 대비 지속적으로 비교하여 성능이 일정 비율 이하로 떨어지면 세정 알림을 주는 지능형 초미세먼지 저감 기술임

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 무필터 방식 대용량 공기청정기는 표준모듈에서 2m/s, 12kV 조건으로는 오존이 거의 발생하지 않고, 효율이 95% 이상이며 전기집진 소모전력은 10W 이하로 매우 낮음
- 또한 필터를 사이에 두고 반대편을 바라봤을 때 흰히 보일 정도로 개방되어 있어 압력손실이 HEPA필터와 압력손실을 비교한 결과 1/10 이하로 매우 작아, 압력손실대비 필터효율을 나타내는 필터성능 지수는 15~68배로 나타남
- 1차 시제품에 대해 공기청정기 성능시험을 수행한 결과 이온분무를 추가해 20% 가량의 성능을 개선시켰으며 최대 264.5㎡(약 80평) 적용면적을 확보함. 이는 기존 필터방식대비 1.7배의 정화성능으로 설치대수를 1.7배 감소시킬 수 있다는 의미임



	적용 기술	HEPA 필터 방식	본 연구의 무필터 방식
효과성	제조사	LG, 삼성, 캐리어, 사오미 등등	전무함
	유지보수	필터 교체 (년 2회 이상)	반영구 및 공기, 물 세정 (년 1회)
	적용 면적	50평	70평 (필터 대비 1.4배)
	역사 당 필요 설치 대수	20대	15 대
	역사 내 초미세먼지 저감 성능	30%	30% 이상
총비용	제품가격	1.2백만원	1.35백만원
	역사 당 설치 비용	24백만원	20.3백만원
	연간 역사 당 필터 교체비	2.8백만원	0원
	500개 역사 대상 연간 교체비	14억원	0원

*연 2회 가청, 교체 1회당 70,000원 (기존 제품 연타넷 가격 적용) 가청, 대기압 제품 가격기준
역사 당 승강장, 대령실 중 25대 설치 가청

〈1차 시제품 모습 및 기술 경제성/분석 자료〉

지식재산권 현황

특허

- 탄소섬유를 이용한 공기정화장치(KR937944)
- 탄소섬유를 이용한 입자 하전장치(KR849674)
- 사용공간 정보를 구하는 공기 청정기(KR2171703)
- 소형 공기정화기용 전기집진유닛과 이를 이용한 소형 공기정화기(KR2002127) 등 다수

노하우

- 이온 분무 하전기술
- 비금속 집진 기술
- 세정 주기 산출 기술 등

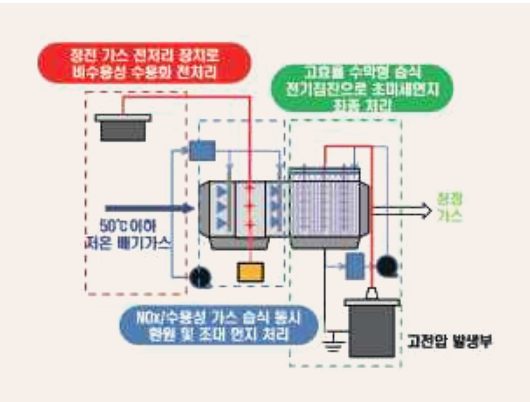


유해가스 및 초미세먼지 동시저감 기술

연구자: 김학준, 한방우
소속: 도시환경연구실 ☎ 042-868-7775, 7068

기술 개요

- 정전산화/습식환원/습식전기집진 복합 가스/초미세먼지 동시저감 기술 개발
- 국내 산업 공정에서 발생하는 가스 및 입자상 대기오염물질을 정전 방식으로 동시에 저감하는 기술을 세계 최초로 상용화 개발



고객 · 시장

- 제조산업 배출가스 후처리 장치 및 설비 제조사, 발전사, 제철소, 반도체 제조사 등/ 국내의 산업 배출 가스 정화 시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 국내 미세먼지 배출은 사업장에서 약 40% 이상으로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 지속적으로 증가 추세를 보이고 있음
- 기존 가스 저감 기술과 초미세먼지 제거 기술은 스크러버, 탈질촉매, 전기집진기, 백필터 등의 별개의 장치를 각 공정 별로 적용하여 비용 및 설치 면적이 증가하는 단점 존재
- 특히, 반도체 산업은 SOx, NOx, HF, PM2.5 등 여러 대기오염 물질을 배출하는 대표적인 산업으로 환경 설비에 큰 비용이 지출됨

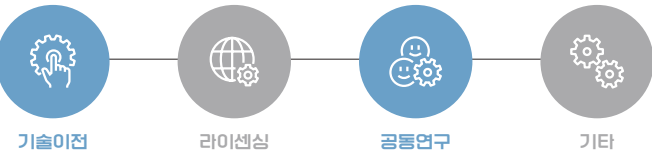
기술의 차별성

- 정전 산화, 습식 환원, 습식 전기집진 등 복합화를 통해, 세계 최초로 NOx/SOx/HF/PM2.5 등 입자 및 가스상 대기오염 물질 동시 저감 기술이 반도체 제조 산업 및 화력발전소 등에 실증 연구 완료되었고, 반도체 산업에서 상용화되었음
- 정전 라디컬을 이용, 배가스 수용성화하여 복합환원제 분무를 통해 SOx/NOx/HF/PM2.5 등의 오염 물질 동시 저감 기술 개발
- 최종 배출되는 초미세 미스트 및 먼지를 제거하는 자동 세정형 습식 전기집진장치 개발

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- SOx/NOx/PM2.5 등 상온 환경에서 95% 이상 동시 저감 성능 확인
- 기존 250°C 이상의 고온 촉매 방식을 탈피한 상온 NOx 및 초미세먼지 고효율 저감 기술 상용화로 국내 환경 기술의 대외 경쟁력 강화
- 대기 오염물질 통합 시스템화로 기존 배기정화장치 유지비 및 설치면적 획기적 개선 기대
- 반도체, LED 등 IT 제조 공정과 화력발전소 등에 실증 연구 완료



〈하동 3호기 배기 Bypass 라인〉



〈환원조〉



〈열교환기〉



〈오존발생기〉

〈발전소 실증 모습〉

지식재산권 현황

특허

- 정전 복합형 통합 오염가스 처리 시스템(KR1448881)
- 반도체 제조 설비의 배기가스 처리장치(KR2145661)
- 원통형 습식 전기집진기(KR2080979) 등 다수

노하우

- 유해가스 저온 산화 기술
- 유해가스 습식 환원 기술 등

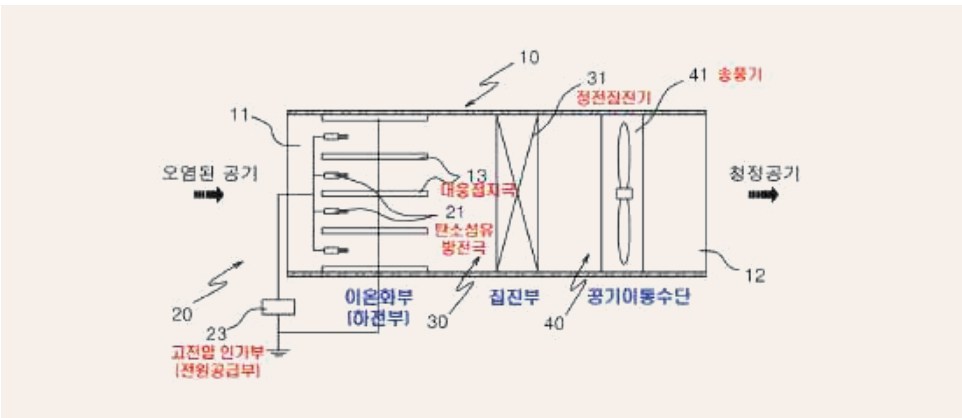


탄소섬유 이온화 공정을 이용한 실내용 정전여과 공기 정화장치

연구자: 한방우
소속: 도시환경연구실 ☎ 042-868-7068

기술 개요

- 수 μm 크기의 탄소섬유 방전을 통해 오존 발생 없이 실내오염 미세먼지를 고효율로 하전시키고 고강도의 전기장이 형성된 정전집진기에서 하전입자를 정전기력으로 포집시키는 실내용 정전여과 공기정화기술



고객 · 시장

- 대형 건물의 주차장, 지하상가, 공항 등을 비롯한 다중이용시설의 오염물질 초미세입자 저감 설비, 실내 공간의 능동적 환기시스템의 전처리장치 등으로 활용가능

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 헤파필터와 같은 섬유상 필터를 적용하는 필터식이 대부분이지만 필터를 주기적으로 교환해주어야 하고, 소비자들의 관리 소홀로 필터 오염에 따른 미생물 등의 2차 오염물질이 발생할 수 있음
- 전기집진 방식은 압력손실이 낮은 장점이 있으나 미세먼지 처리효율을 향상시키기 위해 높은 고전압을 인가해야 하므로 강력한 코로나 방전 중에 오존(O_3)이 실내 권고치 이상으로 발생할 수 있음

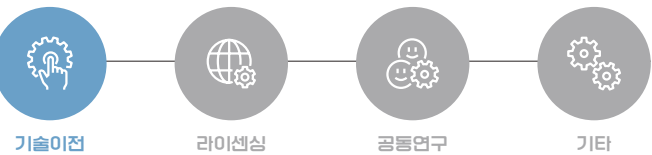
기술의 차별성

- 5~10 μm 직경으로 이루어진 극미세 탄소섬유 다발에 고전압을 인가하여 낮은 인가전압에서도 방전을 고르게 발생시킬 수 있어 미세먼지를 고효율로 하전시키면서도 오존 발생이 거의 없음
- 정전필터를 적용할 때 하전입자를 필터 표면에 포도송이 모양의 응집체(aggregate) 형태로 포집하여 입자 포집량 증가에 따른 압력손실 증가량을 줄일 수 있음
- 유전체 코팅 집진판을 적용할 때에는 높은 절연성을 유지할 수 있어 다습한 환경 및 수세정 환경에서도 안정적인 운전이 가능함
- 수막형 집진판을 적용할 때에는 집진된 미세먼지를 수막과 함께 하단으로 흘러내리도록 하여 항상 깨끗한 집진판을 유지시킬 수 있고 집진판에 포집된 먼지가 후단으로 재비산되는 것을 원천적으로 억제할 수 있음

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 본 기술은 5~10 μm 급의 극미세 마이크로 탄소섬유 방전극을 이용하여 수 ppb 이하의 초저오존을 발생시키는 친환경 탄소섬유 이온화 공정을 통해 실내오염 미세먼지를 고효율로 하전시키고 고강도의 전기장이 형성된 정전집진기(정전필터, 금속 집진판, 유전체 코팅 집진판 및 수막형 집진판)에서 하전입자를 정전기력으로 포집시키는 실내용 정전여과 공기정화기술임



〈탄소섬유 이온화 정전여과 공기정화장치 이미지 : (좌) 공기조화기 방식, (우) 공기청정기 방식〉

지식재산권 현황

특허

- 탄소섬유를 이용한 입자하전장치(KR0849740)
- 탄소섬유를 이용한 공기정화장치(KR0937944)
- 탄소섬유를 이용한 1단 전기집진기(KR1032613)
- 탄소섬유를 이용한 2단 전기집진기(KR1032614)
- 탄소섬유를 이용한 전기집진기(KR1032617)

노하우

- 마이크로 방전극 이용 저오존 하전 기술
- 2단 전기집진기 설계기술
- 유전체 코팅 집진판 및 균일 수막 집진판 구현 기술

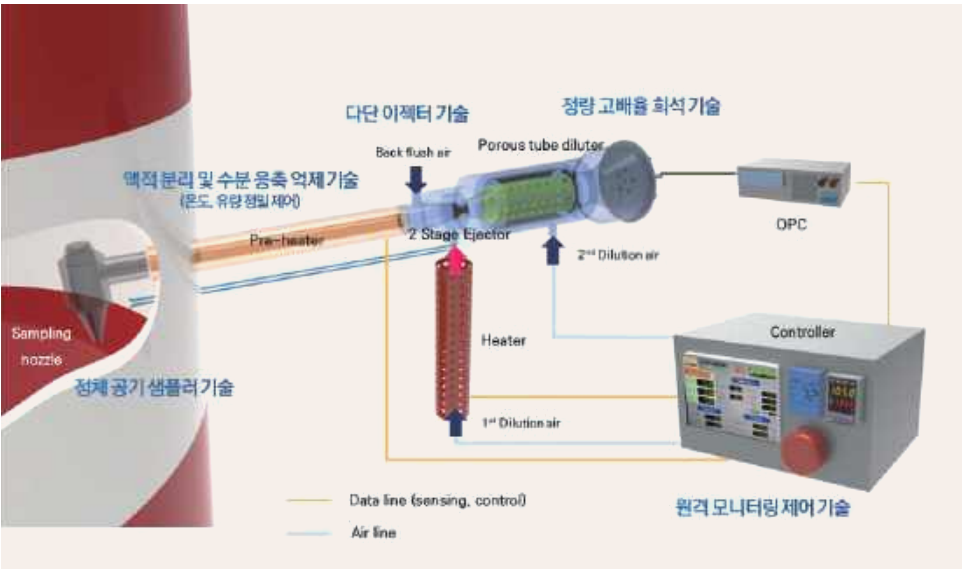


굴뚝 고정형 미세먼지 (PM2.5, PM10) 연속 측정기술

연구자. 한방우
소속. 도시환경연구실 042-868-7068

기술 개요

- 새로운 가변 유속 대응 등속 흡입 샘플링 기술, 고수분 액적 분리 제거 기술, 정량 흡입 희석 기술, 벽면 손실 억제 기술 및 자동 세정 기술 등을 적용하여 사업장 굴뚝 배기가스에 존재하는 미세먼지(PM10), 초미세먼지(PM2.5)를 실시간으로 상시 연속 측정하여 사업자 배출 미세먼지를 총부유먼지가 아닌 실질적인 미세먼지로 관리할 수 있는 측정기술



고객 · 시장

- 발전소, 제철소, 소각장 등 굴뚝 미세먼지 관리가 요구되는 사업장

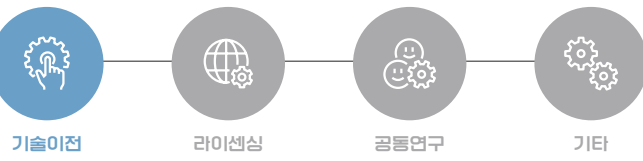
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 굴뚝 미세먼지 측정 기술에는 광투과 측정법과 중량법 측정이 존재함
- 광투과 측정법은 현재 굴뚝 미세먼지 측정 시스템에 가장 많이 도입된 측정 방식으로, 실시간으로 측정이 가능하지만 PM10, PM2.5로 미세먼지를 구분하여 측정하지 못하고 총 부유분진으로만 측정이 가능하고 측정 정확도가 낮다는 단점이 있음
- 중량식 측정방법은 굴뚝 배출 미세먼지를 가장 정확히 측정할 수 있는 기존 측정방식으로 측정 정확도가 높고 PM10, PM2.5로 구분하여 측정이 가능하지만, 중량을 측정하는 방식의 한계로 샘플링 시간만 최소 30분~1시간이 소요되며 미세먼지 농도를 도출하기까지의 총 시간이 최소 2일~11일까지 소요됨. 기존 굴뚝 미세먼지 측정 기술에는 광투과 측정법과 중량법 측정이 존재함

기술완성도(TRL)



희망 파트너쉽



기술의 차별성

- 샘플러로 유입되는 유속이 변하더라도 샘플러 내부의 유속을 최소화시킴으로써 입자 손실이 거의 없이 항상 일정한 양을 샘플링할 수 있도록 하는 정체공기 샘플링 기술 적용
- 굴뚝 내부 압력 조건 변화에 상관없이 항상 일정한 유량을 흡입하여 희석비를 일정하게 유지할 수 있는 다단 이젝터 기술 적용
- 샘플링 프로브 온도제어와 다단 희석 공기 유입을 통한 액적 분리 및 수분 응축 억제 기술 적용
- 이젝터와 다공성 튜브 구조의 희석장치를 통해 난류 발생으로 인한 관내 입자의 손실을 최소화하면서 고온 · 고농도 환경에서 배출되는 미세먼지를 측정할 수 있는 정량 고배율 다단 희석 기술 적용

기술의 우수성

- 새로운 정체공기 샘플러 기술 적용 가변 유속 굴뚝 대응 95~105% 범위의 등속 흡입 조건 달성
- 고온-상온 2단 희석을 통한 굴뚝 배기가스 내의 95% 이상 수분 분리 기술 개발
- 새로운 2단 이젝터 기술 적용 굴뚝 압력 조건에 관계없이 정량 희석비 흡입 유지 가능
- 입자 손실이 큰 이젝터 후단에 다공튜브를 적용 1μm 이상의 미세먼지 입자 손실 최소화 구현
- H발전소와 C소각로 대상 현장 6개월 및 3개월 장기 연속 운전 실증 수행 성공적 완료
- 환경측정기기 구조 성능 세부기준 및 성능시험 방법 등의 예비형식승인(안) 마련



〈굴뚝 고정형 미세먼지(PM2.5, PM10) 연속 측정 장치 : (좌) 희석 샘플링 장치, (우) 제어반〉

지식재산권 현황

특허	노하우
• 배기가스 희석분리장치(KR2052528)	• 이젝터-다공튜브 희석장치 설계기술
• 배기가스 희석장치(KR2435831)	• 온도, 유량 등의 현장 운전 제어 노하우
• 굴뚝 내 배기가스 샘플링 장치(KR2602810)	• 중량법 등의 표준법과의 현장 비교 평가 기술
• 먼지 측정장치(KR2009958)	
• 먼지농도 측정장치(KR2117422)	

END-ITEM.

8

발전시스템/연료전지 ELECTRIC POWER SYSTEM / FUEL BATTERY

CONTENTS

마이크로채널 반응기 및 이퓨얼 (E-Fuel) 생산 기술	206
박막형 열전 에너지변환 모듈	208
가스터빈 복합발전 성능해석 기술	210
연료전지와 엔진을 연계하는 고효율 하이브리드 발전시스템 기술	212
고효율 고온 수전해 시스템 설계 및 평가 기술	214
차세대 고온 암모니아 연료전지 스택 기술	216



CONTENTS

전기화학적 수소압축기 기술	218
레이저 광계측과 연소상태량 동시계측을 활용한 수소 및 저탄소연료 연소기술	220
고온 열원과 저온 열원 동시 활용 초임계 CO ₂ 발전 사이클 구성 및 운영방법	222
저발열량 가스연료 고효율 청정 엔진 발전기술	224
연료전지 분리막 레이저 용접/접합 복합 가공 기술	226



206

발전시스템/연료전지

1

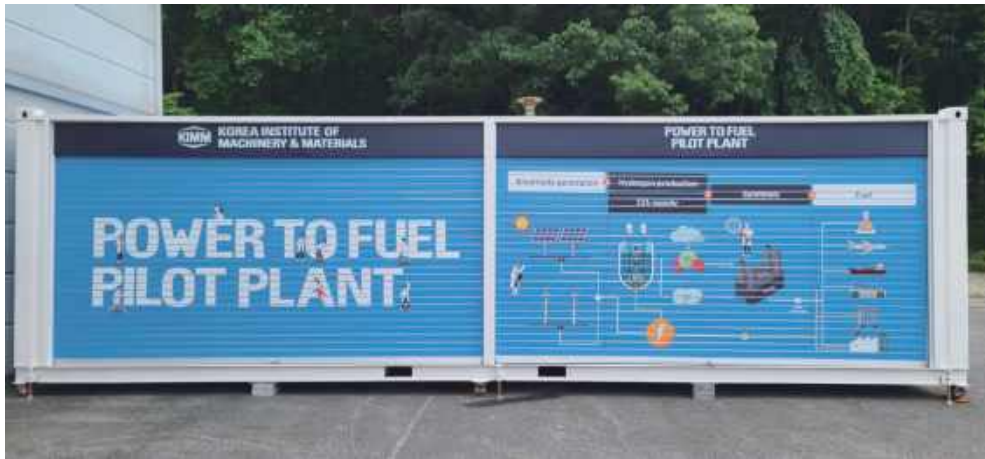
마이크로채널 반응기 및 이퓨얼(E-Fuel) 생산 기술

연구자. 김영

소속. 히트펌프연구센터 042-868-7626

기술 개요

- 재생전력 공급 과잉 시 전력수요관리 및 탄소자원화 할 수 있는 이퓨얼(E-Fuel) 생산기술
- 소형에서도 효율이 높은 마이크로반응기를 이용하여 공정집적도가 높고 적용이 용이한 기술



〈이퓨얼 생산 파일럿〉

고객 · 시장

- 탄소중립연료 이퓨얼 생산 사업자
- 재생발전 사업자

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 연료합성 반응은 발열 제어를 위해 부피가 큰 슬러리반응기, 유동층 반응기 사용하여 중소형 공정에는 적용이 어려웠음
- 이산화탄소를 전환하여 탄소자원화하는 새로운 촉매가 상용급 공정에 적용되기까지 긴 시간과 막대한 비용 소요
- 재생발전 시스템의 전력수요관리를 위해 수전해와 연계한 탄소자원화 공정이 필요하며 분산형 전력시스템 대응하기 위해서는 중소형 시스템 필요

기술의 차별성

- 마이크로 채널 구조의 열교환형 반응기로 빠르고 균일한 열제어 가능
- 단위부피당 처리량이 높아 촉매 사용량이 적고 장치 크기가 작음
- 소형에서도 효율이 높아 개발촉매 및 신기술의 스케일업 용이

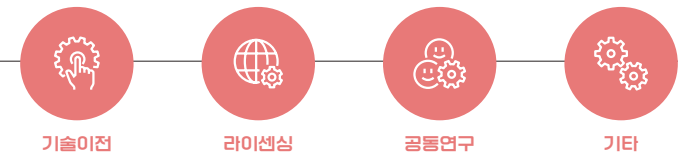
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

207

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 10kW 수전해와 연계가능한 마이크로 반응기 제작기술 확보
- 스케일업 하여도 촉매의 Lab 실험 성능 유지
- 고효율 이퓨얼 생산 및 분석 기술(액체연료 합성 반응 전환율 93%)



〈마이크로채널반응기 시제품 및 생산된 이퓨얼〉

지식재산권 현황

특허

- 전열판 정렬 접합 장치 및 전열판 정렬 접합 방법(KR2213855)
- 마이크로 채널 반응기(KR2334579)

노하우

- 마이크로채널 반응기 설계/해석/제작/성능시험 기술
- 이산화탄소를 합성원유로 전환하는 반응시스템 기술



208

발전시스템/연료전지

2

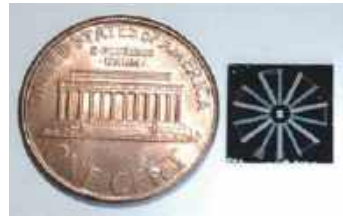
박막형 열전 에너지변환 모듈

연구자. 한승우

소속. 나노디스플레이연구실 ☎ 042-868-7426

기술 개요

- 국소냉각 및 마이크로 전원으로 적용 가능한 박막형 열전모듈



고객 · 시장

- WSN(Wireless sensor node), 무선 전자제품, 휴대용 전자제품, MEMS, Wearable computer, 심장박동기 등에 적용 가능한 소형 이동전원

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 독일의 Micropelt사는 Bi-Te 박막과 Bi-Sb-Te 박막을 이용하여 마이크로 열전모듈을 개발하여 센서노드의 전원으로 적용함
- 미국 Laird(전 Nextreme)사는 국소냉각에 적용할 수 있는 마이크로 열전모듈을 개발함
- 스위스 GreenTEG사는 마이크로 열전모듈을 제작하여 Heat flux 센서에 적용함
- 열전 레그(thermoelectric leg)의 접합부 강도향상 및 신뢰성 확보가 요구됨

기술의 차별성

- Bi-Te 박막(N-type)의 파워팩터(power factor)가 3.07mW/K2m와 Bi-Sb-Te 박막(P-type)의 파워팩터가 4.41mW/K2m의 소재 성능을 갖는 열전소재를 개발함
- 온도차 50도일 때 7.5 mW/cm²의 발전량을 나타냄
- 지능형 플랜트, 스마트 빌딩, 수송기계 등에 있어서 고온, 고전압이거나 땅 밑, 지상 높은 곳 등 전지를 교환하기 힘든 환경에서 쓰이는 모니터링시스템의 무선센서 전원으로 활용가능함
- 스마트폰, 태블릿PC, 마이크로 패키지 등 휴대용 전자제품이 최근 얇고 소형화되고 LED 조명 등이 보편화되면서 수요가 늘어난 국소냉각(hot spot cooling) 기술 등에 응용가능함
- 핵심 요소기술 확보
 - 열전모듈 해석 및 설계 기술
 - 열전 박막소재 증착기술
 - 박막형 열전모듈 공정 기술
 - 열전박막소재 및 박막형 열전모듈 성능평가기술

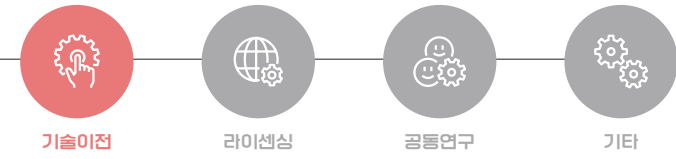
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

209

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 열전모듈의 구조 및 치수를 결정하기 위하여 유한요소해석 기법을 이용하여 설계함
- Co-sputtering과 co-evaporating을 이용하여 열전박막의 최적 증착조건을 확보함
- 개발된 박막형 열전모듈의 성능을 평가하기 위한 측정기술을 개발함
- 접합공정을 위한 전용지그를 설계 제작하고, 접합물질을 선정평가한 후 접합조건을 최적화함으로써 접합공정을 개발함



지식재산권 현황

특허

- 스프링 구조를 갖는 열전에너지 변환모듈(KR1068647)
- 전사공정을 이용한 박막형 열전 모듈 제조(KR0984108)
- 박막형 열전 에너지변환 모듈 제조 방법(KR1068490)
- 박리공정을 이용한 박막형 유연 열전모듈 제조방법(KR0975628)
- 열전냉각소자가 내장된 엘이디 패키지(KR1004746, PCT/KR2010/009132)
- 열전냉각기능을 가지는 엘이디 패키지(KR1064870)

노하우

- 해석을 기반으로 하는 열전모듈 설계기술
- 진공증착법을 이용한 열전박막소재 최적증착기술
- 열전박막소재를 이용한 열전모듈 제조공정기술
- 박막형 열전모듈에 대한 냉각성능 및 발전성능 측정평가기술



가스터빈 복합발전 성능해석 기술

연구자: 강도원

소속: 광응용장비연구실 042-868-7655

기술 개요

- 압축기, 연소기, 터빈 등의 구성부 물리모델을 이용하여 가스터빈 시스템을 모델링하고 가스터빈 시스템의 성능을 시뮬레이션하는 기술
- 가스터빈 시스템 시뮬레이션을 통해 시스템의 효율을 향상시키기 위해 필요한 구성부의 성능 사양을 도출하거나 효율의 극적인 향상이 가능한 신규 가스터빈 사이클을 개발하는데 사용
- 가스터빈 시스템 운영 측면에서는 가스터빈 시스템 설치 시 인수 성능을 평가하는데 하는데 활용이 가능하며, 가스터빈의 운전 정보 및 형상 정보를 이용하여 실시간 가스터빈 성능을 분석하고 비용 절감이 가능한 가스터빈 운전 및 운영을 구현하는데 사용
- 기존 가스터빈 시스템에 수소 및 암모니아와 같은 무탄소연료 사용 시 요구되는 가스터빈 개조 방안 도출에 사용

고객 · 시장

- 가스터빈 제작사
- 가스터빈 복합발전 엔지니어링사
- 가스터빈 복합발전소 운영사

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 고효율 발전시스템 개발의 중요성은 점점 증가하고 있으며, 가스터빈 고효율화 설계를 달성하기 위해서는 모델기반 설계 성능 분석을 활용하는 연구가 필수적임
- 물리모델 기반 가스터빈 시스템 설계 성능 분석을 활용하면 기존에 없었던 새로운 방식의 가스터빈 발전 방식에 대한 연구 수행이 가능
- 가스터빈 복합발전소 건설완료 시 계약조건에 해당하는 성능을 얻을 수 있는 지를 확인하는 인수성능 평가 시각주기 공급업체의 설계 사양을 조합하여 평가의 기준자료가 되는 복합발전의 성능 보정곡선을 도출해야 함
- 가스터빈 개발 측면뿐만 아니라 운영 측면에서도 물리모델 기반 가스터빈 해석 기술이 활용될 수 있으며, 가스터빈의 부분부하 운전 시 효율을 높게 유지하는 운전에 필요한 터빈입구온도 예측이 필요함
- 기존에는 운전 성능분석에 운전데이터만을 사용하지만 형상 정보를 반영하여 정확도를 높이는 기술이 요구됨
- 국내에 설치되어 있는 대부분의 가스터빈은 외산이므로 수소 연료를 적용하기 위해서는 실제 가스터빈의 구성부 특성을 반영한 모델링을 구축하고 시뮬레이션을 통해 개조방안 도출이 필요함

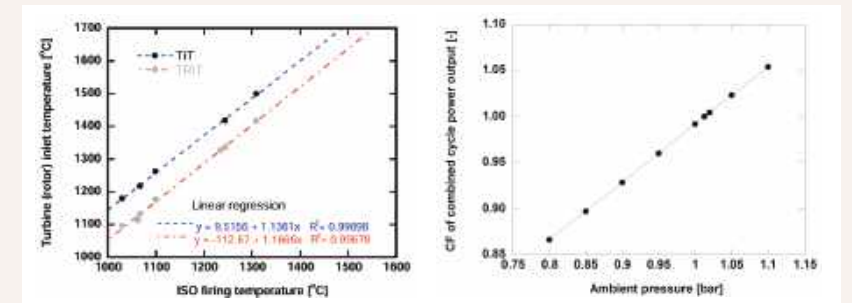
기술완성도(TRL)

희망 파트너십



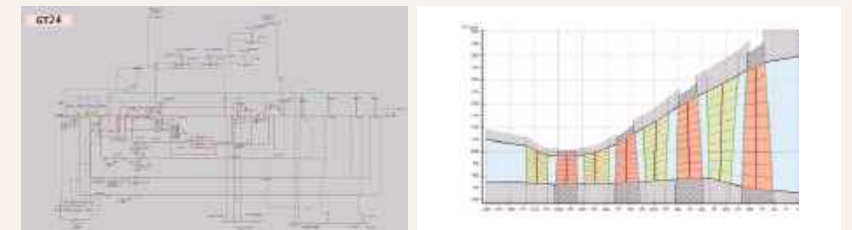
기술의 차별성

- 가스터빈 고효율화 설계를 위해 기존 가스터빈들의 구성부 성능에 대한 정보를 DB화하였으며, 이와 같은 데이터를 새로운 가스터빈 시스템 설계 성능 분석에 적용하므로 합리적인 성능 설계안 도출이 가능
- 복합발전 보정곡선 제작 시 주기기사에서 제공받은 각 주기기의 보정곡선을 조합하여 복합발전의 보정곡선을 도출할 수 있을 뿐만 아니라, 물리모델을 이용하는 전체 복합발전 시스템 모델링을 통해 보정곡선을 도출할 수 있어 보정곡선 예측 정확도를 높일 수 있음
- 가스터빈 운전 성능 분석 시 터빈 블레이드를 스캐닝하여 3D 모델을 개발하고, 터빈의 성능특성을 분석/반영하여 가스터빈 운전 성능 분석 정확도를 높임
- 가스터빈 운전데이터를 이용하여 가스터빈의 정지 상태에서 정격부하까지의 동적변화를 분석할 수 있는 가스터빈 동적 거동 모델링이 가능하므로 동적 특성을 반영한 운전 성능 분석이 가능



〈DB기반 가스터빈 터빈입구온도 예측〉

〈가스터빈 복합발전 보정곡선 제작예시〉



〈GT24 모델기반 운전성능 분석 예시〉

〈GT24 LP터빈 모델링 예시〉

지식재산권 현황

노하우

- 복합발전용 가스터빈 성능사양 설계
- 가스터빈 성능진단
- 가스터빈 복합발전소 보정곡선 도출
- 가스터빈 기반 응용 발전시스템 해석



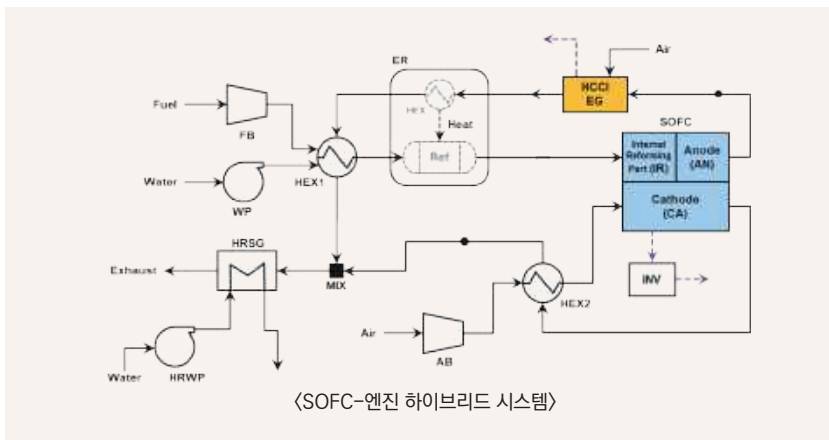
연료전지와 엔진을 연계하는 고효율 하이브리드 발전시스템 기술

연구자: 김영상

소속: 무탄소발전연구실 042-868-7806

기술 개요

- 고체산화물 연료전지(SOFC) 기술은 750℃의 높은 온도에서 발전하는 기술로, 효율이 높고 배출물이 타 발전방식 대비 적은 친환경 발전기술
- 연료전지-엔진 하이브리드 기술은 SOFC 시스템의 발전효율을 높이기 위하여 연료전지에서 배출되는 미반응 가스를 엔진의 동력원으로 하여 추가 발전하는 발전시스템 기술



고객 · 시장

- 발전사, 발전 자회사, 플랜트 엔지니어링 회사, 연료전지 스택 및 시스템 제작 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 연료전지 기술은 PEMFC가 대부분을 차지함. PEMFC는 약 60℃에서 작동하여 시스템 응답속도가 높지만 발전효율이 낮아 정지형 발전기술로는 부적절함
- SOFC 기술이 최근 상용화 단계에 있으나 연료전지의 미활용 가스를 태워 열로 활용하기 때문에 고효율 시스템 달성이 어려움
- 본 기술은 연료전지의 미활용 가스를 활용하여 추가적인 전기를 발생시켜 전기효율을 극대화시킬 수 있음. 시스템의 효율이 증가하면 연료의 소모량을 줄일 수 있고 배출물을 저감시킬 수 있어 경제성과 환경성을 동시에 확보할 수 있음

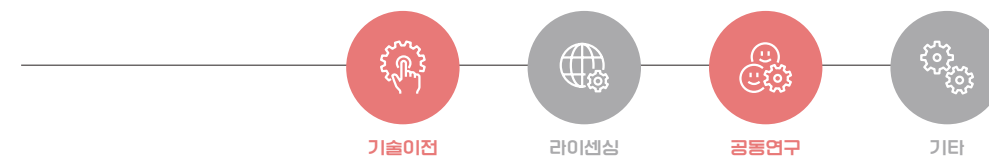
기술의 차별성

- 기존 SOFC 단독시스템 대비 연료전지-엔진 하이브리드 구성을 통하여 시스템 효율을 5%p 이상 향상시킬 수 있어 경제성 확보가 가능하며 대형 발전용 시장에 적용 가능
- 기존의 하이브리드 발전 방식인 연료전지-가스터빈 발전에 비해 수십 kW~수MW급 소규모 구성이 가능하여 건물용, 분산발전, 비상발전용으로도 활용 가능
- 대형엔진이 활용되고 있는 선박 분야에 적용하여 배출규제 목표 달성 및 고효율/저비용 추진체계 활용 가능

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 기존 SOFC 발전 대비 약 5~7%p 효율 향상 가능
- 높은 효율에 따른 경제성 및 환경성 확보 가능
- 시스템의 용량이 증가할수록 엔진 효율이 증가하여 연료전지-엔진 하이브리드 시스템 효율 증가
- 친환경 연료로 주목받는 암모니아를 연료로 활용 시 시스템의 효용성이 증가함



지식재산권 현황

특허(연료전지 하이브리드 시스템 관련 특허 출원 및 등록 14건)

- 연료전지 하이브리드 시스템(KR1358095)
- 고효율 연료전지 하이브리드 시스템(KR1440191)
- 하이브리드 연료전지 시스템의 운전방법(KR1553106)
- 병렬 개질기 구조를 가지는 연료전지-엔진 하이브리드 발전시스템(KR1739583)

노하우

- SOFC 스택 평가 기술
- 주요 BOP 평가
- SOFC 하이브리드 시스템 설계 및 분석
- 경제성, 환경성 평가



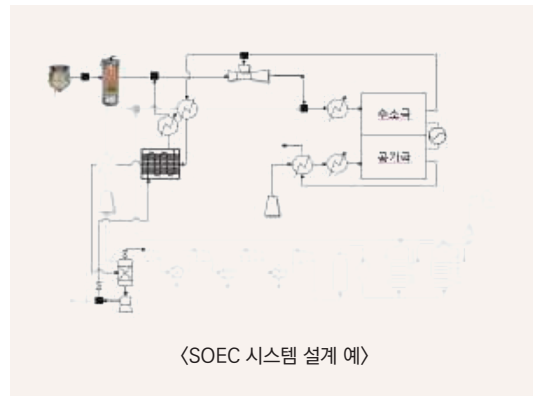
고효율 고온 수전해 시스템 설계 및 평가 기술

연구자: 김영상

소속: 무탄소발전연구실 ☎ 042-868-7806

기술 개요

- 고체산화물 기반의 고온수전해(SOEC)기술은 700℃ 수준의 고온 증기에 전기를 가하여 수소를 생산하는 기술로 타 수전해 기술대비 효율이 높은 장점이 있는 차세대 그린 수소 생산 기술
- 고효율 수소생산을 위해 스택 및 BOP (블로워, 열교환기, 응축기, 재순환 블로워, 이젝터 등)의 단품 성능을 평가하고 이를 활용해 시스템을 설계 및 해석을 수행함으로써 효율/경제성/환경성의 종합적인 분석 및 평가를 수행하는 기술



고객 · 시장

- 발전사, 발전 자회사, 플랜트 엔지니어링 회사, 연료전지 스택 및 시스템 제작 업체, 화학 플랜트 회사

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 수전해 기술은 알카라인, PEM 수전해 기술이 수전해 기술의 대부분을 차지함
- 알카라인 및 PEM 수전해 기술은 약 60℃의 물을 전기분해하는 기술로, 700℃ 이상의 고온의 증기를 수전해 하는 SOEC 기술 대비 수소생산 효율이 낮음
- SOEC 기술은 효율은 높으나 아직 기술 성숙도가 낮은 단점이 있음. 현재 국내 기술 수준은 주요 연구기관을 중심으로 수 kW급 SOEC 스택 제작이 가능한 상황으로 단품 기술 개발이 진행되고 있음. 국내 고온수전해 시스템이 개발되고 있으나 실제 시스템 수준에서 운전된 사례는 없음
- 고온수전해 시스템 기술은 블로워, 열교환기, 응축기, 재순환 블로워를 유기적으로 연계하여 내부 에너지 및 열활용을 극대화함으로써 수소생산에 소비되는 에너지를 최소화할 수 있음
- 전기화학 및 열역학적 관점에서의 이해와 이에 기반한 효율 극대화 및 저가 수소 생산을 위한 시스템 설계 및 평가 기술은 필수적임

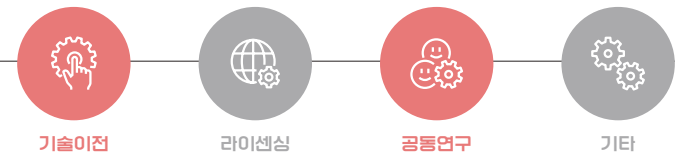
기술의 차별성

- 시스템 분석을 위한 공정해석 프로그램의 사용에 있어서 상용화되어 사용되고 있는 단순 모델이 아닌 내부적으로 개발한 구성품 모델을 사용하고 있어 자유도 및 접근성이 높으며, 국내외 실제 운전 데이터에 기반해 개발된 모델로 높은 신뢰성이 있음
- 고온수전해 스택 평가장치, 블로워 평가장치, 고온형 열교환기 평가장치를 보유하고 있으며, 이를 기반으로 실제 구성품의 데이터를 모델에 사용함으로써 국내외 주요 시스템 설계 연구 그룹과 차별화된 신뢰성 높은 시스템 해석 기술을 보유
- 개발된 공정 기술을 기반으로 M&S(Modeling&Simulation)를 개발하여 동적 상황에서 시스템의 거동을 분석할 수 있는 프로세스를 보유

기술완성도(TRL)

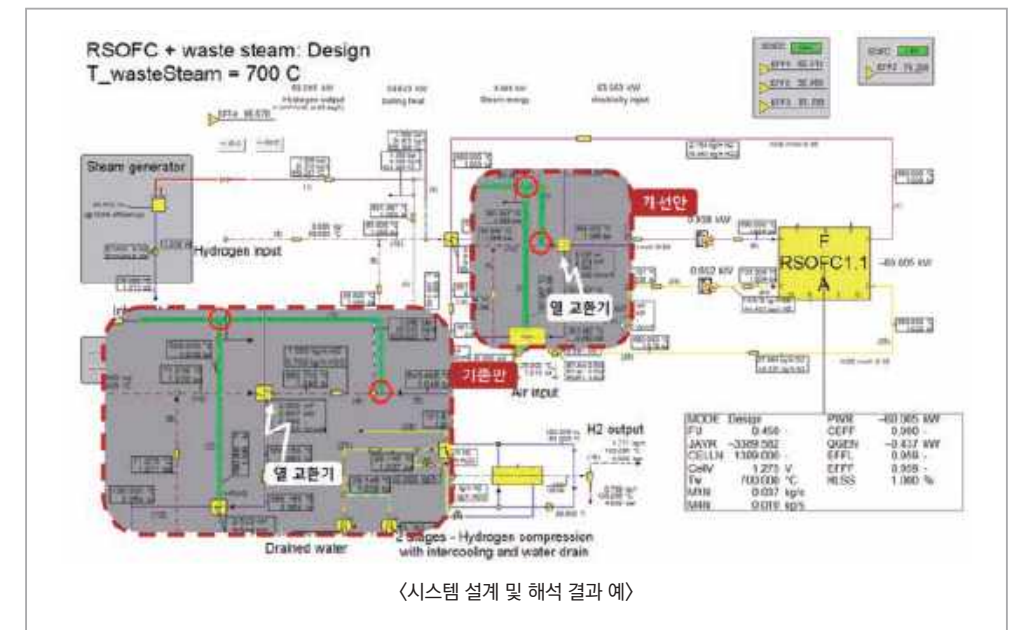


희망 파트너쉽



기술의 우수성

- 상용 공정해석 프로그램에서 사용 가능한 기계연 고유의 SOEC 해석 모델을 보유하고 있어 활용성이 높으며, 외부 열원/공정 등과 연계가 매우 유리
- 스택, 블로워, 열교환기, 스택 제조, 매니폴드 등 SOEC시스템의 주요 단품을 평가할 수 있는 평가설비를 보유하고 있으며, 내부 평가 자료를 활용함으로써 시스템 설계 및 해석의 신뢰성이 높음
- 이젝터 활용 재순환 시스템, 고온 재순환, 캐스케이드, 가압형 SOEC 등 다양한 시스템 구성안을 도출하고 있으며, 이에 대한 설계 및 분석 노하우를 보유



특허

- 캐스케이드 방식의 고체산화물 수전해셀 시스템(KR2024-0016132)
- 이젝터에 의한 열회수 기능을 구비한 양방향 수전해 시스템 및 이의 동작 방법(KR2232001)
- 압력 제어가 용이한 수전해 시스템 및 이의 동작 방법(KR2372534)
- 연료전지 압력 조절 기능을 구비한 양방향 수전해 시스템(KR2184353)

노하우

- SOEC 스택 평가 기술
- 블로워/재순환블로워/열교환기 평가
- SOEC 시스템 설계 및 분석
- 경제성, 환경성 평가

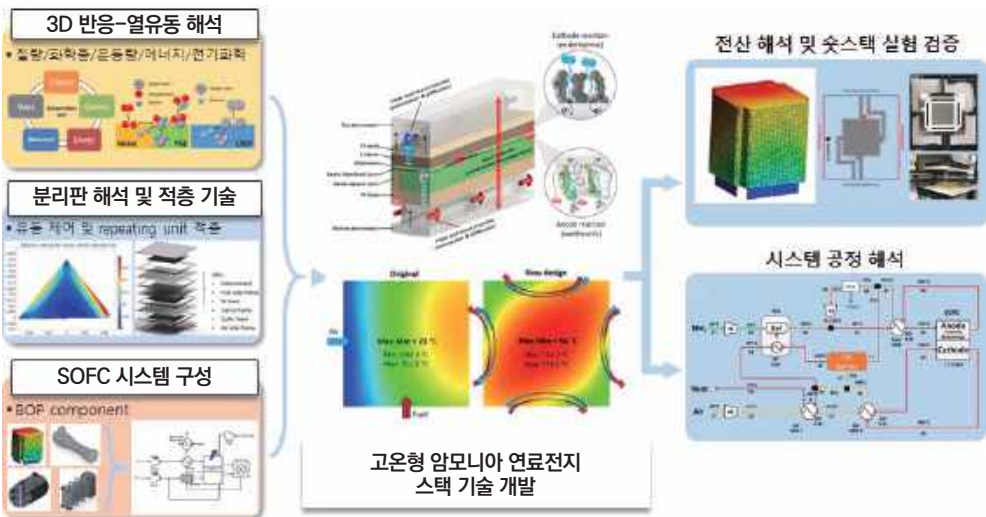


차세대 고온 암모니아 연료전지 스택 기술

연구자: 배용균
소속: 무탄소발전연구실 ☎ 042-868-7990

기술 개요

- 탄소중립형 암모니아(NH₃) 연료 직접 주입형 1kW 고온형 연료전지 스택 설계 및 제작 기술 개발



고객 · 시장

- 연료전지 스택, 분리판, 셀, M-BOP 제조업체 및 고온형 연료전지 시스템 제작 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 고온형 연료전지 스택 기술의 경우 암모니아 연료에 맞춘 최적 설계가 적용되어 있지 않고, 기존에 사용하던 연료(천연가스 등)용으로 개발된 제품을 그대로 사용하고 있음
- 연료전지 스택 내부에서 발생하는 불균일한 열분포로 인해 스택 자체의 내구성과 안정성을 담보할 수 없음
- 또한, 부식성이 강한 암모니아를 연료로 사용하기 때문에 연료전지 셀, 집전체, 분리판 등에서 발생하는 부식 현상(질화 현상)을 막아줄 수 있는 새로운 코팅 기술 및 제어 기술이 필요함

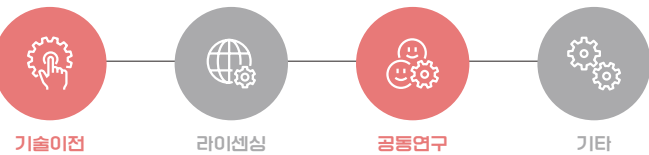
기술의 차별성

- 연료전지 분리판의 음극 질화 현상과 양극 산화 현상을 막아줄 수 있는 다기능 코팅층을 도입
- 연료와 산화제의 반응 환경(온도 및 가스 분압)을 제어할 수 있는 최적 열/유동 설계 기법 도입
- 고온형 연료전지 스택 내부 반응 분포를 제어할 수 있는 유동균일형 분리판 설계 기술 도입
- 암모니아 연료전지에 특화된 소재-부품-디바이스에 대한 통합적 이해

기술완성도(TRL)



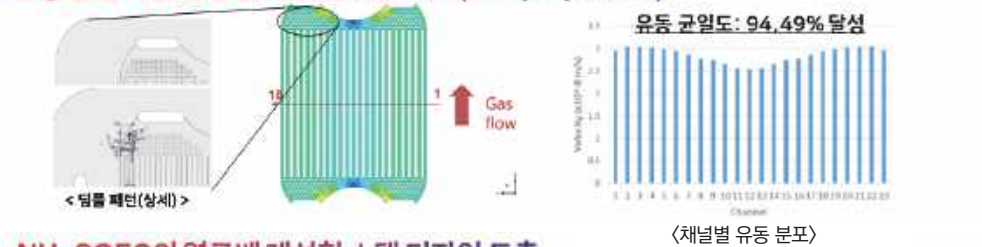
희망 파트너십



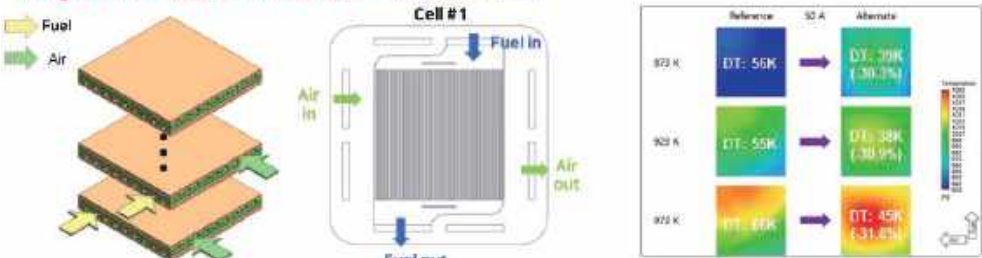
기술의 우수성

- Dimple pattern 도입을 통한 유동 균일도 향상
- 3D reacting-flow model 개발 및 in-house 실험 검증을 통한 상세 전산해석 툴 개발 완료
- Dual-alternative flow 유로 형태를 통한 스택 내부의 온도 및 반응 분포 개선
- 안정적인 적응형 반복 구조(Repeating unit) 도입을 통한 확장 용이성 확보

유동 균일화를 위한 분리판 설계안 도출 (Dimple pattern)



NH₃ SOFC의 열구배 개선형 스택 디자인 도출



〈Dual alternative cross-flow 개념도〉

〈Dual alternative cross-flow의 스택 디자인 및 해석 결과〉

지식재산권 현황

특허

- 연료전지용 관형 매니폴드 및 이를 포함하는 연료전지 시스템(KR0106402)

노하우

- 분리판 질화/산화 방지 코팅 기술
- 고온형 연료전지 분리판 설계 기술
- 고온형 연료전지 스택 적응 기술



전기화학적 수소압축기 기술

연구자. 이동근

소속. 무탄소발전연구실 ☎ 042-868-7289

기술 개요

- 수소를 전기화학적으로 분해 및 재결합시켜 저압의 수소를 고압의 수소로 압축하는 기술
- 기계식 압축과정이 아닌 전기화학적으로 압축하기 때문에 효율이 높고, 소음/진동이 발생하지 않으며, 구동부가 없어 윤활유가 필요하지 않음



〈전기화학적 수소 압축기〉

고객 · 시장

- 플랜트 엔지니어링 회사, 발전사, 수소 생산 업체, 화학 플랜트 회사, 수소 충전 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 수소 압축기는 기계식 압축기를 사용하여 수소를 압축함. 피스톤을 이용하여 단열 압축과정에 따라 압축하기 때문에 열역학적 효율이 낮음. 또한, 단열 압축과정에 따라 압축되기 때문에 압축 시 온도가 상승하고, 다단 압축 시 매 단마다 온도를 낮추기 위한 냉각 시스템이 요구됨
- 전기화학적 수소 압축기는 단열압축 과정이 아닌 등온 압축 과정에 따라 압축하기 때문에 기계식 압축기에서 요구되는 다단압축 및 냉각 과정이 필요하지 않음

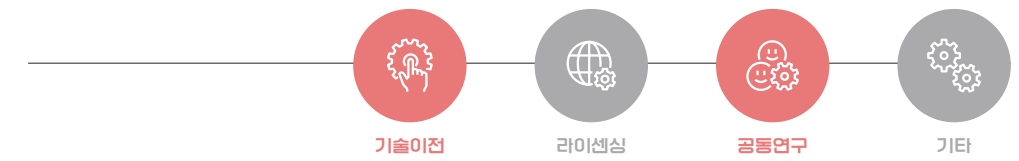
기술의 차별성

- 스택 : 수소를 양성자(H⁺)와 전자(e⁻)로 분해 후 양성자를 이온전도막으로 통과시켜 전자와 다시 결합하게 함으로써 저압의 수소를 고압의 수소로 압축
- 전력공급장치 : 스택에 직류 전기를 공급하는 장치로 전류/전압을 제어함으로써 유량과 압축효율을 결정
- 압력제어장치 : 스택의 고압 후단부에 설치되어 밸브 개폐를 통해 고압부 수소의 압력을 제어

기술완성도(TRL)

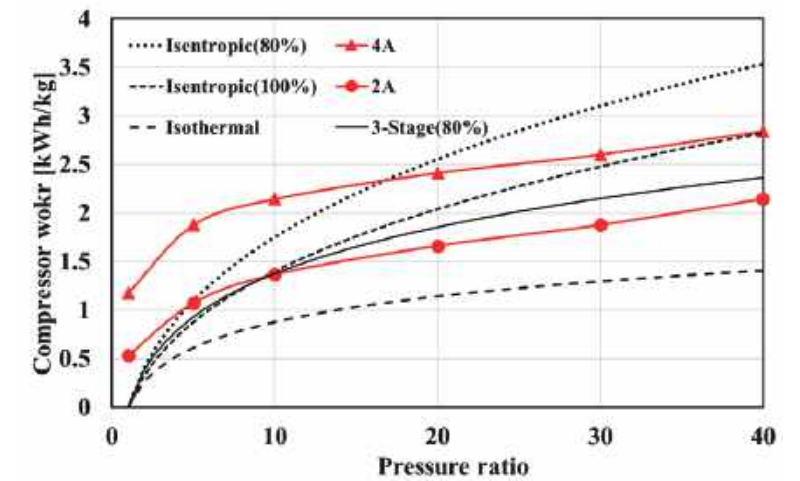


희망 파트너십



기술의 우수성

- 반응면으로 원활한 가스 확산을 통해 전기화학셀의 성능을 극대화하고 고압에서도 안정적인 운전이 가능한 분리판 내부 유로 설계를 수행
- 고압에서도 기밀과 집전 성능이 유지될 수 있는 분리판 형상 설계를 수행
- 스케일업이 가능한 스택 적층 설계와 대면적셀 설계 기술 보유
- 온도 유지를 위한 대면적셀 승온/냉각 기술 적용
- 작동 조건에 따른 기계식 압축기 대비 고효율 운전 가능 및 가변 운전 유연성
- 고전류 : 저효율/고유량
- 저전류 : 고효율/저유량



〈전기화학적 수소 압축기 운전 조건에 따른 효율〉

지식재산권 현황

특허

- 수소 제조 압축 장치, 및 이를 이용한 수소 제조 압축 방법(KR2022-0117221)
- 완충 다공판을 갖는 수소 압축 장치(KR2023-0063408)
- 다단형 전기화학적 수소 압축기 및 그 제어 방법(KR2023-0120727)
- 전기화학 수소펌프를 이용한 고체산화물 연료전지 재순환 시스템(KR2023-0171625)

노하우

- 전기화학적 수소 압축기 설계
- 전기화학적 수소 압축기 평가 및 운전



220

발전시스템/연료전지

8

레이저 광계측과 연소상태량 동시계측을 활용한 수소 및 무탄소연료 연소기술

연구자. 황정재

소속. 무탄소발전연구실 042-868-7273

기술 개요

- 수소 및 천연가스를 연료로 하는 다양한 연소기에 적용할 수 있는 연소 기술 및 레이저 응용 연소 계측 기술
- 복잡한 난류 유동장에서 발생하는 연소-열유동-진동 현상에 대한 상세 분석을 통해 유해 배출물 저감, 연소진동 저감, 역화방지 등의 고성능 연소기 설계가 가능한 기술
- 일반적인 방법으로는 측정이 어려운 고온/고압 연소 현상에 대하여 비접촉식 레이저 광계측 기법 및 연소상태량 동시계측을 이용하여 화염구조/속도/농도/혼합도/온도/연소진동 등 다양한 정보를 취득하는 기술

고객 · 시장

- 수소, 무탄소연료 및 천연가스를 연료로 하는 연소기의 신규 개발 또는 기존 연소기의 성능 향상이 필요한 업체
- 연소-열유동-연소진동 현상에 대한 정확한 측정 및 분석이 필요한 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 수소를 포함하는 연료를 사용하는 연소기는 높은 연소속도로 인해 화염역화의 위험성이 높고 질소산화물의 배출량이 많기 때문에 이를 극복하는 연소기를 설계하기 위해서는 연소 상태를 정확하게 파악하고 제어해야 함
- 고속의 난류 유동장에 존재하는 복잡한 연소-열유동-진동 현상을 정확하게 계측하는 것은 매우 어려운 문제임
- 특히 수소를 포함하는 연료의 연소기의 경우 화염 역화, 연소 진동, NOx 배출 등이 서로 큰 영향을 미침
- 따라서 레이저 광계측, 일반 센서측정 및 연소진동 측정의 고속 동시계측을 통하여 화염구조/속도/농도/혼합도/온도/연소진동의 다각도 분석이 가능한 기술이 필요함

기술의 차별성

- 실 스케일의 연소기 시험리그에 고온 고압 운전 조건을 구현함으로써 계측 결과의 신뢰성과 유용성을 극대화함
- 공기량 3.6 kg/s, 8.5 BarA, 900K max. / 수소공급량 30 kg/h / NG공급량 250 kg/h
- 특수 광학창 설계를 통해 고온 고압 환경에서 비접촉 광학 계측이 가능함
- 연소진동 및 고속자발광의 동시계측을 고속으로(6kHz 이상) 수행 가능하고, 위상동기화를 통한 PLIF와 연소진동의 동시계측이 가능함

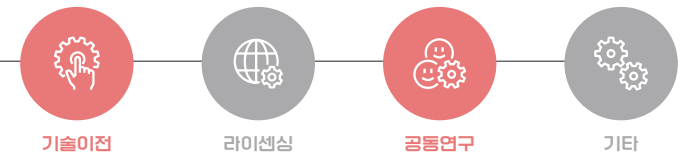
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

221

기술완성도(TRL)



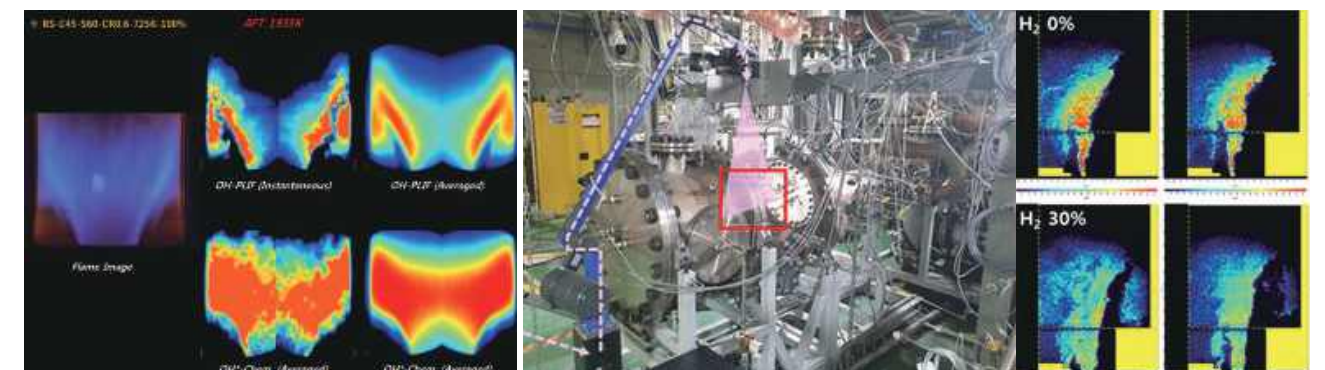
희망 파트너십



기술의 우수성

- 다양한 레이저 응용 계측 기법을 실 스케일(max. 3MWth 급) 고온 고압 연소 시험에 적용 가능함
- 레이저 제어, 광학계 구성, 신호 동기화, 신호 보정, 데이터 분석의 전문성을 확보하여 정밀한 레이저 응용 계측을 수행함으로써 연소 현상에 대한 정성 및 정량적 분석이 가능함
- 다양한 레이저 응용 계측 기법 및 연소상태량의 동시계측을 통해 서로 다른 측정 데이터 간의 상호 연계 분석이 가능함

동시 계측 가능 광계측 보유 기술 목록	
Stereoscopic PIV	속도장(2D3C)
OH-PLIF & CH2O-PLIF	반응 농도장(OH 및 CH2O 라디칼)
Acetone-PLIF	가스 연료 혼합도
Kerosene PLIF	액체연료 분포(mixture fraction)
High-speed Chemiluminescence	반응장(5kHz 이상)
Spray Mie Scattering	분무 패턴
2D SMD(Fluorescence/Mie)	2차원 SMD 분포
PDPA	속도 및 입경
Spectroscopy	혼합도 및 당량비



〈OH-PLIF, OH 고속자발광 측정 예〉

〈수소 연소 레이저 광계측 리그 및 OH-PLIF 측정 예〉

지식재산권 현황

노하우

- 대유량 수소 연소시험 기술
- OH-PLIF와 Stereo PIV 동시 계측을 통한 연소-유동장 상호 관계 분석 기술
- 연소진동(동압)과 고속 자발광 혹은 위상동기 PLIF 계측을 통한 연소 진동 발생 원인 규명 및 회피 기술
- 아세톤 PLIF 기법을 통한 연료 혼합도 정량화 기술
- 고온 고압 유동 챔버 설계 및 운영



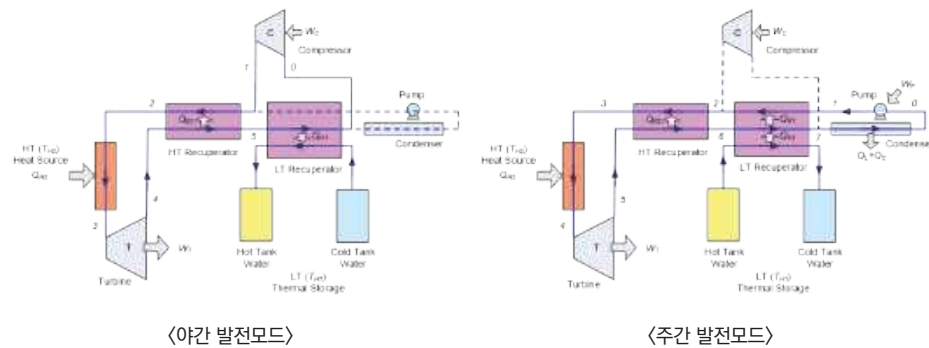
고온 열원과 저온 열원 동시 활용 초임계 CO₂ 발전 사이클 구성 및 운영방법

연구자: 김영민

소속: 친환경모빌리티연구실 042-868-7377

기술 개요

- 저온 열원을 효과적으로 활용함으로써 동일한 고온 열원으로부터 더 높은 출력을 얻을 수 있는 초임계 CO₂ 발전 사이클 구성과 운영방법



고객 · 시장

- 석탄화력발전, 태양열발전, 원자력발전, 폐열발전

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 효율 및 출력을 향상시키고, 부하조절이 가능해야 함
- 초임계 CO₂ 발전사이클의 재생열교환과정에서 고압축이 저압축보다 비열이 높아 효율 향상에 한계가 있음
- 기존에 재압축 사이클이 제시되었으나 압축일의 증가로 인한 출력이 감소됨
- 화석연료, 바이오연료, 태양열, 원자력, 폐열 등 다양한 열원을 직접 활용할 수 있는 초임계 CO₂ 사이클 발전시스템에 대한 관심이 높아지고 있음
- 석탄화력 또는 원자력발전의 경우 부하조절의 어려움이 있으며, 동일한 열원으로부터 효율 향상 및 부하조절이 가능한 초임계 CO₂ 사이클 발전시스템의 개발이 필요함

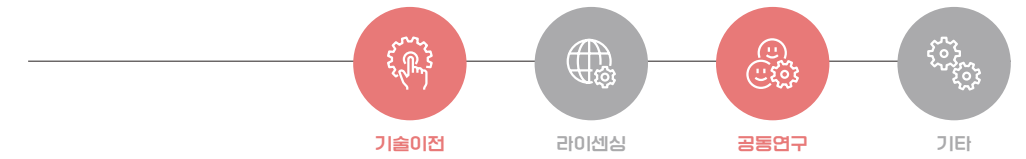
기술의 차별성

- 심야에는 부분냉각 초임계 CO₂ 사이클 운행 및 저온 폐열 저장함
- 주간에는 저장된 폐열을 이용하여 제안된 초임계 CO₂ 사이클을 운영함
- 일례로, 원자력의 경우, 심야에는 발전출력 358MWe, 발전효율 37.6%이고, 주간에는 발전출력 500MWe, 발전효율 52.5%를 나타냄
- 동일한 열원으로부터 40% 이상 부하조절 가능함

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 저온 폐열, 지열 등 저온열을 활용함으로써 석탄화력, 태양열, 원자력 등 고온열을 이용한 고효율 발전 가능함
- 화력발전과 원자력발전의 경우 동일한 고온 열원으로부터 기존 대비 20% 효율 향상과 40% 부하조절 가능함
- 제시하는 초임계 CO₂ 발전 사이클의 구성은 별도로 구성된 저온 폐열 사이클과 고온 폐열 사이클보다 출력은 20% 이상(155.5 → 186.8) 증가하고 효율도 20% 이상(34% → 40.9%) 증가함
- 제시하는 초임계 CO₂ 발전 사이클의 구성은 동일한 고온 열원으로부터 저온 열원의 도움으로 출력은 45% 이상 (128.7 → 186.8) 증가하고 효율은 43% 이상(44.0% → 63.2%) 증가함

Table : Comparison of performances of different T-CO₂ cycles with TEES (H: High temperature of T_{H2} , L: Low temperature of T_{H1} , R: Rankine, B: Brayton)

Cycle	T_{H1} (°C)	Q_{H1} (kJ/kg)	T_{H2} (°C)	Q_{H2} (kJ/kg)	T_R (°C)	$W_{P(C)}$ (kJ/kg)	W_T (kJ/kg)	W_{net} (kJ/kg)	η_{th} (%)	η_{th}^* (%)
H-R (1)	-	-	600	456.8	225	14.7	201.5	186.8	40.9	-
H-B (2)	-	-	600	292.6	360	72.8	201.5	128.7	44.0	-
L-R (3)	122	281.7	-	-	-	14.7	59.0	44.3	15.7	-
LH-R (4)	122	161.1	600	295.7	357	14.7	201.5	186.8	40.9	63.2
L-R (3) + H-B (2)	122	161.1	600	295.7	360	8.4 + 73.6	33.7 + 203.7	25.3 + 130.1	34.0	-

특허

- 엑서지 효율이 향상된 초월임계 랭킨 사이클 열기관과 그 방법(KR1345106, PCT/KR2012/010664)
- SCI 논문 게재 : Transcritical or supercritical CO₂ cycles using both low- and high- temperature heat sources(Energy 43(2012), 274회 인용(2024년 4월 기준))

노하우

- 엑서지 효율이 향상된 초월임계 랭킨 사이클 열기관 사이클 모델링 및 최적화
- 고정된 고온 열원(석탄화력, 원자력)으로부터 40% 이상 부하조절이 가능한 발전 모드 운영 방법



224

발전시스템/연료전지

10

저발열량 가스연료 고효율 청정 엔진 발전기술

연구자. 오승목, 김창업, 박현욱
소속. 친환경모빌리티연구실 ☎ 042-868-7382

기술 개요

- 발열량(1,000 kcal/kg)이 매우 낮은 바이오가스, 합성가스 등을 사용하는 엔진발전시스템에서 안정적 연소 및 유해배출가스를 최소화하는 고효율화 및 배기가스 저감 기술



고객 · 시장

- 가축 분뇨/농축산부산물/음식물 자원화를 위한 바이오가스 발전사업
- 페플라스틱 자원화 에너지 생산 플랜트 사업
- 유기성 폐자원을 활용한 친환경 신재생 에너지 생산

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 혐기성 소화를 통해 생산되는 바이오가스는 이산화탄소의 비율이 높아 기존 천연가스나 LPG와 같은 가스연료에 비해 현저히 낮은 발열량(1,000 kcal/kg)을 가지고 있음
- 일반화학공정 및 합성연료공정에서 발생하는 오프가스의 경우도 발열량이 낮아 강제연소를 통해 열에너지로 사용되거나 태워서 버려지는 경우가 많음
- 저발열량의 가스연료를 자원화하여 전기와 같은 고급에너지로 전환하기 위해서는 안정된 연소를 확보할 수 있는 엔진발전기 설계 및 제어 기술이 요구됨

기술의 차별성

- 낮은 발열량의 가스연료를 엔진발전기에 사용하기 위해 소량의 디젤연료를 사용하는 혼소방식이 아닌, 전소방식으로도 안정된 엔진발전이 가능하도록 하는 연소시스템 기술
- 저발열량 가스연료의 연료 조성 변동에 따른 실시간 최적 제어 방식을 적용한 엔진제어기
- 고효율 엔진발전을 가능하도록 하는 흡배기계 관련 하드웨어 최적화
- 유지관리비용 절감 및 배기배출물을 최소화하기 위해 SCR이 아닌 삼원촉매 방식의 배기후처리 적용

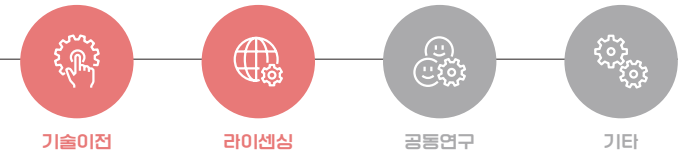
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

225

기술완성도(TRL)

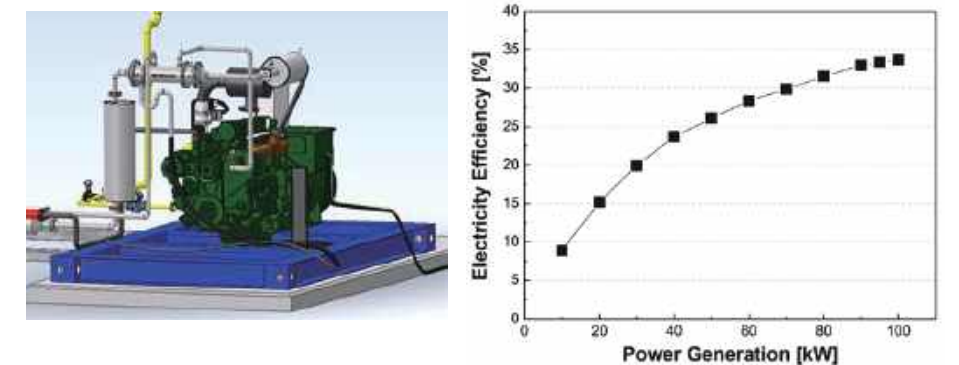


희망 파트너십

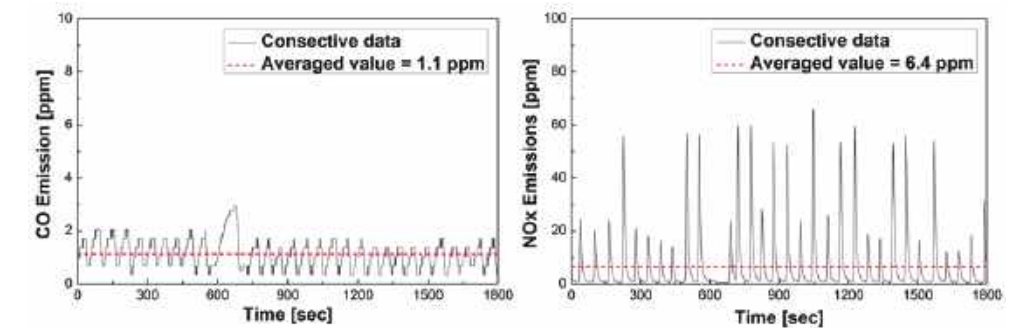


기술의 우수성

- 발전기용 엔진의 핵심부품(연소계, 흡배기계, 연료공급계, 점화계 등)의 최적화를 통한 발전효율 34% 이상 확보
- IoT기술과 연계하여 저발열량 연료 조성 변경에 따른 실시간 적응 제어기술 적용
- 전용 제어장치 및 제어알고리즘을 적용하여 유해배기배출물(질소산화물, 일산화탄소, 탄화수소) 최소화(<10ppm)



〈Atkinson 사이클이 적용된 가스엔진발전기의 발전 효율〉



〈가스엔진발전기 초저공해 배기배출 특성〉

지식재산권 현황

특허

- 저발열량 가스연료 발전기의 시동제어방법(KR2291721)
- 합성가스 엔진 및 상기 합성가스 엔진을 포함하는 발전시스템(KR2387018)

노하우

- 고효율 가스엔진 설계 및 제어 기술
- 가스엔진 초저공해화 기술



226

발전시스템/연료전지

11

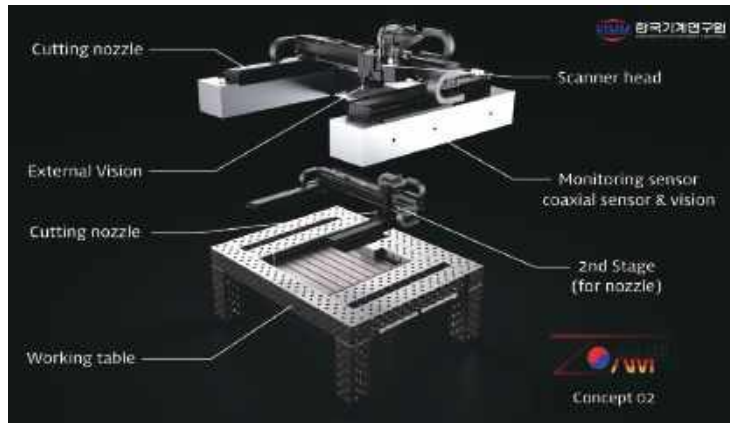
연료전지 분리막 레이저 용접/접합 복합 가공 기술

연구자. 이수진

소속. 레이저기술실용화연구실 051-310-8133

기술 개요

- 연료전지 분리막의 경량화에 따라 분리막 박판(0.1mm)소재의 절단 및 용접을 동시에 수행하는 복합 레이저 가공 시스템
- 연료전지용 금속 양극판의 정밀, 고품질 레이저 절단 및 용접 공정 진행



〈초 박판 금속 소재의 절단 용접 동시 수행 복합 하이브리드 시스템〉

고객 · 시장

- 연료전지 분리막 가공/제조 업체
- 금속소재의 박판 및 매쉬 소재의 고품질 절단

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 레이저 용접에서 박판 소재를 고속으로 용접하기 위하여 스캐너 헤드를 활용함
- 스캐너 헤드의 경우 빠른 용접은 가능하나 가공부에 절단 및 보호가스 공급의 어려움 있음
- 고품질의 절단을 위해서 절단가스 공급이 요구되나 스캐너 활용 공정에서는 어려움이 있음
- 선행기술 2D on the fly 레이저 가공기의 문제점은 코너링 등 물리적인 이송에 속도 오차가 발생할 경우 레이저 가공조건의 변화 및 위치 보정의 어려움이 있었음

기술의 차별성

- 스캐너와 절단 노즐을 인테그레이션 하고 비전으로 실시간 노즐 센터를 탐색하여 위치를 보정하여 레이저 빔과 절단 가스를 동시에 공급하는 복합가공 기술
- 보완된 2D on the fly 기술로 코너링 등에 발생했던 가공 오류를 비전 시스템으로 보정함
- 경량 노즐 설치로 물리적인 한계나 오차 극복
- 가공부의 실시간 모니터링/비전으로 가공품질 제어

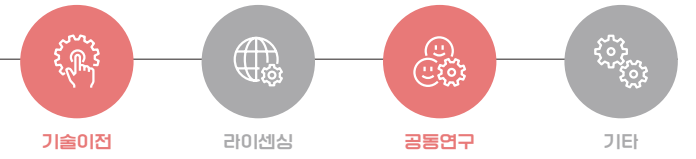
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

227

기술완성도(TRL)

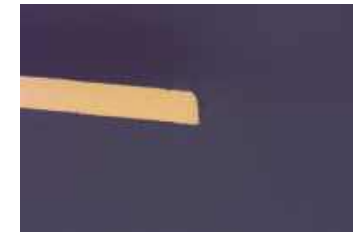


희망 파트너십



기술의 우수성

- 절단 노즐을 활용하여 박판의 고품질 절단 실현가능
- 얇은 메시(mesh) 소재의 고품질 절단 가능
- 보호가스가 용접부에 영향을 많이 미치는 소재에 대하여 상부 보호가스와 레이저 빔 동시 조사 가능



〈분리막 소재 절단부 단면 예시〉

Using Nozzle					
Number of condition	200mm/s, 80W 2 bar	200mm/s, 80W 5 bar	200mm/s, 80W 7 bar	300mm/s, 80W 7 bar	200mm/s, 80W 8 bar
Cutting surface (upper) × 50					
Cutting surface (lower) × 50					

〈박판 메시 타입 냉각 채널 절단 예시〉

지식재산권 현황

특허

- 복합레이저 가공장치 및 이에 의한 가공 방법(PCT/KR2024/001533)
- 초박판 고정을 위한 유도자석식 고정 지그 및 이의 운용방법(KR2380119)

노하우

- 박판 소재 레이저 절단
- 박판 소재 레이저 겹치기 용접
- 연료전지 소재 레이저 용접 및 절단 복합 가공 기술
- 절단 및 용접부 모니터링 기술

END-ITEM.

9

자동차 / 모빌리티
CAR / MOBILITY

CONTENTS

펄토초 레이저를 이용한 정밀 거리 측정 및 광원 제작 기술	230
마이크로 밀링응용 Surface Texturing 모듈 기술	232
원통 내부 고속 마이크로 패터닝을 위한 능동 공구 기술	234
미래차 전장부품 및 모바일 부품 레이저 솔더링 기술	236
전기차 핵심부품 레이저 용접 공정 및 시스템 기술	238
레이저 용접 공정 모니터링 기술	240
5축 기계가공시스템과 3축 레이저 스캐너 연동 기술	242
나노소재기반 초박막 방수 코팅 기술	244



CONTENTS

반사방지 초발수 유리/렌즈 제작 기술	246
초발수 자기세정 기술	248
복사에너지 능동제어 기술	250
전기히터 내장 배출가스정화장치 기술	252
세계 최초 고효율 암모니아 엔진 기술	254
고효율 수소 엔진 기술	256
브레이크 마모 미세먼지 저감을 위한 집진장치 기술	258
고속 경량 동력전달장치 설계 및 시험/평가 기술	260



230

자동차/모빌리티

1

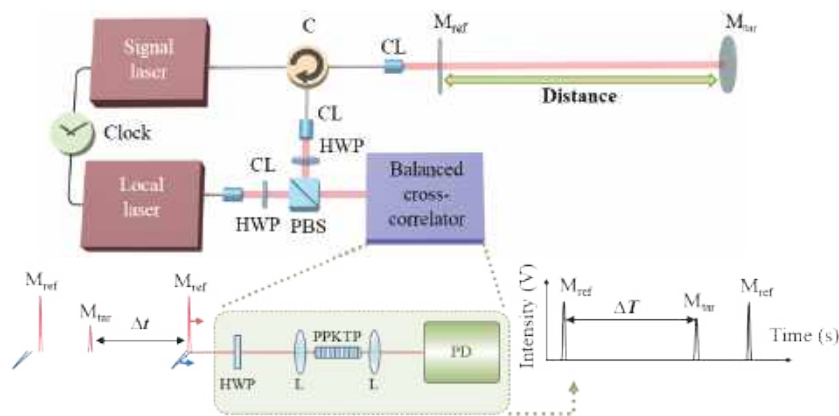
펄초 레이저를 이용한 정밀 거리 측정 및 광원 제작 기술

연구자: 한성흠, 김승만

소속: 반도체장비연구센터 042-868-7429

기술 개요

- 펄초 레이저를 이용하여 긴 거리를 마이크로미터 수준의 정밀도로 측정하는 정밀 거리 측정 기술
- 정밀 거리 측정 기술에 적용되는 펄초 펄스 레이저 광원 제작 기술



〈펄초 레이저 기반 정밀 거리 측정 기술〉

고객 · 시장

- 자동차, 항공, 선박 분야
- 반도체 장비, 공작기계, 정밀 기계 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 일반적으로 많이 사용되는 레이저 변위 간섭계의 경우 측정 시작 위치를 기준으로 측정 대상이 이동한 변위 값을 누적하여 측정하기 때문에 고정된 측정 대상의 거리를 측정할 수 없으며 장애물에 의해 레이저 연결이 끊어지는 경우 측정이 불가능하고 원거리 측정이 어려움
- 레이저 변위 간섭계는 헤드의 크기가 크기 때문에 작은 기계의 내부에는 설치가 어렵고 하나의 장비가 하나의 대상만을 측정할 수 있음
- 펄초 펄스 레이저 광원은 진동이나 외부 충격에 취약

기술의 차별성

- 상용 레이저 간섭계와 같은 변위 누적 방식이 아닌 절대거리 측정 기술을 이용하여 원거리의 거리를 한 번에 측정할 수 있으며 측정물이 이동한 변위량이 아닌 고정된 기준점으로부터의 정확한 거리를 측정 가능
- 변위 누적 방식의 레이저 간섭계는 측정 기준점이 없기 때문에 장기간의 길이 변화를 모니터링할 수 없으나 절대 거리 측정 방법은 명확한 측정 기준점이 존재하여 측정 대상의 장기간 길이 변화를 측정 가능

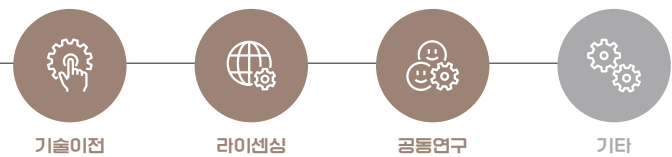
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

231

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 기존의 산업 거리 측정기의 분해능이 밀리미터 이상인 데 반하여 해당 기술은 펄초 펄스 레이저 기술을 이용하여 마이크로미터 이하의 높은 분해능으로 절대거리 측정 가능
- 레이저를 광섬유로 전달하여 헤드 크기가 작아 좁은 공간에도 설치 가능
- 편광유지 광섬유를 이용한 안정적인 펄초 펄스 레이저 광원 기술

- 수 미터의 거리를 마이크로미터 정밀도로 측정할 수 있으며 최대 2kHz의 빠른 속도로 측정 가능
- 동시에 여러 측정 대상의 거리를 측정할 수 있음
- 절대거리 측정 방식으로 원거리 측정 및 장기간 측정 대상의 정밀한 변형 측정이 가능
- 레이저 트래커, 거리 측정 센서 등 다양한 장비에 탑재하여 활용 가능



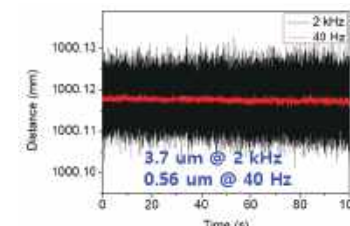
〈레이저 광원〉



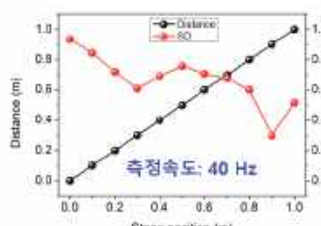
〈레이저 안정화 모듈〉



〈레이저 트래커 적용 사례〉



〈측정 반복성〉



〈측정 선형성〉

지식재산권 현황

특허

- 다중대상 거리측정 시스템 및 이를 이용한 다중대상 거리측정 방법(KR2450475)
- 가시광선 레이저와 근적외선 펄스 레이저를 이용한 거리 측정 장치 및 측정방법(KR2177933)
- 거리측정 헤드 및 이를 구비한 다중대상 거리측정 시스템(KR2400605)
- 발열소자를 이용한 극초단 펄스 레이저 생성장치(KR2261397)
- 펄스 반복을 조절이 가능한 광섬유 레이저 및 이를 구비한 광섬유 체이저 장치(KR2603289)



232

자동차/모빌리티

2

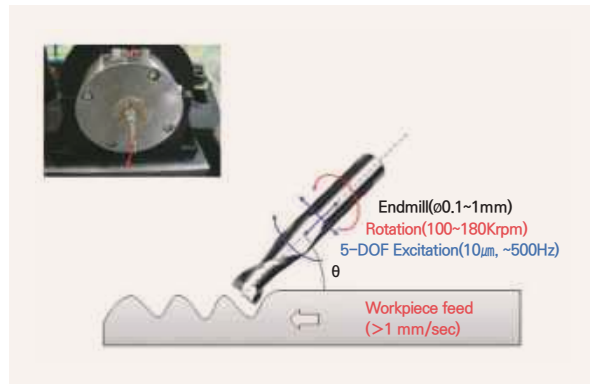
마이크로 밀링응용 Surface Texturing 모듈 기술

연구자: 노승국

소속: 초정밀장비연구실 ☎ 042-868-7115

기술 개요

- 마이크로 밀링 등을 이용하여 표면 텍스처링을 할 수 있는 장치 및 모듈



고객 · 시장

- 마이크로 금형, 초정밀 가공시스템 및 핵심 요소시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 회전하지 않는 공구를 이용한 기계가공을 이용한 미세패턴의 생성 및 Texturing은 형상 및 가공방향 등의 한계가 있으며, 기존의 밀링/ 연삭만을 이용하여 기계 장비의 이송제어를 통해 Texture를 생성하는 것은 시간이 오래 걸려 비효율적임

기술의 차별성

- 가공 방향에 구애받지 않는 밀링을 이용한 Texturing과 가공시간을 단축함
- 볼엔드밀 및 다양한 공구를 통한 다양한 형상의 패턴생성이 가능함
- 마이크로 밀링을 이용한 다양한 재료의 적용이 가능함
- 연삭휠의 패턴닝을 통하여 비교적 대면적에 빠른 패턴 생성이 가능함
- 5자유도의 회전중 진동변위 발생이 가능한 밀링 모듈을 이용한 Texturing이 가능함
- 연삭휠의 패턴 생성을 이용하여 가공함

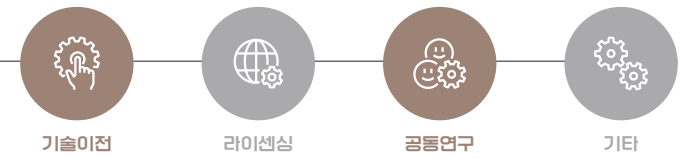
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

233

기술완성도(TRL)



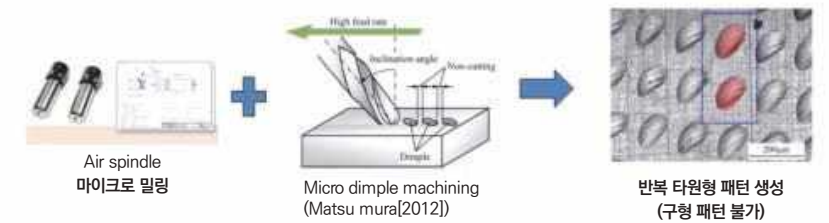
희망 파트너십



기술의 우수성

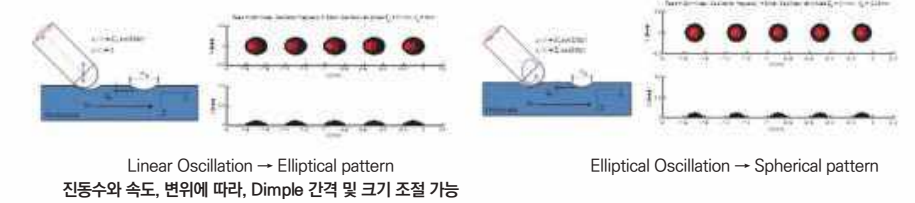
- 기존 마이크로 밀링응용 딩플가공에서는 구형의 형상 구현이 불가능함
- 본 기술을 이용하는 경우, 공작물의 이송속도와 동기시켜 구형의 딩플의 반복 생성이 가능할 것으로 예측됨

마이크로 밀링응용 패턴가공(기존연구)



진동 마이크로 밀링 응용 딩플 가공 해석(제안방법)

0.2mm ball endmill을 이용한 Oscillation milling 시 생성 패턴 해석



지식재산권 현황

특허

- 마이크로 서피스 텍스처링 가공 장치 및 방법(KR1463803)
- 서피스 텍스처링을 위한 연삭 장치 및 방법(KR1400876)
- 마이크로 서피스 텍스처링 가공 장치(KR1476815)

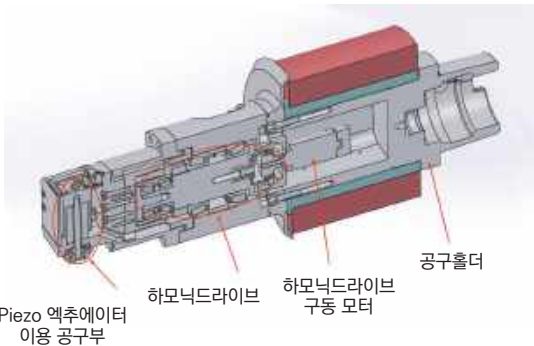


원통 내부 고속 마이크로 패터닝을 위한 능동 공구 기술

연구자: 노승국
소속: 초정밀장비연구실 ☎ 042-868-7115

기술 개요

- 저널 베어링, 엔진 실린더 블록 등 원통 내면의 마이크로 뎀플 및 그루브의 고속 패터닝을 위한 기술
- 실린더의 직경변화 및 형상오차에 대응한 적응 패터닝 기술



고객 · 시장

- 내연기관 엔진 생산, 저널 베어링, 피스톤 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 내부 실린더의 깊이 10 μm 이하의 뎀플 및 그루브의 패터닝을 위한 기술로, 기존의 레이저, 샌드 블라스팅 및 에칭을 이용하는 경우, 가공 시간이 오래 걸리거나 오염 문제를 가지고 있어 자동화 생산라인에 적용하기 어려워 비효율적이며 가공 대상의 실린더면의 형상오차가 있을 경우, 균일한 패턴의 가공에 어려움이 있음

기술의 차별성

- 실린더 내벽에 회전하는 공구를 사용하여 초당 2,000 개 이상의 고속 패턴 가공이 가능
 - 회전속도 최대 900 RPM, 초당 패터닝 속도 최대 3,000(30kHz) 실린더 직경 70~ 이상
- 공구의 형상과 진동 파형 제어를 통해, 타원, 원형 뎀플, 그루브의 다양한 패턴 생성
- 실린더 내부의 형상오차 및 정렬오차를 실시간 능동 보정하여 균일한 패턴 가공
- 통신 제어를 통하여 자동화 라인 연동 제어 가능

기술완성도(TRL)

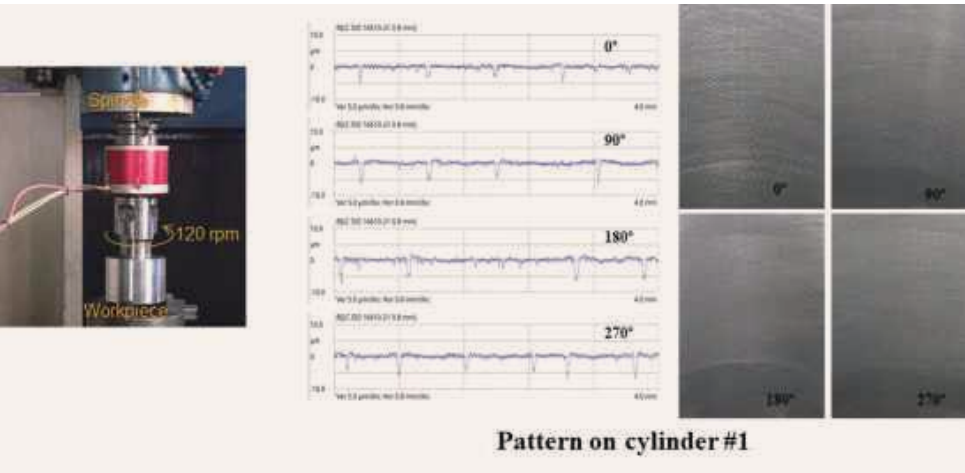


희망 파트너십



기술의 우수성

- 본 기술은 기존의 실린더 내부 가공 공정(호닝 혹은 터닝) 장비에 마이크로 패터닝을 위한 능동공구를 장착하여 구현이 가능하며, 높은 가공속도(엔진 실린더 가공 15초 이내)를 통해 생산성이 가능함
- 가공 시 실시간 오차 보정을 기술을 적용하여 패턴 균일도(패턴 깊이편차 1 μm 이내) 확보
- 실제 엔진 실린더 가공을 통해 패턴 정밀도 및 가공 신뢰성 검증을 완료함



〈능동 공구 및 실린더 내부 패터닝 사례(전면 균일 깊이 5 μm 그루빙)〉

지식재산권 현황

특허
<ul style="list-style-type: none">하브리드 절삭장치 및 이를 이용한 그루브 절삭방법(KR1934691, US10391564)서피스 텍스처링을 위한 연삭 장치 및 방법(KR1400876)마이크로 서피스 텍스처링 가공 장치(KR1476815)
노하우
<ul style="list-style-type: none">엔진 실린더 패터닝 공정 실시간 제어 기술

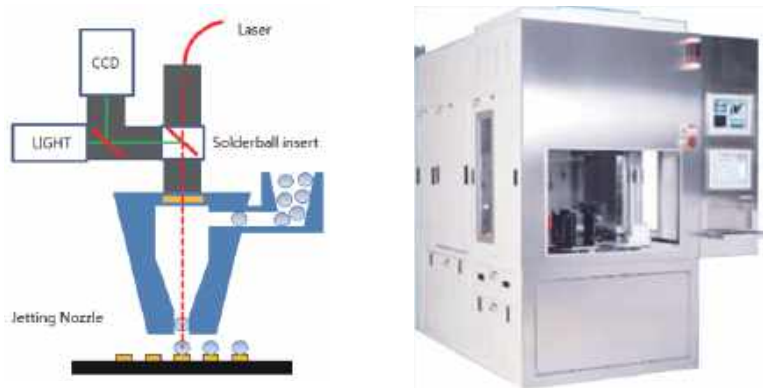


미래차 전장부품 및 모바일 부품 레이저 솔더링 기술

연구자: 강희신
소속: 광응용장비연구실 ☎ 042-868-7456

기술 개요

- 미래차 전장부품 및 모바일 부품 생산을 위한 레이저 솔더링 공정 기술
- 레이저 솔더링 장비 개발을 위한 레이저 광학계 및 솔더링 시스템 기술



〈레이저 솔더링 헤드 및 시스템〉

고객 · 시장

- 미래차 전장부품 생산업체
- 모바일 기기 생산업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 국내의 주요 레이저 장비 업체에서는 레이저 솔더링 시장 규모가 다른 레이저 가공 어플리케이션에 비해 상대적으로 작은 시장 규모로 인해 솔더링 분야에 대한 투자가 부족했으며 이로 인해 해외 의존도가 높은 산업 분야임
- 최근 자동차 전장부품 시장의 급격한 성장과 핵심 전장부품의 숫자가 증대되고 있고 다양한 솔더링 접합 공정이 요구되고 있어서 기존 공법의 적용이 힘든 부품들의 접합을 위해서 새로운 솔더링 공법의 필요성이 대두되고 있음
- 시장의 성장과 경쟁 과열로 인해 핵심 부품인 카메라 모듈의 고기능 집적화가 가속화되어가고 있으며 이로써 솔더링 접합 부위는 더욱더 소형화가 되어 품질 문제를 극복하기 위한 새로운 솔더링 공법의 필요성이 요구되고 있음

기술의 차별성

- 반도체 칩 부품들도 고집적화, 고속화가 진전됨과 동시에 고성능화, 경박 단소화, 미세화되고 있는 추세에 대응이 가능함
- 기존 솔더링 공정에서 발생하는 부품의 탄화 문제를 해결할 수 있음

기술완성도(TRL)

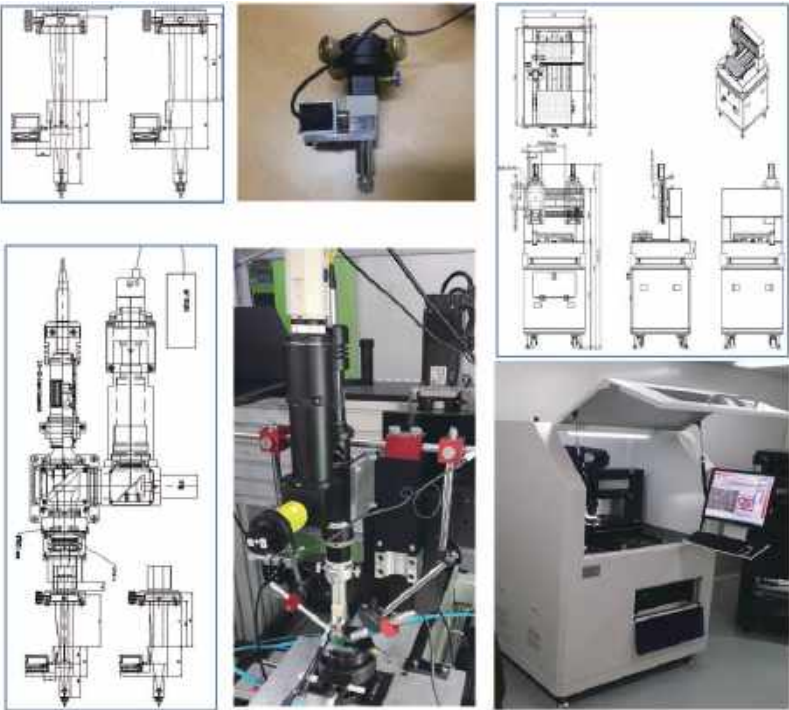


희망 파트너십



기술의 우수성

- 다양한 솔더링 접합 공정이 요구되고 있어서 기존 공법의 적용이 힘든 부품들의 접합에 적용 가능함
- 초집적 미세 접합 공정기술을 ICT 산업 전반에 적용 및 확대가 가능함
- 고가의 레이저 솔더링/젯팅 모듈에 대한 국산화를 통해 가격 경쟁력 확보가 가능함



〈레이저 솔더링 광학계 및 시스템〉

지식재산권 현황

특허

- 진공 솔더볼 흡착장치 및 이를 이용해 솔더볼을 기판상에 용착시키기 위한 방법(KR0643908)
- 솔더볼 용착장치 및 이를 이용한 솔더볼 용착방법(KR0704903)
- 레이저 솔더 젯팅 시스템 제어 소프트웨어 프로그램(C-2017-033827)
- 레이저 가공 장치 및 이를 이용한 레이저 가공 방법(KR2143187)

노하우

- 미래차 전장부품 및 모바일 부품 레이저 솔더링 공정 기술
- 레이저 솔더링 광학계 및 시스템 개발 기술
- 솔더링 접합부 분석 기술

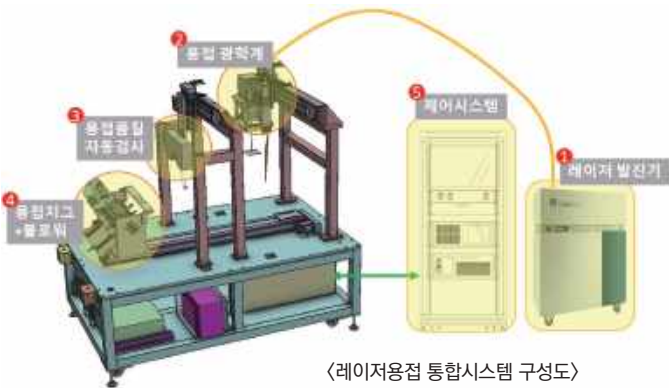


전기차 핵심부품 레이저 용접 공정 및 시스템 기술

연구자: 강희신
소속: 광응용장비연구실 042-868-7456

기술 개요

- 전기차 핵심부품 생산용 레이저 용접 공정 및 시스템 기술
 - 용접지그, 블로워를 포함한 양산공정 대응형 레이저 용접 장비 기술
 - 고출력 레이저 용접용 광학계 개발 기술
 - 고내구성 및 갭 최소화 레이저 용접 지그 개발 기술
 - 구리, 알루미늄 등의 난가공 소재 가공문제를 극복하기 위한 용접 패턴 개발 기술
- 레이저 용접 공정 품질 모니터링 기술
 - 레이저 용접 플라즈마 모니터링 기술
 - OCT 기술 기반 실시간 동축 높이 측정 센서 및 동축 비전광학계 개발 기술
 - 용접 영상분석 및 딥러닝 기반 레이저 용접 품질 자동검사 기술



고객 · 시장

- 전기차 핵심부품 및 양산차 생산업체
- 기존 차체 생산업체 및 레이저 가공업체

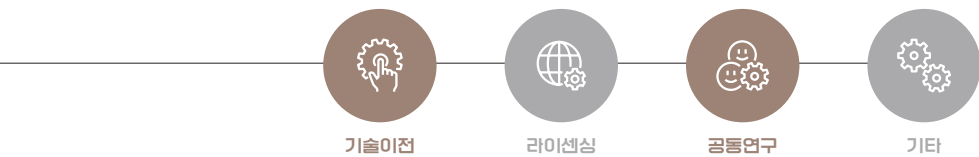
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 자동차 산업의 환경규제 강화에 대응하기 위해서 각국이 전기차 보급에 적극적이며, 전기차 핵심부품인 배터리, 모터, 버스바 등의 용접공정이 핵심 제조공정임
- 기존 용접 공정 및 시스템 기술로 대응이 힘든 난가공 전기차 핵심소재인 구리, 알루미늄 용접에 최근 개발된 Green 레이저를 활용한 용접기술이 각광받기 시작함
- 글로벌 선진 기업인 TRUMPF(독), LASERLINE(독), AMADA(일)은 이미 Green 및 Blue 파장 레이저 용접장비를 보유하고 있으며, 최근 TESLA(미) 및 주요 전기차 배터리 제조사에서 Green 레이저 용접장비 수요확대로 동축 시각센서를 탑재한 고속 스캐너방식의 고가 용접장비를 제작 판매 중
- 국내에서는 Green 및 Blue 파장을 이용한 레이저장비를 일부 정부출연연구기관에서 연구 중에 있으나 제조 공정에서 요구되는 지능형 용접헤드 기술은 확보되지 않았으며, 고품질 생산을 위한 고속 스캐너제어 및 동축센서 기술은 부족하여 수입장비에 의존하고 있음

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

- 현재 레이저 용접기의 80% 이상을 일본 및 유럽(독일), 미국 등에 수입에 의존하고 있는 산업 수요에 대응 가능함
- 현재 친환경 및 원가 절감을 할 수 있는 비철금속 고출력 레이저 용접 기술의 적용은 시장에서 파급효과가 큼
- 전기차 배터리 용접불량은 화재 등 사고의 주요 원인 중 하나이고, 고품질 레이저 용접 기술은 국내 배터리 및 전기차 제조사의 글로벌 경쟁력을 위해서도 반드시 확보가 가능함
- 본 기술은 정부가 지정한 BIG3 신성장산업이자 그린 뉴딜 정책인 미래차(친환경자동차)와 관련된 기술이며, 레이저 용접기는 해외의존도가 높고 향후 파급효과가 클 것으로 예상됨

기술의 우수성

- 전기차 핵심부품 양산공정 대응형 레이저 용접 통합 시스템 개발이 가능함
- 레이저 용접은 집중된 고에너지 빔을 이용하여 열 영향을 최소화하며 변형 없이 정밀한 용접을 가능함
- 전기차 핵심부품용 레이저 용접 장비는 배터리, 구동 모터, 전기제어장치 등의 동축 또는 이중금속의 고품질 접합이 가능함
- 연이은 배터리 화재로 전기차 부품 용접품질 확보가 중요시 되고 있으며 정밀한 품질 제어가 가능함
- 전기차 부품 용접 품질향상을 위해서 기존 용접헤드 광학계에 동축의 CCD 카메라, OCT 센서, 실시간 모니터링 장치 등을 결합한 지능형 광학계를 활용하면 불량예방 및 품질검사가 가능함



〈레이저 용접 통합시스템〉

특허

- 레이저 가공장치의 스테이지와 스캐너의 동기화 방법(KR1186258)
- 레이저 공정 품질 모니터링 프로그램(C-2013-028898)
- 3차원 레이저 스캐너 롤 가공 시스템 제어 프로그램(C-2013-028921)
- 포커스 측정 기능을 가지는 레이저 가공 방법(KR2016-1628947)
- 레이저 가공 장치 및 이를 이용한 레이저 가공 방법(KR2143187)

노하우

- 난가공 소재 레이저 용접 공정 및 시스템 개발 기술
- 레이저 용접 광학계 및 공정 모니터링 센서 개발 기술
- 레이저 용접 공정 품질 판별 알고리즘 개발 기술



레이저 용접 공정 모니터링 기술

연구자: 강희신
소속: 소속 광응용장비연구실 042-868-7456

기술 개요

- 레이저 용접 공정 모니터링 기술
 - 플라즈마 센서 기반 레이저 용접 공정 품질 모니터링 기술
 - OCT 기술 기반 실시간 동축 높이 측정 센서 및 동축 비전광학계 개발 기술
 - 용접 영상분석 및 딥러닝 기반 레이저 용접 품질 자동검사 기술



〈레이저 용접 공정 개념도〉

고객 · 시장

- 전기차 핵심부품 및 양산자동차 생산업체
- 기존 차체 생산업체 및 레이저 가공업체

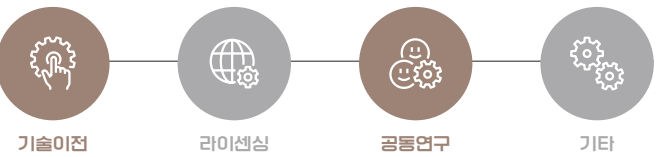
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 자동차 산업의 환경규제 강화에 대응하기 위해서 각국이 전기차 보급에 적극적이며, 전기차 핵심부품인 배터리, 모터, 버스바 등의 레이저 용접 공정이 핵심 제조공정임
- 기존 용접 공정 및 시스템 기술로 대응이 힘든 난가공 전기차 핵심소재인 구리, 알루미늄 용접에 최근 개발된 Green 레이저를 활용한 용접 기술이 각광받기 시작함
- 국내에서는 Green 및 Blue 파장을 이용한 레이저장비를 일부 정부출연연구기관에서 연구 중에 있으나 제조 공정에서 요구되는 지능형 용접헤드 기술은 확보되지 않았으며, 고품질 생산을 위한 모니터링 기술이 부족하여 수입장비에 의존하고 있음

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

- 현재 레이저 용접기 및 모니터링 장비의 80% 이상을 일본 및 유럽(독일), 미국 등에 수입에 의존하고 있는 산업 수요에 대응 가능하고 OCT 기반의 동축 센서 기술은 기존 한계를 극복할 수 있음
- 현재 친환경 및 원가 절감을 할 수 있는 비철금속 고출력 레이저 용접 및 모니터링 기술의 적용은 시장에서 파급 효과가 큼
- 전기차 배터리 용접불량은 화재 등 사고의 주요 원인 중 하나이고, 고품질 레이저 용접 모니터링 기술은 국내 배터리 및 전기차 제조사의 글로벌 경쟁력을 위해서도 반드시 확보가 가능함

기술의 우수성

- 전기차 핵심부품 양산공정 대응형 레이저 용접 공정 모니터링 장치 개발이 가능함
- 전기차 핵심부품용 레이저 용접 장비는 배터리, 구동모터, 전기제어장치 등의 동종 또는 이종금속의 고품질 용접 공정 모니터링이 가능함
- 연이은 배터리 화재로 전기차 부품 용접품질 확보가 중요시 되고 있으며 정밀한 용접 품질 제어가 가능함
- 전기차 부품 용접 품질향상을 위해서 기존 용접헤드 광학계에 동축의 CCD 카메라, OCT 센서, 실시간 모니터링 장치 등을 결합한 지능형 광학계를 활용하면 불량예방 및 품질검사가 가능함



〈레이저 용접 공정 모니터링 시스템〉

지식재산권 현황

특허

- 레이저 공정 품질 모니터링 프로그램(C-2013-028898)
- 3차원 레이저 스캐너 룰 가공 시스템 제어 프로그램(C-2013-028921)
- 포커스 측정 기능을 가지는 레이저 가공 방법(KR1628947)
- 레이저 가공 장치 및 이를 이용한 레이저 가공 방법(KR2143187)

노하우

- 난가공 소재 레이저 용접 공정 기술
- 레이저 용접 광학계 및 공정 모니터링 센서 개발 기술
- 레이저 용접 공정 품질 판별 알고리즘 개발 기술

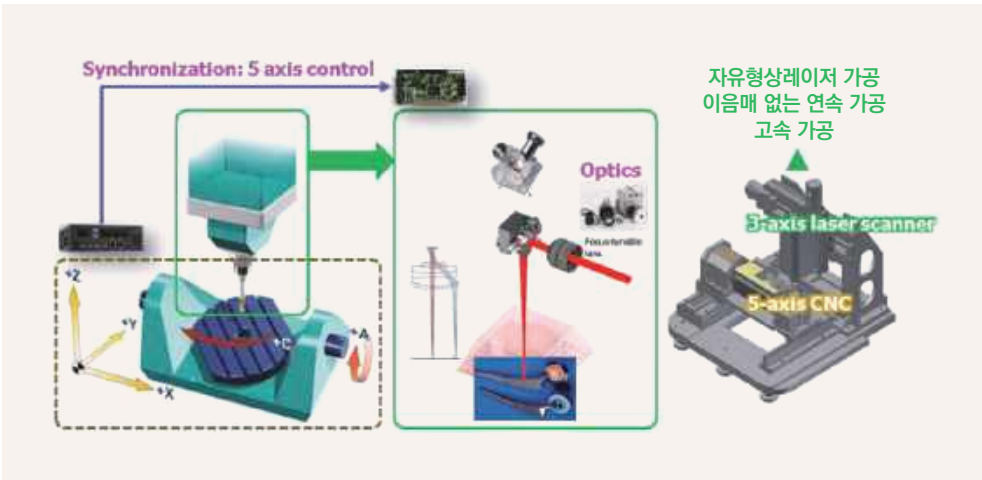


5축 기계가공시스템과 3축 레이저 스캐너 연동 기술

연구자: 김경한
소속: 광응용장비연구실 042-868-7310

기술 개요

- 5축 기계가공 모듈과 3축의 레이저 스캐너를 실시간 동기화하여 기존 레이저 가공영역과 가공속도의 한계를 뛰어 넘는 한계돌파형(Breaking through) 신기술임
- 본 기술을 통하여 자유형상 표면에 280mm/s 이상의 연속가공 속도로, 15μm 이하의 미세패터닝을 달성함



〈5축 기계가공 모듈과 3축 레이저 가공모듈의 실시간 동기화 시스템 개념도〉

고객 · 시장

- 가전제품의 기능성/심미적 표면을 요구하는 시장, 임플란트/고관절 표면의 세포친화 증대용 표면처리 시장, 자동차/항공기 표면 부품의 절단 및 천공 시장
- 5축 절단/천공의 레이저 가공기 시장, 실시간 동기화를 위한 제어기 시장, 레이저 CAM SW 시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 3축 레이저 스캐너는 가공심도에 의한 완전한 자유형상에 대응 불가능
- 해외의 공작기계 회사는 5축 가공기에 3축 스캐너를 단순 결합하여 상용화하고 있음
- 5축 가공기와 3축 레이저 스캐너를 단순 결합한 step&scanning 방식의 경우 가공 속도의 저하 및 이음매 발생

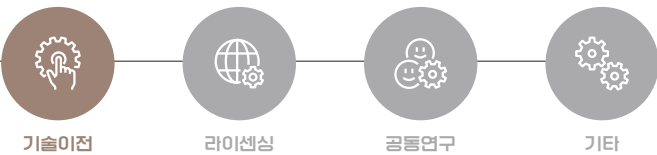


〈Step&scanning 방식의 이음매 문제점〉

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

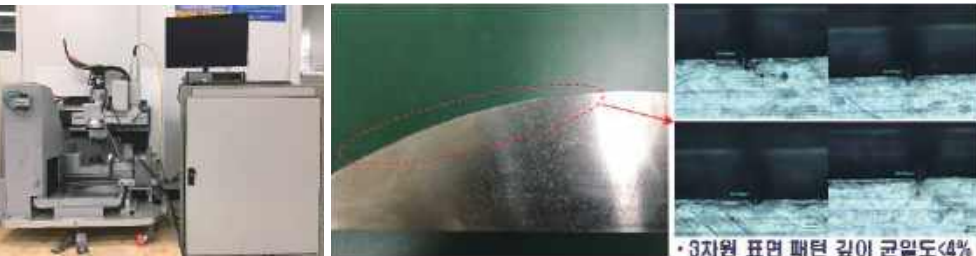
- 5축 가공기의 위치/속도 정보를 스캐너 제어보드에 입력하여 실시간 동기화 시키는 제어유닛 구성
- 세계 최고로 5축 신호 입력을 위한 스캐너 제어보드 제작
- 고종량의 5축 가공기 이송경로와 고속의 3축 레이저 스캐너 경로 분리/속도 생성을 위한 CAM SW 개발



〈5축 가공기와 3축 레이저 스캐너 경로 분리/속도생성을 위한 CAM SW〉

기술의 우수성

- 5축 기계가공 모듈과 3축의 레이저 스캐너를 실시간 동기화하여 기존 레이저 가공영역과 가공속도의 한계를 뛰어넘음
- 본 기술을 통하여 자유형상 표면에 280mm/s 이상의 연속가공 속도로, Ti 난가공 소재 표면에 15μm 이하의 미세 패터닝을 달성함



〈5축 레이저 실시간 연동장비(좌) 및 패터닝 결과(우)〉

지식재산권 현황

특허

- 3차원 레이저 조사 장치 및 3차원 레이저 조사방법(KR1769550)

노하우

- 5축 가공기 신호 입력 및 실시간 보정 계산을 위한 스캐너 제어보드 설계 기술
- 5축 가공기 및 3축 레이저 스캐너 경로 및 속도 생성을 위한 알고리즘



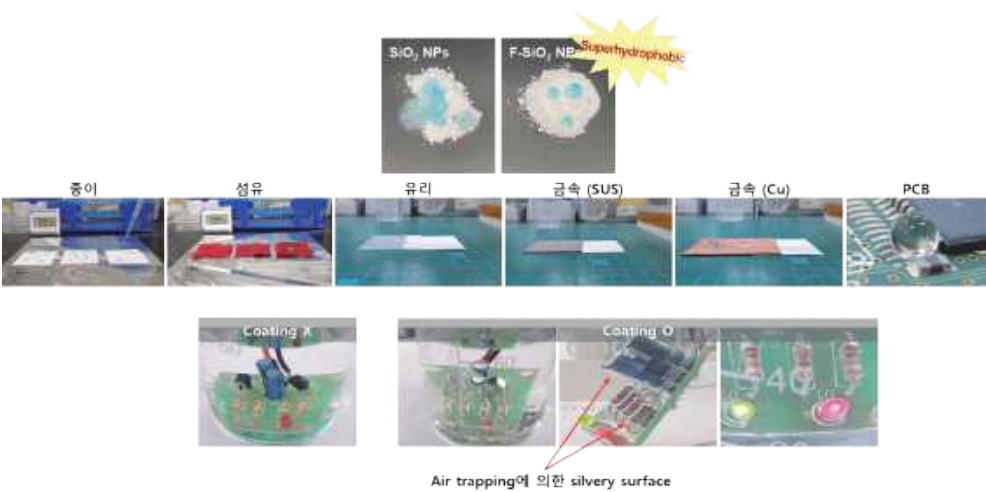
나노소재기반 초박막 방수 코팅 기술

연구자: 박승철

소속: 바이오기계연구실 ☎ 042-868-7661

기술 개요

- 낮은 표면에너지로 가지는 금속산화물 나노입자의 초박막/대면적 코팅을 통한 IP 6 이상의 방수 코팅 적용 기술
- 종이, 고분자, 섬유, 금속, 전자소자 등 다양한 표면에 적용 가능한 초극박막 방수 코팅 기술



〈초발수 나노입자 합성 및 이를 이용한 다종의 표면(종이, 섬유, 유리, 금속 등)에 박막기반 방수 기능 부여〉

고객 · 시장

- 고부가가치 종이(전통한지), 현수막(고분자), 자동차 및 운송체 유리(유리), 특수목적용 의류(섬유), 선박 및 항공기 등 구조체(금속), PCB등의 전자소자 방수 코팅

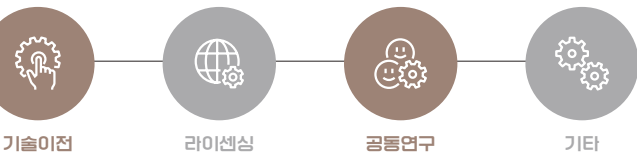
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 방수코팅 기술의 경우 두꺼운 고분자 층을 도포하여 물에 대한 침투를 억제하는 기능을 구현하고자 함. 하지만 이러한 방식은 고분자의 열화 및 변성(온도 및 대기 중의 자외선)으로 인하여 장기간 적용이 어렵다는 단점이 존재함. 또한 두꺼운 코팅막의 경우 다양한 적용의 한계를 가져옴
- 또한 기존의 방수코팅은 아크릴계열을 사용하는 경우를 제외하고는 투명하지 않다는 문제가 있어서 다양한 투명 소재에는 적용이 어려움. 더욱이 이러한 아크릴계열의 경우 앞서 기술한 대기 중의 자외선에 의한 과경화이슈가 발생하여 장기간 적용이 어려움
- 따라서 광학적으로 투명하면서 매우 얇은 두께의 코팅으로도 충분한 방수기능을 부여할 수 있는 기술개발이 필요함
- 본 기술의 경우 낮은 표면에너지로 가지는 금속산화물 나노입자를 이용하여 초박막 코팅으로도 충분한 방수성능을 부여하며 광학적으로 투과도를 제어하여 투명도를 조절할 수 있는 기술임

기술완성도(TRL)



희망 파트너쉽

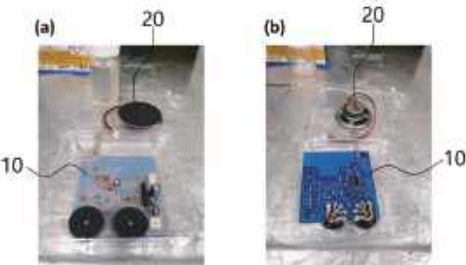


기술의 차별성

- 20um이하의 박막 코팅을 통한 방수등급 IP 6 이상의 방수특성 부여 가능
- 투명도 제어(투과도 80%~20%) 가능 방수 코팅 기술
- 후처리(열처리)가 필요 없는 방수 코팅 기술
- 장기간(3년) 안정한 특성을 유지하는 방수 코팅 기술

기술의 우수성

- 코팅 대상(기판)에 상관없이 초박막 방수 코팅 가능
- 빠른 경화를 통한 즉각적 적용 가능한 방수 코팅 기술
- 투명한 방수 특성 부여를 통해 광학소재 적용 가능



〈스피커용 PCB 방수 코팅〉



〈방수코팅 PCB의 염수환경 내구성 테스트, 일반PCB(좌), 방수코팅PCB(우)〉

지식재산권 현황

특허

- 방수 코팅제 조성물 및 이를 이용한 방수 코팅 방법(KR2023-0120626)

노하우

- 종이, 섬유에 대한 방수 코팅 공정
- 유리, 금속, 전자소자에 대한 방수 코팅 공정



반사방지 초발수 유리/렌즈 제작 기술

연구자. 임현의, 박승철
소속. 바이오기계연구실 042-868-7106

기술 개요

- 유리나 렌즈처럼 투명한 기판의 표면 위에 나노구조물을 제작하여 빛의 반사를 제어하고 발수 특성을 가지도록 하는 기술
- 나노입자를 마스크로 사용하여 나노구조물을 제작 또는 친환경 무기 초발수 나노입자 자체를 구조체로 활용하여 제작하는 기술임

고객 · 시장

- 빛 반사저감이 필요한 표면, 발수 표면, 유리창, 거울, 안경, 광학부품, 렌즈, 디스플레이 커버글래스, 태양전지 커버글래스, 센서 커버글래스 등의 제작 업체, 발수제 업체, 표면처리 업체 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 빛의 반사를 줄이기 위해서는 진공증착을 다층의 박막을 코팅하여 굴절율을 조절하는 방법을 사용하고 있으나 넓은 파장영역과 입사각에 따른 반사도 제어가 어렵고 고가라는 단점이 있으므로 모든 파장과 큰 입사각에서도 반사저감 효과를 가지는 기술이 필요함
- 초발수 특성은 표면에너지가 낮은 화합물 코팅과 요철구조를 가지는 표면 구조물이 모두 형성되어야 구현되는 기술로 현재 실생활에서는 화합물 코팅으로 발수 기술에 머물러 있고, 학술적으로는 기계적 내구성이 약한 초발수 표면이 연구되고 있으므로 실제 활용가능한 내구성이 뛰어난 초발수 표면을 제작하는 기술이 필요함
- 유리로 지어진 네이버 건물, 태양전지 커버유리, 자가용 센서 보호유리처럼 빛의 반사가 감소되어 빛 공해를 줄이거나 투과도를 높여 시인성이 증가하고 외부오염에 노출되어 있으나 비에 의해 자기세정이 되는 다기능성 표면 제어기술이 필요함

기술의 차별성

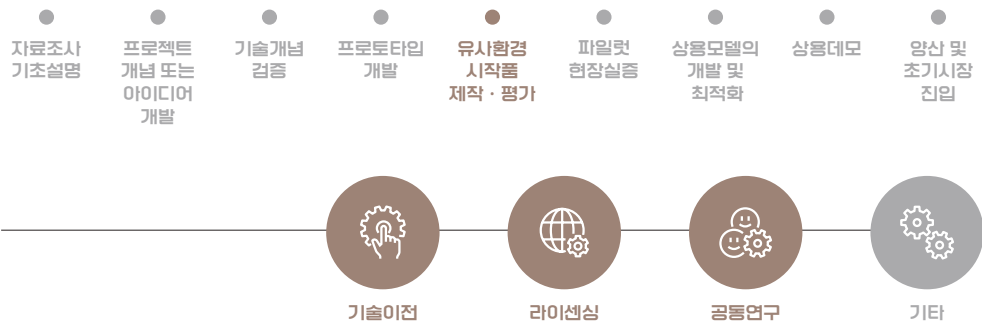
- 자기조립 나노입자층을 마스크로 활용한 식각공정으로 나노패터닝을 구현하여 비용이 저렴한 쉽고 간단한 나노/마이크로 공정 기술로, 유리 표면을 식각하여 나노구조물을 형성하는 기술이므로, 구조가 상대적으로 강건하고, 외부 환경에 대한 특성의 저하가 없음
- 무기물 기반 친환경 초발수 나노입자를 활용하는 방법은 미터급까지 대면적 처리가 용이한 원천기술로 가격이 저렴하고 코팅층의 내구성이 매우 우수함

기술의 우수성

- 자기조립 나노입자층을 마스크로 이용하여 플라즈마 식각 공정을 통해 투명 유리 기판 위에 나노구조물을 제작하기 때문에 다양한 형상 제어가 가능하며, 이를 통해 반사도와 발수특성의 조절이 가능하고, 최적화를 통해 반사도 0.5%이하, 접촉각 150° 이상의 고성능의 반사방지 및 초발수 특성이 구현 가능함

기술완성도(TRL)

희망 파트너십



〈좌〉 나노구조물을 가진 반사방지 유리, 〈우〉 나노구조물을 가진 자기세정 초발수 유리

- 무기물 기반 친환경 초발수 입자를 코팅하여 초발수 특성을 구현하는 기술은 바코팅이나 스프레이코팅을 이용할 수 있어 미터급 크기까지 면적에 제한없이 적용가능하며 나노입자의 크기, 농도 등으로 투명도 조절이 가능하고, 금속입자나 금속이온 또는 염료를 사용하여 색을 띠는 초발수 유리 제작도 가능함



〈좌〉 친환경 나노입자기반 초발수 색유리, 〈우〉 초발수 색유리의 물방울이 붙지않는 특성



〈좌〉 나노입자 대면적 코팅장비, 〈중〉 미터급 초발수 색유리 〈우〉 태양전지 커버유리 적용

특허

- 나노구조물 : 기능성 표면의 제조방법(KR1103264, JP5220066, US8728571)/초발수 표면 제조방법 (KR0854486, US8216483, CNZL200780052518.8, EP07851416.3)/무반사 표면 및 초발수 표면의 제조 방법(KR1014277)/미세 구조물이 형성된 기판의 F-DLC 코팅 방법 및 이 방법에 의해 형성된 미세 구조물이 형성된 기판(KR1546361) 특허 6건 보유
- 나노입자 : 발수제 조성물(KR0140459)
- 코팅장치 및 방법 : 멀티 코팅 모드를 갖는 코팅 헤드 및 이를 이용한 기능성 용액 코팅 방법(KR2371434)/입자 코팅 장치 및 방법(KR1984985)
- 태양광 응용 : 태양전지용 기능성 커버(KR2253060)/태양광 집광 시스템 및 이에 사용되는 무반사 및 저반사 특성을 가진 적외선 필터(KR1688186)

지식재산권 현황



초발수 자기세정 기술

연구자. 임현의
소속. 바이오기계연구실 042-868-7106

기술 개요

- 구조물과 화학적 코팅을 이용한 접촉각이 높은 표면 제작기술로 다양한 기판에 적용가능하며 특히 환경과 인체에 치명적으로 유해한 과불화화합물을 사용하지 않으면서 오염이 덜 되고 쉽게 세정이 되는 표면 제작기술

고객 · 시장

- 오염이 덜 되는 표면, 발수/방수표면, 가정용품(프라이팬 등의 조리기구, 욕실 벽 등의 내장재, 부엌가구의 표면 등), 산업용품(선박, 자동차, 항공기등의 운송기 표면 외장재, 원자력 연료봉 표면, 우주선 유리표면, 열교환기, 단열재, 건축용 외장재 등)에 활용

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 표면에서 물과의 접촉을 감소시키는 초발수 특성은 표면에너지가 작은 화학적 특성과 접촉이 적은 표면구조에 기인하는 특성으로 가정/생활제품부터 산업현장까지 다양한 곳에 적용되는 기술로 많은 연구가 진행 중임. 현존하는 대부분의 기술은 불소화합물의 화학적 코팅으로 다양한 환경(고온, 고압 등 포함)에 적용하기에는 내구성 및 장기안정성에 문제가 있음

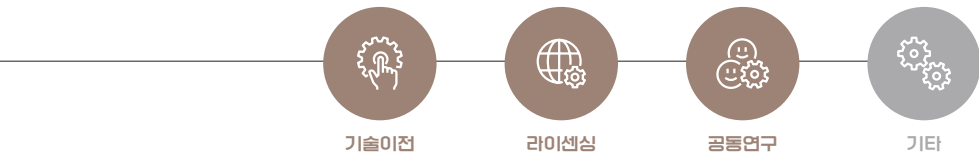
기술의 차별성

- 300℃에서 사용가능한 고내구성 친환경 초발수 표면처리 기술로 표면구조형성과 표면코팅을 one step으로 진행하여 공정 시간 단축/비용 절감이 가능함
- 암을 유발하는 과불화화합물을 사용하지 않고 초발수 특성 구현

기술완성도(TRL)

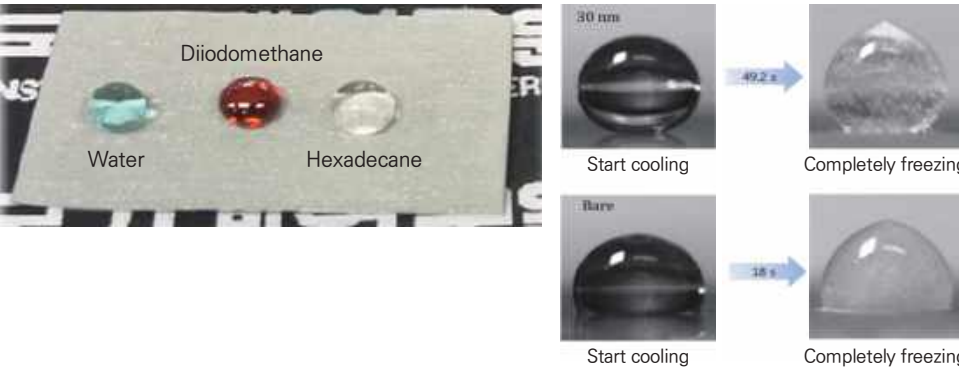


희망 파트너십



기술의 우수성

- 고온, 극한 환경에서 초발수 특성을 유지하는 고내열 초발수 코팅기술로 굽힘 및 충격에도 견디는 고내마모성 코팅임



〈(좌) 초발수, 초발유 특성을 보이는 알루미늄 표면, (우) 얼음생성이 지연된 초발수 금속〉

지식재산권 현황

특허

- 초발수성 금속 표면 제조 방법(KR1424995)
- 고내열성 초발수 표면처리 방법 및 장치(KR2210567)
- 발수 표면 형성방법(KR2603146)

노하우

- 다양한 기판에 적용가능, 광범위의 맞춤형 접촉각이 구현 가능, 응축, 결로, 방빙으로 응용

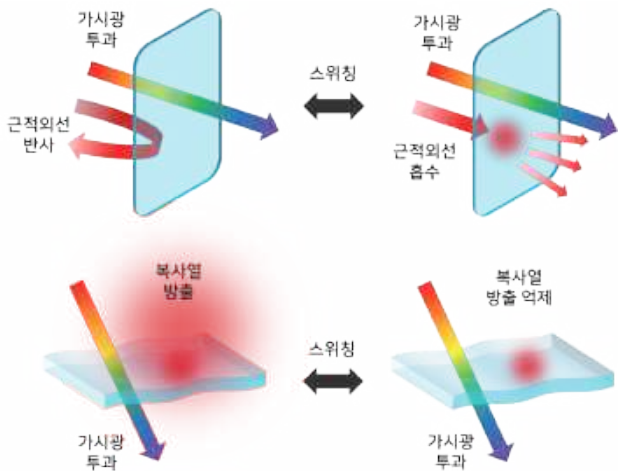


복사에너지 능동제어 기술

연구자. 임미경
소속. 나노디스플레이연구실 042-868-7744

기술 개요

- 태양 복사에너지 중 가시광 투과도는 유지시키면서 근적외선 반사도를 원할 때 전기적으로 제어할 수 있는 윈도우 기술
- 가시광 투과도는 유지하면서, 복사열 방출 정도(중적외선 영역 방사율)를 조절할 수 있는 능동 제어 기술



〈복사에너지 능동제어 기술 개요〉

고객 · 시장

- 스마트 유리 제조 업체, 건물 유리 제조 업체, 전기차 제조 업체, 스텔스, 보안, 방열 관련 기술 개발 업체, 건물 열관리 관련 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 상용 스마트 유리는 입사하는 태양 복사에너지를 조절할 때 가시광 투과도를 줄여서, 투시 성능을 유지할 수 없음
- 따라서 자동차에 적용 시에 시야를 제한하는 문제가 있으며, 섀루프 등으로 그 활용이 제한됨
- 가시광 투과도를 유지할 수 있는 기존 복사에너지 제어 기술은 고정형으로 여름철 냉각부하 절감에 도움을 줄 수 있으나, 겨울철 난방부하를 오히려 증가시킬 수 있음

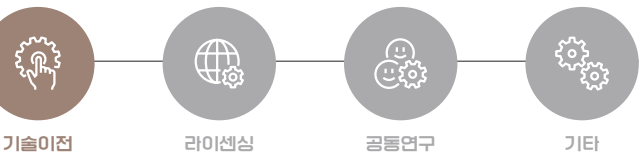
기술의 차별성

- 한국기계연구원 보유 기술은 가시광 투과도를 유지하면서 근적외선 반사도를 능동 제어 할 수 있는 기술로, 기존에 보고된 바 없는 유일한 기술임
- 유리창으로서의 기본 특성인 투시 성능을 유지할 수 있기 때문에, 자동차 전면 유리에도 활용할 수 있으며, 계절 · 날씨에 따른 대응이 가능하여 냉난방 부하 절감에 도움을 줄 수 있음

기술완성도(TRL)

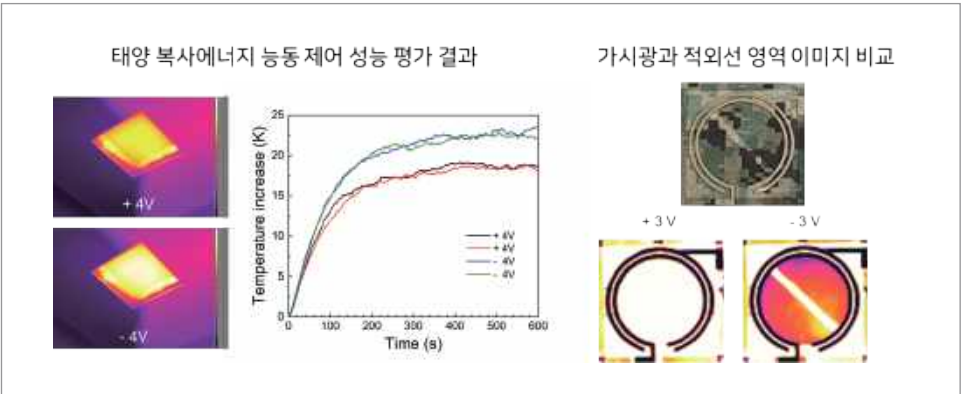


희망 파트너십



기술의 우수성

- 태양 시뮬레이터를 이용하여 복사에너지 능동 제어 실증 실험을 수행함
- 수행 결과, 전압을 인가함에 따라 유리창의 온도를 수 K 이내로 제어할 수 있음을 확인함
- 필요 전력은 수 mW 이하로, 매우 작은 전력으로 입사하는 수백 W의 태양 복사에너지를 제어할 수 있음
- 근적외선 반사도가 능동 제어 되는 동안 가시광 투과도는 유지되는 것을 확인함
- 투명하면서 복사열 방출 정도가 제어될 수 있는 필름을 제작 및 성능 평가함
- 가시광 투과도는 유지하면서 방사율이 제어되는 것을 확인하였으며, 이를 통해 가시광과 적외선에서 각기 다른 신호를 전달할 뿐만 아니라, 적외선에서는 가해 주는 전압에 따라 다른 신호를 전달할 수 있음을 확인함
- 필름 형태뿐만 아니라 섬유 형태로도 복사열 방출 정도(방사율)를 제어할 수 있는 소자를 제작하였으며 성능을 확인함



〈복사에너지 능동제어 기술 효과〉

지식재산권 현황

특허

- 적외선 적응형 투명 위장막(KR2603047, PCT/KR2022/006324, US18/564055)
- 능동 복사 제어 윈도우(KR2021-0176479, PCT/KR2022/012293, US18/689530, JP2024-516971)
- 열 스위칭 및 축열 기능을 가지는 복합 윈도우(KR2023-0000573, PCT/KR2023/006842)
- 투과 모드와 반사 모드로 전환 가능한 스마트 윈도우(KR2023-0000574, PCT/KR2023/018478)
- 모드 전환이 가능한 스마트 윈도우 및 이의 모드 전환 방법(KR2023-0051122)
- 위장 섬유, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 위장 직물(KR2023-0086213)

노하우

- 복사에너지 능동제어 소자 제작 및 광 특성 평가 기술
- 파장에 따라 다른 특성을 보이는 소자 설계 기술
- 복사에너지 능동 제어 소자의 성능 평가 기술



전기히터 내장 배출가스정화장치 기술

연구자. 김홍석
소속. 친환경모빌리티 연구실 042-868-7367

기술 개요

- 연소기 또는 엔진의 배출가스를 정화하기 위해 세라믹 촉매나 필터에 박판 전기히터를 내장하여 배출가스정화 성능을 향상시키는 기술



고객 · 시장

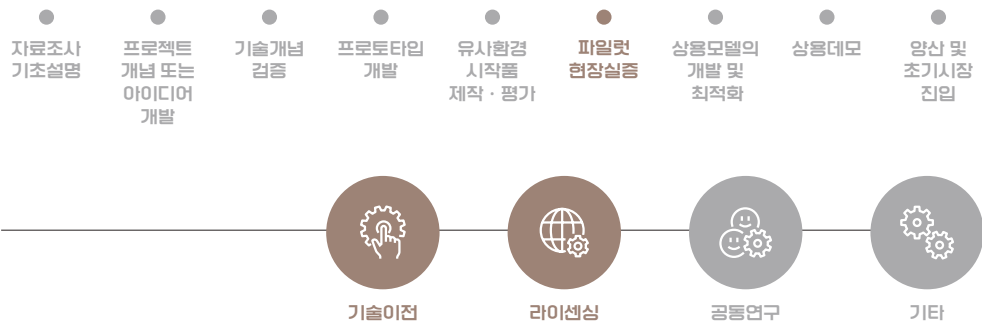
- 자동차 및 건설기계, 산업시설 등의 배출가스 처리장치 제조업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 자동차 및 산업시설 등에 대한 강화되는 배출허용기준 대응을 위해 고성능 배출가스저감기술 필요
- 기존 경쟁기술은 전기히터가 촉매나 필터 전단에 존재하여 열전달 효과가 떨어지는 단점이 있음. 또한, 기존 기술은 소용돌이 모양의 전기히터로써 중간 중간에 전기적 쇼트를 방지하기 위한 작은 세라믹 봉을 다수 설치하고 있어 구조가 복잡하여, 제조가 어렵고, 진동에 취약함

기술완성도(TRL)

희망 파트너십

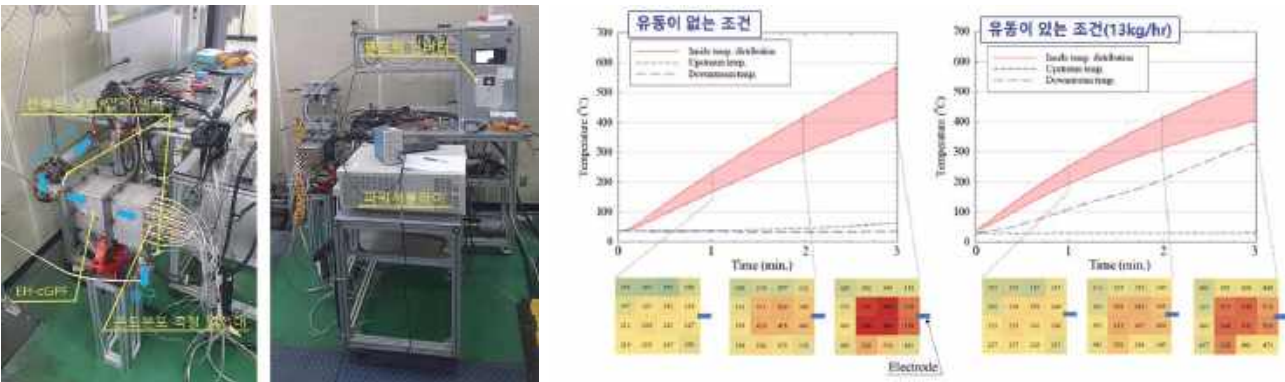


기술의 차별성

- 본 기술은 하니컴 플레이트를 적용하여 만드는 구조체의 하니컴 플레이트 사이 사이에 전기히터판을 삽입하여 하니컴 플레이트를 전도 방식(배출가스가 전기히터와 직접 접촉되지 않도록)으로 가열함으로써 촉매 또는 필터를 전기히터로 빠른 시간 안에 가열함으로써 배출가스 정화 기능과 매연여과필터를 재생(regeneration) 기능을 수행
- 기존 기술 대비 효과적인 열전달을 구현하고, 내구 성능이 우수하고, 전기히터와 촉매, 매연여과필터가 통합됨

기술의 우수성

- 기존 기술 대비 배출가스 촉매를 빠르게 히팅 가능하여 배출가스 정화 성능을 향상시키고, 필요시 전기히터를 가열하여 매연여과필터를 재생(regeneration) 할 수 있음
- 배출가스 4대 성분인 PM, NOx, CO, HC 동시 저감이 가능한 4-way 배출가스 저감 시스템 기능 구현 가능
- 전기히터의 신뢰성 및 내구 성능 우수
- 전기히터와 촉매, 매연여과필터가 통합됨으로써 부피가 감소함



〈전기히팅시 시간에 따른 필터 내 온도분포〉

지식재산권 현황

특허

- 전기히팅되는 필터 단위체를 적용한 구조의 매연여과필터(KR2022-0118364)
- 배출가스 저감용 세라믹 구조체를 포함하는 배출가스저감장치 및 이를 사용한 배출가스저감 방법 (KR2023-0155121)
- 전기히팅되는 촉매코팅 매연여과필터를 포함하는 배출가스저감장치(PCT/KR2023/013993)

노하우

- 배출가스정화장치용 전기히터 설계/제작/평가/제어 기술
- 전기히팅되는 촉매코팅 매연여과필터 제조 및 평가기술



254

자동차/모빌리티

13

세계 최초 고효율 암모니아 엔진 기술

연구자. 박철웅

소속. 친환경모빌리티연구실 042-868-7928

기술 개요

- 본 기술은 무탄소 연료로서 암모니아의 이동형 및 발전용 동력원 적용을 위한 암모니아 연료 이용 엔진 및 핵심 부품 기술



고객 · 시장

- 차량 및 선박용, 발전용 엔진 제조/공급/수요 업체
- 대체연료 엔진 개조 kit 제작 및 판매/설치 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 유엔환경개발회의 기후변화협약(UNFCCC)에 따라 이행해야 되는 교토의정서와 파리협정에서 해운 분야의 온실가스 감축목표 달성을 위해 자동차 및 선박의 대기오염 물질 및 온실가스 배출량, 선박 에너지 효율 및 등을 규제하고 있음
- 무탄소 연료 사용 엔진의 핵심부품 국산화 기술 개발을 통해 국내 친환경 모빌리티 사업의 초격차 경쟁력 유지와 미래 잠재시장 선점을 위한 기반 마련이 시급한 과제임
- 탄소중립 2050 정책에 대응하기 위한 암모니아로 대표되는 무탄소 연료 추진 기관의 핵심 기자재인 연료 분사시스템과 배기가스 후처리 시스템에 대한 개발하고 성능이 검증되어야 함

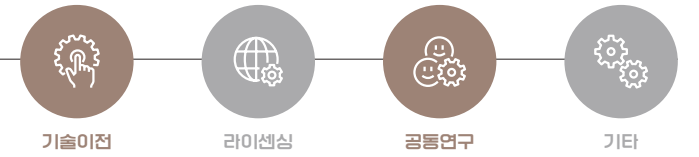
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

255

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

- 구리 등 일부 금속과 고무 및 플라스틱에 대해 부식성이 있는 암모니아를 연료로 활용하기 위해 연료공급시스템의 핵심부품들을 부식 방지 가능한 소재로 변경하여 안정적인 암모니아 연료공급을 가능하게 함
- 암모니아 연료를 고압으로 엔진의 실린더 내에 직접 분사함으로써 발열량이 낮은 암모니아 연료를 대용량으로 공급하여 연소효율과 엔진의 출력을 극대화함
- 인체에 독성을 띠는 암모니아의 미연에 의한 배출을 최소화하기 위해 연료 및 연소의 정확도를 높이고 후처리 시스템을 최적화함

기술의 우수성

- 세계 최초로 개발된 암모니아 전용 엔진임(해외 선진국들도 미래 친환경모빌리티 시장 선점을 위해 대체연료 이용 동력원 개발에 힘쓰고 있지만 암모니아연료로 사용하는 엔진을 아직 개발하지 못함)
- 암모니아 엔진의 적용처 확대 및 상용화 기술 확보를 위해 기존의 탄화수소계 연료 엔진의 전 운전영역에서 안정적인 운전 및 출력을 확보(연소안정성 COVIMEP 5% 이하, 100 kW급)함
- 암모니아 전용 후처리시스템의 최적화를 통해 고효율 저배기의 연소 및 배출가스 제어가 가능함

지식재산권 현황

특허

- 이중 분사 가스 엔진(KR2165282)
- 가스 엔진의 오일 공급장치(KR2473754)

노하우

- 암모니아 엔진 연료시스템, 터보차저 및 ECU매칭 기술
- 암모니아 엔진의 운전조건별 제어변수 최적화 기술
- 암모니아 엔진의 혼합기 및 배출가스 최적 제어 기술

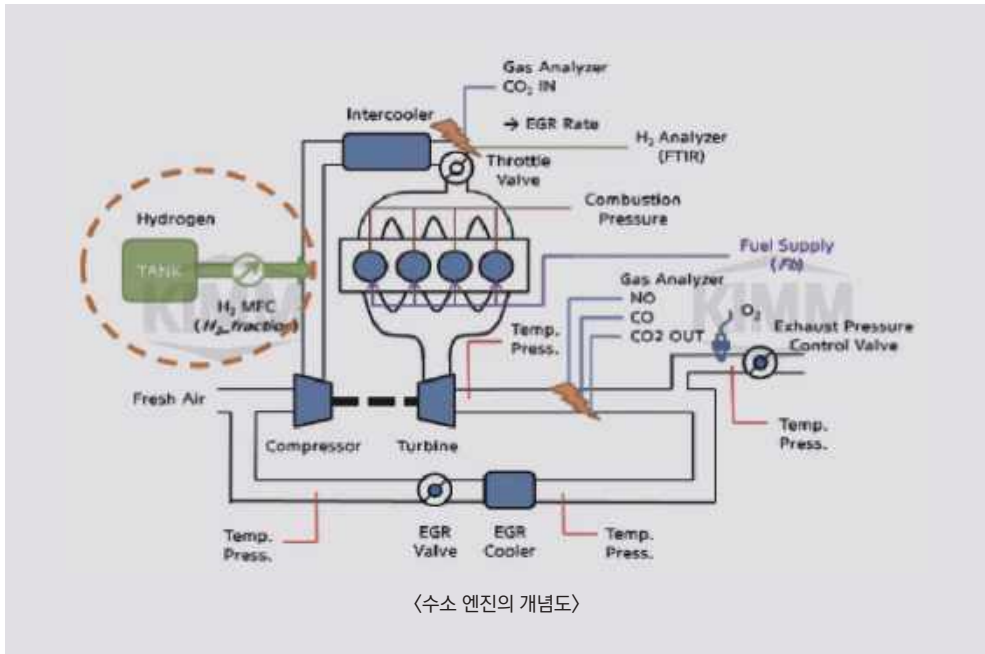


고효율 수소 엔진 기술

연구자: 최영, 김용래, 박철웅
소속: 친환경모빌리티연구실 ☎ 042-868-7270

기술 개요

- 온실가스 배출 제로가 가능한 수소 연료를 직접 엔진에 사용가능한 수소연료 적용 핵심부품 및 엔진 연소제어 기술



고객 · 시장

- 자동차, 드론 및 로봇, 퍼스널 모빌리티 또는 친환경 운송수단 제조업체

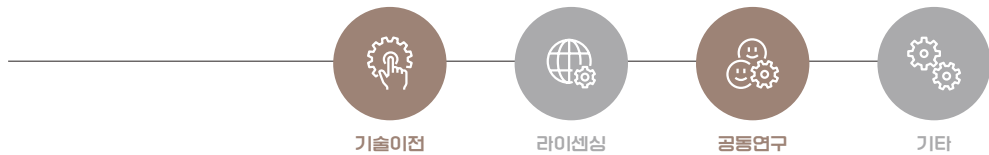
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 수소엔진 기술은 차량용에 기반하여 현장에서 적용하기 어려운 극저온 또는 한정된 연소방식을 이용함
- 연료전지는 stack 적용에 의한 출력 증대 방식을 취하기 때문에 출력에 따라 동력원의 가격이 선형적으로 증가하는 특성이 있으며, 연료전지의 비출력은 수소 내연기관의 1/3~1/5 수준으로 고중량, 장기체공 임무 적용에는 한계가 발생함
- 수소는 현존하는 가용 연료 중 에너지 밀도가 가장 높은 연료로서 고출력 장기간 운전을 위한 에너지 밀도가 높고 고비출력을 얻을 수 있는 동력원이므로 수소 엔진으로 활용 시에 적합함
- 수소엔진 개발과 관련하여 전 세계적인 연구 현황은 자동차용으로 한정적이므로 선도적인 기술 개발을 통해 4차 산업 동력원으로 활용할 수 있도록 국가 기술 경쟁력 확보 및 민간 기업 지원을 위해 초기 정부재정 투자를 통한 기술 확보가 필요함

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

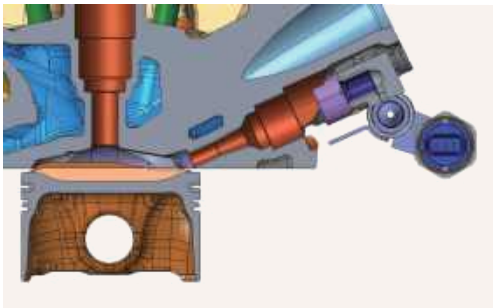
- 기술 개발 초기에는 수소 엔진의 가장 큰 취약점으로 여겨져 온 수소연료 분사기 문제를 천연가스 분사기를 이용하여 해결하였으며, 이를 통해 흡기 포트 수소 연료공급을 가능하게 하여 수소 전소엔진의 안정적인 연소 특성 성능결과를 확인함
- 소형 모빌리티에 적합한 소형 2행정 수소 엔진은 직접 분사방식을 세계 최초로 적용하여 비출력을 향상시킴
- 수소연료 직접분사식 엔진의 경우 가스 연료를 엔진의 실린더 내에 직접 분사함으로써 연료제어의 정확도가 개선 될 뿐만 아니라, 이를 바탕으로 기존 포트분사식 방식의 한계를 극복함으로써 출력 성능을 대폭 향상시킬 수 있고 초회박 연소 구현이 가능하기 때문에 연소 효율을 극대화할 수 있음
- 수소 엔진에서 배기재순환 및 과급장치 최적화에 따른 운전영역별 운전 안정성과 친환경성을 동시에 확보함으로써 출력 성능과 효율을 개선함

기술의 우수성

- 2행정 소형 수소엔진 구현에 있어 가스 연료 적용으로 인한 윤활 문제와 체적 효율 저감 문제를 해결하기 위해 리드 밸브 활용 윤활유 공급장치와 직접분사식 가스 인젝터 적용을 통해 안정적인 운전이 가능하도록 개선
- 무인기 및 개인용 모빌리티뿐만 아니라 잠수정이나 로봇 등의 이동형 동력원으로 활용이 가능함
- 2L급 직분식 수소엔진의 경우에는 최고 40% 수준의 열효율을 달성하였으며, 질소산화물 배출량을 15ppm 이하로 제어하는 기술을 개발함
- 이산화탄소 배출량은 유럽 Zero emission vehicle 기준인 1g/kWh 이하를 만족시킴으로써 탄소중립 가능 동력 기술을 확보함



〈소형 수소엔진 파워팩 모듈〉



〈수소 직분사 엔진의 연료공급시스템〉

지식재산권 현황

특허	노하우
<ul style="list-style-type: none">역화 방지 수소 엔진(KR2027498)이중 분사 가스 엔진(KR2165282)수분 분리 수소 엔진(KR2168221)과잉산소 재순환을 이용한 준무배기 엔진 및 제어 방법(KR2193900)	<ul style="list-style-type: none">수소연료 고압 연료공급 및 점화제어 기술초회박혼합기 엔진 연소안정성 제어 기술운전영역별 엔진 최적 제어 및 EGR/과급 제어 기술



브레이크 마모 미세먼지 저감을 위한 집진장치 기술

연구자. 이석환

소속. 친환경모빌리티연구실 042-868-7050

기술 개요

- 브레이크에서 발생하여 이동되거나 디스크 표면에 축적되는 미세먼지를 보다 효과적으로 제거하여 미세먼지 배출량을 감소시킬 수 있는 브레이크 마모 미세먼지 저감용 집진장치 기술

고객 · 시장

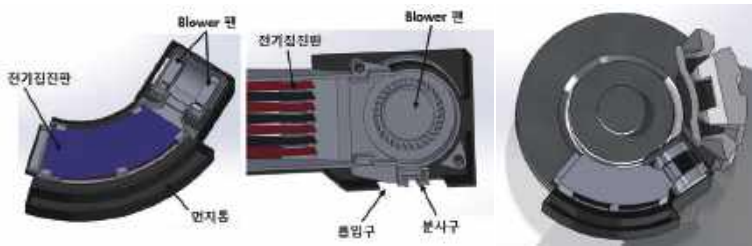
- 기존 자동차 OEM(Original Equipment Manufacturer) 업체 및 브레이크 시스템 제조업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 브레이크 마모 미세먼지 배출은 Euro-7에서 규제될 예정이며, 이를 대비할 수 있는 저감 기술이 필요함
- 브레이크 마모 미세먼지를 저감하기 위하여 크게 저마모 소재를 개발하거나 집진장치를 장착하는 방식으로 연구가 진행되고 있음
- 기존 브레이크 마모 미세먼지 집진장치로는 수동형(Passive) 타입과 능동형(Active) 타입의 집진장치가 있음
- 수동형 타입의 집진장치는 필터를 디스크 표면에 가깝게 위치하여 디스크 회전 유동에 의해 입자가 필터를 통과 하도록 하는 방식인데, 필터의 유동저항 때문에 많은 공기가 필터를 통과하지 않고 디스크와 필터의 틈으로 빠져 나가며 저감 효율이 50% 미만으로 낮음
- 능동형 타입의 집진장치는 펌프나 팬을 이용하여 브레이크 마모 미세먼지를 강제로 흡입하고 필터를 통과하여 저감하는 방식인데, 열린 공간에서 흡입하는 경우 효율이 낮으며, 입경이 큰 브레이크 마모 미세먼지에 의해 필터가 빠르게 포화되는 문제점이 있음
- 따라서 에너지 효율을 고려한 열린 공간에서 비산되는 브레이크 마모 미세먼지를 흡입할 수 있는 기술과 입경이 큰 브레이크 마모 미세먼지를 지속적으로 집진할 수 있는 기술이 필요함

기술의 차별성

- 본 기술은 하나의 팬으로 공기를 분사하고 흡입까지 동시에 수행함으로써 제동 시 비산되는 브레이크 마모 미세먼지 뿐만 아니라 디스크 표면에 붙어서 이동하는 미세먼지까지 잘 흡입할 수 있도록 하는 구조를 가짐



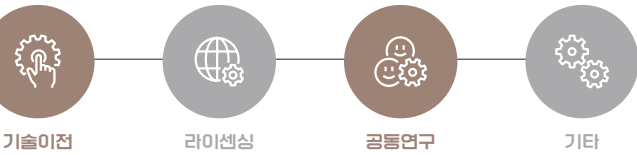
〈장치 개략도〉

- 분사되는 공기를 흡입한 후 필터나 전기집진기를 사용하여 미세먼지를 제거하고 재순환시킴
- 전기집진기를 사용하는 경우 마찰로 인하여 발생하는 하전량을 미세먼지 제거에 이용할 수 있으므로 에너지 효율적인 장치임
- 전기집진기를 사용하는 경우 필터보다 교체 주기를 더 길게 가져갈 수 있으므로 유지보수에 이점이 있음

기술완성도(TRL)

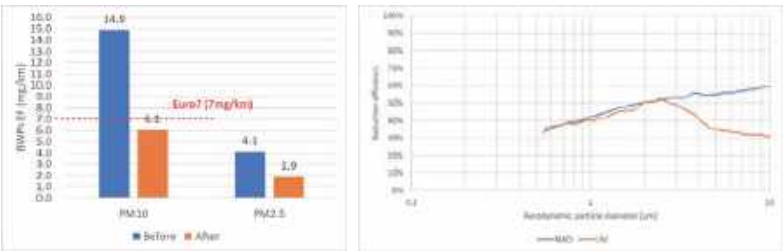


희망 파트너십



기술의 우수성

- 흡입구 근처의 브레이크 디스크 표면에 깨끗한 공기를 분사함으로써 디스크 표면에 붙어서 이동하는 미세먼지가 흡입구를 지나치는 것을 막고 미세먼지가 디스크 표면으로부터 흡입구 근처까지 부유하게 하여 효율적인 흡입이 가능함
- 흡입만 수행하는 경우 필요한 공기 유량(500 l/min 이상)에 비해 훨씬 작은 공기 유량(200 l/min 이하)으로도 동일한 성능을 확보할 수 있음
- 디스크와 패드의 기계적인 마찰에 의해서 이미 하전된 브레이크 마모 미세먼지의 특성을 활용할 수 있으므로 전기집진기를 사용하는 경우 낮은 에너지(10W 이하)로 높은 브레이크 마모 미세먼지 저감 효율(70% 이상) 달성이 가능함
- 전기집진기에서 입자가 제거된 깨끗한 공기를 다시 디스크 표면에 분사하는 용도로 재순환시킴으로써 에너지 효율이 매우 높은 시스템 구축이 가능함



〈브레이크 마모 미세먼지 집진장치 저감량 및 입경별 저감 효율〉



〈브레이크 마모 미세먼지 집진장치 및 실차 장착 모습〉

지식재산권 현황

특허

- 제동장치용 집진장치(KR2023-0037093)

노하우

- 브레이크 마모 미세먼지를 최대한 많이 흡입하기 위한 흡입구 형상 최적화
- 회전하는 물체 표면의 미세먼지를 부유시켜 제거하기 위한 강제 비산 방법
- 마찰 하전된 입자를 저에너지로 효율적으로 제거하기 위한 전기집진기 구성

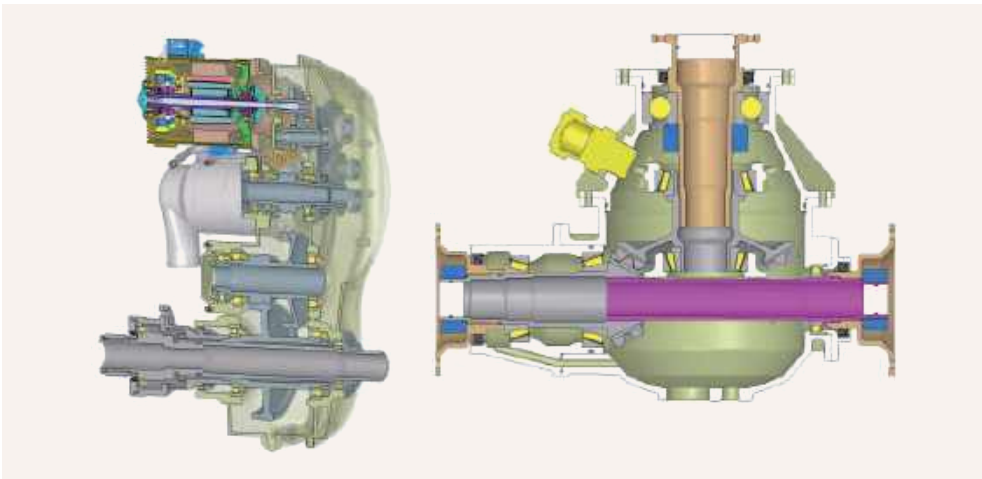


고속 경량 동력전달장치 설계 및 시험/평가 기술

연구자. 이근호, 김수철, 손종현
소속. 산업기계DX연구실 ☎ 042-868-7918

기술 개요

- 회전의 항공기에서 엔진의 동력을 프로펠러까지 전달하는 동력전달장치(기어박스, 커플링 및 축계 등)의 경량 설계, 해석, 시험/평가 기술
- 항공기 캐노피 개폐장치, High-Lift System 등에 사용되는 작동기 기어박스 설계, 해석, 시험/평가 기술



〈경량화된 항공용 기어박스 3D 모델〉

고객 · 시장

- 유/무인 군/민수용 항공기(고정익, 회전익) 제조업체(한국우주항공, 한화에어로스페이스 등)
- UAM(Urban Air Mobility), eVTOL, 전기차 제조업체(현대차, 현대트랜시스, 현대모비스 등)

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 고속으로 회전하는 항공용 기어는 동적요소의 영향을 크게 받으며, 그 속도가 ISO/DIN 등의 평가 규격이 지원하는 범위를 초과하는 경우가 있으므로 규격의 수식들의 의미를 이해하고 이를 보정하여 사용할 수 있어야 함
- 동력전달장치가 항공기 전체중량의 약 10~15%를 차지하기 때문에 그 구성요소들을 극도로 경량화할 필요가 있음
- 국내의 기어, 하우징, 축계 등 제조업체는 항공기에 적합한 수준으로 경량화된 제품에 대한 개발 또는 제작 경험이 매우 부족함

기술의 차별성

- 경량화 통합 설계 및 해석 프로세스 구축
- 20,000RPM 이상의 고속 기어박스에 대한 설계, 해석, 시험/평가 기술 보유
- 고속/경량 기어박스에 필수적인 윤활/냉각 장치 설계, 해석, 시험/평가 기술 보유
- 고정밀 베벨기어 가공, 하우징 측정, 접촉패턴 분석/조절 등 통합 관리 프로세스 구축

기술완성도(TRL)

희망 파트너십



〈NSGA-II 알고리즘을 이용한 기어 웹 형상 최적 설계〉

초기 설계안

최적 설계안

〈고속 경량 기어박스 및 윤활/냉각 시험장치〉

〈수직축 경량 기어박스 시험장치〉

기술의 우수성

- 군용무인기(MUAV) 체계개발 참여로 발전용 증속용 기어박스 설계 및 시험평가를 통하여 양산제품 개발 성공에 기여
- 항공용 캐노피 작동기 기어박스 설계 및 최적화 프로그램을 기술이전함
- 기어 경량화로 기어 한 쌍의 출력 대 중량 비 평행축기어 0.01kg/kW 이하, 수직축기어 0.03kg/kW 이하 달성
- 기어박스 동력효율 98% 이상 달성

특허

- 토크 가변 기능이 구비된 기어박스 시험장치 및 이를 이용한 토크 가변 방법(KR1109540)
- 백래쉬 조절장치 및 이를 포함하는 변속기 시험장치(KR1157476)
- 증속기 시험장비의 토크 발생장치 및 이를 제어하는 토크 제어 시스템(KR1255679)
- 가공품 검사 장치 및 검사 방법(KR2177726)

노하우

- 기어설계 및 최적화 프로그램
- 기어트레인 설계 프로그램

END-ITEM.

10

함정 / 선박
WARSHIPS / SHIP



CONTENTS

인공지능 기반 기계 시스템 예측진단 및 사고대응 기술	264
함정 소음/진동/충격 및 생존성 향상 설계 기술	266
메타물질 흡차음재	268
진동저감 성능향상을 위한 복합형 마운트 개발 기술	270
배관계통 배관 파손 탐지 및 자율 사고대응을 위한 스마트 밸브	272
자율형 초동진압용 소화체계	274



264

합정/선박 ①

인공지능 기반 기계 시스템 예측진단 및 사고대응 기술

연구자: 신경호

소속: 가상공학연구센터 042-868-7247

기술 개요

- 인공지능 기반 학습을 통한 기계 시스템의 상태진단 및 고장 예측 기술
- 인공지능 기반 배관계 손상 진단 및 신속 사고 대응 기술

고객 · 시장

- 육/해상 플랜트 산업체(발전 플랜트, 화학 공정 플랜트, 조선사 등)
- 일반 제조 산업 단지

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 4차 산업혁명에 따른 전통적인 기계 산업에서의 디지털/인공지능 기술 융합이 가속화되는 도중에, COVID-19로 인해 생산에 차질이 발생한 제조 산업체에서는 자동화 및 무인화 시스템 도입을 확대할 것으로 예상됨
- 제조 산업에서 자동화/무인화 시스템이 도입되는 경우, 생산제품의 품질을 보증하고 설비 고장으로 인한 사고를 줄이기 위해 시스템의 상태를 정확히 진단할 수 있는 기술이 반드시 동반되어야 함. 머신러닝 기반 분석과 같은 인공지능 솔루션과 사물인터넷(IoT) 기기를 통합하여 운영 중 취득되는 방대한 데이터로부터 현재 운영 상태를 예측하고, 사람과 기계간의 상호 작용을 개선하여 생산프로세스 간소화 및 불시고장에 의한 다운타임(downtime)을 줄일 수 있는 기술에 대한 요구가 증대되고 있으며, 제조 분야에서 인공지능 기술 시장 전망은 2020년 11억불에서 2026년 167억불로 연간 57.2%의 성장이 예상됨
- 기계시스템 고장으로 인한 대형사고(2014년 빙그레 공장사고, 2015년 한화 케미칼 사고, 2016년 효성 용연공장 사고, 2018년 삼성전자 CO2 누출사고, 2020년 롯데케미칼 대산공장 폭발사고, 2020년 미 군함 폭발사고 등)가 연속적으로 발생하여, 이를 방지하기 위한 규정이 강화되고 기계시스템 상태진단 기술에 대한 수요도 증가 하였음
- 대형 플랜트 배관계의 경우 장비의 노후화나 예상치 못한 다양한 외부 원인들에 의한 사고 발생 시 큰 인적/물적 손실이 발생하므로 사고 발생 초기에 신속한 대응이 필요하며, 사고 처리를 위하여 위험한 상황에 투입된 인력의 2차 사고를 미연에 방지하기 위하여, 자율화/무인화 사고대응 기술이 요구됨

기술의 차별성

- (예측진단) 배관계의 기계시스템(펌프 등)을 대상으로 빅데이터를 활용한 인공지능 기반의 진단 기술로 일반 회전 기계시스템으로 확대 적용 가능
- (예측진단) 기존의 기계학습 기법 및 최신 인공지능 기법 적용이 가능한 프레임워크 구축
- (사고대응) 스마트 밸브를 이용한 배관 사고 대응 기술 개발
- (사고대응) 스마트 밸브(센서) 간의 통신을 통한 손상 인지 및 최적 사고대응 결정과 더불어 통신두절 시 독자적 대응이 가능하도록 제어 설계

기술완성도(TRL)

희망 파트너십

기술의 우수성

지식재산권 현황

KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

265



- (예측진단) 발전 플랜트용 펌프를 대상으로 진단기술을 개발하여 95% 이상의 고장진단 성공률을 검증함
- (예측진단) 기존 기계학습 기법뿐만 아니라 전이학습 등 최신 인공지능 기술 접목하여 기술 확장성을 확보함
- (예측진단) 기계시스템 O&M 비용 상승의 원인은 비계획 고장발생과 그를 방지하기 위한 잦은 예방 정비에 있어, 예측진단을 통한 잔존 수명 추정으로 O&M 비용 절감



- (사고대응) 함정 배관계를 대상으로 세계 최고 수준의 배관계 손상 복구시간 검증 (미해군 배관계 사고대응 손상복구시간 90초)
- (사고대응) 센싱 및 제어 기능이 통합된 스마트 밸브 개발 및 적용
- 동역학 기반 기계시스템 분석 및 진단 분야 20년 이상 연구 경력을 보유함

특허

- 밴드형 배관 누설 검출 장치 및 이를 이용한 배관 누설 검출 시스템(KR2106823)
- 배관계 손상 판단 시스템 및 이를 이용한 배관계 손상 판단 방법(KR2290217)
- 영상 학습을 통한 기계 진단시스템 및 이를 이용한 기계 진단방법(KR2233109)

노하우

- 구동시스템 실시간 상태모니터링 프로그램
- 보일러 급수펌프 상태감시 및 예측진단 프로그램



266

합정/선박
2

합정 소음/진동/충격 및 생존성 향상 설계 기술

연구자. 문석준

소속. 가상공학연구센터 042-868-7428

기술 개요

- 통계적 에너지 해석법을 이용한 함내 소음/수중방사소음 해석 및 저소음 설계 기술
- 유한요소해석 기반의 합정 진동해석 및 방진설계 기술
- 수중 위협에 의한 합정 선체구조 및 탑재 시스템 체계에 대한 내충격 설계, 손상해석 및 평가 기술
- 피격성, 취약성, 회복성을 모두 고려한 합정 생존성 수준의 해석적 평가 기술

고객 · 시장

- 방산 조선소
- 저소음, 저진동, 내충격 성능이 요구되는 장비의 제작사

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 함내 소음 저감기술은 승조원의 근무환경 개선을 통한 전투력 향상에 기여하고, 소음에 노출되어 발생하는 청력손실 예방을 위해 필요하며, 수중방사소음 저감 기술은 합정에서 발생하여 수중으로 전파되는 소음에 의한 피탐 확률을 감소시켜 생존성을 향상시키기 위하여 필요함
- 합정은 엔진 등의 추진계에 의한 진동에 항시 노출되어 있어 합정의 성능 및 수명에 영향을 줄 뿐만 아니라, 승조원의 피로도에도 큰 영향을 미침. 합정 설계 시 진동을 최소화할 수 있는 설계가 필요하며, 건조 후에는 실선 시 운전 시 진동계측을 통한 진동응답 평가가 필요함
- 국내 합정설계에서 통합 생존성을 체계적으로 해석하고 평가하는 기술이 부재하며, 생존성 향상 기술의 국산화 및 고도화한 결과를 바탕으로 국내 방산 조선소와 함께 합정의 운용 특성에 적합한 수준의 생존성을 갖는 합정의 설계 및 건조가 가능함

기술의 차별성

- 다양한 합정/탑재 장비의 소음 DB 및 소음제어 기술 적용을 통하여 설계단계에서 정확한 함내 소음/수중방사 소음 해석 및 저소음 설계가 가능함
- 워터젯 propeller, Air propeller, Voith-Schneider propeller 등 다양한 추진기에 대한 기진력을 산정하며, 합정 설계 단계에서 주요 맞춤형 진동해석 및 방진설계가 가능하며, 건조 후 합정 운용 중에 발생할 수 있는 선체의 구조피로 파괴 시 진동에 의한 영향성 분석과 재발 방지 대책 수립 가능함
- 한국 해군의 내충격 설계요구 조건에 대한 성능 검토를 위해 수중폭발 초기 충격파에 대한 충격응답, 가스구체 압력파에 대한 휘핑 응답, 실선 충격시험 시뮬레이션 기술로, 대한민국 합정설계건조 기준 및 절차, 가용한 데이터 베이스를 기반으로 하였음

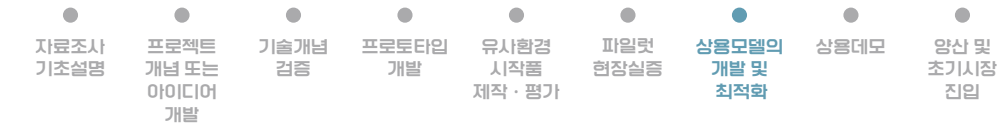
기술의 우수성

- 공조소음 예측 기술, 탄성 마운트/장비받침대/뽀바닥구조/차음상자 성능 예측 기술 등을 이용하여 정확도 높은 함내 소음 저감 설계 가능함
- 잠수함 소음 해석 및 저소음 설계 기술을 개발하였으며, 수중에서 주요 소음원의 전달경로와 기여도, 음향 방사효율, 음향코팅재의 성능 등 주요 음향정보를 확보하여 국내 최초 독자 개발 잠수함 '도산안창호'함 설계에 반영함
- 소해함(MSH), 대형수송함(LPX), 고속정(PKX) 등 개발 단계 별로 20여 척 이상의 다양한 합정에 대한 진동해석, 제어대책 그리고 실선 계측/평가 경험 보유하고 있음

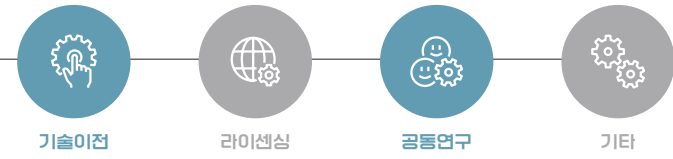
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

267

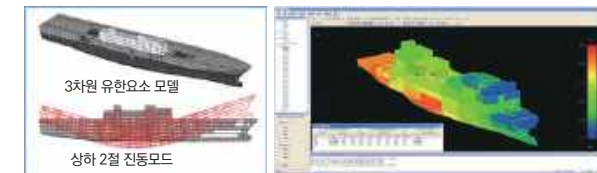
기술완성도(TRL)



희망 파트너십



- 진동기준안의 적절성 검토/제안, 다양한 추진기(나선형, 워터젯, 에어 프로펠러)에 대한 기진특성 분석, 진동해석/평가, 진동계측/평가, 구조진동 관련 Trouble Shooting 및 방진설계 경험 보유하고 있음
- 한국해군 신조합정들의 내충격 성능평가 및 설계기준 관련 다양한 수탁연구를 통해 성공적 전력화 지원 경험 보유 및 천안함 폭침 사건에서 침몰 원인규명을 위한 합동조사단 참여한 바 있음



〈합정 소음 해석 및 평가 기술〉

〈합정 진동 해석 및 평가 기술〉



〈합정 내충격 해석 및 평가 기술〉



〈합정 생존성 향상 설계 기술〉

지식재산권 현황

특허	노하우
<ul style="list-style-type: none">• 환기형 차음장치(KR1897468)• 수중방사소음 측정장치 및 그 설치방법(KR1801218)• 저소음 룸유닛(KR1556501)• 소음기(KR1289312)• 변형률과 가속도 신호를 이용한 구조물의 손상 탐지 방법(KR1055314)• 사물인터넷 기반의 선박용 스마트 탄성 마운트 (KR1805530)• 복원력을 갖는 충격시험장치(KR1301761)	<ul style="list-style-type: none">• 선박용 SEA 소음진동 해석 프로그램 및 저소음 설계 노하우• 수중방사소음 해석용 GUI 프로그램 및 저소음 설계 노하우• 공조시스템 성능해석 프로그램 및 저소음 설계 노하우• 합정의 진동해석 결과의 신뢰도 확보에 필요한 구조해석 모델링 노하우



메타물질 흡차음재

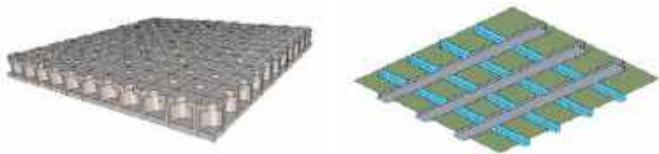
연구자. 마평식

소속. 가상공학연구센터 ☎ 042-868-7828

기술 개요

- 음향재료의 흡/차음 성능을 향상시킬 수 있는 메타물질 구조 설계 및 성능 해석 기술
- 광대역화 및 경량화를 위한 메타물질 구조 최적화 기술
- 적용 환경을 고려한 흡/차음 성능(흡음 계수 및 삽입 손실) 측정 기술

메타물질 흡음재



고객 · 시장

- 수송기계(자동차, 선박, 항공기) 방음 설계
- 도로, 변전소 방음벽
- 건축용 흡/차음재

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 풍력발전기 블레이드 소음, 바닥충격음, 통풍계통 소음, 변압기 소음, 자동차/선박의 배기 소음을 구성하는 소음 성분 중 10~200 Hz 대역의 저주파 소음은 사람에게 불쾌감을 줄 뿐만 아니라 구조의 안정성을 저감시킬 수 있어 해당 소음의 방음대책이 요구됨
- 현재의 기술은 음향재료의 두께를 증가시키거나 고가의 흡음재를 사용하는 방법이 효과적인 저주파 소음의 차단 방법으로 알려져 있음
- 하지만, 경제적 효율성을 위해서 적은 비용으로 저주파 대역 소음을 제어할 수 있는 기술이 필요함

기술의 차별성

- 저주파 소음을 막아 내는 메타 물질 구조는 저가의 플라스틱으로도 만들 수 있기 때문에 기존의 흡음재와 비교해 가격 경쟁력을 보유함
- 스펀지 같은 기존 흡음재는 시간이 지나면 삭아 먼지가 나지만, 플라스틱은 오랜 시간 안정적으로 사용 가능함
- 전통적 방법의 흡음재가 아닌 특정 주파수 대역에서 효과를 발휘하도록 설계가 가능한 메타 물질은 기존 흡음재 대비 뛰어난 성능을 가질 뿐만 아니라 경량화/소형화를 이룰 수 있음

기술완성도(TRL)

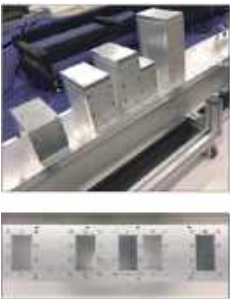


희망 파트너십

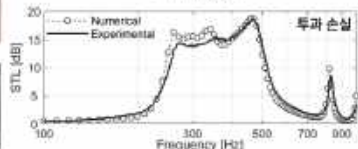


기술의 우수성

- 주기 구조를 이용한 저주파 대역 소음기를 제공함
- 소음 전파를 차단하는 경량 흡/차음 재료를 제공함



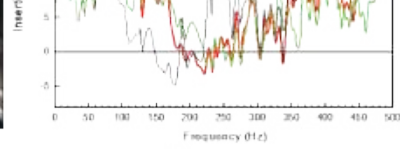
〈미세천공판 저주파용 소음기〉



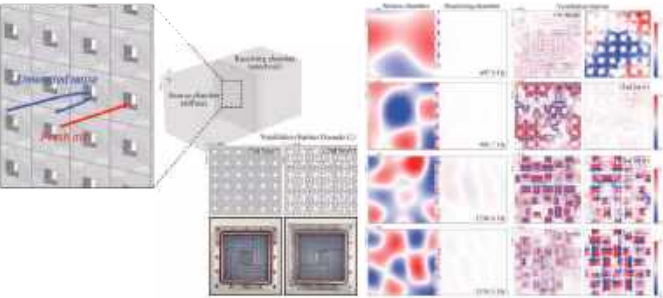
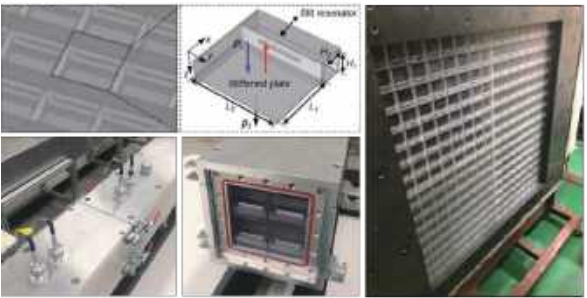
〈격자형 차음 구조〉



〈바닥충격음 감소〉



〈통기형 방음벽〉



지식재산권 현황

특허

- 저소음 룸유닛(KR1556501)
- 반복 주름관 형태의 가변 주파수 소음 차단형 덕트 사일런서(KR1228403)
- 흡음형 방음 패널(KR0400886)
- 도로용 방음벽의 음향흡수장치(KR0189328)
- 차음 성능 향상을 위한 건축물의 복합패널(KR1158108)
- 층간소음 저감을 위한 천장재 구조(KR1244461)
- 흡음 셀 및 이를 포함하는 흡음 구조체(KR1973022)



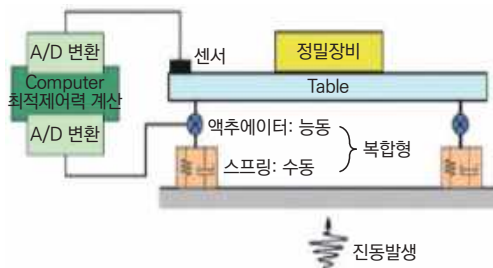
진동저감 성능향상을 위한 복합형 마운트 개발 기술

연구자. 문석준

소속. 가상공학연구센터 ☎ 042-868-7428

기술 개요

- 진동저감을 위해 장비의 하부에 설치되는 마운트의 성능을 향상시키기 위해 제어 가능한 작동기를 융합하여 새로운 형태의 마운트 설계 · 제작하는 기술



고객 · 시장

- 방진마운트 제작사 및 저소음 저진동이 요구되는 장비의 제작사, 방위산업, 정밀기계산업, 항공우주산업

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 현재 사용하고 있는 수동형 마운트도 양호한 진동저감 성능을 보유하고 있으나, 특수 분야 산업부문에서는 기존 마운트 대비 10dB 이상의 진동저감이 향상한 새로운 마운트의 개발을 요구하고 있음
- 기존 마운트 대비 10dB 이상의 진동저감을 향상시킬 수 있는 능동형 요소의 동특성을 반영한 설계기술과 수동형 요소와의 결합기술을 해결해야 함
- 시장에서 요구하고 있는 새로운 마운트를 개발하기 위해서는 기존의 수동형 마운트와 다양한 제어 가능한 액추에이터를 융합하는 기술이 필요함. 하지만 수동형 마운트와 액추에이터는 고유의 동적 특성을 가지고 있으므로 이를 정확하게 파악하고 시장에서 요구하는 특성을 구현할 수 있는 마운트를 설계·제작하는 기술의 개발이 필요함

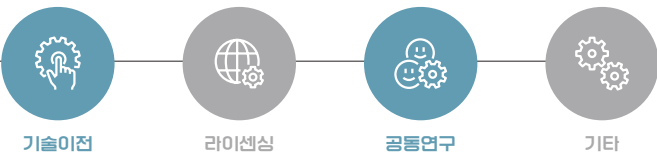
기술의 차별성

- 저소음 저진동의 고부가가치 장비를 개발할 수 있으며, 특수성능을 요구하고 있는 방산시장 제품을 개발할 수 있음
- 마이크로 및 나노급 장비의 진동제한 조건을 만족할 수 있는 신제품을 개발할 수 있음
- 본 기술은 Ready-made 제품보다는 Customized 제품에 적합하며, 이를 통한 고부가가치를 증폭할 수 있음
- 다양한 요구조건을 만족할 수 있는 최적화된 제품 개발이 가능한 기술을 보유하고 있음
- 경쟁기술과 대비하여 cost 측면에서 강점이 있는 것으로 판단됨

기술완성도(TRL)



희망 파트너쉽



기술의 우수성

- 장비의 하부에 설치되는 마운트는 장비자체의 정하중(자중)을 지지하는 역할뿐만 아니라 외부 진동으로부터 장비를 보호하여 장비 고유의 기능을 수행하도록 지원하는 역할을 담당함
- 산업의 발전과 더불어 더욱 우수한 방진 또는 내충격 성능을 보유하고 있는 마운트의 개발이 요구되고 있으며, 수동형 마운트와 능동형 작동기가 결합된 복합형 마운트의 요구가 증가하고 있음
- 수동형 공기스프링과 압전형 작동기, 전자기식 작동기 또는 공압조절식 작동기를 결합한 복합형 마운트가 시도되었음
- 자동차산업에서는 수동형 고무마운트와 전자기식 작동기 또는 MR/ER형 유체작동기 등을 결합한 복합형 마운트가 개발되고 있음
- 적용분야에 따라 다른 형태의 복합형 마운트의 개발 기술이 필요하며, 설계 단계에서부터 수동형 마운트와 능동형 작동기의 특성을 고려한 복합형 마운트 개발 기술이 요구되고 있음



100kg급 복합형 마운트(직렬형, 고무마운트+압전식 작동기)
A study on the hybrid mount against vibration and shock for naval ships, J. Shock and Vibration, 2010



복합형 마운트시스템(직렬형, 공기 스프링+압전식 작동기)
Feasibility study on a hybrid mount system with air springs and piezostack actuators for microvibration control, J. of Intelligent Material System and Structures, 2012



250kg급 복합형 마운트(병렬형, 고무마운트+전자기식 작동기)
A new mount with moving-magnet type electromagnetic actuator for naval shipboard equipment, Int. J. of Nav. Archit. and Ocean Eng., 2015



400kg급 복합형 마운트(관성질량형, 고무마운트+압전식 작동기)
A inertia-type hybrid mount combining a rubber mount and a piezostack actuator for navel shipboard equipment, Int. J. of Nav. Archit. and Ocean Eng., 2013

특허

- 능동 제어형 진동 흡수 장치(KR1373843, FR12/59138, GB1217352.2, US13/628211)
- 자속 누설 저감 구조를 갖는 능동 제어형 진동 흡수 장치(KR1378034)
- 진동 및 충격저감을 위한 관성력형 복합 마운트(KR1103059)
- 미진동 저감을 위한 복합형 전자기식 액추에이터(KR1084987)
- 진동 감쇠 장치 및 이를 구비하는 마운트 시스템(KR1263259)

노하우

- MIL-M-17185A, MIL-PRF-32407A 기반의 마운트에 대한 군 적합성 성능평가 방법



배관계통 배관 파손 탐지 및 자율 사고대응을 위한 스마트 밸브

연구자: 정병창

소속: 가상공학연구센터 042-868-7463

기술 개요

- 해군 함정에서 전투 중 적함의 피격에 의해 예상치 못한 배관 파손으로 소화기능이 상실되었을 경우, 인공지능 알고리즘이 탑재된 스마트 밸브가 파손된 배관의 위치를 스스로 탐지하고 소화수 누출을 차단하여 배관 파손을 복구함으로써 화재 확산으로 인한 2차 사고를 방지할 수 있는 기술
- 기존에 함정의 소화주관 배관계통 및 무기체계 배관계통에 탑재되어 왔던 원격제어밸브에 인공지능 알고리즘을 적용하여, 배관 파손으로 인한 관내의 압력 변동을 감지하고 파손된 배관 위치를 정확히 식별한 후, 자율적으로 파손 인근의 밸브를 잠가 누출을 차단함으로써 소화 기능을 원래대로 복구할 수 있는 기술



〈함정 소화계통 스마트 밸브 적용 사고 대응 개념도〉

고객 · 시장

- 함정 소화주관의 배관계통, 무기체계의 배관계통
- 육상 및 해상의 가스 · 오일 플랜트의 배관계통

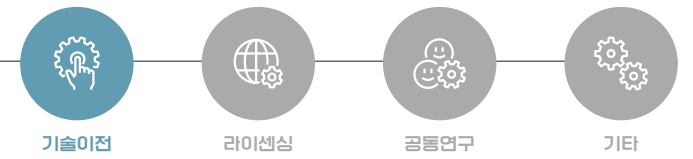
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 함정 배관 파손에 대한 현재의 사고대응 절차는 중앙 통제실의 통제 하에서 파손된 배관의 복구를 위해 다수의 승조원이 투입되어야 하며 교전 중 긴급 상황에서 통신 두절에 의한 통제력 상실은 물론 인력만으로 신속한 배관 복구가 불가능하여 초기 피해가 더 크게 확산될 수 있음
- 따라서 중앙 통제실의 통제와 승조원의 개입 없이 배관 파손을 자율적으로 찾아서 신속하게 복구할 수 있도록 자율화 · 무인화 기술이 적용된 스마트 밸브가 필요함

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

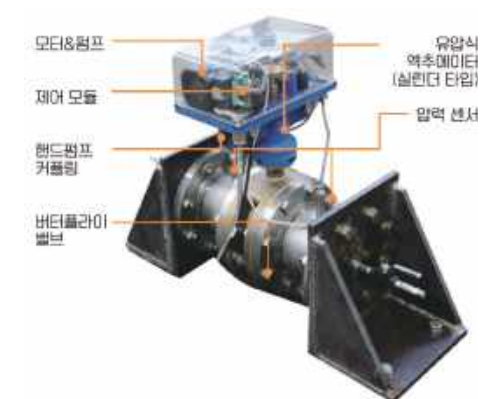
- 평소 다수의 승조원이 참여하는 배관 파손 사고에 대비한 훈련을 하지 않아도 되며 자율화 · 무인화 기술이 적용된 스마트 밸브에 의해 배관 파손 사고를 항상 신속하고 정확하게 복구할 수 있음
- 중앙 통제실과의 통신이 필요 없이 로컬에서 자율적 판단에 의해 파손 사고에 신속 정확하게 대응할 수 있으므로 골든타임 내에 피해 복구가 가능함
- 교전 중의 긴박한 상황에서 발생한 사고 상황을 잘못 판단하는 휴먼 에러의 발생 가능성이 없음

기술의 우수성

- 다양한 파손 조건 및 상황(2군데 이상의 복합 파손 포함)에 대해 인공지능 알고리즘에 의한 정확한 판단을 통해 완벽한 피해 복구가 가능함
- 함정 배관계통에 기존에 탑재되어 왔던 원격제어 밸브를 활용하기 때문에 배관계의 설계 변경 없이 수월한 적용이 가능함
- 자율화 · 무인화 기술이 적용된 스마트 밸브는 함정의 무인화, 자동화, 지능화에 필요한 핵심 기술로서 인구절벽에 대비한 병력절감형 함정 운용을 위한 필수 기술임



〈함정 소화계통 배관 파손 사고 모사 검증 시험 모습〉



〈함정 소화주관 용 스마트 밸브〉

지식재산권 현황

특허

- 이미지 기반 배관 손상 검출시스템 및 이를 이용한 배관 손상 검출방법(KR2601916)
- 배관계 손상 판단 시스템, 및 이를 이용한 배관계 손상 판단 방법(KR2290217)
- 함정용 스마트 밸브 시스템 및 이를 이용한 스마트 밸브 제어방법(KR2023-0093083)



274

함정/선박
6

자율형 초동진압용 소화체계

연구자. 이 혁
소속. 가상공학연구센터 ☎ 042-868-7415

기술 개요

- 자율적으로 적정량의 소화수를 화원에 집중 분사하여 화재를 초기에 진압하는 신개념 소화체계
- 화재탐지센서, 소화수 분사를 위한 소화 모니터, 인공지능을 이용한 화재 진위여부 판단/화재위치 추정 및 소화 모니터 제어를 위한 분석 및 제어장치로 구성됨



〈소화체계 주요 구성품〉

고객 · 시장

- 민수 : 물류창고, 대형공장, 터널, 지하주차장 등
- 군수 : 탄약고, 군수품 창고, 항공기 격납고, 신조함정 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 화재진압을 위해 함정, 건물 등에 설치된 소화전, 스프링클러 등 기존의 소화설비는 화재 감지 시 공간 전체에 소화수를 분사하는 형태임
- 화재 허위경보(false alarm)가 올릴 경우 해당 공간에 불필요한 소화수가 분사되면 피해가 크므로 수동으로 작동 시키는 경우가 많았음
- 반면, 본 소화체계는 화재 및 비화재 상황을 학습하여 실제 화재에만 작동할 수 있도록 고안됐으며, 공간 전체에 소화수를 분사하는 것이 아닌 소방관이 불을 끄는 것처럼 화원에 직접 조준 분사하는 형태로 화원 바깥 공간의 피해가 적어 기존의 소화체계(소화전, 스프링클러 시스템 등)와 대비됨

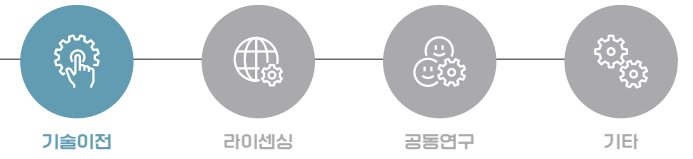
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

275

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

- 해군 함정 내환경성 시험 만족
 - 충격 : MIL-DTL-901E Grade A(미 해군 사양)
 - 진동 : MIL-STD-167-1A(미 해군 규격)
- 함정 운용환경 적합성 검증-해상상태 4에서의 육상 함운동 모사장치 화재진압 시험을 통한 성능검증
 - 해상상태 4~8에서 M&S를 통한 성능검증

기술의 우수성

- 화재감지 정확도 : 98% 이상(25 m 거리에서 26.5 kW 규모 감지)
- 화재 위치 오차 : ≤1.9 m(시험 공간 : 21.3×13.4×8.5 m, 센서 2개 기준)
- 소화수 도달거리 : 65.6m(청수), 35m(폼), 최대유량 : 2510L/min
 - ※최대 압력 조건(12 bar)에서 1분간 연속 구동
- 화재 감시구역에 대한 감지기/소화기 최적 배치 SW 개발
- 자동/수동(조이스틱 이용) 제어 기술



지식재산권 현황

특허
<ul style="list-style-type: none">함정용 소화 시스템 및 그를 이용한 화재 진압 방법(KR2388377)화재감지 방법 및 장치, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체 및 컴퓨터 프로그램(KR2615329)
노하우
<ul style="list-style-type: none">인공지능 기반 화재 감지 정확도 및 위치추정 향상 기술화재 정보 취득을 위한 복합센서 개발 기술테스트베드 설계 및 구축을 통한 유사환경 내 시제품 시험 평가 기술

END-ITEM.

11

산업기계 INDUSTRIAL MACHINERY

CONTENTS

초기원점 자율셋팅을 위한 빌트인 타입 비전 계측 툴	278
대형일체형 공작물 깊은 홀 정밀보링가공이 가능한 능동방진 장치	280
구조해석을 통한 기계장비 구조강성 및 운동성능 사전평가 기술	282
펌프 개발 기술	284
고효율 수차 기술	286
초고속 고정밀 자기베어링 기술	288
사용 종료 매립지 안정화를 위한 생태모방 확공용 굴착 공법	290
다단 연소가스재순환을 이용한 지능형 질소산화물 제어기술	292
고체암모늄이용 SCR 시스템	294
풍력발전기 드라이브트레인 상태감시, 결함진단 및 고장예지 기술	296



CONTENTS

작업기계의 환경인지 및 충돌방지 안전제어 기술	298
기어트레인 및 볼트 설계 최적화 기술	300
육해공 자율협력 임무수행을 위한 협지주행 지상무인이동체 시스템	302
전방향 지면모션 생성 시뮬레이터 기술	304
농업용 트랙터 자율주행 가상운용 기술	306
구조안전성평가 기술	308
진동 데이터 SRS/FDS 분석 앱	310
오픈소스 기반 기계류 부품 해석 프로그램 기술	312
기계 구조물의 피로 파손 예지 장치	314
대면적 다이오드 레이저를 이용한 금속재료의 표면 경화 및 균질화 기술	316



초기원점 자율셋팅을 위한 빌트인 타입 비전 계측 툴

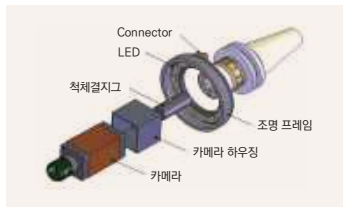
연구자. 김동훈

소속. 초정밀장비연구실 042-868-7148

기술 개요

- 가공셋업 공정 무인화 위하여 가공시편이 변경되어도 비전센서 하나로 X/Y/Z축 3축에 대하여 달라진 초기 가공원점을 작업자 개입 없이 자율인식 가능하게 하는 오토포커싱 기반의 가공척/툴홀더 빌트인 타입의 가공원점 자율인식 및 동시 자율보정 기술임(가공셋업 무인화)

〈ATC용 비전 척 구성도〉



고객 · 시장

- 공작기계 활용 가공/제조 업체, 정밀가공시스템 및 무인화/자동화 분야, 스마트공장 관련 시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 최근에는 다품종 소량생산 흐름이 많아서 하나의 공작기계에서 다양한 시편을 가공하게 되는데 기존에는 가공시편이 달라지면 공작기계의 가공 시작점을 다시 작업자가 투입되어서 조그모드로 기계를 작동시켜 가공원점을 다시 찾아서 설정을 해야 되어서 생산성저하로 가공셋업 자동화가 요구됨
- 자동화를 위해서 비전센서를 두게 되면 가로/세로 2차원적인 가공 원점은 알 수 있으나 높이에 대한 파악은 별도로 작업자가 체크하거나 아니면 레이저 센서 등 별도의 센서 설치가 필요하나 이는 공간적 비용적 문제로 어려움이 많음
- 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 하나의 비전센서를 통하여 가로/세로/높이 3차원 센싱방법이 절실히 요구되는 상태임. 즉 툴홀더 빌트인 구조의 선명도제어 통한 메커니즘으로 해결 필요함(선명도 제어를 통하여 높이 정보를 예측함. 즉 앞서 보다 두꺼운 시편일 경우 포커싱이 안맞아서 흐릿하게 보일테니 이를 선명도 제어 통하여 Z축 제어 보정값을 유추함)
- 기능적으로 비전+조명 모듈까지 툴 홀더 빌트인 타입의 온머신 계측으로 가공시편의 위치/크기 등 자동인식 및 Z축 Auto-focusing기능까지 탑재시킴으로써, 변경된 시편에 맞게 가로/세로/높이 초기가공 원점 3축 자율보정 제어까지 가능케 하는 자동인식 & 자율보정 기능/메커니즘 개발함(가로/세로 비전계측 뿐 아니라 선명도 제어 의한 소재 두께(높이)까지 비교 인식)
- 구조적으로 ATC에 연계되어서 완전 자동화 라인으로 진행토록 가공 툴(또는 척) 홀더에 삽입 가능한 전용계측 툴 개발 및 조명장치 제어 가능한 중공형(스핀들 가공툴 구조에 맞게 편심력방지 위한 타입으로 설계) 원통 DSP 보드 개발 및 Firmware 소프트웨어 개발탐재 빌트인 등 온머신 적용함
- 스펙적으로 CNC연계 자율인식 정밀도 0.09mm, 샘플링타임 1ms 이내 및 CNC연계 Auto-focusing제어 기능 탑재 추진 등을 진행함
- 척홀더 일체형 빌트인 모듈구조와 가공원점 자율인식 메커니즘 및 CNC연계 온머신 자율보정 기능이 요구됨

기술의 차별성

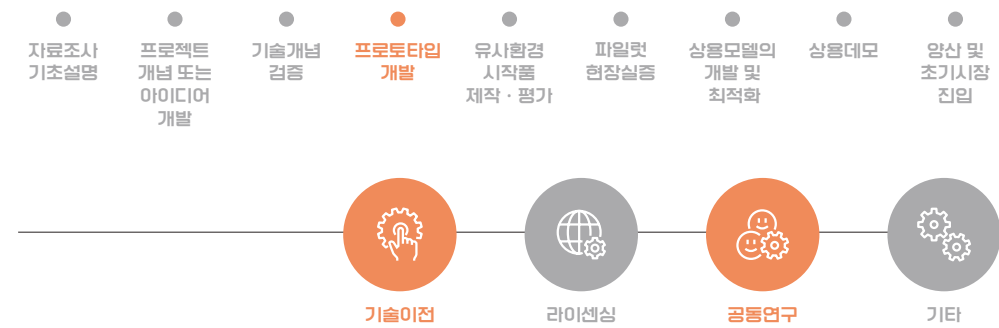
- 제어측면에서 3축 자동인식계측+Z축 Autofocusing 자율보정 제어메커니즘 연계됨(CNC연계)
- 구조측면에서 가공 툴 홀더 빌트인 개조척 타입을 적용함
- 메커니즘측면에서 선명도 조명제어를 통한 계측인식과 동시에 보정제어 가능한 신개념 방식임
- 인터페이스측면에서 Wired/Wireless Data 고속/고분해능 데이터 수집 및 필터링 가능함

기술완성도(TRL)

희망 파트너쉽

기술의 우수성

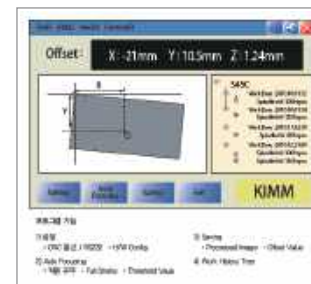
지식재산권 현황



기술적 측면	소모량	현 세계 수준	본 기술 목표수준
	계측	접촉식 센싱(계측만)	비전계측 및 Z축 Autofocusing(연삭+보정 동시)
	대상공정 등	FMC 기계가공	FMC/RMC 기계가공 다가능
방식	관련 상용품/유연성	상용품 없음/유연성 없음	적용 및 상품화 가능/척탈식구조(독창적)대응 1:N 공정가능
	방식	반자동	Active Type 자동 및 자율방식

- 비전 계측 툴은 자동 공구 교환 장치(ATC)와 같은 장비에 빌트인 가능하도록 구성함
- Vision 장치를 Tool Holder에 장착하여 On-Machine에서 투입가공물의 Setup 또는 장착위치를 검출함
- 소재변경에 따른 가공원점 자동인식을 지원함으로써 판단 및 측정기능을 실제 머신에 적용하여 무인화에 기여하고자 함(작업자 투입배제 및 셋업시간 단축과 오차발생 최소화 통한 정밀도 및 생산성 향상됨) 인터페이스측면에서 Wired/Wireless Data 고속/고분해능 데이터 수집 및 필터링 가능함

- 자동화 공작기계에서 초기가공(소재의 다양화) 및 기존 가공품을 재가공하기 위해 가공원점을 자동으로 감지하여 이를 보상함으로써, 다양한 형상에 대한 가공원점을 조그 모드로 세팅해야 하는 시간을 제거하여, 초기세팅에 의존하는 현재 자동화 공작기계의 세팅정밀도를 높일 수 있으며, 가공시편 변경 시 초기 가공원점 설정 과정의 자동세팅에 따른 생산성이 증대됨
- IEEE-ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS(SCI 상위 5%이내), JMST, IJPEM, Key Eng. 등 다수 SCI급 관련/기반 논문을 게재(1저자)함으로써 기술의 우수성을 입증함(SCI급 저널 게재 다수)
- 공작기계지능화 및 IT융합분야 30년 이상 연구 경력을 기반으로 관련 기술 보유함
- 2013 미래창조과학부 장관상(이달의 과학기술자 상), 대한기계학회 백봉기술상, 2016 발명의 날 수상 등



〈빌트인 비전 계측 SW화면 (좌) 및 변경 가공시편 가공원점 자동인식 예 (우)〉

특허

- 초기원점 자율세팅 위한 빌트인 타입 비전 계측 툴(KR-1518843, EPO-2857831, US-9841748)
- 물품의 측위장치 및 측위방법(KR1106575)

노하우

- 공작기계 다양한 가공소재 변경에 자동 대응 가능한 패턴매칭 기반 가공원점 위치인식 기술
- 가공공정 자율셋업 및 온머신 계측 무인화 기술 등



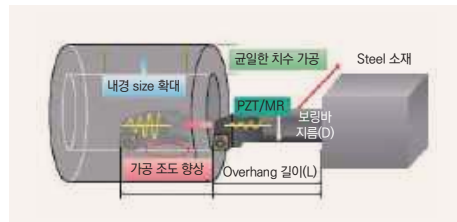
대형일체형 공작물 깊은 홀 정밀보링가공이 가능한 능동방진 장치

연구자. 김동훈

소속. 초정밀장비연구실 042-868-7148

기술 개요

- 대형일체형 공작물의 깊은 홀(L/D 길이/직경 기준 총횡비 7D 이상) 내경정밀 가공 시 능동형 방진제어를 통하여 진동감쇄 및 표면조도를 향상시킴



고객 · 시장

- 정밀보링가공 제조업체 및 보링바 공구업체, 깊은 홀 가공 공작기계 제조업체 및 항공부품, 풍력/발전설비 등 대형 일체형 가공이 필요한 공구 및 공작기계 시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 대형일체형 공작물의 깊은 홀 가공 시 진동발생으로 표면조도 저하가 큰 문제임
- 4D 이상 경우, 진동으로 표면조도 확보 어려워 부품을 모듈로 가공 후 용접하는 실정이나 이 경우 응력변화 등 강성이 떨어짐
- 최근, 대형 일체형 부품(항공기랜딩기어, 대형모터/디스플레이, 풍력설비 등) 가공의 필요성이 많아짐에 따라 깊은 홀 가공의 필요성이 많아짐.
- 특히, 내경을 다지는 보링 공정은 정밀도가 요구되는 공정이므로, 표면조도(랑공업체 등에서 요구하는 보통 2um 이내)를 달성하기 위하여 깊은 홀 가공 시 획기적인 진동 감쇠(감쇠비 30% 이상)가 필요한 대표 공정임
- 고정댐퍼, 제진기 같은 Passive방식을 이용할 수도 있으나 길이/직경 대비 총횡비 7D 이상 아주 깊은 홀에서는 성능이 제한적이기에 보다 능동적인 Active 방진가공 제어기술이 요구됨

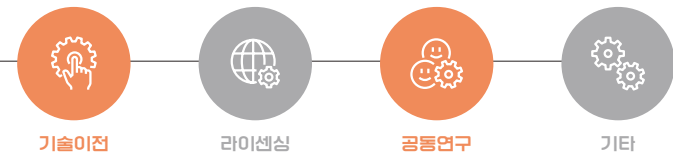
기술의 차별성

- 발생진동 주파수의 고주파영역에서는 반응 힘은 적으나 빠른 응답속도가 필요하기에 Anti-Vibrating을 통한 능동 감쇠제어에 따라 실시간으로 진동을 측정하고 측정된 결과를 바탕으로 발생된 진동을 상쇄 저감(메인주파수 도출 및 가진주파수 위상변조 통한 소멸간섭)시킴으로써, 공작기계 가공작업 정밀도를 향상시킬 수 있고,
- 저주파 영역에서는 응답속도보다는 큰 반응 힘을 받아주는 것이 중요하기에 Active-Damper(전류제어와 MR 유체를 이용한 Damping Ratio 조절) 통한 능동가변 흡수제어 따라 실시간으로 진동을 흡수저감 시킴
- 이러한 진동의 저감으로 공작기계의 수명도 증가시킬 수 있으며, 그로 인해 원가절감 효과가 더욱 뛰어나
- 총횡비 7D 이상에서 가공조도 1.8 μ m~2.0 μ m 이하로 대형공작물의 일체형 정밀 보링이 가능하기에, 분리 가공 후 용접이 줄어들어, 가공부품수 및 가공 횟수 감소효과로 가공시간감소 및 가공품 정밀도 향상과 생산성이 증대됨
- 제어 측면에서 Embedded 능동형 방진제어 및 CNC연계 자율보정 제어메커니즘 우수함
- 구조 측면에서 Detachable 구조의 방진 보링 장치 설계 구조 우수함
- 공정확산 측면에서 고정식/회전식 진동감쇠 가능함
- 인터페이스 측면에서 Wireless Data 고속/고분해능 데이터 수집 및 필터링 효과 우수함

기술완성도(TRL)

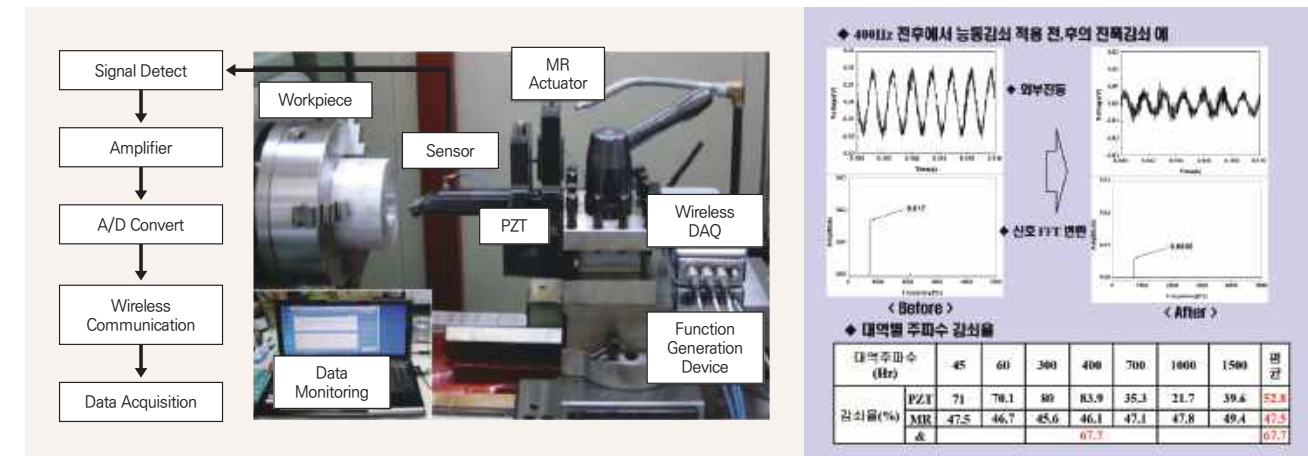


희망 파트너쉽



기술의 우수성

- 고주파 영역에서 진동크기 획득 및 퓨리에 변환 신호를 이용하여 메인 주파수 및 파속을 추정하는 주파수 및 파속 추정 단계와, 진동원의 실제 진동진폭을 측정 후 소멸간섭 상쇄 가진 할 진폭을 결정하여, 빠르게 능동적으로 감쇠 제어를 할 수 있음. 아울러 저주파 영역에서는 MR(자기유변유체) 댐퍼를 이용하여 큰 힘의 진동을 진동 크기에 따라 가변적으로 흡수제어 할 수 있음
- 기존 정밀가공 분야에서는 제진기나 댐퍼방식의 Passive 방식이었으나, 본 방식은 세계 최초 Active방식임
- JMST, IJPEM, Key Eng. 5편 SCI급 관련/기반 논문을 게재(1저자) 및 기계지능화 분야 30년 이상 연구 경력을 기반으로 관련 기술을 보유함
- 2019 과학기술정보통신부장관표창, 2014 국가연구개발우수성과100선 등 수상



지식재산권 현황

특허

- 공작기계 진동저감장치 및 방법(KR1436984, PCT/KR2013/008236, US14/128709, JP2014-539893)
- MR 가진기 및 피에조 가진기를 이용한 착탈식 능동 방진 장치 및 방법(KR1510638)
- 공작기계의 채터진동 보상장치(KR1015058)
- MR유체를 이용한 능동진동저감장치(KR1321468)
- 공구의 강성 제어를 이용한 3차원 진동 감쇄 기능을 갖는 심공 드릴링 시스템(KR2573759)

노하우

- 대형일체형 능동형 방진가공 및 표면조도 측정 기술
- 고속정밀 보링가공 및 채터진동 능동저감 기술 등(고주파영역에서 역진동 및 저주파영역에서 MR댐핑 제어 등)

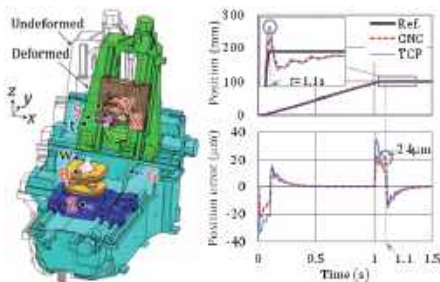


구조해석을 통한 기계장비 구조강성 및 운동성능 사전평가 기술

연구자: 김창주
소속: 산업기계DX연구실 ☎ 042-868-7534

기술 개요

- 구조해석을 통한 기계장비 성능의 사전검증 과정을 자동화해 복잡한 해석모델 생성과정을 단순화·자동화 하는 기술
- 기초적인 해석결과를 분석해 정/동적 구조강성 및 운동 성능 등의 기계장비 주요성능을 정량적으로 평가하는 기술



고객 · 시장

- 고강성 구조가 필요한 공작기계 제작업체
- 고속 · 고정밀 이송이 필요한 검사, 반도체장비 제작업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기계장비 설계 과정에 유한요소해석 기반의 구조해석 기술을 이용해 성능을 사전 평가하는 기술은 일반화되어 있지만 그 과정이 복잡해 전체 장비의 성능평가는 중소기업에서 쉽게 적용하기 어려움
- 구조해석 결과의 신뢰도를 확보하기 위해서는 LM 블록, 볼스크류, 서보모터, 엔코더와 같은 연결부 요소에 대한 적절한 처리가 필요한데, 이를 위해서는 상당한 노하우와 경험적 데이터 구축이 필요함
- 까다로운 연결부 처리와 구조물의 단순화 및 연결 작업에 필요한 수작업을 획기적으로 줄임으로써 구조해석 기술의 활용성을 개선할 필요가 있음

기술의 차별성

- 기계장비 전체 시스템에 대한 성능 평가가 가능한 기계장비 성능 사전평가 기술을 보유함
- 구조해석 결과의 신뢰도 확보에 중요한 요소인 LM 블록, 볼스크류, 서보모터, 엔코더와 같은 연결부 요소에 대한 적절한 처리 기술에 대해 노하우와 경험적 데이터를 구축하고 있음
- 까다로운 연결부 처리와 구조물의 단순화 및 연결 작업에 필요한 수작업을 줄여서 구조해석 기술의 활용성과 신뢰성을 개선하였음

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

기술이전

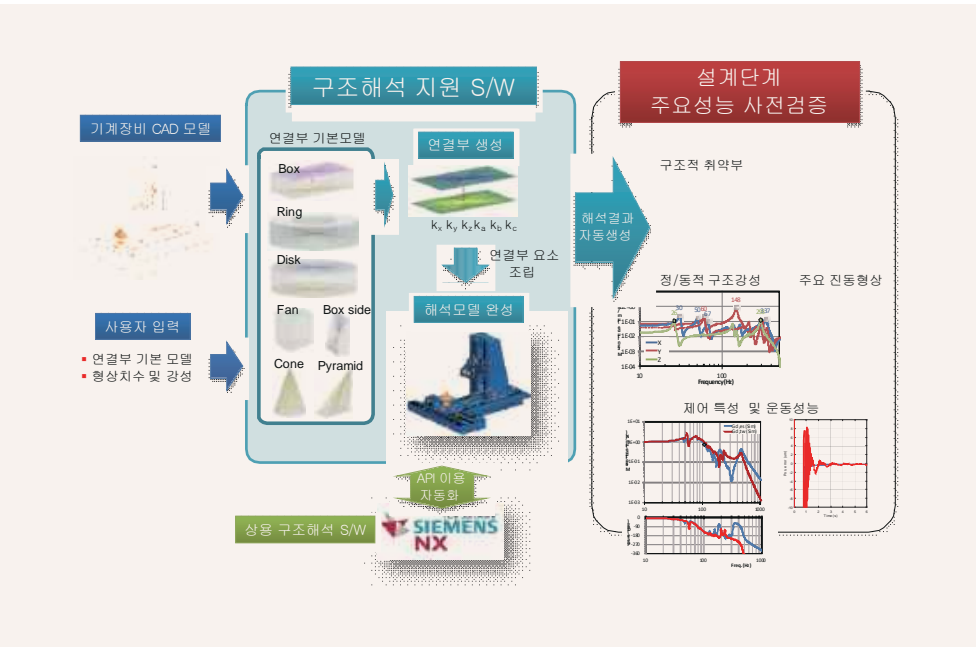
라이선싱

공동연구

기타

기술의 우수성

- 상용 구조해석 S/W를 이용해 기계장비 전체 시스템을 분석하기 위해 필요한 구조물 단순화, 연결부 모델링, 모델 결합 등의 복잡한 과정을 최소한의 사용자 입력으로 구현할 수 있도록 자동화함
- 일차적인 구조해석 모델이 생성된 후에는 이송축 위치에 따른 영향을 보기 위한 해석을 자동으로 수행할 수 있음
- 기초적인 구조해석 결과에서 정/동적 구조강성, 중력에 의한 운동오차, 제어시스템 특성 및 운동성능 등의 핵심적인 장비성능에 대한 분석자료를 제공함



지식재산권 현황

특허

- 기계장비 구조해석방법(KR1729589)
- 정밀가공기의 진동전달 해석방법(KR1551183)

노하우

- 정적 구조해석을 통한 중력에 의한 운동정밀도 영향 분석 기술
- 정/동적 구조강성에 대한 요소별 기여도 분석 기술
- 구조해석 결과를 이용한 제어시스템 특성 및 운동성능 분석 기술



펌프 개발 기술

연구자: 유일수, 최원철
소속: 에너지저장연구실 ☎ 042-868-7878, 7641

기술 개요

- 펌프의 설계, 제작 성능 검증을 포함한 전주기적 펌프 개발 기술
- 에너지 이용 향상을 위한 고효율/고흡입 성능 펌프 설계 기술

고객 · 시장

- 원심/사류/축류 펌프 개발업체
- 극저온/초고속/특고온 펌프 등 극한경 펌프 개발업체
- 플랜트/선박/국방/우주용 펌프 산업

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 펌프는 총 전기에너지의 15% 이상을 소비하는 대표적인 에너지 다소비 기기로서 에너지 이용 향상을 위해 고효율 설계 기술이 요구됨
- 기술 경쟁력 및 신뢰성 확보를 위해서는 설계뿐만 아니라, 해석, 시험의 성능 검증 프로세스를 겸비한 펌프 개발 기술 또는 노하우가 중요한 요소임

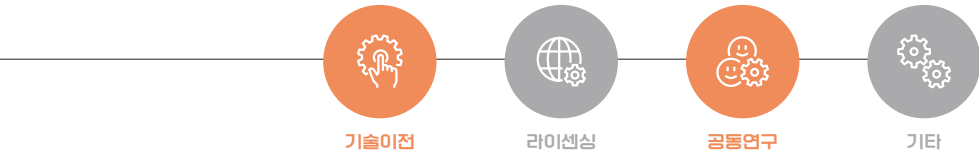
기술의 차별성

- 20년 이상의 연구개발 경력으로 축적된 펌프 설계 기술을 보유함
- 설계에 국한되지 않고, 제작에서 성능 검증까지 개발에 필요한 전주기 기술
- 제품 상용화 성공을 통해 입증된 신뢰성 높은 펌프 기술
- 극한 환경(극저온/초고속/특고온 등) 펌프, 플랜트(석유/가스/화학발전/원자력발전) 펌프 등 특수 용도의 펌프 기술
- 보유 펌프 기술 : APR 1400 원자로 냉각제펌프/화학발전용 수직 배열형 10단 펌프/탄화수소용 특고온 펌프/LNG 선박용 카고 펌프/CO2 지중저장용 액상 CO2 펌프/초고속 펌프/무인잠수정용 추진기/다상 유동 펌프/선박추진용 워터젯 펌프

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

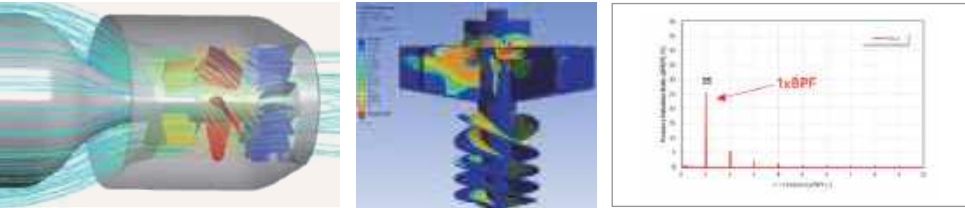
- 본 펌프 개발 기술은 제품 설계에서 제작, 성능 검증 프로세스를 거쳐 제품 상용화가 가능한 수준의 다양한 용도의 펌프 개발에 적용 가능
- 본 펌프 개발 기술은 기술 신뢰성 확보를 목적으로 한 검증 기술로 구조해석/유동해석 기술 및 성능시험 수행을 포함



〈화학발전용 수직배렬형 10단 펌프〉 〈탄화수소용 특고온(350℃) 8단 펌프〉 〈LNG 극저온(-160℃) 펌프〉



〈다상 유동 펌프〉 〈초고속 원심 펌프〉 〈축류형 추진기〉



〈유동 해석〉 〈구조 해석〉 〈축류펌프 압력맥동 측정〉

지식재산권 현황

노하우

- 고효율 임펠러/디퓨저/볼류트 설계 기술
- 고효율 성능 인두서/임펠러 설계 기술
- 펌프 구성 설계 및 제작 기술
- 회전체 동역학 기술
- 구조해석/유동해석 기술
- 성능 시험 기술



고효율 수차 기술

연구자: 유일수, 최원철
소속: 에너지저장연구실 ☎ 042-868-7878, 7641

기술 개요

- 프랑스 및 카플란 수차(hydraulic turbine)의 발전 효율 향상을 위한 수차 기술 분석, 형상 설계, 설계 검증의 전주기적 수차 개발 기술

고객 · 시장

- 수차 설계 및 개발 전문업체
- 소수력(Small hydro power) 발전 전문업체
- 수차 운영 공기업

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 수차를 이용해 생산하는 에너지원은 전 세계적으로 에너지 생산 비중이 높음(수력발전은 세계 전력 발전량의 16%)
- 국내 수차발전 기술의 경쟁력 향상을 위한 국산화 기술개발 요구가 증가하고 있음
- 신재생에너지원 자립능력 및 기술 경쟁력 확보를 위해서는 수차 설계 기술의 자립이 필요함
- 발전 효율 향상을 위해 고효율 수차 설계 기술이 필요함

기술의 차별성

- 유체기계 관련 20년 이상의 연구개발 경험으로 축적된 기술을 보유함
- 설계부터 제작, 검증까지 수차 개발에 필요한 전주기 기술을 보유함
- 유체역학과 구조역학이 연계된 설계 기술 및 인력을 보유함

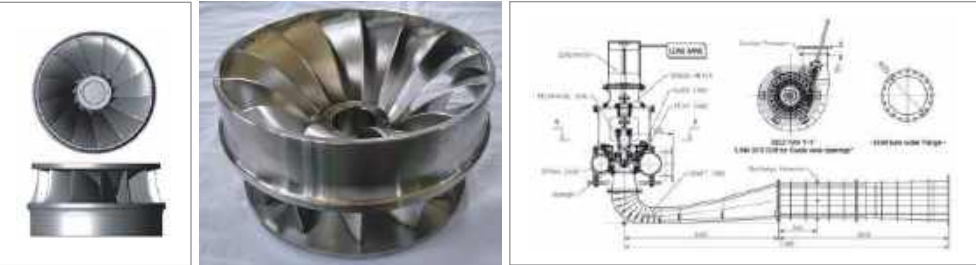
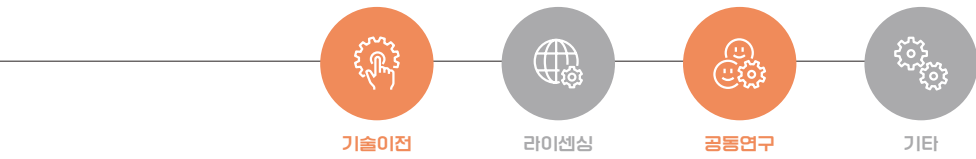
기술의 우수성

- 고효율 50MW급 프랑스 러너 설계 실적을 보유
- 구조해석/유동해석 및 성능시험 기술을 적용하여 수차의 효율 및 신뢰성을 선진국 수준으로 향상

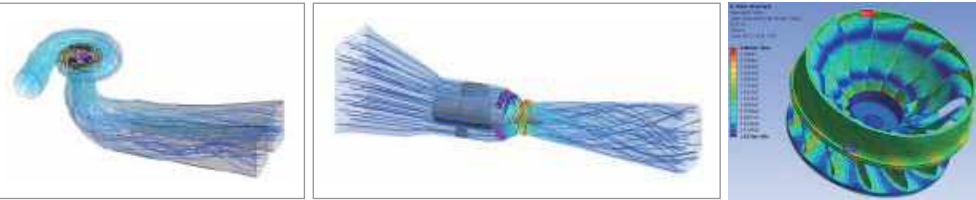
기술완성도(TRL)



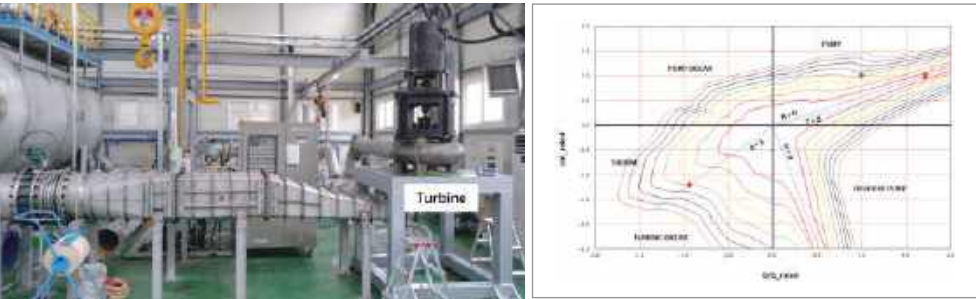
희망 파트너십



〈프랑스 러너 설계〉 〈프랑스 러너 모형〉 〈구성 설계〉



〈프랑스 수차 유동 해석〉 〈카플란 수차 유동 해석〉 〈프랑스 러너 구조 해석〉



〈설계 검증 시험 설비〉 〈4상한 성능 시험〉

지식재산권 현황

노하우

- 프랑스 러너 설계 기술
- 구조해석/유동해석 기술
- 모형 수차 구성 설계 및 제작 기술
- 회전체 동역학 기술
- 성능 시험 기술



초고속 고정밀 자기베어링 기술

연구자. 박철훈
소속. 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7980

기술 개요

- 회전체를 자기부상의 원리를 이용하여 완전히 띄운 채 회전시킴으로써 회전속도 10만 rpm이상의 초고속, 회전 진동 2 μ m이하의 고정밀 회전이 가능한 자기베어링 기술



〈자기베어링〉

고객 · 시장

- 자기베어링 제작 업체
- 터보기계(압축기, 블로워, 터빈, 펌프) 업체
- 고속 스피들 업체, 초원심분리기 업체
- 정밀 롤러(인쇄전자, 나노 임프린트용) 제작 업체 및 응용업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

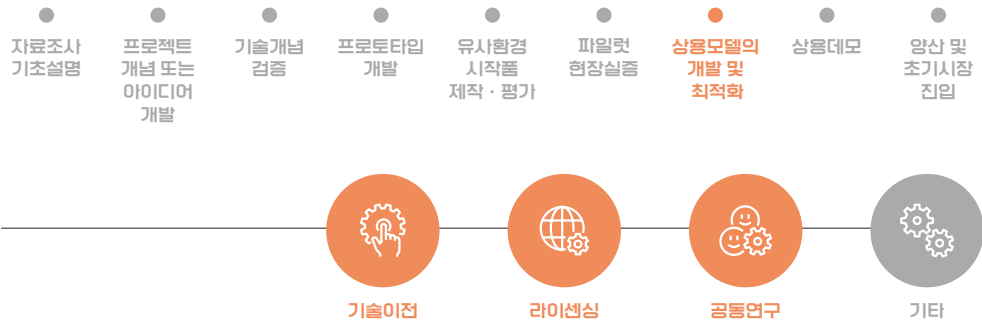
- 기존 볼베어링의 경우 회전기계의 고속화, 정밀화에 한계가 있음.
- 직경 50mm의 회전체를 볼베어링을 적용하는 경우 최대 3만 rpm수준의 회전이 가능함
- 볼베어링이 적용된 저속 정밀 롤러의 경우 20~40 μ m의 회전진동이 발생함
- 회전속도 10만 rpm이상의 초고속, 회전진동 2 μ m 고정밀 회전기계를 개발하기 위해서는 완전 부상상태로 비접촉 회전이 가능한 자기베어링을 적용해야 함

기술의 차별성

- 영구자석과 전자석을 함께 사용한 에너지 효율적 자기베어링
- 호모폴라형 구조로 헤테로폴라형 자기베어링의 높은 발열 문제 해결
- 보조베어링 및 센서를 일체화하여 자기베어링의 길이를 감소시킴으로써 전체 시스템 부피 감소
- 짧은 회전체 길이가 가능해져 1차 굽힘모드 주파수를 높일 수 있어 고속 회전안정성 향상
- 자중보상 및 편향력용 영구자석을 적용하여 전류사용 최소화 및 회전진동 최소화
- 비접촉, 무마찰로 윤활제가 불필요하며 반영구적으로 베어링가 불필요한 청정베어링
- 실시간 진동/부하감시 및 위험상황에 대처하는 스마트 베어링

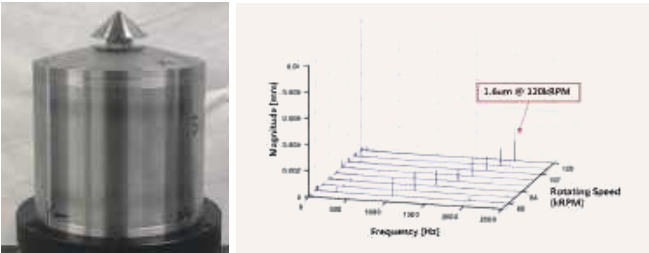
기술완성도(TRL)

희망 파트너쉽

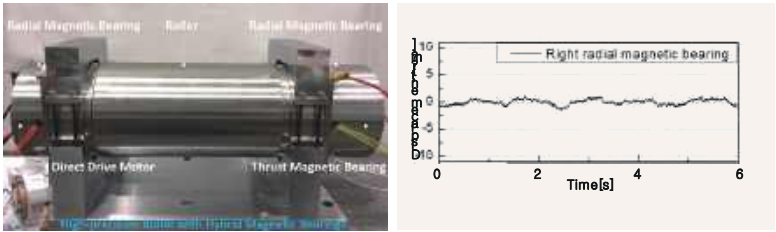


기술의 우수성

- 초고속 스피들에 적용하여 직경 41mm의 회전체에 대하여 회전속도 12만 rpm, 선속도 49.2 Mil-DN 달성
- 저속 고정밀 롤러에 적용하여 회전속도 30rpm, 부하 300N 조건에서 2 μ m 이하 회전진동 달성
- 외부의 진동이나 부하를 실시간으로 감시하여 시스템의 이상증상을 사전에 감지할 수 있음



〈회전속도 12만 rpm 초고속 스피들〉 〈12만 rpm 회전속도에서 반경방향 진동〉



〈자기베어링 적용 정밀 롤러〉 〈30rpm, 부하 300N조건에서 회전진동〉

지식재산권 현황

특허

- 자기베어링이 구비된 터보기기(KR1287057)
- 영구자석과 전자석을 이용한 자기베어링(KR0976631)
- 자기베어링 시스템(KR1133560)
- 자기베어링 구조 및 이를 구비한 터보기기(KR1166854, US9041266, SE536808, ZL201180013360.X)
- 보조베어링이 결합된 복합자기베어링(KR1408060, US9273723, ZL201380006733.X)
- 센서 및 보조베어링이 결합된 복합자기베어링(KR1444139)
- 편향력 보상용 쓰러스트 자기베어링(KR1552350, US14/674022, ZL201510196685.6)
- 자기베어링 및 영구자석부가 구비된 롤러모듈(KR1809104, US15/554729, UK1708962.4)

노하우

- 초고속 회전체 설계, 제작 기술
- 초고속, 고정밀 자기베어링 제어기술
- 인덕티브 변위센서 기술
- 실시간 진동, 부하 감시 및 비정상상황 대응 기술



사용 종료 매립지 안정화를 위한 생태모방 확공용 굴착 공법

연구자. 이덕규, 임호섭, 정영도, 이준희
소속. 바이오기계연구실 042-868-7587

기술 개요

- 사용 종료 매립지 내부에 높은 표면적비의 구멍을 형성시켜 혐기성 상태의 폐기물을 짧은 시간 안에 호기성 상태로 안정화시키고 폐기물 굴착 시 유해가스 누출을 최소화시킬 수 있는 신개념 생태모방 확공용 굴착 공법 개발

고객 · 시장

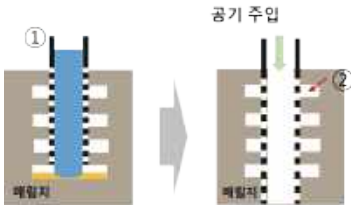
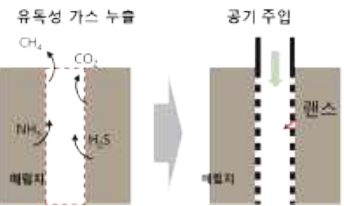
- 매립지 안정화 시공 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- (작업자 측면에서의 문제점) 사용 종료 매립지의 폐기물을 굴착 및 이송하는 경우 악취와 유해가스가 누출되어 작업자의 안전에 위협이 됨. 또한 높은 함량의 메탄가스가 공기와 섞이면서 폭발의 위험을 띄게 되어 안전사고 등의 문제를 유발함
- (기술적 측면에서의 문제점) 천공과 랜스를 삽입하는 이원화된 과정으로 작업이 진행되어 작업 시간을 지연시키며, 천공 시 작업자 의존 상황에서 랜스 축이 맞지 않는 경우 랜스 및 천공 붕의 파손 발생
- (본 기술의 필요성) 국내의 한정된 매립지 규모에 비해 세계 최대의 일일 매립량으로 인하여 사용 종료 매립지의 수가 증가할 것으로 예측됨과 동시에 이에 따른 매립지 안정화 수요가 증가할 것으로 예상. 따라서 본 기술을 통한 매립지 안정화 가속화 기술의 수요가 증가할 것으로 기대

기술의 차별성

- 신개념 생태모방 확공용 굴착 공법을 활용함으로써 기존 기술 대비 경제적이고 고효율의 성능 구현
 - 폐기물 굴착 시 유해가스 누출을 최소화하여 작업자의 안전 확보 가능
 - 혐기성 상태의 매립지 내부를 짧은 시간 안에 호기성 상태로 안정화

	기존 굴착 공법	생태모방 확공용 굴착 공법
공법 사진		
특징	<ul style="list-style-type: none">• 이원화된 천공, 랜스 설치• 장시간의 천공시간• 유독가스 누출• 위험한 작업 환경• 짧은 랜스 사용 주기	<ul style="list-style-type: none">• 일원화된 천공, 랜스 설치(①)<ul style="list-style-type: none">- 유독성 가스 누출 방지- 작업 시간 단축• 확공된 천공(②)<ul style="list-style-type: none">- 매립지 안정화 가속

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

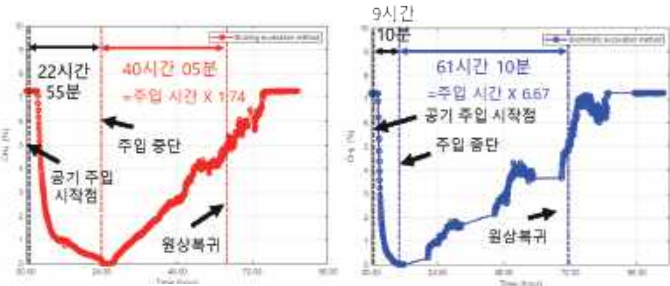


기술의 우수성

- 공기 주입 후 매립지 내부 CH₄ 농도 감소율 : 기존 공법 -2.59 %/hr, 생태모방 확공용 굴착 공법 -5.59 %/hr
- 안정화 소요 시간 : 기존 공법 7일, 생태모방 확공용 굴착 공법 : 2일
- 랜스 설치 시간 : 기존 공법 20분, 생태모방 확공용 굴착 공법 : 15분 이내
- 천공 랜스 설치 방식 : 기존 분리형, 생태모방 확공용 굴착 공법 결합형
- 원격 조정 이동 대차 사용



〈생태모방 확공용 굴착 공법을 이용한 매립지 안정화 시공 과정 : 확공 장치 기립, 자리 잡기용 타격, 확공 및 타격, 확공기 회수〉



〈매립지 내부 공기 주입에 따른 CH₄ 농도 변화 : (좌)기존 공법, (우)생태모방 확공용 굴착 공법〉

지식재산권 현황

특허

- 확공 조절이 가능한 확공용 굴착 시스템 및 이를 이용한 굴착 방법(KR2619382)
- 확공용 굴착 드릴 및 굴착 시스템(KR2614415)
- 이물질 침입 방지기능이 구비된 확공용 굴착 시스템(KR2601977)
- 확공 조절이 가능한 확공용 굴착 시스템 및 이를 이용한 굴착 방법(KR2585524)
- 확공용 굴착 시스템 및 이를 이용한 굴착 방법(KR2328749)

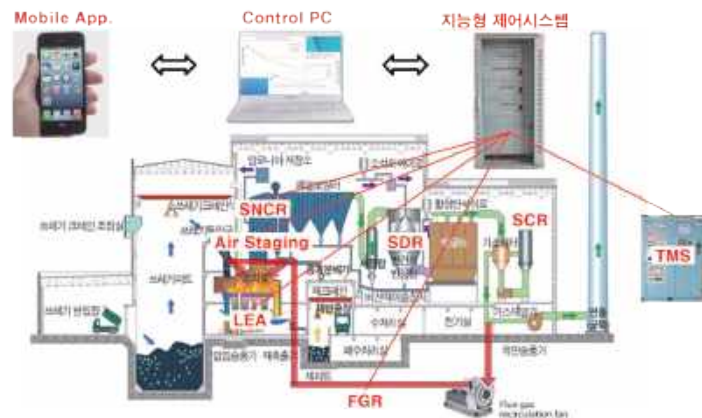


다단 연소가스재순환을 이용한 지능형 질소산화물 제어기술

연구자: 윤진한
소속: 자원순환연구실 ☎ 042-868-7528

기술 개요

- 다단 연소가스 재순환 지능형 제어 기술은 화력발전 및 소각설비에서 대기오염물질을 생성을 억제할 수 있는 기술로서 질소산화물 생성과 관련 있는 연소 공기, 연소온도, 질소산화물 농도 등 운전정보를 실시간으로 계측 및 제어하여 최적의 질소산화물 제어 조건을 도출하고 운전하는 지능형 탈질시스템 기술임
- 소각로 상태와 연동시켜 저과잉공기연소(Low Excess Air firing) 기술, 다단연소(Air Staging) 기술, 배기가스 재순환(Flue Gas Recirculation) 기술 적용과 그리고 선택적비촉매환원반응(Selective Non Catalytic Reaction) 설비의 최적제어를 통해 질소산화물을 자동제어 하는 기술임
- 저과잉공기연소(LEA) 기술은 연소에 필요한 최소한의 공기로 연소시키는 기술이고, 다단연소(AS) 기술은 연소용 공기를 여러 곳으로 분산시켜 투입하는 기술로서 연소배가스를 연소실로 재순환시키는 연소가스재순환(FGR) 기술과 접목하게 되면 연소장이 안정화되고, 질소산화물 발생을 억제하여 발생을 최소화할 수 있으며, 발생된 질소산화물은 SNCR 최적제어를 통해 미세먼지 유발물질인 질소산화물을 최소로 배출시킬 수 있는 기술임



〈질소산화물 지능형 제어 개념도〉

고객 · 시장

- 소각로를 비롯한 신재생에너지설비 및 발전설비
- 제철소나 열처리설비 등 연소분야에 폭넓게 적용 가능

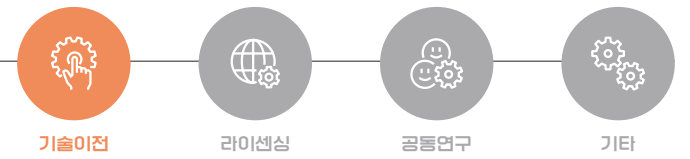
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 소각로에서 고발열 폐기물이 간헐적으로 투입되면 급격한 연소가 일어나면서 산소부족에 따른 일산화탄소 증가, 질소산화물 발생량 증가 등 대기오염물질 제어가 어렵고, 고온으로 인해 화격자와 내화물 손상 증가
- 질소산화물 및 황산화물 등 초미세먼지 유발물질 제어를 위해 다량의 약품사용에 따른 경제적 부담 증가
- 기존의 경우 선택적비촉매환원반응(SNCR) 설비만으로 강화되는 배출허용기준 및 배출총량제 기준 이내 운전이 어려워 기업부담 가중되고 있으며, 고가의 선택적촉매환원반응(SCR) 설비 설치시 설치비 및 유지비에 대한 경제적 부담 가중

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

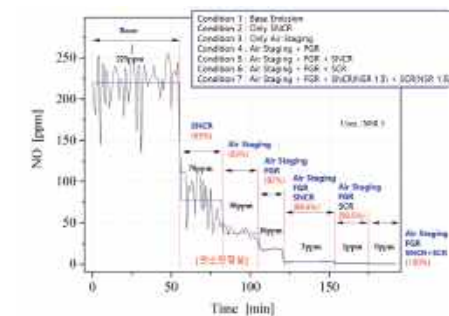


기술의 차별성

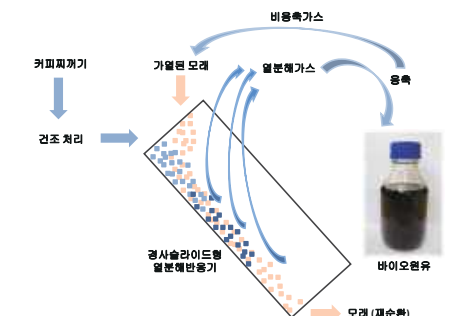
- 연소용 공기 다단 투입에 따른 연소반응장 제어 및 연소가스재순환 기술 적용으로 국부과열부 해소에 따른 질소산화물 발생 최소화
- 연소반응장의 연소상태에 따라 1차 및 2차 연소용 공기 및 연소가스재순환(FGR) 가스 배분, 유량 자동제어에 따른 연소안정화
- 저과잉공기연소(LEA) 기술, 다단연소 기술, 연소가스재순환(FGR) 기술 및 SNCR 최적화 기술 적용으로 SCR 없이 강화된 법적 배출허용기준 및 배출총량제 기준 이내 가능
- 질소산화물 최적 제어를 위한 유동해석, 다단연소 및 연소가스재순환(FGR) 시스템 설계, 제작 그리고 지능형 제어 시스템 적용 등 As-FGR 시스템 엔지니어링 패키지화

기술의 우수성

- 기초 실험결과 연소반응장제어 및 연소가스재순환(FGR) 기술 적용만으로 질소산화물 90% 이상 저감효과
- 다단연소에 따른 연소반응장 안정화로 로내 클링커 생성 억제에 따른 내화물 수명연장 및 대기오염물질 발생 감소
- 연소반응장 온도 안정성으로 설비손상 방지 및 화격자 수명연장
- 100톤/일급 산업폐기물 소각로 3개월 이상 실험결과 다단연소 및 연소가스재순환(FGR) 그리고 SNCR 최적제어만으로 질소산화물 제거율 79%, 발생량 30ppm 이내 달성과 약품사용량(요소수) 35.7% 감소
- 질소산화물 20ppm 감소에 따른 사회적 비용((NOx 46,000원/kg KEI 2015년) 연간 7.2억원 절약



〈Lab. Test 실험결과〉



〈As-FGR 시스템 엔지니어링 패키지〉

지식재산권 현황

- 다단 연소가스 재순환을 이용한 연소가스 처리시스템 및 방법(KR1957450)
- 환원제의 열분해 방식을 이용한 질소산화물 처리시스템(KR2068334)
- 환원제를 이용한 질소산화물(NOx) 및 아산화질소(N2O) 동시 제거 시스템 및 방법(KR014234)
- 소각로 내부열을 이용한 요소수 분사장치 및 요소수 분사방법(KR2464835)
- 연소변동성 억제를 통한 소각로 질소산화물 제어방법 및 장치(KR2524977)

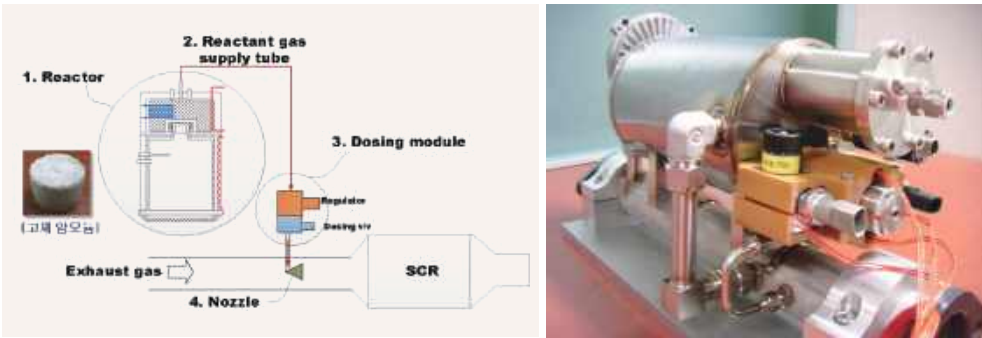


고체암모늄이용 SCR 시스템

연구자: 김홍석
소속: 친환경모빌리티 ☎ 042-868-7367

기술 개요

- 고체암모늄(암모늄카바메이트 등)을 약 60~120℃에서 열분해하여 암모니아를 만들고, 내연기관 등에서 배출되는 질소산화물의 환원제로 사용하는 기술



고객 · 시장

- 자동차 및 건설기계, 산업시설 등의 배출가스 처리장치 제조업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 액체 Urea 기술은 해동능력이 포함된 우레아 탱크, 부식방지성능의 펌프, 레귤레이터, 온도/압력 센서, 분사 밸브, 공급관등으로 구성되어 매우 복잡하고 고가임
- 기존 액체 Urea 기술은 액체로 배기관에 분사되어 암모니아로 열분해되는 원리이기 때문에, 정교한 노즐을 이용한 고압분사가 필요하며, 분사위치에서부터 SCR입구까지의 거리를 충분히 확보해야 하는데, 자동차, 선박 및 농기계 대부분은 배기시스템이 협소하여 충분한 공간이 없는 상황임
- 액체 분사이므로 저온 NOx 저감 성능이 저하됨

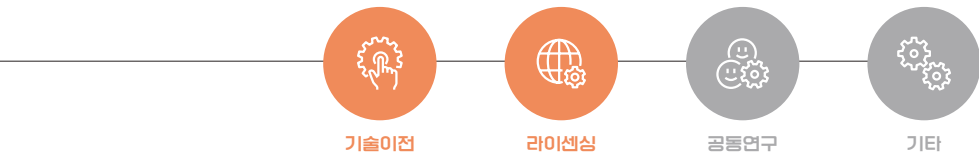
기술의 차별성

- 고체암모늄 시스템은 고체암모늄이 담긴 반응기를 가열하여 가스 상태 암모니아로 열분해시켜, 레귤레이터와 도징밸브로 분사하는 시스템
- 고체 암모늄으로 암모늄 카바메이트, 암모늄 카보네이트 등을 사용
- 최적 열전달 고려 반응기 내부 설계
- 압력/온도 안전 범위 내 시스템 운전제어 및 각종 안전 방안 구비

기술완성도(TRL)



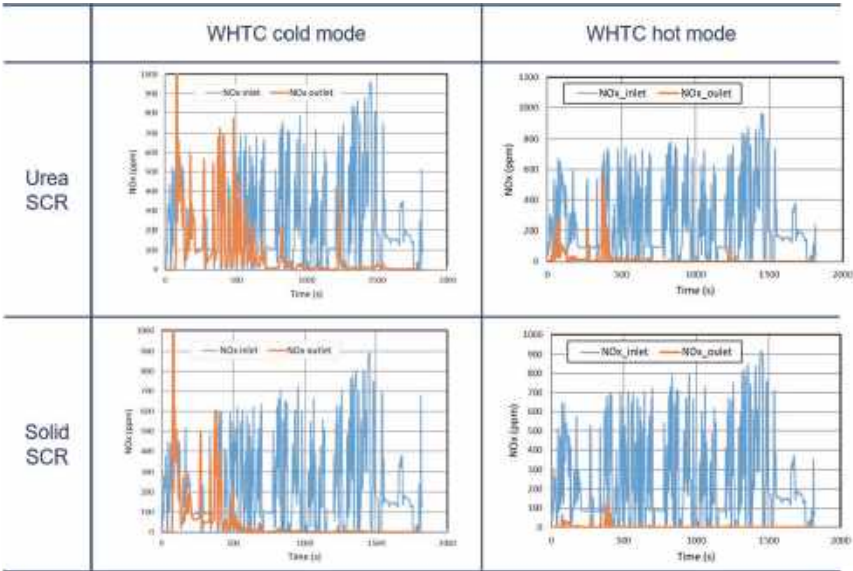
희망 파트너십



기술의 우수성

- 고체암모늄은 요소수 대비 가격적으로 저렴
- 배출가스 온도 200℃ 미만의 저온에서 활용 가능(액체 Urea는 고형물질 deposit 문제로 사용할 수 없음)
- 가스상 NOx 환원제 분사로 배출가스와 혼합특성이 우수
- 동일 부피당 암모니아 저장능력이 3배 크기 때문에 환원제 저장용기 크기 약 2~3배 축소 가능
- 2021~22년 1.1MW급 선박엔진 대상 실증실험 수행을 통해 기존 Urea 시스템 대비 높은 NOx 저감효율을 확인함

		Urea SCR	Solid SCR
NOx (g/kWh)	SCR inlet	3.938	3.890
	SCR outlet	0.341	0.133
NOx conversion efficiency (%)		91.3	96.6
Averaged NH ₃ (ppm)		0	0



〈NOx 저감특성 실험결과〉

지식재산권 현황

특허

- 고체암모늄염 반응기, 그 제어방법 및 고체암모늄염과 선택적환원촉매를 이용한 질소산화물 정화시스템 (KR1436936)
- 고체암모늄염과 선택적 환원촉매를 이용한 질소산화물 정화시스템(KR1185413)
- 질소산화물 정화시스템(KR2227768)

노하우

- NOx 환원제 공급장치 설계/제작/평가/제어 기술
- 배출가스 후처리 시스템 최적화를 통한 NOx 정화율 향상 기술



296

산업기계
10

풍력발전기 드라이브트레인 상태감시, 결함진단 및 고장예지 기술

연구자. 김상렬

소속. 가상공학연구센터 ☎ 042-868-7466

기술 개요

- 풍력발전기 주요 부품에서 측정된 신호분석을 통해 실시간으로 부품의 건전성을 분석/평가하고 운영 및 유지보수에 필요한 정보를 제공할 수 있는 알고리즘
- 풍력발전기의 실시간 이상진단을 위한 상태감시시스템(Condition Monitoring System, CMS)을 기반으로 하고 있으나, 기존의 CMS들이 현시점에서의 결함발생 유무만을 감지하는데 비해 주요 부품의 결함진단과 더불어 향후 고장 발생시점을 예측하여 부품의 잔존수명을 추정하여 표시
- 본 기술의 결함진단 및 수명예측에는 빅데이터 처리 및 인공지능/기계학습 기법(신경망, 확장형 은닉마르코프 모델)을 적용하여 결함진단율을 99%까지 향상시켰으며, 베이지안 통계기법 및 몬테카를로 시뮬레이션 등 통계적 접근법을 통해 수명예측 오차를 10% 이내로 저감
- 실시간 변화하는 바람에 의해 변동 하중이 존재하더라도 주요 부품의 결함진단과 수명예측이 가능

고객 · 시장

- 풍력발전기 등 동력전달계통이 사용되는 대형 플랜트, 발전, 항공 및 철도차량 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 풍력시스템은 경제성을 고려해 대단지, 대용량화 되며, 고출력을 위한 블레이드의 길이 증가는 타워 높이와 블레이드 자체에 작용하는 하중 상승으로 이어져 풍력발전 시스템의 파손 가능성이 높아지고 있어 풍력시스템 고장 시간을 단축시켜 높은 가동률을 유지하고 단지의 경제성을 확보하기 위해 기기 신뢰성 향상과 유지보수기술 개발이 매우 중요
- 풍력단지의 통합 운전과 감시가 가능한 SCADA 시스템과 연계하여 블레이드, 증속기, 발전기 등 주요 기기의 상태를 감시하고, 사전 진단 및 고장 분석을 통해 기기 가동률을 최대화하기 위한 상태감시와 고장진단 기술 개발 필요성 대두
- 지난 20년간 유럽에 설치된 풍력발전기 고장원인의 40% 이상이 기기와 부품의 고장에 의한 것으로 알려져 있으나, 국내에 이미 도입된 풍력발전기 중 상당수가 계약적 또는 기술적인 문제 등에 의해 O&M에 상당한 어려움을 겪고 있으며, 이는 풍력발전기 운영경험 미숙과 상태감시 · 고장진단 기술 미확보에 따른 결과로 판단
- 기존의 CMS는 측정신호의 크기로부터 기준치 초과 여부 또는 현시점에서의 결함발생 유무만을 감지하는데 머물러 있어, 대상 시스템의 능동적인 위험관리를 위한 고장예지 부분이 필요

기술의 차별성

- 차별화된 2단계 알람 체계를 통한 신뢰성 있는 상태감시 및 고장진단 가능
- 기 구축된 국내 산업단지들은 20년 이상 운영되어 안전관리가 시급하므로, 체계화된 위험관리를 통하여 고효율 저비용 유지정비와 수명 연장이 가능한 능동형 위험관리 기술 적용이 가능하므로 관련 분야로 기술의 확대 적용이 가능함
- 장기적인 관점에서 시스템 건전성 및 신뢰성 확보를 위한 고장진단, 예지보전(Predictive maintenance) 및 상태 기반 정비(CBM : Condition-based maintenance) 기술이 요구되므로, 관련 분야에 확대 적용하는 것이 가능함
- 국제기준(DNV-GL, IEC 61400-25)에 부합하는 알고리즘 및 신호 체계 적용

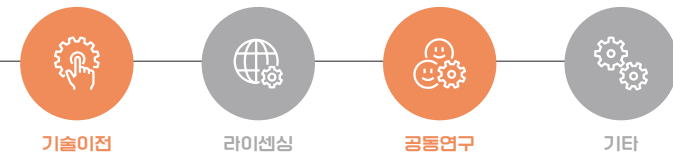
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

297

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 풍력발전기 시뮬레이터를 이용하여 결함진단 및 고장예지 알고리즘 검증
- 결함진단율 99% 이상, 수명예측 오차 10% 이내
- 실시간 변화하는 바람에 의해 변동 하중이 존재(풍력발전기 운영 특성)하더라도 주요 부품의 결함진단과 수명 예측이 가능하며, 실제 풍력발전기 데이터로부터 본 기술의 적용성과 성능을 확인
- 국내/외 인증기관으로부터 상태감시시스템(CMS) 및 감시자(monitoring body) 인증 획득
- 남동발전의 영흥풍력 1단지와 2단지 총 17기에 CMS 설치 운용
- 한국해상풍력의 서남해상풍력 실증 단지 총 20기에 CMS 설치 운용



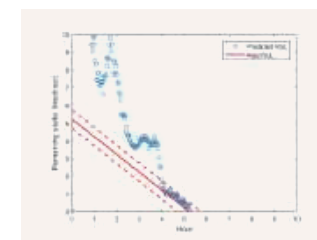
〈한국기계연구원 풍력발전기 시뮬레이터〉



〈한국기계연구원 베어링 시뮬레이터〉

풍력발전기 시뮬레이터 시뮬용 기어박스		결함모드 진단 결과	
기어 박스 Type #		Data case (Case)	
Type #		진단 정확도 (진단 성공 개수 / %)	
1 (일단)	100	100 / 100	
2 (2단)	100	100 / 100	
3 (3단)	100	95 / 95	
4 (4단)	100	98 / 98	
5 (5단)	100	100 / 100	
총 계	500	493 / 98.6	

〈시험에 사용된 기어박스 및 결함모드 진단결과 사례〉



〈수명예측 사례〉



〈CMS GL
(독일선급) 인증서〉



〈감시자 GL
인증서〉



〈감시자 KR
(한국선급) 인증서〉



〈영흥풍력발전단지 및 상태감시제어실〉

지식재산권 현황

특허

- 기계시스템 상태감시장치 및 상태감시방법(KR1166871)
- 액티브 빈을 이용한 풍력 발전기 고장 진단 방법(KR1420846)
- 풍력발전기의 이상진단을 위한 알람설정 방법(KR1599210) 등 총 5건

노하우

- 풍력발전기 운전 패턴을 고려한 지능형 감지 기술
- 국내 운영 풍력발전기 실제 운영 데이터에 기반한 감시 진단 기반 예지 기술



작업기계 환경인지 및 충돌방지 안전제어 기술

연구자. 김지철, 이한민, 유승진, 김영재
소속. 산업기계DX연구실 042-868-7473

기술 개요

- 인간 중심의 기계시스템 안전기술로 굴삭기, 크레인 등 작업기계의 주변 장애물 인식 및 충돌방지 안전제어 기술



고객 · 시장

- 건설기계(굴삭기, 지게차 등) 제작업체, 운영업체
- 건설/토목 사업 업체, 관급 공사 지자체 등

기존 기술의
문제점 또는
본 기술의 필요성

- 초음파, 영상 센서 경우 동적 거동 예측 불가
- 이동물체와 굴삭기 선회 등의 동특성을 고려한 안전 제동 타이밍 결정 필요
- 단수 알람에서 긴급정지의 능동 제어 요구
- 산업재해 상위 15% 고위험군에 해당하는 건설기계 사망사고 절감 가능
- 작업기계 안전규제 강화 추세와 무인화 기술 발전 속도 감안할 때 미래의 필수 핵심 기술

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

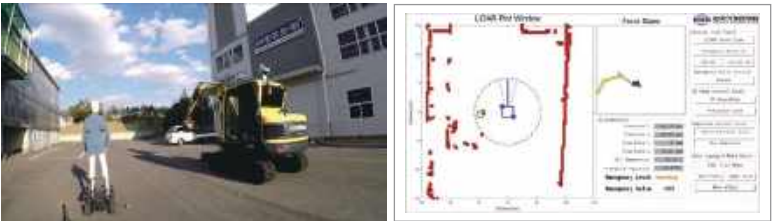


기술의
차별성

- 기존 영상 및 초음파 센서에서 해상도, 정밀도 높은 LiDAR 기반 기술 개발
- 단순 거리기반의 위험도 판별에서 시간기반을 고려한 향상된 위험도 판별 알고리즘 개발
- 굴삭기 선회 관성을 고려한 일관된 안전거리 확보
- 크레인 3차원 충돌방지 최초 적용

기술의
우수성

- 전방위(360도) 장애물 모니터링 기술
- 다수 객체의 동시 인식, 알고리즘 100ms이내 처리 확보
- 3차원 공간 장애물 충돌 모니터링 기술
- 거리기반 및 시간기반의 충돌 위험도 판별 알고리즘 기술



〈마네킹을 이용한 선회 시 충돌 안전제어 실험(좌), 운전자 제공 환경 모니터링 시스템(우)〉



〈크레인 3차원 충돌 안전제어 실험(좌), 환경 인식 결과(우)〉

지식재산권 현황

- 특허
- 굴삭기 안전제어 장치 및 방법(KR2109155)
 - 변위 측정 장치 및 이를 포함하는 유압 실린더(KR2165284)

- 노하우
- LiDAR 데이터 후처리(필터링, 군집화 등) 기술
 - 객체 동적 거동(속도 등) 예측 기술
 - 거리 및 시간기반 충돌 위험도 인덱스 제시
 - 굴삭기, 크레인 등 충돌방지 안전제어 기능 탑재·개조 기술



300

산업기계
12

기어트레인 및 볼트 설계 최적화 기술

연구자. 이근호, 김수철, 손종현, 이한민
소속. 산업기계DX연구실 ☎ 042-868-7918

기술 개요

- 기어박스의 강도평가/치접촉 해석 및 최적 설계를 위한 소프트웨어 기술



〈기어트레인 설계 소프트웨어 기술〉

- 볼트 설계 자동화 및 최적화 기술



〈볼트 설계 자동화 및 최적화 소프트웨어〉

고객 · 시장

- 자동차/중장비/농기계용 기어트레인, 항공용 경량/고속 기어박스 등
- 산업용 기계 동력전달장치
- 압력 용기 등 각종 기계부품 체결부에 적용

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 설계 소프트웨어는 Try & Error 방법으로 설계 사양을 선정하여 설계 제원 선정에 많은 시간이 소요됨
- 특히 해외 소프트웨어의 경우 복잡하고 어려운 UI와 높은 가격으로 인해 국내 사용자들의 활용도가 낮은 편이며, 국내 실정에 맞는 업그레이드가 지속적으로 이루어지지 않음

기술의 차별성

- 최적화 알고리즘을 적용하여 설계 제원을 빠르게 도출할 수 있음
- 기어 치접촉 해석을 Analytical한 방법을 기반으로 수행하여 빠른 결과 도출 가능
- 해외 소프트웨어 대비 저렴한 가격으로 업체에 공급가능하며, 국내 실정에 맞게 지속적으로 업그레이드됨

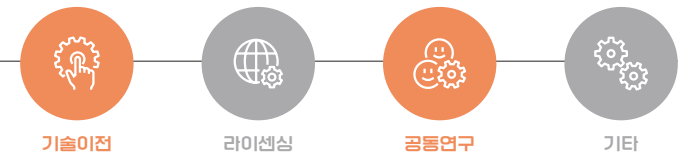
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

301

기술완성도(TRL)

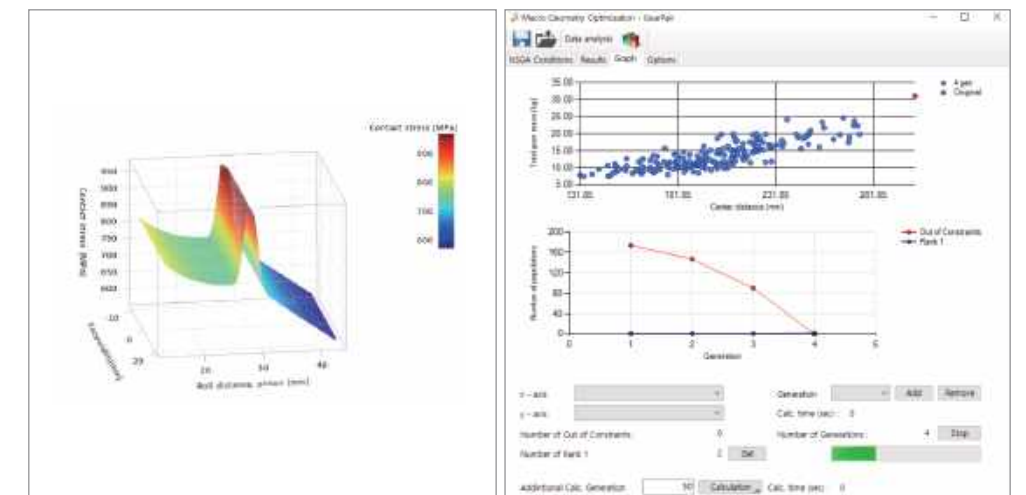


희망 파트너십



기술의 우수성

- 컨셉 설계 단계에서 최적화 알고리즘을 활용한 빠른 기어트레인 시스템 설계 가능
- 기어트레인 및 체결 관련 요소부품에 대한 다양한 설계 기능을 제공하여 사용자들이 쉽게 요소부품을 설계할 수 있음
- 현재 중소/중견/대기업 등 다양한 업체들이 프로그램 사용 중이며, 타 해석 소프트웨어에 기어 강도평가 및 치형 생성 관련 기술을 이전함



〈기어 치접촉 해석〉

〈기어트레인 최적설계〉



〈ANSYS 기반 볼트 설계 자동화〉

〈Solidworks 기반 볼트 설계 자동화〉

지식재산권 현황

프로그램

- 습식다판클러치 설계 소프트웨어, 기어설계 및 최적화 프로그램, 기어트레인 설계 프로그램, 베벨기어 설계 프로그램, 단일볼트 및 멀티 볼트 기본설계 프로그램



육해공 자율협력 임무수행을 위한 협지주행 지상무인이동체 시스템

연구자. 이근호, 유승진, 김지철, 김민국
소속. 산업기계DX연구실 042-868-7725

기술 개요

- 육공 자율협력 시스템을 개발하기 위한 지상 측의 자율 협력 시스템
- 이착륙패드를 탑재하여 육해공 자율협력 임무를 수행하는 지상무인이동체
- 동체 높이 변경, 2륜 자기 균형 및 협력을 통해 드론이 운송한 배송물을 최종 배송지까지 운반하는 도심환경 자율 배송 지상무인이동체



〈육해공 자율협력 지상무인이동체〉



〈육공 도심환경 자율배송 지상무인이동체〉

고객 · 시장

- 협지 주행이 필요한 건설기계/농기계 제작업체
- 육공 협력이 필요한 공공, 국방 등(소방청, 기상청, 해경 등)
- 배송, 정찰, 탐색, 수색, 정보수집 등의 임무를 수행해야 하는 고객 및 시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 자율주행 기술은 인프라가 있는 도로에서의 주행에 집중되어 있음
- 드론과 협력하여 활용할 수 있는 무인 주행체가 없음

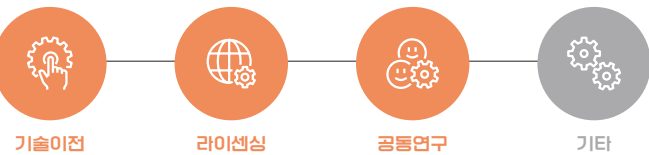
기술의 차별성

- 이착륙패드를 활용해 공중 무인 이동체의 이/착륙 및 충전 등이 가능하도록 개발함
- 공중무인이동체로부터 배송물을 넘겨 받기위한 차체 높이 제어 메커니즘 및 제어 기술
- 도로가 아닌 off road 혹은 인도에서의 무인 주행

기술완성도(TRL)

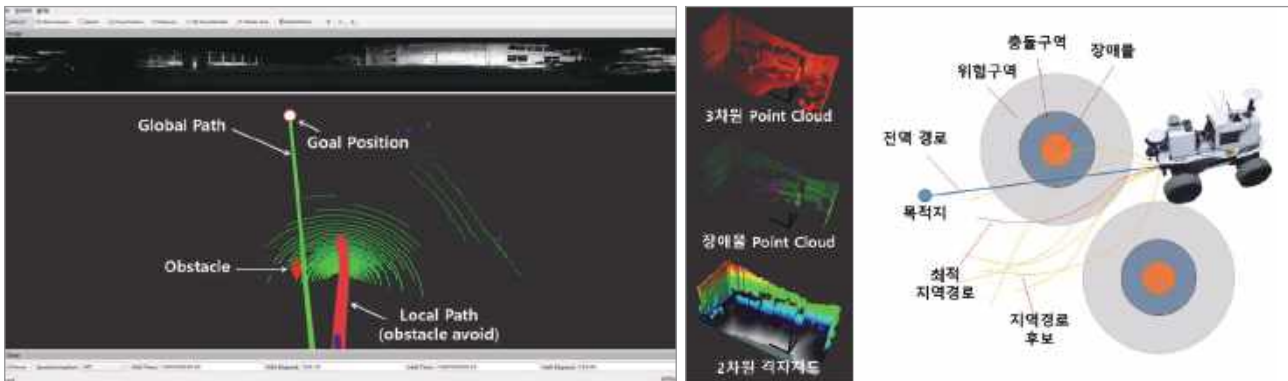


희망 파트너십



기술의 우수성

- 협지에서 차량이 진동하더라도 주행이 가능한 영역을 강인하게 인식할 수 있으며, 환경인식 및 경로 생성의 실시간성을 확보하여, 예측하지 못했던 장애물이 나타나도 빠르게 회피가 가능함
- 주행 중에 공중무인이동체가 이착륙이 가능하도록 하기 위해, 도킹형 이착륙패드를 개발하여 장착하였고, 이착륙 패드의 수평 유지가 가능함
- 이착륙패드 2대를 공간 효율적으로 배치하고, 제어하는 것을 통해 하나의 주행체에서 2대의 공중무인이동체가 간섭 없이 이착륙할 수 있음
- 공중무인이동체로부터 배송물을 받을 때 기체의 아래로 진입하기 위해 주행체 전고를 변형할 수 있는 메커니즘 및 제어 기법을 개발
- 2대의 2바퀴 자기균형 지상무인이동체가 배송물에 도킹하고 협력하여 운송



〈환경인식 기술〉

〈경로 계획 기술〉

지식재산권 현황

특허

- 다중 드론 이착륙 모듈 및 이를 포함하는 이착륙 장치(KR2023-0139977)

노하우

- 실시간성(200ms 이내 반응)이 확보된 환경인식 및 주행제어 기술
- 오프로드 주행을 위한 다수/다중 센서 배치
- 배송물 탈부착을 위한 도킹 메커니즘 설계 및 제어 기법



전방향 지면모션 생성 시뮬레이터 기술

연구자: 차무현, 이한민, 이민영, 박찬석
소속: 산업기계DX연구실 ☎ 042-868-7927

기술 개요

- 가상·증강·원격 작업환경에서 사람 또는 자율기계시스템이 서로 상호작용을 할 수 있도록 도와주는 인터페이스 및 이를 적용한 시뮬레이터 기술로서, 가상의 이동(보행 및 주행) 환경을 제공할 수 있는 트레드밀 기술과 사용자 의도를 손쉽게 입력받을 수 있는 모션 플랫폼 등의 기술이 포함됨



고객·시장

- 가상현실 및 시뮬레이션 제작/솔루션 업체
- 헬스 및 재활기기 제작/솔루션 업체
- 스포츠 및 엔터테인먼트 제작/솔루션 업체
- 차량(자율주행포함) 시뮬레이터 제작 업체
- 국방/공공 훈련 시뮬레이터 제작 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 시뮬레이터는 훈련자 또는 주행장치의 이동을 재현하기 위해 조이스틱과 같은 비직관적인 인터페이스를 활용하여 가상현실 몰입도가 떨어짐
- 또한, 증대되고 있는 자율화 기계시스템의 운용성 검증을 위해, 해당 시스템의 거동을 정밀하게 시뮬레이션하여 인간과의 상호작용을 검증할 수 있는 가상현실 기술개발이 필요함
- 특히, 전방향 트레드밀 메커니즘의 경우 상용화된 사례가 없고, 비용대비 구동성능과 소음성능을 동시에 갖춘 새로운 메커니즘의 개발이 필요함

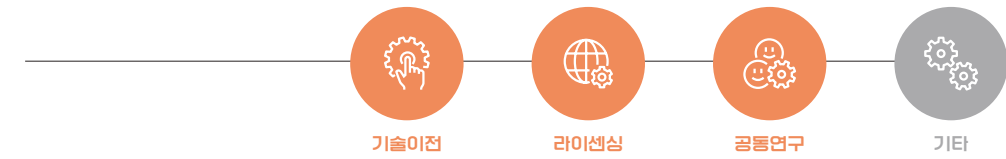
기술의 차별성

- 본 기술은 훈련자 또는 주행장치가 의도하는 이동속도를 인지하여 가상현실 환경을 이동하거나 제어할 수 있는 트레드밀 및 모션플레이트 기술을 포함함
- 본 기술을 적용하여 가상훈련 시스템은 특수작업 기계나 건설기계 같은 대형 기계장치에 대한 운영훈련에도 활용 가능하며, 사고 예방 효과를 얻을 수 있음
- 향후 국방 전투 훈련이나 의료 재활치료, 스포츠 기량 향상 등 다양한 분야에도 응용할 수 있을 것으로 전망됨
- 360도 전방향 지면모션 생성을 위한 저소음 고효율 동력전달 구동계를 적용하고, 지면형상 및 재질의 제약이 없는 지면부 독립형 동력전달 메커니즘 적용함
- 지면 속도제어를 위한 이동체(훈련자) 속도예측 기반 피드포워드 제어기술을 확인함
- 신체 하체의 이동과 자세를 이용한 저비용 고정밀 가상현실 콘텐츠 제어기술을 확보하여 시스템을 간소화할 수 있음

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 고속 및 저소음 지면이동이 가능한 전방향 구동 메커니즘 개발 중임
- 족부 압력분포 변화율 또는 무게중심 이동에 기반한 피드포워드 제어 알고리즘 개발을 완료함
- 몰입형 대형 가상현실 환경에 특화된 휴먼 인터페이스 시제품 개발을 완료함



〈휴먼 인터페이스 시제품〉

- 화재훈련 및 대형기계설비 안전대응 시뮬레이터 기술개발을 완료함
- 산업용 특수작업기계의 무인화/자율화 사전검증용 탐지 및 제어 시뮬레이션 기술개발을 완료
- 특수이동체 또는 탑승체의 가상이동지원 시뮬레이터 기술개발을 완료함



〈특수이동체/탑승체의 가상이동지원 시뮬레이터 기술〉

- 무인이동체의 사전 운용성 검증을 위하여 가상현실 시제품을 개발 중임

지식재산권 현황

특허

- 전방향 지면이동 트레드밀 메커니즘 (KR0061073, KR1740945, KR1672705, KR1672702, KR1679223, KR1740921, KR2180047)
- 전방향 지면이동 시뮬레이터 응용기술(KR0052297, KR0057892, KR0052293)
- 지면이동 시뮬레이션 제어기술(KR1650763, KR0052302)
- 이동수단의 주행성능 평가용 시뮬레이터(KR0011568)

노하우

- 주행체 측정 데이터기반 가상현실 시뮬레이터 설계 기술
- 공학해석 데이터기반 가상현실 시뮬레이터 설계 기술
- 자율기계용 작업·주행 시험 시스템 및 이의 제어 방법
- 혼합현실을 이용한 자율기계시스템 및 이의 제어 방법



농업용 트랙터 자율주행 가상운용 기술

연구자: 차무현, 이한민, 이민영, 박찬석, 김민국, 김지철, 유승진
소속: 산업기계DX연구실 ☎ 042-868-7927

기술 개요

- 본 기술은 농업용 작업기계의 자율주행 제품개발에 필요한 시간과 비용을 효과적으로 절감할 수 있는 가상시험 및 통합운용 기술로서, 삼차원 기반의 가상 현실 내에서 농업용 작업기계의 자율주행 가상시험이 가능하며, 실차량 운영 시 보다 효과적인 다중 작업 기계 통제가 원격운용 기술로 이루어 짐



고객 · 시장

- 스마트 팜 서비스/솔루션 업체
- 자율주행 농기계 제작/솔루션 업체
- 무인 작업기계 제작/솔루션 업체
- 차량(자율주행포함) 시뮬레이터 제작 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 주로 열악한 환경에서 임무를 수행하는 산업용 작업기계는 운영 시나리오가 매우 다양하며, 현장 필드시험에 안전 및 비용적 측면에서 많은 제약이 발생하기 때문에 무인 작업기계 상용화 개발에 있어 걸림돌로 작용해 왔음
- 농업용 트랙터 및 이와 유사한 정밀주행기반 산업용 작업기계의 무인화를 위해서는, 저가형 센서를 이용한 정밀 위치/방향 추적기술과 더불어 이를 가상으로 시험하여 다양한 주행 시나리오에 대한 정밀주행 알고리즘의 현장 대응력 확보가 필수적임

기술의 차별성

- 본 기술은 농업용 트랙터를 대상으로 현장시험 이전에 다양한 작업환경에 대한 사전 모의시험이 가능하며 장거리 원격통제를 구현하는 기술로서, 위성지도에서 사용자가 작업경로를 지정하면, 3D기반의 가상 작업환경에서 무인 작업 시뮬레이션이 가능하며, 환경인식과 경로제어 등의 무인화 핵심성능을 가상으로 시험할 수 있기 때문에, 실제 필드시험을 대체하거나 보완할 수 있음
- 또한, 실제 운영 중인 무인화 작업기계와 연동하여, 장거리 카메라 영상을 이용한 원격조작과 3D 기반의 작업결과 모니터링, 차량통제가 가능하기 때문에, 스마트팜 또는 스마트 건설과 같은 군집형 무인화 작업기계들의 중앙 운영 관제에도 활용할 수 있음
- 본 기술은 농업용 작업기계의 무인화 제품개발과 시험에 필요한 시간과 비용을 효과적으로 절감할 수 있으며 오픈 소스를 활용한 순수 국내기술로 개발되어 농업용 트랙터뿐 아니라 다양한 산업용 작업기계의 무인화와 통합운영 시스템 개발에도 기여가 가능할 것으로 기대됨

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

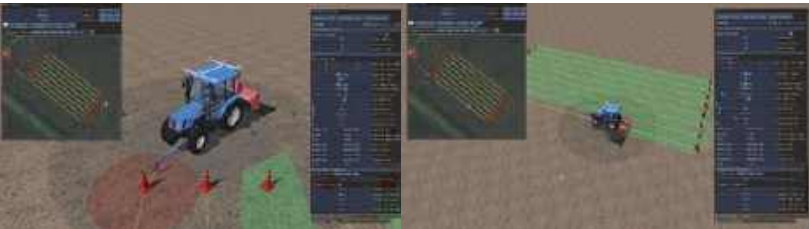
- cm급의 정밀도를 가지는 초저가형 정밀 위치/방향 인식 기술
- 유압제어 시스템의 지연현상에 대응이 가능한 0.1m 오차이내 정밀 경로추종 알고리즘 기술
- 다양한 자율주행 파라미터를 손쉽게 조정할 수 있는 사전 최적화 시험 기술
- 작업기계 하드웨어와 연동하여 주행시험이 가능한 HILS 시험 시스템 기술
- 온라인 맵기반 작업경로 자동계획 및 토양 작업경로 가시화 기술
- 삼차원 기반의 다중트랙터 원격관제 및 저지연 WIFI기반 영상 송수신 기술
- 휴대용 단말기 기반 작업기계 원격 제어 기술



〈농업용 트랙터 가상시험 및 원격운용 개념〉



〈실차량 기반 가상주행시험, 휴대단말기 및 WIFI기반 원격 통제 기술〉



〈삼차원 기반 트랙터 무인운용 가상시험 및 작업경로 가시화 기술〉

지식재산권 현황

특허	프로그램
<ul style="list-style-type: none">자율기계의 시험 시스템 및 이의 제어방법 (KR1967216)혼합현실을 이용한 자율기계시스템 및 자율기계시스템 제어방법(KR2000110)자율주행기계 시험용 주행환경 제공장치 및 이의 제어방법(KR2009779)	<ul style="list-style-type: none">GPS기반 위치방향 정밀인식 프로그램 (C-2020-044886)무인 트랙터 가상시험용 3D기반 주행시뮬레이터 (C-2020-010001)정밀측위를 위한 센서융합기술(C-2020-011587)화물차량 자율주행 상위/하위 제어프로그램 (C-2020-044884/C-2020-044885)



구조안전성평가 기술

연구자. 한정우, 김흥섭, 김재승, 송여울
소속. 산업기계DX연구실 042-868-7432

기술 개요

- 산업기계, 수송기계, 방산기계, 산업시설 등 실제 구조물의 안전성 확보를 위하여 구조 강도 해석 및 시험을 통한 구조물의 안전성을 평가하는 기술

고객 · 시장

- 철도차량(대차프레임, 차체)
- 건설기계/농기계(휠로더, 지게차, 복합작업기, 수확기)
- 방산차량(탱크, 전차, 장갑차)
- 항공기(UAV, 회전익기, 항공기체)

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 산업 기계 및 시설물의 구조 안전성 확보는 막대한 경제적 손실과 귀중한 인명 피해를 사전에 방지하는 것과 직결됨
- 구조물의 안전성 확보를 위해서는 설계단계에서 엄밀한 강도 해석과 하중시험을 통해 안전성을 평가하는 것이 필수적임

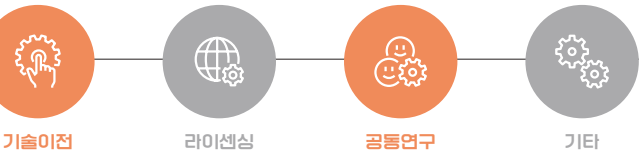
기술의 차별성

- 다양한 분야의 대형 복합구조물에 대하여 실제 운용조건과 유사한 하중조건을 구현하는 구조 안전성 시험평가와 해석을 수행할 수 있는 다목적 대형 구조 시험설비/장비 및 각종 해석 프로그램을 보유하고 있음
- 대형 구조시스템의 안전성 제고를 위한 이론, 해석, 실험이 겸비된 체계적인 기술(구조해석/피로해석/정하중 시험/피로시험)을 보유하고 있음
- 다목적 대형 구조시험시설/장비 및 해석프로그램
 - 반력대/반력벽 : 25m(L)x12m(W)x1m(T)/25m(L)x8m(W)x1m(T)
 - 만능재료시험기(MTS) : 10톤, 50톤, 100톤
 - Hydraulic actuator/Digital controller(MTS) : 5-100 ton(40 sets)/FlexTest200(2 sets)
 - ANSYS, nCode, ROMAX, KISsoft

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

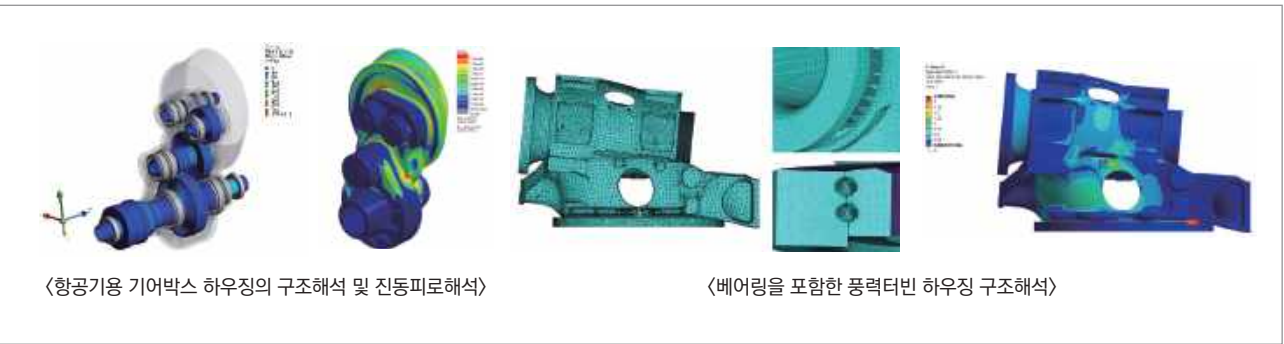


기술의 우수성

- GTX 고속열차, 공항철도, 능동조향열차, 해외 수주열차 등 국내외 철도차량 개발에 요구되는 극한하중, 운행하중 및 피로하중평가를 통한 차체 및 대차프레임의 구조 안전성 검증 기술
- 항공기용 기어트레인, 지게차용 변속기, 저소음 감속기, 풍력터빈 등 방산 및 건설기계/농기계/풍력터빈 산업의 설계개발시험을 위한 동력전달계 하우징 및 기어축 강도 설계/해석/시험평가 기술
- 지능형 농업기계부터 로더, 휠 굴착기용 액슬, 기어 굽힘 성능, 유리고화체 성능, 고무 마운트 성능, 커플러 헤드 성능 등 다양한 분야의 산업기계의 안전성 및 성능평가 및 시험 기술



〈철도차량 대차프레임 피로내구성능 평가〉 〈차륜형장갑차 피로안정성 평가〉 〈항공기 수평안정판 강도평가〉 〈휠로더 차축 구조 안전성 평가〉



〈항공기용 기어박스 하우징의 구조해석 및 진동피로해석〉 〈베어링을 포함한 풍력터빈 하우징 구조해석〉

지식재산권 현황

- 특허
 - 철도차량 대차프레임 시험장치(KR0896952)
- 노하우
 - 4점 서스펜딩 수직반력 구현 시험장치 설계기술



310

산업기계
17

진동 데이터 SRS/FDS 분석 앱

연구자: 박종원
소속: 신라성연구실 ☎ 042-868-7107

기술 개요

- 진동 데이터의 최대 응답 분석을 위한 Shock Response Spectrum(SRS) 및 피로 손상 분석을 위한 Fatigue Damage Spectrum(FDS) 계산 앱

고객 · 시장

- 진동 데이터를 분석하여 시험에 적용하는 시험 설계 및 수행 업체
- MIL-STD-810에 따른 진동시험을 설계하고 수행해야 하는 방산 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

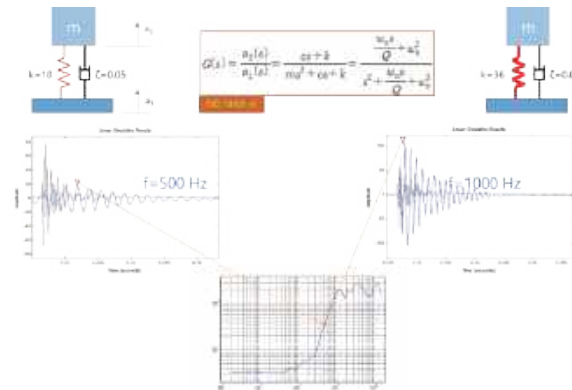
- 상용 해석 프로그램은 높은 도입 비용 및 AS 비용 문제로 인해 프로그램 활용 진입 장벽이 높아 대기업과의 기술력 차이가 점차 벌어지는 문제가 발생하고 있음
- 상용 프로그램은 다양한 기능을 보유해야 하므로 원하는 해당 기능만 따로 구매할 수 없고 다른 기능과 함께 사용함으로써 인한 파라미터 선정의 복잡함과 일반화된 조작으로 직관적이지 못한 문제가 있음

기술의 차별성

- SRS/FDS 이론에 기반하되 검증된 라이브러리를 사용하여 간략화된 코드로 프로그램을 제작하여, 사용자가 수식에 변화를 주는 것이 직관적이고 쉬움.
- UI 구성을 자체 제작함에 따라, 사용자 요구에 따른 UI 구성 가능

기술의 우수성

- 주어진 진동 데이터에 대한
SRS/FDS 계산
- SRS(Shock Response Spectrum)
계산 절차



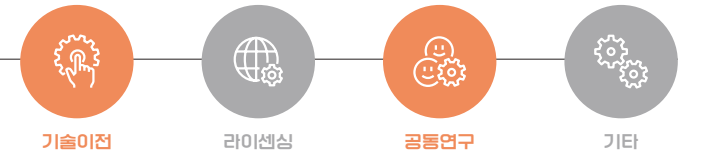
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

311

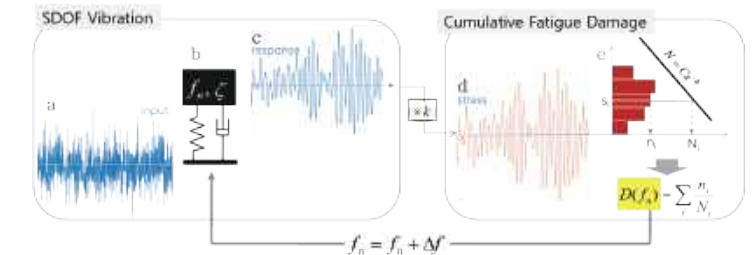
기술완성도(TRL)



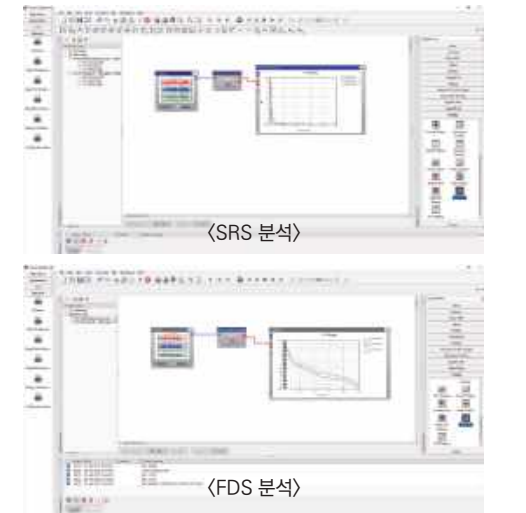
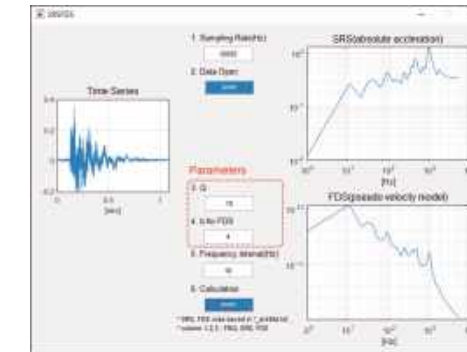
희망 파트너십



- FDS(Fatigue Damage Spectrum) 계산 절차



- 계산된 SRS/FDS 텍스트 파일 출력
- Amplification Factor Q, Basquin Coefficient b 등 주요 파라미터 변경 가능
- 분석 주파수 간격 변경 기능
 - SRS/FDS 분석 앱 구성
 - 유사 프로그램(Ncode)



지식재산권 현황

특허

- 진동데이터 SRS/FDS 분석 앱 프로그램 등록(C-2020-022820)

프로그램

- SRS/FDS의 이론을 바탕으로 검증된 라이브러리를 활용하여 구성한 프로그램
- 사용자 편의를 고려한 GUI를 적용한 Application 제작



312

산업기계

18

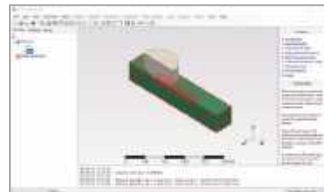
오픈소스 기반 기계류 부품 해석 프로그램 기술

연구자: 박종원

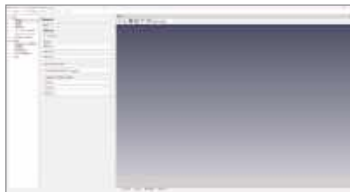
소속: 신뢰성연구실 ☎ 042-868-7107

기술 개요

- 엔지니어링 오픈소스 솔루션을 활용하여, 기업의 애로사항을 시뮬레이션을 통해 쉽게 해결할 수 있도록 패키지 프로그램을 개발하는 기술



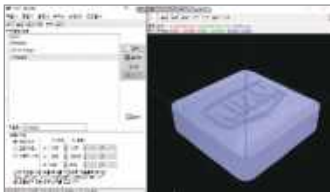
〈KIMM-Structure〉



〈KIMM-Flow〉



〈KIMM-CAD〉



〈KIMM-CAM〉

고객 · 시장

- 자동차 부품 및 일반 산업용 기계류 부품 제조 기업 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 현재까지 개발된 대부분의 엔지니어링 오픈소스 솔루션은 텍스트 작업을 통해 시뮬레이션을 수행하는 프로세스를 가짐에 따라, 초보자들이 사용하기 어려운 문제를 가지고 있음
- 이에 따라, 상용 엔지니어링 SW의 경우 텍스트로 입력되는 input deck을 GUI 작업을 통해 초보자들도 쉽게 사용할 수 있도록 기능을 제공하고 있으나, 산업계에서 널리 알려져 있는 상용 엔지니어링 SW에는 다양한 수렴 코드 및 최적화 기술이 적용되어 있어, 활용성이 국한되는 문제를 가지고 있음
- 현재, 상용 엔지니어링 SW 가격은 Copy 당 1억원 내외에 달함에 따라 중소 · 중견기업에서 활용하기 어려운 문제가 있어, 오픈소스 솔루션을 활용한 기계류 부품 엔지니어링 SW가 필요한 실정임

기술의 차별성

- 엔지니어링 오픈소스 솔루션 및 전처리를 위한 격자 SW, 후처리를 위한 시각화 SW를 패키지 형태로 개발함에 따라 stand alone 상태로 구동이 가능
- (KIMM-Structure) 기존 오픈소스 및 상용 SW에서 제공하지 않는 마모 해석(Archard Equation 활용)을 모듈 형태로 제공함에 따라 손쉽게 시뮬레이션 수행이 가능
- (KIMM-Flow) 일부 상용 엔지니어링 SW에서만 제공하던 V.O.F(Volume Of Fraction) 기능을 제공함에 따라 다상 유동 해석 가능
- KIMM-Structure 및 KIMM-Flow 연동을 통한 1 way FSI(Fluid Structure Interaction) 기능 제공

KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

313

기술완성도(TRL)

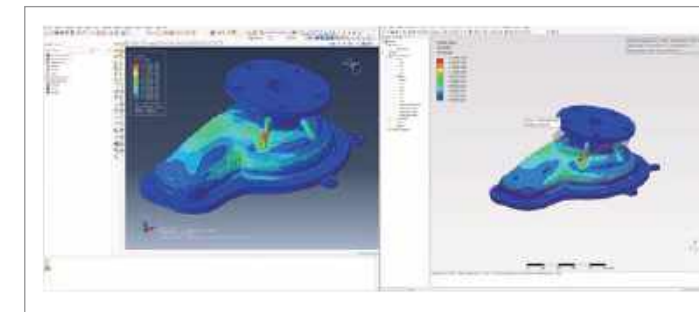


희망 파트너십

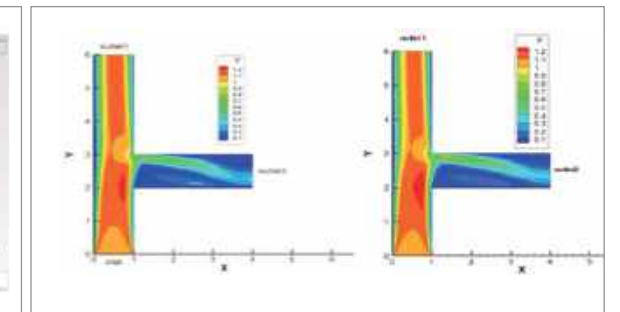


기술의 우수성

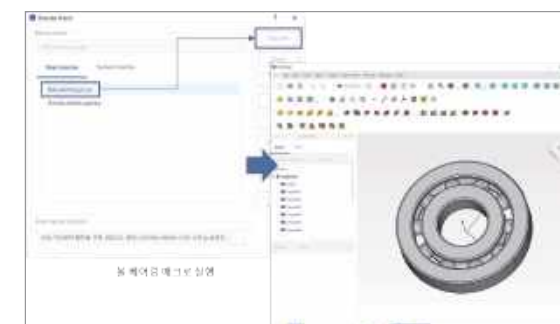
- (KIMM-Structure) implicit 기반 정적 및 동적 해석, explicit 해석, 대변형 해석, 열 전달 해석, 마모 해석 기능 제공[상용 SW 대비 5% 이내 오차]
- (KIMM-Flow) 정적 및 동적 해석 기능, $k-\epsilon$ 및 $k-\omega$ 난류 모델 제공, MRF 및 Sliding mesh 기능 제공[상용 SW 대비 5% 이내 오차]
- (KIMM-CAD) 설계 자동화 기능 제공
- (KIMM-CAM) CNC용 G코드 제공



〈ABAQUS vs KIMM-Structure〉



〈Fluent vs KIMM-Flow〉



〈KIMM-CAD〉



〈KIMM-CAM〉

지식재산권 현황

노하우

- 기업 요구 및 보안 조건에 맞춰 관련 시뮬레이션 파일 확장자 변경
- 실무자 수준에 맞춰 관련 초기 조건 및 GUI 변경
- In-house code 분석 결과를 관련 프로그램에 적용

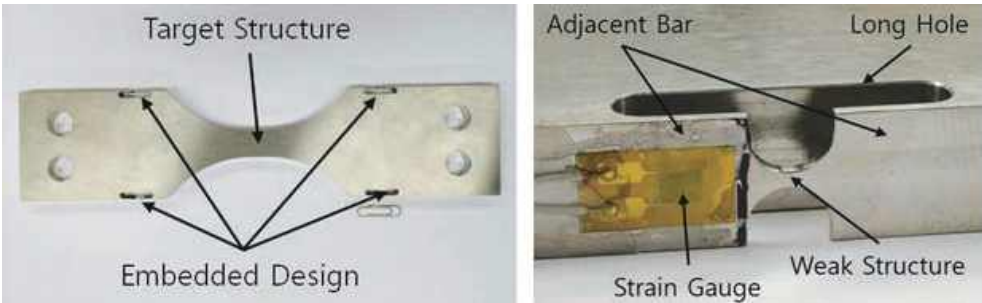


기계 구조물의 피로 파손 예지 장치

연구자: 백동천
소속: 신리성연구실 042-868-7189

기술 개요

- 랜덤 반복 부하를 받는 기계 구조물의 균열이 진전되어 생기는 피로 파손 시점 사전 예지를 위한 내재 구조물 설계 및 센싱



고객 · 시장

- 교량, 터널, 댐 등 국가 기반 시설물 모니터링 및 안전진단 업체
- 하역기계 및 건설 중장비 렌탈 업체의 기계 자산 감시
- 부식 환경 등 모델 기반 피로수명 예측이 불가능한 기계 구조물 분야
- 미래 하중 불확실성 및 편차로 인하여 안전계수 과잉 적용된 기계 구조물 개선에 활용

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기계 구조물의 피로수명을 예측하는 기존의 모델 기반 예측법은 본질적으로 다음 3가지 오차 원인을 내포함 : 재료 산포, 불확실한 미래의 하중조건, 모델링 오차
- 부식환경과 변동하중을 받는 경우, 피로물성을 활용한 수명모델 기반 예측의 어려움
- 사용이력이 불명확한 중고 기계 구조물이나, 설계허용 하중 초과부하 발생 시 잔여수명 예측의 어려움
- 예방정비에서 상태기반 정비로 전환하여 운용비용을 절감하고자 하는 기계구조물
- 구조물 파손 시 2차 피해로 인한 참사를 방지하고, 골든타임 확보

기술의 차별성

- 피로수명 예지 대상 구조물과 하중이 연동된 내재구조물 추가 가공 또는 추가 부착을 통한 피로파괴 시점사전 예지 기술로 일종의 피로손상 누적용 기계식 퓨즈 개념임
- 랜덤부하, 부식환경에서도 적용가능한 신개념 피로파손 예지 장치임
- 모델 베이스가 아닌 구조물의 건전성을 모니터링할 수 있는 센서를 개발함

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

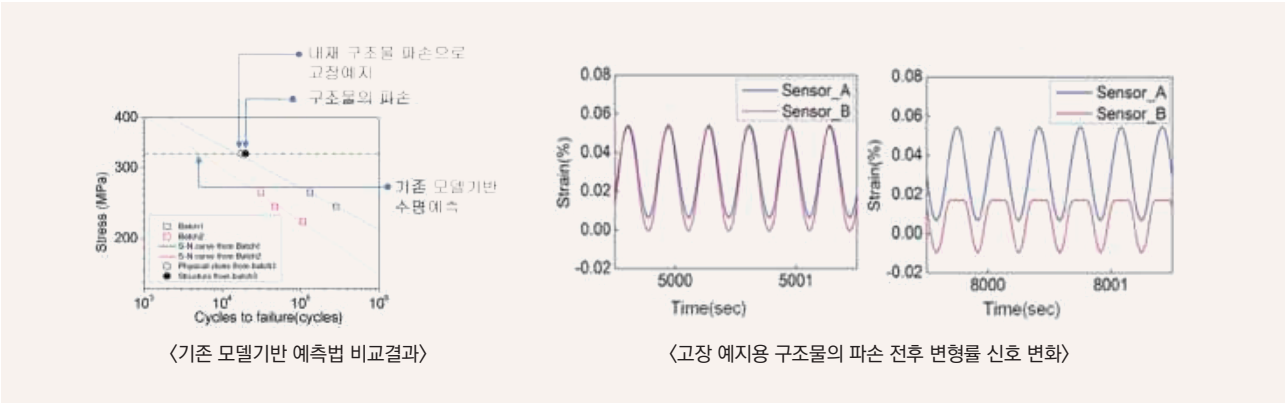


기술의 우수성

- 기존 모델기반 수명예측 기법 대비 우수성 입증을 위해, 316L 스테인리스강 구조물에 일정 진폭 피로 하중시험 결과 전체수명의 86% 시점에서 파손 예지(기존 모델기반 예측 시 25~280% 오차)
- 일정 진폭 하중뿐 아니라 랜덤 피로 하중에도 적용 가능
- 재료 물성 편차 및 부식 환경에서도 적용 가능

예측기법(Batch #)	피로수명 예측치 (실제 19,800 cycles 파손)	수명예측 오차
수명모델기반 예측(Batch1)	15,900 cycles	4,900 cycles(19.7%)
수명모델기반 예측(Batch2)	5,240 cycles	14,600 cycles(73.5%)
고장예지 내재구조물 기반 예측	17,400 cycles	2,400 cycles(12.1%)

- 기존 모델기반 예측법 비교연구



지식재산권 현황

특허

- 기계 구조물의 피로 파손 예지 장치(KR1718131)

노하우

- 가공성을 고려한 피로하중 연동 구조물 설계기술
- 고장예지 구조물 센싱 및 신호 처리기술
- 고장예지 시점 조절 기술



대면적 다이오드 레이저를 이용한 금속재료의 표면 경화 및 균질화 기술

연구자: 이수진
소속: 레이저기술실용화연구실 051-310-8133

기술 개요

- 20~2500mm²의 대면적 다이오드 레이저를 조사하여, 금속 재료 표면에 수 mm 깊이의 선택적 경화 및 균질화층을 형성시키는 열처리 기술
- 레이저 조사 시 표면 온도를 일정하게 유지시키기 위해, 실시간으로 온도를 모니터링하고 레이저 출력 제어



〈대면적 다이오드 레이저 시스템〉

고객 · 시장

- 금형 및 주형 제조 등의 뿌리 산업
- 연주몰드, 용사코팅, 레이저 클래딩부 강화

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 제품 전체를 열처리하는 기존 기술과 달리, 제품 맞춤형 적정 열처리 온도구간 설정을 통해 금형 및 주형의 선택적 경화 및 균질화 처리가 가능함
- 금형의 내구성 및 사용 수명의 경제적인 극대화가 가능함(ex. 캐스팅 주조 금형, 자동차 외판 금형)
- 용사코팅 및 클래딩 소재의 치밀함 향상 가능

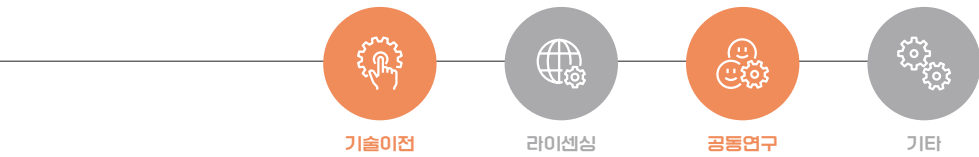
기술의 차별성

- 4, 8kW 급 고출력 다이오드 레이저를 활용하여 실시간으로 레이저 조사부의 온도를 측정 및 제어하여 소재에 요구되는 열처리 온도로 유지하는 기술을 보유함
- 빔의 크기 및 형상을 제어하여 냉각속도 제한적 제어가 가능함
- 다이오드 레이저 열처리 기술 적용을 위한 기초연구에서 시제품 제작 및 개발까지 활용 가능

기술완성도(TRL)

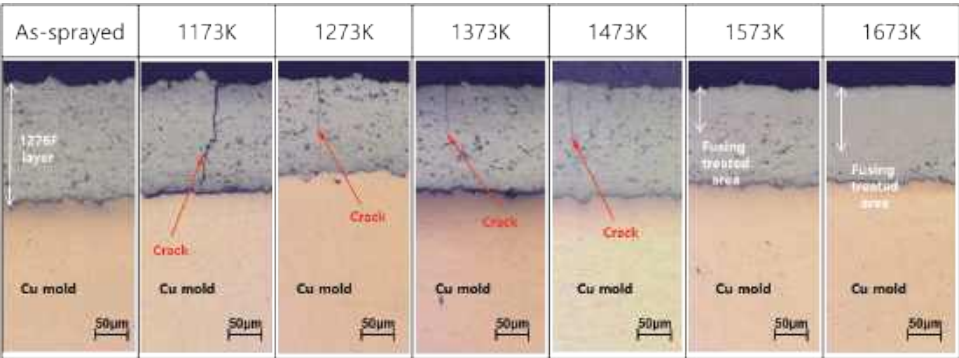


희망 파트너십



기술의 우수성

- 금형강을 대상으로 한 다이오드 레이저 열처리 시험 결과, 200%의 경도 향상 결과를 얻을 수 있음
- 자용성 합금 용사 코팅층을 대상으로 한 다이오드 레이저 균질화 시험 결과, 기존의 용사층에서 내재된 결함(기공, 편석)이 사라짐을 확인함



〈다이오드 레이저 균질화 기술 적용을 통한 니켈 합금 용사층 균질도 향상 예〉

지식재산권 현황

특허

- 연속 주조용 몰드, 레이저 열처리를 이용한 연속 주조용 몰드의 제조 방법, 및 레이저 열처리를 이용한 용사층 코팅 방법(KR2107127)
- 용사 코팅체 및 멀티 레이저 빔 열처리를 이용한 용사 코팅체의 제조 방법(KR2231242)

노하우

- 대면적(20~2500mm²) 다이오드 레이저 시스템
- 적용 소재별 레이저 열처리 요소 기술
- 열처리부 분석 및 평가 기술

END-ITEM.

12

원전기기 NUCLEAR EQUIPMENT



CONTENTS

금속재료의 표면 경화 및 잔류응력 제어를 위한 Laser Shock Peening(LSP) 기술	320
수심 10m 이상 레이저 절단/용접 가공 기술 및 수중 모사환경 시스템	322
원전 중대사고 환경 모사 기술	324
원전 설계기준사고 환경모사 기술	326
용접, 절단을 위한 3차원 용융풀 과도해석 기술	328
솔리덴을 활용한 절단 노즐 유동가시화 및 CFD 활용 평가기술	330



320

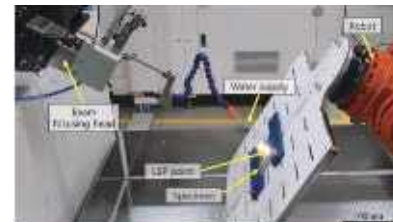
원전기기
①

금속재료의 표면 경화 및 잔류응력 제어를 위한 Laser Shock Peening (LSP) 기술

연구자: 김륜한
소속: 레이저기술실용화연구실 ① 051-310-8143

기술 개요

- 레이저와 소재간 반응으로 인한 플라즈마 쇼크를 이용
- 피로수명, 내식성, 내마모성 향상
- 압축잔류응력 형성 및 표면 결정립 미세화
- 피로수명은 약 6배, 경도는 20~30% 향상



〈최대 7 Joule까지 가능한 LSP 장비〉

고객 · 시장

- 원자력 : 원자로 용접부 응력부식균열 예방 정비
- 국방 : 터빈 블레이드, 랜딩 기어, 파워팩의 기어류, 프로펠러 등 피로하중이 인가되는 부품류
- 기타 높은 기대수명이 요구되는 고부가가치 소재/부품



〈F-16에 사용되는 F-119-GE-100 엔진 블레이드의 LSP 처리의 예〉

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 쇼트 피닝은 표면 조도변화가 큼
- 기존 피닝 기술은 세라믹 소재에는 적용하지 못함
- 표면으로부터 깊은 압축잔류응력을 형성하지 못함(100~500 μ m 깊이 수준)

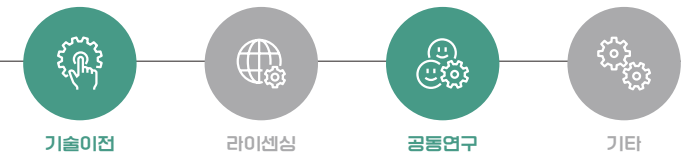
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

321

기술완성도(TRL)



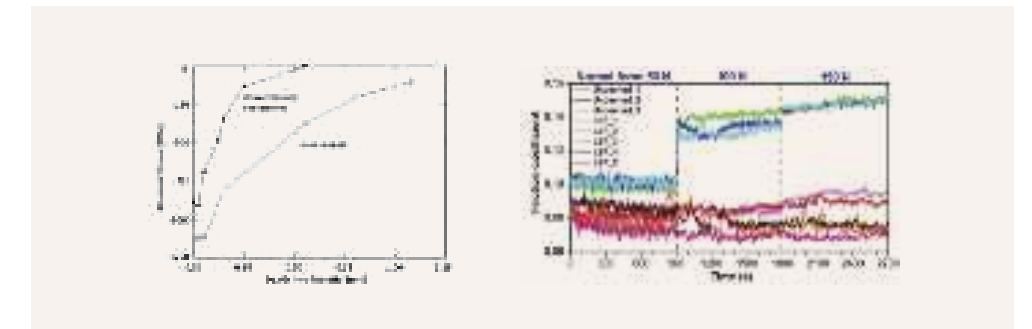
희망 파트너십



기술의 차별성

- LSP는 수중 환경에서도 작업 가능
- 쇼트 피닝 처리 대비 LSP는 3배 이상 소재 수명 연장 가능
- 피닝 처리 후에도 우수한 표면조도 확보 가능
- 티타늄 합금, 주조 알루미늄, 스테인리스 스틸 등 다양한 소재 처리에 적용 가능

기술의 우수성

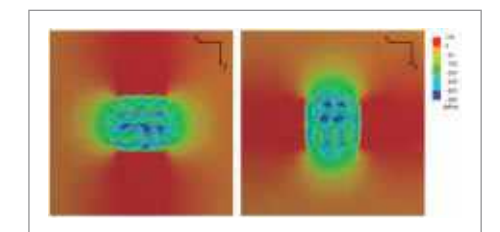


〈쇼트 피닝 대비 깊은 압축 잔류응력 형성(좌) 및 우수한 마모 특성(우)〉

지식재산권 현황

노하우

- LSP에 대한 FEM 시뮬레이션 기술
- 평판 및 곡면 LSP 처리 기술(로봇, 레이저 제어)



〈LSP 공법의 FEM 해석 노하우〉



322

원전기기

2

수심 10m 이상 레이저 절단/용접 가공 기술 및 수중 모사환경 시스템

연구자. 이수진

소속. 레이저기술실용화연구실 051-310-8133

기술 개요

- 주요 해체 대상체인 RVI는 중준위 방사 구역으로 사람접근이 불가하므로 수중 원격 절단 수행 요구
- 수중 절단 적용 분야 : 대부분 두께 80mm(Stainless steel 기준) ⇒ 안정적인 수중 절단을 위해 두께 100mm 이상 수중 원격 레이저 절단기술 확보
- 수중환경 10m 이상 모사 환경 시스템 기술



〈수심 10m 이상 모사 환경 및 레이저 가공 수행 모식도〉

고객 · 시장

- 원전해체 수중 절단 및 세절
- 해양환경에서의 선박 유지, 보수
- 심해 구조물 철거, 수리 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 수중 레이저 절단 및 후판 절단의 기술적 어려움
- 수심 10m 이상을 모사하기 위하여 대형 수조 등이 요구됨
- 수중 레이저 가공(용접/열처리) 시험 설비의 부재

기술의 차별성

- 가압 수조를 활용하여 수중에서 레이저 가공을 모사할 수 있음
- 수심 10m이상의 모사환경에서의 가공성능, 특성 확인 가능
- 개발된 제품의 수심환경에서의 수밀 및 가공 성능 등의 평가 가능
- 수밀 케이스와 이송 레일을 설치하고 각종 센서를 도어측 센서 라인을 통하여 수중 가공 test 및 모니터링 가능
- 다양한 수심의 모사 및 작업 시 발생하는 불순물 등의 포집 가능

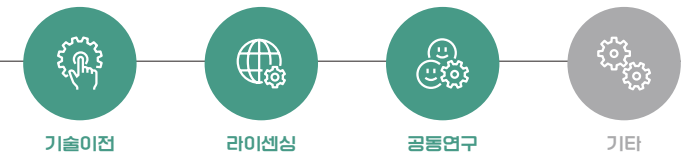
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

323

기술완성도(TRL)

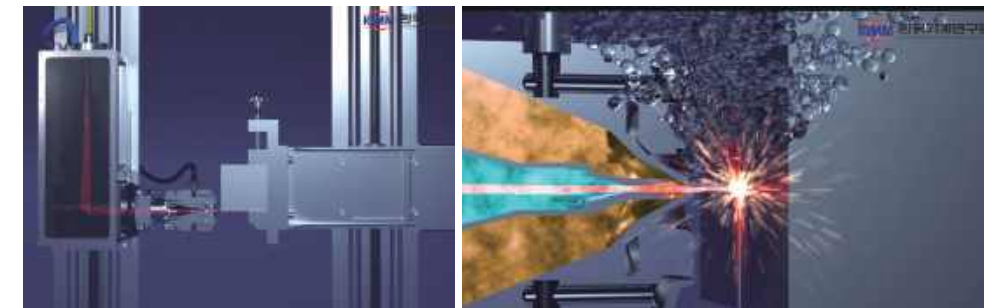


희망 파트너십



기술의 우수성

- 고출력 레이저의 수중 레이저 가공 설비 기술
- 가압 수조를 활용한 수중환경 모사기술
- 수중 레이저 절단장치 및 수중 레이저 절단 기술 확보
- 레이저 가공장비 및 기타 수중 장비의 수심 test 모사환경 확보
- 수심 10m 시편 두께 STS 기준 약 100mm 절단 기술 확보



〈수중 레이저 절단 헤드 및 수중 절단 공정 모식도 예시〉

지식재산권 현황

특허

- 수중 가공기술 개발 및 평가를 위한 복합형 가압 수조장치(KR2023-0063216)
- 수중 레이저 절단 장치 및 수중 레이저 절단 방법(KR2233222)

노하우

- 고출력 레이저의 수중 레이저 가공 설비 기술
- 가압을 통한 수심 모사 환경 제어 기술
- 수중 레이저 용접 및 절단 공정 기술



원전 중대사고 환경 모사 기술

연구자: 김대환, 박태국

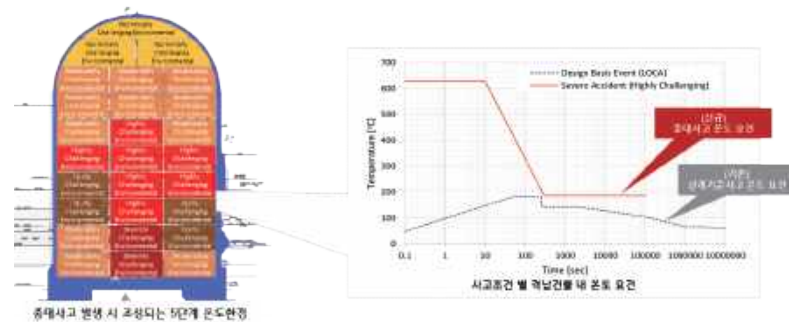
소속: 부산기계기술연구센터 ☎ 051-310-8129

기술 개요

- 원전기기 안전성 검증 강화에 따라 원전 중대사고 환경 모사 기술 필요
- 수소 연소 시나리오가 고려된 원전 중대사고 환경의 주요 요건(온도/압력) 모사 기술
- 627℃(≈900K) 온도 요건을 급속히 조성하기 위하여 열원, 열용량부 및 열매체(공기) 유동 방향 제어 기술을 적용



〈원전 사고 시나리오 및 관련 검증기술 개발 현황〉



〈원전 설계기준사고와 중대사고 환경요건(온도) 비교〉

고객 · 시장

- 원전 안전등급 기기 제작사
- 원전기기 성능검증 기관

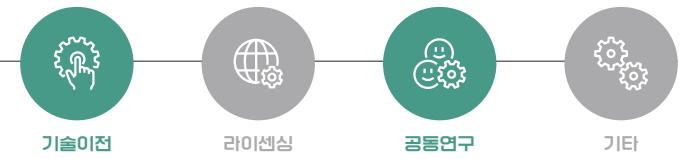
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 소재, 부품의 열처리를 위한 고온 환경 모사 기술은 기존에 널리 개발 및 보급되어 왔으나, 수소 연소가 고려된 원전 중대사고 환경은 매우 짧은 시간 내에 고온 환경을 모사해야 한다는 차이점을 가짐
- 원전 사고 환경 모사 기술은 사고 환경에서의 원전 안전성 관련 기기의 생존성 검증을 목적으로 하며, 이를 위하여 기존의 기술을 활용할 경우, 지나치게 오래 걸리는 승온시간으로 말미암아 대상 기기의 손상이 불가피함
- 본 기술의 필요성은 원전 중대사고 환경을 가급적 유사하게 그리고 안정적으로 모사함에 있으며, 이는 현행 기술을 기반으로 구현이 불가함

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



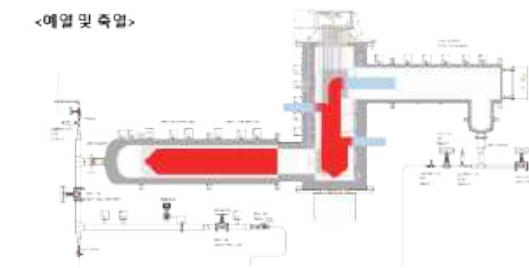
기술의 차별성

- 시편과 열원을 인접하게 위치시킨 뒤, 열원을 가열시키는 동안 열매체를 시편→열원 방향으로 공급하여 시편의 가열을 방지하고 열원이 충분히 가열된 후 열매체를 열원→시편 방향으로 공급하여 시편 주위의 온도를 빠르게 상승시킬 수 있음
- 열원 인접부에 다공성 금속으로 구성된 열 용량부를 위치시킴으로, 열원을 가열하며 버려지는 열 에너지를 저장하고 이를 다시 시편 가열 과정에서 활용함으로 안정적인 온도환경을 모사할 수 있음

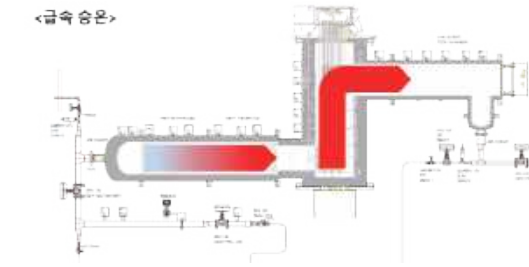
기술의 우수성

- 50→627℃ 40초 이내 모사(시험챔버 크기 : ϕ 0.4m, L 1.1m)

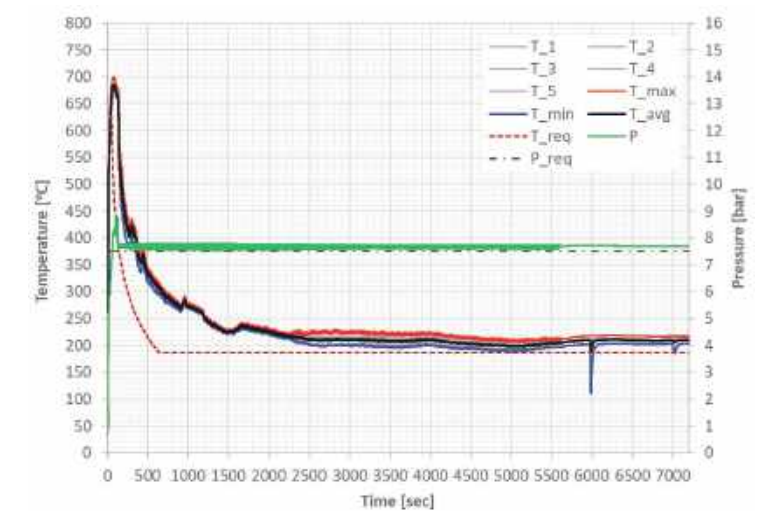
〈예열 및 축열〉



〈급속 가열〉



〈원전 중대사고 환경 모사 시험설비 동작 원리〉



〈원전 중대사고 환경 모사 시험 결과〉

지식재산권 현황

특허

- 원전 사고 모사시스템 및 이를 이용한 원전 사고 모사방법(KR2374418)



원전 설계기준사고 환경모사 기술

연구자. 김상고, 박태국
소속. 원전기기검증연구실 051-310-8151

기술 개요

- 원자력발전소의 다양한 사고 환경에 맞춰 원전기기의 안전성을 검증하는 기술
- LOCA(Loss of Coolant Accident, 냉각재상실사고), MSLB(Main Steam Line Break, 주증기관파단) 및 HELB(High Energy Line Break, 고에너지배관파단) 등은 사고 환경을 모사하는 기술



〈원자력 설계기준사고 환경모사 시험설비〉

고객 · 시장

- 원전 안전등급 기기 제작사, 원전기기 성능검증 기관

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 원자력안전법 15조의 4항에 규정된 법적요건에 따른 검증을 통해 원전기기의 성능 검증 필요
- 원전 설계기준사고 환경모사 기술은 원전 안전등급 기기의 성능을 확인하는 최종 단계의 절차로 원전 안정성을 향상에 직접적으로 기여
- 대다수의 국내 원전 성능검증기관에서 수행이 불가능한 원전 설계기준사고 환경모사 기술임
- 대형 원전기기 대상 국내 유일의 원자력 설계기준사고 환경에서 검증이 가능한 기술임
- 원자력 설계기준사고 환경은 원전기기의 검증 요건에 따른 프로파일이고 시험설비의 챔버 내 고온 · 고압의 변화 하는 환경 조건을 프로파일에 맞게 구현하는 기술임

기술의 차별성

- 시험설비의 챔버 내부는 $\phi 2.4\text{m}$, L2.6m으로 세계 최대 크기로 대형 원전기기의 원전 설계기준사고 환경모사 검증이 가능함
- 원전 설계기준사고 환경모사 최대 설계 조건
 - 초기 급변구간(10초 이내) : 220℃ 이상, 6bar 이상, 상대습도 100%에 도달
 - 고온 안정구간(7000초 동안) : 220℃ 이상, 6bar 이상, 상대습도 100%로 유지
 - 살수 냉각구간 : 검증 프로파일 구현, 살수 유량 최대 7.65m³/h임

기술완성도(TRL)



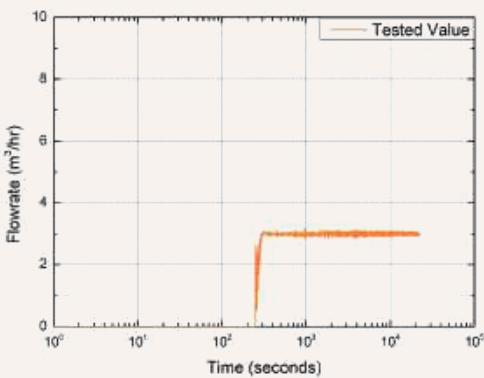
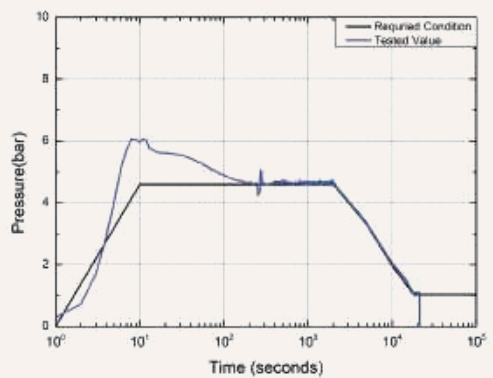
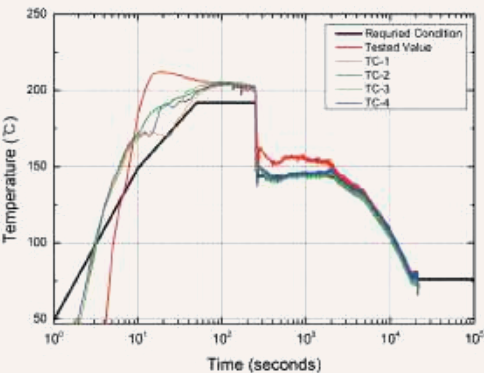
희망 파트너십



기술의 우수성

- LOCA & MSLB 환경 조건 완벽 구현
 - 초기 급변구간(50초 도달, 250초 유지) : 192℃ 이상, 4.6bar 이상, 상대습도 100%
 - 고온 안정구간(2000초 동안) : 144℃ 이상, 4.6bar 이상, 상대습도 100%
 - 살수 냉각구간 : 검증 프로파일 구현, 살수 유량 3.00m³/h

온도 · 압력 구현 조건		
시간(sec)	온도(℃)	압력(bar)
1.0	48.9	0.00
10	148.9	4.60
50	192.0	4.60
250	192.0	4.60
270	144.0	4.60
2,000	144.0	4.60
7,000	128.0	3.30
20,000	105.0	1.97
30,000	76.0	1.04
40,000	76.0	1.04



〈온도 압력 프로파일 조건 및 구현 결과〉

지식재산권 현황

노하우

- 요구되는 원전 설계기준사고 환경조건 완벽 구현
- 원전 설계기준사고 환경모사 시험설비 제어 최적화



328

원전기기

5

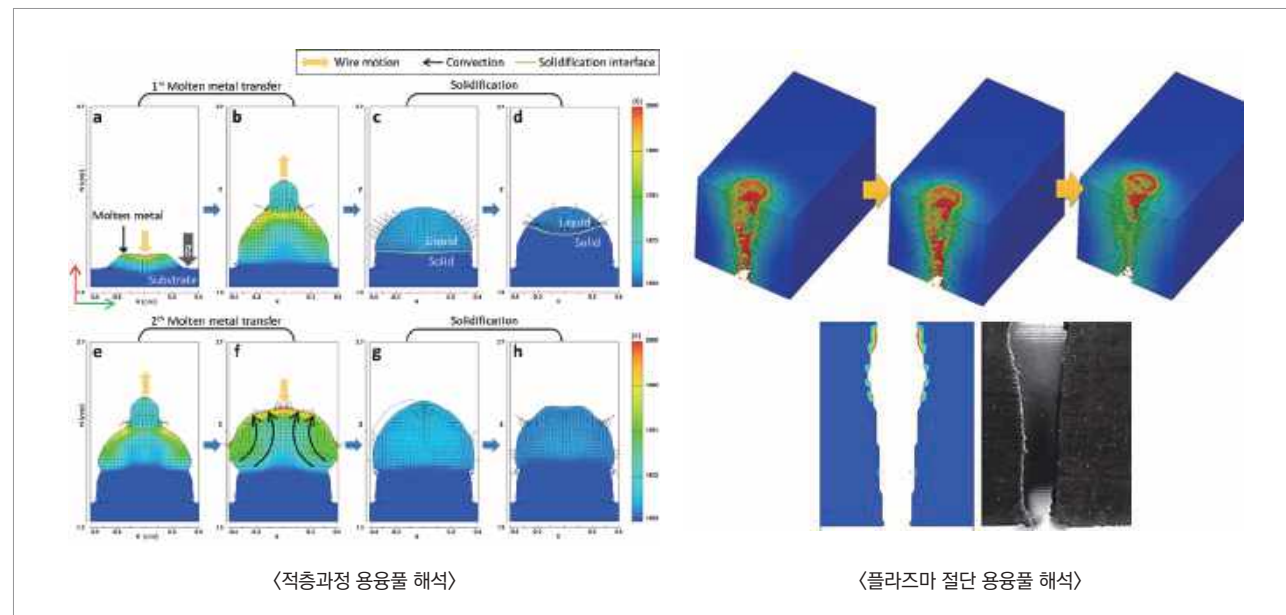
용접, 절단을 위한 3차원 용융풀 과도해석 기술

연구자: 조대원

소속: 원전기기검증연구실 ☎ 051-310-8128

기술 개요

- 재료의 용융과 응고를 모사하는 3차원 용융풀 과도해석 기술
- 절단 및 용접 시 발생하는 결함 및 공정해석 메커니즘 분석을 위한 모델링



고객 · 시장

- 원전기기제작, 원전해체 관련 기자재 담당 업체
- 조선/해양 분야 기자재 관련 업체
- 기타 용접, 절단 관련 기관

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 절단 및 용접에 대한 이해는 해당 업무를 수행하는 작업자의 기량에 의존하여 관리된 경우가 상당수 있으며, 이를 극복하기 위한 공정에 대한 메커니즘의 분석이 부족하였음
- 특히 공정시 발생하는 결함에 대한 이해도를 해결하는데 상당한 비용과 시간이 투자되고 이를 극복하기 위한 수치해석 모델링의 정립이 필요함

기술의 차별성

- 본 기술은 3차원 용융풀 과도해석에 대한 모델링을 수행하고 이를 기반으로 원전해체 및 조선해양 분야의 금속절단, 용접과 관련된 문제를 해결하는데 근본적인 이해를 높이는데 기여하였음
- 특히 금속절단과 관련하여서 공기의 유동, 열원의 형상 등을 고려하여 최초의 모델링을 제시함

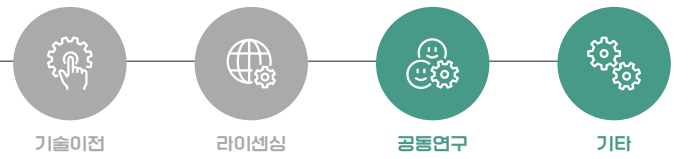
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

329

기술완성도(TRL)

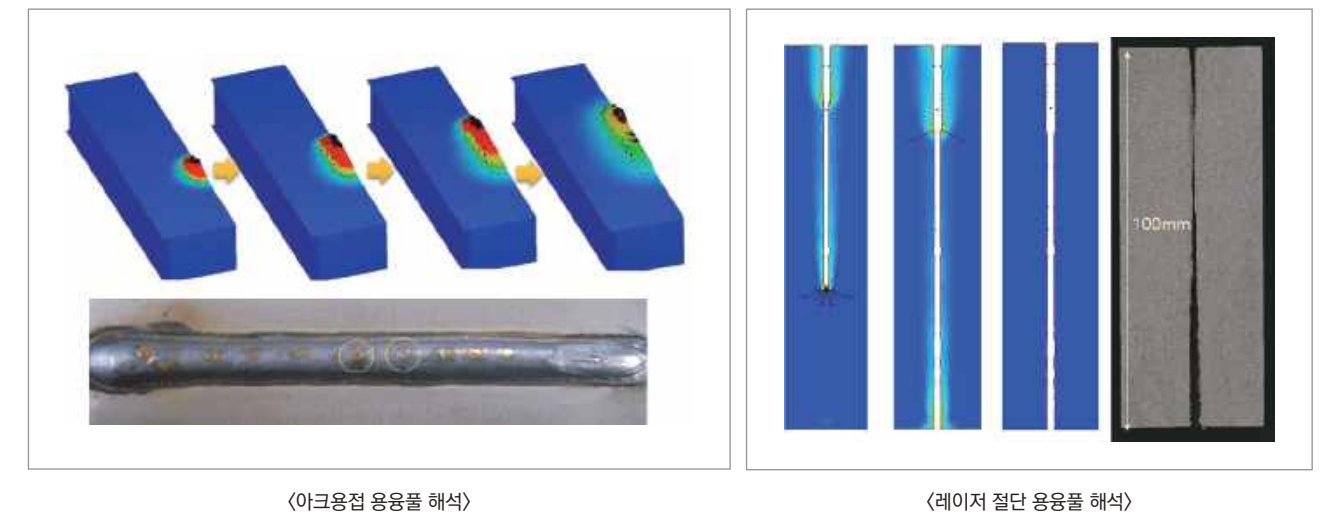


희망 파트너십



기술의 우수성

- 열원, 노즐압력, 아크력, 중력, 표면 장력 등을 고려한 다물리 현상 고려
- 용접, 적층 시 발생하는 결함에 대한 예측 가능
- 열적절단 해석 모델 수립(국내 최초)
- 최대 100mm 금속절단 모델링 적합성 검증



지식재산권 현황

노하우

- 공정조건에 따른 용접, 절단, 적층 용융지 모사 방법

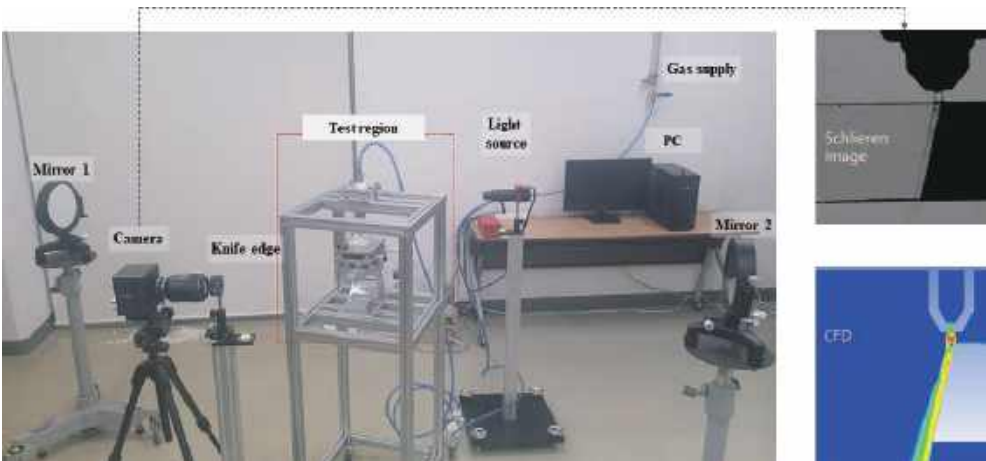


슐리렌을 활용한 절단 노즐 유동가시화 및 CFD 활용 평가기술

연구자: 조대원
소속: 원전기기검증연구실 051-310-8128

기술 개요

- 절단 노즐 및 kerf 내부 가스 유동에 대한 가시화 기술
- CFD를 활용하여 절단 가스 유동에 대한 정량적인 평가기술



〈절단가스 유동가시화 슐리렌 설비, 이미지, CFD해석 결과〉

고객 · 시장

- 용접/절단 관련 기자재 업체
- 원전해체 관련 기자재 담당 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 원전해체 과정에서는 가능한 효율적으로 신속히 절단을 수행하는 것이 중요하며 요소로 절단이 잘 이루어지도록 설계단계에서 최적화하는 과정이 필요함
- 기존 노즐에 대한 절단성능을 평가하는 기술은 실제 절단 실험 데이터에 의존하여 절단가스의 유효성을 점검하는 수준으로 절단 시 발생하는 다물리 현상에 대해 분석하고 메커니즘을 이해하는데 한계가 있음
- 플라즈마 절단 등 열적절단을 활용하는 과정에서는 노즐 디자인의 영향이 매우 중요하며, 이에 대한 정량적인 평가를 수행하여 절단 품질을 향상시킬 필요가 있음

기술의 차별성

- 기존에는 절단 노즐 평가 시 절단체를 대상으로 관찰하지 않고, 대상체가 없이 free flow에서의 분사형태의 노즐 평가 위주로 수행하였음
- 본 기술은 슐리렌 기법을 활용한 절단 노즐에서 분사하는 가스의 절단 kerf 내부의 가스 유동을 관찰하는 방법과 이를 CFD 해석을 통하여 실제 절단 가스 내부의 유속, 밀도 등을 평가하는 방법임

기술완성도(TRL)

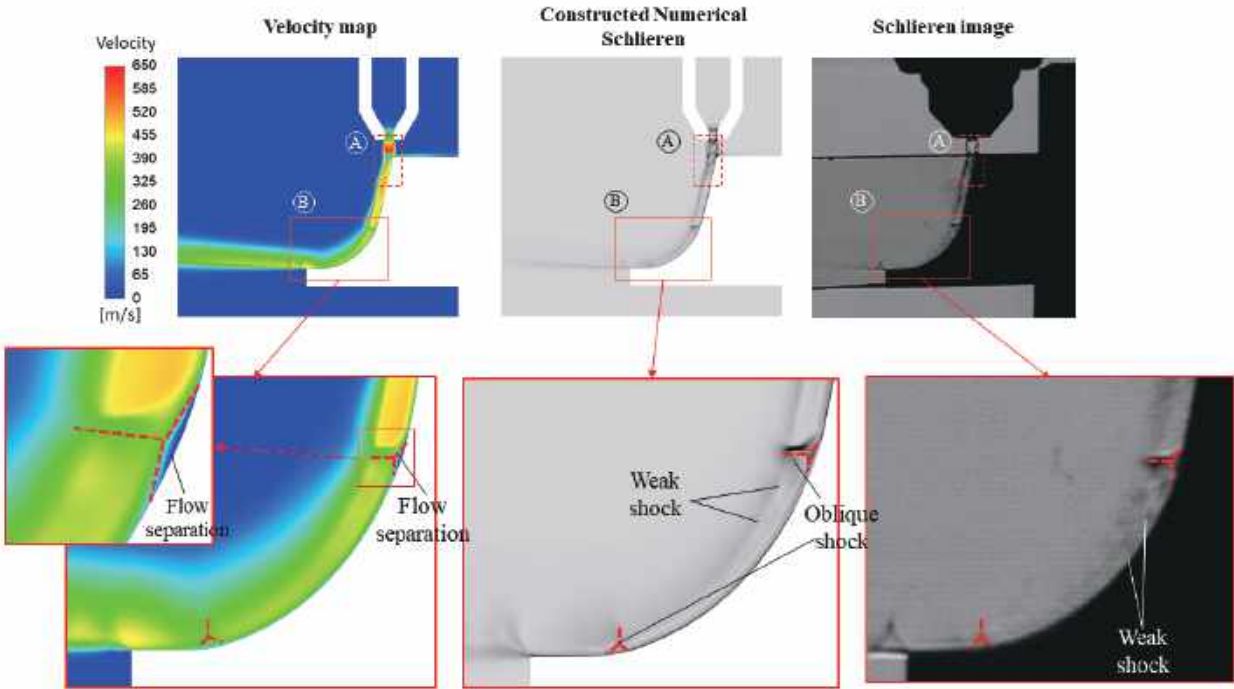


희망 파트너십



기술의 우수성

- 특히 절단이 잘 이루어지지 않는 불규칙한 지점에서 발생하는 박리 현상 등 실제 절단 시 문제가 되는 원인에 대한 메커니즘 규명이 가능하여 절단공정 최적화에 feedback이 가능하며, 노즐에 따른 절단 kerf 내부 유동이 관찰하기 용이하며, 실제 절단 가스의 속도를 계산할 수 있음



〈슐리렌 및 CFD 해석을 통한 세부 유동분석〉

지식재산권 현황

특허

- 절단부의 가스유동 모니터링 시스템 및 이를 이용한 가스유동 모니터링 방법(KR2023-0119368)

노하우

- 슐리렌을 활용한 절단가스 kerf 내부 형상화를 위한 제작방법
- 초음속 유동 관련 CFD 해석에 대한 모델링
- 영상처리를 활용한 유동 분석 방법

END-ITEM.

13

의료기기
MEDICAL DEVICE



CONTENTS

3차원 맥박패턴 측정 시스템	334
고품질 오가노이드 선별을 위한 pick & place 장비	336
3D 바이오 프린팅 시스템 기술	338
PDO(Polydioxanone) 치과용 멤브레인	340
양산형 플라스틱 미세유체 칩 설계 및 제조 기술	342
현장진단형 분자진단 기기	344
바이오 생체신호 감지센서 및 제어기술	346
만성호흡기 질환 호기진단/치료/재활 복합 건강관리 시스템 기술	348
홈트레이닝 & 체육시설 스마트 운동기기와 운동관리 플랫폼	350
신경인터페이스	352



334

의료기기 ①

3차원 맥박패턴 측정 시스템

연구자. 오선종, 이보연
소속. 바이오기계연구실 ① 042-868-7249

기술 개요

- 비침습적인 방식으로 혈관의 탄성도 또는 맥파 속도를 측정할 수 있는 모듈 및 시스템 기술



고객 · 시장

- 헬스/혈관 모니터링 관련 시장
- 다양한 환경(수중, 고온 등) 물체 경직도(stiffness) 또는 모듈러스(modulus) 측정 장비

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 나이가 들어감에 따른 노화, 당뇨, 심혈관 질환 등에 의한 질병, 흡연, 비만 등의 이유로 동맥(혈관)의 탄력조직(elastin)의 감소 또는 파괴가 발생하는 것으로 보고되고 있으며, 이에 따라 동맥의 경직도(stiffness)가 상승하게 되어 맥파전달 속도가 증가하게 됨
- 맥파전달 속도가 증가하면, 반사파의 속도 증가로 진행파와 겹쳐서 나타나게 되어 심장의 수축기 때 혈압이 상승하고 이로 인해 심혈관, 뇌혈관, 관상동맥, 말초혈관에 영향을 주어 혈관건강 문제가 발생
- 종래 혈관건강을 측정하는 방법으로 Oscillometric 방식이 가장 보편화되었지만, 최고/저 혈압 정보만을 얻을 수 있음
- 광혈류측정(Photoplethymography) 방식은 가격 및 신체특정부위에 쉽게 부착하여 측정할 수 있으나, 측정되는 주변 환경의 영향을 받음
- 또한 초음파(Ultrasonic)의 경우 혈류속도 및 혈관 두께 등을 측정할 수 있으나, 소형화, 장치가격 및 특정 유저만 사용할 수 있다는 단점 존재

기술의 차별성

- 종래의 다양한 혈관건강 측정 방법으로는 확인할 수 없는 혈관의 탄성도를 직접적으로 측정 가능하며, 두 개 이상의 어레이 장치를 이용하여 맥파전달 속도로부터 혈관나이를 측정할 수 있음

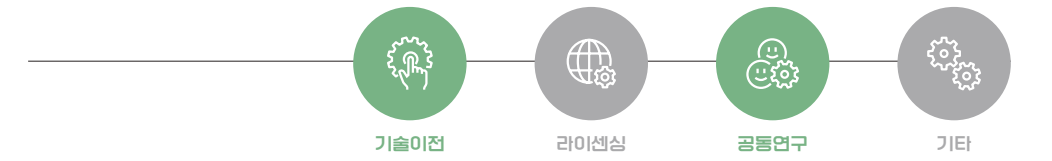
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

335

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 단일 또는 다수의 압력센서를 이용하여 인가압력(정적압력)에 따라 맥박패턴(동적압력)을 측정할 수 있는 공압형 센싱 모듈 개발
- 요골동맥 또는 경동맥에 직접 접촉하여 측정할 수 있는 펜슬형 맥박 측정 장치(시작품 제작)
- 측정하고자 하는 피부에 접촉하여 인가되는 압력 또는 거리를 제어하면서 측정할 수 있는 수직구동 모터 및 컨트롤러(측정 정확성 향상)
- 실시간으로 측정부위에 인가한 압력과 이때 측정된 맥박패턴을 동시에 측정할 수 있는 3차원 맥박패턴 측정 장치

Edwards life sciences(社)
맥박측정 모니터링 시스템



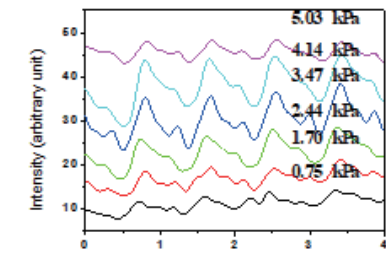
맥박측정시스템 동시 측정(영상)



KIMM
펜슬형 맥박패턴 측정 시스템



〈맥박 측정 시스템 상용제품과 KIMM 제작제품 비교 사진〉



〈인가압력에 따른 맥박패턴 측정 결과〉

지식재산권 현황

특허

- 3차원 맥박패턴 측정 장치, 3차원 맥박패턴 측정 시스템 및 3차원 맥박패턴 측정 방법(KR2021-0186615)
- 맥파측정기(디자인, 30-1183289)

노하우

- 미세 압력측정 센서 제작 기술
- 다양한 환경(수중, 고온 등) 물체 경직도(stiffness) 또는 모듈러스(modulus) 측정 기술

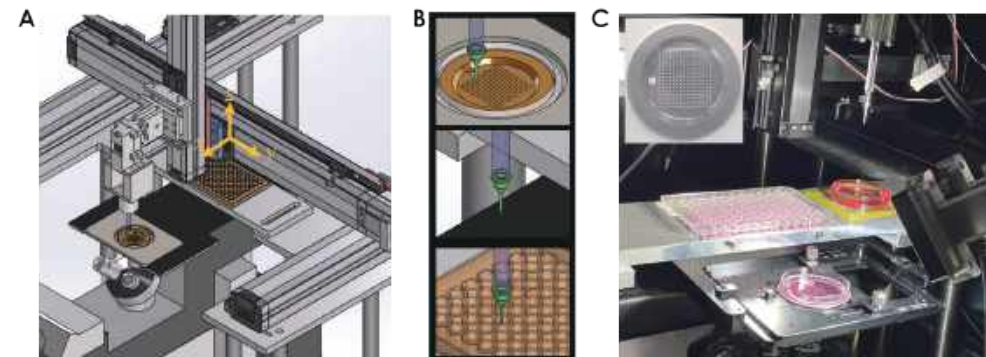


고품질 오가노이드 선별을 위한 pick & place 장비

연구자: 이덕규, 이보연, 이준희
소속: 바이오기계연구실 ☎ 042-868-7587

기술 개요

- 균일 분화도 및 일정 크기의 균질 오가노이드를 선별할 수 있는 pick & place 장비



〈고품질 오가노이드 선별을 위한 pick & place 장비〉

고객 · 시장

- 고품질 오가노이드 재생치료제 개발 분야, 오가노이드 품질 평가 분야, 신규 치료제 개발을 위한 비임상 시험 분야 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- (문제점) 현재 작업자의 수작업에 의존하는 오가노이드 배양 방식에서 오는 생산성 및 균일성, 재현성 등의 문제 발생
- (필요성) 오가노이드 제조 및 품질 관리 시 발생할 수 있는 인적 에러(human error)를 최소화하고 작업자의 숙련도에 의존하지 않는 높은 재현성과 균일한 품질의 오가노이드를 신속하게 선별할 수 있는 오가노이드 선별 자동화 시스템 필요

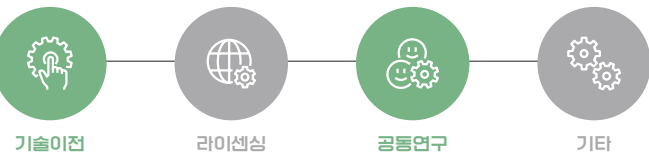
기술의 차별성

- 다양한 크기 범위의 오가노이드를 picking & placing 할 수 있는 디스펜서 탑재
- 다양한 선별 조건 선택 가능(예 : 직경, 면적, 원형도, RGB 색상 등)
- 항온 기능 탑재

기술완성도(TRL)

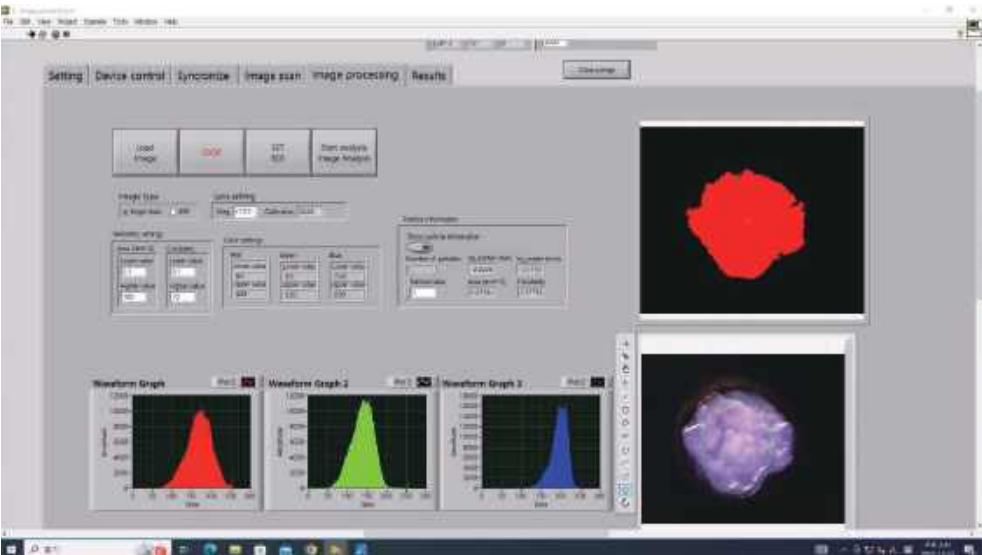


희망 파트너십



기술의 우수성

- 직경 500 μ m ~ 2mm의 다양한 크기 범위의 오가노이드를 picking & placing 가능
- 자체 개발된 정밀 디스펜서(디스펜싱 최소 부피 : 200nL, 정밀도 : 13nL) 및 정밀 스테이지(위치 정밀도 : $\pm 5\mu$ m)를 이용한 정밀 선별 가능
- 기존 선별 장치 대비 2배 이상의 선별 속도(선별 속도 : 기존 3개/min, 개발 장비 8개/min)



〈이미지 분석 소프트웨어 : (좌) 선별하고자 하는 오가노이드의 직경, 면적, 원형도, RGB 생상 입력 가능
(우) Bright field, GFP 이미지 분석 결과〉

지식재산권 현황

특허

- 입자 이송 펜, 이를 포함하는 입자 선별 장치, 및 입자 선별 방법(KR2642505)

노하우

- 오가노이드 분석 소프트웨어 제작 기술
- 고정밀 디스펜서 설계/제작 기술



3D 바이오 프린팅 시스템 기술

연구자. 이준희

소속. 바이오기계연구실 042-868-7937

기술 개요

- 3D 프린팅 시스템(3D 프린터)는 다양한 방법을 이용하여 재료를 한 층씩 적층(Layer_by_Layer)하여 제품을 제작하는 장비임. 다양한 형태의 3D 제품의 제조가 가능하고, 제품을 제조할 때 낭비되는 자원이 없으며, 사용하는 재료에 따라 다양한 분야에 적용이 가능하다는 장점을 가지고 있음
- 3D 바이오 프린팅 시스템(3D 바이오 프린터)는 생체재료나 세포 등을 재료로 사용하여 입체적인 구조의 조직(Tissue) 및 장기(Organ) 등을 제작하는 장비임
- 의학의 발달과 생활수준의 개선으로 인한 고령화 사회에서 인공장기에 대한 수요가 급격히 증가하고 있지만, 신체 장기의 공급이 턱 없이 부족한 현실이므로, 3D 바이오 프린팅 기술을 이용한다면, 이러한 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대됨



Description	Capacity
Working Area (mm)	100X100X100
Resolution (um)	1
Position Accuracy (um)	< 10
Velocity (mm/s)	< 30
Polymer Disp. Temp. (°C)	< 300
Hydrogel Disp. Temp. (°C)	4 ~ 60
Base Temp. (°C)	< 100
Polymer Head	Air
Hydrogel Head (Cell)	Air + Screw
Needle Dia. (mm)	0.1 ~ 0.5
Head Num.	1 ~ 4

〈3D 바이오 프린팅 시스템(좌), 프린팅 시스템 스펙(우)〉

고객 · 시장

- 병원, 의사 등 의료업계 종사자
- 인공 조직/장기 시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 생명과학 · 의학 · 공학의 기본개념과 기술을 바탕으로 생체조직의 대용품을 만들어 이식함으로써 생체 기능의 유지 · 향상 · 복원을 가능하게 하는 조직공학 분야에서 인공장기에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음
- 이와 같은 인공조직 또는 장기를 만들기 위해 줄기세포를 이용하는 시도가 진행되고 있으나 줄기세포는 분화 과정에 대한 통제가 쉽지 않은 문제점을 가지고 있음
- 이와 같은 단점을 극복하기 위해 3D 바이오 프린팅 기술을 이용하여 생체재료와 세포 등을 직접 프린팅하여 인공 조직 및 장기를 제작하는 기술이 필요함

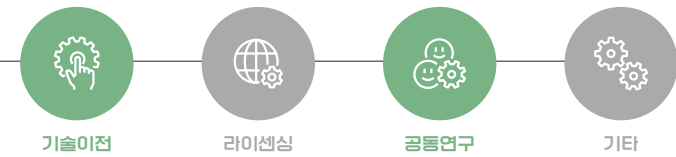
기술의 차별성

- 의료영상을 기반으로 인공 조직/장기용 스캐폴드 제작 가능
- 다양한 생체재료 프린팅 가능(생분해 고분자, 하이드로젤 등)
- 3D 세포 프린팅 가능(인공 장기/조직 제작)
- 다축 프린팅 헤드 장착을 통해 다양한 재료를 동시에 프린팅 가능
- 최소 직경 1mm인 도관 형상의 스캐폴드 및 조직 프린팅 가능
- 최소 선폭 100um 프린팅 가능

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



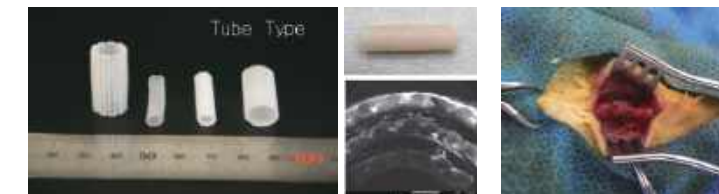
기술의 우수성

- 의료 영상을 기반으로 다양한 형상의 스캐폴드 및 인공 조직 제작 가능



〈의료영상(CT) 기반 환부 측정(좌), 의료 영상 기반 연골 스캐폴드(중), 의료 영상 기반 뼈 스캐폴드(우)〉

- 도관형 스캐폴드 및 인공 조직 제작 가능



〈도관형 스캐폴드(좌), 도관형 스캐폴드를 이용하여 제작한 인공 기도 및 동물 실험(우)〉

- 손상된 환부를 스캐닝하고 그 환부에 직접 세포를 프린팅하여 손상된 조직 재생 가능



〈돼지 피부 재생 실험 : 환부 스캐닝(좌), 환부 직접 프린팅(중), 손상된 조직 복구(우)〉

지식재산권 현황

특허

- 도관형 스캐폴드 제조 장치 및 이를 이용하여 제조된 스캐폴드(US9730817)
- 복합 스캐폴드 제조 방법 및 이를 이용하여 제조된 복합 스캐폴드(US9821500)
- 3차원 조직 재생물 제조 장치(KR0916633)
- 3차원 세포 배양 지지체 제작용 세포 플로팅 장치(KR1110797)
- 인공 혈관 및 그 제조 방법(KR1855806)
- 생체조직 제조방법 및 이에 의해 제조된 생체조직(KR2097784) 외 특허 12건 보유

노하우

- 바이오 프린팅 재료 및 조건 등 공정 변수(온도, 속도, 압력 등)



340

의료기기

4

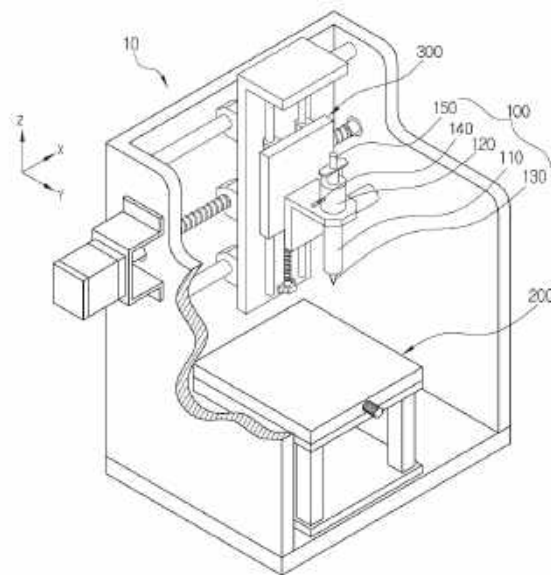
PDO(Polydioxanone) 치과용 멤브레인

연구자: 박수아

소속: 나노리소그래피연구센터 ☎ 042-868-7969

기술 개요

- 바이오프로팅 장치를 이용한 다공성이 막 형태로 제조된 치과용 멤브레인
- 골 재생을 향상시킬 수 있는 기능성을 가지는 치과용 멤브레인



고객 · 시장

- 맞춤형 의료 인공지지체 제품화를 위한 시장 관련 병원 및 기업
- 생분해성 인공지지체의 공동 연구 목적을 위한 연구원 및 학교

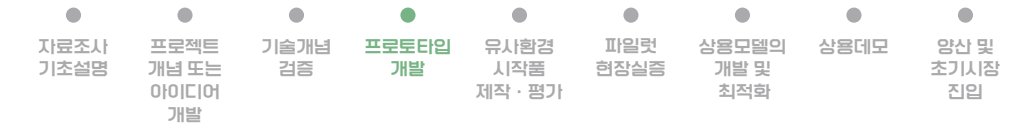
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 인체 결손부위의 복원을 위한 인공지지체인 3차원 스캐폴드의 제작 방법임
- 생체조직공학용 3차원 스캐폴드 또는 인공지지체를 제작함에 있어 적절한 강도와 생분해성 및 무독성 등을 갖는 지지체 제작 방식은 여러 가지가 있으나 아직 정형화, 표준화된 방식이 없으며, 이는 제품 산업화(품목 인허가 등)에 실질적인 장애 요인임
- 생체적합성이 우수하며 독성이 없어야 함
- 기계적/물리적 특성 및 성형가공성이 사용 목적 및 용도에 맞게 따로 요구되어짐
- 정교한 3차원 형상을 가지는 재현성과 다공성, 생분해성이 요구되어짐

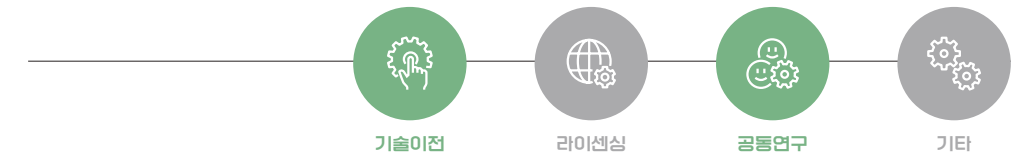
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

341

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

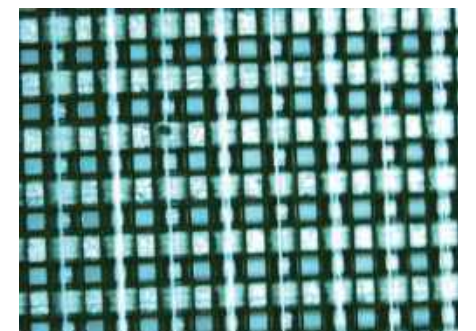


기술의 차별성

- 스캐폴드의 구조적 특성(pore size, porosity), 재료적 특성(biocompatibility, degradation), 기계적 특성 (mechanical property)을 사용자의 편의에 맞게 조절이 가능함
- 바이오프로팅 장치를 이용하므로 제조 방법이 간편하고, 다양한 크기 및 형태로 제조가 가능함
- 적용 부위에 따라 강도를 유지해야 하는 부위는 두께를 더 두껍게 만든다거나, 공극 사이즈를 조절하여 제조하는 것이 용이함
- 바이오프로팅 시스템 장비는 정해진 재료를 이용하여 다양한 조건으로 여러 종류의 인공지지체를 제작할 수 있다는 장점을 가지며, 쉽게 재현이 가능함
- PCL 뿐만 아니라 다양한 조합을 통해 여러 생체재료를 이용한 인공 지지체(PCL/HA, PCL/TCP)의 제작이 가능함

기술의 우수성

- 골이식재가 채워진 잇몸 표면을 덮은 다음, 흡수 및 분해 되기까지 2~3개월 정도의 시간이 걸리기 때문에 골이식 재가 필요한 형태를 유지하고, 손상부위가 아물 때까지 외부환경으로부터 차단하되, 적절한 시기에 흡수 및 분해 될 수 있어 시술 효과를 향상시키고, 사용자의 만족도를 높일 수 있음
- 바이오프로팅 장치의 이송단계 및 분사단계를 조절하여 다층으로 다공성의 막 형태로 형성하는 치과용 멤브레 인에 관한 기술을 구현함



〈치과용 멤브레인〉

지식재산권 현황

특허

- 치과용 멤브레인(KR1352366)
- 인공눈물관의 미끄럼방지부 성형장치 및 이를 이용한 인공눈물관 제조 방법(KR1368850)
- 하이드로젤프러팅 장치(KR13062664)
- 세포배양 지지체의 제조방법(KR1270143, US9126366, SP201104380-9)
- 뼈-연골 재생용 하이브리드 지지체의 제조방법(KR1284080)
- 3차원 조직재생물 제조장치(KR1271238)
- 3차원 세포 배양체 제조장치(KR1185506)
- 세포배양지지체 제조장치 및 제조방법(KR1153728)



양산형 플라스틱 미세유체 칩 설계 및 제조 기술

연구자: 유영은

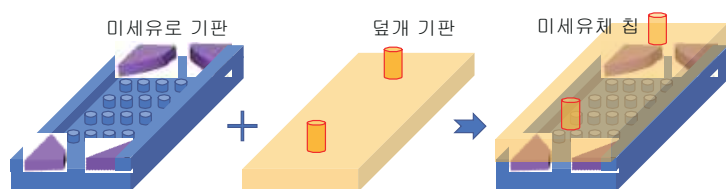
소속: 나노리소그래피연구센터 ☎ 042-868-7883

기술 개요

- 수십 나노미터에서 수백 마이크로미터 크기의 미세 유로나 구조가 적용되어 미량의 유체에 대해서도 정밀한 혼합, 반응, 분리 등이 가능하여 정확한 진단이나 나노마이크로 크기의 입자를 균일하게 합성 제조할 수 있는 플라스틱 미세유체 칩 설계 및 이의 양산을 위한 제조 기술
- 미세유체 칩에서의 유량, 서로 다른 용액의 유동 순서나 혼합 등을 제어할 수 있는 미세유로 회로 설계 기술
- 플라스틱 미세유체 칩의 양산을 위한 정밀 사출성형 기술 및 미세유로 형상을 정밀하게 유지하며 용액의 누출을 방지할 수 있는 밀폐(sealing) 구조 및 공정 기술



〈미세유체 칩〉



〈미세유체 칩 기본 구조〉

고객 · 시장

- 진단 및 의료기기 분야
- 바이오 제약 분야
- 기능성 확장품 및 식품 분야

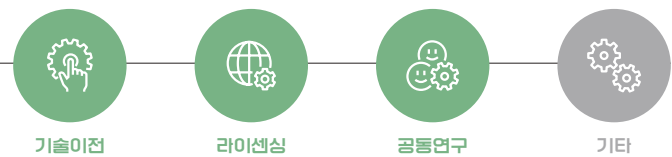
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 미량의 시료를 이용한 질병 진단이나 분석의 실용화를 위해서는 다종의 용액 혼합, 정제, 농축, 세정 등 여러 단계로 구성되는 프로토콜을 하나의 미세유체 칩에서 구현이 가능한 미세유동 제어 기술이 필수적임
- 또한, 미량의 용액에 대해서도 정밀한 제어가 가능하나 처리속도(Through-put)가 낮은 한계를 극복할 수 있는 미세유로 설계 기술이 요구됨
- 미세유체 칩 연구를 위하여 일반적으로 적용되는 PDMS(Poly dimethylsiloxane) 캐스팅 혹은 실리콘 웨이퍼나 유리 가공에 의한 미세유체 칩 제조기술은 매우 낮은 생산성으로 인하여 양산화가 매우 어려움
- 따라서, 미세유로 설계 기술과 더불어 미세유체 칩의 양산형 제조 기술은 실용화를 위한 핵심 기술로서 플라스틱 소재를 이용하여 나노마이크로 구조를 정밀하게 구현할 수 있는 고생산성의 사출성형 공정 및 이를 위한 금형 기술이 필요함
- 또한 일반적인 플라스틱 제품에 대한 용착, 접착 혹은 기계적 체결 방법은 미세유로 크기나 형상을 정밀하게 유지하며 용액 누출이 없도록 밀폐(sealing)하는 것이 매우 어려워, 정밀하고 안정적인 밀폐 기술은 플라스틱 미세유체 칩의 실용화를 위한 핵심 기술임

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

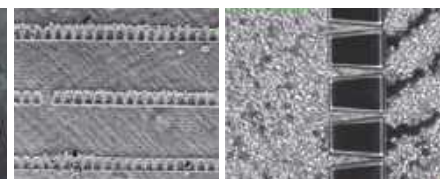
- 여러 용액이 적용되는 여러 단계로 구성되는 진단/분석 프로토콜을 하나의 미세유체 칩에서 미세유로에 대한 능동적인 밸브 및 다수의 펌프 없이 구현 가능
- 미세유체 칩의 낮은 처리속도 문제를 극복하여 수십배 ~ 수백배 처리속도를 향상시킬 수 있는 고유량 미세유체 칩 기술
- 플라스틱 소재를 이용하여 수십 나노미터 ~ 수백 마이크로미터 크기의 미세유로 구조를 정밀하게 성형할 수 있는 사출성형 금형 및 공정 기술
- 플라스틱 소재로 성형된 미세유로 기판을 덮개 기판 혹은 필름으로 덮어 미세유로의 변형 없이 정밀하게 밀폐할 수 있는 무용착/무접착의 비영구적 개폐형 밀폐 기술, 미세유로 초음파 용착 기술, UV 접착제 적용 밀폐 기술 등 미세유체 칩의 사용 및 제작 조건에 따라 최적 밀폐 기술 적용이 가능하도록 밀폐 기술 포트폴리오 구축

기술의 우수성

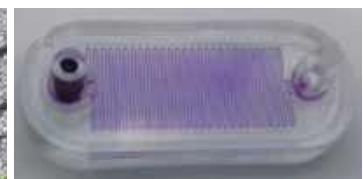
- 수백 나노미터에서 수십 마이크로 크기의 미세유로가 고밀도로 적용된 고유량 미세유체 칩 설계 기술과 함께 이를 구현할 수 있는 금형, 사출성형 및 미세유로 밀폐 기술로 구성되는 양산형 제조 기술 개발을 통하여 미세유체 칩의 실용화를 위한 전주기적 솔루션 확보
- 미세유체 칩의 사용 과정 및 사용 전 · 후에 개폐 혹은 밀폐도 조절이 가능한 세계 유일의 비영구적 개폐형 밀폐 기술로서 열 및 화학적 물질에 취약한 바이오 물질이 적용되는 미세유체 칩에 매우 적합한 기술임
- 수십 마이크로미터 ~ 수백마이크로미터 크기의 미세유로에 대하여 초음파 용착 및 UV 접착제에 의한 접합을 위한 미세유체 칩 구조 및 사이클타임 30초 이내의 용착 · 접착 공정 기술
- 수십 나노미터 ~ 수백마이크로미터 크기의 구조가 복합적으로 적용된 미세유체 칩 성형을 위한 고내구성의 금형 가공 및 구조 기술 개발을 통하여 양산화 기술 확보



〈플라스틱 고유량
미세유로 기판〉



〈개폐형 밀폐 기반 5 μ m 유로 적용 미세유체 칩
(세포 여과 및 유동)〉



〈초음파 용착
플라스틱 미세유체 칩〉

지식재산권 현황

특허	노하우
<ul style="list-style-type: none">마이크로 채널 소자 및 마이크로 채널 소자의 제작방법 (KR1392426, US10987854, EP3020683)고속처리 미세유체소자(KR11711792)국부 가압형 미세채널소자(KR1914395)	<ul style="list-style-type: none">나노마이크로 구조 스템퍼 금형미세유체 칩 초음파 용착 기술미세유체 칩 UV 접착제 적용 접합 기술



344

의료기기
6

현장진단형 분자진단 기기

연구자: 권오원

소속: 대구융합기술연구센터 ☎ 053-670-9001

기술 개요

- 전문분야에 의한 감염성 질환(코로나, 약제내성, 동식물 질환 및 검역) 등 신속 현장진단이 가능한 일체형 분자진단 카트리지가 및 분석 장비 관련 기술임



〈전자동 분자진단장비 프로토타입〉



〈일체형 분자진단 카트리지 프로토타입〉

고객 · 시장

- 신속현장진단용 체외진단 및 분자진단 시약 및 장비 시장
- 의료용 감염병 조기진단기기 제작업체
- 동식물 질환 조기진단 및 검역 관련 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 코로나바이러스 등과 같은 보다 신속한 진단이 요구되는 경우가 늘어나고 있으며, 질환예방 목적의 유전자 검사 수요가 증가함
- 바이러스 등의 측정을 위한 분자진단 검사는 대부분 PCR법 또는 등온증폭 후 전기영동 등의 2차 작업과 연계되어 작업시간 및 작업효율이 경제적이지 못함
- 시료 전처리 공정을 수행하기 위해 시료와 시약의 혼합과정, 잔여물 처리과정 등을 거치는 데 많은 시간이 소모되며, 기존의 장치는 복잡한 구조로 제작되어 제작 원가 및 소모품의 비용이 높고, 대량의 시료를 한꺼번에 처리하면서 시료가 오염될 수 있음
- 코로나 팬데믹을 지나면서, 전통적인 PCR 검사법에서 실시간 PCR법을 기반으로 한 시스템 보급이 확대되고 있으나, 여전히 보다 사용이 간편하고 전자동화된 현장형 분자진단시스템이 요구됨

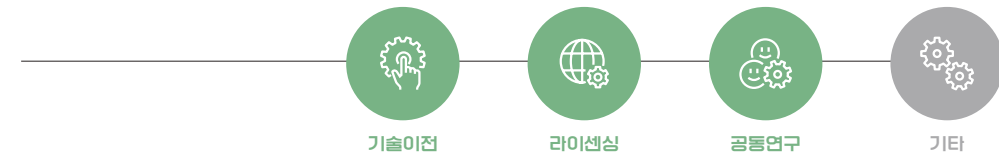
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

345

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 차별성

- 기계적으로 단순하면서도 효과적으로 시료를 전처리함
- 핵산추출, 증폭 및 검출공정 등 전공정의 자동화를 이룸
- 핵산추출이 용이함(추출10분 내외 포함 전체 검사소요시간 60분 내외)
- 시료와 혼합되는 모든 반응시약들을 각각 탑재한 복수의 챔버로 일체형 카트리지가 구성됨
- 전처리 공정 순서에 따라 각각의 시약 챔버에서 순차적으로 시료 전처리 과정이 수행되고, 전체 구동 메커니즘이 집약된 카트리지로 인해 전처리 시스템의 구동을 단순화할 수 있음
- 시료에서 추출된 핵산(nucleic acids)이 카트리지 내부의 반응챔버로 유입되어 추출부터 핵산 증폭, 검출 및 분석의 전체 프로세스를 위한 일체형 카트리지 구현
- 의료용뿐 아니라 동식물 감염성 질환 조기진단 및 검역용 현장검사 등 현장상황별선택구성 맞춤형 가능 (Desktop, Handheld)

기술의 우수성

- 프로토타입 공정도

공정순서	부품/공정도	부가설명
(1) 핵산추출	일회용 카트리지 및 체결부 설계 수정 카트리지 구동모듈 최적화	핵산증폭검출시간(10분 내외) *검사대상 및 항목에 따라 차이가 발생 가능
(2) 핵산증폭	정밀 온도제어(가열/냉각) 모듈 프로토타입 수정	핵산증폭검출시간(40분 내외) *검사대상 및 항목에 따라 차이가 발생 가능
(3) 핵산검출		
(4) 진단분석	핵산 추출, 증폭, 검출 일체형 시스템 통합 및 제어, 분석평가	목표 검사소요시간(50분 내외)

- 기관 자체 연구사업 및 정부수탁과제를 통해 일체형 카트리지 및 검출 프로토타입(핵산증폭부, 형광분석부)의 성능검증을 완료함(공인인증기관 검증)
- 다채널 광학 모듈 최적화를 통한 멀티플렉싱용 분자진단 플랫폼을 완성함

특허

- 시료 전처리 장치(KR1244467)
- 핵산 자동 분석 장치(KR1481054, US8759079, CN201110428842.3)
- 시료전처리 및 취합된 핵산 분석용 카트리지(KR1703992)
- 현장 진단용 저전력 일체형 분자진단 카트리지(KR2182376)

노하우

- 체외진단 자동화 장비 설계 및 제작기술
- 시료전처리 설계 및 제작기술
- 미세유체 제어기술

지식재산권 현황



바이오 생체신호 감지센서 및 제어기술

연구자: 이강호
소속: 의료기계연구실 ☎ 053-670-9027

기술 개요

- 바이오(DNA, 단백질, 세포 등) 반응 및 환자 생체신호를 감지하여 질병을 진단하고 건강을 모니터링할 수 있는 전자전기기계적 센서 및 제어기술 개발



고객 · 시장

- 의료 · 바이오 분야에서 센서 및 측정기 관련업체
- 웨어러블 기기 관련 시장
- 시니어 및 환자 케어 제품 업체
- 의료 건강보조기기 관련업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 이온 농도 측정 시, 전기화학반응 전압을 취득하는 과정에서 발생하는 오프셋 현상으로 인해 검출 및 동적영역의 한계 발생
- 기존의 웨어러블 기기는 탈부착의 번거로움이 있으며 세탁의 어려움 존재
- 피부와 맞닿는 신체 보조기기 제품의 경우 제대로 압력분산이 되지 않아 압박으로 인한 피부질환이 발생

기술의 차별성

- 이온 농도 측정 시, 반응부와 변환/판독부를 분리하여 일회용 측정이 가능한 측정플랫폼 구조
- 차동신호 검출 시 오프셋을 자동 보상하여 정확도 향상 및 동적영역의 증가
- 생체 신호 획득 시 단추형태 센서구조를 제작하여 세탁 내구성의 향상
- 실시간으로 체압력을 모니터링한 후 에어 엑츄에이팅 제어를 통한 압력분산 및 이를 통한 피부질환 예방

기술의 우수성

- 오프셋을 자동 보상하는 피드백 구조를 이용하여 검출가능한 동적영역 개선 달성
- DNA 중합효소연쇄반응 실험(polymerase chain reaction, PCR)에서 농도별 검출이 가능함을 최초 소형모듈에서 보임
- 발목 절단환자용 의족 소켓에 체압력 감지 기술을 적용하여 보행 시 압력을 분산시키고 통증을 완화
- 실시간으로 감지되는 압력 데이터를 무선으로 전송하여 스마트폰 앱으로 시각화

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성



지식재산권 현황

특허

- 이온 농도 검출 방법 및 장치(KR1729685, US10,036,722)
- 오프셋 보상이 가능한 차동증폭기 및 이의 구동방법(KR2068145)
- 단추형 전자직물용 소자(KR1864244)
- 전자직물용 모듈형 단추소자(KR1864246)
- 저항성 센싱유닛 및 이를 포함하는 에어매트(KR2097417)
- 의지 시스템 및 이의 제어방법(KR2022-0147876)

노하우

- 아날로그 회로 설계 및 H/W 모듈제작 기술
- 실시간 피드백 제어기술
- 현장 진단형 소형화 제작 기술
- 실시간 건강 및 생체정보 전달용 스마트폰 앱 기술



348

의료기기

8

만성호흡기 질환 호기진단/치료/재활 복합 건강관리 시스템 기술

연구자: 이동규

소속: 의료기계연구실 ☎ 053-670-9110

기술 개요

- 스마트 폐기능 검사를 위한 소형 디바이스 기술, 호흡기치료를 위한 광, 네뷸라이저, 진공흡입 모듈 치료 장치 기술과 자동부하기반 호흡훈련장치 등 만성호흡기 질환을 진단/치료/재활할 수 있는 복합 다기능 건강관리 시스템 기술
- 최고호기속도와 호흡기체에 포함된 바이오가스의 농도를 동시에 분석하여 천식 및 만성폐쇄성폐질환(COPD)과 같은 만성 호흡기 질환을 모니터링할 수 있는 단일 호흡기체 분석 장치



〈호기 속도/가스복합분석장치〉

〈호흡기 치료 장치〉

〈스마트 폐기능 검사/호흡 훈련 재활 장치〉

고객 · 시장

- 바이오 진단기기/ 체외진단 기기 업체
- 의료기기 제작/판매 업체
- 센서 제작 업체
- 환경모니터링, 바이오 응용업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 최근 의료기기는 진단/치료/재활 등 복합 장치에 대한 수요가 많으며, 만성질환의 건강관리를 위한 다목적 복합 시스템이 필요함
- 진단장치의 경우 민감도 및 측정범위의 차이로 인하여 압력센서를 통해 정확한 스마트 폐기능 검사장치를 구현하기 어려움
- 치료장치의 경우 다양한 치료방법이 있지만 고가이며 각각의 독립적인 치료기만 존재하여 치료효율을 높이고 다양한 치료방법을 구현할 수 있는 치료장치가 필요하며, 재활치료기의 경우 환자에 따라 필요 압력부하 범위가 달라 압력부하의 조절이 어려운 문제가 있음
- 모든 장치가 독립적으로 존재하므로 의료행위에 대한 데이터 수집 및 관리가 통합되지 않고 있어, 치료 및 재활 훈련 장치를 사용한 후 치료 및 재활 효과를 분석하기 위한 진단기의 복합 구성 필요

기술의 차별성

- 만성질환의 건강관리를 위한 진단/치료/재활 등 다목적 복합 시스템으로 구성 가능
- 진단장치의 경우 단일 혹은 2개의 압력센서를 통해 정확한 스마트 폐기능 검사장치 구현
- 부가적 부품 없이 최고속도, 호흡량, 호기가스 분석이 가능한 구조, 저가의 환경센서를 의료기기에 적용해 저가의 현장형 만성호흡기 질환 호흡기체분석 시스템 구현
- 다중센서를 이용하여 환경인자와 혼합가스인자를 동시에 보정하는 복합 보정 알고리즘 적용
- 치료장치는 다양한 치료방법을 효율적으로 적용하기 위해 모듈형 또는 통합형으로 구현 가능하며, 재활치료기는 자동으로 압력부하를 조절할 수 있도록 모듈화 및 통합시스템화 가능
- 복합 다목적 구조와 모듈형 등 다양한 소형의료기기로 접목이 가능하고 이동형, 가정용 의료기기로 개발

KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

349

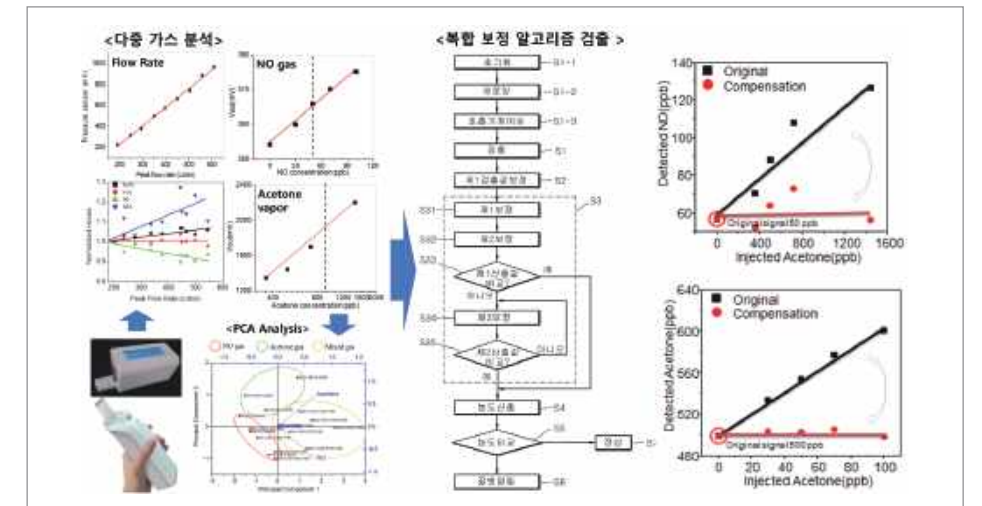
기술완성도(TRL)

희망 파트너십



기술의 우수성

- 호흡 진단 장치
 - 호기복합분석장치로 호기속도 및 호기 가스(NO, Acetone) 농도를 동시 분석 가능한 <다중가스 분석> 기술
 - 인체 호기의 최고속도 및 포함된 가스 분석 가능(최고속도 0~700L/min 범위, FENO 20ppb 감도, VOC(아세톤) 400ppb 감도, 20초 이내 주입/1분 이내 측정 가능)
- 호기 내 다수 호기 바이오마커 혼합물의 상호 간의 영향을 복합으로 보정할 수 있는 <복합 보정알고리즘 검증 기술>
- 호흡 치료/재활장치
 - 광치료/네뷸라이저/진공분사치료 모듈형 호흡기 치료기 구조
 - 내부압력에 대한 자동부하 조절이 가능한 재활 장치 개발



특허

- 복합센서를 이용한 호흡기체 분석장치 및 호흡기체 분석방법(KR1817752)
- 단일 호흡기체의 분석방법과 분석장치(KR1905067)
- 환자 맞춤형 호흡모니터링 장치(KR2328600)
- 사용자 맞춤형 폐기능 검사장치, 상기 검사장치의 구성방법, 및 상기 검사장치를 이용한 폐기능 검사방법 (KR2574867)
- 호흡 분석 및 훈련장치(KR2613921)

노하우

- 다중가스 센서 제작, 평가 및 신호 측정 기술
- 가스 포집, 농축, 분리 기술
- 다중센서 신호 분석 및 측정 알고리즘 기술
- 다목적 진단/치료/재활 기구설계 및 제작



350

의료기기

9

홈트레이닝 & 체육시설 스마트 운동기기와 운동관리 플랫폼

연구자. 이용구, 이강호

소속. 의료기계연구실 ☎ 053-670-9021

기술 개요

- 운동 동작을 실시간으로 인식감지 및 정량화할 수 있는 소형 스마트센서 HW 및 운용 SW 기술
- 가정과 시설(체육, 요양, 재활 등)에서 모두 활용이 가능한 스마트 운동기구와 운동관리 플랫폼



〈기존의 다양한 운동을 디지털화하는 센서 & SW 기술 개념도〉

고객 · 시장

- 일반인, 재활환자, 운동용품회사, 생활체육시설, 학교, 병원, 요양원 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 체육 및 재활시설에서 운동 수행 시, 트레이너 또는 운동 처방사가 운동을 지시하고 수기로 기록하는 경우가 있으나 대부분 본인이 임의로 선택한 운동의 종류와 운동의 양을 계획 없이 수행함으로써 체계적인 운동 관리가 어려운 상황임
- 운동 처방을 받은 환자가 실제로 어떻게 얼마나 운동하였는지에 대한 기록을 남기기 어려움
- 정량 운동 장치가 부착된 고가의 자동 운동기구가 출시되고는 있으나 사용의 불편함과 높은 가격으로 일반 생활체육시설에는 보급되지 못하고 있음
- 꾸준한 운동 동기부여를 위한 게임연동 운동기기가 대부분 외국산으로 국산화가 시급함

기술의 차별성

- 간단하고 상대적으로 저렴한 비용으로 체계적이고 정밀한 맞춤형 운동관리가 가능
- 정보화된 본인의 운동 기록을 가지고 게임과 연동되어 재미있고 동기 부여된 운동이 가능함
- 기존 운동 회원 관리 시스템과 연동하여 회원들의 운동 상태를 회원이 온라인으로 스스로 점검하고 추가적인 전 세계 전문가 운동 코치를 받을 수 있음
- 전문가들은 운동 코치 프로그램의 공급자로서 소셜커뮤니티를 통하여 명성을 쌓고 자신의 사업이나 관련 제품을 홍보할 수 있음
- 현재 자동 운동 정량 장치는 대부분 운동 기구에 일체화되어 출시되지만 본 기술은 다양한 기존 운동기구에 장착이 가능하여 현재의 인프라를 그대로 활용할 수 있음
- 유헬스 기술을 접목한 유산소 운동의 정량 장치는 많지만 기구 운동의 정량 장치는 거의 없음

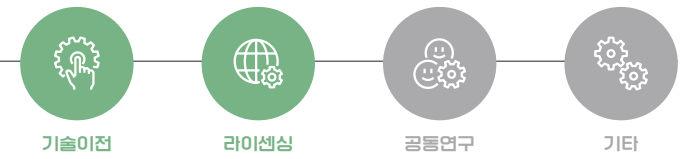
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

351

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 측정하고자 하는 운동에 맞는 다양한 센서를 장착할 수 있는 IoT 허브 디바이스임
- 스마트폰 등의 장치에 블루투스로 연결하여 게임화, 정량화, 코칭 등으로 활용이 가능함
- 거리감지 센서를 이용하여 비접촉 운동을 측정하는 기술은 푸시업, 런지/스쿼트 등의 맨몸운동 그리고 스텝박스 등을 활용한 운동에서 동작의 반복 수 및 정확한 위치 가이드가 가능함
- 장력 센서를 이용하여 소 기구 운동을 측정하는 기술은 밴드를 활용한 다양한 근력운동의 운동의 강도와 반복 수 등의 측정이 가능함
- 자기장 센서를 이용하여 대 기구 운동을 측정하는 기술은 중량판 등을 이용하는 헬스기구에 장착하여 운동의 강도와 반복 수 등의 측정이 가능함



〈본 기술을 활용한 다양한 운동 적용의 예시〉

지식재산권 현황

특허

- 재활운동 관리 시스템 및 이를 이용한 재활운동 관리방법(KR1510088)
- 온라인 운동치료정보 시스템(KR1570984)
- 운동기구 장력 측정기(KR1673146)
- 운동 상태 모니터링이 가능한 운동용 밴드 및 이를 포함한 운동 감지시스템(KR2388179)
- 잼핏(상표, KR2085616)
- 그 외 관련 특허 8건



352

의료기기

10

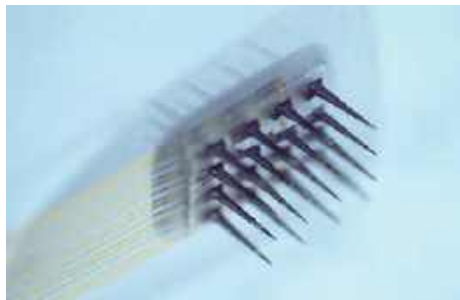
신경인터페이스

연구자: 추준욱, 강유나

소속: 의료기계연구실 ☎ 053-670-9105

기술 개요

- 신경인터페이스는 신경 신호를 선택적으로 측정하고, 신경을 자극함으로써 양방향 정보 전달을 가능케 하는 장치로 절단환자 또는 마비환자의 운동기능과 감각기능을 복원하거나, 뇌질환 및 정서·인지 장애 치료에 활용될 수 있는 기술



〈다채널 신경전극 및 신경신호 증폭기〉

고객·시장

- 삽입형, 부착형 전자 의료기기 업체
- 절단환자용 의수족 업체, 마비환자용 전기자극기 업체
- 퇴행성 신경계 질환 치료기기 업체
- 헬스케어 관련 기기 개발 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 비침습형 신경전극 시스템의 경우 해상도가 떨어지고, 심부 측정 불가함. 침습형 신경전극 시스템은 수술 부작용이나 거부감의 단점 존재
- 질환의 종류나 적용 분야에 따라 침습형 또는 비침습형 신경전극 시스템 필요
- 유연한 침습형 신경전극 제작 기술과 신경에 안정적으로 삽입할 수 있는 수술 기술 필요
- 신경 신호를 안정적으로 측정하기 위하여 높은 신호 대 잡음비를 보장하는 측정 기술과 신경그룹의 활동을 판별 및 해독 기술 필요

기술의 차별성

- 다채널 신경전극은 말초신경 다발이나 뇌심부에 삽입할 수 있으며 신경전극과 신경조직의 손상을 최소화하며 굴곡진 표면에 밀착시킬 수 있는 유연한 신경전극임
- 신경신호 측정 기술은 뇌신경 신호뿐만 아니라 말초 신경신호의 측정 시 움직임 및 근전도에 의한 신경신호의 오염을 최소화하여 보다 정확하게 신경신호를 측정하고, 측정된 신호 중 신경세포의 활동전위만을 검출할 수 있음
- 신경신호 분석 기술은 다채널의 신경신호에 대하여 잡음제거, 활동전위 검출/분류, 활동전위 패턴링, 차원축소, 동작의도 분류 기능을 포함하는 실시간 디코딩이 가능함

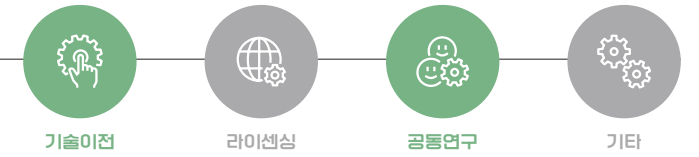
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

353

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

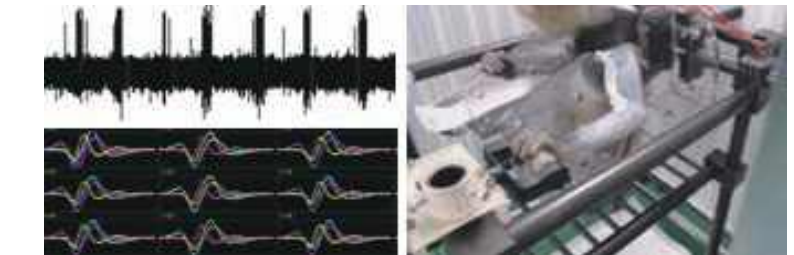


기술의 우수성

- 원심성 운동 신경신호를 분석하여 동작의도를 인식함으로써 의수 제어기에 동작명령을 제공함
- 동물모델의 운동 분석을 통한 동작의도 인식 가능성을 검증함
- 구심성 감각 신경에 전기자극을 인가함으로써 의수 센서로부터 제공되는 촉감정보를 전달함
- 동물모델의 대뇌피질 감각 신경신호 측정을 통한 촉감정보 전달 가능성을 검증함



〈원숭이 대상 말초 신경전극 삽입 및 신경신호 측정〉



〈신경신호 분석 기반 동작의도 인식〉

지식재산권 현황

특허

- 신경 전극 삽입 장치(KR1808254)
- 말초 운동 신경신호 측정 시스템 및 이를 이용한 말초 운동 신경신호 판별 방법(KR2021977)
- 다채널 신경신호 실시간 디코딩 시스템 및 이를 이용한 다채널 신경신호 실시간 디코딩 방법(KR2458459)

노하우

- 말초 및 중추 신경전극 제작 및 삽입수술 기술, 유연/웨어러블 전극 제작 기술
- 신경신호 증폭기 및 전기자극기 설계 기술
- 다채널 활동전위 검출 및 분류 기술
- 다채널 자극패턴 생성 및 교차자극 기술
- 운동 신경신호 측정 기반 동작의도 인식 기술
- 감각신경 전기자극 기반 촉감정보 전달 기술

END-ITEM.

14

기타 OTHER

CONTENTS

형상기억합금을 이용한 공구홀더 및 공구 고정방법	356
경사각 제어 옵틱을 이용한 레이저 고세장비 드릴링 기술 (홀 깊이: 5mm 이하, 홀 직경: 10um 이상 가능)	358
베셀빔과 레이저 유도식각을 이용한 글라스 홀 가공 기술	360
태양에너지를 이용한 중소용량 해수담수화 장치	362
용존산소를 이용한 수중호흡장치 기술	364
LNG극저온 기자재와 관련 시스템의 성능 및 내구성 평가를 위한 시험 장비	366
고주파 유도가열 기술	368



CONTENTS

하이브리드를 기반 대면적 핫엠보싱 장비	370
나노파이버(Nanofiber) 웹 측정 및 평가 기술	372
전기소모를 획기적으로 줄이는 고기능 표면의 제습장치 또는 물 수확기	374
제품 정렬 및 판별 스마트 센서 기술	376
시설원에 에너지 통합 공급/관리시스템 기술(TRI-GEN)	378
옥상온실형 스마트 그린빌딩 기술	380
바이오원유 제조를 위한 경사슬라이드식 급속열분해시스템 개발	382
공간음장 획득 및 제어 기술	384



356

기타
①

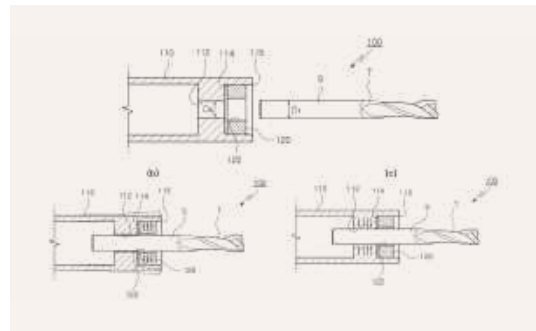
형상기억합금을 이용한 공구홀더 및 공구 고정방법

연구자: 노승국

소속: 초정밀장비연구실 ① 042-868-7115

기술 개요

- 형상기억합금을 적용하여 외형상 소형화를 구현하고 고속회전 시 높은 회전 정밀도를 갖는 형상기억합금을 이용한 초소형 공구 클램핑 장치 및 절삭공구 홀더 등



고객 · 시장

- 공구 시장, 원통형 공작물 클램핑 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 단순한 구조와 교체 시간의 단축이 필요함
- 종래의 테이퍼 콜렛-척 방식은 공구홀더의 전체구조가 복잡해지고, 테이퍼 콜렛의 형상오차가 누적되어 기하학적 공구 셋업오차를 증가시킴
- 쉬링크 피트(Shrink-fit) 방식은 별도의 고온 가열 시스템으로 이동하여 공구교환이 이루어져야 하므로 시스템 구성이 복잡해지고 부대 비용이 추가됨
- 소형 공구 홀더 장치의 부품 수를 줄이고, 컴팩트한 구조를 이루어 소형화가 필요함
- 공구 교체시간을 단축할 수 있는 형상기억합금을 이용한 공구 홀더 및 공구 고정방법에 대한 수요 증가가 증가함

기술의 차별성

- 스틸 홀더와 SMA링의 구조로 되어 있어서 구조가 단순함
- 단순한 부대시설로서, 0도~30도로 가열 냉각할 수 있는 스프레이형 냉각 장치만 있으면 됨
- 냉각 가열 온도 차가 작기에, 공구 교체 시간이 획기적으로 줄어듦
- 형상기억 합금에 의해 클램핑 장치의 부품수를 줄임으로써 소형화가 가능함
- 축 대칭의 클램핑 구조를 갖추어 질량 불균형 요소를 최소화함으로써 회전정밀도가 향상됨
- 구조적으로 공구홀더의 전체 구성품수를 줄여 누적공차를 줄이고, 고정밀 작동의 구현이 가능함

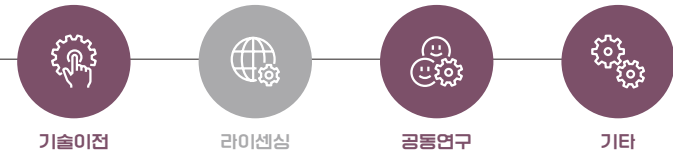
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

357

기술완성도(TRL)

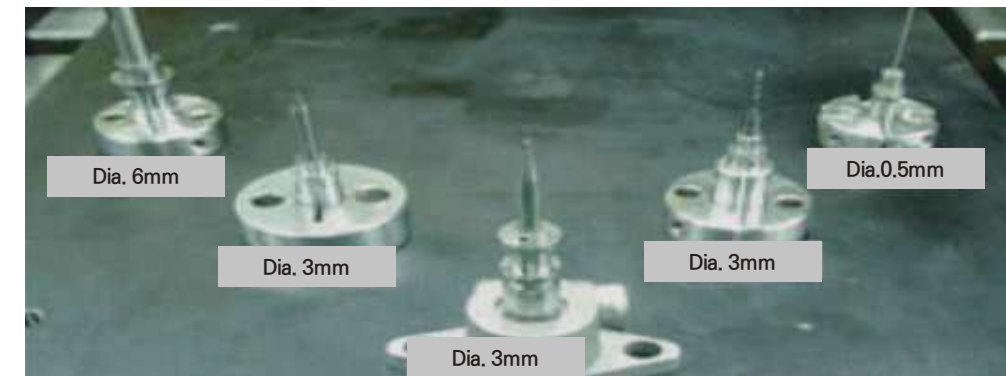


희망 파트너십



기술의 우수성

- 일본의 공구 업체수는 특수강공구가 약 60개사, 초경 공구가 약 60개사, 다이아몬드공구가 약 50개사로 시장의 수요가 큼
- 미국의 공구시장은 대략 연간 \$65bn에 이르며, 비용절감에 주력하고 있어 저비용 고효율 절삭 공구의 기술 개발에 대한 필요성이 증대됨
- 본 기술은 컴팩트한 구조 및 공구 교체시간을 단축할 수 있어 시장의 요구사항을 만족하는 선도 기술임
- 3건의 국제 특허 외 34건의 특허를 보유함
- 특허청장 표창장 수상(제4778호, 2009년), 과학기술 훈장 수상(진보장)(제94호, 2011년) 등 다수 수상함



〈SMA 공구 클램핑 시스템 프로토타입〉

지식재산권 현황

특허

- 형상기억합금 기반 공구홀더의 공구교환장치 및 공구교환방법(KR105527)
- 형상기억합금을 이용한 공작기계용 고정장치(KR0987814)
- 형상기억합금을 이용한 공구홀더 및 공구 고정방법(KR1136382)
- 형상기억합금 콜렛척(KR1144617)
- 형상 기억합금을 이용한 절삭공구홀더(KR1136381/KR1117579/KR1551314/KR1117580)
- 형상기억합금을 이용한 스핀들-공구홀더 결합체 및 이를 구비하는 공작기계(KR1284286)



358

기타
2

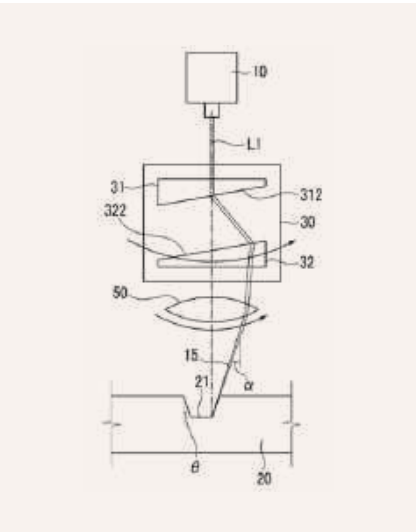
경사각 제어 옵틱을 이용한 레이저 고세장비 드릴링 기술

홀 깊이 : 5mm 이하,
홀 직경 : 10um 이상 가능

연구자: 노지환
소속: 광응용장비연구실 042-868-7915

기술 개요

- 레이저 빔의 초점을 용이하게 조절할 수 있는 레이저 가공 장치, 레이저를 이용해 경사각도를 조절할 수 있는 그루브 가공 방법



〈경사각 제어 옵틱 개요도〉

고객 · 시장

- 레이저 가공 장비
- 고세장비 드릴링 기술 수요 업체(예 : 엔진 노즐 제조 업체 등)

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 메커니컬 드릴링(mechanical drilling)의 경우 고강도의 소재가 드릴링 동안 쉽게 부러지는 문제가 있음
- 기존 레이저 드릴링의 경우에는 빔 세기의 가우시안 분포를 조절함으로써 그루브의 경사를 조절함. 이 경우 그루브의 경사를 정밀하게 조절할 수 없음
- 또한 기존 레이저 드릴링의 경우 경사각을 조절하기 위해서 레이저 빔을 기울이거나 소재를 기울일 수 있으나, 이 경우, 부피가 큰 장치를 조절해야 하므로 마이크로 단위의 미세한 각도를 조절하는 것이 쉽지 아닐 뿐만 아니라 경사장치의 기준점이 변하게 되므로 초점이 달라져 가공 정밀도가 저하되는 문제가 발생
- 기존의 독일 트레파닝 레이저 제품은 상당히 고가임

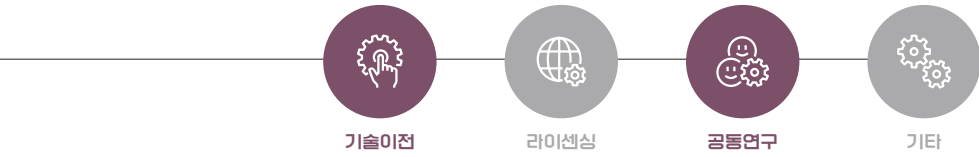
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

359

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

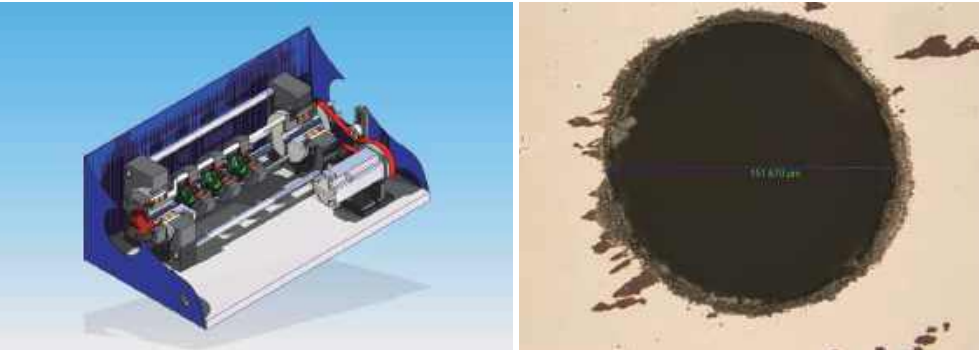


기술의 차별성

- 기존 레이저 드릴링의 한계를 극복
- 트레파닝 옵틱스를 이용한 세차운동 단계를 통해서 그루브의 측면 경사각을 조절할 수 있으므로 정밀하고 용이하게 측면 경사 가공 가능
- 레이저 빔의 편광을 회전시킴으로써 가공 속도 및 효율이 향상
- 광학계의 소형화
- 기존 트레파닝 레이저 제품보다 저가로 제공 가능

기술의 우수성

- 홀 깊이는 5mm 이하이고 홀 직경은 10um 이상의 고세장비 드릴링 가능
- 다양한 형상의 그루브 가공 가능
- 기존 드릴링 기술로는 어려운 형상의 그루브도 가공 가능
- 그루브의 측면 각도 용이하게 조절 가능



〈경사각 제어 옵틱 기구물 캐드 및 드릴링 수행 결과〉

지식재산권 현황

특허

- 레이저를 이용한 경사 각도를 조절할 수 있는 그루브 가공 방법(KR1269835)



360

기타

3

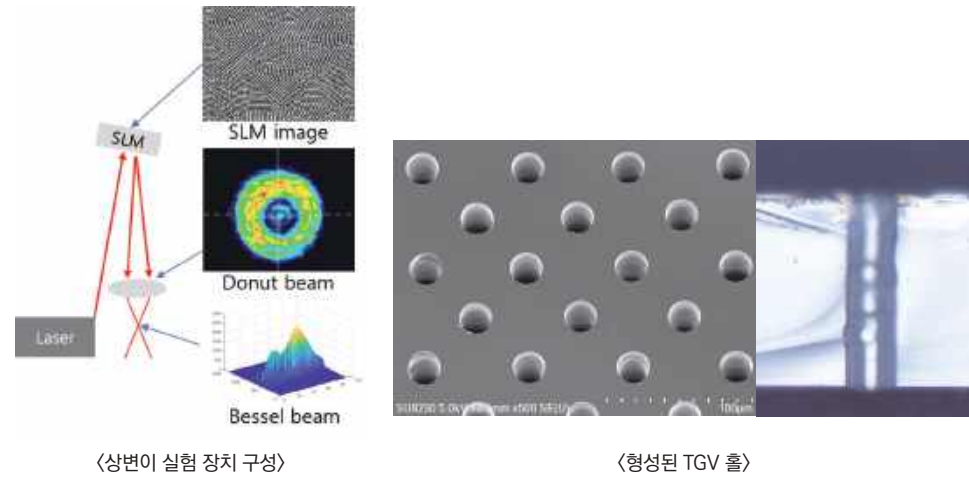
베셀빔과 레이저 유도식각을 이용한 클라스 홀 가공 기술

연구자: 안상훈

소속: 광응용장비연구실 ☎ 042-868-7221

기술 개요

- 디지털 광학계를 이용하여 형성한 베셀빔을 이용하여 유리 내부에 상변이를 일으킨 후, 상변이 된 부분을 선택적으로 식각하여 구조물을 생성하는 기술



〈상변이 실험 장치 구성〉

〈형성된 TGV 홀〉

고객 · 시장

- 반도체 패키징 부품 생산 업체, 유리에 홀 가공을 하는 부품 생산 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 유리 내부에 홀을 형성하기 위해서 기존에는 direct writing이라는 기법을 통해 하나의 점으로 형성된 레이저 빔을 수직으로 그리는 수고가 필요
- 이에 따라 공정 시간이 많이 소요되어 대량생산에는 부적합
- 또한, 상변이가 일어난 부분을 KOH로 식각할 때에도 기존의 방식으로는 20시간 이상의 시간이 소요되어 대량 생산에 부적합
- 반도체용 유리 인터포저에는 수백만 개 이상의 홀이 필요하고 이를 상품가치가 있도록 생산하기 위해서는 새로운 공정이 필요

기술의 차별성

- 본 기술에서는 크게 2가지 사항이 기존의 기술과 차별됨
 - 첫 번째는 디지털 광학계를 이용하여 베셀빔을 형성하므로 별도의 광학계 교체 없이 다양한 직경의 홀을 가공할 수 있음
 - 두 번째는 식각액의 온도를 높여서 식각을 진행하므로 기존 대비 7배 이상 빠르게 공정을 진행할 수 있음

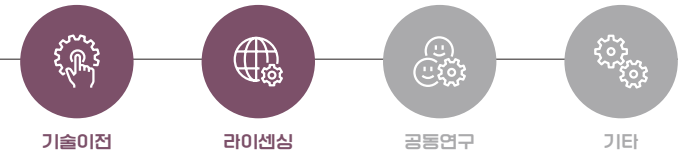
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

361

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 본 기술로 극초단 레이저를 이용한 국부적 상변이 공정 속도 향상 가능
- 아래 왼쪽 그림에서 보는 바와 같이 213ps 간격으로 레이저 가공을 진행하였을 때, 단위 시간 동안 식각되는 깊이가 가장 깊어짐을 알 수 있음
- 이는 아래 오른쪽 그림에서 보는 바와 같이 내부 구조가 상이하기 때문이고, 본 기술을 통해서 내부 구조를 식각에 유리한 쪽으로 형성하는 것이 가능함



- 습식 식각 용액 및 식각 환경을 조절하여 공정 소요 시간 단축 가능
- 아래 그림에서 보는 바와 같이 다양한 식각 조건(용액, 농도, 온도)을 이용하여 식각 시간, 홀 각도를 조절하는 것이 가능함

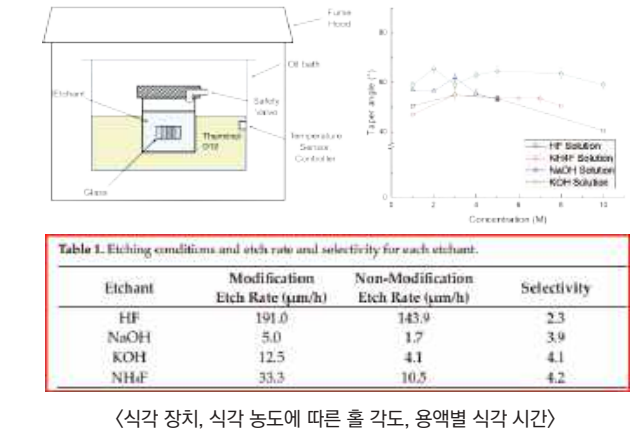


Table 1. Etching conditions and etch rate and selectivity for each etchant.

Etchant	Modification Etch Rate (μm/h)	Non-Modification Etch Rate (μm/h)	Selectivity
HF	191.0	143.9	2.3
NaOH	5.0	1.7	3.9
KOH	12.5	4.1	4.1
NH4F	33.3	10.5	4.2

지식재산권 현황

특허

- 식각 장치 및 이를 포함하는 인터포저 제조 시스템(KR2423292)

노하우

- 디지털 광학계를 이용한 빔 변조 기술
- 극초단 레이저를 이용한 국부적 상변이 기술
- 중탕을 이용한 습식 식각 기술



362

기타

4

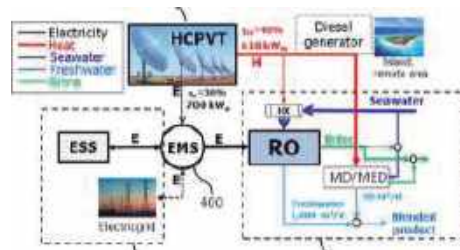
태양에너지를 이용한 중소용량 해수담수화 장치

연구자. 박창대

소속. 액체수소플랜트연구센터 ☎ 042-868-7931

기술 개요

- 본 기술은 외부 에너지의 공급 없이 태양광 및 태양열을 이용하여 해수를 담수화하는 기술로서, 다중효용 증발식과 역삼투식으로 각각 구성될 수 있음



고객 · 시장

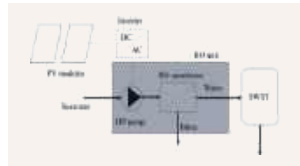
- 도시지역, 중동, 동남아, 아프리카 등 물 부족 지역 및 전력망이 없는 지역

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 일반적인 해수담수화 기술인 역삼투법은 별도의 전기에너지를 필요로 하고, 에너지 소모량이 많고, 유지/보수가 어려운 문제점이 있음
- 증발법 중 감압 방식의 대용량 다중효용법의 경우, 초기 구축비용 및 유지 관리비가 과다하고, 유지관리기술이 요구되므로, 도시지역 및 저개발지역과 같이 에너지 공급이 어려운 지역에는 사용하기 부적절한 문제점이 있음
- 기존 태양열 해수담수화 장치는 태양열 증류기(solar still)의 형태이거나 상용 태양열 집열기(solar thermal collector) 및 열교환기를 사용하여 간접 집열 및 열교환을 동반하므로, 장치 성능이나 효율이 낮은 문제점이 있었음
- 전력망이 있는 곳은 대용량 RO 설비를 구축하여 물공급이 가능하지만, 전력망이 없는 곳은 대용량 설비를 구축하기 어렵고 높은 구축비용과 운영비용을 필요로 함. 또한 RO설비의 경우 소용량으로 갈수록 물생산 단가가 크게 증가하는 문제점을 가지고 있음
- 따라서, 친환경적이며 별도의 에너지가 들지 않으면서도 기존의 태양열/태양광 해수담수기보다 담수생산 성능 및 담수생산 비용이 우수한 해수담수기가 필요함

기술의 차별성

- 태양열뿐만 아니라 다양한 폐열을 이용하여 해수를 담수화할 수 있으므로, 일사조건의 나뉠 경우에도 담수생산이 가능함
- 다중효용기술을 적용하여 한번 공급된 에너지를 다음단에서 반복적으로 이용하므로 담수생산량과 열효율이 높음
- 태양열 집열기를 이용하는 기존 태양열 해수담수기 대비 동일 면적에서 약 50~430%의 담수 생산량을 증대시킬 수 있고, 감압을 하지 않는 구조이므로 유지 보수가 용이함
- 기존의 열교환기, 상용 태양열 집열기, 축열조 등이 필요 없어 설치비용이 낮으면서도 태양열 담수기의 성능은 18 L/m²·d로서 세계 최고 수준임
- 1일 물 필요량이 1~1,000톤 규모의 중소용량 해수담수 설비의 경우에는 신개념 태양광 해수담수 기술(PV-RO)을 적용하여 세계 최고 수준의 물생산 단가를 보임



KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

363

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 연중 변화하는 일사량과 물수요량에 안정적으로 물생산과 공급이 가능하면서 물생산 비용이 전력망 이용 대용량 RO플랜트의 물생산 단가(40,000 m³/d기준 \$1.5m³)와 대등한 수준임
- 중소규모에 적합하도록 설계되어 기술적/경제적 여건이 어려운 저개발지역에 공급이 용이하며, 별도의 전력망이 없는 지역의 식수 및 생활용수 공급이 가능함

- 대한기계학회 우수논문상 2회 수상 및 태양에너지 학회 우수논문상 5회 수상
 - 저급 폐열 이용 히트파이프 해수담수기의 성능과 유용성, 2012년 대한기계학회 춘계학술대회
 - 공급 열량에 따른 다중효용확산 태양열증류기의 성능 실험, 2020년 한국태양에너지학회 추계학술대회
- 하기 학술논문 외 SCI 논문 17건 포함 21건 발표
 - Experimental performance evaluation of multiple-effect diffusion stills under high heat flux, DESALINATION, 2023
 - Performance enhancement of a diffusion-type solar still : Wettability and flowability of condensation surface, RENEWABLE ENERGY, 2023
 - Design strategy and economic analysis on various configurations of stand-alone PV-RO systems, DESALINATION, 2022
 - Designs and performance analysis of vertical multi-effect diffusion solar : A review, DESALINATION, 2022
 - Experimental study on a novel multi-effect diffusion solar distiller with wick-free plate, SOLAR ENERGY, 2021
 - Optimization of battery-less PV-RO system with seasonal water storage tank, Desalination, 2021
 - Model optimization and economic analysis of a multi-effect diffusion solar distiller,

- Desalination, 2020
 - Experimental study of effects of different heat sources on the performance of the hybrid multiple-effect diffusion solar still, SOLAR ENERGY, 2019
 - Numerical analysis of the performance of a tiltable multi-effect solar distiller, Desalination, 2018
 - Parametric performance test of distiller utilizing solar and waste heat, Desalination and Water Treatment, 2014
 - Experimental study of distiller with heat pipe utilizing waste heat from a portable electric generator, Desalination, 2012
 - Distillation utilizing waste heat from a portable electric generator, Desalination, 2010
- 언론보도(KBS, MBC, SBS, YTN 뉴스 등 총 34건)
 - 오지에서 태양열 이용 담수생산시설 개발, SBS뉴스, 2014.02.26.
 - 섬 등 오지서 태양열로 담수 생산, 매일경제, 2014.02.27.
 - <http://kharn.kr/news/article.html?no=9453> '태양광열 해수담수화 신시장 개척 기대' 2019.04.17, Khan칸
 - 다크 떠오르는 미래산업, 물을 잡아라, YTN Science, 2013.1.29.

특허

- 태양열 및 다중열원을 이용한 다중효용 상압 담수장치 (US9884265) 등 해외 특허 5건, 국내 특허 11건 등록

노하우

- 태양열 해수담수기 설계/제작 기술
- 최저 물생산단가를 가지는 태양광 해수담수기 설계 기술



용존산소를 이용한 수중호흡장치 기술

연구자: 허필우
소속: 히트펌프연구센터 ☎ 042-868-7331

기술 개요

- 수중의 용존산소를 이용하여 산소통이 없이 장시간 동안 수중에서 호흡할 수 있는 장치 기술



〈용존산소를 이용한 수중호흡장치〉

고객 · 시장

- 수중재난 구조장비, 수중탐사, 스쿠버다이빙 장비
- 수중스쿠터장비, 수중활동용 장비업체, 수중 산소공급용 플랫폼

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 산소통을 이용하는 경우 산소통의 용량에 의해 제한된 시간 동안 동작함
- 예기치 않은 해상 재난 사고 시 요구되는 수중 구조활동이나 수중탐사와 같이 장시간 수중활동이 필요한 경우 많은 개수의 산소통이 필요하므로 부피와 무게가 증가하여 사용상의 한계가 있음

기술의 차별성

- 산소통이 필요 없으며 수중의 용존산소를 이용하여 수중호흡이 가능함
- 소형화하여 휴대가 가능한 구조로 개발되면 인명구조, 수송수단, 재난방지, 수중탐사, 레저 활동, 군사 등의 분야에 많은 활용이 기대됨
- 소요되는 에너지양을 최소화하면, 수중에 존재하는 산소를 이용함으로써 장시간 물속에서 산소 공급이 가능함
- 산소통이 없이 수중의 용존산소를 이용하여 수중호흡하는 장치기술임
- 표면적 증가를 통한 전력 소모를 감소하는 구조를 가짐
- 사용자 호흡 후에 배출되는 기체를 연속적으로 처리 후 재이용함
- 자기물질을 이용하여 용존산소 분리율을 향상하는 특성을 가짐
- 산소통을 이용한 수중호흡은 산소통의 용량만큼만 수중 활동이 가능하나 수중에서 용존산소를 이용함으로써 장시간 동안 수중활동이 가능함

기술완성도(TRL)

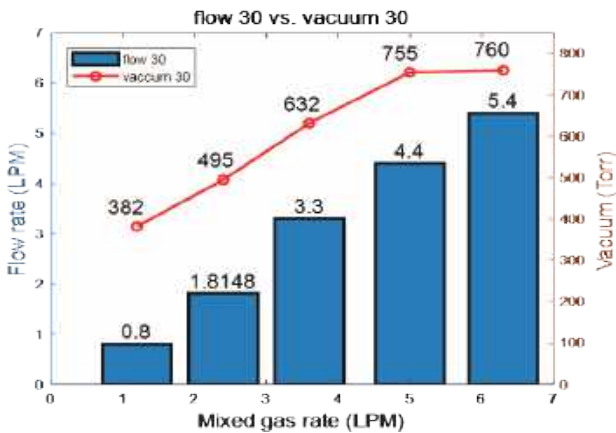
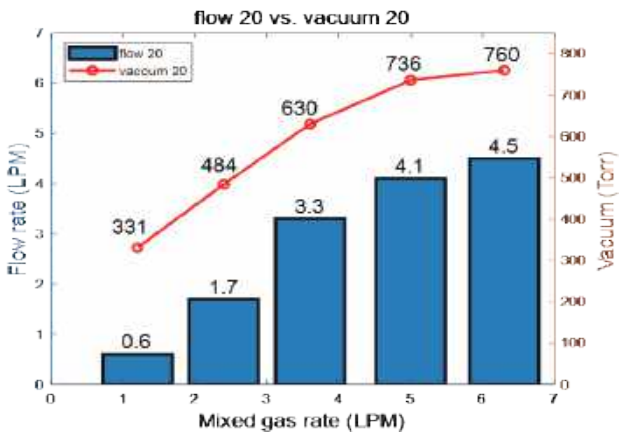


희망 파트너십



기술의 우수성

- 20 L/min 물을 공급할 때, 4.5 L/min 기체 분리, 30 L/min 물을 공급할 때, 5.4 L/min 기체 분리
- 500 mL/min급 용존산소 분리기술을 이용하여 실험용 쥐를 대상으로 실험한 결과 수중에서 50분 동안 생존함
- 학술발표로서, J. of Membrane Science(2014), J. of Advanced Marine Engineering and Technology(2023) 등에 게재



〈수중호흡장치를 이용한 분리실험 결과〉

지식재산권 현황

특허

- 중공섬유를 이용하는 호흡장치(KR1044390)
- 방사형 배치 구조의 중공사막을 이용한 수중호흡장치(KR1051020)
- 중공사를 이용한 산소 조절형 수중 호흡장치(KR1408176)
- 중공사를 이용한 순환형 호흡장치(KR1346757)
- 중공사를 이용한 분리용량 증가형 호흡장치(KR1692107)
- 회전형 중공사 호흡장치(KR1635341)
- 양방향 주입형 중공사 멤브레인 모듈(KR1577908)
- 경량형 중공사 수중 호흡장치(KR1867371)



LNG극저온 기자재와 관련 시스템의 성능 및 내구성 평가를 위한 시험 장비

연구자: 이근태

소속: LNG-극저온기계기술 시험인증센터 ☎ 055-326-9036

기술 개요

- LNG극저온 기자재
(펌프, 밸브, 열교환기, 압축기,
BOG 재액화 및 극저온 냉동기)와
관련 시스템 성능 및
내구성 평가를 위한 시험 장비



고객 · 시장

- LNG극저온 플랜트 및 선박 등 기업과 관련 기자재 제조 기업

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- LNG극저온 기자재/시스템은 고가의 부품이고 대부분 수입에 의존하고 있음
- 국내 많은 기업이 LNG극저온 기자재를 개발 중이나 시험 설비가 없어 개발 성공률이 낮고 납품 실적이 저조함
- LNG극저온 기자재 및 시스템은 신뢰성이 필요한 부품이며 시험을 통해 건전성 확인이 반드시 필요함
- LNG극저온 기자재 및 시스템 시험 평가 결과의 신뢰성을 위해 국제공인인증이 필요함
- 일부 개발된 부품은 많은 시간과 높은 시험 비용을 소요하면서 해외 전문기관에 시험을 의뢰하고 있으며 이로 인해 국내 기업이 개발한 핵심 기술이 국외로 유출될 우려가 있음

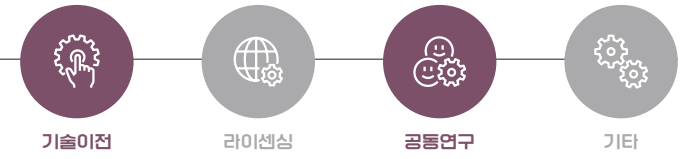
기술의 차별성

- LNG극저온 펌프 성능평가 시스템은 ISO 기준에 의하여 대유량(2500m³/h) 시험이 가능함
- LNG극저온 밸브 성능평가 시스템은 ANSI 기준에 의하여 14inch 밸브까지 내압, 기밀 및 유량계수 시험이 가능함
- LNG극저온 열교환기 성능평가 시스템은 ASME 기준에 의하여 유량이 5ton/h이하이고 고압(35Mpa) 시험이 가능함
- LNG극저온 압축기 성능평가 시스템은 API 등 기준에 의하여 유량이 6ton/h 이하이고 고압(35Mpa) 시험이 가능함
- 극저온 냉동기는 BOG 재액화 및 LNG와 LN2 과냉할 수 있는 냉동기 시험이 가능함
- 그 외 다양한 LNG극저온 관련 기자재 및 시스템 성능 시험이 가능하게 장비, 배관 및 계측기를 구성함

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



Standard: ISO-15709 second edition 2009 Cryogenic Pump for Low Pressure, Centrifugal and Reciprocating	Standard: ANSIISA-75.02.01-2005 Standard for Reciprocating Test Facilities	Standard: ASME PTC 13.5-2006 Standard for Reciprocating Test Facilities	Standard: API 617, VIB 3446, ISO 10818	Cryogenic Refrigerator Performance Test System Standard: KS B 6270
Test Scope <ul style="list-style-type: none">Flowrate : 0 ~ 2,000 m³/hDesign Pressure : 2.5 MPa.ATemperature : -163 °CVoltage : 0.001 V, 440V, 380 V	Test Scope <ul style="list-style-type: none">Flowrate : 0 ~ 1,500 m³/hValve Diameter : 1 ~ 34 inchPressure : 3.0 MPa.ATemperature : -195 °C	Test Scope <ul style="list-style-type: none">Test fluid : LNG, LN₂, Ethylene glycol & WaterFlowrate : 0 ~ 8 Ton/h (LNG)Pressure : 35 MPa.A (High side), 3 MPa.A (Low side)Temperature : -195 °C	Test Scope <ul style="list-style-type: none">Test fluid : LNG, LN₂Flowrate : 0 ~ 8 Ton/h (LNG)Pressure : 35 MPa.A (High side), 3 MPa.A (Low side)Temperature : -195 °C	Test Scope <ul style="list-style-type: none">Test fluid : LNG, LN₂Flowrate : 0 ~ 3 Ton/h (LNG)Pressure : 3 MPa.ATemperature : -205 °C
Test Item Flowrate, Head, NPSH, Efficiency, Vibration test, and etc.	Test Item Flowrate, Head, NPSH, Efficiency, Pneumatic Pressure, Leakage, and etc.	Test Item Heat Transfer, Heat Transfer Coefficient, Pressure Drop, Reliability Test, and etc.	Test Item Flowrate, Pressure Ratio, Efficiency, Vibration test and etc.	Test Item Flowrate, Capacity, COP, Vibration, Reliability Test and etc.

〈LNG극저온 펌프, 밸브, 열교환기, 압축기 및 냉동기 성능평가 시스템 사양〉

기술의 우수성

- LNG는 가연성 및 극저온(-163℃)이고 LN2는 극저온(-196℃)이므로 국내 고압(가스안전공사) 및 방폭(KOSHA 및 공정안전보고서) 규정을 고려하여 설계됨
- 모든 시험 설비는 시험 조건을 충족하기 위해 가변할 수 있게 설계되고 Human error 방지를 위해 모든 데이터는 전자식으로 계측함
- 오랜 기간 극저온을 연구한 전문 연구자가 시험 장비를 설계하였고 시험에 대한 전문적인 지식 및 기술을 보유한 KOLAS(국제공인시험) 시험 요원이 시험을 수행함
- 시험 결과의 신뢰성을 확보하기 위하여 국제공인인증(KOLAS) 획득하고 안전한 시험 설비 운영을 위해 공정안전 보고서 제도를 운영중임



〈가스안전공사 완성검사증명서(좌), 고압가스 제조허가증(중), 공정안전보고서 확인(우)〉

〈국제공인시험기관 및 한국선급 인증서〉

지식재산권 현황

노하우

- LNG극저온 시스템 설계 및 운영 기술
- LNG극저온 기자재 및 시스템 평가 기술



368

기타
7

고주파 유도가열 기술

연구자. 김병인

소속. 첨단로봇연구센터 042-868-7616

기술 개요

- 유도가열(induction heating)이란 가열하고자 하는 피가열체 외부에 유도코일을 감고 교류전류를 흘리면 자속(flux)이 발생하고, 이 자속의 변화에 의해 와전류(eddy current)가 피가열체의 표면에 유도되고 피가열체의 전기 저항에 의해 발생하는 주울(joule) 열을 이용함
- 전기적 등가회로는 2차측이 단락된 변압기의 원리이며, 유도코일이 1차측, 피가열체가 2차측이 됨
- 이러한 유도가열 기술은 전기용융로, 금속표면열처리, 파이프 전기용접제작, 히팅롤, 인덕션 쿠키 등 다양한 분야에서 활용범위가 확대되고 있음

고객 · 시장

- 기능성필름, 인쇄, 포장, 레이저프린터, 복사기, 금속용융, 용접, 표면열처리, 조선중공업, 원자력폐기물처리

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 유도가열 히팅롤은 롤의 실린더 내부에 유도코일을 삽입하여 교류를 통해 발생한 자계에 의해 유도된 와전류(eddy current)가 롤 표면에 흐르게 되어 실린더 자체가 발열하는 방식으로, 롤 표면에서 직접 열이 발생하여 필름에 전달되므로, 높은 열에너지 사용효율, 균일한 롤 표면의 온도분포로 인한 필름의 품질향상 극대화, 간단하고 청결한 주변설비 등의 장점을 가진
- 기존의 방식의 인버터 및 매칭 회로는 고주파를 적용할 경우, 치고만 열처리가 되고, 저주파 구동을 할 경우에는 치저(골)만 열처리가 되는 문제를 해결하기 위해, 하나의 공정에서 두 가지 공정을 동시에 처리할 수 있도록 해주는 동시 이중 주파수
- 유도가열 구동기법 기술은 신속한 열처리 가능, through-hardening 방지, 열처리 공정 간소화를 통한 생산성 향상과 열처리의 정밀화에 기여할 수 있음
- 유도가열방식 원적외선 고무가교 설비의 경우, 열이 빠르고 깊게 침투되는 적외선의 특성을 활용한 것으로, 적외선을 방사하는 히터를 원통형상으로 적외선의 방사를 집중시키고 히터의 가열원은 간접 유도가열 기술을 활용해 에너지 소모량을 최소화함
- 지금까지의 고무재료 부품 가교에는 고무의 표면부터 열을 짜어 안으로 열을 전도해 틀을 성형하는 열풍 방식이 쓰였으나, 적외선을 이용하면 기존 열풍 방식보다 고무 자체의 화학적 변화도 최소화할 수 있어 품질 개선에도 효율적임

기술의 차별성

- 비접촉식 에너지 전달 특성이 있어서 피가열체에 유도코일을 직접 접촉할 필요가 없으며, 따라서 다양한 피가열물에 대한 효과적이고 신속한 가열이 가능함
- 가열 시 산소를 소모하지 않으므로 배기가스가 발생하지 않아 클린 환경에서의 가열이 가능함
- 피가열물의 전체 혹은 원하는 부위를 선택하여 급속하게 가열할 수 있음. 따라서 표면 또는 특정한 부위의 열처리가 가능하여 기계금속 분야에 다양하게 적용할 수 있음
- 피가열물의 재질에 따라 가열특성이 다르며, 재질에 맞는 주파수와 출력 조절이 가능함
- 거리에 따라 가열특성이 다르며 skin effect에 의해 피가열물의 표면으로부터 가열이 가능하여 특정부위의 표면처리 등이 가능함
- 최근에는 가열뿐만 아니라 비접촉 에너지의 전달에도 적용이 가능하여 자기부상열차, 전기자동차 충전, 핸드폰 충전 등의 전기에너지 전달을 위한 IT 분야에도 적용되기 시작함

기술의 우수성

- 유도가열 히팅롤
 - 롤의 표면온도차를 롤 길이 방향에서 ± 2 도까지 정밀하게 조절 가능하여 기능성필름, FCCL 라인 등의 초정밀 필름 열처리 라인에서도 적용 가능함

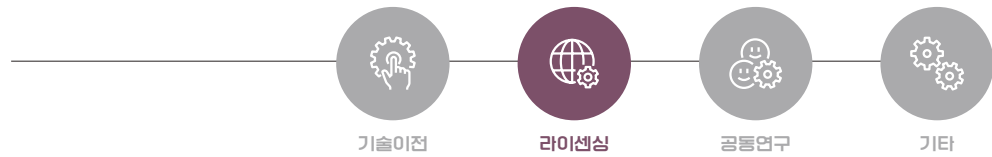
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

369

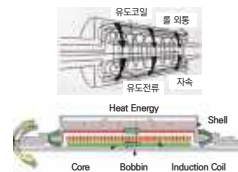
기술완성도(TRL)



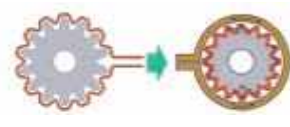
희망 파트너십



- 동시 이중주파수 구동 유도가열 기술 simultaneous dual frequency operating inductive heating technology
 - 기어의 root와 tip이 동시에 austenitize 처리가 가능(through-hardening 방지)하고, 1개의 원형 코일사용으로 간소화되며(기존에는 각각 코일형상의 유도코일 필요), 기어의 distortion 또는 runout 최소화되어 후가공이 불필요하며, 순간적 열처리로 에너지절약 및 생산성이 향상됨. 기존 침탄 열처리 방식 대비 50%의 에너지를 절약할 수 있음
- 압출고무용 유도가열방식 사용 원통형 원적외선 가교설비
 - 기존 열풍건조 설비 대비 30% 이상 에너지절약 효과가 있으며, 최근 응용되기 시작한 과열증기의 건조특성을 더하면 기존 적외선 설비 대비 10% 정도 더 에너지절약 효과가 예상됨
 - 압출고무용 가교기의 활용분야가 고무호스, 케이블, XL파이프, 벨트, 자동차용 실링밴드 등 광범위하고, 공장의 에너지 소모량 중 열풍건조기의 소모량이 50%를 차지하고 있기 때문에 에너지절약형 원적외선 가교기기의 개발은 사업화의 가능성이 매우 큼
 - 고무의 품질 기준인 인장강도, 100% Modulus 등을 측정한 결과 고무의 가교품질도 약 20% 향상된 것으로 나타남



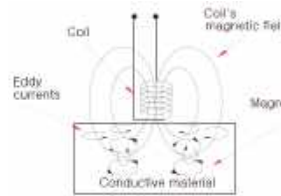
〈유도가열방식 치팅롤의 구조〉



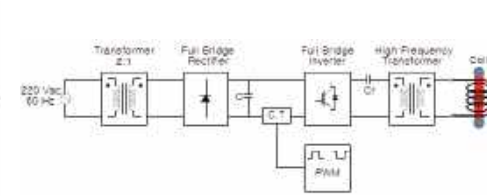
〈동시 이중주파수 구동 기어 열처리〉



〈유도가열방식원적외선 고무가교〉



〈유도전류의 발생원리〉



〈유도코일 구동을 위한 전기시스템 예〉



〈유도코일의 구동 시스템 예〉

지식재산권 현황

특허

- 유도가열 방식의 열처리를 위한 동시 이중 주파수 구동 방법(KR1136352)
- 과열증기를 이용한 고무가교장치(KR1287572)
- 다단계의 적외선가열을 통한 고무가교장치 및 고무 가교방법(KR1096530)

노하우

- 슬릿형 코어구조 유도가열방식 히팅롤 기술
- 유도가열 히팅롤 설계

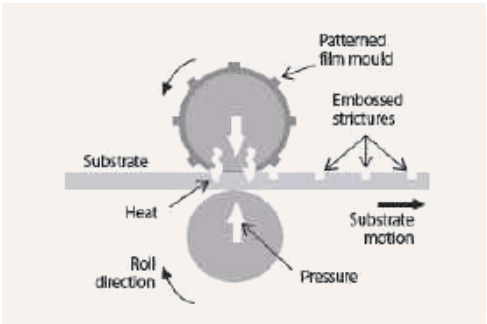


하이브리드롤 기반 대면적 핫엠보싱 장비

연구자: 손영수, 김병인, 김세영
소속: 첨단로봇연구센터 ☎ 042-868-7712

기술 개요

- 다양한 핫엠보싱 공정 조건에 용이하게 대응할 수 있으며 극초미세 패턴성형이 가능한 가열 및 냉각 기능을 갖는 롤 폭 600mm급 하이브리드 롤 개발 기술



고객 · 시장

- 미세패턴이 요구되는 차세대 반도체, 디스플레이 소자, 바이오 소자, 광통신 부품 및 고에너지 부품

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 고기능화와 고집적도 실현을 위해서는 수백nm~수십 μ m 수준의 극초미세 형상가공이 필수적이나 기존의 LIGA 공정이나 미세기계가공 방식은 경제적 기술적 한계를 드러내고 있어 수십 μ m 이하의 극초미세 형상 제작이 가능한 새로운 기술과 장비가 요구됨
- 300mm 웨이퍼 처리가 가능한 중저온 엠보싱에 비해 고온 엠보싱은 작업면 전체에 균일 온도와 압력을 부가하는데 기술적인 어려움이 있고 프레스 방식 고온 엠보싱은 작은 작업면적에 균일한 온도와 압력을 부가하기에 용이하나 지속적인 대면적화를 이루는 데에는 한계가 있음
- UV 경화 방식의 롤방식 엠보싱 공정은 진공설비가 필요하고, UV에 반응하는 특정 resin을 사용하여야 하므로, 공정설계 비용 및 공정 유지/생산 비용이 많이 드는 단점이 있음

기술의 차별성

- 폴리머를 유리전이온도 이상으로 가열하여 부드러운 상태에서 금형(stamp)을 이용하여 미세구조를 찍고 냉각 하여 경화시키는 기술로 마이크로 이하 규모의 극초미세 패턴가공이 가능함
- 광분리기(beam splitter), 렌즈, 홀로그래프와 같은 광부품류, 비반사 기판, 광학 필터의 제조에 활용 가능하고 Solar cell 제조공정에 사용될 경우, 절연체층이나 활성층의 폴리머 엠보싱 공정에 사용 가능함
- 핫엠보싱 공정뿐만이 아니라, 섬유, 제지산업 등의 일반 산업에도 널리 사용될 수 있음
- 롤 내부의 가열 및 냉각 기능을 이용하여 표면 온도를 빠르게 제어할 수 있으므로 능동적인 공정 설계 가능
- 대면적 미세패턴 제작을 위한 롤 폭 600mm급 하이브리드롤의 표면 온도 균일도 확보 (온도편차 : $\pm 2^{\circ}\text{C}$, 최대온도 : 250°C)
- 하이브리드롤을 이용한 폭 600mm급 핫엠보싱 장비 실험결과 재질 PMMA, 선폭 $20\mu\text{m}$, 패턴밀도 가변 기준 각인율 70%임

기술완성도(TRL)

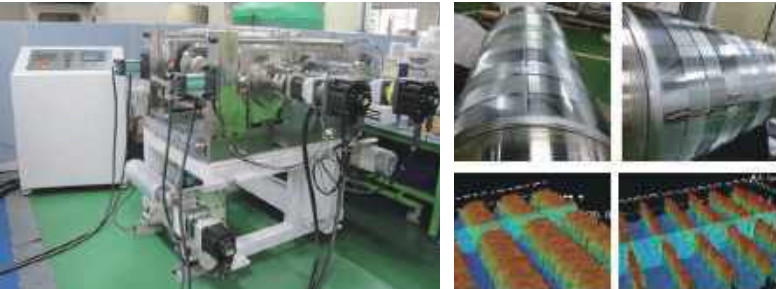


희망 파트너십

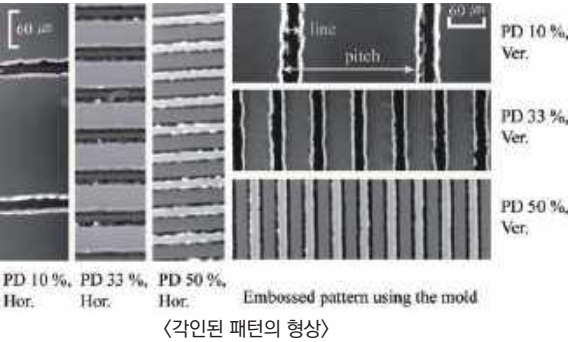


기술의 우수성

- 하이브리드롤을 패턴롤 및 히팅롤로 이용하고, 패턴링 이후 냉각성능 향상을 위한 냉풍 장치를 추가하였으며, 필름과 롤의 접촉면적(예비 가열 및 냉각 영향 분석용)에 따른 성능파악을 위한 기구부를 추가하여, 필름과 롤의 접촉량을 조절하여 예열과 냉각효과를 가질 수 있는 개념을 도입함
- 가압 시, 롤의 변형과 접촉상태를 모니터링하기 위한 센서부를 설치함



<완성된 600mm급 핫엠보싱 장치> <롤에 새겨진 미세패턴사진 및 측정결과>



<각인된 패턴의 형상>

지식재산권 현황

특허

- 열 가변형 핫 엠보싱 장치 및 방법(KR1064492)
- 임팩트 프린트 타입의 핫 엠보싱 장치(KR0999538, JP5604633)
- 롤투롤 장비의 균일 가압을 위한 가압롤러(KR1537517)
- 롤투롤을 이용한 패턴링 시스템(KR1545052)
- 롤투롤 장비의 납 압력 모니터링 장치 및 방법(KR1519846)
- 라인 타입 마이크로 패턴 시트부재 성형 장치(KR1221830)

노하우

- 가열 및 냉각기능을 갖는 하이브리드롤 설계기술
- 하이브리드 롤 기반 핫엠보싱장치 설계기술



372

기타
9

나노파이버(Nanofiber) 웹 측정 및 평가 기술

연구자: 이준희
소속: 바이오기계연구실 ☎ 042-868-7937

기술 개요

- 나노파이버 웹의 결점 존재 여부와 그 크기 및 두께를 실시간으로 측정하는 기술



〈나노파이버 웹 측정 시스템〉

고객 · 시장

- 나노파이버, 섬유 라미네이팅, 제지, 필름 등의 제조회장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 전기 방사 공정으로 완성된 나노파이버 웹에는 결점(Defect)들이 다수 존재하여 나노파이버 웹의 투과 및 여과 성능에 악영향을 미치는 문제가 존재함
- 제조 완성된 나노파이버 웹의 결점들을 검사 및 분석하여 생산 공정을 제어할 필요성이 대두됨

기술의 차별성

- 집광된 빛이 불투명한 나노파이버 웹의 결점을 통과하면서 결점을 통과한 빛이 결점 이외의 부분보다 빛의 양이 증가하는 변화량을 이용하여 결점의 크기와 위치를 측정함
- 집광된 빛이 불투명한 나노파이버 웹을 통과하면서 나노파이버 웹의 두께에 따라 통과하는 광량의 평균치가 변하는 것을 이용하여 나노파이버 웹의 두께를 측정함

KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

373

기술완성도(TRL)

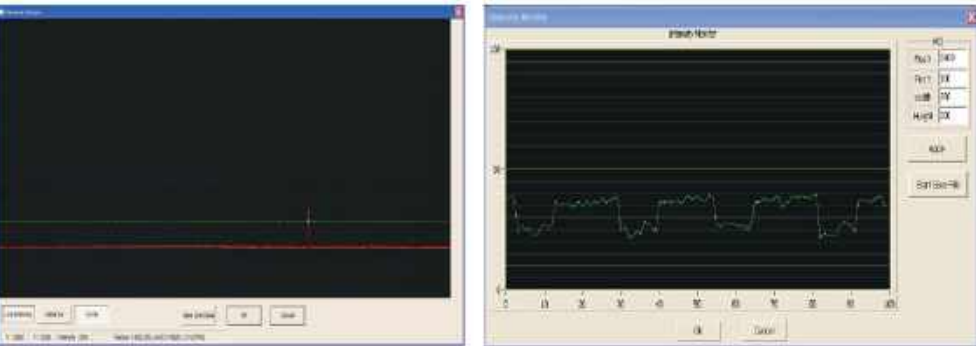


희망 파트너십



기술의 우수성

- 집광된 빛은 라인 형태로 조사되어 노이즈 발생이 극소화되며, 고속으로 나노파이버 웹을 검사할 수 있음
- 집광된 빛은 라인 형태로 조사되어 결점이 있는 부분과 결점이 없는 부분의 명암대비가 커져 결점의 위치를 정밀하게 측정할 수 있음
- 결점의 위치와 양을 실시간으로 측정할 수 있으며, 나노파이버 웹의 두께를 실시간으로 측정할 수 있음



〈Defect 크기 측정〉

〈Web 두께 측정〉

지식재산권 현황

특허

- 멀티 노즐 전기 방사 장치의 모니터링과 보수 장치 및 그를 이용한 모니터링과 보수 방법(KR0836274)
- 나노섬유 웹 검사장치 및 그 검사방법(KR0893933)
- 나노섬유 검사 및 보수 장치 및 그 방법(KR1056345)

노하우

- 측정 속도, 직경 등의 측정 변수 등 공정 변수



374

기타
10

전기소모를 획기적으로 줄이는 고기능 표면의 제습장치 또는 물 수확기

연구자: 임현의, 오선종
소속: 바이오기계연구실 ☎ 042-868-7106

기술 개요

- 제습량 증대를 위한 냉각핀 형상 설계 및 냉각핀 표면 젖음성 개질 공정기술로 제습기용 열전모듈 어셈블리에서 냉각핀에 맺히는 물방울을 보다 효과적으로 제거함으로써 제습효율을 향상함
- 열전핀의 항박테리아 특성 유지 및 찬바람 제습 가능하며 모아진 물은 활용가능함

고객 · 시장

- 제습기 제조회사, 에어컨 제조회사, 냉동 공조 분야, 정수기 제조회사, 개도국 및 국방

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 냉동공조에서는 흡습제를 이용하여 공기 중 수분을 흡수하거나, 냉매와 단일 젖음성의 표면을 이용하여 공기 중 수분을 응축하여 공기 중 수분을 제거하는 기술을 사용하고 있어 효율의 측면에서 개선의 여지가 있음
- 건조식 제습장치는 화학물질인 흡습제를 이용하고, 흡습제가 공기 중의 습기를 더 이상 흡수하지 못하면, 흡습제를 재가열하여야 하며, 이 과정에서 추가 비용이 발생함
- 냉각식 제습장치는 팬을 이용해 습한 공기를 빨아들인 뒤 공기 중의 수분을 물로 변환시키기 위하여 프레온 냉매를 사용하는데, 발수성 혹은 친수성 등의 단독 젖음성을 가지거나 저성능의 젖음성을 가지므로 에너지 효율이 높은 제습 장치를 요구함

기술의 차별성

- 실용적인 친수 또는 발수 기능의 표면을 이용한 제습 기술임
- 공기 중의 수분을 포집하여 물방울로 만드는 친수성 소재와 포집된 수분을 흘러내리게 하는 발수성 소재를 잘 어우러지게 하거나 그 성능을 극대화하여 지금의 친수성 혹은 발수성 소재 표면보다 효율적으로 수분을 포집할 수 있음

기술의 우수성

- 본 기술에서는 친수성 패턴이 대기에 함유된 수증기를 모으는 핵 역할을 하며 계속 물방울이 성장되어 일정 부피를 가지는 물방울이 형성되면, 응집된 물방울이 발수성 패턴을 따라 흘러 포집되는 원리가 사용됨
- 다양한 아이디어를 통하여 응축된 물방울이 빨리 자라도록 구성하고, 제습기 가동 후 잔류 수분에 의한 냉각핀 오염물질을 순간 고온으로 살균함(15초 살균으로 박테리아 100% 제거). 찬바람 제습기로 토출구 온도 21.9℃ 구현이 가능함
- 상용화가 가능하도록 값싼 공정을 이용하여 고기능의 표면을 구현함

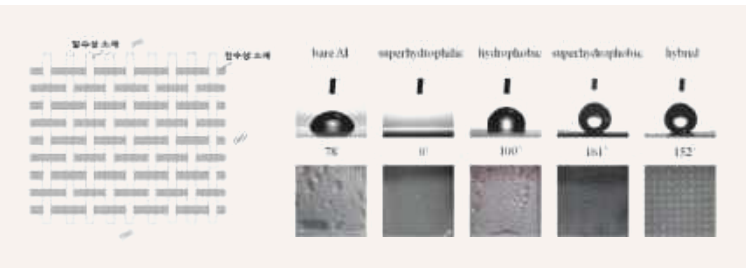
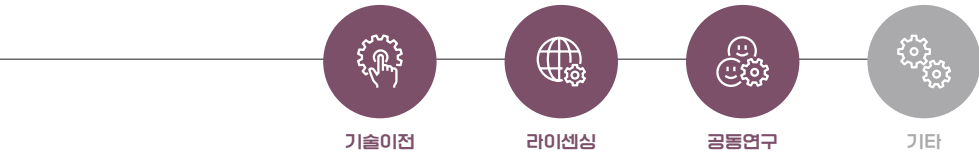
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

375

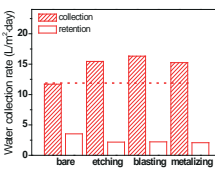
기술완성도(TRL)



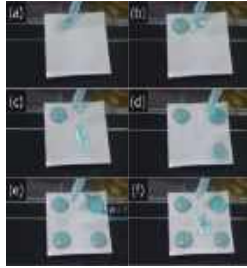
희망 파트너십



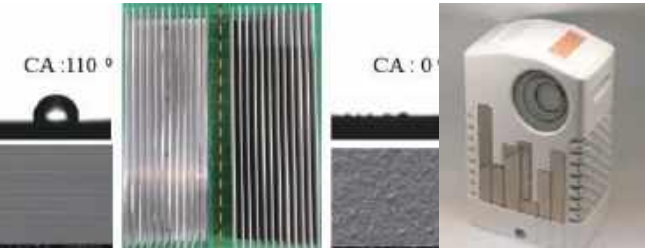
〈친수성 패턴과 발수성 패턴을 이용한 수분포집장치 구현 예〉



〈향상된 물포집 결과〉



〈친수성 패턴을 가지는 발수성 표면〉



〈발수성과 친수성을 가지는 3차원 열전핀과 이를 활용한 찬바람 제습기〉



〈가방형 물 수확기, 탁상형 물 수확기, 자정용 물수확기〉

지식재산권 현황

특허

- 찬바람 살균기능 제습기 : 열회수 기능을 구비한 제습기(KR1750403) / 열전소자 어셈블리의 히트싱크 살균 방법 및 장치(KR1818729) 외 특허 1건 보유
- 고효율 제습기 : 초발수성을 갖는 히트싱크 및 그 제조방법(KR1136391) / 미세 범프를 가진 전열핀(KR1739049) 외
- 물 수확기 : 물 수확 장치 및 이를 이용한 수분 포집 정수 방법(KR2561825) / 휴대용 물 포집장치(KR2434676) / 구조토를 포함하는 필터용 조성물, 구조토 필터 제조방법, 및 구조토 필터를 구비한 다단 필터장치(KR2551040) 외 특허 2건 보유

노하우

- 다양한 표면에서의 응축거동에 대한 이해



376

기타
11

제품 정렬 및 판별 스마트 센서 기술

연구자: 정영도
소속: 바이오기계연구실 042-868-7044

기술 개요

- 여러 단계의 공정을 거쳐 제작되는 제품의 제조 공정간 제품의 정렬 및 판별이 가능한 스마트 센서 기술

고객 · 시장

- 자동차 부품, 정밀 기계 부품 등을 열간단조, 냉간단조 등 다단계 공정을 통해 생산하는 제조업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 제품 정렬 및 판별 기술은 수작업 혹은 이미지/레이저 센서 등을 이용함
- 자동차 부품, 정밀 기계 부품류로 사용되는 금속 재질 표면은 난반사 등으로 인해 이미지 센서를 사용하기 어려움
- 스마트 센서를 이용하여 자동화 제조설비를 설치하는데 있어 우수한 성능을 가짐과 동시에 가격경쟁력을 확보할 수 있는 스마트 센서 기술이 부재함

기술의 차별성

- 본 기술은 다양한 소재 제품에 적용이 가능하며, 제품 형상에 따라 손쉽게 센서의 신호 입력부 형상을 바꿀 수 있어 다양한 제조 현장에서 적용이 가능함
- 제조 현장의 요구에 따라서 ON/OFF 디지털 방식 혹은 아날로그 신호 방식으로 형상 측정 결과가 표현 가능하여 신호처리 방식의 단순화가 가능함

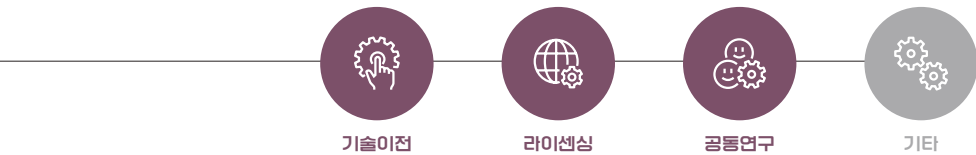
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

377

기술완성도(TRL)

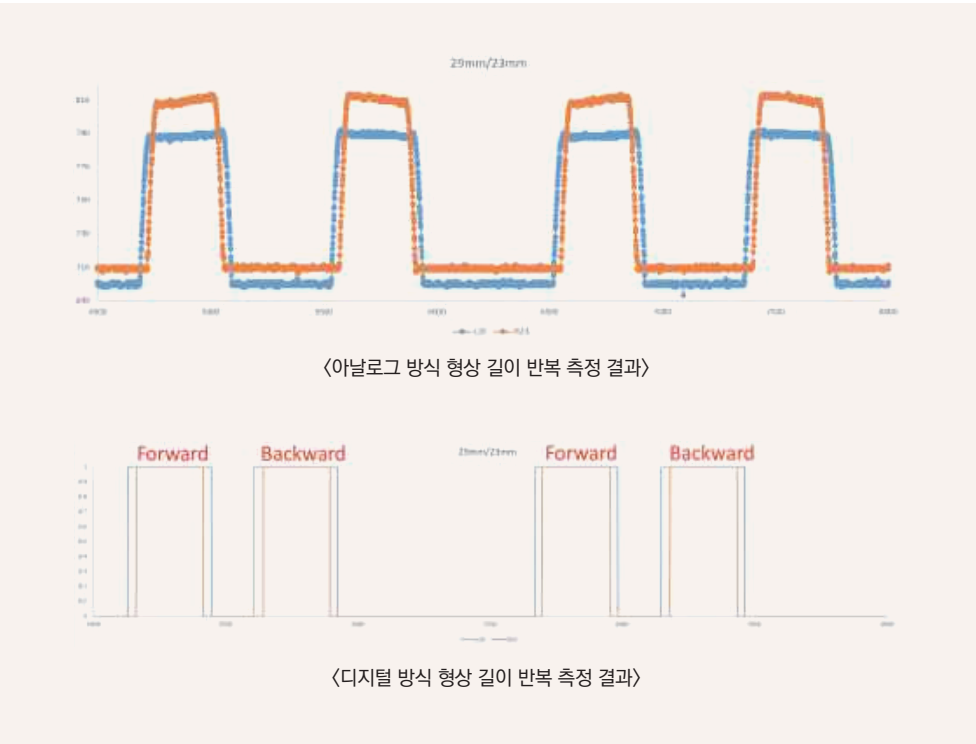


희망 파트너십



기술의 우수성

- 정렬 혹은 판별하고자 하는 대상 물질의 특성에 맞게 센서의 감지 범위 및 민감도 등을 손쉽게 조절할 수 있으며, 기존 센서를 적용하기 어려운 환경에서도 사용 가능
- 센서를 적용하기 위해서 기존 공정 단계 혹은 제조 라인의 변경을 최소화하면서 해당 기술의 적용이 가능하여 비용 측면에서 실제 적용하기 용이함



지식재산권 현황

특허

- 센서 기반 이동형 형상 검사장치(KR2023-0135779)
- 형상판별 지능형 이송장치(KR2024-0042854)

노하우

- 다양한 환경에서 위치 정렬 및 형상 판별을 할 수 있는 센서 시스템
- 측정하고자 하는 대상의 측정 범위 및 민감도 범위에 따른 맞춤형 센서 시스템
- 측정 대상 형상 및 정렬을 판별할 수 있는 센서 데이터 획득 및 분석 시스템



378

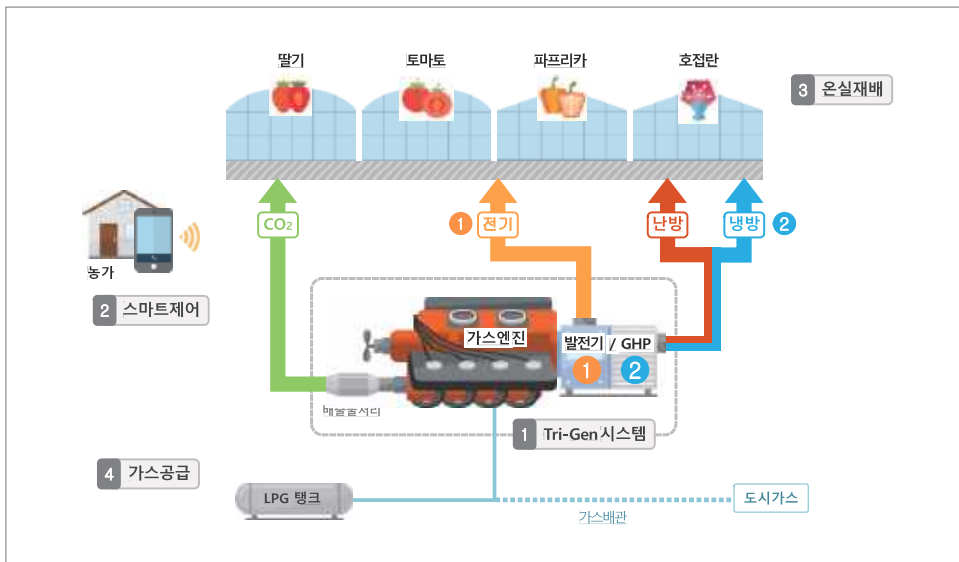
기타
12

시설원에 에너지 통합 공급/관리시스템 기술 (TRI-GEN)

연구자. 이상민
소속. 도시환경연구실 042-868-7833

기술 개요

- 가스를 연료로 시설원예(온실) 단지에 열/CO₂/전기 등을 동시에 생산·공급 가능한 고효율 삼중발전 (tri-generation, Tri-Gen) 시스템 기술
- Tri-Gen을 활용한 화훼류/과채류 등 작물 재배를 위한 온실 에너지 통합제어 기술



고객 · 시장

- Tri-Gen 발전모드 : 가스엔진(수출용, 온실/식물공장)
- Tri-Gen 냉방모드 : 가스히트펌프(내수용, 온실/식물공장)

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존에는 주로 면세유를 이용한 난방을 하였으나, 난방용 면세경유 혜택이 폐지되면서 최근에는 전기 난방이 증가하는 추세이며, 이는 국가적 에너지 손실로 이어짐
- 국내 1인당 시설원예(온실) 면적은 세계 1위를 차지하고 있어, 신기술 개발 시 큰 파급효과가 예상
- 전기 사용을 억제하고 CO₂ 배출을 저감시켜, 미래 농촌 에너지 자립을 기대할 수 있음

기술의 차별성

- 가스히트펌프를 이용한 온실 3중발전 시스템 개발은 세계 최초
- 자체 개발한 엔진 배출물 저감기술을 적용하여 배가스 탄산(CO₂) 시비 가능 (액화탄산탱크 설치가 불필요하여 시비 비용 절감)
- 탄산시비 및 냉방·제습기능을 이용하여 온습도/CO₂농도 통합관리 → 20% 수확량 증대 효과
- 축사의 열악한 조건(분진/분뇨)에서 냉방을 공급하여 닭, 돼지 등의 폐사를 방지할 수 있음

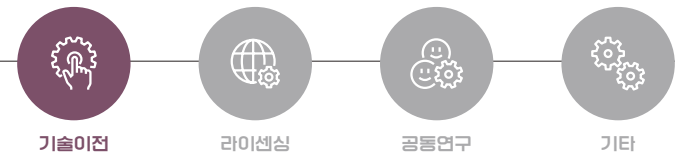
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

379

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- Tri-Gen(가스히트펌프(GHP), 가스발전기)
 - GHP를 이용하여 온실 에너지를 통합 관리하므로 에너지 사용이 절감되고, GHP의 ALL-in-One 시스템으로 기존 방식에 비해 중복 투자시설을 감축할 수 있음
 - GHP는 보일러 보다 난방효율이 30% 이상 높고(COP 1.5 이상), 화훼류는 주간, 과채류는 야간 냉방을 하여 온습도 관리를 하고, 배기가스에 포함된 CO₂를 공급하여 광합성을 향상시킬 수 있기 때문에 작물의 생산성을 크게 높임으로써 농가 소득 증대에 기여
 - 가스발전기는 농사용 전기가 저렴한 국내보다는 자원이 풍부하고 전기 사정이 좋지 않은 중앙아시아, 중동 지방 등 해외 시장에 보다 적합
 - 본 기술은 가스연료에 국한하지 않고 전기히트펌프(EHP) 활용 농가에도 적용이 가능함



〈시설원에 에너지 통합 공급/관리 시스템 실증 사진 : (좌) 파주 호접란 농가, (우) 포천 육계사〉

지식재산권 현황

특허

- 고희박연소를 이용한 트라이젠 시스템 및 그 제어방법(KR1569677)
- 초저압 저공해 가스엔진기술을 이용한 시설원예용 트라이젠 시스템(KR1769438)
- 트라이젠 기술을 이용한 에너지 독립형 시설원예 에너지 공급 모듈(KR1784878)
- 일산화탄소 센서를 이용한 시설원예용 트라이젠 시스템(KR1784896)
- 트라이젠 기법을 이용한 식물공장의 CO₂ 공급장치 및 방법(KR2272887)

노하우

- 온실/식물공장 배기가스 이용 탄산시비 기술
- 온실/식물공장 에너지 통합 공급 및 관리 시스템 설계기술
- 스마트 에너지 통합시스템 시설원에 실증 기술(농진청 시범사업으로 전국 온실 11개 농가 실증)
- 축사 하절기 폐사방지 냉방 시스템 설계 및 실증 기술



380

기타

13

옥상온실형 스마트 그린빌딩 기술

연구자. 이상민, 최은정

소속. 도시환경연구실 042-868-7833, 7264

기술 개요

- 건물 일체형 옥상온실을 이용한 분산자원의 에너지 활용 극대화를 통해 건물 냉난방 에너지 절감 및 온실가스 감축이 가능한 미래 도시형 스마트 그린빌딩 시스템 기술



고객 · 시장

- 도시농업 관련 산업
- 친환경 건축 관련 산업

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 국내 총 에너지 소비량의 20%가 건물에서 사용되고 있으며, 기후변화 대응 및 에너지 안보 차원에서 분산발전, BEMS(Building Energy Management System) 등 기술적 고효율화를 통한 건물 에너지 절감 및 자립도 향상이 시급
- 식량 안보, 식품 안정성 등의 문제를 해결하는 측면에서 도시 농업에 대한 필요성 및 기술 수요는 꾸준히 증가하고 있으나 작물 재배에 치중한 나머지 에너지 이용 효율이 매우 떨어지는 실정. 도시농업으로 인한 도시의 과도한 에너지 사용문제를 해결하기 위해 스마트팜 기기 및 시스템의 에너지 이용 효율화가 필요함

기술의 차별성

- 건물에서 버려지거나 활용되지 않는 에너지/자원을 옥상온실에 이용할 수 있고, 옥상온실 최적운전을 통해 건물의 냉난방 부하를 줄일 수 있어 시너지 효과를 낼 수 있음
- 옥상온실은 기본적으로 열 부하가 크고 건물의 에너지 패턴과 비교했을 때 야간에 에너지 요구(동절기 난방, 하절기 야간냉방)가 높아 운전시간 제어 및 에너지 저장을 통하여 분산발전과 BEMS의 효율성을 크게 향상시킴으로써 에너지 비용 절감이 가능
- 연료전지, 태양광 등 신재생에너지와의 연계도 가능하므로 제로에너지빌딩 시대 새로운 형태의 에너지 자립형 스마트 그린 빌딩 모델 개발이 가능

KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

381

기술완성도(TRL)



희망 파트너십



기술의 우수성

- 국내 최초 건물 통합형 옥상온실 서울 도심 건축(서울 도심 소재 8층 업무용 건물에 바닥면적 200m² 규모의 옥상온실) 및 운영 중
- 도시 옥상온실 맞춤형 고효율 스마트팜 기기(광원장치/센서/양액기 등) 및 다품종 동시 재배모델 개발 및 성능 평가
- 인공지능 모델 기반 옥상온실 최적 제어 알고리즘 구축 및 옥상온실 활용 건물 에너지 절감 기술개발 → BEMS와 스마트팜이 결합된 최초의 사례
- 세계최고 수준의 액티브 에너지 제어기술을 이용한 옥상온실과 건물 간의 에너지 교환효율 극대화



지식재산권 현황

특허

- 컨테이너형 식물 재배 장치(KR2511080)

노하우

- 옥상온실 시스템 설비 및 건축 설계 기술
- 건물에너지 절감을 위한 옥상온실 환경 · 에너지 제어 기술
- 건물 및 옥상온실 에너지 부하 해석 기술



382

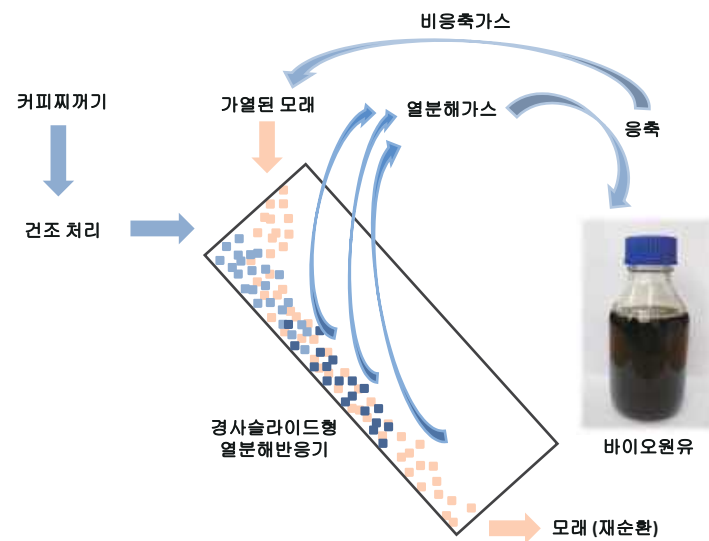
기타
14

바이오원유 제조를 위한 경사슬라이드식 급속열분해시스템 개발

연구자: 최연석
소속: 자원순환연구실 ☎ 042-868-7344

기술 개요

- 커피찌꺼기, 톱밥과 같은 바이오매스를 분쇄건조한 후 경사슬라이드형 열분해시스템에서 신속하게 가열하고 냉각하여 발열량 4,000~6,000kcal/kg 정도의 오일 원유를 생산하는 기술



고객 · 시장

- 바이오연료 보일러, 바이오항공유 제조, 바이오선박유 제조, 바이오디젤 제조 등 재생에너지연료 생산 및 이용 산업 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 유동층방식 반응기는 열매체와 바이오매스를 접촉시키기 위해서 유동화기체를 공급해야 하고 기체유입으로 반응기 부피도 커지게 됨
- 열분해과정에서 발생하는 찌를 별도로 분리해서 처리해야 함

기술의 차별성

- 중력을 이용하여 열매체와 바이오매스가 접촉되도록 고안된 급속열분해반응기
- 직접응축과 간접응축 및 오일미스트 포집탑 등 다단으로 구성된 바이오원유 회수장치
- 반응 중 생성된 찌 및 비응축가스의 전량 연소

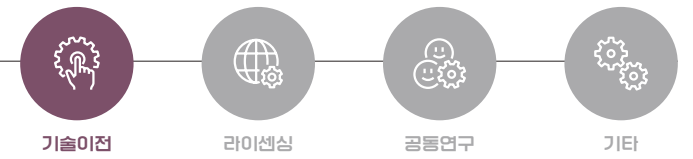
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

383

기술완성도(TRL)

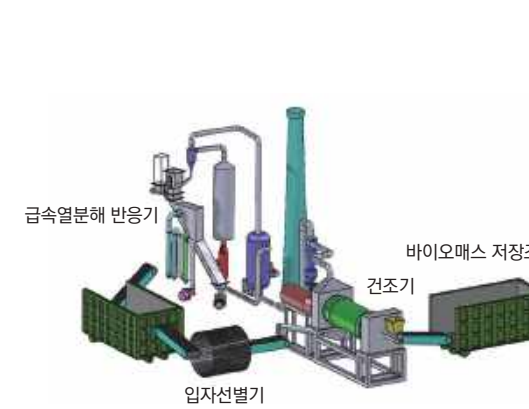


희망 파트너십

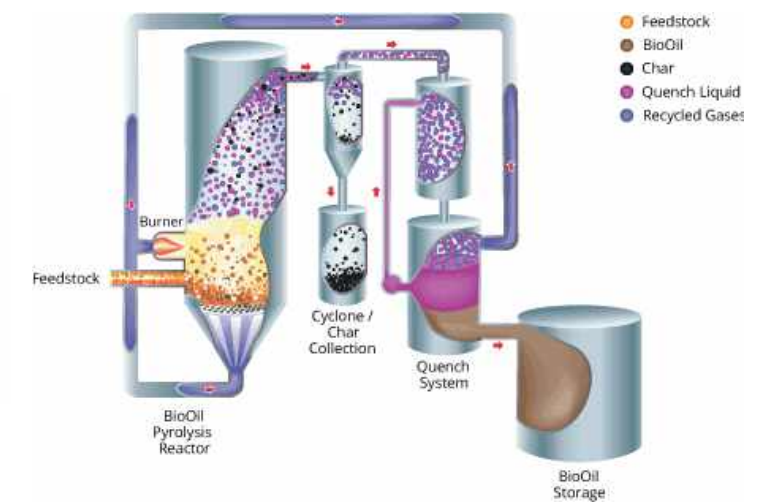


기술의 우수성

- 열매체 유동을 위한 에너지가 필요 없고, 반응기 부피가 적음
- 경사슬라이드형 반응기에서 바이오매스와 모래의 열전달 효율이 우수함
- 바이오증기의 냉각응축 및 물리적 포집으로 바이오원유 누출이 거의 없음
- 찌를 별도로 분리처리하지 않아 후처리 공정을 줄임



〈경사슬라이드식 급속열분해 시스템〉



〈유동층식 급속열분해 시스템〉

지식재산권 현황

특허

- 급속 열분해 반응기 및 그 장치를 이용하는 바이오 원유 제조시스템(KR1068748)
- 유동화 촉진 및 폐열 회수형 바이오 원유 제조시스템(KR1559848)

노하우

- 열매체 모래를 이용하여 반응기 무산소분위기 유지
- 다단응축에 의한 수율향상
- 비응축가스의 회수 및 연소열 이용



384

기타

15

공간음장 획득 및 제어 기술

연구자: 우정환

소속: 가상공학연구센터 ☎ 042-868-7763

기술 개요

- 몰입형 메타버스 환경/확장현실 구현을 위한 Sound Reality(SR) 기술



고객 · 시장

- 가상/원격 교육 및 훈련 시뮬레이터 제작기업
- 공공/안전/재활/복지/훈련시설 및 인프라 운영 업체
- 육군, 공군, 해병대 등 초실감 훈련체계 운영부대
- 영화, 공연, 오락, 엔터테인먼트 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 공간음장 취득 시스템은 측정 가능한 채널 수와 관련해 주파수 대역의 한계가 명확하고, 고정된 측정 위치와 임의의 위치에서의 공간음장 정보는 취득 불가함
- 현재 공간음장의 구현은 착용형태의 장치(헤드셋/이어폰 등)를 이용하는 바이노럴 렌더링 기법(개별 음원의 위치로부터 양쪽 귀까지 도달하는 경로에 대한 머리전달함수를 활용하는 기술)이 적용되기 때문에 개인차로 인한 몰입감 저하 등 기술적 한계가 존재
- 공간음장의 획득 및 제어가 가능한 영역 범위, 잔향/회절에 따른 왜곡 등을 극복할 수 있는 기술이 필요함

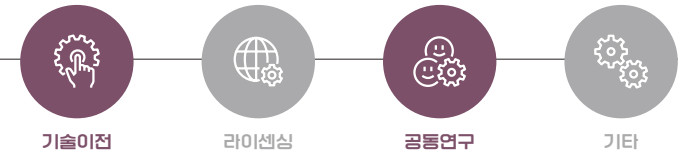
KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

385

기술완성도(TRL)



희망 파트너십

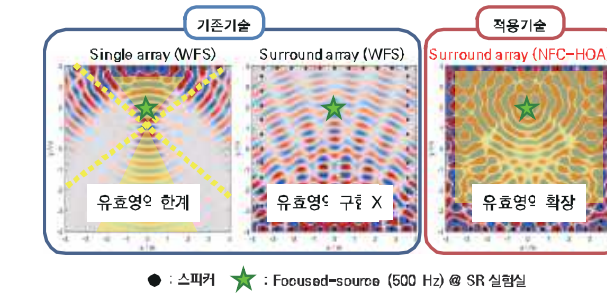


기술의 차별성

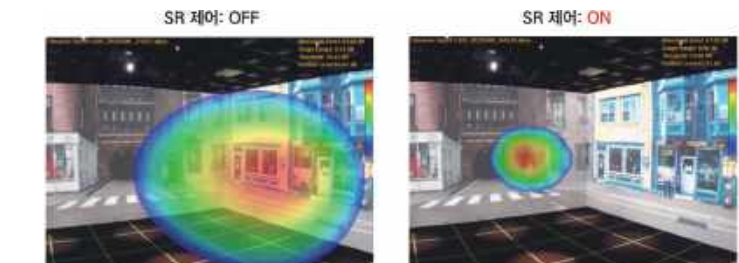
- 비착용 형식의 스피커 어레이를 활용하여 기존 장치들의 불편함(어지럼증 등) 해소 및 사용 편의성 향상, 개인차에 의한 영향이 없음
- 현 오디오 시스템이 특정 위치에서의 청감정보 전달에 목적이 있었지만, 특정 위치 주변뿐만 아니라 공간 자체에 대한 음장을 취득하고 이를 구현할 수 있도록 제어 가능
- 유효한 청취 영역을 한 점에서부터 넓은 영역 또는 공간으로 확장하여 다수의 사용자가 SR을 경험 가능한 개방형 인터페이스

기술의 우수성

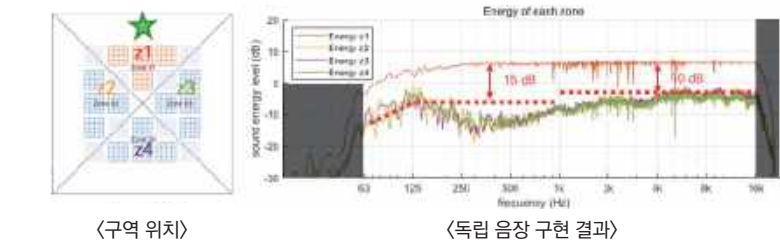
- 유효청취 영역 확장(Surround array 및 WFS, NFC-HOA 기법 적용)



- 객체기반 공간음장 제어



- 공간감 확장을 고려한 음장제어 기술



KIMM

기업지원 프로그램



CONTENTS

KIMM 기업지원 프로그램	388
중소기업 애로기술 지원 프로그램	390
패밀리기업 지원 프로그램	391
기술사업화 R&D 지원 프로그램(ACE)	392
기술이전 프로그램	393
연구소기업 설립 지원 프로그램	394
인력지원 프로그램	395
시험검사 프로그램	396
시험검사 프로그램 관련 접속 정보	397
소재 · 부품 · 장비 융합혁신지원단	398



KIMM 기업지원 프로그램

기계연구원의 기업지원은 서로가 소통하는 열린 광장입니다.

언제나 편하게 문을 두드리고 허심탄화하게
서로의 이야기를 주고 받는 오붓한 사랑방입니다.

| 기업지원 프로그램 |

중소기업 애로기술 지원 프로그램, 패밀리기업 지원 프로그램, 기술사업화 R&D 지원 프로그램(ACE)
기술이전 프로그램, 연구소기업 설립 지원 프로그램, 인력지원 프로그램, 시험검사 프로그램



① 기계연구원은 기업의 성장과 경쟁력 향상을 위하여 기술, 장비, 인력 등 종합적이고 체계적인 기업지원을 하고 있습니다. 이를 통하여 기업들과 연구자들이 상생 발전할 수 있는 어려움을 만들어 갑니다.



② 기계연구원은 기업들과 지속적으로 퍼즐 맞추기 및 블록 쌓기를 해나가고 있습니다.





중소기업 애로기술 지원 프로그램

Why

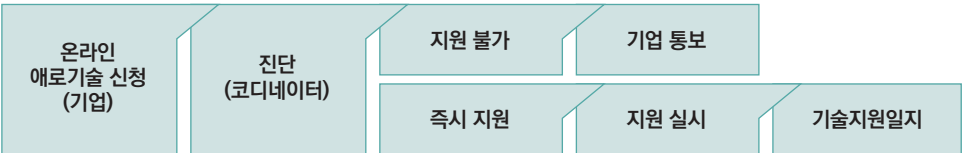
- 중소기업의 제품개발 및 생산공정 등에서 발생한 주요 애로기술에 대하여 연구원이 기 보유하고 있는 기술 및 인프라를 활용하여 문제해결 지원

Who

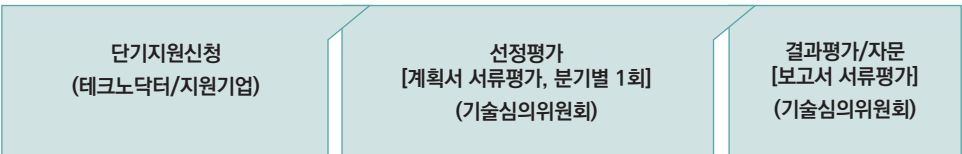
- 지원대상** : 애로기술지원이 필요한 중소·중견기업
- 선정기준** : 기계연구원 애로기술 지원지침을 기준으로, 기술코디네이터의 진단 및 기술심의위원회를 통하여 지원업체 선정

What

- 즉시지원** : 신청한 애로기술에 대한 기술적 자문실시(상호방문, 전화, 이메일 등)



- 단기지원** : 즉시지원 결과 추가지원이 필요한 경우, 분기별 신청/평가를 통해 선정하고 연구원의 예산 및 장비를 활용하여 기술지원 수행



* 즉시지원 수행 후, 단기지원의 필요성이 있고 기업과의 협의가 된 경우 단기지원 신청

When

- 즉시지원** : 수시 신청
- 단기지원** : 분기별 1회 신청

How

- 즉시지원** : 온라인 애로기술 신청(기계연구원 홈페이지)
- 단기지원** : 연구자/기업 논의 후 연구자가 신청

패밀리기업 지원 프로그램

Why

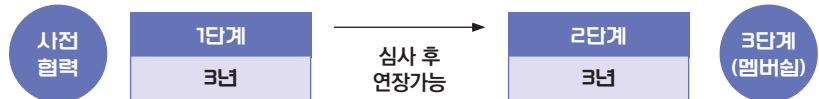
- 기계관련 중소중견기업에 대한 맞춤형 밀착지원을 통해 기업의 지속적인 성장과 경쟁력 강화를 지원

Who

- 지원대상** : 연구자가 추천하는 기계분야 중소·중견기업
- 선정기준** : 기계연구원 패밀리기업 선정 및 육성지침을 기준으로 기술심의위원회에서 지원업체 선정

What

- 일반지원** : 담당 테크노닥터의 일상적인 기술자문
- 집중지원** : 패밀리기업 중 신청 접수 후 선정평가를 통해 집중지원사업
- 기술지원** : 기업별 담당 테크노닥터 지원에 필요한 직접비 일부 지원
(연구원 가용예산으로 지원에 필요한 직접비 일부 지원)
- 기업지원** : 교육, 정보제공, 마케팅, 인력채용 등 종합적인 기업지원
- 기업기간**



- 권장 지원체계**



* 집중지원은 기업당 1회로 제한

When

- 매년 초, 신규 패밀리기업 모집 공고 실시

How

- 연구자/기업 사전 논의 후, 연구자가 공고에 맞추어 신청



기술사업화 R&D 지원 프로그램(ACE)

Why

- 기업수요에 적합한 기계연구원 성과를 이전하고, 지속적인 사후관리를 통해 기업의 사업화 성공 지원

Who

- 지원대상 : 기계연구원 기술을 이전받아 사업화를 진행하고자 하는 중소·중견기업
- 선정기준 : 기계연구원 연구심의위원회에 사업성 평가를 통해 지원사업 선정

What

- 연구예산 : 정부출연금 2억원 내외
- 연구기간 : 기본 1년, 필요시 1년 연장 가능
- 연구내용 : 기업수요에 기반하여 사업화가 가능한 상용화기술 개발 및 결과물 기술 이전
- 기업투자 : 현금매칭(출연금의 10% 이상), 기술료(출연금의 15% 이상)



When

- 매년 말, 차기 연도 사업 신청 공고 실시

How

- 연구자/기업 사전 논의 후, 연구자가 공고에 맞추어 신청

기술이전 프로그램

Why

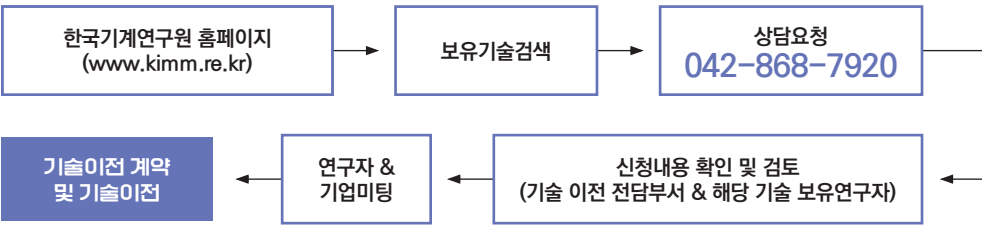
- 기계연구원이 보유하고 있는 지적재산권 및 기술을 사용하여, 수요기업이 제품을 생산 및 판매하거나 공정을 개선할 수 있도록 기술료를 받고 기술의 사용을 허용

Who

- 지원대상 : 기술료를 지급하고 기계연구원 기술을 이전받아 활용하고자 하는 기업

What

- 통상실시권 : 기술이전 받은 기업이 실시권의 범위내에서 해당 기술을 비독점적으로 사용할 수 있는 권리로서 연구원은 제3자에게 기술이전 가능
- 전용실시권 : 기술이전 받은 기업이 실시권의 범위내에서 해당 기술을 독점적으로 사용할 수 있는 권리로서 연구원은 다른 기업에 기술이전 할 수 없음
- 기술매매(양도/양수) : 매매 형태로 이루어지는 기술이전으로서 기업이 대가를 지불하고 특허권 등의 권리를 명의이전 받음
- 기술이전 신청프로세스



When

- 수시 상담 및 신청, 접수

How

- 기계연구원 보유기술 검색 후, 상담신청



연구소기업 설립 지원 프로그램

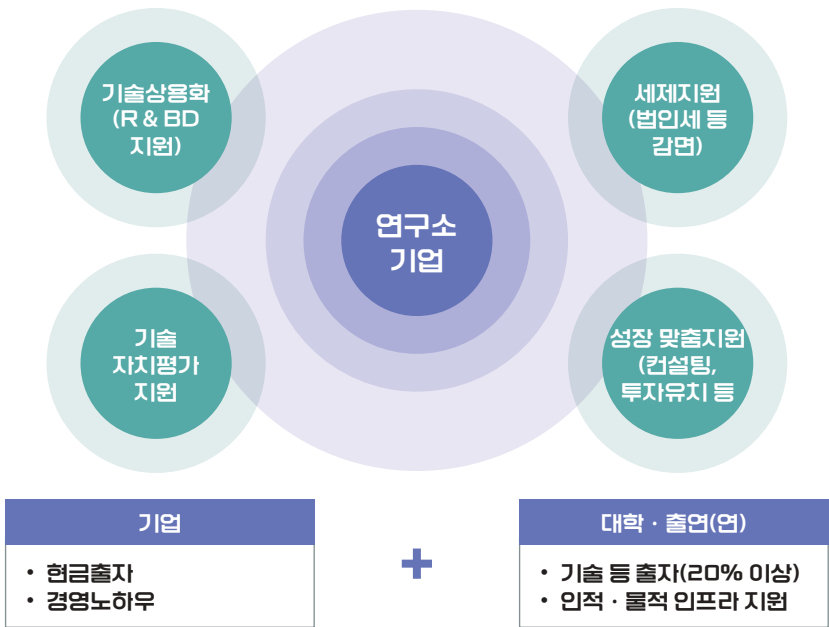
Why

- 기계연구원이 보유하고 있는 기술 출자를 통해서 신규 창업을 활성화하고 지속적인 육성 프로그램으로 기업 성장 지원

Who

- 지원대상 : 기계연구원 기술 출자를 통해 연구소기업을 설립하고자 하는 기업 및 개인

What



When

- 수시 상담 및 신청, 접수

How

- 기계연구원 보유기술 검색 후, 상담 신청

인력지원 프로그램

Why

- 연구력이 부족한 중소기업을 위하여 정부 프로그램을 통한 기업지원연구원 파견 등 인력 지원

Who

- 지원대상 : 기업부설연구소를 보유한 기술혁신형 중소기업, 경영혁신형 중소기업, 벤처기업
- 선정기준 : 사전검토, 서면평가, 현장평가 실시

What

- 인력지원
 - 석박사 학위 또는 동등 자격을 보유한 기계연구원 소속 연구원을 중소기업에 파견지원
 - 최대 3년 이내(1회에 한하여 최대 3년 연장 가능)
 - 파견 공공연구기관 기준연봉의 50% 정부 지원
- 기술개발 지원
 - 기술전략 및 개발계획 수립, 기술개발 수행, 시험평가(성능, 규격, 내구성 시험 등) 등
- 기술기획 지원
 - 논문 · 특허 등 조사 · 분석, 기술예측, 기술개발과제 도출, 신상품 기획 등
- 기술관리 지원
 - 특허출원, 품질관리 · 인증, 기술영업, 기술협력선 발굴 및 전략적 제휴, 협력기업 기술관련 대응 및 관리 등

When

- 매월 중소벤처기업부 공고

How

- 온라인 접수(smtech.go.kr) 후 평가실시 및 인력 매칭



시험검사 프로그램

Why

- 기계연구원이 보유하고 있는 기술과 장비를 활용하여, 기업이 필요로 하는 다양한 분야의 시험검사를 수행하고 공인 성적서를 발급

Who

- 지원대상 : 시험수수료를 지급하고 시험검사를 수행하고자 하는 신청자

What

01 경유차 차후 처리 장치 성능시험	08 공기청정장치 성능 및 환경오염 시험(KOLAS시험)
02 시스템 내성 시험	09 노즐분무 성능시험
03 광학 시험	10 음향/소음시험(KPLAS시험)
04 열성능시험	11 폐기를 소각시설 성능 검사
05 원전용 기기내환경시험	12 피로강도 시험
06 진동/충격시험(KOLAS시험)	13 신뢰성 시험평가
07 회전기계초고속 밸런스 시험평가	14 기타 관련분야

When

- 필요시 수시 신청

How

- 온라인 접수(<http://kimmtest.kimm.re.kr>)

시험검사프로그램 관련 접속 정보





소재 · 부품 · 장비 융합혁신지원단

소재부품장비 기업의 현장 애로기술 지원을 위한 One-Stop 융합형 기술혁신 서비스 제공

애로사항 맞춤형
기술애로 해결

기업지원데스크를 통한
기업의 기술애로를 원스톱 해결
전화, 방문, 홈페이지 등
다양한 채널을 활용

전문인력, 인프라 연계 및
정보제공

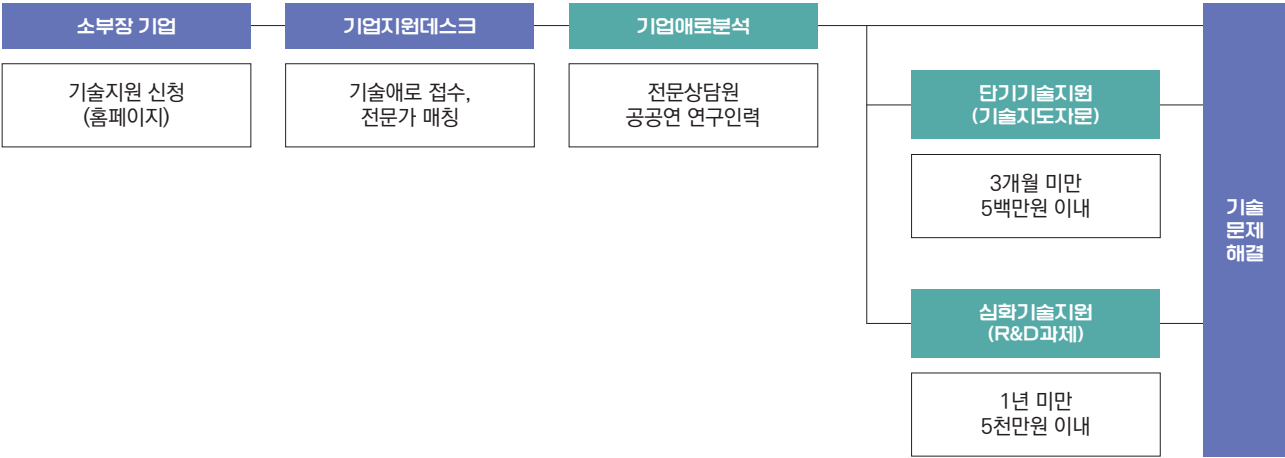
32개 공공 연구기관의
연구인력, 테스트장비 등
시설 · 장비 인프라 DB 연계를 통한
정보 활용

수요공급기업 협력 및
타 사업 연계 지원

다양한 지원사업 연계를 통해
기업의 애로사항 해소

기초소재	응용소재	전자부품	모듈 · 부품	시스템 · 장비
<div>· 한국화학연구원 · 한국과학기술연구원 · 한국표준과학연구원 · FIT시험연구원 · 다이텍연구원 · 한국건설생활환경 시험연구원 · 한국섬유소재연구원 · 한국신발피혁연구원 · 한국화학융합 시험연구원</div>	<div>· 한국재료연구원 · 포항산업과학연구원 · 한국세라믹기술원 · 한국지질자원연구원 · 고등기술연구원</div>	<div>· 한국전자기술연구원 · 한국광기술원 · 한국기계전기전자 시험연구원 · 한국전자통신연구원</div>	<div>· 한국자동차연구원 · 한국생산기술연구원 · 건설기계부품연구원 · 대구기계부품연구원 · 한국산업기술시험원</div>	<div>· 한국기계연구원 · 한국로봇산업진흥원 · 한국원자력연구원 · 한국전기연구원 · 한국항공우주연구원 · 한국에너지기술연구원 · 한국과학기술 정보연구원 · 한국기초과학 지원연구원 · 한국산업기술진흥원</div>

융합혁신지원단 기업지원 프로세스



융합혁신지원단 기술지원 유형

유형	기간	내용	접수일정
기술애로분석	3회 이내	컨설팅트의 3회 이내 현장 방문으로 해결가능한 애로사항 기술지원 전문가 자문 형태, 이중 분야의 전문가 융합지원 및 동종분야의 다수 전문가 집중지원 가능 예) 기술정보(기술/제품/시장/특허 정보) 지원 설계, 제작공정, 성능개선 등 기술자문으로 해결 가능한 사항	상시
단기기술지원	3개월 이내	3개월 이내 컨설팅으로 해결가능한 애로사항 기술지원전문가 자문 형태의 프로젝트로 이중 분야의 전문가 융합지원 및 동종분야의 다수 전문가 집중지원 가능 예) 비교적 간단한 구조, 유동, 전기장 단일장 해석 및 설계, 기술지원 불량 공정, 신뢰성 고장 등의 심화원인 분석 및 개선이 필요한 사항	매월 마지막주
심화기술지원	1년 이내	1년 이내 기술개발과제로 가능한 심화 기술지원 *과제비용 구성은 심화기술지원 공고문을 참고 예) 설계, 제작, 성능평가까지 수행되는 성능검증 과제, 시제품 제작, 구조유동전기장 등 복합장 해석이 필요한 해석/설계 과제	연2회 공고



KIMM CORE TECHNOLOGIES 2024

34103 대전광역시 유성구 가정북로 156 T. 042.868.7921 www.kimm.re.kr