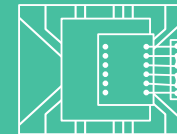


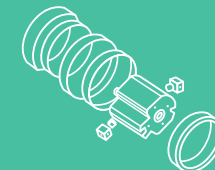
# Core

## TECHNOLOGIES 2021

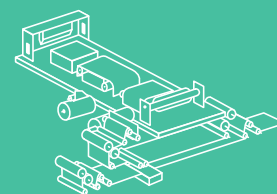
KOREA  
INSTITUTE OF  
MACHINERY &  
MATERIALS



초박형 유연반도체 패키지  
접속 및 3D 적층 기술



입자크기 10 $\mu$ m 미세분말용  
고 분해능 디스펜서 기술



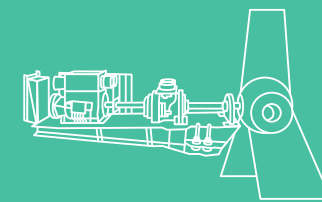
정밀 홀투출 리버스옵셋  
인쇄 기술



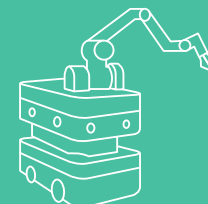
고효율 수차 기술



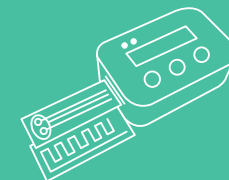
무필터 방식  
대면적 실내 공기청정 기술



기계시스템 상태감시 및  
고장진단 기술



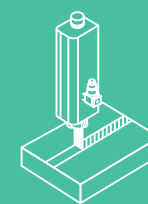
이동식 자율작업 기계 기술



바이오 생체신호  
감지센서 및 제어기술



무릎형  
로봇의족 기술



대면적 다이오드 레이저를 이용한  
금속재료의 표면 경화 및  
균질화 기술

# Core

## TECHNOLOGIES 2021

---

**KOREA  
INSTITUTE OF  
MACHINERY &  
MATERIALS**



CONTENTS

초정밀장비  
연구실

- 018 초기원점 자율셋팅을 위한 빌트인 타입 비전 계측 툴
- 020 대형일체형 공작물 깊은 홀 정밀보링가공이 가능한 능동방진 장치
- 022 Flexible/Stretchable 디바이스 및 디스플레이 대응 미세 배선 형성 기술
- 024 구조해석을 통한 기계장비 구조강성 및 운동성능 사전평가 기술
- 026 마이크로 밀링응용 Surface Texturing 모듈 기술
- 028 형상기억합금을 이용한 공구홀더 및 공구 고정방법
- 030 원통 내부 고속 마이크로 패터닝을 위한 능동 공구 기술
- 032 캡슐형 가변축 복합 가공 장치
- 034 초박형 유연반도체 패키지 접속 및 3D 적층 기술
- 036 캐리어 웨이퍼가 필요없는 빌드업/Bump-less 초박형 웨이퍼 적층 기술

광응용장비  
연구실

- 038 정밀 패터닝과 열변형 방지가 가능한 판재형 양각 금형 제작기술
- 040 5축 기계가공시스템과 3축 레이저 스캐너 연동기술
- 042 포커스 측정 기능을 가지는 레이저 가공 장치
- 044 펄스 레이저 간섭을 이용한 고속 대면적 마이크로 패터닝 기술
- 046 펄스 레이저 조명을 이용한 원거리 야간 감시 시스템 기술
- 048 경사각 제어 유탄을 이용한 레이저 고세장비 드릴링 기술  
(홀 깊이 : 5mm이하, 홀 직경 : 10 $\mu$ m이상 가능)
- 050 생산설비정보 실시간 수집 시스템
- 052 다양한 형상의 표면에 미세전극 제작이 가능한 레이저 패터닝 기술
- 054 대면적의 연속 레이저 가공을 위한 스캐너-스테이지 on-the-fly 시스템
- 056 챔버 이동식 전자현미경
- 058 투명기판의 레이저 가공 속도와 효율을 높이는 다중빔 분기 기술
- 060 레이저 유리 직접 접합과 유도 식각을 통한 미소부품 제조 기술

로봇메카트로닉스  
연구실

- 062 착용형 보행 보조 장치
- 064 인간형 로봇 손
- 066 스마트 안전 커버
- 068 슬림로봇팔을 위한 중공형 구동모듈 기술
- 070 범용 산업용 로봇에 적용가능한 조립용 그리퍼 및 조립기술
- 072 안전 로봇을 위한 자중보상 로봇 기술
- 074 다목적 임무 수행을 위한 하박 탈부착식 고가반하중 로봇 기술
- 076 스마트 로봇 교시 장치
- 078 하모닉 감속기 설계/해석 기술
- 080 집게형 만능 그리퍼
- 082 흡입형 만능 그리퍼
- 084 하지 장애인을 위한 독립활동 지원 로봇
- 086 유연 경량 고파워 고수축률 뒹감형 인공근육 및 의복형 웨어러블 로봇기술
- 088 양팔로봇 제어기
- 090 모듈 기반 로봇 소프트웨어 기술(최적조합탐색, 역기구학 자동생성, 자동 게인튜닝)
- 092 메탈 메쉬 포일 공기 동압 베어링
- 094 초고속 고정밀 자기베어링 기술
- 096 전자식 배관 스케일 제거 및 부식 방지 장치
- 098 나노입자 제조장치
- 100 안전한 중량물 취급이 가능한 에어쿠션 장치 기술
- 102 고주파 유도가열 기술
- 104 하이브리드를 기반 대면적 핫엠보싱 장비
- 106 고효율 · 고농도 특성을 갖는 오존생성장치 기술

3D프린팅장비  
연구실

- 108 입자크기 10 $\mu$ m 미세분말용 고 분해능 디스펜서
- 110 분말 제거 장치를 포함하는 하이브리드 PBF 프린팅 기술

2.

나노융합장비  
연구부

나노공정장비 연구실	<div>114</div> <div>나노 구조물 제작 및 표면 기능화를 위한 저온 초박막 코팅 기술</div> <div>116</div> <div>현장진단을 위한 양산형 미세 유로 소자기술</div> <div>118</div> <div>용액전사방식 연속 나노임프린트 기술</div> <div>120</div> <div>극초미세형상 패터닝이 가능한 UV/열 복합 나노패터닝 장비기술</div> <div>122</div> <div>레이저 직접 리소그래피 시스템 및 구조체 제작 기술</div> <div>124</div> <div>세포 및 입자 분리를 위한 다양한 장치 및 이를 이용하는 방법</div> <div>126</div> <div>장애인과 일반인이 함께 사용하는 스마트 신발</div> <div>128</div> <div>펄토초레이저 기반 열처리기술</div> <div>130</div> <div>미세패턴 금형 코어 초정밀 기계가공 기술</div> <div>132</div> <div>AMOLED TV 비열 리페어 기술</div> <div>134</div> <div>진동자가 결합된 하이브리드 극초단 펄스 레이저 시스템을 이용한 투명재료(사파이어,유리) 절단 기술</div>
나노역학장비 연구실	<div>136</div> <div>Micro/Mini-LED 디스플레이 제조용 롤 전사 기술</div> <div>138</div> <div>옵니텍스 소자 제조 공정 장비 기술</div> <div>140</div> <div>박막형 열전 에너지변환 모듈</div> <div>142</div> <div>하이브리드 태양에너지 발전시스템</div>
인쇄전자 연구실	<div>144</div> <div>Flexible OLED 롤투롤 증착시스템 기술</div> <div>146</div> <div>고유연 기능성 전극 친환경 초고속 패터닝 기술</div> <div>148</div> <div>고속인쇄 가능한 롤투롤 윤전인쇄방식의 전자소자 제조기술</div> <div>150</div> <div>정밀 롤투롤 리버스옵셋 인쇄 기술</div> <div>152</div> <div>페루프 리니어 모터 고속 컨베이어</div> <div>154</div> <div>경화성 polymer binder를 이용한 고성능 Supercapacitor 제조 기술</div> <div>156</div> <div>인쇄전극을 이용한 발열시트(Heating sheet)</div> <div>158</div> <div>열형 - 롤 임프린트 장비</div> <div>160</div> <div>투명전극 및 투명전극필름 제조기술</div>
자연모사응용 연구실	<div>162</div> <div>반사방지 초발수 컬러 유리</div> <div>164</div> <div>전기소모를 획기적으로 줄이는 고기능 표면의 제습장치</div> <div>166</div> <div>유연 압력/촉각 감지기술</div> <div>168</div> <div>초발수/자기세정기술</div> <div>170</div> <div>가시광무반사 및 적외선반사(IR filter)기술</div> <div>172</div> <div>POD(Polydioxanone) 치과용 멤브레인</div> <div>174</div> <div>3D 바이오 프린팅 시스템 기술</div> <div>176</div> <div>나노파이버(Nanofiber) 웹 측정 및 평가 기술</div> <div>178</div> <div>MEMS 마이크로폰 및 제조방법</div>

3.

에너지기계  
연구본부

에너지변환기계 연구실	<div>182</div> <div>스터링 냉동기 기술</div> <div>184</div> <div>고성능 압축기 / 블로워 기술</div> <div>186</div> <div>맥동관 냉동기</div> <div>188</div> <div>펌프 개발 기술</div> <div>190</div> <div>고효율 수차 기술</div> <div>192</div> <div>극저온 냉각시스템 설계기술</div> <div>194</div> <div>고성능 터빈 기술</div> <div>196</div> <div>출통스 냉동기 설계기술</div>
열시스템 연구실	<div>198</div> <div>Low GWP 냉매 적용 히트펌프 기술</div> <div>200</div> <div>멤브레인 히트펌프 기술</div> <div>202</div> <div>초음파 발생 및 세정 기술</div> <div>204</div> <div>가공용 초음파 장치(표면 개질 및 밀링용)</div> <div>206</div> <div>축열조 냉난방 시스템 기술</div> <div>208</div> <div>접촉저항변화를 이용한 압력센서</div> <div>210</div> <div>고온 스팀 히트펌프 기술</div> <div>212</div> <div>습식 전기집진기 적용 히트펌프 기술</div> <div>214</div> <div>폴리머 열교환기 기술</div> <div>216</div> <div>PCHE 열교환기 기술</div> <div>218</div> <div>해양플랜트용 고차압 제어밸브의 디스크 형상 제어 기술</div> <div>220</div> <div>CO<sub>2</sub> 지중저장용 지상시스템</div> <div>222</div> <div>판형열교환기 기술</div> <div>224</div> <div>2차원 열유속 측정 게이지</div> <div>226</div> <div>가스 하이드레이트 방지형 인라인 히터</div> <div>228</div> <div>고온 열저장용 축열재 및 축열시스템 기술</div> <div>230</div> <div>고소플랜트 수직외벽 유지보수 곤도라 로봇(WallBot) 설계기술</div> <div>232</div> <div>바늘 없는 약물 주사기 설계기술</div> <div>234</div> <div>고 점성 액체 젯 디스펜싱 헤드 설계 기술</div> <div>236</div> <div>다방향성 테니스 시뮬레이터 기술</div> <div>238</div> <div>용존산소를 이용한 수중호흡장치 기술</div>
플랜트융합 연구실	<div>240</div> <div>후판 또는 강판용 냉각 시스템</div> <div>242</div> <div>태양에너지를 이용한 중소용량 해수담수화 장치</div>
LNG · 극저온기계기술 시험인증센터	<div>244</div> <div>LNG극저온 기자재와 관련 시스템의 성능 및 내구성 평가를 위한 시험 장비</div>

4.

환경시스템  
연구본부

환경기계 연구실	<b>248</b> 미분기를 포함하는 석탄 연소 시스템 <b>250</b> 황산화물 동시제거 기능 연소가스 응축장치 <b>252</b> 정전응집형 금속필터를 이용한 디젤입자 매연여과장치 <b>254</b> 무필터 방식 실내 공기청정기술 <b>256</b> 유해가스 및 초미세먼지 동시 저감 기술 <b>258</b> 오일 미스트 포집장치 <b>260</b> 마이크로 기포 발생 장치 및 기술 <b>262</b> 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소기술 <b>264</b> 다단 연소가스재순환을 이용한 지능형 질소산화물 제어기술 <b>266</b> 탄소섬유 이온화 공정을 이용한 실내용 정전여과 공기 정화장치
청정연료발전 연구실	<b>268</b> 가스터빈 복합발전 성능해석 기술 <b>270</b> 레이저 응용 연소계측을 통한 저Nox 연소기 설계 기술 <b>272</b> 연료전지와 엔진을 연계하는 고효율 하이브리드 발전시스템 기술 <b>274</b> 효율 저하를 최소화한 순산소 연소 이용 발전시스템 기술 <b>276</b> 가스연료 기반 시설원에 에너지 통합 제어시스템 기술(TRI-GEN) <b>278</b> 바이오 원유(biocrude-oil) 제조시스템
그린동력 연구실	<b>280</b> 엔진폐열회수 발전시스템 <b>282</b> 고온 열원과 저온 열원을 동시에 활용하여 엑서지 효율을 향상시킨 초임계 CO <sub>2</sub> 발전 사이클 구성 및 운영방법 <b>284</b> 디젤엔진 NOx 저감용 고체 암모늄 SCR 시스템 <b>286</b> 디젤엔진 NOx 저감용 urea SCR 시스템 기술 <b>288</b> Post EURO-6 대응 시내버스용 수소-천연가스 혼합연료(HCNG) 엔진 <b>290</b> 고효율 직접분사식 초희박 LPG 엔진 <b>292</b> 대유량 메탄계 가스연료 분사기
플라즈마 연구실	<b>294</b> 리모트 플라즈마 발생장치 <b>296</b> 플라즈마 버너를 활용한 디젤매연저감장치 <b>298</b> 유량제어 특성이 향상된 유량 조절기 <b>300</b> 저 NOx 발생이 가능한 플라즈마 연소장치 <b>302</b> VOC 및 저농도 오염물질 제거 기술

5.

기계시스템  
안전연구본부

시스템다이나믹스 연구실	<b>306</b> 함정 소음/진동/충격 및 생존성 향상 설계 기술 <b>308</b> 인공지능기반 기계시스템 고장진단 및 사고대응 기술 <b>310</b> 메타물질 흡차음재 <b>312</b> 진동저감 성능향상을 위한 복합형 마운트 개발 기술 <b>314</b> 풍력발전기 드라이브트레인 상태감시, 결함진단 및 고장예지 기술 <b>316</b> 부유식 해상풍력발전기 동역학 해석 프로그램 - WindHydro
스마트산업기계 연구실	<b>318</b> 육-공 협력용 무인주행체 제어기술 <b>320</b> 고속 경량 동력전달장치 설계 및 시험/평가 기술 <b>322</b> 기어트레인 및 볼트 설계 최적화 기술 <b>324</b> 작업기계의 환경인지 및 충돌방지 안전 제어 기술 <b>326</b> 특수치형 기어 설계 및 해석 기술 <b>328</b> 농업용 트랙터 자율주행 가상운용 기술 <b>330</b> 전방향 지면모션 생성 시뮬레이터 기술 <b>332</b> 구조안전성평가기술
인공지능기계 연구실	<b>334</b> 자기부상 물류 이송장치 <b>336</b> 반발식 자기부상 응용 기술 <b>338</b> 이동식 자율작업 기계 기술 <b>340</b> 입력성형기를 이용한 저진동 모션제어기술 <b>342</b> AI와 IoT센서를 이용한 시설물 재난안전 관리시스템
신뢰성평가연구실	<b>344</b> 진동 데이터 SRS/FDS 분석 앱 <b>346</b> 오픈소스 기반 기계류 부품 해석 프로그램 기술 <b>348</b> 기계구조물 피로파손 시점 예지기술 <b>350</b> 기체의 분리가 용이한 리턴라인을 구비한 유압장치용 오일탱크 <b>352</b> 유압 다이나믹 베어링을 채용한 원자력 및 화력발전소의 터빈제어용 스팀밸브의 유압서보 액추에이터 <b>354</b> 고마력 유압식 무단변속기

6. 대구융합기술 연구센터

의료기계연구실	<b>358</b>	현장진단형 분자진단 기기
	<b>360</b>	바이오 생체신호 감지센서 및 제어기술
	<b>362</b>	만성호흡기 질환 호기진단/치료/재활 복합 건강관리 시스템 기술
	<b>364</b>	무릎형 로봇의족
	<b>366</b>	말초 신경신호 처리 기술
의료지원로봇 연구실	<b>368</b>	비대면 의료 검진로봇 시스템
	<b>370</b>	하지절단 환자를 위한 로봇의족
	<b>372</b>	홀트레이닝 & 체육시설 스마트 운동기기와 운동관리 플랫폼
레이저기술산업화 연구단	<b>376</b>	금속재료의 표면 경화 및 잔류응력 제어를 위한 Laser Shock Peening 기술
	<b>378</b>	대면적 다이오드 레이저를 이용한 금속재료의 표면 경화 및 균질화 기술

7. 부산기계기술 연구센터

레이저기술산업화 연구단	<b>376</b>	금속재료의 표면 경화 및 잔류응력 제어를 위한 Laser Shock Peening 기술
	<b>378</b>	대면적 다이오드 레이저를 이용한 금속재료의 표면 경화 및 균질화 기술

KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

첨단생산장비 연구부	산업현장이 더 스마트해지도록 첨단 기계기술을 개발합니다.	초정밀 위치결정 기술, 에너지 빔 가공기술, 초경량 고출력 구동기, 적층 융복합 제조기술을 바탕으로 제조혁신을 위한 연구를 수행하고 있습니다. 이를 통해 개발한 관련 기술은 차세대 가공시스템, 반도체, 디스플레이, 로봇, 3D프린팅 시스템, 일반기계 등 제조 장비의 핵심을 이루고 있습니다.
나노융합장비 연구부	나노와 기계가 만나, 새로운 산업의 기반을 마련합니다.	나노융합기반 원천기술 및 핵심기술 확보와 미래 신산업으로 성장시키기 위한 상용화를 목표로 연구를 수행합니다. 이를 통해 국내 산업의 경쟁력을 확보하고 4차 산업혁명과 지속가능성을 추구하는 과학기술을 선도하고자 합니다.
에너지기계 연구본부	미래를 위한 에너지기계기술을 연구합니다.	미래에너지 기술 확보를 위하여 산업용 에너지 시스템과 다양한 플랜트의 고성능화, 신뢰성 확보를 위한 공정 및 안전기술을 개발하고 있습니다. 또한 펌프, 압축기, 터빈 및 가스터빈 등 유체기계 개발, 열교환기, 반응기, 밸브 등 열유체 기계부품 개발을 비롯하여 액화수소플랜트 등의 극저온 냉각시스템을 개발하고 LNG 및 극저온 기계의 시험인증을 수행하고 있습니다.
환경시스템 연구본부	지구를 위한 친환경 기술개발에 앞장섭니다.	미세먼지, 신기후체제 등 환경이슈에 대응하기 위하여 고효율화 및 청정화를 지향하는 환경 기기 및 시스템 기술을 연구합니다. 대기 및 수질오염 방지를 위한 플라즈마, 집진, 수처리, 후처리, 가스터빈, 엔진, 연소기 등 환경기기 원천기술을 보유하고 있으며, 이를 활용한 친환경 고효율 동력 및 발전시스템을 개발하는 것을 목표로 하고 있습니다.
기계시스템 안전연구본부	크고 복잡한 기계시스템에도 안전과 신뢰를 더합니다.	안전 및 신뢰성 기술을 바탕으로 대형 복합 기계시스템의 설계와 엔지니어링에 필요한 핵심 요소기술, 통합시스템 기술과 이를 적용한 새로운 기계 시스템을 개발하고 있습니다.
대구융합기술 연구센터	의료기계 기술로 국민의 삶이 더욱 윤택해집니다.	국민 삶의 질을 높이는 첨단 의료기계 · 의료지원로봇기술 연구개발로 대구 · 경북권 첨단의료복합산업단지의 고도화를 지원하고 대경권 선도 산업 육성에 기여하기 위하여 설립되었습니다. 기계산업 특화지역 제조업 육성을 지원하고, 지역 거점 구축을 위한 핵심 역할을 수행하고 있습니다.
부산기계기술 연구센터	동남권 주력산업의 기술고도화를 통해 보다 나은 미래를 열어갑니다.	부산 동남권 주력산업의 기술고도화, 신산업 창출을 위한 연구개발 및 기업지원을 목적으로 설립되었습니다. 레이저가공기술, 자동차부품기술, 원전기기간전기술 등을 지역기업에 보급하고, 시험인증 지원을 수행함으로써 기계부품소재산업의 고부가가치화를 달성하고자 합니다.

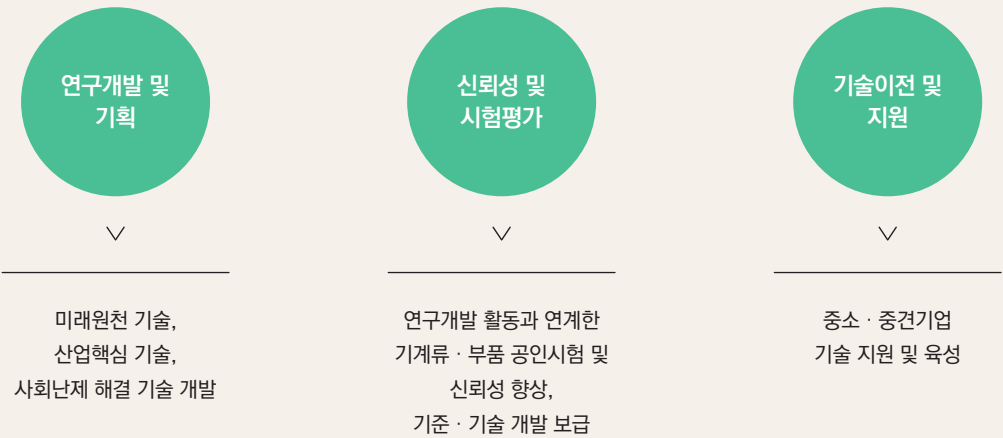
# OBJECTIVE & FUNCTION

● 설립목적 및 주요기능

설립근거 과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률(제8조)

설립목적 기계분야의 연구개발, 성과확산, 신뢰성평가 등을 통해 국가 및 산업계의 발전에 기여(정관 제2조)

주요기능



# HISTORY

● 연혁

1970'S 1980'S	1976.12.	한국기계금속시험연구소 발족
	1979.04.	한국정밀기기센터 흡수
	1981.01.	한국기계연구소 설립
	1989.10.	부설 해사기술연구소, 부설 항공우주연구소 설립
1990'S	1992.03.	한국기계연구원으로 개칭 본원을 창원에서 대전으로 이전
	1993.04.	부설 해사기술연구소 통합
	1996.11.	부설 항공우주연구소 독립
	1999.01.	국무총리실 산하로 소관부처 변경
	1999.03.	선박·해양공학연구센터를 한국해양연구소로 이관
2000'S	2004.10.	과학기술부 산하로 소관부처 변경
	2007.04.	부설 재료연구소 설립
	2008.02.	지식경제부 산하로 소관부처 변경
2010'S 2020'S	2010.12.	대구융합기술연구센터 설립
	2013.02.	부산레이저기술지원센터 설립
	2013.03.	미래창조과학부 산하로 소관부처 변경
	2017.07.	과학기술정보통신부 산하로 소관부처 변경
	2020.11.	부설 재료연구소 독립

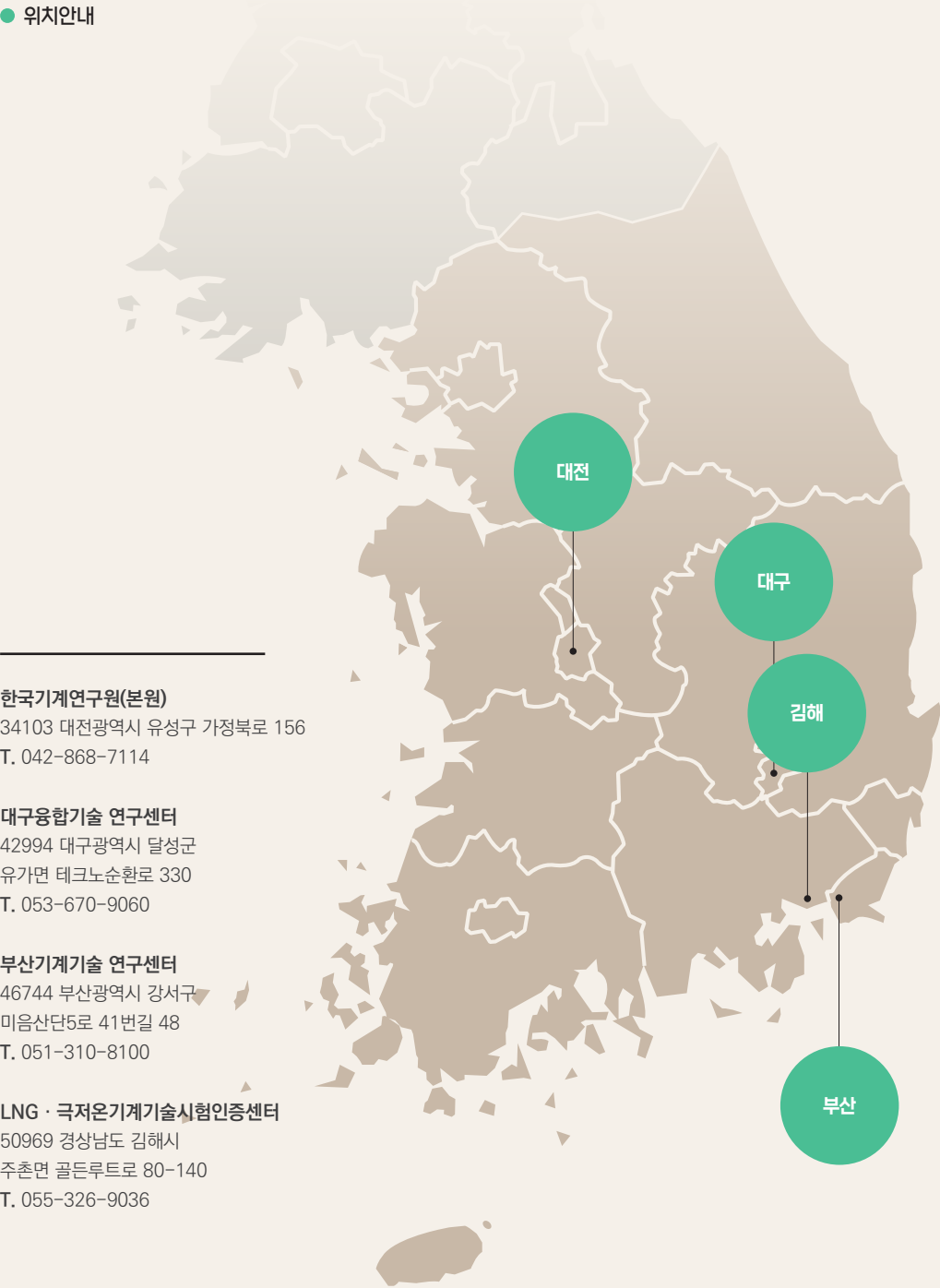
# ORGANIZATION 2021

조직도



# LOCATION GUIDE

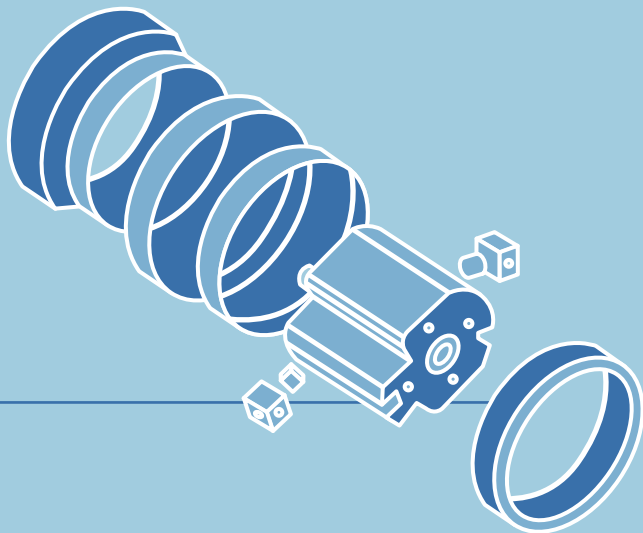
위치안내



1

첨단생산장비  
연구부

ADVANCED  
MANUFACTURING SYSTEMS  
RESEARCH DIVISION



입자크기 10 $\mu$ m 미세분말용  
고 분해능 디스펜서

- 018 • 초정밀장비연구실
- 038 • 광응용장비연구실
- 062 • 로봇메카트로닉스연구실
- 108 • 3D프린팅장비연구실

KOREA  
INSTITUTE OF  
MACHINERY &  
MATERIALS

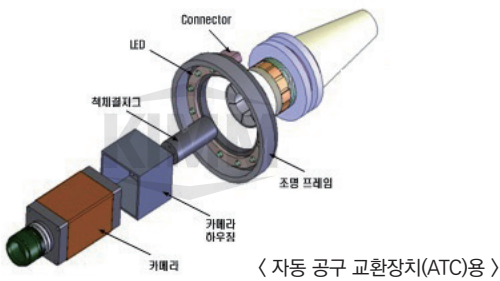


# 초기원점 자율셋팅을 위한 빌트인 타입 비전 계측 툴

▶ 초정밀장비연구실 ▶ 연구자 : 김동훈 ▶ 연락처 : 042.868.7148

기술 개요

- 가공셋업공정 무인화를 위한 척 홀더 빌트인 가공원점 자율인식 및 동시 자율보정 모듈



고객·시장

- 공작기계 활용 가공 · 제조 업체, 정밀가공시스템 및 무인화 · 자동화, 스마트공장 관련 시장

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 툴홀더 빌트인 구조의 선명도제어를 통한 메커니즘으로 해결 필요함
- 기능적으로 비전+조명 모듈까지 툴 홀더 빌트인 타입의 온머신 계측으로 가공시편의 위치/크기 등 자동인식 및 Z축 Auto-focusing 기능까지 탑재시킴으로써, 변경된 시편에 맞게 가로/세로/높이 초기가공 원점 3축 자율보정제어까지 가능케 하는 자동인식 & 자율보정 기능/메커니즘 개발 필요.(가로/세로 비전 계측 뿐 아니라 선명도 제어 의한 소재 두께 (높이)까지 비교 인식)
- 구조적으로 자동 공구 교환장치(ATC)에 연계되어서 완전 자동화 라인으로 진행토록 가공 툴(또는 척) 홀더에 삽입 가능한 전용계측 툴 개발 및 조명장치 제어 가능한 중공형(스핀들 가공툴 구조에 맞게 편심력 방지를 위한 타입으로 설계) 원통 DSP 보드 개발 및 Firmware 소프트웨어 개발탑재 빌트인 등 온머신 적용 필요.
- 스펙적으로 CNC연계 자율인식 정밀도 0.09mm, 샘플링타임 1ms이내 및 CNC연계 Auto-focusing제어 기능탑재 추진 등을 진행 필요.
- 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
- 메커니즘 측면에서 선명도 조명제어를 통한 계측인식과 동시에 보정제어 가능한 신개념 방식임
- 인터페이스측면에서 Wired/Wireless Data 고속/고분해능 데이터 수집 및 필터링 가능함

소모량	현 세계 수준	본 기술 목표기술
계측	접촉식 센싱(계측만)	비전계측 및 Z 축 Autofocusing(연삭+보정 동시)
기능적측면	대상공정 등	FMC/RMC 기계가공
	대상공정 등	FMC/RMC 기계가공 다기능
관련 사용품/유연성	상용품 없음/유연성 없음	적용 및 상품화 가능/척탈식구조(독창적) 대응 1:N 공정기능
방식	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 기여코자 함 (작업자 투입배제 및 셋업시간 단축과 오차발생 최소화 통한 정밀도 및 생산성 향상됨)

기술의  
우수성

- 자동화 공작기계에서 초기가공(소재의 다양화) 및 기존 가공품을 재가공 하기 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, 개별 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 20년 이상 연구 경력을 보유함
- 2013 미래창조과학부 장관상(이달의 과학기술자 상), 2012 대한기계학회 백봉기술상, 2011 KIMM 학술대상, 2007 ICROS 학술상 등 수상함



〈 변경소재 XYZ 3축 자율비전인식 빌트인 시스템 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 초기원점 자율셋팅을 위한 빌트인 타입 비전 계측 툴 (KR2013-0117848, US13/533061)
- 물품의 측위장치 및 측위방법(KR1106575)
- 표준결합 시편 제작방법(KR1140422)

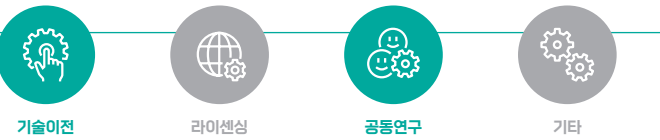
노하우 · KNOW-HOW

- 공작기계 가공소재 변경 대응 패턴매칭 기반 가공시작 위치인식 기술
- 가공공정 자율셋업계측 무인화 기술 등

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



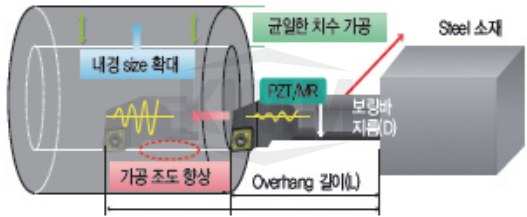


# 대형일체형 공작물 깊은 홀 정밀보링가공이 가능한 능동방진 장치

▶ 초정밀장비연구실 ▶ 연구자 : 김동훈 ▶ 연락처 : 042.868.7148

기술 개요

- 대형일체형 공작물의 깊은 홀(종횡비 7D 이상) 내경정밀 가공 시 능동형 방진제어를 통하여 진동감쇄 및 표면조도를 향상시킴



고객·시장

- 가공 톨 제조업체/공작기계 제조업체, 보링 및 선반가공, 정밀가공업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

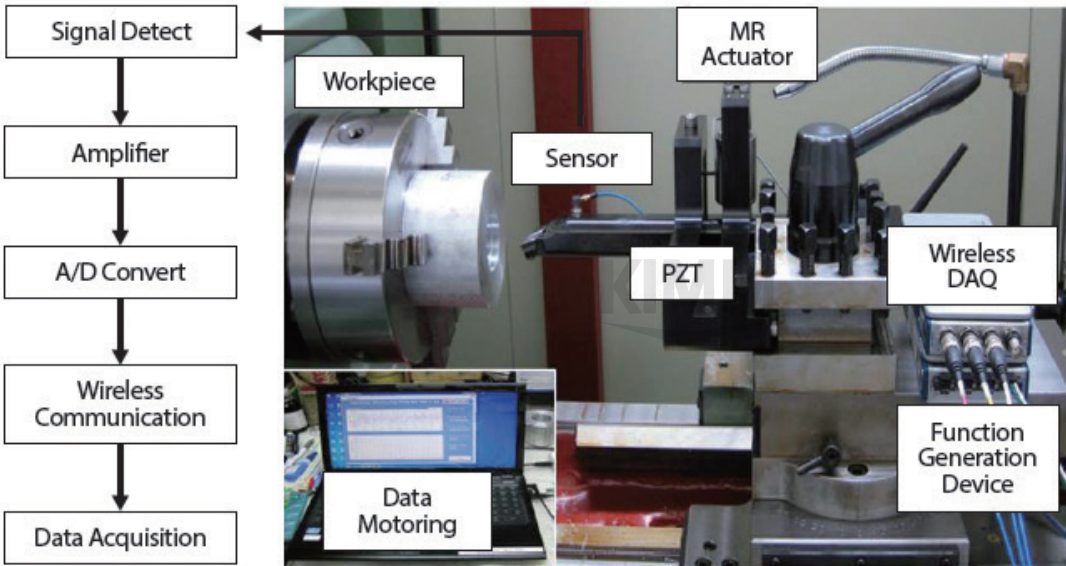
- 대형일체형 공작물 깊은 홀 가공 시 진동 및 표면조도 저하가 문제됨
- 4D 이상 경우, 진동으로 표면조도 확보 어려워 부품을 모듈로 가공 후 용접하는 실정. 댐퍼, 제진기 같은 Passive방식이 주로 이용되나 7D 이상 홀에서는 불가능함
- 최근, 대형 일체형 부품(항공기랜딩기어, 대형모터/디스플레이, 풍력설비 등) 가공의 필요성이 많아짐에 따라 깊은 홀 가공의 필요성이 많아짐
- 특히, 보링 공정은 정밀도가 요구되는 공정이므로, 표면조도(보통 2um 이내)를 달성하기 위하여 깊은 홀 가공 시 진동 감쇄(감쇄비 30% 이상)가 필요한 대표 공정임
- 능동형 방진가공 제어기술이 대안기술임

기술의 차별성

- 발생진동 주파수의 Anti-Vibrating을 통한 Adaptive 능동감쇠에 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, 진동의 저감으로 공작기계의 수명도 증가시킬 수 있으며, 그로 인해 원가절감 효과가 더욱 뛰어남
- 종횡비 7D 이상에서 가공조도 1.8um~2.0um 이하로 대형공작물의 일체형 정밀 보링이 가능하기에, 분리 가공 후 용접이 줄어들어 가공부품 수 및 가공횟수 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

기술의 우수성

- 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, 능동적으로 감쇠 제어를 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)한 바 있고, 기계지능화 분야 20년 이상 연구 경력을 보유함
- 2012 대한기계학회 백봉기술상, 2011 KIMM 학술대상, 2007 ICROS 학술상 등 수상함



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 공작기계 진동 저감 장치 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)

노하우 · KNOW-HOW

- 대형일체형 능동형 방진가공 기술
- 고속정밀 보링가공 및 채터진동 능동저감 기술 등

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

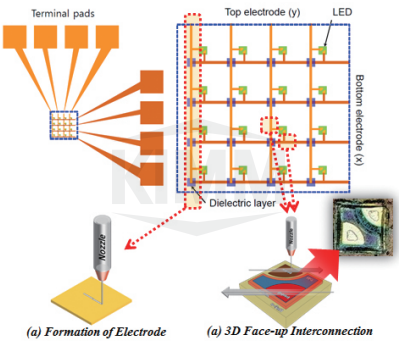


# Flexible/Stretchable 디바이스 및 디스플레이 대응 미세 배선 형성 기술

초정밀장비연구실    연구자 : 김용진, 김승만, 송준엽    연락처 : 042.868.7597

기술 개요

- High Device Performance/High Flexibility 구현 FHE(Flexible Hybrid Electronics) 대응 100 $\mu$ m 이하급 배선 형성 및 Face-up 방식 3D Interconnection 기술
- Stretchable Device 및 Display 구현을 위한 Non-damaging Fine Pattern( $\leq 100\mu\text{m}$ )/Pitch( $\leq 20\mu\text{m}$ ) 형성용 DI(Direct Imaging) 기술 (Step Height Coverage  $\leq 50\mu\text{m}$ )



고객·시장

- FHE(Flexible Hybrid Electronics) 디바이스 기술 분야
- Non-damaging Stretchable Display 구현을 위한 DI(Direct Imaging) 방식 Fine Pattern/Pitch 구현을 위한 기술 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

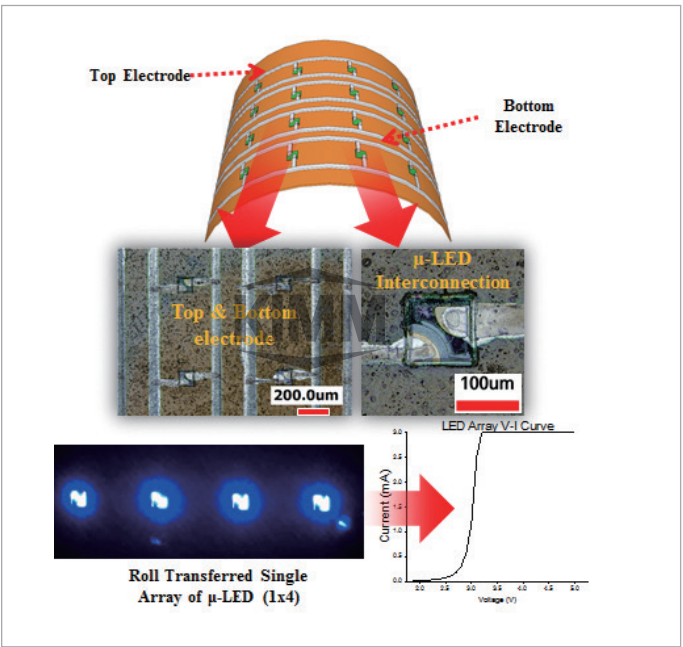
- 기존 양산 MEMS Fab. 공정/장비 활용 시 기판과 Thin Chip 간에 단차( $\geq 5\mu\text{m}$ ) 발생할 경우 공정 자체가 불가함 (Equipment/Process Compatibility 이슈)
- 3D Interconnection 형성 시 Wire-bonding 공정은 열, 압력, Ultrasonic Energy에 의해서 50 $\mu\text{m}$  이하 Thin Chip에 Mechanical Damage 발생시킴
- Fine Pattern( $\leq 100\mu\text{m}$ )/Pitch( $\leq 20\mu\text{m}$ ) 구현을 위한 Face-up 방식 3D Metal Interconnection 기술의 부재
- Low Tg Flexible/Stretchable 기판에 손상을 가하지 않으며 Flexible/Stretchable 패턴을 형성할 수 있는 기술의 부재 (배선 Printing 및 소결 기술)
- 따라서 이와 같은 문제점을 극복하기 위하여 DI 방식의 Non-damaging Fine Pattern/Pitch 형성 기술이 반드시 필요함

기술의 차별성

- 공정상 Maskless하게 Flexible/Stretchable 기판 위 Mounting된 50 $\mu\text{m}$  이하의 Thin Chip에 Mechanical Damage 없이 효과적으로 3D Interconnection 형성 공정이 가능한 기술임
- Fine Pattern( $\leq 100\mu\text{m}$ )/Pitch( $\leq 20\mu\text{m}$ ) 배선을 DI(Direct Imaging) 방식으로 구현할 수 있는 기술임
- Flexible/Stretchable 기판에 열손상이 없이 Ink 소재를 소결할 수 있는 기술임
- Stretchable Display 대응을 위한 Intrinsically/Geometrically Robust 배선 형성 기술임
- Mass Production 수율 향상을 위한 Rework 및 Repair 구현이 가능한 기술임

기술의 우수성

- 100 $\mu\text{m}$ ×100 $\mu\text{m}$ (thickness $\approx 5\mu\text{m}$ ) Micro-LED Top&Bottom Electrodes 형성 및 Face-up 방식 3D Metal Interconnection(선폭 $\leq 30\mu\text{m}$ ) 공정성 확보
- DI 방식 10 $\mu\text{m}$  이하 미세 배선 형성 공정성 확보
- Flat(0 $\mu\text{m}$ )~50 $\mu\text{m}$  영역 3D 단차 극복을 위한 Ink 소재별 Database 구축
- DI 공정 및 Ink 특성 평가를 위한 Flat(0 $\mu\text{m}$ )~50 $\mu\text{m}$  미세 단차 Control 샘플 제작 기술 확보
- 폴리머 기판 위 Non-damaging 잉크 소결을 위한 레이저 소결 공정 선행 테스트 수행



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 웨어러블 건식 패치형 하이브리드 기판 및 이의 제조 방법(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 · KNOW-HOW

- Non-damaging DI 방식 Fine Pattern/Pitch 배선 형성 기술
- Face-up 방식 3D Step-covered Metal Interconnection 기술
- Intrinsically/Geometrically Flexible or Stretchable 배선 형성 기술
- 수율 향상을 위한 Repair 및 Maskless 공정 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



# 구조해석을 통한 기계장비 구조강성 및 운동성능 사전평가 기술

▶ 초정밀장비연구실 ▶ 연구자 : 김창주 ▶ 연락처 : 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 운동성능 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

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 장비 성능에 대한 분석자료를 제공함



지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 기계장비 구조해석방법(KR1729589)
- 정밀가공기의 진동전달 해석방법(KR1551183)

노하우 · KNOW-HOW

- 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

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



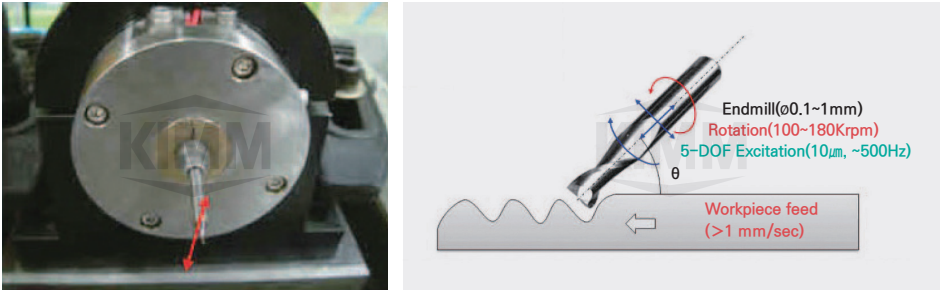


# 마이크로 밀링응용 Surface Texturing 모듈 기술

▶ 초정밀장비연구실 ▶ 연구자 : 노승국 ▶ 연락처 : 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

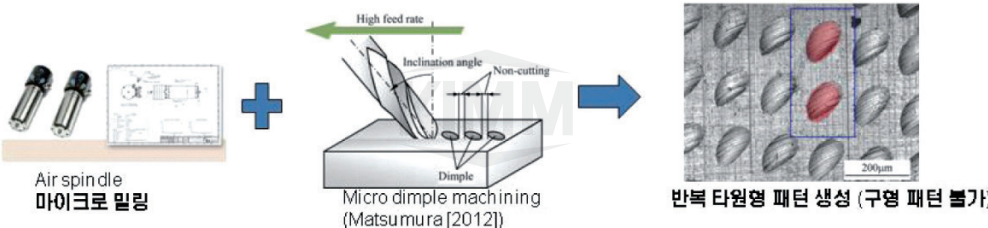
기술의  
차별성

- 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 패턴링을 통하여 비교적 대면적에 빠른 패턴 생성이 가능함
- 5자유도의 회전중 진동변위 발생이 가능한 밀링 모듈을 이용한 Texturing이 가능함
- 연삭휠의 패턴 생성을 이용하여 가공함

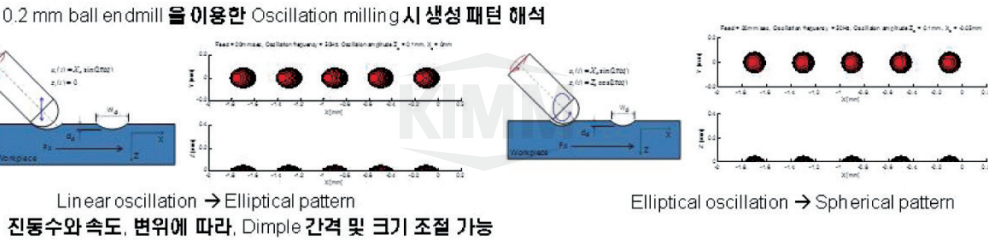
기술의  
우수성

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

마이크로 밀링응용 패턴가공(기존연구)



진동 마이크로 밀링 응용 딥플 가공 해석(제안방법)



지식재산권  
현황

특허 · PATENT

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

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

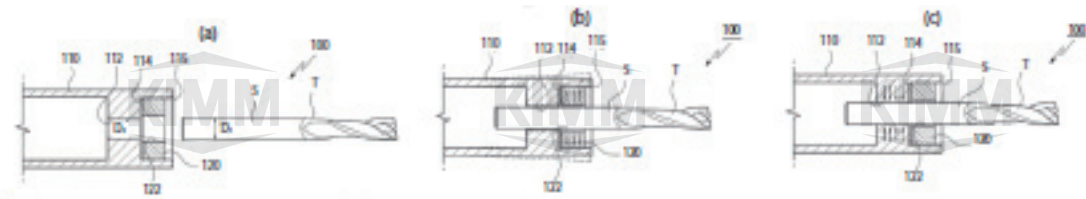


# 형상기억합금을 이용한 공구홀더 및 공구 고정방법

▶ 초정밀장비연구실 ▶ 연구자 : 노승국 ▶ 연락처 : 042.868.7115

기술 개요

- 형상기억합금링을 적용하여 외형상 소형화를 구현하고 고속 회전 시 높은 회전 정밀도를 갖는 형상기억합금을 이용한 초소형 공구 클램핑 장치 및 절삭공구 홀더 등

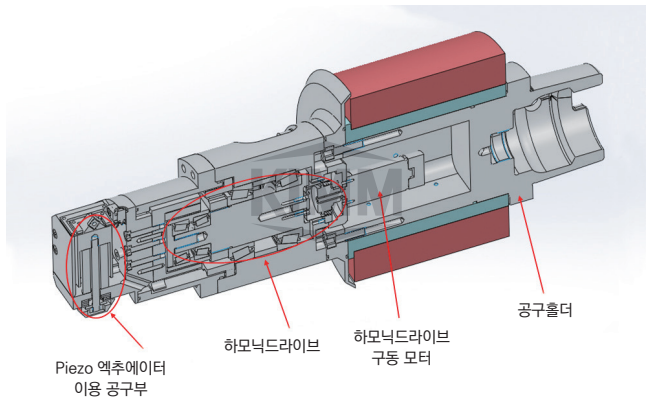


원통 내부 고속 마이크로 패터닝을 위한  
능동 공구 기술

▶ 초정밀장비연구실 ▶ 연구자 : 노승국 ▶ 연락처 : 042.868.7115

기술 개요

- 저널 베어링, 엔진 실린더 블록 등 원통 내면의 마이크로 덤플 및 그루브의 고속 패터닝을 위한 기술



고객·시장

- 내연기관 엔진 생산, 저널 베어링, 피스톤 등

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

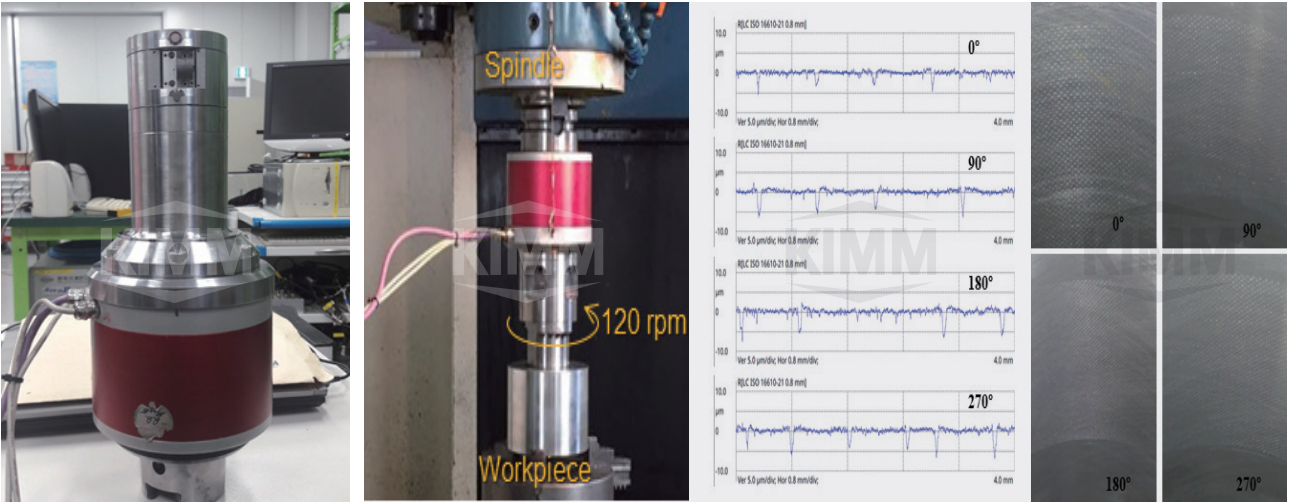
- 내부 실린더의 깊이 10 $\mu$ m 이하의 덤플 및 그루브의 패터닝을 위한 기술로, 기존의 레이저, 샌드 블라스팅 및 에칭을 이용하는 경우, 가공 시간이 오래 걸리거나 오염 문제를 가지고 있어 자동화 생산라인에 적용하기 어려워 비효율적이며 가공 대상의 실린더면의 형상오차가 있을 경우, 균일한 패턴의 가공에 어려움이 있음

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(3kHz) 실린더 직경 70~ 이상
- 공구의 형상과 진동 파형 제어를 통해 타원, 원형 덤플, 그루브의 다양한 패턴 생성
- 실린더 내부의 형상오차 및 정렬오차를 실시간 능동 보정하여 균일한 패턴 가공
- 통신 제어를 통하여 자동화 라인 연동 제어 가능

기술의  
우수성

- 본 기술은 기존의 실린더 내부 가공 공정(호닝 혹은 터닝) 장비에 마이크로 패터닝을 위한 능동공구를 장착하여 구현이 가능하며, 높은 가공속도를 통해 생산성 확보가 가능함
- 가공 시 실시간 오차 보정을 기술을 적용하여 패턴 균일도 확보



능동 공구 및 실린더 내부 패터닝 사례  
(전면 균일 깊이 5 $\mu$ m 그루빙)

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 하브리드 절삭장치 및 이를 이용한 그루브 절삭방법(KR1934691, US10391564)
- 서피스 텍스처링을 위한 연삭 장치 및 방법(KR1400876)
- 마이크로 서피스 텍스처링 가공 장치(KR1476815)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



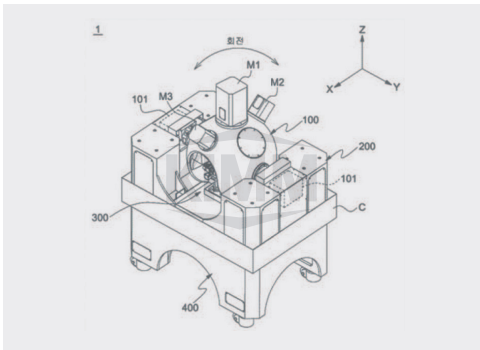


# 캡슐형 가변축 복합 가공 장치

▶ 초정밀장비연구소 ▶ 연구자 : 이성철 ▶ 연락처 : 042.868.7896

기술 개요

- 회전운동이 극대화된 기구 메커니즘을 적용하여 다양한 가공(레이저 가공, 밀링 가공 및 연삭 가공 등)을 복합적으로 수행할 수 있는 캡슐형 가변축 복합 가공



고객·시장

- 초소형 전자 부품 제조회사

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

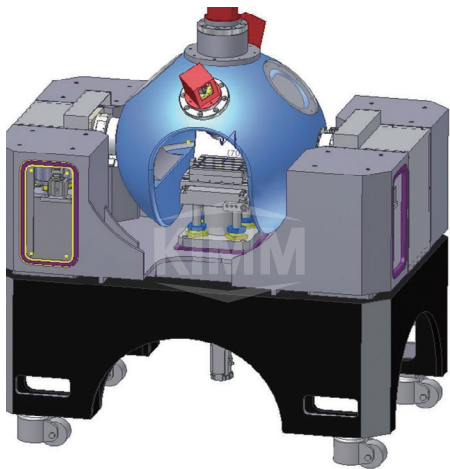
- 가공 대상물의 3차원 입체 가공에 사용되는 대표적인 가공 장치로는 레이저 가공 장치와 다축 머시닝 장치 등이 소개되어 있지만, 현재 머시닝 장치 가공 후 레이저로 표면 처리를 하여 제품 기능을 향상시키는 수요가 늘고 있기 때문에, 복잡한 형상의 제품 생산을 위해서 다양한 가공(밀링, 레이저, 그라인딩)이 한 번에 이루어지는 융복합 가공에 대한 개발이 필요함
- 종래의 다축 머시닝 장치의 경우, 대부분 다축 병진 운동만으로 공구를 이동시켜 가공을 수행하는 경우가 많은 까닭에, 장치의 구조가 복잡하며 이에 포함되는 부품 수도 많아 고가의 가격대를 형성하고 있음
- 종래의 다축 머시닝 장치는 복잡한 형상의 제품을 가공할 때 공구의 움직임을 더 많이 요구하므로, 이에 소요되는 에너지가 불필요하게 증가되는 단점도 있었음
- 공구의 최적화된 움직임과 다양한 융복합 가공이 요구됨

기술의  
차별성

- 한 번의 셋업으로 밀링, 레이저, 그라인딩 가공이 가능하므로 생산 시간이 절약됨
- 셋업을 다시 할 필요가 없으므로, 초기 셋업 오차가 없고, 가공 정밀도가 향상됨
- 여러 가공기가 할 일을 한 기계에서 하므로, 작업환경이 개선되어 좁은 작업 공간에서도 적용이 가능하며, 기계 가공이므로 친환경 효과를 가져 옴
- 다양한 가공을 한 번의 셋업으로 가능하므로, 셋업 애려가 줄어들고, 이로 인해 가공 정밀도가 향상됨
- 밀링 가공과 레이저 그라인딩 가공으로 다양한 형태의 표면 가공 패턴을 만들 수 있음

기술의  
우수성

- 본 발명은 캡슐형 가변축 복합 가공 장치로, 회전운동이 극대화된 기구 메커니즘을 적용하여 다양한 가공(레이저 가공, 밀링 가공 및 연삭가공 등)을 복합적으로 수행할 수 있는 캡슐형 가변축 복합 가공 장치임
- 3건의 국제 특허 외 34건의 특허 보유함
- 특허청장 표창장 수상(제4778호, 2009년), 과학기술 훈장 수상(진보장)(제94호, 2011년) 등 다수 수상함



〈 캡슐형 복합가공 장치 기구 〉

지식재산권  
현황

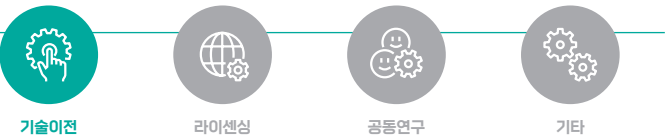
특허 · PATENT

- 캡슐형 가변축 복합 가공 장치(KR1423500, US13/707982, JP2013-216958, EP13178243.5)
- 캡슐형 가변축 복합 가공 장치의 스테이지 유닛(KR1407519)
- 캡슐형 다기능 복합 가공 장치(KR1423499)
- 캡슐형 가변축 복합 가공 장치의 방진 몸체 구조(KR1449465)
- 방진 몸체 구조를 갖는 캡슐형 가변축 복합 가공 장치(KR1449464)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

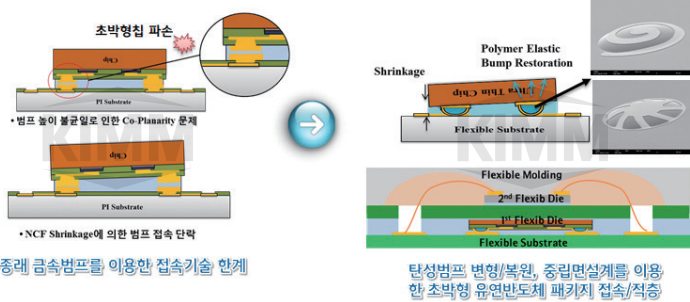


# 초박형 유연반도체 패키지 접속 및 3D 적층 기술

▶ 초정밀장비연구소 ▶ 연구자 : 이재학, 송준엽 ▶ 연락처 : 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

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 $\mu$ m 두께 박형 실리콘 칩을 접속하여 패키지를 제작해야 함
- 기존 솔더범프를 응용시켜 고온에서 칩을 접속하는 기술은 유연기판 손상과 열응력에 의해 박형 실리콘 칩이 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

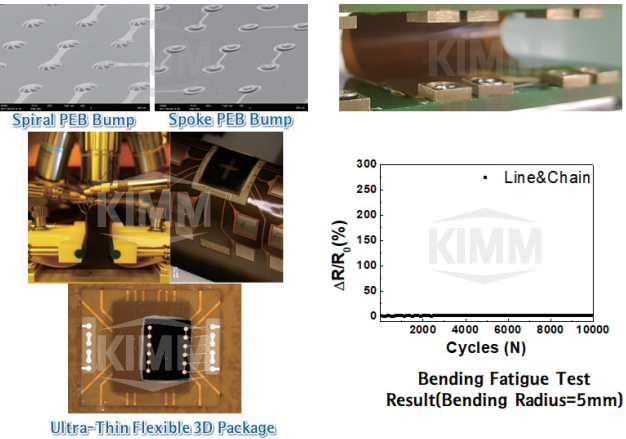
- 본 기술은 웨이퍼 전사기술을 이용하여 칩을 중립면 설계함으로써, 굽힘 시 응력을 최소화하고 칩 접속 시 핸들링이 용이하여 기존 대비 더 얇고 고유연성을 갖는 초박형 유연 실리콘 칩 제작 가능함
- 탄성변형 및 복원이 용이한 폴리머 탄성범프 구조를 박형 유연 실리콘 칩에 적용함으로써, 칩 접속 시 범프 높이 불균일이 존재하더라도 쉬운 탄성변형 및 응력완화 효과로 박형 유연 칩 파손을 최소화함

기술의 우수성

- 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

- 웨이퍼 전사기술을 이용하여 칩/패키지 중립면을 설계하여 10 $\mu$ 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 · PATENT      노하우 · KNOW-HOW

- 페이스-다운 방식의 유연 전자소자 제조방법 및 이에 의해 제조된 유연 전자소자(KR1511023)
- 폴리머 탄성범프 형성 기술
- 유연칩 중립면 설계 및 박형화 기술
- 중립면 설계를 위한 박형 웨이퍼 전사기술
- 유연 반도체 패키지 3차원 적층 및 저온접속 기술



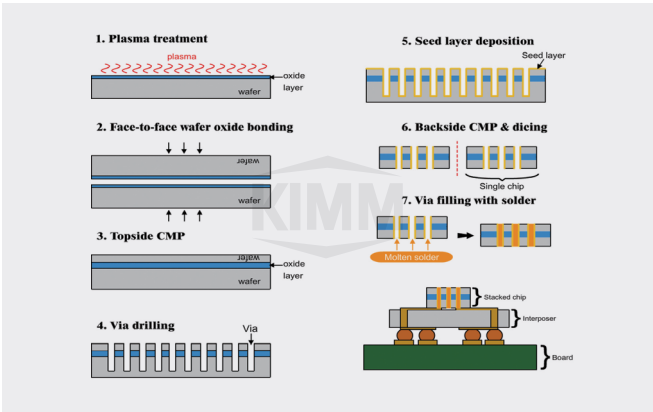


# 캐리어 웨이퍼가 필요없는 빌드업 / Bump-less 초박형 웨이퍼 적층 기술

▶ 초정밀장비연구소 ▶ 연구자 : 송준엽, 이재학 ▶ 연락처 : 042.868.7144, 7362

기술 개요

- 빌드업 방식으로 초박형 웨이퍼를 적층하여 3차원 패키지 수율 향상



고객·시장

- 소자업체(Foundry, Fabless, Assembly)/반도체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

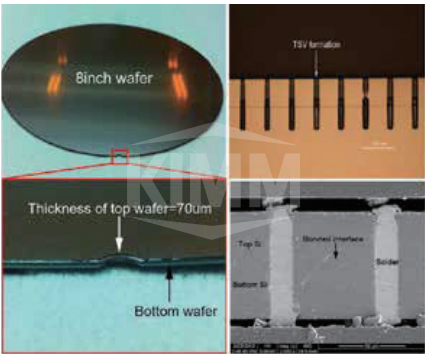
- 적층패키지 제조 시 초박형 웨이퍼의 적층에서 핸들링, 수율, 생산성에 문제가 있음
- 기존 기술은 초박형 칩을 제작하기 위하여 파손을 방지하기 위해 캐리어 웨이퍼에 임시 접합하여 핸들링 및 후속 공정을 진행하므로 공정단가가 높으며, 또한 범프를 이용하여 칩 단위로 본딩하여 적층하므로 수율 및 생산성 낮음
- 모바일 AP 및 기타 반도체 패키지는 고성능화, 경박단소화되어 가고 있는 추세임
- 현재 기존 2D 방식의 인터커넥션 패키지 제조 방법은 이러한 수요자의 니즈를 구현하는 데 있어 scale down의 기술적 한계에 도달하였으며,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

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 · PATENT

- 반도체 칩 적층 패키지 및 그 제조 방법(KR1036441, PCT/KR2011/001166, SP201201174-8, US8722513)
- 반도체 칩 픽업 장치(KR1186799)
- 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 접합 방법(KR1225253)
- 반도체 칩 적층 패키지 및 그 제조 방법(KR1036441)
- 반도체 소자 3차원 패키지용 관통 전극 및 그 제조 방법(KR1071993)
- 전해도금을 이용한 반도체 소자 3차원 패키지용 관통 전극 및 그 제조 방법(KR1049380, US8513061)
- 절연필름을 이용한 칩 적층방법, 이에 의하여 적층된 칩, 이를 위한 절연필름 및 그 제조 방법(KR1242281)
- 반도체 소자 3차원 패키지용 관통 전극의 제조 방법(KR1103275)

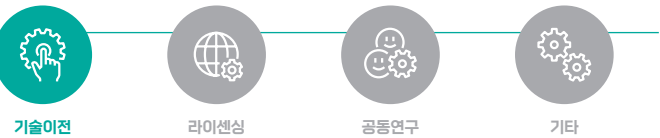
노하우 · KNOW-HOW

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

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



정밀 패터닝과 열변형 방지가 가능한  
판재형 양각 금형 제작기술

▶ 광응용장비연구실 ▶ 연구자 : 강희신 ▶ 연락처 : 042.868.7456

기술 개요

- 레이저를 이용한 패터닝 및 열처리 공정으로 열변형 없이 화학약품 사용을 최소화하여 원가를 절감하는 기술



고객·시장

- 양각금형 생산업체 및 반도체 생산업체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

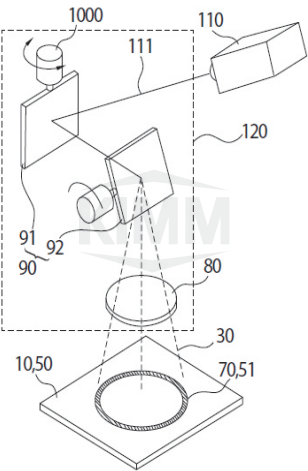
- 기존의 양각 금형 제작방법인 필름 공법은 고가의 초기투자비 및 재료비가 소요되고 패턴의 정밀도가 떨어지며 공정상 사용 되는 화학약품으로 환경이 오염되는 단점이 있음
- 공정이 복잡하고 필름 제작을 위한 필름 인쇄기 등이 필요함에 따라 초기 투자비가 많이 요구되며 대량의 필름 사용으로 인하여 공정에 사용되는 용액으로 인한 환경오염의 위험성이 높음
- 필름 공법은 정밀한 위치 제어가 불가능하여 패터닝의 정확도가 떨어짐
- 또한 양각금형의 수명을 증가시키고 강도를 높이기 위해서는 열처리 공정이 불가피하나 열처리 과정 중 금형 변형이 발생함
- 원가를 절감할 수 있고 정밀한 위치 제어가 가능하며 열처리 시 변형이 일어나지 않는 금형제작기술이 요구됨
- 원가절감, 정밀한 위치 제어, 열처리 시 금형 변형 방지의 조건이 요구됨

기술의  
차별성

- 공정 상 필름 및 현상액, 정착액 등의 화학약품 사용이 필요 없어 생산비용 절감 가능
- 레이저를 이용하여 정밀한 패터닝이 가능하고 열처리를 통하여 열로 인한 변형 없이 금형 수명 및 강도를 증가시켜 금형의 불량률을 감소시킬 수 있음
- 필름공정의 필름 인쇄기에 사용되는 유해용액이 필요치 않아 생산가공현장의 오염 정도가 완화되어 작업환경이 개선됨
- 필름 공법을 레이저를 이용한 광경화 패터닝 공법으로 대체하여 박판에서도 쉽게 정밀한 패터닝 가공이 가능함
- 레이저를 이용한 열처리 시 스캐너를 사용하므로 열변형을 최소화하여 판재형 양각 금형을 생산할 수 있음

기술의  
우수성

- 레이저 광경화 공정으로 원하는 형상의 폴리머 패턴을 제작하고 패턴부를 제외한 부분을 부식시켜 폴리머 패턴부를 볼록한 형상을 가지도록 만든 후 1차 기계가공을 통하여 볼록한 부분에 날을 생성하고 2차 레이저열처리 공정으로 날을 단단하게 가공함
- 레이저 발진기(110)에서 발사된 레이저빔이 2개의 회전반사경(91,92)에 반사되어 f- $\theta$ 렌즈(80)를 통해 금형에 쏘아져 레이저 열처리가 수행됨
- 필름 및 여러 화학약품이 소요되는 광경화 패터닝 과정과 고온의 열이 필요한 열처리 과정을 레이저 방식으로 대체하며 상기 레이저빔은 최소 수백 W에서 수 kW의 출력까지 조절 가능함
- 연구책임자 기준 프린팅 분야 10년 연구 경력 보유함
- 양각금형 생산업체에 '양각금형의 레이저 열처리 및 프린팅' 기술을 적용 하여 재료비 인하 및 환경개선 등의 효과를 증명하였음



지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 레이저를 이용한 판재형 양각 금형 제작 방법(KR2012-0002666)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

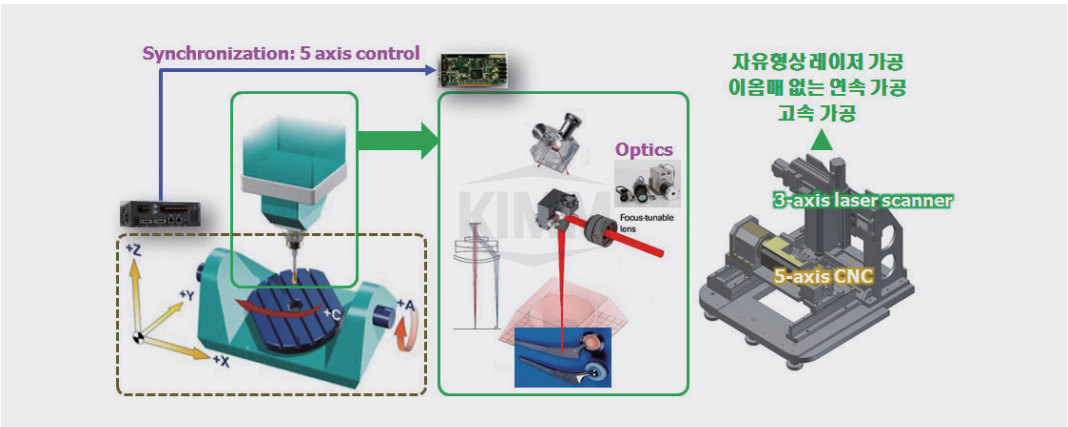


# 5축 기계가공시스템과 3축 레이저 스캐너 연동기술

▶ 광응용장비연구실 ▶ 연구자 : 김경한 ▶ 연락처 : 042.868.7310

## 기술 개요

- 5축 기계가공 모듈과 3축의 레이저 스캐너를 실시간 동기화하여 기존 레이저 가공영역과 가공속도의 한계를 뛰어넘는 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

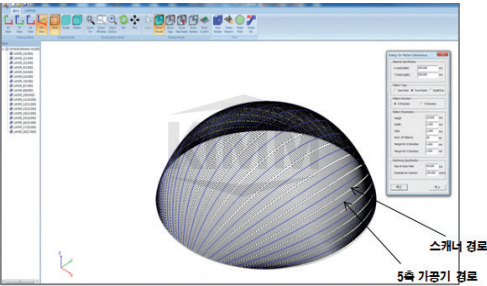
## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 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



## 기술의 차별성

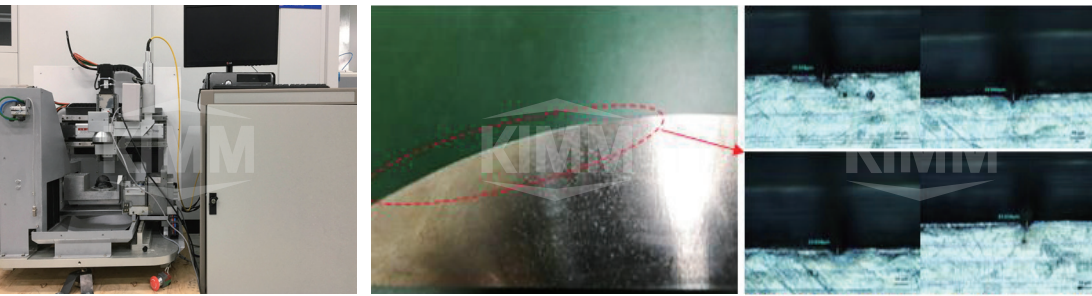
- 5축 가공기의 위치/속도 정보를 스캐너 제어보드에 입력하여 실시간 동기화 시키는 제어유닛 구성
- 세계 최고로 5축 신호 입력을 위한 스캐너 제어보드 제작
- 고중량의 5축 가공기 이송경로와 고속의 3축 레이저 스캐너 경로 분리/속도 생성을 위한 CAM SW 개발



〈 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



3차원 표면 패턴 깊이 균일도 < 4%

〈 5축 레이저 실시간 연동장비(좌) 및 패터닝 결과(우) 〉

## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

- 3차원 레이저 조사 장치 및 3차원 레이저 조사방법 (KR1769550)

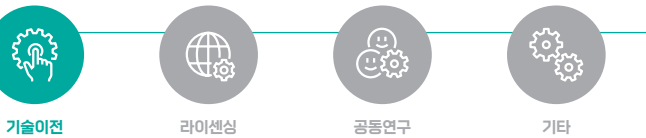
### 노하우 · KNOW-HOW

- 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

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



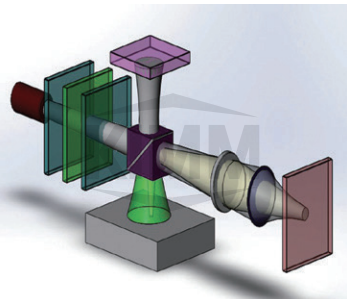


# 포커스 측정 기능을 가지는 레이저 가공 장치

▶ 광응용장비연구실 ▶ 연구자 : 노지환 ▶ 연락처 : 042.868.7915

기술 개요

- 3차원 곡면 상에 마이크로 패턴 기술로 기존 Confocal, WDI 방식과 개념을 달리한 포커스 파인더 장치



고객·시장

- 레이저 가공장비

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

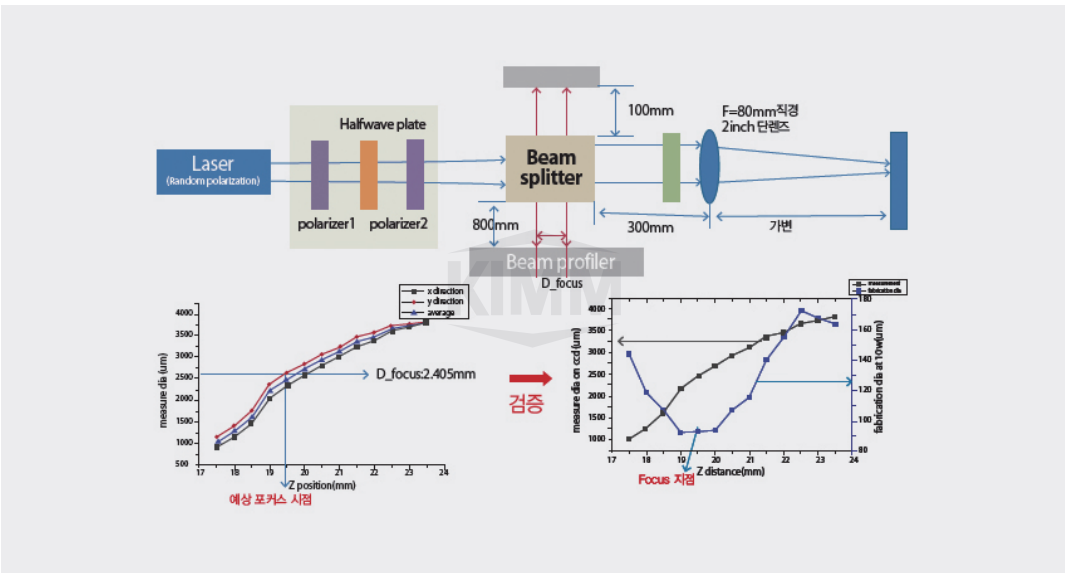
- 가공 대상물에 레이저를 조사하여 가공 대상물의 표면에 홈을 형성하거나, 가공 대상물의 내부에 변질층을 형성하거나, 가공 대상물에 열을 가하여 물질 특성을 변화시키는 등의 다양한 레이저 가공 방법이 사용됨
- 3차원 곡면을 측정해서 사용하는 방법으로 컨포컬 이용 또는 WDI 방식이 있으나 가공용 레이저의 포커스 위치와 측정용 레이저의 포커스 위치가 달라 사용하기 어렵고 광학 구성이 복잡함

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

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 집속시킴
- 빔 프로파일러는 가공 대상물에서 반사되어 집속 렌즈와 빔 스플리터를 거친 레이저 빔을 수광하고, 가공 대상물의 위치 변화에 따른 레이저 빔의 프로파일 변화를 측정함



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 포커스 측정 기능을 가지는 레이저 가공 장치 및 레이저 가공 방법(KR1628947)
- 포커스 측정 기능을 가지는 레이저 가공 장치 및 레이저 가공 방법(KR1688612)
- 포커스 측정 기능을 가지는 레이저 가공 장치 및 레이저 가공 방법(KR1480162, PCT/KR2014/007026)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

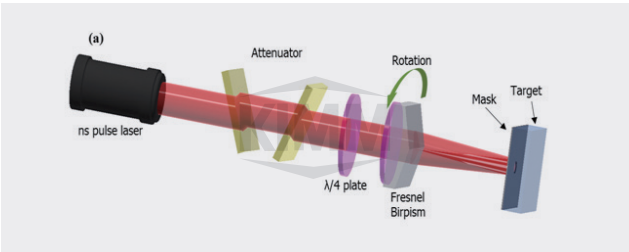


# 펄스 레이저 간섭을 이용한 고속 대면적 마이크로 패터닝 기술

▶ 광응용장비연구실 ▶ 연구자 : 노지환 ▶ 연락처 : 042.868.7915

기술 개요

- 레이저 간섭을 이용한 마이크로 패터닝 기술로, 펄스 레이저를 이용하여 금속 표면을 포함한 다양한 재료에 다이렉트 가공이 가능하도록 한 기술



고객·시장

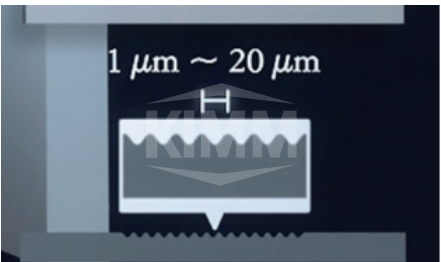
- 레이저 가공 장비
- 고속 마이크로 패턴 제작기 사용처  
(예: 위조방지 패턴 제작, 연료전지 또는 태양전지의 촉매 상에 면적 증가를 위한 패턴 제작 등)

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 기존 포커스 방식의 레이저 가공은 회절 한계가 존재하여 작은 패턴을 가공하기 어렵고, 스테이지 이동 시간 등으로 인해 가공 시간이 길다는 문제가 있음
- 위의 포커스 방식의 레이저 가공의 문제점을 극복하기 위하여 레이저 간섭 가공이 연구되고 있으나, 기존 연구는 가간섭성이 우수한 연속파 레이저에 국한되어 감광제에만 적용 가능하다는 단점이 있음
- 이에, 보다 다양한 재료 특히 금속 표면에도 직접 적용 가능한 고속 마이크로 패터닝 기술이 요구됨

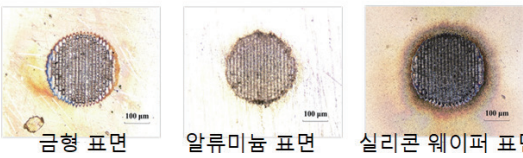
기술의  
차별성

- 대면적에 One-shot으로 패터닝을 하므로, 약 5nsec 정도의 고속 패터닝이 가능함
- 패턴 피치 1~20um 정도의 매우 작은 크기의 마이크로 패턴 제작이 가능함
- 금속 표면을 포함한 면이 폴리싱될 수 있는 모든 재료에 패턴 가공이 가능함

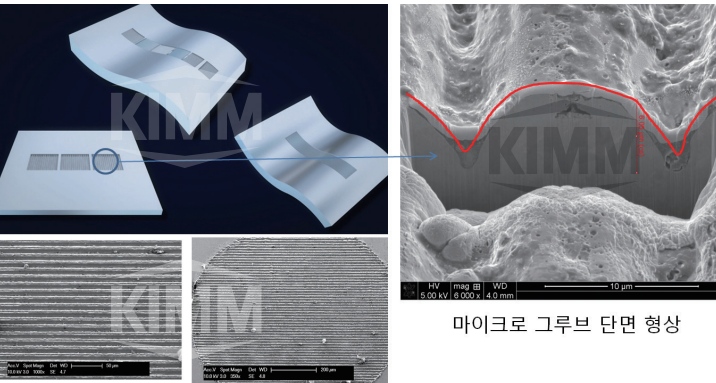


기술의  
우수성

- 고속 대면적 패터닝 기술로 기존 공정 대비 약 100배 이상 공정 시간 단축 예상
- 패턴 피치 1~20um 정도의 매우 작은 크기의 라인 및 도트 패턴 제작이 가능한 것을 확인
- 본 기술을 적용하여 금형, 알루미늄, 실리콘 웨이퍼 표면 등 다양한 재료에 패턴이 가공되는 것을 검증
- 광학계를 쉽게 회전할 수 있으므로, 골의 방향이 다른 라인 패턴을 연속적으로 고속으로 형성 가능함. 이에 따라 생성된 패턴들을 일련번호에 매칭시켜 위조방지분야에 활용 가능함
- 롤 또는 곡면 등에도 본 기술을 적용하여 반복적인 패턴을 가공할 수 있음



〈 다양한 재료에 직접 패터닝 가능 〉



〈 평면 및 곡면에 1~20um의 마이크로 패터닝 가능 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 위조방지 패턴 생성장치(KR1764835)
- 위조방지 패턴 생성장치 및 생성방법(KR1688613)
- 위조방지 패턴 감지장치(KR1685617)
- 위조방지 패턴 감지장치 및 감지방법(KR1597754)
- 위조방지 패턴 생성장치 및 생성방법(KR1528345)

노하우 · KNOW-HOW

- 펄스 레이저, 회절광학계 등의 동기화 기술
- 패턴 이음매 정밀 가공 기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



# 펄스 레이저 조명을 이용한 원거리 야간 감시 시스템 기술

▶ 광응용장비연구실 ▶ 연구자 : 노지환 ▶ 연락처 : 042.868.7915

기술 개요

- 펄스 레이저 조명을 이용하여 야간에 원거리의 물체를 인식할 수 있는 야간 감시 시스템 기술

고객·시장

- 국내 야간 감시 장치(감시 카메라, 보안 시스템 등) 수요 업체
- 군인 휴대용 주/야간 감시 장치 수요 업체
- 민수 분야(화재시 연기 뒷편 물체를 볼 수 있는 분야, 차량용 나이트 비전, 차량용 안개 및 우천 주행시 물체 알림 시스템, 무인화 야간 안전 보안 분야 등)

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

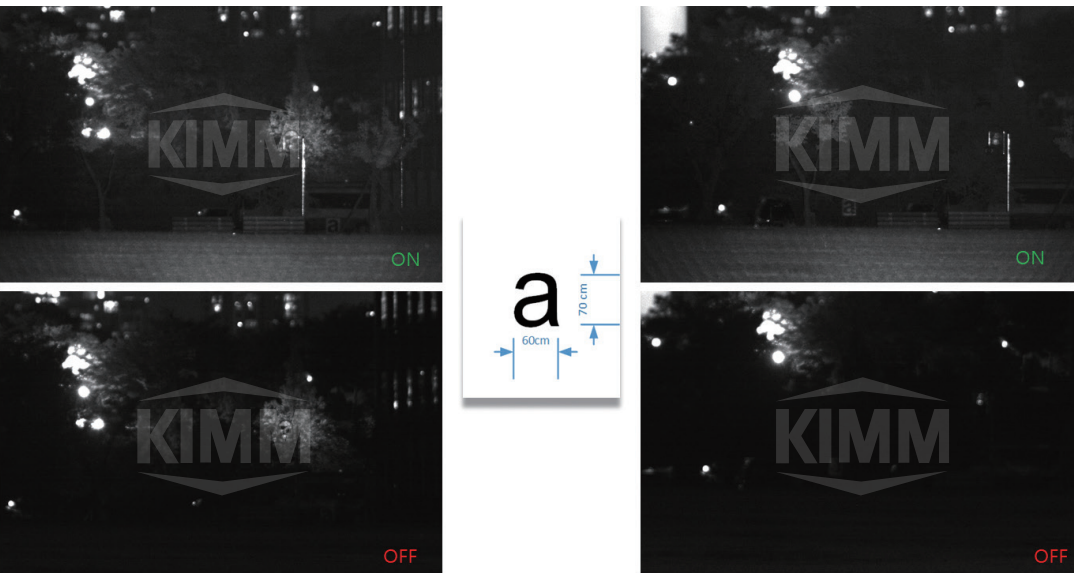
- 기존의 야간 감시 시스템은 발산각이 큰 램프나 LED를 사용하여 원거리 물체 시각화에 취약함
- 원거리 야간 감시 시스템은 현재 미국의 기술력이 가장 우수하나, 미국은 원거리 야간 감시 시스템을 수출 금지 품목으로 지정하였고, 미래에도 이 수출금지가 풀릴 가능성은 희박함. 원거리 야간 감시 시스템이 대한민국에서 개발된다면 미국의 수출 금지법령으로 인해, 대한민국의 수출 품목으로 유망함

기술의  
차별성

- 기존의 야간 감시 시스템은 램프나 LED를 사용했지만, 본 기술에서는 광원을 보다 직진성이 뛰어난 레이저를 사용하기 때문에 원거리 물체 시각화가 가능
- 눈에 보이지 않는 근적외선 레이저를 사용하기 때문에, 조명이 노출되지 않은 상태에서 원거리 물체 시각화 가능하므로 군사용으로도 적합
- 펄스 레이저를 사용하기 때문에 레이저의 전력 소비를 줄일 수 있음
- 개인 휴대가 가능한 사이즈 모듈 개발

기술의  
우수성

- 면발광 다이오드(VCSEL)를 이용한 원거리 야간 영상 획득 장치의 개발 완료
- Narrow 파장대로 안개 또는 화염에 방해되는 상황에서 필터를 통한 영상획득 가능함
- 수백 미터의 원거리에 사용 가능함
- 본 기술을 적용한 장치를 이용하여 야간에 IR LASER를 ON 또는 OFF한 상태에서 약 500m 전방의 70cm x 60cm의 소문자 'a' 이미지 촬영을 한 결과, IR LASER의 ON 상태에서 알파벳 a가 인식되는 것을 확인



지식재산권  
현황

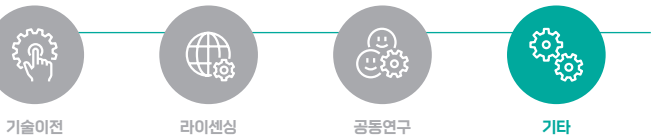
노하우 · KNOW-HOW

- 펄스 레이저 조명 광학계 설계 기술
- 펄스 레이저와 이미지 센서의 동기화 기술
- 레이저 스파클 제거 기술
- 광학계 소형화를 위한 광학 및 지그 설계 기술
- 소형화 배터리 기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



# 경사각 제어 옵틱을 이용한 레이저 고세장비 드릴링 기술 (홀 깊이 : 5mm이하, 홀 직경 : 10 $\mu$ m이상 가능)

▶ 광응용장비연구실 ▶ 연구자 : 노지환 ▶ 연락처 : 042.868.7915

기술 개요

- 레이저 빔의 초점을 용이하게 조절할 수 있는 레이저 가공 장치
- 레이저를 이용해 경사각도를 조절할 수 있는 그루브 가공 방법

고객·시장

- 레이저 가공 장비
- 고세장비 드릴링 기술 수요 업체(예: 엔진 노즐 제조 업체 등)

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

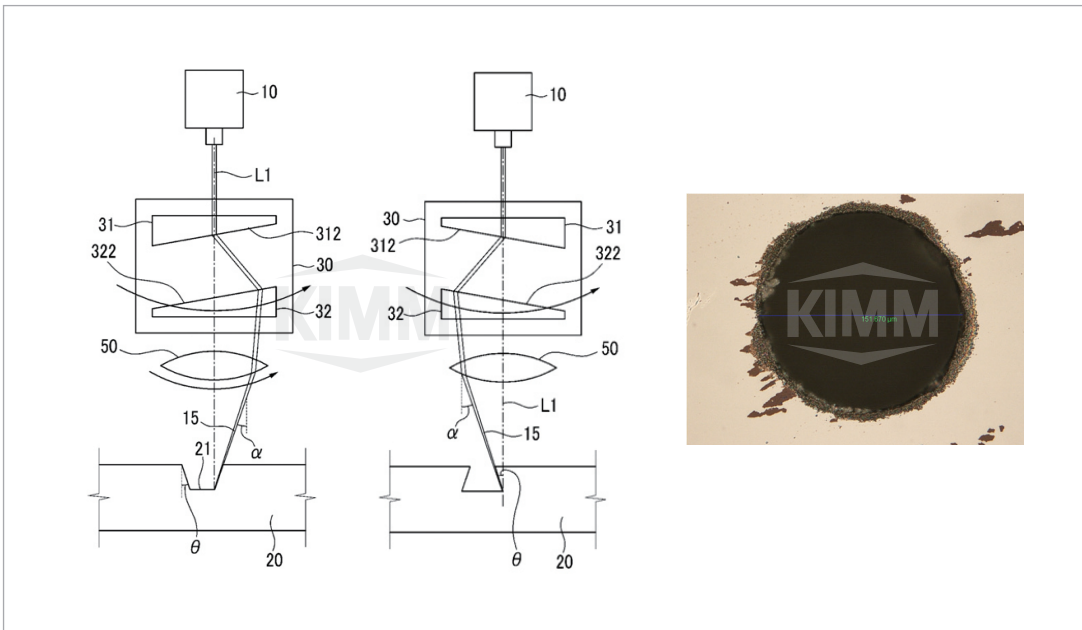
- 기존 메커니컬 드릴링(mechanical drilling)의 경우 고강도의 소재가 드릴링 동안 쉽게 부러지는 문제가 있음
- 기존 레이저 드릴링의 경우에는 빔 세기의 가우시안 분포를 조절함으로써 그루브의 경사를 조절함. 이 경우 그루브의 경사를 정밀하게 조절할 수 없음
- 또한 기존 레이저 드릴링의 경우 경사각을 조절하기 위해서 레이저 빔을 기울이거나 모재를 기울일 수 있으나, 이 경우, 부피가 큰 장치를 조절해야 하므로 마이크로 단위의 미세한 각도를 조절하는 것이 쉽지 아닐 뿐만 아니라 경사를 장치의 기준점이 변하게 되므로 초점이 달라져 가공 정밀도가 저하되는 문제가 발생
- 기존의 독일 트레파닝 레이저 제품은 상당한 고가임

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 10 $\mu$ m 이상의 고세장비 드릴링 가능
- 다양한 형상의 그루브 가공 가능
- 기존 드릴링 기술로는 어려운 형상의 그루브도 가공 가능
- 그루브의 측면 각도 용이하게 조절 가능



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 레이저를 이용한 경사 각도를 조절할 수 있는 그루브 가공 방법(KR1269835)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십





생산설비정보  
실시간 수집 시스템

▶ 광응용장비연구실 ▶ 연구자 : 이승우 ▶ 연락처 : 042.868.7147

기술 개요

- 생산설비(공작기계)의 상태정보를 실시간으로 수집 가공할 수 있는 시스템으로서 설비의 종류의 상관없이 시스템 인터페이스만으로 상태정보를 수집할 수 있는 시스템

고객·시장

- 공작기계 가공업체
- 생산정보관리시스템 구축(MES, Manufacturing Execution System) 및 공정관리시스템이 필요한 업체 및 SI 업체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

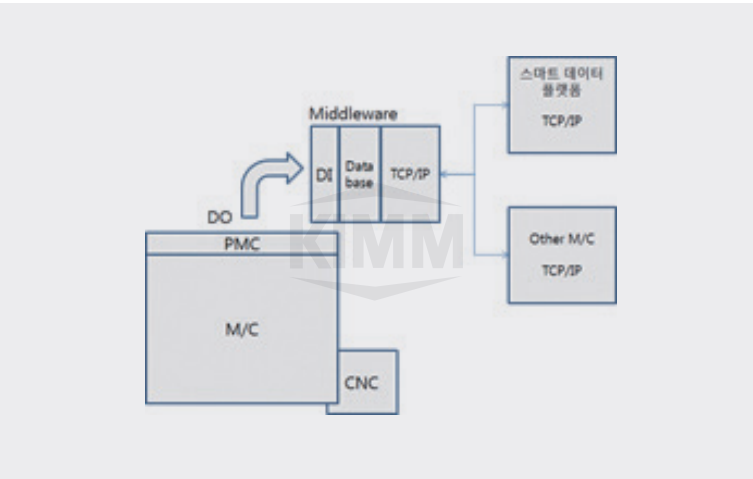
- 공작기계의 경우 장착된 NC에 따라 사양이 틀리므로 상태정보를 공통적으로 적용하여 추출하기 어려움이 있음
- 공작기계에 장착된 NC의 사양에 상관없이 공작기계의 필요한 상태정보를 추출하여 관리자에게 제공하여 제 3의 정보를 가공할 수 있음

기술의  
차별성

- 기존 개발품은 NC로부터 상태정보를 추출하기 때문에 NC의 종류에 따라 사용하는 방법 및 S/W가 틀림
- 이러한 방법들은 고가의 비용이 동반되거나 관련 S/W의 라이선스 등을 별도로 구매하여야 하는 번거로움이 따름
- 개발품은 NC의 종류에 상관없이 공작기계 PLC(PMC)와의 인터페이스를 통해 상태정보를 수집할 수 있어 NC 종류의 제약이 사라지고 관련 비용이 획기적으로 감소

기술의  
우수성

- 본 기술의 목적은 공작기계에 장착된 PLC(PMC)를 이용해 공작기계의 상태정보를 추출함으로써 공작기계 NC 사양에 상관없이 장착이 가능한 시스템임
- 이를 통해 다른 공작기계와의 통신이 가능하고 쌓여진 상태정보를 활용하여 공작기계 상태정보용 빅데이터 구축을 위한 기반 시스템으로 활용이 가능함
- 이를 통해 4차 산업의 데이터 플랫폼 구축과 관련 ICT 프로그램의 백데이터로 활용하여 공작기계의 스마트화를 가능하게 함
- 상태정보를 실시간으로 도시하여 사용자 편의성 도모 가능



지식재산권  
현황

노하우 · KNOW-HOW

- 이기종 공작기계의 인터페이스 방안 설계

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



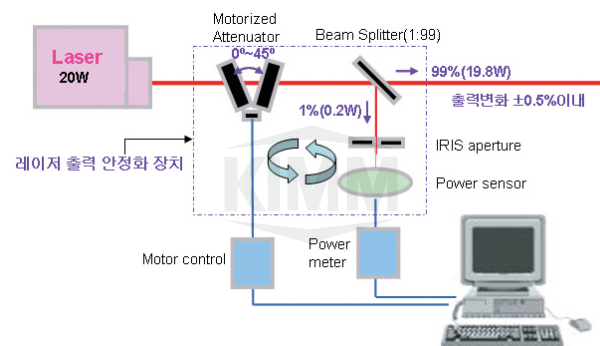


## 다양한 형상의 표면에 미세전극 제작이 가능한 레이저 패터닝 기술

▶ 광응용장비연구실 ▶ 연구자 : 이재훈 ▶ 연락처 : 042.868.7471

### 기술 개요

- 레이저를 이용하여 곡면이나 복잡한 형상 표면에 전극회로(시드)를 구현하고, 무전해도금을 통하여 20미크론 이하의 미세패턴을 안정적으로 제작할 수 있는 기술



### 고객·시장

- PCB기반의 모든 전자부품, 자동차 산업
- 플라스틱 기반 제조업

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

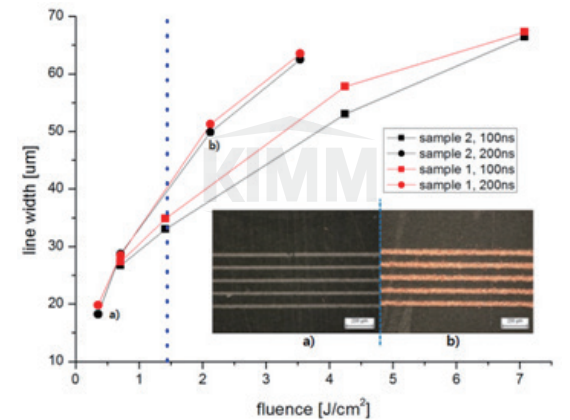
- 근래에는 인쇄의 영역이 기존 2차원적인 평면의 영역에서 3차원적인 영역으로 확장되어 가고 있으나, 아직까지 곡면 등의 표면에 패터닝이 가능한 인쇄기술은 구현이 불가함
- 포토리소그래피, 인쇄전자와 같은 기존 기술은 평판 인쇄를 기반으로 다양한 기술 개발이 이루어져 왔으나, 근본적인 기술적 한계로 인해 곡면 등의 보다 복잡한 형상의 표면에서의 인쇄는 불가능한 상황임
- 또한 재료 낭비로 인한 원가 상승과 복잡한 공정으로 인한 투자비 증가, 화학적 공정으로 인한 환경오염문제, 저급한 인쇄 품질 등의 문제로 인한 기술적 한계를 지니고 있음
- 한정적인 인쇄영역을 확대하고, 낮은 인쇄품질을 향상시키며, 높은 생산비용을 절감하고, 친환경 기술을 구현하고자 함

### 기술의 차별성

- 고성능 레이저를 이용하여 인쇄영역이 확대됨에 따라 전자의복 등과 같은 곡면을 비롯한 복잡한 형상을 지니는 3차원 구조물 상에 패터닝을 가능케 함으로써, 기존에는 제작할 수 없었던 신제품을 개발하여 출시할 수 있음
- 레이저 고유의 장점인 높은 재현성과 균일성으로 매우 안정적인 인쇄가 가능하고 이에 따라 불량률을 크게 감소시킬 수 있음
- 화학공정에 필요한 각종 용액이나 잉크 등의 소모성 원자재 사용을 최소화하여 기존 대비 20% 수준으로 공정비용을 절감할 수 있음

### 기술의 우수성

- 본 기술은 LDS(Laser Direct Structuring) 패터닝 방식의 일종으로 핵심요소는 고성능 레이저와 그에 반응하는 광반응성 절연물질임
  - 고성능 레이저는 미세패턴을 일정한 선폭으로 패터닝할 수 있어야 하며, 광반응성 물질은 레이저와 반응하여 금속화된 후 전기도금 시에 도금시드(알루미늄)로서의 역할을 함
- 기술 개발에 참여한 기업과 함께 '나노코리아 2012'에 본 기술을 전시함으로써 기술의 우수성을 입증함
- 본 기술의 연구책임자 기준으로 20년 이상의 연구 경력을 보유함



〈 레이저 강도에 따른 선폭크기 〉

### 지식재산권 현황

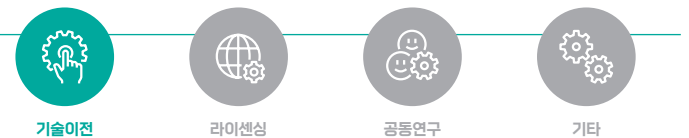
#### 특허 · PATENT

- 레이저를 이용한 연성 회로 기판의 제조 시스템 및 그 제조 방법(KR1377273)
- 레이저 직접묘화 방법으로 전도성회로패턴을 형성한 연성회로기판과 그 제조시스템 및 제조방법(KR0906408) 등 다수

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십

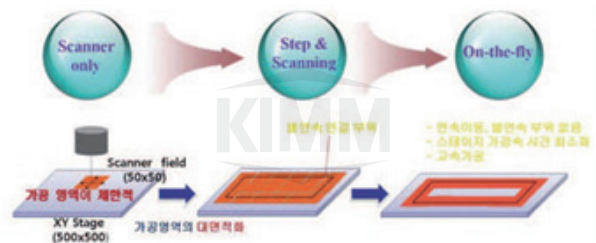


# 대면적의 연속 레이저 가공을 위한 스캐너-스테이지 on-the-fly 시스템

▶ 광응용장비연구실 ▶ 연구자 : 이재훈 ▶ 연락처 : 042.868.7471

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

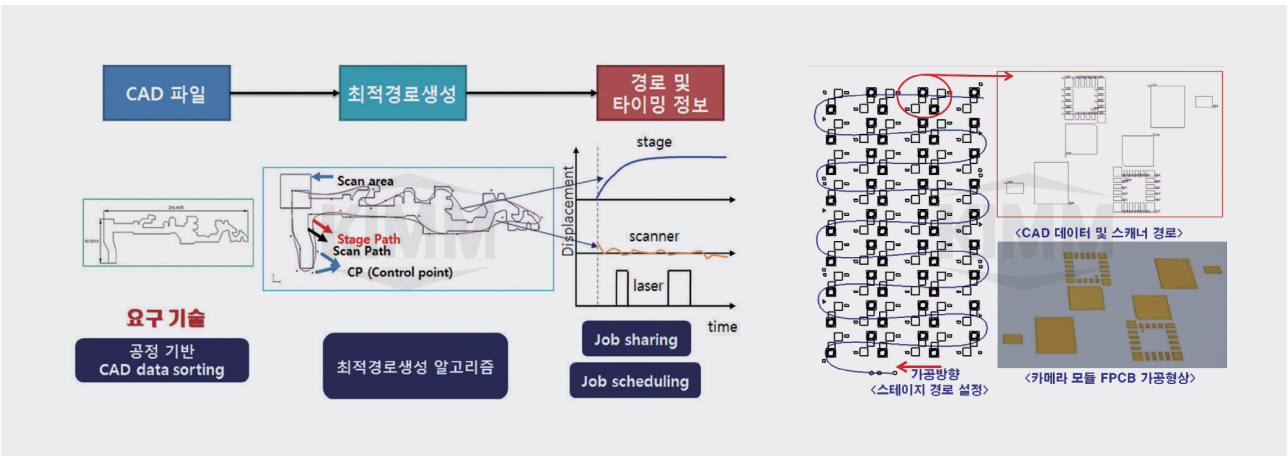
- 대면적을 연속적으로 고속/정밀 레이저 가공이 가능한 시스템을 설계해야 하는데, 이를 위해서 스캐너 제어 보드, 동기 알고리즘, on-the-fly 시스템을 개발해야 함
- 기존의 스캐너를 활용한 레이저 가공은 작업영역의 한계로 대면적 가공이 불가능하였음
- 이를 극복하기 위해 스테이지와 스캐너를 활용하여 step&repeat 방식을 사용하고 있으나, 영역 경계면에서 생기는 불균일(불연속)을 해결하지 못하며, 스테이지의 가감속으로 인한 가공물 모서리 부분의 정밀도 하락은 피할 수 없는 난제로 자리 잡고 있음
- 최근의 레이저 미세가공 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 사용해야 하는 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

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



지식재산권 현황

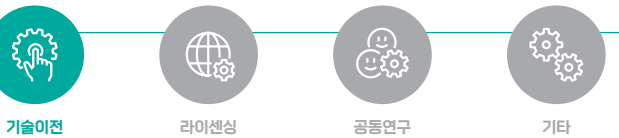
특허 · PATENT

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

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

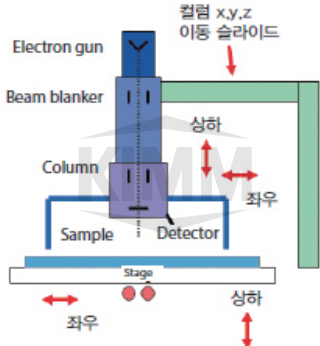


챔버 이동식 전자현미경

▶ 광응용장비연구실 ▶ 연구자 : 임선중 ▶ 연락처 : 042.868.7133

기술 개요

- 진공 챔버를 탈부착 가능하게 설치한 이동식 챔버구조의 전자현미경



고객·시장

- 나노계측

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 종래의 전자 현미경의 경우 높은 해상도에도 불구하고 시편의 영상을 얻기 위해서 시편을 상기 진공 챔버 내부에 배치해야 하기 때문에 시편의 크기가 큰 경우 상기 시료를 절단하는 등의 전처리 공정이 필요하여 시편 검사에 많은 시간과 노력이 소모됨
- 진공 챔버 내부를 진공으로 형성할 때, 상기 진공 챔버 내부의 전체 공간을 항상 진공으로 형성해야 해서 진공계 형성에 더욱 많은 비용이 소요됨
- 현재 대부분의 전자 현미경은 챔버에 샘플을 넣는 방식이므로 샘플의 크기가 챔버에 의해 제한됨
- 대면적의 샘플을 볼 수 있는 방법은 대형 챔버를 구성해야 함
- 진공 챔버는 커질수록 제작 비용(챔버, 진공용 펌프)이 크게 상승함
- 대형 챔버를 꾸미게 되면 환경에 따라 광학계 설계를 다시 해야 함

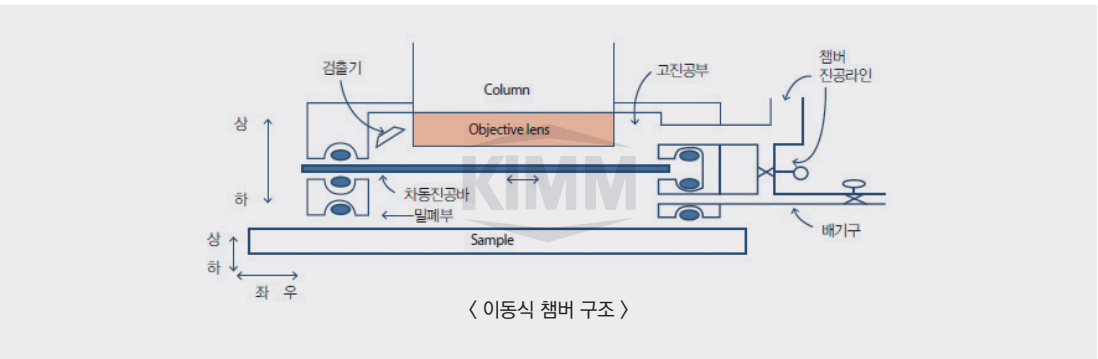
기술의 차별성

- 챔버가 이동함으로 관찰 대상을 샘플링할 필요없이 직접 관찰할 수 있음
- 대면적의 샘플을 관찰할 수 있음
- 샘플 관찰이 기존의 전자 현미경에 비해 큰 샘플 관찰함
- 진공 생성의 속도 등에서 유리함

- 검사방법: 차단판을 진공 챔버 유닛 내부에 진입함/차단판과 시편 또는 시편이 안착되는 테이블 사이 공간의 진공 상태를 해제 후 전자 현미경을 이동함/차단판과 시편 또는 시편이 안착되는 테이블 사이 공간을 진공으로 한 뒤 차단판을 후퇴함/시편을 조사함
- 챔버가 이동할 때 차동 진공바는 닫혀진 상태이며, 하단 챔버는 배기구에서 유입된 공기에 의해 대기압이 되고, 하단 챔버의 대기압 상태는 챔버의 이동(상하좌우)을 원활하게 함
- 샘플을 관찰할 때 챔버가 내려오고 배기구는 닫히며 차동 진공 진공바와 하단 진공 라인이 열려 진공을 생성하게 됨

기술의 우수성

- 컬럼이 슬라이드에 의해 상하 및 좌우로 이동할 수 있는 구조임
- 샘플이 놓인 스테이지 역시 x, y, z축 이동이 가능함
- 이동식 챔버는 두 개의 작은 챔버로 구성됨
- 상단 챔버(대물 렌즈 부근)는 차동 진공바에 의해 하단 챔버(샘플 부근)와 분리됨
- 차동 진공바는 상단 챔버가 항상 고진공을 유지할 수 있도록 닫혀 있으며 샘플 관찰의 경우에만 열려서 샘플 주위를 진공시킴
- 단챔버의 배기구는 챔버가 이동할 때 대기압으로 만들기 위해 공기를 주입하는 곳임
- 하단챔버의 진공 라인에서는 샘플 관찰을 할 때 하단 챔버의 진공을 빨리 생성함



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 탈 부착 방식의 진공 챔버 유닛을 구비한 전자 현미경 및 이를 이용한 검사 방법(KR1395258)
- 탈 부착 방식의 진공 챔버 유닛을 구비한 전자 현미경(KR1421090)
- 전자 현미경의 주사 코일(KR1421094)
- 이동식 진공 챔버와 이를 구비한 전자현미경 및 시편을 검사하는 방법(KR1395261)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

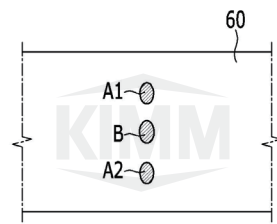


## 투명기판의 레이저 가공 속도와 효율을 높이는 다중빔 분기 기술

▶ 광응용장비연구실 ▶ 연구자 : 최지연 ▶ 연락처 : 042.868.7536

### 기술 개요

- 투명 기판 내부에 레이저 다중 집속 빔을 생성하여 단일 집속빔의 초점 심도보다 두꺼운 기판을 한번에 절단하거나 고종횡비의 미세 천공을 가능하게 함



### 고객·시장

- 레이저 가공 장비 업체, 디스플레이 제조 업체, 유리/사파이어 웨이퍼 등의 정밀 절단 및 미세 가공이 필요한 업체

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 집속된 레이저 빔의 단일 초점 심도보다 두꺼운 투명 기판을 한번의 스캔만으로 고속 절단하는 기술이 필요함
- 집속된 빔의 초점 심도보다 두꺼운 투명 기판을 절단하기 위해서는 초점의 심도를 늘리기 위해 낮은 배율의 집속 렌즈를 사용하거나 기판두께 방향으로 초점 위치를 바꾸어 가며 여러 번 재가공 해야 함
- 낮은 배율의 집속 렌즈를 사용하는 경우, 절단 폭이 넓어짐으로써 가공 정밀도가 낮아짐
- 기판 두께 방향으로 초점 위치를 바꾸어 가며 여러 번 재가공하는 경우, 절단 속도가 현저히 느려지므로 생산성이 저하됨
- 기판 두께에 따라 초점 개수 및 초점 간 간격이 조절되는 다중 빔을 형성해야 함

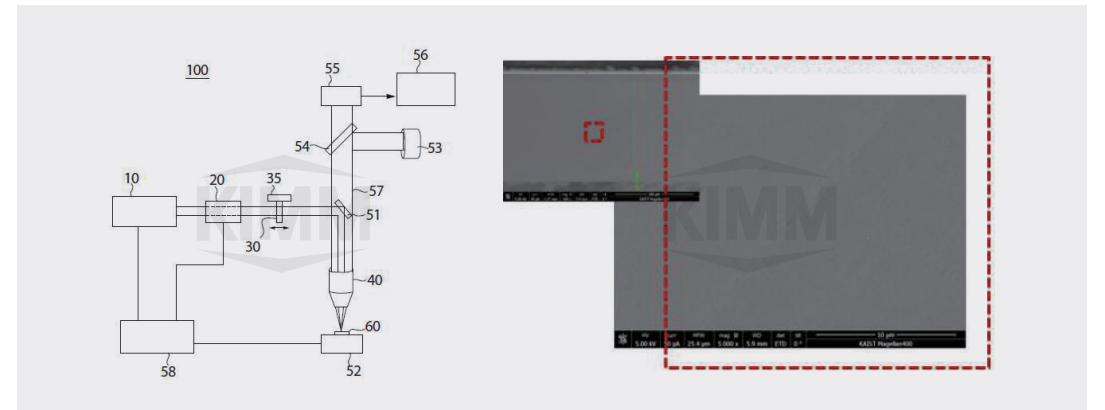
### 기술의 차별성

- 레이저 빔을 2개 이상의 다중 빔으로 분할하고 분할된 초점간의 간격을 변화시켜 가공물의 두께에 맞게 효율적으로 정렬한 다중 집속빔으로 레이저 절단 및 천공을 수행하면 단일 초점을 생성하는 레이저 가공 장치보다 향상된 가공 속도를 얻을 수 있어 가공 시간이 단축됨
- 고출력 레이저를 단일 집속 빔 형태로 사용하면 많은 경우 가공 최적 출력이 레이저의 최대 출력보다 낮으므로 출력을 낮춰 가공하게 되어 레이저의 성능을 100% 활용하지 못하나 다중 빔으로 가공하게 되면 집속 빔의 레이저 강도는 최적 출력을 유지하면서도 레이저의 최대출력을 활용할 수 있음

### 기술의 우수성

- 기존의 빔 분할기(편광 방향으로 빔을 분기하는 간섭계 방식과 복굴절렌즈 분할 방식으로 구분)에 비해 회절광학소자 분할기를 이용한 다중초점 장치는 아래와 같은 장점이 있음
  - 회절 광학 소자를 빔 분할기로 사용하므로, 모든 빔들이 같은 경로를 진행하고, 대물렌즈를 통과한 후 빔이 분기되므로, 빔분기 광학계가 매우 간단해지며 빔 정렬이 용이함
  - 편광기를 사용한 빔 분할 방식에서는 불가능한 단일 편광 가공이 가능함
  - 집속 초점 개수 및 간격 조절 가능: 회절 광학 소자 광학계를 조절함으로써 원하는 개수로 정렬된 다수개의 집속 빔이 가능하고 유리 내부에서 집속 빔 간 간격 조절이 용이하므로 다양한 두께의 유리 절단 및 미세 가공에 유리함

- 본 기술의 목적은 레이저를 이용하여 투명 재질을 절단하거나 미세 천공, 접합하는데 있어서 집속된 레이저빔의 개수와 분포를 가공하려는 기판의 두께에 맞게 조절함으로써, 기판 내부에 집속된 빔이 가공에 최적화된 에너지 분포를 가지도록 하려는데 있음
- 회절 광학 소자는 동시에 레이저빔 분할기와 렌즈의 역할을 수행하므로, 광학계가 간단함
- 분할된 빔들이 동일한 경로를 이동하면서도 대물렌즈의 초점 위치에서 정밀하게 정렬된 채로 분할될 수 있어 기판 두께 방향으로 여러 개의 다중 초점을 가공물 내부에 생성함
- 원하는 개수만큼의 다중빔을 형성하여 얇거나 두꺼운 유리 기판 모두 대응할 수 있음



### 지식재산권 현황

#### 특허 · PATENT

- 프레넬 영역 소자를 이용한 레이저 가공 장치 및 이를 이용한 기판 절단 방법(KR2014-0020776)

#### 노하우 · KNOW-HOW

- 극초단 레이저 기반 취성 재료 정밀 가공 기술 (유리, 사파이어, quartz, 실리콘 웨이퍼)

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십





# 레이저 유리 직접 접합과 유도 식각을 통한 미소부품 제조 기술

▶ 광응용장비연구실 ▶ 연구자 : 최지연 ▶ 연락처 : 042.868.7536

기술 개요

- 레이저 유리 직접 접합은 두 장의 유리 기판 계면을 접착제없이 직접 용접하여 불임으로써 밀봉하는 기술임
- 레이저 유도 식각은 maskless 가공으로 유리 기판(fused silica, borosilicate), 사파이어 등의 투명 취성기판위에 원하는 식각 구조를 마스크 없이 레이저로 패터닝한 후 조사된 영역만 유도 에칭을 통해 2.5D 또는 3D 구조물을 만드는 기술임

고객·시장

- MEMS 공정 대체가 필요한 소자 제작 업체
- 의료기기, 의료 부품 업체
- 디스플레이, 우주항공, 센서 소자 제작 업체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 기존 유리 접합 기술
  - frit을 접합하고자 하는 두 장의 유리 사이에 바른 후 레이저로 frit을 녹여 붙이는 기존 기술은 frit 이 계면 사이에 위치하므로 틈새로 수분과 산소가 침투할 수 있으며 또한 기판을 직접 붙이는 것보다 접합 강도가 현저히 떨어짐
  - 접합 부위 전면을 가열하여 붙이는 방식은 기판 내에 열에 취약한 소자 등의 패턴이 존재할 경우에 적용하기 어려움
- 레이저 유도 식각
  - 취성재료인 유리, Quartz 기판은 기계적 가공법으로 고충형비의 미세 관통홀 천공이 어려움
  - 또한 기판 내부에 3차원으로 embedded 되어 있는 채널은 형성이 불가능함
  - 레이저 어블레이션에 의한 미세 가공의 경우 고출력 시스템이 필요하고 taper각을 조절하기 위해서는 고가의 trepanning 광학계 등을 써야함

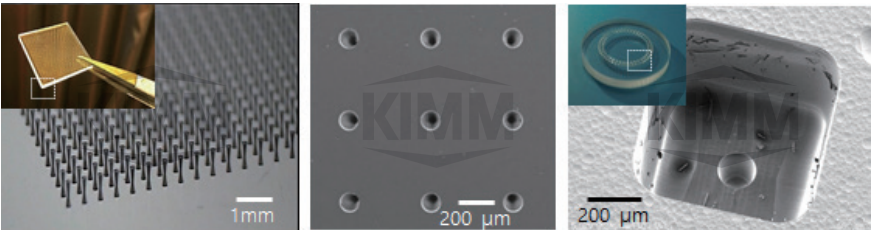
기술의  
차별성

- 레이저 유리 직접 접합
  - 본 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 접합이 가능하며 접합 부위가 투명성을 유지함
  - 이중 접합재를 사용한 접합보다 접합 강도도 더 우수함
  - 접합시 발생하는 용접 seam은 수십 마이크로미터 수준의 크기로서, 기판 표면에 미리 가공된 패턴을 따라 direct writing 방식으로 국부적으로만 접합이 가능하므로, 열에 민감한 소자, 회로 등을 보호하면서 패턴 주위에만 용접을 할 수 있음
- 레이저 유도 식각
  - 본 기술은 어블레이션보다 더 적은 에너지로 가공하므로 저출력 레이저 시스템으로도 가능하고 투명 기판 내에서 가공의 심도는 초점 위치가 결정하게 되므로 다양한 모양의 3D 구조물을 제작할 수 있음

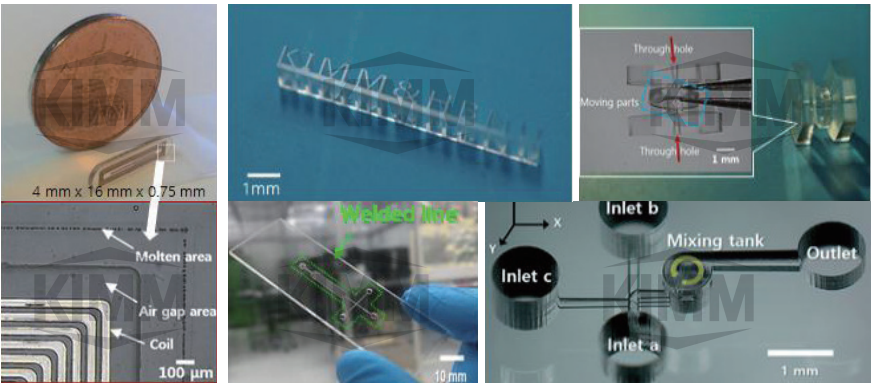
기술의  
우수성

- 레이저 유리 직접 접합
  - MEMS 부품, 산소, 수분이 취약한 유기 성분 등의 hermetic sealing 가능
  - 유독한 접합제를 사용하지 않고 생체친화물질인 유리만으로 소자 제작이 가능하므로 인체 삽입형 초소형 센서, 의료 부품 등의 제조가 가능함
- 레이저 유도 식각
  - 에칭을 통해 종횡비가 높은 관통홀, blind hole 가공 가능(종횡비 1:10 이상)

레이저 유도 식각으로  
유리 기판에 관통홀  
(두께 2mm) 및  
노즐(두께 3mm)을  
제작한 모습



레이저 유도 식각과  
레이저 직접 접합 기술로  
제작한 미소 부품 사례  
혈압센서, 랩온어칩  
(Lab-on-a-chip),  
마이크로 믹서



지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 극초단 펄스 레이저를 이용한 다중 부재의 접합 방법 (KR1453855)
- 레이저를 이용한 접합 장치 및 이를 이용한 다중 부재의 접합 방법(KR1528344)
- 마이크로 믹서(KR2020-0088744)

노하우 · KNOW-HOW

- 극초단 레이저 유도 유리 식각 기술(극초단 레이저 직접묘화기술과 maskless 에칭 공정 노하우)
- 극초단 레이저 유리 직접 접합 공정 노하우
- 접합 강도 및 품질 평가 노하우

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



착용형 보행 보조 장치

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 김세영 연락처 : 042.868.7614

기술 개요

- 착용형 보행 보조 장치란, 인체 하지에 결합되어 보행 또는 런닝 시 에너지 소모 감소를 위한 추진 보조 또는 운동능력 한계 극복을 위한 추진 증폭 기능을 구현하는 웨어러블 장치를 뜻함
- 착용형 보행 보조 장치는 크게 전기, 공압, 유압 액추에이터 등을 활용하는 동작 시나리오 기반의 능동(Powered) 구동 방식과 동력원 없이 인체의 움직임에 동기화 되어 작동하는 수동(Unpowered) 구동 방식으로 나뉨



고객·시장

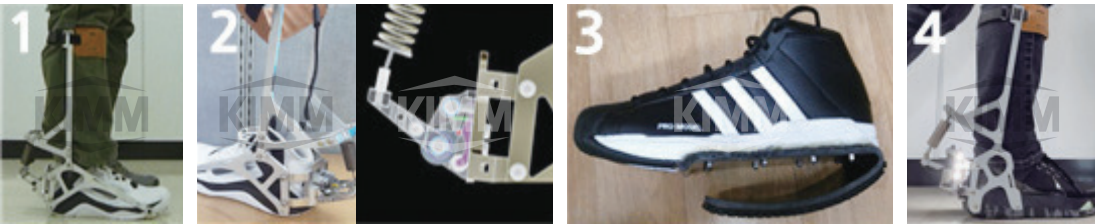
- 물류/공장/마트 등에서 장시간 보행하며 일하는 근로자 및 관련 산업체
- 보행에 어려움을 느끼는 노인, 환자 및 재활기기 관련 병원 또는 업체
- 하이킹/트레킹을 즐기는 일반인 및 스포츠/레저 관련 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 부피가 크고 무거우며, 운동 능력을 실질적으로 보조·강화하지 못함
- 착용 시 인체의 모션 자유도를 제한하여 자연스러운 움직임 방해
- 지면 충돌 에너지를 활용하는 방식의 경우 기구부가 발바닥 아래쪽에 위치하게 되어 키높이 현상 및 불안정한 자세 발생
- 능동 구동 방식의 경우 동작 시나리오 이외 상황에서 효과적인 대응이 어렵고, 탑재된 배터리가 단시간에 소모
- 탄성체를 활용하는 수동 구동 방식의 경우 일단 에너지를 저장해야 방출 에너지를 활용할 수 있기에, 에너지를 저장하는 과정에서 불가피하게 자연스러운 모션을 방해할 수 있고, 탄성체의 강성을 일정 수준 이상 증가시키기 어려움

기술의 차별성

- 자체 개발한 클러치를 이용 탄성체의 에너지 저장·방출 시점을 보행상 변화에 동기화함으로써 구동기 없이도 인체의 보행기능을 실질적이고 효과적으로 보조[그림 1, 2]
- 발목관절 및 중족지관절(MTP) 움직임은 제한되지 않으며, 지면으로부터의 높이를 최소화하며 지면 충돌 에너지를 추진 증폭에 활용[그림 3]
- 인체의 움직임을 방해하지 않으면서, 보행/런닝 시 고파워를 생성하는 메커니즘 탑재 [그림 4]



기술의 우수성

- 보행 시 발생하는 하퇴의 회전력을 이동에 필요한 추진력으로 재활용하는 장치로써, 생체역학에 기반한 설계를 통해 보조되는 추진력 최대화
- 클러치 메커니즘을 통해 에너지가 저장되고 방출되는 시점 이외에는 기기의 작동을 제한하여 움직임의 불편함 최소화
- 커브형발판, 스프링보드 메커니즘 등을 활용하여 실질적으로 운동 능력 향상 및 에너지 소모 감소에 기여
- 고 탄성 에너지 저장·방출 메커니즘을 탑재하여 실질적 추진 증폭
- 효과적인 운동보조를 통해 하지의 운동 기능 및 피로 강인도 향상, 근골격계 질환 예방
- 소형·경량의 착용형 장비로써 보급형 착용형 로코모션 플랫폼으로 활용 가능
- 착용형 보행 보조 장치 관련 메커니즘 11건 특허 등록
- 기관고유사업 및 알키미스트프로젝트의 연구결과물로서 프로토타입 제작 및 기초 검증

지식재산권 현황

특허·PATENT

- 패시브 타입의 토크 클러치 메커니즘이 적용된 착용형 보행 보조 장치(KR1855838)
- 바이오피드백이 가능한 발목 착용형 보행 보조 장치 (KR2035510)
- 발목 강성 보조 장치 및 작동 방법(KR1650101)
- 발목 추진 보조를 위한 착용형 장비(KR1696771)

노하우·KNOW-HOW

- 추진 보조/증폭을 최대화하기 위한 생체역학 기반 클러치 설계 및 적용
- 추진 증폭을 위한 고 파워 메커니즘 설계 및 적용

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



## 인간형 로봇 손

▶ 로봇메카트로닉스연구실 ▶ 연구자 : 김의겸, 도현민 ▶ 연락처 : 042.868.7130

### 기술 개요

- 인간형 로봇 손은 다양한 물체를 파지하거나 복잡한 도구를 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 로봇 부터 산업용 로봇 분야까지 활용 가능성이 높은 엔드이펙터 기술임



### 고객·시장

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

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 인간형 로봇 손 기술은 현재까지도 다양한 분야에 필요성이 높지만 제작의 어려움과 높은 가격 및 부족한 기능 때문에 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



### 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 찌그러뜨릴 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
- 산업기술혁신사업(2018.4.1~2019.12.31) 과 창의시드형사업(2020.1.1.~2020.12.31)의 연구결과물로서 프로토타입 제작 및 검증완료



### 지식재산권 현황

#### 특허 · PATENT

- 손가락 기구 및 이를 포함하는 로봇핸드 (KR2018-0158272)
- 인간의 손가락을 모사하는 손가락 기구 및 이를 포함하는 로봇 핸드(KR2019-0167204)
- FINGER APPARATUS AND ROBOT HAND HAVING THE FINGER APPARATUS (PCT/KR2019/017390)

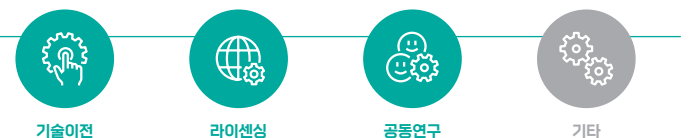
#### 노하우 · KNOW-HOW

- 로봇 핸드 구동을 위한 제어 알고리즘 기술

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십



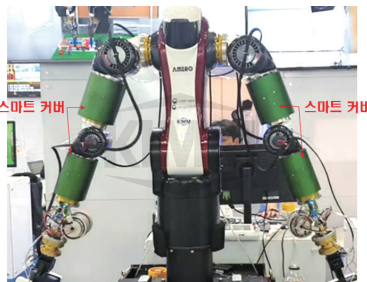


스마트 안전 커버

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 김의겸, 박찬훈 연락처 : 042.868.7130

기술 개요

- 스마트 안전 커버란, 로봇 매니퓰레이터를 포함한 다양한 기구 구조에 커버로 사용되면서, 물체와 접촉할 때의 힘의 크기/방향/위치를 모두 측정 가능한 장치임
- 특히, 로봇 매니퓰레이터에 장착되어 안전 협동로봇으로 활용할 수 있기 때문에 로봇과 인간이 공존할 수 있는 환경을 제공 가능함. 사람과의 거리와 접촉력의 풍부한 정보를 측정하여 인간-로봇 협력 작업을 제공



고객·시장

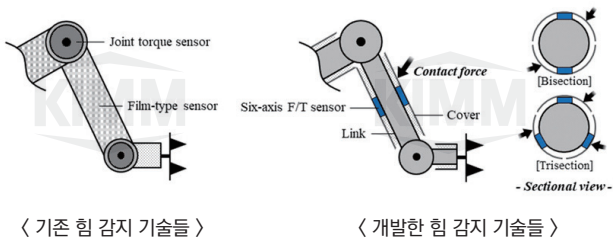
- 산업용/협동 로봇 개발/제작 업체
- 힘 측정이 필요한 기구 장치
- 로봇관련 SI 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 로봇 매니퓰레이터 힘 측정 기능을 내장하기 위해 여러 가지 힘 센서 결합 연구들이 진행되고 있지만, 현재까지의 기술들은 로봇 피부(커버)에 센서를 결합하는 것이 어렵고, 다양한 힘정보 측정에 한계가 있음
- 조인트 토크 센서 활용의 경우, 단순히 하나의 조인트 토크만 측정하기 때문에 자세한 힘정보 획득이 어렵고, 센서의 강성에 따라 로봇의 정밀도가 낮아지는 문제점이 존재함
- 필름형 센서의 경우, 대면적에서의 센서 활용이 어렵고 이는 비용상승의 요인이 됨. 더욱이 배선 처리가 어렵게 때문에 실제 로봇 활용 측면에서 큰 한계점이 존재함

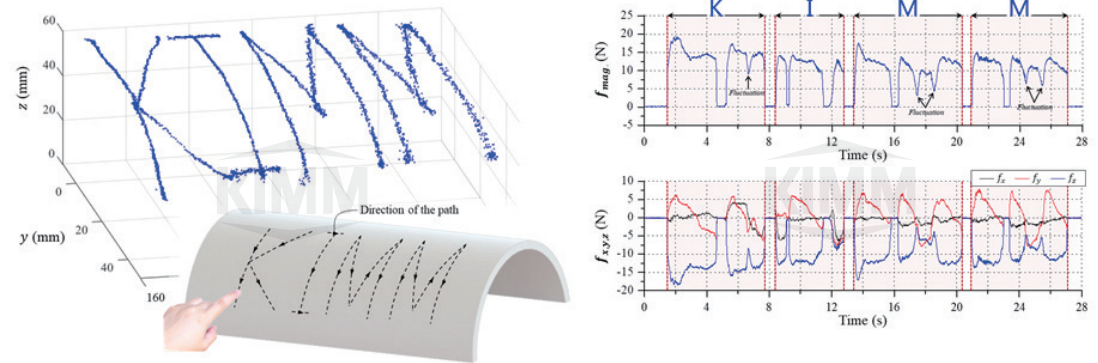
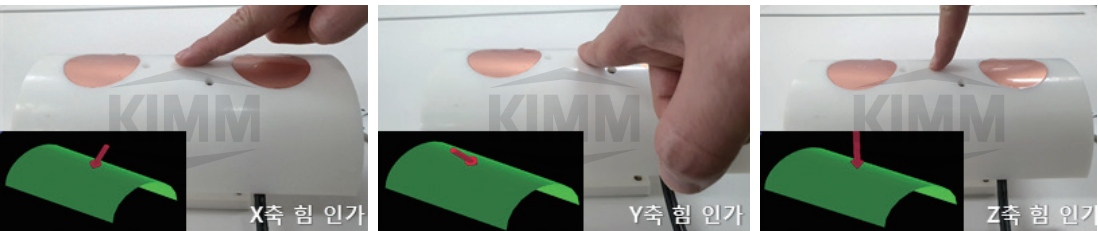
기술의 차별성

- 로봇이나 기구 장치의 내부 파트를 보호하기 위해 필요한 커버의 외형 변화 없이 힘 감지 기능을 구현 가능함
- 커버 하나당 단 하나의 다축 센서를 활용하기 때문에, 구성이 매우 간단하고 배선이 용이하여 로봇 결합 측면에서 매우 유리함
- 단순히 수직력만 측정하는 것이 아니라 직교한 3축의 힘을 모두 측정하고, 3차원 접촉위치까지도 측정 가능하기 때문에 활용성이 매우 높음



기술의 우수성

- 접촉력의 3축 힘을 모두 측정 가능하여 여러 방향의 힘 감지가 가능함. 하단 그림과 같이 X, Y, Z 방향 감지가 가능하고, 힘의 위치까지 매우 정밀하게 측정 가능함
- 커버와 로봇 내부 파트에 센서 하나만 결합하는 구성이기 때문에, 구조가 매우 간단하여 비용이 낮고 결합에 유리함
- 하단 그림과 같이, 커버 위에 접촉력의 정보로 글씨도 적을 수 있을 정도로 정확도가 높고 글씨를 쓰는 동안의 3축 힘정보도 정밀하게 측정 가능함
- 본 기술 구성에서 필요한 6축 힘/토크 센서 기술은 별도 특허 출원 완료
- 인간-로봇 공존 생산환경을 위한 인간 친화형 로봇기술 개발사업(2018.1.1~2020.12.31)의 연구결과물로서 프로토타입 제작 및 검증완료



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 로봇 매니퓰레이터(KR2076907)
- 로봇의 외력 센싱 구조(KR2019-0126391)

노하우 · KNOW-HOW

- 커버 형상에 따른 힘 측정 알고리즘

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십





# 슬림로봇팔을 위한 중공형 구동모듈 기술

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 김희수, 박동일 연락처 : 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



## 고객·시장

- 로봇 제조 업체

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

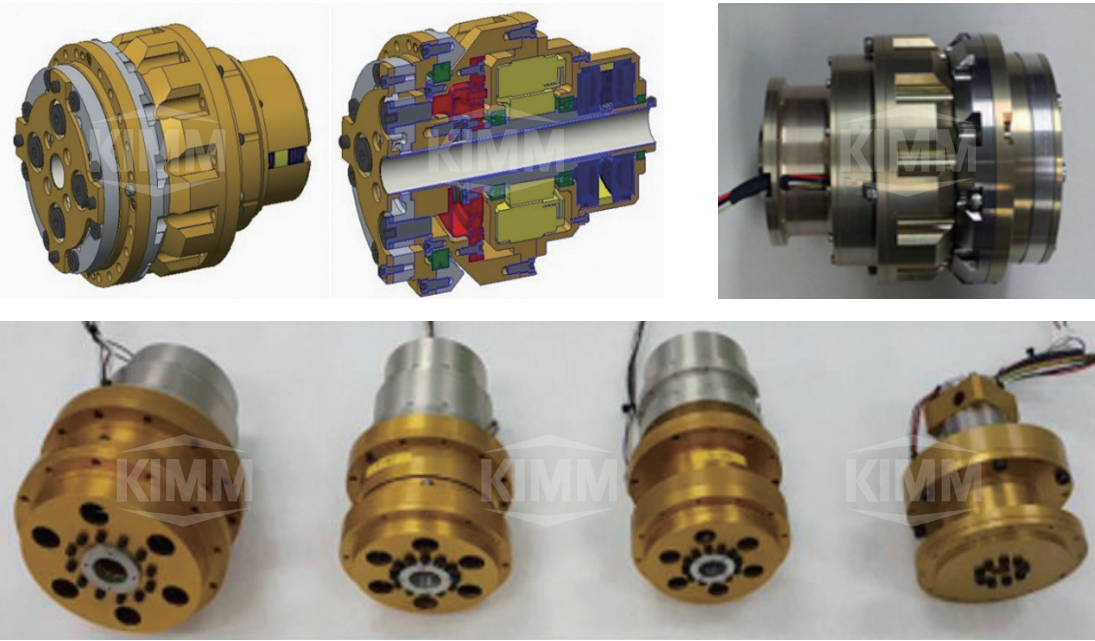
- 기존에는 다양한 사양 및 어플리케이션에 맞게 제조 단계에서 매우 많은 종류의 로봇을 제조해야하는 문제가 있음
- 기존에는 케이블 등을 외부로 설치해야 해서 외관상/안전상 문제가 있음
- 케이블/와이어로 인해 로봇이 회전 또는 활동할 수 있는 범위를 제약하는 문제가 있음

## 기술의 차별성

- 고장 등이 발생한 경우 문제가 있는 모듈만 분리하여 점검하면 되므로 유지/보수 유리
- 하나의 단독 제품으로서 모터, 감속기, 엔코더, 브레이크, 드라이버 등이 통합된 모듈 제공 가능

## 기술의 우수성

- 중공형 구동 모듈 적용으로 구조의 간결성 확보
- 양팔로봇 하드웨어 플랫폼 및 제어기, 로봇 요소 기술, 구동 부품 실용화 개발 완료
- 구동 용량별 시리즈화
- 신뢰성 평가 기준 정립 및 수명 시험 완료



## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

- Hollow driving module(JP5659446)
- Structure of Modular Robot Actuation System (JP5541600, CN102307708)
- 중공구동모듈 (US9293962, JP5659446, CN103358316)

### 노하우 · KNOW-HOW

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

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



# 범용 산업용 로봇에 적용가능한 조립용 그리퍼 및 조립기술

로봇메카트로닉스연구실   연구자 : 김희수, 박찬훈, 박동일   연락처 : 042.868.7208

기술 개요

- 정밀 부품 조립이 가능한 All-in-one 매직 그리퍼 및 이를 이용한 조립 공정 구현 기술
- IT제품의 정밀 부품 조립을 위한 티칭 기술, 보정기술, 조립전략이 일체화된 수동강성 그리퍼, 조립 로봇 시스템 및 조립 공정 기술
- 조립공정분석 및 그리핑 메커니즘
- 정밀부품 조립을 위한 실용적 조립전략
- 조립 공정을 위한 수동 강성 그리퍼
- 외부환경에 강인한 비전솔루션



고객·시장

- 로봇 제조 업체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

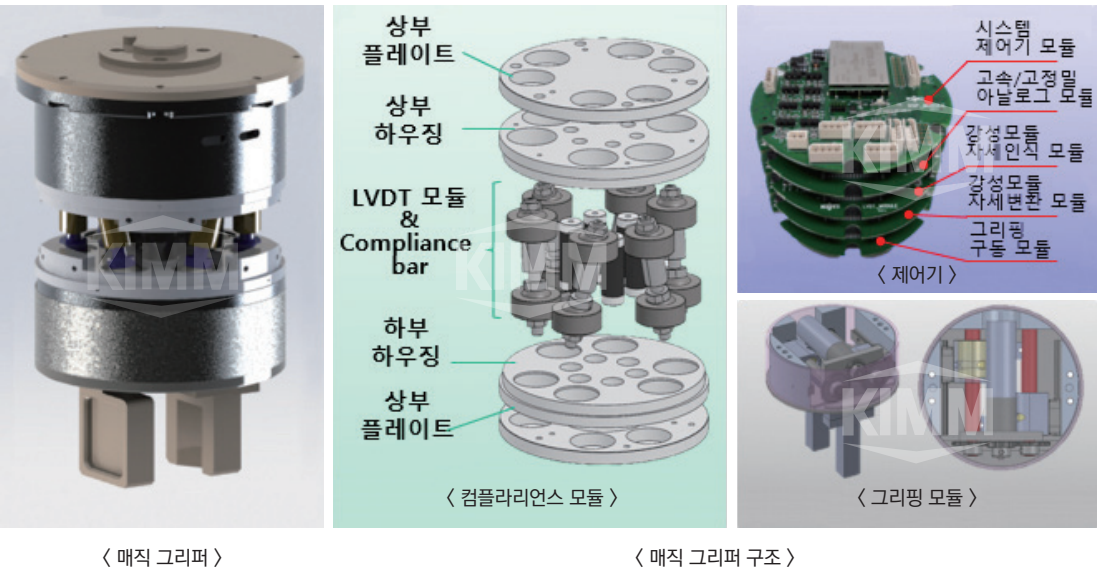
- 기존 그리퍼는 단순히 잡는 작업만 수행가능
- 따라서 조립작업을 위한 적절한 강성을 부여하지 못하고, 목표 위치에서 틀어진 양을 계산하지 못하는 등의 한계가 있으므로 정밀 조립에는 적합하지 않음

기술의  
차별성

- 일반적인 위치 제어 로봇에 매직 그리퍼를 탑재하여 정밀 조립 작업에 활용할 수 있음
- 힘센서를 사용하지 않고도 목표 위치에서 틀어진 양을 계산할 수 있음
- 계산된 틀어진 양을 반영하여 조립을 수행하므로 정밀 조립 가능

기술의  
우수성

- 휴대폰, 스마트패드 등 IT 부품 조립 공정, 커넥터 등 소형 정밀 부품 조립 공정, 정밀 기계 부품 조립 공정 등 다양한 분야에 응용 가능
- 성능 실험 완료



지식재산권  
현황

- | 특허 · PATENT   | 노하우 · KNOW-HOW   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>가변 수동 강성 그리퍼를 이용한 조립 교시 방법 (KR1688866)</li><li>변위 측정이 가능한 수동강성 그리퍼 및 가변 수동 강성 그리퍼(KR1688867)</li><li>가변 수동 강성 그리퍼(KR1682358)</li><li>변위 측정이 가능한 가변 수동 강성 그리퍼를 이용한 조립 제어 방법(KR1684894)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>기존의 위치제어 기반 로봇을 조립작업에 활용할 수 있는 매직그리퍼 구현</li><li>그리핑모듈, 컴플라이언스 모듈 및 제어기 통합 기술</li><li>정밀 부품 조립 기술</li></ul> |

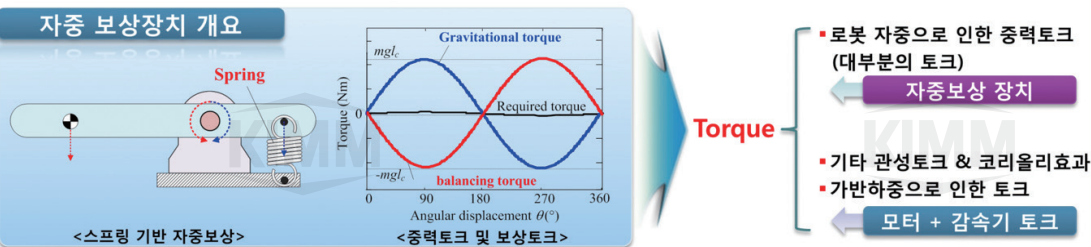


# 안전 로봇을 위한 자중보상 로봇 기술

로봇메카트로닉스연구실   연구자 : 김희수, 박동일   연락처 : 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



## 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 충격을 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
- 가반하중 보상 가능
- 자중보상을 통한 로봇 필요토크 절감 가능
- 기존 힘센서와 복잡한 힘제어 알고리즘 없이도 직접 교시 가능하여 직관성 향상시킴

## 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



## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

- 2축 지면각 변화에 대응 가능한 다자유도 가변 중력 토크 보상장치(KR1801242)
- 단축 지면각 변화에 대응 가능한 가변 중력토크 보상장치(KR2016-0006402)
- 가반하중 보상이 가능한 가변형 중력보상장치 및 이의 제어 방법(KR2016-0041633)
- 가변형 중력토크 보상장치 및 이의 제어 방법 (PCT/KR2017/002317)

### 노하우 · KNOW-HOW

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

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



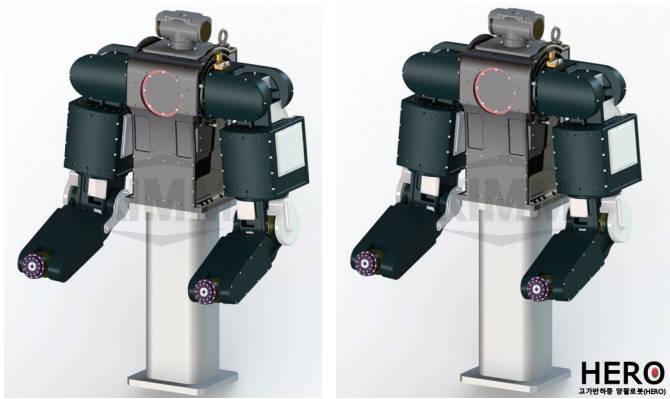


# 다목적 임무 수행을 위한 하박 탈부착식 고가반하중 로봇 기술

로봇메카트로닉스연구실   연구자 : 김희수, 박찬훈, 박동일   연락처 : 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



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 활용시 사람과 부딪혔을 때 낮은 강성을 통해 축 방향으로 회전하거나 내부로 인입되어 상해를 방지하도록 이루어짐
- 하나의 로봇을 두 가지 용도로 활용 가능하므로 매우 경제적임

기술의  
우수성

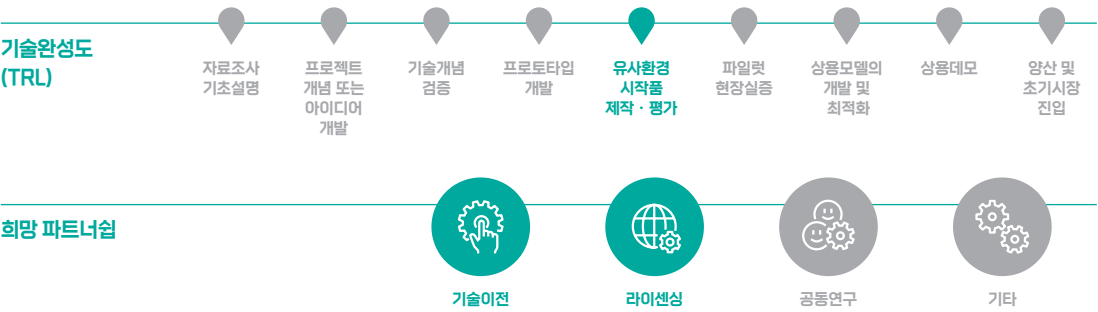
- 요구사항이 매우 상이한 임무를 하박모듈 교체를 통해 하나의 로봇으로 수행 가능



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

지식재산권  
현황

특허 · PATENT	노하우 · KNOW-HOW
<ul style="list-style-type: none"><li>• 역구동 방지 기능을 갖는 고가반 하중용 양팔 매니퓰레이터(KR1740979)</li><li>• 모듈형 양팔 로봇(KR2017-0062682)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 고가반하중 양팔 매니퓰레이터 설계기술</li><li>• 원기어를 활용한 안전 양팔 매니퓰레이터 설계기술</li><li>• 매니퓰레이터 하박 교체를 통한 동일 로봇 다목적 활용 기술</li></ul>



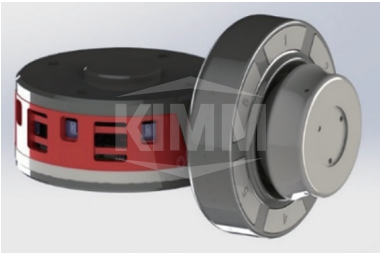


스마트 로봇 교시 장치

로봇메카트로닉스연구실    연구자 : 도현민, 최태용, 김희수    연락처 : 042.868.7507

기술 개요

- 로봇 교시란, 플레이 백(play back)형의 산업용 로봇에서, 매니퓰레이터의 동작순서, 위치 또는 속도의 설정, 변경을 하는 작업을 뜻함
- 로봇 교시는 크게 로봇 본체와 분리되어 있는 티칭 펜던트(teaching pendant)의 조작버튼에 의해 매니퓰레이터의 경유점을 가르치는 방법과 교시작업자가 직접 매니퓰레이터의 선단을 잡고 동작을 가르치는 방법(직접교시)이 있음



고객·시장

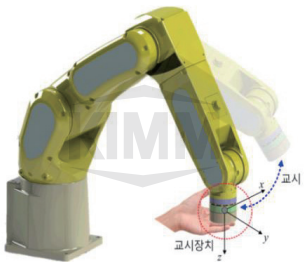
- 산업용 로봇 및 협동로봇 개발/제작 업체
- 로봇관련 SI 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 인간-로봇 공존 작업을 위한 인간 친화형 협동 로봇 분야는 급속한 시장 성장이 이루어지고 있는 분야로, 협동 로봇의 효과적 활용을 위한 직관적 인터페이스 필요
- 티칭 펜던트를 사용하여 교시하는 경우 버튼이나 다이얼의 조작을 통해서 로봇의 동작을 구현할 수 있지만, 일반적으로 다자유도로 구성된 매니퓰레이터의 경우 다양한 방향과 방위로의 교시가 필요하므로 로봇 비전문가가 로봇의 작업을 직관적으로 구현하기가 어렵고, 교시 전문가의 작동이 필요하고 시간이 많이 소요됨
- 직접 교시의 경우 로봇 제어기에 직접 교시기능이 구현되어 있는 로봇만 사용이 가능하여 범용적으로 적용하기가 어렵고, 또한 말단 움직임 감지를 위한 힘 센서 등의 추가로 비용이 상승하고 센서 노이즈와 민감도의 영향으로 교시 방향과 거리를 정확하게 반영하기 어려움

기술의 차별성

- 로봇 말단에 교시 장치를 부착하여 사용자의 직관성 향상
- 사용자가 인가할 수 있는 입력장치를 버튼, 다이얼, 조그 등 물리적인 인터페이스로 구현하여 센서 노이즈와 민감도 문제 개선
- 6D 마우스 기반의 교시 핸들을 적용하여 조작성 향상
- 로봇 동작 중에 충돌상황을 예측할 수 있는 거리센서 기반의 탈착식 충돌예측모듈을 포함하여 안전성 향상
- 직접교시의 정밀도 및 효율성 향상



기술의 우수성

- 6D 마우스 기반의 교시 핸들을 구비하여 사용자 조그 모션에 의한 로봇 위치 및 회전 모션(X, Y, Z 방향 이동,  $\theta_x$ ,  $\theta_y$ ,  $\theta_z$  회전 이동)의 직관적 교시 가능
- 모션 설정부는 사용자의 버튼입력을 통하여 동작 모드 전환, 좌표계 설정, 인칭 모드 설정, 부분 경로 수정, 경로점 저장 등 로봇 교시에 필요한 기능을 구비하여 효율적인 교시 가능
- 비접촉 거리 센서를 내장한 충돌 예측부는 로봇 동작 시 교시 작업자 및 주변과의 안전 거리를 확보하고 충돌 상황을 예측할 수 있어 로봇의 안전성 향상
- 교시/안전 기능의 모듈화 및 탈부착구조를 통한 경량/서형화로 로봇 부하 및 정밀도 영향의 최소화 (전체 430g 중 상시 부착장치는 290g)
- 교시모듈의 탈부착 기능으로 직접교시 및 원격 교시 모두 가능
- 로봇산업핵심기술개발사업(2016.5.1.~2019.4.30)의 연구결과물로 프로토타입 제작 및 검증완료



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 로봇 교시 장치(KR1740898)
- 인간로봇 협업용 안전 교시장치(KR1921687)
- 탈부착식 로봇 교시장치(KR2148251)
- 로봇 교시 장치(PCT/KR2017/015143)

노하우 · KNOW-HOW

- 로봇 제어기의 외부 통신 인터페이스를 통한 교시 명령 구현 및 로봇 상태 피드백

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

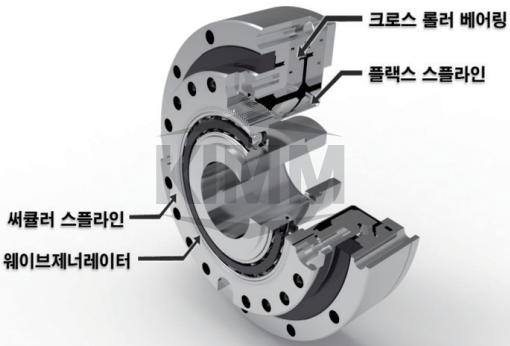


하모닉 감속기 설계/해석 기술

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 박동일, 이준호 연락처 : 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), 서클러 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

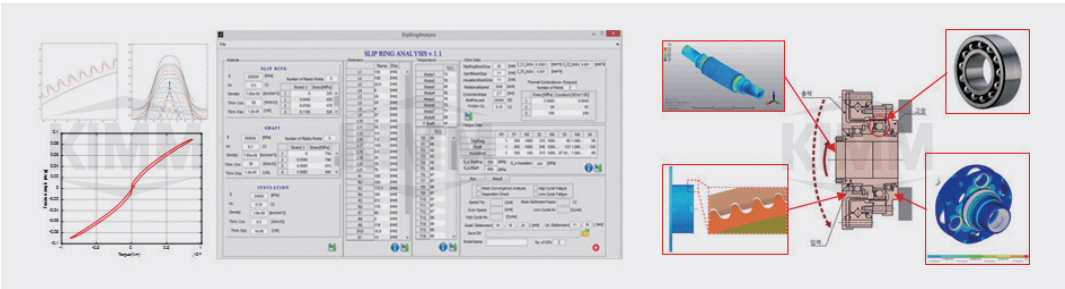
- 산업용 로봇 감속기 개발/제작 업체
- 로봇, 자동화 및 관련 SI 업체

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 계산법 들을 적용할 수 없어 하모닉 감속기만의 특수한 치형 연구가 필요하며, 다수 부품간 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

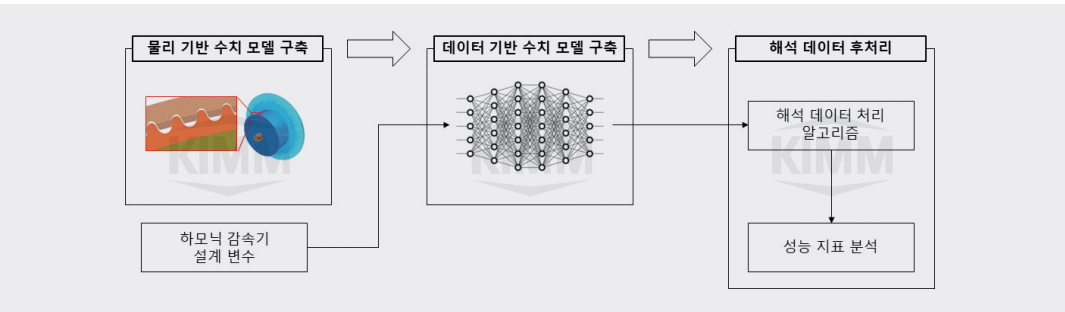
기술의 차별성

- 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



기술의 우수성

- 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



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 하모닉 감속기 설계 및 성능 예측을 위한 실시간 해석시스템(출원중)

노하우 · KNOW-HOW

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

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십





집게형 만능 그리퍼

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 송상혁, 박찬훈 연락처 : 042.868.7127

기술 개요

- 로봇 그리퍼는 목표로 하는 물체를 안정적으로 파지하여 위치를 이동시키는 기능과, 파지한 물체를 이용하여 목표로 하는 작업을 수행하는 것을 목표로 함
- 일반적으로 사용하는 그리퍼는 물체에 직접 힘을 인가해서 파지하는 방식(집게형 그리퍼)과, 흡착을 이용하여 파지하는 방식(흡입형 그리퍼)으로 분류가 가능함
- 직접 힘을 인가해서 파지하는 방식에서는 동작 형태에 따라 평행 그리퍼와 각도 그리퍼로 분류가 가능한데, 두가지 형태 모두 그리퍼 끝단의 팁을 오므려서 물체를 압축하는 방법으로 파지함

고객·시장

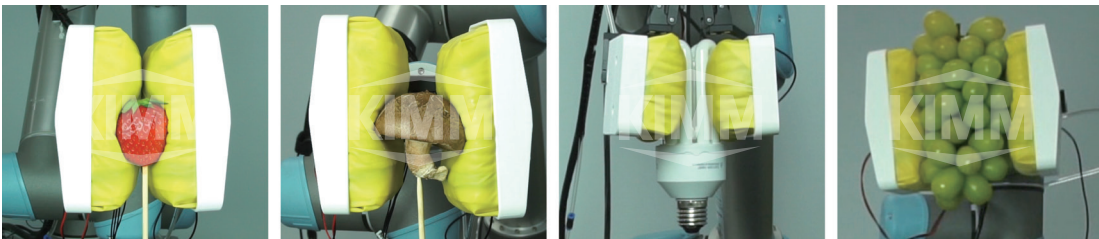
- 산업용 로봇 그리퍼 개발/제작 업체
- 서비스 로봇 그리퍼 개발/제작 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 최근 급속한 시장 성장이 이루어지고 있는 스마트 팩토리 및 서비스 로봇 분야에서, 물체 형상 및 강성에 대한 정보를 미리 알기 어려운 다양한 비정형 물체를 안정적으로 파지하여 작업해야 할 필요성이 커지고 있음
- 하지만 기존의 집게형 그리퍼의 경우, 미리 정해진 파지 대상 물체를 파지하는 것에는 효과적이지만 그 이외의 물체는 안정적으로 파지하기 어렵다는 문제가 있었음. 특히 파손되기 쉬운 대상 물체의 경우, 파지 시에 물체에 인가되는 압축힘을 최소화해야 하는데 이러한 경우 파지력(holding force)가 같이 낮아진다는 문제가 존재함
- 파손되기 쉬운 물체의 파지를 위해서 소프트 로봇 기술이 접목된 그리퍼가 제시된 바 있으나, 이러한 그리퍼는 구성 소재 자체의 강성이 낮은 문제가 있어 파지력(holding force)를 증가시키는데 한계가 존재하였으며, 따라서 단순한 물체 위치 이동 이상의 작업 수행이 어려움

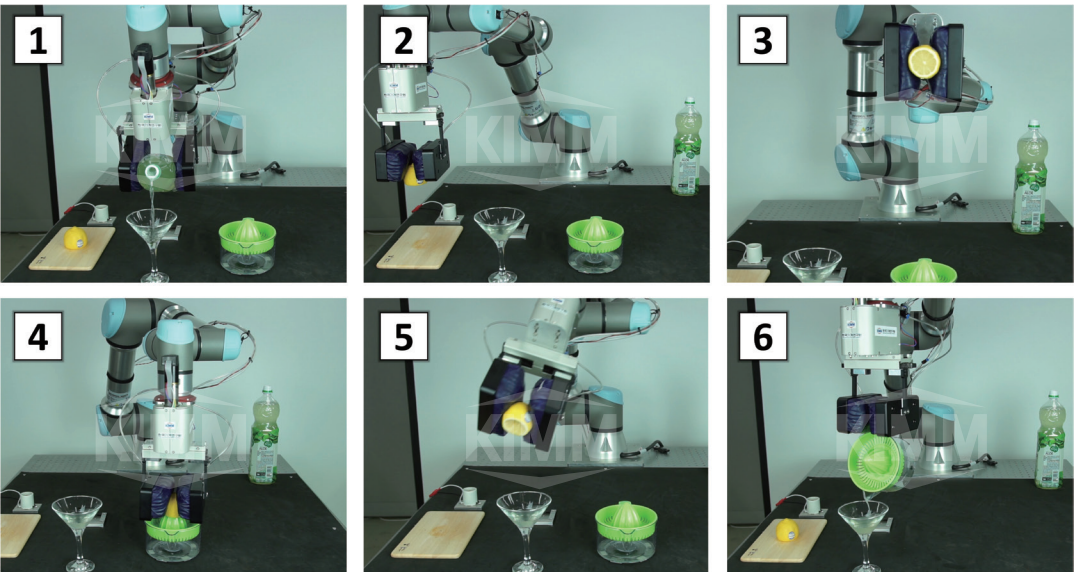
기술의 차별성

- 다양한 형상, 다양한 크기, 다양한 강도의 물체를 복잡한 제어 없이 집게형으로 손쉽게 파지할 수 있음
- 최소한의 힘으로 파지 물체를 압축하여 파지하기 때문에 물체 파손 가능성 및 작업자 부상 위험을 원천적으로 방지 가능



기술의 우수성

- 그리퍼에서 물체와 접촉하는 그리퍼 팁(jaw)의 강성이 두부와 비슷한 정도로 부드럽고 폭신한데, 물체를 파지할 때는 표면 형상이 대상 물체와 일치하도록 변형됨
- 물체를 파지한 이후에는 그리퍼 표면이 변형된 상태로 단단하게 변해, 해당 물체가 변형된 홈에 확실히 끼인 상태가 되어 견고하게 파지가 가능함
- 이러한 특징으로 인해 작은 압축력(clamping force)으로도 높은 파지력(holding force) 구현이 가능해지며, 손상되기 쉬운 물체도 안정적으로 파지할 수 있음
- 기존 그리퍼에서 비정형 물체 파지를 위해 복잡한 제어와 센서가 필요했던 것에 비해, 본 기술은 목표 압축 거리까지만 팁이 이송되도록 제어하면 되기 때문에 시스템 간소화 가능
- 기존의 평행 개폐형 그리퍼 모듈에서 그리퍼의 팁만 본 기술에서 개발된 팁으로 교체하면 되기 때문에 현장에 쉽게 적용이 가능하고 안정적 운용이 가능함



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 집게형 만능 그리퍼 관련 구조 및 구성 방법 (KR2152467, KR2152469, KR2178907, KR2019-0074041, KR2020-0091159)

노하우 · KNOW-HOW

- 만능 그리퍼 팁(jaw) 설계 변수에 따른 특성 및 제작 기술 노하우

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



흡입형 만능 그리퍼

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 송상혁, 박찬훈 연락처 : 042.868.7127

기술 개요

- 로봇 그리퍼는 목표로 하는 물체를 안정적으로 파지하여 위치를 이동시키는 기능과, 파지한 물체를 이용하여 목표로 하는 작업을 수행하는 것을 목표로 함
- 일반적으로 사용하는 그리퍼는 흡착을 이용하여 파지하는 방식(흡입형 그리퍼)과 물체에 직접 힘을 인가해서 파지하는 방식(집게형 그리퍼)으로 분류 가능함
- 바구니(빈) 안에 적치되어 있는 물건을 파지하는 경우와 같이 좁은 공간에 위치한 물체 파지가 필요한 상황이거나, 집게형 그리퍼가 파지할 공간이 확보되지 못한 경우에는 흡입형 그리퍼를 주로 적용함

고객·시장

- 산업용 로봇 그리퍼 개발/제작 업체
- 서비스 로봇 그리퍼 개발/제작 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 최근 급속한 시장 성장이 이루어지고 있는 스마트 팩토리 및 서비스 로봇 분야에서, 물체 형상 및 강성에 대한 정보를 미리 알기 어려운 다양한 비정형 물체의 파지 및 이송에 대한 필요성이 증대되고 있음
- 하지만 기존의 비정형 물체 파지를 위한 흡입형 진공 그리퍼는 뾰족하거나 단차가 큰 대상물체를 파지하기 어렵고, 따라서 고가의 비전 시스템을 결합하여 파지 가능한 면을 정교하게 파악한 후에 해당 면을 흡착 파지 하는 방법을 사용함
- 비전 시스템에 의존도가 큰 기존 진공 흡착 그리퍼들은 환경적 외란 상황에서 안정적인 파지를 구현하기 어렵고, 파지 가능한 물체의 형태도 제한적임

기술의 차별성

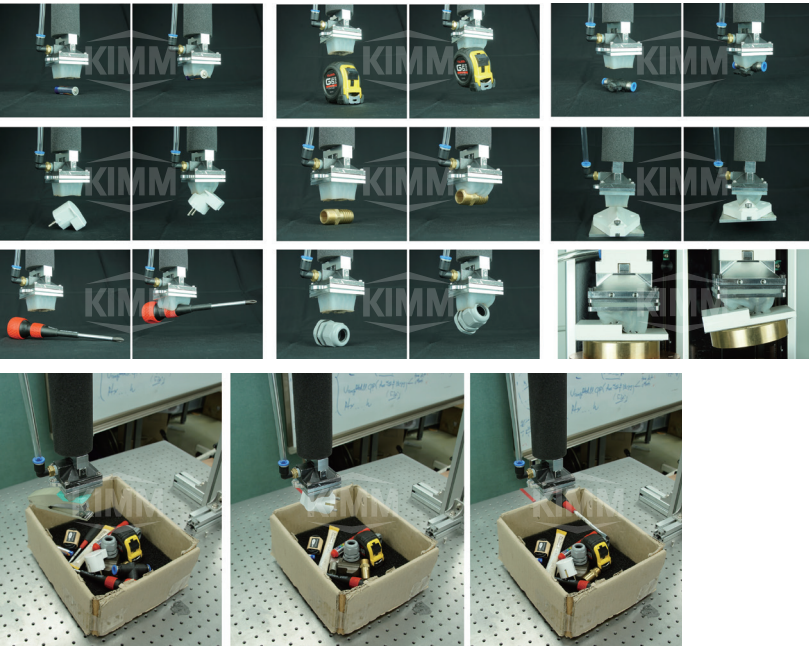
- 큰 변형이 가능한 벌집 형태의 소프트 구조를 흡입형 그리퍼에 적용하여, 뾰족하거나 단차가 큰 형상의 물체도 안정적으로 흡착 파지가 가능하다는 장점이 있음
- 흡입형 그리퍼가 코끼리 코 끝이 물체를 파지하는 것처럼 대상 물체의 표면을 감싸안으며 변형이 가능하기 때문에, 물체의 정확한 위치 정보 없이도 효과적 파지가 가능함



〈 코끼리의 코 끝 동작과 같이 물체의 외부 형상에 맞게 감싸안으며 파지 〉

기술의 우수성

- 큰 변형이 가능한 벌집 형태의 소프트 구조를 흡입형 그리퍼에 적용하여, 그리퍼 단면적보다 작은 크기의 물체도 파지할 수 있을 뿐만 아니라, 대상 물체의 형상대로 그리퍼 끝단이 변형될 수 있어 파지 대상 물체의 외형에 완전하게 밀착되어 효율적인 파지 구현이 가능함
- 복잡한 파지 전략 알고리즘이 필요 없고, 물체 위치 정보를 정확하게 파악하기 위한 고성능 비전 시스템에 의존할 필요 없이 대략적인 물체의 중심 위치 정보만 있으면 됨
- 비전에 대한 의존도가 높은 기존 빈피킹 솔루션에 비해 환경적 외란 상황에서도 안정적인 파지 동작 및 이송 동작을 구현할 수 있음



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 흡입형 만능 그리퍼 구조 및 구성 (KR2020-0005811, KR2020-0024948, KR2020-0106250, KR2020-0099140, KR2020-0106251, KR2020-0106252)

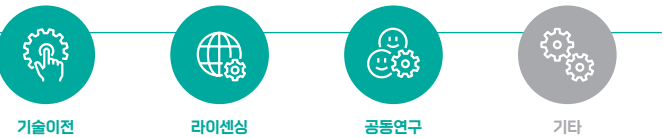
노하우 · KNOW-HOW

- 흡입형 만능 그리퍼의 설계 변수에 따른 특성 및 제작 기술 노하우

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십





# 하지 장애인을 위한 독립활동 지원 로봇

로봇메카트로닉스연구실    연구자 : 박찬훈, 박동일, 김희수, 김세영, 송성혁, 박종우    연락처 : 042.868.7127

기술 개요

- 하지마비 장애인의 안정적인 기립/착석과 자유로운 이동을 하나의 플랫폼 안에서 유기적으로 구현되도록 하여 하지마비 장애인의 독립적인 일상생활을 가능하게 하는 기술
- 장애물의 형상에 맞게 휠의 형상을 변형시켜, 하지마비 장애인이 이동시 직면하게 되는 요철노면, 둔턱, 계단과 같은 장애물을 쉽게 극복할 수 있도록 하는 기술
- 점유면적이 작은 투휠 기반 모듈을 이용하여, 공간의 크기에 제약받지 않고 하지마비 장애인이 자유롭게 생활할 수 있도록 하며 휠체어 경량화, 접이식 구조, 차량 탑재 기능을 구현하여 장거리 이동까지 가능하게 하는 기술
- 최소동력-경량 구조에서 하지마비 장애인의 안정적인 좌식-입식 전환이 가능하도록 하여, 안정적인 기립/착석 동작, 기립각도 조절, 기립유지를 구현하는 기술



고객·시장

- 장애인용 의료기기 업체
- 주행 로봇관련 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 지체장애에 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 필요성 매우 크나 관련 국내 산업은 매우 영세하고 초기 연구개발 단계에 머물러 있어 우리나라가 마주하게 될 초고령화 사회에 대한 기술적 대비가 매우 부족한 상태임

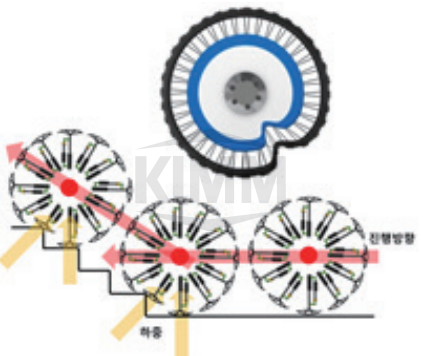
기술의  
차별성

- 사용자 동작 정보 센싱이 가능한 지체장애이용 기립 장치는 고령자의 실내 · 외 활동지원을 위한 Sit-To-Stand 보조시스템 개발 또는 하지 착용형 웨어러블 로봇의 핵심 기술로 활용 가능하며, 관련 분야에 다양한 후속 연구를 파생시킬 수 있음
- 계단 승월 및 장애물 극복이 가능한 투휠 기반의 이동 플랫폼은 좁은 실내 활동 및 험지 주행이 가능하여 차세대 스마트 모빌리티 장치의 핵심기술로 활용이 가능하며 이를 이용하여 좁은 공간에서도 활용이 가능한 모빌리티 장치 등의 관련 분야의 후속 연구 등 가능함
- 개발된 모핑휠 기술은 투휠 기반의 이동 플랫폼 뿐 아니라 다양한 휠기반 이동 장치에 적용되어 기존의 휠이 가진 한계를 뛰어 넘는 새로운 형태의 이동 장치에 대한 연구와 개발에 활용 가능함



기술의  
우수성

- 계단 승월과 입식 생활 지원이 동시에 가능한 유일한 하지 장애인 입식 생활 지원을 위한 이동용 플랫폼
- 모핑휠 기술을 이용한 최소 동력으로 계단 승월 등 일상 생활에서 장애물을 극복하는 기술을 통한 로봇틱 휠체어 뿐만 아닌 다양한 이동용 플랫폼에 적용가능



지식재산권  
현황

특허 · PATENT	노하우 · KNOW-HOW
<ul style="list-style-type: none"><li>• 장애물 극복용 모핑휠 기술 (KR2020-0073164, KR2020-0073165, KR2021-0004080, KR2021-0001421)</li><li>• 계단 등반을 위한 다자유도 레그 구조를 갖는 투휠 휠체어 기술(KR2020-0183226)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 하지 장애인을 위한 이동 장치의 투휠 밸런싱 제어 기술</li><li>• 레그 타입의 보조 장치를 이용한 계단 승월 제어 기술</li><li>• 사용자의 탑승감을 고려한 투휠 이동 모듈의 밸런싱 제어 기술</li></ul>



## 유연 경량 고파워 고수축률 옷감형 인공근육 및 의복형 웨어러블 로봇기술

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 박철훈 연락처 : 042.868.7980

### 기술 개요

- 인간근육의 수축배의 힘을 발휘하면서도 근육수준의 고파워, 고수축률의 옷감형 인공근육 및 이를 적용한 의복형 웨어러블 로봇으로서 웨어러블 로봇, 재활기기, 헬스케어, 로봇 등에 적용하기 위한 기술



### 고객·시장

- 웨어러블 로봇 업체
- 헬스케어, 재활기기 업체
- 산업용, 서비스 로봇 업체
- 구동기 부품 업체

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 모터형 구동기는 감속기 등과 결합하여 사용해야하므로 웨어러블 로봇, 재활기기의 질량, 부피 및 가격 증가
- 사람의 근육과 같이 가볍고 유연하지만 근육보다 수축배 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 의복형 웨어러블 로봇, 의복형 재활 기기 등의 설계가 가능해져 신시장 창출 및 폭넓은 보급이 가능
- 택배, 간병인, 환경 미화원 등에 대한 저렴하고 편안한 의복형 웨어러블 로봇 보급과 근력보조를 통해 근로자의 노동 기피 현상을 줄이고 근골격계 질환을 예방하고 피로도를 줄임으로써 삶의 질 향상에 기여할 수 있음

### 기술의 차별성

- 미세 형상기억합금 스프링을 다발로 형성하여 인간근육보다 수축배 큰 힘을 발휘할 수 있는 옷감형 인공근육 기술
- 전류를 공급하는 단순한 방식으로 수축운동 가능하며 구동 소음이 없음(무소음, 저소음 구동)
- 이를 적용해서 일상복처럼 편하게 입을 상태로 큰 힘을 보조받을 수 있는 의복형 웨어러블 로봇을 개발하였으며 배터리, 제어기 등을 포함한 로봇의 무게는 1kg 이하로 일반 점퍼 수준

### 기술의 우수성

- 상지나 하지용 보조기기나 재활기기에 적용하여 저렴한 가격으로 쉽게 보급할 수 있는 웨어러블 로봇 기술
- 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

- 10g의 형상기억합금 스프링 다발을 옷감형태로 만들어 근육처럼 수축하며 1,000배인 10kg의 무게를 들어 올릴 수 있는 옷감형 인공근육(옷감근육)
- 옷감형 인공근육을 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 입을 점퍼 수준의 무게. 또한 근력보조가 필요할 때만 로봇과 신체를 선택적으로 연동할 수 있어 전력 낭비가 적고, 배터리가 모두 소진되어도 평소 일상복처럼 입고 다닐 수 있음.



< 20g 질량 옷감근육의 10kg부하 들기 >

### 지식재산권 현황

#### 특허 · PATENT

- 인공근육모듈(KR1696880)
- 변위 측정 장치가 구비되는 인공근육모듈 (KR1731491)
- 형상기억합금 스프링 제작 장치 및 방법(KR1712958)
- 형상기억합금 스프링의 연속 제조장치(KR1967214)
- 형상기억합금 스프링을 이용한 근력보조 장치 (KR1922556)
- 인공근육 조립체, 이를 포함하는 근력증강용 의복 및 인공근육 조립체의 제어방법(KR2129519)
- 근력 증강용 의복 및 이의 제어방법(KR1967215)

#### 노하우 · KNOW-HOW

- 형상기억합금 스프링 대량 생산기술
- 옷감형 인공근육 제작 기술
- 의복형 웨어러블 로봇 설계-제작 기술

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십



양팔로봇 제어기

로봇메카트로닉스연구실    연구자 : 최태용, 도현민, 경진호    연락처 : 042.868.7778

기술 개요

- 최근에 시장이 형성되고 있는 산업현장에서 쓰이는 양팔로봇의 제어기 기술
- 기존 수직다관절과 달리 양팔이기 때문에 end-effector가 두 개이고, 이를 반영한 양팔로봇언어, 양팔로봇교시 기능 등을 포함한 기술

고객·시장

- 양팔로봇 개발 로봇 기업
- 양팔로봇용 티칭펜던트 개발 기업

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 산업용 수직다관절 로봇은 팔이 하나로 end-effector가 하나이므로, 하나의 end-effector만 교시하고, 제어하는 것이 제어기의 역할이었음
- 그러나 양팔로봇은 end-effector가 두 개이므로 양팔로봇은 두 개의 end-effector의 위치를 제어하는 고수준의 제어 알고리즘, 양팔을 교시하기 위한 교시법, 양팔에 적합한 로봇언어 등을 필요로 함

기술의 차별성

- 양팔 간의 상대 관계를 이용한 직접교시 기능
- 양팔로봇 실시간 제어용 기구학, 동역학 알고리즘을 탑재하여 위치 및 힘제어 가능
- 본 기관은 2010년부터 6년간 양팔로봇 관련 제어기를 개발해왔음
- 산업현장 적용을 위해 다양한 공정에서 실험을 수행하면서 제어알고리즘, 교시방법 등의 기술의 완성도를 높여왔음
- 산업용 로봇에 적용 가능한 양팔로봇의 실시간 제어알고리즘(기구학 · 동역학) 보유

기술의 우수성

- 양팔로봇을 산업현장에 적용하기 위한 연구를 6년간 수행하면서 실제 산업현장에서 필요한 양팔로봇 실시간 제어알고리즘(기구학 · 동역학), 양팔로봇 교시 언어, 직접교시 기능 등을 개발
- 본 기관에서 개발한 실제 양팔로봇에 적용하여 우수성 검증



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 로봇의 교시 장치(KR1263487)
- 양팔 로봇의 직접 교시 방법(KR1193211)

노하우 · KNOW-HOW

- EtherCAT Communication
- Realtime control



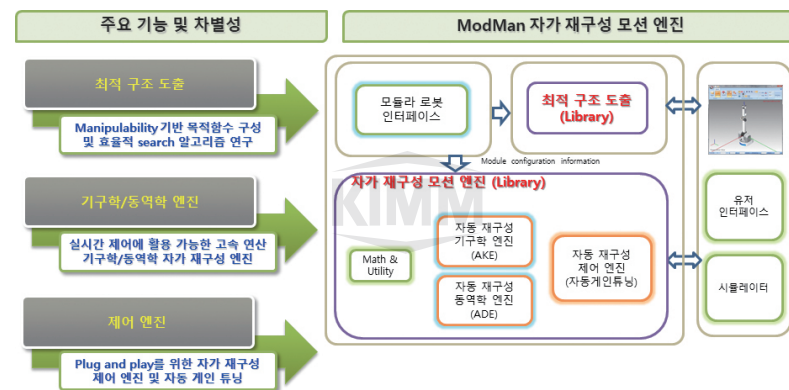


## 모듈 기반 로봇 소프트웨어 기술 (최적조합탐색, 역기구학 자동생성, 자동 게인튜닝)

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 최태용, 도현민, 박동일 연락처 : 042.868.7778

### 기술 개요

- 모듈라 로봇 소프트웨어 기술은 레고와 같은 모듈을 이용하여 수직다관절 로봇을 만들 경우 필요한
  - 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 구성
- 본 기술은 shunk나 로보티즈 등과 같은 모듈을 이용하여 로봇을 개발할 때, 모듈형 로봇의 재구성에 따른 고난이도의 지식이 필요한 작업들(목적에 맞는 모듈 조합 결정, 제어알고리즘 개발, 관절 게인 튜닝)을 비전문가가 쉽게 할 수 있도록 도와주는 소프트웨어 기술임
- 자동 생성하는 제어알고리즘과 관절 게인 튜닝 등은 산업용 로봇 수준의 실시간 제어성과 정밀성을 보장함



### 고객·시장

- 로봇기업
- 모듈기반 로봇 적용 생산업체

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

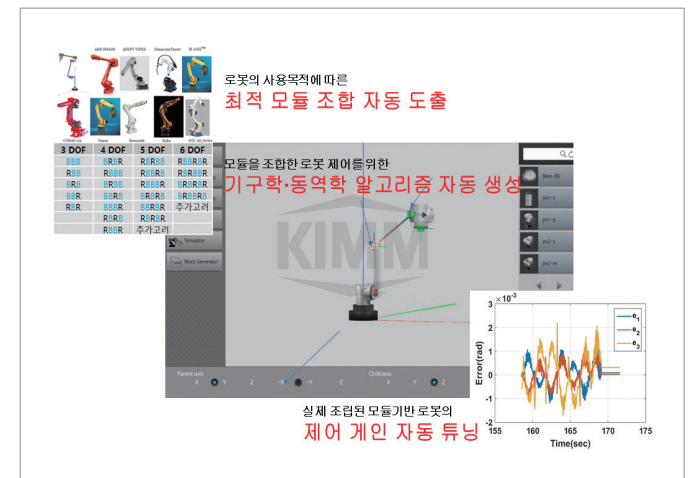
- shunk나 로보티즈 등과 같이 기존에 로봇개발을 위한 하드웨어 모듈을 판매하는 기업들은 모듈의 구동을 위한 관절공간 제어가 가능한 간단한 프로그램만을 제공함
- 따라서 작업 목적에 따른 모듈의 선택이나, 실제 작업에 필요한 작업공간에서의 제어에 대해서는 사용자가 직접 개발해야 하는 번거로움이 있음

### 기술의 차별성

- 본 기술은 비전문가도 하드웨어 모듈만 있으면 어떻게 조합할지 결정해 주고, 작업공간 제어를 자동으로 가능하게 하며, 산업용 로봇 수준의 정밀도를 위한 게인 튜닝을 자동으로 해줌
- 로봇의 제어알고리즘(기구학·동역학) 등을 자동생성(세계최초)
- 생성 제어알고리즘, 자동게인튜닝 등은 산업용 로봇 적용을 목적으로 실시간성과, 정밀도 등을 확보

### 기술의 우수성

- 본 기술을 이용하면 비전문가도 쉽게 목적에 맞게 로봇의 모듈하드웨어 구성을 결정해주고, 그에 적합한 고성능 제어알고리즘을 자동 생성해 주며, 실제 하드웨어의 게인을 자동으로 튜닝해줌
- 그 결과물은 산업용 로봇 적용이 가능한 성능
- 제어알고리즘은 10분내 자동생성이 가능
- 자동게인튜닝은 30분내 튜닝 완료 가능
- 최근의 로봇기업들은 유지보수와 개발비용의 저가화를 위해서 모듈형태로 구동기와 링크등을 만들고, 이를 조합하여 다양한 형태의 로봇을 만들어 판매하고 있음. 이 경우 로봇 제어알고리즘이나 게인 튜닝 등에 많은 개발비와 인건비가 들어가는데, 본 소프트웨어를 활용할 경우 비용을 획기적으로 낮출 수 있음
- 또한, 로봇을 활용하는 기업에서도 개발 소프트웨어를 활용하면 많은 비용절감효과를 가질 수 있음. 기업에서 모듈형 로봇을 구매해서 다양한 생산목적에 맞추어 필요시 로봇을 재구성함으로써 생산라인 재구성 비용을 절감할 수 있고, 목적별로 다수의 로봇의 구매하는 비용을 극단적으로 낮출 수 있음



### 지식재산권 현황

#### 특허·PATENT

- 모듈 기반 로봇의 기구학 소프트웨어를 자동으로 생성하는 장치 및 방법(KR2017-0116516)

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십



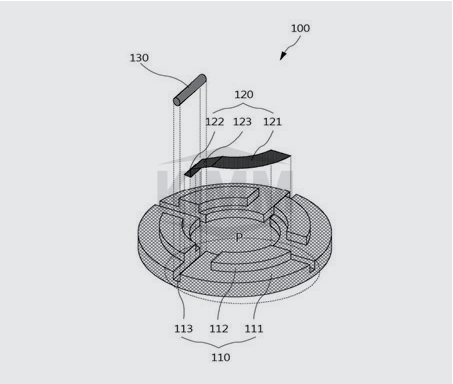


메탈 메쉬 포일 공기 동압 베어링

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 박철훈 연락처 : 042.868.7980

기술 개요

- 간단한 구조로 축방향 하중 지지력을 극대화 할 수 있는 메탈 메쉬 포일 쓰러스트 베어링



고객·시장

- 에어포일베어링 제작업체, 터빈/압축기/블로워 등의 터보기계업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 소형 터보기계의 경우, 원하는 출력을 얻기 위해서는 회전축의 회전은 일반적으로 10만~40만rpm 정도의 고속으로 이루어진다는 점이 잘 알려져 있음
- 이처럼 소형 터보기계에 있어서도 쓰러스트 베어링의 구비는 필수적인데, 문제는 이러한 소형 장치의 경우 부피 문제 등으로 인하여 윤활제를 급유하는 장치를 연결하기에 부적당하다는 것임
- 특히 현재 필요성 및 실제 사용이 늘어나고 있는 마이크로 가스터빈과 같은 소형 고속 회전체의 경우, 쓰러스트 베어링의 요구조건(축 방향 진동 저감, 고온 환경에서 사용 가능, 높은 내구성)뿐만 아니라 비접촉식 및 무급유 조건을 더 만족시키는 형태의 쓰러스트 베어링에 대한 요구가 날로 커지고 있음
- 또한, 기존 쓰러스트 에어포일 베어링(Thrust air foil bearing)은 축방향 하중 지지능력이 낮아서 고출력의 터보기계에 부적합하며 감쇠 역할을 하는 Bump foil이 박판 범프 구조물이므로 축방향 하중에 취약함

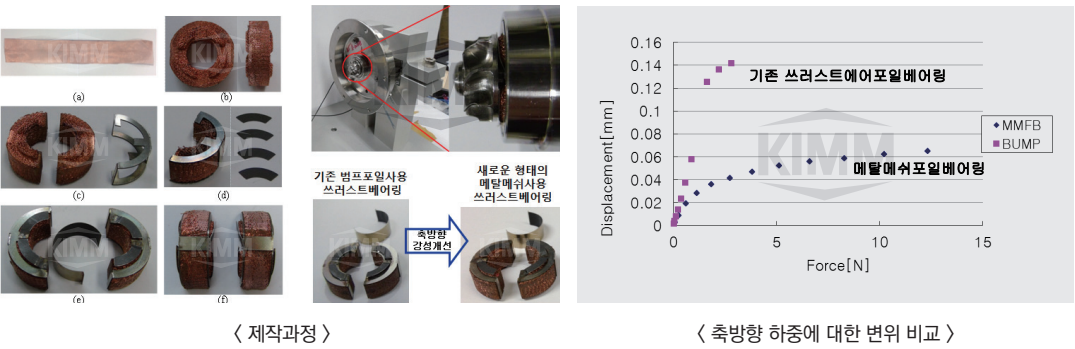
기술의 차별성

- 구조의 단순화 및 제작 비용 저감을 실현함/소형 고속 회전체에 적용이 가능할 만큼 소형화 및 경량화가 가능한 비접촉 무급유 방식의 쓰러스트 베어링으로서, 메탈 메쉬 포일 쓰러스트 베어링을 제공함
- 기존 에어포일베어링의 Bump foil 대신 금속을 압착한 메탈메쉬를 적용하여 높은 댄핑 및 강성으로 축 방향 부하지지능력 8배 이상 향상시킴

기술의 우수성

- 금속을 압착한 메탈메쉬, 탑포일, 고정핀으로 이루어진 단순한 구조로, 종래의 에어포일 쓰러스트 베어링과는 달리 범프 포일을 제작할 필요가 없기 때문에, 그 구조가 단순화되고 제작이 용이해지는 효과가 있으며, 물론 이에 따라 소형 회전체 에도 용이하게 적용이 가능하며, 종래에 비해 적용 범위를 훨씬 확장할 수 있다는 큰 효과가 있음
- 축 방향 하중이 크게 작용하는 고출력 터보 기계에도 적용 가능함

- 일정한 밀도의 금속 압착 성형물을 이용하여 쓰러스트 베어링의 탑 포일을 지지하도록 함으로써, 종래 에어포일 쓰러스트 베어링이 박판으로 제작된 Bump foil을 이용하여 감쇠 역할을 함으로써 축 방향 하중에 취약했던 문제를 개선하여 종래에 비해 훨씬 축 방향 하중 지지력을 강화할 수 있는 큰 효과가 있음
- 17만rpm 회전조건에서 축 방향 하중에 대한 축 방향 변위를 비교한 결과 기존 메탈 메쉬 포일베어링이 기존 에어포일베어링에 비해 8배 이상 강성이 높으며 하중지지능력이 뛰어난을 실험적으로 확인하였음



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 메탈 메쉬 댄퍼 제조장치 및 제조방법(KR1378778)
- 콤보 메탈 메쉬 포일 베어링(KR1409815)
- 에어포일 쓰러스트 베어링 및 메탈메쉬포일 래디얼 베어링을 포함하는 분할형 콤보 베어링 (KR1443036, US14/264221)
- 에어포일 쓰러스트 베어링 및 메탈메쉬포일 래디얼 베어링을 포함하는 콤보 베어링(KR1445063)
- 메탈 메쉬 베어링 댄퍼 제작 장치(KR1528460)
- 메탈 메쉬 포일 래디얼과 쓰러스트 일체형 베어링(KR1517818)
- 메탈 메쉬 포일 쓰러스트 베어링(KR1517793)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

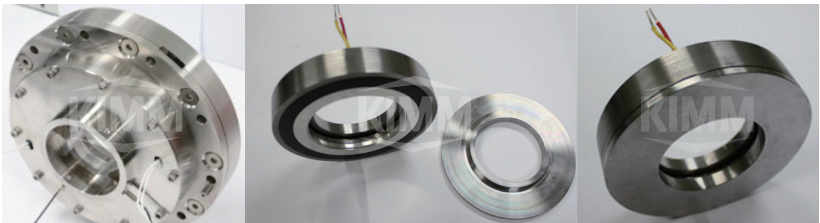


초고속 고정밀 자기베어링 기술

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 박철훈 연락처 : 042.868.7980

기술 개요

- 회전체를 자기부상의 원리를 이용하여 완전히 띄운 채 회전시킴으로써 회전속도 10만 rpm이상의 초고속, 회전진동 2μm이하의 고정밀 회전이 가능한 자기베어링 기술



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

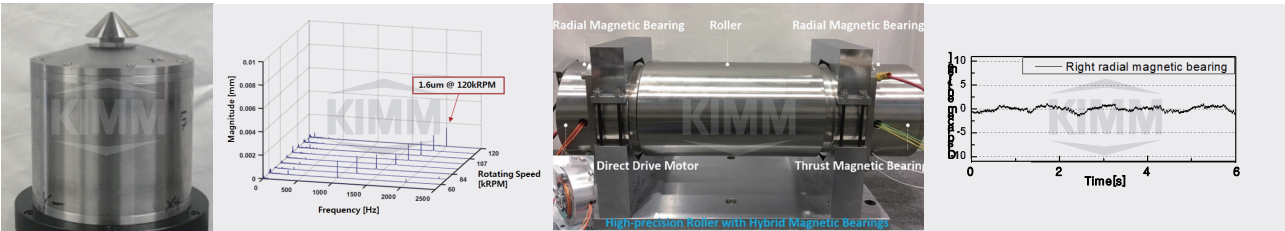
- 기존 볼베어링의 경우 회전기계의 고속화, 정밀화에 한계가 있음
- 직경 50mm의 회전체를 볼베어링을 적용하는 경우 최대 3만 rpm수준의 회전이 가능함
- 볼베어링이 적용된 저속 정밀 롤러의 경우 20~40μm의 회전진동이 발생함
- 회전속도 10만 rpm이상의 초고속, 회전진동 2μm 고정밀 회전기계를 개발하기 위해서는 완전 부상상태로 비접촉 회전이 가능한 자기베어링을 적용해야함

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

기술의 우수성

- 초고속 스피들에 적용하여 직경 41mm의 회전체에 대하여 회전속도 12만 rpm, 선속도 49.2 Mil-DN 달성
- 저속 고정밀 롤러에 적용하여 회전속도 30 rpm, 부하 300N 조건에서 2μm 이하 회전진동 달성
- 외부의 진동이나 부하를 실시간으로 감시하여 시스템의 이상증상을 사전에 감지할 수 있음



회전속도 12만rpm 초고속 스피들

12만rpm 회전속도에서 반경방향 진동

자기베어링 적용 정밀 롤러

30rpm, 부하 300N조건에서 회전진동

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 자기베어링이 구비된 터보기기(KR1287057)
- 영구자석과전자석을이용한자기베어링(KR0976631)
- 자기베어링 시스템(KR1133560)
- 자기베어링 구조 및 이를 구비한 터보기기 (KR1166854, US9041266, SE536808, CNZL201180013360.X)
- 보조베어링이 결합된 복합자기베어링(KR1408060, US9273723, CNZL201380006733.X)
- 센서 및 보조베어링이 결합된 복합자기베어링 (KR1444139)
- 편향력 보상용 스프루스트 자기베어링(KR1552350, US14/674022, CN201510196685.6)
- 자기베어링 및 영구자석부가 구비된 롤러모듈 (KR1809104, US15/554729, UK1708962.4)

노하우 · KNOW-HOW

- 초고속 회전체 설계, 제작 기술
- 초고속, 고정밀 자기베어링 제어기술
- 인덕티브 변위센서 기술
- 실시간 진동, 부하 감시 및 비정상항 대응 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

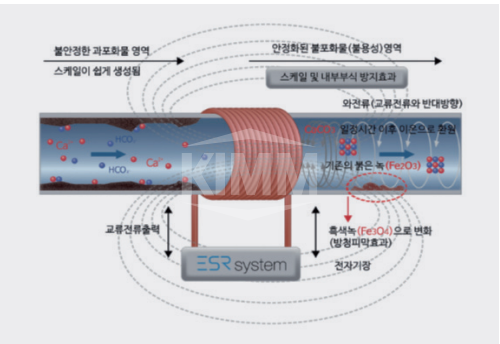


전자식 배관 스케일 제거 및 부식 방지 장치

로봇메카트로닉스연구소 연구자 : 박희창 연락처 : 042.868.7612

기술 개요

- 화학물질의 사용 없이 단순히 배관 외부에 설치한 유도코일에 의한 전자기장 로렌츠 포스(Lorenz Force)를 이용한 스케일 제거 및 부식방지 장치임



고객·시장

- 상용수관, 열교환기, 보일러, 압축기 등 유체 수송이 필요한 산업시설 전반 및 모든 건축물

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 스케일 제거방식 비교임

방식	내용	단점
자석식	자장의 가운데로 물을 통과시켜 Ca++,Mg++, 이온의 분자결합을 방해하고 용해물질이 파이프 벽에 부착되는 것을 방지	이론과 달리 큰 효과를 보지 못하고 있으며, 자석의 지속성 문제
전자식	물-금속 계면의 전위차를 중화, 해소시켜 전열면에 이온을 분산	한정된 구간에서 동작
초음파식	초음파 진동자에 의한 초음파로 물에 미세한 진동을 연속적으로 가해 제거	초음파가 미치는 한정된 범위에서만 사용가능
이온교환 수지법	경수를 연수로 바꾸어 스케일 제거	Na+ 이온에 의한 부식방지 조치 필요
이온방식	철보다 산화력이 강한 금속을 부착하여 산소를 사전에 차단, 녹의 발생을 억제, 스케일 제거	물의 전위도, pH에 따라 효과 차이, 가격 고가, 설치시 관 절단 문제
촉매방식	물의 자성을 변화시켜 녹과 스케일 방지, 기존의 녹과 스케일의 결합력을 약화시켜 제거	
유도코일방식	전자장의 로렌츠 포스를 이용하여 물속에서 CaCO <sub>3</sub> 결합을 가속시켜 드레인 시키며, CO <sub>2</sub> 에 의해 기존 스케일도 분해하는 방식	

기술의 차별성

- 유도코일 방식으로 기존 배관 변경이 불필요하고, 약품 투입이 불필요함
- 배관 외부에 코일을 설치하여 코일에 교류전류를 흘려줌으로써 전자기기장에 의한 로렌츠 포스에 의해 배관 내부의 스케일을 방지하거나 기존 스케일을 제거함

- 상시 스케일 제거에 의한 냉각수 등 관로 유체의 유동 확보가 원활함
- 냉각시스템 등 각종 시스템의 배관손실 절감으로 에너지 절약효과가 있음
- 열교환기 표면의 스케일 제거로 고효율 열교환 유지
- 아을러 배관 내부의 붉은녹(Fe2O3)을 검정녹(마그네타이트)으로 변화시켜 부식을 방지함
- 유도코일 설치 위치로부터 하류로 최대 1~2km까지 영향을 미침
- 유도코일과 전력공급부 및 이를 제어하는 제어부의 간편한 구성임

기술의 우수성

- 스케일 생성 억제뿐만 아니라 기존 스케일의 제거도 가능
- 배관 직경 수 cm에서, 수 m까지 적용 가능함
- 스케일 제거뿐만 아니라 배관 부식방지 효과도 있음
- 기존 아파트 지역난방 열교환기 현장 적용하여 스케일 억제와 열교환 효율 증가 확인함(시험실 열관류율 측정 6.1% 개선)
- 상수관 부식방지 현장 적용하여 부식억제 성능 확인함(ER센서 50~80% 향상 확인)
- 스케일 제거기 운용 시 관련 데이터를 표시하여 동작상태 감시 가능함
- 설치 및 가동 시 동작점 확인이 용이하도록 전류미터 설치함
- 전압, 코일 연결 상태, 가동신호 등 오작동과 기타 알람 등의 신호를 제어장치에 표시함
- 필요시 유속의 측정으로 동작점 제어 가능함
- 최적 스케일 제거를 위한 가동 신호 주파수 및 파형 제어 가능함



〈 기존 배관 스케일과 개발 설치된 스케일 제거장치 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 배관 내 스케일 측정 장치 및 그 방법(KR1379934)
- 전자식 배관 스케일 제거 장치(KR1438765)
- 배관 내 스케일 측정 장치 및 방법(KR1379934)

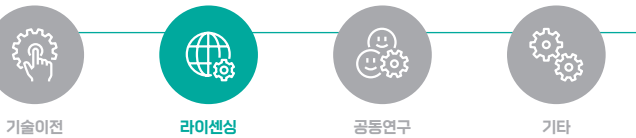
노하우 · KNOW-HOW

- 고효율 스위칭 인버터 드라이버 설계 제작 기술
- 스케일 제거와 동시에 부식방지 기능을 위한 시스템 설치 기술
- 배관 및 유체 종류에 따른 Sweep 주파수 영역 설정 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



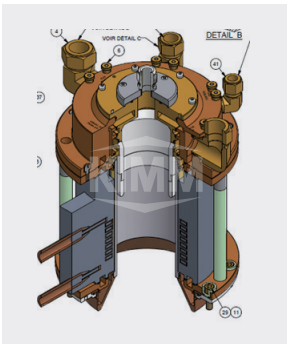


나노입자 제조장치

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 박희창 연락처 : 042.868.7612

기술 개요

- 다양한 금속 또는 박막 태양전지에 사용되는 CIGS 금속입자 또는 일반 나노금속입자를 금속염을 이용하여 석출할 수 있도록 한 연속식 무전해 공침 나노입자 제조장치에 관한 기술
- ICP(Inductive Coupled Plasma)와 동시 이중 주파수 구동기술을 접목하여 대규모 고출력 플라즈마 토치에 의한 금속 나노 입자 생성 기술



고객·시장

- 금속나노입자 제조회사, 금속분말 제조회사, CIGS 박막태양전지 제조회사

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 금속 건조 석출기술, 대용량으로 생산할 수 있는 공정, 경제성 검증, CIGS 제조의 경우 나노잉크 제조기술을 제공함
- CIGS 박막태양전지의 경우 기존 CIGS 입자의 용착공정을 위한 진공스퍼터링 공정 등을 통하여 제조하나, 이는 공정이 복잡하고 고가이며 소재의 용착율 등을 제어하기 어려움
- 본 기술은 잉크프린팅 기법을 이용하여 매우 간단하게 CIGS 박막제조가 가능하도록 하기 위한 CIGS 금속 나노입자를 제조하기 위한 공정임
- 기타 금속 나노입자를 생성하기 위한 저렴하고 간단한 공정이 필요
- ICP의 경우, 100 kW 급 이상의 고출력 토치들은 물질의 대량 처리를 위해서, 대규모 채택이 필수적임
- 저주파수-대구경의 경우, 플라즈마 반경이 줄어들어 Low quality plasma가 생성될 수 있음으며, 고주파수-대구경의 경우, 반도체 소자가 30 kW 이상의 고출력화에 어려움이 있어, 고가/저효율의 진공관 방식 고주파 전원 채택을 피할 수 없음

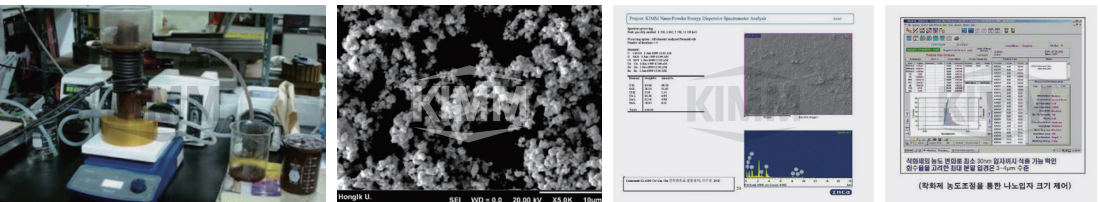
기술의 차별성

- 금속염을 이용한 나노입자 생성으로 저렴하고 연속적으로 생성 가능함
- CIGS 나노입자를 통한 잉크프린팅 기법으로 박막 생산 시 소재를 절약하며 저렴한 공정으로 제조함
- 복수의 금속을 동시에 석출할 수 있어서 공정이 간단하고 생산성이 높음
- 구리염을 통한 구리입자 생성시험에서 수백nm ~ 수십μm 크기의 입자를 생성함

기술의 우수성

- 기존의 CIGS 박막태양전지 제조공정은 동시증착법(Co-evaporation), 스퍼터링(Sputtering), MOCVD 공정 등이 있으나, 고가의 진공 스퍼터링 공정이나 RTP 공정이 필수적인 공정으로 복잡하고 CIGS 용착율을 제어하기 힘들고 고가임
- CIGS 잉크프린팅법은 CIGS 나노입자를 이용하여 잉크를 제조한 다음 프린팅 기법으로 substrate에 프린팅하여 박막을 제조하는 기법으로 스퍼터링 기법대비 매우 간단하며, 소재의 낭비가 거의 없는 기법으로 선진국에서는 대대적인 투자를 하고 있는 공정임
- 기존의 금속 나노입자 생성법은 기계적 mill 방식, solvothermal, solvochemical 방법 등이 있으나 경제성이 낮거나 고온 고압을 필요로 함

- 석출하고자 하는 금속의 금속염(예: Cu, In, Ga, Se 클로라이드)을 하이드라진(N2H4)을 이용 환원하는 방식으로 단독 또는 복수로 석출 가능함
- 착화제(Complexing Agent)를 첨가하여 일정량 금속염의 반응을 유지하고 반응조에서 석출하여 overflow되는 입자를 포집 Cu 나노입자를 SEM 촬영함
- 진공상태에서 건조 후 골드코팅(스퍼터링) 후 SEM 촬영함
- 나노입자가 작아지고 균일해짐을 확인함
- ICP의 경우, 결합효율 최적화 기준에 따라, 저주파수+고주파수 전력을 1개의 유도코일에 공급할 수 있도록 구성함으로써, 종래 Low quality plasma 방식의 저주파수-대구경 토치 설계의 한계를 극복함
- 이중 주파수 동시 인가를 통한 토치 구동을 함으로써, 100kW 급 이상의 고출력에서도, 값이 싸고, 전력 변환 효율이 좋은 고체 반도체 소자 방식의 고주파 전원을 사용할 수 있다는 장점이 있음



〈 무전해 공침 단독 및 복수 생성 나노입자 입자의 형상 및 크기측정 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 전자기기장을 이용한 연속식 무전해 공침 나노입자 제조장치(KR1393542)
- 연속식 무전해 공침 나노입자 제조장치(KR1513927)
- 이중 주파수 전력구동 유도결합 플라즈마 토치 및 이를 이용한 나노입자 생성장치(P15140US)

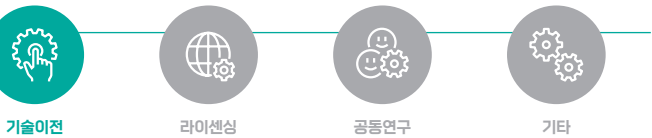
노하우 · KNOW-HOW

- 신개념 agitator 기술, 자기영동 기술 적용 가능
- 3D 프린터 소재를 위한 금속 나노분말 제조 가능
- 금속 나노입자 제조 시 순도 향상 가능

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십





# 안전한 중량물 취급이 가능한 에어쿠션 장치 기술

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 박희창 연락처 : 042.868.7612

## 기술 개요

- 에어쿠션 장치는 에어캐스터(air caster)라고도 하며, 유연하고 내구성 있는 고무 및 우레탄 재질의 다이어프레임에 고압 공기를 투입하여 부풀리고, 에어베어링의 원리와 유사하게 고압의 공기를 바닥으로 분출하여 바닥과의 마찰을 줄여 화물을 바닥으로부터 띄움으로써 중량물 이동이 용이하도록 하는 장치임(예: 호버크래프트, 에어하키 등 원리 유사)
- 마찰이 거의 없기 때문에 500kg의 화물을 단 5kg의 힘으로 움직일 수 있으며, 기존 휠 또는 캐스터 방식 대비 미는 힘 1/10에 불과

## 고객·시장

- 조선중공업, 항공기, 공작기계, 포장, 제철, 제지, 기계가공, 타이어, 국방, 해상플랜트, 철도차량, 건설기계 등 거의 모든 산업분야에서의 고중량물 이송 적용 가능

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 노동집약적 사업장 내 안전사고의 적극적인 예방, 도서 산간 등 소외지역 물류서비스 제공확대, 물류산업 근로자 삶의 질 향상 등을 골자로 한 물류복지 문제가 최근 중요한 이슈로 부상되고 있어 국가 정책적 지원이 필요함
- 작업 및 효율성 위주로 진행되는 열악한 현장 상황을 개선하여 소음과 안전성 등의 측면에서 물류 현장근로자 입장을 고려하여 인간중심적이고 편리한 작업환경으로 개선이 필요함
- 크레인의 경우, 종류에 따라 고정형 호이스트와 mobile로 구분되며, 작업영역에 있어서는 고정형 호이스트의 경우에는 이동거리 내에서만 작업이 가능하며, mobile 크레인의 경우에는 자유로운 이동이 가능하지만 작업을 위한 넓은 안전거리 확보가 필요함
- 지게차의 경우, 작업의 가변성 측면에서 가장 뛰어나 작업 영역과 작업경로 측면에서 가변성이 높으나, 이송물의 중량과 무게중심에 대한 제한이 있어서 초고중량물과 부피가 큰 이송물에 대해서는 작업에 어려움이 있음. 또한 이송물의 무게중심에 따라 지게차의 적재능력에도 변화가 발생하므로 부피가 큰 이송물에 대해서도 활용에는 한계를 가짐
- 에어쿠션 장치 기술은 별도의 기계장비 없이 고압의 공기를 아래로 배출하는 힘으로 30톤 이상의 무거운 화물일지라도 바닥으로부터 띄워 마찰을 줄여 줌으로써 사람이 간단히 밀어 근거리 화물의 이송이나 가변성이 높은 작업을 수행하는 응용 제품으로의 가능성이 높음
- 에어쿠션 장치 기술은 지게차 대비 이송물의 중량, 부피의 한계를 극복하여 차별화 가능하여 가변적이고 일회성의 이송 작업에 특화할 수 있음

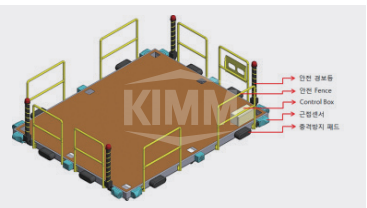
## 기술의 차별성

- 바닥과의 마찰이 거의 없으므로, 고중량물을 손쉽게 이송 시킬 수 있으며, 바닥이나 작업장 표면의 파손이 없음
- 고중량의 무게를 분산할 수 있어 바닥 및 바퀴(본 장치와 공용 사용 시)의 수명이 연장됨
- 방향에 관계없이 자유롭게 이동할 수 있으며, 제자리에서 360도 방향전환 가능하여 고중량물의 이동이 용이함

## 기술의 우수성

- 이동시 진동이 적어 항공기 부품 이송 등 초정밀 중량물의 이송에 유리함
- 높은 크레인이나 지게차의 진입이 어려운 곤란한 물류시설 내 협소한 장소나 높이 제한이 있는 장소에서 중량물의 안전한 이송이 가능함
- 기존의 크레인, 중장비에 비해서 비용이 적게 들고, 화물보다 그 부피가 훨씬 작아 작업이 용이함
- 실내뿐만 아니라 실외에서도 사용 가능함

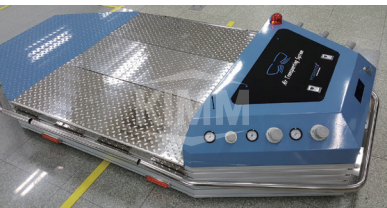
- CFD 유동해석을 통한 에어쿠션 모듈 설계 데이터 확보
- 에어쿠션 시제품을 성능 시험장치에 의한 부양력 시험결과, 에어쿠션 한 개가 최대 6.2톤을 부양할 수 있는 것으로 측정되었으며, 6개를 병렬로 사용할 경우 약 36톤의 이송이 가능함. 6.2톤의 부양력 발생 시에 에어쿠션은 8mm 부상이 가능한 것으로 측정됨
- 본 에어쿠션 장치를 이용하여 10톤 하중을 이송할 때 발생하는 마찰력을 측정한 결과, 최대 정지 마찰력 Fs는 146.8 kgf로 측정되었으며 이때 최대 정지 마찰 계수  $\mu$ s는 0.0147 이었음. 에어쿠션을 구성하는 고무 소재의 마찰계수가 일반 사무실 바닥 기준 0.8 정도인 것에 비해 1/63 정도 마찰계수가 감소하였으므로, 에어쿠션 하부에 에어필름이 안정적으로 형성 되었음을 확인함
- 바퀴가 장착된 이송장치와의 성능을 비교했을 경우, 바퀴형 이송장치를 이용해 측정된 마찰계수가 약 0.1이었으므로 바퀴형 이송장치 대비 약 1/8 정도 마찰계수가 작은 것을 확인할 수 있음. 즉 바퀴형 이송장치에 비해 8배 정도 이송 성능이 우수함
- 에어쿠션에 인가되는 하중(부양력)이 증가할수록 마찰력 또한 증가하는 것으로 측정되었으며, 5톤의 하중이 인가될 경우 (부양력 5000 kgf), 측정된 마찰력은 367 N 이며 이때의 마찰계수는 0.013으로 측정됨. 마찰계수의 경우 인가 하중이 증가함에 따라 오히려 감소하는 추세를 보임



〈 35톤급 에어쿠션 이송장치 시제품 〉



〈 에어쿠션 유닛 〉



〈 10톤급 에어쿠션 이송장치 시제품 〉

## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

- 에어쿠션 이송장치(KR1777198)
- 다이어프레임의 마모방지를 위한 에어쿠션 이송장치 (KR1684390) 외 9건

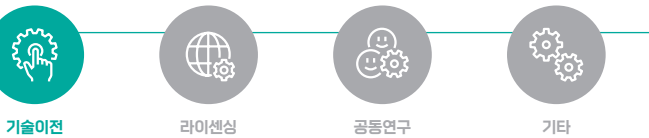
### 노하우 · KNOW-HOW

- 에어쿠션 제조기술(다이어프레임 소재 제조 및 금형에 의한 형상 접착 제조 기술)
- 용량에 따른 최적 타입 다이어프레임 설계 해석 기술

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



## 고주파 유도가열 기술

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 박희창 연락처 : 042.868.7612

### 기술 개요

- 유도가열(induction heating)이란 가열하고자하는 피가열체 외부에 유도코일을 감고 교류전류를 흘리면 자속(flux)이 발생하고, 이 자속의 변화에 의해 와전류(eddy current)가 피가열체에 유도되고 피가열체의 전기 저항에 의해 발생하는 주열(joule)열을 이용함. 전기적 등가회로는 2차축이 단락된 변압기의 원리이며, 유도코일이 1차축, 피가열체가 2차축이 됨
- 이러한 유도가열 기술은 전기용융로, 금속표면열처리, 금속가열, 히팅롤, 인덕션 쿠키 등 다양한 분야에서 활용범위가 확대되고 있음

### 고객·시장

- 기능성필름, 인쇄, 포장, 레이저프린터, 복사기, 금속용융, 용접, 표면열처리, 조선중공업, 원자력폐기물처리, 인덕션 쿠키, 신발피혁, 건축자재, 항공기, 의료기기 등 다양한 산업분야에 적용 가능함

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존 히팅롤은 롤 내부에 전기히터를 삽입하여 가열하는 방식인데, 롤 표면 온도편차가 크고, 온도 변화 추종성이 떨어지는 단점이 있는 반면, 유도가열방식 히팅롤은 롤의 실린더 내부에 유도코일을 삽입하여 교류를 통해 발생한 자계에 의해 유도된 와전류(eddy current)가 롤에 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 가짐
- 기존의 기어 열처리에서, 고주파를 적용할 경우, 치고만 열처리가 되고, 저주파 구동을 할 경우에는 치저(골)만 열처리가 되는 문제를 해결하기 위해, 하나의 공정에서 치고, 치저 두 가지 공정을 동시에 열처리할 수 있도록 해주는 동시 이중 주파수 유도가열 구동기법 기술은 공정 간소화, through-hardening 방지 등의 생산성 향상과 품질 향상에 기여할 수 있음
- 유도가열방식 원적외선 고무가교 설비의 경우, 열이 빠르고 깊게 침투되는 원적외선의 특성을 활용한 것으로, 원적외선을 방사하는 히터를 원통형상으로 하여 원적외선의 방사를 집중시키고 히터의 가열원은 간접 유도가열 기술을 활용해 에너지 소모량을 최소화함. 지금까지의 고무재료 부품 가교에는 고무의 표면부터 열을 쪼여 안으로 열을 전도해 틀을 성형하는 열풍 방식이 쓰였으나, 원적외선을 이용하면 기존 열풍 방식보다 고무 자체의 화학적 변화도 최소화할 수 있어 품질 개선에도 효율적임

### 기술의 차별성

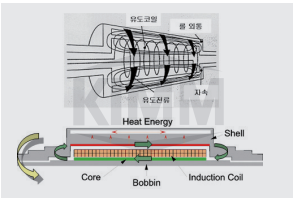
- 비접촉식 에너지 전달 특성이 있어서 피가열체에 유도코일을 직접 접촉할 필요가 없으며, 따라서 다양한 피가열물에 대한 효과적이고 신속한 가열이 가능함
- 가열시 산소를 소모하지 않으므로 배기가스가 발생하지 않아 클린 환경에서의 가열이 가능함
- 피가열물의 전체 혹은 원하는 부위를 선택하여 급속하게 가열할 수 있음. 따라서 표면 또는 특정한 부위의 열처리가 가능하여 기계금속 분야에 다양하게 적용할 수 있음
- 피가열물의 재질에 따라 가열특성이 다르며, 재질에 맞는 주파수와 출력 조정이 가능함

### 기술의 우수성

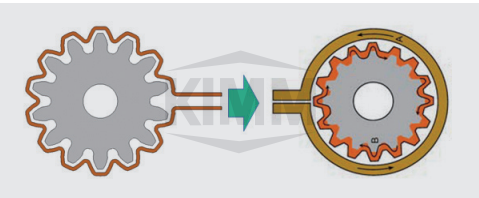
- 거리에 따라 가열특성이 다르며 skin effect에 의해 피가열물의 표면으로부터 가열이 가능하여 특정부위의 표면처리 등이 가능함
- 최근에는 가열뿐만 아니라 비접촉 에너지의 전달에도 적용이 가능하여 자기부상열차, 전기자동차 충전, 핸드폰 충전 등의 전기에너지 전달을 위한 IT 분야에도 적용되기 시작함

- 유도가열 히팅롤
  - 롤의 표면온도차를 롤 길이 방향에서 ±2도까지 정밀하게 조절 가능하여 기능성필름, FCCL 라인 등의 초정밀 필름 라미네이팅 라인에서도 적용 가능함
- 동시 이중주파수 구동 유도가열 기술
  - 기어의 치고와 치저가 동시에 오스테나이트 처리가 가능(through-hardening 방지)하고, 1개의 원형 코일사용으로 간소화되며(기존에는 각각 코일형상의 유도코일 필요), 기어의 distortion 또는 runout이 최소화되어 후가공이 불필요하며, 순간적 열처리로 에너지절약 및 생산성이 향상됨. 기존 침탄 열처리 방식 대비 50%의 에너지를 절약할 수 있음
- 유도가열방식 사용 압출고무용 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, 사업화의 가능성이 매우 큼
  - 고무의 품질 기준인 인장강도, 100% Modulus 등을 측정한 결과 고무의 가교품질도 약 20% 향상된 것으로 나타남

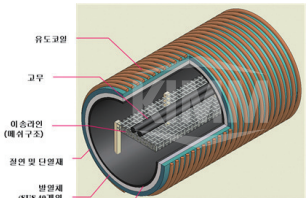
### | 유도가열기술 응용분야 |



〈 유도가열방식 히팅롤의 구조 〉



〈 동시 이중주파수 구동 기어 열처리 〉



〈 유도가열방식 원적외선 고무가교 〉

### 지식재산권 현황

#### 특허 · PATENT

- 유도가열방식 히팅롤 설계제작 기술(KR0345157)
- 동시 이중주파수 구동 유도가열 기술개발 (KR1136352)
- 압출고무용 적외선/과열증기 복합가열 가교장치 기술 (KR1287572) 외 다수

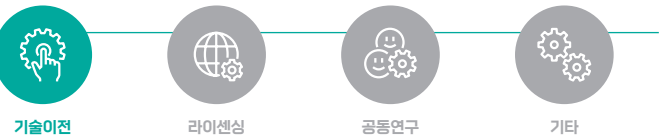
#### 노하우 · KNOW-HOW

- 유도가열 히팅롤 설계 프로그램
- 슬릿형 코어구조 유도가열방식 히팅롤 기술

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십

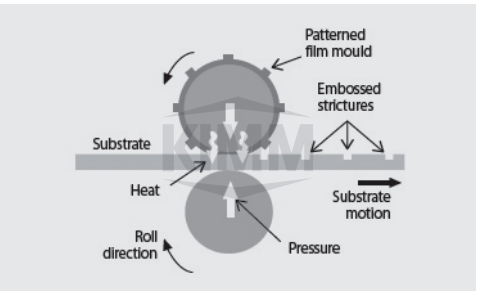


# 하이브리드를 기반 대면적 핫엠보싱 장비

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 손영수, 박희창, 김세영 연락처 : 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, 디스플레이소자, 바이오 소자, 광통신 부품 및 고에너지 부품

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 고기능화와 고집적도 실현을 위해서는 수백nm~수십μm 수준의 극초미세 형상가공이 필수적이나 기존의 LIGA 공정이나 미세기계가공방식은 경제적, 기술적 한계를 드러내고 있어 수십μm 이하의 극초미세 형상제작이 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

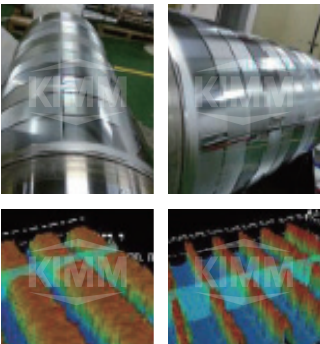
- 폴리머를 유리전이온도 이상으로 가열하여 부드러운 상태에서 금형(stamp)을 이용하여 미세구조를 찍고 냉각하여 경화시키는 기술로 마이크로 이하 규모의 극초미세 패턴가공이 가능함
- 광분리기(Beam Splitter), 렌즈, 홀로그램과 같은 광부품류, 비반사 기판, 광학 필터의 제조에 용이 가능하고 Solar cell 제조공정에 사용될 경우, 절연체층이나 활성층의 폴리머 엠보싱 공정에 사용 가능함
- 핫엠보싱 공정뿐만 아니라, 섬유, 제지산업 등의 일반 산업에도 널리 사용될 수 있음
- 롤 내부의 가열 및 냉각 기능을 이용하여 표면 온도를 빠르게 제어할 수 있으므로 능동적인 공정 설계 가능
- 대면적 미세패턴 제작을 위한 롤 폭 600mm급 하이브리드롤의 표면 온도 균일도 확보(온도편차: ±2℃, 최대온도: 250℃)
- 하이브리드롤을 이용한 폭 600mm급 핫엠보싱 장비 실험결과 재질 PMMA, 선폭 20μm, 패턴밀도 가변 기준 각인을 70%임

기술의 우수성

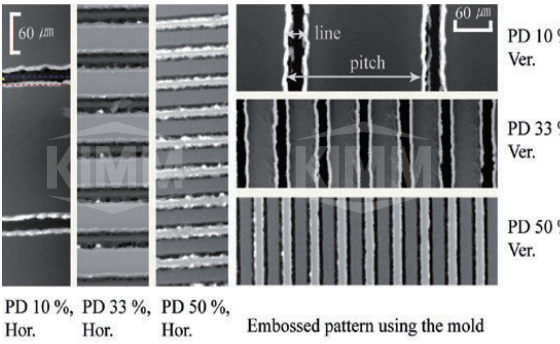
- 하이브리드롤을 패턴롤 및 히팅롤로 이용하고, 패턴링 이후 냉각성능 향상을 위한 냉풍 장치를 추가하였으며, 필름과 롤의 접촉면적(예비 가열 및 냉각 영향 분석용)에 따른 성능파악을 위한 기구부를 추가하여, 필름과 롤의 접촉량을 조절하여 예열과 냉각효과를 가질 수 있는 개념을 도입함
- 가압 시, 롤의 변형과 접촉상태를 모니터링 하기 위한 센서부를 설치함



〈 완성된 600mm급 핫엠보싱 장치 〉



〈 롤에 새겨진 미세패턴사진 및 측정결과 〉



〈 각인된 패턴의 형상 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 열 가변형 핫 엠보싱 장치 및 방법(KR1064492)
- 임팩트 프린트 타입의 핫 엠보싱 장치 (KR0999538, JP5604633)
- 가열 및 냉각 기능을 갖는 롤의 온도제어 방법 (KR2013-0058658)
- 롤투롤 장비의 균일 가압을 위한 가압롤러 (KR1537517)
- 롤투롤을 이용한 패턴링 시스템(KR1545052)
- 롤투롤 장비의 nip 압력 모니터링 장치 및 방법 (KR1519846)
- 라인 타입 마이크로 패턴 시트부재 성형 장치 (KR1221830)

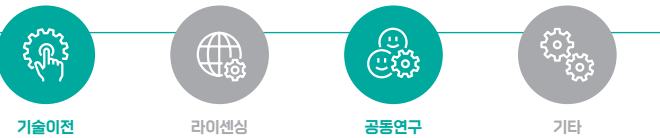
노하우 · KNOW-HOW

- 가열 및 냉각기능을 갖는 하이브리드롤 설계기술
- 하이브리드 롤 기반 핫엠보싱장치 설계기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십





# 고효율·고농도 특성을 갖는 오존생성장치 기술

로봇메카트로닉스연구실 연구자 : 손영수 연락처 : 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 오존생성 효율을 극대화할 수 있는 고효율 · 고농도 오존 플라즈마 생성 장치 기술



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
- 국내 오존생성장치는 주로 식음료, 수 처리 등 일상생활 및 환경 분야 사용을 위한 저농도 특성의 오존생성장치 제품이 사용되고 있음

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
- 고효율로 플라즈마를 생성하여 고농도의 오존을 얻기 위한 조건인 환산전계강도를 높이기 위해 방전공극을 극단적으로 미세하게 형성하여 방전공간 내 가스밀도를 높이는 방전구조 설계와 고농도 오존생성을 위한 고주파수/저전압 방식의 전원공급장치 설계가 본 기술의 핵심임

기술의  
우수성

- 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, 기술 경쟁력 우위로 국내 외산 제품 수입 대체 효과 기대

Product	Pinnacle	Ozonia/Wedeco	Fuji/Mitsubishi	Primozone	MKS	KIMM
Feature						
O <sub>2</sub> Condition	Oxygen (>99%)	Oxygen (>99%)	Oxygen (>99%)	Oxygen (>99%)	Oxygen (>99%)	Oxygen (>99%)
Cooling	water	water	water	Water (10°C)	Water (17°C)	Water (20°C)
Ozone wt%	0-12 wt%	0-12 wt%	0-15 wt%	0-20 wt%	0-24 wt%	0-20 wt%
Power Supply	Integrated Hi-Frequency	External Low Frequency	External Low Frequency	Integrated HI-Frequency	Integrated HI-Frequency	Integrated HI-Frequency
Ozone Cell	Modular Planar	Tubular	Tubular	Modular Planar	Modular Planar	Modular Planar
Unit Cell Performance (O <sub>3</sub> 10wt%)	발생량 64g/hr O <sub>2</sub> 유량 7.5LPM 방전전력 650W	발생량 1.3kg/hr O <sub>2</sub> 유량 153LPM 방전전력 14kW		발생량 55g/hr O <sub>2</sub> 유량 6.4LPM 방전전력 600W	발생량 58g/hr O <sub>2</sub> 유량 6.8LPM 방전전력 ? W	발생량 51.5g/hr O <sub>2</sub> 유량 6 LPM 방전전력 280W
적용 Industry	Water treatment	Water Treatment	Water treatment	Water treatment	Semiconductor FPD	Semiconductor Water treatment
오존생성수율 (g/kWh)	98.5	92.8	93 (추정)	91.66	?	184.4

개발 오존생성장치  
성능

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 방전관에 내부장착되어 미세 방전공극을 형성하는 평판형 고농도 및 고순도 오존생성장치(KR1109552)
- 전자기장을 이용한 고농도 오존수 생성 장치 (KR2014-0003109)
- 수전극을 이용한 동축형 연면방전식 오존생성장치 (KR1001858)
- 냉각수를 전극으로 사용하는 오존방전방법 및 그 장치(KR515692)

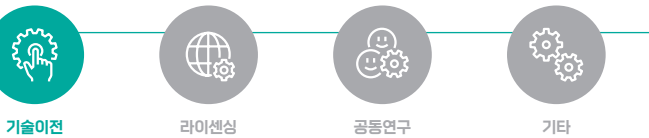
노하우 · KNOW-HOW

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

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



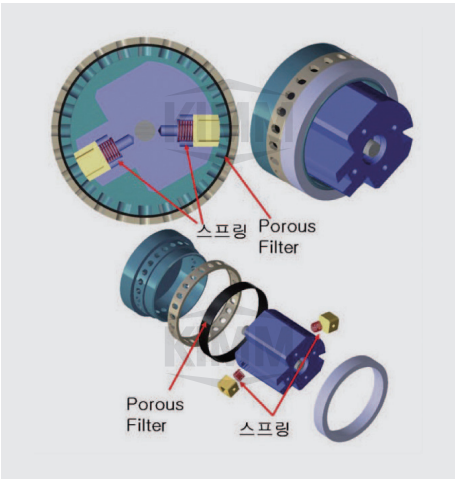


# 입자크기 10μm 미세분말용 고 분해능 디스펜서

3D프린팅장비연구실   연구자 : 이창우   연락처 : 042.868.7146

기술 개요

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



고객·시장

- LED 제조업체, 제약회사, Laser Cladding, 염색업체와 같이 미세분말 사용분야

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 메탈필터와 강제 삽입 배출 구조를 사용하여 기존기술의 한계점인 디스펜서의 분해능과 수명을 획기적으로 향상시킴
- 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 크기 일정 크기보다 커야하므로 디스펜서의 분해능을 높이기 어려움
  - 스크래핑 과정에서 분말의 킴 현상으로 마모가 발생하여 디스펜서 수명을 단축시킴
- LED 형광체, 분말 형태의 약, Laser Cladding에 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

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
- 자동적 스크래핑이 어려운 경우에도 스펀지와 같은 부드러운 재료로 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 기대 할 수 있음

기술의  
우수성

- 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
2,73	2,72	2,73	2,73	2,7	2,73



〈 금속 분말을 사용한 디스펜싱 성능평가와 분말제어 실험장치 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

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

노하우 · KNOW-HOW

- 저 비중 미세분말 디스펜싱 기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

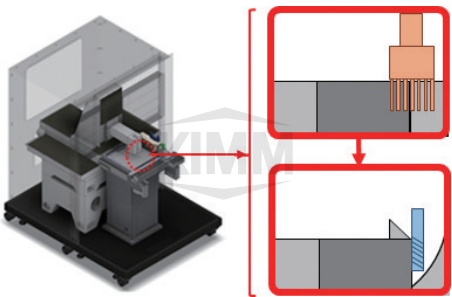


# 분말 제거 장치를 포함하는 하이브리드 PBF 프린팅 기술

3D프린팅장비연구실   연구자 : 이필호   연락처 : 042.868.7786

기술 개요

- 3D 프린팅 샘플의 표면조도 및 형상정밀도 향상을 위한 밀링-PBF 하이브리드 시스템 및 공정기술
- 분말 제거장치를 포함하는 하이브리드 PBF 프린팅 장치 및 이를 이용한 공정기술



고객·시장

- 금형산업분야
  - 사출성형 금형 개발 시 후속형상을 지닌 부위의 3차원 냉각유로를 제작하고 실제 양산에 적용시켜 냉각시간 단축을 통한 사출성형 Cycle Time를 달성할 수 있음. 하지만 종래의 금속 3D프린팅 기술은 표면조도 및 형상정밀도 확보의 한계로 인하여 금형분야에 직접적용이 불가함. 본 기술에서 제안하는 밀링-PBF 하이브리드 장치 및 분말제거 장치 기술은 해당 상기한 시장진입 장벽을 해결할 수 있는 가능성 지님
- 군수/항공산업분야
  - 밀링-PBF 하이브리드 장치 및 분말제거 장치 기술은 내부 유로의 높은 치수정밀도와 표면조도를 요구하는 부품과 같이 기존의 PBF 프린팅으로 기계정밀도를 만족시킬 수 없어 적용이 불가능했던 부품에 적용 가능

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존에 개발된 밀링장치를 포함하는 3차원 프린터의 경우 3차원 프린팅 공정중 밀링장치가 개입하여 제품의 내·외부를 가공하게 되어 있음. 이때 밀링장치에 장착된 밀링커터는 소결되지 않은 분말과 함께 분말베드에 진입하여 기계가공을 수행하기 때문에 커터날에 분말이 끼는 문제점을 발생시키고 이로인한 공구 마모와 가공품질 저하가 발생함. 상기한 문제점을 해결하기 위하여 분말을 흡입 또는 분사하는 방식이 일본 기업체로부터 고안·적용 중임

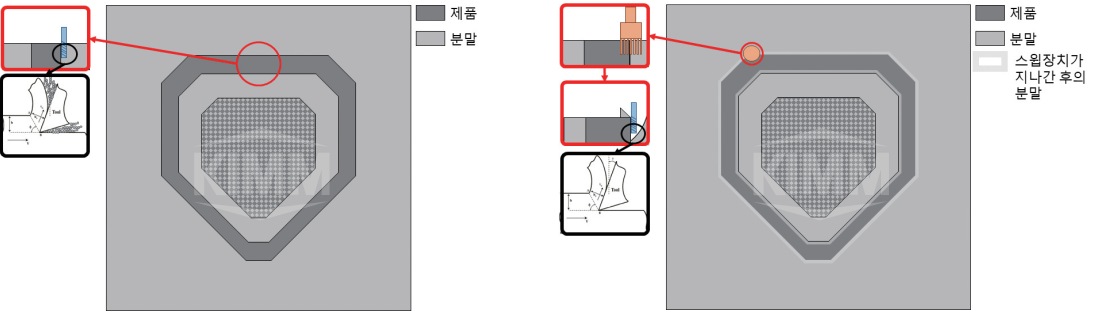


〈 기존 하이브리드 PBF 분말제거 장치, 日 Matsuura 社 〉

기술의 차별성

- 3차원 프린팅 기술은 재료의 용융과정에서 발생하는 산화방지 및 흠의 제거를 위해 불활성기체 또는 진공환경을 유지해야 하며 시스템 내부 압력유지 및 일정한 층류 발생이 필수적이나 종래의 기술은 불활성 기체 환경 및 층류유동 유지관점에서 적합하지 않음

- 밀링장치를 포함하는 3차원 프린터에 파우더를 스웽할수 있는 장치 및 부위를 포함하여 밀링공정 시 커터날에 파우더가 묻지않게 하여 가공의 품질 향상 및 공구마모를 감소시킴
- 기존 ATC(툴체인저)에 해당기구를 삽입하여 쓸 수 있기 때문에 별도의 공압/기구 설치/유지보수가 필요 없음



(a) 스웽장치가 없을 경우      (a) 스웽장치가 없을 경우

〈 개발 중인 하이브리드 PBF 분말제거 장치 〉

기술의 우수성

- 본 기술을 적용할 경우 공구마모 억제를 통해 가공의 품질증대, 공구사용 비용 및 교체시간의 감소되며 별도의 공압장치 및 기구의 설치 및 유지보수가 필요없음

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 스웽장치 또는 스웽부를 포함하는 밀링장치를 포함하는 3차원 프린터기 및 이를 이용한 프린팅 방법(KR2020-0173385)

노하우 · KNOW-HOW

- 본 연구내용을 포함하는 하이브리드 PBF 프린팅 장비 개발 및 공정기술

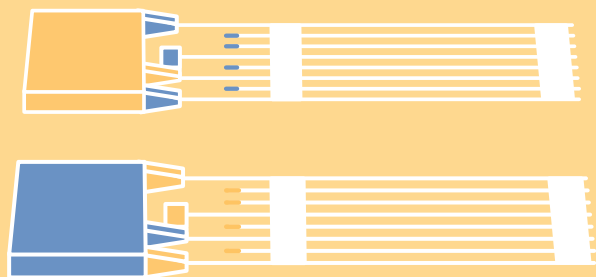


희망 파트너십

# 2

## 나노융합장비 연구부

NANO-CONVERGENCE  
MANUFACTURING SYSTEMS  
RESEARCH DIVISION



3차원 센서 집합체

- 114 • 나노공정장비연구실
- 136 • 나노역학장비연구실
- 144 • 인쇄전자연구실
- 162 • 자연모사응용연구실

KOREA  
INSTITUTE OF  
MACHINERY &  
MATERIALS

# 나노 구조물 제작 및 표면 기능화를 위한 저온 초박막 코팅 기술

▶ 나노공정장비연구소 ▶ 연구자 : 곽은지 ▶ 연락처 : 042.868.7347

기술 개요

- 유연 디스플레이 혹은 폴리머 멤브레인과 같은 고분자 기반 기판 표면에 저온공정을 통해 기능성 금속/산화물 초박막을 코팅하는 기술

고객·시장

- 플렉서블 디스플레이, 투명전극, TFT 제조업체, 멤브레인 제조업체, 친수/방수 필름 제조업체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

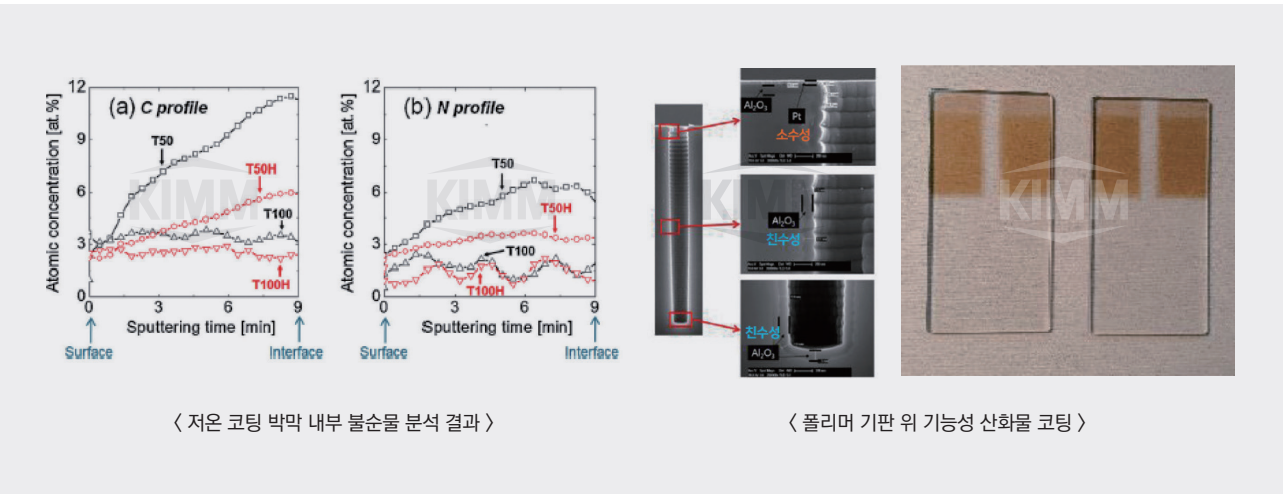
- 기존의 초박막 코팅 기술은 고온공정 기반인 화학기상증착법 혹은 스퍼터링법 등을 이용함
- 플렉서블 디스플레이, 투명전극, TFT 제조 시 유연한 폴리머 필름 혹은 유리기판을 사용하는데, 폴리머 혹은 유리 기판은 상대적으로 열에 취약하여 고온공정이 불가능하며, 이에 따라 저온에서 가능한 박막 코팅 공정이 필요함
- 폴리머 멤브레인의 경우, 표면의 소수성으로 인해 물의 투과도가 낮아지는 문제가 발생하여, 멤브레인 표면에 친수성을 부여하기 위한 표면 산소 플라즈마 처리 등이 사용되고 있음
- 산소 플라즈마 처리 효과는 시간이 지남에 따라 감소하므로, 영구적인 표면 친수성 유지를 위해서는 친수성 물질의 표면 코팅이 필요하고, 폴리머 멤브레인의 기공 크기 변화를 막기 위해 저온 초박막 코팅 기술이 필요함

기술의  
차별성

- 폴리머 기판이 손상되지 않는 온도범위(보통 150℃ 이하)에서 초박막 두께의 0.1nm급 정밀 제어가 가능함
- 요구되는 초박막 소재 및 두께에 따라 원자층증착법(Atomic Layer Deposition), 전자빔증발법(E-beam Evaporation), 스퍼터링법(Sputtering) 등 다양한 초박막 코팅 기술 적용 가능함
- 폴리머 기판 위 기능성 금속/산화물 박막의 코팅을 통해 표면 기능성 부여가 가능함
- 추가 습식 식각 및 건식 식각 공정을 통해 3차원 나노구조의 표면 개질이 가능함

기술의  
우수성

- 저온 공정 및 정밀 두께 제어를 통해 나노구조 표면에 기능성 금속/산화물 초박막을 코팅함  
(박막 코팅온도 150℃ 이하, 두께 정밀도 0.1nm급, 두께 균일도 95%이상)
- 다양한 초박막 코팅 기술 공정을 융합하여 고종횡비/채널 구조의 내·외부 다른 특성의 기능화 물질 코팅이 가능함
- 폴리머 기판 표면에 기능성 금속/산화물 박막 코팅을 통해 표면 기능성 부여가 가능함
- 공정에 따른 표면 미세 구조의 개질 및 제어가 가능함



지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 광결정 나노 구조물 제작방법(KR1501005)

노하우 · KNOW-HOW

- 저온에서 유연 폴리머 기판의 변형/손상 없이 기능성 초박막을 코팅
- 요구되는 초박막 소재 및 두께에 따라 맞춤형 초박막 코팅 기술을 적용
- 폴리머 소재 표면에 기능성 금속/산화물 박막을 코팅
- 식각 공정을 통한 표면 나노패턴 및 표면적 제어



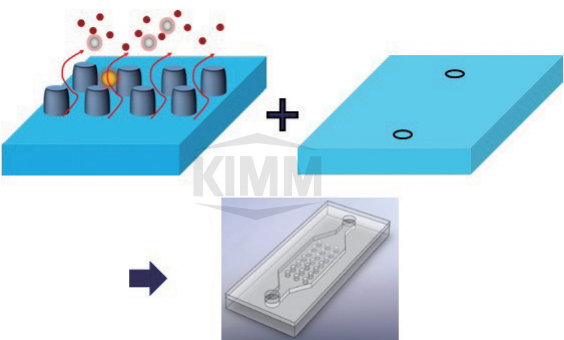


# 현장진단을 위한 양산형 미세 유로 소자기술

▶ 나노공정장비연구소 ▶ 연구자 : 유영은 ▶ 연락처 : 042.868.7883

## 기술 개요

- 수십 나노에서 수백 마이크로 크기의 미세 유로가 적용되는 플라스틱 미세유로 소자 제작을 위한 핵심 기술 중의 하나로, 미세유로의 변형을 최소화하면서 밀폐(sealing) 하여, 이를 통하여 흐르는 액상 시료의 누액을 방지할 수 있는 패키징 구조 및 공정 기술
- 플라스틱 소재 기판의 용착, 접착 등의 영구적 패키징 기술 및 개폐가 가능한 비영구적 패키징 기술



## 고객·시장

- 진단소자, 의료기기 회사

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

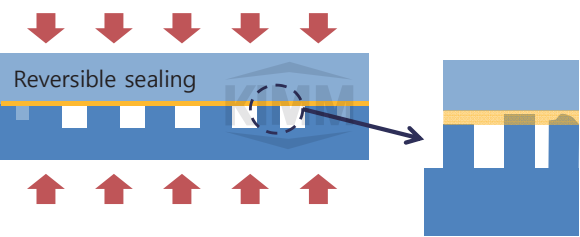
- 기존 플라스틱 소재에 대한 접착 및 용착 등의 패키징 기술은 공정 중 수반되는 열, 압력 혹은 화학적 용제 등에 의한 표면 구조 및 특성의 변형으로 미세유로와 같은 표면의 미세한 구조를 정밀하게 유지하여 밀폐하는 것이 매우 어려움
- 또한, 패키징 과정에서의 고온 및 화학적 유해 환경 등으로 인하여 단백질을 포함한 다양한 생화학적 물질의 손상 등으로 매우 제한적인 범위에서의 적용이 가능함
- 용착 및 접착 등에 의한 영구적 패키징은 미세유로 소자의 사용 중 혹은 전·후 단계에서 소자의 개폐가 필요한 경우 적용이 어려움
- 또한 기계적 체결에 의한 패키징의 경우 균일한 밀폐 특성 구현이 어려워 일부 채널에서 누액 현상이 발생하는 문제가 빈번히 발생함
- 미세유로 소자의 용도 및 요구 조건, 사용 환경에 따라 미세유로의 형상 및 크기를 고려한 최적의 패키징 구조 및 공정 기술 적용이 필수적임

## 기술의 차별성

- 미세유로가 적용된 플라스틱 기판에 대하여 미세유로의 변형을 최소화하고 누액을 방지할 수 있는 초음파 용착, 접착층 및 열용착 등 다양한 영구적 패키징 공정 기술을 보유함
- 미세유로 소자의 미세유로 형상 및 크기를 정밀하게 유지하면서도 우수한 밀폐 특성 구현이 가능한 비가열, 비화학적 방식의 비영구적 패키징 공정 기술을 보유함
- 또한, 비영구적 패키징 공정 기술의 경우, 사용 중 및 사용 전·후에 반복적인 개폐가 가능하여 소자의 활용성을 크게 향상시킬 수 있음

## 기술의 우수성

- 비영구적 개폐형 패키징 기술의 경우, 가열 및 화학적 용제 등을 사용하지 않아 단백질, 세포 등 생화학적 물질에 대한 부정적인 영향을 방지하여 바이오 소자 등의 개발에 큰 장점이 있음
- 플라스틱 소재를 기반으로 한 양산형 패키징 기술로, 90% 이상의 수율 및 1분 이내의 공정 시간 등 사출 성형에 준하는 생산성 구현이 가능함
- 비영구적 개폐형 패키징 기술의 경우, 특정 소자 개발에 소요되는 시간이 수일 ~ 1개월 수준으로 신속한 응용이 가능함



〈 비영구적 개폐형 패키징 구조 〉

## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

- 마이크로 채널 소자 및 마이크로 채널 소자의 제작방법(KR1392426, PCT/KR2014/005141, 미국 및 유럽 등록 결정)
- 국부 가압형 미세채널 소자(KR1914395)
- 체결부를 구비한 미세채널소자(KR1864556)
- 미세채널소자(KR1882078)

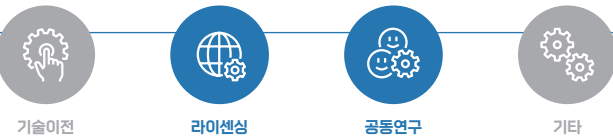
### 노하우 · KNOW-HOW

- 미세유로 소자 초음파 용착 공정
- 미세유로 소자 필름 접착 패키징 공정
- 미세유로 소자의 열 및 화학적 용착 공정

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십

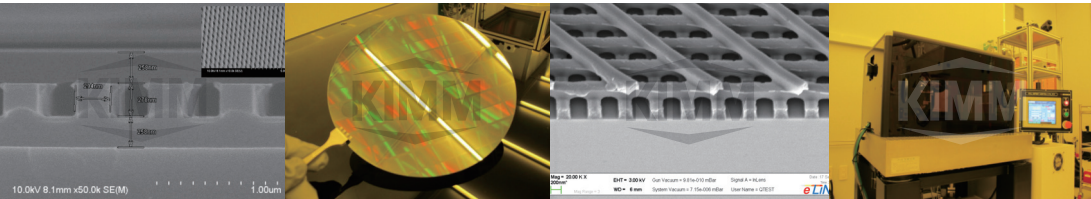


# 용액전사방식 연속 나노임프린트 기술

▶ 나노공정장비연구실 ▶ 연구자 : 이재중 ▶ 연락처 : 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, 태양셀, 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, 나노패턴이 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 패턴닝이 가능하여 에칭공정이 불필요하며, 후속 공정 구현이 용이함
- 사용하는 스탬프의 형상에 따라 스탬프와 기판 사이의 선접촉(roll stamp 사용) 또는 면접촉(면 스탬프 사용)이 연속적으로 이루어지면서 공정을 수행함으로써 2kgf/cm<sup>2</sup> 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 Inking공정과 유사하나, 나노패턴을 전사할 수 있다는 점과 UV를 이용하여 다층으로 폴리머를 전사할 수 있다는 점에서 크게 차별성이 있음

## 기술의 우수성

- 기여자 측에 세팅된 폴리머는 스펀코팅을 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 떼낸 폴리머를 이용하여 패턴닝이 이루어지는 수여자 측 스테이션이 있고, 기여자 측에서 롤 나노스탬프를 이용하여 떼어낸 후, 수여자 측 스테이션까지 이동한 후, UV와 함께 떼어낸 폴리머를 전사할 수 있는 공정임



〈 공정 개략도 〉

## 지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 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)

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십

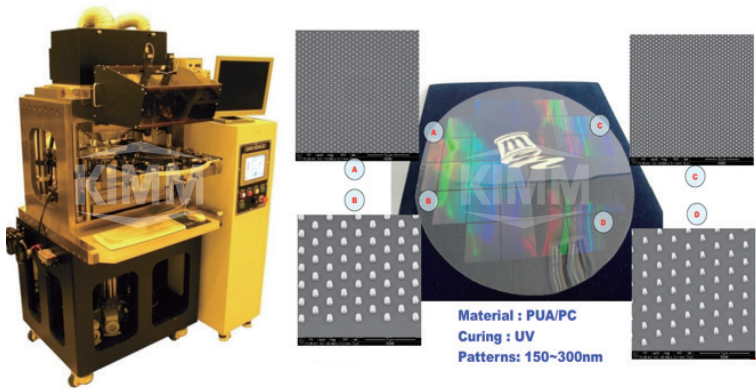


# 극초미세형상 패터닝이 가능한 UV/열 복합 나노패터닝 장비기술

▶ 나노공정장비연구소 ▶ 연구자 : 이재중 ▶ 연락처 : 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 개발하여 상용화하고 있음
- 이 기술들은 동일하게 실리콘 웨이퍼를 사용하도록 되어 있고, 진공분위기를 이용하도록 되어 있어 기판 종류의 제약이 있음
- 진공챔버를 사용함으로써, 기판크기 및 스탬프 재질의 한계로 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
- 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

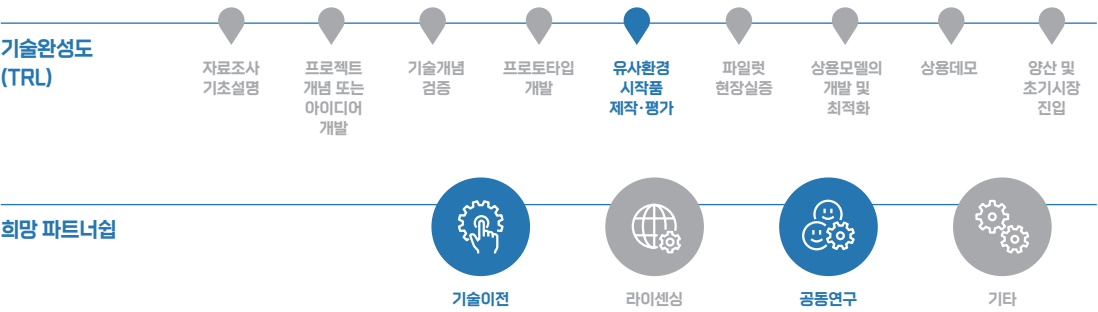
기술의 우수성

- 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 사용 가능함을 확인했음
- 다수의 SCI논문을 게재함으로써 기술의 우수성을 입증했음

지식재산권 현황

특허 · PATENT

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





# 레이저 직접 리소그래피 시스템 및 구조체 제작 기술

나노공정장비연구실    연구자 : 임형준    연락처 : 042.868.7072

기술 개요

- 기능성 미세유체 채널, 나노바이오소자 및 3D 나노마이크로 광학부품 구조체 제작이 가능한 반도체 레이저 기반 직접 경화 방식의 리소그래피 시스템과 이를 이용한 구조체 제조 공정기술



고객·시장

- 바이오/의료, 광학 및 디스플레이 등 기능성 소자 제조 및 장비 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

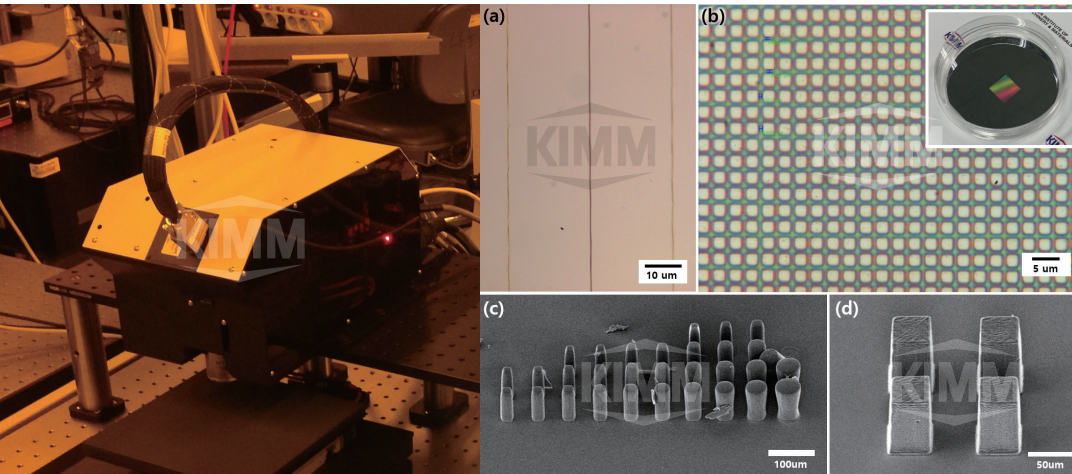
- 포토리소그래피, 임프린트 리소그래피는 마스크 또는 스템프에 형성된 패턴을 복제하는 기술로 임의의 형상을 제작하는데에는 근본적인 한계점이 존재함
- 기존의 3D 프린팅 장비는 다양한 형태의 3차원 구조체를 제작할 수 있으나, 일반적으로 제작 가능한 최소 형상 크기가 수십 um 수준이며, 고 분해능 공정을 위한 장비의 경우 가격이 기하급수적으로 증가함

기술의 차별성

- 스템프나 마스크 없이 기판 상에 직접 패턴링을 수행할 수 있는 레이저 리소그래피 공정 수행을 위한 핵심 기술 및 시스템화 기술 개발
- 포커싱 서보, 빔 스티어링, 수차 보상, 조명 및 영상 장치가 일체화된 소형 광학헤드의 설계 및 개발을 통해 현미경 수준의 탁상형 시스템을 구현함
- 집광된 레이저 빔을 이용하여 원하는 형태의 구조체를 직접 그려가며 제작하는 기술로, 광원의 파장과 유사한 수준인 수백 nm 수준의 구조체 형성이 가능
- 본 시스템을 활용한 공정 개발을 수행함으로써 최대 200mm 크기의 기판에 대해 400nm 수준의 최소 선폭 구현을 비롯하여 다양한 형태의 구조체 제작 성능을 확인

기술의 우수성

- 레이저 빔의 초점이 항상 기판의 표면을 따라다닐 수 있도록 제어함으로써 평평한 기판 뿐 아니라 굴곡진 형태의 기판에 대해서도 자유로운 공정이 가능함
- 제작하고자 하는 형상에 따라 고분해능(400nm 급) 모드 및 저분해능(2um급) 모드로 변경이 용이하며, 각각의 모드에 대해 단일 집광 빔을 이용한 공정으로 인한 속도의 한계를 극복하기 위해 집광 빔 크기를 연속적으로 가변할 수 있는 기술을 적용함으로써 공정 속도를 획기적으로 향상시킴
- 마이크로 광학 소자 및 기능성 유체채널 등 진보된 형태의 소자 제작에 응용이 가능하며, 종래의 2D 기반 리소그래피 기술에서 벗어나 다품종 소량생산을 통한 새로운 시장 창출이 가능할 것으로 기대됨
- 독일, 네덜란드 등 유럽 기업이 고가의 장비를 앞세워 관련 시장을 주도하고 있는 상황에서 경쟁력 있는 성능과 가격을 갖춘 국산 기술을 확보함



〈 직접 개발한 레이저 직접 리소그래피용 광학 헤드 〉

〈 공정 수행 결과 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 평행빔을 이용한 포토리소그래피 장치(KR2151134)
- 광학식 리소그래피 장치 및 제어 방법(KR2119165)
- 초점위치 오차 검출 장치 및 방법(KR1867316)
- 리소그래피용 광학계 장치(KR1658985)

노하우 · KNOW-HOW

- 다양한 기판 및 레지스트에 따라 최적화된 레이저 직접 리소그래피 공정 조건





# 세포 및 입자 분리를 위한 다양한 장치 및 이를 이용하는 방법

▶ 나노공정장비연구실 ▶ 연구자 : 장성환 ▶ 연락처 : 042.868.7793

기술 개요

- 세포나 표적 입자를 크기 및 물성에 기반을 두어 분리해 낼 수 있는 다양한 방법의 플랫폼 기술 및 이의 활용 방법

고객·시장

- 액체 생검(liquid biopsy) 또는 혈액 기반 암진단 분야
- 혈세포 분리 및 분석 분야
- 바이오센서를 위한 혈장 분리 분야

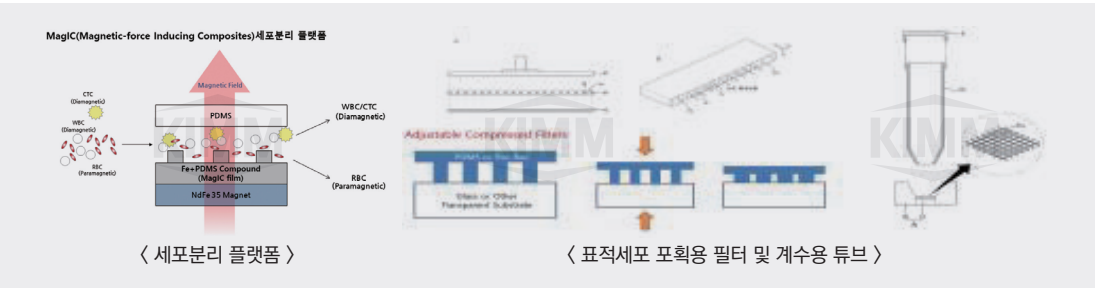
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 혈액 샘플의 양, 처리 시간, 분리 전/후의 사용 목적에 따라 각기 다른 방법의 분리 방법이 사용되어야 효과적인 세포 및 입자 분리가 가능함
- 기존에 임상에서 사용하는 혈세포 분리 및 혈장 분리 방법은 밀도 차이를 가지는 용액과 혈액을 함께 원심 분리기에 넣어 밀도에 따라 세포들을 분리하는 방법을 사용하였으나, 이는 대량 샘플의 분리에는 좋으나, 소량 샘플의 경우, 표적 세포만 분리해 내기에 어려움이 있음
- 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 다양한 방법의 세포 및 입자 분리 기술들이 개발되어 왔음. 대표적으로 표적 세포에 바이오마커와 자성 입자들을 결합시켜, 자기력으로 세포를 분리하는 방법, 세포의 물성(크기, 변형성, 밀도, 전기적/자기적 특성 등)에 기반을 두어 분리하는 방법들이 있음
- 그러나, 상기의 문제점을 해결하기 위하여 제시되어온 개별 기술들은 다양한 샘플의 양, 처리 속도, 분리 전/후의 사용 목적 등에 맞게 사용되기 어려우며, 주로 랩온어 칩 플랫폼에 맞게 활용할 수 있는 기술임

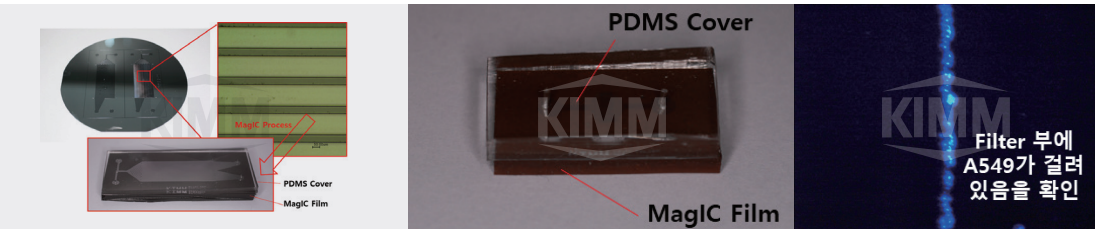
기술의 차별성

- 랩온어 칩 플랫폼뿐만 아니라, 멤브레인, 튜브 등과 같이 다양한 샘플량, 처리 속도, 인터페이스를 활용하는 세포 및 입자 분리 플랫폼들을 제공함
- 또한, 세포 분리 목적에 따라 연속적 분리, 여과 및 회수 프로세스를 활용하는 단계적 분리 등의 방법들을 제공하여, 개별 기술들로는 대응이 힘든 다양한 세포 및 입자 분리 솔루션을 제공할 수 있음
- 세부 기술별 차별성
  - 자성을 이용하는 세포분리장치: 강자성 입자를 함유하는 복합체를 통해 미소 유로 내에 국부적인 자기장을 형성하여 세포를 자성에 따라 분리함
  - 자기장을 이용하는 자가 세포 추출장치: 강자성 입자를 함유하는 복합체로 필터를 만들고, 외부 자기장을 이용하여 필터 내 국부적 자기장을 만들어 냄. 이를 통해 세포 필터링의 효과를 증가시키거나, 필터에 끼어 있는 크기가 큰 세포(예시 CTC, Circulating Tumor Cells)를 추출해냄
  - 표적세포 포획용 필터: 크기가 큰 세포가 필터에 끼어 폐색 되는 현상을 막기 위한 바이패스 유로를 가지는 필터. 유동 저항으로 인하여, 크기가 큰 세포가 유로를 막고 있는 필터로는 다른 세포들이 통과하지 않도록 설계된 필터임

- 표적세포 포획용 필터장치: 크기가 큰 세포가 필터에 끼어 폐색 된 후, 회수가 되지 않는 문제를 해결하는 필터장치로서 유연 재질로 필터를 만든 후 가압을 한 상태로 필터 폭을 좁게 만들어 세포를 여과한 후, 가압을 풀고, 세포를 회수하는 장치임
- 표적세포 포획용 필터소자: 온도에 반응하여, 물에 대한 용해도가 변하는 온도감응층이 필터 사이에 포함되어 있어서, 세포를 여과시킨 후, 온도를 변화시켜 필터에 끼어 있는 세포를 회수하는 필터소자임
- 표적세포 계수용 튜브: 일반적인 원심분리용 튜브와 달리 하부에 세포 계수를 위한 격자를 포함하고 있는 캡을 지니고 있는 세포 계수용 튜브. 분리 및 입자 계수를 동시에 할 수 있는 장점이 있음
- 표적 입자 검출용 멤브레인 필터: 미소유로를 통해 세포 필터링 효과를 모니터링 가능한 랩온어 칩과 처리속도가 빠른 멤브레인의 장점을 모두 가지는 새로운 개념의 멤브레인 필터임



기술의 우수성



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 자성을 이용하는 세포분리장치 및 이를 이용하는 방법(KR1212030, US13/546187)
- 자기장을 이용하는 자가 세포 추출장치 및 이를 이용하는 방법 (KR1211862, US13/546106, EP12176073.0, JP5512754)
- 표적세포 포획용 필터 및 이를 이용한 표적세포 회수방법(KR1690455)
- 표적세포 포획용 필터장치 및 이를 이용한 표적세포 회수방법(KR1697457)
- 표적세포 포획용 필터소자 및 이를 이용한 표적세포 회수방법(KR1712770)
- 표적세포 계수용 튜브 및 이를 이용한 표적세포 계수방법(KR1776536)



# 장애인과 일반인이 함께 사용하는 스마트 신발

▶ 나노공정장비연구실 ▶ 연구자 : 장성환 ▶ 연락처 : 042.868.7793

기술 개요

- 장애인과 일반인이 저렴한 가격과 다양한 기능으로 함께 사용할 수 있는 웨어러블 스마트 기기

고객·시장

- 시각 장애인 보조기기
- 도보 네비게이션
- 웨어러블 엔터테인먼트 기기

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

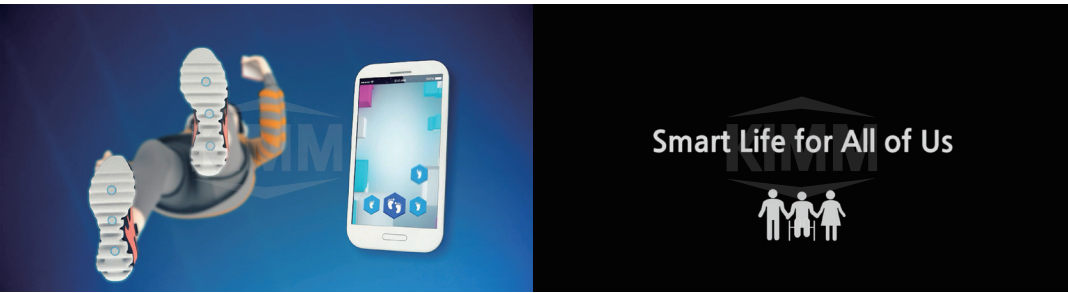
- 시각 장애인에게는 손이 눈과 같은 역할을 할 수 있음. 기존에 시각 장애인들이 사용 중인 점자 패드를 실외 활동 시에도 사용하기 위해서는 한 손을 늘 점자 패드 위에 올려두고, 한 손은 지팡이를 짚고 다니는 형태가 되어야 함
- 즉, 양손을 모두 사용하기 때문에 이동시에 발생할 수 있는 응급 상황에 대처하기 어려움
- 또한, 시각 장애인만을 위한 보조기기들은 사용자가 많지 않기 때문에 가격적으로 저렴하지 않고, 제품의 발전이 빠르지 않은 한계점을 지녔음

기술의 차별성

- 본 기술에서는 신발 깔창에 보조장치를 장착시키기 때문에 시각장애인에게 한 손이라도 더 사용할 수 있는 편의를 제공함
- 신발에 점자 정보를 전달할 수 있는 6개의 구동 유닛을 구성하고, 이를 스마트 폰과 같은 스마트 디바이스와 연동시켜, 이동시 네비게이션 기능을 수행하게 하거나, 위치에 기반한 간단한 점자 정보를 시각 장애인에게 제공하도록 함

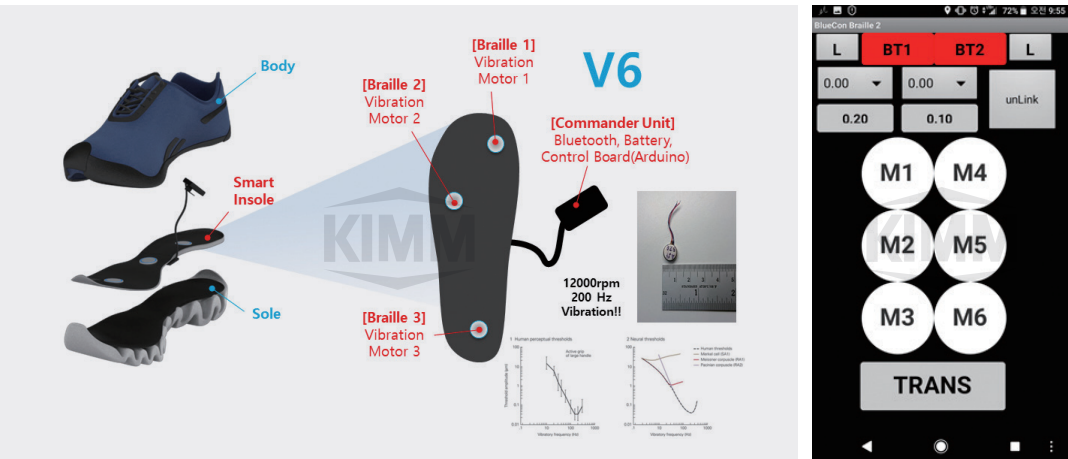


- 신발을 통한 네비게이션 기능은 일반인에게도 매우 유용한 기술이 될 수 있으며, 스마트 기기로서 다양한 센서들을 모듈 형태로 삽입하여, 엔터테인먼트(건강, 걸음걸이 분석 등)에 활용할 수 있음



기술의 우수성

- 장애인과 일반인이 모두 사용 가능함으로 다양한 수요자 확보 가능
- 스마트 기기를 통해 함께 보다 나은 생활을 공유하는 사회적 가치를 실현
- 설계 제작 및 모듈 수준의 성능 검증 완료
- 장애인들의 현장 의견을 수렴한 데모 버전 제작 완료



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 정보 전달 기능을 갖는 스마트 신발 및 이를 이용한 정보 제공 방법(KR1757377) 외 3건

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

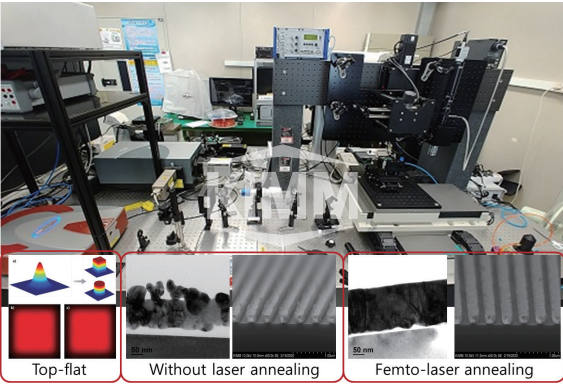


# 펄초레이저 기반 열처리기술

나노공정장비연구실    연구자 : 장원석    연락처 : 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



고객·시장

- 반도체, 광학 및 디스플레이 등 기능성 소자 제조 및 장비 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

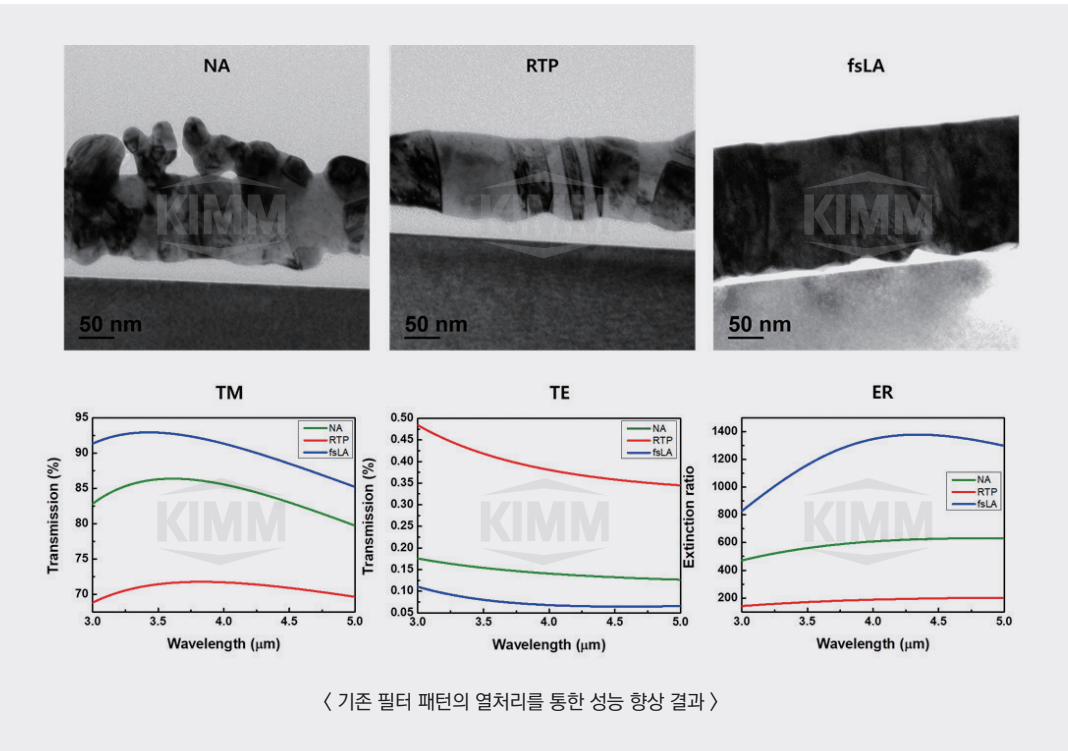
- 기존 금속 패턴의 제작에 사용되는 증착 기술에는 금속 패턴의 결정 구조가 작게 형성이 되어 전도성이나 광학적 특성의 한계점이 존재함
- 반도체 재료들의 열처리 공정을 위한 레이저 열처리 공정에 사용되는 다양한 레이저들은 선택적 열처리가 어려워 주변부의 열적 손상 발생
- 열처리 공정을 위해 사용되는 공정 기술들은 소자 전체에 열을 가하게 되어 열에 약한 기판이나 다른 소자들에 열적 손상 발생

기술의 차별성

- 스텝나 마스크 없이 빠른 공정 속도로 직접 패턴링을 수행할 수 있는 선택적 펄초 레이저 열처리 기술 수행을 위한 핵심 기술
- 레이저에 의한 순간적인 열 상승을 통한 열처리 공정 이후 급속도로 낮아지는 열에 의해 금속과 반도체 형상의 변화 없이 열처리 공정을 구현함
- 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

기술의 우수성

- 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 · PATENT

노하우 · KNOW-HOW

- 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)

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





# 미세패턴 금형 코어 초정밀 기계가공 기술

● 나노공정장비연구실 ● 연구자 : 제태진, 최두선 ● 연락처 : 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 가공기술기반은 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

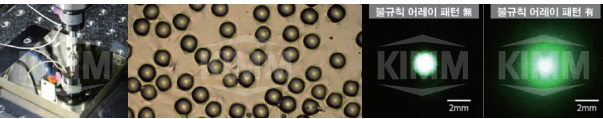
- 핵심소자의 특성과 기능 향상에 따라 요구되는 수십nm ~ 수백μm 수준의 다양한 미세패턴 형상을 고품질, 고정도로 제어하며 제조 가능함
- 고기능성 첨단 제품의 대량생산에 요구되는 Roll to Roll 공정, 사출성형공정, 프레스성형공정 등에 대응한 초정밀 미세패턴 코어 금형의 제조가 가능함
- 마이크로/나노 복합형상, 고차원 형상 등의 융복합 가공기술 적용이 가능하며, 불규칙 형상 및 불규칙 배열의 미세패턴의 가공이 가능한 기술로서, 다양한 차세대 첨단 산업 소자제조에 적용 가능함

기술의 우수성

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



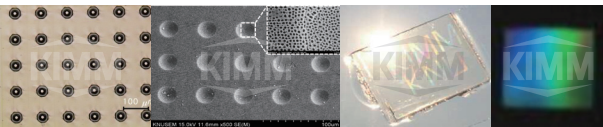
- 광학산 특성 향상을 위한 불규칙 렌즈 어레이 패턴 코어 금형 초정밀 압입 가공기술  
- 최소직경 15um, Fill-Factor 최대 50%의 불규칙 렌즈어레이 패턴 가공, 광학산특성 최대 12배 향상



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

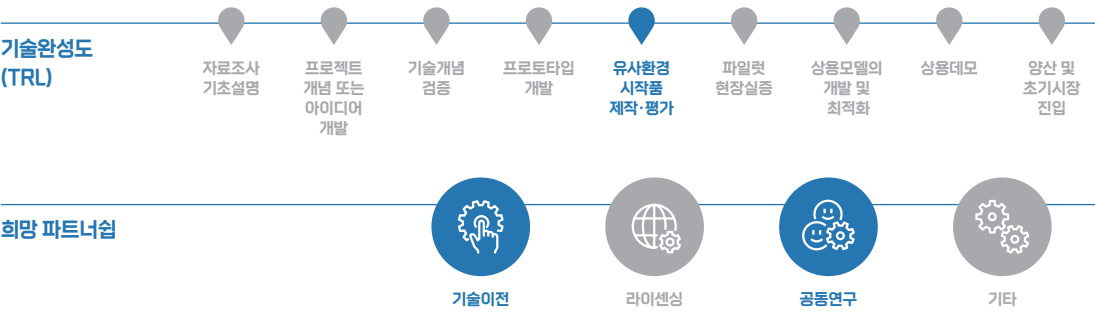


- 메타표면 구현을 위한 마이크로 슬릿 어레이 초정밀 기계가공 기술  
- 형상오차 1um 이내, 위치오차 1um 이내 초정밀 마이크로 슬릿 어레이 가공  
- 종파를 횡파로 변환하는 메타표면 구현

- 3차원 이미지 구현을 위한 광학패턴 마이크로 엔드밀링 기계가공기술 구현

지식재산권 현황

특허 · PATENT	노하우 · KNOW-HOW
<ul style="list-style-type: none"><li>• 비구면 도광판 금형 가공방법(KR1630021)</li><li>• 광학필름 제조용 금형 제조방법(KR1767311)</li><li>• 무작위 점 패턴의 설계 방법 및 렌즈 어레이 부재의 제조 방법(KR2017-0142784)</li><li>• 공구의 각도 조절을 이용한 미세패턴 가공방법 (KR1474974)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 패턴형성 롤 가공장치 및 그에 따른 미세패턴 형성방법</li><li>• 압자를 이용한 불연속 미세패턴 성형 장치 및 방법</li><li>• 미세 파동패턴 가공장치 및 방법</li><li>• 단차형상, 좌/우 또는 상/하 방향 미세패턴 설계 및 가공공정기술</li><li>• 미세패턴 가공용 절삭공구 설계제작기술/미세패턴 측정분석 및 성능평가기술</li></ul>

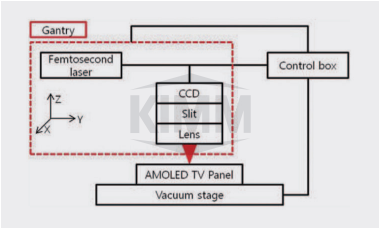


# AMOLED TV 비열 리페어 기술

▶ 나노공정장비연구실 ▶ 연구자 : 조성학 ▶ 연락처 : 042.868.7077

기술 개요

- 극초단 펄스 레이저 기반 AMOLED TV 비열 리페어 공정기술 및 리페어 장치



고객·시장

- 대면적 AMOLED 패널에 대한 비열 리페어 가공기술에 관심이 있는 기업

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

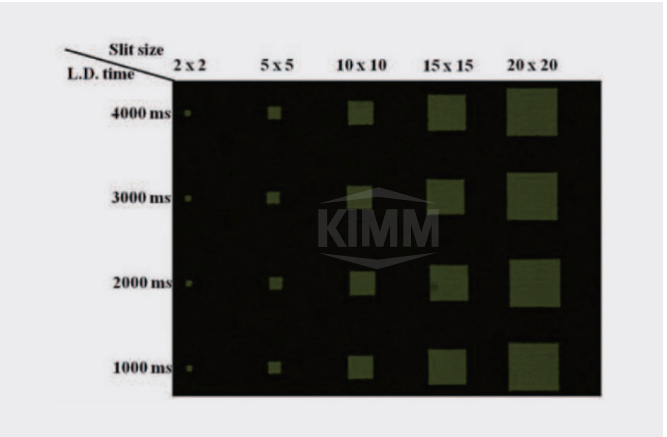
- 비열 리페어 공정이 필요하고, 대면적 가공을 위한 시스템을 구축해야 함
- 나노초 레이저를 이용한 리페어 가공 기술은 대상물에 대한 열적 손상을 가할 수밖에 없는 리페어 공정임
- 유기물에 대한 가공의 경우 가공 온도에 매우 민감한 재료로서 가공부 주변에 열적 손상에 의한 불필요한 손상이 발생할 경우, 불필요한 손상이 발생하게 됨
- 대면적의 AMOLED 패널의 생산 시 제품의 불량 및 오류가 발생할 경우, 전량 폐기하고 있으며, 이는 생산수율의 측면에서 치명적인 단점이 되므로, 리페어 공정기술이 필요

기술의  
차별성

- 극초단 펄스 레이저는 나노초 레이저의 펄스폭에 비해서 짧은 레이저 장치로서, 비열적 가공을 이용해 가공 대상물의 열적 손상을 최소화 할 수 있음
- Gantry를 이용한 극초단 레이저 가공 시스템을 활용하여 넓은 면적의 AMOLED 패널을 리페어할 수 있음
- 극초단 펄스 레이저 기반 가공 시스템 광 경로내에 빔 형상을 조절할 수 있는 Moterize 된 슬릿을 이용하여 빔의 크기를 조절할 수 있으며, 사각 형태의 빔을 구현하여 리페어가 필요한 부분에 최소선폭 500nm급의 가공이 가능함
- 본 시스템에 구축된 Gantry를 활용, 대형 AMOLED 패널의 불량지점을 감지하고 극초단 펄스 레이저를 이용하여 빠른 리페어를 진행함

기술의  
우수성

- 목표로 하는 층을 비열적 가공 특성을 가진 펄스 레이저 빔으로 조사하고 목표지점의 가공을 통해 목표층의 목표로 하는 영역만을 가공하여 잘못 형성된 특정 영역에 대해 부분적인 수정이 필요할 때 활용되는 공정임
- 이를 구현하기 위해 슬릿의 조절을 통한 빔 형상의 조절 및 가공 크기를 조절함
- 대면적의 능동형 유기 자체발광소자 티브이의 펄스 레이저리페어 시스템을 개략적으로 나타내는 도면으로서 대면적 리페어를 위해서 gantry 시스템을 이용해 리페어 대상물의 이동이 아닌, 레이저 빔의 위치를 이동하면서 가공을 하게 됨
- 리페어 대상물은 스테이지의 진공척을 이용해 대상물의 고저차의 오차를 최소화하여 리페어할 수 있게 고정됨
- 본 기술의 연구책임자 기준으로 극초단 펄스 레이저 응용 초정밀 미세가공분야에 10년 이상의 연구경력을 보유함



〈 슬릿 가공의 예) 〉

지식재산권  
현황

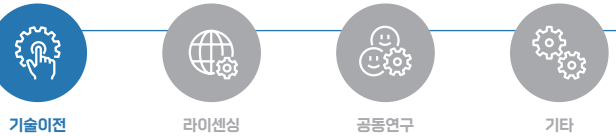
특허 · PATENT

- Full HD급 고해상도 모바일 능동형 유기 자체 발광 소자의 비열 리페어 방법 및 장치(KR1477005)
- 선택적 펄스 폭 가변형 레이저를 이용한 능동형 유기 자체 발광 소자의 비열 리페어 방법 및 장치(KR1450767)
- 능동형 유기 자체 발광 소자의 열적 및 비열적 복합 리페어 장치(KR1387996)
- 극초단 펄스 레이저를 이용한 투명 능동형 유기 자체 발광 소자의 비열 리페어 방법 및 장치(KR2012-0042367)
- 극초단 펄스 레이저를 이용한 대면적 능동형 유기 자체 발광 소자의 비열 리페어 방법 및 장치(KR2012-0056576)
- 극초단 펄스 레이저를 이용한 능동형 유기 자체 발광 소자의 비열 리페어 방법 및 장치(KR2012-0016303)
- 극초단 펄스 레이저를 이용한 유연 능동형 유기 자체 발광 소자의 비열 리페어 방법 및 장치(KR2012-0016139)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

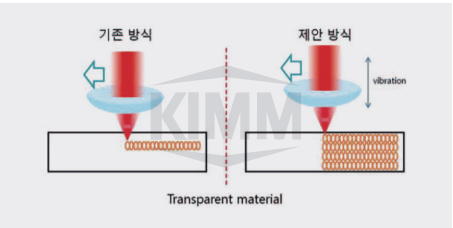


진동자가 결합된 하이브리드 극초단 펄스 레이저 시스템을 이용한 투명재료(사파이어,유리) 절단 기술

▶ 나노공정장비연구실 ▶ 연구자 : 조성학 ▶ 연락처 : 042.868.7077

기술 개요

- 펄스 레이저는 모든 재료에 마이크로 크기의 홈이나 드릴링을 수행
- 집속 렌즈가 빠르게 진동함으로써 마이크로 크기의 홈이나 드릴링 공정의 효율 증대



고객·시장

- 투명재료 가공에 관심있는 기업

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

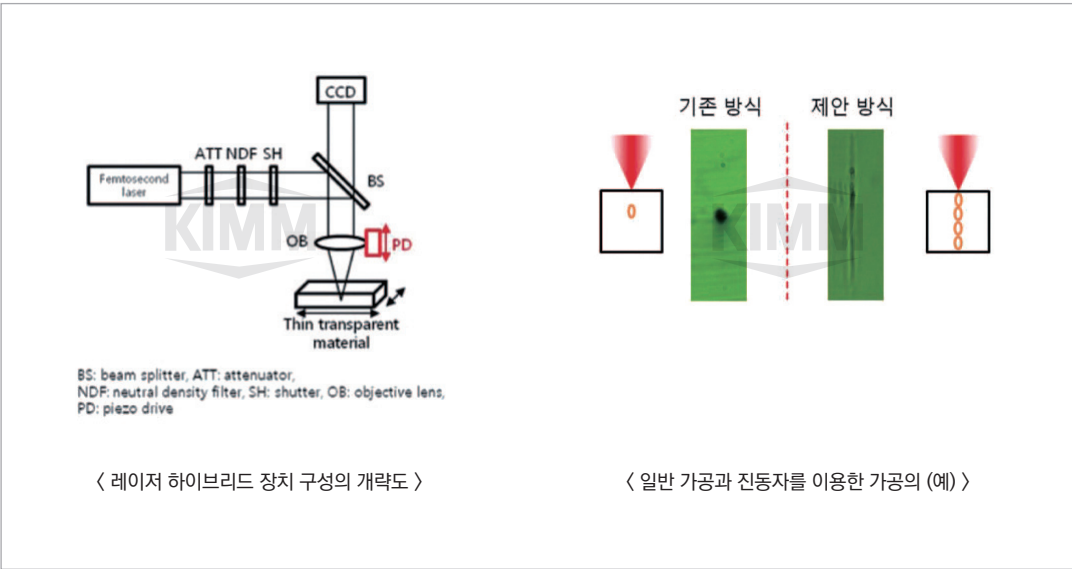
- 가공 공정단계 간소화와 가공 품질 개선을 목표로 함
- 유리, 사파이어 기판 등과 같이 투명한 재료의 가공 시 기계적 가공에 한계가 있으며 가공 품질의 한계가 존재함
- 일반적인 레이저를 이용하여 투명한 물질에 가공을 시도 할 경우에는, 가공이 일어나지 않고 레이저 빔이 모두 통과해 버리거나 불필요하게 큰 크랙을 유발함
- 투명재료를 대상으로 한 기존 가공방법과는 다른, 가공공정의 단계의 간소화와 높은 가공 품질을 구현을 위한 대안이 필요한 실정임

기술의 차별성

- 레이저 가공은 비접촉 가공방식을 활용한 가공방식으로서 기계적 가공방식에 비교해 볼 때 가공물에 대한 불필요한 손상을 최소화 할 수 있음
- 투명한 대상을 가공 할 경우 펄스 레이저의 비선형적 특성으로 인해 집속렌즈의 체결 방향과 동일 축 상으로 더 깊은 가공이 가능하게 할 수 있음
- 한번의 공정으로 여러 공정을 반복 진행한 효과를 구현함
- 진동자를 이용하여 펄스 레이저 시스템 집속렌즈부분의 상하진동을 구현할 시 초점위치의 변화를 상하로 일으킬 수 있으며, 이 방법으로 가공이 일어나는 부분을 상하방향으로 발생시킴으로써, 대상의 가공부분을 종축방향으로 의도적으로 늘이는 효과를 구현함으로써 한번 이상의 초점 위치 변경 후 가공공정을 재시작하는 일반적인 레이저 절단공정과는 달리 필요한 공정단계를 줄이는 효과를 얻을 수 있음

기술의 우수성

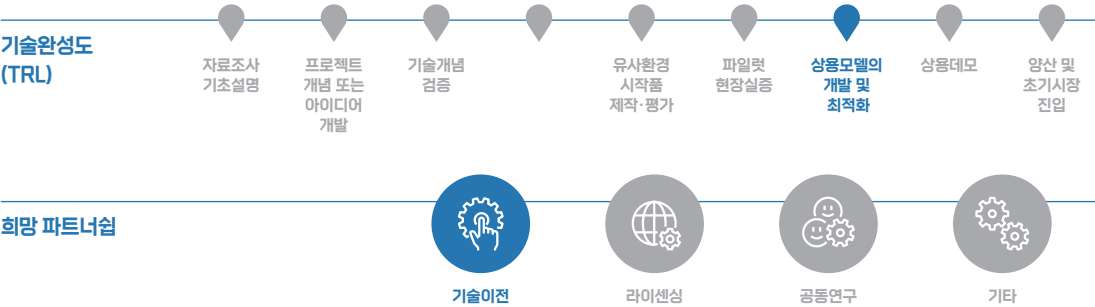
- 투명한 물질의 종축 방향으로 발생하는 가공 부분을 펄스레이저의 비선형적인 가공특성과 진동자를 이용한 집속 렌즈의 진동 시스템을 이용하여 일반적인 레이저 가공시스템을 활용한 가공방법에 비해 긴 가공을 구현하는 가공 공정임
- 깊이 방향으로의 가공을 극대화하여 최종적으로 대상물의 cutting을 유도하는 방법임
- 본 기술의 연구책임자 기준으로 극초단 펄스 레이저 응용 초정밀 미세가공분야에 10년 이상의 연구 경력을 보유함



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 진동자를 이용한 하이브리드 레이저 가공장치(KR1273462)
- 극초단 펄스 레이저를 응용한 고종횡비 미세 형상 가공 장치(KR1285717)
- 레이저 가공 기술을 이용한 기판 상 박막의 선택적 제거 장치(KR1285876)
- 초음파 진동을 사용하는 하이브리드 레이저 가공 장치(KR1049381)





# Micro/Mini-LED 디스플레이 제조용 롤 전사 기술

▶ 나노역학장비연구실 ▶ 연구자 : 김재현 ▶ 연락처 : 042.868.7550

기술 개요

- Micro/Mini-LED를 이용하여 디스플레이 패널을 제조하기 위해서는 많은 수의 Micro/Mini-LED를 회로 기판 위로 전사하는 기술이 필요하며, 본 기술은 롤 스탬프를 이용하여 매우 높은 생산성으로 Micro/Mini-LED를 회로 기판 상에 전사하는 기술



고객·시장

- Micro-LED 디스플레이, Mini-LED 디지털 사이니지, Local dimming용 Mini-LED BLU, 신축성 Micro-LED 디스플레이, 투명 Micro-LED 디스플레이

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

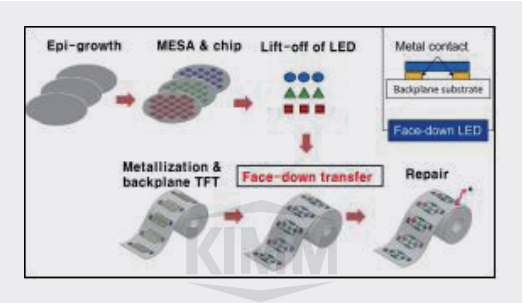
- 기존에는 mini-LED 소자를 하나씩 기판에 옮겨서 접속시키는 die-bonder 기술이 있음
- Die-bonder는 초당 2~10개 수준으로 LED를 디스플레이 기판에 전사할 수 있음
- 롤 전사(Roll-transfer) 기술은 롤 스탬프를 이용하여 일정 영역에 있는 다수의 mini/micro-LED를 한번에 전사할 수 있는 기술로서, 기존의 die-bonder와 비교하여 전사 면적과 전사 속도를 크게 향상할 수 있음
- 전사 속도는 롤 스탬프의 크기와 한 번에 부착되는 LED의 개수에 따라 다르지만, 초당 100~10,000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

기술의  
차별성

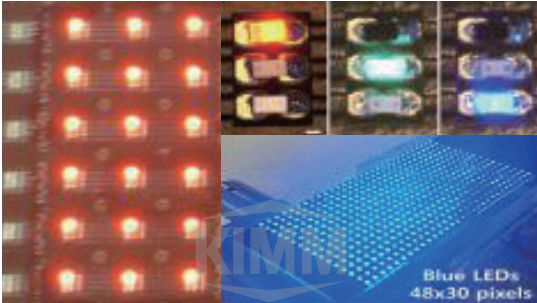
- Mini/micro-LED를 전사하는 기술은 미국 애플사, 대만의 Playnitride사 및 ITRI, 대만의 폭스콘사, 미국의 Uniqarta사, 아일랜드의 X-celeprint사 등이 개발하고 있으며, 국내 삼성과 LG도 die-bonder를 활용한 전사 기술을 활발히 개발하고 있음
- 현재 롤 방식의 전사 기술은 한국기계연구원에서 독자적으로 개발하여 50여건 이상의 특허를 확보하고 있음
- 다른 전사 기술들은 전사 면적이 1~2인치 수준이거나, LED를 개별적으로 전사하여 전사 속도가 매우 느리다는 단점이 있음
- 롤 전사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

기술의  
우수성

- LCD와 OLED 디스플레이에서의 패널 제조 사업은 대기업만이 가능했으나, mini/micro-LED는 중소·중견기업도 디스플레이 회로 기판과 LED를 공급받아서 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
- 2019년 mini-LED 디스플레이 패널을 롤 기반 대량 전사를 이용하여 제조하는 연구소기업 YTS Micro-Tech을 설립함.
- 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 〉



〈 롤 전사된 mini-LED 사진 〉

지식재산권  
현황

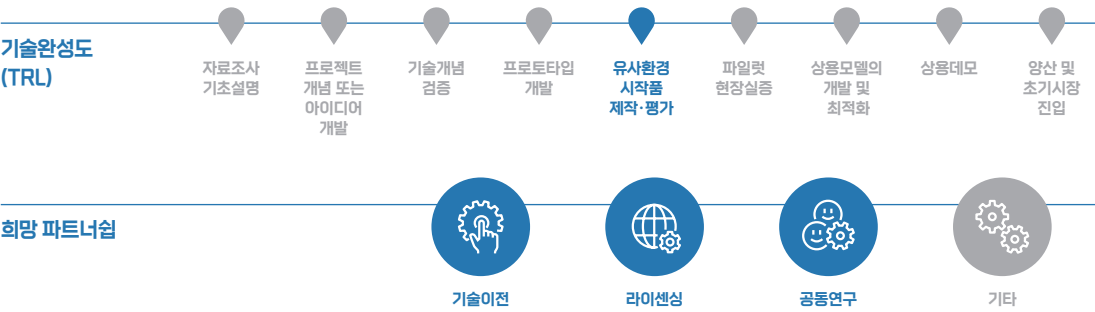
특허 · PATENT

- 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

지식재산권  
현황

노하우 · KNOW-HOW

- Micro/Mini-LED 접속 방법에 따른 전사 공정 기술

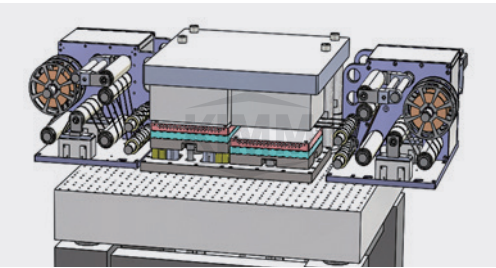


# 옵니텍스 소자 제조 공정 장비 기술

▶ 나노역학장비연구실 ▶ 연구자 : 현승민 ▶ 연락처 : 042.868.7981

기술 개요

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



고객·시장

- 스마트 텍스타일 제조

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

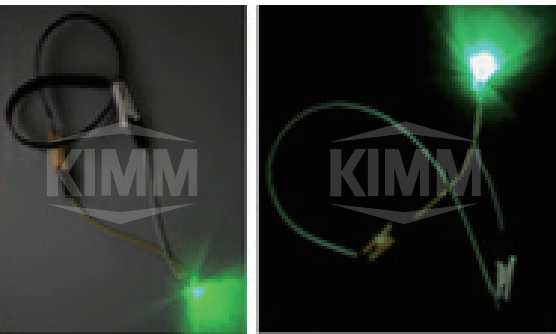
- 컨슈머 일렉트로닉스에 연관된 웨어러블 시장은 급격히 성장하여 큰 마켓을 이루고 있고, 꾸준히 성장할 것으로 예상하고 있음(IDTechEx(2019), E-textile technology, markets, players)
- 또한, 새로운 형태의 스마트 웨어러블 텍스타일에 관심이 높아지고, 이에 대한 연구가 이루어지고 있지만 manufacturing 이슈는 꾸준히 제기되고 있음. 특히 fiber, yarn, fabric으로 이어지는 기본단위 소재 소자 제조 및 기능성 부과에 대한 연구 개발 많은 어려움에 직면하고 있는데, 웨이퍼기반의 딱딱한 기판 위에 제조 가공된 소자 기술을 소프트하고 굴곡면이 있는 textile에 대한 적용은 어려운 난제이며, 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 소자(ex 배터리 등)에 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
- 섬유의 크기가 작고 편평하지 않은 구조는 장치 제조의 복잡성을 증가시키는 반면, 평면형 소자에 비해 성능이 매우 떨어짐. 즉, 저비용으로 고성능의 에너지 소자를 구현하기는 매우 어려운 실정임
- 또한, 다수의 개별 섬유형 에너지 소자를 직물 형태로 직조함으로써 공기/습기 침투 조절이 용이한 직물 제조가 가능하며, 이는 웨어러블 전자장치에 적합한 유연한 전력 공급원으로서 활용이 가능할 것으로 예상됨

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 에너지 저장 소자



〈 LiCoO<sub>2</sub>-Graphite 리튬이온 Fiber 배터리 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 입체배열구조의 신축성 전자 디바이스 및 이를 제조하는 방법(KR2019-0077855)

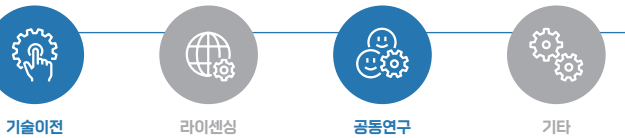
노하우 · KNOW-HOW



기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

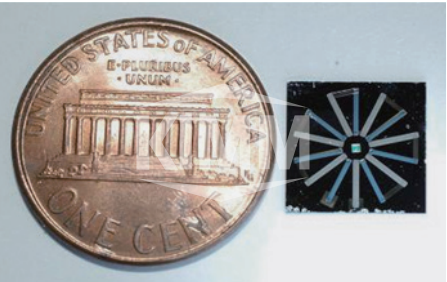


# 박막형 열전 에너지변환 모듈

▶ 나노역학장비연구실 ▶ 연구자 : 한승우 ▶ 연락처 : 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 3.07 mW/K2m와 Bi-Sb-Te 박막(P-type)의 파워팩터가 4.41 mW/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 모니터링 시스템의 무선센서 전원으로 활용 가능함

- 스마트폰, 태블릿 PC, 마이크로 패키지 등 휴대용 전자제품이 최근 얇고 소형화되고 LED 조명 등이 보편화 되면서 수요가 늘어난 국소냉각(hot spot cooling) 기술 등에 응용 가능함
- 핵심 요소기술 확보
  - 열전모듈 해석 및 설계 기술
  - 열전 박막소재 증착기술
  - 박막형 열전모듈 공정 기술
  - 열전박막소재 및 박막형 열전모듈 성능평가기술

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 · PATENT

- 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)

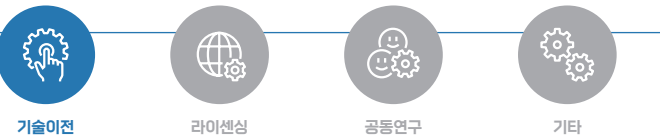
노하우 · KNOW-HOW

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

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



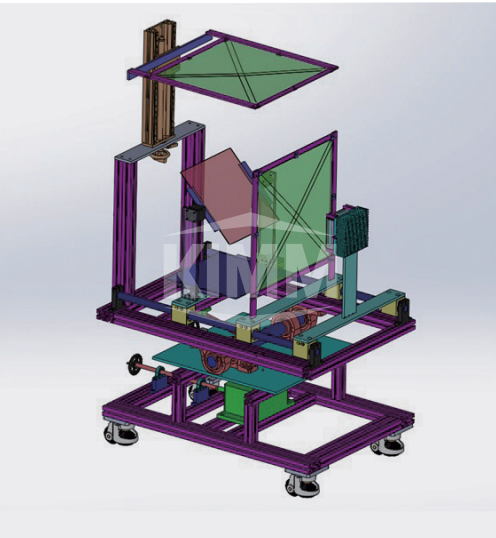


# 하이브리드 태양에너지 발전시스템

▶ 나노역학장비연구실 ▶ 연구자 : 한승우 ▶ 연락처 : 042.868.7426

기술 개요

- 고온 환경에서도 전기 생산 효율이 우수한 태양에너지 발전시스템



고객·시장

- 동남아시아, 사막지역 등 고온 환경인 지역에서의 고온 환경용 태양광발전 분야, 태양에너지, 지열, 산업폐열 등 여러 가지 열에너지가 있는 곳에서의 열전발전 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

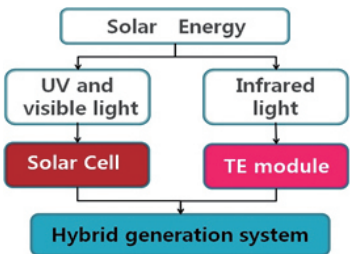
- 일반적인 태양전지의 효율이 15.6%로 가정할 때, 동남아 기후에서 기온이 70℃까지 상승하면 태양전지 효율은 12.3%까지 저하됨
- 태양광 스펙트럼에서 200~3000nm의 파장을 갖는 빛이 전체 에너지의 99%이며, 이 중에서 200~800nm 파장이 UV(Ultraviolet, 자외선)와, 가시광선으로 전체 에너지의 약 58%이고, 800~3000nm 파장이 적외선으로 전체 에너지의 약 42%에 달함
- 여기서, 다결정 실리콘 태양전지인 경우, 약 300~1,100nm 파장 영역에 대부분의 광전 에너지변환이 일어나며, 나머지는 열에너지로 버려짐

기술의 차별성

- 약 60%의 태양에너지만 태양전지로 가게 되므로 냉각효과를 통해 고온 환경에서 태양에너지의 성능 저하로 인한 발전효율 저하를 방지함
- 자외선 일부와 가시광선을 분리하여 58%의 태양에너지는 태양전지 모듈로 보내어 발전하고, 적외선을 포함한 나머지 파장 영역에 해당하는 42%의 태양에너지는 모아서 열전(Thermoelectric, TE) 발전모듈에 의해 발전시키는 PV(태양광)-TE(태양열) 융합발전 시스템을 개발하여 일반적인 태양전지보다 높은 효율을 달성함
- 융합발전시스템을 설계 제작하여 16.93%의 효율을 달성함
- 열전발전시스템을 설계 제작하여 3%의 효율을 달성함
- AR코팅 및 방열시트를 이용한 태양전지모듈을 개발하여 70℃에서 14.07%의 효율을 달성함
- 태양전지의 효율 향상을 위하여 97% 이상의 투과율을 갖는 AR 코팅을 적용함
- 융합 및 열전발전시스템에 적용할 수 있는 95% 효율을 갖는 렌즈를 적용함
- 융합발전시스템에 적용할 수 있는 99% 반사율의 광학필터를 적용함

기술의 우수성

- 태양에너지를 반사 및 투과에 의해 태양광과 태양열로 분리하여 발전함으로써 태양광-태양열 복합발전의 고효율을 달성함
- 입사되는 태양에너지의 태양광을 솔라셀로 반사시키는 필터 및 필터를 투과한 태양에너지의 태양열을 열전모듈부로 집열하는 렌즈로 구성되는 렌즈부를 구성함



〈 하이브리드 발전 시스템 구성결합관계 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 고온 환경을 위한 태양에너지 발전시스템 (KR1232120, PCT/KR2012/007543, EP12876498.2)/ 태양에너지 열전발전 장치(KR1385493)/ 태양열을 이용한 적응형 열전발전장치(KR1015608)/ 태양에너지를 이용한 복합발전장치(KR1001328)/ 태양광 및 태양열을 이용한 복합 발전장치 (KR0999513)

노하우 · KNOW-HOW

- 열전소자 발전성능 측정평가 기술
- 열전소자를 이용한 열전발전 시스템화 및 고성능화 기술
- 열전발전 시스템 성능평가 및 데이터 수집 · 처리기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



# Flexible OLED 롤투롤 증착시스템 기술

인쇄전자연구실   연구자 : 권신   연락처 : 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

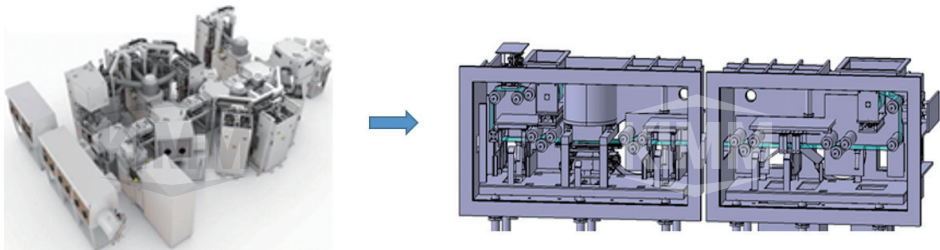
- Flexible OLED 조명(실내 조명용, 인테리어, 자동차, Entertainment 등)
- Flexible OLED 디스플레이(사이니지, 웨어러블, 휴대용 등)

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

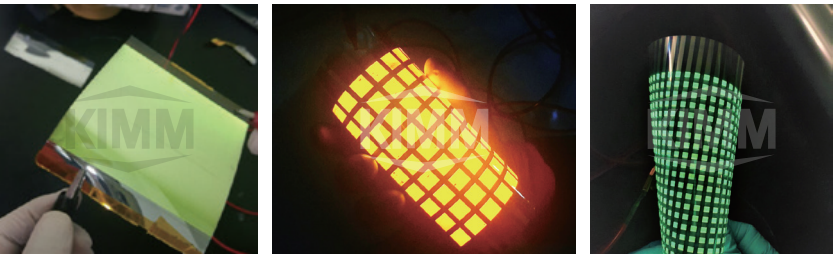
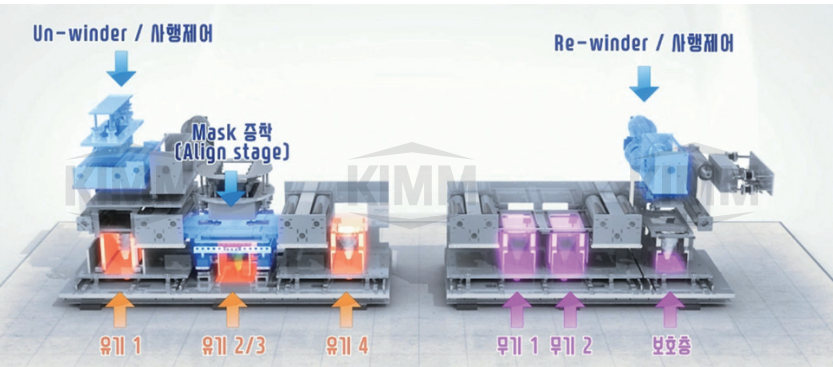
기술의  
차별성

- 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

기술의  
우수성



지식재산권  
현황

특허 · PATENT      노하우 · KNOW-HOW

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

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



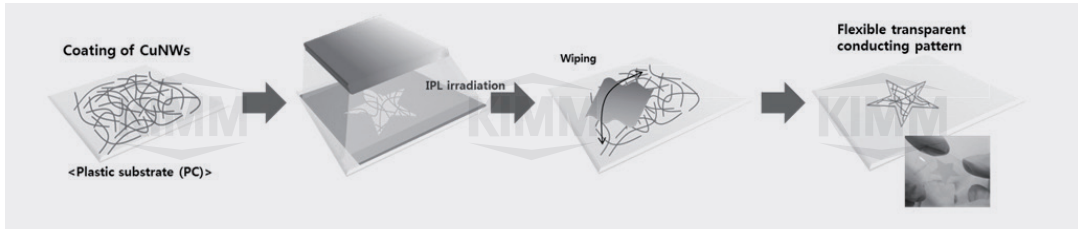


# 고유연 기능성 전극 친환경 초고속 패터닝 기술

인쇄전자연구실 연구자 : 우규희 연락처 : 042.868.7615

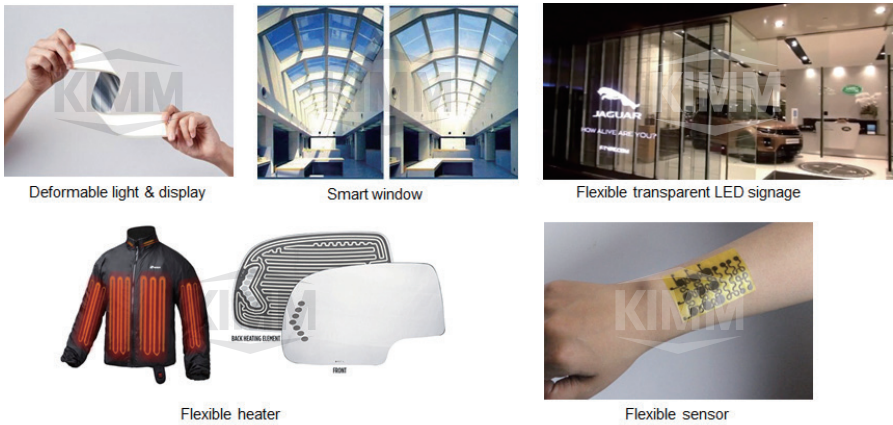
기술 개요

- 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



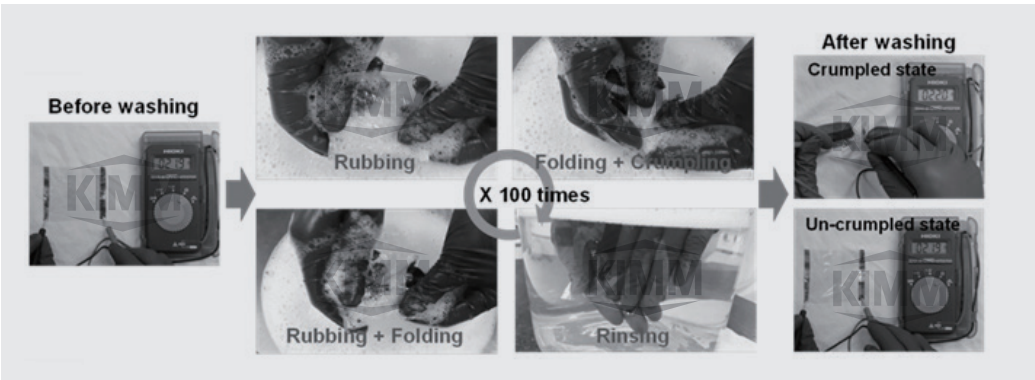
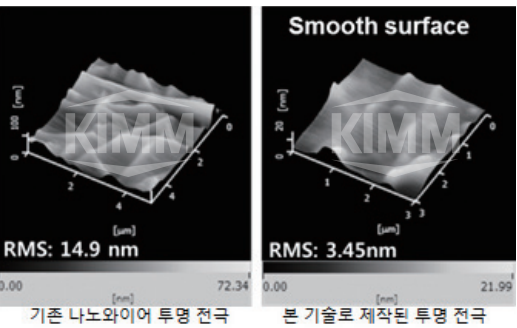
기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 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

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



지식재산권 현황

특허 · PATENT

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

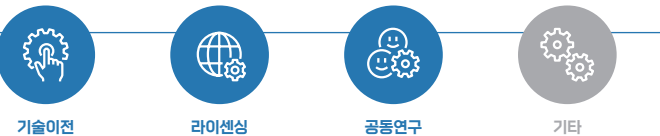
노하우 · KNOW-HOW

- 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

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



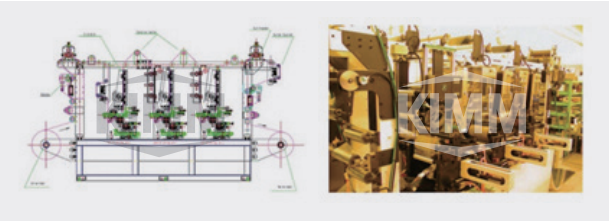


# 고속인쇄 가능한 롤투롤 윤전인쇄방식의 전자소자 제조기술

인쇄전자연구실 연구자 : 이택민 연락처 : 042.868.7451

기술 개요

- 인쇄전자를 그라비아오프셋인쇄유닛들에 의한 윤전인쇄기로 10μm급 정밀 중첩인쇄 할 수 있는 인쇄기 제작기술



고객·시장

- 인쇄전자 인쇄기제작 전문업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기계 구조의 μm급 얼라인먼트 기술이 요구됨
- 인쇄실린더의 정밀 런아웃 기술이 요구됨
- 현미경적 비전컨트롤 기술이 요구됨
- 순간 건조장치가 필요함
- 기존인쇄방식은 2차원 평면 이미지인쇄에 적용이 가능하고, 중첩정밀도는 100~150μm에 불과함
- 기존의 윤전인쇄기술은 중첩인쇄 정밀도가 낮아 전자소자의 3차원적 MEMS 구조를 중첩 인쇄할 수 없으며, 개발된 인쇄 전자용 인쇄기들은 대부분 단층 인쇄용임

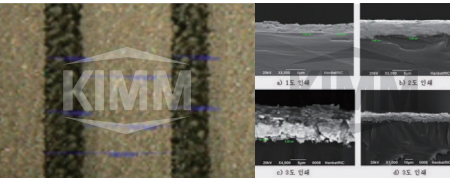
기술의 차별성

- 다층의 구조를 가진 인쇄전자를 롤투롤로 윤전인쇄 할 수 있는 그라비아오프셋 인쇄유닛의 인쇄기를 통해 선진적으로 인쇄전자 윤전 인쇄기의 시장을 선점할 수 있음
- 미세한 레지스터 마크에 의한 현미경 카메라 비전컨트롤로 10μm 이내의 중첩정밀도를 제공함
- 다층구조의 MEMS 전자소자를 일괄적으로 인쇄 생산하여 생산성을 확보한 인쇄기술을 제공함
- 다층 구조의 인쇄전자를 일괄적으로 중첩 인쇄함
  - 캐퍼시터, 트랜지스터 등으로 이루어진 마이크로 선풍을 가진 다층 구조의 미세한 전자회로 패턴을 롤투롤의 적층 중첩인쇄방법으로 대량 생산이 가능하게 되었음
- 패드인쇄방식의 소프트한 실리콘코팅이 도포된 인쇄실린더가 그라비아 실린더로부터 미세패턴을 전이 받아 낮은 접촉압력으로 100% 피인쇄체 웹에 그대로 전이 인쇄하는 독특한 전이방식은 3차원 잉크층 형성의 장점을 발휘함

- 인쇄된 미세한 레지스터 마크를 현미경 카메라의 비전시스템으로 촬영하고, 상이한 위치를 모터의 구동을 연속적으로 조정하여 보정함으로써, 10μm 이내 수준의 중첩도를 구현함
- 인쇄전자소자의 기존 인쇄기술로서 그라비아 등의 아날로그형 인쇄술은 생산성이 좋은 반면 미세패턴 형성이 어렵고, 잉크젯 방식의 디지털형 인쇄술은 10μm 이상의 미세한 패턴형성은 가능하나, 생산성이 떨어지는 단점이 있음
- 이에 반해 본 윤전인쇄기는 두 가지의 장점 즉, 미세패턴 형성과 생산성을 제공함
- 더구나 기존의 중첩 인쇄기술의 한계점인 100~150μm의 중첩정밀도를 10μm 이내 수준의 중첩도로 향상시켰고, 기존 윤전인쇄에서 불가능하였던 3차원 중첩인쇄를 가능하게 함

기술의 우수성

- 그라비아 오프셋 인쇄유닛을 3개로 일괄 연결한 롤투롤 윤전인쇄기 거치된 실험용 그라비아 실린더 크기는 직경(φ) 150mm 폭 260mm임으로 인쇄화면 크기는 210×471mm임
- 페이스트 Ag잉크로 3중첩 인쇄하여 전극회로를 생산한 결과 200mΩ/m의 양호한 전도도를 보임



〈 Ag잉크의 3중첩 인쇄결과 〉

지식재산권 현황

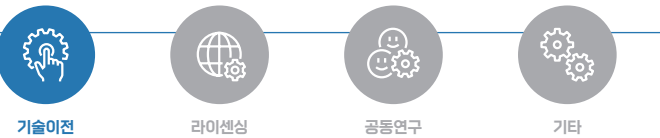
특허 · PATENT

- 롤-투-롤 윤전인쇄방식을 이용한 전자소자 제조장치(KR1014363)
- 롤-투-롤 윤전인쇄시스템의 인압 제어장치(KR0911214)
- 롤-투-롤 윤전인쇄방식을 이용한 전자 소자의 제조방법 및 그 제조장치(KR0634327 EP06112095.2)
- 오프셋 인쇄용 블랭킷 실린더(KR2007-0101925)
- 진동없이 잉크를 닦을 수 있는 평판 그라비아 인쇄판 거치 실린더(KR2009-0055371)
- 진동없이 밀착회전하는 실린더로 구성된 오프셋인쇄기의 인쇄유닛(KR2009-00553713)
- 롤-투-롤 윤전인쇄방식을 이용한 전자소자의 고속제조방법 및 그 제조장치(PCT/KR2008/006168)
- 상이한 형상을 갖는 레지스터 마크를 이용하여 다중 전자인쇄층을 가능 맞추는 방법(KR1071630)
- 분할 잉크 챔버가 설치된 전자회로 인쇄용 윤전인쇄기와 이의 인쇄방법(KR1096529)
- 인쇄전자 윤전인쇄기의 판통실린더 축방향 이동제어 구동장치(KR2013-0021549)
- 실시간 위치조정이 가능한 인쇄전자 윤전인쇄의 정밀중첩인쇄 방법(KR1300192 US13/627523)
- 실시간 위치조정이 가능한 인쇄전자 윤전인쇄기의 중첩 및 중복인쇄장치 및 그 방법(KR1288135)
- 전자회로 인쇄용 그라비아오프셋 윤전인쇄기의 투루롤링(KR1152775)
- 롤-투-롤 인쇄전자 윤전인쇄기의 레지스터 마크를 이용한 가능맞춤장치 및 그 방법(KR2013-0094982)
- 그라비아오프셋 윤전인쇄유닛의 인쇄화면 길이를 이용한 투루롤링(KR1393537)
- 롤-투-롤 윤전인쇄방식을 이용한 전자소자의 제조방법 및 그 제조장치(KR0634327)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

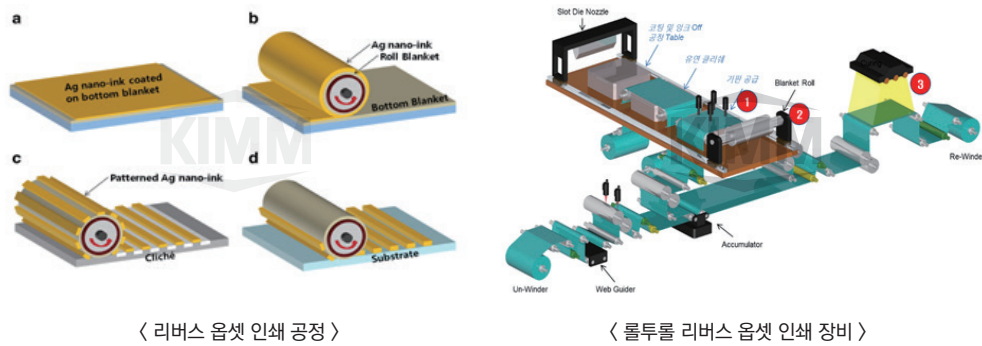


# 정밀 롤투롤 리버스옵셋 인쇄 기술

인쇄전자연구실   연구자 : 강동우, 이택민   연락처 : 042.868.7237

기술 개요

- Step & Repeat 방식으로 롤투롤 이송되는 필름 기재 상에 초미세 전도성 패턴을 정밀 중첩 인쇄하는 장비 · 공정 기술



고객·시장

- 플라스틱 필름 상의 고정밀 전도성 패턴을 필요로 하는 차세대 플렉서블 TFT 백플레인 (차세대 플렉서블 디스플레이, 포도 디텍터 및 센서 등으로 활용)

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

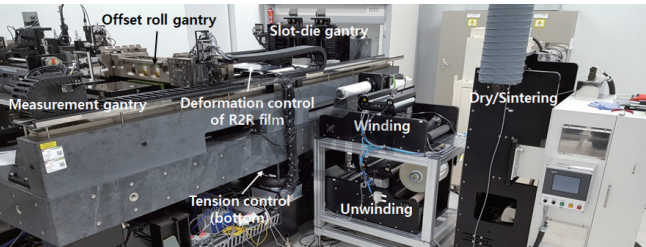
- 플렉서블 디스플레이, 센서 등 새로운 전자소자들에 대한 시장의 수요와 기대에 비해 현재 롤투롤 패턴닝 기술은 이에 못미치고 있으며, 빠른 상용화가 가능한 신뢰성 있는 롤투롤 패턴닝 기술 개발이 지속적으로 요구됨
- 이러한 기술적 한계로 인해 삼성, LG 등의 디스플레이 업체들에서는 플라스틱 필름이 코팅된 유리기판에 플렉서블 디스플레이를 생산 후 플리스필 필름을 박리하는 형태로 양산을 진행 중이며, 이러한 부가 공정으로 인한 공정단가 손실이 발생함
- 기존의 롤투롤 인쇄 기술의 경우 상대적으로 단순한 회로만을 구성할 수 있고 전기적 특성이 약하며 제품의 신뢰성이 낮아 시장 진입이 제한됨
- 플렉서블 디스플레이 등 시장의 수요가 큰 복잡한 구조들을 롤투롤 저가/대량 생산할 수 있는 정밀 패턴닝 기술의 확보가 필요함

기술의 차별성

- 200mm 폭 이상의 대면적 롤투롤 필름 상에 3μm 이하급 초미세 패턴들의 형성이 가능함
- 리버스 옵셋 공정은 100% 잉크 전이 공정을 이용함에 따라 형성된 패턴들의 두께 균일도, LER(Line edge roughness) 등의 패턴 품질이 우수함
- 인쇄 전 제판 · 기판 상 패턴들의 위치 및 인쇄 후 패턴들의 중첩 오차를 정밀하게 계측하고 이를 통해 인쇄 중첩 오차를 자동으로 보정함으로써 200mm 폭 롤투롤 필름 상 5μm 이하급의 정밀 중첩 인쇄가 가능함

기술의 우수성

- 인쇄 후처리에 필요한 열공정 등에서 발생하는 플라스틱 필름의 열수축 영향을 최소화 할 수 있는 공정 기술 및 자동 보정을 통한 중첩 정밀도 제어 기술들을 확보함
- 렌즈와 패턴들의 정밀 중첩이 필요한 보안 필름 등의 롤투롤 생산 등으로도 활용이 가능함
- 대면적 플라스틱 필름 상에 3μm 메쉬 패턴들의 형성을 통한 투명전극 제작
- 중첩 위치 오차의 자동 계측 · 보정 기능이 구현된 정밀 롤투롤 리버스 옵셋 장비를 개발하고 중첩 정밀도 성능 검증



〈 정밀 롤투롤 리버스 옵셋 인쇄 장비 〉



〈 리버스 옵셋 인쇄를 이용한 메쉬형 투명 전극 〉   〈 롤투롤 리버스 옵셋 인쇄된 중첩 인쇄 샘플 및 중첩 정밀도 계측 결과 (중첩 오차 벡터맵) 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 동기화 오차를 계측 및 보정하는 인쇄 장비 및 방법 (KR1445064, US9421753)
- 동기화 오차를 보정하는 인쇄 장치(KR1445065)
- 구동 피드백 신호를 이용한 동기화 오차를 계측 및 보정하는 인쇄 장치 및 방법(KR1519843)
- 인쇄 위치 정밀도 보정 방법(KR1527721)
- 분할 오프 방식의 리버스 옵셋 인쇄 방법 (KR1211992, US8820239, JP5500743)
- 롤투롤 리버스 옵셋 인쇄 장치 및 이의 얼라인 방법 (KR1855844)

노하우 · KNOW-HOW

- 정밀 리버스 옵셋 인쇄 공정 및 전도성 잉크 제조 기술
- 중첩 오차의 정밀 계측/분석 및 중첩 오차 자동 보정 S/W 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



# 페루프 리니어 모터 고속 컨베이어

인쇄전자연구소   연구자 : 김현창   연락처 : 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

- 디스플레이, 배터리 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

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



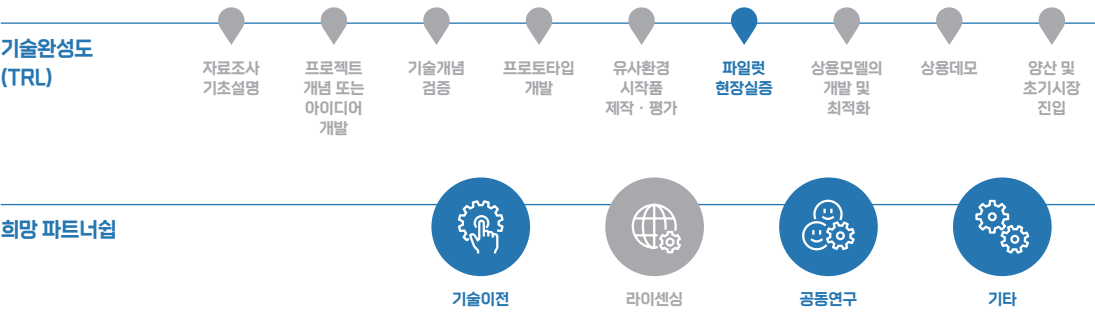
지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 리니어 모터 및 그 제어 시스템(KR2164594)

노하우 · KNOW-HOW

- 다수의 Multi-phase 드라이버 홀 스위칭 기술
- 다수 이동자 개별 위치 정보 획득 및 구동 제어 기술



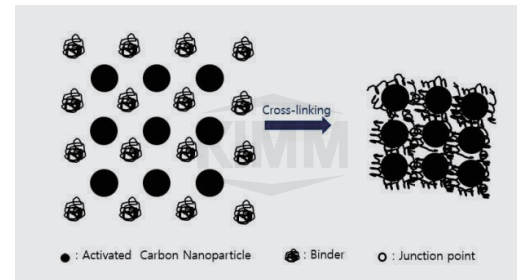


## 경화성 polymer binder를 이용한 고성능 Supercapacitor 제조 기술

인쇄전자연구실 연구자 : 장윤석 연락처 : 042.868.7469

### 기술 개요

- 경화성 Polymer Binder를 활용하여 친수성 Activated Carbon이 전해질 용액에 녹는 것을 방지하고 전해질과의 친화도를 향상시켜 Supercapacitor의 성능을 향상시키는 기술
- 경화성 Polymer binder를 활용함으로써 절연체인 binder의 함량을 줄일 수 있어 Supercapacitor의 성능을 향상시키는 기술



### 고객·시장

- Supercapacitor/Battery 제조 업체

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

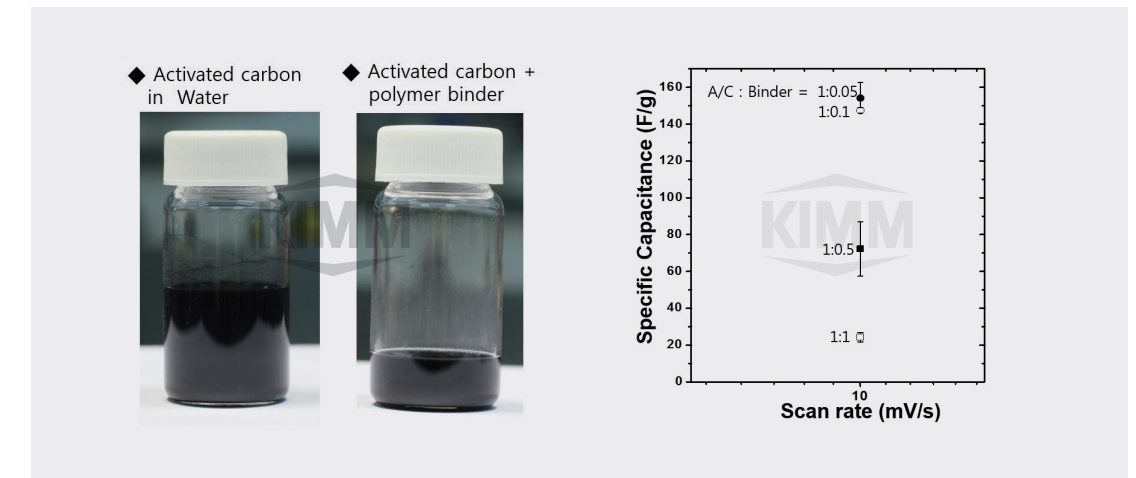
- Supercapacitor은 대부분 수(water)계 전해질을 대부분 사용하고 있음
- 전해질과 전극인 Activated Carbon의 친화도를 올리기 위해서는 Activated Carbon 표면에 Hydroxyl Group을 치환하여 친수성 표면으로 만드는 것이 좋음
- 기존의 재료를 활용할 경우 Activated Carbon 표면의 친수성 Group에 의해 전극이 전해질에 녹아나는 문제가 발생함
- 수(water)계 전해질과 전극인 Activated Carbon의 친화도를 증가시켜 전극(Activated Carbon) 표면에 전기 이중층 형성에 도움을 줌
- 향상된 전기 이중층은 Supercapacitor 용량 향상에 도움을 줌
- 기존 Binder와 달리 경화성 polymer binder의 경우 친수성 전극이 전해질에 녹아떨어지는 것을 막아 줌

### 기술의 차별성

- Activated carbon의 경우 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 전해질에서 100 ~ 120F/g 정도의 용량을 나타냄
- 표면이 Hydroxyl Group으로 치환된 Activated Carbon과 경화성 polymer binder를 사용할 경우 1 M Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 전해질에서 154F/g의 높은 용량을 나타냄
- 기존의 재료의 한계를 극복하여 고성능 Supercapacitor를 제작할 수 있음

### 기술의 우수성

- 용매, 전극, binder의 친화도가 높아 잉크의 안정성이 높음
- 1 M Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 전해질에서 154F/g의 높은 용량을 나타냄
- 논문 게재 Y. Jang et. al, Activated carbon nanocomposite electrodes for high performance supercapacitors, Electrochimica Acta 102(2013) 240-245



### 지식재산권 현황

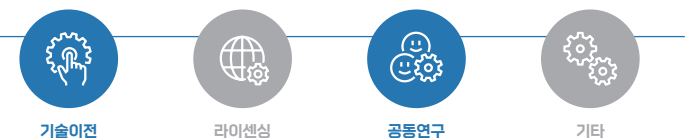
#### 특허 · PATENT

- 경화성 폴리머 바인더를 활용한 고성능 기능성 활성 탄소 슈퍼 커패시터 및 이의 제조 방법(KR1325952)
- ELECTRODE COMPOSITION FOR SUPERCAPACITOR, ELECTRODE INCLUDING CURED MATERIAL, AND SUPERCAPACITOR INCLUDING ELECTRODE(US9318276)
- High performance functionalized activated carbon supercapacitor by using curable polymer binder (일본, 출원 중)
- 부직포 조직을 갖는 은 멤브레인의 제조방법 및 이에 의해 제조된 은 멤브레인, 그리고 부직포 조직을 갖는 은 멤브레인을 이용한 슈퍼커패시터 또는 배터리용 집전체 제조방법(KR1597535)

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십



# 인쇄전극을 이용한 발열시트 (Heating sheet)

인쇄전자연구실   연구자 : 김광영, 조정대   연락처 : 042.868.7162

기술 개요

- 섬유 또는 필름에 전기적 특성을 갖는 소재를 코팅하지 않고 주기 패턴을 인쇄 또는 각인하는 방식을 이용한 발열소자 및 시트



고객·시장

- 발열/온열시트, 자동차 좌석, 난방 기구 및 시설, 레저용품, 바이오치료제품 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

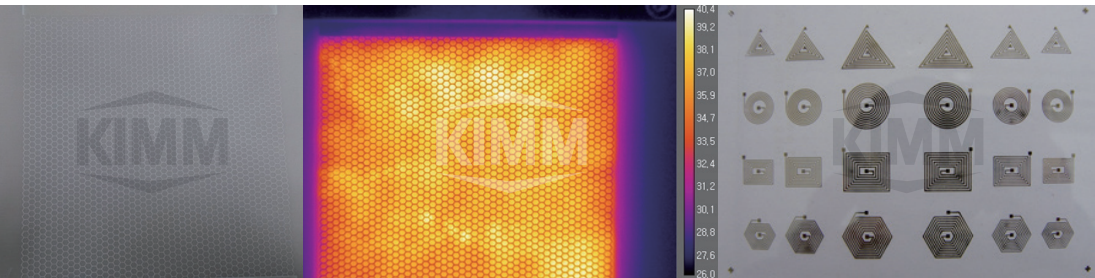
- 필름에 탄소가 코팅된 섬유(탄소섬유)를 불규칙한 간격으로 격자 패턴을 배치하여 제작됨
- 탄소섬유는 일반적인 섬유를 탄소잉크 통에 담그는 방식으로 제작됨
- 이때, 간격이 일정하지 않거나 간격 조절이 어려움
- 섬유에 코팅된 잉크량이 일정하지 않거나 두께 조절이 어려움
- 간격에 따라, 잉크 코팅량에 따라 전기발생량이 다름
- 뭉치는 부분에서는 열화 발생 및 열 발생량이 다름에 의한 박리되는 현상 발생함
- 선이 얇은 부분에서 저항이 크게 되어 단락이 발생됨
- 동일한 크기의 전기 및 열 발생이 어려움

기술의 차별성

- 기존 공정(잉크통에 담그는 방식, 탄소섬유 코팅 등이 필요하지 않음)과 다른 방식인 필름에 탄소잉크를 인쇄(각인) 방식으로 일정한 간격으로 격자 패턴을 배치하여 제작함
- 서로 부착되는 유연 박막 필름과 보호 필름 사이에 도전성 인쇄전극을 구비하고, 인쇄전극에 연결되는 전원단자에 외부 전원을 연결함으로써 인쇄전극에서 발열을 구현
- 제판으로 인쇄(각인)하기 때문에 패턴 간격이 일정함
- 다양한 두께 조절이 가능하므로, 전기량 및 열량 크기 조절이 가능함
- 일정한 전기 및 열 발생량을 얻을 수 있고, 열화 및 저항으로 인한 단락의 발생은 낮음

기술의 우수성

- 인쇄(각인) 패턴이므로 같은 공정에서는 균일하고 재현성 있는 두께 및 선폭의 패턴 제작이 가능함
- 전기적/기계적 성능이 우수함-균일한 선폭을 가지므로 일정한 저항값을 갖게 되어 열화 발생 및 열 발생량이 다름에 의한 박리되는 현상이 매우 낮으며 단락현상은 거의 없음
- 온도조절이 0℃ ~ 200℃ 까지 가능하며, 수십m 길이까지 제작 가능함
- 섬유 또는 필름에 다양한 형태(form factor free)의 패턴으로 제작 가능함
- 보호필름의 제품화를 위한 라미네이팅 등 후처리 공정이 쉬움



〈 인쇄전극을 이용한 발열시트 및 전기진동기 제작 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 인쇄전극을 이용한 발열 시트(KR1480160)
- 인쇄전극을 이용한 전기진동 발생기(KR1450212)

노하우 · KNOW-HOW

- 유연(필름, 섬유)/신축기판 표면처리기술
- 유연/신축소자 전기적/기계적 특성 평가기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너쉽



열형 - 롤 임프린트 장비

인쇄전자연구실 연구자 : 조정대 연락처 : 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, 에너지소자 및 전파흡수구조체 등
- 롤투롤(Roll-to-Roll) 및 평판(Roll-to-Plate) 프린터의 기능성 미세제판 및 하이브리드 장비화

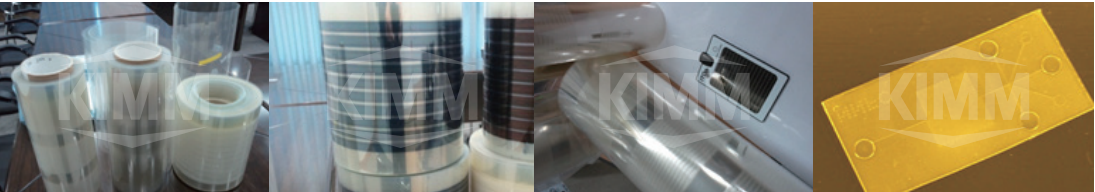


기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 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
- 기존 기술은 다수의 장비, 공정비용 및 공정단계가 필요하며 대량생산에 한계가 있음
- 롤(유연필름/신축기판) 형태의 공정기술 적용이 어려움

기술의 차별성

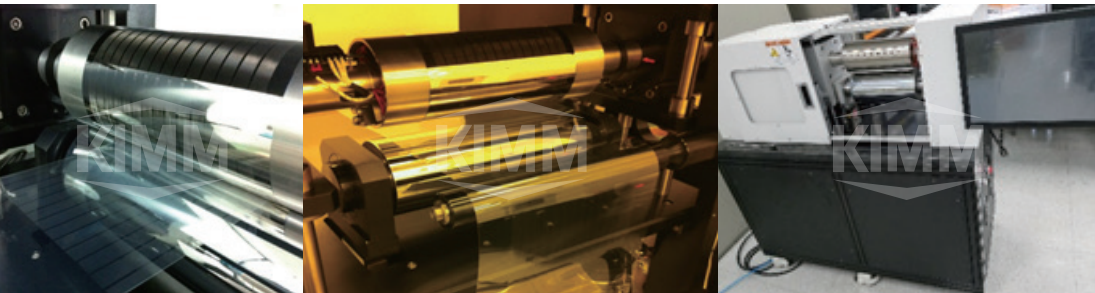
- 롤투롤/롤-평판 모두 가능한 방식으로 미세패턴을 유연/신축 기판에 직접 임프린트하는 방법임
- 미세패턴을 유연/신축기판에 직접 임프린트하므로 공정 단계가 획기적으로 감소되고 양산화 적용이 쉬움
- 하나의 장비에서 유연/신축소자 제작이 가능하고 코팅장비, 라미네이팅 장비 등 모듈형으로 확장성이 높음
- 유연성 금속(SUS)/전주도금 마스크를 이용하여 마이크로/나노크기의 다양한 패턴의 임프린트가 가능함
- 마이크로/나노 복합패턴 제작 기술에 적용 가능함
- 평탄화(remolding) 기술을 적용하여 균일 임프린트가 가능함
- 열 및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



〈 롤투롤 각인 필름 및 다양한 응용 시제품 〉

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 1 Tonf이고, 온도는 최대 300℃ 까지 가능하고, 각인 깊이는 최대 20μm까지 가능함
- 기존 인쇄 및 임프린트 공정에 의한 패터닝보다 선풍의 형상이 균일함(광학적 특성 우수)
- 기판 사용의 제한없이 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

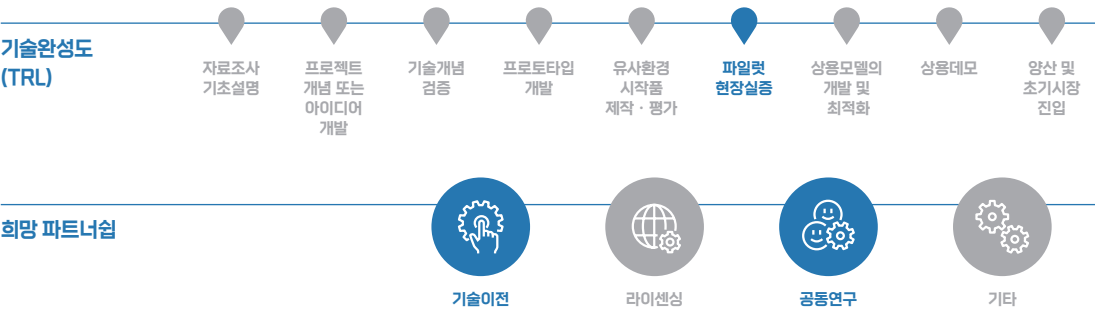
특허 · PATENT

- 열형 롤 임프린팅과 패턴된 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 패턴된 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)

지식재산권 현황

노하우 · KNOW-HOW

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



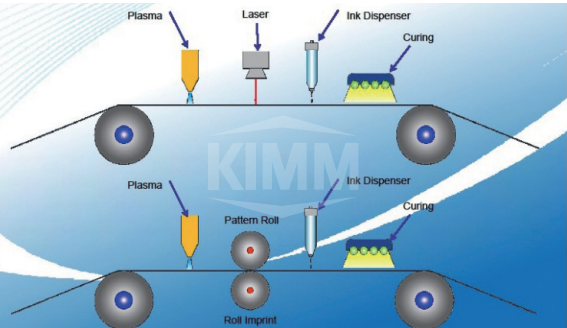


투명전극 및 투명전극필름  
제조기술

인쇄전자연구실 연구자 : 조정대 연락처 : 042.868.7162

기술 개요

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



고객·시장

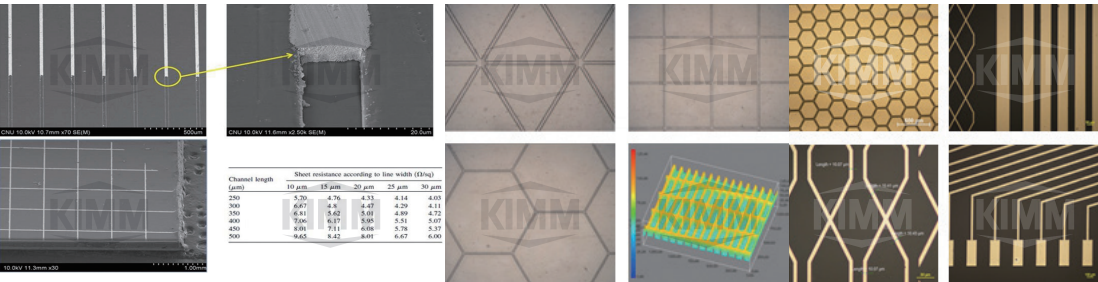
- 터치패널 차세대 디스플레이, 광학필름, 보안필름, 바이오센서, 마이크로렌즈, 멤브레인 기판, 3차원 센서, 에너지소자 및 전파흡수구조체 등

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)



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 · PATENT	노하우 · KNOW-HOW
<ul style="list-style-type: none"><li>투명전도필름 제조 방법, 그 장치 및 그 투명도필름 (KR1357284, EP14168884.6)</li><li>인쇄기반 금속 배선을 이용한 투명전극 제조 방법 및 그 투명전극(US8912086)</li><li>전도성 금속 필름 전극 제조장치(KR1659462)</li><li>인쇄기반 금속 배선을 이용한 투명전극 제조 장치 (US13/223365)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>투명전극제작 전/후처리 공정기술</li><li>유연/신축기판 표면처리기술</li><li>유연/신축소자 전기적/기계적 특성 평가기술</li></ul>



# 반사방지 초발수 컬러 유리

▶ 자연모사응용연구실 ▶ 연구자 : 임현의, 박승철, 여선주 ▶ 연락처 : 042.868.7106

## 기술 개요

- 요철을 형성하는 나노구조체의 높이를 조절하여 기재의 반사율이 제어되도록 하는 기능성 표면과 관련된 기술임
- 별도의 코팅층 없이 나노구조체만으로 표면의 파장별 반사율을 제어하는 기술임
- 무기입자를 활용하여 색을 가지게도 할 수 있음

## 고객·시장

- 반사방지가 필요한 모든 표면, 물을 싫어하는 모든 표면, 유리창, 거울, 안경, 광학부품, 디스플레이 커버글래스, 태양전지 커버글래스

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

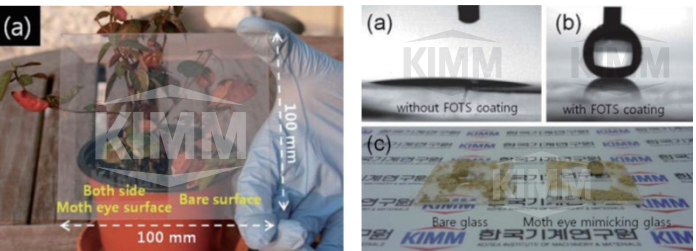
- 투명하면서도, 뛰어난 발수성 및 자기세정효과로 인해 표면 오염물이 잘 묻지 않거나, 쉽게 제거할 수 있는 표면을 제작하는 것임
- 투명한 표면에 나노구조를 형성시켜 투명도의 향상 및 초발수 효과를 구현하고자 하는 다양한 시도들이 있었으나, 주로 많이 연구된 투명 고분자를 이용하여 표면에 전사하는 방법은 표면에 뾰뾰하게 나노구조를 형성시키기 어렵거나, 표면 접촉에 의해 쉽게 부서지는 단점이 있었음
- 야외에 설치되는 유리의 경우, 표면에 쌓이는 먼지의 제거를 위해 지출되는 비용이 상당하므로, 적은 양의 물(내리는 비 정도의)로도 세척이 용이하면서도 높은 광투과도를 가지는 유리의 개발이 필요함

## 기술의 차별성

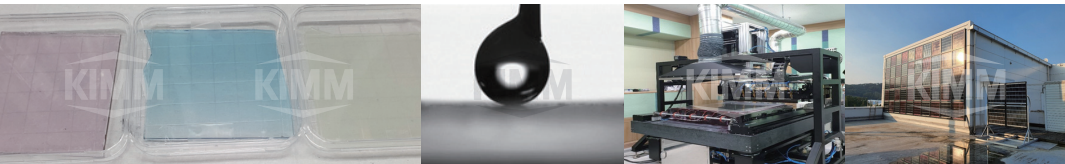
- 자기조립 나노입자층을 식각을 위한 마스크로 이용하기 때문에 공정 비용이 저렴하고, 공정 시간 또한 상대적으로 짧아 쉽고 간단한 공정 기술임
- 유리 표면을 식각하여 나노구조물을 형성하는 기술이므로, 구조가 상대적으로 강건하고, 외부 환경에 대한 특성의 저하가 작음

## 기술의 우수성

- 자기조립 나노입자 층을 마스크로 이용하여, 플라즈마 식각 공정을 통해 투명 유리 기판 위에 나노구조물을 형성함
- 이를 통해 형성된 나노구조 투명 유리 기판은 아래 왼쪽 그림의 투과도 그래프와 같이 나노 구조가 없는 경우에 비해 2~3% 정도 투과도가 향상됨
- 플라즈마 가공 직후의 나노 구조 유리는 아래 오른쪽 그림 (a)의 삽입그림과 같이 초친수성을 보이며, 발수 화합물 코팅 이후에는 그림 (b)와 같이 물접촉각 150°이상의 초발수성이 구현됨



- 본 기술의 연구책임자 기준으로 10여년 이상의 연구 경력을 가짐
- 도심용 건물형 태양광 모듈 개발을 위한 자가 세정 기능의 고부가가치 컬러 유리 개발
- 자기세정(접촉각 90°) · 다색(8종) · 반사저감(투과율 85%)의 기능을 가지는 컬러유리 습식 · 대면적 공정 기술 개발
- 기존모듈대비 출력효율이 80% 향상된 컬러 태양광 모듈 개발



## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

- 기능성 표면의 제조방법(KR1340845)/기능성 표면의 제조방법(KR1340874)/기능성 표면의 제조방법(KR1103264, JP5220066, US8728571)/마이크로 보강 범퍼를 갖는 초발수 표면 제조 방법 및 그 방법에 의해 제조된 초발수 표면을 갖는 초발수 제품(KR1165606)/초발수 표면 제조방법(KR0854486, US8,216,483, CNZL 200780052518.8, EP07851416.3)/무반사 표면 및 초발수 표면의 제조방법(KR1014277)/나노구조물 패터닝 방법(KR1168250)/바이오 칩 및 그의 제조 방법(KR1337504)
- 태양전지용 기능성 커버(KR2019-0053292)
- 멀티 코팅 모드를 갖는 코팅 헤드 및 이를 이용한 기능성 용액 코팅 방법(KR2019-0177374)
- 대면적 기판 나노입자 코팅장치(KR2013-0142142)

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



전기소모를 획기적으로 줄이는  
고기능 표면의 제습장치

▶ 자연모사용연구실 ▶ 연구자 : 임현의, 오선종 ▶ 연락처 : 042.868.7106

기술 개요

- 제습기의 제습량 증대를 위한 냉각핀 형상 설계 및 냉각핀 표면 젖음성 개질 공정기술임
- 제습기용 열전모듈 어셈블리에서 냉각핀에 맺히는 물방울을 보다 효과적으로 제거함으로써 제습효율을 향상시킬 수 있음
- 열전핀의 항박테리아 성질 유지 및 찬바람 제습 가능

고객·시장

- 제습기 제조회사, 에어컨 제조회사, 냉동 공조 분야

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

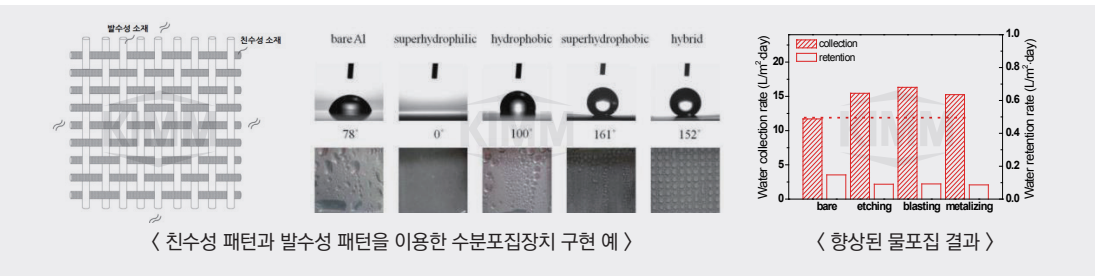
- 기존의 냉동공조에서는 흡습제를 이용하여 공기 중 수분을 흡수하거나, 냉매와 단일 젖음성의 표면을 이용하여 공기 중 수분을 응축하여 공기 중 수분을 제거하는 기술을 사용하고 있어 효율의 측면에서 개선의 여지가 있음
- 건조식 제습장치는 화학물질인 흡습제를 이용하고, 흡습제가 공기 중의 습기를 더 이상 흡수하지 못하면, 흡습제를 재가열하여야 하며, 이 과정에서 추가 비용이 발생함
- 냉각식 제습장치는 팬을 이용해 습한 공기를 빨아들인 뒤 공기 중의 수분을 물로 변환시키기 위하여 프레온 냉매를 사용하는데, 발수성 혹은 친수성 등의 단독 젖음성을 가지거나 저성능의 젖음성의 성능을 가지도록 증발핀을 제작하여 많은 에너지 소모가 필요함
- 에너지 효율이 높은 제습 장치를 요구함

기술의  
차별성

- 실용적인 고기능의 표면을 이용한 제습 기술임
- 공기 중의 수분을 포집하여 물방울로 만드는 친수성 소재와 포집된 수분을 흘러 내리게 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 함
- 상용화가 가능하도록 값싼 공정을 이용하여 고기능의 표면을 구현함
- 제습기 가동 후 잔류 수분에 의한 냉각핀 오염물질을 순간 고온으로 살균함(15초 살균으로 박테리아 100% 제거)
- 찬바람 제습기로 토출구 온도 21.9℃ 구현이 가능함
- 연구책임자 기준 표면개질분야 10년 이상 연구 경력이 있음



〈 친수성 패턴을 가지는 발수성 표면 〉

〈 고기능 표면의 구현 예 및 제습장치 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 환경위험 저감을 위한 인공나무 (KR2018-0025845)
- 냉동공조장치에 설치가능한 열회수용 열전모듈 및 이를 포함하는 냉동공조장치(KR1930867)
- 열회수 기능을 구비한 제습기(KR1750403)
- 안개제거 필터(KR1688982)
- 열전소자 어셈블리의 히트싱크 살균 방법 및 장치 (KR1818729)
- 미세 범프를 가진 전열핀(KR1739049)
- 냉각핀 블록 및 이를 포함하는 제습기용 열전모듈 어셈블리(KR1679219)
- 제습기용 열전모듈 어셈블리(KR1519071)
- 친수성 및 소수성 특성을 구비한 하이브리드 전열핀 및 이의 제조방법(KR1510304)
- 증발기의 전열핀(KR1303565)
- 수분 포집 장치(KR1059738)
- 초발수성을 갖는 히트싱크 및 그 제조방법 (KR1136391)
- 수분 포집 장치(KR1077939)
- 휴대용 물 포집장치(KR2020-0133541)
- 구조토를 포함하는 필터용 조성물, 구조토 필터 제조방법, 및 구조토 필터를 구비한 다단 필터장치(KR2020-0133687)
- 열전모듈을 이용한 제습 장치 및 제습 방법 (KR2222265)

노하우 · KNOW-HOW

- 알루미늄 표면 젖음성 제어를 위한 복합패턴 제작 공정(친수성: 접촉각 10° 이하/초소수성: 접촉각 160° 이상)
- 다양한 표면에서의 응축거동에 대한 이해





유연 압력/촉각 감지기술

자연모사응용연구실 연구자 : 임현의, 정영도, 오선종 연락처 : 042.868.7106

기술 개요

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

고객·시장

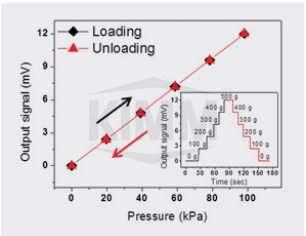
- 복지/의료 분야: 질병/사고 등으로 촉각 감각을 손실한 환자를 위한 촉각 피드백이 적용된 인공 손/팔
- 산업분야: 원격 조립, 검사, 진단 시 촉각 피드백 제공

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 고성능의 다양한 촉각센서들이 연구개발된 바 있으나, 실제 사용이 필요한 외부 환경(온도, 습도, 방사선 등)에서 성능 확보에의 어려움이 존재함
- 고성능 센서의 다양한 분야 적용을 위한 압력 감응 범위 및 민감도 조절에 어려움이 존재함

기술의 차별성

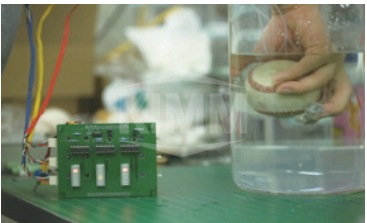
- 센서의 이력(Hysteresis)현상이 없으며, 반복 사용시에도 높은 신뢰성을 가짐



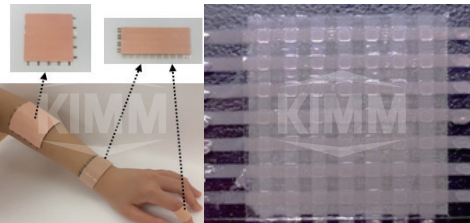
- 압력감응 범위를 쉽게 조절이 가능하며, 다양한 환경에서의 활용이 가능함



극한환경 활용  
: 물속 측정 가능



높은 민감도  
: 손목 맥박 측정



피부형 대면적 디지털 센서(좌),  
피부형 대면적 다단계 센서(우)

- 3D 프린터 공정기반 기술로, Thermal chromic을 이용하여 피부와 유사한 색을 띄며 시각적인 온도 측정 가능
- 자유로운 형태 및 압력범위를 갖는 피부형 촉각 센서
- 낮은 히스테리시스 및 온도변화 영향 최소화
- 접촉전 접근 영향 최소화한 하이브리드 대면적 센서 개발



〈 3차원 센서 집합체 〉

- 최초의 통합형 촉각센서 시스템으로, X-Y 평면 상 한 포인트에서 발생하는 다중의 접촉물리량인 접촉 수직압(동적/정적), 전단력, 진동, 접촉온도를 실시간으로 동시감지 및 구분/판단 가능

지식재산권 현황

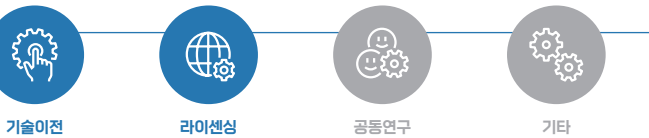
특허 · PATENT

- 다단계 촉각감지 센서(KR2090684)
  - 생체용 전극 장치 및 그 제조 방법(KR2020-0132260)
  - 수직 전단력 촉각센서, 이의 제조 방법 및 촉각 센서 시스템(KR1879811)
  - 스트레처를 인쇄 회로 기판 및 스트레처를 인쇄 회로 기판 제조 방법(KR2020-0132261)
  - 신축성 기판 및 그 제조 방법(KR 2020-0132259)
  - 촉각 센서(KR2019-0097402), 촉각 센서(KR2171596)
  - 촉각 감지 시스템(KR2020-0003229)
  - 촉각 센서 및 그 제조 방법(KR2183137)
  - 프린팅 플레이트의 형상이 가변되는 3D 프린터 및 이의 운용방법 (KR 2020-0077234, KR2020-0077235, KR2020-0082235) 외 10건

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



초발수/자기세정기술

자연모사응용연구실 연구자 : 임현의, 정영도, 박승철 연락처 : 042.868.7106

기술 개요

- 구조물과 화학적 코팅을 이용한 접촉각이 높은 표면 제작기술임
- 오염이 덜 되며 쉽게 세정이 되는 표면 제작기술임
- 과불화합물(테플론) 대체 고온내구성 초발수 표면

고객·시장

- 깨끗함을 유지해야하는 모든 표면, 물을 싫어하는 모든 표면
- 가정용품 : 프라이팬 등의 조리기구, 욕실 벽 등의 내장재, 창문 등의 유리소재, 부엌가구의 표면 등
- 산업용품 : 선박, 자동차, 항공기 등의 운송기 표면 외장재, 원자력 연료봉 표면, 우주선 유리표면, 열교환기, 단열재, 태양전지 보호용 유리, 건축용 외장재 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

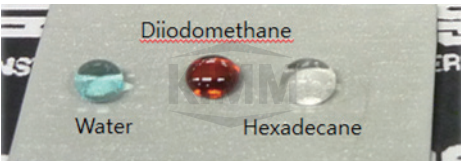
- 표면에서 물과의 접촉을 감소시키는 초발수 특성은 표면에너지가 작은 화학적 특성과 접촉이 적은 표면구조에 기인하는 특성으로 가정/생활제품부터 산업현장까지 다양한 곳에 적용되는 기술로 많은 연구가 진행 중임. 현존하는 대부분의 기술은 불소화합물의 화학적 코팅으로 다양한 환경(고온, 고압 등 포함)에 적용하기에는 내구성 및 장기안정성에 문제가 있음

기술의 차별성

- 500℃에서 사용가능한 고내구성 친환경 초발수 표면처리 기술임
- 각 end item 및 적용환경의 온도에 맞추어 개별적인 코팅이 가능함
- 표면구조형성과 표면코팅을 one step으로 진행하여 공정 시간 단축/비용 절감이 가능함

기술의 우수성

- 500℃ 이상에서도 초발수 특성을 유지하는 고내열 초발수 코팅기술임
- 굽힘 및 충격에도 건디는 고내마모성 코팅임



〈 초발수, 초발유특성을 보이는 알루미늄 표면 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 나노구조물의 네트워크 구조를 갖는 가스센서 및 가스센서의 제조방법(KR2017-0048405)
- 박테리아 차단용 필름, 그 제조 방법 및 이를 포함하는 의료 기기(KR2173034)
- 초발수성 금속 표면 제조 방법(KR1424995)
- 인젝터의 결빙 방지용 초발수성 분사노즐(KR2012-0106459)
- 고내열성 초발수 표면처리 방법 및 장치(KR2210567)
- 방수 코팅제 조성물 및 이를 이용한 방수 코팅 방법(KR2021-0016268)
- 미세 구조물이 형성된 기판의 F-DLC 코팅 방법 및 이 방법에 의해 형성된 미세 구조물이 형성된 기판(KR1546361)
- 바이오필름 형성 억제를 위한 마이크로 구조물이 구비된 필름 제조 방법, 및 이를 이용한 필름(KR2021-0003540)

노하우 · KNOW-HOW

- 다양한 기판에 적용가능한 공정기술을 가지고 있음
- 광범위의 맞춤형 접촉각이 구현 가능함
- 응축, 결로, 방빙에 관한 다양한 실험 수행

기술완성도 (TRL)



희망 파트너쉽



# 가시광무반사 및 적외선반사(IR filter) 기술

자연모사응용연구실 : 임현의, 박승철 연락처 : 042.868.7106, 7661

기술 개요

- 가시광영역 무반사 평면/곡면(렌즈) 및 적외선 영역 금속 나노구조 기반 파장 선택적 필터 제작 및 설계 기술
  - 380nm~780nm(가시광영역) 반사도 1% 이하의 평면 유리 제작 및 설계 기술
  - anti-flare/ghost를 위한 무반사 렌즈 제작 기술
  - 근적외선(NIR)의 열차단 및 방출을 위한 금속 나노구조 기반 파장 선택적 필터 제작 및 설계 기술

고객·시장

- 무반사 평면유리: 건축내·외장재, 전시용 유리, 동물원 및 관람용 유리, 자동차유리, 태양광 소자 등
- 무반사 곡면유리(렌즈): 광학렌즈, 현미경 렌즈, 군용 광학장비 등
- 적외선 필터: 태양광 관련 신재생에너지소자, 열차단막, 방열, 방한 등의 소재

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

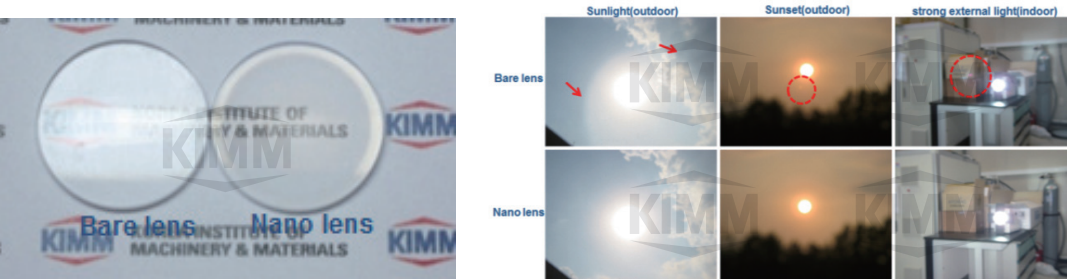
- 기존의 chemical coating 방식의 반사저감 기술의 경우 refractive index matching이 어려우며, 코팅이 복잡하고 단가가 높음
- 기존의 단순 입자코팅방식의 경우보다 낮은 비용의 제작이 가능하지만 가시광영역(550nm기준) 1~2%의 반사도 저감이 가능함

기술의 차별성

- chemical coating방식에 비하여 낮은 제작공정비용을 통하여 가시광영역에서 1%이하의 반사도 형성이 가능함
- 표면구조물의 scale과 곡률의 상대적인 차이로 인하여 기존의 평면에 구조물을 형성하는 방식을 동일하게 적용을 하여도 안정적인 무반사 표면구조물 형성이 가능함
- 기존 렌즈의 표면에서 발생하는 내부난반사에 의한 이미지 형성의 오류(flare, ghost image)를 원천적으로 차단 할 수 있음
- 주기적인 나노단위의 균일한 표면구조물 형성을 통하여 하부 기판의 종류와 상관없이 넓은 파장에 대한 반사저감 효과를 유도할 수 있음
- 표면 구조에 따라 반사저감이 유도되므로 외부의 chemical, 습기, 자외선 등에 의한 변성이 없음
- 무반사 표면구조물 형성 방식과 유사한 공정으로 진행되는 금속구조물 기반의 파장 선택적 IR filter의 경우 다양한 파장에 대하여 선택적인 반사도 향상이 가능한 IR filter형성이 가능함

기술의 우수성

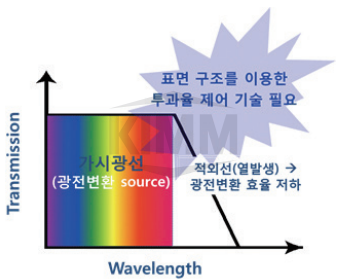
- 가시광영역(550nm 기준) 1%이하의 반사도 형성이 가능하며, 곡면에서도 refractive index matching의 어긋남 없이 안정적인 무반사 표면구조물 형성이 가능함



〈 일반 렌즈(bare lens)와 무반사 렌즈(nano lens) 〉

〈 일반 렌즈(bare lens)와 무반사 렌즈(nano lens)를 이용한 사진 촬영 시 이미지 왜곡 결과 〉

- IR filter의 경우 원하는 파장이 있을 경우 이에 맞는 구조 및 재료를 통하여 원하는 파장에 대해 원하는 반사도를 형성할 수 있다는 장점이 있어 적외선으로 인한 열발생을 감소시켜 태양광 효율향상 구현가능



5 sun	J <sub>sc</sub> (mA/cm <sup>2</sup> )	V <sub>oc</sub> (V)	Fill factor (%)	Efficiency (%)
Bare quartz_5sun	58.9	0.87	31.0	15.9
Au10nm_1.3um	49.2	0.97	38.6	18.4
Au10nm_1.5um	53.0	0.96	35.8	18.2
Chemical coating 800-1100	42.2	0.93	40.5	15.9
Chemical coating 1100-1400	37.6	0.97	45.8	16.7
Chemical coating 2000-2300	37.6	0.96	44.3	16.0

〈 가시광무반사 및 적외선반사(IR filter)기술의 개념 〉

〈 금속네트워크 전극 태양광 소자 효율 향상 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 태양광 집광 시스템 및 이에 사용되는 무반사 및 저반사 특성을 가진 적외선 필터(KR1525474)
- 파장 선택적 투과 및 반사 기능을 갖는 광학필터(KR1688186)
- 금속 패터닝 방법(KR1437862)

노하우 · KNOW-HOW

- 입자기반 표면나노구조물 형성 방법
- RIE 기반 표면나노구조물 형성 방법
- 금속 나노네트워크 형성 방법
- 반사방지 나노구조 표면 투과율 계산 프로그램

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



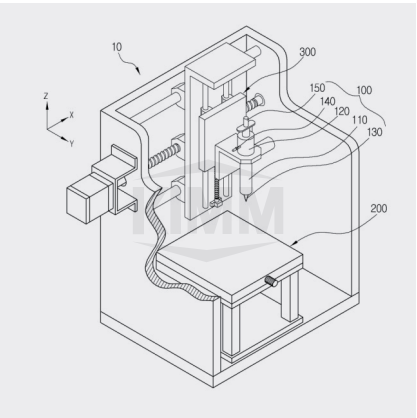


# PDO(Polydioxanone) 치과용 멤브레인

▶ 자연모사응용연구실 ▶ 연구자 : 박수아 ▶ 연락처 : 042.868.7969

기술 개요

- 바이오플로팅 장치를 이용한 다공성의 막 형태로 제조된 치과용 멤브레인

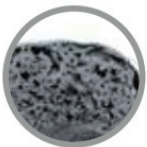


고객·시장

- 맞춤형 의료 인공지지체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 인체 결손부위의 복원을 위한 인공지지체인 3차원 스캐폴드의 제작 방법임
  - 염침출법(solvent-casting particulate-leaching)
  - 염 발포법(gas foaming/salt leaching)
  - Fiber meshes/fiber bonding 법
  - 상분리법(phase separation)
  - Melt moulding 법
  - 동결 건조법(freeze drying)



- 3차원 형상이 정교하지 않음
- Pore 구조가 균일하지 않음
- 내부 연결 구조를 갖지 않음
- 재현성이 낮음

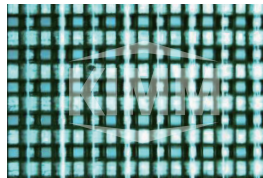
- 생체조직공학용 3차원 스캐폴드 또는 인공지지체를 제작함에 있어 적절한 강도와 생분해성 및 무독성 등을 갖는 지지체 제작 방식은 여러가지가 있으나 아직 정형화, 표준화된 방식이 없어 제품 산업화(품목 허가 등)에 실질적인 장애 요인임
- 생체적합성, 독성이 없어야 함
- 기계적, 물리적 성질 및 성형가공성이 사용 목적 및 용도에 맞게 따로 요구됨
- 큰 표면적의 부피와 다공성, 생분해성이 요구됨

기술의  
차별성

- 스캐폴드의 구조적 특성(pore size, porosity), 재료적 특성(biocompatibility, degradation), 기계적 특성(mechanical property)을 사용자의 편의에 맞게 조절이 가능함
  - 바이오플로팅 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
- 바이오플로팅 시스템 장비는 정해진 재료를 이용하여 다양한 조건으로 여러 종류의 인공지지체를 제작 할 수 있다는 장점을 가지며, 쉽게 재현이 가능함
- 골이식재가 채워진 잇몸 표면을 덮은 다음, 흡수 및 분해되기까지 2~3개월 정도의 시간이 걸리기 때문에, 골이식재가 필요한 형태를 유지하고, 손상부위가 아물 때까지 외부환경으로부터 차단하되, 적절한 시기에 흡수 및 분해될 수 있어 시술 효과를 향상시키고, 사용자의 만족도를 높일 수 있음
- PCL 뿐만 아니라 다양한 조합을 통해 여러 생체 분야의 인공 지지체(PCL/HA, PCL/TCP)의 제작이 가능함

기술의  
우수성

- 바이오플로팅 장치의 이송단계 및 분사단계를 조절하여 다층으로 다공성의 막 형태로 형성하는 치과용 멤브레인에 관한 기술을 구현함



〈 치과용 멤브레인 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 치과용 멤브레인(KR1352366)
- 인공눈물관의 미끄럼방지부 성형장치 및 이를 이용한 인공눈물관 제조방법(KR1368850)
- 하이드로젤플로팅 장치(KR1306264)
- 세포배양 지지체의 제조방법(KR1270143, US13/160577, SP201104380-9)
- 뼈-연골 재생용 하이브리드 지지체의 제조방법(KR1284080)
- 3차원 조직재생물 제조장치(KR1271238)
- 3차원 세포 배양체 제조장치(KR1185506)
- 세포배양지지체 제조장치 및 제조방법(KR1153728)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



# 3D 바이오 프린팅 시스템 기술

▶ 자연모사응용연구실 ▶ 연구자 : 이준희 ▶ 연락처 : 042.868.7937

기술 개요

- 3D 프린팅 시스템(3D 프린터)은 다양한 방법을 이용하여 재료를 한 층씩 적층(Layer by Layer) 하여 제품을 제작하는 장비임. 다양한 형태의 3D 제품의 제도가 가능하고, 제품을 제조할 때 낭비되는 자원이 없으며, 사용하는 재료에 따라 다양한 분야에 적용이 가능하다는 장점을 가지고 있음
- 3D 바이오 프린팅 시스템(3D 바이오 프린터)은 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 현실이다. 3D 바이오 프린팅 기술을 이용한다면, 이러한 문제를 해결 할 수 있을 것으로 기대됨

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 인공조직 및 장기를 제작하는 기술이 필요함

기술의 차별성

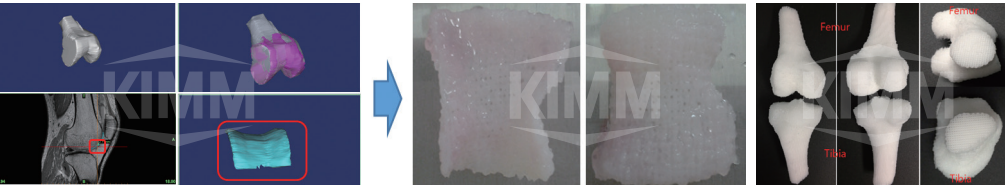
- 의료영상을 기반으로 인공 조직/장기용 스캐폴드 제작 가능
- 다양한 생체재료 프린팅 가능(생분해 고분자, 하이드로젤 등)
- 3D 세포 프린팅 가능(인공 장기/조직 제작)
- 다축 프린팅 헤드 장착을 통해 다양한 재료를 동시에 프린팅 가능
- 최소 직경 1mm인 도관 형상의 스캐폴드 및 조직 프린팅 가능
- 최소 선폭 100um 프린팅 가능



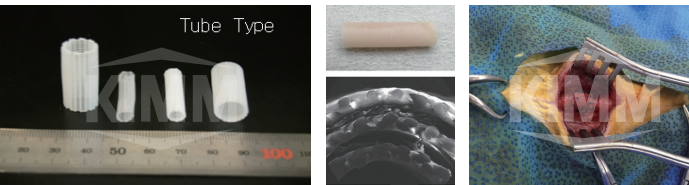
Description	Capacity
Working Area (mm)	100X100X100
Resolution (um)	1
Position Accuracy (um)	< 10
Velocity (mm/s)	< 30
Polymer Disp. Temp. (°C)	< 300
Hydrogel Disp. Temp. (°C)	4 ~ 60
Base Temp. (°C)	< 100
Polymer Head	Air
Hydrogel Head (Cell)	Air + Screw
Needle Dia. (mm)	0.1 ~ 0.5
Head Num.	1 ~ 4

기술의 우수성

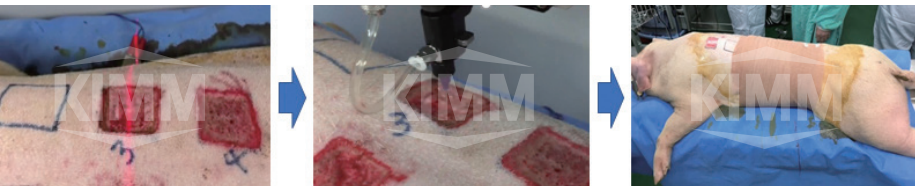
- 의료 영상을 기반으로 다양한 형상의 스캐폴드 및 인공 조직 제작 가능



- 도관형 스캐폴드 및 인공 조직 제작 가능



- 손상된 환부를 스캐닝하고 그 환부에 직접 세포를 프린팅하여 손상된 조직 재생 가능



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 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

지식재산권 현황

노하우 · KNOW-HOW

- 바이오 프린팅 재료 및 조건(온도, 속도, 압력 등)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



# 나노파이버 (Nanofiber) 웹 측정 및 평가 기술

▶ 자연모사응용연구실 ▶ 연구자 : 이준희 ▶ 연락처 : 042.868.7937

기술 개요

- 나노파이버 웹의 결점 존재 여부와 그 크기 및 두께를 실시간으로 측정하는 기술

고객·시장

- 나노파이버, 섬유 라미네이팅, 제지, 필름 등의 제조현장

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

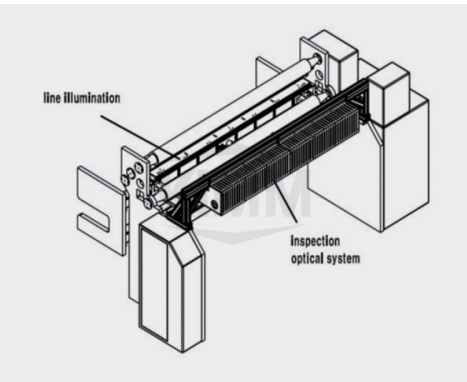
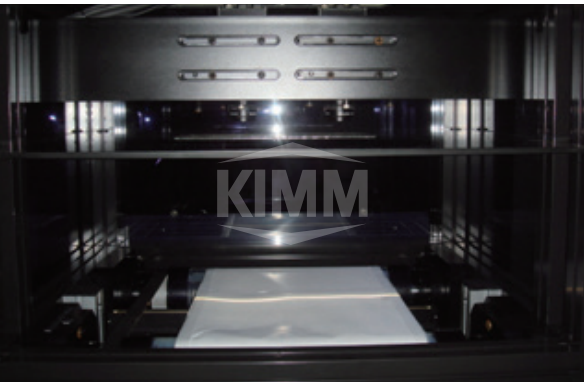
- 기존의 전기 방사 공정으로 완성된 나노파이버 웹에는 결점(Defect)들이 다수 존재하여 나노파이버 웹의 투과 및 여과 성능에 악영향을 미치는 문제가 존재함
- 제조 완성된 나노파이버 웹의 결점들을 검사 및 분석하여 생산 공정을 제어할 필요성이 대두됨

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

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



〈 나노파이버 결점 측정 장치 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 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 · KNOW-HOW

- 측정 속도, 직경 등의 측정 변수

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



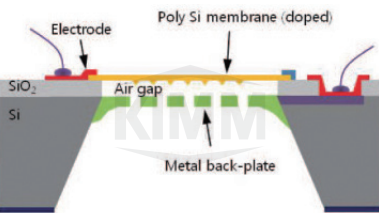


# MEMS 마이크로폰 및 제조방법

▶ 자연모사응용연구실 ▶ 연구자 : 허신 ▶ 연락처 : 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



〈 개발 MEMS 마이크로폰 단면 개략도 〉

고객·시장

- 마이크로폰 제조업체, 모바일기기 생산업체, 보청기 제조업체, 엔터테인먼트 기기업체, 소음진단기기 업체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

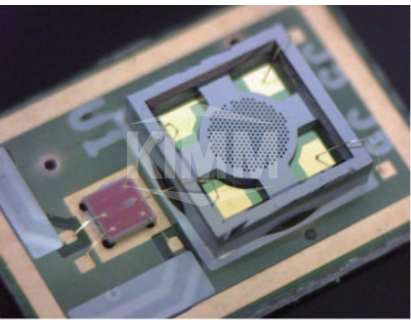
- 전기도금법 등을 이용하여 두껍고 단단한 구조로 후판부를 적용하여 저렴하고 단순한 공정의 도입이 필요함
- 기존 MEMS 마이크로폰의 경우, 일반적으로 얇은 후판부 전극이 표면미세가공방법(surface micromachining)으로 구현되어 근본적인 감도 저하가 유발됨
- 또한, 후판부에 에어홀 식각 공정 등이 추가되므로 비용이 증가됨
- 휴대전화를 비롯한 모바일 기기에 적용되는 초소형 마이크로폰은 ECM(Electret Condenser Microphone)에서 MEMS 마이크로폰으로 대체되었으며, 2016년 약 20억개, 15억 달러의 시장 형성이 예측됨
- 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

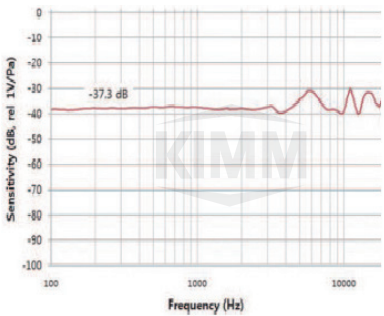
- 고정 후판부를 전기도금법을 이용하여 공정할 경우, 마이크로폰의 감도 향상과 제작 단공정계의 획기적 감소 및 비용감소가 예상됨
- 수입에 의존하는 초소형 마이크로폰 시장의 국내 기술 개발과 생산을 유도함
- 단단한 후판부를 갖는 MEMS 마이크로폰을 제작하기 위하여 전기도금법 등을 이용하여 두꺼운 후판부를 제작함으로써 기존 마이크로폰 대비 감도의 향상을 구현함
- 후판부 제작을 표면미세가공기술이 아닌 몸체미세가공기술에 전기도금법을 적용하여 기존의 공정 대비 공정 단계 감소로 적은 공정비용이 예상됨

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 정전용량(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 금속도금 기술을 적용하여, 전체 공정단계의 감소와 비용 감소를 유도함
- 상기 이미지의 후판부가 적용된 MEMS 마이크로폰은 자체 개발된 CMOS ASIC 칩과 통합 패키징 되어 약 -37.3dB의 우수한 감도를 보임



〈 개발 MEMS 마이크로폰 패키지 사진 〉



〈 개발 MEMS 마이크로폰의 감도 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 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)
- 1칩형 MEMS 마이크로폰 및 그 제작 방법(KR1472297)
- 듀얼 백플레이트를 갖는 MEMS 마이크로폰 및 제조방법(KR1379680, PCT/KR2012/010259)
- MEMS 마이크로폰을 이용한 유연 기판 부착형 음향 측정 장치 및 그 제조 방법(KR1346583)
- MEMS 마이크로폰(KR1462375)
- 1칩형 MEMS 마이크로폰의 제작 방법 및 그에 의하여 만들어진 1칩형 MEMS 마이크로폰(KR1407914)

기술완성도  
(TRL)



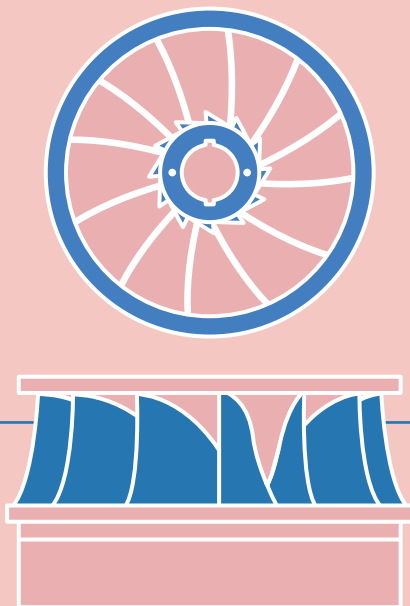
희망 파트너십



# 3

## 에너지기계 연구본부

ENERGY SYSTEMS  
RESEARCH DIVISION



고효율 수차 기술  
고효율 50MW급 프란시스 러너 설계

- 182 • 에너지변환기계연구실
- 198 • 열시스템연구실
- 240 • 플랜트융합연구실
- 244 • LNG · 극저온기계기술 시험인증센터

KOREA  
INSTITUTE OF  
MACHINERY &  
MATERIALS

스터링 냉동기 기술

에너지변환기계연구실 연구자 : 고준석 연락처 : 042.868.7391

기술 개요

- 스터링 냉동기는 스터링 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(수W~수kW)의 요구조건에 대응 가능 기술

고객·시장

- 스터링 냉동기는 작동온도 및 냉각용량에 따라 다양한 분야에 적용이 가능
  - 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
  - Low GWP(Global Warming Potential) 냉매 적용 냉동/냉장 시스템

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 스터링 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 스터링 냉동기 기술 확보
  - 압축기 구동 방식에 따른 로터리 압축기형, 선형 압축기형 스터링 냉동기
  - 피스톤/변위기 배치에 따른 알파, 베타, 감마형 스터링 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 헬륨을 냉매로 사용하여 신기후 체제에 적합한 냉동기 형태임

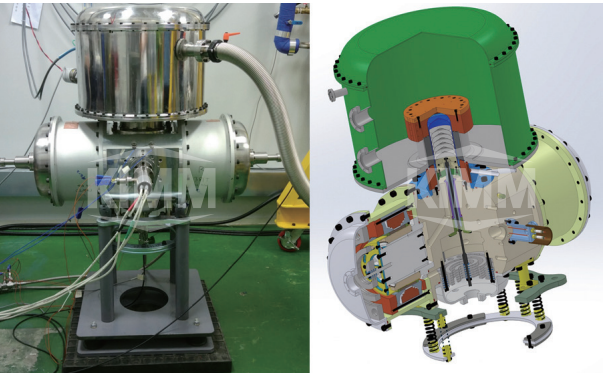
기술의 우수성

- 적외선 열영상 센서 냉각용 스터링 극저온 냉동기 개발
  - 로터리 압축기형/선형 압축기형 냉동능력 0.4~1.0W(at -200℃)급 스터링 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 스터링 극저온 냉동기 〉

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



〈 대용량 스터링 극저온 냉동기 〉

지식재산권 현황

노하우 · KNOW-HOW

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

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십





고성능 압축기 / 블로워 기술

에너지변환기계연구실 연구자 : 서정민 연락처 : 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) 및 시험 기술
- 설계점 및 탈설계점에서의 압축기 성능 확보 및 성능 예측 기술

고객·시장

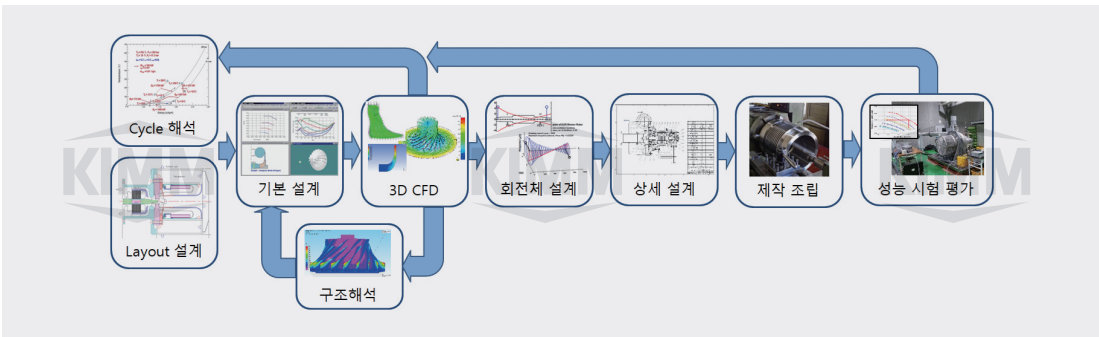
- 가스터빈 제작/사용 업체
- 산업 프로세스 및 일반 생활용 압축기 및 블로워 제작/사용 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 다분야 기술이 복합적으로 필요함  
(설계-공력, 구조, 진동, 열전달/제작-재료, 공차관리, 조립/성능시험-장치, 측정 표준, 데이터 계측 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 기술력 파급 효과가 크며, 새로운 분야를 위한 제품 개발 요구가 지속적으로 발생함

기술의 차별성

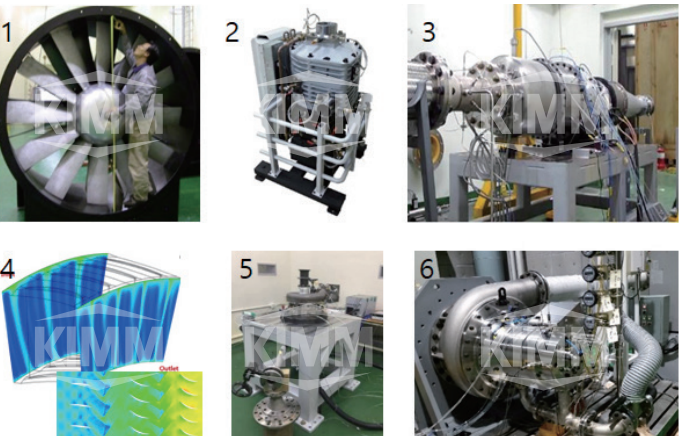
- Cycle 해석, Layout 설계, sizing, 3D CFD, 3D 형상 생성, 제작 및 조립, 성능 시험 등 가공을 제외한 압축기 개발의 전주기에 대한 기술 및 프로세스를 내부적으로 확보하고 있음
- 성능 해석 및 분석, 최적 형상 설계, 제품 성능 시험 등 기술 단계별 대응도 진행함



기술의 우수성

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

No	Start	Target
1	2008	Reversible Axial Fan for 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 · KNOW-HOW

- 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 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

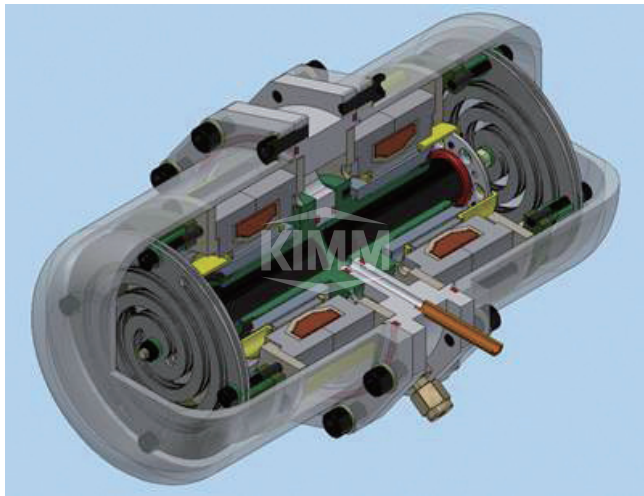


맥동관 냉동기

에너지변환기계연구실 연구자 : 염한길 연락처 : 042.868.7419

기술 개요

- 극저온 온도 영역인 120K(-153℃) 이하의 열환경을 생성, 유지시키는 맥동관 냉동기 기술



〈 맥동관 냉동기 시스템 〉

고객·시장

- 초전도전력기기, 진공, 의료, 고감도센서, 적외선검출기 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

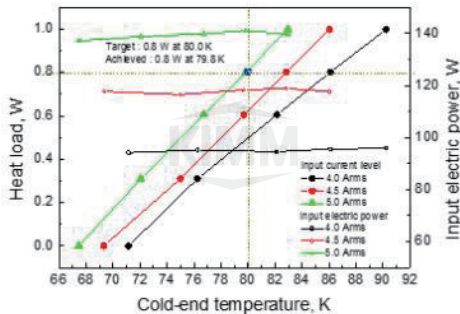
- 정밀온도진단, 전방감시 적외선 장비 등에 활용되는 초점면배열 방식의 적외선 검출기는 선명한 영상과 높은 분해능을 위해 극저온의 냉각이 필수적임
- 저진동, 높은 운용 신뢰성의 소형 맥동관 냉동기의 개발을 위해서는 고성능의 압축기가 필요함
- 특히, 선형압축기의 개발이 우선적으로 요구되며, 압축기와 냉각을 발생시키는 팽창부의 성능 최적조합 기술 등의 시스템 기술이 요구됨

기술의 차별성

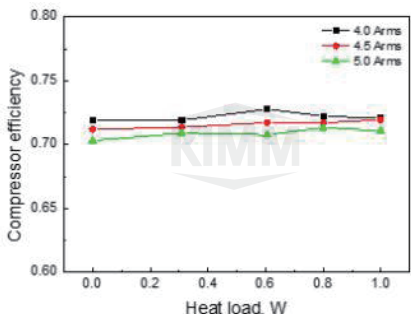
- 고집적화에 따른 열부하 해결함
- 저진동 소형화에 기여함
- 스털링 냉동기를 대체할 수 있는 맥동관 냉동기의 설계 및 제작기술 구현함
- 냉동기 크기, 에너지효율 등의 한계를 극복함
- 100W급 선형압축기시작품 제작 완료함(외형 크기: 직경 100mm/길이 250mm)
- 선형 모터, 실리더/피스톤, 가스 유로 등의 부품 가공 및 시작품 제작 완료함
- 양방향 피스톤 운동에 의한 진동 상쇄를 위하여 부품 가공 및 조립 대칭성 확인함
- 기체 저장부에 열교환기를 부착함으로써 기체 저장부의 체적을 줄일 수 있는 구조 제안함

기술의 우수성

- 기존의 스텔링 냉동기를 대체할 수 있는 동축형 구조의 맥동관 팽창기를 설계/제작함
- 맥동관 팽창기(#1) 동축형 구조의 온도불균형으로 인한 손실을 감소시키기 위해 맥동관과 재생기를 열적으로 분리하는 구조 채택(맥동관 팽창기 외경 25.4mm)하고, 고온부 열교환기의 원활한 방열을 위해 고온부 외부에 핀구조를 채택함
- 맥동관 팽창기(#2) 맥동관 팽창기(#1)의 과도한 열질량(thermal mass)으로 인해 발생하는 냉각속도지연을 개선하기 위한 저온부 구조를 소형화함(맥동관 팽창기 외경 15mm)



〈 압축기 효율 〉



〈 냉동능력 곡선 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 열교환부가 부착된 기체 저장부를 구비하는 맥동관 냉동기(KR1421045)
- 맥동관 냉동기용 열교환기 및 맥동관 냉동기용 열교환기의 제작방법(KR1517786)

노하우 · KNOW-HOW

- 선형압축기 설계 기술
- 선형모터 전자기장 해석 기술
- 플렉서 스프링 설계/해석 기술
- 맥동관 극저온냉동기 성능평가 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



펌프 개발 기술

에너지변환기계연구실 연구자 : 유일수 연락처 : 042.868.7878

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 극환경 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 설계 기술뿐만 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 냉각재 펌프/화학발전용 수직 배열형 10단 펌프/탄화수소용 특고온 펌프/LNG 선박용 카고 펌프/  
CO<sub>2</sub>지중저장용 액상 CO<sub>2</sub> 펌프/초임계 CO<sub>2</sub> 발전용 펌프/초임계 CO<sub>2</sub> 염색용 펌프/초고속 펌프/무인잠수정용 추진기/  
다상 유동 펌프/선박추진용 워터젯 펌프

기술의 우수성

- 본 펌프 개발 기술은 제품 설계에서 제작, 성능 검증 프로세스를 거쳐 제품 상용화가 가능한 수준의 다양한 용도의 펌프 개발에 적용 가능

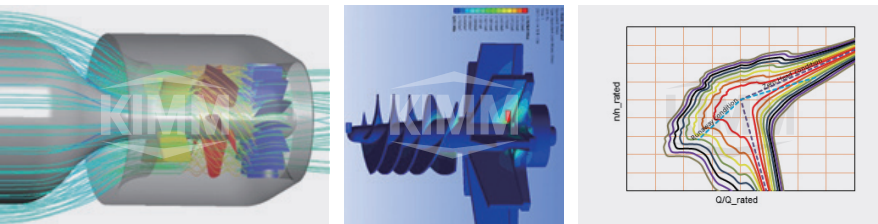


〈 화학발전용 수직배열형 10단 펌프 〉 〈 탄화수소용 특고온(350℃) 8단 펌프 〉 〈 LNG 극저온(-160℃) 펌프 〉



〈 다상 유동 펌프 〉 〈 초고속 원심 펌프 〉 〈 축류형 추진기 〉

- 본 펌프 개발 기술은 기술 신뢰성 확보를 목적으로 한 검증 기술로 구조해석/유동해석 기술 및 성능시험 수행을 포함함



〈 유동 해석 〉 〈 구조 해석 〉 〈 4상한 성능 시험 〉

지식재산권 현황

노하우 · KNOW-HOW

- 고효율 임펠러/디퓨저/볼류트 설계 기술
- 고효율성능 인두서/임펠러 설계 기술
- 펌프 구성 설계 및 제작 기술
- 회전체 동역학 기술
- 구조해석/유동해석 기술
- 성능 시험 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십





고효율 수차 기술

에너지변환기계연구실   연구자 : 유일수   연락처 : 042.868.7878

기술 개요

- 프랑스식 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

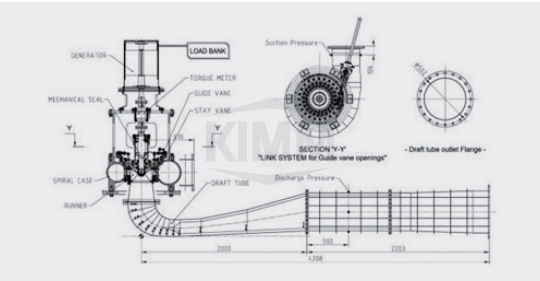
- 고효율 50MW급 프랑스식 러너 설계 실적을 보유



〈프랑스식 러너 설계〉

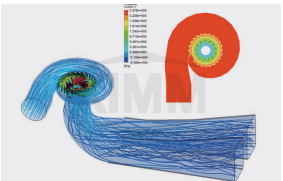


〈프랑스식 러너 모형〉

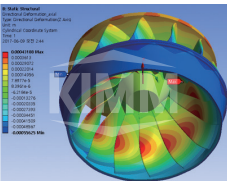


〈구성 설계〉

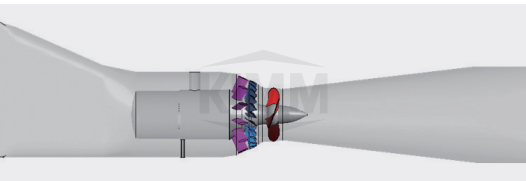
- 구조해석/유동해석 및 성능시험 기술을 적용하여 수차의 효율 및 신뢰성을 선진국 수준으로 향상



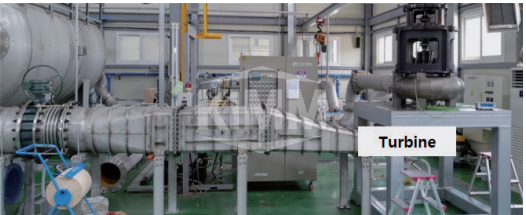
〈프랑스식 수차 유동 해석〉



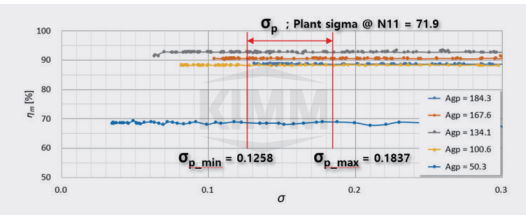
〈프랑스식 러너 구조 해석〉



〈카플란 수차 유동 해석〉



〈프랑스식 수차 유동 해석〉



〈카플란 수차 유동 해석〉

지식재산권 현황

노하우 · KNOW-HOW

- 프랑스식 러너 설계 기술
- 모형 수차 구성 설계 및 제작 기술
- 회전체 동역학 기술
- 구조해석/유동해석 기술
- 성능 시험 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



# 극저온 냉각시스템 설계기술

에너지변환기계연구실 연구자 : 인세환 연락처 : 042.868.7061

기술 개요

- 냉각대상이 요구하는 극저온 환경(영하 150℃ 이하)을 만들어 주기 위하여 극저온 냉동기를 이용하여 냉각시스템을 구축하는 엔지니어링 기술
- 냉각시스템으로 극저온 유체(액체질소, 액체헬륨 등)를 활용하는 극저온 유체 냉각시스템과 열전도성이 좋은 고체물질을 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 최소화 할 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 냉각 시스템 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, 100m) 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
- 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



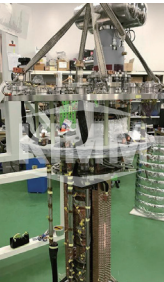
〈 초전도 케이블 냉각시스템 〉



〈 초전도 한류기 냉각시스템 〉



〈 SMES 냉각시스템 〉



〈 NMR 냉각시스템 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 극저온 압력용기 가압시스템(KR1558840)
- 초전도 한류기 복원 시스템 및 방법(KR1558839)
- 부유식 히터를 이용한 극저온 압력용기 가압시스템 (KR1569650)
- 초전도 한류기 복귀 시스템 및 방법(KR1601593)
- 초전도 한류기 복귀 시스템(KR1691983)
- 초전도 한류기 복귀 시스템(KR1691989)
- 초전도 한류기 복귀 시스템(KR1720752)

노하우 · KNOW-HOW

- 극저온 냉각시스템 설계기술



고성능 터빈 기술

에너지변환기계연구실 연구자 : 최범석, 임형수 연락처 : 042.868.7286

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 이용한 발전용 터빈 개발업체
- 군용 및 상업용 항공기 터빈 개발업체
- 가스터빈 개발업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 본 기술은 다분야 기술이 복합적으로 필요하고 제품개발에 많은 연구경험이 필요한 분야임 (설계-공력, 구조, 진동, 열 전달 등/제작-재료선별, 공차관리, 조립)
- 새로운 분야에 적용하기 위한 터빈 개발 요구가 지속적으로 발생하고 있으며, 터빈 기술에서 파생되는 기술을 관련 산업체에 적용 가능함
- 본원의 터빈 개발 기술은 폐열 활용과 신재생에너지 활용 발전 분야에서 세계의 기술력과 경쟁이 가능한 수준임

기술의 차별성

- 다양한 운전조건에서 목표 성능을 만족시킬 수 있는 터빈 설계(공력, 구조, 냉각, 진동, 도면화) 기술을 보유함
- 고온, 고압, 고속의 조건에서 터빈 내부 유동을 안정하게 유지시키는 이차유동 관리 기술을 보유함
- 설계점 및 탈설계점에서의 터빈 운전 기술을 보유함
- 적용될 수 있는 분야에 따라 소형화가 가능하며, 주위에서 쉽게 접할 수 있는 에너지를 이용하여 고품질의 에너지를 만드는 곳에도 적용 가능함(ex. 초소형 마이크로 가스 터빈, 해양온도차 발전용 터빈 등)



초소형 마이크로 가스터빈



해양온도차 발전용 터빈

기술의 우수성

- 폐열회수 발전용 ORC(Organic Rankine cycle) 터빈: 순수 국내 기술로 200kW급 ORC 발전시스템용 터빈 시제품 개발. 세계 네번째 중형 ORC 기술보유국으로 도약함. 국내 2개 사이트에서 실제 폐열을 이용한 필드 테스트를 수행하였으며, 성능 시험 결과 열효율 10% 이상 달성으로 세계 최고 수준 기술력을 확인함
- 해양 온도차 발전용 OTEC(Ocean Thermal Energy Conversion) 터빈: 국내 최초 해수의 온도차를 이용한 20kW급 발전용 터빈 개발함. 해수를 이용한 실증 시험을 통해 목표 성능 달성함(강원도 고성 해양 심층수 센터)
- 초소형 마이크로 가스터빈: 1kW 이하급 마이크로 터빈발전기의 실험 결과는 리포팅된 바가 없는 세계 최고 수준임. 마이크로 터빈 발전기의 액체, 기체 연료 적용은 세계 최초로 시도됨.
- 초임계 CO<sub>2</sub> 발전 시스템용 터빈: 국내 최초 200kW급 초임계 CO<sub>2</sub> 발전 시스템용 구동터빈 및 파워터빈을 개발함



폐열회수 발전을 위한 200kW급 ORC 시스템



해양 온도차 발전을 위한 20kW급 OTEC 시스템

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 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 · KNOW-HOW

- 가스터빈(UMGT, MGT, GT)의 공력 설계, 열응력 해석, 터빈 안정화 기술
- 폐열회수 발전용 터빈(ORC, SORC, OTEC, SCO<sub>2</sub>)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 CO<sub>2</sub>, 초임계 CO<sub>2</sub>  
UMGT: Ultra Micro Gas Turbine, 초소형 마이크로 가스터빈  
MGT: Micro Gas Turbine, 마이크로 가스터빈





줄통슨 냉동기 설계기술

에너지변환기계연구실 연구자 : 홍용주 연락처 : 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

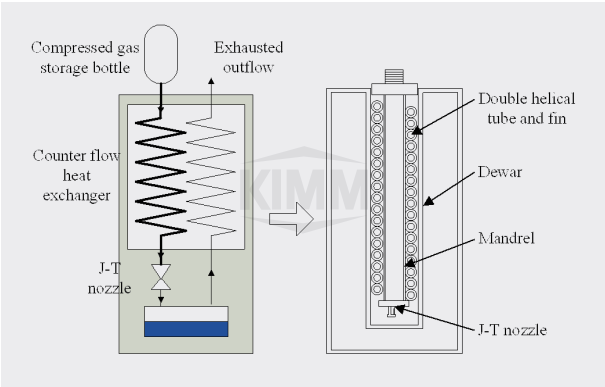
- 급속냉각 적외선검출기, 소형 분석기기, 냉동절제수술, 가스액화용 극저온냉동기

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

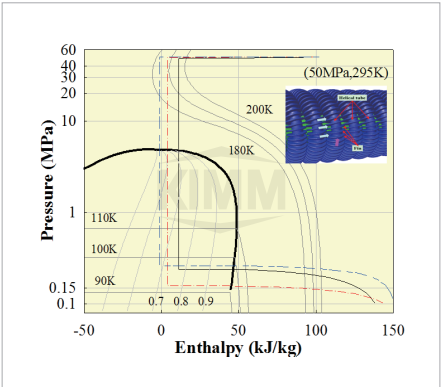
- 높은 분해능, 선명한 영상을 위한 냉각형 검출소자는 극저온의 냉각이 필수적임
- 극저온을 이용한 냉동수술을 위해서는 안전하고 온도범위 조절이 가능한 냉각기술이 필요
- 줄통슨(Joule-Thomson) 냉동기술은 스테링냉동기, 맥동관냉동기, GM 냉동기 등의 극저온냉동기에 비해 크기가 작고, 낮은 진동수준에서 운용이 가능하고, 급속한 극저온 냉각이 가능한 냉동기 기술임

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

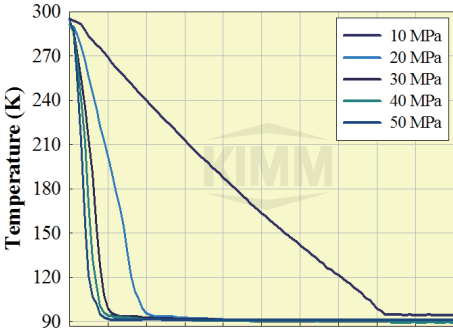


〈 줄통슨냉동기 개념도 및 냉동사이클 선도 〉



기술의 우수성

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



〈 줄통슨냉동기 냉각특성 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 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 08-01-121-003011, 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)

지식재산권 현황

노하우 · KNOW-HOW

- 줄통슨냉동기 냉각 성능평가 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



# Low GWP 냉매 적용 히트펌프 기술

열시스템연구실 연구자 : 김동호 연락처 : 042.868.7281

기술 개요

- 지구 온난화 방지를 위하여 HFC/HCFC 계열의 냉매를 대체하는 Low GWP 냉매와 관련한 냉동시스템 및 열교환기 설계/평가 기술
- Low GWP 냉매 적용 냉동시스템 사이클 상세 설계 및 최적화 기술
- Low GWP 냉매 적용 시스템 (터보냉동기 등) 운전 기술 및 평가 기술

고객·시장

- 냉동, 냉장, 공조를 포함하는 HVAC 요소기기 및 시스템 사업자

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 〈 기존 기술의 문제점 〉
- HFC/HCFC 계열의 냉매 규제 시점이 도래함에 따라 이를 대체하는 HFO계열의 냉매 및 시스템이 개발되고 있으나 국내에서는 이에 대한 관련 원천기술이 부족함
- 〈 필요성 〉
- 우리나라의 경우 2024년부터 동결을 시작하여 단계적으로 2045년까지 80%를 감축해야 함
  - Low GWP 냉매 및 시스템의 경우 기존 냉매 및 시스템과 열 및 전달물성이 상이하여 원천적으로 재 설계가 필요함

기술의  
차별성

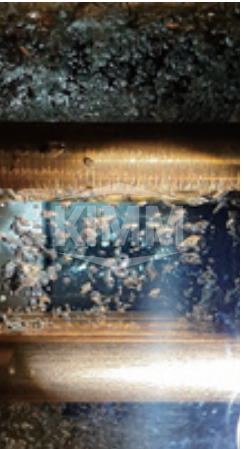
- 다양한 Application(칠러, 산업용/가정용 히트펌프)을 고려한 최적의 Low GWP 냉매 선정 및 사이클 설계 기술 보유
- 냉동시스템에 들어가는 열교환기(셸-튜브, 판형) 설계 기술 보유
- 셸-튜브 증발기(만액식, 유하액막식) 성능 평가 기술 보유

기술의  
우수성

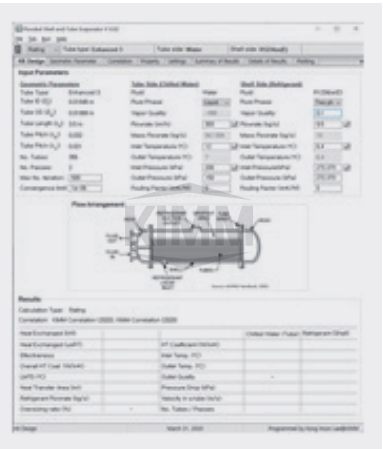
- 터보냉동기용 전열관 성능평가 및 열교환기 설계 기술 보유
- 만액식 및 유하액막식 설계, 제작, 운영 기술 보유
- 냉매 충전량 감소를 위한 유하액막식 증발기 설계 원천 기술 보유
- 500 RT급 R-1233zd(E)용 만액식 증발기 설계/평가기술 보유
- 100 RT급 R-1233zd(E)용 유하액막식 증발기 설계/평가기술 보유
- 70 kW급 R-1234ze(E)용 증기압축식 냉동 시스템 설계/평가기술 보유



〈 열교환기 성능시험 설비 〉



〈 전열관 성능 평가 〉



〈 열교환기 설계기술 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT      노하우 · KNOW-HOW

- 산업용 shell&tube 열교환기 설계 프로그램 (KR2017-011728)
- 적하식 증발기(KR1930943)
- 적하식 증발기(KR1932151)
- 냉동기의 증발기용 분배판 및 냉동기의 증발기 (KR2232211)

- 열교환기 성능 평가 시험 설비 제작/운영
- 냉매 물성 기반 열역학 사이클 시뮬레이션



멤브레인 히트펌프 기술

열시스템연구실 연구자 : 김동호 연락처 : 042.868.7281

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 설계기술을 개발함
- 진공분압처리를 이용하여 고온다습한 공기를 저온저습하게 만드는 기술

고객·시장

- 건물 공조(냉방)용 요소기기 및 시스템 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 기기로 평가받는 증기압축식 냉방 사이클을 벗어난, 압축기 없이 진공펌프만으로 구동되는 냉방 공조 기술로서 멤브레인 열펌프 기술이 요구됨

기술의 차별성

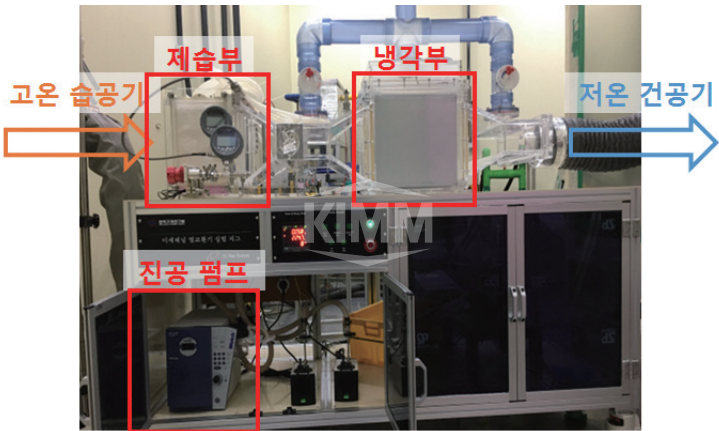
- 기존 증기압축식 냉방 시스템 대비 2배 이상의 높은 효율 잠재력 및 친환경성을 내재함
- 멤브레인을 이용하여 공기의 잠열 냉방부하를 우선 제거하고 냉각을 수행함으로써 획기적으로 효율이 향상됨
- 또한, 작동 유체가 순수히 “물(H2O)”로서 환경에 영향이 전혀 없음
- 공기 중 잠열 냉방부하 제거로 인하여 기존 증기 압축식 대비 2배 정도의 효율이 향상됨
- 제습부 및 냉각부로 구성되어 온도/습도의 개별 제어가 가능하며, 부분부하 조건에서 성능이 우수함

	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 - 누설문제	• 작동유체 : 물(환경영향 없음) • 저압 시스템 - 배관 단가 저감

〈 기존 증기압축식 사이클 대비 멤브레인 열펌프의 우수성 〉

기술의 우수성

- 제습 모듈 및 냉각 모듈 허용 신뢰성을 확보함
- 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



〔 Lab scale 멤브레인 열펌프 시스템 〕

〈 Lab scale 멤브레인 열펌프 시스템 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

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

노하우 · KNOW-HOW

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

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십





초음파  
발생 및 세정 기술

열시스템연구실 연구자 : 김현세 연락처 : 042.868.7967

기술 개요

- 기존의 배치식 대비 소비전력을 1/30, 세정액을 1/10 정도만 사용하는 에너지절약형 반도체 웨이퍼 세정공정용 매엽식 메가소닉



고객·시장

- 웨이퍼 세정에 적용, NEMS 세정분야, HDD 등의 전자부품 세정분야

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

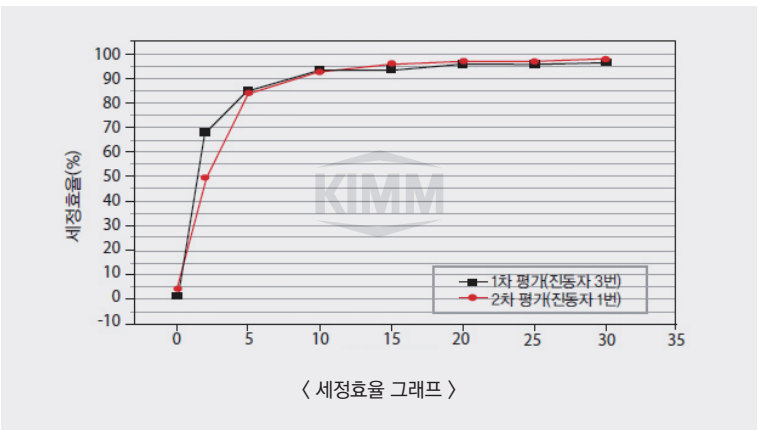
- 주력산업인 반도체 제조공정에 있어서 세정공정은 전체공정의 30~40%를 차지하고 throughput을 결정하는 중요한 공정이지만, 2011년 세정장비(spin type)의 국산화율은 37.3%임
- 메가소닉은 한 번에 여러장의 웨이퍼를 세정하는 배치식과, 한 장씩 세정하는 매엽식으로 분류할 수 있으며, 웨이퍼용은 세정효율 제고와 세정시간 단축이 중요함
- 종래의 배치식 메가소닉 기술은 전력과 세정액이 과다 소비되고 음압분포의 uniformity 저하로 인해 세정효율이 저하되며, 음압의 peak치에 의해 pattern 손상이 발생함

기술의  
차별성

- 수율향상에 의한 반도체 생산증대효과(1.526조원/년)
- 수율향상에 의한 반도체 제조원가 절감효과(9,156억원/년)
- 수율향상 및 물리적 기술에 의한 반도체 제조에너지 절감효과(627억원/년)
- 물리적 세정기술 이용에 의한 관련비용 절감효과(595억원/년)
- 물리적 세정기술 이용에 의한 작업환경 개선효과
- 초정밀세정용으로서 세정효율을 높이기 위해 고균일 음압분포의 초음파를 적용한 세정기술임

기술의  
우수성

- 매엽식 1 MHz급 메가소닉 진동자 성능평가 결과는 다음과 같음
  - 평균음압 대비 최고음압 295%, 표준편차 37%, 세정효율 96.5% 임
  - 공진주파수 제작 오차  $\pm 0.9\%$ 이고, FEM을 이용한 진동자의 공진설계기술과 음장해석기술도 확보함
  - 발전기기기술로서 주파수를 고정시킬 수 있는 DSS 방식임
  - 0.1W 간격의 미세 출력조절회로 등을 채택함
  - 구동주파수 변동폭 오차  $\pm 1.3$  kHz임



지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 대면적 초음파 세정장치(KR1827296)/대면적 초음파 정밀 세정장치(KR1599214)/초음파 세정장치(KR1002706)/초음파 정밀세정장치(KR1002706 JP5517227 US13/520838 CN201080061173.4)/ 초음파 세정 장치 및 이를 이용한 세정 시스템(KR1347068)/초음파를 이용한 세정장치(KR852396)/초음파 정밀세정장치(KR979568)/초음파 세정방법 및 장치(KR523934)/세정용 초음파장치 및 이를 이용한 초음파세정시스템(KR702596)/세정용 초음파장치 및 이를 이용한 초음파세정시스템(KR827618)/초음파 세정장치(KR784903)/세정용 초음파장치를 이용한 초음파 세정 시스템(KR817872)/세정용 초음파 장치를 이용한 초음파 세정시스템(KR748480)/다중주파수를 이용한 매엽식 초음파 세정장치(KR951922)

지식재산권  
현황

노하우 · KNOW-HOW

- FEM 해석을 이용한 초음파 진동자의 정밀 설계기술
- 초음파를 이용한 정밀 세정기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

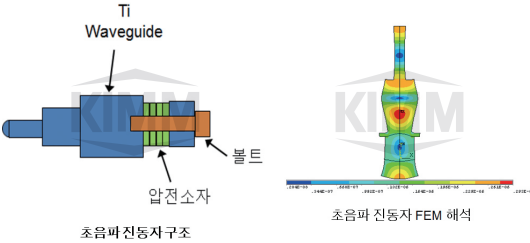


# 가공용 초음파 장치 (표면 개질 및 밀링용)

열시스템연구실 연구자 : 김현세 연락처 : 042.868.7967

기술 개요

- 고품질, 초정밀의 가공을 위한 나노표면개질용 초음파 진동자 및 밀링용 초음파 진동자에 관한 기술
- 표면의 경도 증가 및 마찰계수를 감소시켜 밀링하기 위해, 앞전소자가 끝에서 나오는 구조로 형성되어있으며, 장치의 끝에서 진동이 나오는 장치에 관한 기술



고객·시장

- 디스플레이 장비, LED 장비, 반도체 장비 구동 부품 생산 업체
- 친환경자동차, 선박의 구동 부품 생산 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

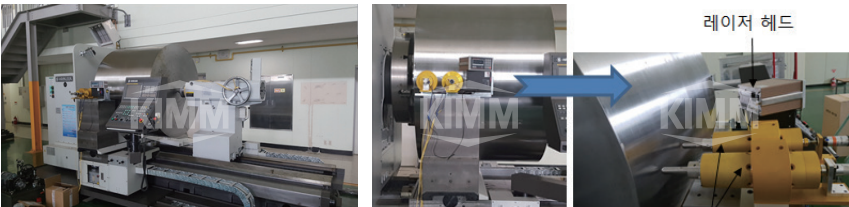
- 기존의 표면 밀링용 기계는 매끈한 표면이 나오므로 표면개질에 어려움이 있었음
- 초음파 진동을 이용한 나노표면개질 공정기술을 각종 장비 및 기계류 구동부품에 적용하게 되면, 마찰계수 감소로 인한 구동특성 향상 및 표면경도 개선으로 인한 수명연장으로 원가 절감이 가능함
- 표면개질 효과를 높이기 위해서 기존 기술 대비 초음파 인가전력이 높아야 하며, 이를 위해 초음파 진동자의 정밀 설계 제작 및 발진기와의 튜닝 기술을 개발함

기술의 차별성

- FEM(유한요소해석)을 이용한 초음파 진동자의 거동해석을 통하여 진동자의 공진설계기술과 거동해석기술을 확보함
- 나노표면개질용 Bolt-clamped Langevin Transducer(BLT) 방식의 초음파 진동자를 개발함
- 고품질, 초정밀 가공이 가능한 밀링용 초음파 진동자를 개발함

기술의 우수성

- 표면 텍스처링(Texturing)이 가능한 밀링용 초음파 진동자를 개발함
- 표면의 경도 증가 깊이가 50마이크로, 경도값 11.5에서 22.5로 증가함
- 마찰계수는 0.017정도로 0.02보다 감소함
- 표면처리 깊이는 85마이크로 정도로, 50마이크로 이상의 높은 수치임



3개의 멀티헤드를 결합한 테스트 장비

표면 개질용 초음파 헤드

주요 제원

항목	값
가공 공작물의 크기	Φ1500mm x 1,000mm
멀티헤드	초음파 헤드 2개
	레이저 헤드 1개



〈 밀링용 진동자 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 초음파 밀링 가공 장치(KR1561531)
- 초음파 밀링용 진동자(KR1632206)
- 초음파 진동자를 이용한 가공대상물의 표면 처리 장치(KR1579943)

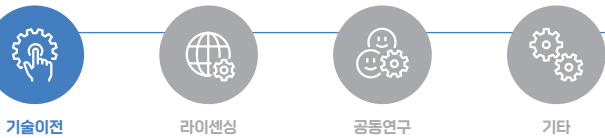
노하우 · KNOW-HOW

- FEM을 이용한 초음파 진동자 공진특성 및 음장 해석 기술
- 초음파 진동자 설계 제작기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너쉽





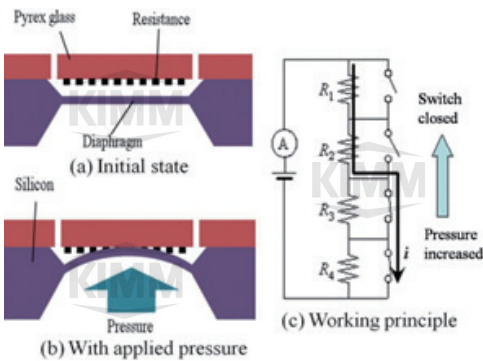


# 접촉저항변화를 이용한 압력센서

열시스템연구실   연구자 : 박중호   연락처 : 042.868.7607

## 기술 개요

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



## 고객·시장

- IT분야: 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

## 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



〈 센서 시제품 〉

## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

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

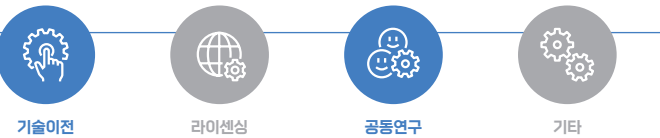
### 노하우 · KNOW-HOW

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

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



고온 스팀 히트펌프 기술

열시스템연구실 연구자 : 송찬호 연락처 : 042.868.7071

기술 개요

- 120도 이상의 고온 스팀을 생산하는 히트펌프 시스템에 있어서 사이클 설계/해석, 열교환기 설계/제작, 압축기 성능 평가 기술을 포함하는 고온 스팀 히트펌프 기술

고객·시장

- 기존의 보일러, 난방 시장과 산업공정에서의 건조, 식품 공정 등 고온 스팀을 필요로 하는 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

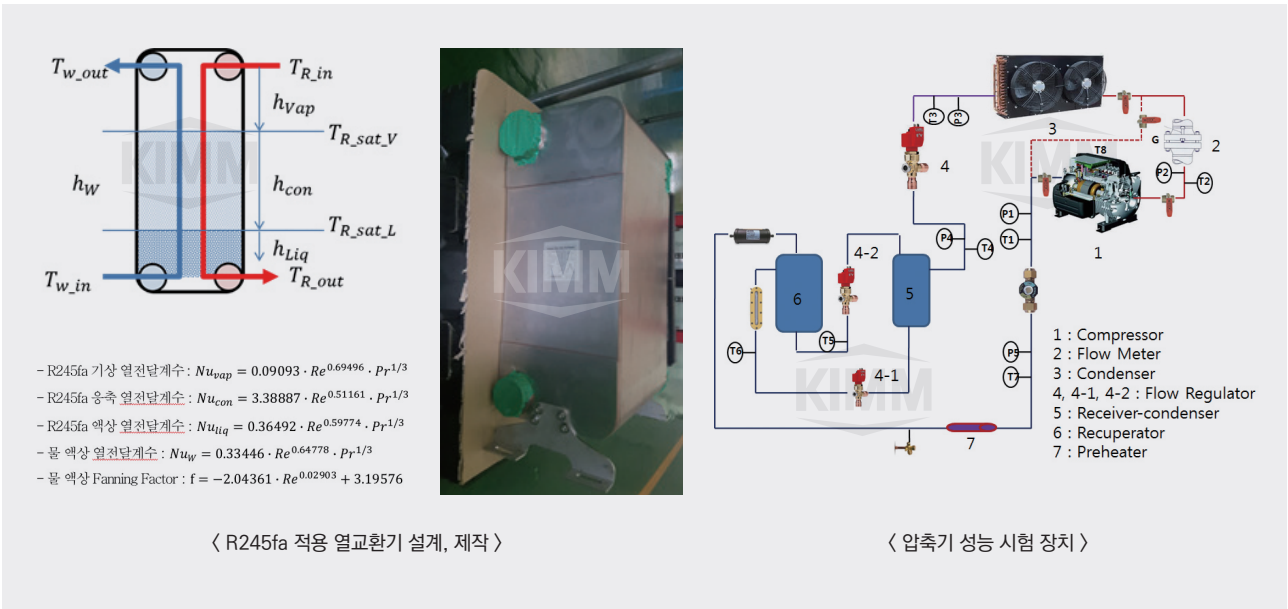
- 보일러 방식 대신 스팀히트펌프 방식으로 스팀을 생산하여 에너지 절감 및 온실가스 저감 가능함
- 주변의 재생열, 폐열 등을 적극적으로 활용 가능한 기술임
- 선진국에서 최근에 상용화한 기술로 적극적인 투자와 집약적인 연구개발을 통하여 세계수준의 기술을 조기에 개발해야함
- 고온축열-스팀히트펌프 연계 시스템 개발을 통한 열에너지 네트워크 기술로서 열에너지 수급 불일치 해결에 기여함

기술의 차별성

- 기존 히트펌프 시스템은 8~90도 수준의 고온수 토출까지 운전되었으나 본 기술에서는 120도 이상의 스팀생산을 위한 설계와 관련 기술이 포함됨

기술의 우수성

- 신냉매(R245fa) 적용 열교환기를 설계, 제작함
  - 현열, 잠열부에 대한 상관식 개발, 열교환기 실스케일 설계 절차 수립
- 고온스팀히트펌프용 무급유 냉매 압축기 성능 시험 장치를 개발함
  - 무급유 냉매 압축기의 등엔트로피 효율 측정, 특성 평가가 가능한 장치로 증발 및 응축구간을 감소시켜 장치의 용량, 크기가 대폭 감소한 가스 사이클을 적용한 방식



지식재산권 현황

노하우 · KNOW-HOW

- 고온스팀히트펌프 사이클 설계 기술
- 압축기 성능 및 신뢰성 평가 기술과 그 시험방법
- 열교환기 상관식 개발, 설계 기술



# 습식 전기집진기 적용 히트펌프 기술

열시스템연구실 연구자 : 송찬호 연락처 : 042.868.7071

기술 개요

- 습식전기집진기와 히트펌프를 연계한 미세먼지 대응 공조시스템에 관한 기술
- 전기를 공급하는 하전부와 집진부가 있어 먼지를 이원화시키면 물에 의해 먼지가 씻겨져 나가는 방식에 의한 기술

고객·시장

- 냉난방 공기조화기 시장(덕트타입의 대형 공조시스템)

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

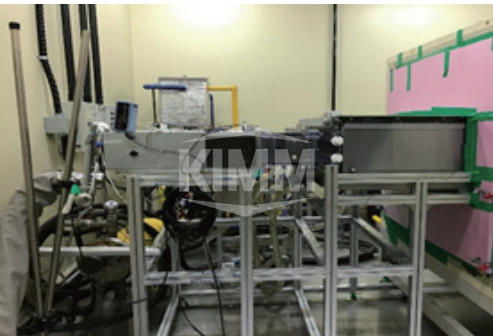
- 기존 공조기는 주로 필터 여과에 의한 미세입자를 제거하는 방식으로 필터에 의한 압력손실이 크고 시간이 지남에 따라 항균물질 기능이 저하되며 주기적인 필터 교체 및 필터 정도관리가 필요함
- 본 기술은 습식전기집진기에 의해 입자를 제거하는 방식으로 압력손실이 거의 없고 이온항균물질 공급에 의한 높은 항균 효율을 유지하며 집진필터 교체가 불필요함
- 또한 수막 집진극에 의한 자연가습 효과를 발생시킴
- 기존 냉난방의 히트펌프 시스템에서의 미세먼지 필터링은 촘촘한 메시(즉 필터)를 써서 먼지 걸러냄. 따라서 필터를 두껍게 쓰면 쓸수록 압력손실이 크며, 시간이 지남에 따라 항균물질 코팅의 기능이 저하됨
- 습식전기집진기로 미세먼지 걸러내고, 항균물질 투입해서 항균시킬수 있는 기능을 보유하였으며, 메시가 없으므로 압력손실 적고, 이차적인 오염을 방지하며, 자연 가습효과가 있음

기술의  
차별성

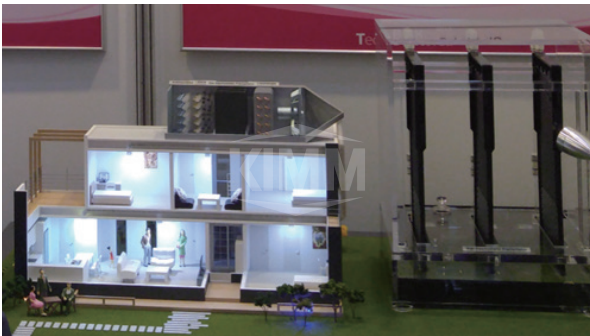
- 본 기술은 습식 전기집진기를 히트펌프에 적용해서 하나의 가치를 창출했다는 것이 특이점임
- 냉난방기기에 드레인 호수가 있어서 자연적으로 오염된 물을 배출하므로, 필터를 갈아주거나 털어줄 필요가 없음

기술의  
우수성

- 국내 발명 중 냉난방공기조화기에 습식전기집진기와 항균기능을 결합한 것은 최초임
- 미세먼지 95%이상의 집진효율 구현함



〈 시스템 구성 모형도 〉



〈 시제품 시험 사진 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 습도조절 및 살균기능을 구비한 공기조화기 (KR1568103)
- 광전 효과에 의한 항균 기능을 구비하는 공기 정화 장치(KR2016-0170553)

노하우 · KNOW-HOW

- 히트펌프 적용 습식전기집진기 설계 기술
- 습식전기집진기 적용 히트펌프 시스템 사이클 설계 기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너쉽





폴리머 열교환기 기술

열시스템연구실 연구자 : 송찬호 연락처 : 042.868.7071

기술 개요

- 내부식성을 갖는 폴리머 열교환기의 설계/제작 및 열물성 분석/평가 기술

고객·시장

- 열교환기 중 부식 환경에 노출되는 조건에서 작동하는 저압용 열교환기 시장(해수대체)

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

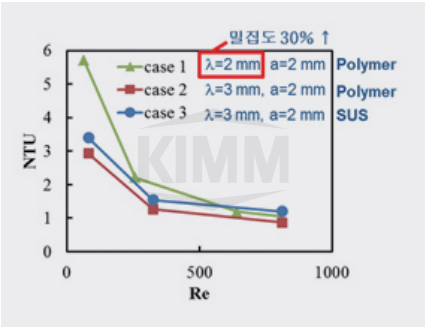
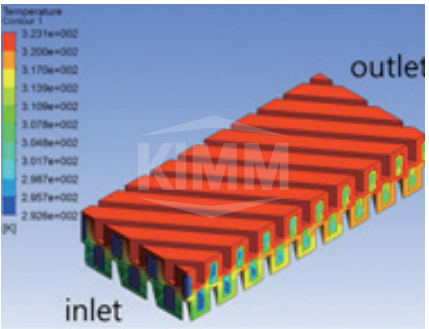
- 기존의 해수를 사용하는 열교환기는 부식이 발생하며, 기존의 티타늄 열교환기는 고가임
- 고전도성 폴리머 복합재료로 대체 시 무게와 제작 유지보수 비용을 크게 줄일 수 있는 것으로 전망됨
- 열교환기 형태의 히트싱크는 찾기 쉽지 않음
- 부식 환경에 대응하는 비금속 소재 열교환기의 필요성이 대두됨에 따라 폴리머 복합소재 열교환기의 기술개발이 요구됨

기술의 차별성

- 폴리머 복합재료의 열교환기를 사용하면 기존 열교환기에 비해 가볍고 디자인 성형성이 높음
- 설계 과정에서 재료선정, 혼합하는 부분, 열물성 등을 평가하는 평가 기술을 개발함

기술의 우수성

- 2W/mK 수준의 열전도도를 확보함
- 밀집도 향상을 통한 열교환기를 설계하여 낮은 레이놀즈 수에서 금속소재 열교환기 대체 가능성을 확인함
- 사출성형을 통한 플레이트 타입의 열교환기 시작품을 제작함



〈 폴리머 열교환기의 플레이트 설계 〉

〈 시작품 사진 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 주표면 열교환기의 박판 제조 방법(KR1471182)
- 폴리머 재료의 주표면형 열교환기(KR1529216)

노하우 · KNOW-HOW

- 폴리머 열교환기 설계
- 폴리머 열교환기 제작 시의 열물성 평가

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



PCHE 열교환기 기술

열시스템연구실    연구자 : 윤석호, 최준석    연락처 : 042.868.7064, 7325

기술 개요

- 기존제품 대비 높은 직접도를 보유한 마이크로 채널 열교환기와 관련된 기술임
- Etching을 통해 채널을 식각하고, 식각된 전열판들을 적층하여 확산 접합을 통해 하나의 solid body 형태의 core를 제작하여 출입구 형태의 헤더를 제작 해서 열교환기 형태를 갖추게 함



고객·시장

- 발전소, 제철소, 화학플랜트에서의 액체-액체 열교환, 기체-기체 열교환, 폐열회수 등에 사용됨
- 큰 공장이나 대용량의 열교환기가 필요한 경우

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 〈 기존 기술의 문제점 〉
- 기존의 Shell&Tube 열교환기는 낮은 집적도(100m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>)로 인해 고집적을 요구하는 선상에서는 한계가 있음
  - 선진 해외 업체(영국의 Heatric, 미국의 VPE, 일본의 KOBELCO 등)의 제품에 의존하고 있음

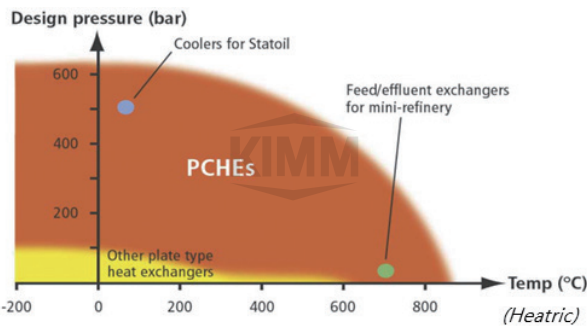
- 〈 기술의 필요성 〉
- 고집적으로 고온, 고압에서 사용할 수 있는 열교환기의 개발이 필요함
  - 독자기술의 확보가 필요함

기술의 차별성

- 가격이 높지만, 부피를 줄이고 높은 온도와 높은 압력을 유지할 수 있음
- 고집적으로 고온(-250°C~800°C), 고압(~50Mpa)에서 사용 가능함
- 고부가가치 열교환기의 국내 기술 확보
  - 디퓨전 분당(열확산접합)
  - 열교환기 유로 설계 및 용량 설계
- 접합실험과 유로채널 설계, 열교환기 실험을 통한 노하우를 축적함

기술의 우수성

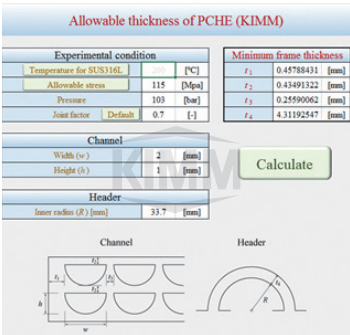
- 광범위한 온도 범위에서 사용 가능함
- 내압강도가 높음(up to 50MPa)
- Diffusion Bonding(확산접합) 기술을 보유함
  - 접합 노하우 및 데이터 확보
  - 진공 접합로 설계
- 열교환량에 따른 PCHE 설계 기술을 보유함
  - 설계 노하우 및 데이터 확보
  - 단상, 이상 열전달에 따른 PCHE 규모 설계
- PCHE의 허용 벽 두께 예측 프로그램을 개발함
  - ASME 보일러 및 압력 용기 코드를 바탕으로 개발
  - 주어진 압력에 따른 각 채널 벽의 응력과 허용 응력을 비교하여 최소 허용 벽두께 계산
  - 채널 간 벽 두께뿐만 아니라, 최외곽 벽두께 및 헤더 두께 계산



〈 온도/압력 범위 〉



〈 Diffusion Bonding 진공접합로 〉



〈 PCHE 의 허용 벽 두께 예측 프로그램 〉

지식재산권 현황

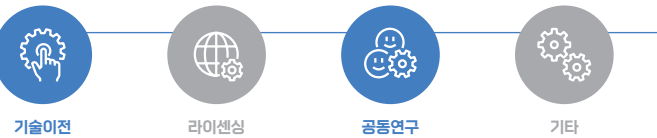
특허 · PATENT

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

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

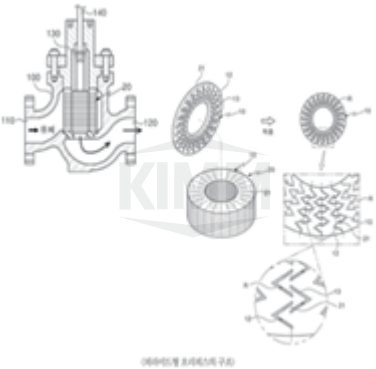


해양플랜트용 고차압 제어밸브의  
디스크 형상 제어 기술

열시스템연구실 연구자 : 윤소남 연락처 : 042.868.7155

기술 개요

- 다층의 디스크와 디스크 내에서 차압을 발생시키기 위한 유로홀을 이용하여 캐비테이션과 소음을 줄이면서, 대용량의 유체를 감압시키는 것으로, 비교적 단순한 구조와 쉬운 가공을 통하여 차압기구의 생산성 향상을 겸하는 해양플랜트용 고차압 제어밸브



고객·시장

- 조선/수해양/원자력

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

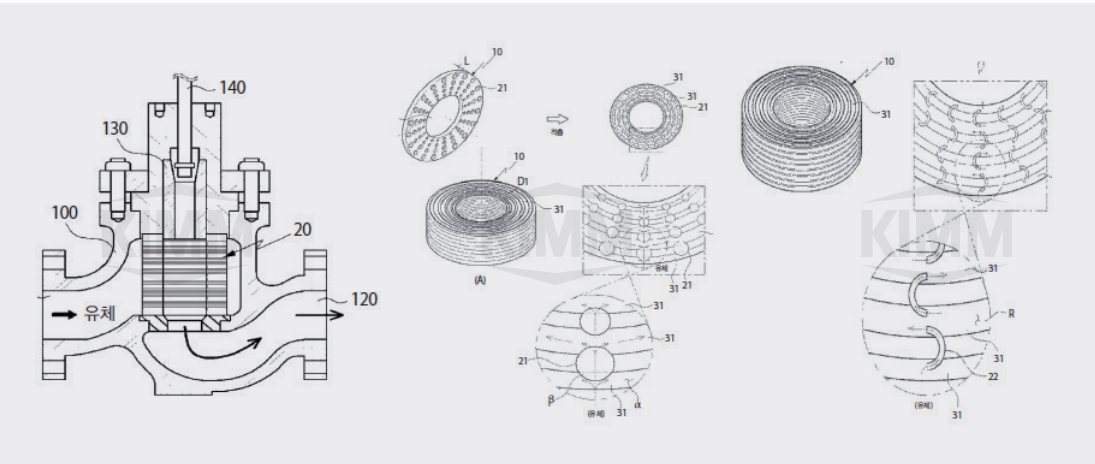
- 기구학적으로 정해진 공간 내에서 보다 긴 유로를 생성하여 감압시키는 기술이 요구됨
- 2D 개념의 설계 및 가공으로 고차압 발생이 어려움
- 기계적으로 고차압을 발생시켜야 해양 플랜트에 쉽게 적용 가능함

기술의 차별성

- 심해저로부터의 고압 유체를 비교적 쉽게 감압시켜 사용할 수 있음
- 심해저용으로 사용되는 밸브는 전기적인 제어방법으로 사용이 어렵고, 쉽게 고차압을 발생시키는 데 어려움이 있으나 본 기술은 이러한 문제를 해결할 수 있음
- 기존 기술은 2D 개념의 설계와 제작으로 이루어지지만, 제안하는 기술은 3D 개념으로 제어되기 때문에, 고차압 제어가 가능하고, 또한 쉽게 차압 범위를 조절할 수 있음
- 3D 개념 설계 및 제작 방식은 차압 범위 조절에 유연성을 발휘할 수 있으며, 2개 1조인 디스크 중에서 한 개의 디스크로 차압 조절 범위를 조절할 수 있는 경제적인 효과가 있음

기술의 우수성

- 주어진 공간 내에서 보다 큰 차압을 발생시키기 위해서는 유체의 밀도(유체가 밸브를 빠져나가는 속도)의 식으로부터 유속을 빠르게 하여야 하고, 그러기 위해서는 좁고 긴 유로를 만들어주는 설계 전략이 필요함
- 또한, 캐비테이션 및 노이즈 발생 저감 대책이 필요함
- 기존의 2D 개념의 유로보다 훨씬 더 유리한 구조임
- 해양플랜트, 가스 및 액화 라인, 원자력용 냉각수 제어 분야에서 응용이 가능함
- 2,500 Class 고차압 제어밸브의 구조 해석(한국생산제조시스템학회)과 고차압 밸브의 연구 동향(계장기술)을 통해 기술 우수성을 입증함
- 밸브 연구 경력 25년을 보유함



〈 피라미드형 오리피스 구조 〉

지식재산권 현황

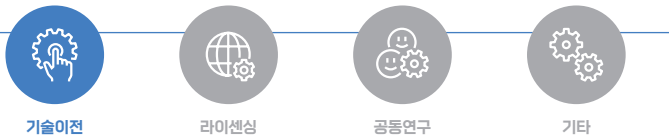
특허 · PATENT

- 해양플랜트용 고차압 제어밸브(KR1376093)
- 해양플랜트용 디스크 적응형 고차압 제어밸브(KR1356123)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



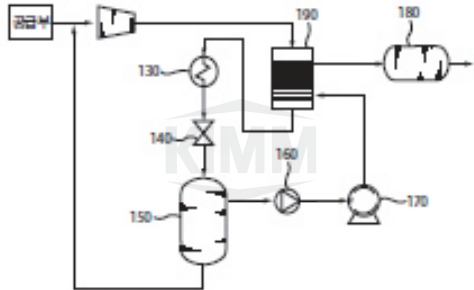


CO<sub>2</sub> 지중저장용 지상시스템

● 열시스템연구실 ● 연구자 : 이공훈, 윤석호 ● 연락처 : 042.868.7291, 7064

기술 개요

- 이산화탄소 액화 및 지중주입장치



고객·시장

- 이산화탄소 지중주입 설비 제작사, 이산화탄소 활용 산업

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 해양저장은 해저 3,000m 이하에 분사함으로써, 향후 지구에서 발생하는 이산화탄소를 500년간 저장할 수 있을 것으로 기대되나, 생태계 문제와 해양의 산성화 등의 안정성 문제로 현재 국제법상 금지되어 있는 문제가 있으며, 지표저장은 마그네슘이나 칼륨과 같은 이산화탄소를 첨가 가능한 광물에 반응시켜 화학적으로 저장하는 방법이지만, 과다한 처리비용과 완료 후 생성된 물질을 처리하는 비용 등 문제점이 있음
- 이산화탄소를 액화하기 위하여 냉각하는 데 상당한 에너지를 소모하며, 또한 지중주입을 위하여 고압의 초임계 상태로 가열하는데 상당한 에너지를 소모하게 되어, 환경보전을 위해 이산화탄소를 액화하고 저장하는데 오히려 다량의 전력을 소비하게 되어 문제점이 있음

기술의 차별성

- 기액분리기를 통과한 기상의 이산화탄소를 압축기로 재공급함으로써, 이산화탄소 액화에 필요한 에너지를 저감시킴
- 주입펌프와 히터로 마련된 주입부를 채택함으로써, 이산화탄소를 보다 용이하게 초임계 상태로 만들어 지중에 주입함
- 주입부는 가압펌프를 포함함으로써, 캐비테이션의 발생을 방지함
- 주입펌프를 통과한 이산화탄소와 압축기를 통과한 이산화탄소를 상호 열교환시키는 열교환기를 채택함으로써, 이산화탄소를 액화하고 저장하는 데 있어서 상당한 에너지를 저감시킴
- 열교환기는 주입펌프와 히터 사이에 위치함으로써, 열교환기를 통하여 가열된 뒤 히터로 가열함으로써 이산화탄소를 저장하는 데 있어서 상당한 에너지를 저감시킴
- 수송 등을 위하여 액화를 하는 이산화탄소와 지중주입을 위하여 초임계상태로 가열하는 이산화탄소를 상호 열교환시켜 에너지를 저감할 수 있는 이산화탄소 액화 및 지중주입장치임

기술의 우수성

- 이산화탄소 공급부, 압축기, 냉각기를 통과한 이산화탄소를 기상의 이산화탄소와 액상의 이산화탄소로 분리하는 기액 분리기, 액상의 이산화탄소를 초임계 상태로 변화시켜 지중으로 주입하는 주입부를 포함하고, 기상의 이산화탄소를 압축기로 재공급하여 재압축함



지식재산권 현황

특허 · PATENT	노하우 · KNOW-HOW
<ul style="list-style-type: none"><li>이산화탄소 액화 및 지중주입장치(KR1399442)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>시스템 설계 및 엔지니어링 기술</li><li>유동 혼합 가열장치 설계 기술</li><li>CO<sub>2</sub>용 열교환기 설계 기술</li><li>CO<sub>2</sub> 주입용 터보 펌프 기술</li></ul>



## 판형열교환기 기술

열시스템연구실 연구자 : 이공훈 연락처 : 042.868.7291

### 기술 개요

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



〈 판형열교환기 〉

### 고객·시장

- 정유, 화학 플랜트, 에너지 플랜트, sCO2발전 분야 관련업체

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

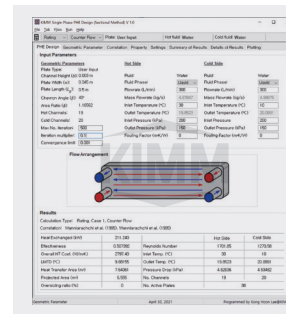
- 기존의 Shell & Tube 열교환기에는 전열 면적 확보를 위해 패스 수가 증가하여 부피가 증가하게 되고, 넓은 부지의 확보가 필요하게 되는 등의 저효율의 문제가 존재함
- Shell & Tube 열교환기 기술은 완숙 단계로 이미 해외 업체들이 장악하고 있는 실정임
- 고온, 고압, 부식 환경 등 넓은 범위의 판형 열교환기의 필요성이 대두됨

### 기술의 차별성

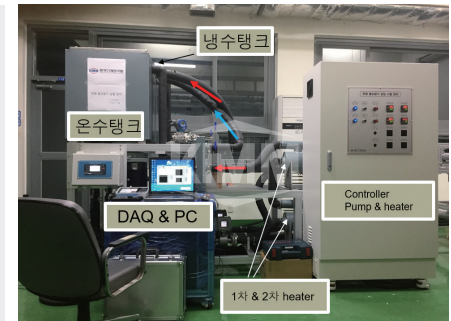
- 브레이징 타입, 가스켓 타입, 용접식 판형 열교환기 기술을 보유함
- 용접식 판형 열교환기의 경우, 다른 판형 열교환기 사용 온도 및 압력보다 높은 온도(~ 600 °C) 및 높은 압력(~ 30 bar)에서 사용 가능하도록 설계·제작함
- 산업 공정 소비 에너지 절감 효과 및 운영비·유지비 감소 효과를 가짐

### 기술의 우수성

- 출입구 온도에 따른 열교환 능력을 보유함
- 유동 해석을 통한 차압 문제 해석이 가능함
- 가시화 연구를 통한 유동 분배 연구 능력 및 분배 유로를 설계함
- 실험을 통한 설계 검증 기술, 시스템, 및 실험 시설을 보유함
- 열용량 계산 프로그램을 제작 및 보유함

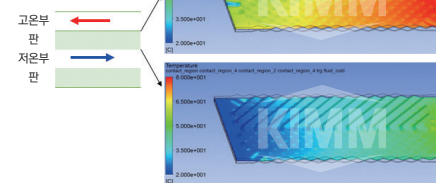


〈 판형열교환기 설계 프로그램 〉



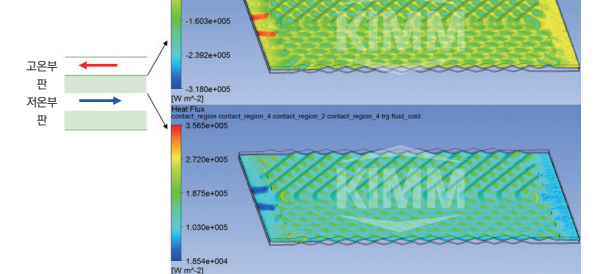
〈 판형열교환기 성능 실험장치 〉

- 온도분포
- U = 0.1m/s



〈 판형 열교환기 해석 기술 〉

- 열 유속분포
- U = 0.1m/s



### 지식재산권 현황

#### 특허·PATENT

- 판형 열교환기용 열교환판(KR1768151)
- 열교환판 및 이를 포함하는 판형열교환기 (KR2154815)

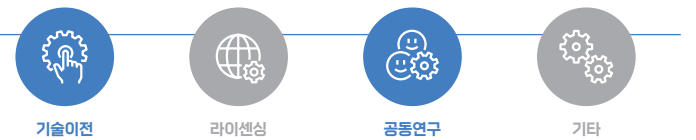
#### 노하우·KNOW-HOW

- 판형 열교환기 설계 기술
- 판형 열교환기 해석 기술

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십

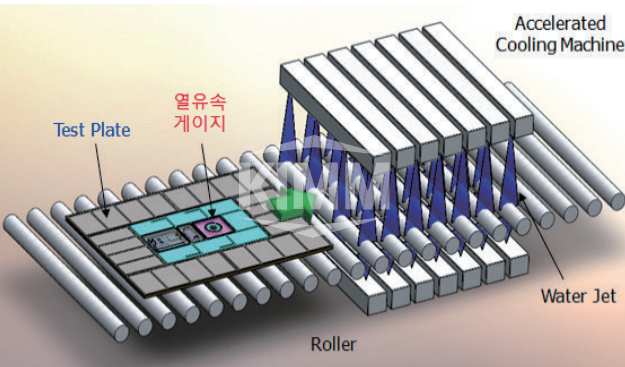


2차원 열유속 측정 게이지

열시스템연구실 연구자 : 이공훈 연락처 : 042.868.7291

기술 개요

- 철강 냉각공정에서 표면 열유속을 측정할 수 있는 적용기술



고객·시장

- 극한환경 센서, 철강회사

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- TMCP(Thermo-Mechanical Controlled Process) 강 제조기술에 있어 강재의 냉각 동안에 표면 열유속을 정확하게 측정하기는 거의 불가능함
- 증기와 액적이 혼재된 철강산업에서는 접촉식 측정이 불가능함
- 기존 고온 냉각실험은 전기가열로와 냉각시험 시편 사용으로 1회 사용에 제한됨

기술의 차별성

- 카트리지 히터를 적용한 열유속 측정 게이지의 경우, 10회 이상 반복적 사용이 가능함
- 증기와 액적이 혼재된 철강 산업에 적용이 가능함
- 2차원(두께 및 반경방향) 고온 열유속 게이지를 적용함
- SUS316, SUS310S와 같은 고온 내부식성 소재를 사용함
- 0.5인치 고온 카트리지히터 16개를 이용하여 균일 급속 가열이 가능함(최대 1,000도)
- 정밀 방전가공(EDM) 기술로 온도측정 열전대 깊이가 균일함(표면에서 1mm)
- Invar 및 내화물 소재 상부 cover 제작으로 냉각수 유동 교란을 최소화함

기술의 우수성

- 두께방향을 따라 이격되는 서로 다른 복수개의 측정지점을 구비하는 제1 온도측정부와 측면에서 중심방향으로 서로 다른 깊이에 위치한 복수개의 측정지점을 구비하는 제2 온도측정부로 구성되며, 강재의 방사방향 열유속을 측정하기 위한 제2 온도측정부가 특징임



〈 열유속 측정기 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 냉각성능 측정장치(KR1168385, JP5550154)
- 복렬구조 열유속 측정게이지(KR1221972)
- 2차원 열유속 측정 게이지(KR1221966, PCT/KR2013/003254)
- 열연 냉각공정의 현장 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속측정 방법(KR1013515)
- 냉각공정용 고온 강판의 열유속게이지(KR0991107)
- 후판 가속냉각공정용 냉각 열특성 측정장치(KR0912240)
- 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법(KR0955461)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



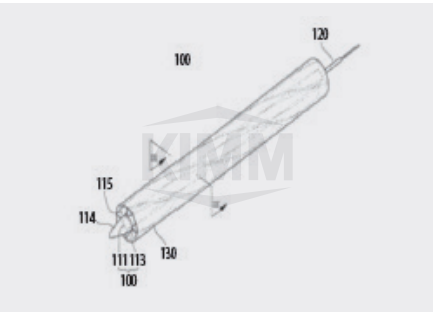


# 가스 하이드레이트 방지형 인라인 히터

열시스템연구실 연구자 : 이공훈 연락처 : 042.868.7291

기술 개요

- 해양플랜트 파이프라인 안의 유동동성 향상을 위한 인라인히터 기자재 기술



고객·시장

- 오일 & 가스 메이저 업체, 해양플랜트 기자재 업체 세계시장 규모 연 5조원

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 오일 & 가스 산업에서 유동안정성(flow assurance)이란 자원 물질이 채굴되고, 부존지로부터 소비지까지 이송되는 파이프 배관 내 유동의 온도, 유량 및 압력 제어를 통하여 안정적이고 경제적으로 운송될 수 있도록 하는 것을 의미함
- 심해저 자원 이송 배관의 유동안정성에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 가스하이드레이트나 왁스 등의 고형물질로 인한 배관의 막힘 현상, 다상유동의 슬러깅 현상으로 인한 배관 기자재의 파손, 배관 라인 내의 큰 압력강하로 인한 유속의 변화, 점도 변화, 열 손실 등이 있음
- 최근 오일 & 가스 산업계는 유동안정성(flow assurance)이 확보된 해저 배관 설비의 설계와 기술 개발에 매년 수 십억 달러 수준의 투자를 감수하고 있음
- 최근 10년 여 내로 개발되는 유전들의 경우 심해(최고 3,000m 깊이)에 위치해 자원의 이송거리가 길어지고, 이로 인한 가스 하이드레이트가 형성되는 고압 조건의 상평형 조건이 만족되어 배관 막힘(plugging)현상 발생 빈도가 증가하였음

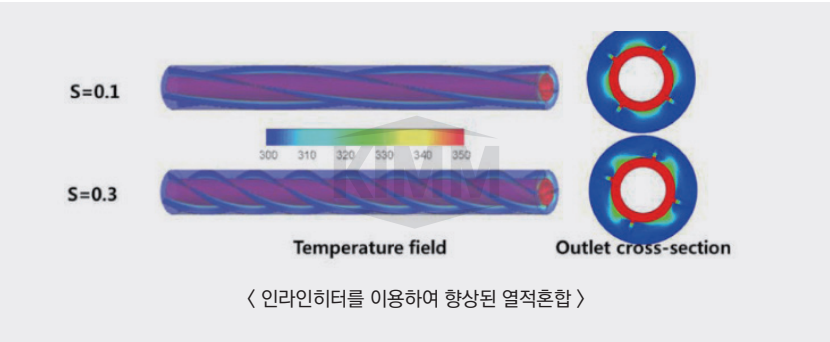
기술의 차별성

- 카트리지형 히터를 열전달부 내부에 삽입하여 간접 접촉을 통하여 작동유체를 가열함으로써, 내구력을 향상시킬 수 있는 카트리지형 인라인 히터가 제공됨
- 또한, 열전달부의 외면에 나선형의 스월부가 가열되는 작동유체의 교반을 유도함으로써, 작동유체의 온도 균일성이 보장 될 수 있음

- 또한, 나선형 스월부에 유동패턴을 형성하여 압력저항과 마찰저항과 같은 유동저항을 감소시키고, 작동유체의 유동성을 향상시킬 수 있음
- 오일 & 가스 채굴에 사용되는 해양플랜트의 파이프라인 유동안정성 향상에 매우 효과적으로 대응할 수 있는 기자재 기술로 적용이 가능함
- 배관 내부 위치에 상관없이 일정한 온도로 가열함
- 카트리지형 인라인 히터를 이용하여 구역별로 작동유체 온도를 용이하게 제어함
- 기존 기술은 파이프라인 외벽에 단순히 히터를 설치하여 가스 하이드레이트 생성을 억제하는 기술로, 외벽과 파이프라인의 중심선과의 온도 편차가 발생하여 파이프라인의 반경방향으로의 열적 혼합 특성이 떨어짐
- 따라서 가스 하이드레이트 생성 억제가 다소 떨어짐에 반해 본 기술은 반경방향 및 파이프라인 유동방향으로의 열적 혼합 성능이 탁월하게 우수하여 파이프라인 내에서의 가스 하이드레이트 발생에 대한 억제 능력이 매우 우수함

기술의 우수성

- 인라인히터는 배관 내 삽입하는 형태의 히터로 배관 내부의 온도를 균일하게 유지할 수 있음
- 히터를 스월 구조로 제작이 가능하여 열전달 면적을 증가시켜 유체가 열면에 직접 접촉하게 되어 열전달이 향상됨
- 기존 배관 외벽의 히터선 spooling 방식에 비하여 높은 열전달 성능을 가지고 열적 혼합 성능이 탁월한 기술임
- 한국기계연구원에 보유 중인 카트리지형 인라인히터에 관한 특허를 바탕으로 실제 심해저 플랜트 적용 PIP 시제품 제작한 경험을 바탕으로 하고 있어, 빠른 시일 내에 시제품 및 하이드레이트 억제 성능 평가를 거쳐 세계 시장에 출시할 수 있을 것으로 기대됨



지식재산권 현황

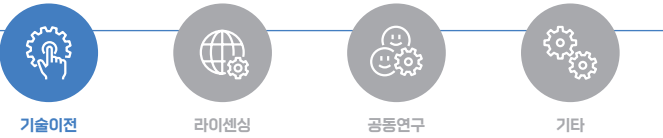
특허 · PATENT

- 카트리지형 인라인 히터 및 이를 이용한 작동유체 온도 제어 시스템 (KR1137528, PCT/KR2012/009761, US13/990871)
- 가스하이드레이트 발생 억제용 인라인 히팅 배관 시스템(KR1358235)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



고온 열저장용  
축열재 및 축열시스템 기술

▶ 열시스템연구실 ▶ 연구자 : 최준석, 김영 ▶ 연락처 : 042.868.7325, 7626

기술 개요

- 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 적용 온도가 높고 필요한 비용 및 부지면적을 줄여주는 기술

고객·시장

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

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

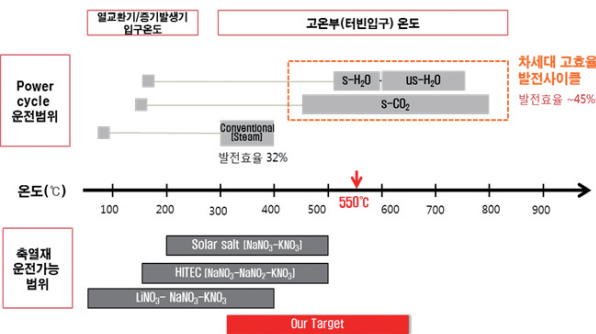
- 기존에 사용되던 상용 용융염(Solar Salt)은 550℃이상에서 분해되어 그 이상의 온도에는 적용 불가함
- 기존에 제안된 고온 축열 후보물질들은 불안정하거나 400℃ 이상에서 녹아 시스템 구성이 어려움
- 기존 축열시스템은 고온/저온의 2개 축열조를 이용하여 설비비가 높았음
- 고온시스템 운용이 까다로워 국내 기술확보가 되지 않음

기술의  
차별성

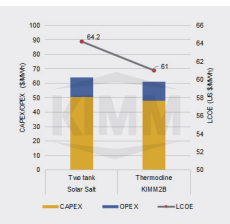
- 300~700℃의 열을 상압에서 전달하여 수시간 동안 저장 가능함
- 고온 열원의 온도가 유지되도록 함으로써 에너지 저장 및 전환 효율이 높아짐
- 단일 탱크 사용으로 시스템 구성에 필요한 부지면적이 줄어들고 투자비가 낮아짐
- 기존보다 저비용의 축열재를 이용함

기술의  
우수성

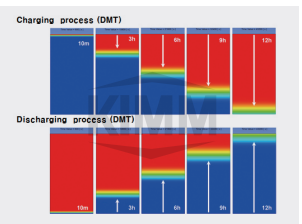
개발된 축열물질 적용가능 온도



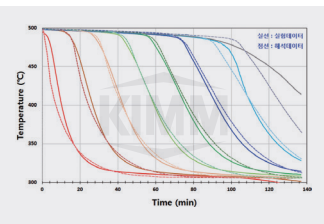
〈 파일럿급 고온 축열시스템 〉



〈 기존기술 대비 개발 기술 적용시 전력생산비용 비교 〉



〈 축열 및 방열과정 열성충화 유지 〉



〈 고온 열저장 시스템 해석결과와 실험결과 비교 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 열전달 매체 용융 조성물 및 이를 이용한 열전달 시스템(KR1769431)
- 용융염불을 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(KR2017-0057030)
- 축열탱크 및 이것을 이용한 축방열 시스템(KR2017-0022256)
- 축열탱크 및 이것을 이용한 축방열 시스템(KR2016-0170552)

지식재산권  
현황

노하우 · KNOW-HOW

- 고온 열저장 시스템 설계/제작/운용기술
- 고온 열성충화 운용기술
- 고온 열저장 시스템 열유동 해석 기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



# 고소플랜트 수직외벽 유지보수 곤돌라 로봇(WallBot) 설계기술

열시스템연구실 연구자 : 함영복 연락처 : 042.868.7157

기술 개요

- 벽면에서 자율주행이 가능한 수직외벽 유지보수(도장 또는 외벽청소)를 위한 곤돌라형 로봇(WallBot, 월봇) 설계에 관한 기술

고객·시장

- 대형 플랜트 및 고층건물 건설업체
- 유리외벽 고층건물의 청소용역 기업
- 세재 및 도로 제조업체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 〈 기존 기술의 문제점 〉
- 기존 고층 건물 외벽유지보수는 작업자가 옥상에 설치된 로프 또는 곤돌라에 탑승하여 작업을 수행함으로써 산업재해 사고율이 높음
  - 인명 손실의 위험이 있는 열악한 작업환경에 따른 신규인력 유입부족과 기능공 고령화 등 유지보수 작업의 인건비 상승, 시공품질 저하, 공사기간 지연, 공사비용 증가의 원인이 됨
  - 작업자 안전사고 발생에 대한 부담으로 인하여 인건비 상승 및 작업생산성이 저하됨

- 〈 본 기술의 필요성 〉
- 작업자가 안전한 장소에서 조정하여 작업함으로써 사고 위험이 감소함
  - 건설 공사비 절감, 생산성 및 건설 품질이 향상됨
  - 고층 건물의 증가 및 커튼월 또는 유리마감으로 증가된 청소 수요에 대응이 필요함

기술의  
차별성

- 고층건물 외벽 유지보수 작업의 자동화 구현이 가능함
- 넓은 면적의 청소 및 도장작업 자동화가 가능함
- 행거장치를 이용한 원활한 수평이동이 가능함

기술의  
우수성

- 곤돌라 로봇의 성능 및 경제성 분석 결과 손익분기점 1.6년, 연간공사비 절감효과 16.9% 등의 실질적 성과가 있음
- 아파트 신축 건설현장 시연을 2회(원주, 진천) 시행함

- 2014년 국제건설기계 전시회 및 2014년 창조경제혁신박람회에 참가함
- YTN 등 19건에 홍보를 진행함
- 2016년 12월 산업부 로봇유공자 표창장을 수상함



〈 곤돌라 로봇의 현장적용 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 건물 외벽용 작업대차 고정장치(KR1299430)
- 건물 외벽 작업대차의 고정을 위한 고정 패드의 부착 장소 검색 방법(KR1202770)
- 다축 방식의 부착력 시험 장치(KR1269429)
- 고정 패드의 위치조절 장치 및 이를 구비하는 케이지와 곤돌라 장치(KR1165603)
- 두개 아암의 폭이 가변 가능한 이동식 곤돌라 행거(KR1363260)
- 미세 돌기가 형성된 진공 흡착 패드 및 상기 미세 돌기를 형성하는 장치와 방법(KR1262861)
- 건물 외벽 작업틀 및 이를 포함하는 곤돌라 유닛(KR1814117)
- 건물 외벽 도장장치(KR1322210)
- 곤돌라 로봇 및 그의 위치 추정 방법(KR1234522)
- 작업영역 판별을 이용한 곤돌라 로봇의 작업수행 장치 및 방법(KR1349669)
- 빌딩 외벽 관리용 조임 나사식 곤돌라 행거(KR1478610)
- 빌딩 외벽 관리용 자중 클램프식 곤돌라 행거(KR1472980)
- 유연성 지주방식의 곤돌라 이동장치(KR1802187)

지식재산권  
현황

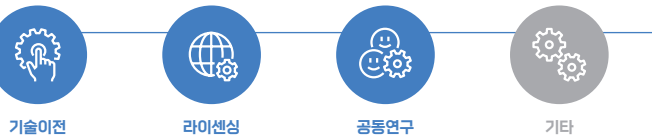
노하우 · KNOW-HOW

- 최적도장을 위한 도로 공급압력, 노즐 팁, 벽면과의 거리 설계기술
- 다양한 지붕 형태에 따른 수평이동 용이한 행거 설계기술
- 스프레이 도장 시 비산방지 장치 설계기술
- 스프레이 도장 툴, 롤러 도장 툴, 브러시 롤러 청소 툴 설계기술
- 전선 오토 릴 구동장치 설계기술
- 벽면 요철 부 극복 가능한 가이드 휠 설계기술
- 돌풍에 안정적인 작업을 위한 벽면 밀착을 위한 추진 팬 용량 설계기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십





# 바늘 없는 약물 주사기 설계기술

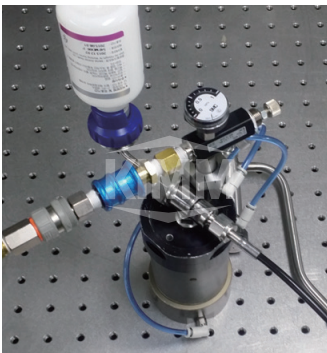
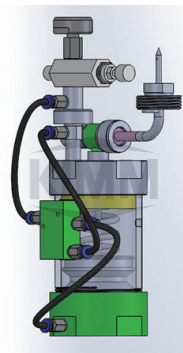
열시스템연구실 연구자 : 함영복 연락처 : 042.868.7157

## 기술 개요

- 본 기술은 바늘 주사기를 사용하여 약물을 주사하는 기존 주사방식의 여러 문제점들을 해결하기 위해, 약물을 고압화하여 바늘 없이 피내 또는 근육 층에 순간적으로 정확한 량을 주사 가능한 무침주사기 설계기술임
- 실내가 아닌 필드 현장의 대규모 축산 농가에서 1인 작업자가 주사 가능하도록 휴대형으로 개발함



〈 핸드피스 〉



〈 약물공급 및 증압기 〉

## 고객·시장

- 대규모 축산농가, 공공 검역기관, 구제역 백신 등의 주사약물 제조사, 애완동물 병원

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

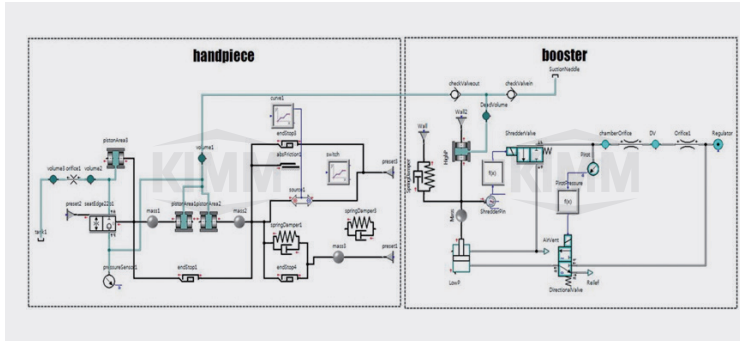
- 가축에 백신 또는 약물주입에 있어서 주로 바늘주사기를 이용한 접종이 이루어지고 있어 재사용으로 인한 질병 전파의 가능성이 있음
- 바늘주사 시 동물의 움직임으로 인해 정량 및 정 위치에 접종이 어려우며 작업자의 피로도가 증가와 신체 상해 등 안전사고 위험이 있음
- 접종 시 주사 자국 발생 및 바늘 부러짐, 스트레스로 인해 돈육품질이 저하될 수 있음
- 국외 수입품 무침주사기는 고가이며 무겁거나 주입소음이 크다는 단점이 있어 축산농가에서 제한적으로 사용되고 있음

## 기술의 차별성

- 기체의 압력으로 약물의 압력을 증압하도록 구성되어 소음발생이 적고 전기 배터리가 불필요한 기계식임
- 손으로 파지하는 핸드피스는 경량화되어 있어 장시간 사용에도 피로감이 적으며 3중 안전장치가 있어 작업자가 안전함

## 기술의 우수성

- 기존 바늘주사기 접종에서 발생할 수 있는 안전사고 예방 및 접종시간 단축시킬 수 있음
- 동물의 스트레스 감소 및 바늘자국 흔적으로 인한 품질 저하를 예방할 수 있음
- 약물의 주입압력 및 주입량 조절이 가능하고 정량 주사가 가능함
- 약물의 손실 및 고가의 국외제품 구입 등으로 발생할 수 있는 비용 절감이 가능함



## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

- 무침주사기(고압펌프 밸브식)(KR1313632)
- 무침주사기(탄성체 타격식)(KR1313633)
- 인젝션 량이 조절되는 증압식 무침주사기 (KR1863355)

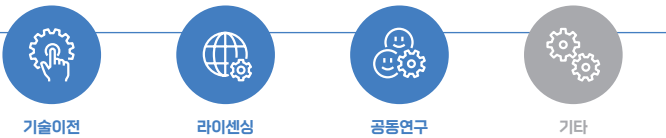
### 노하우 · KNOW-HOW

- 목표 인젝션 량과 압력에 맞는 Design Parameter의 Axiomatic Design 기술
- 제작 전 설계도면을 이용한 모델링 및 Dynamic Simulation 기술
- 무침주사기의 성능평가 기술
- 소형 고압 플런저 펌프 및 압전구동 고속밸브 설계기술
- 인젝션 량 가변조정 장치 설계기술

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



# 고 점성 액체 젯 디스펜싱 헤드 설계 기술

열시스템연구실 연구자 : 함영복 연락처 : 042.868.7157

기술 개요

- 본 기술은 점성 액체를 초미세 정밀-정량 토출하여 고속으로 2D, 3D 패턴 형성이 가능한 압전구동 젯 디스펜싱 헤드 메커니즘 설계기술

고객·시장

- 고점성 액체를 정밀-정량 디스펜싱이 필요한 분야
  - 고점성 에폭시 정밀 디스펜싱 : 반도체 부품의 접합 공정에 에폭시 젯 디스펜싱
  - 기능성 페이스트 정밀 디스펜싱 : LED 칩의 패키징 공정에 Paste 젯 디스펜싱
  - 윤활유 디스펜싱 : 극소량의 지속적인 윤활유 공급이 필요한 고부가가치의 부품에 그리스(grease)와 젯팅

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

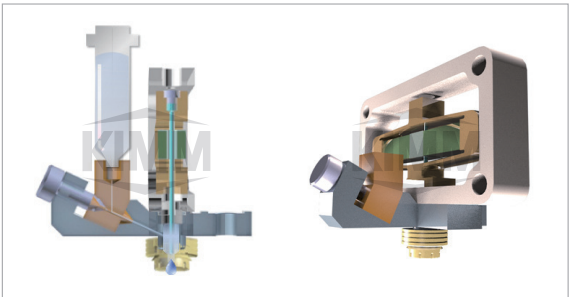
- 주로 공압-솔레노이드 방식의 디스펜서를 사용하고 있지만 반도체 패키징 등의 정밀산업 분야에서는 독일, 미국과 같은 선진국 압전 젯 디스펜서를 수입하여 사용 중임
- 기존 공압 디스펜서는 공기압을 동력원으로 사용하므로 공기의 압축성으로 인해 압력공급이 불안정하여 정밀도가 떨어지며 고점성 액적을 토출하기 어려움
- 또한, 솔레노이드 밸브로 유로를 개폐하지만 솔레노이드 밸브의 낮은 응답성으로 인해 시간지연이 발생하여 고속구동과 미세 액적형성이 어려움

기술의 차별성

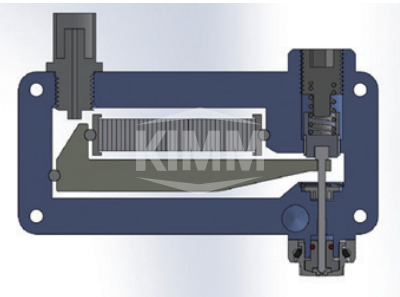
- 응답성이 솔레노이드의 수십 배에 달하는 압전 액추에이터를 사용하므로 고속구동이 가능함
- 압전 액추에이터의 높은 발생력을 이용하여 액적을 형성하기 때문에 고점성 액적(droplet) 토출이 가능함
- 압전 액추에이터의 변위를 확대시켜 Tappet을 상승시키는 동안 액체를 노즐부로 유입시키고 타펫을 고속으로 하강시켜 순간적으로 고압화하여 미세 액적을 토출시키는 원리임

기술의 우수성

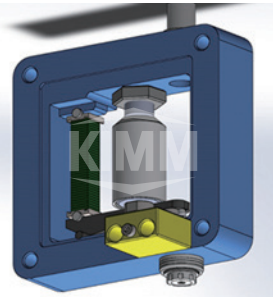
- 기존의 공압 디스펜서의 점도의 한계, 속도의 한계, 마이크로 액적한계 등의 문제를 극복하고, 외국제품과 동등한 수준의 압전 젯 디스펜서 메커니즘의 독자 설계가 가능해짐



〈 Rhombus type 〉



〈 Hinge-Lever Type I 〉



〈 Hinge-Lever Type I 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 힌지 레버 타입 변위확대를 이용한 젯 디스펜서(KR1819077)
- 커팅 분사 방식의 바이몰프 압전소자 구동형 디스펜서(KR1190080)
- 커팅 분사 방식의 가압 면적 변위 확대형 디스펜서(KR1190119)
- 커팅 분사 방식의 직교변위 확대형 디스펜서(KR1190083)
- 커팅 분사 방식의 힌지레버형 디스펜서(KR1059746)

지식재산권 현황

노하우 · KNOW-HOW

- 적층형 압전 액추에이터 Mounting Jig 설계기술
- 적층형 압전 액추에이터 초기압축력 세팅 기술
- Nozzle & Tappet End 접촉 및 Sealing 메커니즘 설계기술
- 고점성 액체의 점도제어 기술
- 액적형성을 위한 적층형 압전액추에이터 구동 제어기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



# 다방향성 테니스 시뮬레이터 기술

열시스템연구실 연구자 : 허필우 연락처 : 042.868.7331

기술 개요

- 실제 테니스코트의 특성을 고려한 축소모델
- 연속성과 랜덤성을 동시에 구현한 테니스 시뮬레이터 기술

고객·시장

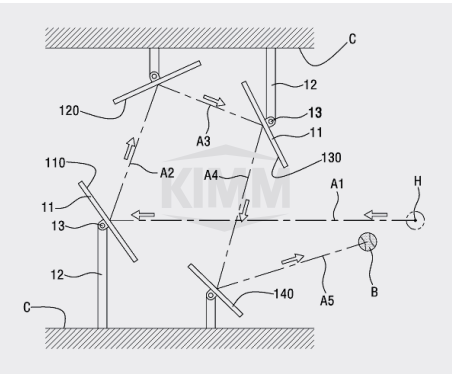
- 실내스포츠 시장
- 테니스 레슨 시장
- 학교/공공/직장 실내 운동시설

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 테니스는 인기 스포츠이지만 테니스 코트 확보가 어렵고 실력 향상에 긴 레슨기간이 요구되므로, 이러한 공간적 제약을 해소하고 효율적인 연습을 위해, 실내에서 사용하는 테니스 시뮬레이터가 필요
- 기존의 테니스연습기 기술은 공이 타격된 후 일정한 위치로 공이 리턴되므로 아주 초보자에게는 도움이 될 수 있지만, 단조로운 특성으로 한계 있음
- 스크린 테니스기술은 구조적으로 코트에서 서로 주고받는 랠리의 연속적인 공의 움직임을 묘사하는 것에는 물리적으로 한계가 있음

기술의 차별성

- 실제 테니스코트의 특성을 반영하여 실내에서 지루하지 않고 재미있게 테니스를 즐기며 실력을 향상 가능
- 다방향성 테니스 시뮬레이터는 다방향성 특성과 실제 테니스게임처럼 점수처리 가능
- 정량적 점수관리를 통해 실내에서 혼자서도 집중력을 유지하면서 자신의 상태 파악 및 실력 향상이 용이하며, 코트에서의 실전 적응력이 우수
- 연속성과 랜덤성에 의해 다방향성, 다타이밍성을 가지므로 코트에서 상대와 랠리하면서 느끼는 긴장감과 임의의 볼에 대한 대처능력 향상

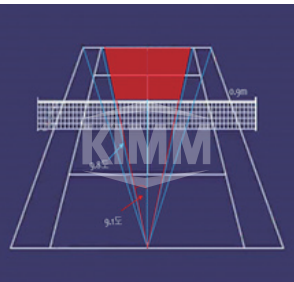
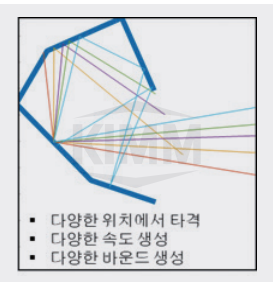


〈 다방향성 테니스 시뮬레이터 개념 〉

- 홀로 유효영역에 타격연습이 가능하며, 1인 게임모드는 기계와 가상의 테니스 대결을 하는 것이며, 2인 게임모드는 상대방과 게임을 하는 동작 방식
- 테니스 특성상 상대방과 실력차가 나면 코트에서는 서로 재미가 없어 같이 운동하기가 어렵지만, 다방향성 테니스 시뮬레이터의 2인 게임 모드는 상대방과 실력 차가 나더라도 상호 보완적으로 작용하는 특성에 의해 서로 재미있게 게임을 즐길 수 있으므로 실력 차이가 있는 가족, 친구간에도 유용하게 이용 가능

기술의 우수성

- 실제 테니스코트에서 운동하는 특성을 묘사하는 축소모델
- 다양한 위치, 다양한 속도, 다양한 바운드 특성이 고려된 실내 테니스 시뮬레이터
- 기초적인 기술을 익히면, 혼자서 재미있게 테니스기술 터득 가능
- 집중력과 긴장감을 유지하면서 순간대처 능력이 향상되므로 실제로 코트에서 테니스를 치는 실전 적응력 배양에 효과적으로 대응할 수 있음



〈 다방향성 테니스 시뮬레이터 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 실시간 저소음 다방향성 테니스 연습장치(KR2066789)
- 유효타격 인식 기능을 갖춘 다방향성 테니스 연습장치(KR2019-0051587)
- 진동감지를 통한 인/아웃 판정부를 구비하는 테니스 연습장치(KR1766533)
- 실시간 저소음 다방향성 테니스 연습장치(KR2066789)
- 일체형 다중 경사각을 갖는 테니스 연습장치(KR2066797)
- 가변 경사각을 갖는 저소음형 테니스 연습장치(KR2088578)
- 교차면없는 다중 경사각을 갖는 경계면 축소형 테니스 연습장치(KR2019-0176330)
- 경사각을 갖는 투과형 테니스 연습장치(KR2019-0143378)
- 유효영역 확장된 판형 실시간 테니스 연습장치(KR2019-0124466)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십





# 용존산소를 이용한 수중호흡장치 기술

열시스템연구실 연구자 : 허필우 연락처 : 042.868.7331

기술 개요

- 수중의 용존산소를 이용하여 산소통이 없이 장시간 동안 수중에서 호흡할 수 있는 장치 기술



고객·시장

- 수중 재난 구조장비, 수중탐사, 스쿠버다이빙 장비
- 수중 스쿠터 장비, 수중활동용 장비업체, 수중 산소공급용 플랫폼

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

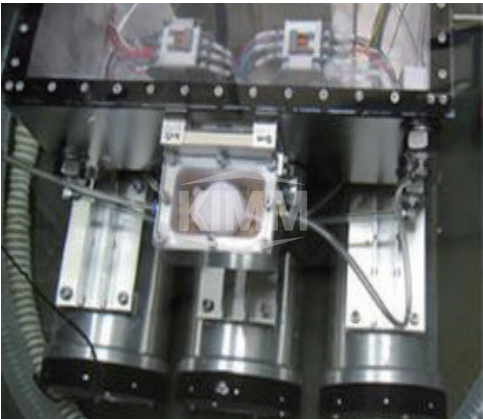
- 산소통을 이용하는 경우 산소통의 용량에 의해 제한된 시간동안 동작함
- 갑작스런 해상 재난 사고시 요구되는 수중 구조활동이나 수중 탐사와 같이 장시간 수중활동이 필요한 경우, 많은 개수의 산소통이 필요하므로 부피와 무게가 증가되어 사용상의 한계가 있음

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 에너지량을 최소화하면, 수중에 존재하는 산소를 이용함으로써 장시간 물속에서 산소 공급이 가능함
- 산소통이 없이 수중의 용존산소를 이용하여 수중호흡하는 장치기술임
- 표면적 증가를 통한 전력소모를 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 장시간동안 수중활동이 가능함

기술의  
우수성

- 500mL/min급 용존산소 분리기술을 이용하여 실험용 쥐를 대상으로 실험한 결과 수중에서 50분 동안 생존함
- 학술발표로서, J. of Membrane Science 등에 게재
- 산소통 없이 물속에서 숨쉴 수 있는 인공아가미 기술개발 (전자신문, 2011. 02.11.) 보도
- 책임연구원 2명, 선임급 2명이 연구에 참여함



〈 용존산소를 이용한 수중호흡장치 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 호흡 기체 분리 방식의 수중 호흡용 마스크(KR1144619, PCT/KR2010/008865)
- 중공섬유를 이용하는 호흡장치(KR1044390)
- 용존 기체분리, 포집 장치 및 방법(KR1055315)
- 중공사막을 이용한 수질측정장치 및 이를 이용한 수질측정방법(KR1026991)
- 방사형 배치 구조의 중공사막을 이용한 수중호흡장치(KR1051020)
- 중공섬유를 이용한 스노클(KR1076701)
- 버퍼부를 구비하는 중공사막 수중 호흡장치(KR1078280)
- 용존기체 분배형 중공사막 호흡장치(KR1094939)
- 가압식 중공사막 수중 호흡장치(KR1131195)
- 중공사를 이용한 산소 조절형 수중 호흡장치(KR1408176)
- 중공사를 이용하는 수중 추진장치(KR1328615)
- 중공사를 이용한 순환형 호흡장치(KR1346757)
- 중공사 멤브레인 모듈(KR1387949)
- 중공사를 이용한 분리용량 증가형 호흡장치(KR1692107)
- 회전형 중공사 호흡장치(KR1635341)
- 양방향 주입형 중공사 멤브레인 모듈(KR1577908)
- 경량형 중공사 수중 호흡장치(KR1867371)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

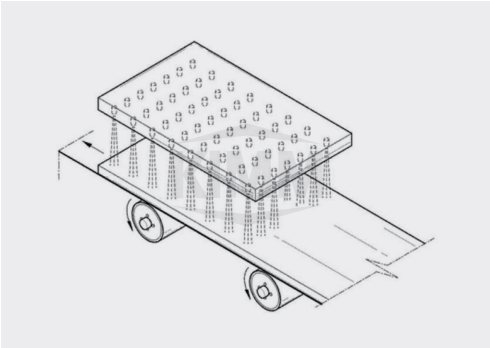


# 후판 또는 강판용 냉각 시스템

▶ 플랜트융합연구실 ▶ 연구자 : 도규형 ▶ 연락처 : 042.868.7929

## 기술 개요

- 후판공정에서 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 차세대 고효율 무교정 후판 가속냉각 기술



## 고객·시장

- 주요철강사/냉각설비제조시장

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

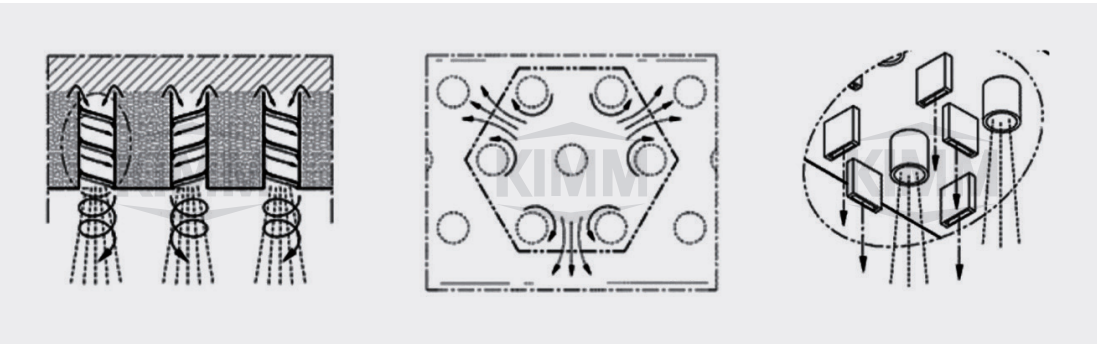
- 냉각 균일성 확보와, 체류수 제거가 필요함
- 기존의 후판 혹은 강판 가속냉각제어기술은 후판 혹은 강판을 균일하게 냉각시켜 주지 못하여 판변형이 발생하게 되고, 대부분의 경우, 냉간 교정을 거치게 됨에 따라 에너지 소비량이 많고 생산성이 떨어지게 됨
- 후판 혹은 강판 제조공정 상에서 가속냉각 제어가 제대로 되지 못하고, 대개 냉각 불균일에 의해 열적 변형(Thermal stress)에 기인한 큰 판 변형이 발생하게 됨
- 이에 따라 판변형이 발생하지 않게 균일한 냉각 방법이 필요함

## 기술의 차별성

- 후판 판변형을 획기적으로 감소시킬 수 있는 가속냉각 기술을 적용하여, 후처리 냉간 교정에 드는 불필요한 에너지 소비를 파격적으로 줄일 수 있는 혁신적인 철강 냉각 공정기술로, 획기적인 에너지 효율 향상이 가능함
- 후처리 냉간 교정 과정을 줄임으로써 후판 혹은 강판의 생산 속도를 단축해 줄 수 있기 때문에 후판 혹은 강판 생산성 향상에 기여함
- 스월 발생기(Swirl generator)를 적용한 다중 원형 제트 노즐을 이용하여 노즐 사이에서의 불균일 냉각을 보완하고 스월 방향을 조절하여 효과적으로 체류수를 제거하는 냉각기구로서 기술의 차별성을 가짐

## 기술의 우수성

- 다중 원형 제트 노즐은 높은 냉각능을 가지는 대표적인 냉각기구 중의 하나로 후판 냉각제어에 널리 사용되고 있음
- 그러나 노즐 사이에서 발생하는 유동의 불균일에 따른 불균일 냉각의 단점을 가지는데, 이러한 단점을 보완하기 위해 다음과 같은 냉각 기구를 제시하였음
  - 스월 발생기를 적용한 다중 원형 제트 노즐을 이용하여 노즐 사이에서의 불균일 냉각을 보완하고, 스월 방향을 조절하여 효과적으로 체류수를 제거하는 냉각 기구 방안임
  - 이중관 다중 제트 노즐을 이용하여 난류 강도를 증가 시켜 냉각성능을 향상하는 동시에 체류수를 효과적으로 제거하는 냉각기구 방안임
- 책임급 연구원 2명, 선임급 연구원 4명이 참여하여 기술 개발을 진행하고 있음



## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

- 냉각성능 측정장치(KR1168385)
- 후판 또는 강판용 냉각시스템(KR1190609)
- 후판 또는 강판용 다중 분사형 냉각시스템 (KR1167621)
- 냉각성능 측정장치(JP147110/2012)
- 스월링 노즐(KR1442647)
- 노즐 가공 장치 및 이를 이용한 노즐 가공 방법 (KR1334925)

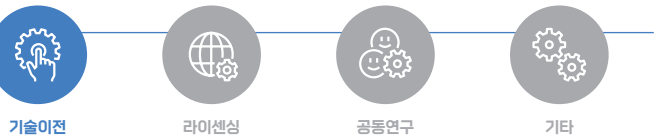
### 노하우 · KNOW-HOW

- 스월 발생기 적용 다중 노즐 설계 기술
- 스월 발생기 노즐 성능 평가 기술

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십







## LNG극저온 기자재와 관련 시스템의 성능 및 내구성 평가를 위한 시험 장비

▶ LNG · 극저온기계기술 시험인증센터 ▶ 연구자 : 이근태 ▶ 연락처 : 042.868.9036

### 기술 개요

- LNG극저온 기자재 (펌프, 밸브, 열교환기, 압축기, BOG 재액화 및 극저온 냉동기)와 관련 시스템 성능 및 내구성 평가를 위한 시험장비



### 고객·시장

- LNG극저온 플랜트 및 선박 기업과 관련 기자재 제조기업

### 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/시스템은 신뢰성이 필요한 부품이며 시험을 통해 건전성 확인이 필요함
- 일부 개발된 부품은 많은 시간과 높은 시험 비용 소요하면서 해외 전문기관에 시험 의뢰되고 있으며 이로 인해 국내 기업이 개발한 핵심 기술이 국외로 유출될 우려가 매우 높음
- LNG극저온 기자재/시스템 시험 결과의 신뢰성을 위해 국제공인인증이 필요함

### 기술의 차별성

- LNG극저온 펌프 성능평가 시스템은 ISO 기준에 의하여 대유량(3000m³/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/h 이하이고 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
- LNG극저온 관련 시스템 성능 시험이 가능하게 장비, 배관 및 계측기를 구성함

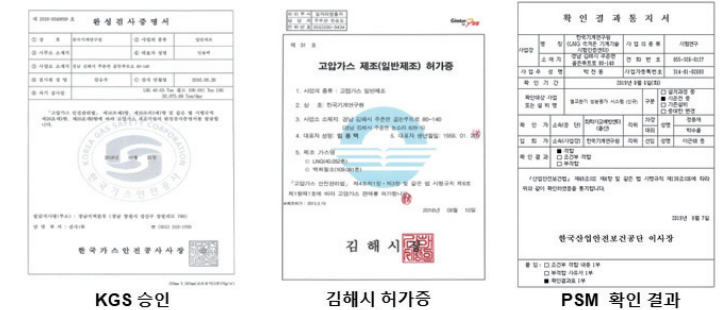
Standard : ISO-13709 second edition 2009 (Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries)	Standard : ANSI/ISA-75.02.01-2008 (Control Valve Capacity Test Procedures)	Standard : ASME PTC 12.5-2000 (Single Phase Heat Exchangers)	Standard : API 617, VDI 2045, ISO 5389	Cryogenic Refrigerator Performance Test System
<b>Test Scope</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Flowrate : 0 ~ 3,000 m³/h</li><li>Design Pressure : 2.0 Mpa.A</li><li>Temperature : -163 °C</li><li>Voltage : 6,600 V, 440&amp;380 V</li></ul>	<b>Test Scope</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Flowrate : 0 ~ 1,000 m³/h</li><li>Valve Diameter : 1 ~ 14 inch</li><li>Pressure : 3.0 Mpa.A</li><li>Temperature : -196 °C</li></ul>	<b>Test Scope</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Test fluid : LNG, LN₂, Ethylene-Glycol &amp; Water</li><li>Flowrate : 0 ~ 6 Ton/h (LNG)</li><li>Pressure : 35 MPa.A (High side), 3 MPa.A (Low side)</li><li>Temperature : -196 °C</li></ul>	<b>Test Scope</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Test fluid : LNG, LN₂</li><li>Flowrate : 0 ~ 6 Ton/h (LNG)</li><li>Pressure : 35 MPa.A (High side), 3 MPa.A (Low side)</li><li>Temperature : -196 °C</li></ul>	<b>Test Scope</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Standard : KS B 6270</li><li>Test fluid : LNG, LN₂</li><li>Flowrate : 0 ~ 3 Ton/h (LN₂)</li><li>Pressure : 3 MPa.A</li><li>Temperature : -208 °C</li></ul>
<b>Test Item</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Flowrate, Head, NPSH, Efficiency, Vibration test, and etc.</li></ul>	<b>Test Item</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Flow Coefficient, Reliability Test, Pneumatic Pressure, Leakage, and etc.</li></ul>	<b>Test Item</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Heat Transfer, Heat Transfer Coefficient, Pressure Drop, Reliability Test, and etc.</li></ul>	<b>Test Item</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Flowrate, Pressure Ratio, Efficiency, Vibration test and etc.</li></ul>	<b>Test Item</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Flowrate, Capacity, COP, Vibration, Reliability Test and etc.</li></ul>



〈 LNG극저온 펌프, 밸브, 열교환기, 압축기 및 냉동기 성능평가 시스템 사양 〉

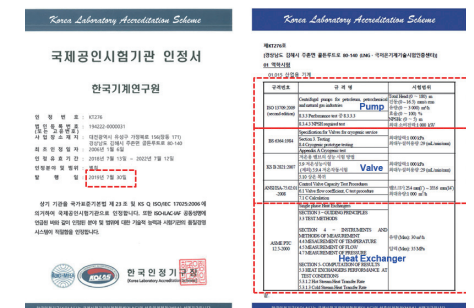
### 기술의 우수성

- LNG는 가연성 및 극저온(-163°C)이고 LN₂는 극저온(-196°C)이므로 국내 고압(가스안전공사) 및 방폭(KOSHA 및 공정안전보고서) 규정을 고려하여 설계됨



〈 가스안전공사 완검검사증명서 〉 〈 고압가스 제조허가증 〉 〈 공정안전보고서 확인 〉

- 모든 시험 설비는 시험 조건을 충족하기 위해 가변할 수 있게 설계되고 Human error 방지를 위해 모든 데이터는 전자식으로 계측함
- 오래 기간 극저온을 연구한 전문 연구자가 시험 장비를 설계하였고 전문 연구자가 정확한 시험을 수행함
- 시험 결과의 신뢰성을 확보하기 위하여 국제공인인증(KOLAS) 획득하고 안전한 시험 설비 운영을 위해 공정안전보고서 제도를 운영 중임



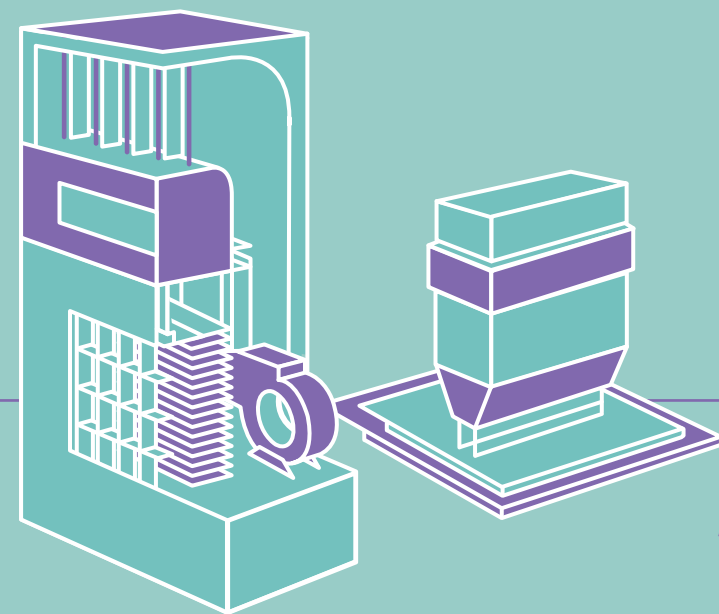
〈 국제공인시험기관 인증서 〉



희망 파트너십

4  
환경시스템  
연구본부

ENVIRONMENT SYSTEM  
RESEARCH DIVISION



무필터 방식  
실내 공기청정 기술  
/ 리모트 플라즈마 발생장치

- 248 • 환경기계연구실
- 268 • 청정연료발전연구실
- 280 • 그린동력연구실
- 294 • 플라즈마연구실

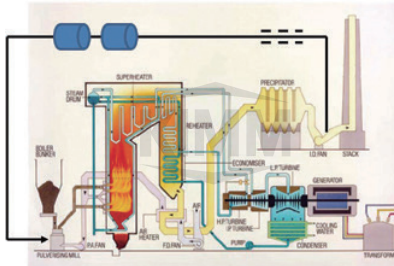
KOREA  
INSTITUTE OF  
MACHINERY &  
MATERIALS

# 미분기를 포함하는 석탄 연소 시스템

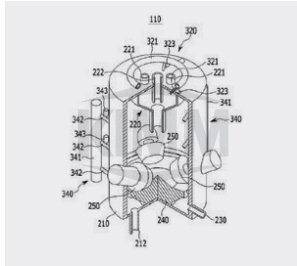
▶ 환경기계연구실 ▶ 연구자 : 길상인 ▶ 연락처 : 042.868.7336

기술 개요

- 석탄화력 발전소에서 미분탄을 공급하는 미분탄 화재예방과 관련된 연소시스템 기술



〈 미분기내 화재방지 개념도 〉



〈 미분기 화재방지 관련 특허 기본도 〉

고객·시장

- 석탄 및 바이오메스를 미분화하여 에너지원으로 사용하는 발전 및 에너지설비

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

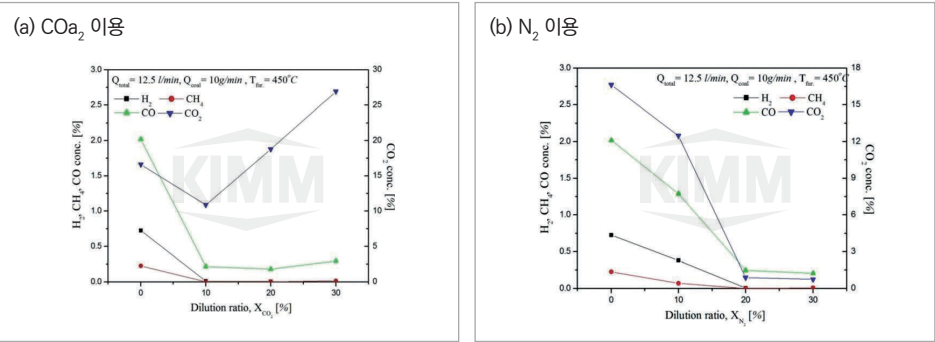
- 저급탄 또는 바이오메스 미분시 화재발생 위험이 매우 높음
- 화재발생을 원천적으로 억제 및 제어할 수 있는 방법이 없으며 일단 화재가 발생하면 스팀이나 이산화탄소를 미분기에 다량 사하여 화재진압
- 화재로 인하여 장시간 발전설비의 일부 또는 전체가 운전을 중지해야 하며 이로 인한 경제적 손실이 매우 큼

기술의 차별성

- 미분기 화재방지로 인한 운전자 안전 확보
- 미분탄 공급장에 및 발전설비 가동 정지로 의한 경제적 손실 발생 억제 및 운전시간 연장 효과
- 저급탄 및 바이오메스를 포함한 다양한 탄종의 발전연료 활용
- 미분기 화재 진압을 위한 부대설비비 축소 및 운영비용 감소
- 미분기 내부에서 화재가 발생할 확률이 높은 위치를 특정하였으며, 해당 영역의 가스상 물질 상태를 불활성 특성을 가진 연소 가스를 이용하여 집중적으로 제어함
- 미분기 내에서 발화가 가능한 영역은 일부영역에 국한되어 있으며, 화재발생 억제의 방법으로서 발화가 예상되는 국소 영역의 산소농도를 지속적으로 제어함으로써, 착화 및 발화를 사전에 방지하고 안정적인 미분기 운전을 유지함

기술의 우수성

- 미분기 내부를 모사한 기초실험 결과 불활성 기체농도에 따른 미분기 내부 온도변화를 통하여 화재 발생 지점을 특정하여 그 부분을 집중적인 대처로 화재발생을 미연에 방지함



〈 불활성가스를 이용한 화재발생 억제 효과 〉



〈 미분기 형상도 〉



〈 미분기내 화재발생 순간 영상 〉

〈 미분기내 화재발생 영상 및 불활성가스를 이용한 화재발생 제어 〉

지식재산권 현황

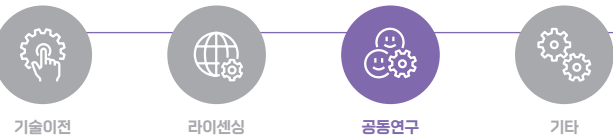
특허 · PATENT

- 미분기 및 이를 포함하는 석탄연소 시스템(KR1355691)
- 화재 예방을 위한 미분기 및 석탄 연소 시스템(KR1281062)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



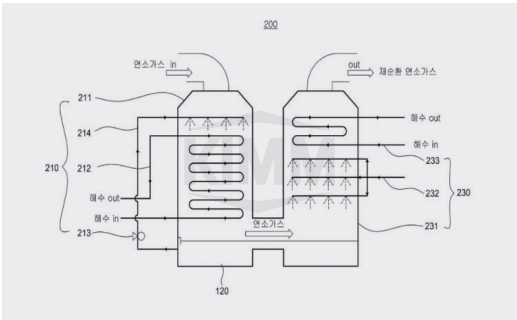


황산화물 동시제거 기능  
연소가스 응축장치

▶ 환경기계연구실 ▶ 연구자 : 길상인 ▶ 연락처 : 042.868.7336

기술 개요

- 연소가스 중에 포함되어 있는 수분과 황산화물을 동시에 제거하는 것으로서 연소가스를 냉각시켜 수분을 응축시키고 응축된 물로 황산화물을 제거하는 기술



고객·시장

- 화력발전소, 전자 및 화학공정설비

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 응축과 황산화물 제거를 하나의 공정으로 묶고 응축수를 공정수로 사용함으로써, 추가적인 폐수 발생을 억제할 수 있음
- 수분과 황산화물의 제거를 위해 종래의 방식을 사용하는 경우 넓은 설치 면적과 높은 설비비 부담이 요구되며 대량의 폐수가 발생함
- 화력발전시스템에 CCS(CO<sub>2</sub> Capture & Storage) 기술을 적용하기 위해서는 연소가스재순환 기법을 도입해야 하지만, 이 과정에서 수분과 황산화물의 농축으로 인해 설비의 손상이 야기됨

기술의  
차별성

- 개별적인 설비구성과 비교하여 설치면적과 설비비를 1/2 이하로 감소함
- 현재 가동 중인 시스템에 큰 공정의 변화와 설비의 이동 없이 적용 가능함
- 국내에 반입되는 다양한 석탄의 물성이나 공정의 변화에 손쉽게 대응이 가능함
- 해수를 사용함으로써 용수 및 에너지 사용을 1/10 이하로 감소함
- 응축수를 이용하여 황산화물을 제거함으로써 별도의 폐수 발생이 없고 폐수처리 공정이 불필요함

기술의  
우수성

- 해당 기술을 Oxy-PC 화력발전시스템 pilot plant에 적용함
- 해수를 이용하여 연소가스 중의 수분을 응축시키고 응축수의 pH를 조정하여 연소가스 중에 재분무 시킴으로써 응축 효과를 높이고 황산화물을 신속하게 제거함
- 해수를 이용하여 연소가스 중의 수분을 응축시킴으로써 함수율 25%에서 4%대로 감소. 해수와 더불어 응축수를 같이 사용함으로써 응축효과를 극대화함
- 인입농도 기준으로 수백 ppm 수준의 황산화물 농도를 10ppm 이하로 낮추어 배출함으로써 연소가스 재순환으로 인한 황산화물 농축 및 설비부식 손상을 방지함
- 0.7MW급 pilot 순산소 화력발전시스템에 장착하여 기능 및 효율성을 확인함



지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 황산화물 제거를 위한 연소가스 응축장치(KR1282918)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

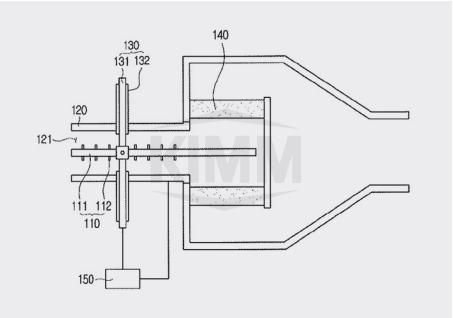


# 정전응집형 금속필터를 이용한 디젤입자 매연여과장치

▶ 환경기계연구실 ▶ 연구자 : 김용진, 김학준 ▶ 연락처 : 042.868.7475, 7775

## 기술 개요

- 코로나 방전극에서 하전된 디젤 PM을 집진부에서 포집시킨 뒤 응집 성장하여 간헐적으로 비산되는  $\mu\text{m}$ 급 비산입자를 금속필터에서 포집하는 디젤입자 매연여과장치



## 고객·시장

- 디젤자동차 입자저감 후처리장치, 대형엔진 입자저감장치, 선박용 후처리장치 등

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

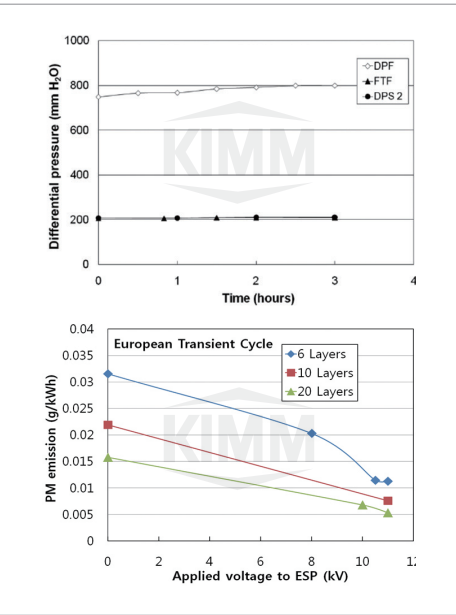
- 압력손실이 낮으면서 열적 및 기계적 내구성이 높은 정전 여과장치의 개발이 필요함
- PM 포집효율이 우수하면서 수농도 기준 초미세입자 처리능력이 우수한 금속필터의 복합적용이 필요함
- 기존의 세라믹필터 방식의 매연여과장치는 압력손실이 높고 열적, 기계적 강도가 약해 내구성 측면에서 문제가 존재하고, 금속필터 방식은 세라믹 필터 대비 압력손실은 적고 열적 기계적 강도가 높은 장점이 있으나 PM 처리효율이 떨어지고, 특히, 수농도 기준의  $50\mu\text{m}$  이하의 초미세입자의 경우, 거의 처리하지 못하는 단점이 있음
-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

## 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 연구책임자 기준으로 20년 이상의 연구경력을 보유함
  - 10대 최우수 환경기술 수상(2012, 환경부)
  - 2012년 대한기계학회 기술상 수상
  - 한국기계연구원 환경에너지기계연구본부 본부장(2008-2011)
  - 한국입자어로출학회 부회장(2008-2012)
  - 대한기계학회 부회장(2011-현재)

## 지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 원심력과 정전기력을 이용한 매연저감장치 및 이를 이용한 매연저감방법(KR0865152)/ 전기열선을 이용한 자동재생형 자동차 배출가스 처리용 정전 후처리장치(KR0998445)/ 전국봉 절연 고정구조가 구비된 전기집진장치(KR1066018)/매연여과장치(KR1152337)/ 하전 산화 촉매방식의 매연여과장치(KR1166688)/전기 가열형 폼필터를 포함하는 매연저감장치(KR1218587)/ 절연유지가 용이한 하전방식의 매연 여과장치(KR1339085)/ 전기집진방식 매연여과장치를 이용한 디젤엔진의 매연여과시스템(KR1383309)/ 와이어와 봉 결합형 방전극 및 이를 구비한 폼 필터를 이용한 전기집진기(KR1453498)

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



# 무필터 방식 실내 공기청정기술

● 환경기계연구실    ● 연구자 : 김학준, 한방우    ● 연락처 : 042.868.7775,7068

기술 개요

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



고객·시장

- 지하철, 어린이집, 학교 등 공공시설 및 음식점, 백화점, 마트 등 상업 시설 대상 대면적 실내 공청기 및 공조기 시장

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

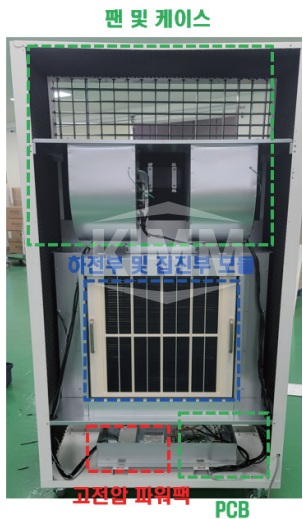
- 대면적 실내 공간은 사람의 출입이 빈번해 외부에 반 개방형 공간이므로 초미세먼지 저감기술은 기술적 난이도가 매우 높음
- 초미세먼지 저감 기술로는 HEPA급 필터 방식과 전기집진방식이 유일하나, HEPA급 필터 방식은 대용량 오염공기 처리 시 높은 압력손실과 잦은 필터 교체로 막대한 비용이 소모되며, 전기집진기술은 금속 기반으로 고효율화 시 다량의 오존 발생량 및 비용, 하중이 급격히 증가함

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 저감성능이 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 알람을 주는 지능형 초미세먼지 저감 기술임

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 결 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



〈 1차 시제품 모습 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 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

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



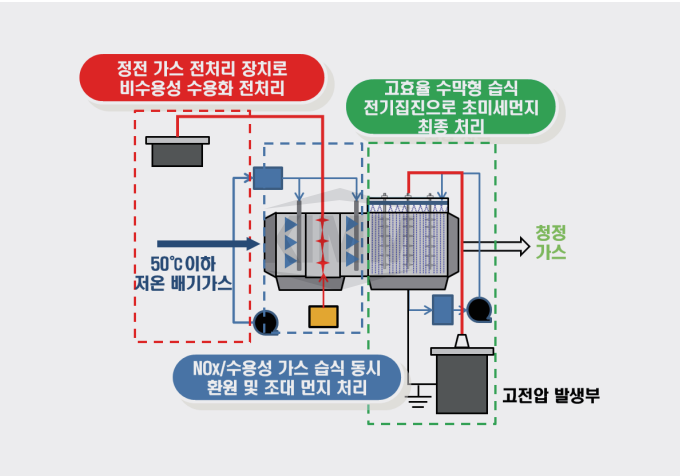


# 유해가스 및 초미세먼지 동시 저감 기술

● 환경기계연구실 ● 연구자 : 김학준, 한방우 ● 연락처 : 042.868.7775,7068

기술 개요

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



고객·시장

- 화력발전소, 일반 제조 공장, IT 제조 공장 등 국내외 산업 배출 가스 정화 시장

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

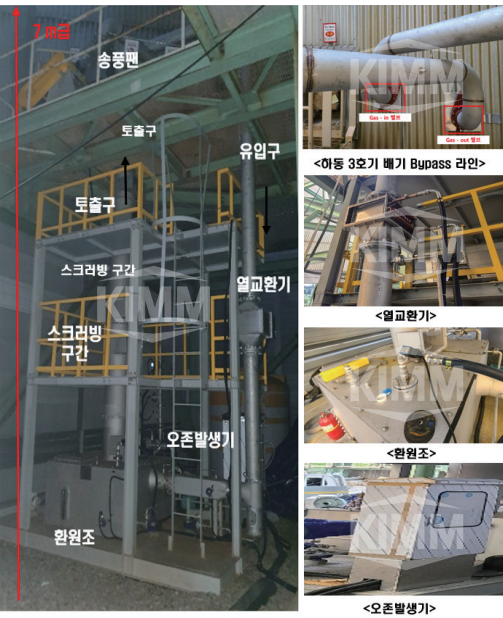
- 국내 미세먼지 배출은 사업장에서 약 40% 이상으로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 지속적으로 증가 추세를 보이고 있음
- 기존 가스 저감 기술과 초미세먼지 제거 기술은 스크러버, 탈질촉매, 전기집진기, 백필터 등의 별개 장치를 각 공정별로 적용하여 비용 및 설치 면적이 증가하는 단점 존재
- 특히, 반도체 산업은 SOx, NOx, HF, PM2.5 등 여러 대기오염 물질을 배출하는 대표적인 산업으로 환경 설비에 큰 비용이 지출됨

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

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 환경기술의 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



〈 화력발전소 실증 모습 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

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

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

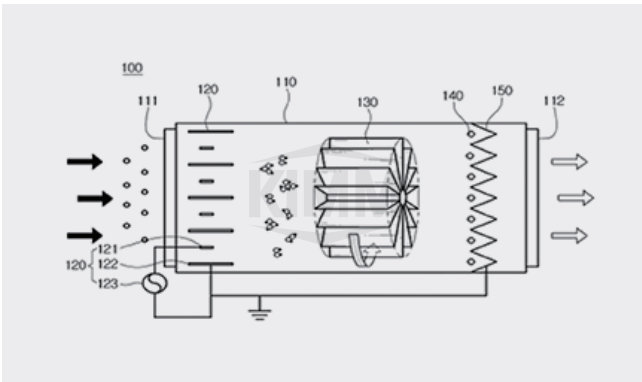


## 오일 미스트 포집장치

▶ 환경기계연구실 ▶ 연구자 : 김용진, 김학준 ▶ 연락처 : 042.868.7475, 7775

### 기술 개요

- 단극하전, 원심력 및 정전 집진을 결합한 최적의 오일미스트 제거 장치



### 고객·시장

- 철삭, 연삭 및 세정 등과 같은 가공 공정을 수행하는 기계 가공 산업 전반, 음식물처리장, 약취처리시장

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

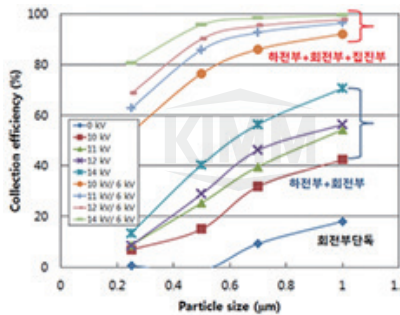
- 오일 미스트는 매우 미세하기 때문에 발생 여부를 확인하기가 용이하지 않으며, 비산하여 공기 상에 존재함으로써 기계 가공을 수행하는 작업자가 오일 미스트를 흡입하게 됨
- 이러한 오일 미스트의 흡입은 작업 효율을 저하시킬 뿐만 아니라 심할 경우에는 작업자의 신체 및 기계 장치 또는 제품 등에 부착되어 영향을 미침에 따라, 기계 가공을 수행하는 작업장에서는 오일 미스트를 포집하기 위한 포집 장치를 사용하게 됨
- 섬유상의 필터를 이용하는 포집 장치는 오일 미스트에 의해 오염된 기체를 섬유상의 필터로 여과시킴으로써 공기로부터 오일미스트를 분리함
- 섬유상의 필터를 이용하는 포집장치는 설치가 간편하고 투자비용이 저렴하다는 장점이 있으나, 섬유상의 필터를 주기적으로 교환해야 하는 단점이 있고, 섬유상의 필터의 빈번한 막힘에 의해 섬유상의 필터를 통과하는 공기의 풍량을 일정하게 유지하기 어려울 뿐만 아니라 교환되는 섬유상의 필터가 산업 폐기물로 취급되기 때문에 이에 대한 처리 또한 문제가 됨

### 기술의 차별성

- 집진판의 표면에 오일 미스트가 고착되지 않아 별도의 세정이 불필요함
- 하전을 통해 미세한 크기의 오일 미스트가 응집 가능함
- 전기적으로 하전시켜 미세한 오일 미스트를 처리할 수 있는 방법으로 효율이 높고 압력손실도 매우 적음
- 집진판의 표면에 하전된 오일 미스트를 포집되도록 하고, 포집된 오일 미스트가 집진판의 표면에서 응집 및 성장되게 하여 하중에 의해 낙하되도록 하여, 집진판의 표면에 오일 미스트가 고착되지 않아 별도의 세정이 불필요함
- 오일 미스트를 1차적으로 하전하여 회전날개부를 통해 처리하고, 협소한 공간에 전기장을 발생시켜 회전날개부를 통해 처리되지 못한 오일미스트를 2차적으로 하전하여 처리하여, 오일 미스트의 제거효율을 향상시킴

### 기술의 우수성

- 유입부: 오일 미스트에 의해 오염된 기체 또는 액체의 유체가 유입됨
- 고전압 발생부: 고전압을 발생함
- 하전부: 고전압 발생 수단으로부터 고전압을 제공받아 유입 수단을 통해 유입되는 오염된 공기내의 오일 미스트를 단극 하전시키고, 일부 오일 미스트를 포집함
- 회전부: 하전부를 통과한 오일 미스트가 포함된 공기를 유입받고, 공기를 강제 회전시킴으로써 발생하는 관성 충돌력에 의하여 공기로부터 분리 되는 오일 미스트를 포집하고, 일부 포집되지 않은 미세한 오일미스트와 단극 이온을 혼합하여 미세 미스트 하전효율을 높임
- 집진부: 하전부와 회전부에 의해 포집되지 않은 하전된 미세 오일 미스트를 추가적으로 정전기력에 의해 분리함
- 배기부: 오일 미스트가 분리된 공기를 외부로 배기함



〈 오일미스트 직경의 분포 〉

### 지식재산권 현황

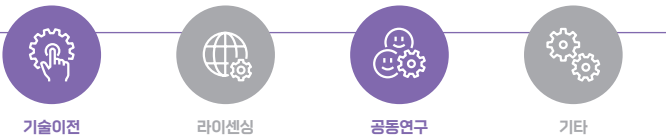
#### 특허 · PATENT

- 오일미스트 포집장치(KR0344758)
- 단극 하전 원심분리방식의 오일 미스트 포집장치(KR1157822)
- 오일 미스트 포집장치(KR2013-0031869)
- 오일 미스트 처리장치(KR1486887)
- 오일 미스트 포집 장치(KR1471976)

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십



# 마이크로 기포 발생 장치 및 기술

▶ 환경기계연구실 ▶ 연구자 : 홍원석, 민태진 ▶ 연락처 : 042.868.7354, 7938

## 기술 개요

- 가압충돌 방식 및 선회 방식을 이용한 미세 기포 생성 장치와 오존을 적용한 오존 미세기포 발생 장치 및 이를 적용한 시스템

## 고객·시장

- 호수, 저수지 등 수질개선 물자원 분야/하수 및 폐수 처리 등 환경수 처리 분야/오존을 이용한 소독 및 살균장치분야/IT분야 및 산업용 세정분야/의료기구 세정, 식물공장 배양액 등 살균분야

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 저압 운전에서 발생하는 기술과, 고농도의 기포 개수 발생기술이 필요하고, 기포크기의 균일성을 확보해야 함
- 기존의 미세기포 기술은 미세기포 발생량과 운전조건의 정량화가 미흡하고, 과도한 에너지를 사용하여 비경제적인 장치로 인식되어 있음
- 미세기포 계속 장비가 없는 상태로 개발함에 따라 발생장치의 정량화가 매우 미흡하고, 대용량의 발생기술이 미흡하여 병렬로 연결하여 사용하는 문제가 있음
- 전 세계적으로 미세기포 분야에서 다양한 연구개발이 진행되고 있으나, 많은 기술이 일본을 중심으로 양식 분야(해수 적용)에 적용하여 상용화되었지만, 다양한 분야에 맞는 최적의 미세기포 발생기술이 필요함

## 기술의 차별성

- 최적의 미세기포 발생 시스템 기술을 확보함/다양한 방식의 미세기포 발생기술 및 장치를 개발함
- 적용 대상별 최적의 미세기포 발생 시스템을 적용할 수 있음/1, 2, 5, 20hp 규모의 미세기포 시스템 개발을 완료하고, 시제품을 확보함
- 미세기포 계속 시스템을 통한 정확한 기포 입경 및 크기 분포를 제공함/저압의 미세기포 발생기술을 적용하여 경제성을 확보함
- CFD를 통한 수치해석으로 적용처 별로 최적의 시스템을 구성할 수 있음
- 저압 운전 및 높은 기액비 그리고 고농도 미세기포 발생 기술을 구현함/낮은 압력에서 기체와 액체의 혼합 및 용해도 극대화를 위한 조건의 최적화를 통해, 안정적으로 지속적인 미세 기포를 생성할 수 있음
- 운전압력이 4kgf/cm<sup>2</sup> 이하로 저비용 고효율의 에너지 절약형 미세기포 발생 시스템을 구현함/100,000개/ml 이상의 고농도의 미세기포 발생 기술을 구현함/정확한 입경계측을 통한 미세기포 발생인자를 정량화함/용도별 다양한 크기의 미세기포 발생 기술 및 운전조건 확립과 최대 공기 유입 기술을 구현함



## 기술의 우수성

- 당 연구팀에서 보유하고 있는 미세기포 발생시스템의 차별화된 기술은 다음과 같음/고효율의 기액 혼합 및 분리장치를 통하여 고농도의 용해수를 제조하여 노즐로 이송시키게 됨
- 미세기포를 균일하게 고농도로 발생시킬 수 있는 가압충돌식 노즐과 선회방식의 노즐을 이용하여 고농도의 미세 기포를 발생시킴
- 관련 학회 논문 발표함으로써 기술의 우수성을 입증함/국내 일간지 등 5회 이상 홍보된 기술임/본 기술의 연구책임자 기준으로 해당 분야 10년 이상의 연구경력이 있음



〈 선박평형수 살균처리시스템 적용 〉

## 지식재산권 현황

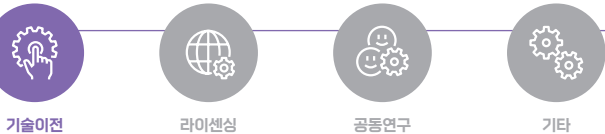
### 특허 · PATENT

- 수위 조절이 가능한 용해탱크를 이용한 버블 발생장치(KR1284267)
- 선회유닛 기반의 고용해수를 이용한 미세 기포 발생장치(KR1284266)
- 선회유닛 기반의 미세 기포 발생장치 (CN201180018438.7, JP2013-504845, US13/637730, IDW-00201204174)
- 의료기구 세정장치 및 그 방법(KR1225492)
- 마이크로 버블을 이용한 이동형 하천 정화 시스템(KR1136390)
- 파울링 방지 기능을 갖는 멤브레인 필터 시스템(KR1270647)
- 마이크로나노 버블을 이용한 이류체 역세척 시스템(KR1157477)
- 오존 버블 함유 오존수 순환에 기반한 난분해성 폐수 처리용 하이브리드 수처리 장치 및 그 방법(KR1144704)
- 마이크로 버블 발생장치와 이를 이용한 파이프(KR1178781)
- 마이크로 버블 발생 장치(KR1178782)
- 마이크로 버블을 이용한 플라즈마 방전 반응식 선박 평형수 살균 처리장치(KR1191146)
- 마이크로 버블을 이용한 전기 분해식 선박 평형수 살균 처리장치(KR1191147)
- 마이크로 버블을 이용한 선박 평형수 살균 처리장치(KR1225491)
- 마이크로 버블 발생 유닛을 이용한 의료기구 세정장치(KR1238349)
- 유동성 볼을 이용한 미세 기포 발생장치(KR1176463)
- 회전식 미세 기포 발생장치(KR1340961)
- 블레이드를 이용한 미세 버블 발생장치(KR1340962)

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



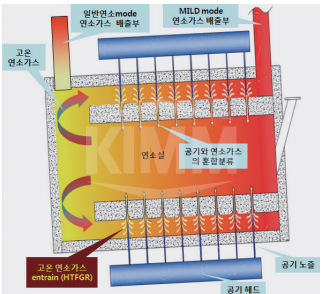


# 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소기술

▶ 환경기계연구실 ▶ 연구자 : 심성훈 ▶ 연락처 : 042.868.7349

기술 개요

- 코안다 효과의 노즐을 이용하여 고온의 연소가스를 재순환시켜 공기분류의 산소농도를 낮추는 동시에 고온으로 가열하여 초저NOx MILD연소를 구현하는 기술



고객·시장

- 연소기/공업로/소각로/화력발전

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

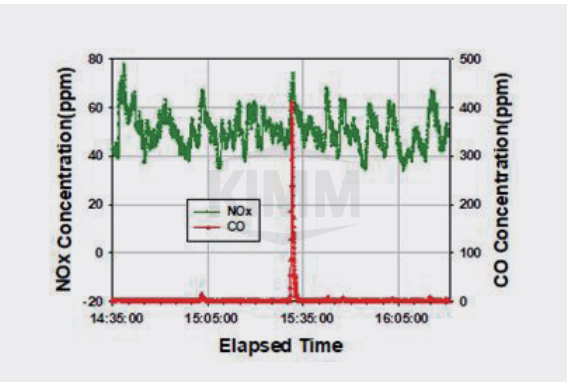
- 일산화탄소(CO) 및 질소산화물(NOx)을 동시에 줄이기 위한 저공해 연소장치에서 고온의 연소가스를 연소용 공기의 분류에 유인시키는 방법으로 기존에는 공기 노즐과 조합된 벤츄리형의 혼합관을 사용하였음
- 하지만, 이 방법은 공기노즐부와 벤츄리혼합관의 중심이 일직선으로 조합되어야 하며, 벤츄리 혼합관의 길이가 일정 이상 확보되어야 고온연소가스의 유인을 위한 부압을 발생시킬 수 있으므로, 연소실의 벽 두께가 두꺼워지는 문제점이 있음
- 연소실의 벽이 두꺼워지게 되면 고온의 연소가스가 유동하는 통로의 폭과 함께 전체 연소실의 폭이 더욱 커지게 되어 설치 면적도 증가되어야 하므로, 비용의 상승 요인이 되는 문제가 있음

기술의 차별성

- 간단한 구조와 벽체두께의 증가없이 고온의 연소가스를 재순환시켜 공기류에 혼합가능하게 하여 질소산화물(NOx)과 일산화탄소(CO)의 저감이 용이하며, 기체연료의 경우에 80% 이상, 고체연료에서는 40% 이상의 NOx 저감 효과로 이에 해당하는 후처리 설비의 설비비와 운영비를 절감할 수 있음
- 고온연소가스의 재순환을 위해 코안다 효과를 이용한 노즐을 적용한 것으로 사전기술조사결과 유사한 사례 없음

기술의 우수성

- 현재 보유하고 있는 공기노즐과 벤츄리 혼합관을 가지는 연소로에서 NOx와 CO의 저감효과가 입증되었으며, 코안다 효과를 가지는 노즐을 제작하여 연소가스의 유인이 효과적으로 이루어짐을 확인하였음
- MILD연소적용 소각로 및 펠릿난방기 상용화 기술이전 중임
- 폐기물 소각에 본 기술을 적용한 결과 NOx농도는 SNCR사용 없이 50ppm이하(@12% O2) 유지 가능 확인
- 기존 연소에서보다 과잉공기비를 10% 이내의 수준으로 크게 낮출 수 있어 열손실 저감 및 열 이용 효율 향상됨
- 연소로 내 최고온도를 낮춤으로써 화재의 용융부착을 방지하여 통로벽의 손상 예방 및 정비시간 단축됨



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치(KR1133434)
- 코안다 효과의 노즐이 적용된 고온 FGR을 이용한 저공해 연소장치(KR1289411)
- 코안다 효과를 이용한 고온 FGR 초저 NOx 연소장치(KR1320406, PCT/KR2013/011796)
- 저공해 펠릿 연소 장치 및 그 방법(KR1471636)
- 코안다 효과를 이용한 초저 질소산화물 연소장치(KR1453859)

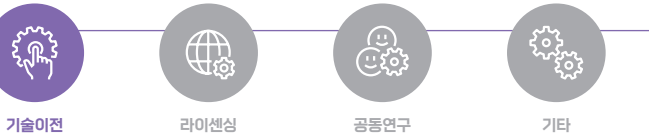
노하우 · KNOW-HOW

- FGR율을 높이는 코안다 노즐 최적설계 기술
- NOx저감 효과 극대화를 위한 FGR용 코안다 노즐의 최적 배치기술
- 초저NOx연소를 위한 수평 및 수직형 연소로 설계기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

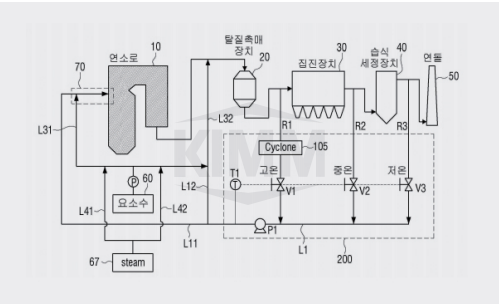


# 다단 연소가스재순환을 이용한 지능형 질소산화물 제어기술

▶ 환경기계연구실 ▶ 연구자 : 김상인, 윤진한 ▶ 연락처 : 042.868.7336, 7528

기술 개요

- 다단 연소가스재순환 지능형 제어기술은 화력발전 및 소각로 연소시스템에서 대기오염물질 형성을 억제할 수 있는 기술
- 연소가스재순환(FGR) 기술은 전체 연소시스템에서 발생되는 배출 연소가스를 연소실 내부로 순환시켜 질소산화물 농도를 낮추는 기술이며, FGR 가스를 다단연소기술에 접목하여 연소로 내 국부과열을 방지하고 연소 영역을 분산시켜 질소산화물 총 발생량 억제함
- 질소산화물 생성과 관련있는 연소공기, 연소온도, TMS 질소산화물 배출 등 운전정보를 실시간으로 계측 및 제어하여, 최적의 질소산화물 제어 조건을 도출하고 운전하는 지능형 탈질 시스템 기술 도입



고객·시장

- 신재생에너지설비 및 발전 설비
- 제철소나 열처리설비 등 연소분야에 폭넓게 적용 가능

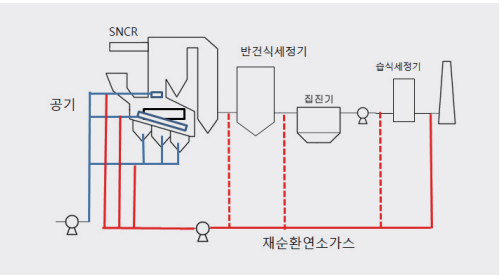
기존 기술의 문제점 또는  
본 기술의 필요성

- 질소산화물 및 황산화물은 초미세먼지 유발물질 제어
- 대기오염 배출허용 기준의 강화 및 배출총량제 적용으로 인해 기업 부담 가중
- 선택적비촉매환원법(SNCR) 설비만으로 강화되는 배출허용기준 이내 운전의 어려움
- 선택적촉매환원법(SCR) 설비 설치에 대한 경제적 부담 가중

기술의  
차별성

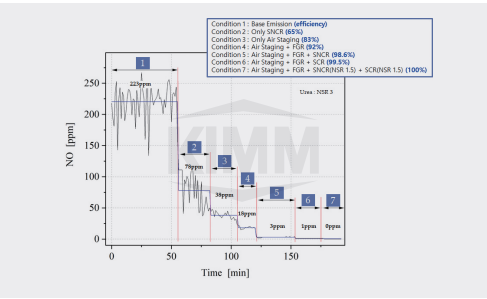
- 연소반응장제어 및 연소가스재순환(FGR) 기술 적용으로 NOx 발생 최소화
- 1, 2차 연소용 공기 및 연소가스재순환(FGR) 가스 배분/유량 자동제어
- 최적연소기법, 다단연소기법, 연소가스재순환 기술 및 SNCR 최적화 기술 적용

〈 다단 연소가스재순환 제어기술 개념도 〉



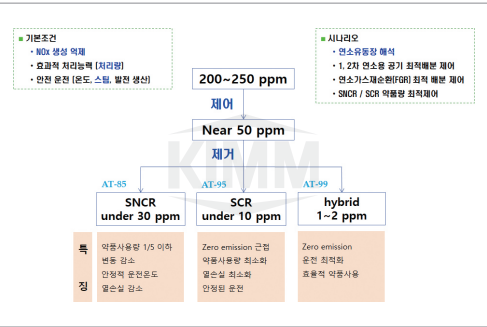
기술의  
우수성

- 연소반응장제어 및 연소가스재순환(FGR) 기술 적용만으로 90% 이상의 NOx 저감효과
- 연소반응장 안정화로 운전시간 연장 및 로내 Clinker 생성 억제
- 연소반응장 온도 안정성으로 설비손상방지 및 내화재 수명연장
- 약품사용량 감소로 경제성 제고
- 연소배가스량 및 대기오염물질 배출 총량 감소



〈 지능형 질소산화물 제어기술 개발·적용에 따른 NOx 발생 억제 결과 〉

- 연소가스재순환 기술 이용, 배출가스 총유량 감소로 질소산화물 배출총량 저감효과
- 내부순환가스량 유지로 안정적인 스팀생산가능
- 현장설비에 따라 질소산화물 농도 30~10 ppm 이하 저감가능 (오른쪽 시나리오 참고)
- 본 기술은 충남 및 경북지역 상용설비 2곳에 기술적용하여 대기오염물질 배출 저감



〈 본 기술을 이용한 질소산화물 저감 시나리오 및 그 특징 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 다단 연소가스 재순환을 이용한 연소가스 처리시스템 및 방법(KR1957450)
- 환원제의 열분해 방식을 이용한 질소산화물 처리 시스템(KR2068334)
- 환원제를 이용한 질소산화물(NOx) 및 아산화질소(N2O) 동시 제거 시스템 및 방법(KR0142034)
- 소각로 내부열을 이용한 요소수 분사장치 및 요소수 분사방법(KR10-2020-0132158)
- 연소변동성 억제를 통한 소각로 질소산화물 제어방법 및 장치(KR 10-2020-132152)

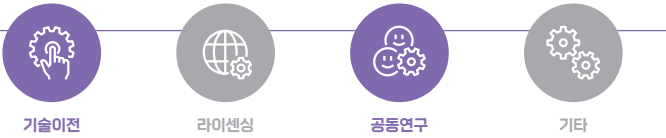
기술료 계약

- 석탄연소 반응장에서 질소산화물(NOx) 제어기술(정액 55백만원, 경상 총매출액의 1%)
- 연소반응장에서 질소산화물(NOx) 제어기술(정액 110백만원, 경상 총매출액의 1%)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

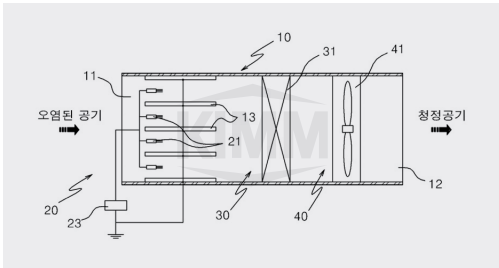


# 탄소섬유 이온화 공정을 이용한 실내용 정전여과 공기 정화장치

▶ 환경기계연구실 ▶ 연구자 : 한방우 ▶ 연락처 : 042.868.7068

## 기술 개요

- 마이크로급 탄소섬유 방전극으로 오존 발생 없이 미세입자를 전기적으로 하전시키고 강력한 정전기력으로 포집하는 공기정화장치



## 고객·시장

- 공기청정기 업체, 지하역사/주차장/공항 등 다중이용시설 능동형 환기시스템, 집진설비 제조업체, 환경설비 분야

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 기존의 전기식 공기정화장치는 오존 발생 문제로 밀폐된 실내 환경에서 적용하기가 어려운 문제가 있고, 필터식은 필터 관리 문제 이외에도 필터 차압 상승에 의한 소요 동력 증가문제가 발생함
- 집진장치의 기술개발은 2개 이상의 원리가 접목된 하이브리드 형으로 가고 있으며, 기존 방식에서 성능 향상을 위한 핵심 기술의 보완이 필요함
- 기존의 필터방식의 공기정화장치는 필터를 주기적으로 교환해 주어야 하고, 소비자들의 관리 소홀로 필터 오염에 따른 미생물 등의 2차 오염물질이 발생하기 쉬우며, 전기집진 방식은 압력손실이 적은 장점은 있으나 미세입자 처리효율을 높이기 위해 고전압을 인가해야 하는데 강력한 코로나 방전 중에 오존이 실내 권고치 이상으로 발생할 수 있어 사용에 제약이 따름

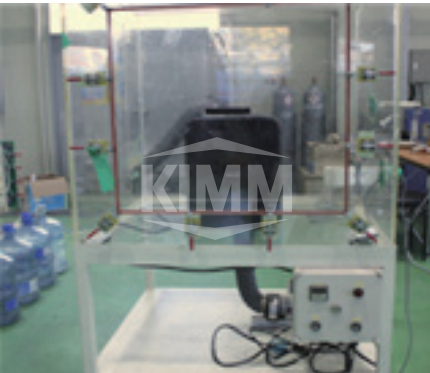
## 기술의 차별성

- 필터 교체가 없이 지속적인 유지관리가 가능하고 압력손실이 낮고 에너지 효율이 우수하면서도 오존과 같은 유해물질 발생없이 미세입자 처리능능이 우수함
- 압력손실이 매우 낮은 전기집진 방식을 사용하면서도 5-10 $\mu$ m급의 극미세 마이크로 탄소섬유 방전극을 적용하여 낮은 인가전압에서도 방전이 고르게 발생할 수 있어 오존 발생량이 수 ppb 이하로 실내 유해물질 발생이 거의 없고, 필터를 교체하지 않아도 되므로 필터 교체비용이 들지 않고 필터 폐기물 발생이 없어 친환경적으로 우수함

## 기술의 우수성

- 오존의 방출이 없으면서도 압력손실이 적은 전기적 방식으로 미세입자를 처리할 수 있고, 유전체 코팅 집진판을 사용함으로써 높은 절연성을 유지할 수 있어 다습한 환경 또는 수세정 환경에서도 안정적 운전이 가능함
- 오존 발생량이 수 ppb 이하 수준으로 친환경 인증(10ppb) 기준보다도 낮은 수치이고, 필터 사용없이 간단한 물 교체만으로 유지관리가 되고, 필터가 없어 압력손실이 낮아 에너지 소비 측면에서도 우수함

- 극미세 마이크로 탄소섬유 다발에 상대적으로 낮은 전압을 인가하여 오존 발생 없이 미세입자를 고효율로 하전시킨 뒤 고강도의 전기장이 형성된 정전필터, 금속 집진판 또는 유전체 코팅 집진판에서 하전입자를 포집 시키는 기능이 결합된 원리를 적용한 것으로 오존발생량이 약 1-2ppb로 국내 실내환경 기준치 50ppb에 비해 현저히 낮으면서도 7-10kV의 하전부 및 10kV 이상의 집진부에 고전압을 인가하여 0.3 $\mu$ m 미세입자에 대한 집진효율을 95% 이상으로 향상시킬 수 있는 기술임



〈 공기청정기 실물사진 〉

## 지식재산권 현황

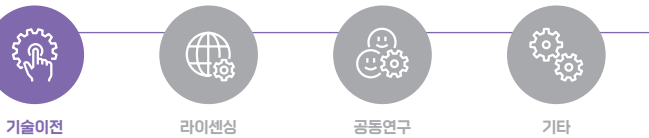
특허 · PATENT

- 탄소섬유를 이용한 입자하전장치(KR0849674)/탄소섬유 직물을 이용한 전기집진기(KR1064488)/탄소섬유를 이용한 공기정화장치(KR0937944)/탄소섬유 직물을 이용한 공기정화장치(KR1032612)/재생능력과 신뢰성을 향상시킨 전기집진방식의 공기정화장치(KR1112441)/탄소섬유 직물을 이용한 전기집진기(KR1064487)/탄소섬유 직물을 이용한 공기정화장치(KR1064486)/기계 가공에 의한 친수성 처리를 향상시킨 전기집진기용 친수성 집진판(KR1178766)/집진판 교체가 용이한 전기집진장치(KR1331611)/에지 코팅형 집진판이 구비된 탄소섬유를 이용한 전기집진기(KR1453499)/토출구측에 이온발생기가 장착된 전기집진방식의 공기정화장치(KR859840)/유해가스 처리장치(KR1190604)/탄소섬유 직물을 이용한 에어로졸의 하전장치(KR1048416)/활성탄 섬유필터를 이용하는 전기집진기(KR1373720)/활성탄소섬유 필터를 이용한 전기집진기(KR1087055)/촉매입자를 포함하는 미스트 용액 회수장치 및 방법(KR1334263)/전기집진장치 및 이를 이용하는 전기집진 시스템(KR1221962)

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십





# 가스터빈 복합발전 성능해석 기술

▶ 청정연료발전연구실 ▶ 연구자 : 강도원 ▶ 연락처 : 042.868.7655

## 기술 개요

- 물리모델을 이용하여 가스터빈(GT), 폐열회수증기발생기(HRSG), 증기터빈(ST)등 다양한 기기로 구성되어 시스템의 구성이 복잡한 가스터빈 복합발전 시스템의 성능을 해석하는 기술
- 물리 모델기반 가스터빈 복합발전 성능해석 기술은 성능설계, 인수성능 평가, 성능진단에 활용 가능한 기술임
- 또한, 이 기술은 가스터빈을 기반으로 하는 다양한 응용 발전시스템 개발에도 활용 가능함  
(ex. 석탄가스화 복합발전(IGCC), 가스터빈-연료전지 하이브리드 시스템(GT-FC hybrid system))

## 고객·시장

- 가스터빈 제작사
- 가스터빈 복합발전 엔지니어링사
- 가스터빈 복합발전소 운영사

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

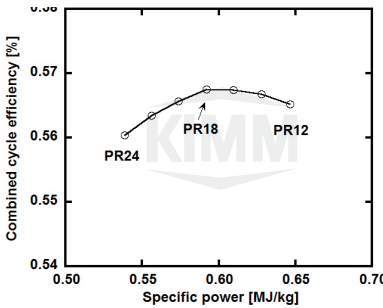
- 복합발전용 가스터빈 성능설계 측면  
: 복합발전용 가스터빈 설계에서는 복합발전 효율 최대화를 목적으로 가스터빈을 설계하므로 증기터빈 하부 사이클의 성능을 고려하는 가스터빈 성능설계가 요구됨
- 가스터빈 복합발전소 인수성능 평가 측면  
: 가스터빈 복합발전소 건설완료시 계약조건에 해당하는 성능을 얻을 수 있는 지를 확인하는 인수성능 평가 시 각 주기기 공급업체의 설계 사양을 조합하여 평가의 기준자료가 되는 복합발전의 성능 보정곡선을 도출해야함
- 가스터빈 복합발전소 성능진단 측면  
: 가스터빈은 운전시간이 증가함에 따라 자연적으로 성능저하가 발생하므로, 적절한 정비시점을 도출하기 위해 성능해석을 적용하여 가스터빈 복합발전소의 운전성능 열화도와 열화원인에 대한 분석이 요구됨

## 기술의 차별성

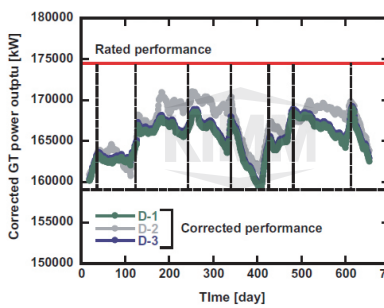
- 복합발전용 가스터빈 성능설계
  - 기존에 개발된 가스터빈의 데이터를 분석하여 얻은 회귀분석 모델과 물리모델을 동시에 활용하여 현실적인 가스터빈을 성능사양을 예측함
  - 물리모델을 활용하여 모델링한 하부 사이클을 포함한 복합발전 성능해석을 수행하여 복합발전제에 적합한 가스터빈 성능 설계 사양 도출이 가능함

- 가스터빈 복합발전소 인수성능 평가를 위한 보정곡선 도출
  - 주기기사에서 제공받은 각 주기기의 보정곡선을 조합하여 복합발전의 보정곡선을 도출할 수 있을 뿐만 아니라, 물리 모델을 이용하는 전체 복합발전 시스템 모델링을 통해 보정곡선을 도출 할 수 있어 보정곡선 예측 정확도를 높일 수 있음
  - 단순 복합발전제에 Inlet chiller 와 Duct firing이 적용된 복합발전의 보정곡선 도출이 가능함
- 가스터빈 복합발전소 성능진단
  - 물리모델에 운전데이터를 적용하여 데이터분석 방법을 이용할 때 보다 정확한 정량적 성능저하를 분석할 수 있으며, 성능저하의 주원인인 압축기의 정략적 성능저하 또한 예측 가능함

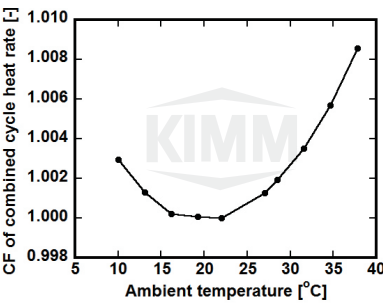
## 기술의 우수성



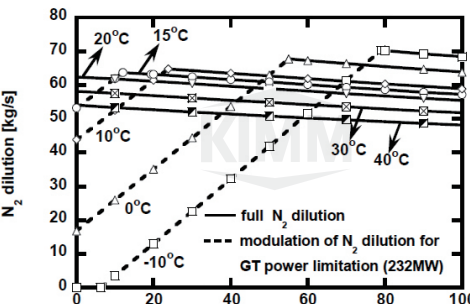
〈 복합발전용 가스터빈 최적 압력비 예측 예시 〉



〈 가스터빈 성능 저하 분석 예시 〉



〈 도출된 복합발전 보정곡선 예시 〉



〈 가스화 복합발전 성능해석 예시 〉

## 지식재산권 현황

### 노하우 · KNOW-HOW

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

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



# 레이저 응용 연소계측을 통한 저Nox 연소기 설계 기술

▶ 청정연료발전연구실 ▶ 연구자 : 김한석, 김민국 ▶ 연락처 : 042.868.7368, 7276

기술 개요

- 일반적인 방법으로는 측정이 어려운 고온 고압 연소 현상에 대하여 비접촉식 레이저 응용 계측 기법을 이용하여 속도/농도/혼합도/온도/액적 분포 등 다양한 정보를 취득하는 기술
- 복잡한 난류 유동장내에서 발생하는 연소-열유동 현상에 대한 상세 분석을 통해 유해 배출물 저감 등 고성능 연소기 설계가 가능한 기술

고객·시장

- 연소-열유동 현상에 대한 정확한 측정 및 분석이 필요한 업체
- 보일러/발전소/가열로/소각로의 연소기 신규 개발 또는 기존 연소기의 성능 향상이 필요한 업체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 산업용 연소기는 높은 연소효율과 낮은 유해 배출물, 안정적인 운전 성능까지 다양한 요구 조건을 갖는데 이를 만족하기 위해서는 연소 상태를 정확하게 파악하고 제어해야함
- 고속의 난류 유동장에 존재하는 복잡한 연소-열유동 현상을 정확하게 계측하는 것은 매우 어려운 문제임
- 특히 가스터빈 같이 고온 고압에서 운전되는 연소기의 경우에는 센서의 접근성과 내구성에 한계가 있음
- 따라서 레이저 응용 계측과 같이 비접촉식이며 고속으로 속도/농도/혼합도/온도/액적 분포 등 다양한 정보를 정량적으로 계측이 가능한 기술이 필요함

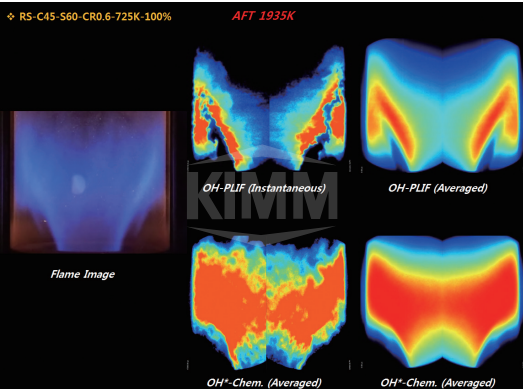
기술의  
차별성

- 실 스케일의 연소기에 고온 고압 운전 조건을 구현함으로써 레이저 응용 계측 결과의 신뢰성과 유용성을 극대화함
- 공기량 3.6 kg/s, 9.5 BarA, 900K max./연료량 180 kg/h(gas), 500 kg/h(liquid)
- 특수 광학창 설계를 통해 고온 고압 환경뿐만 아니라 매연 등 오염 물질이 발생하는 조건에서도 비접촉 광학 계측이 가능함

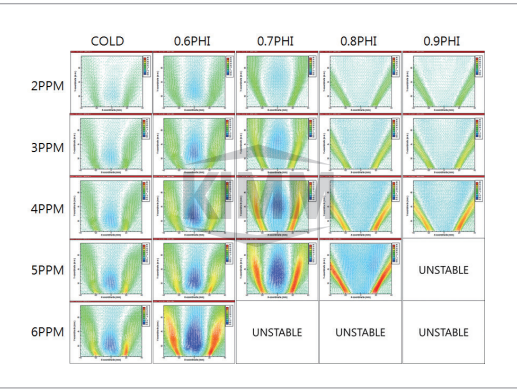
기술의  
우수성

- 정확한 레이저 응용 계측에 필요한 레이저 제어, 광학계 구성, 신호 동기화, 신호 보정, 데이터 분석의 전문성을 확보함
- 다양한 레이저 응용 계측 기법의 동시 계측을 통해 서로 다른 측정 데이터 간의 상호 연계 분석이 가능함

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



〈 OH-PLIF, OH 고속 자발광 측정예 〉

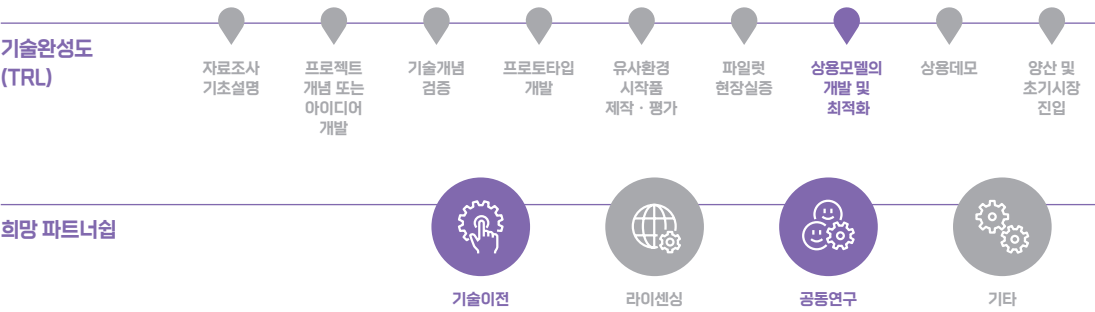


〈 PIV 측정 및 화염 안정성 분석예 〉

지식재산권  
현황

노하우 · KNOW-HOW

- OH-PLIF와 Stereo PIV 동시 계측을 통한 연소-유동장 상호 관계 분석 기술
- 아세톤 PLIF 기법을 통한 연료 혼합도 정량화 기술
- PDPA 기법을 이용한 액체 미립화 성능 정량화 기술
- 연소 동압과 연계한 고속 자발광 계측을 통한 연소 진동 발생 원인 규명 및 회피 기술
- 고온 고압 유동 챔버 설계 및 운영



## 연료전지와 엔진을 연계하는 고효율 하이브리드 발전시스템 기술

▶ 청정연료발전연구실 ▶ 연구자 : 안국영 ▶ 연락처 : 042.868.7324

### 기술 개요

- 고온 연료전지 SOFC와 내연기관 엔진을 연계하여 발전효율을 획기적으로 향상시킨 고효율 분산발전 기술 개발
- 연료전지-엔진 하이브리드 시스템에서는 연료전지 연료극에서 배출되는 미반응 연료성분(애노드 오프가스)을 엔진으로 연소시켜 추가전력을 얻음



〈 연료전지-엔진 하이브리드 시스템 개념 〉

### 고객·시장

- 연료전지 시스템 개발업체, 집단에너지 사업자, 분산발전 시스템 개발/운용 업체
- 고효율 분산발전 시스템(RPS 시장, 공공건물 에너지이용 효율화, 분산발전 시장)
- 향후 분산 발전 시스템 보급확대 예상(건물용/집단에너지 등)
- 선박용 발전시스템(추진/보조전력) - 대형 선박의 고효율 에너지 분야 시장 창출(EEDI 대응)

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 연료전지 기술이 상용화에 근접함에 따라, 발전시스템의 효율을 향상시키는 기술에 대한 중요성이 더 커지고 있음
- 시스템 효율 향상을 위해서는 연료전지 스택의 효율향상, 시스템 최적화, BOP 소모동력 저감 등도 중요하나, 연료전지 기술의 내구성과 기술적 한계를 고려하면, 하이브리드 시스템 개발이 현실적으로 타당한 접근방법임. 기존의 하이브리드 발전은 연료전지와 가스터빈을 결합하는 방식이 주로 고려되었으나, 수백kW급 이하 분산형 발전에서는 가스터빈 보다는 엔진을 적용하는 것이 다방면에서 유리함(성능, 내구성, 제작비용 등)
- 상압형 고온 연료전지를 내연기관 엔진과 통합하면 연료극 미반응 연료성분을 엔진에서 연소시켜 추가전력을 얻을 수 있어 발전효율이 향상됨. 발전효율 향상을 통해 장치비용 저감, 연료비 저감, CO<sub>2</sub> 배출 저감 동시 달성. 발전효율이 5~7%p 향상되고, 장치비용 감소와 연료비 저감으로 인해 전력생산비용(LCOE)을 10% 이상 저감할 수 있음
- 연료전지 애노드 오프가스 중의 연료성분의 비율은 15% 수준. 엔진에서 완전연소를 달성하기 위해서는 엔진의 설계/운전 조건을 최적화하여야 하고, 시스템 구현을 위해서는 엔진과 연료전지간의 인터페이스 설계 및 제어가 매우 중요함. 이에 대한 설계 노하우가 중요

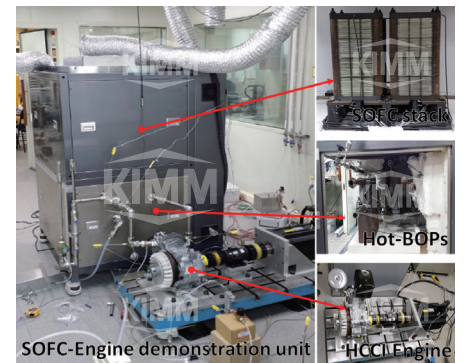
### 기술의 차별성

- 연료전지와 내연기관 엔진을 결합한 연료전지-엔진 하이브리드 시스템은 기존의 연료전지 시스템의 발전효율을 획기적으로 향상시킨 유망한 기술로서 본 연구팀에서 세계최초로 실증 시스템 개발과 운전에 성공함
- 실증 파일럿 시스템을 구축하고, 발전효율 5.3%p 향상 검증(소규모 시스템에서 발전효율 5%이상 향상은 획기적인 결과임) 또한 실험결과를 바탕으로 100kW급 시스템 개발이 가능한 엔지니어링 기술을 확보하였음

### 기술의 우수성

- 용량과 효율면에서 국내 최고의 시스템 기술 확보. 향후 대용량 SOFC 상용 발전시스템 개발로 연계하여 기술개발/제품 개발 추진 중
- 대용량 발전시스템 개발을 위한 다양한 노하우 기술 확보

- 연료전지-엔진 하이브리드 발전시스템에 대한 해석/설계기술, 주요구성품 설계기술, 시스템 통합 및 운전제어기술을 확보하고 세계 최초로 실증운전 성공
- 연료전지-엔진 하이브리드 시스템은 국내에서 독창적으로 고안한 신개념 시스템으로 효율/경제성/운전안정성 모든 측면에서 매우 유망한 기술. 향후 건물용 발전시스템, 선박용 하이브리드 시스템 등 다양한 적용처 확보
- (시스템 통합 및 운전제어 기술) 개발한 하이브리드 시스템은 연료전지, 엔진, 개질기 다양한 부품으로 구성. 시스템 최적화 및 운전제어 기술을 확보하였고, 200시간 연속운전에 성공
- (SOFC 스택 스케일업 기술) 효율 50% 이상의 5kW급 SOFC 스택 스케일업 기술 확보
- (엔진 연소 기술) 연료전지 애노드 오프가스 초회박 연소기술 확보. NOx 10 ppm 이하의 우수한 연소특성
- (개질 및 기수분리 기술) 개질기 열전달 최적화 기술 및 기수분리 기술 확보
- (Modeling & Simulation) 정확도와 계산 속도를 모두 만족하는 M&S 기술개발
- 논문게재 및 학술발표 실적: SCI급 논문 11편, 국내논문 6편, 국제학술 발표 20회, 국내학술발표 62회 등 우수한 학술성과 달성



### 지식재산권 현황

#### 특허 · PATENT

- 고효율 연료전지 하이브리드 시스템 (KR1440191, KR1358095, US13/469142)
- 연료전지-엔진 하이브리드 시스템의 예열운전 방법 (KR1653372)
- 냉각 장치를 갖는 분산발전용 연료전지-엔진 하이브리드 발전시스템(KR1735647)
- 연료전지-엔진 하이브리드 발전시스템 (KR1690634, KR1690635, KR1690636, KR1690637, KR1690638)

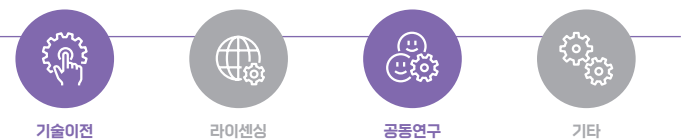
#### 노하우 · KNOW-HOW

- 연료전지 발전시스템 해석기술 (공정모델링, 경제성평가, 환경성평가 기법)
- 연료전지 시스템 시뮬레이션 기술/연료전지 스택 스케일업을 위한 유량 분배 기술
- 하이브리드 시스템용 엔진 초회박 연소 기술
- 고온 부품 설계 및 핫박스 내부 열설계 기술
- 연료전지-엔진 하이브리드 시스템 운전제어 기술

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십



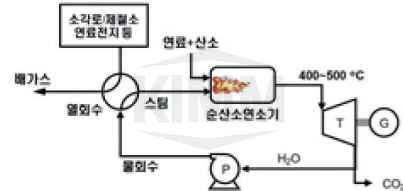


## 효율 저하를 최소화한 순산소 연소 이용 발전시스템 기술

▶ 청정연료발전연구실 ▶ 연구자 : 안국영 ▶ 연락처 : 042.868.7324

### 기술 개요

- 소각로, 제철소 등 대용량 열설비로부터 배출되는 폐열 또는 폐스팀과 순산소 연소기술을 연계하여 전력과 CO<sub>2</sub> 회수를 동시에 획득하는 연소 기술 및 발전시스템 기술



### 고객·시장

- 가열로, 소각로, 제철소, 연료전지시스템 등 대용량 열배출 설비

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

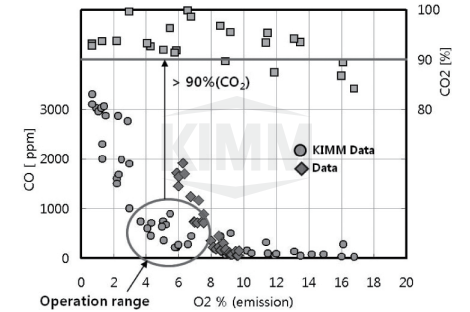
- 지구온난화 및 기후변화의 주범으로 인식되고 있는 CO<sub>2</sub>배출을 저감하는 기술의 개발은 세계적으로도 중요한 기술이며, 효율개선, 폐열회수, 신재생에너지의 접목, CO<sub>2</sub> 포집 및 저장(CCS) 기술 등의 다양한 기술개발이 이루어지고 있음
- 기존 설비의 폐열을 회수하여 전력을 생산하는 기존기술은 유기랭킨사이클(ORC), 열전(Thermo-electric) 발전시스템 등이 있으나, 효율이 낮고 초기투자비 대비 전력생산량이 낮아 경제성면에서 불리함
- 발전 시스템에 적용 가능한 CO<sub>2</sub> 포집(capture)기술은 연소전처리, 연소후처리, 순산소연소 등으로 구분할 수 있는데, 흡수제 재생에너지나 산소생산 전력으로 인해 효율이 10% 정도 저하되는 문제가 있으며, 이로 인해 경제성을 확보하기 어려움
- 효율 감소를 극복하기 위한 구성품의 효율향상, 신개념 사이클의 고안 등의 대책이 필요함
- 순산소 연소기술, 고효율 CO<sub>2</sub> 포집형 발전시스템 기술이 요구됨

### 기술의 차별성

- 고효율 시스템 구현에 따라 본 “폐열회수형 순산소 연소 발전시스템 기술”은 소각로, 제철소 등에서 활용되지 못하고 버려지는 에너지를 회수하여 스팀을 생산하고 순산소 연소가스와 스팀을 혼합하여 터빈에 공급함으로써, 전력을 생산하는 기술임
- 배열 또는 폐스팀을 이용함으로써, 기존의 CO<sub>2</sub> 포집기술의 효율저하 문제를 극복할 수 있음
- CO<sub>2</sub> 저감 및 포집에 따라 공급되는 연료에 포함된 CO<sub>2</sub>를 전량 포집할 수 있으며, 미활용 스팀을 순산소 연소 발전시스템에 적용함으로써, 산소 제조로 인한 효율저하를 최소화함으로써 경제성 확보가 가능함
- 동등 투자비 대비 많은 전력을 생산할 수 있어 경제성을 확보할 수 있으며, 포집된 CO<sub>2</sub>는 재활용(온실재배에 활용)도 가능함
- CO<sub>2</sub> 포집형 발전기술에 대한 대규모 실증연구도 국제적으로 수행(미국 Clean Energy System사 등)되고 있지만, 효율 저하를 고려한 연구는 없음
- 본 제안시스템은 효율저하를 최소화하기 위해 고안된 신개념 사이클임
- 가스터빈의 희박연소(Lan Burn) 기술을 적용한 독자적인 순산소 연소기 설계 원천기술임

### 기술의 우수성

- 기술은 크게 “순산소 연소기 기술”과 “시스템 통합 및 제어기술”로 나눌 수 있음
- 핵심 구성품은 “순산소 연소기”로서 스팀을 공급하면서도 화염이 안정적으로 유지되고 완전연소를 구현함 (불완전 연소를 나타내는 CO 배출농도가 매우 작게 배출됨)
- 선진사의 연소기 배출물 대비 우수한 특성을 확인함
- KIMM 실험동에 100kW급 파일럿 플랜트를 구축하였으며, 실증운전에 성공하였음(전력생산 80Wk, CO<sub>2</sub> 농도 93%)
- SCI급 논문 총 18편(시스템 해석/순산소연소/터빈개발 등), 국내논문 10편, 국내외 학술발표 40편 발표함
- YTN 방송(2011. 12. 7), 연합뉴스(2010. 11. 30), 한국경제, 전력신문, 대전일보 등 신문에 보도됨
- 연구책임자 연구경력 25년(청정연소기술 분야)이고, 박사급 연구인력 10여명 참여함



〈 연소배출물 농도 측정결과 〉

### 지식재산권 현황

#### 특허 · PATENT

- 순산소연소를 이용한 연료전지 연계형 발전플랜트 및 그의 제어방법(KR1067509)
- 연소장치 및 그 연소방법(KR0395646, KR395647, KR397210)
- 배기가스 재순환을 이용한 산소연소기 및 연소시스템(KR0590845)
- 고속분사를 이용한 저 NO<sub>x</sub> 산소연소기(KR0657864)
- 이젝터를 이용하는 배기가스 재순환 유닛이 구비된 연소시스템(KR0707520)
- 순산소연소기를 구비한 화력발전플랜트 (KR0814940, pct/kr2008/002600, CNZL 2008 8 0000374.6, EP08753396.4)
- 폐 스팀을 이용하고 순산소연소기를 구비한 화력발전플랜트(KR0779609)
- 과열방지 가스터빈 시스템(KR0862374)
- 가스터빈 시스템(KR0890823)
- 저 질소산화물 가스터빈 시스템(KR0890824)
- 순산소연소를 이용한 연료전지 연계형 발전플랜트(KR0817898)
- 터빈날개 및 이를 이용한 터빈(KR0916354)

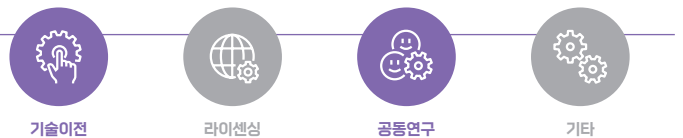
#### 노하우 · KNOW-HOW

- 순산소 연소 가스터빈 발전시스템 해석기술(공정모델링, 경제성평가, 환경성평가 기법)
- 고압 순산소 연소기 설계 기술
- 순산소 연소 가스터빈 발전 시스템 운전제어 기술

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십



# 가스연료 기반 시설원에 에너지 통합 제어시스템 기술(TRI-GEN)

▶ 청정연료발전연구실 ▶ 연구자 : 이상민 ▶ 연락처 : 042.868.7833

기술 개요

- 가스를 연료로 시설원예(온실) 단지에 열/CO<sub>2</sub>/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 통합 제어 기술

고객·시장

- 가스히트펌프(내수용), 가스발전기(수출용) 시장

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

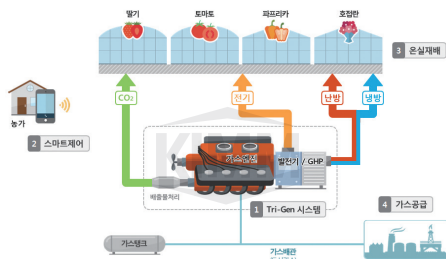
- 기존에는 주로 면세유를 이용한 난방을 하였으나, 난방용 면세경유 혜택이 폐지되면서 최근에는 전기 난방이 증가하는 추세이며, 이는 국가적 에너지 손실로 이어짐
- 국내 1인당 시설원예(온실) 면적은 세계 1위를 차지하고 있어, 신기술 개발시 큰 파급효과가 예상됨
- 가스연료의 사용은 중장기적으로 가격 안정화 전망에 있으며, 전기 사용을 억제하고 CO<sub>2</sub> 배출을 저감시켜, 미래 농촌 에너지 자립을 기대할 수 있음

기술의  
차별성

- 기존의 유류 연료를 가스연료로 대체함으로써 난방비 절감이 가능함
- 탄산(CO<sub>2</sub>) 시비를 위한 액화탄산탱크 설치가 불필요하여 시비 비용 절감이 가능함
- 냉방 · 제습을 이용한 온습도 관리를 통해 수확량 증대가 가능함

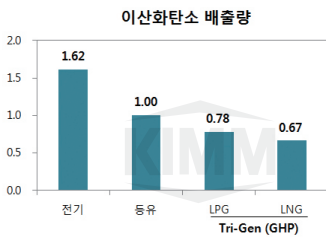
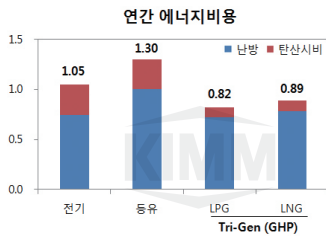
기술의  
우수성

- 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 보일러보다 난방효율이 30% 이상 높고(COP 1.5 이상), 화훼류는 주간, 과채류는 야간 냉방을 하여 온습도 관리를 하고, 배기가스에 포함된 CO<sub>2</sub>를 공급하여 광합성을 향상 시킬 수 있기 때문에 작물의 생산성을 크게 높임으로써 농가 소득 증대에 기여
  - 가스발전기는 농사용 전기가 저렴한 국내에는 적합하지 않으나, 자원이 풍부하고 전기 사정이 좋지 않은 중앙아시아, 중동 지방 등 해외 시장에 적합



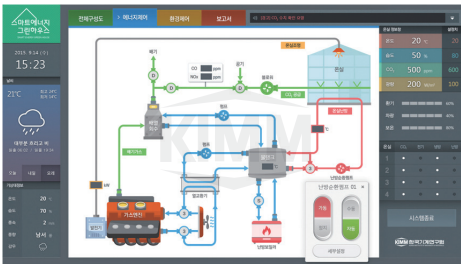
모드1. 발전기: CO<sub>2</sub> + 난방 + 전기(조명)  
모드2. GHP: CO<sub>2</sub> + 난방 + 전기

- 시설원에 전용 가스엔진
  - 엔진 배기가스로 탄산시비를 하기 위하여 배출물 저감이 필수인 독자적 가스엔진을 개발함
  - CO/NOx < 25ppm으로 가스엔진 개발목표를 달성하였고, 장기 실험결과 작물에 피해가 발생하지 않았음
- 기존 방식 대비 비용 분석
  - 연간 에너지비용(난방비+탄산시비비) 30~40% 비용절감 가능 (등유보일러 대비)
  - 이산화탄소 배출량 50~60% 감축 가능(전기보일러 대비)
  - 농가 예상 수익(1ha 파프리카)은 연간 5,000~7,000만원으로 예상됨 (2~3년 내 투자비 회수)
  - 자원방안으로는 설치보조금 지원, 가스요금 혜택(면세), CO<sub>2</sub> 배출저감 인증 등이 있음



< 등유/전기 보일러(면세) + 액화탄산시비를  
기존 방식 기준으로 비교(2016년 3월) >

- Tri-Gen 스마트 에너지 제어 시스템(원격/자동 제어)
  - 측정: 온실 내 온도/습도/CO<sub>2</sub> 농도, 외부 기상대(광량/풍속), 배출물 농도
  - 제어: 냉난방/탄산시비/조명 및 각종 열유체 기기



지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 트라이젠 기술을 이용한 에너지 독립형 시설원에 에너지 공급 모듈(KR1784878)
- 일산화탄소 센서를 이용한 시설원예용 트라이젠 시스템(KR1784896)
- 초저압 저공해 가스엔진기술을 이용한 시설원예용 트라이젠 시스템(KR1769438)
- 액화석유가스 및 천연가스 공용 엔진을 이용한 트라이젠 시스템 및 그 제어방법(KR1712904)
- 고희박연소를 이용한 트라이젠 시스템 및 그 제어방법(KR1569677)

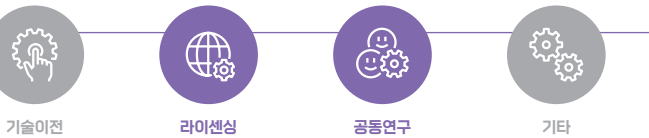
노하우 · KNOW-HOW

- Tri-Gen을 활용한 온실 환경 · 에너지 통합 제어 기술
- Tri-Gen을 활용한 시설 과채류/화훼류 작물 재배 기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

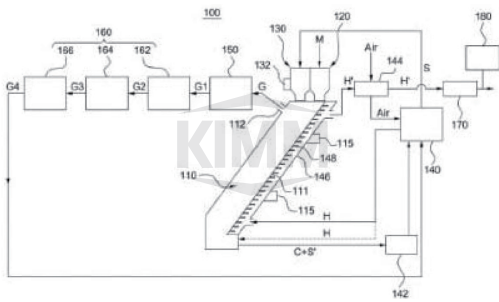


# 바이오 원유(biocrude-oil) 제조시스템

▶ 청정연료발전연구실 ▶ 연구자 : 최연석 ▶ 연락처 : 042.868.7344

기술 개요

- 급속 열분해 방법을 이용하여 바이오매스로부터 바이오 원유를 효과적으로 생산할 수 있는 바이오 원유 제조 장치, 바이오 원유 제조 시스템 및 바이오 원유 제조 방법



고객·시장

- 바이오에너지 관련 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

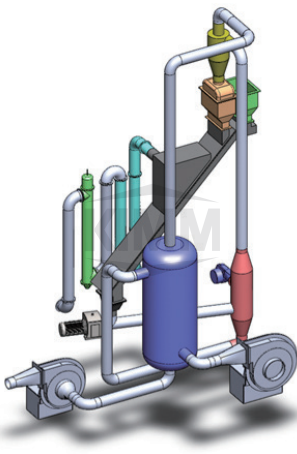
- 기포유동층 방식 바이오원유 제조설비는 모래유동을 위한 유동화가스를 공급해야 하므로 반응기 및 배관 등이 커지고 시설 비도 비싼 단점이 있으며, 찰(char)을 증기와 함께 유동시킨 후 분리하므로 바이오원유 속에 찰가 많이 잔류하게 됨

기술의 차별성

- 본 기술로 바이오매스를 급속열분해(fast pyrolysis)할 경우 유동화가스를 공급할 필요가 없으므로 설비가 소형화되고 설치비가 저렴해짐
- 본 기술로 바이오매스를 급속열분해(fast pyrolysis)할 경우 열 및 물질 전달의 최적 제어로 volatile의 수율을 높일 수 있으며, 찰(char)가 적게 함유된 바이오원유 생산이 가능함
- 생산된 바이오원유는 Bio-refinery 산업과의 연계가 가능하고 이산화탄소 중립적 위치로 향후 국제적 탄소배출권에 능동적 대처가 가능함
- 본 바이오원유 제조 장치는 설비 구조가 기존 기포유동층, 순환유동층 반응기에 비해 단순한 구조를 가지고 있어 2/3 수준으로 플랜트 건설 비용 및 크기를 줄일 수 있음
- 원유 생산 공정 자체에서 바이오 증기와 찰(char)을 분리하기 때문에 고품질의 바이오원유 생산이 가능함
- 반응기 운전조건 값에 영향을 미치는 운반기체를 이용하지 않으므로 플랜트 운전이 용이함

기술의 우수성

- 본 기술은 해외저널에 10여건이 게재되었고, 해외 7개국에 특허등록을 하였음
- 필리핀, 캄보디아 등에서 본 플랜트를 방문하였고, 기술 활용에 관한 관심이 높음
- 실증규모(200kg/hr) 플랜트를 개발하여 성능실험을 한 결과, 선진국 동등 수준의 바이오원유 수율 65%를 달성하였음
- 바이오 원유 제조 장치, 바이오 원유 제조 시스템 및 바이오 원유 제조 방법에 관한 국내 특허 및 해외 각국 (미국, 독일, 캐나다, 중국, 일본, 스웨덴, 핀란드)에서 특허 등록을 하였음



〈 200kg/hr 바이오원유 제조 실증플랜트 〉

〈 바이오원유 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 바이오 원유 제조 장치, 바이오 원유 제조 시스템 및 바이오 원유 제조 방법 ((KR0946714, US9005313, CA2762961, JP5633828, CN102449117, EP10780769.5)
- 급속 열분해 반응기 및 그 장치를 이용하는 바이오 원유 제조시스템(KR1068748)
- 유동층 급속열분해를 통해 바이오원유연료를 얻는 장치(KR1285879)
- 응축액을 분사하여 바이오증기를 포집하는 장치 및 그것을 구비한 바이오원유 생산 장치(KR2012-0113240)
- 응축 장치(KR1175094)
- 유동화 촉진 및 폐열 회수형 바이오 원유 제조시스템(KR2014-0026713)
- 다단 응축이 가능한 바이오 원유 제조시스템(KR2014-0026716)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



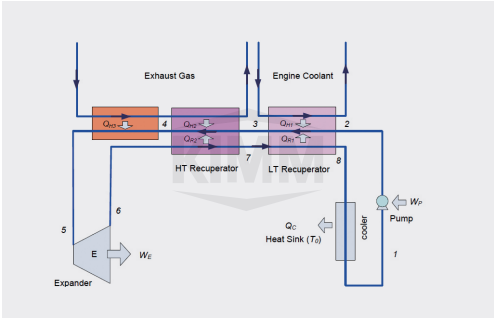


엔진폐열회수 발전시스템

▶ 그린동력연구실 ▶ 연구자 : 김영민 ▶ 연락처 : 042.868.7377

기술 개요

- 엔진 냉각수열과 배기열을 모두 100% 재활용할 수 있는 Organic Rankine Cycle 발전시스템



고객·시장

- 차량, 선박, 발전용 엔진 폐열 발전

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

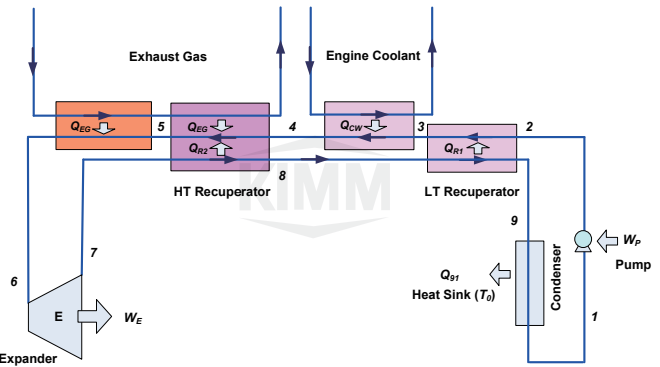
- 현재까지 엔진 폐열회수를 목적으로 제시되고 있는 Single-Loop 방식의 ORC 시스템은 Dual-Loop 방식에 비해 장치 구성이 단순해지고 경제성 측면에서 유리한 장점이 있으나, 엔진 냉각수열과 배기열을 동시에 100% 효과적으로 활용하지는 못하기 때문에 Dual- Loop 방식에 비해 동일한 엔진 폐열로부터 약 70% 정도의 ORC 출력을 얻게 되는 단점이 있음

기술의 차별성

- 엔진 냉각수열과 배기열을 모두 100% 활용함
- 사이클 효율 9.5% 달성됨
- 제1열교환기에 의한 냉매의 증발온도는 엔진 냉각수보다 약간 낮도록 함으로써, 제1재생열교환기에서 냉매가 예열되어도 제1열교환기에서 엔진 냉각수열을 증발열로서 100% 활용할 수 있음
- 엔진 냉각수열을 증발열로서 최대 100% 활용함으로써, 엔진 폐열 회수 장치는 냉매가 제1열교환기에서 증발하는 과정에서 열원과 작동 유체의 온도차이를 작게 할 수 있으므로, 기존의 엔진 배기가스의 열에 의한 증발과정에서 온도차에 의해 발생하는 비가역 손실을 감소시킬 수 있음
- 독창적인 열교환 배열과 ORC 시스템 최적화로 시스템 구성이 간단한 Single-Loop 방식으로 동일한 조건과 가정에서 기존 Dual-Loop 방식에 거의 근접하거나 오히려 능가하는(출력 5.7 kW) 시스템 구성임

기술의 우수성

- 재생열교환기는 고온부(HT Recuperator)와 저온부(LT Recuperator)로 분리되어 있으며, LT 재생열교환기에 의해 예열된 액냉매는 엔진 냉각수열에 의해 증발하며 다시 HT 재생열교환기에 의해 과열((Superheat)되고 엔진 배기열에 의해 최고 온도까지 더욱 과열되어 팽창기로 공급됨
- 액냉매의 증발온도는 엔진 냉각수보다 약간 낮도록 하여 재생열교환기에 의해 액냉매가 예열되더라도 증발열로서 엔진 냉각수열을 100%활용할 수 있음. 엔진 냉각수 온도에 의해 증발온도가 제한되기 때문에 사이클 효율을 더 높일 수 없는 단점이 있지만, 증발과정에서 열원과 작동유체의 온도차가 매우 작기 때문에 기존 엔진 배기열에 의한 증발과정에서 온도 차에 의한 비가역 손실을 줄일 수 있는 장점이 있음
- 국제학회 논문발표함(“Highly efficient single-loop organic Rankine cycle for engine waste heat recovery” presented at Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environmental Systems(SDEWES 2014))
- SCI(E)논문 게재함(“Highly efficient single-loop organic Rankine cycle for engine waste heat recovery”(Energies, 2014.10 submitted))



〈 고효율 엔진폐열회수 ORC 시스템 개략도 〉

지식재산권 현황

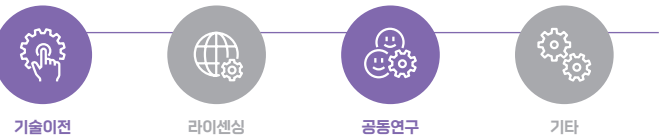
특허 · PATENT

- 엔진 폐열 회수 장치(KR1477741)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

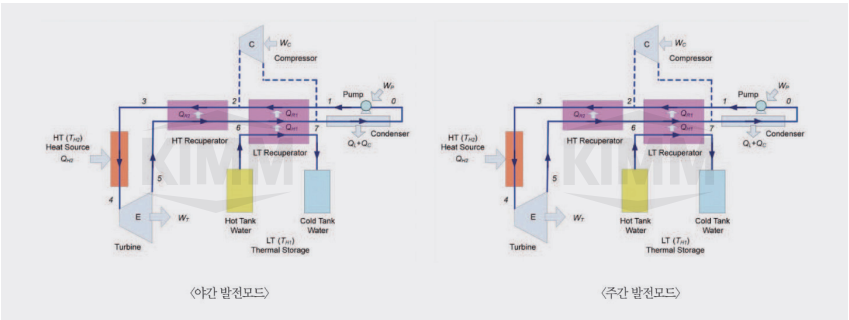


# 고온 열원과 저온 열원을 동시에 활용하여 엑서지 효율을 향상시킨 초임계 CO<sub>2</sub> 발전 사이클 구성 및 운영방법

▶ 그린동력연구실 ▶ 연구자 : 김영민 ▶ 연락처 : 042.868.7377

기술 개요

- 저온 열원을 효과적으로 활용함으로써 동일한 고온 열원으로부터 더 높은 출력을 얻을 수 있는 초임계 CO<sub>2</sub> 발전사이클 구성과 운영방법



고객·시장

- 석탄화력발전 태양열발전 원자력발전

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

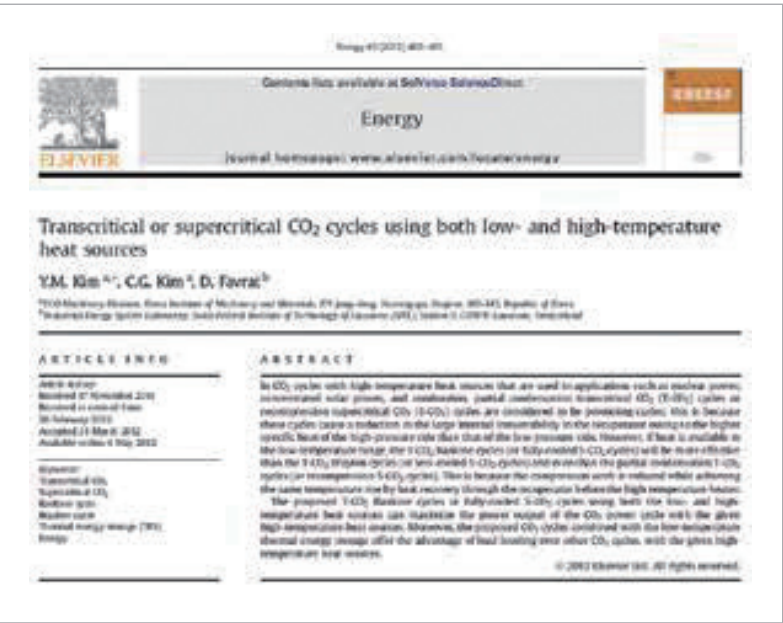
- 효율 및 출력을 향상시키고, 부하조절이 가능해야 함
- 초임계 CO<sub>2</sub> 발전사이클의 재생열교환과정에서 고압측이 저압측보다 비열이 높아 효율 향상에 한계가 있음
- 기존에 재압축 사이클이 제시되었으나 압축일의 증가로 인한 출력이 감소됨
- 화석연료, 바이오연료, 태양열, 원자력, 폐열 등 다양한 열원을 직접 활용할 수 있는 초임계 CO<sub>2</sub> 사이클 발전시스템에 대한 관심이 높아지고 있음
- 석탄화력 또는 원자력발전의 경우 부하조절의 어려움이 있으며, 동일한 열원으로부터 효율 향상 및 부하조절이 가능한 초임계 CO<sub>2</sub> 사이클 발전시스템의 개발이 필요함

기술의  
차별성

- 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 CO<sub>2</sub> 발전 사이클의 구성은 저온 폐열을 활용하여 동일한 고온 열원으로부터 20% 이상 출력 및 효율 향상 가능함
- 기존 부하조절이 어려운 화력발전과 원자력발전의 경우 동일한 고온 열원으로부터 40% 이상 부하 조절 가능함

기술의  
우수성

- 심야에는 부분냉각 초임계 CO<sub>2</sub> 사이클 운행 및 저온 폐열 저장함
- 주간에는 저장된 폐열을 이용하여 제안된 초임계 CO<sub>2</sub> 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
- SCI 논문 게재함: Transcritical or supercritical CO<sub>2</sub> cycles using both low- and high-temperature heat sources(Energy 43(2012), 22회 인용(2014년 9월 기준))
- 고효율 발전 및 에너지저장 관련 다수의 특허 및 논문 보유함



지식재산권  
현황

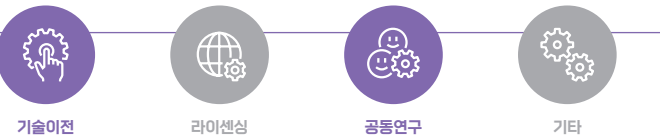
특허 · PATENT

- 엑서지 효율이 향상된 초월임계 랭킨 사이클 열기관과 그 방법(KR1345106, PCT/KR2012/010664)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



# 디젤엔진 NOx 저감용 고체 암모늄 SCR 시스템

▶ 그린동력연구실 ▶ 연구자 : 김홍석 ▶ 연락처 : 042.868.7367

기술 개요

- 고체암모늄을 약 60~120℃에서 열분해하여 암모니아를 만들고, 내연기관 등에서 배출되는 질소산화물의 환원제로 사용하는 기술



고객·시장

- 자동차, 선박, 농기계, 건설기계 등의 배기후처리 시스템 회사

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

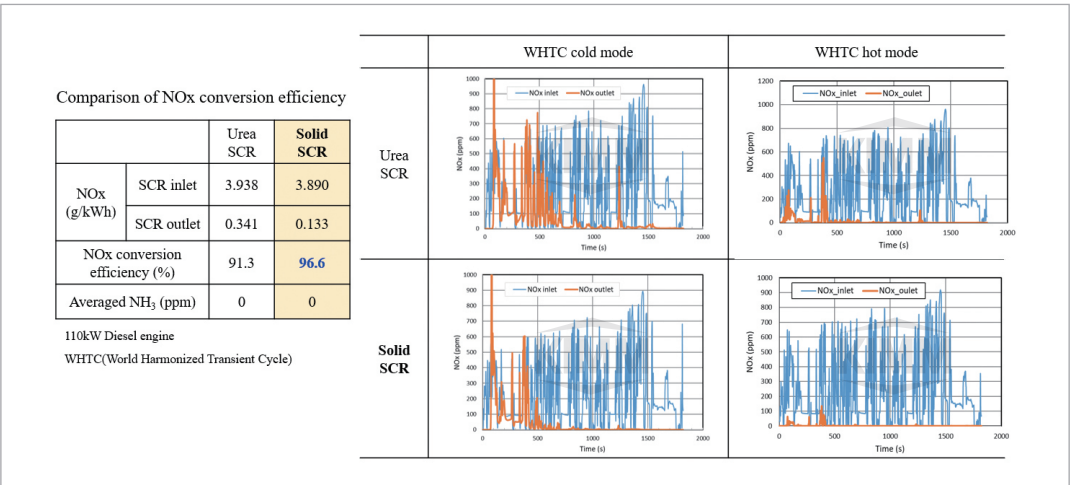
- 기존 액체 Urea 기술은 해동능력이 포함된 우레아 탱크, 부식방지성능의 펌프, 레귤레이터, 온도/압력 센서, 분사밸브, 공급관 등으로 구성되어 매우 복잡하고, 고가임
- 기존 액체 Urea 기술은 액체로 배기관에 분사되어 암모니아로 열분해되는 원리이기 때문에, 정교한 노즐을 이용한 고압 분사가 필요하며, 분사위치에서부터 SCR입구까지의 거리를 충분히 확보해야 하는데, 자동차, 선박 및 농기계 대부분은 배기시스템이 협소하여 충분한 공간이 없는 상황임
- 액체 분사이므로 저온 NOx 저감 성능이 저하됨

기술의  
차별성

- 고체암모늄 시스템은 반응기를 가열하여 암모니아로 열분해시켜, 레귤레이터와 도징밸브로 분사하는 시스템
- 액체 Urea보다 고체암모늄은 암모니아 저장능력이 3배 크므로 환원제 저장용기 용량을 약 2~3배 축소할 수 있음
- 액체분사가 아닌 가스분사이므로 장착공간이 짧아도 되고, 이에 따라 자동차 또는 농기계 제작사의 관련 시스템 설계가 용이함
- 액체분사가 아닌 가스분사이므로, 저온 NOx 저감능력이 우수함 (액체 Urea는 배출가스 온도가 200℃ 미만인 경우 사용할 수 없음)
- 저가의 환원제(암모니아 카보네이트)를 사용함
- 기존 액체 Urea 사용 경우 대비 환원제 저장용기 2~3배 축소 가능함
- 배기열 및 전기히터를 이용하여 환원제인 고체 암모늄을 손쉽게 열분해함

기술의  
우수성

- 고체암모늄 물질 특성 및 다양한 시스템 구성에 대한 다년간의 연구개발을 통해 완성도 높은 기술 확보 중
- 디젤엔진용으로 시제품을 제작하여 요소수 SCR 대비 우수한 NOx 저감성능을 보이는 것을 확인함

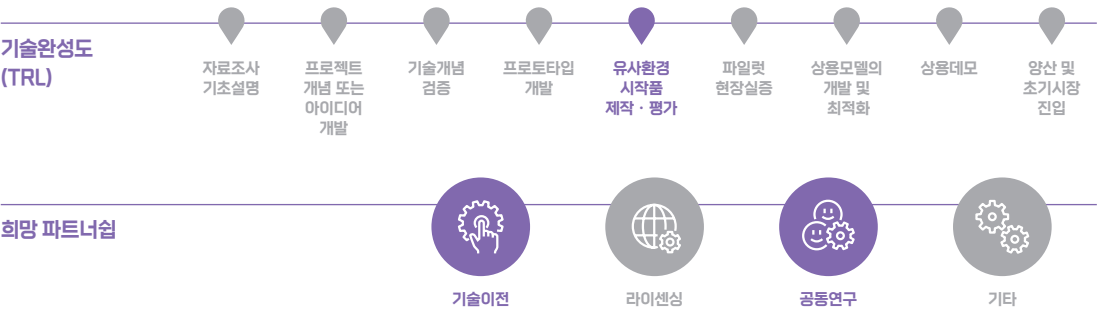


〈 NRTC(Non-Road Transient Cycle) NOx 저감특성 시험결과 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 고체암모늄 염반응기, 그 제어방법 및 고체 암모늄염과 선택적 환원촉매를 이용한 질소산화물 정화시스템 (KR1436936, PCT/KR2013/011542, US14/382614, EP13863670.9)
- 고체 암모늄염과 선택적 환원촉매를 이용한 질소산화물 정화시스템(KR1185413)
- 고체 우레아와 선택적 환원촉매를 이용한 유해배출가스 정화시스템(KR924591)
- 고체 우레아와 선택적 환원촉매를 이용한 자동차 질소산화물 정화장치 및 이에 사용되는 고체 우레아 반응기(KR999571)
- 배기가스 정화 시스템(KR1476757, US13/855113)
- 배기가스 정화시스템(KR2012-0145181)
- 배출가스 정화용 촉매 시스템(KR2013-0136264)
- 고체암모늄염을 이용한 암모니아 가스 발생기(KR1527719)
- 고체 암모늄염 카트리지와 그 제조 방법(KR1518850)
- 선택적 촉매 환원장치용 고체 암모늄 이용 배출가스 저감장치(KR1569893)





# 디젤엔진 NOx 저감용 urea SCR 시스템 기술

▶ 그린동력연구실 ▶ 연구자 : 김홍석 ▶ 연락처 : 042.868.7367

기술 개요

- 디젤엔진에서 배출되는 질소산화물 규제를 만족하기 위한 방법으로 SCR 촉매 전단의 배출가스에 요소수(urea 수용액)를 분사하여 인체에 무해한 질소로 정화하는 “urea SCR 기술” 임

고객·시장

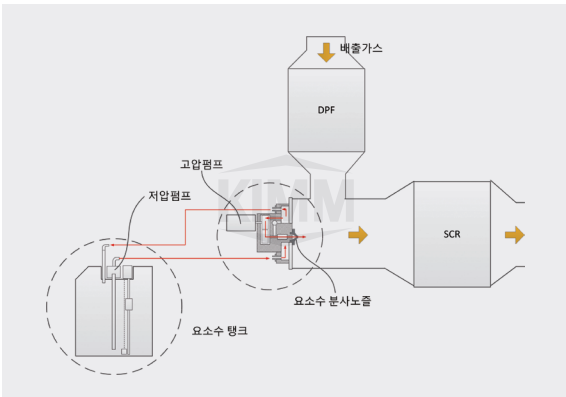
- 자동차, 건설기계, 농기계(트랙터 등), 소형 선박 등의 배기후처리장치 부품 제조사

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 현재 독일 등의 글로벌 부품사에서 urea SCR 장치 시장을 독점하고 있으며, 시장의 규모와 건설기계, 농기계 등 신규시장 형성 등 고려했을 때 국산화 기술 확보가 절실히 요구됨
- 기존의 요소수 분사기술 적용 시 배출가스 온도가 약 200℃ 이하로 낮은 경우 요소수의 증발 및 열분해 특성이 좋지 않은 단점이 있음

기술의  
차별성

- 한국기계연구원에서는 urea SCR 시스템 국산화 기술 및 Dual urea pump를 이용하여 요소수를 고압분사하는 기술을 보유하고 있음
- 요소수 도징 모듈, 제어기 및 프로그램을 자체 개발하여 디젤 엔진 질소산화물 저감용 요소수 공급 시스템 국산화 기술을 확보하였음 (요소수 탱크, 펌프, NOx 센서 등 시장에서 확보 가능한 부품을 사용함)
- Dual pump 이용하여 요소수를 고압 분사하는 경우 미립화 특성이 향상되어 요소수의 증발 및 열분해 특성이 향상되고, 이에 따른 NOx 저감 효율 향상 효과가 우수함

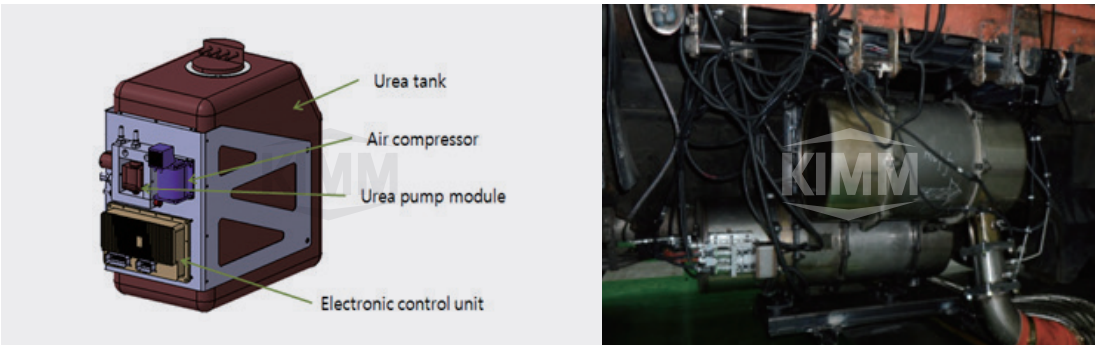


〈 Dual urea pump를 이용한 요소수 고압분사 시스템 〉

기술의  
우수성

- 국산화 목적으로 개발된 대형 자동차용 요소수 공급 시스템을 엔진 배기량 12L의 대형트럭에 장착하여 20,000km 운전 하였으며, 공인 배출가스 저감 성능시험방법(KC1-8 mode)으로 92%의 NOx 정화성능을 확인함

〈 요소수 공급시스템 시제품 사진 및 대형트럭 하부에 장착한 사진 〉



〈 저감율 확인시험 결과(KC1-8 mode, 2회 평균) 〉

	THC*(g/kWh)	CO(g/kWh)	NOx(g/kWh)	PM*(g/kWh)	BSFC*
장치 장착 전	0.095	0.775	6.739	0.047	160.9
장치 장착 후	0.013	0.010	0.531	0.008	159.4
저감율(%)	86.3	98.7	92.1	83.0	0.9

\*THC: Total HydroCarbon, PM: Particulate Matters, BSFC: Brake Specific Fuel Consumption

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 배기후처리 시스템용 우레아 공급시스템 및 방법(KR1896554)
- 배기정화용 우레아 수용액 공급 장치(KR1965853)
- 프로그램: 디젤엔진 urea SCR system 제어 프로그램(등록번호: C-2016-021518)

노하우 · KNOW-HOW

- 요소수 공급 시스템 설계 도면, 구성품 사양, 제어기 회로도, 프로그램 및 연구 보고서
- 고온 urea 노즐 막힘 현상 극복 기술
- SCR 촉매 내부 urea 균일 분포 확보를 위한 시스템 설계 기술
- NOx 정화율 향상을 위한 시스템 설계 및 기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

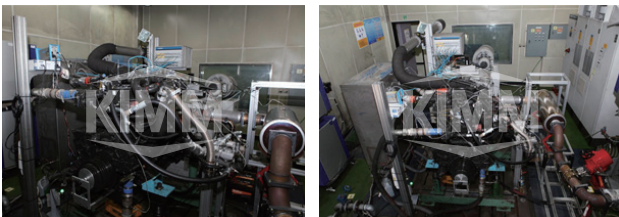


# Post EURO-6 대응 시내버스용 수소-천연가스 혼합연료(HCNG) 엔진

▶ 그린동력연구실 ▶ 연구자 : 박철웅 ▶ 연락처 : 042.868.7928

기술 개요

- 본 기술은 차세대 에너지로서 수소시대를 효과적으로 견인할 수 있는 수소-천연가스 혼합연료(HCNG)를 이용한 엔진 기술임
- HCNG란 Hydrogen(수소)의 첫글자와 CNG(Compressed Natural Gas, 압축천연가스)를 합친 용어로서 수소와 천연가스가 혼합된 연료를 의미하며 CNG보다 더 우수한 청정성과 연소성능을 보임
- 본 기술은 EURO-6 이후의 배기규제를 만족시킬 수 있는 HCNG 엔진 기술임



〈 HCNG 엔진 및 부품 〉

고객·시장

- 차량 및 선박용, 발전용 엔진 제조/공급/수요 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

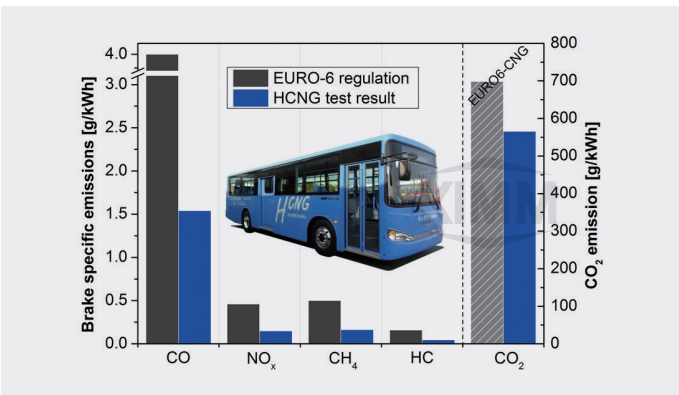
- EU의 배기규제인 EURO-6은 2014년부터 발효되어 현재 적용되고 있으며 Post EURO-6, 즉 EURO-7 배기규제는 EURO-6 보다 더욱 강화되어 2020년부터 적용될 것으로 예상됨
- 국내 배기규제의 경우 버스를 비롯한 대형자동차는 EU 기준을 준용하고 있음에 따라 현재 연구 개발되고 있는 자동차는 반드시 EURO-7 배기규제를 만족시킬 수 있는 기술을 확보하여야만 상용화가 가능함

기술의 차별성

- HCNG 엔진은 동등 출력성능만으로 기존의 천연가스 시내버스 대비 이산화탄소를 18% 더 적게 배출하고 연비성능은 8%가 향상됨
- 특히 모든 유해배기물질을 현재 EURO-6 배기규제의 1/3이하 수준으로 저감시켜 2020년부터 적용될 EURO-7의 배기규제도 무난하게 만족시킬 것으로 예상됨
- 고유량 배기가스 재순환장치(High EGR) 기술, 연료공급 및 제어기술, 배기후 처리 기술이 적용되어 특히 HCNG 엔진에 적합한 고유량 배기가스 재순환 기술을 전 운전영역에 걸쳐 최적화하여 내구성과 연비를 더욱 개선함

기술의 우수성

- 세계 최초로 개발된 수소-천연가스 혼합연료(HCNG) 엔진임(해외 선진국들도 미래 수소에너지 시대를 대비하여 HCNG 엔진을 개발하고 있지만 EURO-6 배기규제를 만족하는 엔진을 아직 개발하지 못함)
- HCNG 엔진은 더 많은 상용화 기술을 확보하기 위해 현재 2대의 시내버스에 탑재되어 울산과 인천에서 각각 시험 운행 중임
- 연구팀은 HCNG 엔진 관련 SCI 논문 13건을 포함하여 27건의 논문을 게재 완료



〈 HCNG 엔진의 공인시험결과 및 동일 엔진이 탑재된 HCNG 버스의 모습 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 수소 엔진의 연소 제어 방법(KR1290775)
- 천연가스와 수소의 혼합 연료 엔진의 시동성 개선 방법(KR1550813)
- 천연가스와 수소의 혼합 연료 엔진의 아이들 운전 개선 및 촉매 효율 향상 방법(KR1544388)
- 개질 가스와 천연가스를 사용하는 엔진의 제어 장치(KR1203161)

노하우 · KNOW-HOW

- 수소-천연가스 혼합연료 연료시스템, 터보차저 및 ECU 매칭 기술
- 수소-천연가스 혼합연료 엔진의 운전조건별 제어변수 최적화 기술
- 수소-천연가스 혼합연료 엔진의 공기과잉율, EGR율 및 배출가스 최적화 매핑 기술
- 수소-천연가스 혼합연료 엔진의 연료 및 과도운전 조건에 대한 후처리장치 최적화 매칭 기술
- 수소-천연가스 혼합연료 엔진의 연소실 최적화 및 주요 운전조건의 연소특성 평가 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



# 고효율 직접분사식 초희박 LPG 엔진

▶ 그린동력연구실 ▶ 연구자 : 박철웅 ▶ 연락처 : 042.868.7928

## 기술 개요

- 분무유도방식의 연소시스템을 이용한 고효율 초희박 LPG 직접분사식 엔진
- 연료분사기를 디젤엔진과 같이 연소실의 중앙에 위치시키고, 점화플러그의 방전극은 분무의 재순환 영역에 위치하도록 함으로써 엔진의 운전조건에 관계없이 안정적인 성층혼합기를 형성하여 연료분사전략 및 점화전략의 최적화를 통해서만 안정적인 희박연소의 구현이 가능하도록 함으로써 매우 희박한 혼합기 조건에서도 고효율의 연소가 가능하기 때문에 연비 저감과 고출력을 동시에 달성할 수 있는 차세대 엔진기술

## 고객·시장

- LPG와 CNG 등과 같은 가스 연료 엔진 제조업체

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

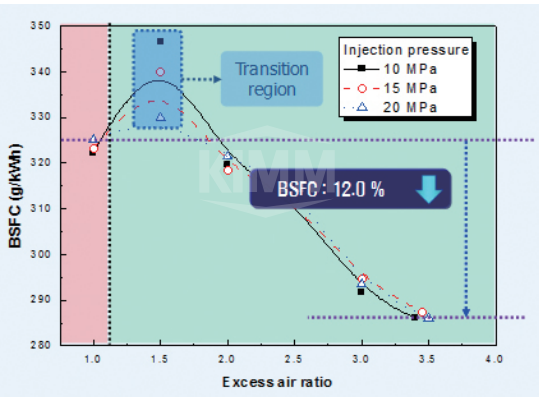
- LPG와 CNG 등과 같은 가스 연료의 경우, 국내 수송용 연료의 한 축을 담당하고 있고, 가솔린과 디젤에 비해 상대적으로 가격이 저렴하여 사용 차량의 등록대수가 2000년대 후반에 이미 200만대를 넘어섰고 계속 증가 추세에 있음
- 또한, 정부가 국내 에너지원 다변화 및 환경오염물질로 인한 사회적 비용을 고려하여 상대적으로 청정연료의 이미지를 갖고 있는 저탄소 가스 연료의 가격을 기존 가솔린 또는 디젤 연료 대비 향후 50%까지 조정하면 가스 연료 차량의 보급은 계속 증가 할 것으로 예측됨
- 저탄소 연료인 LPG와 CNG 등과 같은 가스 연료의 경우, 자동차용 연료로서 연료공급 용이성, 기존 시스템 대비 개선효과, 실용화 가능성, 상대적 기술 개발의 난이도 측면에서 유리하나, 현재까지 흡기 포트 분사 방식만이 적용되고 있는 실정 으로, 예혼합 연소의 한계성 즉, 펌핑손실 및 초희박 연소 제한에 의해, 연료의 기화열(증발열)에 의한 엔진출력 및 배기성능 개선 효과는 여전히 개선되어야 할 분야이며 향후 CO<sub>2</sub> 배출량 규제 및 에너지 효율적 측면에서 대응방안이 되기에는 부족한 면이 있음
- 이러한 예혼합 연소 방식의 문제점을 해결하기 위하여 가스 연료를 액체 상태로 연소실에 직접 분사하는 직접 분사(Direct Injection) 기술은 향후 배기규제 및 CO<sub>2</sub> 규제를 만족하기 위한 가장 핵심적인 기술 중의 하나로 부각되고 있음

## 기술의 차별성

- 가스연료 직접분사식 엔진의 경우, 가스 연료를 엔진의 실린더 내에 직접 분사함으로써 연료제어의 정확도가 개선될 뿐만 아니라 이를 바탕으로 희박연소의 구현이 가능하기 때문에 연소 효율을 극대화 할 수 있음
- 또한 가스 연료의 기화 특성으로 인하여 연소실내 공기의 온도가 냉각(Cooling effect)되어 노킹 등과 같은 이상 연소의 억제효과, 그리고 압축비 증가에 의한 열효율 향상, 실린더 내 직접분사에 따른 높은 체적효율을 기대할 수 있으므로, 유해 배출가스의 저감은 물론 출력 및 연비의 향상으로 CO<sub>2</sub> 배출의 관건이 되는 에너지 효율을 극대화할 수 있는 장점이 있음

## 기술의 우수성

- 직접분사식 초희박 가스엔진 핵심기술 개발을 통한 연비 향상 10% 달성
- 연료분사 제어 최적화를 통한 희박 영역 확장
- 과급시스템 적용 및 EGR 제어 시스템 적용을 통한 성능 및 배출물 향상



## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

- 직접분사식 가스 엔진의 분사 간 점화착화 제어방법 (KR1615698)
- 직접 분사식 가스 엔진(KR1599473)
- 직접분사식 가솔린 엔진에서 점화플러그 카본누적을 방지하기 위한 밸브제어방법(KR1226058)
- 직접분사식 가솔린 엔진에서 노킹방지를 위한 온도성층화 방법(KR1299688)

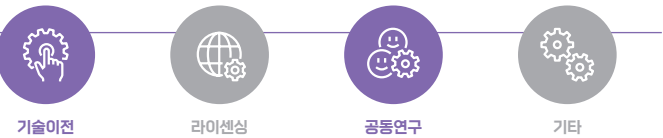
### 노하우 · KNOW-HOW

- 가스연료 고압 연료공급 및 점화제어 기술
- 초희박혼합기 엔진 연소안정성 제어 기술
- 직접분사 연료 분사시기 및 비율 최적화 기술
- 운전영역별 엔진 최적 제어 및 EGR/과급 제어 기술

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



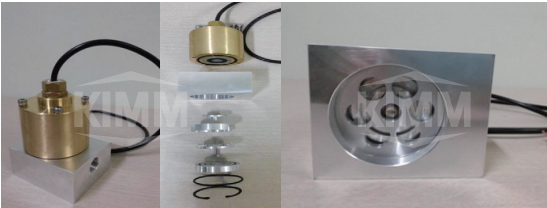


# 대유량 메탄계 가스연료 분사기

▶ 그린동력연구실 ▶ 연구자 : 최영 ▶ 연락처 : 042.868.7962

기술 개요

- 메탄이 주요 구성성분인 메탄계 가스연료의 MW급 내연 기관 적용을 위해 필요한 연료공급시스템의 핵심장치인 분사기 개발 기술로서 솔레노이드로부터 발생한 전자 기장에 의해 개폐부가 열리고 압력차와 스프링 힘에 의해 개폐부가 닫히는 구조이면서 특정 형상의 유로를 특징으로 하는 메탄계 가스연료 분사기 기술임



고객·시장

- MW급 가스엔진 제작 업체(선박용 및 발전용)
- 대형 디젤엔진 가스엔진 개조 Retrofit 업체(개조 Kit 제작 및 판매 업체 포함)
- 중대형 선박용 및 발전용 가스엔진 정비 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

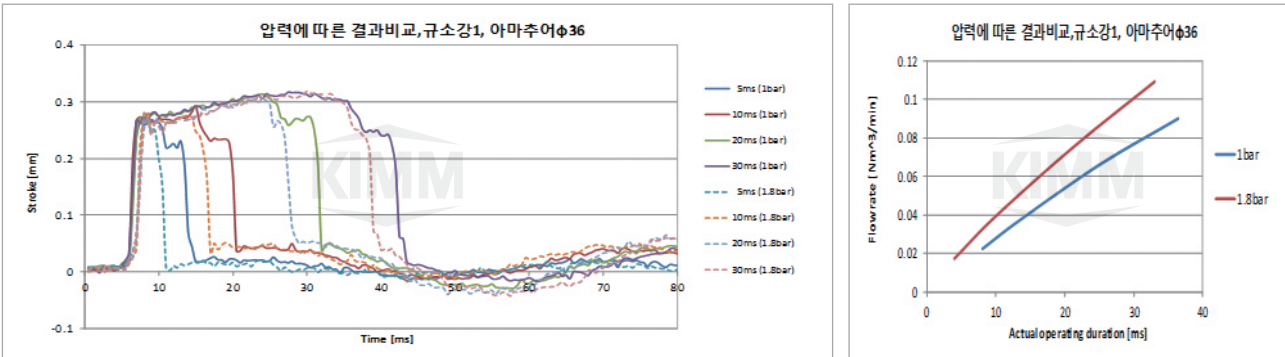
- 기존 분사기는 한정된 면적의 유로에 의해 충분한 연료 공급에 한계가 있음
- 기존 대유량 분사기의 누설 유량(0.7bar 차압에서 4.8L/min 이하)이 커서 더 작은 누설 유량을 갖는 분사기가 필요함
- 코어와 전기자 재질이 강자성을 갖는 고가의 재료가 사용되어 경제적이면서도 요구되는 응답성과 유량을 만족시킬 수 있는 성형성과 내구성이 우수한 재료의 사용이 필요함
- 동일한 제어 신호에 의해 변함없는 변위와 유량을 보증할 수 있는 분사기 성능이 요구됨

기술의 차별성

- 전자기 해석과 실험에 의해 자기력이 극대화된 솔레노이드 구조
- 빠른 응답성과 충분한 유량을 확보하기 위해 저항을 최소화시키고 변위(Stroke)가 최적화된 전기자 구조
- 솔레노이드 코어와 전기자 재질 변화에 따른 분사밸브 구동 특성 차별화 (규소강의 경우 강한 자기력으로 높은 차압에 적합)
- 대유량을 보장하기 위해 고안된 특정 형상의 내부 유로 구조
- 분사밸브 구동 반복에 따른 밸브 열림과 닫힘 응답성 및 변위가 일치
- 오링 대체형 밸브 하단 출구 구조 개선을 통한 밸브 누설 최소화
- 대유량 메탄계 가스연료 분사기 모니터링 및 제어 기능 포함
- 가속도 센서에 의한 충격 진동 감지를 통한 Stopper 마모 및 스프링 탄성 변화 계측을 통해 분사기 유지 보수 및 이상 유무 자가 진단 가능

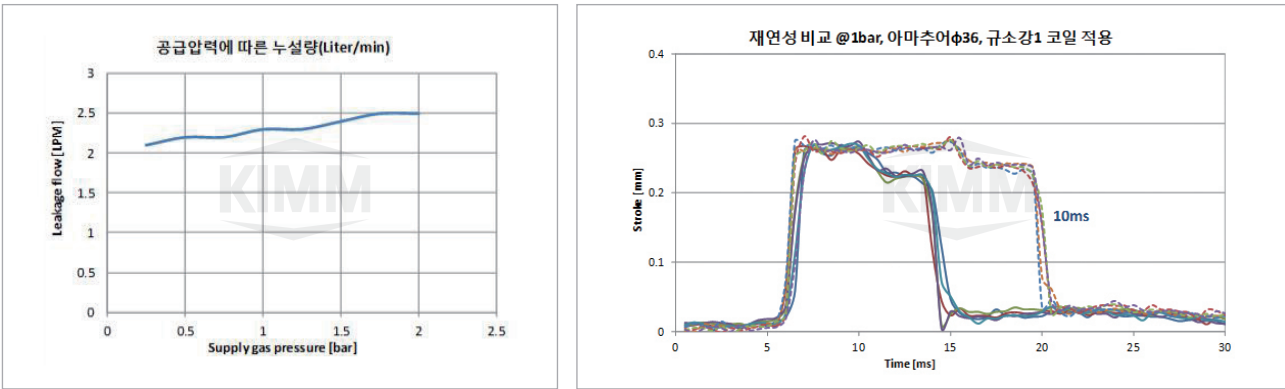
기술의 우수성

- 제어 듀티비에 따른 밸브 응답 정확성, 재현성 및 유량 선형성
- 2ms 이내의 분사밸브 열림과 닫힘 응답성
- 차압 0.2~2bar 조건에서 2~3 L/min 범위 누설량을 갖는 초저누설량 분사밸브



〈 각기 다른 인가 시간에 따른 밸브 개폐 응답 특성 〉

〈 작동 시간에 따른 유량 선형성 〉



〈 공급압력에 따른 누설량 변화 〉

〈 밸브 열림과 닫힘 반복 시 변위 및 개폐시기 재현 정확성 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 메탄계 가스연료 분사기(KR1570492)
- 가스연료 분사기의 모니터링 및 제어 방법 (KR1674994)

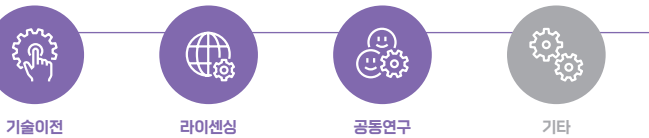
노하우 · KNOW-HOW

- 대유량 메탄계 가스연료 분사기 설계 기술
- 대유량 메탄계 가스연료 분사기 제어 기술
- 메탄계 가스연료 분사기 고장 및 진단 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

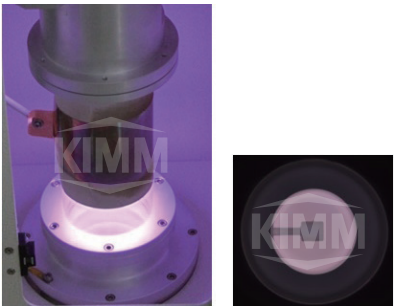


리모트 플라즈마 발생장치

▶ 플라즈마연구실 ▶ 연구자 : 강우석 ▶ 연락처 : 042.868.7435

기술 개요

- 광범위한 운전영역 내에서 기판의 손상을 줄이는 효과적인 공정이 가능한 플라즈마 발생장치



고객·시장

- 반도체/디스플레이 장비업체
- 플라즈마 공정을 요구하는 소재업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

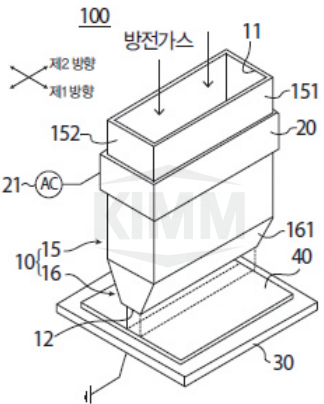
- 기존의 리모트 플라즈마 발생장치는 고주파(RF) 전원을 사용하는 유도 결합형 플라즈마(inductively coupled plasma, ICP) 또는 마이크로웨이브(microwave)를 이용한 방식 등으로서, 플라즈마 반응기와 전원 사이의 정합(matching) 기술이 요구되는 등 부하 변동에 취약하며, 높은 압력에서 구동이 어려움
- 특히, ICP 전원기술의 한계로 인해 전력 증가와 대용량 및 대면적 처리에 한계가 있음

기술의 차별성

- 기판 손상을 최소화하는 공정처리가 가능함
- 유연소자/디스플레이 및 바이오분야 등 새로운 응용기술로 광범위하게 적용 가능함
- 다양한 운전영역에 적용 가능함
- 플라즈마 특성의 제어로 효과적인 공정을 실현함
- 중성입자 및 저에너지 이온 조사: 효과적인 플라즈마 화학공정/피처리물 손상 최소화함
- 유전체의 축전결합효과로 광범위한 압력범위에서 운전 가능함
- 부하변동에 효과적으로 대응함
- 노즐형 구조를 통한 유속/반응효과/균일도 제어가 용이함
- 대전력/대용량 구동 가능함

기술의 우수성

- 축전 결합식으로서 특별한 정합 기술이 요구되지 않으며, 유전 지지체의 크기에 따라 대용량 및 대면적 플라즈마 처리를 용이하게 할 수 있음
- 또한, 수 mTorr 내지 수Torr의 광범위한 운전 범위를 가지며, 노즐부를 구성하는 경사면의 경사 각도에 따라 전기장과 유속의 변화 정도를 조절하여 공정 변수를 용이하게 제어 가능함



〈 축전결합식 리모트플라즈마 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 리모트 플라즈마 발생장치(KR2013-0073901, EP14153996.5)
- 축전 결합식 플라즈마 발생장치(KR1512159)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



플라즈마 버너를 활용한  
디젤매연저감장치

▶ 플라즈마연구실 ▶ 연구자 : 송영훈 ▶ 연락처 : 042.868.7302

기술 개요

- 디젤차량 매연여과필터에 포집된 매연을 차량 운행 중 자동으로 태워 매연여과필터를 재생 시켜주는 플라즈마 버너 및 매연여과장치임



고객·시장

- 자동차 부품 및 완성차 회사

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

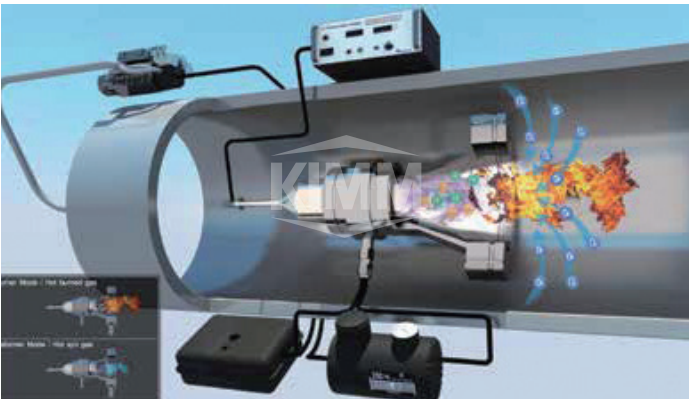
- 현재 일부 차종에서 매연을 태우는 귀금속 촉매가 코팅된 매연여과필터가 사용되고 있으나, 매연을 태우는 귀금속 촉매는 연료의 황성분에 의해 성능이 빠르게 저하되고, 대도시를 운행하는 디젤차는 촉매의 활성온도보다도 배기온도가 낮은 경우가 많아 매연여과필터의 촉매가 작동되지 않는 사례가 빈번하게 발생함

기술의  
차별성

- 플라즈마 버너를 활용하여 매연여과필터에 포집된 매연을 태울 경우 1)값비싼 귀금속 촉매를 사용할 필요가 없고, 2)연료의 황성분에 성능이 좌우되지 않으며, 3)디젤 배기가스 온도에도 상관없이 디젤차의 매연을 95% 이상 저감할 수 있음
- 기존의 버너로 디젤연료를 연소하기 위해서는 4단계 즉, 연료의 미립화, 증발, 공기와의 혼합 및 점화 단계를 거치게 되나, 플라즈마 버너에서는 이 모든 단계를 one step에서 달성하기 때문에 버너의 부피가 일반 디젤버너 대비 1/10~1/100에 불과하고, 플라즈마 버너의 형상도 매우 단순하여 다양한 차종에 동일한 형상의 버너를 사용함
- 플라즈마 버너는 mis-firing의 가능성이 없어 차량에 활용하기에 안전한 기술임

기술의  
우수성

- 플라즈마 DPF 장치는 일반적인 매연저감장치 적용이 어려운 군 특수차량에서 3년 이상의 성공적인 운용을 통해 성능을 확인 하였으며, 기존 기술의 적용이 어려운 사각지대인 특수차량, 건설기계 등에 활용될 예정임.
- 현대기아자동차에서 spin-off한 매연저감장치 전문 회사인 HK-MnS에서는 기계연의 플라즈마 버너 기술을 이전 받아 2009년도부터 지하철 선로관리용 디젤기관차량에 플라즈마 버너를 이용한 매연여과장치를 장착하여 운행 중임
- 해당 기술은 한국 특허청의 발명상, 산업자원부의 기술 대상을 수상하였고, 이를 근거로 해당 기술의 연구 책임자는 국무 총리 표창, 한국연소학회에서 수여하는 산업기술상 등을 수상한 바 있음



〈 플라즈마 버너의 작동 원리 〉

지식재산권  
현황

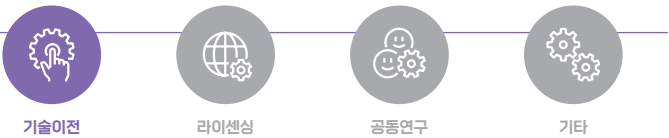
특허 · PATENT

- 플라즈마 반응장치 및 이를 이용한 플라즈마 반응방법, 난분해성 가스의 플라즈마 반응방법 및 흡착촉매 (PCT/KR2006/004043, KR0619237, KR0679868, KR0586880, KR0561199, IN252034, IN2744/KOLNP/2011, US8568662, US8524162, CNZL 2006 8 0037559.5, CNZL201010284991.2, CNZL201010284993.1, EP 1933975, EP2343114, EP2233203, EP2233196, EP1933975, JP4834736, JP5339220)
- 플라즈마 반응기와 이를 이용한 배기가스 내 입자상 물질의 저감시스템 (pct/kr2007/003394, KR0692948, KR0679869, KR0699495, CNZL 2007 8 0001193.0, US8,272,206, EP4659097, HK09101433.4)
- 플라즈마 버너 및 매연여과장치 (KR0866327, KR0866330, KR0866328, KR0913606, CNZL 2008 1 0129999.4, US8,257,455, JP5086199, JP5473023, EP08356112.6, EP11181993.4)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십





유량제어 특성이 향상된  
유량 조절기

▶ 플라스마연구소 ▶ 연구자 : 이대훈 ▶ 연락처 : 042.868.7406

기술 개요

- 선형적이고 정밀한 유량 조절이 가능한 링거액 조절장치



고객·시장

- 정밀 유량 제어가 필요한 병의원(항암제 투여 등 링거액 정밀 투약이 요구되는 분야)

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 링거액 주입 시 선형적 유량 제어가 가능한 저가의 일회용 정밀 유량 조절기를 제공함
- 기존 장치의 경우, 조절 장치의 구조적 한계로 인한 포물선 형태의 유량 변화 패턴으로 정확한 유량의 예측 및 조절이 불가능하여 정밀한 치료액 주입이 요구되는 항암치료 등에는 고가의 인퓨전 펌프 등이 주로 이용되고 있으나, 이 또한 정밀한 유량 조절이 어렵고 높은 가격으로 인해 보편화되지 못함
- 일회용 사용이 가능한 저가의 장치에서 정밀한 선형적 유량 제어를 통해 수액 치료 기술의 한계를 극복할 수 있게 함

기술의  
차별성

- 정확한 조절 선형성을 가지는 저가, 일회용 유량 조절기 개념을 실현함
- 수액 치료로 처치 가능한 병종의 확대 및 치료효과 개선에 기여함
- 가격과 성능을 동시에 만족할 수 있는 유량 조절기 개념을 실현함
- 조절기의 회전 조절부를 통해 유량을 제어하는 기존 방식은 원형 유로를 채택하므로 선형적인 유량의 조절이 근본적으로 불가능하기 때문에 매 처치 시, 유량 변경 시 마다 일일이 유량변화를 점검하며 사용해야 함
- 선형적인 유량 조절은 고가의 인퓨전 펌프에서조차도 보장되지 않는 성능임
- 본 발명은 유량 조절부의 운동 구조를 선형적으로 구성하여 일회용으로 처리 가능한 가격 경쟁력을 확보하면서도 정밀한 선형적 유량제어가 가능케 함

기술의  
우수성

- 링거액이 통과하는 회전 구동부를 채용하는 기존 장치와 달리 웜기어를 이용한 선형 운동을 통해 유량 제어부가 구동되는 방식을 채용하여 회전 운동으로 인한 비선형성 및 가공 상의 오차 가능성을 원천적으로 제거함
- 발명된 유량 조절기는 회전부에 의해 선형적으로 운동하는 유량 조절부가 이동하면서 링거액의 이동 거리와 유로 면적이 변경되는 구조를 보여줌
- 선형적으로 변하는 유로의 면적과 이동 경로 변경은 선형적인 유량 제어가 가능하게 함
- 2004년~현재까지 한국기계연구원 재직 중이고, 재직기간 동안 총 9건(정액기술료 980백만원+경상기술료)의 이전 기술을 발명함
- 동 기간 특허 출원 136건, 등록 93건 발생함
- 2007 특허청 특허상(지식영상) 수상함

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 링거액 유량 조절기(KR1409482, PCT/KR2013/003405)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

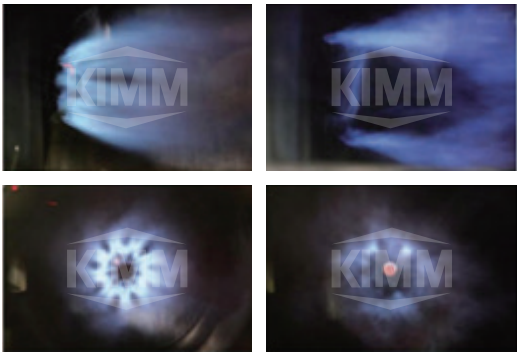


# 저 NOx 발생이 가능한 플라즈마 연소장치

▶ 플라즈마연구실 ▶ 연구자 : 이대훈 ▶ 연락처 : 042.868.7406

기술 개요

- 플라즈마 반응기를 연소기에 내장, 수소가 포함된 개질가스를 공급하여 부상 상태의 화염을 안정적으로 형성, 초저 NOx 발생이 가능하도록 하는 연소장치



고객·시장

- 버너, 연소기 제작 업체 혹은 보일러나 산업용 버너를 사용하는 생산 설비 소유 회사로 NOx 총량제의 규제를 받는 산업체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

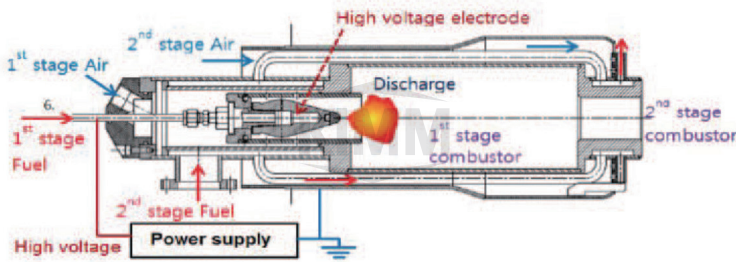
- 버너, 연소기 등에서 필연적으로 발생하는 NOx의 배출을 최소화하는 연소기술을 개발하고자 함
- 기존 저 NOx 버너는 다단연소, 과도한 EGR 등 과도하게 부가적인 설비가 필요함
- 연소기의 과도한 변경, 추가적인 설비 없이 NOx를 저감하기 위한 기술이 필요함
- NOx 총량제 등 강화되는 규제를 만족시키지 못하면 산업 전반에 걸쳐 설비 증설이 제한되는 상황이며, 과도한 비용과 설비가 필요한 후처리 기술이 아니라 연소기술을 통한 초 저 NOx 실현은 경제적이고 효과적인 대안임

기술의  
차별성

- 기존 버너 설비 외에 추가적인 설비의 설치나 후처리 시설의 필요없이 기존 버너, 연소기 설치 조건 내에서 변경된 기술 적용 가능함
- 기존 저 NOx 버너와 비교 할 때 EGR 없이 single digit ppm NOx 배출이 가능한 신개념 연소 기술임
- 초 저 NOx 실현으로 인한 부가적인 비용은 기존 버너 가격에 큰 영향을 주지 않는 범위로 개발이 가능함
- 초 저 NOx 실현을 위한 플라즈마 버너 기술은 기존 버너의 외형을 유지하면서 개량 실현 할 수 있는 기술임
- 플라즈마 버너의 간단한 구조 및 형태는 내구성, 신뢰성 관점에서 장점을 가짐
- 기존 버너의 화염에서는 불가능한 부상화염 상태의 화염 안정화를 실현함

기술의  
우수성

- 버너 head 내에 설치된 플라즈마 반응기에서 연료 개질을 통해 수소가 풍부한 개질 가스를 연소부에 공급함
- 수소포함 개질 가스는 급속한 화염 안정화를 통해 주화염이 부상된 상태에서 화염이 안정화 되도록 함
- 부상 화염 상태는 공기/연료 혼합 특성을 급속히 개선할 뿐 아니라, 화염기저의 열밀도를 현저히 떨어뜨리고 합성 가스 자체로 환원제의 기능을 하게 됨
- NOx Reduction Strategy by Staged Combustion with Plasma-Assisted Flame Stabilization (Energy & Fuels 2012; 26; 7; 4284-4290) 발표함
- 2007 특허기술상 지식영상 수상함



지식재산권  
현황

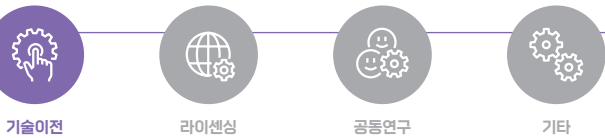
특허 · PATENT

- 플라즈마 버너(KR1525140)
- 플라즈마 버너(KR1527960)
- 플라즈마 토치(KR2013-0136523)
- 플라즈마 버너(KR1174094)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



# VOC 및 저농도 오염물질 제거 기술

▶ 플라스마연구실 ▶ 연구자 : 이대훈 ▶ 연락처 : 042.868.7406

기술 개요

- 별도의 연료사용 없이 플라스마-촉매 반응을 이용하여 유기 용매나 탄화수소 등의 증발 과정에서 발생하는 휘발성 유기물질(VOC; volatile organic compound)의 효과적인 제거가 가능하게 하는 장치

고객·시장

- 도장 공장, 석유계 연료 저장 시설
- 유기 용매를 사용하는 사업장 및 제조현장

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 낮은 농도의 VOC는 발열량이 높지 않아 이들의 제거는 단순 흡착방식 혹은 별도의 연료를 사용해야 하는 소각 방식 등을 통해 제거되어 왔음
- 단순 흡착 방식의 경우 흡착제의 교환 및 재생 과정이 필요하며 흡착과정에서 화재 등의 위험이 발생
- 소각 방식의 경우 별도의 연료공급 설비의 필요 및 연소에 의한 NOx 등의 2차 오염물질 발생

기술의  
차별성

- 본 기술은 플라스마-촉매 방식을 이용 별도의 연료 사용 없이 VOC를 산화 제거함
- 촉매 산화 방식으로 인해 NOx와 같은 2차 부산물의 발생이 없음

기술의  
우수성

- Benzene, Toluene 등의 유기 물질 제거 성능 확인
- 복합 오염물질, VOC 조건에서도 처리 가능
- 플라스마 반응과 산화 촉매 반응을 이용하므로 저온에서 산화 촉매의 활성을 유도할 수 있음
- Alkane 족 이외의 탄화수소는 300 도 이하 조건에서 제거 가능
- 논문 게재 Low temperature activation of CO removal by O<sub>3</sub> assisted catalysis (Environmental Science & Technology 2014; 48(24), 14543-14548)



〈 Pilot VOC 처리 장치 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 공기 청정 장치(KR1544387)
- 공기 청정 장치(KR1661678)
- 공기 청정 장치 및 그 구동 방법(KR1767159)
- 공기 청정 장치(KR1607645)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너쉽

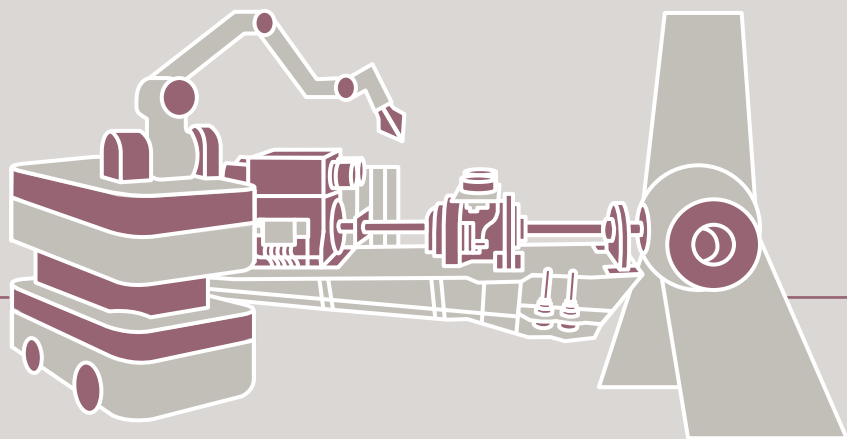




# 5

## 기계시스템안전 연구본부

MECHANICAL SYSTEMS SAFETY  
RESEARCH DIVISION



이동식 자율작업 기계 /  
기계시스템 상태감시 및  
고장진단 기술

- 306 • 시스템다이나믹스연구실
- 318 • 스마트산업기계연구실
- 334 • 인공지능기계연구실
- 344 • 신뢰성평가연구실

KOREA  
INSTITUTE OF  
MACHINERY &  
MATERIALS

## 함정 소음/진동/충격 및 생존성 향상 설계 기술

▶ 시스템다이나믹스연구실 ▶ 연구자 : 김상렬 ▶ 연락처 : 042.868.7466

### 기술 개요

- 통계적에너지해석법을 이용한 함내소음/수중방사소음 해석 및 저소음 설계 기술
- 유한요소해석 기반의 함정 진동해석 및 방진설계 기술
- 수중 위협에 의한 함정 선체구조 및 탑재 시스템 체계에 대한 내충격 설계, 손상해석 및 평가 기술
- 피격성, 취약성, 회복성을 모두 고려한 함정 생존성 수준의 해석적 평가 기술

### 고객·시장

- 방산 조선소
- 저소음, 저진동, 내충격 성능이 요구되는 장비의 제작사

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

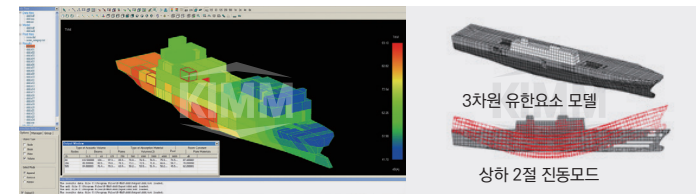
- 함내소음 저감기술은 승조원의 근무환경 개선을 통한 전투력 향상에 기여하고, 소음에 노출되어 발생하는 청력손실 예방을 위해 필요하며, 수중방사소음 저감기술은 함정에서 발생하여 수중으로 전파되는 소음에 의한 피탐확률을 감소시켜 생존성을 향상시키기 위하여 필요함
- 함정은 엔진 등의 추진계에 의한 진동에 항시 노출되어 있어 함정의 성능 및 수명에 영향을 줄 뿐만 아니라, 승조원의 피로도 에도 큰 영향을 미침. 함정 설계 시 진동을 최소화 할 수 있는 설계가 필요하며, 건조 후에는 실선 시운전 시 진동계측을 통한 진동응답 평가가 필요함
- 국내 함정설계에서 통합 생존성을 체계적으로 해석하고 평가하는 기술이 부재하며, 생존성 향상 기술의 국산화 및 고도화한 결과를 바탕으로 국내 방산 조선소와 함께 함정의 운용 특성에 적합한 수준의 생존성을 갖는 함정의 설계 및 건조가 가능해짐

### 기술의 차별성

- 다양한 함정/탑재 장비의 소음 DB 및 소음제어 기술 적용을 통하여 설계단계에서 정확한 함내소음/수중방사소음 해석 및 저소음 설계가 가능함
- 워터젯 propeller, Air propeller, Voith-Schneider propeller 등 다양한 추진기에 대한 기진력을 산정하며, 함정 설계 단계에서 주요 맞춤형 진동해석 및 방진설계가 가능하며, 건조 후 함정 운용 중에 발생할 수 있는 선체의 구조피로 파괴 시 진동에 의한 영향성 분석과 재발 방지 대책 수립 가능
- 한국 해군의 내충격 설계요구 조건에 대한 성능 검토를 위해 수중폭발 초기 충격파에 대한 충격응답, 가스구체 압력파에 대한 휘핑응답, 실선 충격시험 시뮬레이션 기술로, 대한민국 함정설계건조 기준 및 절차, 가용한 데이터베이스를 기반으로 하였음

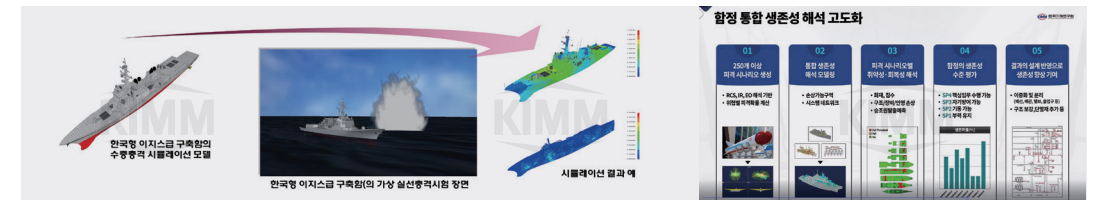
### 기술의 우수성

- 공조소음 예측 기술, 탄성 마운트/장비받침대/뚝바닥구조/차음상자 성능 예측 기술 등을 이용하여 정확도 높은 함내소음 저감 설계 가능
- 잠수함 소음 해석 및 저소음 설계 기술을 개발하였으며, 수중에서 주요 소음원의 전달경로와 기여도, 음향 방사효율, 음향 코팅재의 성능 등 주요 음향정보를 확보하여 국내 최초 독자 개발 잠수함 '도산안장호'함 설계에 반영함
- 소해함(MSH), 대형수송함(LPX), 고속정(PKX) 등 개발 단계 별로 20여 척 이상의 다양한 함정에 대한 진동해석, 제어대책 그리고 실선 계측/평가 경험 보유
- 진동기준안의 적절성 검토/제안, 다양한 추진기(나선형, 워터젯, 에어 프로펠러)에 대한 기진특성 분석, 진동해석/평가, 진동 계측/평가, 구조진동관련 Trouble Shooting 및 방진설계 경험 보유
- 한국해군 신조함정들의 내충격 성능평가 및 설계기준 관련 다양한 수탁연구를 통해 성공적 전력화 지원 경험 보유 및 천안함 폭침 사건에서 침몰 원인규명을 위한 합동조사단 참여



〈함정 소음 해석 및 평가 기술〉

〈함정 진동 해석 및 평가 기술〉



〈함정 내충격 해석 및 평가 기술〉

〈함정 생존성 향상 설계 기술〉

### 지식재산권 현황

#### 특허 · PATENT

- 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)

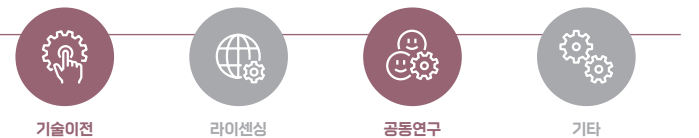
#### 노하우 · KNOW-HOW

- 선박용 SEA 소음진동 해석 프로그램 및 저소음 설계 노하우
- 수중방사소음 해석용 GUI 프로그램 및 저소음 설계 노하우
- 공조시스템 성능해석 프로그램 및 저소음 설계 노하우
- 함정의 진동해석 결과의 신뢰도 확보에 필요한 구조해석 모델링 노하우

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십



# 인공지능 기반 기계 시스템 예측진단 및 사고대응 기술

▶ 시스템다이나믹스연구실 ▶ 연구자 : 김상렬 ▶ 연락처 : 042.868.7466

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 증가하였음
- 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 회전기계시스템으로 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 통신두절시 독자적 대응이 가능하도록 제어 설계



기술의  
우수성

- (예측진단)발전 플랜트용 펌프를 대상으로 진단기술을 개발하여 95%이상의 고장진단 성공률을 검증함
- (예측진단)기존 기계학습 기법 뿐만 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)합정 배관계를 대상으로 세계 최고수준의 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

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 밴드형 배관 누설 검출 장치 및 이를 이용한 배관 누설 검출 시스템(KR2106823)
- 선박의 내부 및 외부 통합 관리 시스템 및 이를 이용한 통합 관리 방법(KR2019-0057831)
- 배관계 손상 판단 시스템및 이를 이용한 배관계 손상 판단 방법(KR2019-0131571)
- 영상 학습을 통한 기계 진단시스템 및 이를 이용한 기계 진단방법(KR2019-0047303)

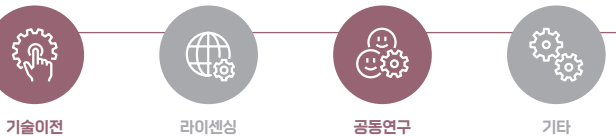
노하우 · KNOW-HOW

- 구동시스템 실시간 상태모니터링 프로그램
- 보일러 급수펌프 상태감시 및 예측진단 프로그램

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



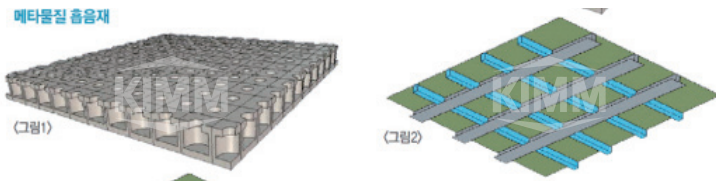


메타물질 흡차음재

▶ 시스템다이나믹스연구실 ▶ 연구자 : 김현실 ▶ 연락처 : 042.868.7461

기술 개요

- 메타물질 흡음재를 이용한 저주파 소음방지 구조



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 10~200Hz 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

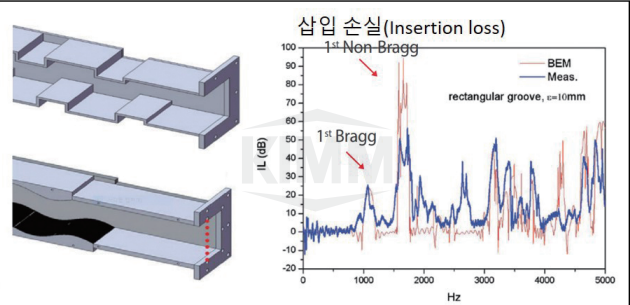
기술의 차별성

- 저주파 소음을 막아 내는 메타 물질 구조는 저가의 플라스틱으로도 만들 수 있기 때문에 기존의 흡음재와 비교해 가격 경쟁력을 보유함
- 스펜지 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

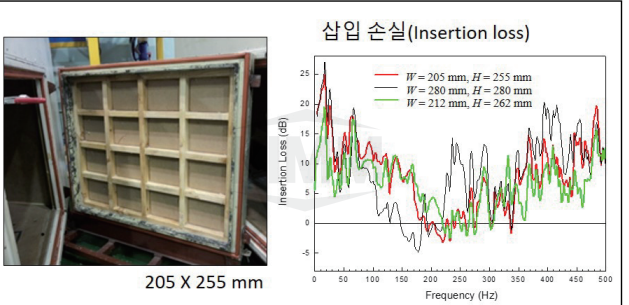
기술의 우수성

- 주기 구조를 이용한 저주파 대역 소음기를 제공함
- 소음 전파를 차단하는 경량 흡/차음 재료를 제공함

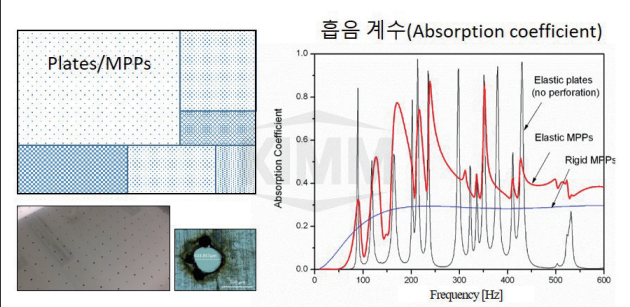
[저주파용 소음기]



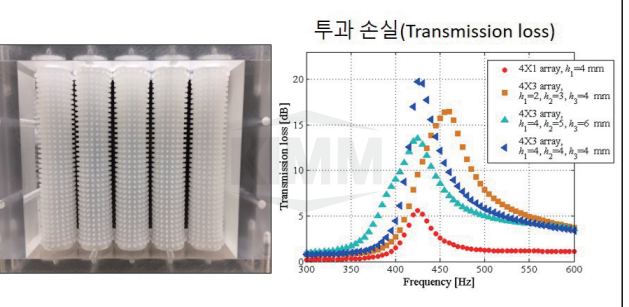
[바닥충격음 감소]



[미세천공 흡음 구조체]



[경량 차음 구조체]



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 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)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

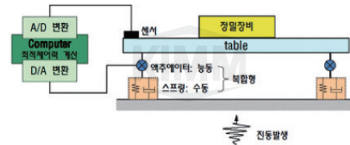


## 진동저감 성능향상을 위한 복합형 마운트 개발 기술

▶ 시스템다이나믹스연구실 ▶ 연구자 : 문석준 ▶ 연락처 : 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

### 기술의 우수성

- 장비의 하부에 설치되는 마운트는 장비자체의 정하중(자중)을 지지하는 역할 뿐만 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

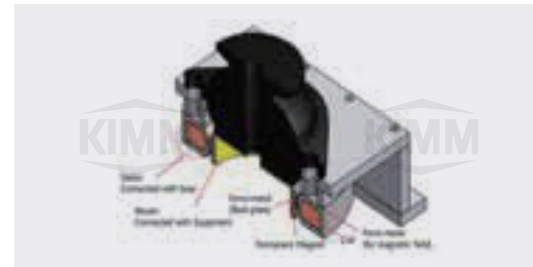
- 적용분야에 따라 다른 형태의 복합형 마운트의 개발 기술이 필요하며, 설계 단계에서부터 수동형 마운트와 능동형 작동기의 특성을 고려한 복합형 마운트 개발 기술이 요구되고 있음



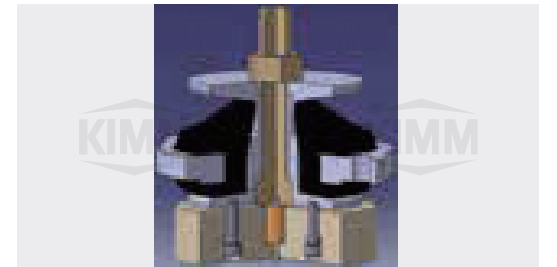
100kg급 복합형 마운트(직렬형, 고무마운트+압전식 작동기)  
A study on the hybrid mount against vibration and shock for naval ships, J. Shock and Vibration, 2010



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)  
An 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

### 지식재산권 현황

#### 특허 · PATENT

- 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)

### 지식재산권 현황

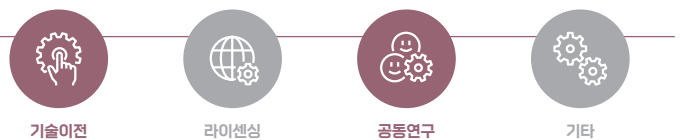
#### 노하우 · KNOW-HOW

- MIL-M-17185A, MIL-PRF-32407A 기반의 마운트에 대한 군 적합성 성능평가 방법

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십



# 풍력발전기 드라이브트레인 상태감시, 결함진단 및 고장예지 기술

▶ 시스템다이나믹스연구실 ▶ 연구자 : 김상렬 ▶ 연락처 : 042.868.7466

## 기술 개요

- 풍력발전기 주요 부품에서 측정한 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 은닉마르코프모델)을 적용하여 결함진단율을 99%까지 향상시켰으며, 베이지안 통계기법 및 몬테카를로 시뮬레이션 등 통계적 접근법을 통해 수명예측 오차를 10% 이내로 저감
- 시시각각 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 고장시간을 단축시켜 높은 가동률을 유지하고 단지의 경제성을 확보하기 위해 기기 신뢰성 향상과 유지보수기술 개발이 매우 중요
- 해상풍력단지의 효율적이고 안정적인 운영을 위한 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, 국내 에 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

- 기계학습(인공지능) 기법 활용 이상 진단 및 상세 고장모드 진단 기법 적용
- 국제기준(DNV-GL, IEC 61400-25)에 부합하는 알고리즘 및 신호 체계 적용
- 기계산업 단지에는 장기적으로 시스템 건전성 및 신뢰성 확보를 위한 고장진단 및 예지보전(CBM, condition-based maintenance) 기술이 요구되므로, 관련 분야로의 확대 적용이 가능함

## 기술의 우수성

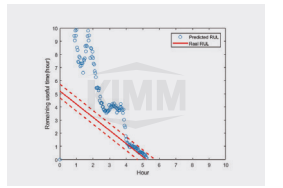
- 풍력발전기 시뮬레이터를 이용하여 결함진단 및 고장예지 알고리즘 검증
- 결함진단율 99% 이상, 수명예측 오차 10% 이내
- 시시각각 변화하는 바람에 의해 변동 하중이 존재(풍력발전기 운영 특성)하더라도 주요 부품의 결함진단과 수명예측이 가능하며, 실제 풍력발전기 데이터로부터 본 기술의 적용성과 성능을 확인
- 국내/외 인증기관으로부터 상태감시시스템(CMS) 및 감시자(monitoring body) 인증 획득
- 남동발전의 영흥풍력 1단지와 2단지 총 17기에 CMS 설치 운용
- 한국해상풍력의 서남해상풍력 실증 단지 총 20기에 CMS 설치 운용



〈한국기계연구원 풍력발전기 시뮬레이터〉

풍력발전기 시뮬레이터 시험용 기어박스		결함모드 진단 결과	
기어박스 Type 별		Data case 개수	진단 정확도
		(개)	(진단 성공 개수 / %)
1 (정방)	100	100	100 / 100
2 (원뿔)	100	100	100 / 100
3 (원뿔-순환)	100	95	95 / 95
4 (원뿔-순환)	100	98	98 / 98
5 (이-정방)	100	100	100 / 100
총 계	500	493	98.6

〈시험에 사용된 기어박스 및 결함모드 진단결과 사례〉



〈수명예측 사례〉



〈한국기계연구원 베어링 시뮬레이터〉



〈CMS GL  
(독일선급) 인증서〉



〈감시자 GL  
인증서〉



〈감시자 KR  
(한국선급) 인증서〉



〈영흥풍력발전단지 및  
상태감시제어실〉

## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

- 기계시스템 상태감시장치 및 상태감시방법(KR1166871)
- 액티브 빈을 이용한 풍력 발전기 고장 진단 방법(KR1420846)
- 풍력발전기의 이상진단을 위한 알람설정 방법(KR1599210)
- 해상풍력발전기 구조물의 건전성 모니터링 시스템 및 방법(KR1740896)
- 풍력발전기 예지 방법(KR2068643)

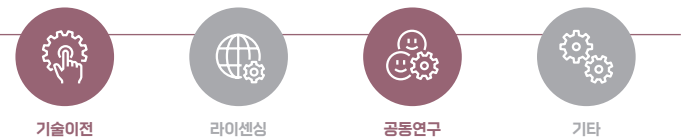
### 노하우 · KNOW-HOW

- 풍력발전기 운전 패턴을 고려한 지능형 감지 기술
- 국내 운영 풍력발전기 실제 운영 데이터에 기반한 감시 진단 기반 예지 기술

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



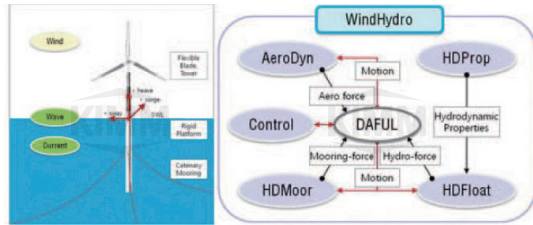


# 부유식 해상풍력발전기 동역학 해석 프로그램 - WindHydro

시스템다이내믹스연구실 연구자 : 송진섭 연락처 : 042.868.7442

## 기술 개요

- 부유식 해상풍력발전기 동역학 해석이 가능한 공력-유체력-계류력-구조-다물체동역학-제어 연성 해석 프로그램



## 고객·시장

- 대형 풍력발전시스템 분야 연구, 설계, 제조업체

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 대형 풍력발전시스템의 연구 및 설계를 위해서는 신뢰성 있는 동역학 해석이 필수적으로 요구되며 효율적이고 선도적인 설계기술의 확보를 위해서는 이를 유기적으로 지원해 줄 수 있는 해석프로그램의 확보가 중요함
- 육상 또는 해상 고정식 풍력발전기에 대한 동역학 해석이나 부유식 해양구조물에 대한 유체동역학 해석을 개별적으로 수행 할 수 있는 프로그램들은 상당 수 개발되어 있으나, 해상 부유식 풍력발전기의 경우, 공력-유체력-계류력과 유연체 동역학 및 제어가 연성된 해석을 할 수 있는 프로그램은 많지 않음
- 따라서 부유식 풍력발전기 분야의 연구 및 설계의 해석적 요구를 반영할 수 있는 프로그램으로의 개발이 필요함

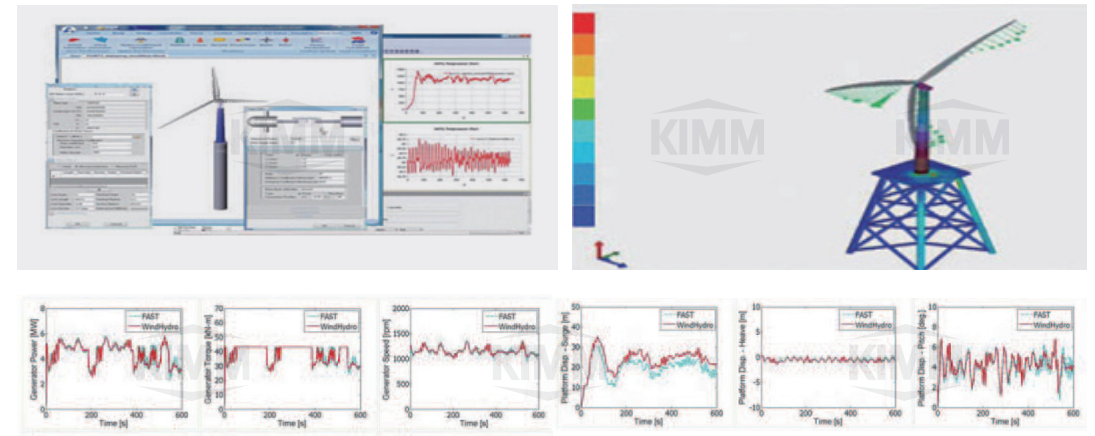
## 기술의 차별성

- 설계단계에서 필수적으로 고려해야 할 다양한 조건들에 대하여, 시험 및 실증 비용 및 시간을 최소화 하고 시스템의 최적 설계를 지원할 수 있음
- 부유식 풍력발전기는 바람, 파도, 조류, 지진 등 다양한 환경에 노출되고 시스템의 고장, 충돌 등의 사고 상황을 시뮬레이션을 통하여 사전 점검하고 이를 설계에 반영함으로써 시스템의 신뢰성을 향상시킬 수 있음
- 풍력발전기에 특화된 공력-구조-제어 연성 동역학 해석과 해양공학에 기반한 부유체 운동 해석 프로그램을 연성하여 해석할 수 있도록 개발되었음
- 구조모델링을 모달(modal)모델이 아닌 노달(nodal)모델에 기반하여 구성하기 때문에 풍력발전기 대형화에 따른 비선형성이 증가되는 영향을 파악할 수 있음
- GUI(Graphical User Interface)를 지원하기 때문에 초보자도 쉽게 접근 가능한 프로그램임

## 기술의 우수성

- 상용 다물체 동역학 프로그램을 기반으로 개발하였기 때문에, 필요에 따라서는 유한요소모델에 기반한 유연체 모델을 포함하는 해석도 가능함
- 국내 기술로 개발 및 유지보수가 이루어지기 때문에, 국내 연구 및 산업 분야에서 필요로 하는 해석기능의 추가 및 기술 지원이 용이함

- 부유식 풍력발전기 동역학 해석기술은 세계 유수의 기관에서 개발 및 검증이 진행되고 있으며, 세계적으로 관련 기술을 선도하는 NREL에서 개발한 FAST가 대표적이며 FAST와 다양한 조건에서의 비교 해석을 통하여 신뢰성을 입증함



## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

- 해상풍력발전시스템에 작용하는 파의 힘을 산정하는 프로그램 Ver.2.0(C-2012-020195)
- 해상풍력발전시스템의 규칙파에 대한 시간 영역의 RAO 계산 프로그램 Ver.1.0(C-2012-009716)
- 해상풍력발전시스템의 규칙파에 대한 주파수영역의 RAO 계산 프로그램 Ver.1.0(C-2012-009715)
- 부유식 해상풍력발전시스템의 계류장치에 의한 힘과 모멘트 계산 프로그램 Ver.1.0(C-2012-009714)
- 해상풍력 발전시스템에 작용하는 조류의 힘을 계산하는 프로그램 Ver.1.0(C-2012-009713)
- 해상풍력발전시스템에 작용하는 파의 힘을 산정하는 프로그램 Ver.1.0(C-2012-009712)
- 풍력발전시스템의 날개특성 해석프로그램 Ver.1.0(C-2012-00711)
- 풍력발전시스템용 제거기 모듈 프로그램 Ver.1.0(2011-01-123-005591)

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



육-공 협력용  
무인주행체 제어기술

스마트산업기계연구실   연구자 : 이근호, 유승진, 김지철, 김민국   연락처 : 042.868.7725

기술 개요

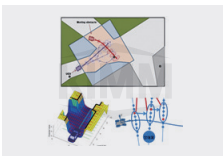
- 무인주행시스템의 핵심기술인 자율주행 기술과, 공중 드론과의 협력 및 다수 주행체 동시 제어 기술



〈 드론과 협력 가능한 자율 주행 시스템 〉



〈 자율주행 전기차 〉



〈 협지 자율주행 기술 〉



〈 주행체 시스템 제어 〉



〈 조향/페달 제어기 모듈 〉



〈 이착륙패드 모듈 〉

고객·시장

- 건설기계/농기계 제작업체
- 원전/재난 대응 유관 기관
- 다목적 무인 주행체 활용 업체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

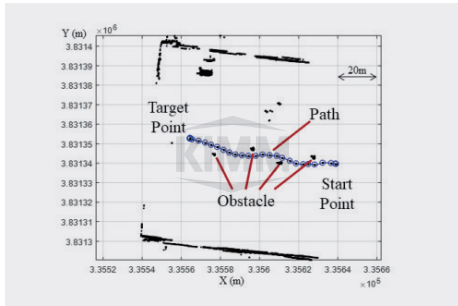
- 기존 자율주행 기술은 인프라가 있는 도로에서의 주행에 집중되어 있음
- 기존 off-road 자율주행은 지면 형상에 대한 고려가 부족함
- 다목적 무인구동시스템의 플랫폼 기술이 필요함
- 드론과의 협력을 위한 착륙패드가 장착되어 함께 활용 가능한 무인 주행체가 없음

기술의  
차별성

- 다목적 자율주행 통합 플랫폼 기술을 제공함
- 지면 형상 및 장애물 회피를 고려한 경로를 생성함
- 드론 이착륙패드 활용이 가능함

기술의  
우수성

- 저가형 고정밀 GPS를 활용한 정밀 경로추종 제어가 가능함
- 지면이 고르지 못한 장소에서 강건하게 경로를 추종함
- 기 시스템을 자율주행 가능하도록 개조함



〈 장애물 회피 주행 〉



〈 다수 드론과 주행체 동시 활용 〉

지식재산권  
현황

노하우 · KNOW-HOW

- 주행체 전자제어화 개조 기술
- 장애물 회피 경로 계획 기술
- 저가형 고정밀 GPS 활용 기술
- 주행체 시스템 통합제어 기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

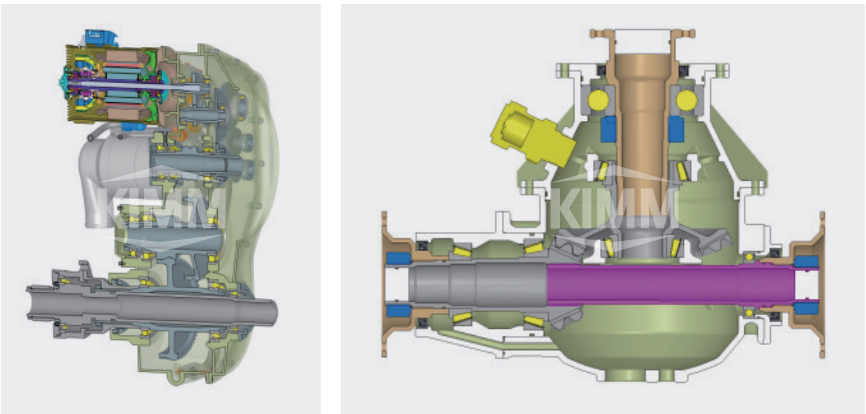


고속 경량 동력전달장치  
설계 및 시험/평가 기술

스마트산업기계연구실 연구자 : 이근호, 김수철, 손준현, 김민근 연락처 : 042.868.7918

기술 개요

- 회전의 항공기에서 엔진의 동력을 프로펠러까지 전달하는데 필요한 기어박스, 커플링 및 축계의 설계, 해석, 시험/평가 기술
- 항공기 캐노피 개폐장치, High-Lift System 등에 사용되는 Actuator 기어박스 설계, 해석, 시험/평가 기술
- 항공용 기어박스의 기어, 축 및 하우징의 경량화 기술



경량화된 항공용 기어박스 3D 모델

고객·시장

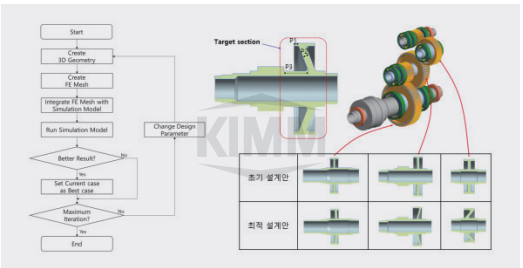
- 유/무인 군/민수용 항공기(고정익, 회전익)
- UAM(Urban Air Mobility), eVTOL, 전기차

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 경량화 할 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



NSGA-II 알고리즘을 이용한 기어 웹 형상 최적 설계



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 Actuator 기어설계 및 최적화 프로그램을 기술이전 함
- 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

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 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)

지식재산권  
현황

노하우 · KNOW-HOW

- 기어설계 및 최적화 프로그램
- 기어트레인 설계 프로그램

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십





# 기어트레인 및 볼트 설계 최적화 기술

스마트산업기계연구실 연구자 : 이근호, 김수철, 손종현, 김민근 연락처 : 042,868.7918

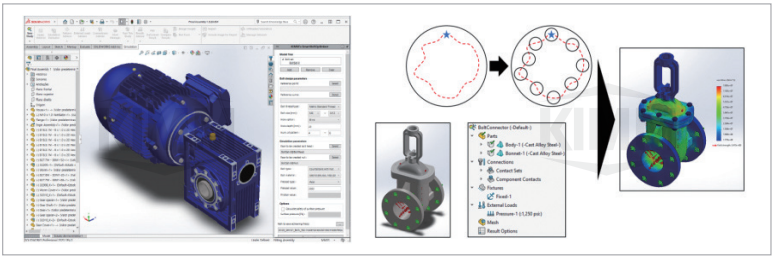
기술 개요

- 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

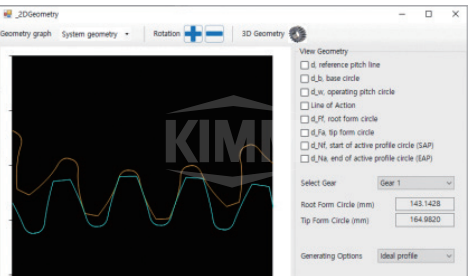
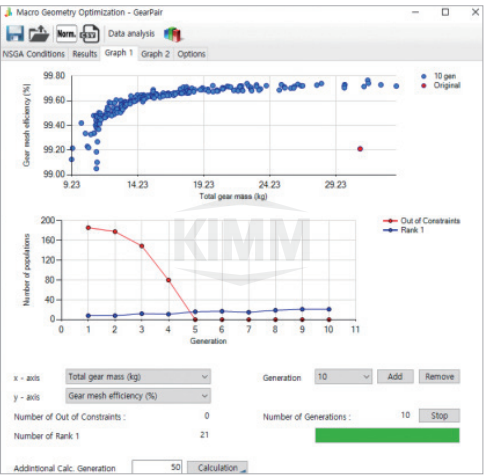
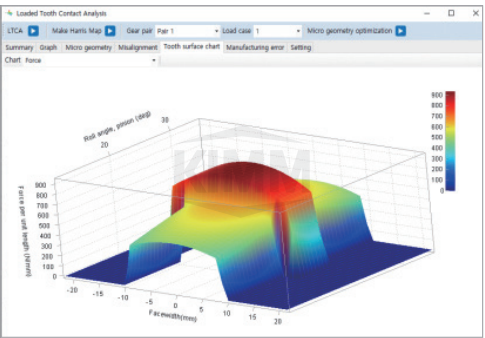
- 기존 설계 소프트웨어는 Try & Error 방법으로 설계 사양을 선정하여 설계 제원 선정에 많은 시간이 소요됨
- 특히 해외 소프트웨어의 경우 복잡하고 어려운 UI와 높은 가격으로 인해 국내 사용자들의 활용도가 낮은 편이며, 국내 실정에 맞는 업그레이드가 지속적으로 이루어지지 않음

기술의 차별성

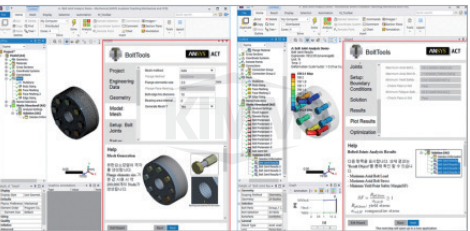
- 최적화 알고리즘을 적용하여 설계 제원을 빠르게 도출할 수 있음
- 기어 치접촉 해석을 Analytical한 방법을 기반으로 수행하여 빠른 결과 도출 가능
- 해외 소프트웨어 대비 저렴한 가격으로 업체에 공급가능하며, 국내 실정에 맞게 지속적으로 업그레이드됨

기술의 우수성

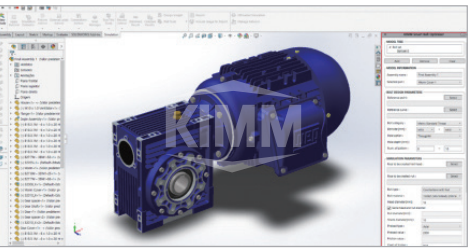
- 컨셉 설계 단계에서 최적화 알고리즘을 활용한 빠른 기어트레인 시스템 설계 가능
- 기어트레인 및 체결 관련 요소부품에 대한 다양한 설계 기능을 제공하여 사용자들이 쉽게 요소부품을 설계할 수 있음
- 현재 중소/중견/대기업 등 다양한 업체들이 프로그램 사용 중이며, 타 해석 소프트웨어에 기어 강도평가 및 치형 생성 관련 기술을 이전함



〈 기어 치형 설계 〉



〈 ANSYS 기반 볼트 설계 자동화 〉



〈 Solidworks 기반 볼트 설계 자동화 〉

지식재산권 현황

노하우·KNOW-HOW

- 습식다판클러치 설계 소프트웨어
- 기어트레인 설계 프로그램
- 기어설계 및 최적화 프로그램
- 단일볼트 및 멀티 볼트 기본설계 프로그램

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



# 작업기계의 환경인지 및 충돌방지 안전 제어 기술

스마트산업기계연구실   연구자 : 김지철, 이한민, 유승진, 이동욱, 김영재   연락처 : 042.868.7473

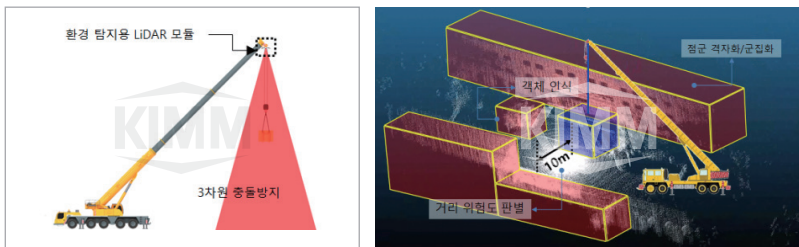
기술 개요

- 인간 중심의 기계시스템 안전기술로 굴착기, 크레인 등 작업기계의 주변 장애물 인식 및 충돌방지 안전제어 기술

라이다 기반 굴착기  
충돌방지 안전제어 기술



라이다 기반 크레인  
충돌방지 안전제어 기술



고객·시장

- 건설기계(굴착기, 지게차, 크레인 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 굴착기 선회 등의 동특성을 고려한 안전 제동 타이밍 결정 필요
- 단순 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

기술의  
차별성

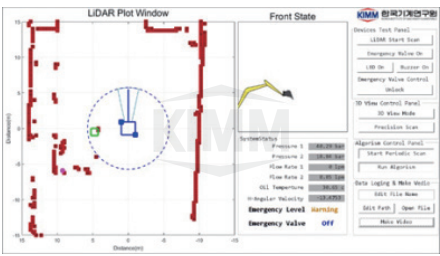
- 기존 영상 및 초음파 센서에서 해상도, 정밀도 높은 LiDAR 기반 기술 개발
- 단순 거리기반의 위험도 판별에서 시간기반을 고려한 향상된 위험도 판별 알고리즘 개발
- 굴착기 선회 관성을 고려한 일관된 안전거리 확보
- 크레인 3차원 충돌방지 최초 적용

기술의  
우수성

- 전방위(360도) 장애물 모니터링 기술
- 다수 객체의 동시 인식, 알고리즘 100ms 이내 처리 확보
- 3차원 공간 장애물 충돌 모니터링 기술
- 거리기반 및 시간기반의 충돌 위험도 판별 알고리즘 기술



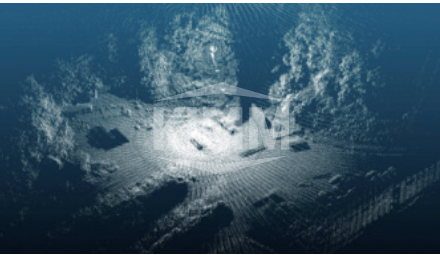
〈 마네킹을 이용한 선회 시 충돌 안전제어 실험 〉



〈 운전자 제공 환경 모니터링 시스템 〉



〈 크레인 3차원 충돌 안전제어 실험 〉



〈 환경 인식 결과 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 굴삭기 안전제어 장치 및 방법(KR2109155)
- 변위 측정 장치 및 이를 포함하는 유압 실린더 (KR2165284)

노하우 · KNOW-HOW

- LiDAR 데이터 후처리(필터링, 군집화 등) 기술
- 객체 동적 거동(속도 등) 예측 기술
- 거리 및 시간기반 충돌 위험도 인덱스 제시
- 굴착기, 크레인 등 충돌방지 안전제어 기능 탑재 · 개조 기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

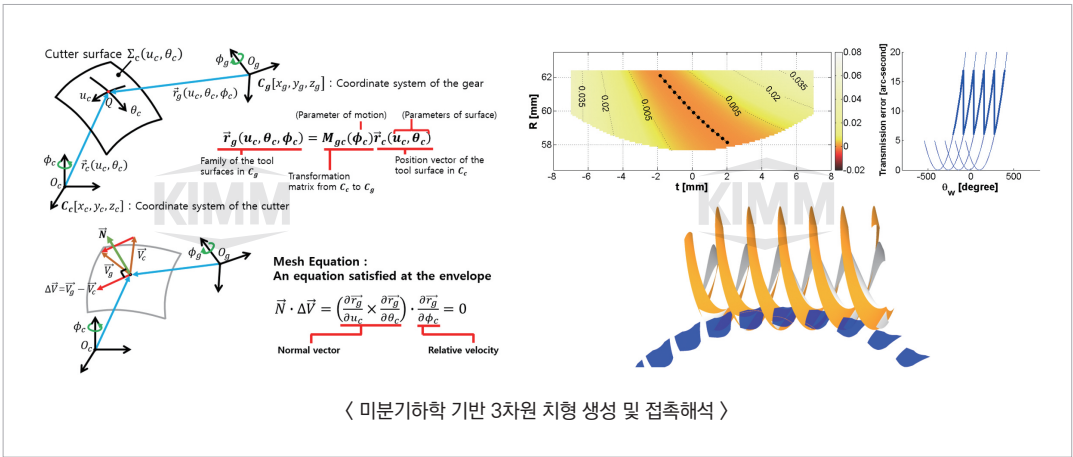


# 특수치형 기어 설계 및 해석 기술

▶ 스마트산업기계연구실 ▶ 연구자 : 손중현 ▶ 연락처 : 042.868.7994

## 기술 개요

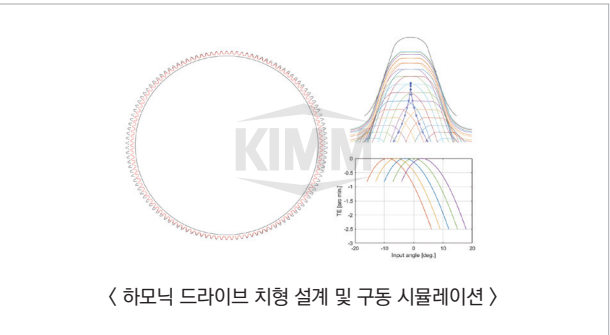
- 가공 공구 형상과 가공 방법으로부터 기어의 정밀한 3차원 치형을 생성하고 구동 시 접촉패턴 및 전달오차를 계산하는 기술
- 싱글 및 더블 인벨로핑 웜기어 설계 및 해석 기술
- 하모닉 드라이브 치형 설계 및 구동 시뮬레이션 기술



〈 미분기하학 기반 3차원 치형 생성 및 접촉해석 〉



〈 싱글 및 더블 인벨로핑 웜기어 설계 및 해석 〉



〈 하모닉 드라이브 치형 설계 및 구동 시뮬레이션 〉

## 고객·시장

- 자동차 조향장치용 웜기어 감속기
- 항공기/산업기계/로봇 등의 동력전달 및 제어용 정밀 감속기

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 일반적인 평행축 인벌류트 기어에 속하지 않는 특수기어들은 그 치형이 대부분 규격화 되어있지 않으며, 간단한 수식으로는 치형상을 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 구동 되기 때문에 일반적인 기어 설계나 해석 기법을 적용할 수 없음
- 미분기하학 기반의 치형 설계 및 해석 기술은 가공 공구의 형상과 가공 방식으로 부터 가공된 치형을 정밀하게 계산하기 때문에, 상용 소프트웨어에서 지원하지 않는 특수기어의 3차원 치형을 얻을 수 있으며 이를 유한요소해석 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 치형 수정이나 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 전달 오차를 정확히 계산할 수 있음
- 하모닉 드라이브의 경우 감속비나 타원 Wave generator의 이심률 등의 설계변수 뿐 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 계산 할 수 있음

## 기술의 우수성

- 기어 치형 설계 및 해석분야의 SCI 상위 저널 Mechanism and Machine Theory 에 새로운 웜기어 접촉패턴 계산 방법 으로 논문을 게재(1저자 및 교신저자)함으로써 기술의 신규성과 타당성을 입증함
- 타 기어 해석 소프트웨어 업체에 3차원 기어 치형 생성 기술을 이전함

## 지식재산권 현황

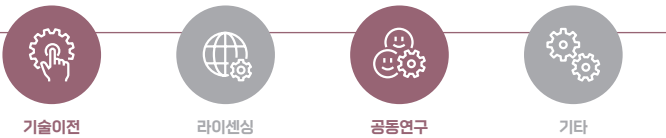
### 노하우 · KNOW-HOW

- 싱글 인벨로핑 웜기어 접촉패턴 및 전달오차 계산 프로그램
- 하모닉 드라이브 치형 설계 및 구동 시뮬레이션 프로그램
- 치형수정된 외접/내접 기어의 3차원 정밀 치형상 생성 프로그램

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십





# 농업용 트랙터 자율주행 가상운용 기술

스마트산업기계연구실 연구자 : 차무현, 이한민, 이민영, 박찬석, 김민국, 김지철, 유승진 연락처 : 042.868.7927

기술 개요

- 본 기술은 농업용 작업기계의 자율주행 제품개발에 필요한 시간과 비용을 효과적으로 절감할 수 있는 가상시험 및 통합운용 기술로서, 3차원 기반의 가상현실 내에서 농업용 작업기계의 자율주행 가상시험이 가능하며, 실차량 운영 시 보다 효과적인 다중 작업기계 통제가 원격운용 기술로 이루어짐



고객·시장

- 스마트팜 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 원격 통제를 구현하는 기술로서, 위성지도에서 사용자가 작업경로를 지정하면, 3D 기반의 가상 작업환경에서 무인작업 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, 차량 통제가 가능하기 때문에, 스마트팜 또는 스마트 건설과 같은 군집형 무인화 작업기계들의 중앙 운영관제에도 활용될 수 있음
- 본 기술은 농업용 작업기계의 무인화 제품개발과 시험에 필요한 시간과 비용을 효과적으로 절감할 수 있으며 오픈소스를 활용한 순수 국내기술로 개발되어 농업용 트랙터 뿐 아니라 다양한 산업용 작업기계의 무인화와 통합운영시스템 개발에도 기여가 가능할 것으로 기대됨

기술의  
우수성

- cm급의 정밀도를 가지는 초저가형 정밀 위치/방향 인식 기술
- 유압제어 시스템의 지연현상에 대응이 가능한 0.1m 오차 이내 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 〉



〈 3차원 기반 트랙터 무인운용 가상시험 및 작업경로 가시화 기술 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 자율기계의 시험 시스템 및 이의 제어방법 (KR1967216)
- 혼합현실을 이용한 자율기계시스템 및 자율기계시스템 제어방법(KR2000110)
- 자율주행기계 시험용 주행환경 제공장치 및 이의 제어방법(KR2009779)

노하우 · KNOW-HOW

- GPS기반 위치방향 정밀인식 프로그램
- 무인 트랙터 가상시험용 3D기반 주행시뮬레이터
- 정밀추위를 위한 센서융합기술
- 화물차량 자율주행 상위/하위 제어프로그램

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



## 전방향 지면모션 생성 시뮬레이터 기술

▶ 스마트산업기계연구실   ▶ 연구자 : 차무현, 이한민, 이민영, 박찬석   ▶ 연락처 : 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 활용가능하며, 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 간소화 할 수 있음

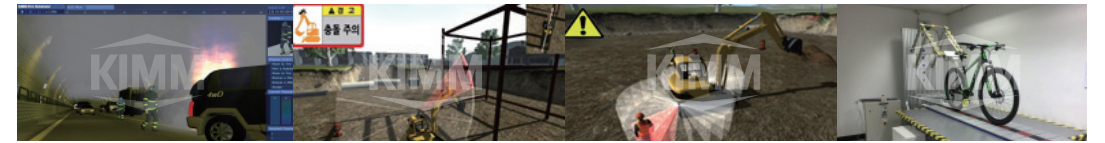
### 기술의 우수성

- 고속 및 저속을 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 · PATENT

- 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 · KNOW-HOW

- 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

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십





구조안전성평가기술

스마트산업기계연구실 연구자 : 한정우, 김홍섭, 김민근 연락처 : 042.868.7432

기술 개요

- 구조해석/설계 기술
- 피로해석 및 수명평가 기술
- 구조물 안전성 시험평가기술(정적/동적 하중시험, 피로내구시험)

고객·시장

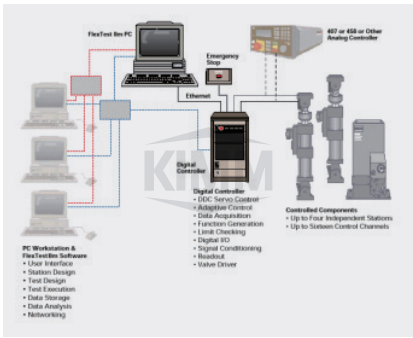
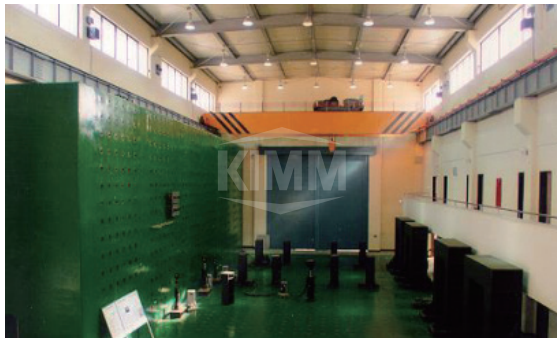
- 철도차량
  - 건설기계/농기계
- 방산분야(장갑차, 탱크 등)
  - 항공기

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 구조물 안전성 시험 평가를 통한 구조물의 안정성, 신뢰성, 경량화

기술의 차별성

- 대형 실구조물 대상으로 정하중, 동하중, 피로내구도 시험평가
  - 50톤, 100톤 만능재료시험
  - 반력대 : 25m(L) x 12m(W) x 1m(T)
  - 반력벽 : 25m(L) x 8m(H) x 1m(T)
- 내 력 : 1,000 ton(distributed), 100 ton(point)
  - Hydraulic actuator : 5 ~ 100 ton(39 sets)
  - Digital controller(FlexTest 200, 2 sets) : 20 가력기 동시 제어(8 stations)
  - Hydraulic power supply units

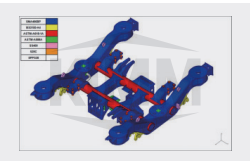


〈 대형 구조시험 시설 및 장비 〉

기술의 우수성

(철도차량) 철도차량 대차프레임/차체 구조물

- 연구목적 : 철도차량용 대차프레임 구조물 피로하중시험
  - 연구내용 : 정하중, 피로시험
  - 피로시험조건(UIC615-4)
    - 1단계 : 100%(수직+좌우+비틀림) 6,000,000회
    - 2단계 : 120%(수직+좌우+비틀림) 2,000,000회
    - 3단계 : 140%(수직+좌우+비틀림) 2,000,000회
- 측정데이터 : 스트레인게이지(80 chs 이상)
  - 균열검사 : 자분탐상(MT)
  - 국내/수출 철도차량 (KTX, 호남선, 자기부상열차, 경전철 등)



(건설기계/농기계) 건설기계/농기계 구조물

- 연구목적 : 휠로더 프론트/차축, 농기계 복합작업기/수확기 구조물 내구성능시험
  - 연구내용 : 정하중, 피로시험
- 피로시험조건
  - 필드테스트/작업하중 도출
  - 내구수명조건, Loading Freq.



(방산/항공) 방산차량 및 항공기체 구조물

- 차륜형 장갑차 차체 구조물 내구성능 시험
- T-50 동체 설계개발시험 및 수리온 동체 설계개발시험 등



지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 철도차량 대차프레임 시험장치(KR0896952)

노하우 · KNOW-HOW

- 4점 서스펜딩의 수직반력 구현 시험장치 설계기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



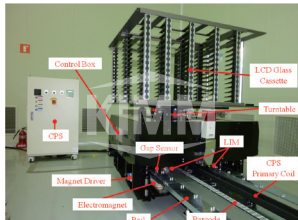


# 자기부상 물류 이송장치

인공지능기계연구실 연구자 : 김창현, 임재원, 하창완, 박도영, 이종민, 한형석, 박진성, 정성호 연락처 : 042.868.7279

## 기술 개요

- 반도체나 디스플레이 제조환경 같은 진공상태에서 대형 물품을 분진발생 없이 정밀하게 이송할 수 있는 초정밀 자기부상 시스템 기술로서 수평형, 수직형, 천장형, 바닥형 등 다양한 구성에 대해 적용이 가능함



〈 수평형 자기부상 이송장치 시제품 〉



〈 수동형 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

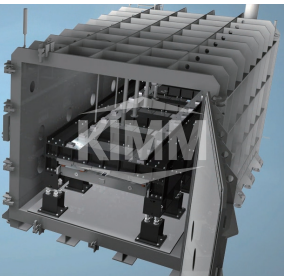
- 기존 자동화 운반 시스템인 컨베이어 시스템은 구성품 접합부분마다 마찰이 발생하여 분진, 진동, 소음을 유발하며, 이로 인해 구성기기의 고장뿐만 아니라 흡집, 파손 등의 제품 불량도 발생하여 이를 극복하기 위한 기술개발이 필요함
- 본 연구진은 동력을 주기 위한 장치가 부상체(캐리어)에 탑재되는 능동형 자기부상 기술과 지면에 설치되는 외부 고정물에 설치되는 수동형 자기부상 기술을 모두 확보함
- 능동형 자기부상 이송장치는 캐리어에 부상장치가 탑재되는 형태로 이송거리가 비교적 긴 대기압 환경 적용에 적합하며 수동형 자기부상 이송장치는 부상장치가 지면에 배치되고 캐리어가 단순한 구조로 비교적 단거리의 다수 캐리어 동작이 필요한 응용에 적합함. 특히, 캐리어에 전력 공급이 필요치 않아 진공 환경 적용이 가능함

## 기술의 차별성

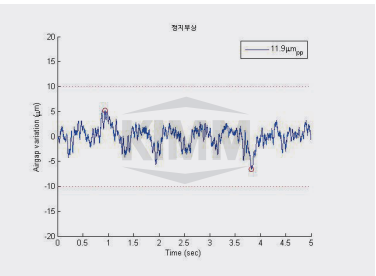
- 자기부상 무동력 이송자 시스템은 진공 상황에서의 구현도 가능하며, 마찰에 의한 먼지 발생 요인이 없어 무분진 청정 시스템을 구현함
- 능동형 자기부상 이송장치
  - 비접촉 전원 장치 적용으로 완전 비접촉 동작이 가능함
  - 영구자석과 전자석을 함께 사용하는 하이브리드 형태로 전력 소모를 최소화함
- 수동형 자기부상 이송장치
  - 부상체가 단순하며 전원공급이나 전기장치가 필요 없음
  - 무동력(수동형) 자기부상기술로서, 진공 환경 적용 가능함
- 진공챔버 간 이송에 발생하는 전자석이 설치되지 않는 구간 극복이 가능함
  - 지면에 설치되는 전자석 형태에 따라 하나의 전자석으로 부상 및 추진이 가능하며 방향전환을 위해 분기부 궤도 자체를 회전시킬 필요가 없어 구동 시간이 단축됨

## 기술의 우수성

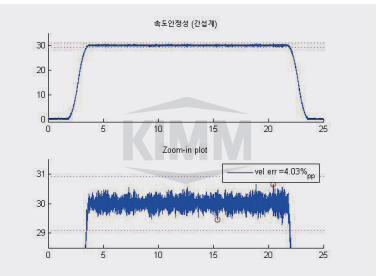
- 능동형 자기부상 이송장치
  - LCD 글라스 이송용 자기부상 이송장치 시제품 개발을 완료함
  - 100kg~350kg의 이송물 운반이 가능하며, 레일과 간격을 3mm로 변동 ±1mm 이내로 유지하며 최고 이송 속도 4m/s를 달성함
- 수동형 자기부상 이송장치
  - OLED 공정용 자기부상 이송장치 시제품 개발 완료함
  - 5세대 400kg 캐리어부터 8.5세대 800kg 캐리어까지 운반이 가능하며, 간격 1mm를 유지하며 최고 이송 속도 0.5m/s를 달성함
  - 캐리어 정지 부상 상태에서 간격 변동이 ±7μm 이내, 0.5m/s로 캐리어 이동시에도 ±140μm 이내로 초정밀 제어 달성가능함
  - 캐리어가 0.03m/s로 정속 주행 시 속도 변동율이 ±3% 이내 달성하여 이송 중 균일한 작업이 필요한 제조 공정에 적용 가능함
  - 10<sup>-3</sup> torr 수준의 진공 챔버 내 적용 시험을 완료함



〈 진공 적용 모습 〉



〈 수동형 자기부상 이송장치 정지 부상 정밀도 〉



〈 수동형 자기부상 이송장치 속도 제어 정밀도 〉

## 지식재산권 현황

### 특허 · PATENT

- 무동력 트레일을 갖는 자기부상반송장치(KR1335643)/
- 방향 전환 기능을 갖는 자기부상 반송장치(KR2012-0158333, PCT/KR2013/011145)/
- 자기부상 반송 장치(KR1101917)/스프링을 갖는 자기부상 이송 시스템(KR1182354)/
- 리니어 인덕션 모터를 이용한 자기부상 반송장치(KR1049221)/
- 수직형 리니어모터를 이용한 자기부상 반송장치(KR1049222)/
- 스프링/리니어가이드 전자석 모듈을 갖는 자기부상 이송 장치의 대차구조(KR1203163)



반발식 자기부상 응용 기술

인공지능기계연구실    연구자 : 김창현    연락처 : 042.868.7279

기술 개요

- 영구자석/전자석의 반발력을 이용하여 물체를 공중에 부상시키는 기술로 설계에 따른 가동범위 내에서 부상체를 원하는 대로 이동 및 회전 가능함



고객·시장

- 자기부상을 이용한 완구, 전자제품, 엔터테인먼트, 인테리어 분야
  - 자기부상 캐릭터 모형, 자기부상 블루투스 스피커, 자기부상 전구, 자기부상 화분 등
- 자기부상 조이스틱, 마우스 등 사용자 인터페이스를 활용한 가상현실(VR), 로봇 분야
- 일반 상점, 전시관, 홍보관 등 자기부상 기술을 이용하여 전시효과를 높일 수 있는 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

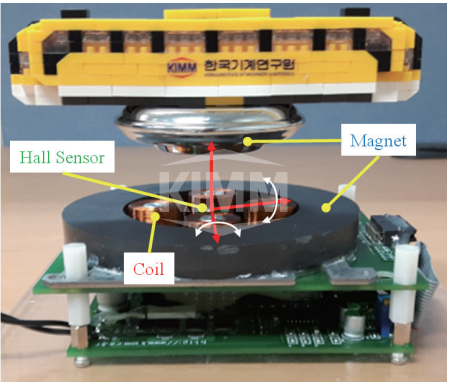
- 기존 제품들은 부상시킬 수 있는 물체의 크기와 무게에 제약이 있으며 물체의 부상위치가 고정되어 있고 안정된 부상 범위가 좁아 정해진 부상위치를 맞추기 어려움
- 기존 조이스틱, 마우스 등을 대체하여 기계적인 구조와 마찰을 없애고, 움직임을 인식하여 사용자 입력을 받고 자연스러운 힘반향(force feedback)이 가능한 새로운 인간-기계 인터페이스(Human-Machine Interface) 가 필요함
- 본 기술은 모션 프로그램 변경에 따라 회전시키거나 저어주는 동작 등 간단한 구동기(actuator)로 동작이 가능하며, 유도 급전 장치를 활용하여 부상체에 전력 공급을 해주면 스피커, 전구 등 다양한 아이디어 전자 제품 구현이 가능함

기술의 차별성

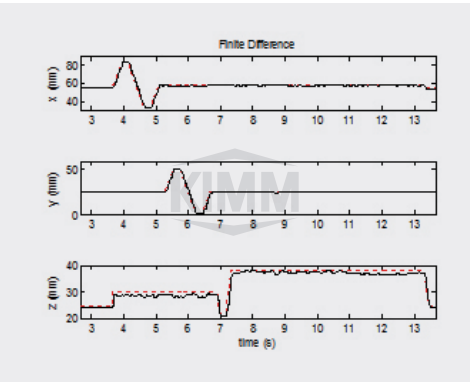
- 완전 비접촉 동작 구현과 설계에 따른 가동범위 내에서 원하는 모션을 생성할 수 있음
- 원천 부상 기술을 토대로 설계 변경을 통해 다양한 크기, 무게에 대응 가능함
- 영구자석/전자석의 반발에 의한 자기력을 기본으로 하나 코일이 설치되는 베이스를 경우에 따라 지면이나 벽면 등에 설치가 가능하며, 코일의 확장 설치를 통해 보다 넓은 공간에서 움직임을 구현이 가능함
- 저가의 홀센서에 의해 부상체의 자세를 유지하나, 정밀한 위치 인식 센서를 적용하면 모션 제어 정밀도 향상이 가능함

기술의 우수성

- 자기부상 플레이트 시제품 제작으로 500g 부상체 기준 부상 높이 20mm 이상 달성함
- 평형 위치에서 영구자석의 자기력으로 부상이 유지되어 발열 및 전력 소모가 거의 없음
- 다수의 확장 코일을 이용하여 가로, 세로 100mm 높이 50mm 공간상 6자유도 모션 구현 기술을 확보함



〈 반발식 자기부상 장치 시제품 〉



〈 다수 확장 코일 적용 6자유도 모션 구현 결과 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 자기력을 이용한 햅틱 장치(KR1721204)
- 자기부상을 이용한 그리퍼(KR1729684)

노하우 · KNOW-HOW

- 다양한 크기와 무게의 부상이 가능한 영구자석/전자석 설계 및 해석 기술
- 홀센서를 이용한 부상체 위치 인식 기술
- 부상체 자세 유지 및 모션 생성을 위한 제어 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



이동식 자율작업 기계

인공지능기계연구실 연구자 : 김창현, 김정중, 고두열, 박진성, 안병태, 신영식, 김상현 연락처 : 042.868.7279

기술 개요

- 모듈형 모바일 매니플레이터 플랫폼 및 시를 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

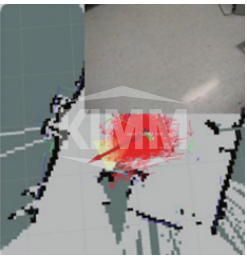
- 정돈되지 않고 좁고 장애물이 존재하는 비정형 환경 내에서 다양한 작업을 하는 제조 현장에서는 자동화 시스템 도입이 어려우며, 이러한 환경에서 작업을 위해서는 최소한의 시스템으로 다양한 작업 및 환경변화에 대응 가능한 시스템이 필요함
- 원하는 위치로 이동하여 다양한 작업을 할 수 있는 이동형 자율작업 로봇 시스템 구성을 위한 요소 기술 및 통합 기술을 확보하여 비정형 환경 내 다양한 작업 수행이 가능함

기술의 차별성

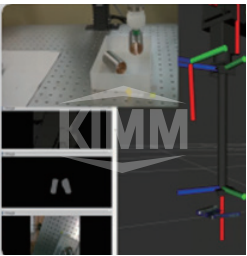
- 인공지능 기반 자율 주행
  - 전방향 이동이 가능 한 플랫폼 및 주행 알고리즘을 통해 좁고 장애물이 있는 환경 내에서 자율 주행이 가능함
  - 센서 퓨전 및 제어를 통해 목표 위치 내에 정렬이 가능함
- 인공지능 기반 자율 작업
  - 물건이 무작위로 놓여 있는 작업 현장에서 카메라로 얻어진 이미지로부터 목표 물체의 종류와 자세를 인식 가능함
  - 인식된 물체를 집어 원하는 위치에 놓거나 조작 작업이 가능함
- 모듈형 모바일 매니플레이터 플랫폼
  - 모듈 단위의 적층형 구조를 제안하여, 다양한 작업의 종류에 따라 플랫폼의 구성 및 변형이 가능함

기술의 우수성

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



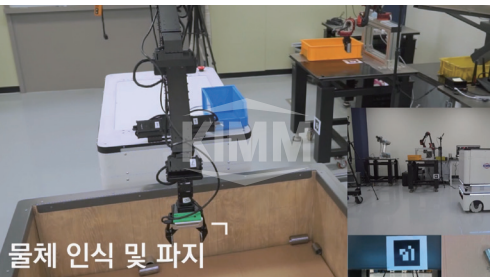
실내 환경 내 자율 주행



무작위로 놓인 작업물 인식 및 작업



개발된 모듈 시제품



제조현장 모사 환경 내 작업

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 배송로봇을 이용한 무인 배송시스템 및 이를 이용한 배송 방법(KR2088415)
- 모바일 로봇(KR0019061)
- 모듈형 운반 플랫폼(KR0092042)
- 적층형 모듈로봇(PCT/KR2020/005779)
- 작업대상물의 피킹 및 플레이스 방법(KR0092043)
- 리프트 모듈 및 적층형 모듈 로봇(KR0050879)

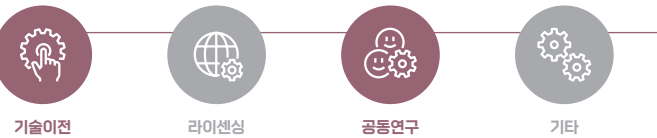
노하우 · KNOW-HOW

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

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



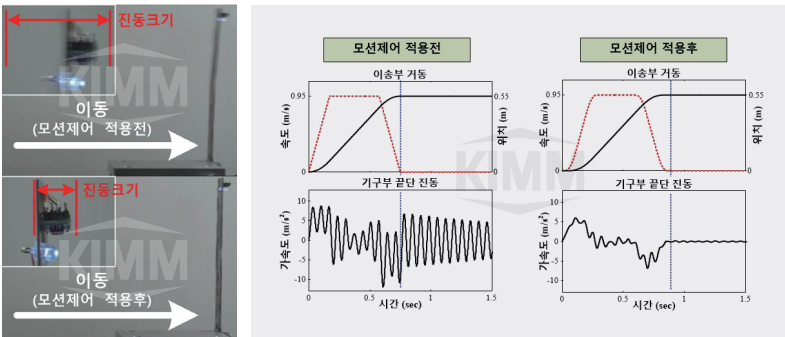


# 입력성형기를 이용한 저진동 모션제어기술

▶ 인공지능기계연구실 ▶ 연구자 : 하창완 ▶ 연락처 : 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

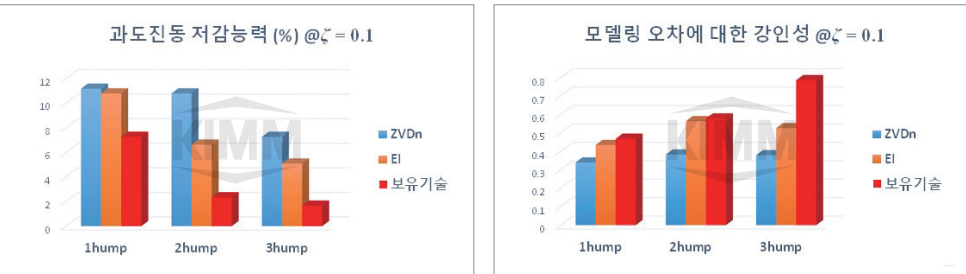
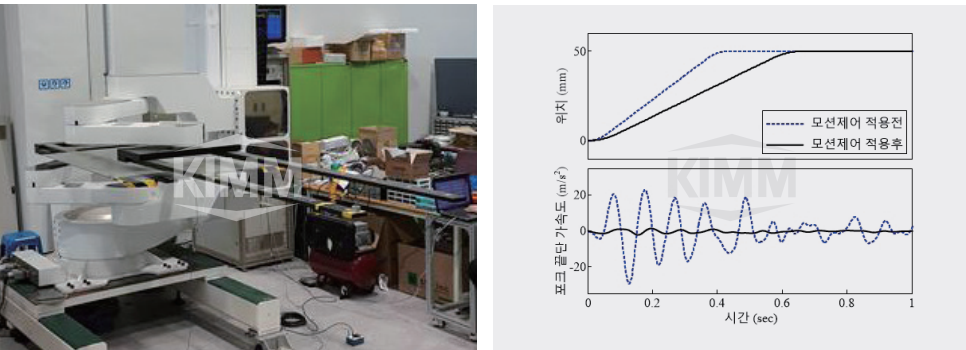
- 기존 사다리차와 같은 저가형 이송장비의 경우 움직임에 의해 발생하는 기구부의 진동을 저감하기 위하여 느리게 움직이거나, 기구부의 강성을 높이는 방법을 택하고 있음
- 장비의 가치를 높이기 위해서는 시스템을 경량화하면서 ‘스마트’하게 빨리 움직이는 기술이 필요하며 이를 위하여 모션제어 기술은 필수적으로 요구됨
- 일부 반도체 조립공정(LCD driver IC 조립장비)의 경우, 전체 공정시간 중 진동 자연감쇠를 위해 기다리는 유휴시간(idle time) 비율이 약 20~40%에 해당하여 24시간 full-time 작업 기준 약 9시간을 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

- 하드웨어적인 변경이 아니라 소프트웨어(알고리즘) 수정으로 진동저감 효과를 얻을 수 있음
- 피드백 제어를 사용하지 않기 때문에 부가적인 센서가 불필요하여 낮은 투자비용 대비 높은 제어성능을 얻을 수 있음
- 또한 알고리즘 적용여부를 옵션형태로 구현할 수 있어 사용자의 편의에 따라 결정할 수 있음

## 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 · PATENT

- 입력성형기 설계방법(KR2017-0058145)

### 노하우 · KNOW-HOW

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

## 기술완성도 (TRL)



## 희망 파트너십



## AI와 IoT센서를 이용한 시설물 재난안전 관리시스템

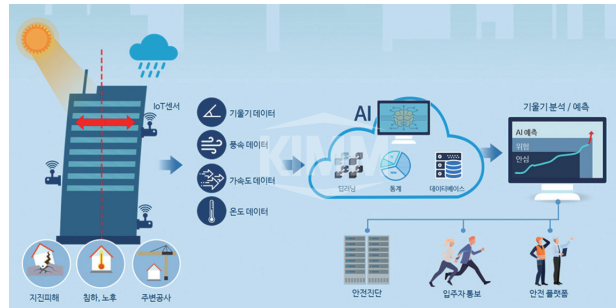
▶ 인공지능기계연구실

▶ 연구자 : 한형석, 하창완, 박진성, 안병태, 신영식, 이재경

▶ 연락처 : 042.868.7814

### 기술 개요

- 복합 IoT 센서, 빅데이터, AI 기술을 활용하여 건물의 붕괴와 전도 등 시설물의 안전 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



### 고객·시장

- 지진 피해 건물의 안전 관리
- 노후 건축물의 안전 관리
- 공사 중인 건물의 안전 관리
- 지하철 노선 위 빌딩의 안전 관리

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

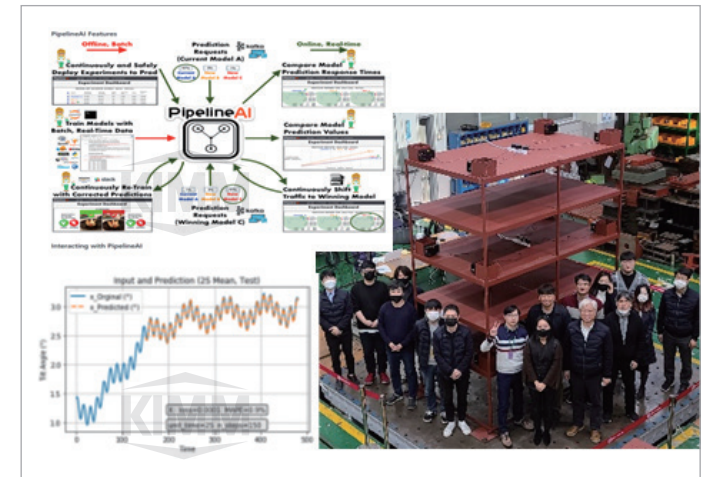
- 재난관리 특별법에 따라 장대교량 및 초고층 복합 건축물은 정밀 센서와 관련 시스템을 구축하여 시설물의 변위상태를 실시간 모니터링하고 있으나, 전국의 일반건축물에 대해서는 현실적인 제약으로 시설물 변동현황 모니터링이 이루어지지 않고 있음
- 초고층 건물에 사용하는 고가의 정밀 센서 대신 비교적 가격이 저렴한 IoT 센서를 시설물에 상시 설치하여, 안전을 실시간 모니터링하고 예측할 수 있는 재난안전 관리 시스템이 필요함
- 개발 시스템을 통해 사전 재난예방으로 사후 발생하는 대규모 손실을 방지할 수 있으며, AI를 이용한 상시 모니터링으로 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
- 중앙 관리 서버를 통해 여러 건물의 재난 안전관리를 동시에 관리/운영하고 종합적인 판단을 할 수 있는 시스템

### 기술의 우수성

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



〈 인공지능 예측 시스템 파이프라인 및 실증 모형 〉

### 지식재산권 현황

#### 특허 · PATENT

- 건물 재난 안전 관리 시스템 및 방법 (KR2020-0163280)
- 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)

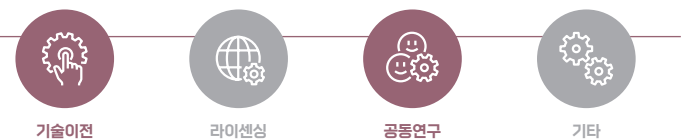
#### 노하우 · KNOW-HOW

- 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

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십



진동 데이터 SRS/FDS 분석 앱

신뢰성평가연구실 연구자 : 박종원 연락처 : 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-810 에 따른 진동시험을 설계하고 수행해야하는 방산 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

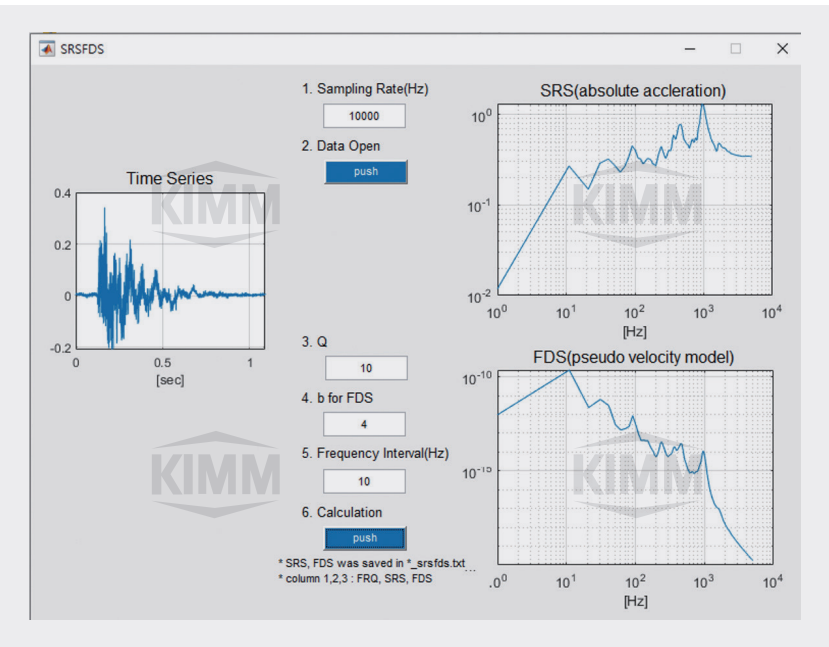
- 상용 해석 프로그램은 높은 도입 비용 및 AS 비용 문제로 인해 프로그램 활용 진입 장벽이 높아 대기업과의 기술력 차이가 점차 벌어지는 문제가 발생하고 있음
- 상용 프로그램은 다양한 기능을 보유해야 하므로 원하는 해당 기능만 따로 구매할 수 없고 다른 기능과 함께 사용함으로 인한 파라미터 선정의 복잡함과 일반화된 조작으로 직관적이지 못한 문제가 있음

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
- 계산된 SRS/FDS 텍스트 파일 출력
- Amplification Factor Q, Basquin Coefficient b 등 주요 파라미터 변경 가능
- 분석 주파수 간격 변경 가능



〈 진동데이터 SRS/FDS 분석 앱 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 진동데이터 SRS/FDS 분석 앱(C-2020-022820)

노하우 · KNOW-HOW

- SRS/FDS의 이론적 토대 위에 검증된 라이브러리들의 조합으로 만들어진 프로그램
- 사용자 편의를 고려한 GUI를 적용한 Application 제작

기술완성도 (TRL)



희망 파트너쉽



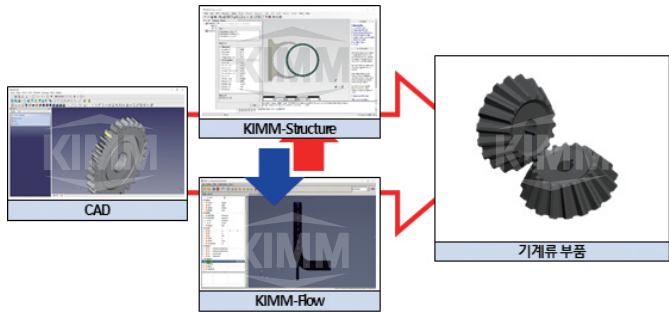


# 오픈소스 기반 기계류 부품 해석 프로그램 기술

신뢰성평가연구실 연구자 : 박종원 연락처 : 042.868.7107

기술 개요

- 기계류 부품 해석을 위한 오픈소스 기반 해석 프로그램
- 사용자 편의성을 고려한 UI 구성 및 In-house code 탑재 기술



고객·시장

- 일반 기계류 부품 제조 및 설계 솔루션 업체
- 일반 기계류 부품 설계 전문 컨설팅 업체

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 상용 설계·해석 프로그램은 높은 도입 비용 및 유지·보수 비용 문제로 인해 프로그램 활용 진입 장벽이 높아 소규모 기계류 부품 제조업체에서는 대기업과의 설계 기술력 차이가 점차 벌어지는 문제가 발생하고 있음
- 기존 오픈소스 기반의 해석 프로그램은 상용 프로그램과 동일 코드를 사용하고 있으나, UI 구성이 미흡하여, 일반 사용자들이 활용하기 어려운 문제가 있어, 본 기술을 개발하게 됨

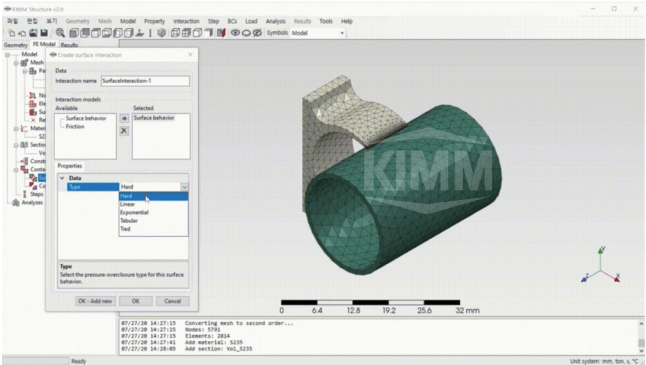
기술의  
차별성

- 기존 오픈소스 프로그램을 비교 분석하여, 신뢰도가 높은 소스 코드를 바탕으로 프로그램을 구성하였고, 구조 및 유동 해석 프로그램과 상용 프로그램 비교 결과 5% 이내 오차로 확인됨
- UI 구성을 자체 제작함에 따라, 사용자 요구에 따른 UI 구성 가능
- 본 프로그램은 오픈 소스 코드로 구성됨에 따라 유지·보수 비용 무료

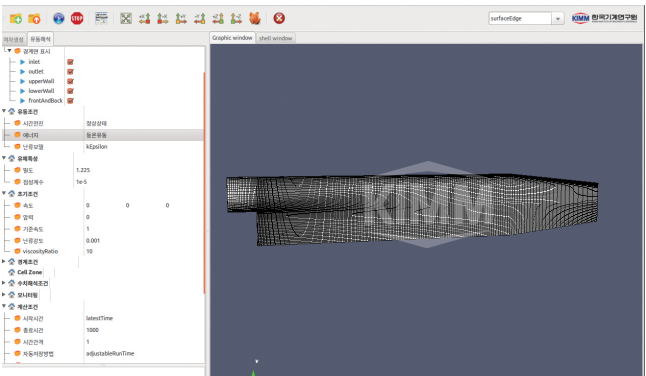
기술의  
우수성

- FEA 해석 프로그램은 정적 해석을 비롯한 대변형 해석, 접촉 해석, 비선형 해석이 가능하며, 초보자를 위한 어드바이저 모드 탑재
- CFD 해석 프로그램은 정상 유동 및 비정상 유동 해석을 지원하고, 난류 모델로서  $k-\epsilon$  및  $k-\omega$  모델을 지원하고, 회전체 유동 해석을 위한 MRF 기능 탑재

KIMM-Structure  
(구조 해석 프로그램)



KIMM-Flow  
(유동 해석 프로그램)



지식재산권  
현황

노하우 · KNOW-HOW

- 오픈 소스 프로그램 UI 코딩 기술 및 검증 기술
- 시뮬레이션 프로그램을 활용한 신뢰성 예측 기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

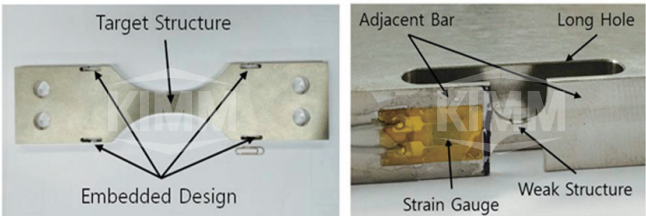


# 기계구조물 피로파손 시점 예지기술

신뢰성평가연구실 연구자 : 백동천 연락처 : 042.868.7189

기술 개요

- 랜덤 반복부하를 받는 기계구조물의 균열이 진전되어 생기는 피로파손 시점 사전 예지를 위한 내재 구조물 설계 및 센싱



고객·시장

- 교량, 터널, 댐 등 국가기반 시설물 모니터링 및 안전진단 업체
- 하역기계 및 건설 중장비 렌탈 업체의 기계 자산 감시
- 부식환경 등 모델기반 피로수명예측이 불가능한 기계구조물분야
- 미래 하중 불확실성 및 편차로 인하여 안전계수 과잉 적용된 기계 구조물 개선에 활용

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

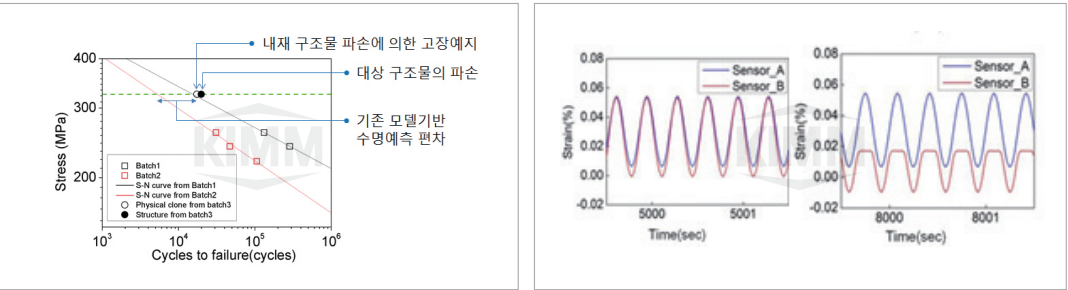
- 기계구조물의 피로수명을 예측하는 기존의 모델기반 예측법은 본질적으로 다음 3가지 오차원인을 내포함 : 재료산포(피구조물의 경우 수명의 산포가 10~100배인 경우가 있음), 불확실한 미래의 하중조건, 모델오차
- 부식환경과 변동하중을 받는 경우, 피로물성을 활용한 수명모델기반 예측의 어려움
- 사용이력이 불명확한 중고 기계구조물이거나, 설계허용 하중 초과부하 발생 시 잔여수명 예측이 어려움
- 예방정비에서 상태기반 정비로 전환하여 운용비용을 절감하고자 하는 기계구조물에 유용함
- 본 기술을 이용시 시스템 2차 피해 예방 및 대형 참사 시 골든타임 확보가 가능함

기술의  
차별성

- 피로수명 예지대상 구조물과 하중이 연동된 내재구조물 추가 가공 또는 추가 부착을 통한 피로파괴 시점사전 예지기술로 일종의 피로손상 누적용 기계식 퓨즈개념임
- 랜덤부하, 부식환경에서도 적용가능한 신개념 피로파손 예지장치임
- 모델 베이스가 아닌 구조물의 건전성을 모니터링 할 수 있는 센서를 개발함

기술의  
우수성

- 기존 모델기반 수명예측 기법 대비 우수성 입증을 위해, 316L 스테인리스강 구조물에 일정진폭 피로하중 시험결과 전체 수명의 86% 시점에서 파손을 예지함(기존 모델기반 예측시 25~280% 오차)
- 일정진폭 하중 뿐 아니라 랜덤 피로하중에도 적용이 가능함
- 재료물성 편차 및 부식 환경에서도 적용이 가능함



〈 기존 모델기반 예측법 비교연구 〉

〈 고장예지용 내재구조물의 파손전후 변형률센서 신호변화 〉

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%)

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 기계 구조물의 피로 파손 예지 장치(KR1718131)

노하우 · KNOW-HOW

- 가공성을 고려한 피로하중 연동 구조물 설계기술
- 고장예지 구조물 센싱 및 신호 처리기술
- 고장예지 시점 조절 기술



# 기체의 분리가 용이한 리턴라인을 구비한 유압장치용 오일탱크

신뢰성평가연구소 연구자 : 이응범 연락처 : 042.868.7151

기술 개요

- 건설기계에 장착된 오일탱크에 기체의 분리가 용이한 틸팅(tilting)리턴 라인을 설치하여 오일 속에 함유된 공기와 가스의 배출을 용이하게 한 기술



정면

고객·시장

- 건설기계(굴삭기, 크레인 등) 제조자, 유압파워유닛 및 시험장비 제조업자

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

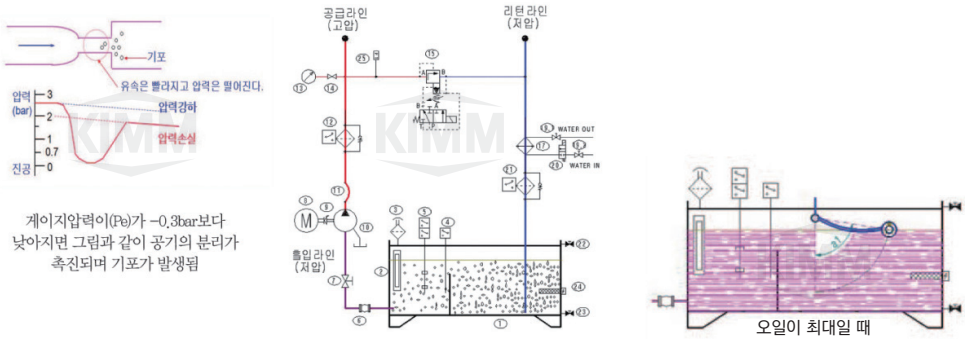
- 유압장치의 오일에는 대기압에서 용해된 상태의 Air를 약 9% 정도 포함하고 있는데, 이는 교축부와 유압펌프 등으로부터 공기가 혼입될 수 있고, 리턴 라인(return line)이 탱크로 잘못 연결되어 있을 때와 오일이 탱크에 머무르는 시간이 너무 짧거나 혹은 유압유로 부터 공기가 충분히 분리되지 못했기 때문에 발생함
- 오일에 공기의 함유량이 높아지면 펌프에 캐비테이션(cavitation)이 발생하며, 이 캐비테이션은 물질의 표면으로부터 아주 작은 입자가 분리되는 현상으로, 유압펌프 혹은 밸브 등의 Control edge에서 발생하는데, 이는 높은 소음(420bar 고압에서 최대 110dBA) 발생 원인이 되고, 제품을 침식시키는데 이와 같은 현상은 국부적인 피크 압력과 높은 온도에 기인함
- 기체분리가 용이하고, 간단한 구조와 신뢰성을 부여함

기술의 차별성

- 저소음, 고효율화를 구현함
- 기체 분리가 용이하여 캐비테이션에 따른 소음을 15% 이상 줄일 수 있음
- 오일 내부에 기체함유를 최소화할 수 있어 용적효율을 기존대비 50% 이상 향상시킴
- 기존의 오일 탱크는 리턴 라인이 저면에 고정되어 있어서 기체가 상부로 올라오는 시간이 소요되고, 펌프의 흡입유량에 기체가 포함된 상태로 빨려 들어가 소음을 발생하는 문제가 있어, 새로운 오일 탱크 구조설계를 통해 리턴라인을 상부 오일 표면에 가장 근접하도록 Tilting시킴으로써 Air 및 Gas의 배출이 용이한 구조로 설계함
- 간단한 구조 변경을 통해 기존 오일 탱크에 틸팅(tilting) 구조의 리턴 라인 관절의 추가로 저소음화 및 고성능화에 기여함

기술의 우수성

- 기체의 분리가 용이하도록 리턴라인을 틸팅(tilting)시킨 오일 탱크의 시험 장치를 제작한 후 현재 성능시험 진행 중임 (소음이 86.4dBA에서 77.6dBA, 약 7.4dBA 감소하였음)
- 논문: 발전소용 서보액추에이터의 쿠션모델링 및 해석, 기계 유체전기통합시스템의 모델링해석



〈 유압관로의 기포발생원리 〉

〈 기존의 오일탱크 회로도 〉

오일이 최대일 때

오일이 최소일 때

〈 기체의 분리가 용이하도록 리턴라인을 틸팅(tilting)시킨 오일탱크 회로도 〉



우측면

정면

〈 리턴라인을 틸팅(tilting) 시킨 오일탱크 시험장치 사진 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 기체의 분리가 용이한 리턴라인을 구비한 유압장치용 오일탱크 (KR1422809, PCT/KR2013/003740, JP2014-529628)

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십





## 유압 다이내믹 베어링을 채용한 원자력 및 화력발전소의 터빈제어용 스팀밸브의 유압서보 액추에이터

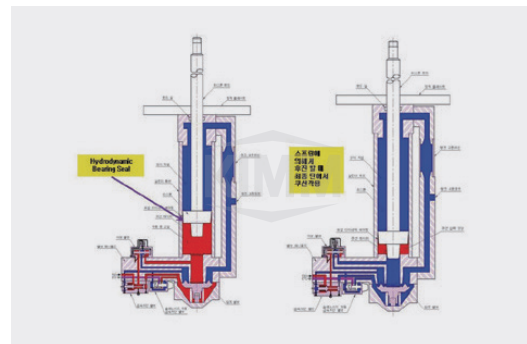
◆ 신뢰성평가연구실

◆ 연구자 : 이용범

◆ 연락처 : 042.868.7151

### 기술 개요

- 원자력 및 화력발전소의 터빈제어용 스팀밸브의 유압서보 액추에이터에 유압 다이내믹 베어링을 채용하여 고성능화 및 장수명화 실현



### 고객·시장

- 발전소 정비기업, 유압서보 액추에이터 생산기업

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

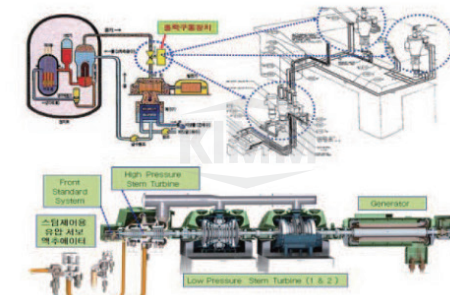
- 원자력/화력발전소에서 스팀제어용으로 사용되는 유압서보액추에이터를 Seal 마찰이 최소화한 Hydrodynamic Bearing과 지능형 Check Valve를 내장시켜 “고기능 고효율 스팀제어용 유압서보 액추에이터 개발”을 통해 세계 일류화 상품을 개발하고자 함
- 기존의 기술은 약 30~40년 전 발전소 도입 당시의 기술로서, 매우 낙후되어 있어 발전소에서는 기술적 보완을 요망하고 있는 상태임
- 전량수입에 의존하고 있어 국산화가 필요함
- 기존의 기술적 문제점을 보완한 신기술을 포함함
- 해외시장 개척을 위한 산업재산권을 확보함

### 기술의 차별성

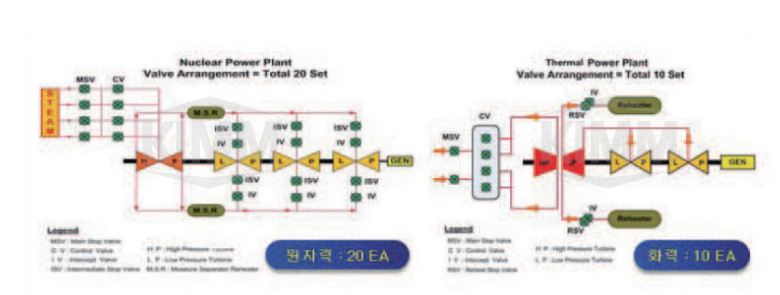
- 신규시장 확보가 가능함
- 국내외 원자력/화력발전소에 주기적 정비에 소모품 및 신규 발전소 건설에 공급함
- 기존의 문제점을 보완하고, 신기술적용이 유효하였음/국내 노후발전설비 출력증강 사업에 활용 추진 준비 중임
- 수입대체 효과(20% 적용기준): 원자력 20호기 160억 원, 표준화력 40호기 160억
- 성능 향상 및 고기능화에 기여함/금속 Seal인 Piston Ring을 비접촉형 동압베어링으로 설계하여 저마찰을 실현함
- Orifice를 통해서 항상 누유되어 발열과 빈번한 고장문제를 저압에서 누유 유지 작동 압력에서는 차단하는 지능형 체크밸브 설계로 고기능화를 실현함/고성능(응답성 150% 이상 향상), 고효율(마찰력 500% 이상 향상)화를 달성함

### 기술의 우수성

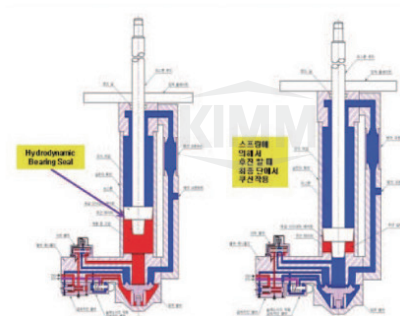
- 논문 : 발전소용 유압 서보액추에이터의 쿠션 모델링 및 시뮬레이션, 기계 유체전기통합시스템 모델링 및 해석, 발전소의 유압서보액추에이터용 공기배출 밸브의 모델링 & 시뮬레이션



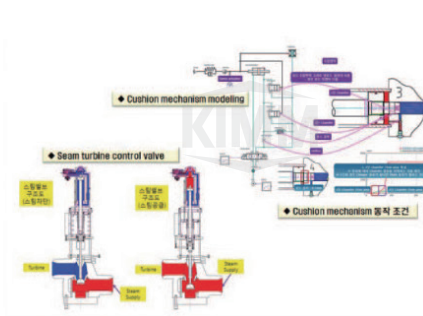
〈 발전소계통도와 발전시스템의 구성도 〉



〈 원자력/화력발전소의 스팀제어용 유압서보액추에이터의 구성도 〉



〈 유압서보 액추에이터의 〉



〈 Modeling & Simulation 〉

구분	Orifice Diameter	Operation Pressure (bar)			Average (bar)
Model 1	0.3 mm	12.89	24.3	21.38	15.76
Model 2	0.4 mm	19.62	24.32	33.69	19.41
Model 3	0.5 mm	29.01	28.41	33.39	24.53

〈 지능형체크밸브 시험결과 〉

### 지식재산권 현황

#### 특허 · PATENT

- 공기배출밸브가 설치된 수문 및 배수갑문용 유압장치(KR120315)
- 유압 다이내믹 베어링을 채용한 원자력 및 화력발전소의 터빈제어용 스팀밸브의 유압서보 액추에이터(KR0046770)
- 체크밸브 내장형 원자력 및 화력발전소 터빈밸브 제어 액추에이터(KR1166689)
- 피스톤 로드 위치 계측이 가능한 실린더(KR717338)
- 발전소용 터빈제어 액추에이터의 안전 제어를 위한 유압서보밸브의 이중화 시스템 및 그 작동방법 (10-2020-0120794)

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십

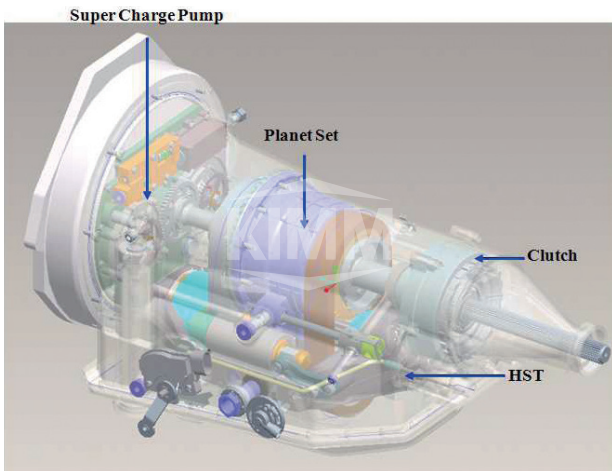


# 고마력 유압식 무단변속기

신뢰성평가연구실    연구자 : 정동수    연락처 : 042.868.7154

## 기술 개요

- 고급승용차, 버스 및 트럭을 위한 고마력 유압식 무단변속기



## 고객·시장

- 시내버스, SUV, 중대형 상용차량 및 농기계

## 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 무단변속기 종류별 비교

성능/변속기	Hydraulic(유압식)	Toroidal(트로이달식)	Belt(벨트식)	Chain(체인식)
토크(Torque)	Hige	Hige	Low	Hige
complexity	Hige	Moderate	Moderate	Moderate
무게(Weight)	Hige	Medium	Medium	Medium
효율(efficiency)	Hige	Hige	Hige	Hige

## 기술의 차별성

- 근무여건이 열악한 농기계 및 중 대형차량의 운전자에게 편의성 향상
- 버스 및 트럭용 무단 변속기 개발
- 최대 입 · 출력 동력: 380마력
- 최대 입 · 출력 토크: 140kgf·m
- 최대 회전 속도: 2,700rpm
- 동력전달 효율: 대표성능 구간에서 80% 이상
- 소음: 90dB 이하
- 목표 내구 성능: 200,000km
- 최고 속도: 160km/h
- 중량: 130kg
- 약 10~25%의 연료절감 효과, 저속에서 기동력이 우수하고 변속충격이 거의 없으며 엔진의 최적 연비영역의 운전조건과 연동함으로써, 엔진의 연비향상 및 배기가스를 감소시킬 수 있음

## 기술의 우수성

- 정유압 장치 관련 기술 보유함
- 가변용량형 유압 펌프기술
- 가변용량형 유압 펌프 레귤레이터 기술
- 고정용량형 유압 모터기술
- 유압 제어밸브 기술



## 지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 사축식 정유압 변속기(KR1289308)
- 액시얼 피스톤 펌프(KR1388001)

## 기술완성도 (TRL)



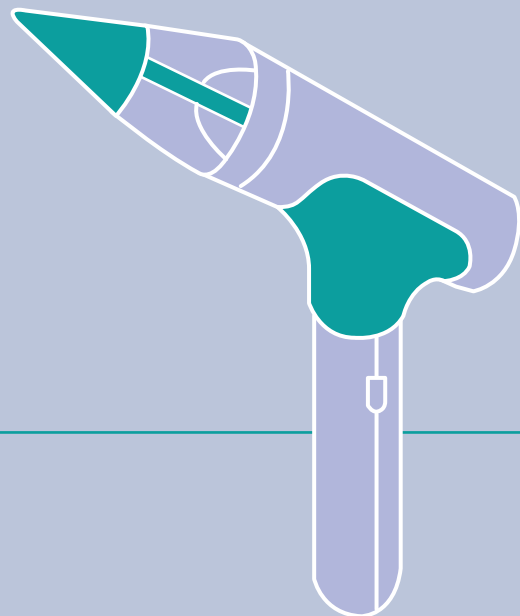
## 희망 파트너쉽



6

대구융합기술  
연구센터

DAEGU RESEARCH CENTER FOR  
MEDICAL DEVICES & GREEN ENERGY



만성호흡기 질환 초기진단 / 치료 / 재활  
복합 건강관리 시스템 기술

358 • 의료기계연구실  
368 • 의료자원로봇연구실

KOREA  
INSTITUTE OF  
MACHINERY &  
MATERIALS



# 현장진단형 분자진단 기기

의료기계연구실 연구자 : 권오원 연락처 : 053.670.9001

기술 개요

- 준전문가에 의한 감염성 질환(신종플루, 메르스, 성병) 등 신속 현장진단이 가능한 일체형 분자진단 카트리지 및 분석 장비 관련 기술임



고객·시장

- 체외진단, 분자진단 시장

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 신종 바이러스 출현 등과 같은 보다 신속한 진단이 요구되는 경우가 늘어나고 있으며, 질환예방 목적의 유전자 검사에의 수요가 증가함
- 바이러스 등의 측정을 위한 DNA 검사는 대부분 PCR법 또는 등온증폭법을 사용하기 때문에 전기영동 장치와 연계하여 검사하거나, 실시간 PCR 장치를 사용하고 있으나, 최근에 현장 측정의 필요성에 의해 보다 간편하고 자동화된 DNA 진단시스템이 요구됨
- 시료 전처리 공정을 수행하기 위해 시료와 시약의 혼합과정, 잔여물 처리과정 등을 거치는 데 많은 시간이 소모되며, 시료 전처리 공정을 수행하는 기존의 장치는 복잡한 구조로 제작되어 제작 원가 및 소모품의 비용이 높고, 대량의 시료를 한꺼번에 처리하면서 시료가 오염 될 수 있음

기술의  
차별성

- 기계적으로 단순하면서도 효과적으로 시료를 전처리함
- 핵산추출, 증폭 및 검출공정 등 전공정의 자동화를 이룸
- 핵산추출이 용이함(15분, 검사소요시간 60분)
- 시료와 혼합되는 시약들이 수용되는 챔버들을 포함하고, 시약들은 전처리 공정 순서에 따라 각각의 챔버에서 순차적으로 배출되는 시료전처리 장치 및 시료 전처리 장치와 연결되어 전처리 장비를 단순화하고, 시료에서 추출된 핵산(nucleic acids)이 유입되는 핵산 증폭 및 검출장치를 일체화함
- 긴급현장용 카트리지의 추가 설계를 완료하여, 현장상황별 분석장비/카트리지의 선택구성을 다양화함 (Desktop, Handheld)

기술의  
우수성

- 프로토타입 공정도

공정순서	부품/공정도	부가설명
(1)핵산추출	일회용 카트리지 및 체결부 설계 수정 카트리지 구동모듈 최적화	핵산추출시간 < 15분 *검사대상 및 항목에 따라 차이가 발생 가능
(2)핵산증폭	정밀 온도제어(가열/냉각) 모듈 프로토타입 수정	핵산증폭검출시간 < 45분 *검사대상 및 항목에 따라 차이가 발생 가능
(3)핵산검출		
(4)진단분석	핵산 추출, 증폭, 검출 일체형 시스템 통합 및 제어, 분석평가	목표 검사소요시간 < 60분

- 기관자체연구사업 및 정부수탁과제를 통해 일체형 카트리지 및 검출 프로토타입(핵산증폭부, 형광분석부)의 성능 검증을 완료함(공인인증기관 검증)
- 다채널 광학 모듈 최적화를 통한 멀티플렉싱용 PCR 구현 가능한 진단 플랫폼을 완성함

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 시료 전처리 장치(KR1244467)
- 핵산 자동 분석 장치(KR1481054, US8759079, CN201110428842.3)
- 핵산 자동 분석 장치, 핵산 자동 분석 장치용 카트리지 및 핵산 자동 분석 장치용 · 개폐장치(KR1487537)
- 핵산 분석 장치용 카트리지(KR1512161)
- 시료 전처리용 카트리지(KR1630784)
- 시료 전처리 및 취합된 핵산 분석용 카트리지(KR1703992)
- 현장 진단용 저전력 일체형 분자진단 카트리지(KR2182376)

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십

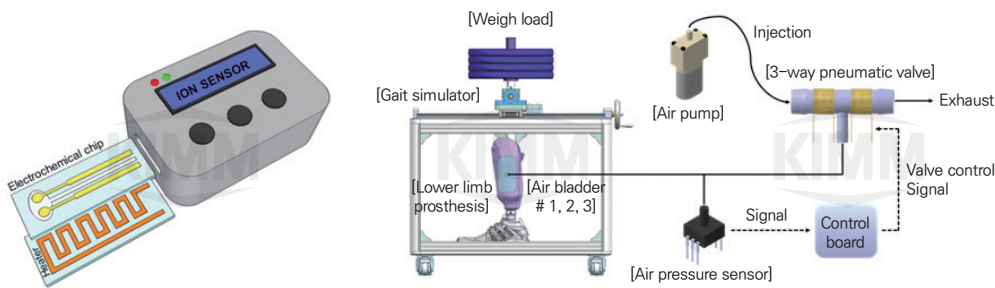


# 바이오 생체신호 감지센서 및 제어기술

의료기계연구실 연구자 : 이강호 연락처 : 053.670.9027

기술 개요

- 바이오(DNA, 단백질, 세포 등) 반응 및 환자 생체신호를 감지하여 질병을 진단하고 건강을 모니터링 할 수 있는 전자전기 기계적 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

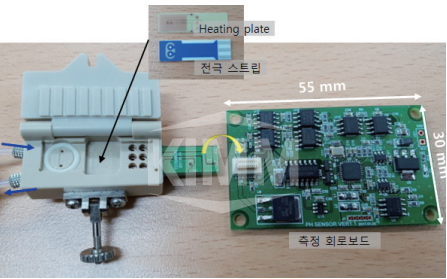
- 이온 농도 측정 시, 전기화학반응 전압을 취득하는 과정에서 발생하는 오프셋 현상으로 인해 검출 및 동적영역의 한계가 발생함
- 기존의 웨어러블 기기는 탈부착의 번거로움이 있으며 세탁의 어려움이 있음
- 피부와 맞닿는 신체 보조기기 제품의 경우 제대로 압력분산이 되지 않아 압박으로 인한 피부질환 발생함

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 액츄에이팅 제어를 통한 자세교정 및 압력을 분산함

기술의  
우수성

- 오프셋을 자동 보상하는 피드백 구조를 이용하여 검출 가능한 동적영역을 개선 달성
- DNA 중합효소연쇄반응 실험 (PCR, polymerase chain reaction)에서 농도별 검출이 가능함을 최초 소형모듈에서 보임
- 발목 절단환자용 의족 소켓에 체압력 감지 기술을 적용하여 보행 시 압력을 분산시키고 통증을 완화함
- 실시간으로 감지되는 압력 데이터를 무선으로 전송하여 스마트폰 앱으로 시각화함



〈 이온농도 측정모듈 프로토타입 〉



〈 발목의족 능동 맞춤형 소켓 〉

〈 스마트 섬유형 단추형 센서 〉

〈 실시간 체압력 감지 및 자세교정형 매트리스/방석 〉

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 이온 농도 검출 방법 및 장치 (KR10-1729685, US10,036,722)
- 오프셋 보상이 가능한 차동증폭기 및 이의 구동방법 (KR10-2068145)
- 단추형 전자직물형 소자(KR10-1864244)
- 전자직물용 모듈형 단추소자(KR10-1864246)
- 저항성 센싱유닛 및 이를 포함하는 에어매트 (KR10-2097417)

노하우 · KNOW-HOW

- 아날로그 회로 설계 및 H/W 모듈제작 기술
- 실시간 피드백 제어기술
- 현장 진단형 소형화 제작 기술
- 실시간 건강 및 생체정보 전달용 스마트폰 앱 기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



## 만성호흡기 질환 호기진단/치료/재활 복합 건강관리 시스템 기술

● 의료기계연구실 ● 연구자 : 이동규 ● 연락처 : 053.670.9110

### 기술 개요

- 스마트 폐기능검사를 위한 소형디바이스 기술, 호흡기치료를 위한 광, 네블라이저, 진공흡입 모듈 치료 장치 기술과 자동 부하기반 호흡훈련장치 등 만성호흡기 질환을 진단/치료/재활할 수 있는 복합 다기능 건강관리 시스템 기술
- 최고호기속도와 호흡기체에 포함된 바이오가스의 농도를 동시에 분석하고, 분석된 호흡기의 물리적 화학적 상태를 통해 천식 만성폐쇄성폐질환(COPD)과 같은 만성 호흡기 질환을 모니터링할 수 있는 단일 호흡기체 분석 장치



〈 호기속도/가스복합분석장치 〉



〈 스마트폐기능검사/호흡기치료 복합장치 〉



〈 다이어트 모니터링 센서 및 호흡 훈련재활장치 〉

### 고객·시장

- 바이오 진단기기/체외진단 기기 업체
- 의료기기 제작/판매 업체
- 센서 제작 업체
- 환경모니터링, 바이오 응용업체

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

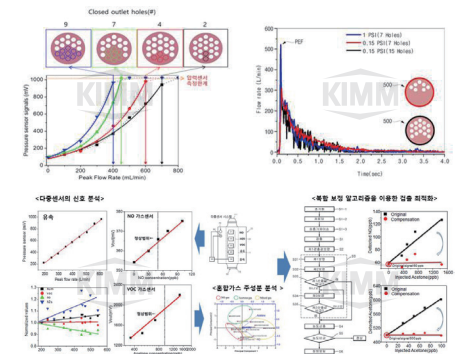
- 최근 의료기기는 진단/치료/재활 등 복합 장치에 대한 수요가 많으며, 만성질환의 건강관리를 위한 다목적 복합 시스템이 필요함
- 진단장치의 경우 민감도 및 측정범위의 차이로 인하여 압력센서를 통해 정확한 스마트 폐기능검사장치를 구현하기 어려움. 호기가스 분석은 온도, 습도, 호기 속도 등 복합적인 환경에 대해 영향을 받기 때문에 정확한 분석이 어려워 보정 알고리즘이 필요하며, 기존 단일가스분석으로는 최고호기속도의 빠른 유속에서 가스분석이 어렵고, 질환의 유무, 질환의 진행정도를 분석하기 어려워 고속유속환경에서도 검출가스의 분석이 가능한 다중센서가 필요
- 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 다른데 압력부하의 조절이 어려운 문제가 있음
- 모든 장치가 독립적으로 존재하므로 의료행위에 대한 데이터수집 및 관리가 통합되지 않고 있어, 치료 및 재활 훈련장치를 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
- 단일호흡으로 최고호기속도 및 호기가스 분석이 동시에 가능한 구조이며, 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

### 기술의 우수성

- 호흡 진단 장치
  - 단일호흡으로 최고호기속도 및 호기 가스를 동시 분석 가능
  - 인체 호기의 최고속도 및 포함된 가스 분석 가능 (최고속도 150~700 L/min 범위, FENO 20ppb 감도, VOC(아세트) 400ppb 감도, 20초 이내 주입/1분 이내 측정 가능)
  - 다중센서를 이용한 복합 보정알고리즘을 적용하여 검출 최적화
  - 샘플 주입, 습도필터가 없는 간단한 현장형, 소형 저가의 의료기기로 개발
  - 단일 혹은 2개의 압력센서를 통해 정확한 스마트 폐기능검사장치 개발
- 호흡 치료/재활장치
  - 광치료/네블라이저/진공분사치료 모듈형 호흡기 치료기 구조
  - 내부압력에 대한 자동부하 조절이 가능한 재활 장치 개발
- 호흡 진단/치료/재활 복합 다목적 장치로 구성 가능



### 지식재산권 현황

#### 특허 · PATENT

- 복합센서를 이용한 호흡기체 분석장치 및 호흡기체 분석방법(KR1817752)
- 단일 호흡기체의 분석방법과 분석장치(KR1905067)
- 단일 호흡기체의 분석방법과 분석장치 (PCT/KR2017/012950)
- 환자 맞춤형 호흡모니터링 장치(KR2019-0144523)
- 사용자 맞춤형 폐기능 검사장치, 상기 검사장치의 구성방법, 및 상기 검사장치를 이용한 폐기능 검사방법(KR2021-0017598)

#### 노하우 · KNOW-HOW

- 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

### 기술완성도 (TRL)



### 희망 파트너십





무릎형 로봇의족

의료기계연구실 연구자 : 정지욱 연락처 : 053.670.9017

기술 개요

- 우수한 성능으로 고가의 로봇 등에 적용되는 통합구동모듈을 자체 개발하고, 이를 하지절단 장애인의 일상생활 보행활동(평지, 경사로, 계단보행)을 지원하는 무릎형 로봇의족에 적용



고객·시장

- 교통사고 및 산업재해 등으로 인한 하지 절단 장애인/하지의지보조기

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

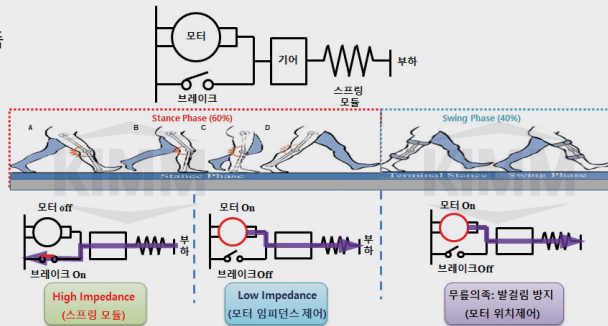
- 기존의 상용 수동의족들은 절단된 신체부위를 기능적/미관적으로 대신할 목적으로 개발되어, 자연스러운 보행이 불가능하고 사용자에게 과도한 신진대사 에너지 소모를 유발하며, 그 결과 사용자의 신체적인 면에서도 불균형을 유발함
- 또한 수동의족 착용 장애인들은 경사로 및 계단 보행이 어려워 먼 길을 돌아가야하는 상황
- 이전 사업을 통해 하지절단 환자를 위한 발목형 로봇의족 개발을 수행하였으며, 다양한 발목절단 환자(고령자, 양발절단 환자 등)를 대상으로 한 임상연구 및 상용화 연구를 진행하고 있으며, 추후 발목-무릎 조화형 로봇의족 개발이 필요
- 국내에서 상용화된 의족은 선진국의 기술수준에 미치지 못함에 따라 국내 사용자들로부터 외면 받고 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 있음. 따라서 선진국과의 기술격차 해소 및 의족의 국산화 측면에서 기술개발이 시급히 이루어져야 함

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

스프링 모듈을 포함하는 무릎형 로봇의족용 통합구동모듈 메커니즘

무릎형 로봇의족 통합구동 메커니즘



기술의 우수성

- 인체동작 모사형 메커니즘을 적용한 통합구동모듈을 이용하여 평지, 경사로, 계단의 자연스러운 보행이 가능
- 강한 강성이 필요할 때 스프링 모듈을 이용함으로써, 로봇 의족 전원 off시에도 무릎 관절의 강성이 유지되어 전도 위험성을 방지
- 스프링 모듈 사용 및 약자속 제어를 통한 에너지 저소모형 로봇의족 개발을 하여, 기존 발목형 로봇의족의 리튬이온 배터리(3,400mAh) 사용 시 약 32시간 연속 구동 가능
- 비장애인의 평지 보행 시, 건축 움직임에 대해 무릎형 로봇 의족 착용 보행이 89.6%의 보행 유사도를 나타냄



개발된 무릎형 로봇의족 및 비장애인 평지 보행실험

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 컴플라이언스 모듈을 포함하는 통합구동모듈과 이를 이용한 통합구동방법(KR2020-0121721)
- 통합구동장치 및 이를 포함하는 무릎형 로봇의족(KR2073621)

노하우 · KNOW-HOW

- 생체 인터페이스 센서 기반 보행주기 판별 및 보행패턴 생성 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



말초 신경신호 처리 기술

● 의료기계연구실 ● 연구자 : 추준욱 ● 연락처 : 053.670.9105

기술 개요

- 말초신경을 선택적으로 측정하고 자극함으로써 절단환자 또는 마비환자의 운동기능과 감각기능을 복원할 수 있는 말초 신경신호 처리 기술



고객·시장

- 삽입형 전자 의료기기 업체
- 절단환자용 의수족 업체
- 마비환자용 전기자극기 업체
- 퇴행성 신경계 질환 치료기기 업체

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

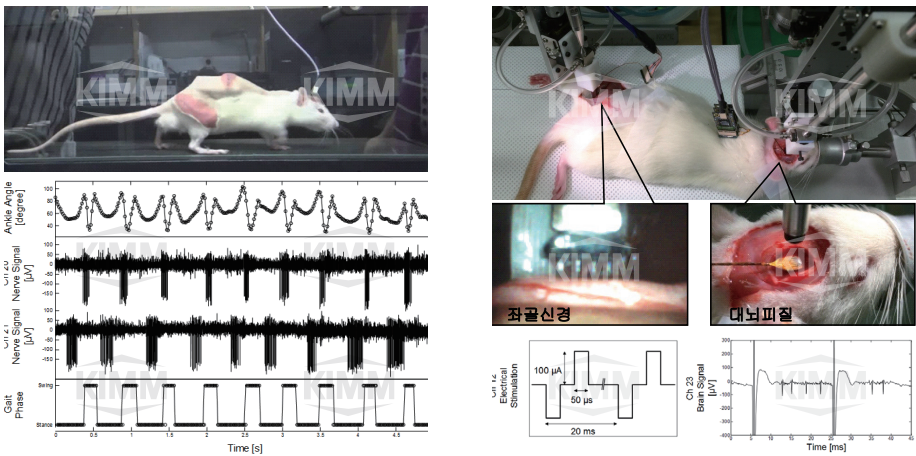
- 기존 말초 신경전극 시스템의 경우 신경섬유 단위의 측정 및 자극이 어려움
- 운동신경은 감각신경에 비해 적은 분포를 가지며 근전도와 움직임에 의한 간섭으로 측정이 어려움
- 신경섬유 단위의 측정 및 자극을 위하여 다채널 신경전극을 말초신경에 안정적으로 삽입할 수 있는 수술 기술이 필요함
- 운동신경을 안정적으로 측정하기 위하여 높은 신호 대 잡음비를 보장하는 측정 기술과 말초신경 다발 내 운동 신경섬유를 판별하는 기술이 필요함

기술의 차별성

- 다채널 신경전극을 말초신경 다발 내 정확한 위치와 깊이로 삽입할 수 있으며 신경전극과 신경조직의 손상을 최소화 할 수 있는 신경전극 삽입수술 기술임
- 다채널 신경전극을 진공으로 흡착하여 안정적인 이송 및 삽입이 가능하며 임펄스 충격으로 다채널 신경전극을 삽입함으로써 말초신경 다발의 표면장력에도 불구하고 용이하게 삽입이 가능함
- 말초 신경신호의 측정 시 근전도 및 움직임에 의한 신경신호의 오염을 최소화하여 보다 정확하게 신경신호를 측정하고, 측정된 신호 중 운동 신경신호만을 판별할 수 있는 말초 운동 신경신호 측정 기술임
- 신경전극을 금속거즈를 포함한 고정부 내부에 위치시킴으로써 근전도나 움직임에 의한 신호를 차폐할 수 있으며 신경전극의 모든 채널에 전기자극을 인가하여 근육운동 여부를 확인함으로써 운동 신경섬유를 판별할 수 있음

기술의 우수성

- 원심성 운동 신경신호를 분석하여 동작의도를 인식함으로써 의수 제어기에 동작명령을 제공함
- 다채널 활동전위 검출 및 분류 기술을 개발함
- 동물모델의 운동 분석을 통한 동작의도 인식 가능성을 검증함
- 운동 신경신호와 운동 분석 데이터 동기화를 위한 비전 시스템을 개발함
- 트레드밀 보행 시 입각기 및 유각기 판별이 가능한 보행주기 검출 알고리즘을 개발함
- 구심성 감각 신경에 전기자극을 인가함으로써 의수 센서로부터 제공되는 촉감정보를 전달함
- 다채널 자극패턴 생성 및 교차자극 기술을 개발함
- 동물모델의 대뇌피질 감각 신경신호 측정을 통한 촉감정보 전달 가능성을 검증함
- 대뇌피질 감각 신경신호 유발이 가능한 피부 감각 영역별 전기자극 패턴을 생성함
- 피부 기계자극과 말초신경 전기자극 시 대뇌피질 유발 감각 신경신호의 유사성을 확인함



〈 트레드밀 보행 시 운동 신경신호 측정 및 보행주기 검출 〉 〈 좌골신경 전기자극 시 대뇌피질 감각 신경신호 측정 〉

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 신경 전극 삽입 장치(KR1808254)
- 말초 운동 신경신호 측정 시스템 및 이를 이용한 말초 운동 신경신호 판별 방법(KR2017-0172501)

노하우 · KNOW-HOW

- 말초신경 및 대뇌 신경전극 삽입수술 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

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십



# 비대면 의료 검진로봇 시스템

의료지원로봇연구실 연구자 : 서준호 연락처 : 051.670.9103

기술 개요

- 로봇 기술과 ICT 기술을 융합하여 비대면 원격검진이 가능한 의료로봇 시스템 개발 기술임
- 검사대상자와 의사가 서로 만나지 않고 의료검진이 가능하므로 도서산간, 오지 군부대와 같은 환자 이동이 불편한 경우, 또는 검체채취와 같은 의료진 감염의 위험이 우려되는 곳이라도 비대면으로 의료서비스를 제공 할 수 있음
- 시스템은 원격지 검사대상자에게 사용할 ‘슬레이브 로봇’, 검사 전문의가 원격조종할 ‘마스터 장치’, 그리고 두 의료현장을 네트워크로 연결할 ‘통신플랫폼’으로 구성됨
- 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 의료취약지 거주자, 먼 거리 이동이 어려운 고령의 환자를 대상으로 초음파 영상진단 서비스를 제공 가능
- 비대면 원격 검체채취 로봇 시스템
  - 검사인력의 2차 감염 위험이 있는 호흡기 감염병 검체 채취 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 한계가 있음
- 비대면 원격 검체채취 로봇 시스템
  - 감염환자와의 접촉을 최소화 하기 위해 “워크쓰루”, “드라이빙 쓰루” 와 같은 방식이 도입되고 있으나 여전히 방호복 착용이 필요하고 이로 인한 계절적 불편함, 의료진의 피로 등의 문제가 있음
- 비대면 검체채취 로봇기술의 경우, 대부분 산업용으로 활용중인 다자유도 로봇 암을 기반으로 하여 환자에게 위험할 수 있을 뿐만 아니라 의료기기로서 인증 허가 받기 쉽지 않을 수 있고, 또한 대당 단가가 매우 비쌈

기술의 차별성

- 해외에서 발표되어 상용화된 비대면 원격초음파 영상진단 로봇 시스템의 경우, 본 기술에 의해 개발된 시스템에 비해 무겁고 (3kg) 부피가 크고, 낮은 자유도(4자유도)의 초음파 프로브 원격제어를 지원함
- 초음파 전문의가 먼 거리를 이동하지 않고 초음파 영상진단과 같은 고급 의료서비스 제공 가능
- 검사 시 의료진이 일반적인 복장을 입고 환자와 비대면으로 검체채취가 가능하므로 편리, 감염의 위험이 없음
- 본 기술에 의한 비대면 검체채취 로봇은 얼굴영역의 검체채취에 최적화 되어 환자에 안전하고, 여러 대를 저렴하게 생산 가능

기술의 우수성

- 비대면 원격 초음파 영상진단 로봇 시스템
  - 기존 초음파 영상장비와 결합이 쉽고 의료소외지로의 이동이 용이하도록 가볍고 작으면서(1.5kg), 자유로운 원격 프로브 움직임조작(6자유도)이 가능하도록 로봇을 설계함
  - 최대 접촉힘 5kgf, 초음파 진단에 필요한 움직임속도 1Hz를 대응할 수 있음
  - 무선 LTE 환경이나 일반 인터넷 환경에서 연결 가능하여 국내 뿐 아니라 해외 의료취약지의 원격 초음파 영상진단 예도 활용 가능
- 비대면 원격 검체채취 로봇 시스템
  - 환자 얼굴영역의 검체채취에 최적화된 로봇 구조로, 피검사자의 비강 또는 구강에 들어가는 구성품은 검체 채취 면봉만 포함하도록 한 환자 중심의 안전 설계
  - 일반 일회용 검체채취 도구와 쉽게 연결이 가능하고, 환자가 검체채취 면봉 설치나 수거통 운반과 같은 단순 동작을 쉽게 가능하도록 하여 현장 의료진 수요 최소화
  - 면봉이 검사영역에 도달하여 도말물 채취시 발생하는 저항감을 측정하여 원격의 검사의료진에게 표시해주는 기능이 구현되어 안전하고 정확한 비대면 검체채취 가능

지식재산권 현황

특허 · PATENT

- 원격 초음파 진단시스템 (KR2017-0106527, US14/966,823)
- 원격초음파 진단 장치(KR1634588)
- 상기도 검체채취를 위한 다자유도 원격검진장치 (KR2020-0047976)
- 원격검진이 가능한 스왑모듈 및 이를 포함한 원격검진장치(KR2020-0128400)
- 스왑의 장착 및 수거가 가능한 검진장치 및 이를 이용한 검체채취방법(KR2020-0130537)
- 핸드헬드형 검체채취장치(KR2020-0116660)

노하우 · KNOW-HOW

- 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

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십





# 하지절단 환자를 위한 로봇의족

의료지원로봇연구실    연구자 : 우현수    연락처 : 053.670.9019

기술 개요

- 본 기술은 세계 최초로 무게 1.4kg, 발목관절 토크 150Nm, 발목관절 각도 30도를 동시에 만족하는 로봇의족 개발이 가능하며, 가격은 기존 로봇의족 제품 대비 1/3에 불과해 높은 제품 경쟁력 확보가 가능한 로봇의족 개발 기술임

고객·시장

- 병원/재활기관/의료기 제조 기업

기존 기술의  
문제점 또는  
본 기술의  
필요성

- 초기의 상용 의족들은 주로 미관적인 측면에서 절단된 신체부위를 대신할 목적으로 개발되었으나, 점차 자연스러운 보행이 가능하고 사용자에게 과도한 신진대사 소모가 발생하지 않도록 하는 기능적인 측면에서도 중요한 역할을 하는 의족들이 개발되어 보급되고 있음
- 하지만 자연스러운 보행을 위해서는 보행추진력을 위한 토크를 충분히 발생시켜야 하는데, 기존의 로봇의족은 가볍지만 큰 토크 출력이 어렵거나, 충분한 토크는 발생시키지만 무게가 무겁고 높이가 높아 절단길이가 높은 환자만 장착이 가능한 문제가 있었음.
- 따라서 보다 많은 절단 환자에게 적용하기 위해서는 자연스러운 보행 구현에 필요한 크기의 토크는 충분히 발생시키면서 무게가 가볍고 높이가 낮은 로봇의족의 개발이 필요함

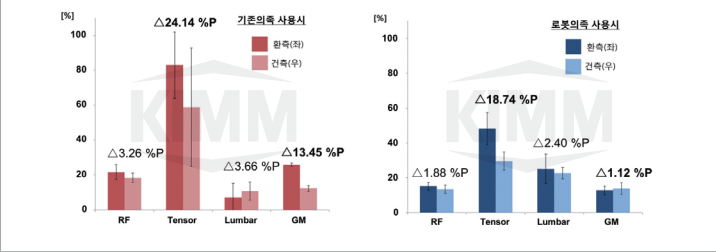
기술의  
차별성

- 본 기술을 적용하여 로봇의족의 주요 성능인 무게와 발목 동작기능의 세계 최고 수준을 동시에 만족하는 의족 개발에 성공 (1.4kg, 150Nm, 30°)
- 성인 발의 무게는 약 2kg이지만, 의족은 구조적 특성상 발목부위에 중량부품이 집중되어 같은 무게에서는 환자가 부자연스럽게 느끼기 때문에 1.4kg을 주요한 목표로 설정. 세계 선도기관도 무게와 발목 동작기능을 동시에 만족하지 못하고 있음
- Össur의 Proprio는 경량형(1.4kg)이지만 발목 각도 제어 기능만 보유, BionX의 BioM은 바닥을 칠 때 추진력(150Nm)을 발생시키지만 추가된 메커니즘으로 인해 중량 증가(1.8kg)

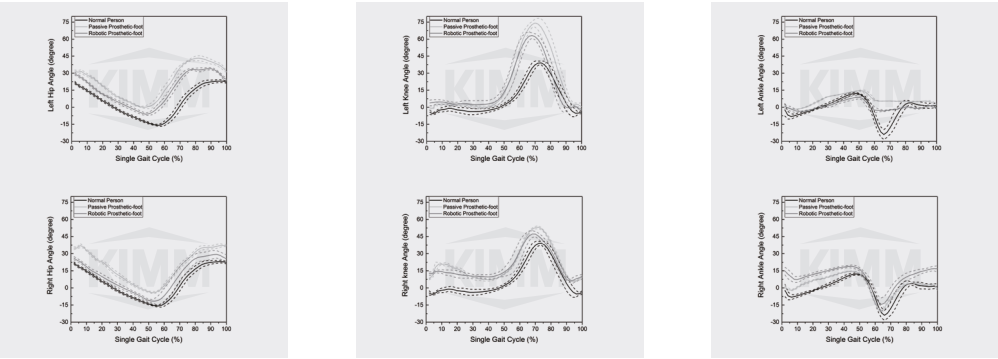
기술의  
우수성

- 환자 맞춤형 보행모델 생성을 위한 보행분석 장비 구축 및 보행모델 생성 기술 확보를 통해 세계 최고 수준의 보행주기 검출율(90%)을 달성함
- 의료기관과의 협력을 통해 실제 환자를 대상으로 임상시험을 수행하여 개발된 로봇의족을 착용하고 보행을 했을 때 보다 자연스러운 보행이 가능해짐을 정량적으로 입증함
  - 측정된 근육 중 Lumbar를 제외한 모든 근육에서 로봇의족을 사용하였을 때 근육의 활동성이 감소하는 것을 확인함
  - 로봇의족의 능동적인 동작이 환측 근육의 동작을 보조해준 것으로 판단됨
  - 관찰한 모든 근육에서 좌우 근활성도 차이가 감소함(평균 5%)

기존의족과 로봇의족 착용 시  
근활성화 좌우 편차 비교



- 정상인 vs 수동의족 vs 로봇의족 관절각도 움직임 평가
  - 한 걸음에서 엉덩 관절, 무릎, 발목의 각도의 변화를 비교
  - 각 좌우 그래프는 환측(좌)과 건측(우)의 관절의 움직임
  - 모든 관절에서 로봇의족을 착용하였을 때 정상인의 관절 움직임에 가까워짐을 확인
  - 건측의 경우에도 환측이 로봇의족을 착용하였을 때 정상인의 관절 움직임에 보다 가까워짐



〈정상인, 수동의족, 로봇의족 엉덩이 관절의 움직임 비교〉    〈정상인, 수동의족, 로봇의족 무릎 관절의 움직임 비교〉    〈정상인, 수동의족, 로봇의족 발목 관절의 움직임 비교〉

- 2018년 7월 로봇의족 사업화를 위해 연구소기업 (주)휴고다이나믹스 설립
- 2020년 12월 보호처 국가유공자 대상 로봇의족 보급 시범사업 진행

지식재산권  
현황

특허 · PATENT

- 관절구동모듈과 순응형 로봇의족(KR1793141)

노하우 · KNOW-HOW

- 3D 모션캡처시스템을 이용한 보행 분석 기술
- 보행모델 생성 기술
- 보행모델 구현을 위한 정밀 모터 제어 기술
- 임베디드 제어기/드라이버 설계 기술

기술완성도  
(TRL)



희망 파트너십



## 홀트레이닝 & 체육시설 스마트 운동기기와 운동관리 플랫폼

● 의료지원로봇연구실 ● 연구자 : 이용구 ● 연락처 : 053.670.9021

### 기술 개요

- 기계 ICT 융합 스마트 운동기기와 맞춤형 운동관리 플랫폼 기술



### 고객·시장

- 일반인, 재활환자, 운동용품회사, 생활체육시설, 학교, 병원, 요양원 등

### 기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- Covid-19의 장기화와 신규 질병의 지속적인 창궐 가능성 그리고 환경오염의 심화 등으로 인한 비대면 시대로의 전환에 따라, 야외나 실내의 그룹형 체육시설 등의 활동이 줄어들고 셀프 재택운동과 최소 또는 비대면 코칭에 대한 수요가 증가함
- 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 생활체육시설 에는 보급되지 못하고 있음
- 꾸준한 운동 동기부여를 위한 게임연동 운동기기는 대부분 외국산으로 국산화가 시급함

### 기술의 차별성

- 간단하고 상대적으로 저렴한 비용으로 체계적이고 정밀한 맞춤형 운동관리가 가능
- 일반인뿐만 아니라 전문 운동선수 및 재활환자의 체계적인 운동 처방 및 치료를 자신의 집 또는 근린 체육시설에서 수행할 수 있음
- 정보화된 본인의 운동 기록을 가지고 게임과 연동되어 재미있고 동기 부여된 운동이 가능함
- 기존 운동기기에 본 장치를 부착하여 활용이 가능함

- 기존 운동 회원 관리 시스템과 연동하여 회원들의 운동 상태를 회원이 온라인으로 스스로 점검하고 추가적인 운동 코치를 받을 수 있음
- 자신에게 맞는 운동 코치 프로그램을 전 세계 전문가로부터 공급받을 수 있음
- 전문가들은 운동 코치 프로그램의 공급자로서 소셜커뮤니티를 통하여 명성을 쌓고 자신의 사업이나 관련 제품을 홍보할 수 있음
- 다양한 인종, 연령, 체력, 체형, 병력, 운동 종목에 따른 운동 프로그램과 그에 따른 실제 운동 수행 기록과 결과 등의 방대한 자료는 학술적, 상업적으로 활용이 가능함
- 현재 자동 운동 정량 장치는 대부분 운동 기구에 일체화되어 출시되지만 본 기술은 다양한 기존 운동기구에 장착이 가능하며 현재의 인프라를 그대로 활용할 수 있음
- 유헬스 기술을 접목한 유산소 운동의 정량 장치는 많지만 기구 운동의 정량 장치는 거의 없음

### 기술의 우수성

- 다양한 운동동작을 감지하는 운동매트와 철탑, 그리고 아령과 같은 자율중량 운동기구와 머신운동기구에 모두 적용할 수 있는 센서모듈과 무선송신 모듈을 개발하였으며 이를 운용할 수 있는 스마트폰 앱과 맞춤형 운동관리 플랫폼도 함께 개발하였음
- 자체 보유한 정밀한 측정 장비를 통하여 본 장치의 센서 모듈의 정확도를 검증하였으며 시연회를 통하여 운동의 처방과 수행을 실시간으로 확인하는 실험을 성공적으로 수행하였음



〈 덤바 운동(예) 〉 〈 실내수영용 장력측정기(예) 〉 〈 어플을 통한 실시간 모니터링 〉

### 지식재산권 현황

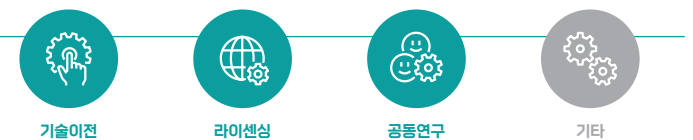
#### 특허 · PATENT

- 재활운동 관리 시스템 및 이를 이용한 재활운동 관리방법(KR1510088)
- 온라인 운동치료정보 시스템(KR1570984)
- 역기운동 계측장치(KR1551343)
- 운동 관리용 역기 및 이를 포함하는 운동 관리시스템(KR1629723)
- 운동기구 장력 측정기(KR1673146)
- 운동기구 장력 측정기(KR1719573)
- 아령운동 식별장치 및 이를 이용한 식별방법(KR1719572)
- 하체운동기구(K1768999)
- 하체운동보조기구(K1817790)
- 실감형 수영 운동장치(1864245)
- 하지 복합 운동기기(K2003720)
- 관절 움직임 측정장치(K1913618)
- 강성 조절이 가능한 탄성체(K1967160)

### 기술완성도 (TRL)



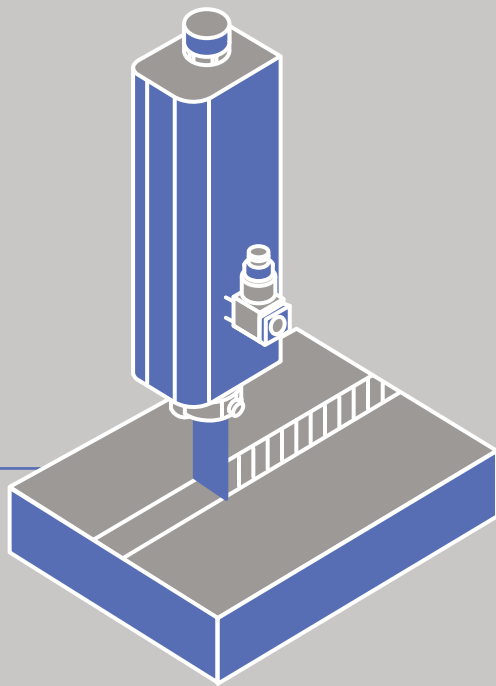
### 희망 파트너십



# 7

## 부산기계기술 연구센터

BUSAN MACHINERY  
RESEARCH CENTER



대면적 다이오드 레이저를 이용한  
금속재료의 표면 경화 및 균질화 기술

376 • 레이저기술산업화연구단

KOREA  
INSTITUTE OF  
MACHINERY &  
MATERIALS

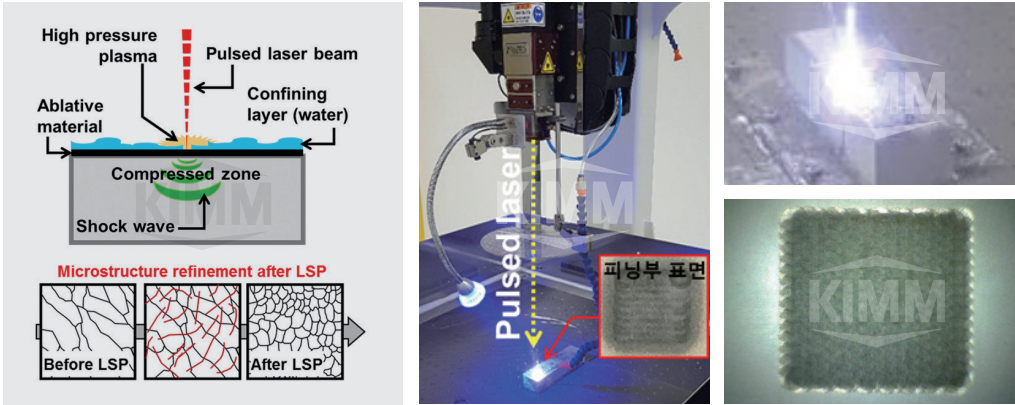


# 금속재료의 표면 경화 및 잔류응력 제어를 위한 Laser Shock Peening 기술

레이저기술산업화연구단   연구자 : 이수진, 김륜한   연락처 : 051.310.8133

기술 개요

- Laser shock peening 기술: 펄스 레이저를 조사하여, 금속재료 표면에 수 mm 깊이의 압축 잔류응력과 경화층을 형성시키는 기술임
- 본 센터의 Laser shock peening으로 인해 금속재료(예를 들어, 선박, 조선해양, 자동차, 원자력발전소 등에 사용되는 고정밀 금속 기계부품)의 피로 성능, 내마모성, 내부식성 등이 향상됨  
→ 해당 부품의 내구성 및 사용 수명 연장



〈 Laser Shock Peening 의 원리 및 모습 〉

고객·시장

- 국방, 자동차 및 플랜트 산업의 고내구성 · 고정밀 금속 기계부품 분야
- 미공군의 경우 Laser Shock Peening 기술 적용으로 연간 700억원의 전투기 부품 교체비용을 절감

본 기술의 필요성

- 본 센터의 Laser Shock Peening은 국부 소성 가공 기술로 경화와 함께 잔류응력 제어 또한 가능한 기술임
- Shot peening 기술을 대체하는 동시에 현재까지 개발된 peening 기술 중 가장 우수한 효과를 얻을 수 있음
- 극한 환경인 원자로 보수에 적용될 수 있는 유망한 기술로 장시간 안전한 원전 운영에 필요
- 고부가가치 제품 및 부품의 수명향상을 통해 운용비용 절감이 가능함

기술의 차별성

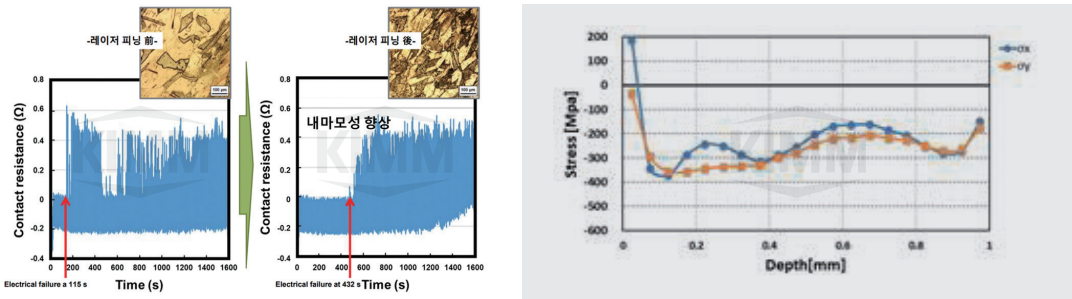
- 한국기계연구원 부산기계기술연구센터에서는 로봇 및 스테이지 모드가 연동 가능한 Laser Shock Peening 기술 및 해당 시스템을 보유하고 있음
- Laser Shock Peening 기술 적용을 위한 기초 연구에서 중대형 시제품 제작 및 개발까지 커버 가능함
- 본 센터의 Laser Shock Peening 장비를 이용해 표면 개질 예비 테스트 및 양산단계 전 실 부품 적용가능성 평가를 제공할 수 있음
- 국내 유일, 최대 출력 7J의 에너지로 Laser Shock Peening 공정을 수행할 수 있음



〈 한국기계연구원의 Laser Shock Peening 시스템 〉

기술의 우수성

- 구리 합금 및 스테인리스강을 대상으로 한 Laser Shock Peening 시험 결과, 150~200% 의 금속 조직 미세화 및 내마모성 향상을 얻을 수 있음
- 기존의 Shot Peening 기술 대비 소재 표면의 변형이 거의 없음

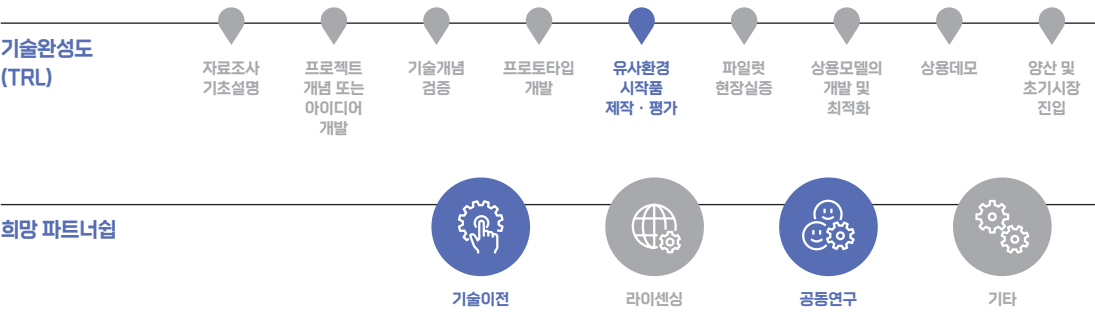


〈 Laser Shock Peening 기술 적용을 통한 구리 합금의 내마모성 향상 예 〉   〈 SS304 소재에 대한 깊이에 따른 잔류응력 분포 〉

지식재산권 현황

노하우 · KNOW-HOW

- Laser Shock Peening 시스템 구축 기술
- 적용 소재별 Laser Shock Peening 요소 기술
- Peening 부 분석 및 평가 기술

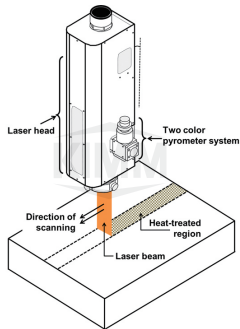


# 대면적 다이오드 레이저를 이용한 금속재료의 표면 경화 및 균질화 기술

레이저기술산업화연구단 연구자 : 이수진 연락처 : 051.310.8133

기술 개요

- 20~2500mm<sup>2</sup>의 대면적 다이오드 레이저를 조사하여, 금속재료 표면에 수 mm 깊이의 선택적 경화 및 균질화층을 형성시키는 기술임
- 레이저 조사 시 표면 온도를 일정하게 유지시키기 위해, 실시간으로 출력을 제어함



열처리 온도 (K)	Cross-sectional macrostructure (P20-improved)
973	Heat-treated zone
1073	경화층
1173	경화층
1273	경화층
1373	경화층
1473	경화층

대면적 다이오드 레이저를 이용한 금속재료의 열처리 기술 및 금형강 대상 적용 예

고객·시장

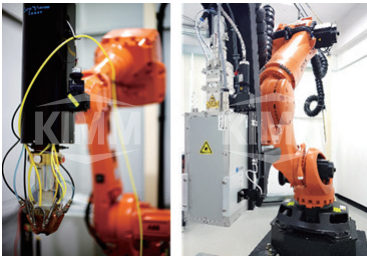
- 금형 및 주형 제조 등의 뿌리 산업

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)

기술의 차별성

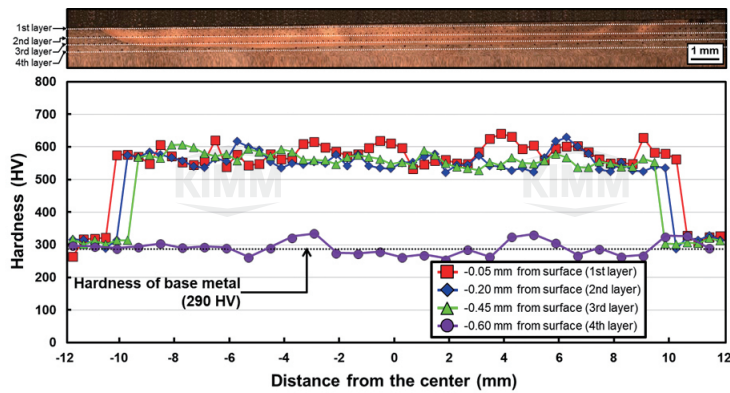
- 한국기계연구원 부산기계기술연구센터에서는 4, 8kW급 다이오드 레이저 열처리 기술 및 해당 시스템을 보유하고 있음
- 다이오드 레이저 열처리 기술 적용을 위한 기초 연구에서 중대형 시제품 제작 및 개발까지 커버 가능함



한국기계연구원의 대면적 다이오드 레이저 시스템

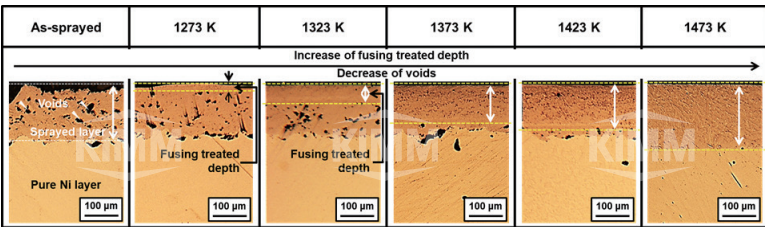
기술의 우수성

- 금형강을 대상으로 한 다이오드 레이저 열처리 시험 결과, 200%의 경도 향상 결과를 얻을 수 있음



다이오드 레이저 열처리 기술 적용을 통한 금형강 표면 경도 향상 예

- 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 · PATENT

- 연속 주조용 몰드, 레이저 열처리를 이용한 연속 주조용 몰드의 제조 방법, 및 레이저 열처리를 이용한 용사층 코팅 방법(KR2107127)

노하우 · KNOW-HOW

- 대면적(20~2500mm<sup>2</sup>) 다이오드 레이저 시스템 구축 기술
- 적용 소재별 레이저 열처리 요소 기술
- 열처리부 분석 및 평가 기술

기술완성도 (TRL)



희망 파트너십

