

INDUSTRY 4.0의 씨앗

**KIMM**

---

한국기계연구원 기업기술지원 우수사례집

## 원장 인사말

기업이 무한 경쟁 시장에서  
성장할 수 있도록 기술지원에  
최선을 다하겠습니다.

한국기계연구원은 보유기술의 확산을 위하여 2005년 성과확산실을 설치하여 본격적인 기술이전 활동을 시작한지 13년을 맞았습니다.

지난 13년간 연구원은 기술이전을 통한 기업의 역량과 전문성 강화를 위하여 노력하였고, 그 결과 연구원이 보유한 우수 기술 1,500여건을 기업으로 이전하는 괄목할만한 성과를 거두었습니다.

이번 기술이전/사업화 우수사례집은 기술사업화를 향한 기업과 연구자들의 열정과 노력으로 이루어진 결과물이며, 앞으로 연구원이 기술 발원지로서의 역할에 최선을 다하여 더 많은 기업과 함께 나누고자 하는 마음을 담아 발간하였습니다.

한국기계연구원은 앞으로도 연구원의 우수 기술을 기업과 함께 나누어 더 많은 일자리 창출과 글로벌 기업육성에 기여하여 국가 경쟁력 강화에 이바지 할 수 있도록 노력하겠습니다.

그리고 이 책의 제작에 도움을 주신 기업과 연구원들에게 진심으로 감사의 마음을 전합니다.

2018년 7월

한국기계연구원장

박 천 홍





# Contents

- ▣ 원장 인사말 02
- ▣ 마치며... 94

## CHAPTER 1. 상용화 성공기술과 기업

- 플라즈마 이용 집진기술로 공기청정기 시장에 신바람 일으키다 - (주)에어비타 08
- KIMM과 협업으로 히트펌프 국내 1위에 오르다 - (주)유니월 14
- 질소산화물(NOx) 저감 가스터빈으로 지구를 살린다 - (주)성일터빈 20
- 신뢰성 갖춘 기어 트레인 설계 기술로 세계 트랙터 시장 개척 - (주)LS엠트론 26
- 세계에 우뚝 선 강소기업, 35개 국가에 독자 유통망 확보 - (주)GMP 32
- 32캐비티 나노광학부품 금형개발로 국내 일인자가 되다 - (주)아이오솔루션 38
- 기술력으로 10년 만에 국내 시장 점유율 최고가 되다 - (주)알피에스 44
- MOTF 기술로 첨단장비제조 세계시장 진입 - (주)제이스텍 50

## CHAPTER 2. 상용화를 향한 기술 배양 기업

- 진정한 히든 챔피언(Hidden Champion)에 도전한다 - (주)JS정밀 58
- 소음·진동 해석으로 육지와 바다 생태계를 지킨다 - (주)유니스텍놀러지 64
- 생체신호 인식 로봇세계에 도전하는 재활자의 희망 - (주)사이보그-랩 70
- 원전 안전설계! 세계 일인자 - (주)우진 76
- 미활용 열회수 시스템 개발로 에너지 절약 신산업에 도전 - (주)센도리 82
- 나노 기술로 현장 의료 진단기기 양산화 도전 - (주)네오나노텍 88

# CHAPTER 1



## 상용화 성공기술과 기업

플라즈마 이용 집진기술로 공기청정기 시장에 신바람 일으키다 - (주)에어비타  
KIMM과 협업으로 히트펌프 국내 1위에 오르다 - (주)유니웰  
질소산화물(NOx) 저감 가스터빈으로 지구를 살린다 - (주)성일터빈  
신뢰성 갖춘 기어트레인 설계 기술로 세계 트랙터시장 개척 - (주)LS엠트론  
세계에 우뚝 선 강소기업, 35개 국가에 독자 유통망 확보 - (주)GMP  
32캐비티 나노광학부품 금형개발로 국내 일인자가 되다 - (주)아이오솔루션  
기술력으로 10년 만에 국내 시장 점유율 최고가 되다 - (주)알피에스  
MOTF 기술로 첨단장비제조 세계시장 진입 - (주)제이스텍





## 플라즈마 이용 집진기술로 공기청정기 시장에 신바람 일으키다 (주)에어비타

도시화와 공업화에 따라 대기의 공기오염은 날로 심각해지고 있다. 게다가 현대인의 주거환경이 대부분 실내 공간으로, 대기 오염과 실내의 공기 질은 우리의 건강에 커다란 위협이다.

### airvita

**이전 기술명**  
가스 및 초미세먼지 동시 저감 차량용 정전방식 공기청정기 상용화 기술  
**기술이전기업**  
(주)에어비타

**대표**  
이길순  
**홈페이지**  
www.airvita.net  
**TEL**  
1588-7025

사회생활 구조의 변화는 실내에서 생활하는 시간이 점점 길어지고 이에 따라 실내 환경이 인간에게 미치는 영향 또한 커지고 있다. 특히 실내공간에서 부유하는 분진, 세균류와 유기화합물(Volatile Organic Compounds: VOCs), 포름알데히드(HCHO) 등이 인체에 미치는 영향에 대한 연구결과가 대중에게 알려지면서 실내공기 질 개선에 대한 사회적 요구가 급증하고 있다.

### 공기청정기 시장의 확대

이러한 환경인식의 변화에 대한 사회적 분위기에 따라 정수기가 백색가전의 필수품이 된 것처럼 공기청정기 역시 외부환경 오염으로부터 건강을 지켜주는 필수 가전제품이 되었다. 따라서 공기청정기의 집진 성능



과 방법역시 소비자들의 제품 선택의 중요한 관심 사항으로 대두되었다.

한국기계연구원의 김학준 박사 연구팀이 개발한 『가스 및 초미세먼지 동시 저감 차량용 정전방식 공기청정기 상용화 기술』에서는 미세먼지는 물론 에어로졸 크기인 입자크기 PM(Particulate Matter) 1.1~2.5 $\mu$ m 인 초미세먼지와 극미세먼지를 99% 제거가 가능하다. 즉, 이 기술의 적용으로 ‘마이크로 코로나 로우 에너지 집진기술’의 공기청정기 적용 상용화에 성공하였다. 기술적인 집진 원리는 마이크로전극으로 코로나 방전을 일으켜 이온을 발생시킨다. 이렇게 생성된 이온은 공기 중의 먼지에 전기를 띠게 만들고 이온과 결합하므로 강력한 흡입팬을 가동하면 집진필터에 포집되는 것이 ‘마이크로 코로나 로우에너지 집진기술’의 기본 원리이다.

### 기술강소기업 추구 에어비타

이러한 요소기술을 이전 받아 상용화에 성공한 (주)에어비타는 대기 환경 오염에 따른 실내 환경개선에 기여하고자 2003년에 설립되었고, 한국기계연구원과 인연을 맺기 전에 이미 복합이온화기술인 ‘AIC(Airvita Ions-Ozone Complex Ionization)’를 사업화하고 국내의 소형 공기청정기 출시하여 시장을 개척해 왔다. 그래서 (주)에어비타는 제품과 기술력을 인정받아 산업포장, 발명금상을 수상했으며, 제네바 국제발명전시회에서는 금상과 특별상을 수상 받으며 세계로부터 에어비타의 우수한 기술성을 인정받은 기업이다.







집진부는 비금속 물질로 코팅되어 있어 세척이 용이하기 때문에 필터교체가 필요 없으며, 경제성이 매우 우수하다

**코로나 방전을 이용한 전기집진방식의 '더스트제로 PM1.0'**

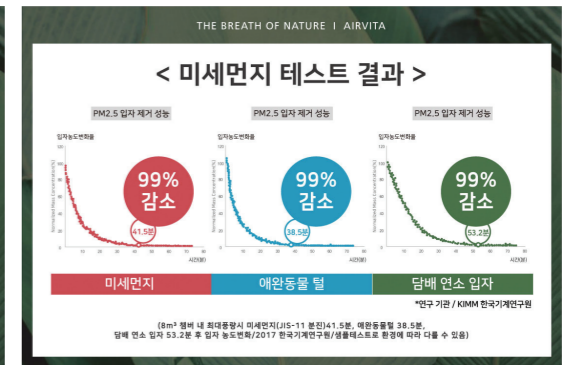
이렇게 성공적으로 기업을 운영하던 (주)에어비타는 2017년 말 한국기계연구원(KIMM)과의 협업을 새로운 개념의 전기집진기술이 적용된 '더스트제로 PM1.0'을 개발하고 상용화에 성공하였다. 이를 통해 공기청정 전문기업으로 성장하는데 큰 발판이 되었다.

공기청정기 원리는 두 가지 방식이 있다. 하나는 필터를 이용한 여과 집진식으로 몇 개의 필터를 중첩하여 먼지를 걸러내는 방식으로 주기적으로 필터를 교체해 주어야 하므로 유지비가 많이 든다. 다른 하나는 '더스트제로 PM1.0'이 채택한 기술 방식으로 코로나 방전을 이용한 전기집진 방식이다. 공기 중으로 음이온이나 양이온을 방출시켜 먼지가 전기를 띠게 만들어 걸러내는 방식으로 필터를 교체할 필요가 없어 유지비가 거의 들지 않는다. 또 하나 장점으로 코로나 이용 집진기인 '더스트 제로'의 상품 우수성을 타 기술 제품과 비교하여 보면 "전기집진 방식은 '오존(O<sub>3</sub>)'이 소량으로 발생되는데 반하여 '더스트제로(DUSTZERO)'는 마이크로급 직경의 전극을 방전극으로 이용하기 때문에 오존이 거의 발생하지 않는다"는 명백한 기술적 혜택이 있다. 더불어 집진부 세척하는 문제는 비금속 물질로 코팅되어 있어 간단한 물세척으로 가능하다. 즉, 세척 때문에 필터를 교체할 필요가 없으므로 경제성이 매우 우수하다.

이런 결과에 대해서 김학준 박사는 "지난 10년간의 정전기를 이용한 공기청정 기술 개발 연구 성과가 이렇게 사업화 결실로 맺어져 보람을 느낀다"고 그간의 소회를 밝히고, "코로나는 낮은 플라즈마의 일종으로 에너지가 낮기 때문에 소비전력은 형광등의 1/3 수준인 시간당 14W에 불과하고, 오존도 거의 발생하지 않아 친환경적이다"고 강조한다. (주)에어비타의 이길순 대표 역시 '더스트제로 PM1.0' 제품 출시를 자축하면서 "깨끗하고 신선한 공기는 우리 생활에 필수적입니다."라고 전제하고, 자신의 기업경영철학에 대해서 "환경은 우리의 건강에 있어서 보이지 않는 오염 물질로 인해 큰 부작용을 일으킬 수 있습니다. (주)에어비타는 공기청정기의 핵심 역량인 기술개발을 통해서 우리가 숨쉬기 가장 편안한 공기를 만들기 위해 노력하는 기업입니다."며 지속적인 R&D를 통한 신기술 제품 개발의 중요성을 강조하였다.

**한국기계연구원(KIMM)의 패밀리 기업**

2008년부터 플라즈마의 일종인 코로나를 이용한 집진기술을 연구해온 한국기계연구원(KIMM) 연구팀은 지난해인 2017년에 (주)에어비타사에 본격적으로 기술이전을 시작하였다. KIMM의 환경기계연구팀과 (주)에어비타사의 협업의 인연은 2016년 초로 오랜 기간은 아니지만, 획기적인 집진기술을 공기청정기에 적용하여 상용화하고자하는 양측의 열의에 따라 바로 ACE과제를 진행하였다. ACE과제를 통해 기술협력에 대한 상호간에 신뢰가 쌓이자, 급기야 지난해 10월 말에는 KIMM과 (주)에어비타는 연구소기업 (주)웅드컴퍼니를 설립함으로써 협업을 더욱 강화하였다. 이와 같이 협업의 상징회사가 된 (주)웅드컴퍼니 설립 취지에 대해서 양 측은 "원천기술이 개발로만 끝나는 것이 아닌 상용화 성공으로 친환경 환경에너지기술의 상용





KIMM의 환경기계연구팀과는 2016년 초부터 ACE과제로 하여금 인연을 맺었으며, 2017년 KIMM과 (주)에어비타는 연구소기업 (주)용드컴퍼니를 설립했다.

화 제품에 대한 경쟁력을 근본적으로 강화하는 것이 목적”이라고 밝혔다.

**성장하는 시장**

국내 외 공기청정기 시장은 지속적으로 성장하고 있다. 국내 시장규모는 현재 1조를 돌파하였으며, 이는 3년 전 5,600억 규모에서 2배 이상 급속도로 늘어났다. 업계 전문가들은 올해 하반기쯤에는 국내 공기청정기시장은 1조 5,000억 이상 성장할 것으로 추측하고 있다. 한국무역협회 품목별 수출입 통계에 나타난 가정용 공기청정기 수출입을 현황을 보면, 2017년 기준 수출은 1억 1천 8백만 달러, 수입은 9천 2백 4십만 달러를 기록했다. 한편 세계 공기청정기 시장은 현재 7조를 넘어섰으며, 매년 평균 약 12%씩 성장을 내다보고 있다. 이에 따라 2016년 맺은 한국기계연구원과의 ACE 기술협업으로 (주)에어비타는 더욱 많은 시장 확대 기회를 가질 것이다.

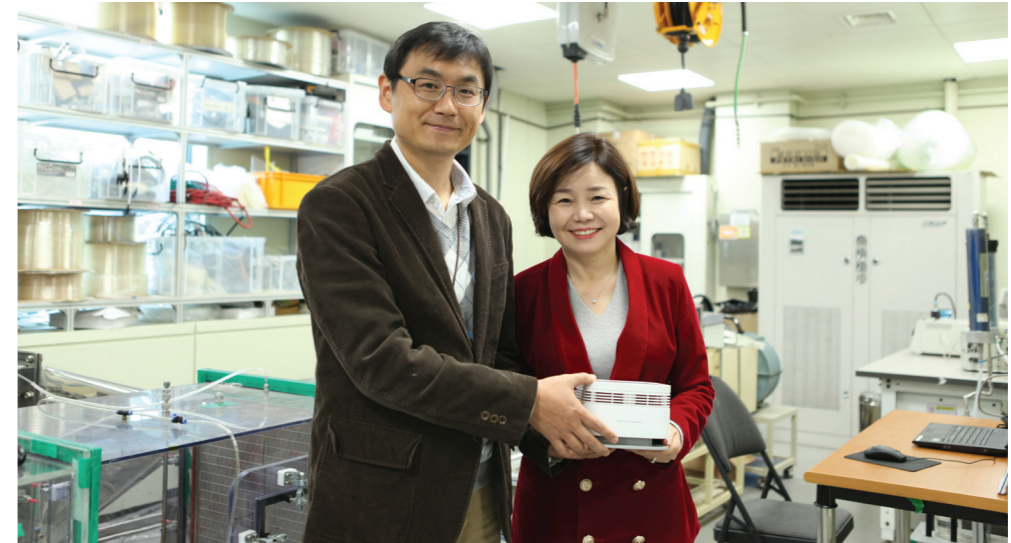
**기술경쟁력을 바탕으로 세계적 브랜드로 성장할 것**

(주)에어비타 제품의 세계적 수준에서 비교해본 기술성을 보면, 소형시장에서의 세계적 수준의 공기청정기 제품은 과거 P사의 G제품이었으나 현재는 ‘더스트제로 PM1.0’이 대표적인 기술성을 가진 공기청정기로서 그 효율과 성능이 기존제품에 비교해 매우 뛰어나 세계적 수준을 자랑하고 있다.

향후 경영목표에 대하여 (주)에어비타의 이길순 대표는 “창업 이래 15년 기술이 집약된 ‘더스트제로 PM1.0’을 발판삼아 새로운 도약에 나설 준비가 되어 있으며, 금년에는 매출 200억을 목표로 하고 있다. 최근 독일 홈쇼핑QVC에서 관심을 갖고 있어, 올해 말부터는 유럽지역으로 수출 확대가 기대되며, 인도네시아, 태국 등 동남아 지역에서도 가시적인 성과가 나올 전망이다. 국내위 소형공기청정기 제조업체라는 타이틀에서 한 발 더 나아가 해외에서도 공기청정기하면 (주)에어비타라는 글로벌 브랜드로 키우려는 목표를 가지고 있다.”고 향후 회사 비전을 밝혔다. 아울러 이런 회사경영 목표를 달성하기 위해서는 한국기계연구원(KIMM)과의 협업이 무엇보다 중요하다고 강조한다.



**오염물질 방지 기술개발 및 성능평가 기술 개발**



환경기계연구실은 미세먼지와 유해가스를 줄이는 청정시스템 기술, 석탄과 신재생에너지 발전 시스템 유해가스 처리기술, 실내외 오염저감 기술, 폐수 및 정수처리를 위한 고도 수처리 기술을 개발한다.

연구 분야로는 ▲정전기 이용 초미세먼지/유해가스 처리 및 청정환경시스템 기술 ▲미세먼지 전구물질 및 초미세먼지 응집 제거 기술 ▲석탄 및 신재생 에너지 발전 시스템 유해 가스 처리 기술 ▲폐수 및 정수 고도 수처리 기술 ▲분리막 기반 담수화 기술 등이 있고, 연구 성과로는 ▲NOx, SOx 등 미세먼지 동시 제거를 위한 정전 가스 정화 기술 개발 ▲미세먼지 전구물질 생성 저감 기술 ▲CCS 를 위한 Oxy-PC/CFB 화력 발전 시스템 환경제어 기술 개발 ▲세일 가스전 발생폐수 재이용 및 생산수처리 시스템 엔지니어링 기술 개발 ▲정삼투 시스템 및 염도 차 발전 시스템 개발 등이 있다.

특히 자동차, 반도체 등 실외 환경 및 공기청정기, 공기조화기 등과 같은 실내환경 오염물질 방지기술 개발 및 성능평가 기술 개발을 연구한다.

연구책임자 김학준 박사 소속 환경시스템연구본부의 환경기계연구실  
이메일 diayolk@kimm.re.kr 전화 042-868-7775

**가스 및 초미세먼지 동시 저감 차량용 정전방식 공기청정기 상용화 기술**

마이크로 전극으로 코로나 방전을 일으켜 이온을 발생시키고, 공기중으로 음이온을 방출시켜 먼지가 전기를 띠게 만들어 걸러내는 방식으로써 필터 교체할 필요가 없어 유지비가 들지 않는다.





## KIMM과 협업으로 히트펌프 국내 1위에 오르다 (주)유니웰

여름의 에어컨, 겨울의 온풍기 그리고 건물 옥상의 냉각탑은 모두 열교환기 원리에 의해 작동된다. 그 안에 있는 핀튜브, 히트파이프 등은 열전달 물질이다. 대기환경 조건에 따라 서로 반응하는 상관관계식을 만드는 것은 전체 시스템 운용에 매우 중요하다.

**U**  
UNIWEL  
이전 기술명  
히트파이프 열교환기  
성능시험 기술 프로그램  
기술이전기업  
(주)유니웰  
대표  
백창훈  
홈페이지  
www.uniwel.co.kr  
TEL  
052-254-5812

### ‘우리는 한 순간도 에너지 없이는 살 수 없다.’

에너지를 얻기 위하여 화석연료를 사용하고 태양열이나 풍력과 같은 천연 에너지 원을 이용한다. 이렇게 새로운 에너지원을 얻고자 노력하지만, 거기에 따른 폐해는 수도 없이 많다. 지하철의 폐열에너지를 대기에 노출시켜 낭비 하기보다 회수하여 재활용하는 방법은 없을까? ‘있다’ 손실되는 에너지를 열교환기를 통해서 재활용할 수 있다. 열교환기는 고온 유체와 저온유체를 고체 벽을 증개하여 접함으로써 저온유체의 가열, 고온유체의 냉각을 목적으로 하는 장치이고, 유체의 조합으로서는 기체와 기체, 액체와 기체, 액체와 액체 결합의 종류가 있다. 점증하는 시장의 팽창으로 열교환기 산업에 매진하는 (주)유니웰의 성공 스토리에는 30년 이상에 걸친 한국기계연구원(KIMM)과의 협업이 그 근간을 이룬다.

### 열교환기 성능시험 기술 프로그램

(주)유니웰이 한국기계연구원(KIMM)으로 부터 이전받은 요소기술은 「히트파이프 열교환기 성능시험 기술」이다. 히트파이프 열교환기는 산업용 열교환기 가운데 가장 많이 사용되고 있는 핀-튜브형 열교환기에서 튜브를 통해 열 회수 및 냉각에 적용되는 히트파이프로 번들과 같은 다관 형태로 된 열교환기를 말한다. 한국기계연구원(KIMM)으로 부터 이전받은 요소기술의 특징은 히트파이프의 열저항 모델을 해석하고, 프로그램을 구현하며, 히트파이프 내 증발부와 응축부의 경험식을 검증하고 새로운 형태의 상관 관계식으로 풀어내는 히트파이프 열교환기 설계 프로그램이다. 또한 작동유체 변화도 반영하여 열교환기 설계 프로그램에 적용을 하여 보다 정확한 데이터를 얻을 수 있는 성능시험 기술이다.

이 프로그램은 표준화 사양의 열교환기 뿐만 아니라 특수한 열교환기 설계 제작에 반드시 필요하다. 최근 히트파이프 열교환기 수요자들은 다양한 용도의 열교환기를 주문하는 경향이 증가하는데 회사에서는 수용할 수밖에 없다. 이렇게 엄격해진 시장 상황을 고려하면, 본 이전기술 시험설비 프로그램에 의거하여 열교환기 성능을 미리 시험하고 최적 사양으로 설계 제작할 수 있으므로 기존의 타 경쟁사보다 품질에서 경쟁력 우위를 확보할 수 있다.







국내 최초로  
고주파 용접형  
핀튜브 제작으로  
업계 선두주자

**핀튜브 전문 제조하는 대표기업**

한국기계연구원(KIMM)의 패밀리 기업인 (주)유니웰은 1986년 열교환기 및 핀튜브를 전문으로 제조하는 대표업체로 회사 설립 이래 대한민국 최초로 고주파 용접형 핀튜브 제작을 시작했다. 내수와 수출이 7대 3의 비율로 지난해 330억 원의 총 매출을 기록한 강소기업이다.

(주)유니웰 열교환기 제품은 충실한 열정산과 오랜 기간 쌓아온 현장 경험을 반영한 제품으로 자사 고유의 기능 보유자들에 의해 제작되어 공급하고 있다. 특히 폐열회수시스템 제품은 열교환기의 일종이지만 특별 관리 제품군으로 분류하여 취급하고 있다. 왜냐하면 특수 열교환기는 용도에 적합한 설계와 제작이 일반 열교환기에 비해 월등히 복잡하고 수요자의 다양한 요구를 수용하여 제품화하고 있으며, 시험설비로 성능을 시험하여 최적의 사양으로 설계, 제작해야 하기 때문이다.

(주)유니웰의 히트파이프(HEAT PIPE)식 열교환기의 특징에 대해서 서형록 연구개발실장은 “본사는 HEAT PIPE 성능 시험장치를 도입함으로써 유니웰이 국내 유일의 완벽한 체제를 갖춘 히트파이프 열교환기(HEAT PIPE TYPE HEAT EXCHANGER)의 전문제작업체다.”고 설명하였다. 그러한 이유로 유니웰의 핀튜브 외길 사업을 30년 이상 해오면서 기술 개

발에 노력해온 회장님을 비롯한 경영진의 노력에 대한 결실이었음을 서형록 실장은 강조한다. “유니웰은 대한민국 최초로 고주파 용접형 핀튜브 제작을 시작하였으며 알루미늄 및 동핀튜브도 제작하며 국제규격 규정보다 엄격한 자사 기준에 의한 모든 규정을 준수하며 생산하고 있다.”고 밝히며 자사 제품의 품질 우수성을 강조하였다.

**한국기계연구원(KIMM)과의 협업**

이러한 성공의 이면에는 경영진과 한국기계연구원 간의 남다른 동기와 에피소드가 있다. 거슬러서 1984년 윤의수 본부장과 백구현 대표가 당시 과학기술처 기술개발 사업 주관기관 및 참여기업 형태로 협업이 시작되었으며 현재 백창훈 대표와 이정호 박사가 이어서 지속적으로 협업을 이어가고 있다. 지난 2011년 당시에 극한기계연구본부의 이정호 박사가 ‘히트파이프 열교환기 성능시험장치 기술’을 유니웰에 이전하였는데, 그 덕분에 유니웰은 ‘설계프로그램’, ‘제작기술’과 ‘성능시험장치’ 등 3박자를 고루 갖춘, 동종업계 유일 기업으로 성장하였다.

한편 협업의 형태로 한국기계연구원(KIMM)은 2014년 유니웰을 ‘가족기업(KIMM-패밀리기업)’으로 선정하고, 기관 일류상품개발사업(ACE 프로그램)을 통해 집중 지원하고 있다. 이러한 ACE 프로그램을 통해서 한국기계연구원(KIMM)은 유니웰에 ‘히트파이프 설계를 위한 기술지원’과 ‘히트파이프 설계 노하우’를 프로그램화 해서 정기적인 기술 지원 형태로 수시로 제공하고 있다. 그리고 분기별로 년 4회에 걸쳐 ‘히트파이프 설계 교육 및 세미나’를 개최하고 있으며, 유니웰사와 한국기계연구원(KIMM)간의 기술 교류회 세





국제규격 이상  
엄격한 사내 기준으로  
알루미늄 및  
동 핀튜브도 생산

미나도 반기별로 1회 개최를 통해서 유니월의 상용화 제품의 품질향상에 크게 기여하고 있다.

「히트파이프 열교환기 성능시험 기술」의 수요 확대

이전반은 「히트파이프 열교환기 성능시험 기술」로 만든 히트파이프의 주요 고객사는 석유화학사인데, 갈수록 히트파이프의 성능대비 소형화, 경량화가 요구되고 있으며 스마트 기기까지 장착되어 자동차산업과 냉공조 산업으로 수요가 확대되고 있다.

본 기술성은 전·후방산업에도 미치는 영향이 크다.

본 기술제품의 시장의 특성에 대해서 유니월사는 “히트파이프 열교환기는 폐열회수가 가능한 석유 & 화학, 정유, 철강, 자동차, 건물, 농업, 식품 등에서 폐에너지를 회수하여 공조, 난방 및 온수 등의 열원으로 열교환하는 에너지 핵심기기”라며 세계 히트파이프 열교환기 시장은 지속적으로 성장할 것이라고 확신하고, 여기에 발 맞춰 선도기업으로서 기술 개발을 위한 한국기계연구원(KIMM)과의 협업의 중요성을 강조한다.

이에 따라 유니월사는 향후 회사 경영실적 전망과 수출 타겟 국가와 목표치에 대한 전망에 대해서 “현재 유니월은 플랜트분야에 중점을 두어 사업 추진 중이므로 한국기계연구원(KIMM)의 지속적인 기술지원이 필요하며, 정기적인 기술교류를 통해 미래 주력분야를 발굴하고자 한다.”고 밝혔다. 수출 관련해서는 2015년 중국의 화학기업과 1,000만 달러 수출을 한 이후 중국의 업체들과 지속적인 거래를 하고 있으며, 중국과 일본뿐만 아니라 미국 등 세계시장을 향한 수출다변화와 확대를 위해 본사 제품 홍보를 강화하고 있다.



에너지 생성 및 변환 기술의 고도화 추구



에너지변환기계연구실은 신 기후체제에 대응하기 위해 에너지 생성 및 변환기술의 고도화를 추구한다. 이를 위해 고효율 유체기계기술, 극저온냉동및 액화 기술, 가스터빈 사이클 및 냉각 기술에 대한 연구를 수행한다.

이정호 박사는 에너지 효율 향상 분야에서 주로 냉각 및 열전달 향상에 관한 연구를 25년 이상 수행하였으며, 전자장비 냉각(Heat Pipe, Heat Spreader), 가스터빈 열전달 및 공기 냉각, 고온 강재 냉각(Jet, Spray) 및 분야를 주로 연구한다. “금속재 품질 향상을 위한 600oC/s 초급속냉각 친환경 열처리 기술” 연구 성과로 2016년 올해의 10대 기계 기술로 선정되었다.

연구책임자 이정호 박사 소속 히트파이프 열교환기 성능시험 기술  
이메일 jungho@kimm.re.kr 전화 042-868-7986

히트파이프 열교환기 성능시험 기술 프로그램

히트파이프의 열저항 모델 해석 및 프로그램을 구현하며, 히트파이프내 증발부와 응축부의 경합식 검증 및 새로운 형태의 상관관계식을 적용한 히트파이프 열교환기 설계 프로그램이다. 또한 작동유체 변화를 열교환기 설계 프로그램에 적용함으로써 보다 정확한 데이터를 얻을 수 있는 장점을 갖는다.





## 질소산화물(NOx) 저감 가스터빈으로 지구를 살린다 (주)성일터빈

가스터빈 제조에서 질소산화물 저감 기술은 복합발전, 항공·방위산업 등에 활용되는 매우 중요한 기반 기술이다. 국내 가스터빈기술이 선진국에 종속되지 않도록 국가 정책적차원에서 지원이 필요한 분야다.



**이전 기술명**  
연료/공기 혼합 특성을 설계한  
가스터빈용 저 NOx 연소 버너기술

**기술이전기업**  
(주)성일터빈

**대표**  
우타관  
**홈페이지**  
www.sungiltbn.com

**TEL**  
051-930-8900

질소산화물(NOx)은 연료의 고온 연소 시에 대기 중 질소의 일부가 산소와 반응하여 생성되는 물질로 대표적인 오염물질은 일산화질소(NO)와 이산화질소(NO<sub>2</sub>)가 있다. 질소산화물은 대기중의 휘발성 유기화합물과 반응하여 초미세먼지의 전구물질 역할을 하며 산성비의 원인이 되기도 한다. 오늘날 질소산화물의 주요 배출원은 자동차, 발전소, 화학물질 제조공장 등이 있으며 사용연료와 연소기술의 개선 등으로 질소산화물 저감을 위한 터빈기술 개발 방안이 시급히 요구되고 있다.

이런 즈음에 한국기계연구원의 김한석 박사는 「연료/공기 혼합 특성을 개선한 가스터빈용 저 NOx 연소 버너기술을 개발하여 기존의 터빈제품에 비해 30%이상 질소산화물을 저감할 수 있는 기술을 (주)성일터빈에 이전하였다.

초미세먼지의 원인이 되는 NOx배출을 저감하고, 연소진동을 최소화 하여 기계적 마모를 억제

**KIMM 으로 부터 이전받은 요소기술의 특징 및 정의,** 버너 내부에서 연료와 공기의 혼합특성을 조절하는 방법을 이용하였으며, 연료 분사와 공기 공급 형상을 조절함으로써 연소공기 및 연료에 의한 질소산화물의 생성을 억제하는 원리이다. 수치해석과 다수의 연소실험을 병행하여 공기스룻 형상폭을 변경함으로써 회염대를 하류로 이동시켜 혼합거리를 증대시켰고, 연료의 분출구 수와 직경을 변화시켜 연소영역에서 연료·공기 예혼합을 최적화한 기술이다.

### TRL(Technology Readiness Level) 9 기술수준

세계적 수준에서 비교해 본 연소버너 설계기술의 수준을 보면, "본 기술은 로드맵상 TRL(Technology Readiness Level) 9에 해당되며, 가스터빈시스템의 일부분인 연소버너만을 개발하였기 때문에 세계 최고수준의 제품과 직접적으로 비교하기는 어렵지만 본 개발품은 GE,지멘스 제품에 비교하여 공해성 가스배출 관점에서는 동등한 수준이다."고 기술개발 연구원인 김한석 박사는 밝혔다. 본 가스터빈 관련 기술의 적용분야는 매우 다양한 영역에 분포되며 복합발전, 항공산업, 방위산업 등에 활용되는 매우 중요한 기반 기술이다. 한편 세계적으로 LNG를 사용하는 복합발전의 수요가 늘고 있는 추세이지만, 특성상 각 제조사마다 고유 모델을 사용함에 따라 범용성이 없으며 기술이전도 기피하는 추세이고 국내에서는 기술개발 수준이 상대적으로 매우 취약하다. 이에 따라 관련 고온부품의 수급과 전력 공급의 안정화를 고려할 때 국내 가스터빈기술은 선진국에 종속되지 않도록 국가가 정책적으로 지원이 필요한 시장의 특성을 가진 분야이다.







본 발전용 가스 터빈 연소기는 실증을 통해 성능면에서 선진제품보다 우위를 확인

**질소산화물의 배출을 평균 30%이상 절감하는 수입대체 기술**  
 한국기계연구원의 김한석 박사가 (주)성일터빈에 이전한 요소 기술인 「연료/공기 혼합 특성을 개선한 가스터빈용 저 NOx 연소 버너기술의 특징」은 관련 세계최고 회사인 미국 GE OEM 제품과 동일한 연소 조건에서 연료/공기의 예혼합 균일도를 증대시켜 연소영역의 고온점(Hot Spot)을 억제한 예혼합 희박 연소기술이다. 현재 이 기술을 적용한 발전설비는 분당의 열병합 발전용 가스터빈인 GT11NM의 연소기이다. 국내 최초 발전용으로 개발된 저 NOx 연소 버너기술은 국내 LNG사용 복합발전기 시장을 거의 독점하고 있는 미국의 GE OEM사의 기존 버너 제품을 혁신적으로 개선하고 개량한 대체기술이다. 기존 연소기는 공기 공급 슬롯(Slot)폭과 다수의 연료 공급구가 균일하게 제작된 반면에 본 제품에 적용된 기술은 공기 공급 슬롯 폭과 연료 공급 방법을 최적화시켜 질소산화물의 배출을 평균 30%이상 저감시킨 기술이다.

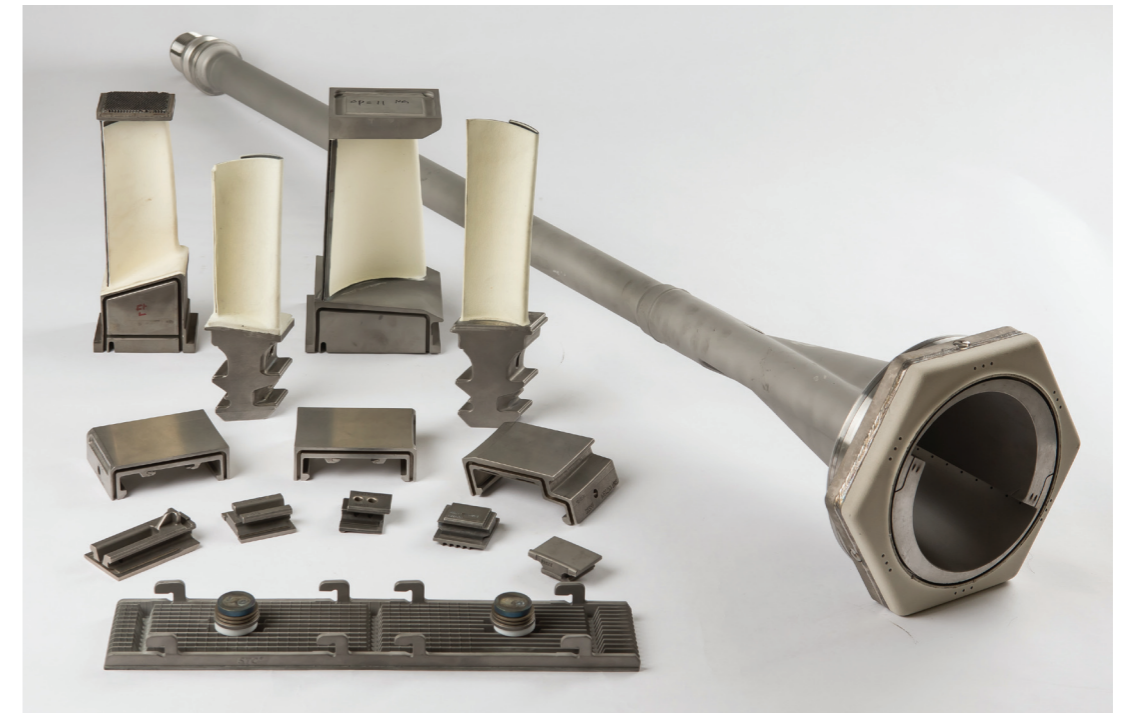
**국산화 기술로 세계를 향한 성일터빈**  
 본 기술을 한국기계연구원으로부터 이전 받아 질소산화물 저감 연소버너 상용화에 성공한 (주)성일터빈은 1978년 설립 이래 가스터빈 고온부품 전

문 기업으로서 오늘에 이르렀다. (주)성일터빈은 모기업인 (주)성일SIM에서 1997년부터 GT11NM 기종의 연소실 고온부품 국산화를 시작으로 지난 20여 년 동안 국내 가스터빈 고온부품 국산화를 위해 연구개발 및 투자를 해왔으며, 2012년 7월 가스터빈 고온부품 전문기업으로 육성 발전하기 위해 (주)성일SIM에서 분사하였다.

현재는 남동발전, 동서발전, 중부발전, 남부발전, 서부발전 등 국내 모든 발전회사와 지역난방공사, 포스코, GS Power 등 민자발전소 등 국내 전력회사와 국산화 개발 과제를 수행하였고 터빈 완제품 납품 및 수리업을 전문으로 병행하고 있다. 이러한 업력과 기술력을 토대로 이란과 2016년 약 30억 원의 수출 계약을 시작으로 중동과 동남아시아 시장에도 가스터빈 고온부품을 수출하기 위하여 활발한 해외 영업 활동을 하고 있다. 특히 탈원전 및 노후 석탄화력발전소의 환경 문제 등으로 인하여 LNG 복합 가스터빈 분야가 확대 및 활성화가 될 것으로 판단이 됨에 따라 매출이 증가할 것으로 기대를 하고 있으며, 내수뿐 아니라 수출 대상국으로 필리핀, 이란, 사우디, 미국 등 60Hz 터빈을 운전 중인 국가를 중심으로 활발히 수출상담을 진행하고 있다. 성일터빈 자체 분석에 따르면, 현재까지 국산화한 사업화 실적은 총 500억 원 규모에 이르고, 수입대체 효과는 약 1,000억 원 정도 추정된다. 한국기계연구원의 기술이전 요소기술 적용 제품으로만 한정해 보면 수출은 180억 원에 이르고, 수입대체 효과로는 50억 원으로 성일터빈은 추정하고 있다.

**패밀리기업 (주)성일터빈과의 기술이전 과정에서 협업의 과정**

한국기계연구원(KIMM) 패밀리기업인 (주)성일터빈은 정밀주조에 관하여 국내 최고기술을 보유하고 있고 2009년부터 발전용 가스터빈 연소기 국산화에 대하여 기계연구원과 공동 연구를 수행하고 있다.





가스터빈 고온부품 연구개발 과정에서 국내 최고의 기술력과 인재를 보유하고 있는 KIMM과의 협업을 너무나 당연하고 자연스러운 과정이었다.

연구 개발자인 김한석 박사는 협업 초기에 대한 순회에서 “성일터빈은 가스터빈 고온부품의 제작기술은 우수하지만 본 기술을 적용하기에는 전문분야가 서로 다르기 때문에 초기 일부 오해는 있었지만 신뢰를 바탕으로 연구가 심화될 수 있었다.”고 밝혔다. “국내 최초의 국산 발전용 저공해 가스 연소기를 발전소에 적용하기 위해서 성일터빈 사장님과 수차례 발전소를 방문하여 제품의 성능을 발전소 분들께 인식시키는데 많은 어려움이 있었다.”라고 하였다.

김 박사는 협업의 과정 중에 가장 인상 깊었던 에피소드로 “발전소에 개발품을 초기발전소에 장착하여 성일터빈 사장님과 마음 즐기면서 성능을 지켜보았고 시운전 시 개발품에 맞지 않은 조건으로 운전을 하여 배출가스가 많이 나와 걱정을 했지만 정상 운전 시에는 우수한 성능을 보여 성일터빈 사장님과 함께 기쁨을 나누었고 이후에도 기존제품에 비하여 모든 운전조건에서 탁월한 성능을 보임에 따라 발전소에서도 역시 감탄했을 때 서로 큰 기쁨을 나눌 수 있었다.”고 말하며 뿌듯한 미소를 지어 보였다.

한편 이와 같은 협업의 성공에 대해 성일터빈의 정민화 팀장은 “가스터빈 고온부품 연구개발 과정에서 국내 최고의 기술력과 인재를 보유하고 있는 KIMM과의 협업을 너무나 당연하고 자연스러운 과정이었다.”고 말하며, “한국기계연구원(KIMM)과의 협업을 통해 성공적으로 개발된 연소 버너(Low NOx Burner)를 발전소에 납품하던 중 YTN에서 방송 중인 ‘강소기업이 힘이다’라는 프로그램에 당사가 출연하게 되었고, 김한석 박사도 흔쾌히 도움을 주셨고 방송에도 함께 출연한 적이 있었고 향후에도 지속적인 한국기계연구원과의 협업을 기대하고 있으며, 향후에도 지속적인 한국기계연구원과의 협업을 기대하고 있다.”고 밝혔다.

이 순간에도 (주)성일터빈은 국내 모든 가스터빈에 대한 고온부품 공급 및 서비스와 동남아시아 그리고 중동시장을 중심으로 한 가스터빈 전문 세계적 기업으로 발전하기 위해 노력 중이다.



## 지구 온난화 대비 질소산화물 저감 터빈연구



환경시스템분부는 미세먼지와 유해가스를 줄이는 청정시스템 기술, 석탄과 신재생에너지 발전 시스템 유해가스 처리기술, 실내외 오염저감 기술, 청정 엔진기술, 폐수 및 정수처리를 위한 고도 수처리 기술을 개발한다. 이를 통해 에너지 위기를 해결하기 위한 국가 기간 기술을 제공하며 연구 분야로는 ▲바이오매스의 급속열분해를 통한 바이오 원유 제조기술 ▲저공해 발전용 가스터빈 연소기 개발 ▲연료전지 하이브리드 시스템 및 BOP 기술 ▲기후변화 대응 농업 에너지 시스템 기술 개발 등이 있으며 연구성과로는 ▲고효율 경사하강식 바이오 원유 제조 플랜트 개발(20kg/Hr) ▲발전용 대형가스터빈 저NOx 연소기 개발 및 상용화(100MW) ▲연료전지-엔진 하이브리드 시스템 엔지니어링 기술 개발(100KW급) ▲순산소 연소 가스터빈 파일럿 실증(100KW급) ▲가스히트펌프 기반 시설 원에 에너지 통합 시스템 개발(30HP) 등이 있다. 김한석 박사는 연구원 입사 후 30여 년 동안 친환경 연소기 관련 연구를 계속 수행해왔으며 20여 년 전부터 가스터빈 연소기 관련 연구를 집중하고 있으며, 연구영역은 발전용·항공용·합성가스 연료용 가스터빈 연소기와 지구온난화를 대비한 순산소 연소 터빈용 연소기 설계 및 성능 평가이다.

연구책임자 김한석 박사 소속 환경시스템분부의 청정연료발전 연구실  
이메일 [haskim@kimm.re.kr](mailto:haskim@kimm.re.kr) 전화 042-868-7368

### 연료/공기 혼합 특성을 개선한 가스터빈용 저 NOx 연소 버너 기술

버너 내부에서 연료와 공기의 혼합특성을 조절하는 방법을 이용하였으며, 연료 분사와 공기 공급 형상을 조절함으로써 연소공기 및 연료에 의한 질소산화물의 생성을 억제하는 원리이다. 수차해석과 다수의 연소실험을 병행하여 공기속률 형상폭을 변경함으로써 회염대를 하류로 이동시켜 혼합 거리를 증대시켰고, 연료의 분출구 수와 직경을 변화시켜 연소영역에서 연료·공기 예혼합을 최적화한 기술이다.



## 신뢰성 갖춘 기어 트레인 설계 기술로 세계 트랙터 시장 개척 (주)LS엠트론

글로벌 시장에서 강점을 갖고 있는  
농업용 트랙터(30~100마력)를 기반으로 초소형 트랙터(20~30마력),  
대형 트랙터로 제품군을 확대해나갈 예정이다.

### LS엠트론

이전 기술명  
기어트레인 설계프로세스 기술

기술이전기업  
(주)LS엠트론

대표  
김연수

홈페이지  
www.lsmtron.co.kr

TEL  
031-689-8288

전 세계 70조 규모 시장에서 LS엠트론은 7천 억의 매출을 기록하므로 약 1%의 시장점유율을 가지고 있다. 세계적인 농기계업체인 존 디어, CNH, 구보다, 안마와 같은 다국적 대기업이 대부분의 시장을 점유하고 있는 실정이다. 국내 기업은 내수 시장이 작을 뿐 만아니라 기술력이 선진수준에 미치지 못하는데 일차적인 원인이 있다. 이와 같이 큰 시장인 경우, 점유율을 높이기 위해서는 기술 경쟁에서 신뢰성 확보가 가장 중요하고 그 다음에 시장개척이 뒤따라야 한다.

국내 최대 농기계 트랙터 생산 전문 기업인 **LS엠트론**은 국내시장에서의 축적된 기술적 노하우에도 불구하고, 선진기업과의 경쟁과 수출을 위해서는 기어트레인 기술을 보강하고자 한국기계연구원의 문을 두드리고 「기어트레인 설계프로세스 기술」을 이전 받아 기술적 신뢰성을 확보하고

LS 엠트론은 트랙터 제조업체로서 신뢰성 있는 품질을 위해 노력한다. 가장 중요한 것은 변속기 신뢰성 이다.

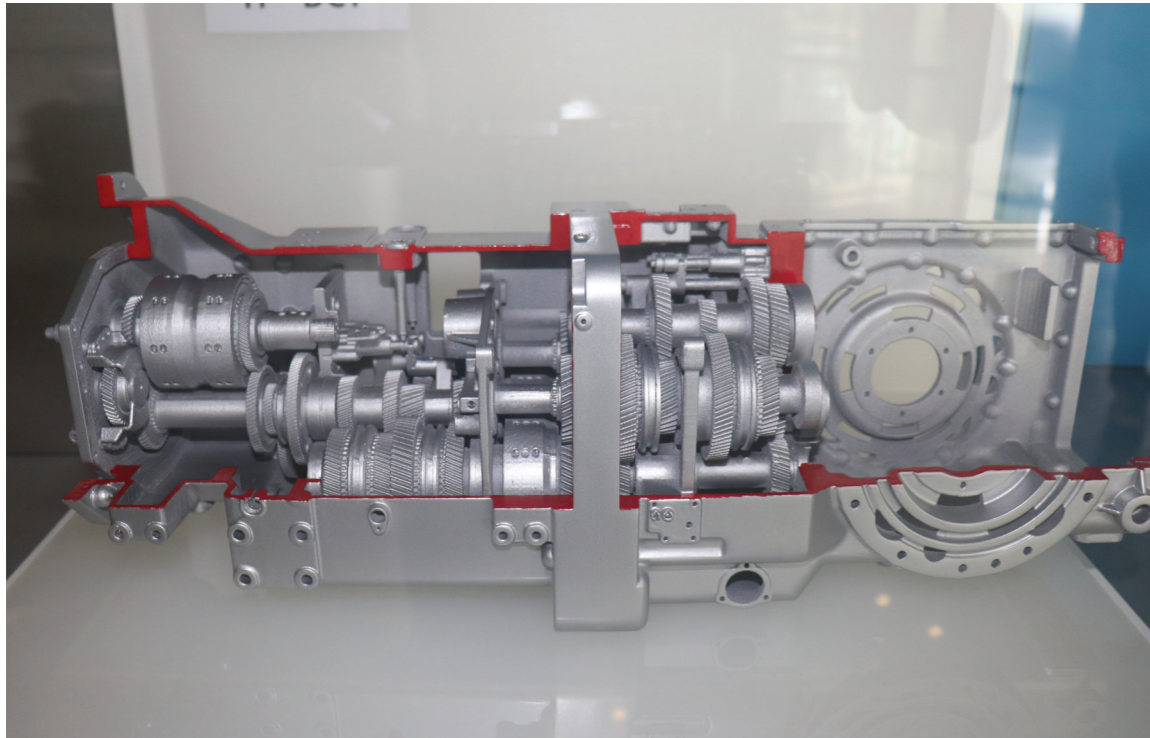
자 했다. 기어트레인 설계프로세스에는 다양한 기술이 포함되어 있지만 크게 '시스템 설계 기술'과 '요소 설계 기술'의 두 가지로 구분할 수 있다.

### 「기어트레인 설계프로세스 기술」 설계 최적화를 위한 요소기술의 특징

'시스템 설계 기술'에는 변속기 입력조건 결정을 위한 차량 중량 선정 및 부하분석 기술과 기어배열 구성을 통한 Power-flow 설계 및 해석 기술이고, '요소 설계 기술'로는 기어, 베어링, 축 설계 기술 등이 있으나, 기어트레인 설계의 핵심인 기어 설계를 주로 본 이전기술에 적용하였다. 기어는 기어트레인의 시스템의 수명, 효율, 소음을 결정짓는 핵심부품으로 복잡하게 구성 된 설계 이론으로 인하여 많은 엔지니어들이 다른 요소부품에 비해 상대적으로 설계에 어려움을 겪는다. 이러한 어려움을 개선하기 위하여 설계 소프트웨어를 개발하고 설계자가 쉽게 사용할 수 있도록 프로세스를 체계화하였다.







LS 엠트론의 해외 매출액은 2008년 420억 원에서 2017년 4,000억 원으로 9.5 배 급증했다

기어의 설계 방법은 국제 표준인 ISO 6336을 적용하였고 사용자가 원하는 사양을 쉽게 선정할 수 있도록 사이징 및 최적화 기능을 포함하였다. 최적화 알고리즘으로는 다목적 최적화 알고리즘인 NSGA-III(Non-dominated Sorting Genetic Algorithm, the Third Version)을 적용하여 설계자의 다양한 요구 조건에서 적절한 사양을 선정할 수 있도록 하였다. 이러한 이전 기술에 대해 LS 엠트론의 최찬호 선임연구원은 “한국기계연구원(KIMM)과 기술 이전을 진행한 기어트레인 설계프로세스 기술은 농업 변속기 설계 기술에 있어서 시간과 비용을 절감하고, 국제 표준 규격에 의한 기어 강도 평가를 한 것이 특징이다.”라며 이전 받은 기술에 대해 매출로 환산하여 수치화 하는 것은 어렵지만 제품의 기술 경쟁력에 기여한 바는 크다고 밝혔다.

**기술이전 협업의 과정과 에피소드**

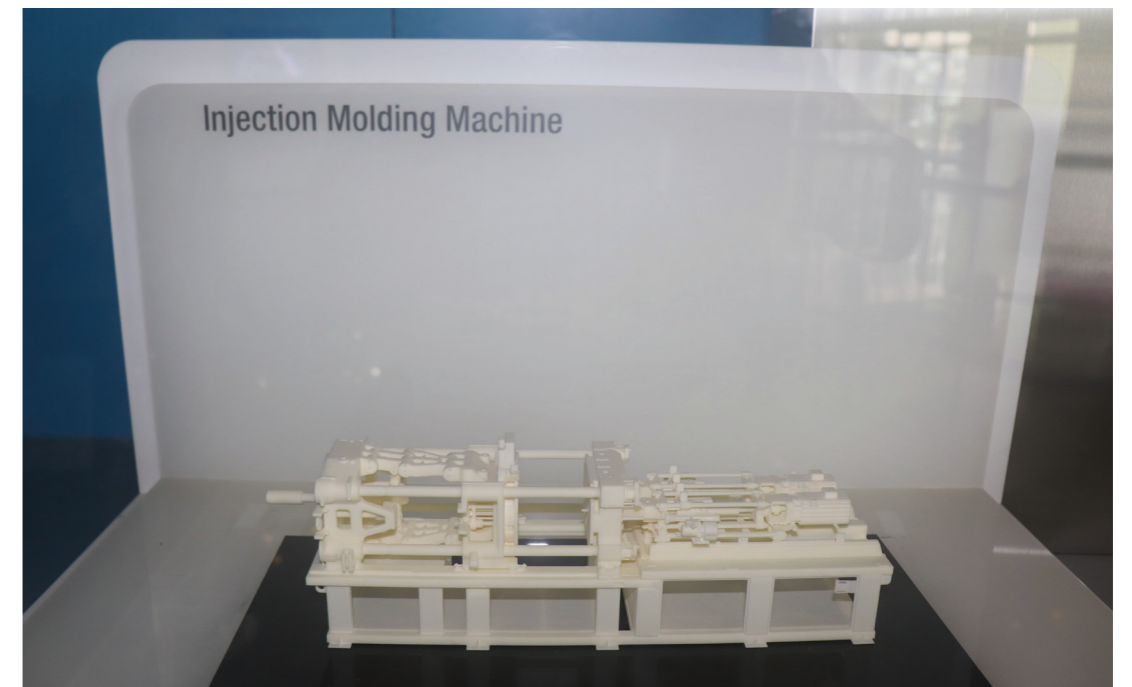
몇 년 전까지만 해도 LS엠트론은 수출보다는 내수를 중심으로 하는 회사였다. 그러나 회사가 성장하여 전 세계로 제품을 수출하기 시작하자 국내에서는 발생하지 않았던 다양한 품질 문제가 발생하였다. 내수를 중

심으로 변속기를 설계하였을 때에는 In-house 설계 코드와 설계자의 경험으로 대부분의 문제를 극복해 왔다.

그러나 해외에서는 기후와 환경이 다르므로 사용되는 조건에 따라 다양한 환경 인자들이 변속기에 가해져서 In-house 코드와 기존의 설계프로세스로는 대응이 어려웠다. 이러한 시점에서 LS엠트론은 국제표준인 ISO 등을 도입하기 시작하였고, 보다 정교한 설계를 위해 한국기계연구원과 협업을 시작하였다. LS 엠트론이 상용 소프트웨어인 ROMAX의 설계 도입을 가속화하고 각 변속기 모델을 DB화하기 시작한 것은 이런 배경이 있었다.

이는 다양한 품질 문제를 해석 모델을 통해 검증하는 시발점이 되었다. 특히 고부하 작업지가 많은 브라질, 중국에서 부품 파손시, 기술적 원인 규명에 많은 도움을 주었다. 한국기계연구원(KIMM)은 이러한 문제의 이론적 검토 및 해석, 시험 수행을 지속적으로 LS엠트론과 협업하고 있으며, 기어 소음 설계 프로세스 확립 등 보다 나은 기술 확보를 위해 연구를 협업 중에 있다.

이에 대해 LS엠트론은 “기존의 타 기술 제품과 비교하여 본 소프트웨어 프로그램 기술은 시간과 비용을 절약할 수 있다는 것이 가장 큰 장점이며, 초보자들도 사용하기 편해 SW 진입장벽이 낮다는 것도 장점이다. 변속기 설계에 있어 가장 중요한 요소부품은 기어 설계이며, 설계입력조건에 따라 빠르게 강도평가를 하여 신뢰성을 확보하는 것이 중요하기 때문에, 이런 관점에서 한국기계연구원(KIMM)으로부터 이전 받은 기어설계 SW는 개발 단계에서 시간을 단축하여 제품출시를 할 수 있다는 기술적 장점이 있다.”라고 밝혔다.





글로벌 시장에서 강점을 갖고 있는 중·소형 트랙터(30~100 마력)을 기반으로 초소형 트랙터와 대형 트랙터로 제품군을 확대해나갈 예정이다

**향후 회사 경영 전망과 목표**

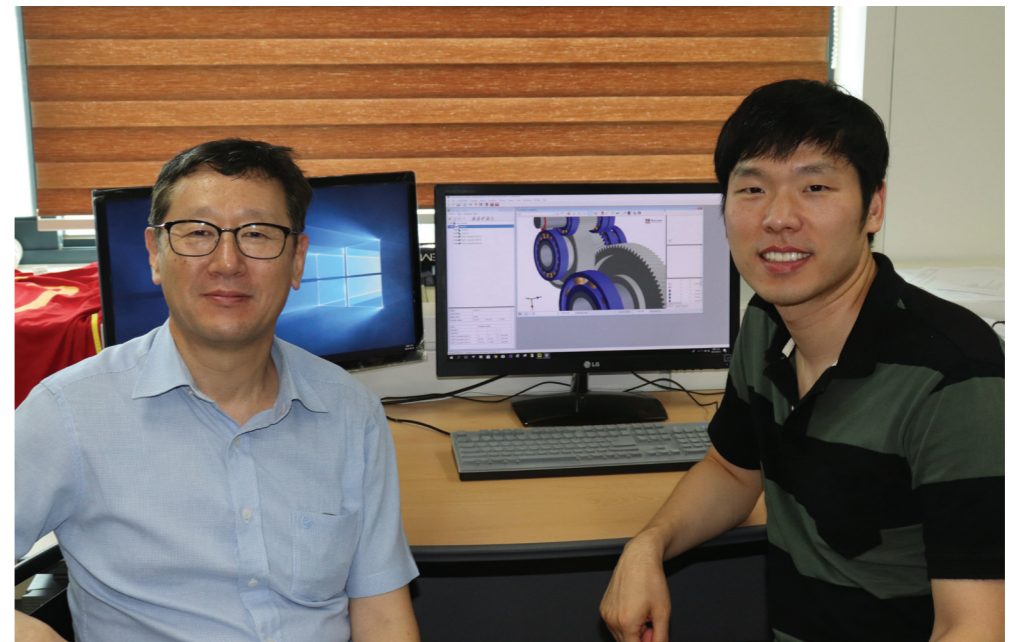
LS엠트론은 트랙터 사업부, 사출 사업부와 특수 사업부로 크게 세 부문으로 나뉘어져 있는데, 그중 트랙터 사업부는 글로벌 시장 공략에 방점을 두고 있다. 전 세계 트랙터 시장은 약 70조 원 규모로 연평균 6.9%씩 성장하고 있다. LS엠트론이 해외에서 거둬들인 매출액은 2008년 420억 원에서 2017년 4,000억 원으로 9.5배 급증했다.

LS엠트론은 글로벌 시장에서 강점을 갖고 있는 중·소형 트랙터(30~100마력)을 기반으로 초소형 트랙터(20~30마력), 대형 트랙터로 제품군을 확대해나갈 예정이다. 구체적으로 베트남, 이란 등을 새롭게 거점화해 신흥국 시장을 개척하고 있다. 또 중국 생산법인을 글로벌 생산 기지로 삼아 중앙아시아와 아프리카 시장 공략을 위한 디딤돌로 활용할 예정이다.

특히 트랙터 사업부는 한국산업기술진흥원의 공적개발원조 사업과 연계해 국내 최초로 '베트남 맞춤형 트랙터'를 현지 파트너인 '타코(thaco)' 협업으로 개발하였다. 현지 동남아 농업특성에 맞도록 40~50마력의 맞춤형 트랙터로서 베트남 내수용은 '타코(thaco)' 브랜드로 판매 되지만, 동남아 수출용은 자사브랜드로 수출함으로써 LS브랜드의 국제화와 수출증대에 크게 기여하게 될 것이다.



**초경량화 · 고효율화 · 저소음화 기어트레인 설계연구**



이근호 박사와 김수철 박사

스마트기계연구실은 IT 융합, 첨단 엔지니어링 기술을 접목한 스마트 기계 기술을 연구한다. 최근에 야지용 자율 주행차, 굴삭기 안전작업/패턴작업 자동화 기술, 가상현실을 이용한 시뮬레이터와 고속 구조해석 기술 등을 개발 중에 있고 항공용 고속 드라이브 트레인 개발을 준비하고 있다. 게다가 구조물과 일반기계류 부품/장비 등에 대한 안전성 평가 업무도 병행하여 연구한다. 이근호 박사팀의 김수철 박사는 이러한 현상에 대해 다음과 같이 얘기하였다. “현재 기어 설계 기술에서의 화두는 초경량화, 고효율화, 저소음화이다. 지금까지 이러한 기술이 적용된 분야는 주로 항공용 또는 자동차용 기어박스에 집중되어 있었다. 본 연구실에서는 국내 기어박스 설계 기술 향상을 위해 주요 연구 테마로 항공용 기어박스를 선정하고 관련 기술 개발에 집중하고 있다. 다양한 상용 소프트웨어 및 해석 기법을 적용하여 기어의 초경량화 기술, 고효율화, 저소음화 기술을 지속 연구하고 발전시킬 계획이다.”

**연구책임자** 이근호 박사/김수철 박사 **소속** 기계시스템안전연구본부의 스마트기계연구실  
**이메일** sckim@kimm.re.kr **전화** 042-868-7918

**기어트레인 설계프로세스 기술**

이전한 기어트레인 설계프로세스 기술은 농용 변속기 설계 기술에 있어서 시간과 비용을 절감하고, 국제 표준 규격에 의한 기어 강도를 평가하는 것이다.





원단이 닿는 실린더 롤(roll) 표면에 높은 열을 발열시켜 원단에 필요한 열을 전달하여야 한다

로 성장할 수 있었던 배경에는 회사 창립 이래 회사 역량의 70% 이상을 R&D에 투자하며 신기술 도입과 개발에 주력했던 최고 경영자의 경영 전략 덕택이다. 또한 세계적인 해외 상품전시회에 빠지지 않고 참석하여 신기술 제품의 소개하였으며, 새로운 기술 제품 파악에 진력해 온 결과이기도 하다. 그러한 과정 중에 2006년 한국기계연구원(KIMM) 박희창 박사의 「유도가열방식 히팅롤 설계제작 기술」과의 만남은 GMP사가 획기적인 기술개발의 결정적인 전기를 마련해 주었다.

### 오랫동안 잠자던 기술이 빛을 발하다

GMP 제품의 거의 모든 장비에 '히팅롤러'가 사용되는데, 혁신적인 제품 경쟁력 확보에 본 이전 기술은 매우 중요하였다. 개발자인 박희창 박사는 1982년 한국기계연구원에서 연구를 시작한 이래 38년간 외길 연구의 길을 걸어왔다.

본 기술은 15년 전에 만든 기술로서 약 10여년 전 2006년에 GMP사에 이전한 기술로서 요소기술의 특징과 시스템 하에서 본 기술의 적용 분야에 대한 설명을 직접 박희창 박사로부터 들어보았다.

본 기술의 적용분야로는 "롤투롤(Roll To Roll) 가공기계에서 생산하는 식음료 및 약품 포장재, 섬유류, 문구류, **비디오** 혹은 오디오용 자기테이프, 부직포 등의 다양한 원단의 제작 가공 시 필요한 코팅(Coating), 카렌다(Calendar), 시즈닝(Seasoning), 라미네이팅(Laminating), 열융착 가공 등의 표면처리 공정을 비롯하여 최근에는 IT용 기능성 필름 제조에 사용되는데, 이 경우에는 원단이 닿는 실린더 롤(Roll) 표면에 높은 열(80℃~300℃)을 발열시켜 원단에 필

## 세계에 우뚝 선 강소기업, 35개 국가에 독자 유통망 확보 (주)GMP

한 기업의 '400억 매출에 4,000만 달러 수출' 매출이 거의 수출인 회사는 무슨 제품 기술과 어떤 경영철학을 가지고 있을까? 기업가나 연구자라면 모두 궁금할 수밖에 없다.

### GMP | 주 | 지엠피

이전 기술명  
유도가열방식 히팅롤 설계제작 기술  
기술이전기업  
(주)GMP

대표  
김양평  
홈페이지  
www.gmp.com  
TEL  
031-943-5000

### 전 세계 35개 국가에 GMP 브랜드로 독자유통망을 구축

(주)GMP는 1985년 회사 설립이래 라미네이팅 기계와 필름 제조사로서 전 세계에 수출하고 이 분야의 최고의 회사로서 이미 자리매김하였다. 창업의 초기부터 '제조업의 경쟁력은 기술력에 있다'는 선구자로서 가치를 내걸은 GMP(Global Manufacturing Pioneer)사는 최고의 기술로 세계 최대의 사무주변기기 제조회사인 ACCO-GBC 및 미국의 다국적 정보기술 업체인 HP사와 전략적 제휴를 맺고 전 세계 시장개척에 나선 결과 라미네이팅 시장을 선도하고 있다. 그래서 지금은 유럽 현지 판매법인을 포함한 전 세계 35개 국가에 GMP 브랜드로 독자유통망을 구축하였으며, 이를 기반으로 100여 국가에 수출하고 있다.

이렇게 GMP가 라미네이팅 기계와 필름 제조 회사로서 독보적인 기업으







2000년 산자부 에너지관리공단의 지원으로 한국기계연구원의 주관과 S사의 참여로 ‘에너지절약을 위한 중대형 유도가열히팅롤 개발 과제’를 수행하여 상용화 성공했다

요한 열을 전달하여야 한다. 현재까지의 히팅롤에 열을 가하는 방법으로는 실린더 내부를 오일이 순환할 수 있게 하고, 그 오일을 외부의 보일러에 의해 가열하는 방법과, 실린더 내부에 히터를 삽입하고 전기를 공급하여 내부 히터에 의해 실린더 표면이 열을 발하게 하는 방법이 있었다.”라고 박희창 박사는 설명하였다. 즉, 주변에서 쉽게 접하는 일상 용품 제조에 적용되는 기술이라고 볼 수 있다.

**‘유도자기장 방식’ 기술 적용**

이어서 핵심기술인 ‘유도자기장 방식’에 대해서 박희창 박사는 “유도가열 방식 히팅롤은 롤의 실린더 내부에 유도코일을 삽입하여 교류전류를 통하면, 여기서 발생한 자계에 의해 유도된 와전류(Eddy Current)가 롤 표면에 흐르게 되고, 이 전류에 의해 실린더 자체가 발열하는 방식으로, 롤 표면에서 직접 열이 발생하여 원단에 전달되므로 열에너지 사용 효율이 높으며, 롤 표면의 온도 분포가 균일하여 원단의 품질 향상을 극대화 시킬 수 있으며, 주변설비가 간단하고 청결해지는 장점이 있다.”라고 설명을 덧붙였다.

「유도가열방식 히팅롤 설계제작기술」 관련하여 기술적인 부분에서 그동

안 많은 발전이 있어 완성도를 높였지만 그 연구과정에 거듭 된 어려움이 있었다. 박희창 박사의 설명에 따르면, “1990년대 초 국내에서는 기존 방식 히팅롤을 제작하는 몇몇 중소기업에서 유도가열방식 히팅롤을 개발하고자 많은 노력을 시도하였으나 복잡한 전자장 이론을 바탕으로 한 설계기술의 부족과 시행착오로 실패를 거듭하였다. 그러나, 1997년 한국기계연구원은 기관 고유사업을 통하여 유도가열방식 히팅롤의 전자장 설계기술을 확립하고 시제품을 직접 제작하여 국산화 개발을 위한 기반을 다졌다. 이어서 2000년에는 산자부 에너지관리공단의 지원으로 한국기계연구원의 주관과 당시 중소기업인 S사의 참여로 에너지 절약을 위한 중대형 유도가열 히팅롤 개발 과제를 수행하여 마침내 상용화하는데 성공하였다. 그 후 2001년에는 다른 중소기업인 P사와 함께 한국기계연구원의 기술지원과 함께 박막 스크린 제조용 소형 유도가열방식 히팅롤을 개발하여 마케팅을 시작한 바 있다.

S사에서 개발한 중대형 유도가열 히팅롤은 직경 250mm, 길이 800mm 이상의 크기로 전기용량도 수 kW~수백 kW로 매우 크며, 표면온도가 통상 200~300도 범위의 경우, 롤 내부는 430도까지 상승하여, 롤내부 유도코일의 절연 및 내열특성 문제를 해결하기 위해 많은 노력을 기울였다. P사에서 개발한 소형 히팅롤은 직경 60mm, 길이 600mm 정도로 대부분 롤의 표면에 실리콘 고무를 코팅하는 형태로서, 제한된 크기의 롤 내부에 정격용량의 유도코일과 코일, 보빈 구조를 삽입하는데 많은 어려움이 있었다.”며 실제 이론과 실험 결과가 동일하게 나오기까지 반복 된 시험의 과정을 회고했다.

**지속적인 연구개발로 신제품 출시**

한국기계연구원(KIMM)으로부터 이전 받은 기술에 GMP 자사 연구소의 지속적인 연구개발을 더하여 라미네이팅 기계와 라미네이팅 필름 및 이와 관련한 세계 최고의 디지털 솔루션 기술력과 시장점유율을 확보





최근에 기술적으로 어려웠던 표면온도 400도의 고온용 히팅롤 개발에도 성공하여 IT분야 동박막 라인에도 설치가 가능하게 되었다

하였다. 이와 같은 성취에 고무된 (주)GMP는 기존의 생산제품 외에도 전자동 인라인 POD(Printed On Demand) 피니싱 시스템, 커머셜 제품을 비롯한 전자용 라미네이팅 및 슬리킹 기계도 제작·생산하고 있다. 또한 독자적인 기술로 디지털 또는 오프셋 인쇄한 후 처리 가공하는 슬리킹 시스템은 신기술이다. 슬리킹 시스템은 (주)GMP가 세계 특허를 보유하고 있는 POD 및 오프셋 인쇄의 장점을 부각시켜 부분광택, 홀로그램, 금은박 스템핑 기술을 적용한 디지털 및 오프셋 마무리 솔루션으로서 신기술이다.

이러한 슬리킹 기술 역시 한국기계연구원과 협업으로 개발할 수 있었다고 김윤태 연구 소장은 밝혔다.

그 밖에 (주)GMP는 고객의 요구와 시장의 수요에 맞는 기술력을 확보하고, 전자용 기계, 롤투를 기계와 생산성을 높일 수 있는 인라인장비와 시스템 마련에 주력해왔다. 특히 HP 인디고와 공동 개발한 은염인화치 대체 시스템(Silver Halide Replacement System)의 새로운 인라인 장비 '라미마스터-34', 'POD 용 프로토펙 오토-540 시리즈', '유로람 시리즈' 및 기계의 속도를 높여 생산성을 향상한 상업용 라미네이터인 '파이오니아 시리즈', 국내·외 광고시장을 겨냥한 '그래픽마스터 시리즈' 등의 다양한 신제품을 개발했다.

사후에서도 선도적 기술개발을 가장 강조해온 (주)GMP는 2014년에는 세계적인 HP 인디고사와 골드파트너 협약을 맺고 종합 '히팅롤 솔루션'을 판매한다는 목표아래 라미네이팅 기계제조, 라미네이팅 필름 압출 생산, 실리콘 롤러 제조 등 Thick Film Heater를 제조 판매하고 있다.

최근에 개발하여 상품화 한 아이템으로는 Hologram Film 제조·판매와 Digital Stamping Foil 등의 신제품이 있으며, 이 모든 신상품 아이템의 요소기술로는 박희창 박사의 '유도자기장 방식'이 사용된 「유도가열방식 히팅롤 설계제작 기술」이 기술개발의 근간이다.



## 첨단로봇 활용한 자동화 시스템 연구



로봇메카트로닉스 연구실은 로봇 및 메카트로닉스 기술에 기반한 자동화시스템 연구를 수행한다. 고효율 구동기 및 센서 설계기술과 자연모사 및 에너지 기반 로봇 설계기술, 그리고 이에 기반한 산업용 로봇 머니플레이터 설계 및 제어기술을 주로 연구한다.

핵심 연구분야로는 ▲첨단 산업용 로봇 기술 ▲인간-로봇의 협력 기술 ▲고효율 구동장치 및 센서기술 등이 있다. 현재까지 연구 성과로는 ▲ 병렬 로봇, 양팔 협업 로봇, 초중량물 로봇 등 첨단 산업용 로봇 설계 및 제어기술 개발 ▲인공근육 기반 유연구동 모듈 개발 ▲하이브리드 자기베어링 및 초고속 회전체 설계기술 개발 ▲동시 이중주파수 구동 인버터 기술개발 등이 있다.

연구책임자 박희창 박사 소속 로봇메카트로닉스연구실  
이메일 hcpark@kimm.re.kr 전화 042-868-7612

### 유도가열방식 히팅롤 설계 제작기술

유도가열방식 히팅롤은 롤의 실린더 내부에 유도코일을 삽입하여 교류전류를 통하면, 여기서 발생한 자계에 의해 유도된 와전류(eddy current)가 롤 표면에 흐르게 되고, 이 전류에 의해 실린더 자체가 발열하는 방식으로, 롤 표면에서 직접 열이 발생하여 원단에 전달되므로 열에너지 사용 효율이 높으며, 롤 표면의 온도 분포가 균일하여 원단의 품질 향상을 극대화 할 수 있으며, 주변 설비가 간단하고 청결해지는 장점이 있다.





광통신용 부품  
금형 가공기술은 초정밀  
경면 연삭 가공기술을  
이용하여 직경 1mm 내외의  
마이크로렌즈 성형용  
금형을 제작하는 기술이다

가지고 있으며 이 기술은 HDMI 광케이블에도 동일하게 적용되고  
있다.

### 기술개발을 향한 (주)아이오솔루션의 열정

고도의 정밀함을 요구하는 금형가공 기술을 이전 받기 위해서 (주)아이오솔루션은 한국기계연구원의 제태진 박사를 찾았다. (주)아이오솔루션은 광통신, LED/LCD, 미래형 첨단 자동차에 들어가는 초정밀 광학렌즈 및 금형제품을 생산 공급하는 기업이다. 현재 주요 생산품목으로는 광통신 비구면 렌즈, 이미지렌즈, 적외선 렌즈, 렌즈모듈 등이 있다.

회사 규모 성장세로 보면, 2013년 매출 38억 원, 종업원 17명이던 (주)아이오솔루션은 2014년에는 매출 56억 원, 종업원 34명으로, 2015년에는 매출 137억 원, 종업원 123명 규모로 성장하였다. 2016년에는 매출 160억 원, 종업원 150명 수준으로 3년 만에 매출규모는 4배 성장하였다. 그러나 지난해에는 중국과의 사드 갈등으로 대 중국수출길이 막혀 어려움을 겪었지만, 금년에는 무난히 200억 매출

## 32캐비티 나노광학부품 금형개발로 국내 일인자가 되다 아이오솔루션(주)

대형 LCD/LED TV의 화면을 만드는 데에는 여러 개의 LED가 사용되는데 LED는 점과 같이 빛을 발광한다. 그러므로 발광 부분에서 빛을 얼마나 고르게 확산시키느냐에 따라 시스템 품질이 결정된다.



**이전 기술명**  
비구면 광 확산 및 통신용 부품  
금형가공기술  
**기술이전기업**  
아이오솔루션(주)

**대표**  
양국현  
**홈페이지**  
www.iosolution.co.kr  
**TEL**  
062-416-3101

초정밀 광학렌즈나 디스플레이용 광학필름 미세형상을 가진 고기능성 부품을 만들기 위해서는 재료 표면을 나노미터의 경면(거울면)으로 가공해야 하는데, 그 정밀한 미세형상 가공능력이 기술성을 좌우한다. 이러한 기술을 기반으로 하는 본 요소기술은 화면으로 보여주는 LCD/LED 디스플레이장치에서 LED 점광원에서 나오는 빛을 넓고 고르게 확산시키는 기능을 하는 비구면 렌즈 및 렌즈제조용 금형에 적용되었다. 또한, 이러한 초정밀 가공금형기술은 유·무선 통신기기에서 광신호 및 데이터 전달에 사용되는 광통신용 비구면 렌즈의 금형가공기술에도 적용되고 있다. 특히, 4Ch MLA(Micro Lens Array) 금형의 경우 렌즈 사이의 피치 간격이 매우 중요한데, 현재 2μm 이내의 초정밀 공차를 구현 할 수 있는 기술을







그동안 국내 제작이 어려웠던 직경 1mm 이하의 초소형 광통신용 렌즈 금형을 독자적으로 제조할 수 있는 초정밀 마이크로 렌즈 금형 가공기술과 대량 생산기술을 확립하였다

을 돌파할 것으로 예상되고 있다. 더욱이 회사 매출의 80%가 수출이어서 수출 강소기업으로서 입지를 탄탄히 다지고 있다. 2016년 창업보육센터에서 벗어나 본사와 중앙연구소를 광주 테크노파크로 이전하고, 광주 중앙연구소 설립, 화성 및 동탄사업장 신규 건설, 대전 지사와 해외 법인 설립 등 외형적 발전뿐만 아니라 세계적 수준의 기술을 인증 받으며 세계적인 우량기업을 위한 발판을 다져왔다. 이에 대해 양국현 대표이사는 “광산업 첨단기술의 원천은 기초가 튼튼한 정밀금형가공기술에 있다는 것을 알기 때문에 이와 관련한 기술개발을 위해 2010년부터 KIMM 나노공정 연구실 문을 두드렸습니다. 이때부터 제태진 박사님으로부터 기술자문을 받으며 저희 기업의 기술력도 눈부시게 발전할 수 있었습니다.”라며 창업 초기부터 기술의 중요성을 사업 모토로 삼은 것이 양적 질적 성장의 원인이라고 자가 진단하였다.

**기술력 향상으로 세계 시장에 진출하다**

과감한 신규투자과 기술개발을 기반으로 2014년 한국기계연구원과 LED TV 적용 비구면 광학산 부품용 멀티캐비티 양산금형 기술을 개발에 성공

하였고, 2015년에는 KIMM의 패밀리기업으로 선정되어 상시 지원체제를 구축하고 공동 연구 및 기술지원을 수행하며 해외 수출이 급증하여 양적·질적 성장을 이루기 시작하였다.

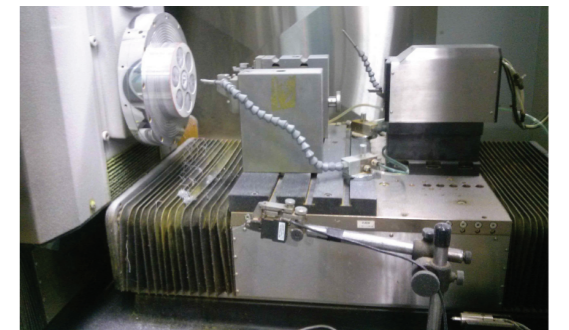
한편 2009년 설립된 (주)아이오솔루션은 창업과 더불어 나노스케일 정밀도로 움직이는 가공시스템과 다이아몬드 공구 및 비구면의 나노가공기술을 바탕으로 발광다이오드(LED:Light Emitting Diode)의 확산 효율을 극대화하는 비구면 광학산 부품용 멀티캐비티 양산 금형기술을 개발한 바 있다.

이러한 기술개발 경험이 한국기계연구원으로부터 받은 기술로 국내 최초로 1회 성형에 32캐비티 초정밀 광학산 렌즈를 생산할 수 있는 세계 최고 수준의 금형 제조 기술을 개발할 수 있는 배경이다. 이를 기반으로 광통신렌즈 분야의 NET 신기술 인증을 받고 첨단기술기업으로 선정되었다.

**주변기술과의 연관성**

제태진 박사의 '비구면 광학산 및 통신용 부품 금형가공기술'은 적용분야가 다양한 기술이다. 광학산 렌즈 부품은 LCD/LED를 이용하는 모바일, TV, 모니터, VR&AR, HUD 렌즈와 OLED/LED 등의 다양한 디스플레이 장치와 각종 조명장치의 핵심요소로 활용되고 있고, 비구면 광통신용 렌즈 부품은 기지국간의 광통신을 비롯하여 각종 기기와의 신호 및 데이터 전송에 사용되는 핵심부품으로서 최근에는 자율자동차를 비롯한 각종 정밀 센서분야에 그 수요가 급증하고 있다.

또 금형가공기술을 응용한 초정밀 가공기술을 요하는 칼코겐 이원화합물(Chalcogenide) 성형기술과 접목, 자동차용 나이트 비전이나 가전기구의 열 추적 센서 등에 접목할 수 있어서 향후 적용분야는 매우 넓다. 특히 4Ch Micro Lens Array 금형가공기술은 해외에서도 일본의 파나소닉, 독일 등 몇 개의 업체 만 보





해외납품 수출지역은 중국뿐만 아니라 일본, 미국 등을 개척하여 수출관로의 다변화를 계획하고 있다

유한 기술로서 향후 발전 가능성이 매우 큰 분야이다. (주)아이오솔루션 양현국 대표는 “1회 성형에 32개의 렌즈를 동시에 성형 생산할 수 있는 대량 생산용 멀티캐비티 사출성형 금형을 국내 최초로 개발함과 동시에 광학설계와 금형을 가공하고 성형 제품을 제조하는 데에 필요한 전체 공정을 확보함으로써 타 회사는 두 달 걸리는데 비하여 3주면 제품 납품이 가능한 신속 대응체계를 구축하여 경쟁력을 크게 향상시켰다”고 밝혔다.

**아이오솔루션의 경영 목표**

시장의 성장속도에서 렌즈 부품시장 중 가장 큰 비구면 렌즈시장은 2015년 약 4조 760억 원, IT산업의 급속한 발전과 더불어 수요가 폭발적으로 증가하여 2020년까지 약 GAGR 12.8% 성장세를 보일 것으로 전망된다. 최근 광학장비의 첨단화로 렌즈의 고성능화, 소형화, 대구경화, 경량화 등의 요구가 커지면서, 이를 실현할 비구면 렌즈시장 규모가 급격히 증가하는 추세이다.

그와 더불어 DVD, 디지털카메라, 스마트폰, 프로젝터, 프린터 등의 물량 확대로, 비구면 렌즈의 시장은 매년 주목할 만한 성장세를 이루고 있다. (주)아이오솔루션에서는 광통신 렌즈 시장에서 국내 점유율 50% 이상 달성하려는 야심찬 목표로 노력하고 있다.



**초정밀 기계가공을 위한 마이크로·나노 금형가공기술**



제태진 박사는 나노융합기계연구본부 나노공정연구실에 근무하며, 초정밀 기계가공기술 분야를 담당하고 있다. 세부적인 기술로서는 재료 표면을 나노미터 (1mm를 십만 등분 한 크기, 10<sup>-9</sup>미터)의 경면(거울면)으로 가공하고, 이를 바탕으로 초정밀 광학렌즈나 디스플레이용 광학 필름, 미세 형상을 가진 고기능성 부품과 금형 등을 가공하는 기술로서, 일종의 초정밀급 마이크로/나노 금형가공기술을 개발하고 이러한 기술의 국내 보급 및 확산을 위한 기술지원업무를 수행한다.

연구 성과로서 세계 최고 수준의 나노정밀도 초정밀 기계가공기술을 개발하여 보유함으로써 고기능성 첨단 제품의 성능향상 및 특수 기능 발현에 요구되는 극미세 패턴 형상 제품 및 금형 가공기술 개발 지원이 가능하게 되었다. 이를 기반으로 연구소 기업을 설립하여 세계 최고 수준의 광학필름용 롤금형을 국산화 개발하여 연간 100억 원 이상의 매출 및 수입대체효과를 달성하였다. 또한, 세계최고 수준의 렌즈금형 가공기술, 3D 구현 및 대면적 디스플레이용 도광판 금형가공기술, 수 마이크로미터에서 수백 나노미터에 이르는 극미세 패턴 가공기술 등을 개발하여 국내 관련업체에 공급함으로써 국내 관련 산업의 발전과 국제 경쟁력 향상에 기여하였다.

**연구책임자** 제태진 박사 **소속** 나노융합기계연구본부  
**이메일** jt@kimm.re.kr **전화** 042-868-7142

**비구면 광 확산 및 통신용 부품 금형가공기술**

비구면 광확산 부품용 금형가공기술은 초정밀 절삭가공기술을 이용하여 LED 점광원에서 방출되는 광을 넓게 확산시키는 기능을 하는 렌즈 금형을 가공하는 것으로서, 기존 기술에 비하여 광확산 효율을 대폭으로 향상시키는 설계를 만족할 수 있는 수준의 비구면 나노 정밀도 가공기술이다. 이를 기반으로 1회 성형에 32개의 렌즈를 동시에 성형 생산할 수 있는 대량 생산용 멀티캐비티 사출성형용 금형기술의 국산화 개발을 국내 최초로 성공하고 관련기술을 국내 기업에 보급하였다.





수요자들은  
생산성 향상을 위하여  
Air Bearing Spindle을  
요구하는 추세 증가

**운명을 바꾼 만남**

2005년 설립한 (주)알피에스가 10여 년 만에 스피들분야 국내 최고 기업으로 초고속 성장하게 된 배경에는 이동현 대표의 '기술 품질 중시'에 대한 남다른 생각이 자리잡고 있었다. 이 대표는 회사 창립 1년 만에 ISO9001 과 ISO14001 인증을 획득하였고, 2009년 에는 중소기업청에서 주관하는 '중소기업기술혁신개발사업 선도과제업체' 로 선정되어 '30만 rpm급 에어베어링 스피들을 자체개발하고 시장에 소개하고자 했다.

**모든 결과에는 좋은 만남이 있는 법**

당시에 알피에스는 개발한 스피들을 출품하고자 국내 반도체전시회에 참가 중이었는데, 마침 한국기계연구원의 황주호 박사팀 역시 전시회 참석 중이었고, 자연스럽게 알피에스 부스를 방문하게 된 것이다. 당시에 황주호 박사팀도 역시 '스피들의 성능을 해석하는 프로그램'을 개발 중이었으므로 자신들이 개발한 프로그램을 시험해 적용해 보고자 하는 업체를 물색 중이었다. 그러므로 알피에스는

기술력으로 10년 만에 국내 시장 점유율 최고가 되다  
**(주)RPS**

우리가 흔히 사용하는 반도체를 이용한 IT 기기와 카메라나 렌즈 그리고 각종 보석류와 같이 정밀 가공을 필요로 하는 경우에는 공구의 정밀성과 진원도를 요구한다. 이것에 대한 결정적 척도는 공구(tool)과 스피들의 품질에 의해 좌우된다.



**이전 기술명**  
스피들 정밀도 특성 해석 및 평가기술  
**기술이전기업**  
(주)알피에스  
**대표**  
이동현  
**홈페이지**  
www.rps-korea.com  
**TEL**  
042-602-3301

(주)알피에스가 한국기계연구원(KIMM)으로부터 이전 받은 기술은 『스피들 정밀도 특성 해석 및 평가기술』이다. 알피에스의 주요 연구분야는 초고속 에어베어링 스피들, 고강성 에어베어링 스피들, 고주파 볼베어링 스피들, 다공질 척 및 초정밀 가공분야다. 주요 생산 제품으로는 산업용, 반도체 가공용과 PCB(인쇄회로기판)용 스피들로 분류된다. 특히 산업용 에어 베어링 스피들은 유리, 알루미늄, 세라믹 실리콘, 아크릴 등을 초고속으로 초정밀 가공하는 용도에 쓰이고, 반도체 가공에서도 실리콘 웨이퍼와 PCB 난삭재 가공에 유용하다. 이러한 4차 산업 혁명 요소의 소자와 기기를 가공하는데 반드시 필요한 것이 스피들인데, 이 분야 국내 최고의 기술과 양산 시설을 보유하고 있는 기업이 (주)알피에스이다.







RPS는 Air Ball Bearing을 설계 제작 기술을 이미 보유하고 있었지만, 가꿈 스피들의 설계나 제작상의 오류로 문제가 발생했는데, 그런 문제를 KIMM이 해결하였다

황 박사가 찾고자 하는 스피들 제조회사였다. 즉, 케미가 통한 것이다.

**한국기계연구원(KIMM)의 패밀리 기업**

서로는 꾸준한 협업을 해오다 2012년에 이르러서 알피에스는 한국기계연구원(KIMM)의 패밀리기업으로 선정 되었고, 이때부터 본격적인 성장가도를 달리기 시작하였다. 알피에스는 주품목인 스피들의 경우 성능을 정확하게 해석함으로써 기능을 평가할 수 있었고, 한국기계연구원과의 실험 데이터를 꾸준히 축적하여 제품개발에 활용함으로써 최고의 스피들 제품을 만들 수 있었다. 즉, (주)알피에스는 Air Bearing Spindle과 다공질 세라믹 진공 척 부문 국내 최고의 기술과 최대의 양산 시설을 보유하고 세계 반도체와 디스플레이 시장을 선도하는 기업들로부터 검증받은 기술력과 경험으로 지속적인 성장을 하고 있는 기업이 되었다.

**이전 기술의 우수성**

황주호 박사는 Air Bearing Spindle이 기존 제품의 기술과 차별화되는 부분에 대해서 “RPS는 Air 베어링을 설계하고 제작하는 기술을 이미 보유

하고 있었다. 그러나 가꿈 스피들의 설계나 제작상의 오류로 문제가 발생하는 사례가 있었다. 알피에스는 이러한 고질적 문제를 해결하기 위한 기술을 찾던 중 한국기계연구원의 해석 기술과 제작된 스피들의 성능을 평가하는 기술을 통하여 문제점을 해결하게 되었다.”고 기술의 우수성을 설명하였다. 이러한 이유로 알피에스는 기술을 자체 보유하고자 하였고, 한국기계연구원은 기술 이전을 실시하게 되었다.

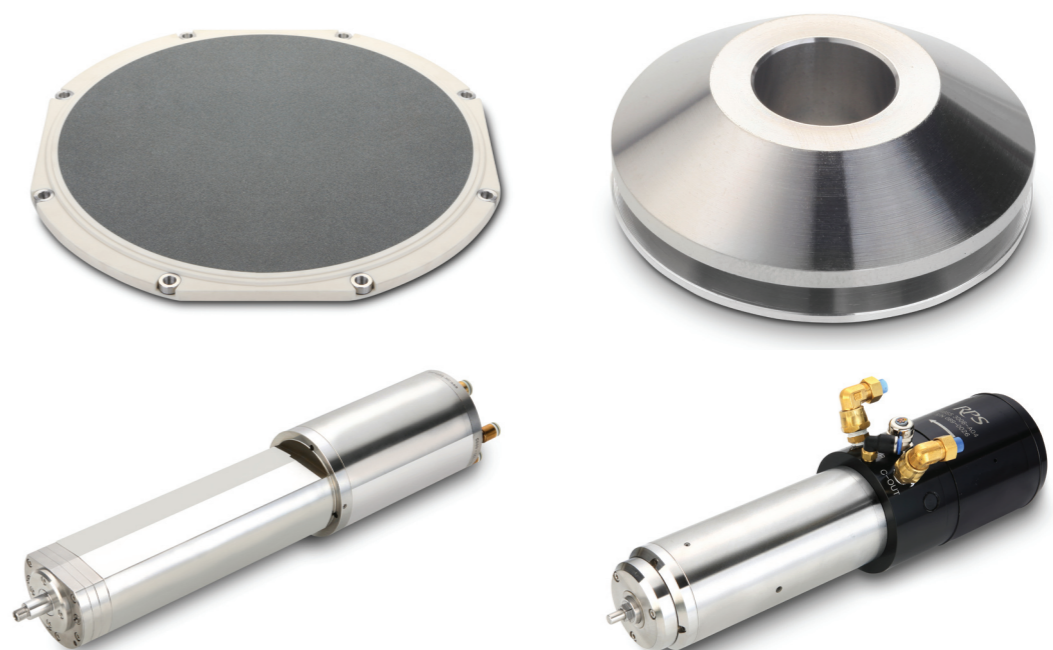
**Air Bearing Spindle의 개요**

공기정압 베어링 스피들은 압축공기에 의해 회전축이 부상하는 기술을 이용한다. 비접촉 상태에서 고속 회전이 가능하므로 미세 정밀 제품을 가공하는데 오차 없이 진원도가 뛰어나다. 즉, 외부로부터 공급되는 압축공기에 의하여 축이 부상하는 방식으로 볼 베어링이 갖는 진원도(Roundness) 오차에 의한 진동문제를 해결할 수 있다. 마찰열도 충분히 감소시킬 수 있다. 그렇기 때문에 초정밀이 요구되는 가공용 스피들로 이용되고 있고, 반도체 웨이퍼 다이싱(절단), PCB기판 홀 가공기, 강화글라스 가공기, 알루미늄 경면 가공기, 소형 고속연삭기, 조각기, 진원도 측정기, 광학렌즈 가공기 등에 널리 사용되고 있다.

황주호 박사가 개발한 소프트웨어 프로그램은 오차 여부를 정확히 수치화 해 준다. 이 프로그램의 장점에 대한 한 에피소드로 외국업체가 가공제품에 클레임을 걸어왔을 때에도 수치로 계량화해서 그 원인을 밝힘으로써 문제를 해결했던 적이 있다.

**(주)알피에스(RPS)의 경영이념**

RPS의 R은 ‘변화와 혁신’을 의미하는 Renovation, P는 ‘성공하는 경영’을 의미하는 Prosperity, 그리고 S는 ‘고객을 만족’시키는 Satisfaction을 의미하는 것으로 회사 경영이념을 이동한 대표는 정리한다.





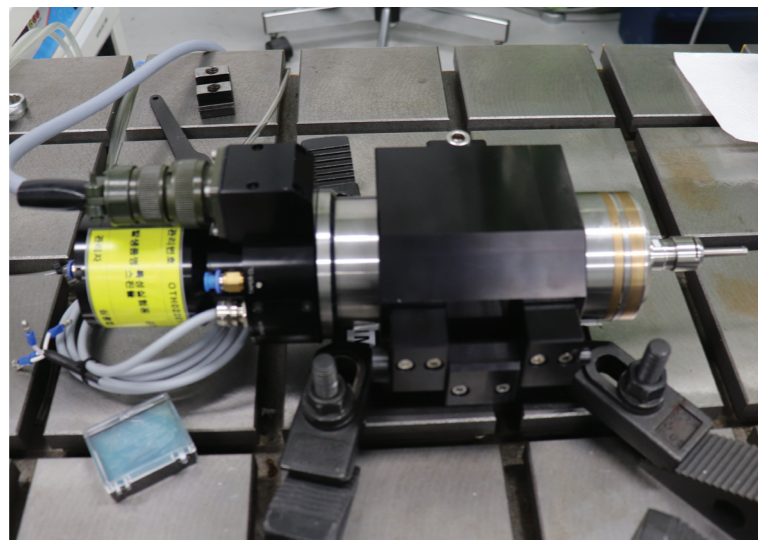
한국기계연구원의  
해석 기술과 제작된  
스핀들의 성능을 평가하는  
기술을 자체 보유하고자  
(주)알피에스는 기술을  
이전받았다

(주)알피에스는 창업 13년 만에 70여 명의 직원을 거느리고, 중국과 베트남에 지사를 설치하였으며 글로벌 강소기업으로 도약하고 있다. 지난해 매출은 130억 원으로 총매출의 30~40%를 중국과 베트남 등지로 수출하고 있으며, 꾸준한 시장개척으로 금년 매출은 150억 원을 상회할 것으로 예상된다.

이동헌 대표는 2004년 부실기업을 인수하여 볼베어링/에어베어링 스펀들을 생산하여 국내최고기업으로 성장한 것을 회상하며 오늘의 결과에 자부심을 가진다. 그리고 2012년 한국기계연구원의 패밀리기업으로 합류하여 한국기계연구원이 보유하고 있는 각종기술을 지원받아 중견 강소기업으로의 발전하게 된 것에 한국기계연구원(KIMM)에게 감사의 마음을 가지고 있다.

최신 시장동향으로 Air Spindle은 최소한 7~8만 rpm 을 요구하는데, 최근에는 30만 rpm 정도의 사양 제품을 시장에서 요구하고 있다.

이런 시장 변화에 대처하기 위해 KIMM과 더욱 협업을 강화해야겠다는 이동헌 대표는 "Air Spindle 과 같은 첨단 정밀기기 부품인 경우 이미 세계 시장을 선점하고 있는 세계 우수업체와의 경쟁이 불가피함에도 불구하고 R&D 연구 인력을 자체적으로 운용하는 것은 저희 같은 중소기업의 경우에는 쉽지 않았다."고 회상하고 (주)알피에스 경우에는 "2009년 전시회에서 초정밀시스템연구실의 황주호 박사를 만나 그때부터 기술을 이전 받게 된 계기가 된 것은 커다란 행운이었으며 앞으로도 오랜동안 고귀한 만남의 인연을 이어가겠다."라고 밝혔다.



## 초정밀 가공장비 제조 및 공정기술 개발연구



황주호 박사는 초정밀기계장비부의 기계요소를 해석하고 검증하는 기술의 개발에 관심이 많다. 연구자는 본인의 아이디어를 바탕으로 이론을 정리하여 논문과 특허를 만드는 단계와 본인의 아이디어를 기업의 제품에 적용하면서 실용화하는 단계를 거쳐야 연구가 완성된다는 생각으로 연구개발을 하고 있다. 요사이는 기업과 함께 연구개발을 하고 그동안 연구했던 기술을 적용하는 것에 관심이 많다고 한다.

### 연구분야

· 공기베어링/볼베어링 스펀들 해석 및 평가 기술 · 다축 공작기계 공간오차 해석 및 평가 기술 · 기계장비 상태진단 및 지능화 기술 등이 있다.

### 기술이전 성과

· 스펀들 정밀도 특성해석 및 평가기술 · 5축 공작기계 다축 공간오차 분석기술 · 5축 머시닝센터의 리브 구조물 열적 전달경로 분석 및 다축간 공간오차 보정 기술 · 모세관형 유정압안내면의 정적성능해석 기술 등이 있다.

연구책임자 황주호 박사 소속 첨단생산장비연구본부의 초정밀시스템연구실

이메일 jooho@kimm.re.kr 전화 042-868-7677

### 스핀들 정밀도 특성 해석 및 평가기술

알피에스의 스펀들은 사용자가 대량으로 구매하는 경우가 많다. 이러한 경우 생산속도 향상을 위하여 고속 특성을 요구한다던지 공기베어링 스펀들의 높은 강성 등을 요구한다. 공기베어링의 설계와 스펀들의 형상 설계에 따라 스펀들의 특성과 강성은 바뀌게 된다. 따라서 설계상의 문제가 생기지 않도록 스펀들의 제작 전 성능해석에 사용하는 기술이다.





## 기술로 첨단장비제조 세계시장 진입 (주)제이스텍

레이저 가공기술은 친환경 그린 가공기술로 반도체, 휴대폰, 디스플레이, 자동차, 조선 산업 등 국가 주력산업 분야 및 신성장 동력사업 분야의 녹색성장을 견인하는 핵심 생산기반 기술로서 각광받고 있다. 특히 레이저 미세 가공기술은 FPCB가공 산업분야에서 중요한 기술이다.



**이전 기술명**  
FPCB 라우팅을 위한 스캐너-스테이지 연동기술  
**기술이전기업**  
(주)제이스텍

**대표**  
정재송  
**홈페이지**  
www.jastech.co.kr  
**TEL**  
032-510-3000

반도체 및 디스플레이 부품에 수십 마이크로 이하의 미세 회로폭을 생성하기 위해서는 전통적으로 에칭 및 식각 공정을 사용하고 있다. 그러나 최근 환경 문제의 대두로 인해 이를 대체하기 위한 직접 패터닝 방식의 레이저 가공 기술이 각광받고 있다. 레이저 직접 패터닝 (Laser Direct Patterning) 기술은 건식 공정으로서 친환경적이며, 에칭 및 식각 공정에 비하여 공정의 단순화가 가능하다. 레이저 광원을 활용한 물질의 제거, 용융 및 접합 등의 가공 기술은 최근 초단파 레이저 발전기 개발 및 레이저 광학 모듈 및 시스템 기술의 고도화에 따른 반도체 및 디스플레이 분야의 미세 가공 분야에 적용되고 있다. 레이저 가공 기술은 기계 가공과 다르게 비접촉 방식의 가공으로 가공 도구의 마모가 없이 지속적인 사용이 가능하다. 반도체 및 디스플레이

### 라우팅

최적경로생성은 레이저 연동 레이저를 구동하기 위해서 스테이지의 경로를 계산하여 스캐너-스테이지 모두 최적의 가공 경로를 갖게 되어 궁극적으로 최적의 가공 품질 및 속도를 보장하게 된다.

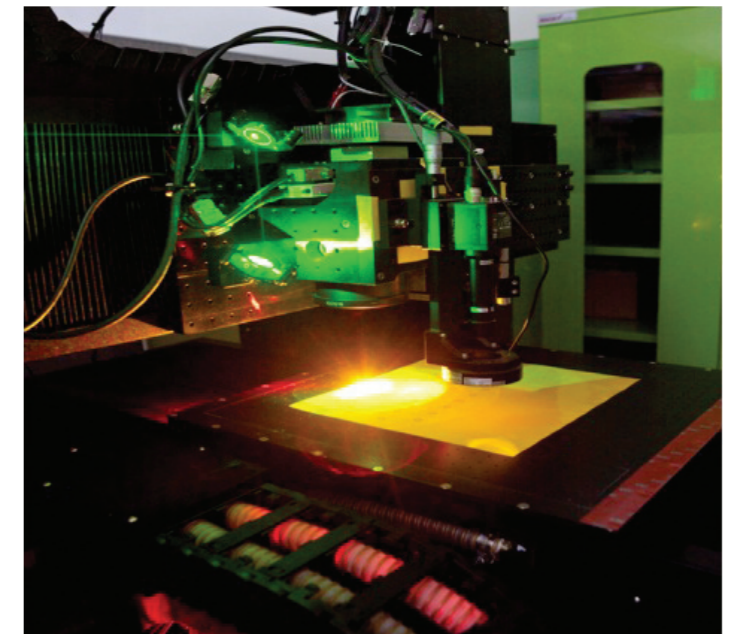
분야에서 레이저는 PCB 외곽 절단 및 홀 천공, 미세 회로 직접 패터닝 등의 기술에 적용되고 있다.

### 레이저 가공 공정 고속화 기술

최근 반도체 및 디스플레이 분야의 산업 동향은 부품의 초미세화를 요구하면서 동시에 대면적화를 요구하는 상반된 기술 동향을 보인다. 레이저 가공 공정을 고속화하기 위하여 레이저 빔을 2개의 반사경과 이를 구동하는 갈바노미터(Galvanometer) 모터를 결합하여 2차원의 평면에 고속으로 레이저 빔을 이송시키는 스캐닝 기술이 개발되었다. 갈바노미터 스캐너를 통하여 최근 레이저 가공 속도는 초당 수 미터~수십 미터에 이르고 있다.

초고속 스캐너 가공 영역은 50×50mm<sup>2</sup> 정도로 한정되어 있으며, 이 영역을 초과하는 영역에서는 레이저 가공기의 리니어 스테이지(Linear Stage)를 순차적으로 이송하여 가공하는 방식인 Step & Scanning 방식을 사용하고 있다. 이 방식은 스테이지의 빈번한 이송 및 정지에 의한 가공시간 지연 및 이음매 부분의 불연속 지점에 의한 불량 발생한다.

이러한 문제를 극복하기 위해 한국기계연구원(KIMM)의 김경한 박사팀은 '대면적의 연속 레이저 가공을 위한 스캐너-스테이지 On-







**신개념 레이저 기반 초정밀/초고속 가공기술**

총 4개의 세부기술 고밀도/다층 FPCB와 차세대 FPCB의 초정밀/초고속 레이저 드릴링 공정 및 장비기술, 복합/유연 공정 및 장비기술과 각 공정에 최적화된 공정 맞춤형 레이저 발전기 기술, 또한 공정의 초정밀/초고속화/대면적화를 위한 레이저 빔 셰이핑(shaping) 기술과 스캐너-스테이지 연동(synchronization) 기술 등이 그것이다. 이 기술들은 초정밀/초고속 레이저 드릴링 및 복합/유연 공정 및 장비의 핵심요소기술들이다.

the-fly 시스템' 기술을 연구 개발하였다. 이 기술은 대면적 스테이지와 고속 갈바노미터 스캐너를 실시간 동기화함으로써 스캐너의 고속 성능을 유지하면서 동시에 스테이지 면적의 증대가 가능하여 이음매 없이 가공 품질의 향상 및 가공속도의 증대가 가능한 기술이다.

스캐너와 스테이지를 실시간 동기화하여 대면적 가공시 연속적으로 고속 가공이 가능할 뿐만 아니라 절단이나 패터닝의 품질이 균일하고, 가공시간을 평균 20% 단축하는 효과가 있다.

**기존 기술의 문제점과 본 기술의 필요성**

기존의 레이저 기술을 가지고 이미 상용화에 성공한 독일의 SCANLAB사나 미국의 ESI 사 제품이 있었지만, 이러한 선진국 제품보다 더 좋은 제품을 만들기 위해서는 몇 가지 기술적 문제를 한국기계연구원(KIMM)의 김경한 박사팀이 해결해야만 했다.

먼저 대면적을 연속적으로 고속/정밀 레이저 가공이 가능한 시스템을 설

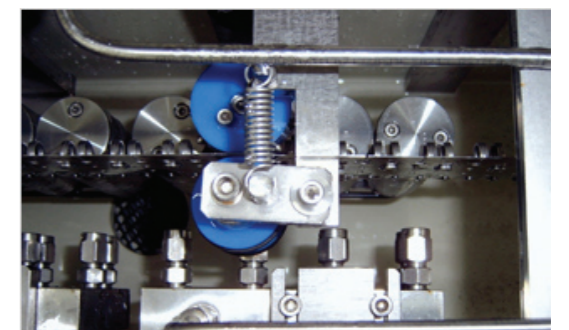
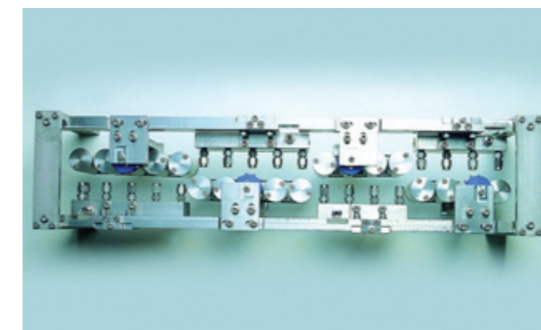
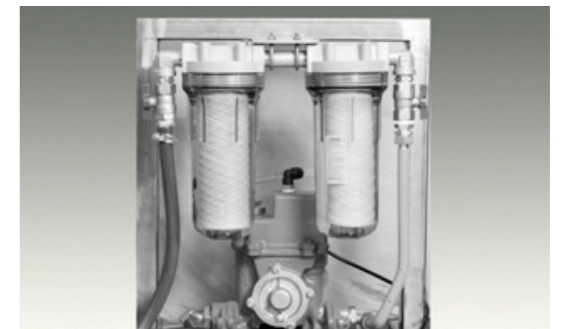
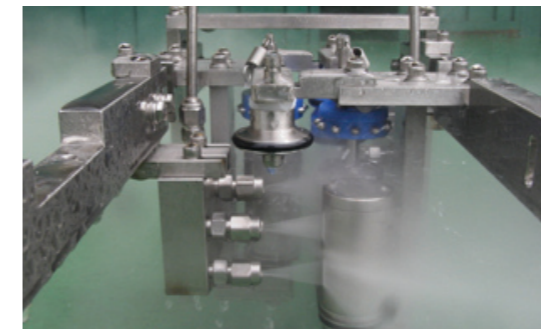
계하기 위해서는 스캐너 제어보드, 동기 알고리즘, On-the-fly 시스템을 먼저 개발하여야 했다. 그리고 기존의 스캐너를 활용한 레이저 가공은 작업영역의 한계로 대면적 가공이 불가능하였으므로, 이를 극복하기 위해 스테이지와 스캐너를 활용하여 Step & Repeat 방식을 사용했다. 그러나 영역 경계면에서 생기는 불균일(불연속)을 해결하지 못하였으며, 스테이지의 가감속으로 인한 가공 피삭재 모서리 부분의 정밀도 하락은 피할 수 없는 난제였다.

**기술의 차별성**

한국기계연구원(KIMM)의 김경한 박사팀은 이러한 난제를 풀고 본 기술로 인하여 대면적에 연속 가공이 가능케함으로써, 기존의 미세레이저 가공이 '한정된 영역'에서만 사용할 수 있었던 것을 대면적에 사용할 수 있도록 하였다. 그리고 레이저 사용 공정의 품질 균일도를 향상시키고 수율을 개선하였으며, 연속 가공으로 약 20%의 가공시간을 단축할 수 있었다. 기존의 레이저 가공영역의 한계를 넘어 스캐너와 스테이지를 동기화 시켜 구동함으로써 스캐너 작업영역 사이에서 발생했던 불균일함은 없어지고, 연속가공 방식으로 가공시간이 단축되고 정밀도가 향상되었다.

**기술 이전**

한국기계연구원(KIMM)으로부터 『FPCB 라우팅을 위한 스캐너-스테이지 연동기술』 기술을 이전받은 (주)제이스텍은 1995년 설립 이후 20여 년 반도체 자동화장비 및 디스플레이 자동화장비 생산 전문 상장기업이다. 제이스텍은 기술력을 바탕으로 반도체, 디스플레이 관련 자동화장비를 제작하여 국내외 유수의 반





최적경로생성은 레이저 연동 레이저를 구동하기 위해서 스테이지의 경로를 계산하여 스캐너-스테이지 모두 최적의 가공 경로를 갖게 되어 궁극적으로 최적의 가공 품질 및 속도를 보장하게 된다. 이때 스테이지의 경로는 주축으로써 가공 도면을 단순화한 경로가 되며 미세한 가공 부위는 스캐너가 주로 담당하게 된다.

도체, 디스플레이 업체에 장비를 공급하고 있으며, 수출에도 역점을 두어 2007년에는 1,000만 불 수출탑을 수상하였다.

현재의 제이스텍은 2010년 에이에스티와의 합병을 거치면서 TSP, OLED 등 차세대 디스플레이 사업 분야에 지속적이고 과감한 연구개발 투자를 하고 있으며, 이를 통해 글로벌 반도체, 디스플레이 장비 회사로 성장하고 있다.

주 생산 제품은 반도체 IC칩, 트랜지스터 팩키지, 리드프레임의 플레시를 제거하는 Deflashing 장비와 리드프레임 도금하는 플레이팅 장비를 생산한다. 그리고 LED, OLED, PDP에 사용되는 FPD 모듈과 RFID 접착에 활용되는 레이저 장비에 대한 기술력을 가지고 있다.

### 본 기술이 적용되는 가공장비 시장규모

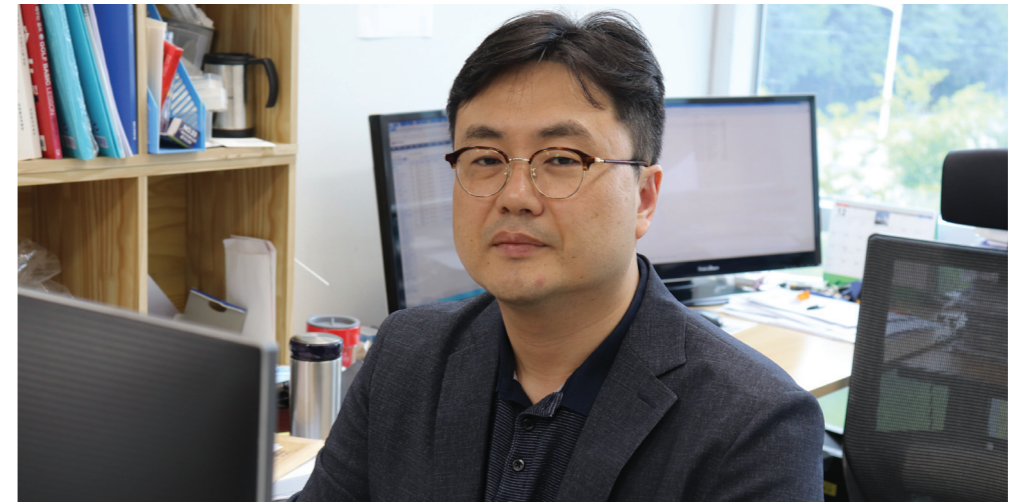
FPCB 세계 시장의 규모는 2008년 처음으로 8조 원 수준을 넘었다. 한국 전자회로산업협회에 따르면 2008년의 FPCB의 생산액은 8조 1,000억 원이며, 연평균 성장률(CAGR)은 5.9% 수준으로 2012년에는 10조 2,000억 원에 이를 것으로 전망되고 있다. 세계 시장의 국가별 점유율을 살펴보면 일본이 전체 시장의 24%를 차지하고 있어 가장 앞서 있으며, 일본을 제외한 나머지 아시아 국가가 70%를 차지하고, 나머지는 유럽과 미국이 각각 2%, 4%를 점유하고 있다.

### 레이저 미세가공 장비 시장

2008년 전체 레이저 가공 장비의 세계 시장 규모는 10조 3,000억 원이며, 이 중에서 반도체, PCB, 전자 부품 등의 미세가공 분야에 적용되는 레이저 미세가공 장비의 시장 규모는 2조 2,000억 원이고, 마킹, engraving용 장비시장을 포함하면 3조 8,000억 원에 이른다.



## 레이저 광원활용 가공기술 연구



광응용기계연구실의 연구 분야는 레이저/전자빔의 레이저/전자빔의 기반측정 및 진단을 통해 최적화된 가공시스템 기술을 개발하며 더 나아가 가공공정의 스마트설계 기술도 연구한다. 김경한 박사의 연구분야 중 미국의 뉴저지 대학의 석박사 학위 테마는 초단파 레이저와 생물학적 피부의 상호작용을 시뮬레이션하는 초단파 레이저 유동해석 및 열전달 분야이다. 이를 바탕으로 한국기계연구원에서 레이저 갈바노미터 스캐너와 스테이지의 경로 분기를 위한 CAM SW 개발, 레이저와 물질의 공정반응 연구 및 레이저 시스템 분야로 연구 분야를 확대하였다. 특히 산업체에 바로 적용할 수 있는 실용적인 개발에 중점을 두고 있으며, 포스코, AST젯텍, 미래컴퍼니, (주)에스디에이 및 SFA 등 국내 유수의 레이저 관련 회사와 긴밀한 공동 연구를 수행하고 있다. 향후 연구 관심 분야는 레이저 가공 장비 무인화를 위한 레이저 가공 장비 시뮬레이터 개발, AI 기반 자가 최적화 알고리즘 개발을 중점으로 하여 연구개발에 착수 중이다.

연구책임자 김경한 박사 소속 첨단생산장비연구본부의 광응용기계연구실  
이메일 jkhkim@kimm.re.kr 전화 042-868-7310

### FPCB 라우팅을 위한 스캐너-스테이지 연동기술

On-The-Fly 제어 시스템 기술 및 스캐너-스테이지의 각각의 경로를 분기하고, 속도를 생성하는 경로 생성 알고리즘 기술이다. 이 기술을 통하여 스테이지의 경로 및 속도가 생성되며, 이 정보는 스테이지 제어를 통하여 구동하게 된다. 스테이지의 위치 및 속도 정보는 엔코더 신호를 통하여 스테이지 제어보드에 입력되게 됨으로써, 실시간 동기화가 가능하다. 스테이지의 제어주기가 1ms인데 반하여, 스캐너 제어보드의 제어주기는 10μs로서 100배 고속으로 제어가 가능하며, 이에 따른 오차의 최소화도 가능하다. 고객/시장으로는 레이저를 이용한 가공 시장이다.



# CHAPTER 2



## 상용화를 향한 기술 배양 기업

진정한 히든 챔피언(Hidden Champion)에 도전한다 - (주)JS정밀  
소음·진동 해석으로 육지와 바다 생태계를 지킨다 - (주)유니스테크놀로지  
생체신호 인식 로봇세계에 도전하는 재활자의 희망 - (주)사이보그랩  
원전 안전설계! 세계 일인자 - (주)우진  
미활용 열회수 시스템 개발로 에너지 절약 신산업에 도전 - (주)센도리  
나노 기술로 현장 의료진단기기 양산화 도전 - (주)네오나노텍





## 진정한 히든 챔피언(Hidden Champion)에 도전한다 JS정밀(주)

초정밀 가공 및 패턴링, ICT 융합기술을 바탕으로  
마이크로미터의 정밀도를 가지는 제품을 생산하는 것은 선진국의 전유물이다.  
초정밀 롤 금형가공기도 그 중 하나이다.



**이전 기술명**  
UV 연속성형용 2m 급 초정밀롤  
금형 가공기 기술  
**기술이전기업**  
JS정밀(주)  
**대표**  
송영찬  
**홈페이지**  
www.jsupm.com  
**TEL**  
032-578-1944

### “한국기계연구원의 오늘로 지구촌의 내일이 달라진다.”

한국기계연구원의 구호와 같이 초정밀 가공설비와 미세공구는 제4차 산업 혁명에서 각종 기기와 소자의 완성도를 높이며 궁극적으로 완제품의 경쟁력을 높이는 핵심 분야이다.  
우리나라의 TV, 휴대폰을 비롯한 각종 LCD 액정장치를 사용한 완제품이 세계 시장에서 그 브랜드 가치를 인정받고 있다. 그러나 흔히 말하기를 한국 제품은 디자인은 뛰어나지만 부품 중 대부분의 하이엔드 제품 기기나 소자는 기술 선진국으로부터 수입이 많아서 채산성이 별로 없다고 얘기한다. 그러한 대표적인 기술성 제품으로 초정밀 가공기가 있다. 대표적 제품으로서 약 2m 길이의 롤 금형에 10~100μm 주기의 미세패턴을 균일하게 가공할 수 있는 초정밀 롤 금형 가공기이다. TV, 휴대폰과 TSP의

### BLU(Back Light Unit)

액정화면의 뒤에서 빛을 방출해주는 역할을 하는 광원장치로, BLU를 구성하는 도광판 및 프리즘시트는 대표적인 대면적 미세패턴 제품이다.

LCD(액정표시장치)의 BLU(Back Light Unit)를 구성하는 미세패턴 광학필름 생산을 위한 필수 장비이다.

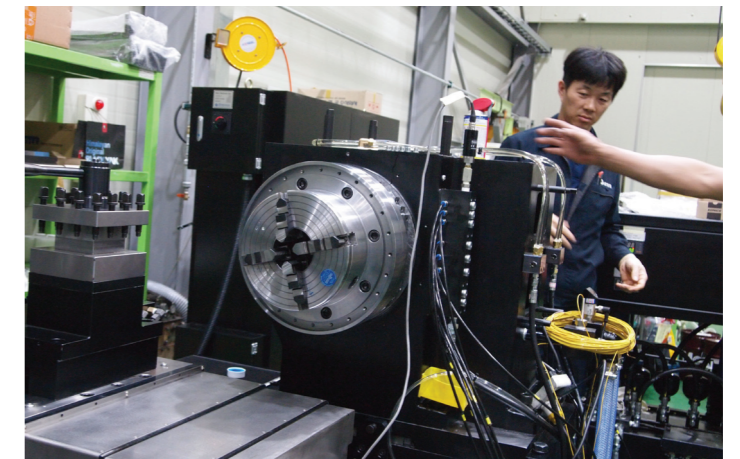
그러나 이런 초정밀 가공 장비는 수입에 의존해 왔다. 즉 부품 수급 사슬에서 초정밀 가공이 요구되는 제품의 경우 자체적으로 국산화를 위한 노력 대신 요소기술 및 제품을 대부분 수입에 의존하였다. 또는 국산화된 초정밀 가공기의 기술 수준이 수입제품보다 현격히 떨어져 품질 경쟁력이 없었기 때문이다. 게다가 대기업 중심의 경제구조는 국내에 초정밀 가공장비를 제작하는 기업이 뿌리내릴 수 있는 풍토가 아니므로 초정밀 산업은 선진국에 비해 퇴보해왔다. 다만 KIMM과 같은 연구소에서 원천기술의 개발은 지속되지만 역시 이 기술을 상용화하려는 회사는 당장 채산성과 경제성을 이유로 선뜻 나서지 않았다.

그러나 이러한 분위기를 뒤엎은 사례가 있다.

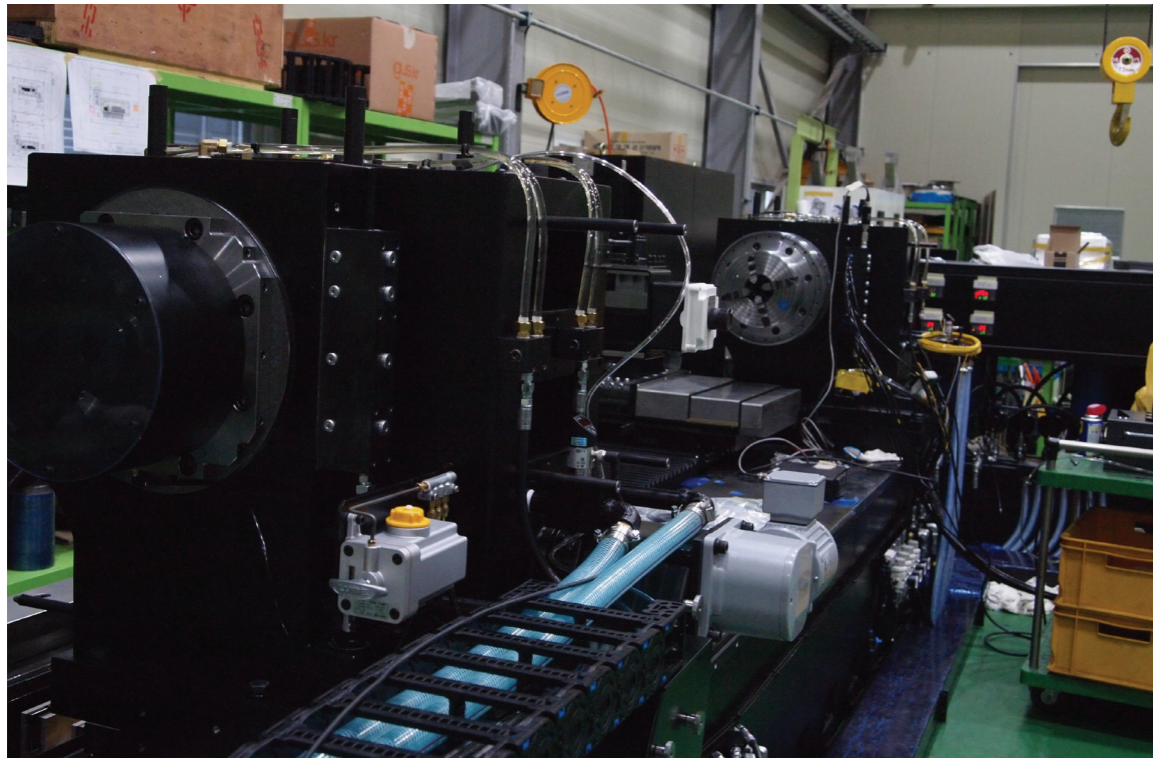
한국기계연구원의 초정밀시스템연구실이 2013년 개발한 ‘대면적 미세패턴 광학필름 제조용 초정밀 롤 금형 가공기’ 기술과 공학박사 출신 제이에스프리시전(주)의 송영찬 CEO와의 만남이다.

### 요소기술의 제품적용

한국기계연구원(KIMM)이 JS Precision사에 이전한 기술은 「UV 연속 성형용 2m급 초정밀 롤 금형 가공기 기술」이다. 이 기술을 적용한 초정밀 롤 금형 가공기는 TV, 노트북 등의 디스플레이에 주로 사용되는 LCD의 BLU(Back Light Unit)용 대면적 미세패턴 광학필름 생산을 위한 초정밀 롤 금형을 가공하는 장비로서, 약 2m 길이의 롤 금형에 다이아몬드 공구를 이용해 10~100μm 주기의 미세패







**유정압베어링**

운동부와 고정부 사이에 형성된 좁은 간극(통상적으로 15~20μm 수준) 가압된 오일을 공급하여 유막을 형성함으로써 마찰 없이 높은 정밀도의 운동을 가능하게 하는 베어링의 한 종류.

턴을 균일하게 가공할 수 있도록 한다.

PET(polyethylene terephthalate) 등의 베이스 필름에 자외선 경화형 광학 소재를 코팅하고 프리즘 패턴, 렌티큘러 패턴 등 필요한 미세패턴이 미리 가공된 롤 금형의 미세패턴을 코팅된 광학소재에 그대로 전사한 후, 자외선을 이용해 경화시키면 베이스 필름 위에 미세패턴이 생성된 광학필름이 생산되는 것이 연속성형공정의 원리다. 해당 공정에 사용되는 미세패턴 마스터를 롤 금형이라 하며, 이때 대면적의 롤 금형을 정밀하게 가공할 수 있는 장비인 초정밀 롤 금형가공기가 필수적이다.

수입산은 한 대당 15~20억 원에 이르는 고가 장비로 그동안 전량 수입에 의존해 왔으나 한국기계연구원(KIMM) 주도로 개발에 성공하였다. 그동안 수입에만 의존하던 본 가공기의 제작은 기술적 기반이 열약했던 초정밀 가공기 분야의 국내 첫 상용화 사례라는 점에서 큰 의미를 가지고 있으며 향후 타 초정밀 가공기 개발에도 파급효과가 크다.

**기술 전주기에 걸친 원천기술을 독자적 확보**

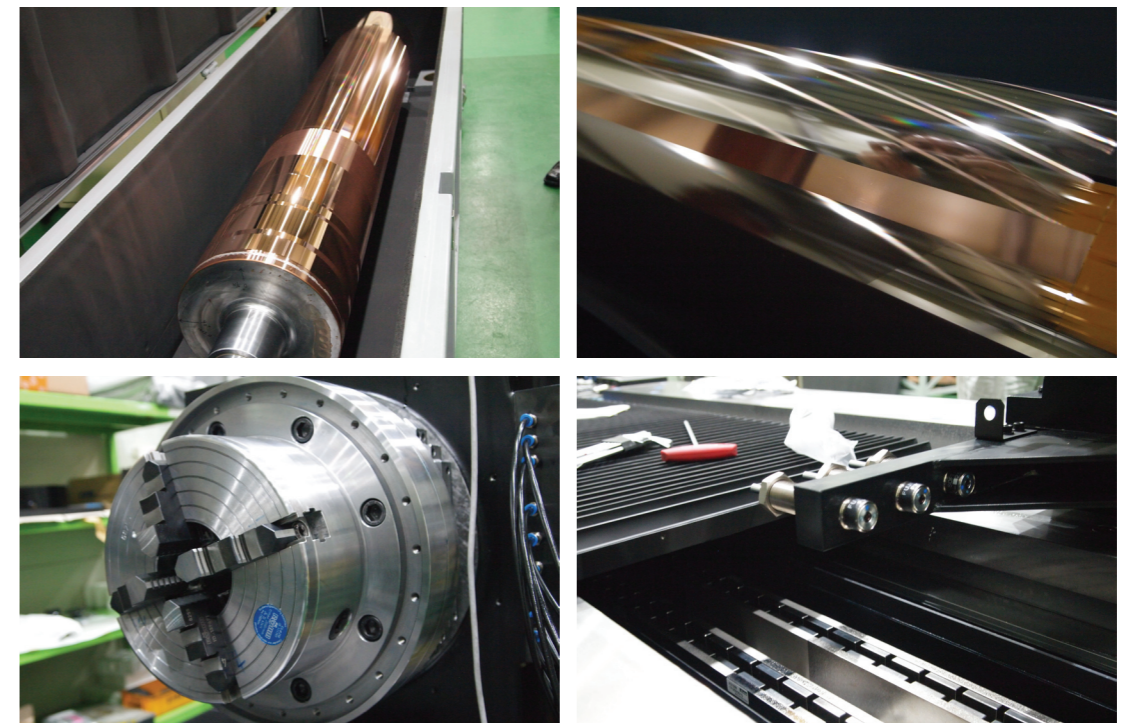
본 초정밀 롤 금형가공기 기술은 산업통상자원부의 산업원천기술개발사업으로 수행된 ‘대면적 미세가공시스템 개발’ 과제를 통해서 개발되었으

며, 해당 과제는 LCD의 BLU용 광학부품을 중심으로 한 대면적 미세패턴 부품의 금형 가공장비, 미세가공 공정, 미세성형공정 등 광학부품 생산 전주기에 걸친 원천기술이며 상용화에 성공한 기술 개발이다. 이 중 초정밀 롤 금형가공기를 중심으로 한 대면적 미세패턴 가공장비 기술은 한국기계연구원에서 주도적으로 개발한 것이다. 즉 본 연구팀은 초정밀 롤 금형가공기 개발과정에서 설계·조립·구동·평가의 개발 전주기에 걸친 원천기술을 독자적으로 확보하였다.

초정밀 롤 금형가공기에 있어 가장 중요한 것은 당연히 정밀도이다. 개발된 장비는 전 운동축에 유정압 베어링 및 리니어 모터 등을 채용하여 운동축의 무마찰화, 초정밀화를 실현하였다. 게다가 초정밀 운동 정밀도 측정 및 보정방법을 고안하여 2μm/2m의 직진도를 구현하였을 뿐 만 아니라, 최대 주축 온도상승 0.5℃ 및 온도 안정화 시간 1시간 이내의 열적 특성 등 기술적 측면에서 선진국 기술수준의 성능을 달성하였다.

**초정밀시스템 개발의 핵심**

본 기술을 이전 받은 제이에스프리시전(주)는 공학박사인 송영찬 대표가 2013년 설립하여 초정밀 가공설비 및 공구 연삭기를 주요 목표로 하고 있는데, 한국기계연구원으로부터 본 기술을 이전받아 명실 공히 첨단 가공장비 생산에 돌입하게 된 것이다. 그래서 그동안 국내 기업들이 미국의 무어(Moore)사나 일본의 도시바로부터 고가에 수입해 쓰던 제품을 국산화에 성공하였으며 개발 이후 국내 수요를 100% 대체하였다. 창업 4년째인 2017년 직원 12명으로 40억 매출을 기록하였으며 초정밀 롤 금형가공기의 누적매출은 현재 약 190억 원에 달한다. 아울러 수요기업(롤 금형 가공기업) 측면에서의 본 장비로 인한 후방시장에서





**강소기업**

국내에서는 기술력이 앞서고 성장 가능성이 큰 중소기업을 가리킨다. 연매출 40억달러 이하로 세계 시장의 점유율 3위 이내 또는 한 대륙에서 1위의 시장 점유율을 가지고 있다는 특징이 있다.

매출 효과는 약 1,000억 원으로 추산된다.

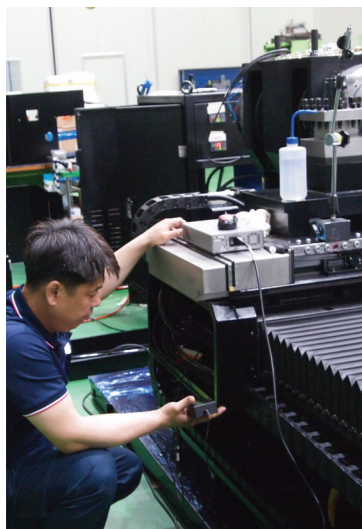
현재 LCD 시장이 국내에서 중국으로 이동 중이므로 중국시장 확보를 위해 2016년부터는 중국에 진출하여 영업망을 구축했고 그 결과 2018년 중국 수출은 10억 원을 이미 달성하였고, 현재의 수주 주문량대로 매출이 이루어지면, 2019년에는 40억 원으로 매출이 대폭 증가할 것으로 예상하고 있다.

이 같은 성과에도 불구하고 아직은 세계적 수준의 초정밀 가공기 제조회사와의 경쟁에서는 뒤처져 있다. 이런 시장 상황에 대해 제이에스프리시전(주)의 송영찬 대표는 “초정밀 롤 가공기의 성공적인 국산화 경험을 바탕으로 렌즈용 금형 가공기나 초미세 패턴 가공기 등의 국산화 개발을 하고 싶습니다. 한국기계연구원에서 보유하고 있는 설계, 측정 기술이 저희의 정밀 기계 제작/조립기술과 더하여 협업을 지속한다면 조만간에 해외 선진 업체와 어깨를 나란히 할 수 있는 기술력을 확보할 수 있을 것입니다.”라고 예상하면서 한국기계연구원(KIMM)과의 지속적인 협업을 통한 기술개발의 필요성을 강조하였다.

**작지만 강한기업 추구-1~10μm 가공에 도전**

일본 고베대학교 기계공학 박사 출신인 CEO 송영찬 대표는 사내에 기술 연구소를 두고 일본 NTC사 30년 설계 경력을 가진 기술자를 기술고문으로 모시고 있다. 제조부에도 6명의 관련업계 전문가로 구성되었는데, 연삭기 및 초정밀 설비 조립 경력 10년 이상 되었으며, 모두 NTC사에 조립 기술연수를 시킴으로써 기술집약적 회사로 기반을 탄탄히 다지고 있다. 이러한 이유에 대해 송영찬 대표는 시장에서 첨단 장비의 기술성에 대한 고객의 요구는 날로 높아지고 있다는 현실에 부응하기 위해 현재 선진국 제품 수준인 미세주기 패턴을 10~100μm 정도 가공하고 있지만, 누구도 달성하지 못한 1~10μm 가공에 도전해 볼 생각이라고 포부를 밝혔다.

그래서 독일의 경영학자 헤르만 지몬(Hermann Simon)이 창안한 개념으로 자신의 저서 <히든챔피언>(1996) 이란 책에서 밝힌 바와 같이 진정한 히든 챔피언(Hidden Champions)이 되는 것이 JS정밀(주)의 목표이다. 즉 ‘작지만 강한기업으로서 수출형 강소기업을 추구 한다’고 송영찬 대표는 자신의 꿈을 말한다.



**ICT 초정밀 장비 및 공정 기술 연구**



첨단생산장비연구본부의 초정밀시스템연구실은 초정밀 위치설정을 위한 설계, 제어, 요소부품, 측정 및 보정 등 핵심기술을 연구한다. 이를 바탕으로 초정밀 금형/부품, 초미세 전자소자 제조를 위한 초정밀 장비 및 관련 공정기술을 개발한다.

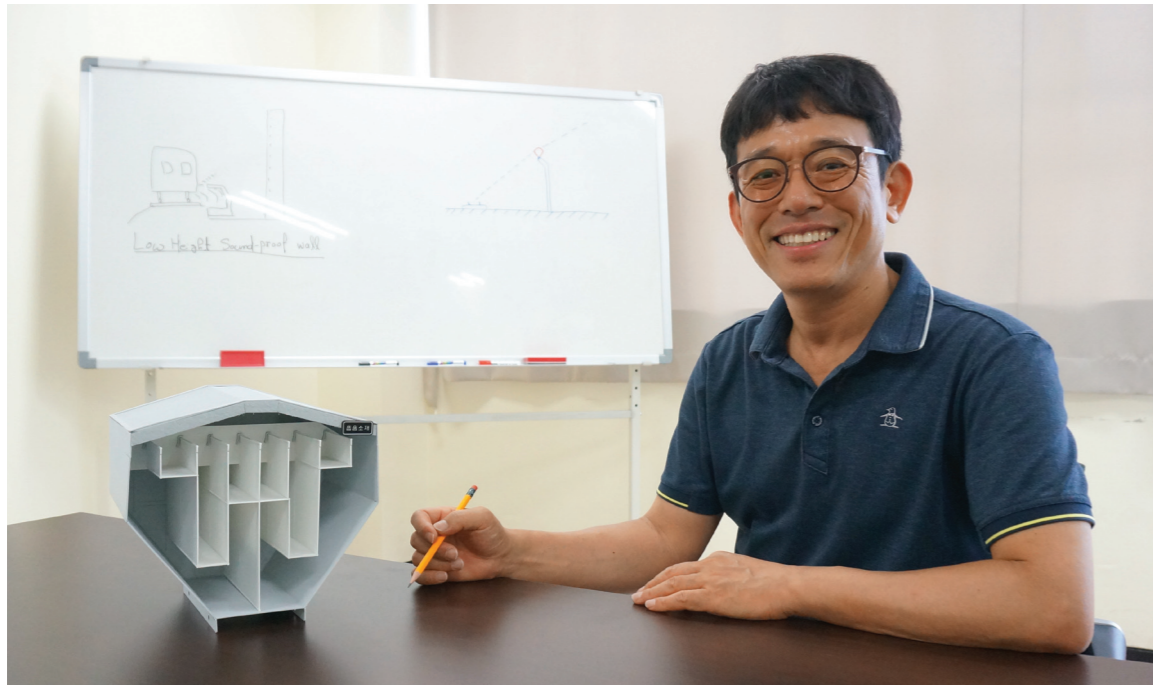
즉 초정밀 가공 장비의 설계/조립/제어, 보정/지능화 기술, 융복합 디바이스 제조 및 공정기술, 생산장비 ICT 융합 및 지능화 기술 등 이와 관련된 공정기술을 개발 연구한다. 또한 휴대폰과 같은 고기능 소형제품 생산을 위한 초소형 부품 가공 및 조립기술, 장비 설계 단계에서 정밀도를 예측하는 설계 시뮬레이션 기술도 개발한다.

**연구책임자** 오정석 박사 **소속** 첨단생산장비연구본부의 초정밀시스템연구실  
**이메일** ojs6114@kimm.re.kr **전화** 042-868-7867

**UV 연속성형용 2m 급 초정밀롤 금형 가공기 기술**

초정밀 롤 가공기의 유정압 베어링 및 설계, 성능평가 기술이다. 이 기술을 적용한 ‘초정밀 롤 금형 가공기’는 TV, 노트북 등의 디스플레이에 주로 사용되는 LCD BLU(Back Light Unit)용 대면적 미세패턴 광학필름 생산을 위한 초정밀 롤 금형을 가공하는 장비이다. 약 2m 길이의 롤 금형에 다이아몬드 공구를 이용해 10~100μm 주기의 미세패턴을 균일하게 가공한다.





## 소음 · 진동 해석으로 육지와 바다 생태계를 지킨다 유니스테크놀로지(주)

오늘날 소음은 공해로 간주된다. 모든 기계에서의 소음제거와 방음설계는 품질 경쟁력이다. 수송기계에서 자동차, 선박과 항공기가 그 대상이다. 또 도로와 변전소의 소음은 민원의 대상이고, 아파트의 층간 소음정도는 구매의 중요 변수다.



**이전 기술명**  
선박용 SEA 소음진동 해석 프로그램  
**기술이전기업**  
유니스테크놀로지(주)  
**대표**  
김영찬  
**홈페이지**  
www.unisontg.com  
**TEL**  
041-577-3457

한국기계연구원(KIMM) 이성현 박사 연구팀이 유니스테크놀로지에 이전한 요소기술은 「선박용 SEA 소음진동 해석 프로그램」이다. 이전 받은 해석 프로그램은 선박 전용 소음 · 진동 시뮬레이션 프로그램으로서 통계적 에너지 해석법(SEA, Statistical Energy Analysis) 이론을 활용하여 공기소음 및 구조소음의 영향을 예측하는 프로그램이다. 선박음향 및 소음해석을 연구하는 분야로서 각종 선박의 소음감소를 위한 첨단 기술 적용은 선박 자체의 질적 성능 향상뿐만 아니라 심지어 고래나 희귀 바다생물을 불필요한 소음으로부터 보호하여 자연 생태계를 유지하는 데에도 커다란 역할을 하고 있다. 이러한 요소기술은 1980년 이전 과거에는 생소했던 것으로 “선박음향학”이라는 새로운 연구분야이다. 기존 해석 방법이던 유한요소법이 적용되

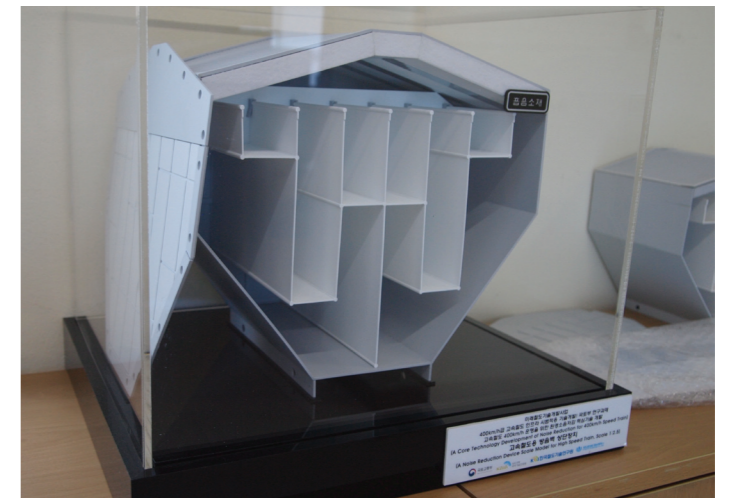
HVAC 주요 요소인 소음기, 룸유닛 등에 대한 해석 모듈 NADS-R이 개발되어 선박소음의 해석 정밀도를 향상시킬 수 있다



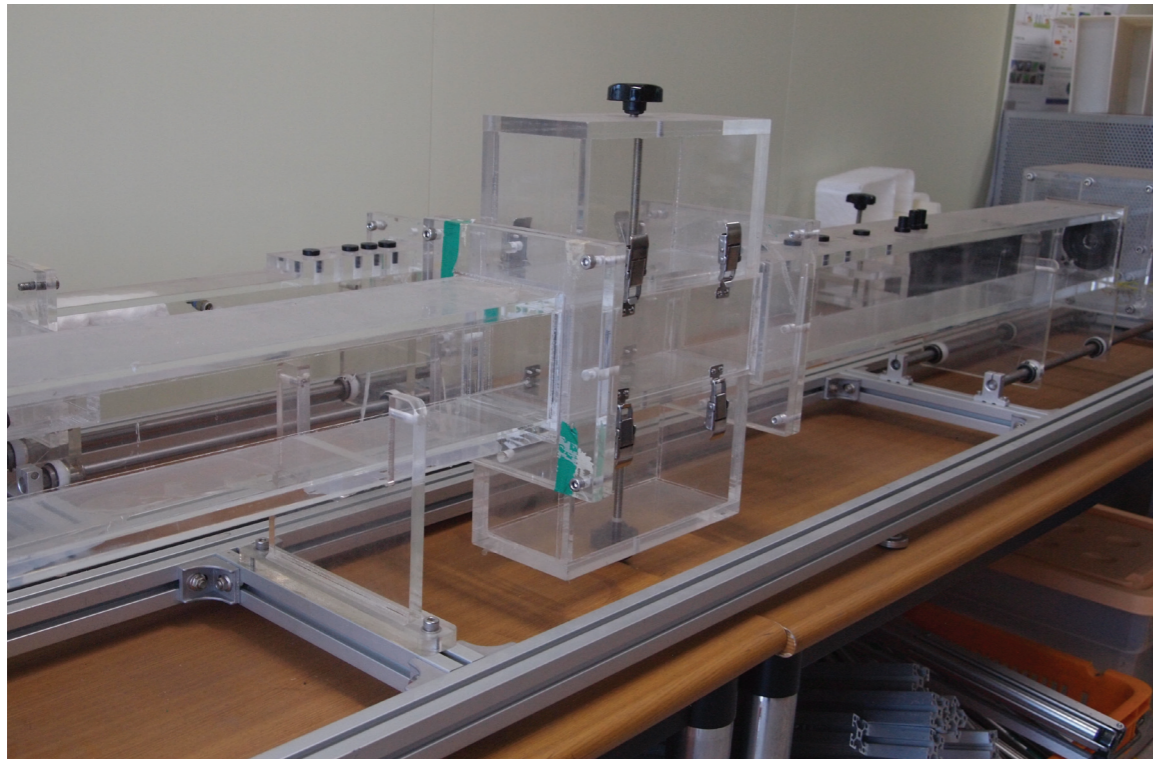
기 어려운 대형 구조물의 소음해석에 새로운 통계적 에너지해석법(SEA: Statistical Energy Analysis)을 도입한 선박소음 해석 분야이다. 특히 1994년 독자적인 함내소음해석 프로그램인 NASS(Noise Analysis of Ship by using SEA)와 수중방사소음 해석프로그램 URNAS(Underwater Radiated Noise Analysis of Ship)이 개발됨으로써 1990년대 중반 이후 건조되는 한국해군 시제 함정의 소음해석 연구를 한국기계연구원에서 전담하게 되었다. 이후 NASS는 1995년 SEANV(Statistical Energy Analysis of Noise and Vibration)로 성능 보완되었으며 꾸준한 기술개발을 하였고, 이러한 기술은 장비의 시험검사 업무와 함께 대한민국 해군 전력 증강에 기여하고 있다. 이러한 독보적인 선박소음 해석기술은 일반 건축물로 적용분야를 확대하면서 2010년에는 설계단계 건축물의 소음/진동 예측 및 평가를 위한 해석프로그램인 B-NAS가 개발되었다. 이는 기존 함내소음 해석프로그램인 NASS를 기반으로 하여 일반 건축물에도 적용이 가능하도록 관련 요소들의 음향 특성을 반영한 것으로 다가구 공공주택과 같은 소음 관련된 사업분야에 기술이전되어 실제 건축물 설계 시 활용되고 있다.

### 소음해석프로그램을 이용한 제품개발로 상용화 성공

선박음향 및 소음해석 연구를 이와 같이 다양하게 연구하고 있는 한국기계연구원의 이성현 박사팀은 2010년부터 유니스테크놀로지(주)에 기술을 이전하여 소음해석 프로그램을 이용한 제품개발을 통한 상용화에 유용하게 사용함으로써 최근에는 상용화 우수기업으로 선정되기에 이르렀다.







선실 내부 격벽의 구조소음 전파에 대한 연구결과가 포함되면서 여객선 등과 같은 내부 격벽구조 선실의 정밀한 선박소음 해석이 가능

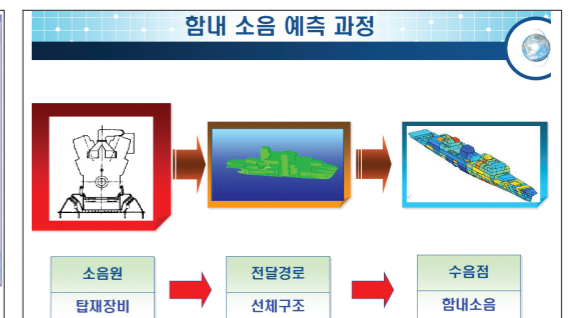
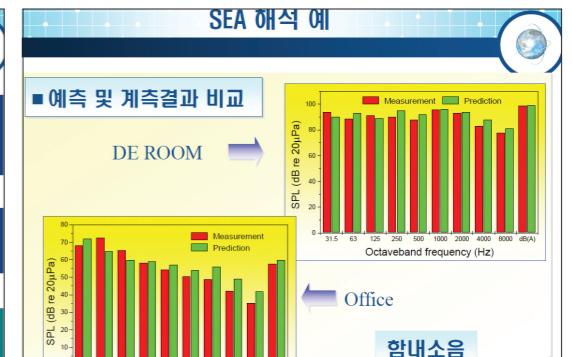
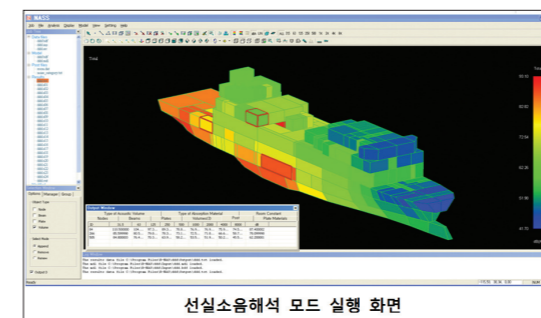
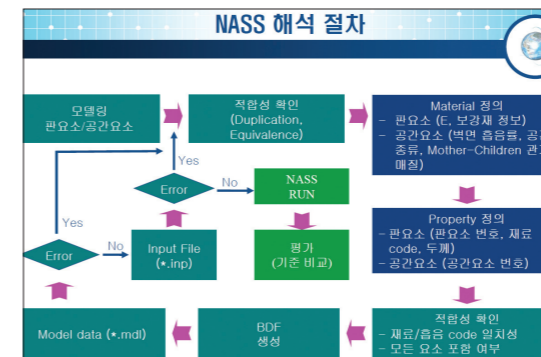
2005년 회사 창립 이래 소음·진동분야 전문기업으로 시장을 선도하였다. 축적해온 기술력으로 소음·진동 설계, 측정, 평가, 방음·방진대책을 수립하고 적용하는 등 다양한 영역에서 독자적 사업영역을 확보하였다. 특히 초정밀도를 요구하는 반도체, LCD공장의 정밀방진(미진동)분야, 지하철·전철 역사 및 인근 건물의 안전성 설계, 기계설비 방음·방진, 소음·진동 특성화 제품개발 및 선박의 주요 정온시설에 대한 소음·진동을 예측하여 설계하는 소음·진동 분야에서 전문성을 인정받고 있다. 한국기계연구원으로부터 이전 받은 요소기술의 유용성에 대해서 유니스 테크놀로지(사)의 소음진동 기술개발그룹 PM 장강석 박사와 서효선 과장은 “본 프로그램으로 소음예측을 통해 주요 선실에 대한 기준 만족여부를 평가하고, 기준을 초과하는 영역에 대한 대책을 수립하는데 활용하고 있습니다.”라고 말했다. 전체 선박이나 건축물 시스템 하에서 본 해석 프로그램의 적용 분야 및 품질향상 기여부분에 대해서는 “기술이전 받은 프로그램은 선박 소음·진동 시뮬레이션에 기본이 되는 선실 내 흡음 특성을 반영한 흡음률, 구조부재 소재별 감쇠 그리고 소음 발생원에 대한 데이터베이스 등 다양한 설계인자를 반영할 수 있고, 이 밖에 사용자가

원하는 해석 방향에 따라 설정이 다양한 방법으로 적용 가능합니다. 따라서 기술이전을 통해 복잡한 선박 구조에 대해 사용자의 의도에 맞는 시뮬레이션 환경을 구축하는 것이 가능했으며, 복잡한 가정으로 인해 발생하는 불확실도의 최소화도 가능했습니다. 한편 한국기계연구원(KIMM) 내부에 축적된 시험·해석 데이터를 기반으로 형성된 시뮬레이션 노하우를 기술이전 교육을 통해 간접적으로 전수받을 수 있는 기회를 갖게 되어 시뮬레이션 결과의 정확도 향상에 많은 도움을 받게 되었습니다.”라고 말하며 한국기계연구원과의 협업의 장점을 강조했다.

유니스테크놀로지(주)의 이전 받은 기술적용에 대해서도 “당사는 조선업 분야 외에 다양한 산업분야에 걸쳐 소음·진동 예측 및 대책 설계, 측정분석을 통한 문제해결, 소음진동 방지시스템과 관련된 신기술을 자체적으로 개발하고 있습니다. 본 기술을 통해 건물 내에서의 소음예측도 가능하게 되어 친환경 건축분야에 대한 예측 및 평가에 대한 기술 확보가 이루어졌다.”면서 기술이전 혜택이 자사 발전에 중요하다고 서효선 과장은 밝혔다.

### 외국 프로그램보다 장점이 우월

소음해석 및 설계프로그램으로 한국기계연구원(KIMM) 「선박용 SEA 소음진동 해석 프로그램」외에 기존의 타 기술 프로그램인 VA ONE이 있다. 외국 프로그램인 VA ONE과 비교하였을 때 명백한 기술적 이점에 대한 언급에서 유니스테크놀로지(주) 장강석 박사는 “본 이전기술과 유사한 타 제품으로 SEA 및 BEM, FEM을 기반으로 한 VA One 등의 상용프로그램이 있다. 이 제품의 경우 여러가지 해석기법으로 다양한 영역에서의 해석을 수행할 수 있지만, 국외에서 개발된 제품으로 국내 기업이 기술지원을 받는데 어려움





본 연구팀에서는 주기적 경계를 이용한 흡·차폐장치(덕트 소음기), 인공 밴드갭을 이용한 소음 차폐장치, 광대역 소음 진동·차폐장치 등에 대한 연구를 진행 중

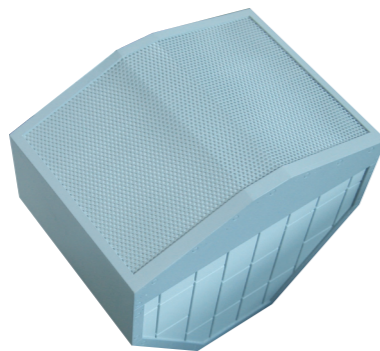
이 있다. 그러나 본 이전 기술의 경우 한국기계연구원 연구원 분들께서 프로그램 개발 전반에 관여하여 적용된 이론식에 대한 기초적 지원뿐만 아니라, 프로그램 인터페이스와 같은 기능적인 부분에 대한 기술지원도 받고 있어 사용자 입장에서는 크게 도움이 되고 있다.”고 강조하며 한국기계연구원(KIMM)의 이성현 박사팀과의 협업에 만족하였다.

**전 세계 함정 현대화 관련 50조 시장이 열린다**

한편 본 「선박용 SEA 소음진동 해석 프로그램」 기술력 자체에서 비롯된 2016년 시장규모는 프로스트 설리반(Frost & Sullivan 2016) 컨설팅사의 분석에 따르면, 전 세계 함정 현대화 시장규모 (Total Naval Ship Modernization Market)는 2016에서 2026년까지 총 490억 달러 예상하며, 이 중에 아시아-태평양 지역의 시장은 약 35% 정도로 분석하였다. 세계 경기침체로 인해 해상 물동량이 감소함에 따라 벌크선, LNG선, 여객선 등 조선업 전반에 걸친 불황에도 불구하고 국내 조선업계의 차세대 고부가가치 분야로 손꼽히는 크루즈선 등의 개발이 진행되고 있는 과정에서 소음해석 및 평가에 대한 부분은 더욱 중요해지고 수요는 꾸준히 증가할 것으로 예상된다.

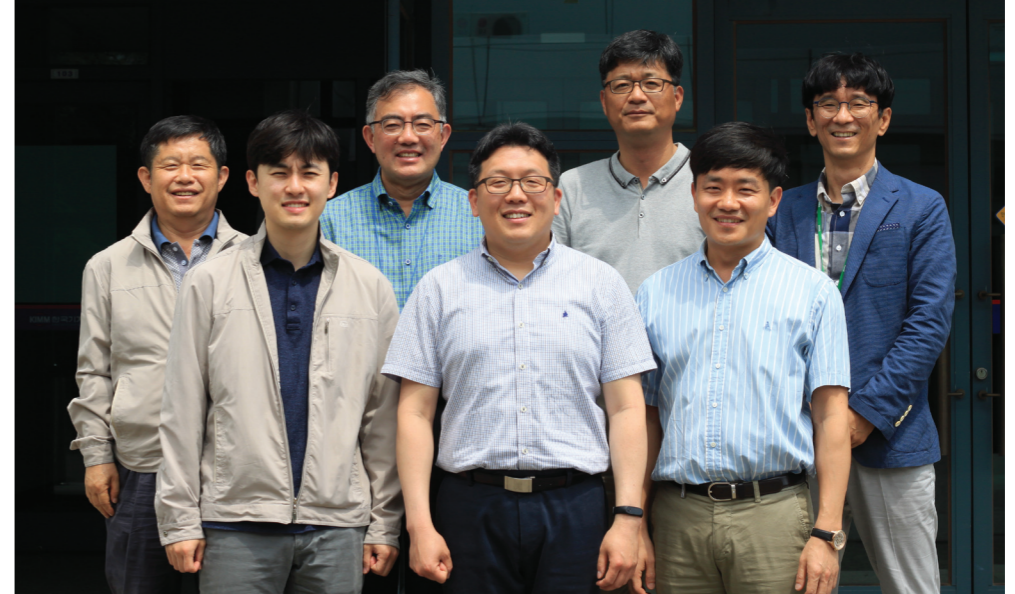
**경영목표-다양한 분야에 응용**

한국기계연구원(KIMM)의 「선박용 SEA 소음진동 해석 프로그램」 기술을 이전받은 유니스테크놀로지(주)사는 경영목표로서 조선 분야뿐만 아니라 육상교통 분야에서 현재 국토교통부 연구과제로 많은 협업 프로젝트를 수행하고 있다. 기술이전 받은 프로그램을 이용한 선실 내 소음해석과 더불어 구조 진동 평가 및 진단 등 엔지니어링 업무를 꾸준히 하고 있으며, 소음진동을 저감할 수 있는 신제품 개발을 지속적으로 하고 있다. 최근에는 「선박용 SEA 소음진동 해석 프로그램」을 응용하여 고속철도 소음을 저감할 수 있는 방음벽상단 소음저감 신기술을 획득하여 현장에 적용시켰으며, 자사에서 응용개발된 건축산업 전반에 특수방진이나 정밀방



진 제품 등을 적용함으로써 친환경 건축분야를 구현하는데 힘쓰고 있다 그래서, 향후에도 선박 분야뿐만 아니라 철도와 토목건축 분야에서 한국기계연구원과의 긴밀한 협업을 바탕으로 소음진동 관련 최고기술을 선도하는 기업으로 나아갈 것이다.”라고 밝혔다.

**기계소음·진동·충격에 관한 설계 및 제어기술 연구**



기계시스템안전연구본부 시스템다이나믹스연구실의 연구분야로는 기계/구조시스템 소음, 진동, 충격 등의 설계 및 제어 기술이다. 또한 에너지 하베스팅, 인공지능기반 상태진단/예측 등 관련 신기술을 개발하고 있다. 세부적으로는 ▲음향/소음, 진동/충격 해석 및 평가기술 ▲회전 기계 다이나믹스 및 윤활 요소기술 ▲진동에너지 하베스팅 기술 ▲기계시스템 상태감시/진단 및 예측기술 ▲복합기계 시스템 다이나믹스 해석/제어 및 평가기술 등이다. 연구 성과는 ▲한국 해군 함정들에 대한 통합 생존성(내충격, 수중방사소음, 피격 등) 해석 기술개발 ▲내진검증 및 진동성능 평가기술 개발 ▲선실의 방음설계 및 소음평가 기술 개발 ▲에너지 절약형 드라이 진공펌프 기술 개발 ▲발전플랜트 핵심기기 실시간 상태감시, 진단 및 예측 시스템 개발 등을 연구한 바 있다.

**연구책임자** 이성현 박사 **소속** 기계시스템 안전연구본부의 시스템다이나믹스 연구실  
**이메일** sh.lee@kimm.re.kr **전화** 042-868-7895

**선박용 SEA 소음진동 해석 프로그램**

본 기술은 세계 최고 수준의 기술로서 선박음향 및 소음해석 분야인 '선박음향학'의 기틀을 마련, 유한요소법 등 기존 해석방법이 적용되기 어려운 대형 구조물의 소음해석에 적용한 새로운 통계적 에너지해석법(SEA: Statistical Energy Analysis)이다. 선박소음 해석분야, 군사용 함정의 저소음화 설계는 물론 여객선 등 고부가가치 선박의 설계와 새로운 방음대책 적용에 대한 효과를 종합적으로 확인할 수 있어 국내 선박설계 및 건조기술 발전에 매우 중요하다.





## 생체신호 인식 로봇세계에 도전하는 재활자의 희망 (주)사이보그-랩

사이보그랩은 FPD와 반도체 장비용 로봇업체이다. FPD와 반도체 장비의 웨이퍼 및 패널 이송 장치에 사용되는 로봇 및 LCD 패널 검사를 하는 로봇을 전문적으로 제작하여 FPD 및 반도체 장비회사에 공급한다. 지속적인 기술개발을 통해 제품의 성능 향상과 고객의 요구에 따라 모델을 다양화하고 있다.



**이전 기술명**  
위치센서 신호기반 컴플라이언트  
통합구동모듈 기술  
**기술이전기업**  
(주)사이보그-랩  
**대표**  
전인택  
**홈페이지**  
www.cyborg-lab.com  
**TEL**  
031-303-5443

### 의료용 로봇 시장으로 사업영역을 확대

최근에는 산업용 로봇 제작에서 쌓은 경험과 기술을 바탕으로 의료용 로봇 시장으로 사업영역을 확대하고 있다. 공학도 출신 전인택 대표는 2002년 사이보그랩을 창업하여 꾸준히 산업용 로봇을 제작하였고, 경영 이념으로 기술연구를 강조하여 총17명의 직원 중 9명이 연구 인력이다. 지속적인 연구 개발의 중요성을 알고있는 사이보그랩의 전인택 대표는 2017년 9월 어느 날 대전 KAIST 내 대전창조혁신센터에서 열린 투자설명회에서 우현수 박사의 피칭을 듣게 되었다. 당시 한국기계연구원의 우현수 박사는 '하지절단 환자를 위한 로봇의족'을 개발한 상태로 이에 대한 사업화에 전인택 대표는 관심을 가지고 있었다. 당시 피칭에서 가장 주목을 끌은 주제들은 인공지능(AI)부터 음성인식 로

컴플라이언트 통합구동모듈은 인간과 로봇이 직접적으로 접촉하는 상황이 빈번하게 발생하는 의료용 로봇이나 협동로봇에 주로 많이 적용

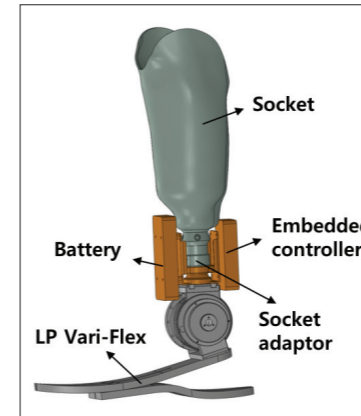
봇, 위치정보 기술 등 다양했었고, 그 중 전인택 대표는 우현수 박사의 '위치센서 신호기반 컴플라이언트 통합구동모듈 기술'을 이전 받아 상용화하기로 했다.

### 컴플라이언트 통합구동모듈

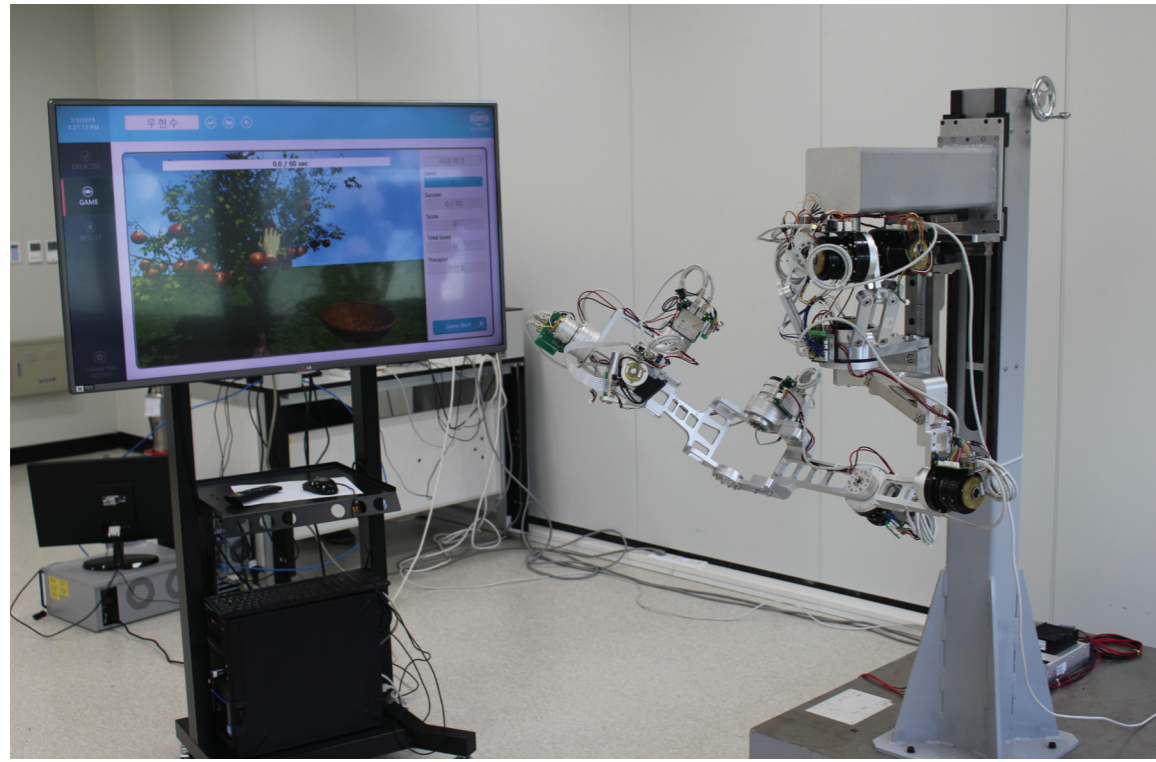
요소기술의 특징인 '컴플라이언트 통합구동모듈'이란 모터, 기어, 엔코더 등이 하나의 모듈로 통합된 모듈 안에 토크 측정이 가능한 토크센서가 내장되어 있어, 사용자에게 과도한 힘이나 충격이 가해지지 않으면서 원하는 토크를 정확하게 구현할 수 있는 구동모듈을 의미한다.

그리고 '위치센서 신호기반'의 의미는 상기의 통합구동모듈이 토크를 측정하는 방식이 두개의 위치센서 신호에 기반하여 토크 값을 계산해낸다는 의미이다. 자기 방식의 위치센서 신호를 이용하기 때문에 기존의 전자기 노이즈에 취약한 스트레인게이지(Strain Gauge) 방식의 신호보다 훨씬 강인하고 안정적인 토크 측정이 가능하다. 이와 같은 컴플라이언트 통합구동모듈은 인간과 로봇이 직접적으로 접촉하는 상황이 빈번하게 발생하는 의료용 로봇이나 협동로봇에 주로 많이 적용되고 있으며, 그 중요성과 수요가 급증하고 있다.

이러한 기술에 대해 개발자인 우현수 박사는 "의료지원로봇연구실에서 지난 수년간의 연구를 통해 개발한 통합구동모듈은 저가이면서도 세계 최고수준의 무게 대비 토크 출력이 가능해 높은 가격경







의료로봇의 경우 현재 국내에서 상용화에 성공한 예가 거의 없어 외국제품의 수입에만 의존하고 있는 상황

쟁력을 보유하고 있다.” 강조한다.

**세계적 수준에서 비교해본 기술성의 위치**

본 이전 기술은 1kg의 무게에서 최대 20Nm의 연속토크 출력이 가능하다. 그럼에도 불구하고 그 가격은 150만 원대이므로 현재 세계에서 가장 널리 사용되고 있는 유니버설 로봇 제품에 적용된 통합구동모듈과 직접적인 경쟁이 가능하다.

**요소기술의 적용분야와 시장성**

컴플라이언트 통합구동모듈은 현재 뇌졸중 환자를 위한 외골격형 상하지 재활로봇, 하지 절단 환자를 위한 로봇 의족, 원격 수술을 위한 원격 수술 로봇을 개발하는데 적용되고 있다.

각 로봇 관절의 구동 모듈마다 토크센서가 장착된 하이엔드 형 의료로봇 및 협동로봇은 높은 가격으로 인해 아직 세계 시장에 널리 보급되지 못하고 있지만, 본 기술이 상용화된다면 저렴한 가격으로도 동일한 성능을 구현할 수 있어 해당 요소기술 제품의 경쟁력을 크게 높일 수 있을 것으

로 기대된다.

**2020년, 국내/외 18억 달러 시장규모**

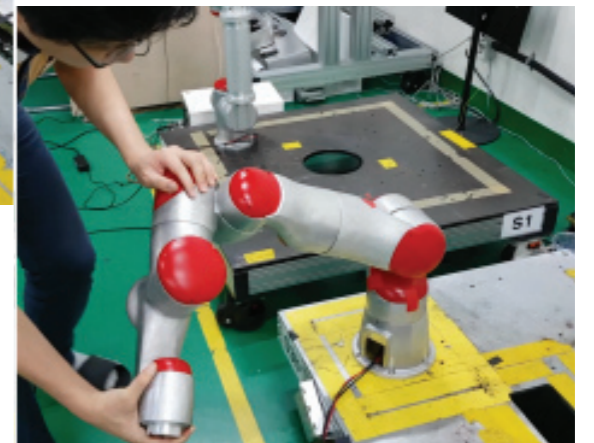
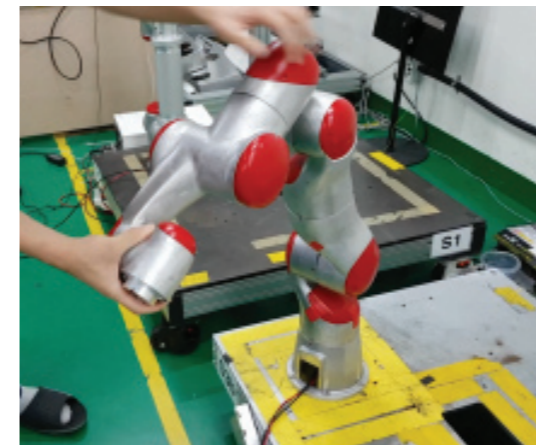
IBM의 산하 연구소 윈터그린 리서치는 재활로봇 시장 전망 보고서(Rehabilitation Robots, Active Prostheses, and Exoskeletons – Market Shares, Strategies, and Forecasts, Worldwide, 2014 to 2020)에서 2011년도 재활로봇 시장 규모가 2020년까지 지금보다 42배 성장할 것이라고 발표했다. 보고서는 현재 4,330만 달러 수준의 재활로봇 시장 규모가 2020년까지 18억 달러로 급격히 성장할 것으로 예상했으며 재활로봇, 보철(의수, 의족 등), 외골격로봇, 착용로봇 등이 여기에 포함된다.

2016년 전 세계 시장규모는 2,146억 원이며 2022년 3.3조 원까지 성장할 것으로 전망된다. 국내 시장 또한 102억 원에서 1,773억 원으로 급격한 성장이 예상된다. 로봇산업 내 협동로봇의 비중도 급격히 증가하여 2025년 협업 로봇이 전체 로봇의 37%를 차지할 것으로 예측된다.

한편 협동로봇의 시장규모도 최근 급격하게 성장하는 추세에 맞추어 국내 대기업(현대 로보틱스, 두산 로보틱스, 한화 테크윈)들도 시장에 진출하고 있다.

**5년 후에는 500억 매출 기대**

이러한 의료용 로봇 시장의 추세에 맞추어 (주)사이보그랩도 본격적인 제품의 상용화를 준비하고 있으며, 기존의 산업용 로봇 제품으로만 2017년에 23억 원 매출을 기록했고, 올해에는 매출 30억 원을 상회할 것으로 예상된다. 전인택 대표는 기계연구원(KIMM) 우현수 박사가 개발한 기술을 이전 받아 의료용 로봇 상





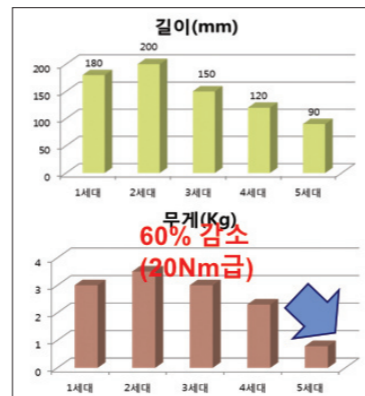
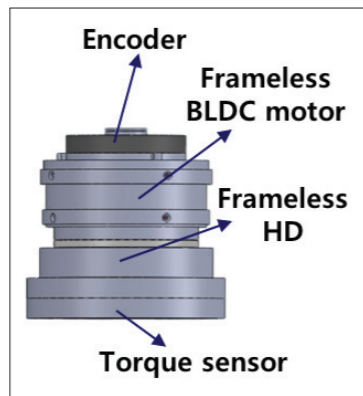
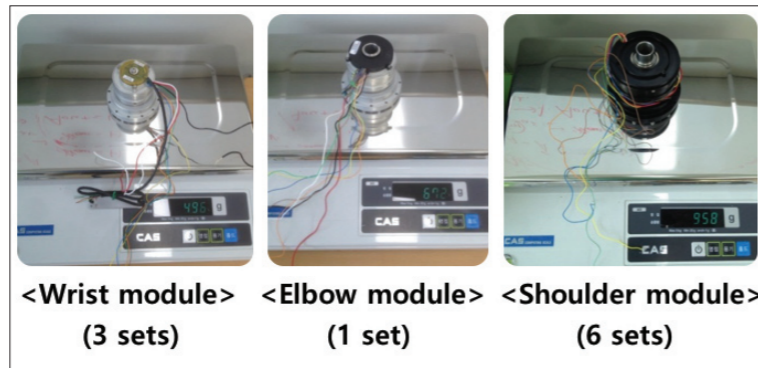
현재 4,330만 달러 수준의 재활로봇 시장 규모는 2020년 18억 달러로 급성장할 것으로 예상

용화에 성공하면 향후 5년 후에는 500억 정도의 매출을 일으킬 수 있다고 전인택 대표는 확신하고 있다. 이런 시장 수요에 따라 수출시장의 전망도 밝다.

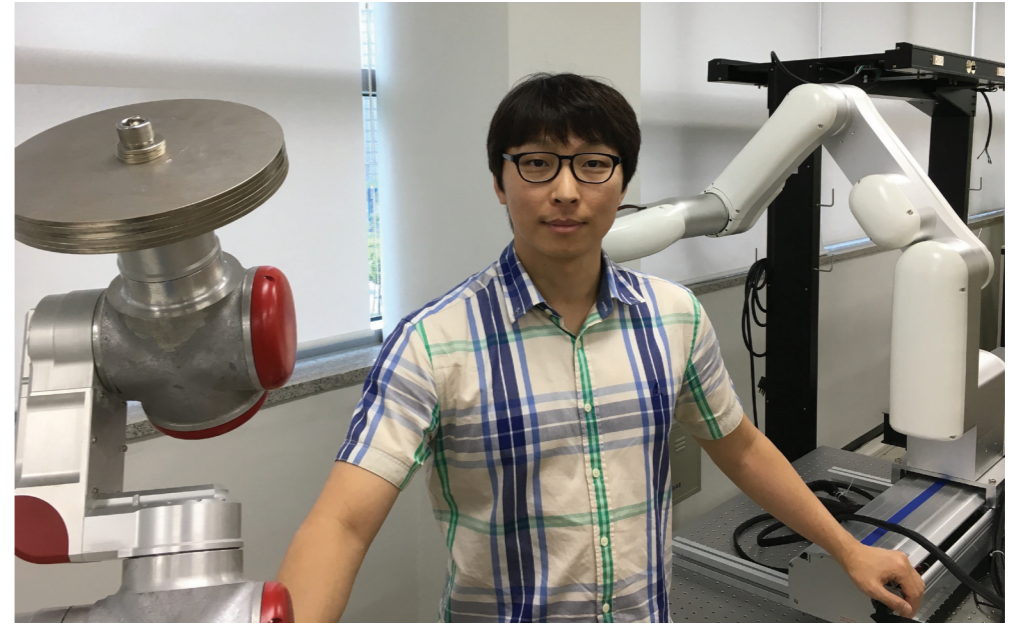
**수출 전망과 수입 대체 효과**

의료용 로봇의 경우 현재 국내 회사가 상용화에 성공한 예가 거의 없어 외국 제품의 수입에만 의존하고 있는 상황이다. 따라서 본 기술이 적용된 고성능의 의료로봇이 상용화되어 가격경쟁력까지 갖추게 되면 수입 대체 효과가 클 것으로 기대된다.

협동로봇 역시 최근에서야 국내 유수의 대기업들이 국내 시장에 진출하고 있는 상황이므로, 본 기술이 적용된 협동로봇이 개발된다면 급성장하고 있는 국내시장에서 함께 기존 외국 제품들을 대체하는 효과가 클 것으로 예상된다. 최고의 제품으로 고객의 진정한 동반자가 되겠다는 전인택 대표는 “계속해서 신개념, 신사고를 통해서 급변하는 시장과 고객의 기대에 부응하기 위하여 ‘4차 산업혁명’의 기술도입을 위해 끊임없이 노력하겠다.”는 각오를 밝혔다.



**인체-기기 인터페이스,인체공학 연구**



의료지원로봇연구실에서는 의료분야 및 일상생활 지원 기기에 적용이 가능한 로봇, 인체-기기 인터페이스, 이동 지원 및 인체공학 기술을 핵심적으로 연구한다. 이러한 기술을 바탕으로 차세대 지능형 의료분야에 적용이 가능한 수술로봇, 재활 로봇은 물론이고 고령자와 장애인도 비장애인과 같은 생활을 할 수 있도록 로봇을 개발하고, 이들을 위한 복사용 차량과 운동보조기기도 연구 개발한다. 연구분야로는 ▲재활/수술 로봇을 위한 메커니즘 및 구동모듈 기술 ▲인체-기기 인터페이스 기술 ▲교통약자를 위한 맞춤형 이동수단 기술 ▲생체신호를 이용한 재활 및 스포츠 기기 기술 등이 있다. 연구 성과로는 ▲하지 절단 환자용 발목형 로봇 의족 개발 ▲병소 생검 및 치료용 바늘 삽입형 영상 중재시술 로봇 시스템 개발 ▲통합적 안전기능을 가진 로봇 기술 융합형 의료용 이동 수단을 개발 하였다. 우현수 박사는 의료지원 연구로봇연구실에서 경량고성능 통합구동모듈 기술이 적용된 외골격 형상/하지 재활로봇, 발목형/무릎형 로봇 의족, 원격 수술로봇, 협동로봇을 연구하고 있으며, 이 중 상지 재활로봇, 발목형 로봇의족, 협동로봇은 현재 다수의 중소기업들과 상용화를 진행 중에 있다.

연구책임자 우현수 박사 소속 대구융합기술연구센터의 의료지원 로봇 연구실  
이메일 woohs@kimm.re.kr 전화 053-670-9019

**위치센서 신호기반 컴플라이언트 통합구동모듈 기술**

모터, 기어, 엔코더 등이 하나의 모듈로 통합된 모듈 안에 토크 측정이 가능한 토크센서가 내장되어 있어, 사용자에게 과도한 힘이나 충격이 가해지지 않으면서 원하는 토크를 정확하게 구현할 수 있는 구동모듈을 의미한다.





(주)우진은  
1980년 설립 이후,  
1987년 12월에 국내 최초로  
계측기술연구소를  
설립하였고, 2010년 7월  
유가증권시장에 상장

지진계 7.0이상 지진에 대비한 안전한 내진설계는 매우 중요하다.

### 원전 안전기기의 중요성

신규 원전인 신고리 5,6호기에 대한 설계기준 및 설계수명이 기존 40년에서 60년으로 상향 강화된 설계/검증 요건을 충족하는 안전성이 확보된 원전 안전등급 기기의 설계 기술이 필요하다. 특히 원전 안전등급 기기가 갖는 내진 성능 향상에 대한 필요성이 대두됨에 따라, 기존 지진 규모 7.0으로 설정되어 있는 설계기준도 상향을 검토하고 있다. 이에 따라 강화되는 내진 설계조건에서의 원전 기기 안전등급 대한 강화가 요구되고 있다.

원전의 안전성 확보 및 원활한 운영을 위해서 다양한 제어/계측 시스템들이 사용한다. 이와 같이 원전 안전과 직접적인 연관을 갖는 제어/계측 시스템에 대한 건전성을 확보하기 위해서 계측 센서, 제어 장치 뿐만 아니라 계측 센서에서 측정된 신호를 전달하기 위한 케이블 조립체도 매우 중요한 역할을 수행한다. 그중에서 한국기계연구원의 이상혁 박사팀은 원자로 내 핵분열량을 측정하기 위한 노

## 원전 안전설계의 세계 일인자 (주)우진

원자력 에너지는 양날의 칼이다. 안전성이 보장되면 최상의 에너지원이지만, 그렇지 못하면 인류에 재앙이 될 수 있는 최악의 에너지원이다. 원자력 에너지가 최상의 에너지가 될 수 있도록 신뢰를 확보하는 길은 안전성에 기반 한 원전기기 설계에 달려있다. (주)우진은 '원전 안전설계' 세계최고 기술에 도전한다.

### WOOJIN INC.

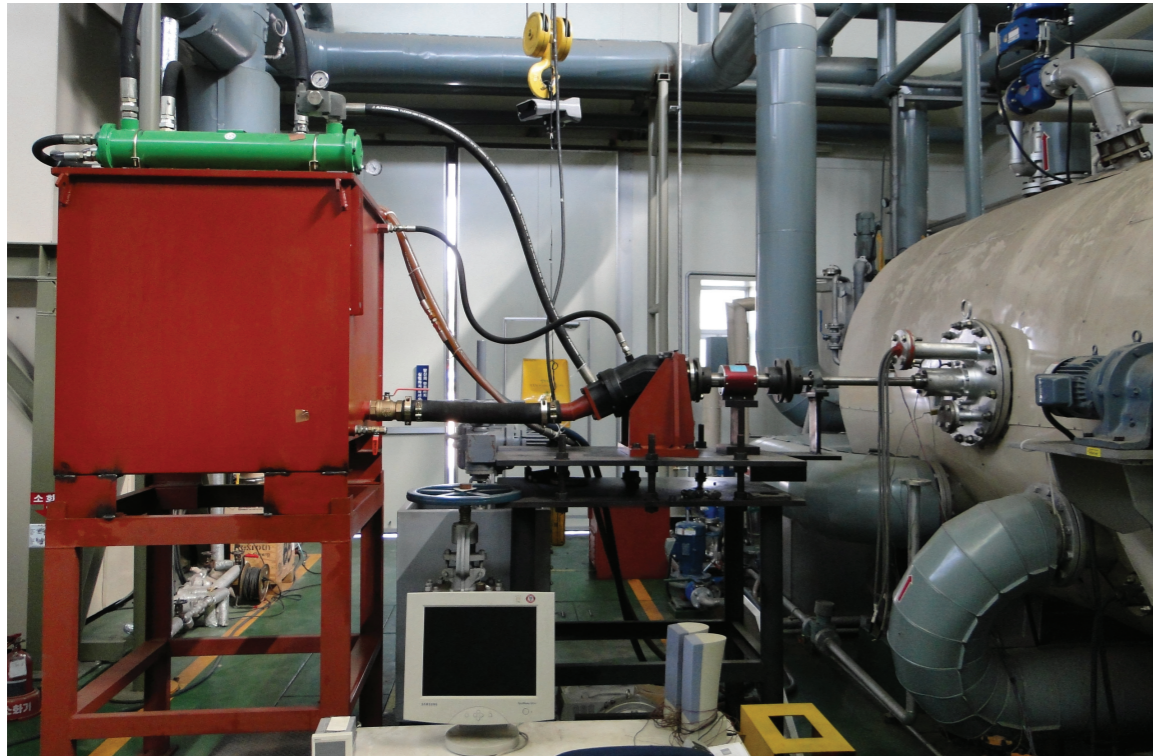
이전 기술명  
원전용 신호 케이블 조립체의  
내진설계 기술  
기술이전기업  
(주)우진  
대표  
이재상  
홈페이지  
www.wojininc.com  
TEL  
031-379-3114

2011년 3월 11일 발생한 리히터지진 규모 9.0의 동일본 대지진과 쓰나미로 후쿠시마 제1원전에서 수소폭발과 방사능 유출 사고가 발생하였다. 가동 중이던 원자로의 핵분열은 긴급 억제되었지만 전력 공급의 중단으로 냉각시스템이 마비되어 핵 연료봉이 고열에 노출돼 수소폭발이 일어났고 방사능 물질이 함유된 수증기가 외부로 유출되었다. 이로 인해 2만여 명의 희생자가 발생하였고, 원전폐로까지는 40여 년이 걸릴 것으로 예상된다. 그럼에도 불구하고 원전산업이 우리의 에너지 산업에 미치는 유용성으로 지속적인 발전을 거듭할 것으로 예상된다.

그 한 예로서 에너지원별 kWh 당 발전단가를 비교해보면, 석탄화력이 73.8원, LNG 발전이 101.2원, 신재생에너지가 156.2원인 것에 비하면 68원으로 경제성이 우수함에도 불구하고 동일본 대지진에서 보듯이 리히터







원전 설계 관점에서 지진환경에 대한 대책을 수립하는데 KIMM의 기술로 컨넥터 부위에 발생하는 응력집중 현상을 줄일 수 있는 설계기술 확보

내핵계측기(IC, In-Core Instrument) 및 냉각재 수위를 측정하기 위한 냉각재수위감시용열전대(HJTC, Heated Junction Thermo-Couple)에서 계측된 신호를 전달하기 위해 사용되는 원전 1등급 안전기기인 금속 피복 케이블 조립체(Mineral Insulated Cable Assembly)를 대상으로 내진 성능을 개선하기 위한 설계 방안 기술을 개발하였다.

**집중 응력의 발생을 분산시켜 내진 성능을 향상시키는 설계 기술 개발**

일반적으로 케이블 조립체는 계측 신호 전달을 위한 케이블과 케이블을 센서나 배전반에 연결하기 위한 커넥터로 구성된다. 이때, 케이블 조립체가 원전 주변에서 발생하는 지진 환경에 노출되면, 길이가 긴 케이블의 동적 거동 특성에 의해 케이블과 커넥터가 연결되는 부위에 큰 동적 하중이 작용함으로써 케이블 조립체의 물리적인 파단이나 성능 저하가 초래될 수 있다.

이에 따라 원전용 신호 케이블 조립체의 내진 성능을 개선하기 위하여, 한국기계연구원(KIMM)의 이상혁 박사팀은 신규 원전에 대한 케이블 조

립체 설계 요건을 검토함으로써 케이블 조립체의 동적 거동에 의해 집중 응력이 발생하는 것을 분산시켜 내진 성능을 향상할 수 있는 설계 기술을 개발하였다. 이와 같이 설계 변경을 적용한 케이블 조립체에 대해 원전 안전성 평가를 수행함으로써, 강화되는 내진 설계기준 및 설계수명 요건을 충족하는 것을 확인하였다. 이와 같은 세계 최고 케이블 조립체의 내진 설계 기술은 건설 예정인 신고리 5, 6호기 원전에 적용될 예정이다.

**(주)우진은 설계수명 40년 원전에 적용가능 설계 및 제작 기술을 보유**

본 기술을 이전 받기 위해서는 원자력 발전 안전기기 분야 연구에 대한 축적된 경험과 기술력을 보유한 회사여야 하는데, 거기에 해당하는 회사가 (주)우진이다. 즉, 원자로 내부 핵분열량 및 냉각재 수위를 측정하기 위한 노내핵 계측기 및 냉각재 수위 감시용 열전대를 설계제작할 수 있는 기술력을 가진 회사는 우진이 유일하다. 게다가 수명 40년의 원전 설계 및 제작 기술도 보유하고 있다.

경쟁업체로 해외에서는 Westinghouse가 설계수명이 40년을 갖는 원전에 적용할 수 있는 원자로 내부 계측을 위한 조립체의 설계 및 제작 기술을 보유하고 있었다. 그러나 현재 60년으로 향상된 설계수명 및 강화된 내진 요건을 갖는 원전에 적용할 수 있는 노내 핵계측기 및 냉각재수위감시용열전대 조립체는 전세계적으로 아직 확보하지 못했다. 이러한 상황에 선제적으로 대응하고자 한국기계연구원(KIMM)의 이상혁 박사팀이 본 기술 개발을 통해 도출한 내진 설계를 기반으로 (주)우진에서 국내에서 최초로 상용화 기술 개발을 진행하고 있다.





원전 계측기 사업  
뿐만 아니라 다양한 분야의  
사업, 특히 방사능 제어  
위주의 원전 폐로 사업을  
통해 원전폐로 시장  
선점을 경영목표로 한다

### 상장회사 우진

기술명 「원전용 신호 케이블 조립체의 내진설계 기술」을 한국기계연구원으로부터 이전 받은 우진은 1980년 회사설립 이후, 1987년 12월에 국내 최초로 계측기술연구소를 설립하였고, 2010년 7월 유가증권시장에 상장하였다. 주요 생산제품으로는 원전용 계측기, 철강산업용 자동화 장치, 설비진단 시스템, 유량계 및 유량계측 시스템이다.

이재상 대표는 경영철학으로 “원자력 발전소의 핵심은 안전”을 강조하고, “21세기 초일류 계측기 제작업체를 지향하는 (주)우진은 품질제일주의를 통한 고객만족을 최우선으로 생각하고 있으며, 책임정신을 통해 품질경영 구현”을 특히 강조한다.

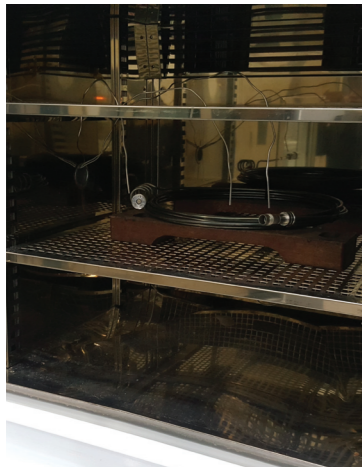
### 세계적 기술 수준의 한국 원자력

한국의 원자력 발전소는 이미 해외 수출(예, 아랍에미리트 바라카 원전, BNPP)을 통해 그 기술력과 품질을 인정받았다. (주)우진 역시 해외 원전에 제품을 공급함으로써 (주)우진의 제품이 갖는 기술력과 품질은 이미 세계적인 수준이다. (주)우진은 이에 안주하지 않고 지속적으로 강화되는 안전 요건들을 반영하여 제품의 품질을 개선하기 위한 노력을 하고 있다. 이에 따라 수출 전망도 밝다.

(주)우진은 최근 국내에서 건설된 원자력 발전소(예, 신한울 1, 2호기) 및 해외 원전(BNPP)에 성공적으로 제품을 공급했으며, 현재 건설 중인 발전소(신고리 5, 6호기)에 공급하기 위한 계약을 체결하여 설계업무를 진행 중이다. 향후 해외 원전 건설이 계속된다면, (주)우진에서 제작하는 제품도 수출이 가능하므로 동반성장이 가능한 것으로 전망된다. 즉, 국내 공급사가 협력업체로서 부품을 공급하고, 향후 발전소의 안전한 운전을 위한 유지보수를 맡게된다. 요컨대 해외 공급사로서 또 지속적인 애프터서비스 업체로서 회사의 지속적 성장에 긍정적인 부분이 많다.

### 우진의 꿈, 원전폐로시장 선점을 목표

우진은 한국기계연구원(KIMM)의 민간수탁 우수기업으로서 본 기술을 이전받은 것과 같이 지속적인 신기술 이전으로 신성장 동력을 확보하기 위해 시장 변화에 따른 신규시장/아이템 진출 기회를 모색하고 있다. 이를 위한 중·장기 로드맵을 구체화하는 작업을 진행하고 있다. 또한, (주)우진의 홍훈빈 박사는 “향후 원전 계측기 사업뿐만 아니라 다양한 분야의 사업, 특히 방사능 제어 위주의 원전 폐로 사업을 통해 원전폐로시장 선점을 목표로 하고 있다면서 미래의 산업에 진력하겠다.”는 웅대한 포부를 밝혔다.



## 원자력 발전소 안전성 설계 평가 기술 연구



김영중 박사(앞줄 왼쪽 끝), 김상혁 박사(앞줄 오른쪽 끝)

원전기기 안전성 확보를 위한 부품/설비에 대한 설계, 검증, 평가기술을 연구하며 안전성을 기반으로 원전 해체 및 방사선 폐기물 관리 관련 기계 기술 등을 연구 개발한다.

연구 분야로는 ▲원전 안전성 기기의 설계, 검증, 안전성 평가 기술 ▲원전 해체와 방사성 폐기물 관리관련 기계 기술 등이 있다.

연구 성과로는 ▲원전 부품/설비 설계기준 사고 및 환경 성능검증 기술 개발 등이 있다.

연구책임자 이상혁 박사/김영중 박사 소속 원전기기검증연구단

이메일 sanghyuk@kimm.re.kr 전화 042-868-7790

### 원전용 신호케이블 조립체의 내진설계기술

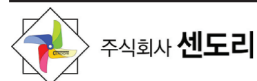
본 기술 개발에서는 원자로 내 핵분열량을 측정하기 위한 노내핵계측기(IC, In-Core Instrument) 및 냉각재 수위를 측정하기 위한 냉각재수위감시용열전대(HJTC, Heated Junction Thermo-Couple)에서 계측된 신호를 전달하기 위해 사용되는 원전 1등급 안전기기인 금속 피복 케이블 조립체(Mineral Insulated Cable Assembly)를 대상으로 내진 성능을 개선하기 위한 설계 방안을 도출하였다.





## 미활용 열회수 시스템 개발로 에너지 절약 신산업에 도전 (주)센도리

유럽이나 북미에서 유행하는 'passive 하우스'와 '제로하우스'에 적용하여 열회수 환기, 즉 공기 정화를 동시에 하는 복합 공조시스템이 있다. 열회수 환기(공기순환기) 전열교환 소자를 통해 열과 수분을 교환하여 실내공기를 항상 신선하게 조성하며 에너지를 절약하는 시스템이다.



주식회사 **센도리**

이전 기술명  
열교환기 설계프로그램  
기술이전기업  
(주)센도리  
대표  
박문수  
홈페이지  
www.cendori.com  
TEL  
1899-2259/062-268-5811

이러한 시스템을 널리 확산시켜 주거용 공간뿐만 아니라 지하철이나 학교 도서관, 백화점과 같은 다중시설에 적용한다면 획기적인 에너지 절약 시스템이 될 것이다.

### 열부하 모니터링을 통한 시스템 최적운전 로직을 개발

(주)센도리는 지하유출수와 같은 버려지는 각종 에너지를 회수하여 냉난방시설과 급탕용 열원으로 사용하는 기술을 개발하여 온실가스 감축에 기여하고 에너지를 절약하는 신산업을 창출하고 있다. 여기에서 '열회수 환기장치' 기술을 더하여 공기 청정기능까지 갖춘 냉난방 공조 시스템을 개발하고 시장공략에 나섰다.

대표적인 미활용 에너지는 환기열, 지하유출수열, 터널내부열 등이 있다.

### 열교환기

저온의 열원에서 열을 흡수하여, 이것보다 고온의 장소에서 이 열을 방출하는 장치. 저온측에서 열을 흡수하여 냉각을 목적으로 하면 냉동기이고, 응축기에서 고온측에 열방산을 가열에 이용하면 히트펌프로 된다.

이와 같은 다양한 미활용 열원을 냉난방시스템과 양방향 통신 모듈 및 IoT 기술 융합 펌프시스템에 연계하여 사용하는데, 이 때 미활용 열회수율을 평가하고, 실내공기질도 평가하여 열부하 모니터링을 통한 시스템 최적운전 로직을 개발하였다. 여기에 사용되는 평가측정 기술이 한국기계연구원 김옥중 박사가 개발한 「열교환기 설계프로그램」이다.

### 히트펌프나 에어컨 시스템과 연계되어 상호 보완적

본 요소기술의 특징으로는 작동매체인 냉매와 열전달 매체인 물 혹은 공기와 열교환이 이루어질 때 효율을 향상시켜 궁극적으로는 크기를 감소시킨다. 그래서 궁극적으로 시스템의 원가를 줄이고, 소비되는 에너지를 절약하는데 기여한다.

기존의 설계프로그램과 차별화되는 부분으로 대부분의 열교환기 설계 프로그램은 열교환기 단독, 즉 열교환기의 크기 결정 혹은 성능 예측에 필요한 입력 데이터에 따라 결과를 도출한다. 그러나 김옥중 박사가 개발한 「열교환기 설계프로그램」은 히트펌프와 에어컨







전문적인 조사 기관인 영국의 BSRIA에 따르면 공냉식 열교환기가 주로 적용되는 에어컨과 히트펌프의 세계 시장 규모는 약 1,000억불

시스템과 연계되어 상호 보완적으로 결과를 도출할 수 있도록 구성되어 있어 제품적용의 활용가치가 크다. 이러한 기술을 응용하여 (주)센도리는 '열회수 환기장치'를 개발하였다. 이 장치는 건물 외부의 공기를 필터링하여 깨끗한 공기를 실내로 공급하고 오염된 공기는 밖으로 배출하는 시스템이다. 이 시스템이 가치를 가지는 중요한 이유는 환기열을 재활용하면서 공기 청정기능을 동시에 수행하는 것으로 에너지 절감과 미세먼지 제거에 꼭 필요한 제품이다. 그 기술적 배경으로는 신선한 실외공기를 오염된 실내공기와 교체 공급할 때 '열교환 소자'를 통하여 배출하는 내부 공기의 열과 수분을 공급받아 실내에 공급하는 것이다. 수분은 통과하되 CO<sub>2</sub>는 통과하지 못하도록 표면을 특수 가공하여 오염물질은 재유입이 되지 않고 에너지만 교환할 수 있도록 '특수전열소자'를 사용한다.

**'Cendori Style(센도리 스타일)' 제품**

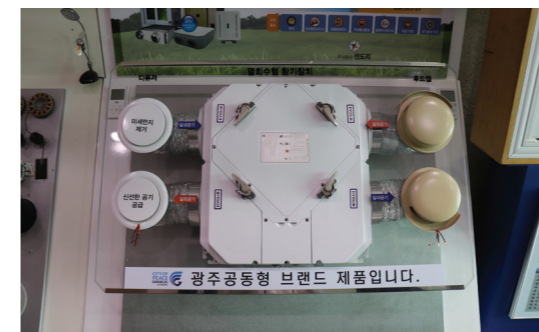
(주)센도리는 1995년 창업 이래 오랜 동안 심야전기를 이용하는 혼합축열 냉난방 시스템, 공기순환기, 축열식 에어컨과 ESS 시스템 설치 전문기업

이었다. 센도리의 사업목표는 항상 '고효율 고품질 친환경 에너지 제품 제조 공급'이라는 능동적 에너지절약 제품을 기반으로 하고있다. 그래서 새로운 아이템 개발에 진취적인 박문수 대표는 자체 경험과 노하우를 바탕으로 한 기술개발과 한국기계연구원의 기술 이전을 통해서 공기순환 환기시스템을 개발하여 현장에 적용하였다. 이 제품들은 'Cendori Style(센도리 스타일)'이라는 자사 상표로 특허 등록하고 적극적인 시장개척에 나서고 있다. 현재 직원 40명에 협력사만도 30여 개이고, 지난해 기준 매출은 150억 원을 기록하였다. 공기 순환기 분야에서 80억 원 매출을 달성했고, 나머지 매출은 혼합축열(ESS) 분야에서 주로 기록하였다. 한편 혼합축열 시스템의 에너지 비용이 50%까지 절약된다는 센도리측의 설명이다. (주)센도리는 주로 에스코 사업(Energy Service Company) 방식으로 전개하고 있으며, 공기순환 환기시스템 경우는 단독주택, 아파트 공공주택 뿐만 아니라 대학교 기숙사, 다중이용시설 분야에서 크게 각광받고 있다.

이러한 실적과 시장에서의 평가를 바탕으로 센도리의 박문수 대표는 지하철이나 터널 내부 등과 같이 각종세균과 실내 유해가스가 많은 지역에 '열회수 환기장치'라는 양수검장 공기순환 시스템인 'Cendori Style(센도리 스타일)' 제품 판매로 영업망을 확대하고 있다.

**제품에 녹아든 요소기술**

이러한 성공에는 에어컨이나 히트펌프 시스템의 공냉식 열교환기 설계에 적용되는 기술로서 김옥중 박사의 『열교환기 설계프로그램』 기술이 제품에서 요소기술로 녹아 있기 때문이다. 즉, 열교환기는 에어컨이나 히트펌프의 핵심 부품으로서 최적화 여부에 따라 시스템 전체의 성능에 영향을 미친다. 그리고 열교환





**에스코사업**  
(Energy Service Company)

에너지 절약사업을 뜻한다. 전기, 조명, 난방 등 ESCO로 지정받은 에너지 전문업체가 특정건물이나 시설에서 에너지 절약시설을 도입할 때 해당기관으로부터 돈을 받지 않은 채 비용 전액을 ESCO 업체가 투자하고, 여기서 얻어지는 에너지 절감예산에서 투자비를 분할 상환 받도록 하는 사업 방식.

기는 효율성 대비 소형화 여부에 따라 시스템 전체 가격을 결정하기 때문에 본 이전기술은 중요한 요소이다.

한편 세계적 수준에서 비교해 본 기술성의 위치에 대한 언급에서 김옥중 박사는 “열교환기를 설계하는 다양한 방법과 자료가 있고 경우에 따라서는 공개된 프로그램도 존재합니다.”라고 전제하고, “열교환기 설계 결과의 정확도는 이용하는 상관식들과의 정확도와 직접적인 관계가 있으므로 동일한 상관식을 이용하고 형태도 같은 경우에는 동등한 수준의 기술성을 갖는다고 생각합니다.”라고 말하여 본 기술은 세계적 기술수준과 비교하여 손색이 없다고 밝혔다. 덧붙여 이전 받은 (주)센도리 박문수 대표의 현장 경험과 기술개발 연구노력이 제품 상용화에 크게 기여했다고 칭찬을 아끼지 않았다.

**센도리와 협업의 인연**

한국기계연구원(KIMM)과 (주)센도리와의 인연은 2012년으로 거슬러 올라간다. 당시 한국기계연구원(KIMM)의 김옥중 박사는 한국전력공사의 심야 전력기기 중 축냉설비 보급을 위한 실증시험을 수행하고 있었다. 심야전기 설치업을 주 사업으로 하던 센도리와의 이때의 만남이 오늘날까지 인연으로 지속되어왔다. 당시에도 박문수 대표는 업력, 실력과 경험을 강조하는 열정적 기업가였다고 김옥중 박사는 회고했다.

이어서 “현재 (주)센도리는 지열원, 공기열원 수축열 냉난방 시스템 등 7개의 방식에 대한 인정을 받아 활발하게 보급을 하고 있습니다. 기존의 축냉설비 방식의 개념을 확장시킨 혼합 축열방식에 대해 1년이 넘는 기간 동안 실험으로 검증을 하고 기준 제정까지 완료하여 축냉설비의 보급으로 사업 영역을 확대시키고 있다.”며 센도리의 기업정신을 칭찬하였다. 김옥중 박사는 (주)센도리와의 협업의 과정에서 느낀 바에 대해서도 “박문수 대표는 아이디어가 풍부하여 현장에서 도출된 아이디어를 즉각 협의하고, 공동으로 특허를 출원하여 등록하는 등 현재까지 지속적인 협력 관계를 유지하고 있습니다. 실제 (주)센도리의 사장님은 기술적으로 궁금한 사항에 대해서는 언제나 연락을 하여 상담을 하는 관계를 유지하고 있습니다.”면서 한국기계연구원(KIMM)과 이상적인 협업을 구축하였다고 밝혔다.

**히트펌프 시스템과 열교환기 성능향상 기술 연구**



에너지기계연구본부는 미래 에너지 기술 확보를 위하여 산업용 에너지 시스템과 다양한 플랜트의 고성능화를 연구한다. 이러한 기술의 개발은 공정 및 안전기술에 치중하여 기계에 대한 신뢰를 확보하고자한다. 이와 더불어 펌프, 압축기, 일반 터빈 및 가스터빈 등 유체기계 개발, 열교환기, 반응기, 밸브 등 열유체 기계부품 개발을 연구하고, 실험실에서는 극저온 냉각시스템 개발과 LNG 등 극저온에 사용할 수 있는 기계에 대한 시험인증을 수행한다.

김옥중 박사의 연구 영역으로는 냉동기, 에어컨, 히트펌프 연구가 주 영역이며, 히트펌프 시스템과 열교환기 등을 비롯한 요소기기 성능 향상과 개발을 연구한다. 현재는 지구온난화 문제로 인해 현재의 화학적 냉매를 지구온난화지수가 매우 낮은 냉매나 자연 냉매로 대체하는 기술 개발을 주로 수행하여, 기존 심야전기 온수보일러 대비 60% 이상의 연간 에너지 절감이 가능한 히트펌프 보일러 개발 및 인증을 통하여 여러 업체들이 보급 사업에 참여하도록 하였으며 이를 통한 전기에너지 절약의 효과를 보도록 하였다.

**연구책임자** 김옥중 박사 **소속** 에너지기계연구본부의 열시스템연구실  
**이메일** ojkim@kimm.re.kr **전화** 042-868-7326

**열교환기 설계프로그램**

열교환기 단독, 즉 열교환기의 크기 결정 혹은 성능 예측에 필요한 자료를 입력한 후, 그 데이터에 따라 결과를 도출한다. 이 프로그램은 히트펌프나 에어컨 시스템과 연계되어 상호 보완적으로 결과를 도출할 수 있도록 구성되어 있다.





## 나노 기술로 현장 의료 진단기기 양산화 도전 (주)네오나노텍

새로운 패러다임의 의료 실현을 위한 핵심 기술로서, 체외진단/현장진단의 실용화 및 보급을 위한 양산형의 바이오 칩, 랩온어칩(Lab On a Chip) 등과 같은 진단/분석 소자 개발은 진단시장의 새로운 여명을 의미한다.



**이전 기술명**  
사출성형을 이용한 폐쇄형 채널구조 제품의 제조방법  
**기술이전기업**  
(주)네오나노텍  
**대표**  
김성훈  
**홈페이지**  
www.neonanotech.com  
**TEL**  
042-867-0990

사망률의 수위를 차지하는 암질환, 향후 사망률 1위에 오를 것으로 예상되는 감염병, 집단적인 발병으로 사회적 혼란을 야기하는 전염병 및 각종 성인병, 뇌·심혈관계 질환 등 많은 질환에 대해서 증상 발현 후의 일률적인 치료에서 벗어나 사전 예측 및 조기 진단을 통한 예방, 일상에서의 상시적인 건강 상태에 대한 모니터링을 통한 관리 및 개인 맞춤형 치료로의 의료 패러다임 전환이 이루어지고 있다.

우리 몸을 진단하는 방식은 크게 체내 진단과 체외 진단으로 나뉘며 체외 진단은 혈액, 타액, 소변 등 다양한 체액에 포함된 세포, 단백질, 유전정보 등의 분석을 통해 질병 여부를 알아보는 진단법이다. 항원·항체 반응을 이용한 면역화학적 진단, 병원균 등의 유전자 증폭에 의한 분자진단 등 정밀한 진단을 위한 다양한 기술이 개발되어 적용되고 있으나, 복잡한 시

한국기계연구원,  
하버드대학교 CBS,  
텍사스대학교 오스틴,  
국제유전공학생명공학  
센터 등과의  
글로벌 수준 기술협업

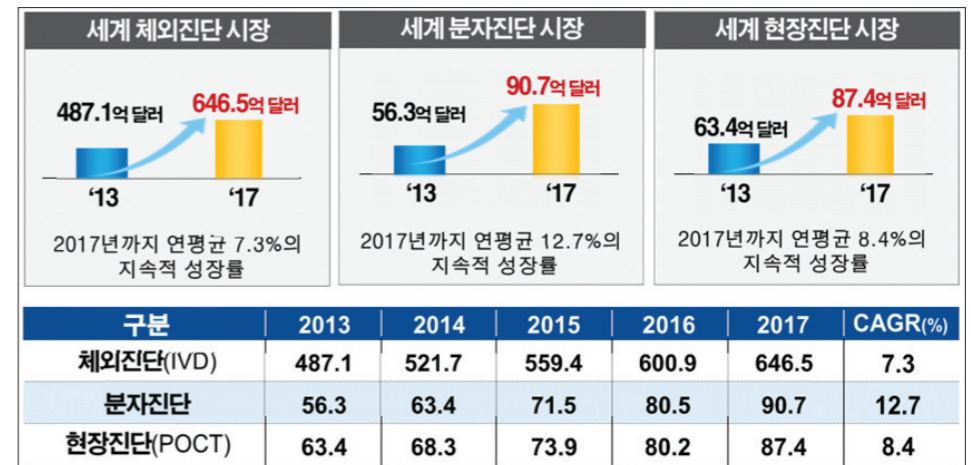
료 전처리 공정이나 전문인력 및 대형·고가 장비의 사용이 필요한 진단 과정은 일상에서의 신속한 진단/분석을 통한 질병의 조기 진단 및 예방을 가로막는 주요한 요인이 되고 있다.

본 기술을 이전 받은 (주)네오나노텍은 미세유로를 기반으로 한 체외진단·현장진단 기술의 상용화를 위한 양산형 소자 및 양산 기술에 대한 연구개발을 중점적으로 진행하고 있으며, 면역화학적 진단, 분자 진단 등이 가능한 랩온어칩(Lab on a Chip) 형태의 현장형 진단/분석 소자의 구현 및 보급을 추진하고 있다.

이와 같은 현장형 진단/분석 소자는 MEMS, 전자공학, 고분자공학, 광학, 바이오 등의 융복합 기술이 집약된 제품으로, 극미량의 시료로 비전문가에 의해 낮은 비용으로 신속하게 병리실험실 수준의 검진 결과를 얻을 수 있는 장점이 있다.

### 다양한 의료 서비스로 확대 응용

본 이전 기술 '사출성형을 이용한 폐쇄형 채널구조 제품의 제조방법' 기술은 현장진단용 나노·마이크로 소자의 효율적인 대량생산을 위한 기술이며, (주)네오나노텍은 기존의 보유 기술인 미세유로(Microfluidics), MEMS 기술, 리소그래피(Lithography) 등과 함께 현장진단·체외진단용 나노·마이크로 소자 및 기기의 생산을 위한 전과정의 핵심기술을 확보하였다. 또한 미세유로 기반 소자는 ICT 기술과의 융합을 통해 u-헬스케어(u-Healthcare) 실현을 위한 플랫폼 기술로 질병이나 건강 상태의 모니터링 등 다양한 의료 서비스로 확대 응용될 수 있다.







(주)네오나노텍은 MEMS, 광학, 나노재료화학, 고분자공학, 바이오 분야에 30여 년 이상 경력의 진단소자 관련 최고의 설계, 가공, 개발 전문 인력을 **보유하고 있다**

**KIMM의 패키징 기술 적용으로 극대화 되는 생산성**

기존 체외진단·현장진단 분야 주력 기술인 종이 스트립이나 멤브레인 방식은 낮은 민감도로 인하여 진단분야 확대에 제약을 받아 왔으나, 미세 유로 기반 진단소자는 높은 민감도 및 다양한 검출 대상에 대한 진단이 가능하여 시장의 수요에 부응할 수 있다.

수 마이크로 혹은 이하의 채널 및 구조를 이용하여 혈액 시료에서 혈구/혈장을 분리하거나, 혈중 암세포, 박테리아 등을 선별 포집하여 진단에 활용할 수 있다. 또한 수 만개의 직경 100µm의 고종횡비 필터 **구조(손톱 크기)의 좁은 공간에 배치하여 RNA 추출 기능의 소자 제작도 가능하다.** 이러한 소자가 제 기능을 수행하기 위해서는 기판의 정교한 구조물의 모양을 유지하면서도 덮개 기판과 정확한 위치에 밀봉되는 것이 중요하다.

한국기계연구원 나노공정연구실은 미세구조 기판과 덮개 기판을 별도 사출하여 패키징하는 기술뿐 만 아니라, 동시 사출을 통하여 폐쇄된 채널구조의 소자를 양산화하는 기술을 개발하였다. 이런 기술로 최대 10배의 생산성이 증가된 혁신적인 생산 기술을 확보하였다.

한국기계연구원(KIMM)의 출자 이전 기술인 '사출성형을 이용한 폐쇄형

채널 구조 제품 제조 방법'은 진단/분석 소자 제작 최종 단계인 패키징 과정의 생산성 및 접합 특성을 획기적으로 향상시킬 수 있는 기술이다.

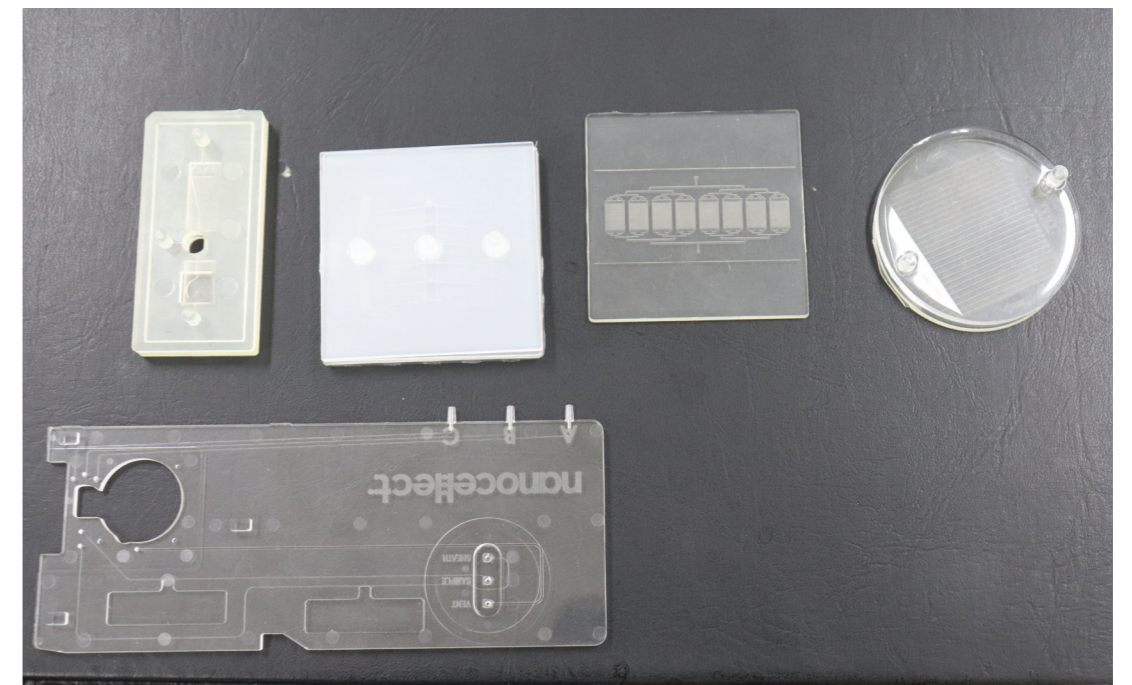
요소 기술명인 '사출성형을 이용한 폐쇄형 채널구조 제품의 제조방법' 기술은 기존의 상판과 하판을 별도 사출하여 정렬 및 패키징 하는 방식보다 월등히 높은 생산 효율을 갖는다. 나노·마이크로 채널 응용 플라스틱 소자의 정밀 성형과 패키징 과정에서 불량률을 줄이는 기술로서 제품 양산체제에 긴요하다. 특히 제품 결함이 치명적인 결과를 불러올 수 있는 의료용 진단 소자의 안정적인 제작을 가능하게 한다.

**체외진단·현장진단으로 의료 진료 패러다임 전환**

(주)네오나노텍은 한국기계연구원의 연구소기업으로 플라스틱 미세유로소자 사출성형을 통한 양산 기술을 기반으로 각종 전처리 소자 및 현장진단/체외진단용 랩온어칩을 주력제품으로 하는 창업 2년차 신생 벤처기업이다. 주요 생산 제품은 '시료 전처리 소자', '체외진단·현장진단 소자 및 기기', '리포좀 합성 소자 및 장치' 등 나노·마이크로 채널 구조의 플라스틱 소자 기반의 분야이다.

2016년 (주)네오나노텍을 창업한 김성훈 대표는 미국 스티븐스 공과대학 고분자공학박사로 나노 복합체/미세성형 가공 전문가로서 오랫동안 뉴저지의 고분자 연구소인 PPI(Polymer Processing Institute)의 수석 연구원으로 재직했으며 미시건주의 Bushirol의 기술마케팅 전문가로서 창업 전에 경험을 했다.

그는 창업의 동기로 "바쁜 현대 사회에서 의료진료 패러다임이 질병의 치료에서 예방적, 관리적 진단으로 전환됨에 따라, 간편한 진단이 가능한 현장진단/체외진단 분야가 새로운 진료시스템으로 떠오르고 있습니다."라며 자사가 개발한 상용화 소자와 기기의 시장성을 확신하였다. 특히 그는 "임신진단 키트나 혈당





확장성이 큰 70조 원 시장  
글로벌 체외진단/  
현장진단 시장의  
최근 5년간 CAGR은  
7.3%이며 2017년 기준  
시장규모 70조 원,  
그 중 현장진단  
시장 규모는 10조 원

측정기와 같이 멤브레인이나 종이 스트립을 이용한 정성적 진단이 아닌, 병리 실험실 수준의 검진법을 정교하게 구현할 수 있는 미세유로 기반의 정량적 진단을 통해 A, 메르스 등과 같은 전염성 질병뿐만 아니라, 암, 심혈관질환, 대사질환 등의 검진 키트의 수요가 급증할 것"이라고 향후에 시장 확장성을 긍정적으로 예견하였다.

### 새로운 목표시장으로 사망률 높은 난소암 진단 키트 개발

최근에 (주)네오나노텍이 주목하고 있는 제품 분야는 난소암 진단 키트이다. 혈액을 이용한 글로벌 난소암 진단 시장은 2018년 약 14조 원으로 추정된다. 난소암은 조기진단 시 5년 생존율이 92%에 이르지만 특이 초기 증상이 없어 사망률이 높은 3~4기에 주로 발견되며 이때의 5년 생존율은 10~20%에 불과해 조기진단이 매우 중요한 암 질환 중 하나이며, 적절한 선별 검사법의 부재로 진단에 많은 어려움을 겪고 있다.

이의 해결을 위하여, 하버드 의과대학 CSB에서는 난소암 세포 유래 엑소좀을 이용한 새로운 검진법을 개발하고 있는데, 엑소좀은 세포 간 신호교환을 위해 세포 외로 배출하는 나노 소포체인 엑소좀은 채액 내에 충분히 존재하며, 모세포의 특성을 그대로 반영하는 특징이 있어 높은 진단 정확도를 얻을 수 있다. 그러나, 엑소좀을 이용한 진단을 위해서는 전문 인력의 실험실에서의 장시간 반복적인 작업이 요구되어 실제 다수 환자의 진료에 적용하기에는 어려움이 따른다.

(주)네오나노텍은 CSB와 협력하여 일련의 검진 과정을 구현할 수 있는 미세유로를 기반으로 한 양산형 소자에 대한 연구 개발을 진행 중이며, 이를 통하여 소량의 검체 주입으로 단시간에 높은 정확도로의 난소암 여부 판별이 기대되고 있다. 또한, 전기화학적 검출법에 기반한 난소암세포 유래 엑소좀의 정량적 분석이 가능하기 때문에 암 진단뿐만 아니라 최적화된 항암 치료에도 유용할 것으로 기대된다.

### 글로벌 강소기업 발전가능성

기존의 글로벌 바이오 업체는 미세유로 기반의 현장진단·체외진단 방식으로의 전환을 시도하고 있으나 양산형 소자 및 양산화 기술 부족으로 생산성, 수율 및 생산 원가측면에서 문제점을 갖고 있다. 이에 반해 "(주)네오나노텍은 미세유로 기반 소자 제작의 전 공정의 핵심 기술력을 이용하여 적기에 시장에 진입한다면 안착할 수 있을 것으로 예상된다"며 유영은 박사는 (주)네오나노텍의 미래를 전망했다.

현장진단·체외진단 기술 제품의 대중화를 향한 혁신이 기대된다.

## 나노·마이크로 단위 미세성형기술 연구



나노공정연구실은 초정밀 미세 가공기술, 나노·마이크로 성형기술, 나노 임프린트 공정 및 장비기술과 극초단 펄스 레이저 응용 미세가공 기술을 기반으로 광학 부품, 고감도 질병/병원균 진단 소자 등 미래지향적 고부가가치 제품 생산 공정 기술을 연구한다. 이를 통해 국내 관련 산업의 경쟁력 확보와 혁신적인 공정개발을 위한 노력을 한다.

연구성과로는 ▲대면적 고세장비 미세패턴 롤 가공 기술 개발 ▲나노·마이크로 사출성형/패키징 기술 및 바이오소자 양산형 플랫폼 기술 개발 ▲UV와 열(thermal)기반 나노 임프린트 장비기술 개발 ▲대면적 나노 임프린트 공정기술 개발 ▲롤 나노 임프린트 공정장비 기술 개발 ▲팜토초 레이저 응용 미세가공기술 개발 등이 있다.

연구책임자 유영은 박사 소속 나노융합기계연구본부의 나노공정연구실

이메일 yeyoo@kimm.re.kr 전화 042-868-7883

### 사출성형을 이용한 폐쇄형 채널구조 제품의 제조방법

패키징(Packaging)은 플라스틱-플라스틱, 필름-플라스틱 등의 플라스틱 사출성형 제품의 최종 마감공정으로 초음파, 열융착 방식 등의 방법이 있다.

네오나노텍이 한국기계연구원으로부터 출자 받은 패키징 기술은 미세 유로 구조물이 있는 채널 기판(하판)과 덮개 기판(상판) 사이에 소재 추가나 용융 없이 패키징 하는 기술로, 하판을 사출성형한 뒤 같은 금형에서 용융 수지를 흘려보내 채널 기판(하판) 위에 덮개 기판(상판)이 사출성형되도록 하는 기술이다. 짧은 시간에 폐쇄된 채널 형태로 제작이 가능하기 때문에 기존의 기술보다 월등히 높은 생산 효율을 갖고 있다.





마치며...

## ZoomUp 해 본 2개월 - 마중물로서 KIMM

지난 2개월 남짓 파주를 출발하여 부산에 이르기까지 14개 회사를 방문하고, 한국기계연구원 '이전 기술' 연구 박사 14분을 찾았다.

이분들의 공통점은 공히 어떤 '전선(Front Line)'에 서있다는 느낌이었다.

회사는 회사대로 경쟁에서 앞서기 위해 '기술성'의 최전선에서 한 뼘이라도 앞선 기술 확보를 위해, 연구 박사들은 자신들의 연구 영역에서 '새로운 기술'을 향한 탐구'라는 최전선에서, 때로는 한계상황에서 고군분투한다.

이들 회사들은 모두 '기술만이 오로지 회사 존립의 생명줄'이라는 신념을 가지고 있었으며, 세계에서 인정받는 수출 강소 기업으로 진정한 'Hidden Champion'이고, 그러한 경영 마인드를 가지고 있었다.

우리나라가 GDP 기준 세계 12위 권 강국이고 국부의 70% 이상을 수출을 통해 창출된다는 사실을 직시하면서 그 원인을 추론해 보면, '그 영웅이 누구인가?'라는 질문에 그 해답을 알 수 있는 기회였다.

지난 2개월 동안 만났던 28Parties는 누구였던가?

오래도록 기억할 것이고, 기억될 것 같다.

단지 몇 페이지 소개로 끝낼 에피소드가 아닌 챔피언들의 이야기였기에!



---

INDUSTRY 4.0의 씨앗

**KIMM**

한국기계연구원 기업기술지원 우수사례집

---

발행처	한국기계연구원
발행인	박 천 흥
편집	기술사업화실
디자인/인쇄	워드제이
취재/글	서 욱