

9 772288 490002 ₩6,000
ISSN 2288-4904

COLUMN

다중소재(Multi-material)
전략의 시대 02

인터스피리 포커스

미래 산업을 선도하는
융·복합 신소재 08

산업기술 경제동향

자동차 경량화 탄소부합제와
응용 분야 12

이달의 산업기술상 신기술

친환경에너지 기반 전력시스템 구축의 새 장을 열다
연세대 산학협력단 28

기술의 프론티어

버려지는 열로 전기! 그래핀 열전소자를
연구한 국민대 이현정 교수 72

이달의 산업기술상 시연화

OLED 디스플레이 제조를 위한 검사 장비 국산화 성공
㈜탐앤지니어링 34

10

OCTOBER 2018
vol. 61

이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY
OF THE MONTH



융·복합 신소재와 스마트 팩토리

실시간 주문형 맞춤생산

CONTENTS



등록일자 2013년 8월 24일

발행일 2018년 9월 30일

발행인 한국산업기술평가관리원 원장 성시현

발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원,

한국산업기술진흥원, 한국공학한림원

주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32 (신서동) 한국산업기술평가관리원
후원 산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부 이상훈 국장, 김홍주 과장, 성시내 사무관,

김덕기 사무관, 조원철 사무관, 강민구 사무관, 우석중 사무관,

전소원 사무관, 오지연 주무관, 강미래 주무관

한국산업기술평가관리원 김상태 본부장, 신성윤 단장,

하석호 팀장, 박종성 책임

한국에너지기술평가원 이화웅 본부장

한국산업기술진흥원 장필호 본부장

한국산업기술문화재단 정경영 상임이사

한국공학한림원 남상욱 사무처장

편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4845)

인쇄 송일미디어그룹㈜ (1800-3673)

구독신청 02-360-4845 / power96@hankyung.com

문의 한국산업기술평가관리원 (042-712-9230)

잡지등록 대구동, 라00026

※ 본지에 게재된 모든 기사의 판권은 한국산업기술평가관리원이 보유하며,
발행인의 사전 허가 없이는 기사와 사진의 무단 전재, 복사를 금합니다.

THEME

02 COLUMN

다중소재(Multi-material) 전략의 시대

08 인더스트리 포커스

미래 산업을 선도하는 용·복합 신소재

12 산업기술 경제동향

자동차 경량화 탄소복합재와 응용 분야

16 TREND & ISSUE

이스라엘의 고감성·고효율 에너지 기반
용·복합 신소재산업 현황

TECH

24 제20회 이달의 산업기술상

세상에 없던 기술을 현실로...

28 ① 이달의 산업기술상 신기술_연세대 산학협력단

친환경에너지 기반 전력시스템 구축의 새 장을 열다

② 이달의 산업기술상 사업화_㈜탑엔지니어링

OLED 디스플레이 제조를 위한 검사장비 국산화 성공

39 이달의 새로 나온 기술

43 이달의 사업화 성공 기술

48 유망기술

리튬이온전지의 10C(6분)급 급속충전을 위한
용·복합음극 소재

52 R&D 프로젝트_㈜세일에프에이

깨끗한 대기환경 제공해 삶의 질 향상하다



PASSION

- 56 R&D 기업_부강테크
첨단 기술과 좋은 일자리 문화를 함께!
부강테크를 가다

FUTURE

- 60 TOPIC
'미래 소재' 글로벌 각축전

- 64 MATCH
'JEC WORLD'를 통해 본 복합 소재

- 68 KEY WORD
IFA 2018 리뷰
AI와 스마트 가전을 통한 '미래의 삶'



CULTURE

- 72 기술의 프론티어
버려지는 열로 전기를! 그래핀 열전소자를
연구한 국민대 이현정 교수

- 76 기술과 문화
'해리 포터'의 투명 망토, 첨단 과학이 실현한다!

- 78 리쿠르팅

- 79 Q&A

- 80 News





다중소재(Multi-material) 전략의 시대

최근의 다중 소재 전략 방향은 기존 공정의 복잡성 증가나 대규모 투자 없이도 다양한 소재를 조합해 최적의 성능을 확보할 수 있도록 소재와 가공 기술의 패키지화 개발에 집중돼 있다. 구하기 쉬운 소재를 쉽고 간편하게 사용할 수 있도록 함으로써 최소의 비용으로 최대의 효과를 추구하는 것이다.

박수향 [포스코경영연구원 수석연구원]

적용 확대가 예상되는 다중 소재

다중 소재(Multi-material)는 구조물 단위에서 여러 소재를 각 특성에 맞게 조합하는 것으로, 소재 단위에서 완성되는 복합 소재(Composite Material)와는 구별된다. 복합 소재는 결합 과정을 통해 물리적·화학적으로 원래의 개별 소재보다 뛰어난 성질과 기능을 부여받게 된다. 하지만 이에 적합한 전용 가공 기술 개발과 설비 투자가 필요하며, 이는 '배보다 배꼽이 커지는' 결과로 이어져 대중화에 제약이 되기도 한다. 대표적인 복합 소재인 탄소섬유강화플라스틱(Carbon Fiber Reinforced Plastic : CFRP)은 뛰어난 물성에도 불구하고 싸고 대량생산할 수 있는 가공 기술이 뒷받침되지 않아 소재 상용화 후 수십 년이 지났지만 대중적인 확산은 여전히 요원하다.

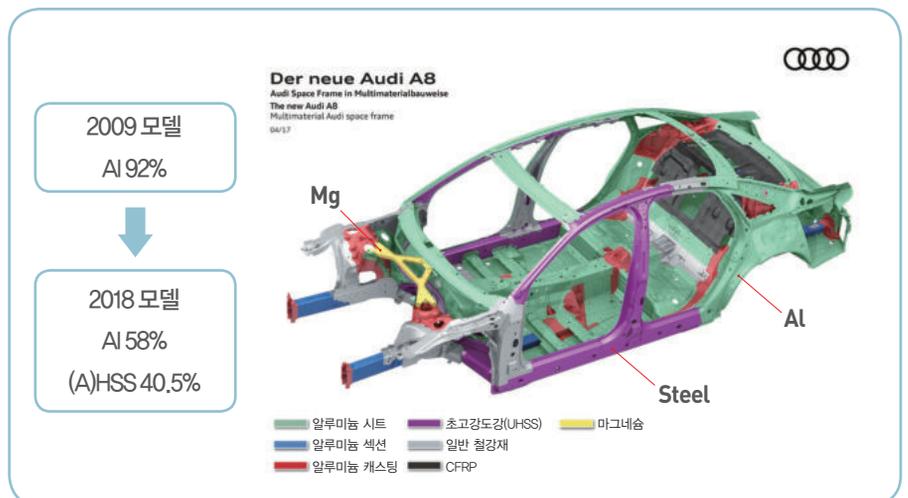
반면, 다중 소재는 볼트, 리벳 등 기계적 체결을 통해 비교적 손쉽게 적용 가능하다. 하지만 이러한 체결 과정이 제품 무게와 가공비를 증가시켜 이 또한 기대만큼의 효과를 얻지 못하는 경우가 많다. 볼트 체결이 가능하도록 하는 구멍 가공 등의 부가 공정이 필요하거나, 이종 금속 간의

접촉부식(Galvanic Corrosion) 등을 방지하기 위한 전처리 공정이 필요하기 때문이다.

이러한 상황에서 다중 소재를 적절히 활용해 최소의 비용으로 최대의 효과를 거둔 기업이 속속 등장하고 있다. 알루미늄 차체의 대명사라 불리는 아우디는 머지않아 이 타이틀이 더이상 의미가 없을지도 모른다. 2017년 발표된 4세대 A8 모델의 소재 구성이 기존 모델에 비해 크게 변화하기 시작했다. 92%에 달했던 기

존 3세대 모델의 Space Frame 알루미늄 사용 비중은 신형에서 58%로 크게 낮아졌고, 반대로 철강은 기존 8%에서 41%로 높아졌다. 이외에도 기존에는 거의 사용되지 않았던 마그네슘이나 CFRP도 소폭이나마 증가했다. 아우디 역사상 가장 다양한 종류의 소재가 사용된 이번 모델은 동사의 소재 사용 최적화 원칙이 적용된 결과다. 아우디는 이를 구현하기 위해 총 14가지의 체결 방식을 사용했다.

미쓰이화학은 무인 드론에 사용되는 알

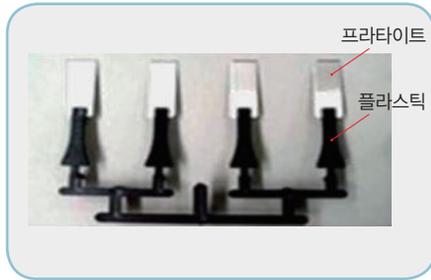
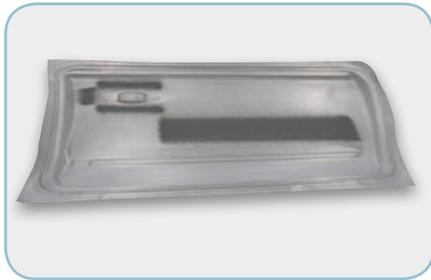


〈그림 1〉 신형 아우디 A8의 Multi-material Space Frame

출처 : AUDI



〈그림 2〉 미쓰이화학의 접착제를 활용한 드론
출처 : Mitsui Chemical



〈그림 3〉 (좌)아르셀로미탈의 철강-탄소 소재 복합 기술, (우)닛신제강의 플라스틱 접합 강판
출처 : Arcelormittal, 구 닛신제강

짐에 따라 경량성, 강성 및 항균성 등의 새로운 기능가치에 대한 요구조건도 충족시켜야 한다. 소재 기술의 진화로 이러한 요구조건이 일부 충족되고는 있지만 단일소재만으로는 한계가 분명히 존재한다.

반면, 신소재 개발을 통한 대응도 만만치 않다. 장시간, 대규모 투자가 필요한 신소재는 개발 단계의 리스크가 크고, 대량 확산을 위한 가공설비 등 해당 소재에 적합한 산업 생태계 조성이 필수적이다. 개발에 성공할 경우 독점 이익을 향유할 수 있지만, 상용화와 대량 소비체계 구축에 오랜 시간이 걸린다.

탄소 소재 사업의 선두주자인 일본 도레이가 탄소섬유 사업을 본궤도에 올리는 데만 50여 년의 시간이 소요된 사실은 이미 잘 알려져 있다. 더군다나 최근 중국 등 신흥 제조국을 중심으로 수요산업이 확장되는 과정에서, 전통 소재를 기반으로 대대적인 설비투자가 이루어졌기 때문에 신소재 전환 비용도 그만큼 증가했다고 볼 수 있다. 이에 따라 개발 이후 20~30여 년이 경과했음에도 아직까지 본격적인 산업화에 도달하지 못하거나 대량 확산되지 못한 신소재도 다수 존재한다. 일부 소재는 가격, 가공 기술 및 설비 등의 제약으로 High-end 중심으로 수요가 제한되거나, 아예 빛도 보지 못한 채 잊혀져가기도 한다.

루미늄 소재와 CFRP의 체결 방식을 접착제 방식으로 개선해 기존의 금속물림식 방식에 비해 50% 정도 경량화했다. 이를 적용해 결과적으로 비행거리를 40% 늘릴 수 있었다.

아르셀로미탈도 철강과 탄소섬유 결합을 통한 차량 경량화 기술을 개발 중이다. 동사에 따르면 취약부분을 탄소섬유 스프레이로 보강한 초기 실험 결과에서 철강재 지붕 두께를 기존 대비 14%까지 감소시켜도 강성과 텐트성 등의 요구사항이 충족되는 것을 확인했다. 이를 차량 문에만 적용해도 전체 중량을 약 15% 줄일 수 있을 것으로 보고 있다. 닛신제강(현 신일철주금으로 통합)은 볼트, 접착제 등을 쓰지 않고도 사출성형과 열압착으로 플라스틱 접합이 가능한 특수표면개질강판 ‘프라타이트’를 개발했다. 이외에도 고베제강 등 다수의 글로벌 소재기업이 철강, 비철금속, 플라스틱 등 전통 소재의 결합을 통해 경량

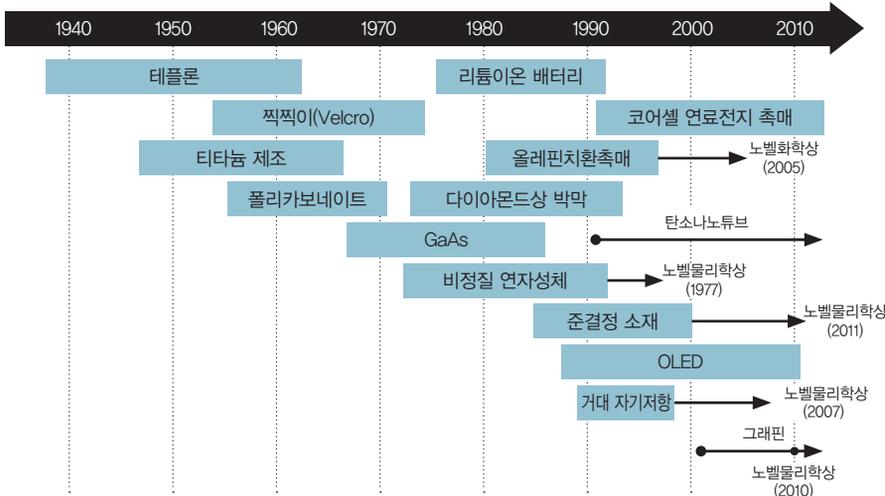
화, 절연성 등의 복합 솔루션 역량을 확보하기 위해 노력하고 있다.

다중소재 전략의 확산 배경

소재기업의 이러한 전략 배경에는 우선 수요산업의 발전으로 소재에 대한 요구조건이 더욱 까다로워지고 있다는 점을 들 수 있다. 일례로, 금속소재는 보편적 특성이 강성에 더해 최근에는 경량성과 디자인적인 심미성까지도 요구되고 있다. 또한 투명성과 내후성이 핵심 기대가치였던 유리소재는 스마트폰 등 수요산업이 성숙해



〈그림 4〉 다양한 소재에 대한 요구가치
출처 : 포스코경영연구원 정리



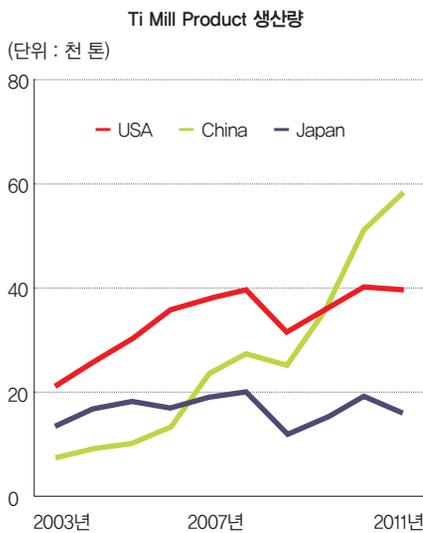
〈그림 5〉 주요 혁신 소재의 산업화 도달 시점
출처 : 국가과학기술자문회의, 2016

두 번째 배경으로는 제품 설계, 가공 등 주변 기술의 진보를 꼽을 수 있다. 자동차 등 대형 수요산업 제품의 설계 기술은 IT의 발전과 데이터 축적으로 요소별 정교한 설계가 가능해졌다. 또한 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 실제 제품과 유사한 해석 결과를 얻을 수도 있다. 따라서 적은 비용으로 더욱 다양한 소재 조합을 시험해 볼 수 있으면서도 개발 기간은 단축할 수 있게 됐다. 마찬가지로 구조용 접착제, 용접 등의 소재 가공 기술의 지속적인 개선도 기존의 제약 요건을 완화시키는 데 중요한 역할을 하고 있다.

마지막 배경은 공급 경쟁이 심화되고 있는 글로벌 소재산업의 경쟁구도에서 찾을 수 있다. 소재산업은 중국 등 수요 시장을 등에 업은 신흥경제국을 중심으로 공급 경쟁이 심화되고 있다. 과거에는 비교적 사업화가 쉬운 범용 소재를 중심으로 이러한 현상이 나타났다면, 최근에는 고성능 소재까지로 전선이 확대됐다. 티타늄, CFRP 등 과

거 일부 소수 기업의 전유물이었던 고성능 소재까지 중국, 한국 등 신규 기업이 가세했다.

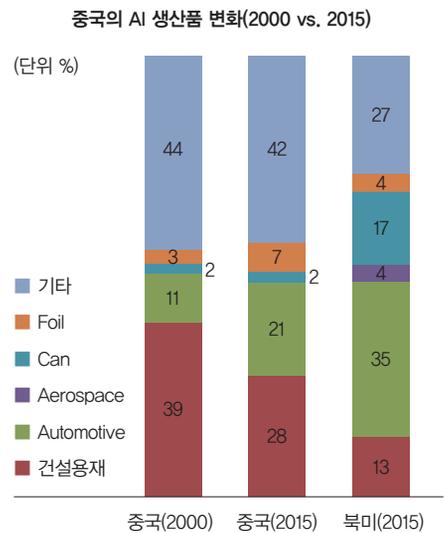
글로벌 선도기업은 고부가 고급재 비중을 늘려 경쟁 회피를 도모하고 있으나, 후발주자 역시 수익성을 쫓아 빠르게 추격하고 있다. 중국 알루미늄 시장을 예로 들면,



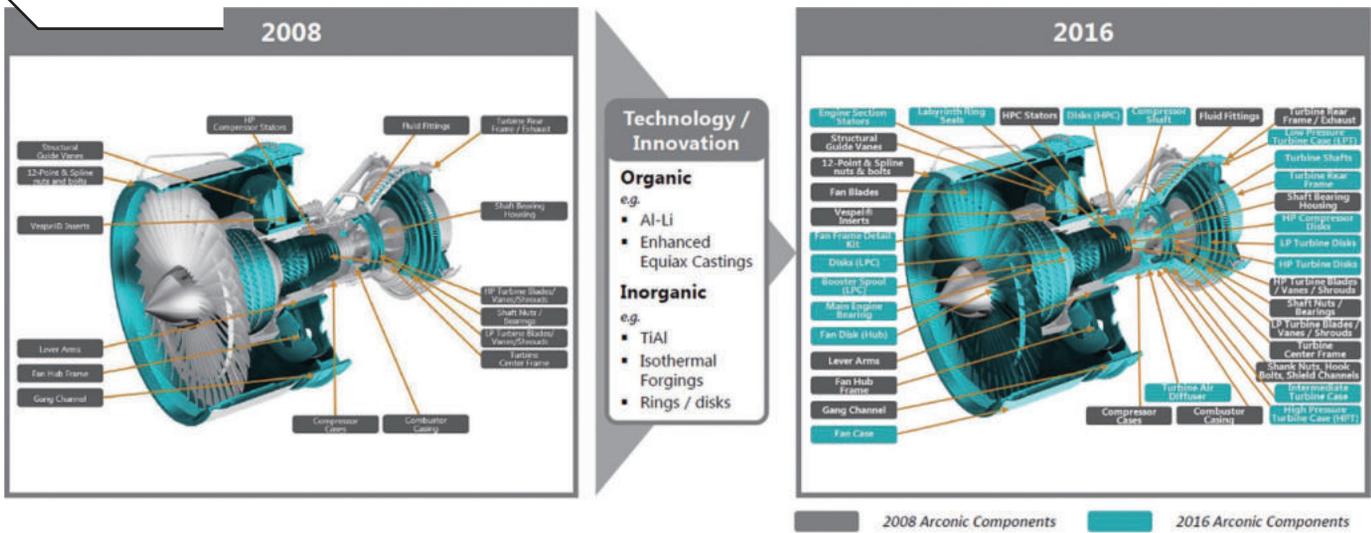
과거 건설용재 등 저급재 중심으로 형성돼 있던 중국 기업의 생산품 비중이 자동차용 판재 등 고급재 비중을 늘리는 방향으로 빠르게 변하고 있다. 따라서 글로벌 선도기업은 다양한 소재의 조합과 관련된 가공 기술을 패키지화해 공급함으로써 기술 격차를 확대해 경쟁우위를 선점하고, 사용자 Lock-in 전략을 통한 장기적이고 안정적인 수요를 확보하려는 것이다.

소재 다중화 역량 확보 나선 기업들

과거에는 특정 소재만 고집했던 기업이 주력 소재를 다변화하고 있다. 대표적인 알루미늄 기업인 ALCOA는 설립 이래 한 세기 넘게 유지해 왔던 알루미늄 중심 사업에서 탈피해 Multi-material 체계를 지향하고 있다. 이를 위해 경쟁 심화로 수익성이 약화된 알루미늄 사업의 업스트림 분야를 분리·독립시키고, 남겨진 다운스트림 부문에 고부가 솔루션 사업을 확장시켰다. 기업 명도 '알루미늄 기업'을 상징하던 기존의 ALCOA(Aluminum Company of America)



〈그림 6〉 Ti Mill Product 생산량, 중국의 AI 생산품 변화(2000 vs 2015)
출처 : World Aluminum(2016), Roskill(2014)



〈그림 7〉 Multi-material 확장에 따른 Arconic의 항공엔진 소재 공급 변화
출처 : Arconic

는 업스트림 기업이 사용하고, 다운스트림 부문은 Arconic으로 개명했다. 더불어 기존 알루미늄에 더해 티타늄, 니켈 합금 등으로 소재 영역을 확대해 타깃 수요산업인 항공엔진의 90%까지 소재 공급이 가능해졌다. 이에 그치지 않고 차세대 다중 소재 기술인 3D 프린팅 시스템과 합금 분말 기술 투자도 확대해 장기적인 시장 선점을 노리고 있다.

철강기업도 경량화 등 솔루션 역량 확보와 미래 수요 대응을 위해 소재 다중화 및 영역 다변화를 추구하고 있다. 고베제강은 자동차 경량화 솔루션에 집중하기 위해 고장력강(High Strength Steel)과 알루미늄 간 용접 기술을 개발 중인데, 동사의 '요소 아크 점용접(Element Arc Spot Welding)'의 경우 기존 생산라인을 크게 바꾸지 않고도 적용 가능한 방향으로 개발 중이다. 티센크루프 역시 최근 유럽의 비철금속센터를 인수하며 전기자동차 등 미래 수요산업을 염두에 둔 'Multi-material Supplier'로 전략 방향을 수정했다.

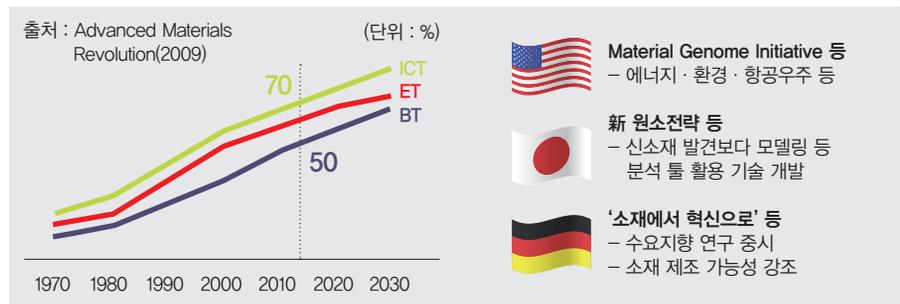
국내 기업, 다중 소재 전략 적극적으로 준비해야

주요 글로벌 제조 강국의 소재산업 육성 정책도 최근에는 '수요기반'과 '실용성'을 강조하고 있기 때문에 비교적 빠르게 적용될 수 있는 다중 소재 전략이 신소재 개발보다 우위를 차지할 것으로 전망된다. 소재산업이 IT, BT 등 차세대 첨단산업의 성장에 미치는 영향력이 갈수록 커지고 있기 때문에 소재산업의 주도권을 지속하기 위한 실용성 중심의 정책 지원이 계속될 것이다.

독일은 전통 소재의 가치를 인정함으로써 수요에 기반한 소재 기술과 제조 가능성

을 강조하고 있으며, 일본 역시 신소재 발전보다는 모델링 등의 분석 기술을 활용한 실용적인 기술 개발에 힘을 쏟고 있다.

소재산업을 핵심으로 육성하려는 우리 기업도 다중 소재 확대 전략을 적극적으로 고려하는 한편, 이종 소재기업과 소재 가공 기업 간의 적극적인 협업을 추진해야 한다. 이를 통해 핵심 가공 기술, 고부가 솔루션 등 미래 경쟁력을 확보하려는 노력을 지속해야 한다. 특히 자동차, 조선 등 우리나라의 핵심 수요산업을 대상으로 차별화된 솔루션과 이를 구현하기 위한 소재 다중화 기술 확보를 우선적으로 고려할 필요가 있다.



-  **Material Genome Initiative 등**
- 에너지 · 환경 · 항공우주 등
-  **신 원소전략 등**
- 신소재 발견보다 모델링 등 분석 기술 활용 기술 개발
-  **'소재에서 혁신으로' 등**
- 수요지향 연구 중심
- 소재 제조 가능성 강조

〈그림 8〉 (좌)소재의 첨단산업 성장 기여율 (우)주요국 소재산업 육성 정책
출처 : 국가과학기술자문회의, 포스코경영연구원 종합

기술강국 도약을 위한 도전 “국제 기술 협력을 지원합니다”

산업통상자원부 해외기술협력거점



해외기술 협력거점 역할

- 국제 공동 R&D 수요 발굴 및 지원
- 선진 R&D기관과의 협력체계 구축
- 해외 산업기술 정책 및 시장 현황 조사 등

국제 기술 협력의 기본기능 수행

KEIT 미국(실리콘밸리)거점
 담당자 김병재
 E-mail rarmy78@keit.re.kr
 Tel (Office) +1-408-232-5411

KIAT 미국(워싱턴)거점
 담당자 이범진
 E-mail pomjin@kiat.or.kr
 Tel : (Office) +1-709-337-0950

KETEP 미국 에너지 거점
 담당자 백상주
 E-mail sky31778@ketep.re.kr
 Tel (Office) +1-703-337-0952

KEIT 독일(베를린)거점
 담당자 전준표
 E-mail augtto@keit.re.kr
 Tel (Office) +49-30-8891-7390

KIAT 벨기에(브뤼셀)거점
 담당자 박천교
 E-mail seanpark@kiat.or.kr
 Tel (Office) +32-3-431-0591

KORIL 이스라엘 거점
 담당자 진수미
 E-mail susan74@koril.org
 Tel (Office) +972-54-345-1013

융합과 연결의 4차 산업혁명 시대 미래 산업을 선도하는 융·복합 신소재

융·복합 신소재는 미래 산업을 선도한다. 특히 스마트 팩토리를 도입하는 과정에서 로봇틱스가 내구성·내열성을 보완하거나 생산 공정 내 센서 및 사물인터넷(IoT)을 부착하는 영역 등에서 첨단 소재가 요구된다. 이는 3D 프린팅의 활용성을 높이는 기초 기술에 해당하기도 한다. 한편, 실제 소비자가 생산하는 제품의 영역에서도 웨어러블(Wearable) 기기가 확대되고, IoT 기반의 자율자동차 및 가전제품이 범람하고 있다. 따라서 첨단 소재 개발에 대한 연구개발(R&D)을 검토하고, 미래 유망 첨단 소재를 보유한 기업을 인수합병(M&A)하는 등의 적극적인 행보가 필요한 시점이다.

김광석 [삼성KPMG경제연구원 수석연구원]

제조업의 디지털 트랜스포메이션

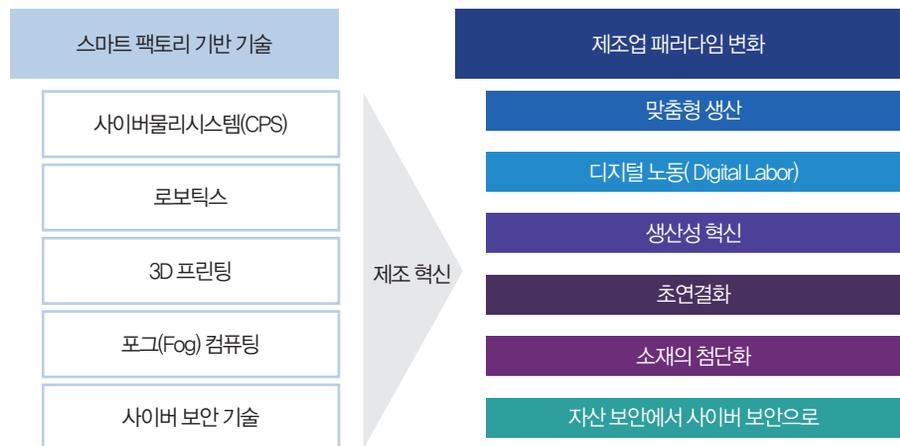
기업이 기존 제조 공정에 스마트 팩토리를 도입하면서 제조업의 혁신이 일어나고 있다. 스마트 팩토리의 주요 기반 기술로는 사이버물리시스템(CPS), 로봇틱스, 3D 프린팅, 포그(Fog) 컴퓨팅, 사이버 보안 기술 등이 있다. 이러한 주요 기반 기술이 제조 전 영역에 걸쳐 적용됨에 따라 제조업의 경쟁력이 놀라울 만큼 증대되는 제조 혁신이 펼쳐지고 있다. 화학, 자동차, 철강, 항공, 식료품, 섬유 등 다양한 제조산업에 걸쳐 스마트 팩토리가 도입되면서 생산성이 극대화되고 기존에는 소비자에게 제공하지 못했던 다양한 서비스의 제공이 가능해지고 있다.

이에 따라 제조업에도 변화가 생겨나고 있다. 실시간 주문형 맞춤생산이 가능해지고, 제조 공정의 디지털 트랜스포메이션(Digital Transformation)이 가속화하고 있다. 재고량을 최소화하고 제품 불량률을 낮추며 인건비가 절감되면서 생산성 혁신이 나타나고 있다. 생산라인뿐만 아니라 공급사슬 전 공정에 걸쳐 IoT, 센서,

클라우드 기반의 초연결화가 가능해지면 서 제조사와 부품 공급업자 간 유기적인 연결성이 강화되고 있다. 더불어 3D 프린팅에 활용할 소재의 첨단화가 진행되고 있고, 내구성·내열성이 요구되는 로봇에 쓰일 소재나 초정밀 공정을 위한 신소재 등에 대한 관심이 높아지고 있다. 마지막으로, 기존의 아날로그 생산 공정에서 필요한 기계, 부품 등의 자산 보안에서 빅데이터 중심의 사이버 보안으로 중점 보안 분야가 이전되고 있다.

소재의 첨단화 트렌드 가속화

융합과 연결이 핵심인 4차 산업혁명 시대에 이종 소재 간 융·복합을 통한 첨단 소재의 개발 및 상용화는 더욱 가속화할 것이다. 과거에는 여러 부품 소재를 조립해 완제품을 만드는 조립산업이 전체 제조 벨류체인에서 큰 비중을 차지했다. 하지만 3D 프린팅과 양손 로봇을 통해 한 생산라인에서도 모듈화된 다양한 부품 소재의 생산이 가능해짐에 따라 부품 및 소재의 중요성은 점차 커질 것으로 전망된다.



〈그림 1〉 스마트 팩토리의 기반 기술과 패러다임 변화

출처 : 김광석(2017.10), 제조업 패러다임의 변화와 제조 혁신, 기계산업, pp32-41

실제로 제조 강국이라 불리는 독일과 일본도 4차 산업혁명 시대에 고부가가치의 융·복합 소재 개발에 집중하고 있으며 기술고도화를 통해 범용 소재에서 미래 핵심 소재의 개발로 전환을 도모하고 있다.

소재 유형별로 변화 트렌드를 살펴보면, 4차 산업혁명을 대표할 수 있는 드론과 무인자동차에는 철강보다 가볍고 단단한 구조의 경량화 금속 소재의 개발이 필수적이다. 또한 지능형 반도체, 초소형 첨단 센서와 첨단 로봇을 만들기 위해서는 고성능, 초소형 첨단 세라믹 소재와 나노 소재의 미세 공정 기술이 요구된다. 마지막으로, 그동안 한계라고 여겨지던 3D 프린팅의 소재 개발이 진전됨에 따라 제조 현장에서 복합적으로 활용할 소재가 많아질 것으로 보인다. 이처럼 소재의 첨단화는 다양한 영역에서 일어날 것이며 4차

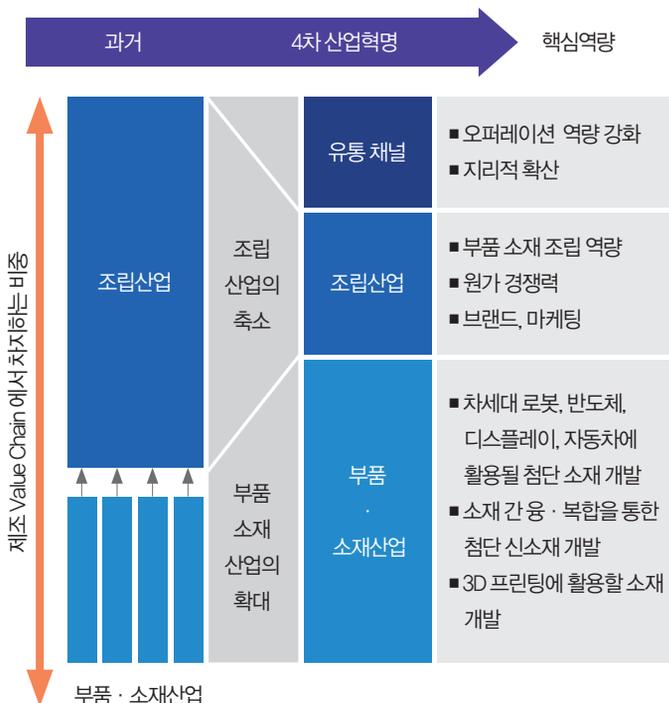
산업혁명 시대의 첨단 소재 개발은 미래 산업을 주도하기 위한 필수요소가 될 것이다.

3D 프린팅에 신소재 활용하는 보잉

3D 프린팅은 산업용 기계 생산 다음으로 우주·항공 분야에서 가장 활발하게 이용되고 있다. 우주·항공 분야는 산업 특성상 고강도의 금속 소재를 많이 사용한다. 가볍고 빠른 속도를 내야 하는 항공기와 위성에 기존의 금속 소재는 원료가 비싸고 무거운 점이 문제로 지적돼 왔는데, 관련 업계에서는 최근 3D 프린팅 관련 기술을 기반으로 이러한 한계를 극복하려는 움직임이 나타나고 있다. 항공기 제작 기업인 미국 보잉은 티타늄, 알루미늄 등 금속소재와 PC 고분자 소재 개발에 집중하고 있으며, 이러한 소재와 관련된 특허

도 출원하고 있다.

보잉은 현재 3D 프린팅 기술을 활용해 항공기에 사용하는 2만2000개의 부품을 제작하고 있다. 여기에 기존보다 경량화된 소재를 사용해 연료비를 절감하고 부품을 견고화해 항공기와 위성의 성능 향상뿐만 아니라 유지 및 보수비용의 절감을 추구하고 있다. 실제로 보잉의 B787 기종은 기체에 탄소섬유를 사용한 고강도 복합 소재인 카본 래미네이트를 사용했는데, 이 소재는 철보다 10배 강하지만 무게는 4분의1 수준이다. 더불어 알루미늄 합금과 티타늄 합금 등 다양한 신소재를 적용해 기존 제작 항공기보다 연료 효율을 20% 개선했다. 앞으로 보잉은 위성 제작에도 3D 프린팅을 사용할 것이라고 밝혀 우주 환경에 적합한 신소재도 연구개발해 나갈 것으로 기대된다.



〈그림 2〉 4차 산업혁명 시대에 소재산업의 확대
출처 : 부품소재발전전략, 2005 전신산업강국기획단

금속	드론, 자율주행차 등 차세대 운반 기기에 필요한 ① 고강도 ② 고인성 ③ 경량화 금속 소재 → 에너지 효율 증대, 안정성 강화
세라믹	로봇, 센서, 사물인터넷의 구성요소가 되는 ① 고성능 ② 초소형 첨단 세라믹 소재 → 전통 세라믹 소재의 부가가치화
화학섬유	웨어러블 디바이스를 위한 인체 감응형, 전기적 기능성 섬유 소재 → 고기능성 스마트 소재 개발
나노 소재	대용량화, 고속화된 차세대 메모리를 위한 ① 고성능 ② 저전력 나노 소재 → 미세 공정 기술을 통한 메모리 반도체 기술 고도화
3D 프린팅 소재	스마트 제조 분야에 적용할 3D 프린팅 소재 개발 → 소재의 다양화

〈그림 3〉 소재 유형별 첨단화 트렌드
출처 : 미래창조과학부

현대중합금속의 산업용 로봇 활용 및 첨단 소재 개발

현대중합금속은 용접 재료와 장비를 공급하는 용접 전문 제조기업이다. 용접은 제조 과정에 빠짐없이 포함되며 제조업에 있어선 필수적인 부분이라 할 수 있다. 용접은 미세하고 반복적인 작업이 필요해 대부분 사람의 노동력에 의해 이루어졌으나, 스마트 팩토리 구축이 확산됨에 따라 산업용 로봇의 활용이 지속적으로 증가하는 추세다. 산업용 로봇은 사람이 작업하기 힘든 환경이나 빠른 속도로 작업해야 하는 공정에 투입되며, 현대중합금속은 이러한 흐름에 발맞춰 저온, 고강도, 내열에 강한 특수용접 소재를 연구개발해 왔다.

현대중합금속의 용접 소재는 해양구조물, 조선, 자동차, 중장비를 비롯해 에너지 및 화학 플랜트, 일반 건축 구조물 등에 광범위하게 적용할 수 있다. 이는 연강용, 고

장력강용, 주철용 등 여러 분야에 사용할 수 있는 소재를 개발했기 때문이다. 용도에 알맞은 소재를 사용함으로써 고속 용접과 높은 성능을 이뤄낼 수 있는 것이다. 특히 최근에는 전 세계적으로 화두가 되고 있는 친환경 트렌드로 인해 제조업계에서 환경에 대한 관심이 높아지면서 환경친화적 용접 소재를 개발하고 있기도 하다. 더불어 자동화, 경량화 등 새롭게 떠오르고 있는 용접 공정에 알맞은 용접 소재를 적극적으로 개발하고 있다.

소재의 첨단화를 위한 정책기조와 세부 사업

과학기술정보통신부와 산업통상자원부는 나노기술 연구 성과의 확산과 나노융합산업의 비즈니스 활성화를 위해 2018년 7월 '나노코리아 2018'을 공동 개최했다. 본 행사를 통해 과학기술정보통신부는 '국가 나노기술지도'를 발표했다. 미래사회 3대 목표를 실현하는 '나노기술로 구현하는 미래기술 30'에 대한 추진 방향을 제시함으로

써 미래 기술 구현의 방향성을 제시했다.

나노 기술로 구현하는 미래 기술을 실현하기 위한 구체적인 실행 방안으로는 원천 기술 확보 및 연구개발 단계별 이어달리기 활성화, 나노인프라 고도화, 핵심 인력 양성 및 일자리 연계, 지속가능한 나노안전망 구축 등이 제시됐다. 과학기술정보통신부는 "나노 기술은 4차 산업혁명 및 혁신 성장의 기술적 한계를 돌파할 핵심 기반기술로서 그 가치를 가진다"며 "나노 기술 개발을 통해 국민의 삶의 질을 개선하고, 좋은 일자리가 창출될 수 있도록 정부가 앞장서 나가겠다"고 밝혔다.

한편, 산업통상자원부는 '나노융합산업 고도화 전략'을 제시했다. 산업수요 맞춤형 생태계 구축, 나노융합 기술 사업화 가속 등을 통해 주력산업을 고도화하고, 미래 신산업 창출 기반을 마련하기 위해 4차 산업혁명 초연결 기반 확보, 신수요 창출형 난제 해결, 미래 신산업 대응형 강소나노기업 육성 등의 실행방법을 발표했다. 산업통상자원부는 "이번 행사가 4차 산업혁명에 기반이 되는 나노융합산업의 경쟁력 확보와 나노기업이 세계 시장으로 진출하는 계기가 될 것으로 기대하며, 정부는 나노 기술이 기존 주력 산업에 융합돼 우리 산업의 경쟁력을 강화할 수 있도록 적극 지원할 것"이라고 밝혔다.

2018년 주요 나노·소재기술개발사업은 <표 1>과 같다. 예를 들어 첫 번째 과제의 경우 웨어러블 전자소재, 마이크로 로봇, 소형자율이동체 등의 시스템과 통합될 수 있는 새로운 소형 에너지원의 개발이 요구되고 있다. 3D 프린팅 기술은 다양한 응용 분야로의 적용 가능성에 힘입어 넓은 범주의 연구 분야에서 많은 관심을 끌고



<그림 4> 현대중합금속의 첨단 용접 소재 개발 방향

출처 : 현대중합금속

나노 기술로 구현하는 미래 기술(핵심 나노 기술)

편리하고 즐거운 삶	지구와 더불어 사는 삶	건강하고 안전한 삶
① 개인이 휴대할 수 있는 인간 두뇌 수준 인공지능	① 초고효율 차세대 태양광발전	① 폭발 위험이 없는 배터리
② 내 손 안의 빅데이터	② 블랙아웃에 대비할 수 있는 연료전지	② 건강 100세를 위한 예방의학
③ 속도 무제한의 통신 환경	③ 수소로 가는 자동차	③ 진단과 치료를 동시에 하는 약
④ 디스플레이 모양과 크기를 자유자재로	④ 5분 충전으로 서울에서 부산까지 가는 전기자동차	④ 거부 반응이 없는 인공 장기
⑤ 스마트폰으로 맛보는 음식 기행	⑤ 인공 나뭇잎으로 하는 광합성	⑤ 내 맘대로 몸 안을 보고 치료하는 기술
⑥ 인간처럼 느끼는 사이보그	⑥ 전기 공급이 필요 없는 에너지 자립형 주택	⑥ 언제 어디서나 내 몸 건강체크
⑦ 충전 없이 날 수 있는 드론	⑦ 버려진 물 다시 사용	⑦ 나쁜 바이러스를 알려주는 인공지능 시스템
⑧ 걸으면서 생산하는 전기	⑧ 자급자족이 가능한 도시 농업	⑧ 세균을 막아주는 의류
⑨ 옷처럼 입을 수 있는 배터리		⑨ 집 안 전체 공기를 항상 맑게 하는 공기청정기
⑩ 젊은 피부를 유지하는 기술		⑩ 우주에서도 한 알로 해결되는 식사
⑪ 화장을 자동으로 해주는 마스크팩		⑪ 재난현장 조난자를 신속하게 찾아내는 마이크로봇

〈그림 5〉 국가나노기술지도
출처 : 과학기술정보통신부

있다. 하지만 3D 프린팅 공정기술의 적용이 가능한 실장형 에너지소자 기능성 소재는 제한적이다.

여섯 번째 과제의 경우 보청기, 의족, 의수 등 의료용 보조기기부터 성형보형물, 경조직, 임플란트와 인공장기에 이르기까지 각 개인에 맞도록 최적화한 맞춤형 메디컬 디바이스 제작에 대한 기술적 수요가 증대하고 있음을 반영해 구성됐다. 인체친화성 소재, 생체모사 소재, 자기치유 소재, 고감도·저전력 센싱 소재, 신경 인터페이

스 소재 및 이들이 복합화돼 있는 스마트 바이오닉 소재의 개발이 필요하다. 이러한 인체구조물 적용으로 3D 프린팅을 포함한 다양한 제조방법에 대한 연구가 진행 중이며 이에 적합한 촉각 기능 보조 및 증진용 바이오닉 원천 소재의 개발이 요구된다.

일곱 번째 과제는 최근 건강하고 안전한 사회 구현을 위한 국민의 요구가 늘고 있는 환경과 밀접한 관련이 있다. 현재 정부 주도의 국가연구개발사업에서 대기환경 유해물질과 식품안전 유해물질 감지에 대

한 연구가 활발히 진행되는 것에 비해 인체에 유해한 고에너지 전자기파 감지 소재 및 소자 개발은 매우 부족한 실정이며, 4차 산업혁명의 핵심인 IoT 기술의 적용을 목적으로 하는 장기적 국가 과제는 전무하다. 인체유해 고에너지 전자기파의 일종인 자외선, 엑스선, 감마선 등의 경우 자외선 기반 살균 업종, 자외선 기반 산업용품 생산, 의료용 영상기기, 의료용 치료기기, 원자력 발전소 등에서 사용하고 있다. 이러한 산업계에서 종사하는 근로자가 고에너지 전자기파에 노출되는 정도를 중앙센터에서 모니터링하는 IoT 시스템을 구현함으로써 근로자의 근로환경을 개선할 수 있다. IoT에 적용 가능하며 고감도, 고성능, 높은 분해성, 신뢰도와 내구성을 갖는 인체유해 고에너지 전자기파 감지 소재 및 소자 개발은 향후 미래 시장을 선점할 수 있는 중요한 원천 기술이 될 것으로 예상된다.

〈표 1〉 2018년 주요 나노·소재기술개발사업

		출처 : 과학기술정보통신부
	과제명	주관 연구기관
1	EHD 인쇄를 통한 굴곡표면상 3차원 전고체 슈퍼커패시터 제작 기술 개발	연세대
2	나노 소재의 체내 동태 및 독성 평가 플랫폼 기술 개발을 통한 임상 적용 가능한 중앙 진단·치료용 후보 물질 도출	서울대
3	광전자 소자용 저가, 무독성 질화물 나노 소재 원천 기술 개발	한국과학기술원
4	소재 연구 데이터 수집 관리 활용 플랫폼 개발	한국과학기술연구원
5	스마트산업 모니터링을 위한 다기능 적외선 센서 기술 개발	한국표준과학연구원
6	인체이식형 저전력 촉각 기능 스마트 바이오닉 피부 개발	한국과학기술연구원
7	인체 유해 고에너지 전자기파 감지 IoT 센서용 나노 소재 및 소자 원천 기술 개발	경기대

자동차 경량화 탄소복합재와 응용 분야

탄소섬유강화플라스틱(CFRP) 부품 개발은 향후 미래의 자동차산업뿐만 아니라 다양한 산업 분야의 중요한 핵심 기술로 자리 잡을 것으로 예상되며, 그 시장 역시 지속적으로 성장할 것으로 전망된다.

문민석, 오제하 [세한국탄소융합기술원]

차량 연비 향상시키는 자동차 부품 경량화

현재 자동차산업 분야에서 가장 이슈가 되고 있는 단어는 '에너지와 환경 규제' 일 것이다. 자동차는 현대인의 삶과 매우 밀접한 관계를 갖고 있는 필수품이다. 자동차산업에서의 석유 의존율은 전체 원유 생산량의 30%가량을 소비하면서 전체 온실가스 배출량의 25%를 차지하고 있다. 최근 산유국들은 화석연료의 고갈에 따른 가차량 한계를 극복하기 위해 일일 원유 생산량을 제한하는 등 장기적으로 유가 상승을 부추기고 있다.

유럽과 미국을 중심으로 진행하고 있는

강력한 환경 규제는 현재의 자동차보다 연비가 우수하고, 친환경적 요소를 충족케 해 소비자를 만족시키는 자동차의 개발을 요구하고 있다. 이러한 연비 규제는 완성차 업체 및 각국 정부로 하여금 엔진 효율 향상, 차량 경량화 및 배기가스 저감 등에 막대한 연구개발비를 지출하도록 유도하고 있다.

세계에서 가장 엄격한 자동차 연비 규제를 시행하고 있는 지역은 유럽연합(EU)이다. 최근 중국 정부는 2025년 이후로 중국 내에 내연기관자동차의 생산을 중단시키고, 그 대신 전기자동차의 보급을 적극적으로 추진하는 정책을 발표한 바 있다.

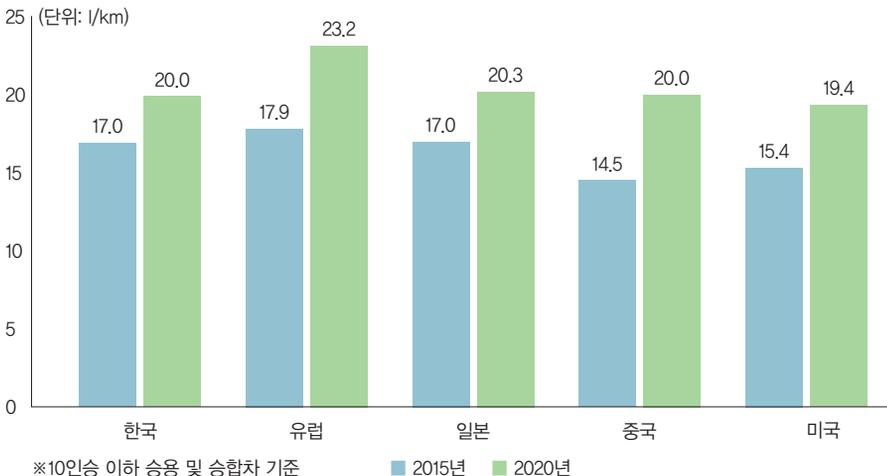
일반적으로 차량의 연비를 향상시킬 수 있는 방안 중 가장 손쉬운 방법이 자동차 부품을 경량화하는 것이다. 하지만 차량을 경량화하려면 기존 소재에 비해 경량 소재를 사용해야 하고 이에 따른 리스크와 부품 비용 상승 등 여러 민감한 사항이 있다.

자동차 경량화를 위한 연구는 크게 3가지 기술로 분류해 진행된다.

첫째, 자동차 구조의 합리적 설계를 통한 경량화로, 차체 설계를 개선해 차체를 최적화하고 부품 모듈화 등을 통해 경량화를 추구하는 방법이다.

둘째, 현재 사용되고 있는 자동차 재료를 신규 재료로 치환해 강도는 높이고 중량은 줄이는 방법이 있다. 자동차 신규 재료 치환은 연비 효율을 향상시키고 차체 중량은 줄이기 위해 플라스틱 재료 및 경량 금속 소재 등을 중심으로 우수한 물성을 갖는 경량 재료를 개발해 부품에 적용하는 방법이 연구되고 있다. 하지만 저비용 소재로 변경했을 경우 대부분의 경량 소재는 철강 소재보다 높은 비용이 들 것으로 예상돼 비용 절감 최적화를 위한 설계 및 성형 공정 최적화 개발이 필수적이다.

셋째, 프로세스 과정에서 신제조 공법을 적용하는 것이다. 프로세스는 자동차 제조



〈그림 1〉 국가별 자동차 연비 규제 사례

과정에서 신제조 공법으로 경량화를 추구하는 방법이다.

최근 자동차 소재 및 부품의 선택에서부터 가공 기술의 개선, 모듈화까지 관련 기술 개발 전반을 글로벌 완성차 업체가 직접 주도하기 시작하면서 경량화 소재의 적용은 완성차 업체 사이에 주된 관심사 중 하나가 됐다. 2010년을 기준으로 미국 자동차의 소재별 구성을 살펴보면 철강 60.5%, 비철금속 12.9%, 플라스틱 9.4%, 고무 12.7%, 유리 및 기타 4.5%로 돼 있다. 국내 자동차의 소재별 구성은 철강 63%, 비철금속 10%, 플라스틱 12%, 고무 4%, 유리 및 기타 11%다.

따라서 경량 소재를 가장 적극적으로 사용하고 있는 유럽의 2020년 목표를 기준으로 보면, 국내 자동차의 철강 사용 비중은 현재 68%에서 41%로 27%포인트 낮아지는 반면 비철금속 및 합성수지의 사용 비중은 각각 12%포인트 증가할 것으로 추정된다.

특히 경량 소재로 검토되고 있는 것 중 자동차용 고분자 소재는 비중이 0.9~2.1g/cc 정도로 경량성이 뛰어나고 설계와 제조 공정에 유연성이 있으며 고성능화된 수지, 고성능 복합재료 등의 성능 개선 기술 발달로 내장 부품을 벗어나 구조나 기능 부품 영역까지 확대되고 있는 추세다.

이와 관련해 자동차업체의 전문 컨설팅

기업인 AT Kearney는 2020년까지 자동차 부품 소재 중 철강 소재의 비중은 55%로 감소하고, 플라스틱 소재가 18%를 차지할 것으로 전망했다. 더불어 McKinsey는 자동차 중량이 현재보다 약 490kg 줄어든 경우 탄소섬유 사용량이 36% 증가할 것으로 예측한 바 있다.

자동차용 경량화의 중요성과 경량화 소재 종류

자동차산업에서 경량화 추세는 1990년대 이후 유럽을 중심으로 배기가스 규제를 강화하면서 필요성이 확대되고 있다. 이러한 연비 규제는 2015년을 기준으로 규제 강화 속도가 빨라지고 있고, 미달 시 업체에 총판매 차량에 비례한 벌금을 부과한다는 등 규제 강도가 엄격해지고 있다. 이로 인해 자동차 주요 소비국인 미국과 일본, 중국까지 연비와 온실가스 규제를 단계적으로 강화하고 있다.

특히 자동차는 에너지 소비가 높은 장치로, 연비 개선은 매우 중요하다. 미국의 사례를 살펴보면, 미국 에너지 총소비량 중 28%가 운송용으로 소비되고 있고, 이 중 80%가 승용 차량 및 상용 차량 등을 포함한 자동차의 운용에 따른 것으로 보고되고 있다. 하지만 자동차의 에너지 소비 중 실

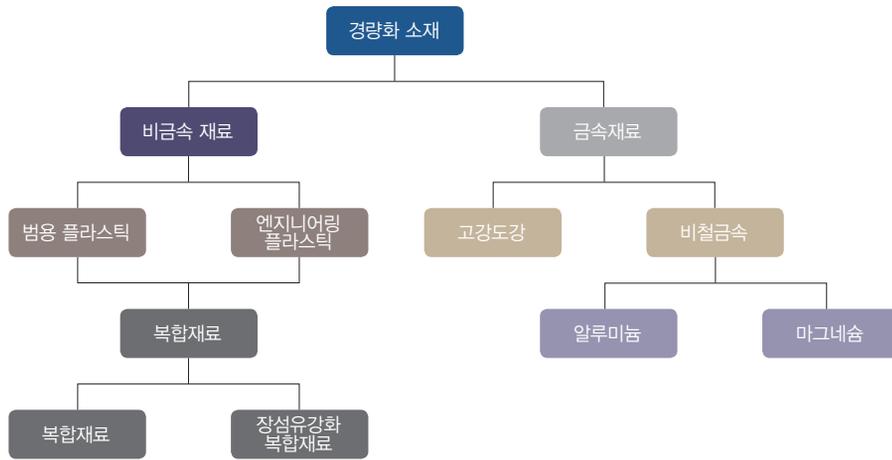
제 운행에 이용되는 비율(에너지효율)은 12%에 불과하다. 즉, 자동차 에너지 소비의 88%는 열이나 마찰의 형태로 소비된다. 이에 주요 국가는 연비, 온실가스(CO₂ 포함), 연료 소비 등 형태만 다를 뿐 차량의 에너지 효율에 대한 규제를 강화하고 있다.

실제 소비자도 차량의 운행 비용(Total Cost of Operation)에 민감해지면서 고연비 차량에 대한 고객의 선호도가 높아지고 있다. 소비자의 고연비 차량 선호도는 2010년 66%에 불과했으나 2013년 85%로 높아졌다. 완성차 업체는 빠르게 변화하는 연비 규제를 만족시키지 못할 경우, 판매 규모에 비례한 벌금이 부과되는 것은 물론이고 소비자의 기호를 만족시키지도 못하면 사업 상 어려움에 직면하고 만다.

자동차산업에서 경량화의 구현을 통해 얻어지는 장점이 몇 가지 있는데, 우선 내적 요인의 경우 엔진 효율의 극대화, 조향 장치 및 제동장치의 피로 저하, 운전자의 승차감 향상, 가속 성능과 운동 성능의 향상을 들 수 있다. 다음으로 외적 요인을 살펴보면 국제적인 환경 규제의 만족과 연비 개선에 따른 소비자 만족도 상승, 하이브리드 및 전기자동차의 경량화 필요성 충족 등이 있다.

이와 관련해 자동차용 경량화 소재는 금





〈그림 2〉 자동차 경량화 소재 분류

속재료와 비금속재료로 나뉜다.

한편, 자동차는 운전자와 보행자에 대한 편의성 향상과 점진적 고급화가 진행되고 있으며, 안전성 등에 대한 소비자의 요구가 다양해짐에 따라 안전 관련 장치가 늘어나 자동차 중량은 1970년대부터 지속해서 증가하는 추세다. 따라서 자동차산업에서 경량화에 대한 연구는 현재진행형으로 수행되고 있는 자동차업계의 당면 과제다.

자동차산업에서의 CFRP 소재 필요성

탄소섬유는 일반적으로 유기섬유를 비활성 기체 상태에서 가열 및 탄화해 제작한 섬유로, 무게는 강철의 4분의 1 수준이지만 강도는 10배, 탄성률은 7배에 달한다. 탄소섬유는 세계 시장 규모가 현재 20억 달러에서 2020년에는 약 50억 달러까지 성장할 것으로 예상된다. 현재 전 세계 탄소섬유 시장의 40%를 일본 도레이가 점유하고 있다.

국내 시장 현황은 (주)효성이 전북 전주에서 연간 2000t 규모의 탄소섬유를 생산하고 있으며, 도레이첨단 소재가 경북 구미에 연

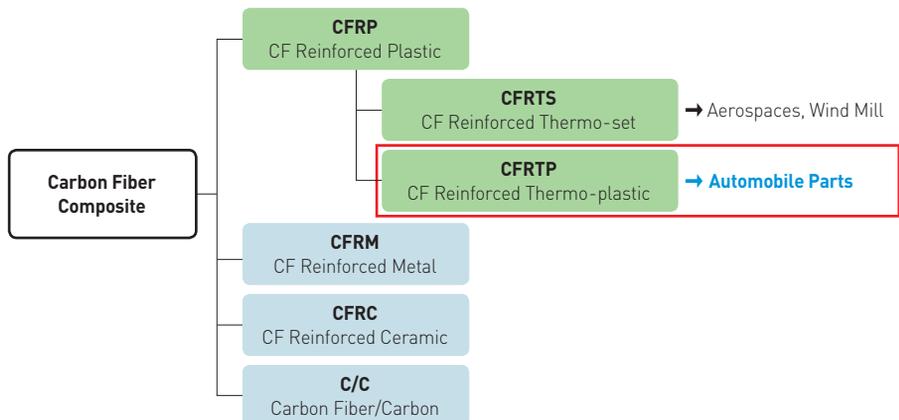
간 2200t 규모의 탄화 라인을 구축하고 있다. 또 태광산업은 울산에서 연간 1500t 규모로 탄소섬유를 생산하고 있다.

한편, 탄소섬유강화플라스틱(Carbon Fiber Reinforced Plastic : CFRP)의 상용화 연구는 1950년대 일본에서 시작됐고, 1980년대에는 낫실타와 같은 레저용으로 상용화됐다. 특히 CFRP는 항공우주용 재료로 쓰인다. 여러 가지 특성을 가진 탄소섬유와 다양한 플라스틱 재료가 개발됨에 따라 CFRP 재료는 더욱 발전해 나가고 있다.

CFRP는 보강재 역할을 하는 탄소섬유가

섬유의 형태로 존재하고 있어 그 자체로는 물체의 형상을 유지할 수 없기 때문에 플라스틱을 사용해 특정 형상이나 구조물로 제작할 수 있도록 만들어진 복합재료다. 기존 금속 대비 약 50% 이상의 경량화 효율을 나타내고, 연료도 40% 이상의 효율을 나타낸다. CFRP에 사용되는 일반적인 매트릭스 수지는 열경화성수지(Thermo-set Resin)로 에폭시가 주종을 이루며, 사용 환경 및 요구 특성에 따라 불포화폴리에스테르, 비닐에스테르, 페놀수지, 폴리이미드 등이 사용되고 있다.

하지만 최근 자동차산업용 CFRP 분야 중 열가소성 수지를 이용한 CFRTTP(Carbon Fiber Reinforced Thermo-plastic)는 짧은 시간에 제품을 성형할 수 있는 장점이 있어 자동차 업계에서는 이 소재를 사용한 성형 공정 기술을 집중 개발하고 있다. 따라서 자동차산업 분야 경량 소재인 CFRP는 자동차의 구조적 안정성을 부여하면서 경량화의 구현을 통한 이산화탄소 배출량을 줄이는 한편, 연비 향상과 제동거리 감소를 통한 안전성을 확보할 수 있는 중요한 특성을 갖고 있다.



〈그림 3〉 탄소섬유강화플라스틱의 분류

자동차분야에서의 CFRP 시장 전망

CFRP의 적용은 자동차 경량화 및 안전성 향상에 큰 방향을 제시했다. 현재까지는 원소재 비용과 성형 공정의 양산성이라는 문제가 있어 CFRP 자동차부품이 많이 적용되지는 않지만, 원소재 비용 저감 공정 개발과 성형 공정 개선으로 향후 다양한 CFRP 자동차부품이 제작될 것으로 예상된다.

현재 적용 중이거나 검토 중인 CFRP 자동차부품은 알루미늄 소재 대비 약 30%, 스틸 대비 약 50%의 경량 효과를 나타내는 것으로 보고돼 있다. CFRP 재료를 차체 및 각종 부품에 적용할 경우 차량 전체 중량을 약 100kg 이상 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

일본의 야노경제연구소가 발표한 자료에 따르면, 2012년 5~8월 세계 자동차·탄소섬유·성형가공 제조업체를 대상으로 조사해 발간한 자동차용 CFRP의 세계 수요예측보고서에서 2025년 CFRP 성형품 시장(출하금액 기준) 규모는 2845억 엔이 될 것이라고 예상했다.

2016년까지는 독일 BMW 등이 CFRP를 일부 골격과 내·외판 등에 적용하면서 수요량이 증가할 것으로 예상했고, 2017~2019년엔 성형 시간 단축, 재료비 저감으로 성형 가격이 내려가면서 BMW 외에도 CFRP를 주요 골격에 채용한 차종(EV)이 등장할 것으로 전망했다.

2019년경에는 탄소섬유강화 열가소성 플라스틱(CFRTP) 성형품이 출시될 것이며, 2020~2025년에는 성형품의 가격이 떨어져 차량의 CFRP 채용 부품 수가 늘어날 것으로 예측했다. 이후 바퀴 부분 제품에서 CFRP 중공물품을 채용할 가능성이

클 것으로 예상했다.

실제 BMW는 4억 유로를 투자해 전기자동차인 BMW i3에 다양한 CFRP 부품을 적용시켜 2013년부터 생산하고 있고, 국내에는 2014년 기아 스포티지의 선루프에 CFRP를 적용해 차량을 생산하고 있는 등 다양한 자동차 메이커에서 CFRP의 부품 적용을 추진하고 있다.

매킨지의 보고서에 따르면 2010년 알루미늄 차량 부품 가격은 스틸보다 130%, CFRP 가격은 스틸보다 570%나 높았지만, 자동차 경량화가 크게 요구되는 2030년에는 알루미늄 가격이 스틸보다 140%, CFRP 가격은 스틸보다 190%의 경쟁력을 가질 것으로 전망하고 있다.

최근 CFRP는 패널, 후드 등의 2차 구조

재에서 기존의 스틸이 담당했던 자동차 프레임인 BIW(Body in White) 등 1차 구조재로 사용되고 있고, 다양한 구조재 부품이 실제로 적용되고 있다. 이는 기존 외장재 중심의 CFRP가 경량화와 안전성 등의 성능과 기능성을 중시하는 구조재로 적용이 확대되고 있는 것을 의미한다.

따라서 CFRP를 자동차에 적용할 경우 경량화는 물론이고 안전성 확보에 따른 운전 성능과 내구성 향상을 기대할 수 있다. 또한 기존 부품과 달리 일체화를 통해 부품 수를 줄여 조립 비용을 절감할 수 있다는 장점이 있다. 더불어 앞으로 자동차의 경량화 요구가 점차 강화될 경우 금속재료로서의 경량화 한계를 극복할 수 있는 소재로 부상할 것으로 예상된다.

참고자료

- 1) 자동차 경량화 관련 소재 및 부품 개발동향과 국내외 참여 업체 사업전략, IRS Golbal, 2013.11
- 2) 최신 녹색기술-미국 차량 경량화 기술 개발 한창, KOTRA, 2011.04.
- 3) 자동차 경량화 기술, 한국과학기술정보연구원, 2009. 02.
- 4) 김기석 외 공저, 자동차 경량화를 위한 탄소섬유강화 복합재료의 동향, *Elastomers and Composites*, 2012, Vol.47.
- 5) 일본의 소재혁명(2), 한일재단 일본지식정보센터, 2011.
- 6) 자동차용 복합재료의 현황과 전망보고서, A&D 컨설턴트, 2012.01
- 7) 전략시장 리포트_일본의 탄소섬유 시장, 한일재단 일본경제연구원, 2011.
- 8) 윤석한 외 공저, 자동차용 섬유화학 소재 개발 동향, *공업화학전망*, 2013. 06
- 9) 박형근, POSRI 보고서_기지가 컨 탄소섬유 시장, 그 가능성은?, 포스코경영연구소, 2013.01
- 10) 최치훈, 자동차산업 탄소섬유 적용 현황 및 미래, 현대기아연구본부
- 11) Anthony J. Berejka, New York State Vehicle Composites Program, *Automotive Composite*, 2015. 02
- 12) 일본의 탄소섬유 시장 분석, 한일재단 일본지식정보센터, 2011.
- 13) 박훈, 섬유산업의 구조고도화를 위한 국내 산업용 섬유 발전전략, 산업연구원, 2013.12
- 14) 김익수 외 공저, PAN계 탄소섬유 산업의 동향과 기술 개발 방향, 한국산업기술평가관리원, 2014.10
- 15) *Lightweight, heavy Impact*, McKinsey & Company, 2012, 02
- 16) Paul E. Krajewski, General Motors Lightweight Body Strategies and Executions, 2013, 04
- 17) Sanjay Mazumdar, Opportunity and Challenges in Automotive Composites Industry, Lucintel, 2013.12
- 18) Akihiko Kitanou 외 공저, The CFRP automobile body project in Japan, NEDO, 2006. 11
- 19) Moriyuki Onishi, Toray's Business Strategy for Carbon Fiber Composite Materials, 2012. 09
- 20) World Car Trends 2014, "Smart Efficiency and Digital Intelligence", Prime Research, 2014.04
- 21) 나덕주, 수송기계 경량화를 위한 복합재 부품의 적용 현황과 성형 기술 동향(上), 기계산업, 2015.06

이스라엘의 고감성 · 고효율 에너지 기반 융 · 복합 신소재산업 현황

이스라엘의 고감성 · 고효율 융 · 복합 신소재산업은 정부의 적극적인 투자로 신소재 분야 연구개발(R&D) 지원과 개발이 활발하다. 이스라엘 총리 산하 기관 'Fuel Choices Initiative'가 발족함으로써 청정에너지, 스마트 모빌리티, 항공우주 기술 등에 기존의 첨단 기업 및 방위산업 업체가 뛰어들었고, 이러한 흐름에 맞춰 높은 수준의 감성도와 효율성을 갖춘 융 · 복합 신소재의 필요성도 부각되기 시작했다. 이에 이스라엘 융 · 복합 신소재산업 분야의 현황과 시장을 리드하는 기술 기업을 파악해 우리 기업이 대응해 나갈 방안을 모색하고자 한다.

진수미 [한국 · 이스라엘산업연구개발재단 이스라엘 거점 소장]



기술 혁신의 원천국가, 이스라엘

이스라엘은 기술 혁신에 있어 가장 유망한 중심지로 평가받는 국가 중 하나다. 1990년대 후반부터 이스라엘의 기술 혁신은 스타트업 생태계가 부상하며 극적인 단계를 맞았다. 이러한 발전의 상당 부분은 인큐베이터 프로그램(Incubator Program)과 트누파(Tnufa) 등 수많은 정부 지원 이니셔티브를 주도한 이스라엘 경제부 산하 수석과학관실(Chief Scientist Office)의 영향이 컸다. 이스라엘 IVC리서치센터에 따르면 1999년부터 2014년까지 1만185개의 기술 스타트업이 이스라엘에 생겨났다. 이스라엘 스타트업 중 거의 절반의 존속연수가 평균 3.5년이라는 점을 고려할 때 1999년 이후 설립돼 2018년 현재 왕성하게 활동하고 있는 첨단 기업 수는 6000개를 웃돌 것으로 보인다. 이 중 139개 기업은 성공적인 최첨단 기업으로 성장해 스타트업 단계 이상의 성과를 거두었다.

이러한 수치는 전반적으로 신기술을 가진 첨단 기업의 규모가 크다는 것을 알려 주지만, 에너지 기반 소재 기술을 개발하고 상업화하는 업체는 많지 않다. 2018년 8월을 기준으로 52개의 이스라엘 첨단 기업이 58개의 혁신적인 에너지 기반 소재 기술을 개발하고 이를 상업화했다. 소재과학 기술의 상업화는 비용에 민감하게 반응하기 때문에 이스라엘의 소재 기술 생태계는 기성 기업의 존재감이 강한 분야다.

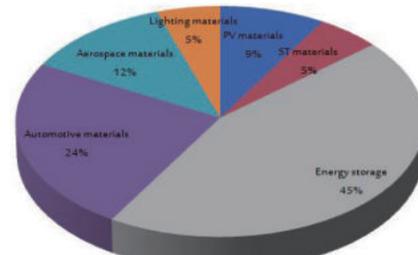
이스라엘 소재 기술 분야 현황

이스라엘 첨단 기술 기업의 상당 부분이 에너지·클린테크, 모빌리티 및 전자공학 부문에서 기술을 개발하고 있지만 수백

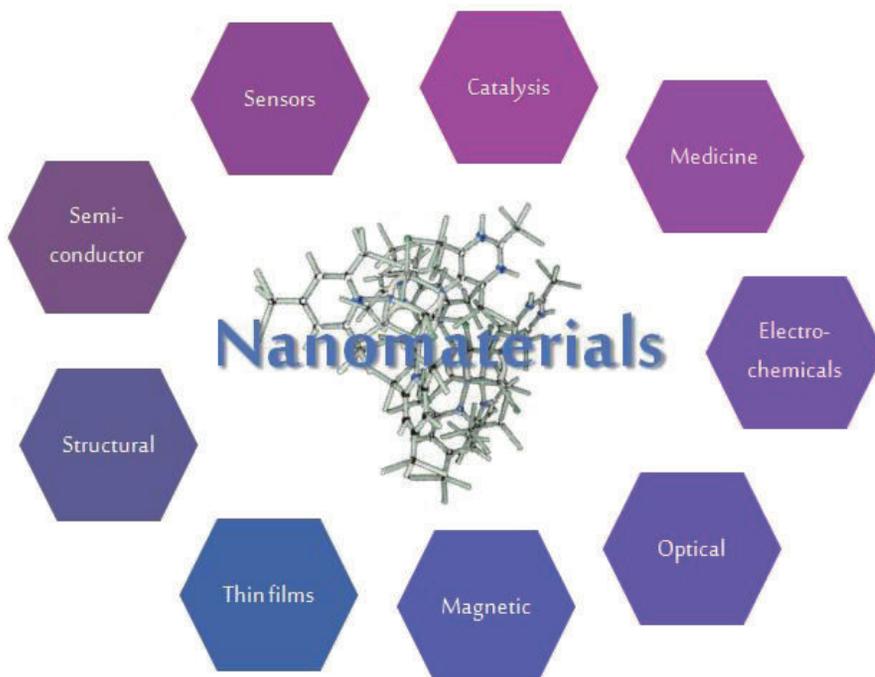
Photovoltaic materials	Solar thermal materials	Automotive Materials	Aerospace materials	Energy storage	Lighting materials
PV semiconductor	ST reflective	AM structural	AS Structural	Primary battery	LED
PV conductive		AM lubricants		Secondary battery	LM optical
PV optical				Supercapacitor	
				Fuel cell	
				Flow battery	
				Hydrogen	

〈그림 1〉 이스라엘 고감성·고효율 에너지 기반 소재 기술 세부 현황

개의 기술만이 첨단 소재와 연관되어 있으며 이 기술 중 58개만 혁신적인 고감성·고효율 에너지 기반 소재 범위에 포함된다. 58개의 기술은 에너지 저장 기술 45%, 자동차 소재 24%, 항공우주 소재 12%, 태양광 소재 9%, 태양열 소재 5%, 조명 소재 5%로 구성된다.



〈그림 2〉 이스라엘 고감성·고효율 에너지 기반 소재 기술 분포 현황



〈그림 3〉 고감성·고효율 에너지 기반 소재의 활용 분야

〈표 1〉 이스라엘 고감성·고효율 에너지 기반 소재 기술 분류

분류	세부 내용
1 에너지 저장	에너지 기반 소재 기술 분야에서 가장 범위가 넓다. 에너지 저장은 그 자체로 하위 부문이자 일차전지, 이차전지, 슈퍼 커패시터, 연료전지, 흐름전지 및 수소 기술을 아우른다. 연료전지 기술이 전력 생산을 위해 수소와 다른 연료를 활용하는 것에 중점을 두는 반면 이 분류법에서의 수소 기술은 수소 생산 및 저장에 초점을 맞추는 것에 주목해야 한다. 바이오연료 및 합성연료는 일반적으로 에너지 저장 분야에 속하지만 혁신적인 소재라고 평가되지 않는 편이다.
2 자동차 소재	차량 제조를 위해 활용되는 구조적, 표면 엔지니어링 기술을 포함한다. 혁신적인 내용이 많지는 않지만 유틸리티 또한 자동차 소재 분야에 포함된다. 에너지 저장과 추진 기술의 경우 에너지 저장 하위 기술 부문으로 분류된다.
3 항공우주 소재	빛과 강력한 소재 특성이나 공기역학 특성을 가진 구조적, 표면 소재 기술을 다룬다. 이러한 소재는 항공기부품 제조에 활용된다. 항공우주산업에서 활용되는 에너지 저장 및 추진 기술은 에너지 저장 하위 기술 부문에서 찾을 수 있다.
4 조명 소재	사실상 태양광 반도체의 하위 그룹이라 할 수 있는 발광다이오드(LED) 기술이 포함돼 있다. 첨단 광학 소재 또한 다양한 발광 장치 및 전구의 제조 과정에 설치돼 조명 목적으로 활용된다.
5 태양광 소재	빛에서 전기로의 에너지 변환 과정에서 핵심을 담당하는 첨단 반도체 소재를 아우른다. 또한 태양전지에서 전기에너지를 효율적으로 수집하기 위해 사용되는 독특한 전도물질이 이 분야에서 중요한 역할을 하고 있다. 태양광 소재는 태양 광자를 최대한 수집해 태양광 장비의 감성도를 향상시키는 독특한 광학적 성질을 지닌 물질도 포함한다.
6 태양열 소재	태양열 기술 응용을 위한 태양에너지 수집을 향상시켜주는 광학 반사 기술을 포함한다. 일부 다른 소재 기술도 기술 전문화와 관련이 있지만 태양열 기술이 기존 기계장치에 의존한다는 점에서 일반적으로 혁신적이라고 보지는 않는다.

이스라엘의 에너지 기반 소재 기술 중 가장 활발한 분야는 에너지 저장 분야다. 에너지 저장 분야에는 24개 업체가 제공하는 26개의 각기 다른 기술이 있다. 에너지 기반 소재 기술을 보유한 첨단 기업은 스타트업과 기성 기업으로 이루어져 있다. 스타트업은 지난 10년(프리시드, 시드, 자금 조성 단계 A·B·C 또는 수익 단계) 사이에 설립된 기업으로 사업에 나서고 있지만 아직 출구 단계(M&A 또는 IPO)에 이르지 않은 기업을 의미한다. 에너지 기반 소재 기술에 종사하는 기업 중 스타트업(지난 10년 사이에 설립된 개인 소유 기술 기업)의 비율은 52%이며 나머지는 기성 첨단 기술 기업이다.

이스라엘 당국의 법인 지위에 관한 정의에 따르면 에너지 기반 소재 분야의 첨단

기업들은 사기업이 주를 이룬다. 관련 업체 중 12%만이 공기업이며 나머지 기업 중 63%는 사기업, 23%는 자회사, 2%는 정부 기관으로 구성돼 있다. 이와 관련한 자회사로는 대기업의 분사(Spin-off), 두 개 이상 첨단 기업의 합작투자 또는 M&A 과정을 거쳤지만 분리된 개체로서의 지위를 계속 유지하는 스타트업 출신 기업이 있다. 이스라엘 법무부의 관점에서 사기업과 자회사의 지위는 동일하며, 본지에서는 사업 생태계에 대한 이해를 돕기 위해 구별해 설명한다.

이스라엘의 에너지 저장·조명 소재

에너지 저장 분야의 혁신적인 이스라엘 기술로는 비충전식 일차전지 기술, 슈퍼 커패시터 기술, 연료전지 기술, 수소 생산

및 저장 기술 등이 있으며 그중 충전식 일차전지가 대다수를 이루고 있다. 범위가 넓게 분포하는 이 분야를 대표하는 특정 기업은 없지만 괄목할 만한 기술이 있다.



스토어닷(StoreDot)은 플래시 배터리(Flash Battery™) 이차전지 저장 기술을 제공하는 업체로 모바일, 전기자동차, 디스플레이에 적용 가능한 배터리를 생산한다. 스마트폰의 경우 5분 안에 완충되는 기술로 기존 리튬이온 배터리보다 20배 빠른 충전이 가능하며, 전기차 배터리의 경우 5분 충전 시 480km를 주행할 수 있는 기술을 보유하고 있다.



〈그림 4〉 스토어닷 스마트폰 배터리
출처 : <https://www.store-dot.com>



〈그림 5〉 스토어닷 스마트폰 배터리 제품
출처 : <https://www.store-dot.com>



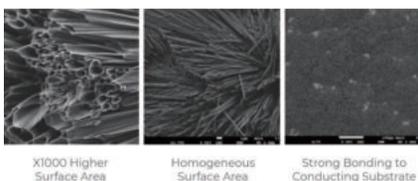
〈그림 6〉 스토어닷 전기자동차 배터리 제품
출처 : <https://www.store-dot.com>



피엔티록스(Pntlloxx)의 기술은 생화학적 처리 과정을 통한 에너지 저장 방식이다. 이들이 개발한 펩타이드 나노튜브 기반 슈퍼 커패시터 저장 기술은 에너지 손실을 방지하고 배터리 사이클 사용 확장이 가능한 솔루션을 제공한다. 소프트웨어 또는 하드웨어의 변경 없이 일반 배터리와 함께 사용할 수 있으며 해당 기술을 전기자동차, 스마트폰, 의료기기, 드론에 적용하고 있다.



〈그림 7〉 피엔티록스 제품
출처 : <https://www.pntllox ltd.com>



〈그림 8〉 피엔티록스 제품 설명
출처 : <https://www.pntllox ltd.com>



그밖에 기술 기업으로는 **인트플레이트(Inteplate)**가 개발한 연료전지 저장을 위한 특수 코팅 기술, **테라제닉(Terragenic)**이 개발한 T-Fuel™ 수소 저장 기술이 있다. 테라제닉은 기존 배터리보다 15배의 에너지 밀도를 발휘하며 완충에 몇 분 정도밖에 걸리지 않는 수소 저장 기술을 개발했다. 다른 친환경자동차에 비해 해당 제품을



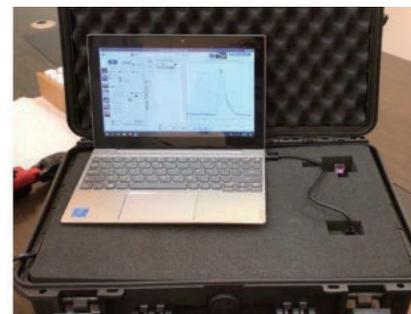
〈그림 9〉 테라제닉의 기술
출처 : <https://www.terragenic.com>

적용한 전기차를 사용할 경우 비용을 50% 가량 절감할 수 있고, 총소유비용(TCO)은 30%가량 줄일 수 있다. 테라제닉의 T-Fuel™은 고효율의 수소 저장 및 운송이 가능한 비가연성 액체수소 운반체다. 테라제닉은 T-Fuel™과 더불어 촉매 기술 T-Cat™, 수소 재활용 시설 T-Pot™ 사업을 하고 있다.



에너지 기반 소재 기술 중 가장 작은 규모를 차지하는 첨단 조영 소재 분야와 관련된 이스라엘 업체는 3개로, 이 중 **다츠나노(Dotz Nano)**가 대표적이다. 다츠나노는 2014년 모티 그로스가 설립한 업체로 미국 텍사스 라이스대의 기술을 이전했다. 발리다츠(ValiDotz™), 플루오렌식(Fluorensic™), 인스펙(InSpec™) 등 다양한 산업 분야를 위한 제품을 생산하고 있으며 그래핀 쿼텀

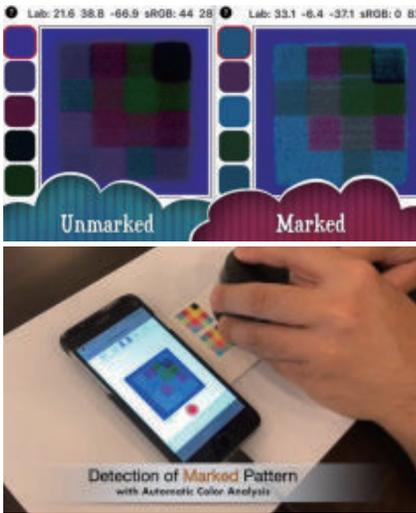
닷(Graphene Quantum Dots) 제조에 전문화된 업체다. 2016년 말, 다츠나노는 합병을 통해 호주증권거래소에 성공적인 IPO를 마치며 이스라엘 스타트업 역사상 가장 빠르게 기성 기업으로 자리 잡은 스타트업 중 하나가 됐다. 나노 재료는 현재도 매우 전망 있는 분야로 많은 플레이어가 상업적인 성공을 거두고 있으나, 아직까지 성공 사례가 거의 없는 그래핀을 상업화했다는 점에서 독특한 기술적 성공을 이루었다고 할 수 있다.



〈그림 10〉 다츠나노의 Fluorensic
출처 : <https://www.dotz.tech>



〈그림 11〉 다츠나노의 ValiDotz
출처 : <https://www.dotz.tech>



〈그림 12〉 다츠나노의 InSpec
출처 : <https://www.dotz.tech>

이스라엘의 태양광 에너지 소재



태양광 소재를 개발하는 이스라엘 업체 중 가장 큰 성공을 거둔 곳으로는 PV나노셀(PV Nanocell)을 꼽을 수 있다. 2009년 이스라엘 북부 미그달 하에멕에 설립된 PV나노셀은 시크리스(Sicrys™) 단일 전도성은, 구리 기반 나노 잉크를 태양광 및 전자공학 산업에서 상업화하고자 설립됐다. PV나노셀은 성공적으로 글로벌 시장에 진입했고 2016년 OTC에서 공개적으로 거래되는 업체로 성장했다.

PVN's Solution: Sicrys™ Inks

- Sicrys™ a platform technology mass production enabler **single crystal Nano metal particles inks**
- 30 – 80 nm (D50) nano particles.
- Silver and Copper.
- Lower cost advantage.
- Higher stability & shelf life.
- Robust printing.
- High throughputs.
- Enhanced properties (electrical, adhesion).

April 2018 © PV Nano Cell Ltd - Confidential

〈그림 13〉 PV나노셀의 제품 소개
출처 <http://www.pvnanocell.com>

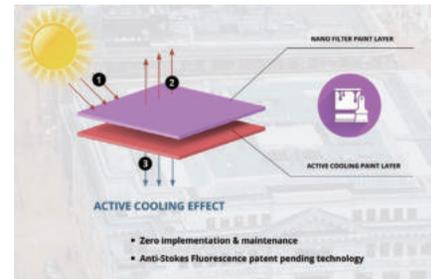


〈그림 14〉 PV나노셀의 제품 (Sicrys™ Silver Inks)
출처 <http://www.pvnanocell.com>

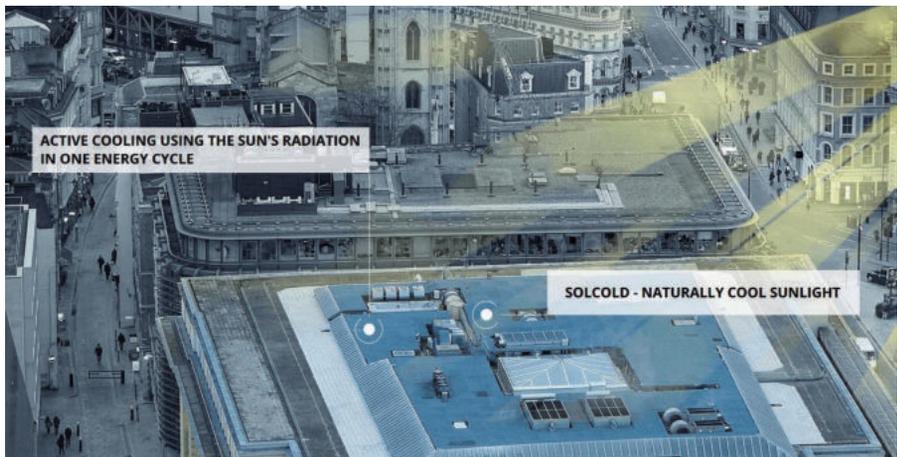


태양열 소재 기술 분야에서는 오랫동안 활발하게 활동해 온 산업용 코팅 전문 업체와 더불어 솔콜드(SolCold)라는 스타트업이 활동하고 있다. 이 업체는 냉동 냉각을 유도하기 위해 활용되는 독특한 나노물질 개발하고 있는데, 이는 단일 에너지 주기에서 에너지원으로 태양 복사를 이용하는 과정을 의미한다. 솔콜드는 2016년 사업가 야론 센야브와 가디 그로타스가 헤르츨리야에 설립한 기업으로

예루살렘 히브리대에서 개발한 기술을 상업화하는 역할을 했다. 이후 엑시트밸리를 통해 시드펀딩 단계에서 성공적으로 자금을 조성했다.



〈그림 15〉 Solcold의 제품 소개
출처 <https://solcold.com>



〈그림 16〉 Solcold의 기술 작용 원리
출처 <https://solcold.com>

이스라엘의 자동차 · 항공 소재

이스라엘의 자동차산업은 최근 7년간 이스라엘 정부가 강력하게 지원하고 있는 분야로 현지 스타트업의 수가 증가하고 있으며, 기성 기업 또한 혁신적 자동차 소재 개발 등의 기술로 눈길을 돌리고 있다. 이 분야에서 활발히 활동하는 대부분의 이스라엘 업체는 사실상 기성 기업으로 이들이 성공시킨 혁신적인 기술을 소개한다.



그린코트(Greenkote)는 1999년부터 이스라엘 중부 야브네에서 오랫동안 활동해 온 기업 중 하나로, 열화학 표면처리 기술 전문 업체다. 특허 받은 부식 방지용 아연

GREENKOTE vs. SHERARDIZING

	GREENKOTE®	Sherardizing
coating composition	Zn + Al + Fe + additives	Zn + Fe
average coating thickness	5-100 µm	10-80 µm
coating structure	Zn/Fe intermetallic + alloy-rich inclusions	Zn/Fe intermetallic
coating density	high	medium
coating hardness	HV400-500	HV400-500
coating uniformity	conformal, good ID coating	conformal, some ID coating
corrosion in CS environment	1.4-2.8 µm/cm²	2.1-4.1 µm/cm²
top or other coating adhesion	excellent	good
raw material	treated Zn powders	Zn dust + sand
process reaction	diffusion	diffusion + mechanical
environmental	recycle residual ZnO dust	chemicals, solid wastes
waste abatement	reclaim and reuse water	residual sand, phosphate liquids and solids

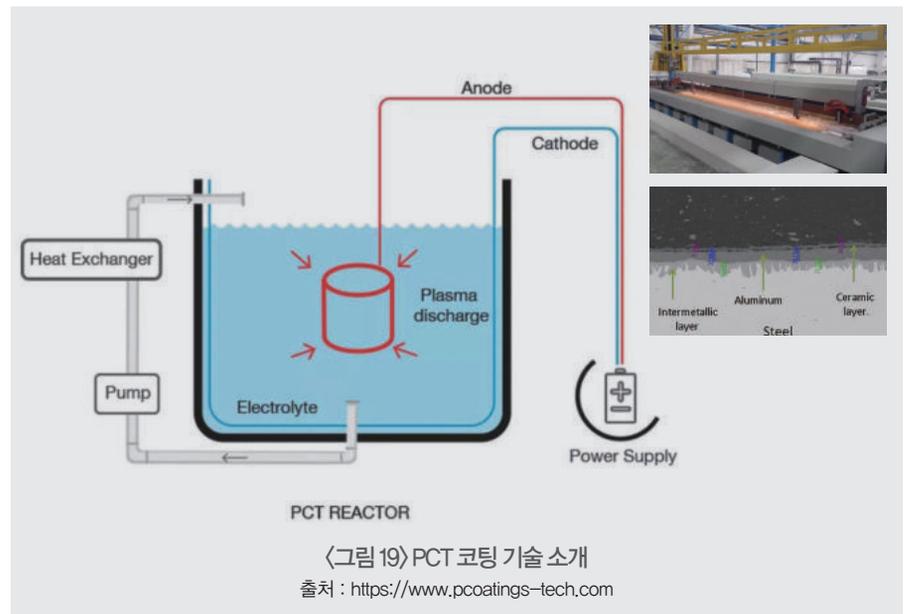
〈그림 17〉 기존 코팅 방식과 그린코트 기술 비교
출처 : <http://greenkote.com>

코팅 기술을 토대로 사업 영역을 성공적으로 넓히며 2016년에는 독일에 공장을 설립했다. 2018년 지사 설립과 동시에 미국, 멕시코, 오스트리아, 영국, 중국, 인도, 남아프리카공화국 등지에서 자사 기술에 대한 독점 라이선스를 공급하고 있다.

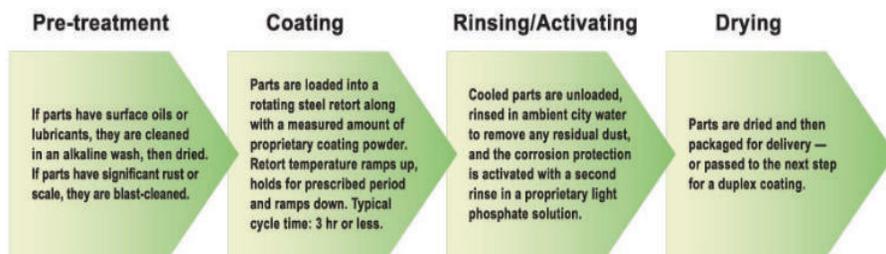
혁신적 항공우주 소재 분야는 대부분의 업체가 비교적 최근에 설립됐다. 일반적으로 항공우주 분야에 대한 이스라엘의 폭넓은 경험을 고려하면 놀라운 현상이기도 하다. 해당 기업 중 공기업은 한 곳, 주요 기업 자회사는 두 곳으로 나머지 업체는 모두 사기업이다.



이 중 가장 최근에 설립된 기업은 **PCT 프로텍티브 코팅 테크놀로지스(PCT, Protective Coating Technologies)**로 2011년 IDE 테크놀로지스와 아디오님의 합작투자로 설립됐다. 이 업체는 에너지, 방위, 항공, 물 등 다양한 분야에 적용되는 MAO(Micro Arc Oxidation), 엔듀로코트(Endurocoat) 같은 첨단 기술을 다루고 있다. 항공우주 산업을 위한 PCT의 솔루션으로는 알루미늄 및 마그네슘 구조 요소에 대한 보호 코팅 솔루션이 있다.



GREENKOTE PROCESSING STEPS



〈그림 18〉 그린코트 기술 처리 과정
출처 : <http://greenkote.com>

이스라엘 용 · 복합 신소재 분야의 향후 전망

이스라엘의 에너지 기반 용 · 복합 신소재 개발과 상업화와 관련된 수십 개 기업의 생태계가 광범위하며, 관련 기업 중 대다수가 지난 10년 사이 설립됐다는 점에서 향후 신생 스타트업을 통해 사업 생태계가 더욱 역동적인 성장을 할 것으로 예측된다.

다. 한편 이스라엘의 주요 산업 리더인 라파엘, 엘비트시스템스, 타디란, IDE테크놀로지스 등은 해당 분야에서 활발하게 활동하며 융·복합 신소재 생태계의 성장과 안정화에 힘쓰고 있다.

에너지 기반 융·복합 신소재 분야의 대다수를 차지하는 에너지 저장 분야는 향후 이스라엘의 산업, 경제 및 사회에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. 또한 관련 분야의 상업화 흐름이 연료전지 및 수소에너지 저장 기술에서 혁신적인 전기화학 배터리 기술 개발로 초점이 이동하고 있다.

자동차 및 항공우주 소재 기술 분야는 향후 성장 가능성이 기대되는 분야다. 이스라엘 정부는 2011년부터 총리실 산하 국가계획 'The Fuel Choices and Smart Mobility Initiative'를 설치해 자동차를 포함한 운송 수단, 스마트 모빌리티, 대체연료 분야의

산업 성장을 지원하고 있다. 기존 기업이 대부분 견고한 사업 기반을 갖추고 있다는 점과 이스라엘 정부의 적극적인 지원을 바탕으로 향후 자동차·항공우주 소재 분야 개발 및 상업화에서 잠재력이 클 것으로 예상된다.

관련 정부 지원 사업 소개

사업	지원 규모	개요
한-이스라엘 국제 공동 기술개발사업 (KORIL-FUND)	최대 100만 달러 최장 3년 이내* (과제당)	- 한국과 이스라엘 정부 간 양자협력협정에 기반해 공동 기금 조성 (연 400만 달러) - 자국 기업에 연구개발 자금을 각각 지원 - 연구개발 비용의 최대 50%까지 지원 - 2001년부터 현재까지 양국에서 총 5700만 달러의 기금을 조성해 162개 과제 승인 및 지원(ICT, 바이오 의료, 에너지, 로봇, 스마트 어그리텍 분야 등 과제 지원)

*[한국-이스라엘 국제 공동 R&D 사업 지원금 확대] 대형 과제 최대 지원금 시범 증액(과제당 최대 200만 달러)
*2018년 하반기부터 2019년 상반기까지 접수되는 대형 과제에 한해 시범 적용

이스라엘 에너지 기반 소재 기술 분야 기업 정보

순번	기업	브랜드	기술 분야			웹사이트	기업 성장 단계	설립 연도	기업유형
			대분류	중분류	소분류				
1	3GSolar	Orion Solar	Energy	Solar PV	PV materials	www.3gsolar.com	A-round	2010	Private
2	3DB	3D Battery	Energy	Storage	Secondary battery	www.3dbattery.co.il	Seed	2016	Private
3	Acktar Coatings		Energy	Solar thermal	ST materials	www.acktar.com	Revenue	1994	Private
4	Aero Magensium		Transport	Aerospace	AS materials	www.aero-magnesium.com	Revenue	2010	Private
5	Aerosol	Aero Sol - Aeronautical Solutions	Transport	Aerospace	AS materials	www.aerosol.co.il	Revenue	2007	Private
6	Apollo Power	SolarPaint	Energy	Solar PV	PV materials	apollo-power.com	IPO	2014	Public
7	Arkal Automotive	Arkal Plastic Products 2000 Ltd	Transport	Automotive	AM materials	www.arkal-automotive.com	Revenue	2000	Private
8	Battarix		Energy	Storage	Primary battery	battarix.com	Seed	2014	Private
9	Battery Solution International	BSI	Energy	Storage	Secondary battery	www.bsi-intr.com	M&A	2009	Subsidiary
10	Cellergy		Energy	Storage	Secondary battery	www.cellerycap.com	M&A	2002	Subsidiary
11	CENS	Clustered Engineered Nano Space	Energy	Storage	Secondary battery	incubiventures.com	Seed	2013	Private
			Energy	Storage	Supercapacitor		Seed	2013	Private
12	Dip Tech	DipTech	Transport	Automotive	AM materials	www.dip-tech.com	M&A	2005	Subsidiary
13	Dotz Nano ltd	Dotz	Electronics	Lighting	Lighting materials	www.dotz.tech	IPO	2014	Public
14	E. Schnapp & Co. Works	Schnapp	Energy	Storage	Secondary battery	www.schnapp.co.il	IPO	1951	Public
15	Edrei Bio-Hydrogen		Energy	Storage	Hydrogen	gorenconsulting.com	Y	2018	preseed
16	Electric Fuel EV	part of Arotec Corp	Energy	Storage	Secondary battery	electric-fuel.com	Revenue	1997	Subsidiary
17	ETV Energy	ETV Motors	Energy	Storage	Secondary battery	www.etvenergy.com	Seed	2008	Private
18	Foamotive	Foamotive International	Transport	Automotive	AM materials	www.foamotive.com	Revenue	2004	Private

순번	기업	브랜드	기술 분야			웹사이트	기업 성장 단계	설립 연도	기업유형
			대분류	중분류	소분류				
19	Gavish Sapphire Products	Gavish Industrial Technologies & Materials(1995) Ltd.	Electronics	Lighting	Lighting materials	gavish.com/index.htm	Revenue	1995	Private
20	GreenKote	GreenKote(Israel)	Transport	Automotive	AM materials	greenkote.com	Revenue	1999	Private
21	H2Energy Now	H2EN	Energy	Storage	Hydrogen	www.h2energynow.com	Seed	2011	Private
22	Hanita Coatings	Avery Dennison Israel	Energy	Solar PV	PV materials	www.hanitacoatings.com	M&A	1964	Subsidiary
23	Inensto		Energy	Storage	Primary battery	www.inensto.com	Seed	2015	Private
24	Interplate ltd		Energy	Solar thermal	ST materials	www.interplate.biz	Revenue	1993	Private
			Energy	Storage	Fuel cell	www.interplate.biz	Revenue	1993	Private
25	IsraZion		Transport	Automotive	AM materials	www.israzion.com	Revenue	2010	Private
26	L&S Light and Strong	Light and Strong	Transport	Aerospace	AS materials	www.light-and-strong.com	IPO	2007	Public
27	Melodea		Transport	Automotive	AM materials	www.melodea.eu	A-round	2010	Private
28	MotoRad	Fishman Thermo Tech	Transport	Automotive	AM materials	www.fishman-tt.com	M&A	1958	Subsidiary
29	Nano-Z Coating	Nanoztec	Transport	Automotive	AM materials	www.nanoztec.com	Revenue	2011	Private
30	Nanomaterials	APnano	Transport	Automotive	AM materials	www.apnano.com	M&A	2002	Subsidiary
31	Neo Composite ltd	NeoComposite	Transport	Automotive	AM materials	www.neocomposite.com	Revenue	2015	Private
32	NRGStoredge	EnergyStoredge	Energy	Storage	Hydrogen	www.nrgstoredge.com	Seed	2016	Private
33	P.V. nano cell	PV nanocell	Energy	Solar PV	PV materials	www.pvnanocell.com	IPO	2009	Public
34	PCT Protective Coatings Technologies	Pcoatings	Transport	Aerospace	AS materials	www.pcoatings-tech.com	Revenue	2011	Subsidiary
35	Phinergy		Energy	Storage	Primary battery	www.phinergy.com	A-round	2009	Private
36	Pntlloxx		Energy	Storage	Supercapacitor	www.iec.co.il	Seed	2016	Private
37	PO-Celltech	Elbit Energy	Energy	Storage	Fuel cell		Seed	2015	Subsidiary
	PO-Celltech	Elbit Energy	Energy	Storage	Supercapacitor		Seed	2015	Subsidiary
38	PrintCB		Energy	Solar PV	PV materials	printcb.com	Preseed	2016	Private
39	Qlight Nanotech	Qlight Nano	Electronics	Lighting	Lighting materials	qlightnano.com	M&A	2007	Subsidiary
40	Rafael Advanced Defense Systems	Rafael	Energy	Storage	Primary battery	www.rafael.co.il	Revenue	1948	Government
41	S.K.M. Aeronautics	SKM Aeronautics	Transport	Aerospace	AS materials	www.skm.co.il	Revenue	2010	Private
42	SolCold		Energy	Solar thermal	ST materials	solcold.com	A-round	2016	Private
43	Spnano	Fulcrum S.P. Materials	Transport	Aerospace	AS materials	www.spnano.com	C-round	2007	Private
			Transport	Automotive	AM materials	www.spnano.com	C-round	2007	Private
44	StoreDot		Energy	Storage	Secondary battery	www.store-dot.com	B-round	2012	Private
45	Tadiran Batteries		Energy	Storage	Primary battery	www.tadiranbat.com	Revenue	1994	Private
46	Terragenic		Energy	Storage	Hydrogen	www.terragenic.com	Seed	2013	Private
47	TGL SP Industries ltd		Transport	Automotive	AM materials	www.tgl-sp.com	Revenue	1952	Private
48	Tortech Nano Fibers Ltd	Tortech Nanofibers	Transport	Aerospace	AS Materials	tortechnano.com	Revenue	2010	Subsidiary
			Transport	Automotive	AM materials	tortechnano.com	Revenue	2010	Subsidiary
			Energy	Storage	Secondary battery	tortechnano.com	Revenue	2010	Subsidiary
49	Ultra-Charge	Ultra Charge	Energy	Storage	Secondary battery	www.ultra-charge.net	IPO	2015	Public
50	Valentis Nanotech		Transport	Automotive	AM materials	valentis-nano.com	Seed	2013	Private
51	Voltanano		Energy	Storage	Secondary battery	www.volta.co.il	Seed	2016	Subsidiary
52	Vulcan Automotives	Volta Batteries	Energy	Storage	Secondary battery	www.volta.co.il/Index.aspx?l=2	Revenue	1954	Private



제20회 이달의 산업기술상 세상에 없던 기술을 현실로...

제20회 이달의 산업기술상

Industrial Technology of the Month

주최 : 산업통상자원부

주관 : 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원,
한국에너지기술평가원, 한국공학한림원

후원 : 한국경제신문

'제20회 이달의 산업기술상' 산업통상자원부장관상 신기술 부문 수상자로 이기원 와이브레인 대표(8월), 박정욱 연세대 전기전자공학부 교수(9월), 김종국 한국기계연구원 부설 재료연구소 책임연구원(10월), 김준태 공주대 교수(11월)가 선정됐다. 산업부장관상 사업화 기술 부문 수상자로는 류도현 탐엔지니어링 대표(9월), 이상곤 엔에프 대표(10월), 김철휘 대진애니메이션

대표(11월)가 뽑혔다.

산업부가 주최하고 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원이 주관하는 이달의 산업기술상은 산업부에서 연구개발(R&D) 자금을 지원받아 신기술 개발 및 사업화 과제를 달성한 기업과 학계 연구자에게 주는 상이다.

**The Minister Award for
New Technology**



이기원 와이브레인 대표는 원격으로 치매를 조기 진단하고 가벼운 인지장애를 치료할 수 있는 의료기기를 개발했다. 이 대표가 개발한 기술은 미세한 전류를 두피에 흘려 뇌 기능을 조절하는 방식이다. 뇌파 신호 처리 및 분석을 위한 단계별 알고리즘과 서버 인프라를 통합해 치매 질환 등의 진행 상황을 실시간으로 확인할 수 있다.



박정욱 연세대 전기전자공학부 교수는 친환경에너지 발전원을 기반으로 한 신 전력시스템 구축 및 운영에 관해 완전히 새로운 패러다임을 제시했다는 평가를 받았다. 핵심 아이디어인 '위치정보시스템(GPS) 시각 동기화'를 통해 마이크로 그리드 시스템 구축 및 운영 기술을 세계 최초로 확보했다. 이 기술은 연세대 우수 지식재산권 확보 제도 심사에서 S등급을 받았다.



김중국 한국기계연구원 부설 재료연구소 책임연구원은 제품이나 소재 표면을 코팅하기 전에 이물질은 효과적으로 제거할 수 있는 대형 표면처리용 선형 이온빔 인출 장치를 개발했다. 선형 이온빔 장치는 가스를 플라즈마 형태로 바꾼 뒤 그중에서 높은 에너지의 이온만 걸러내는 장치다. 디스플레이, 조명, 태양전지 등 다양한 제품을 표면처리할 때 유용하게 쓰인다.



김준태 공주대 교수는 건물 일체형 태양광열 컬렉터(BIPVT 컬렉터)를 개발해 태양광 패널의 전기 생산 능력과 난방 효율을 높였다. 김 교수가 개발한 BIPVT 컬렉터는 태양광 패널이 전기를 생산할 때 내는 열을 이용해 공기를 가열하고, 이를 건물 난방에 활용한다. BIPVT 컬렉터를 건물 외벽에 설치하면 석탄 등 화석에너지를 사용하지 않고도 효율적인 건물 난방이 가능하다.



류도현 탐엔지니어링 대표는 디스플레이 제조의 필수 검사 기기인 '5.5세대 능동형 유기발광다이오드(AMOLED)용 박막 트랜지스터(TFT) 어레이' 장비를 개발했다. 이 장비는 OLED TFT 패널 제조 공정에서 미세한 화소 결함을 판별하는 검사 기기다. 이 기술은 차세대 유기발광다이오드(OLED) 플렉서블 디스플레이 산업에 확대 적용할 수 있는 핵심 기술로 꼽힌다.



이상곤 엔에프 대표는 원격 모니터링 시스템을 장착한 병원용 자동 산소공급 시스템을 개발했다. 이 제품은 전기로 산소를 발생시켜 공급하는 게 특징이다. 기존 시스템은 대부분 아날로그 방식으로 산소를 주입하는 고압 산소통이다 보니 상대적으로 폭발 위험성이 크다. 이에 따라 병원 등에서 전기 발생 방식 산소공급 시스템을 찾는 수요가 커지고 있다.



김철휘 대진애니메이션 대표는 다양한 영상처리 기술을 활용해 새로운 장르의 애니메이션을 제작할 수 있는 통합 플랫폼을 개발했다. 이 플랫폼엔 2차원(2D) 이미지의 3차원(3D) 모델링, 안면 특징 추출, 동작 자동 생성 등의 기술을 적용했다. 이번에 개발한 통합 플랫폼에선 애니메이션 제작 도구를 무료로 활용할 수 있다.

**The Minister Award for
Commercialization
Technology**



이달의 산업기술상

INDUSTRIAL
TECHNOLOGY
AWARDS



신기술 부문
산업통상자원부 장관상

친환경에너지 기반 전력시스템 구축의 새 장을 열다

연세대 산학협력단

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 신기술 부문은 최근 최종 평가를 받은 R&D 과제 중에서 혁신성이 높은 기술 또는 해당 기간 성과물이 탁월한 기술을 뽑는다. 연세대 산학협력단이 'PMU 기반 멀티 마이크로그리드 연계 및 최적 운영' 연구과제를 통해 세계 최초로 GPS 시각동기화 기반의 제어 기술을 개발해 신재생에너지 기반의 친환경 마이크로그리드 운영을 가능하게 했다. 더불어 다수의 국내 특허 실적과 미국 특허 등록 2건을 달성해 국내외에서 기술의 독창성 및 실효성 검증을 완료한 성과를 인정받아 영예의 장관상을 수상했다.

친환경에너지 기반 전력시스템 구축의 새 장을 열다



취재 조면진 사진 사범세



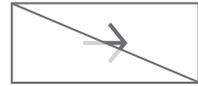
PMU 기반 멀티
마이크로그리드 연계 및
최적 운영

국내외적으로 신재생에너지의 발전량 확대를 위한 프로젝트 및 에너지 정책이 다수 발표되고 있지만 아직은 뚜렷한 해결책이 없는 상황이다. 이에 따라 새로운 친환경 미래 전력망에 대한 원천 기술 확보와 기초연구, 이에 대한 검증이 필수적인 상황에서 연세대 전기전자공학부 박정욱 교수가 친환경 에너지 발전을 기반으로 하는 친환경 신전력계통의 시스템 구축 및 운영의 획기적인 패러다임을 제시하고, 수학적 안정성 검증과 알고리즘

개발, 실시간 테스트로 신뢰성 검증을 완료해 전 세계적인 관심을 불러일으키고 있다.

시각동기 기반 친환경에너지 전력운영 기술 세계 최초 개발

현재 우리나라의 재생에너지는 발전량의 7.0%, 설비용량의 12%를 차지하고 있지만 여전히 독일 등 다른 나라에 비해 재생에너지의 발전 비중이 낮다. 이에 따라 우리 정부는 국내 에너지 전환 정책인 '재



How to

전혀 새로운 분야를 연구하다 보니 남들을 이해시키기가 쉽지 않았다. 하지만 하드웨어 개발 및 덕적도에서의 실제 전력계통 실증을 통해 연구의 필요성을 입증시킴으로써 이 기술에 대한 인식을 높이는 계기가 됐다. 또한 전력계통과 전력전자 등 두 연구 분야를 모두 공부한 것이 기술 개발 과정 중 융·복합의 형태로 나타나 독창적이고 혁신적인 성과를 만들어내는 데 큰 도움이 됐다.

The Minister Award for New Technology

박정욱
연세대 전기전자공학부 교수

- 사업명** 에너지기술개발사업
- 연구과제명** PMU 기반 멀티 마이크로그리드 연계 및 최적 운영
- 제품명** 시각동기 기반 친환경 마이크로그리드 운영 기술
- 개발기간** 2014. 12 ~ 2017. 9 (34개월)
- 총정부출연금** 1,050백만 원
- 개발기관** 연세대 산학협력단 / 서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대 310동(백양관) 5층 연구처 산학협력단 / 02-2123-6500 / <https://research.yonsei.ac.kr>
- 참여연구진** 김동민, 유재익, 노진아, 정광우, 김태완, 강석주, 전형선

생에너지 3020' 이행계획을 발표해 2030년 까지 재생에너지 발전량 비중을 20%로 높이고, 누적 설비용량을 63.8GW까지 끌어 올린다는 계획을 밝혔지만 현재 전력 시스템 및 기술로는 달성이 불가능한 상황에 처해 있다.

이런 가운데 박 교수가 재생에너지 기반 친환경 신전력시스템을 이론적으로 확립하고 시각동기 기반의 전력 운영 기술을 세계 최초로 개발해 검증하는 데 성공함으로써 국내 재생에너지 3020 정책의 실현 가능성을 더욱 높이고, 전 세계적으로도 큰 반향을 불러일으킬 것으로 보인다.

박 교수는 “기존 마이크로그리드 기술은 관성 확보를 위해 상위 전력계통과의 연계 또는 디젤 동기발전기 운영이 필수적이며, 이는 막대한 운영비가 발생해 경제성이 떨어진다”는 단점이 있다”면서 “반면 본 기술의 경우 신재생에너지 전원을 위한 컨버터 운영에 GPS 시각동기화 기술을 접목해 새로운 컨버터 제어를 개발했으며, 시각동기화된 전압위상제어를 통해 친환경 신전력시스템의 안정적인 운영이 가능하다”고 말했다.

친환경 마이크로그리드 확산 막는 기술적 족쇄 해결

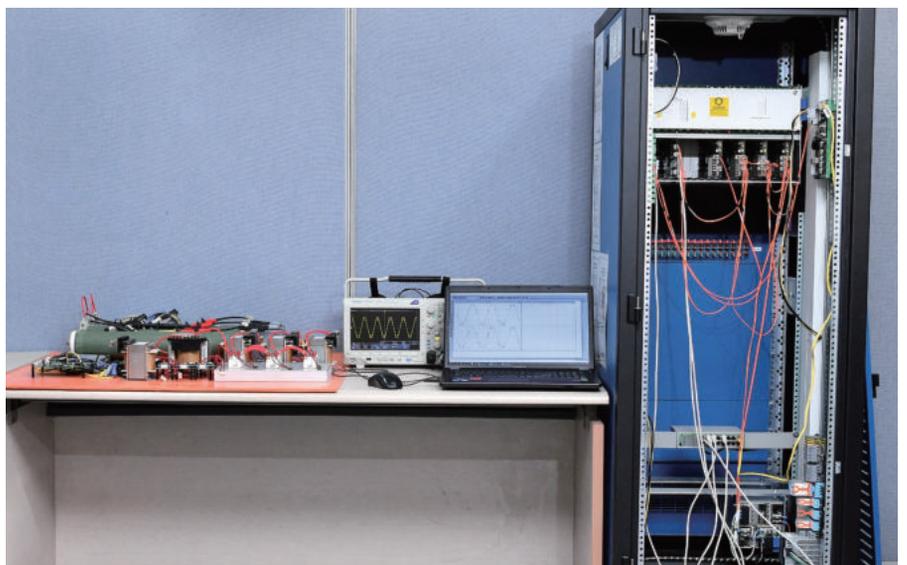
국내외에서 마이크로그리드와 관련한 많은 연구가 수행되고 있지만 대부분 계통 연계 및 디젤발전기 중심의 마이크로그리드 실증에 주력하고 있으며, 100% 순수 신재생에너지 전원 기반의 마이크로그리드에 대한 연구 분석 및 실증 결과 발표는 아직 없다.

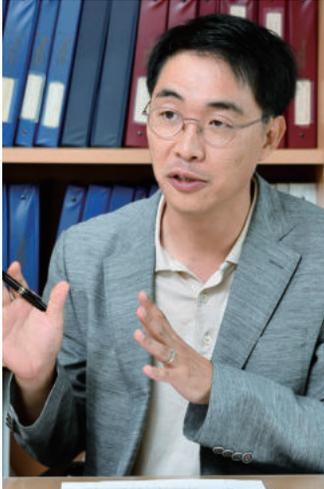
이런 상황에서 박 교수가 개발에 성공한 이 기술은 신재생에너지 전원의 친환경 마이크로그리드에 적용되는 새로운 안정도 해석 방안을 제시하고, 실제 전력계통(인천 옹진군 덕적도)에서 실증을 완료함은 물론 기술의 핵심 아이디어인 시각동기 컨버터 기반 친환경 마이크로그리드 시스템의 국내 및 미국 원천 특허를 확보함으로써 마이크로그리드 구축 및 운영 기술의 해외 시장 진출과 연계한 기술 선점이 가능하다는 측면에서 높은 평가를 받고 있다.

특히 핵심 아이디어인 GPS 시각동기화를 이용한 마이크로그리드 시스템 구축 및 운영 기술은 매년 선정률 5% 미만의 연세대 우수 지식재산권 확보제도 심사에서 S등급을 받아 미국 특허 출원 후 등록에 성

마이크로그리드

Microgrid, 소규모 지역에서 전력을 자급자족할 수 있는 작은 단위의 스마트그리드 시스템. 즉, 소규모 독립형 전력망으로 태양광 · 풍력 등 신재생에너지원과 에너지저장장치(ESS)가 융 · 복합된 차세대 전력체계다.





박정욱 연세대 전기전자공학부 교수

공해 국내외에서 독창성과 혁신성을 크게 인정받고 있다.

이에 따른 파급효과 역시 매우 크다. 박 교수는 “기술적 측면에서는 마이크로그리드 내부 규모에 따라 제한된 분산전원 투입량의 한계를 극복할 수 있으며, 전력 시장에서 신재생에너지 투입 요청이느는 것에 대응이 가능해져 시장 참여자 간 형평성 문

제를 해결할 수 있고 동기화 기반 선로 및 컨버터 과전류 방지 기술로 컨버터 수용 한계량 증가와 양방향 보호 협조의 기술적 부담을 완화할 수 있다”고 설명했다.

또한 “마이크로그리드 안정도 향상을 통해 신재생에너지 수용 여력을 증가시킬 수 있으며, 이로 인한 분산전원 참여를 유도할 수 있다”면서 “사회경제적 측면에서는 국내 신재생에너지산업의 경쟁력 증가와 탄소 배출 감소 및 배출권 거래 상황에 따른 대비가 가능하며, 분산전원과 ESS 등 전력기기산업의 발달 촉진, 전력산업의 합리성 및 경제성 향상과 예비 전력 확보에 기여할 수 있다”고 말했다.

박 교수는 “기존의 송전선 증설과 관련된 사회적 비용과 분열 문제 감소 및 신규 송전선로 건설 억제 민원에 대응할 수 있고, 이종계통 간 효율적 전력 전송과 계통 운영 효율성 향상을 통해 국내 미래 계통 계획 및 마이크로그리드화돼 있는 북한 전력 계통의 효율적 연계에 기여해 남북한 통일 이후 전력산업에 대비할 수 있다”고 밝혔다.

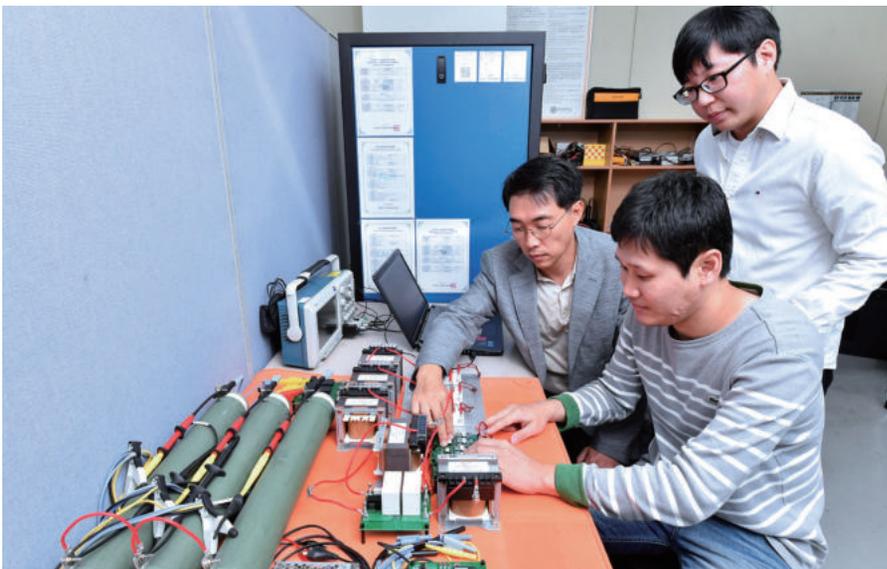
국내외 특허 선점, 시장 진출력 높아 사업화 전망 밝아

한편 사업화 계획과 관련해 박 교수는 “독립·멀티 마이크로그리드 운영 및 제어 기술을 2개 산업체에 이전 완료했다. 이 경험을 바탕으로 국내외 마이크로그리드 관련 기술 이전이 가능해졌으며, 과제 수행 중 습득한 노하우를 활용해 한국전력공사 전력연구원과 독립 마이크로그리드 모델 개발 및 계통 해석에 대한 공동 연구를 수행했다”고 말했다.

또한 “본 기술 개발 경험을 바탕으로 정부 차원에서 시행 중인 ‘친환경 에너지 자립섬 조성사업’에 계통 운영 관련 솔루션을 제공하는 한편 컨설팅 수행이 가능하다”고 덧붙였다.

더불어 “해외 특허를 통해 마이크로그리드 구축 및 운영 기술을 전 세계적으로 선점해 해외 시장 진출의 잠재력이 높아 사업화 전망이 매우 밝다”고 강조했다.

끝으로 앞으로의 계획에 대해 박 교수는 “이번 기술 개발의 성과를 토대로 분산전원 컨버터의 효율 향상을 위한 연구에 우선 집중할 방침이다. 독립 마이크로그리드의 분산전원 운영 및 비상시 전력시스템 유지 방안, 신재생에너지 기반 에너지 자립섬의 분산전원 연계 및 계통 운영 솔루션 제공과 마이크로그리드 간 연계를 통한 안정성 확보, 그리고 서해5도 등 도서와 산악지대 군사지역에 군사용 독립 마이크로그리드의 유연한 운영에 적용할 수 있는 기술의 연구개발에 노력을 기울일 것”이라고 밝혔다.



최고의 금융파트너 우리나라 1등은행이 함께합니다



R&D 수행 중소·중견기업 사업화 지원 프로그램 종합안내



R&D 사업화자금
전용 대출

R&D 사업수행
중소·중견기업을 위한

우리 R&D 플러스론



고객만족을 위한
맞춤형 컨설팅

다양한 분야별
컨설팅 제공을 통한

기업의 성공 지원



우리은행 대표
금융프로그램

R&D 기업대상
수출입 업무 등 교육지원

다양한 프로그램 제공

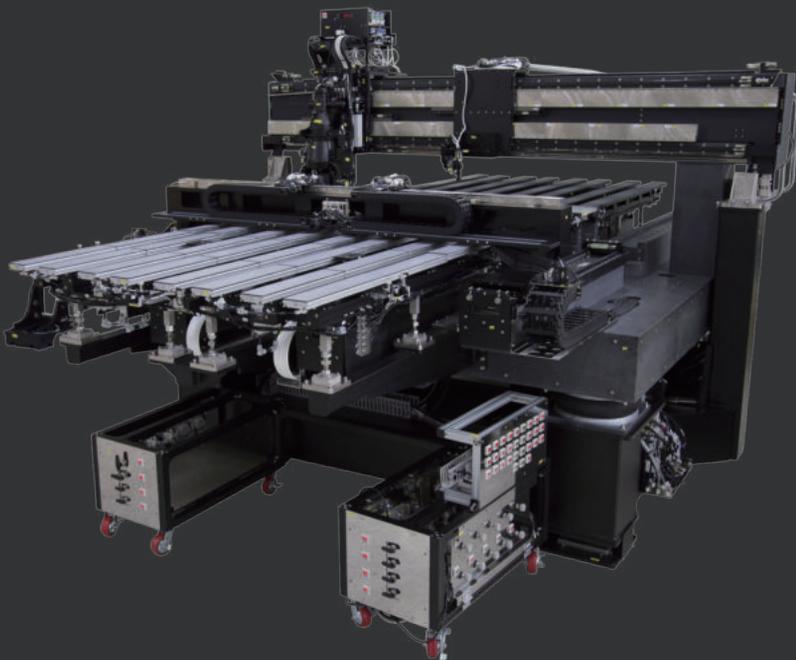
신청대상 산업통상자원부 선정 R&D 과제 수행 중소·중견기업

신청방법 우리은행 기관영업전략부 산업통상자원부 R&D자금 전담은행 담당자 전화(☎02-2002-3348)
※ 금융기관 신용관리대상자 등 여신부적격자에 대하여 대출이 제한될 수 있습니다.



이달의 산업기술상

INDUSTRIAL
TECHNOLOGY
AWARDS



사업화 기술 부문
산업통상자원부 장관상

OLED 디스플레이 제조를 위한 검사 장비 국산화 성공

(주)탑엔지니어링

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과의 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 사업화 기술 부문은 종료 후 5년 이내 과제 중 매출·수출 신장, 고용 확대 등의 사업화 성과 창출에 크게 기여한 기술을 시상한다. (주)탑엔지니어링이 '5.5세대 AMOLED용 TFT Array 검사 장비 개발' 연구과제를 통해 차세대 유기발광다이오드 플렉시블 디스플레이산업에 확대 적용할 수 있는 핵심 기술을 확보하며 OLED 디스플레이 제조를 위한 검사 장비 국산화에 성공했다. 특히 경쟁 제품에 비해 검사 시간이 짧고 유지 및 보수 비용이 적어 이를 통한 사업화 성과가 기대됨에 따라 영예의 장관상에 선정됐다.

OLED 디스플레이 제조를 위한 검사 장비 국산화 성공



취재 조영진 사진 시범세

5.5세대 AMOLED용
TFT Array 검사
장비 개발

2012년 이스라엘의 한 장비 업체가 한국 지사를 통해 세계 최고의 기술력을 가진 국내 디스플레이사의 OLED 기술을 빼내는 사건이 발생했다. 이로 인해 해외 장비 업체에 대한 불신이 팽배해졌고, 최근에는 이들 검사 장비의 국산화가 상당 부분 이뤄지면서 가격 경쟁력 확보는 물론이고 신기술 유출을 원천 봉쇄하는 기술 안보가 실현되고 있다. 이런 가운데 2009년 LG전자 생산기술원과 공동으로 LCD 기판용 어레이 테스터(Array Tester) 양산에 성

공한 탐엔지니어링이 5.5세대 AMOLED용 TFT 어레이 검사 장비 개발 및 사업화에 성공해 굳건한 기술 안보 실현과 더불어 국내외에서 주목을 받고 있다.

20년 가까이 검사 장비 국산화 노력, 기술안보 앞장

최근 OLED TV 시장의 확대와 더불어 Glass 기판이 점차 대형화되는 추세다. 이로 인해 디스플레이 제조업체는 Glass 기판 제조 공정의 수율 개선이 시급한 상황



How to

검사 장비의 성능을 검증하기 위해 OLED TFT 기판의 확보가 반드시 필요했다. OLED TFT 기판은 그 기술의 보안성 때문에 쉽게 구할 수 있는 것이 아니어서 성능 검증에 어려움을 겪던 중 참여기관으로 일한 수요기업에 협조를 구했고, 수요기업에서는 기판 대량체 제공뿐만 아니라 성능 검증 및 최종 평가까지 협조해줘 어려움을 해결할 수 있었다.

The Minister Award for Commercialization Technology

류도현
(주)탑엔지니어링 대표이사

사업명 산업융합원천기술개발사업
연구과제명 5.5세대 AMOLED용 TFT Array 검사 장비 개발
제품명 TFT Array Tester
개발기간 2013. 5 ~ 2016. 4 (36개월)
총정부출연금 2,200백만 원
개발기관 (주)탑엔지니어링 / 경북 구미시 고아읍 농공단지길 53-17 / 054-480-0300 / www.topengnet.com
참여연구진 서용규, 김준영, 박종현, 박정희, 유진호, 이나모, 조재한, 김덕기, 유동혁, 박재철

이며, 이를 검사 공정 도입을 통해 해결하려고 하고 있다. 이는 제조 공정 시 발생하는 여러 가지 불량률 검사 장비를 통해 검출하고 그 결과를 분석해 수율 개선에 활용하기 위해서다.

이번에 탑엔지니어링이 개발 및 사업화에 성공한 과제는 OLED 기판 제조 공정 중 최초 공정인 Backplane의 최종 단계에서 필요한 검사 장비로, Backplane에 형성된 TFT 픽셀의 구동 여부를 검사해 픽셀의 양불을 판별해 준다.

특히 이 장비는 TFT에 전기적인 신호를 주어 픽셀을 구동시킨 후 픽셀의 실제 동작 상태를 후공정 이전에 미리 확인하고 양불 여부를 판별할 수 있기 때문에 기판 수율 개선에 매우 효과적인 검사 장비라 할 수 있다.

이에 대해 류도현 대표이사는 “TFT 어레이 테스터와 같은 TFT 구동 검사 장비는 외국 메이저 업체가 주류를 형성하고 있으며 국내에서는 당사가 유일하게 LG전자 생산 기술원과 공동 연구를 진행해 2000년부터 개발하기 시작, 2009년 LCD 기판용 Array Tester 양산에 성공했다”면서 “이와 같이 확보된 검사 장비 개발 기술을 기반으로

본 과제를 통해서는 OLED 기판 검사에 적합한 OLED TFT 어레이 테스터를 개발했다. 수요기업인 LG디스플레이도 참여기관으로 들어오므로써 수요기업의 긴밀한 지원을 받을 수 있는 환경이 구축될 수 있을 뿐만 아니라 상호 협력을 통해 본 과제 개발 사양에 요구되는 적합한 목표 설정이 가능해져 최종 개발 성공의 직접적인 원동력이 됐다”고 말했다.

고사양 TFT 어레이 테스터 개발 성공, 수입대체효과 특출

OLED TFT 어레이 테스터는 OLED TFT 픽셀과 게이트·데이터 배선 간의 Open과 Short를 검출하고, TFT 불량으로 생긴 픽셀의 결함을 검사한 뒤 검출된 결과를 기판 수율 개선에 활용되게 하는 역할을 한다.

특히 OLED 기판회로는 LCD 기판회로에 비해 더 많은 TFT 회로로 구성되기 때문에 그 픽셀의 구조가 더 복잡하다. 그러므로 복잡한 픽셀의 검사를 위해서는 기존 검사 장비보다 더욱 안정된 사양이 요구된다.

이에 따라 탑엔지니어링은 본 과제를 통해 OLED 기판 검사에 적합한 목표 달성을 위해 4가지의 설계 기술을 개발했다. 류 대

TFT

박막트랜지스터(Thin Film Transistor), 기판 위에 진공증착 등의 방법으로 형성된 박막을 이용해 만들어진 트랜지스터, 반도체와 절연체 그리고 금속의 박막을 차례로 증착해 만든다.





류도현 (주)탐엔지니어링 대표이사

표는 “개발에 성공한 주요 설계 기술로는 기판 대상체를 안정되게 안착시키는 한편 내외부의 작은 진동 및 충격까지 차단할 수 있는 무진동 석정반 스테이지 설계 기술과 기판 대상체를 대상체 안착부와 무접촉으로 이동시킬 수 있는 에어 플로팅 안착부 설계 기술, 픽셀의 전기적인 변화를 감지하는 모듈레이터를 기판 대상체와 미세한 간격으로 유지시킬 수 있는 모듈레이터 에어부상장치 설계 기술 및 기판 대상

체에 TFT 구동 전기신호를 전할 수 있는 프로빙 장치 설계 기술 등이 있다”고 설명했다.

그리고 “이와 같이 개발한 설계 기술을 정밀하게 구성해 TFT에 전기신호를 주어 픽셀을 구동시키고 이때 대상체 픽셀 상면에 위치한 모듈레이터가 픽셀에서 발생되는 전계 변화를 감지하게 되며, 이를 영상 센서를 통해 영상을 확보한 다음 영상처리를 수행해 픽셀에 대한 양볼 검사가 가능하도록 하는 원리를 갖게 했다”고 강조했다.

또한 탐엔지니어링은 이번 장비 개발 과정을 통해 TFT 특성 측정 기능 구현에 있어서 OLED TFT 특성 측정이 가능한 TEG (Test Element Group) 측정 기술을 국내 최초로 확보하는 성과도 거두었다.

이와 관련해 개발을 주도한 서용규 상무는 “OLED 기판에 드라이버 및 TEG와 같은 다른 회로가 추가되는 경우가 있으며, 그동안 이를 측정하기 위해 외국산 TEG 테스트기가 사용됐으나 자사가 보유한 반도체 웨이퍼 TEG 측정 기술을 활용해 OLED TEG 측정에 적합한 사양의 SMU(Source & Monitor Unit)를 개발했다”면서 “여기에 전기신호를 제어할 라이브러리가 포함된 고속 병렬 테

스트 프로그램과 전기신호의 패턴 편집 기능, 측정아이템에 대한 관리도 가능한 프로그램을 개발, 향후 디스플레이 TEG 측정 기술 확보에 따른 신규 테스터 사업으로의 확대 기회도 얻게 됐다”고 밝혔다.

지속적 매출 확대 전망, 글로벌 장비 메이커 도약 기대

한편 사업화와 관련해 류 대표는 “이번에 개발된 어레이 테스터는 회사의 주력 아이템으로 성장할 것으로 기대된다”면서 “현재 126억 원의 매출을 올렸으며 TEG 테스터, PROBE 스테이션 등 관련 제품의 경우 향후 3년간 약 300억 원의 매출 달성이 예상되면서 지속적으로 매출이 확대될 것으로 전망된다”고 말했다.

더불어 앞으로의 계획에 대해 류 대표는 “검사시간 단축을 위해서는 모듈레이터의 면적을 크게 해야 하기 때문에 대면적 모듈레이터용 부상 장치 개발 및 디스플레이 해상도 증가에 따른 전기 접촉 패드의 미세화로 미세 피치 대응을 위한 무손상 프로빙 장치 개발에 나설 계획이며, 플렉시블 TFT 어레이 검사 장비와 마이크로 LED 검사 장비 및 디스플레이 TEG 테스터 등의 신규 검사 장비로 사업을 확대할 계획”이라고 밝혔다.

끝으로 류 대표는 “당사는 자체 보유한 디스플레이 독자 공정 기술 및 장비 기술력과 높은 자체 브랜드 인지도를 바탕으로 디스플레이 공정 장비의 국산화를 선도해 왔다”며 “향후 예상되는 주력 디스플레이 산업 변화에 선제적으로 대응해 차세대 디스플레이 장비의 퍼스트 무버이자 글로벌 장비 메이커 부상을 목표로 최선을 다할 것”이라고 말했다.



Innovation Bank of Korea

나는 새롭다

은행을 벗어나자
금융이 있어야 할 곳은 고객의 옆이다

당신을 이롭게 금융을 혁신하다
Innovation **Bank of Korea**



IBK캐피탈 IBK투자증권 IBK연금보험 IBK자산운용 IBK저축은행 IBK시스템 IBK신용정보



참! 좋은 은행

IBK기업은행

더 나은 내일을 위한 동행,
이제 신한은행과 함께 하세요

전용
대출

기술사업화
컨설팅

금융
프로그램
(법률자문 서비스 등)

산업통상자원부와 신한은행이 함께하는 R&D 수행 중소·중견기업 지원 프로그램 안내

신한은행은 산업통상자원부 R&D 자금 전담은행으로
다음과 같은 지원 프로그램을 운영하고 있습니다.

R&D 사업화자금 전용 대출

R&D 수행 중소·중견기업을 위해 대출을 시행하고 있습니다.
(신한 산업기술 우수기업 대출)

기술사업화 컨설팅

기술사업화 컨설팅 제공을 통해 기업의 성공을 지원합니다.

신한은행 대표 금융프로그램 (법률자문 서비스 등)

지역번호사회 연결을 통한 법률자문 서비스 등 기업에게
꼭 필요한 다양한 프로그램을 제공합니다.

- 신청대상 산업통상자원부 선정 R&D 과제 수행 중소·중견기업
- 신청방법 신한은행 기관고객1본부 산업통상자원부 R&D 자금전담은행 담당자 전화 ☎ 02-2151-5581)

※금융기관 신용관리대상자 등 여신부적격자에 대하여 대출이 제한될 수 있습니다.



이달의 새로 나온 기술

산업통상자원부 연구개발 과제 중
최근 성공적으로 개발이 완료된 신기술을 소개한다.
화학 1개, 기계·소재 1개로 총 2개의 신기술이 나왔다.

화학

- 고색 재현 박막 컬러 필터용 소재 및 제조 공정

기계·소재

- 제련 공정에서 발생하는 희소금속 및 유가금속 회수용 내산, 내열성 분리막 소재 개발 및 회수 공정 개발

고색 재현 박막 컬러 필터용 소재 및 제조 공정

이달의 새로 나온 기술 화학부문

(주)경인양행_산업소재핵심기술개발

기술의 의의

해외 기술 도입 없이 색재 전량 신규 개발로 국산화함으로써 기술 수출이 가능함.

» 개발 전 LCD 기술로 구현 가능한 색재현율은 sRGB 기준 100% 이하 수준임. 또한 OLED 등의 경우 색재현율을 LCD에 비해 더 높일 수 있으나 대면적 TV의 양산화에는 아직 기술적 한계점이 많은 상태임. 따라서 고색 재현 대면적 TV를 현실적으로 구현할 수 있는 대안으로 고색 재현 컬러 필터를 채용한 LCD가 대두됨. 고색 재현용 컬러 필터를 개발하기 위해서는 기존의 색재로는 막 두께를 현재보다 크게 높여야 함. 하지만 이로 인해

투과휘도가 크게 떨어지는 문제로 사용이 불가능함. 따라서 현재보다 박막에서 고착색을 달성하기 위해서는 고착색 · 고투과율을 구현할 수 있는 신규 색재의 개발과 이를 이용한 컬러 레지스트의 개발이 필요함. 이렇듯 컬러 필터에 의한 고색 재현을 하기 위해서는 신규 색재의 개발 및 이를 이용한 컬러 레지스트의 개발이 필수적임.

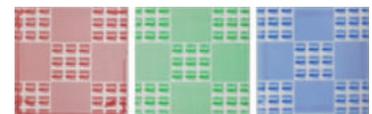
» 평판 디스플레이, 휴대폰, 디지털 장비 등에 활용이 가능한 고

색 재현 디스플레이 소재, LCD 및 W-OLED용 컬러 필터.

» 본 과제의 목적은 현재 업계 추세에 맞추어 자연색에 가까운 색상 구현을 위해 고색 재현이 가능하며 고휘도 · 고착색 및 고투과율의 디스플레이용 컬러 필터를 개발하는 것임. 향후 염료 베이스의 컬러 레지스트를 개발해 신규 기술력을 확보할 예정임.

» (주)경인양행 / 연구개발기관 02-3660-8530 / www.kyungin.co.kr

» (주)경인양행 박순현, 김정록, 전현재, (주)LG 화학 김대현, (주)이엔에프테크놀로지 정현진, 경북대 김성훈, 엘지디스플레이(주)곽무선, 충남대 손영아, 한국화학연구원 신승림 외



신규 개발 색재 단판

신규 개발 컬러 레지스트



Blue



Green



Red

제련 공정에서 발생하는 희소금속 및 유기금속 회수용 내산, 내열성 분리막 소재 개발 및 회수 공정 개발

이달의 새로 나온 기술 기계 · 소재 부문

경희대 산학협력단_ 산업소재핵심기술개발

기술의 의의

내산성과 내열성 분리막 제조 원천기술 확보로 희소, 유기금속 회수 공정 및 유사 폐액 처리 시장 선점.

» 전기전자산업이 급격하게 발전함에 따라 희소 및 유기금속의 용도가 다양해지고 수요량이 급증하고 있으며, 희소금속 공급 불안과 가격 급등에 대비하기 위해 희소금속 소재화 기술 확보 및 산업 육성이 시급한 실정임. 다양한 희소금속이 포함된 공정수를 배출하는 제련산업, 고순도의 소재를 생산하는 산업에서는 희소금속을 회수할 수 있는 공정 기술 부족으로 공정수를 중화시켜 폐기하는 비용이 많이 발생하고 폐기물을 다량 발생시켜 친환경적이지 못함. 또한 분리막이 적용된 희소금속 회수 및 산성용액(폐에칭액)에서의 장기간 안정성과 막 분리 효율에 대해 보고된 자료가 없으며 해외

기술의 국내 이전이 어려움. 국내의 경우, 부존자원이 부족하다는 이유로 부품-소재연구개발이 많이 진행되지 않고 있음. 특히 내산성, 내열성 나노 복합막 및 모듈 제조 기술 관련 연구는 초기 단계에 있으며, 희소금속 회수용 나노 복합막 소재, 공정 개발의 필요성이 크게 강조되고 있음. 이에 본 연구 과제를 통해 내산성, 내열성 나노 복합막, 모듈 개발 및 회수 공정 Pilot 제작, 농축액 내 희소금속을 선택적으로 흡착하는 흡착제를 개발하고자 함. 원천 기술 개발로 희소금속, 유기금속 회수 공정 및 유사폐액 처리 세계 시장 선점 기회를 확보하고 희소 및 유기금속의 자원 수입 의존도를 낮추고자 함.

» 희소금속 및 유기금속 적용분야 습식 회수 공정, 제련 · 정련 공정, 반도체 · 화학 공정, 산세폐수(질산, 불산, 황산, 염산 등) 처리 공정, 고온 공정 단백질 분리 · 농축 공정 등.

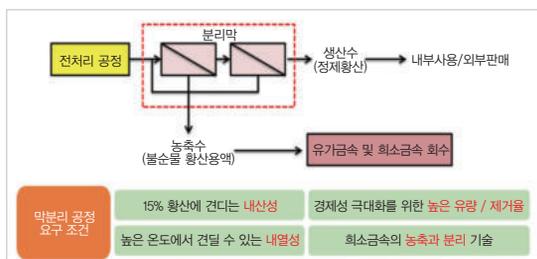
» 원천 기술 확보로 희소금속 회수 공정 처리 시장을 선점하고 효율적인 희소금속 회수 기술 확보로 자원 수입 의존도를 낮추고자 함. 원천 기술의 다양한 융 · 복합으로 신규 제품 개발 및 관련 산업을 발전시키고자 함. 내산, 내열성 나노 복합막 제조 및 시스템 동제련 생산 공정 Pilot 실험 완료, 내산, 내열성 나노 복합막 세계 시장 확대, 유사 폐액(제련 · 화학 · 반도체산업 등)에 적용 가능한 Pilot 기술 시장 선점.

» 경희대 산학협력단 / 연구 개발기관 031-201-2577 / http://khusml.khu.ac.kr

» 경희대 이용택, 도례이케미칼(주) 홍성표, 서울대 이기훈, 씨제이케이얼라이언스(주) 김상욱, 엘에스니꼬동제련(주) 하태경, 울산과학기술원 권영남, 한국화학연구원 김인철 외



내산성 NF(ARM) 4인치 모듈



본 과제를 통해 구현하고자 한 분리막을 적용한 희소금속 회수 공정도



본 과제를 통해 개발된 Pilot

상시 성과 시스템 및 지식재산권 연구개발과제 정보 입력 안내

상시 성과 입력 시스템

한국산업기술평가관리원(KEIT)에서는 국가 R&D 조사·분석·평가를 위해 매년 1회 실시하던 조사 입력을 수행기관에서 상시로 입력할 수 있도록 상시 성과 입력 시스템을 운영 중이오니 많은 활용 부탁드립니다.



상시 성과 입력 사이트
KEIT 산업기술지원사이트
<http://itech.keit.re.kr>

지식재산권 연구개발과제 정보 입력

KEIT에서 지원한 국가 R&D 사업을 통해 지식재산권(특허 등)을 출원·등록하는 경우 연구개발과제 정보를 반드시 기재해야 함을 안내드립니다.

출원·등록서에 기재하는 연구개발과제 정보는 하단의 표기 방법을 참고하시기 바랍니다.

- | | |
|------------|-----------------------------|
| * 과제고유번호 | 신청 시 부여받은 사업계획서 상의 과제번호 8자리 |
| * 부처명 | 산업통상자원부 |
| * 연구관리전문기관 | 한국산업기술평가관리원 |
| * 연구사업명 | 협약서에 명기된 사업명칭(○○○○기술개발사업) |
| * 연구과제명 | 협약서에 명기된 과제명 |
| * 기여율 | 특허 성과에 대한 지원사업의 기여율 |
| * 주관기관 | 협약서에 명기된 주관기관 |
| * 연구기간 | 협약서에 명기된 총 수행기간 |



더불어 지식재산권 출원·등록은 수행기관 명의로 해야 하며 그렇지 않은 경우 관련 규정에 의거, 1년간 국가 R&D 참여 제한을 받을 수 있습니다. 다만, 개인사업자의 경우에 한해 대표자 명의 가능

이달의 사업화 성공 기술

산업통상자원부 연구개발 과제를 수행해 종료한 후 5년 이내 사업화에 성공한 기술을 소개한다. 사업화 성공 기술은 개발된 기술을 향상시켜 제품의 개발·생산 및 판매, 기술 이전 등으로 매출을 발생시키거나 비용을 절감해 경제적 성과를 창출한 기술을 말한다. 기계·소재 1개, 바이오·의료 1개, 지식서비스 1개, 전기·전자 1개로 총 4개의 사업화 성공 기술이 나왔다.



기계·소재

- 이중 귀금속용 플래시 접합기와 스마트 카빙기에 관한 기술

바이오·의료

- 임플란트 식립와(Insertion Hole)의 주변 골질 향상 기술

지식서비스

- 이미지 해석 툴 기능을 포함한 디자인 컨설팅 지원 시스템과 특허 방법론 적용을 통한 인재육성 프로그램 개발 및 이를 통한 생활 소비재의 패키지 디자인

전기·전자

- 100kVA급 무정전 전원공급장치(UPS)용 스마트 전력관리 핵심 반도체 및 모듈

이종 귀금속용 플래시 접합기와 스마트 카빙기에 관한 기술

이달의 사업화 성공 기술 기계 · 소재 부문

금부치아_ 산업현장핵심기술수시개발(비첨단산업 고도화)

기술의 핵심

기존 독일 등과 같은 주얼리 기기 분야 선진국에서만 제조됐던 이종 귀금속용 플래시 접합기와 표면조각용 스마트 카빙기의 국산화에 성공함.

본 기술은 국내 주얼리 제품의 부가가치를 높이기 위해 서로 다른 색을 가지고 있는 이종 귀금속에 대해 땀선을 사용하지 않고 모재만을 이용하여 정밀하게 접합시킬 수 있도록 고주파 가열 및 압력을 이용한 접합을 진행할 수 있는 플래시 접합기를 개발함. 아울러 비숙련자도 용이하게 귀금속 표면부에 세밀한 표현의 조각을 진행할 수 있도록 한

드피스부에 공압 액추에이터가 장착된 스마트 카빙기를 개발함. 이후 개발된 플래시 접합기를 이용해 실제 이종 귀금속 제품을 생산했으며, 이때 접합률 95% 이상, 이종 귀금속 간 확산 거리 1nm 이상을 확인했음. 또한 개발된 스마트 카빙기를 이용해 귀금속 표면부에 폭 500um 이하의 세밀한 조각이 가능함을 확인함.

사업화 내용

기존 주얼리 제조업체의 이종 귀금속 접합은 서로 다른 금속

사이에 땀선을 첨가한 후 LPG와 산소를 이용하여 접합해 왔음. 이러한 방법으로 이종 금속 접합 시 서로 다른 금속 사이에 도포된 땀선에서 기포가 발생하고, 고열로 인한 열풀림 현상이 생겨 제품의 표면 광택 저하와 큐빅 탈락 등의 불량률이 증가하게 됨. 귀금속 조각은 대개 조각망치와 조각 정을 이용하는 전통방법으로 제작함. 이러한 전통방법은 기술자의 작업 숙련도에 따라 제품

의 제작 기간과 품질이 결정되기 때문에 작업자의 영향을 많이 받음. 또한 숙련도 높은 작업자와 전통방법 기술을 배우는 사람이 감소하고, 높은 숙련도가 필요한 고난도 디자인이 증가하면서 소비자를 만족시키는 기술적인 한계에 봉착함. 본 사업은 이러한 문제를 극복하고 사업화에 성공함.

사업화시 문제 및 해결

플래시 접합기의 개발을 통해 땀선을 이용한 수작업 제조 대비 공정 시간과 불량률을 현저하게 감소시켰음. 진공 상태에서 접합하기 때문에 표면 광택의 밝기가 증가해 디자인의 심미성을 더욱 높임. 스마트 카빙기에 있어서는 귀금속 세공사 누구나 쉽게 조각을 배울 수 있으며, 조각 정의 깊이와 발의 크기를 일정하게 함으로써 제품 생산성이 증가함. 또한 소비자가 원하는 디자인에 대한 만족도를 높임으로써 매출 증가를 가져옴.

연구 개발기관

금부치아 /
02-3673-1864 /
www.kumbuchia.com
서울시립대 정보자료연구실 /
02-6490-5780 /
<http://campus.uos.ac.kr/songos>

참여 연구진

금부치아 오효근, 이지혜, 서울시립대 송오성, 노윤영, 송정호, 최민경, 김광배 외



이종 귀금속 접합기 스마트 카빙기



임플란트 식립와(Insertion Hole)의 주변 골질 향상 기술

이달의 새로 나온 기술 바이오·의료 부문

(주)바이오알파_ 바이오산업핵심기술개발사업

기술의 핵심

주입 가능한 rhBMP-2 용·복합 골이식재 구현을 통해 기존 골이식재 대비 사용 편리성과 탁월한 효능을 보이는 치조골 수복재를 개발함.

» 본 과제를 통해 100마이크로 이하의 구형 베타트리칼슘포스페이트 입자(β -TCP)와 생체적합 온도 감응형 고분자(Pluronic F-127)를 기반으로 주입 가능한 골이식재를 개발해 수술 현장에서 이를 골형성 단백질과 혼합할 수 있도록 함. 골다공증을 유발한 성견 임플란트 식립 모델에서 조직형태학 분석 결과 해당 기술이 적용된 임플란트는 단순 식립한 임플란트에 비해 약 33%의 신생골 증가 효과를 보였으며, 척추 미니피고 임플란트 모델에서는 추출 토크(Extraction Torque) 값이 단순 임플란트 대비 15배 증가함을 확인했음. 발치와 보존술 적응증으로 임상시험을 수행한 결과 12주째 치조골 높이 및 폭경의 변화량에서 대조군 대비 우월성을 입증해 우수한 골형 성능을 임상적으로 입증함.

» 본 과제를 통해 개발된 2종의 골이식재(과립형, 주입형)가 각각 엑셀로스(ExcelOS) 및 엑셀로스 인

젝트(ExcelOS Inject)라는 제품명으로 상용화돼 판매 중이며, 최종 목표인 생리활성단백질을 용·복합한 치조골 수복재(노보시스 인젝트)가 보건복지부 의료기기 임상시험 사업의 추가 지원을 받아 우월성 임상을 성공적으로 마무리하고 현재 '의료기기허가-신의료기술평가 통합운영' 제도를 통해 식약처의 품목허가를 앞두고 있음. 또한 대장균(E. Coli Cell)을 기반으로 제조되는 고품질의 rhBMP-2 대량생산 기술 확보에 성공했고, 세계보건기구(WHO)에 국제일반명 '네보테르민(Nebotermine)'이라는 성분명으로 등록돼 품질의 우수성을 입증했음.

» 본 과제를 통해 2종의 사업화시 문제및해결 rhBMP-2 용·복합 골이식재의 개발을 완료했으나, rhBMP-2가 용·복합된 의료기기의 경우 안전성 및 유효성 확인을 위한 임상시험이 필요해 rhBMP-2가 탑재되지 않은 2종의 골이식재를 먼저 상용화했음. rhBMP-2가 용·복합된 골이식재의 경우 임상시험을 위한 재원 마련이 필요했으며, 이 과정에서 선택과 집중을 통해 주입형 rhBMP-2 용·복합 골이식재에 대한 임상시험을 추가적인 정부과제를 통해 지원받아 수행했음. 현재 '의료기기허가-신의료기술평가 통합운영' 제도를 통해 품목허가와 신의료기술평가를 동시에 진행 중이며, 이 제도가 신설된 이후 혜택을 받는 사례가 될 것으로 기대되고 있음.

» (주)바이오알파 / 연구개발기관 031-746-5208 / www.bioalpha.co.kr

» (주)바이오알파 송석범, 참여 연구진 서준혁, 유현승 외



이미지해석 툴 기능을 포함한 디자인 컨설팅 지원 시스템과 특화 방법론 적용을 통한 인재 육성 프로그램 개발 및 이를 통한 생활 소비재의 패키지 디자인

이달의 사업화 성공 기술 지식서비스 부문

(주)퍼셉션_ 디자인기업역량강화사업

기술의 핵심

사용자가 말하는 단어와, 단어로 연상되는 이미지 간의 오차를 최대한 줄여 원하는 이미지를 제공해 줌.

» 디자인 컨설팅 지원 시스템(Perception Design Consulting System : PDCS)은 디자이너와 비 디자이너 간 의사소통 문제를 해결하고 성공적인 디자인 컨설팅 프로세스를 구축해 주는 시스템으로 이미지 해석 툴(이해관계자가 온라인으로 연관 그래픽 스타일을 뽑아내는 도구), 시안 선택 툴(디자인 결과물 후보 간에 쉽게 평가할 수 있도록 도와주는 도구), 매대 환경(경쟁 브랜드 패키지와 자사 브랜드 패키지 간 선호도를 비교할 수 있는 툴)으로 구성됨. 디자인 컨설턴트를 위한 인재 육성 프로그램은 프로젝트 유효성 진단 툴(패키지 디자인의 필요성과 전제조건, 프로젝트 이슈에 대해 진단할 수 있는 툴), 아이디어이션 템플릿(워크숍 또는 벤치마킹 시 콘셉트 정의서를 실무자가 쉽게

활용하도록 응용한 템플릿), 인재 육성 교육 매뉴얼로 구성됨.

» 방법론 및 시스템을 활용한 융합 디자인 컨설팅 서비스를 제공함. 공간 콘셉트 개발, 브랜딩, 디자인 개발 등 복합적 문제 해결이 필요한 디자인 컨설팅 분야에서 상담 의뢰가 계속 들어오고 있으며 이와 관련한 매출이 꾸준히 발생하고 있음. 시스템의 만족도가 높기에 향후 지속적인 수요기업 증가 및 매출 증대

가 예상됨. 본 기술을 활용해 국내뿐만 아니라 중국 등 해외 디자인 컨설팅 시장에 진출하고 있음.

사업화시 문제 및 해결

» 본 연구과제 수행과 관련해 디자인과 시스템, 컨설팅을 모두 이해하는 인력이 부족한 상황이었음. 이를 지속적인 사내 역량 교육을 통해 일부 해소함과 동시에 융합인력을 채용해 해결함. 더불어 복수의 이미지에 대한 프

라임 키워드(Prime Keyword) 및 스타일 키워드를 지정해 하나의 카테고리 로 저장하는 문제 및 수신된 선호 이미지에 기반해 타깃 키워드에 대응하는 타깃 이미지를 추출하는 단계에서 어려움이 발생함. 이에 대해 본 연구진이 방법론을 개발해 어려움을 해결했을 뿐만 아니라 특허(제10-1623523호)로 등록하는 성과를 올림.

연구 개발기관

» (주)퍼셉션 / 02-541-7871 / www.perception.co.kr

참여 연구진

» (주)퍼셉션 최소현, 오기석, 정용욱 외



100kVA급 무정전 전원공급장치(UPS)용 스마트 전력관리 핵심 반도체 및 모듈

이달의 사업화 성공 기술 전기·전자 부문

한국전기산업기술연구조합_전자정보디바이스산업원천기술개발사업(반도체)

기술의 핵심

100kVA급 UPS 전력변환 스위치 Driver IC 국산화 및 분산제어 기술을 적용한 100kVA급 UPS용 SPM 모듈 개발.

» 본 과제를 통해 100kVA 급 UPS(Uninterruptible Power Supply)용 전력 변환 IC(Integrated Circuit)를 개발함. 이와 관련해 역률 및 효율 향상을 위한 3상 3레벨 전압지원 PFC (Power Factor Correction) 회로 설계 기술 개발을 비롯해 EMI(Electro Magnetic Interference) 필터 내장 및 과전류, 과전압 보호 회로 기술 개발 및 무순단 절제 방식의 유지 보수를 위한 BYPASS 기술 개발을 완료함. 또한 100kVA급 UPS용 SPM (Smart Power Management) 모듈을 개발함. 이와 관련해 CAN 통신을 적용한 IGBT 제어 알고리즘 개발 및 병렬 운전이 가능하도록 분산제어 기술을 적용한 SPM 모듈 개발을 완

료함. 더불어 스마트 전력진단, 원격 감시 및 원격제어를 위한 스마트 디바이스를 개발함. 이와 관련해 스마트 그리드 기반 UPS 통신 사양 결정 및 원격 모니터링 플랫폼 개발을 추진하고, 스마트 그리드 기반 EMS (Energy Management System)·UPS 연계운영 알고리즘 개발을 수행함.

사업화 내용

» 본 과제의 성과물은 UPS를 포함한 전력변환기 스위칭 소자(IGBT, MOSFET) 모듈에 적용 가능하고, 분산제어 기술이 필요한 전기자동차 충전소용 전력변환기 모듈에도 적용할 수 있음. 또한 피크관리용, 신재생 에너지 저장용, 피크 전력 관리 및 UPS 기능을 동시에 수행할 수 있는

하이브리드 ESS(Energy Storage System)용, 계통 주파수 안정화용 등 다양한 목적의 UPS 및 ESS 적용이 가능함. 이외에도 FR(Frequency Regulation) 사업과 관련된 PMS (Power Management System) 적용을 비롯해 원격감시 및 제어가 필요한 상태·감시 시스템(아크 감지 등) 적용, 기타 전력기기의 전용망(DNP 3.0 등) 접속 게이트웨이 적용 등 다양한 용도로 활용이 가능함.

사업화시 문제및해결

» 우선 신뢰성 측면에 있어 국내 전력변환기의 핵심 부품은 TI 등 글로벌 선진사가 거의 독점적(95% 이상)인 형태로 제공하고 있어 개발된 IC의 Track Record 등 신뢰성 확보 측면에서 애로가 발생했으나 UPS 모듈 제작기업과 공동 기술 개발을 통해 신뢰성을 확보하고 사업화를 추진함. 다음으로 수요처 측면에 있어 국내 UPS 제작기업(IC 및 모듈 측면에서의 수요기업) 기반으로 기술협의회 운영을 통해 UPS 제작기업의 요구사항 등을 반영함에 따라 신속한 사업화 기반을 조성함.

연구 개발기관

» 한국전기산업기술연구조합/02-581-8603/
www.koema.or.kr

참여 연구진

» 한국전기산업기술연구조합 정교범, 전자부품연구원 조삼구, (주)루비 정윤이, (주)큐아이티 배정환 외



리튬이온전지의 10C(6분)급 급속충전을 위한 용·복합 음극 소재

리튬이온전지는 높은 용량과 우수한 충·방전 성능을 바탕으로 향후 전기자동차(Electric Vehicle)용 이차전지로의 활용이 기대되고 있는 가운데, 장거리 운행 및 소비자 편의성을 만족시키기 위해서는 급속충전이 가능한 새로운 고용량 소재의 개발이 필수적으로 요구되고 있다.

개발이 필요한 이유

리튬이온전지의 충전 및 방전은 전지가 충전이 될 때는 양극(+)에 있던 리튬이온(Li+)과 전자(e-)가 음극(-)판으로 들어가며, 반대로 방전이 될 때는 음극에 있던 리튬이온과 전자가 양극으로 이동한다. 이때 음극이 리튬이온을 얼마나 빠른 속도로 받아들일 수 있는지가 리튬이온전지의 충전 속도를 좌우하는 핵심 요소로, 이는 음극 소재의 구성 및 전극 구조의 특성에 많은 영향을 받는다.

음극의 충전 속도 개선과 더불어 장시간 구동을 위한 에너지 밀도를 동시에 향상시키기 위해서는 전극 재료의 변경, 도포 기술의 향상, 전극 Packing 기술의 향상, 음극의 충·방전 효율 향상 등이 필요하지만 음극 소재의 변경을 제외한 수단은 현재 한계에 이르고 있다. 기존에 음극으로 사용되고 있는 흑연계 및 탄소계 소재를 대체하기 위해 이론적으로 높은 에너지 밀도를 갖는 금속계(Si, Sn) 물질 사용이 고려되고 있으나, 수명에 대한 문제가 지속적으로 제기되고 있어 흑연계와 탄소계가 여전히 대체를 이루고 있다. 흑연계는 탄소계 대비 밀도가 높아서 고용량용에 주로 사용

〈표 1〉 급속충전 리튬이온전지의 음극 소재 후보군

	Si	TiO _{2-x}	LTO
이론용량	High(~4200 mAh/g)	Low(~200 mAh/g)	Low(~175 mAh/g)
급속충전	Poor	High	High
수명	Low(~30 cycle)	High(~1,000 cycle)	High(~1,000 cycle)
전기전도도	Poor	Poor	Poor

되는 반면, 탄소계는 고출력용으로 사용되고 있다.

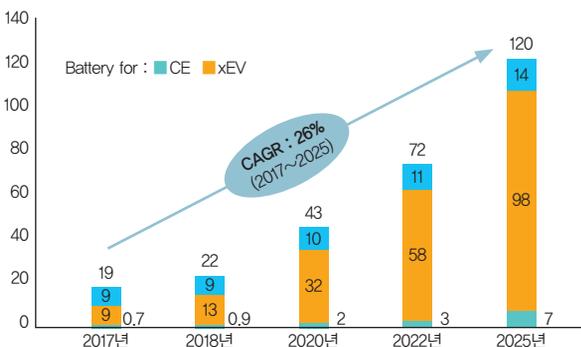
한편 고출력(충전)용으로 TiO_{2-x}, TiO₂, LTO 등 티타늄계 후보군이 대두됐지만, 현재 사용되고 있는 흑연계 소재보다 낮은 이론용량의 한계로 인해 전기차를 비롯한 대용량 리튬이온전지용 전극 소재로 활용되지 않고 있다. 이러한 가운데 전기차 시장의 급속한 성장이 예상됨에 따라 전기차

의 대중화 및 편의성 향상을 위해서는 급속충전이 가능한 고에너지 밀도의 음극 소재 기술 개발이 반드시 필요한 상황이다.

시장규모 및 전망

우선 이차전지 시장과 관련해 전기차와 에너지저장장치(ESS) 시장의 성장으로 2018년 리튬이온전지 매출 규모는 223억 달러로 전년 대비 19.3% 증가할 것으로 전

(단위 : 십억 달러)



〈그림 1〉 Global Lithium Ion Battery Market Outlook

출처 : SNE Research, 2018

Expansion CE market



※CE : Consumer Electronics

Expansion EV market



※EV : Electronic Vehicles

Expansion ESS market



※ESS : Energy Storage System

망된다. 전기차가 전년비 34%, ESS가 전년비 28.6%, IT가 전년비 2.3% 증가할 것으로 예측된다. 전체 리튬이온전지 시장 성장은 대체 시장이 가장 큰 전기차산업이 주도해 2018~2025년 연평균 26%의 빠른 속도로 증가할 것으로 보인다. 전기차 시장은 2017년 90억 달러에서 2020년 320억 달러, 2025년 980억 달러로 예상돼 2017년 대비 약 10배 이상의 규모를 나타낼 것으로 전망된다.

다음으로 전기차 시장과 관련해 2018년 전기차의 배터리 용량은 101.2GWh로 전년 대비 69% 증가할 것으로 전망되며, 글로벌 자동차 업체의 구체적인 생산발표를 통해 이차전지 성장동력이 마련돼 향후 전기차 배터리 용량은 2020년 305GWh, 2025년 1243GWh로 급격히 성장할 것으로 예상된다. 강화된 정부 규제와 디젤 게이트 이후 PHEV(Plug-in Hybrid EV)와 BEV(Battery EV) 판매량이 늘고 있어 2020년 PHEV와 EV 비중은 전체 자동차 시장의 6.3%로 예측되며, 2025년 19%로 급증할 것으로 보인다.

BMW는 2022년까지 순수 전기차 모델 12종을 포함해 25종의 제품을 출시할 예정이며, 폴크스바겐은 2025년까지 연간 300만 대의 전기차 판매를 목표로 하고 있다. 유럽을 위주로 각국의 내연기관차 퇴출 정책이 시행되는 2025년부터 전기차의 신차 판매량이 급속도로 증가하면서 2030년 신차 판매 기준으로 전기차 비율이 내연기관차를 넘어설 것으로 예측된다.

마지막으로 리튬이온전지 4대 소재 시장과 관련해 기본적으로 리튬이온전지를 구성하고 있는 4대 핵심 소재는 양극, 음극, 분리막, 전해질이며 그외에 도전제, 바

Nationality	OEM	Announcement
German	Volkswagen AG	\$40B / 50BEV, 30PHEV, more than 300 electrified car models
	Daimler	\$12B / 10BEV, 40HEV
US	Ford	\$11B
	GM	\$8B / 20BEV+Fuel cell
China	Changan	\$15B / 21BEV+12PHEV
	Great wall	\$8B / BEV
Japan	Toyota	\$15B (1,500B Yen) 5.5 million xEV by 2030
	Nissan	1 million electric vehicles annually by 2022



〈그림 2〉 Industry Trends and Issues

출처 : SNE Research, 2018

(Bill US\$)	2016	2017	2018F	2019F	2020F	2021F	2022F	2023F	2024F	2025F
Cathode	5.0	7.4	9.1	10.5	11.9	14.4	18.7	22.0	25.5	29.6
Anode	1.2	1.7	1.8	2.3	2.7	3.3	4.6	5.4	6.5	7.6
Separator	0.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.2	5.6	6.5	7.7	8.8
Electrolyte	1.4	1.7	2.6	3.1	4.0	4.8	6.4	7.6	9.3	9.9
Sub-Total	8.4	12.8	16.0	18.9	22.1	26.8	35.3	41.5	49.0	55.9
Others	8.5	5.9	6.3	10.5	20.7	26.8	36.8	45.0	53.1	63.1
Total	16.9	18.7	22.3	29.4	42.8	53.5	72.1	86.5	102.1	119.0
% of Total										
Cathode	29.7%	39.4%	40.9%	35.8%	27.9%	27.0%	26.0%	25.4%	25.0%	24.9%
Anode	7.3%	8.9%	7.9%	7.8%	6.2%	6.3%	6.4%	6.2%	6.3%	6.3%
Separator	4.5%	11.0%	11.3%	10.1%	8.2%	7.9%	7.7%	7.6%	7.6%	7.4%
Electrolyte	8.2%	9.2%	11.8%	10.5%	9.3%	8.9%	8.9%	8.8%	9.1%	8.3%
Sub-Total	49.6%	68.4%	71.9%	64.3%	51.6%	50.0%	49.0%	48.0%	48.0%	47.0%
Others	50.4%	31.6%	28.1%	35.7%	48.4%	50.0%	51.0%	52.0%	52.0%	53.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
YoY (%)										
Cathode	39.5%	46.9%	23.7%	15.6%	13.4%	21.0%	29.6%	17.5%	15.8%	16.3%
Anode	28.8%	34.8%	5.9%	30.4%	15.8%	25.6%	37.4%	17.5%	19.9%	16.7%
Separator	8.3%	170.1%	22.8%	17.9%	17.6%	20.6%	32.2%	17.6%	17.9%	14.2%
Electrolyte	8.9%	24.6%	53.0%	17.7%	28.9%	19.0%	35.7%	17.4%	23.3%	6.3%
Sub-Total	28.6%	52.6%	25.2%	17.9%	16.9%	21.1%	32.1%	17.5%	18.0%	14.1%
Others	-15.6%	-30.7%	6.4%	67.4%	97.2%	29.2%	37.5%	22.3%	18.0%	18.8%
Total	1.8%	10.7%	19.3%	31.8%	45.6%	25.0%	34.8%	20.0%	18.0%	16.6%

〈그림 3〉 이차전지 소재별 시장 규모 및 전망

출처 : SNE Research, 아노경제연구소, IBK 투자증권

인더, 케이스, 포장재, 안전장치 등으로 구성된다. 4대 소재의 원가 비중은 양극재 36%, 음극재 13%, 분리막 14%, 전해액 9%로 구성된다. 양극재가 원가 비중이 높은 이유는 전기를 저장하는 양극 활물질에 코발트 등 고가의 금속이 사용되고 있기 때문이며, 최근에는 상대적으로 매장량이 많고 가격이 낮은 니켈과 망간 등이 많이 쓰이고 있다. 2017년 기준 4대 소재 시장 규모는 128억 달러로 전체 배터리 시장 대비 68%에 이를 것으로 예측된다.

핵심 기술 및 주요 연구내용

리튬이온전지의 10C(6min)급 급속충전을 위한 용·복합 음극 소재 개발과 관련한 핵심 기술은 급속충전용 용·복합 음극 소재 개발과 급속충전용 전극구조 및 설계 기술이다.

급속충전용 용·복합 음극 소재 개발과 관련해 낮은 가격 및 높은 용량을 갖는 실리콘 산화물(SiOx)을 신규 세라믹 음극 소재로 활용해 기존 음극재 대비 높은 에너지 밀도를 구현하며, SiOx의 부피 팽창으

로 인한 수명특성 저하 및 낮은 전기전도도에 의한 출력특성 저하 문제를 해결하기 위해 흑연계 · 탄소계 소재와의 융 · 복합화를 진행한다. 이와 더불어 저가의 원료 확보 및 가공 기술, 입자 과립화 기술, 표면 코팅 기술, 불순물 도핑 기술 개발을 통해 고용량, 고효율, 고출력 및 장수명 특성을 동시에 만족시키는 급속충전 리튬이온전지용 SiOx · 탄소 융 · 복합 음극 소재 개발에 도전한다.

다음으로 급속충전용 전극구조 및 설계 기술과 관련해 10C(6분 충 · 방전에 해당하는 속도)급 급속충전용 고에너지 밀도 리튬이온전지의 개발을 위해서는 위에 언급된 융 · 복합 음극 소재 개발과 더불어 고용량 및 급속충전 구현을 위한 전극구조 설계 기술 개발이 필수적으로 요구된다.

이를 위해 본 과제에서는 집전체 · 전극 소재 계면제어, 고속전자 이동용 도전성 탄소 기술 개발 및 이를 도입한 고밀도 전극 제조, 전극 열화 방지 표면코팅 공법 개발, 고접착성 바인더 개발 등 극판 공정 설계와 급속충전용 셀 설계 및 테스트를 통해 기초 소재부터 전극, 전지 제조까지 급속충전용 리튬이온전지 음극을 종합적으로 다루는 핵심 기술 개발을 추진 중이다.

기존의 전기차에 탑재되는 리튬이온전지(150 Wh/kg, 한국전지산업협회)를 기준으로 급속충전 시 30분 이내 80%의 충전율을 의미하지만, 본 과제는 이보다 더 빠른 6분 이내에 80% 충전이 가능한 전지 개발을 목표로 난도가 매우 높은 첨단 기술 개발에 도전하는 것이다.

기대 및 파급효과

리튬이온전지의 10C급 급속충전을 위한

융 · 복합 음극 소재 개발을 통해 우선 모방전략(Catch-up) 수준에 머물고 있는 국내 이차전지산업을 세계적 기술 선도 수준으로 견인할 것으로 기대하고 있다. 다양한 응용 분야에 적용 가능한 고에너지 밀도 급속충전용 · 복합 음극소재 개발을 위한 소재 설계, 합성 공정, 셀 제조 등 원천 기술 확보를 통해 미래 전기차산업의 기술을 주도하는 효과가 있을 것으로 기대하고 있다.

다음으로 지구 온난화 및 미세먼지 문제도 개선할 수 있을 것으로 전망된다. 현재 전기차는 충전 시간 및 주행 거리 등에서 단점이 있으나 전기차의 충전 속도를 주류 대비 2배(6분 이내 80% 완충) 이상 개선해 소비자 인식 전환 및 이를 통한 전기차의 대중화가 가능할 것으로 전망된다. 넓은 범위에서는 저가, 고에너지 밀도의 이차전지 개발로 전력난 해소 및 신재생에너지의 보급 확대를 통한 탈석탄발전과 탈원전화

① 급속 충전용 Cell 구조 및 설계 기술 개발

② 고용량 실리콘계 소재 개발

③ 표면코팅 기술 개발

④ 급속 충전용 전해질 바인더 기술 개발

⑤ 집전체 / 전극소재 계면 제어 기술 개발

⑥ 도전성 탄소계 소재 개발

전문가 코멘트

이차전지 기술 개발에 성공한 국외기업의 전술을 본따는 것보다 비교해도 손색없는 품질과 시장 활용성이 같은 연

때문에 급속충전용 융 · 복합 소재의 기술 확보를 통해 다양한 신산업을 선도할 수 있다.

이외에도 전기차용 전력

로 스마트 그리드(Smart G

융합 기술 관련 장치 기술

발전 효율을 높이고, 가스 배

전열교환소자용지를 저비용으로 개발해 전력 수입에 의존하던 전열교환용지를 국산화하는 성과를 이뤘다.”

<그림 4> 급속충전 리튬이차전지용 융 · 복합 음극 소재 기술 개발 모식도



한국산업기술평가관리원 화학공정 PD



국민행복시대를 열어갑니다!

투명한 정부! 유능한 정부! 서비스 정부!

공공정보를 공개하여 국민과 소통하겠습니다.

기관간 칸막이를 없애고 서로 협업하여

국민 한 분 한 분에게 맞춤형 서비스를 제공할 것입니다.

행복한
대한민국을 여는
정부 3.0



행정자치부
www.gov30.go.kr



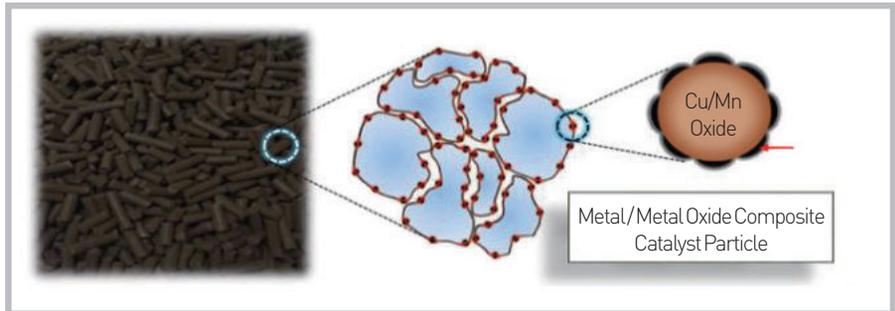
(주)세일에프에이가 수행하는 R&D 프로젝트 깨끗한 대기환경 제공해 삶의 질 향상하다

‘터널 내 일산화탄소 및 질소산화물 오염농도 제어를 위한 나노촉매 담지 메조기공형 세라믹 필터메디아 개발’ 프로젝트의 목표는 활성탄을 대체할 수 있는 고성능 · 고신뢰성 세라믹 필터메디아 개발로, 비표면적이나 다공부피와 같은 우수한 다공특성을 갖는 세라믹 다공체 제조 기술, 다양한 악취 및 유해기체의 흡착이나 분해에 탁월한 성능을 갖는 나노 크기의 금속산화물 촉매 제조 기술, 다공성 세라믹과 나노촉매를 복합화한 과립형 필터메디아 제조 기술, 마지막으로 다양한 조건 및 환경에서 필터메디아의 성능과 신뢰성을 확인할 수 있는 분석평가 기술을 확립하는 것이다.

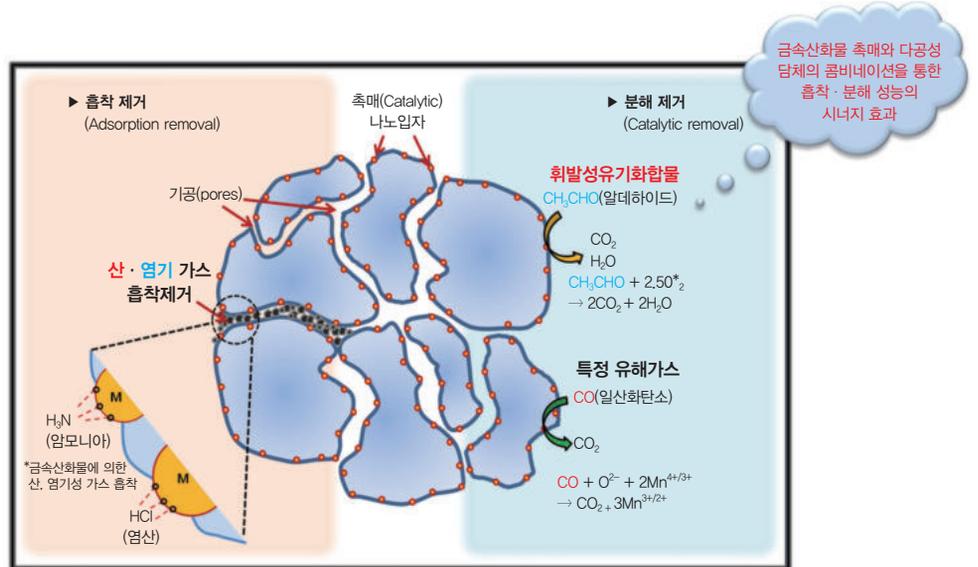
터널로 야기하는 생활대기 악화를 해결하다

세일에프에이가 추진하는 ‘터널 내 일산화탄소 및 질소산화물 오염농도 제어를 위한 나노촉매 담지 메조기공형 세라믹 필터메디아 개발’ 프로젝트에서 가장 핵심적인 내용은 나노촉매 담지 다공성 세라믹 필터메디아의 개발이다(그림 1). 즉, 메조기공 구조가 잘 발달된 다공성 세라믹(실리카, 알루미나 등) 기공표면에 30~50nm 크기의 전이금속산화물(구리, 망간 등) 나노입자를 표면에 코팅해 복합촉매를 개발하는 것이다. 이러한 구성의 복합촉매는 발달된 기공구조에 의한 악취 및 유해기체 분자의 흡착(Adsorption)에 의한 제거와 활성촉매의 분해(Decomposition) 메커니즘에 따른 제거를 동시에 구현할 수 있는 특징이 있다(그림 2).

이러한 복합촉매소재를 압출성형 방식을 적용해 공기정화시스템에 활용할 수 있는 과립형 필터메디아를 개발했다. 이



〈그림 1〉 필터메디아(ExPol) 구조



〈그림 2〉 필터메디아의 악취 및 유해기체 제거 메커니즘



Total Solution 제공하는 대기환경 관련 전문기업 (주)세일에프에이

세일에프에이는 2000년 초부터 악취기체를 제거하는 필터메디아, 공기정화시스템의 설계 및 제작을 주력으로 사업을 시작했다. 2007년경부터 활성탄에서 탈피해 타 업체와 차별화되는 새로운 필터메디아 확보 및 이를 이용한 공기정화시스템 개발에 역량을 집중하고 있다.

본 프로젝트를 통해 개발된 '엑스포'를 기반으로 대기환경 분야에서 'Total Solution'을 제공할 수 있는 대기환경 관련 전문기업으로 발돋움하고 있다. 특히 도심 터널이나 지하도로 공기정화시스템 분야에서 기술과 시장을 선도하는 전문기업으로 자리매김하고 있다. 더불어 대부분 수입에 의존하고 있는 활성탄 대체를 사업목표로 다양한 응용 분야에 적합한 다공성 세라믹 기반 필터메디아인 엑스포 개발을 추진하고 있다. 국내에서의 사업화를 토대로 향후 글로벌 시장에서도 기술경쟁력을 갖춘 강소 전문기업으로 성장한다는 청사진을 갖고 있다.



를 통해 2016년 엑스포(ExPo)를 개발하고<그림 3> 상표등록을 한 바 있다. 동시에 관련 기술 개발 내용은 다수의 국내 특허 등록은 물론 2016년 국제특허출원(PCT) 후 2018년 현재 미국, 일본, 유럽연합(EU), 중국에 특허출원이 완료됐다.

한편, 엑스포 개발과 관련해 본 프로젝트의 착수 시점인 2013년 말에 면목동과 구리를 연결하는 용마터널이 완공돼 개통을 준비하고 있는 상황에서 사가정역 방향 터널 출구 주거 밀집 지역에서 터널 개통에

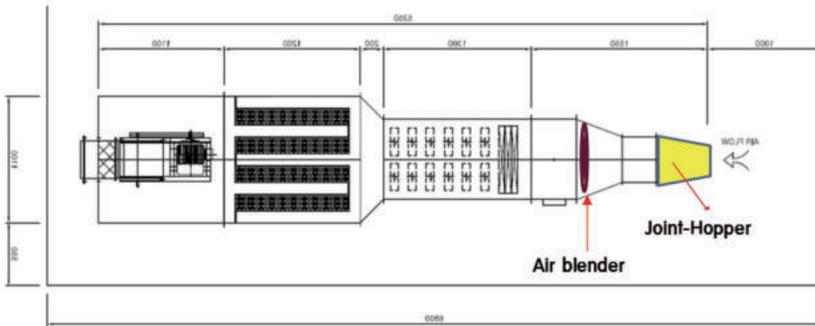
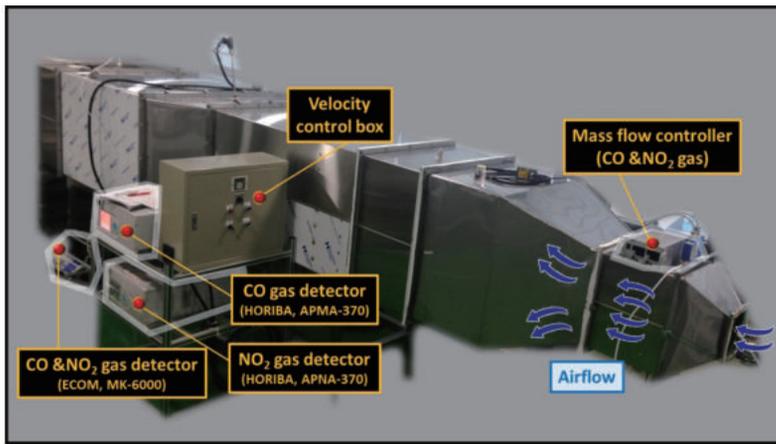
따른 생활대기 환경의 악화에 대한 민원이 발생했다. 애초 설계에 반영돼 있지 않아 본 프로젝트 과정 중 얻어진 필터메디아를 적용해 국내에서는 최초로 터널 내 대기환경 개선을 위한 공기정화시스템 현장 적용이 이뤄졌다. 현재까지 성공적으로 운영되고 있으며 이를 기점으로 도심 지하도로 및 터널의 공기정화시스템 도입이 적극적으로 이루어지는 계기가 됐고, 초기 제품의 성능 및 신뢰성 업그레이드를 통해 세라믹 기반 엑스포를 개발했다.



<그림 3> 필터메디아(ExPo) 실물 사진



〈그림 4〉 필터메디아(ExPoI) 응용 분야



〈그림 5〉 터널모사 간이실증평가 시스템

로 활성탄과 같은 화재 위험성이 전혀 없다. 더불어 내구성이 강한 물질로 구성되어 반복적인 재생 과정에서의 성능 지속성이 우수하고, 마모나 분쇄에 의한 미세분진의 발생을 원천적으로 줄일 수 있다.

한편, 본 개발 과정에서 얻은 또 다른 기술적 진보는 필터메디아에 대한 신뢰성 있는 평가시스템의 구축이다(그림 5). 국내에서는 처음으로 터널모사용 간이실증평가시스템(풍량 60CMM급)을 설계·구축해 개발 제품의 성능에 대한 신뢰성 부여, 다양한 적용 분야별 공기정화시스템 설계 규격 확립을 위한 기초 데이터베이스(DB)를 제공했다.

이를 토대로 향후 본격적인 사업화에 대비한 양산 공정 확립 및 경제성 개선과 관련된 연구를 진행 중이다. 최근 사용된 필터메디아를 무한 재활용할 수 있는 친환경 공정 개발이 도출돼 자원 재활용 및 이를 통한 제품의 가격경쟁력 확보, 환경오염을 원천적으로 방지할 수 있는 친환경 기술을 완성할 수 있는 발판이 마련됐다.

특히 최근 미세먼지나 악취·유해기체 등 대기환경오염의 심각성에 대한 사회적 인식이 고조됨에 따라 이를 완화시킬 수 있는 새로운 소재나 기술에 대한 요구도 증가하고 있다. 깨끗하고 쾌적한 공기에 대한 요구가 도시나 농촌, 가정이나 사무실 등 거의 모든 지역과 분야에서 그 필요성이 증가하고 있어 본 개발 제품의 적용 분야가 더욱 확대될 전망이다. 따라서 본 제품의 사업화가 본격적으로 이루어질 경우 대기환경 관련 산업 분야 활성화, 깨끗한 대기환경 제공을 통한 삶의 질 향상, 사회적 비용의 감소 등과 같은 광범위한 파급효과가 있을 것으로 기대된다.

산업용 및 상업용까지 활용범위 확대하다

엑스폴은 일산화탄소(CO) 및 질소산화물(NOx) 제거 성능이 탁월해 지하도로나 터널 내 공기정화시스템용 필터메디아로 최적의 제품이다. 또한 암모니아나 황화수소 같은 악취 유발 물질, 알데히드나 스티렌 같은 휘발성 유기화합물(VOCs) 등에도

종래의 경쟁소재와 차별화되는 성능을 보유하고 있어, 단지 지하도로나 터널의 유해기체 제거뿐만 아니라 산업용·상업용 공기정화시스템의 핵심적인 필터메디아로 그 활용범위를 넓힐 수 있다(그림 4).

또한 엑스폴은 세라믹 기반 소재임에도 활성탄메디아에 비해 20% 이상 가벼우며, 세라믹 소재로만 구성돼 있는 불연성 소재



부패신고

신고자에 대한 철저한 신분·비밀보장
최대 30억원 보상금 지급

- 신고상담 국번없이 ☎ 1398 (일상고발) 또는 110
- 인 터 넷 www.acrc.go.kr
- 모바일 앱 부패·공익·복지보조금 부정 신고앱
- 방문·우편 국민권익위원회 부패·공익침해센터





첨단 기술과 좋은 일자리 문화를 함께! 부강테크를 가다

'직장 갑질' '파워하라' 등의 말이 난무하는 요즘, 일자리를 늘리는 것도 중요하지만 좋은 일자리 문화를 만들어 나가는 것도 중요해졌다. 그런 와중에 부강테크는 10년 이상 근속한 직원 비율이 50%가 넘는다. 그 비결은 무엇일까?

취재 이동훈 사진 서범세

1998년 설립된 부강테크는 환경 분야 중에서도 특히 축산폐수 분야에 오랜 기간 연구개발(R&D) 및 사업을 집중하고 있다. 축산폐수는 처리하기가 어렵다. 오염물질의 농도가 매우 높기 때문이다. 오염부하량이 같은 무게의 하수보다 1만배 높다. 이 때문에 지금까지 제대로 된 처리 기술이 시장에 나오지 않았다. 부강테크는 그 점을 차별화를 꾀할 수 있는 기회라고 판단했다.

복잡한 관공공사 시장의 관행에서 벗어나 오직 기술력만이 최대 무기라고 판단, 가용한 모든 자원을 동원해 R&D를 진행했다. 그 결과 지금은 60~70%의 시장점유율을 달성할 정도로 인정을 받고 있다.

현재는 축산폐수 외에 하수고도처리, 물자원의 에너지화 등 신규 사업도 진행 중이다. 환경 외에 바이오 시장에서도 의미 있는 활동을 하고 있다. 현재 주요 사업 분야는 물을 깨끗하게 처리하는 수처리 사업, 수처리 과정에서 에너지를 절감하고 회수하는 에너지 사업, 고효율 축산폐수 때문에 개발돼 근래에는 바이오산업에서 더 각광받고 있는 멤브레인 사업 등이다.

그리고 미래 사업을 위한 R&D 조직으로 '도시의 가치를 높이는 물'을 실현하기 위한 스마트워터팀, 운영에 돈이 들어가는 수처리 공정의 한계를 뛰어넘기 위해 내일의 공정 연구를 진행하는 투모로우워터팀, 수처리 공정을 설계 및 운영함에 있어 기존의 관습적인 방식에서 벗어나 결과적으로 사용자의 비용 절감 및 편의 증진을 위한 빅데이터 도입, 워터플랜트에 디지털 트윈 등의 기술을 접목하기 위한 워터시팀이 조직돼 미래를 준비 중이다.

세일가스전의 폐수를 재이용하라

부강테크는 '세일가스전 발생 폐수 재이용 및 생산수 처리 시스템 엔지니어링 기술 개발' 과제에 성공했다.

세일가스는 진흙층에 녹아 있다. 그렇다 보니 기존의 오일 채굴과는 달리 채굴 파이프가 수평으로 들어간 다음, 진흙층을 수압파쇄한다. 한 번의 드릴링 작업에 소방차 100대 이상 분량의 물이 필요하다. 현재 세일가스를 채굴하는 곳이 주로 미국 텍사스 지역이라 물이 부족하다 보니 외부에서 물을 가져오는데 많은 비용이 발생한다. 폐수도 그만큼 많이 발생한다. 이를 재처리·재이용한다면 환경오염 및 비용을 크게 절감할 수 있는 것이다.

부강테크의 미국 사무실로 세일 폐수 재이용 실험 의뢰가 처음 들어왔을 때는 세일 폐수임을 알려주지 않았다. 이후에도 몇 차례에 걸쳐 추가 실험을 요청해 와 진행하는 과정에서 이 폐수가 세일 폐수임을 알았다. 오일 관련 산업이 굉장히 폐쇄적인 데다 시장 규모가 커 보안에 치중해야 할 부분이 많아서다.

실험을 의뢰한 컨설팅사는 부강테크의 기술이 기존 기술보다 매우 뛰어났기 때문에 함께 사업하기를 원했다. 그 회사와 논문을 공동 발표한 후 미국 에너지부의 세일가스 과제에도 참여하게 됐다. 미국 세일

가스 과제에 참여함으로써 접근하기가 어려웠던 관련 시장 내 정보를 쉽게 취득할 수 있게 됐고, 이후 이를 계기로 다른 사업으로의 확장도 가능했다.

**'세일가스전 발생
폐수 재이용 및
생산수 처리 시스템
엔지니어링 기술 개발'
과제 성공**



세일가스 채굴 폐수 재이용에 사용된 주력 기술은 고농도 회전와류 분리막 장치다. 농도가 더 높은 축산폐수 정화를 위해 개발된 장비라 적용에는 문제가 없었으나 이동하는 채굴 장비를 따라 이동형으로 제작해야 한다는 점, 또 경제성을 확보하고자 현지의 제반 필요 사항을 반영한 공정을 구성한 후 현장에서 성능을 실험해 보여야 한다는 점 등이 비용 문제와 더불어 가장 큰 걸림돌이었다. 다행히 산업통상자원부에서 세일가스 R&D 펀드를 만들어 이를 활용함으로써 미국의 세일가스 시장에 기술력을 선보일 수 있었다. 현재는 이를 FGD(미국 내 탈황폐수 시장)로까지 연결해 몇 개의 개별 발전사와 현장 실증 실험을 진행 중이다. 미국 환경청에서는 부강테크의 기술을 발전시켜 탈황폐수의 처리 가이드 기술로 등록을 준비 중이다. 이제 부강테크의 주력 시장은 미국이 된 것이다.

부강테크는 미국 시장 진출을 위해 10년 이상을 준비해 왔다. 미국의 시장 규모는 엄청나다. 캘리포니아 주의 경우 한국 시장 전체 규모보다 크다. 1960년대 전국에 하수처리장을 완성한 미국은 이제 기존 시설에 대한 개선 사업 수요가 커지고 있다. 한편 미국보다 늦게 출발했지만 고도의 경제성장을 한 한국에서는 환경 규제가 강화됐다. 좁은 시장과 강력한 규제 환경에서 살아남으려던 관련 업계는 어느덧 선

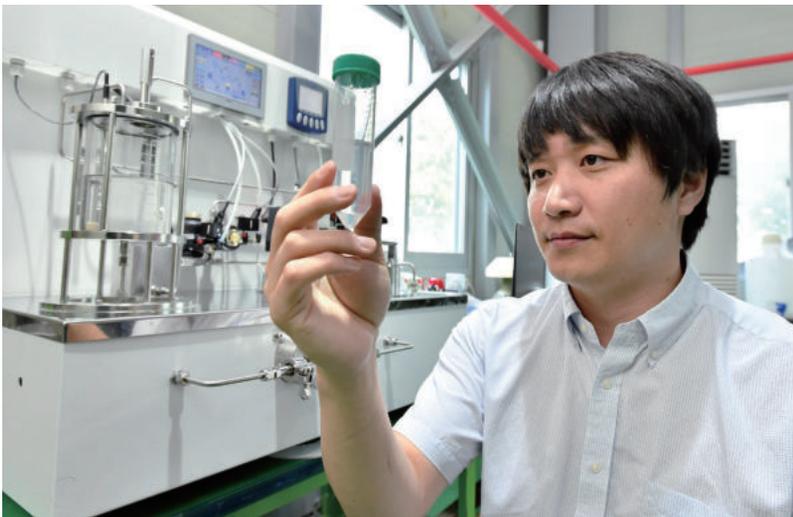
진국에 비해 손색이 없는 기술력을 갖게 됐다. 미국 등의 선진국 시장은 진입장벽은 높지만 일단 진입한 이후에는 불안정한 동남아 등 개도국 시장에 비해 훨씬 매력적이다.

회전형 분리막 장치의 개발을 결정할 당시, 축산폐수 같은 고농도 환경에서 운영할 수 있는 분리막 장치는 국내에 없었다. 그래서 해외 분리막 장치 중 가장 성능이 우수하다는 미국산 장비를 도입했다. 그러나 이 장비 역시 운영하는 데 어려움이 많았다. 더욱이 일반적인 시장과 달리 기술 공급사가 주도권을 갖는 특수한 시장에서 미국 회사의 불공정 계약 등 횡포는 극에 달했다.

꼭 필요한 기술이 없어 축산폐수 시장을 포기해야만 하는 상황에서 불가능하다는 내부의 만류에도 불구하고 국내 독자 기술 개발을 결정해 한국기계연구원 최상규 박사팀과 관련 기술 개발을 진행하게 됐다. 당시 매출 규모도 미미한 신생 기업에서 감당하기 어려운 연구비를 투입하는 데다 미국에서도 실패한 분야를 연구하는 것에 대해 업계에서도 실패할 것이라는 의견이 팽배했다. 그러나 수년간 당초 책정된 연구개발비의 몇 배를 사용한 결과 개발에 성공했다. 해외 선진 기술의 70% 정도만 태도 국내 사업이 가능할 것이라는 판단 아래 기술 개발 목표를 설정했으나 외산 대비 130% 이상의 성능을 구현하면서 해외 시장에 진출할 수 있다는 자신감도 얻었다.

돈 드는 시설에서 돈 되는 시설로

부강테크는 현재 다음 10년을 위한 R&D를 준비하고 있다. 가장 대표적인 것이 수처리 공정의 운영비 절감 이후 과제인 에너지 생산 공정화다. 현재 빈곤한 동남아 저개발국가 상당수가 기본적인 하수처리 시설조차 없이 생활하고 있는 실정이다. 영국의 '브리티시 메디컬 저널'에 기고된 학술자료에 따르면 지난 160년간 인류 수명 연장에 가장 크게 기여한 기술이 하수처리 관련 기술이다. 하수처리시설은 이렇듯 인간의 기본권에 해당될 만큼 중요한데도 저개발



국가에서는 설치 및 운영에 많은 비용이 드는 탓에 아예 설치하지 못하거나 설사 설치되더라도 제대로 가동조차 못 하고 있다. 따라서 부강테크는 하수처리장을 ‘돈이 들어가는 시설(Cost Stream)’에서 ‘돈을 벌 수 있는 시설(Profit Stream)’로 바꾸기 위한 연구에 집중하고 있다. 이는 ‘투모로우 워터 프로젝트’로 명명돼 수년간 내부 R&D가 진행돼 왔다.

현재는 이 연구의 결과물인 ‘투모로우 워터 프로세스’가 유엔의 지속성장을 위한 활동인 SDGs에 등재되고 유엔 경제사회이사회 최고위급 회담 공식 의견서로 채택됐다. 또한 SDGs 등재 3600개 플랫폼 중 물 분야에서는 유일하게 147개의 HLPF(High-level Political Forum) 가운데 하나로 선정됐다.

다리고 싶은 직장을 만들어라 10년 동안 일군 일자리 문화

부강테크는 우수한 일자리 문화를 지닌 회사로도 유명하다. 부강테크는 기술 개발을 통한 수익 창출과 그 정당한 수익을 통한 성장이 목표이기 때문에 사람을 가장 중요한 자산으로 여긴다. 따라서 임직원의 일과 생활이 공존할 수 있도록 다양한 제도를 운영하고 있다.

우선 상하가 없는 자율적인 업무 환경을 만들기 위해 직급제를 폐지했다. 부강테크 내의 공식 직급은 리더, 팀장, 임원 등 3가지뿐이다. 또한 호칭 뒤에 ‘님’자도 붙이지 못하게 했다(위반 시 벌금 2만 원). 연말에는 스토브 회의를 통해 탄력 인사를 시행한다. 이렇게 수평적인 기업문화를 만들어야 의사 결정이 신속·간단해지고, 직원 간 감정 충돌이 적어진다. 감정 충돌로 인한 인재 이탈, 더 나아가 회사의 손실을 막을 수 있다.

이 외에 출퇴근 시간이나 근무 복장이 자유롭다. 자신에게 주어진 일만 책임지고 잘하면 다른 것은 문제 삼지 않는다는 것이다. 기수 문화가 없기 때문에 능력만 있다면 먼저 입사한 선배 직원보다 더 빨리 진급할 수 있다. 이 때문에 10년 이상 근속자 비율

이 50%가 넘는다. 이러한 우수한 조직문화는 하루 아침에 만들어진 것이 아니라 경영진이 10년 이상 정성 들여 가꾸어 온 노력의 산물이다.

이외에도 40세 이상의 직원을 대상으로 한 부부 별도 건강검진, 업계 최고 수준의 연봉(대졸 초봉 4000만 원), 10년 근속자 가족 해외여행 지원, 20년 근속자 1년 유급 안식년제 운영, 본인 석·박사 학비 지원, 자녀 대학 등록금 50% 지원 등 일반적인 기업에서 하는 통상적인 복지제도 외에 필요하다고 판단되는 복리후생제도를 운영하고 있다.

박기택 부사장은 정부의 R&D 정책에서 현지 실증화가 확대돼야 한다고 강조해 말했다. 단위 제품을 고객에게 어필하기가 쉽지 않은 엔지니어링 계통의 산업에서는 현지 실증화 단계에서 정부의 지원이 절실하다. 해외 현지에 플랜트를 건설하고 고객에게 기술을 선보이는 것이야말로 R&D의 마지막 단계이자 사업화의 시작점이기 때문이다. 국내의 수많은 R&D 결과물이 사업화에 실패하는 큰 이유 중 하나가 현지 실증화의 부족이다.

부강테크는 미국 바스토에 실증화 플랜트를 건설했다. 그 과정에서 산업부에서 개발한 R&D 결과물이 반영될 수 있는 것과 단일 실증화 사업 내에서 다양한 기존 R&D 결과물을 기술 검증하고 해외 진출 등의 기업이 필요한 사항을 지원할 수 있다는 점을 알게 되었다. 그래서 정부 예산을 효율적으로 활용하고 일자리 창출에도 도움이 될 수 있다는 것이다.

모든 일이 그렇지만 훌륭한 R&D는 결국 사람의 손으로 이루어진다. 사람을 키우고 아끼는 조직문화야말로 뛰어난 기술 개발의 초석이라는 평소의 생각을 더욱 굳히는 취재였다.

박기택
부강테크 부사장



4차 산업혁명 뒷받침할 핵심 기술... '미래 소재' 글로벌 각축전

4차 산업혁명을 뒷받침할 핵심 기술로 미래형 소재를 빼놓을 수 없다. 이에 각국은 미래 사회 변화를 선도할 소재 개발 및 시장 선점에 국가 역량을 집중하고 있다. 한국도 예외가 아니다. '미래 소재 원천 기술 확보 전략안'을 통해 30가지 미래 소재를 발굴하고 상용화에 나서고 있다.

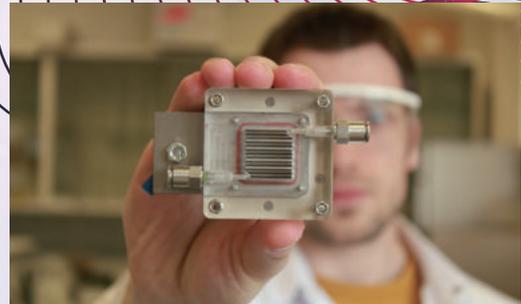
박근태 [한국경제신문 기자]

미래 소재 원천 기술 확보

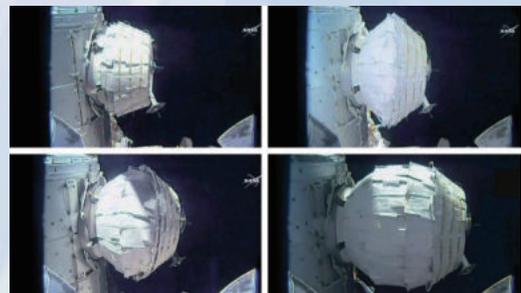
전자제품 보급이 늘면서 각국은 폐기물 처리 문제로 골머리를 앓고 있다. 존 로저스 미국 노스웨스턴대 교수 연구진은 시간이 흐르면 녹는 생체분해성 소재를 이용해 전자기기나 의료기기 안에서 스스로 소멸되는 집적회로를 만들고 있다. 연구진은 일정 시간이 지나면 소멸되는 소재로 무선통신장치용 배터리와 심장운동에서 전기를 얻는 장치를 만들어 동물실험에서 그 안전성을 입증했다. 로저스 교수는 심장박동기를 비롯해 몸에 들어가는 각종 의료기기가 '트랜스젠트(일시적인) 전자기기'로 대체될 것으로 보고 있다.

반도체 분야에서도 미래형 소재가 주목받고 있다. 삼성전자에 따르면 전 세계 컴퓨터 데이터량은 2015년 15제타바이트(ZB·10의 21제곱 바이트)에서 2020년 60ZB로 급증할 것으로 예상된다. 연구자들은 이처럼 막대한 정보를 빠르게 처리하기 위해 사람 뇌와 공통점이 많은 '스마트 반도체'에서 답을 찾고 있다.

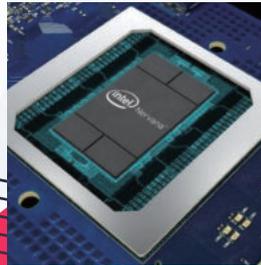
인공지능(AI)과 빅데이터, 사물인터넷(IoT) 등이 주도하는 4차 산업혁명을 뒷받침할 핵심 기술로 미래형 소재가 주목받고 있다. 한국은 이전에는 존재하지 않던 새로운 소재를 발굴해 향후 소재 분야는 물론 이를 활용한 다른 분야에서 주도권을 갖겠다는 계획을 추진하고 있다. 과학기술정보통신부가 소재 분야 전문가 100명의 의견을 종합해 지난 4월 공개한 '미래 소재 원천 기술 확보 전략안'은 30가지 미래 소재를 발굴하고 상용화하는 내용을 담고 있다.



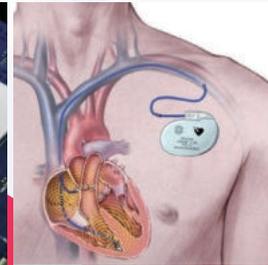
태양광 기반 도시 공기 정화 및 스모그 제거 장치



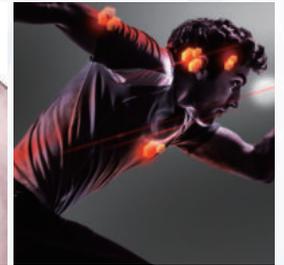
가볍고 유연한 방사선 방호용 차세대 우주정거장 구조물



인텔이 개발한 인공지능(AI) 지향형 '너바나' 신경망 프로세서



몸에 부착하는 자가발전 배터리와 바이오 센서



심박조율기용 자가발전 바이오 배터리

각국 소재 분야 기초연구 집중

소재 연구는 개발 기간이 오래 걸리고 성공 가능성이 낮지만 일단 성공하면 막대한 이득을 가져온다. 1960년대 시작해 1992년 기술 개발이 끝난 청색 LED(발광 다이오드)는 대표적인 성공 사례로 손꼽힌다. 청색 LED를 개발한 나카무라 슈지(미국 UC샌타바버라대 교수)는 2014년 노벨물리학상을 받았고, 이를 개발한 일본의 니치아화학공업은 41조 원에 이르는 LED 시장에서 14%를 점유하고 있다. 청색 LED의 등장으로 에너지 효율이 높고 수명이 긴 LED 조명이 나왔고, LED TV도 등장했다.

항공기와 차량, 스포츠용품 등 다방면에서 사용되는 탄소섬유 역시 30년에 가까운 연구와 투자가 이뤄진 분야다. 일본 도레이는 1970년대 개발을 시작해 현재는 세계 시장의 40%를 점유하고 있다. 2006년에는 보잉과 2024년까지 17조 원어치의 탄소섬유를 공급하는 장기 계약을 맺기도 했다.

각국은 이런 이유로 미래 사회 변화를 선도할 소재 개발 및 시장 선점에 국가 역량을 집중하고 있다. 미국만 해도 2014년부터 미래 신소재 개발 기간을 단축하고 비용을 절감하기 위한 인프라 구축에 집중하는 소재 혁신 플랫폼을 구축하고 있다. 독일은 2015년부터 에너지·교통·건강·환경·인프라 구축에 필요한 소재 개발을 위해 '소재에서 혁신으로' 프로젝트를, 일본은 2012년부터 '신 원소 전략 프로젝트'를 진행하고 있다. 중국도 중간재인 부품 소재의 국산화를 위해 막대한 예산을 투입해 2025년까지 지급률을 70%로 올리겠다는 목표를 내놨다.

한국도 2001년부터 소재 응용 연구에 집중 투자하며 기술 경쟁력을 강화했지만 산업의 패러다임 변화를 이끌 기초 원천 연구에는 투자가 부족했다. 이 때문에 일부 핵심 첨단 소재는 외국 기술에 의존하는 형편이다. LCD(액정표시장치)에 사용되는 트리아세틸셀룰로오스(TAC) 필름의 99.4%, LCD 유리원판의 97.4%, 액정의 96%를 일본에서 가져온다. 일부 전문가는 4차 산업혁명에서도 한국의 소재 기술은 보완할 점이 많다고 입을 모은다. 스마트 약물 소재만 해도 2년, IoT 기반의 바이오 센서는 1.5년, 바이오 프린팅 분야는 5년이나 뒤처져 있다.

꿈의 산업 뒷받침할 30가지 소재 발굴

‘미래 소재 원천 기술 확보 전략안’에 포함된 30가지 미래 소재는 초연결 사회를 위한 스마트 소재(8개), 초고령 사회를 위한 웰니스 바이오 소재(9개), 환경 변화 대응 소재(5개), 안전 소재(8개) 등이다. 초연결 사회를 위한 소재로는 비(非)실리콘 소재를 이용해 뇌 신경세포처럼 여러 계산을 동시에 하는 초병렬 연산 인지 소재, 신경세포처럼 학습을 통해 스스로 성능을 높이는 인공지능 반도체 등이 포함됐다. 사람의 신경세포를 모방해 실리콘 반도체로는 도달하기 어려운 초당 100경에 이르는 연산이 가능한 컴퓨터 시대를 열겠다는 목표다. 신경 모방 컴퓨팅 시장은 2016년 660만 달러에 머물렀지만 2022년에는 2억7000만 달러로 40배 이상 성장할 것으로 예측된다. 사람과 기계, 사람과 사람이 서로 연결되는 인간인터넷(IoH) 시대에 필요한 마찰과 압력 등에 따라 기계적 힘을 자유자재로 조절하는 소프트 로봇용 소재와 인간의 감각을 대체해 감각을 저장하고 구현하는 소재도 개발된다.

초고령 시대를 맞아 맥박과 혈당을 감지하고 몸속 면역 활동과 박테리아 감염 사실을 알아내는 바이오 센서, 몸 안에서 장기간 작동하는 배터리 기술도 중점 개발해야 할 미래 기술에 포함됐다. 노화로 둔화된 감각을 보완할 인공 피부, 사람의 신체 특성에 따라 효과적으로 약물을 전달하는 환자 맞춤형 약물 전달 소재도 개발된다. 태양광으로 공기를 정화하고 하수처리장 수질을 정화하는 친환경 소재, 외부 전기 공급이 끊겼을 때 에너지를 스스로 생산하는 소재 등 상상력을 뛰어넘는 소재 개발이 추진된다.

정부는 이를 위해 도전형, 경쟁형, 지식 클라우드형 연구개발(R&D) 방식을 도입할 예정이다. 실패 위험이 높은 장기 R&D의 특성을 고려해 공공투자를 원칙으로 하되 산업경쟁력 제고를 위해 기업 참여를 유도하는 ‘미래 가치 사전공유제’도 도입하기로 했다. 과기정통부는 소재 발굴이 순조롭게 추진되면 2015년 3~5년 정도였던 선진국과의 격차가 2027년 1년 미만으로 줄고 2032~2037년께는 1년가량 앞설 것으로 기대하고 있다.



FUTURE
MATERIAL

〈표 1〉 30대 미래 소재 기술 현황

출처 : 과학기술정보통신부

4대 이슈	12대 중분류	30대 미래 소재
초연결 사회를 위한 스마트 소재	엑사(100경) 스케일 인지 연산 소재	초병렬 연산 인지 소재
		인지가소성 전자 소재
	모바일 인공지능용 소재	극저손실 신호전달 소재
		시용 스케일링 돌파형 초저전력 정보저장 소재
	IoT 기반 복지서비스 소재	시용 로직 소재
		자극감응형 유연성 조절 소재
초고령 사회를 위한 웰니스 바이오 소재	토털 라이프케어 소재	감각 저장 구현 전자 소재
		초경량 유연 신축성 전자 소재
		IoT · 시 기반 바이오센서 소재
	인체 장기 대체 · 복원 소재	인체 이식형 바이오 소재
		바이오 배터리 기술
		감각보조용 바이오닉 소재
스마트 약물 전달 소재	골 대사 조절 소재	
	결손공간감응 4D 프린팅 소재	
	장기 기능 맞춤 매트릭스	
지속가능 사회를 위한 환경 변화 대응 소재	오염물질 Zero화 소재	부작용 억제 소재
		고감도 약물 전달 매트릭스
		다중 오염물 맞춤형 스마트 다공성 소재
	그린 엔지니어링 기반 지구환경 소재	생물오염 억제용 능동정화 소재
		에너지 변환 소재
		자가처리 오염 저감 분리막
안전한 사회를 위한 안전 소재	블랙아웃 대응 에너지 소재	상온 고용량 수소 저장 소재
		자가발전 투명 세라믹스
		초고속 완충 가능 대용량 전지 소재
		자가온도 유지 소재
	자가전원 초소형 자율 이동체 소재	비리튬 상온 대용량 ESS 소재
		센서네트워크 제어용 다차원 용액 공정 소재
방사선 대응 안전 소재	에너지 발생 저장용 3D 공정 소재	
재난 대비 자가복원 치유 소재	방사선 차폐 흡수 소재	
		극한 환경 자가치유 고신뢰성 소재

JEC

2018

WORLD

세계 최대 복합 소재 전시회 'JEC WORLD'를 통해 본 복합 소재

“알루미늄보다 가볍고 강철보다 강하다.” 복합 소재의 간판 격인 탄소섬유 강화플라스틱(CFRP)을 일컫는 말이다. 이를 비롯해 아라미드섬유 등 복합 소재는 항공, 우주, 자동차, 건축자재 등의 분야에서 경량화를 바탕으로 신제품을 이끌고 있다. 지난 3월 프랑스 파리에서 열린 ‘파리 국제복합소재전시회(JEC월드)’에선 복합 소재가 얼마나 다양하게 사용될 수 있는지를 보여줬다.

자동차 · 항공기용 첨단 소재 붐물...

첨단 복합 소재의 경연장인 세계 최대 규모의 파리 국제복합소재전시회(JEC월드)가 프랑스, 독일, 일본, 미국, 한국 등 113개국, 1300여 개 업체가 참가한 가운데 프랑스 파리 노르빌팡트 전시장에서 열렸다. 사흘간 진행된 이 행사에는 국내에서 한화첨단소재, 한국카본, 데크카본, 젠코어 등 16개사가 참가했다.

이번 전시회에선 자동차와 항공기의 무게를 줄이고 강도를 높여주는 다양한 소재가 주로 공개됐다. 한국탄소융합기술원 지원으로 참여한 데크카본은 항공기용 브레이크 디스크, 탄소섬유와 세라믹을 접목한 자동차용 고성능 세라믹 디스크를 전시했다.

한국카본은 자동차, 건축, 레저스포츠 및 풍력, 디자인 등 네 가지 테마로 전시 부스

전시회에 참가한 데크카본 관계자(왼쪽)가 바이어들과 항공기 및 자동차용 브레이크 디스크에 대해 상담하고 있다.



PARIS-NORD
VILLEPINTE
March 6-7-8, 2018

JEC WORLD 2018

The Leading
International
Composites
Show

를 구성했다. 특히 미래 시장 규모가 급속히 커질 자동차산업을 주된 테마로 선정하고, 탄소섬유 부품의 대량생산을 위해 개발한 '속경화 수지 시스템(Fast-curing Resin System)'이 적용된 소재 및 자동차 루프와 사이드 미러 등을 선보였다. 노후한 건축물에 쉽고 빠르게 구조적 보강을 할 수 있는 탄소섬유 직물, 풍력발전기 블레이드 같은 초대형 부품 성형에 특화된 수지 시스템과 소재, 다양한 컬러와 패턴의 디자인 소재 등도 전시했다.

한화첨단소재는 이번 전시회 기간 49㎡ 규모의 전시 부스를 설치하고 세계 자동차 경량 소재 시장에서 점유율 1위를 차지하고 있는 스트롱라이트, 슈퍼라이트 등의 소재 제품을 공개했다. 젠코어(대표 이상은)는 테니스 라켓 외부에는 탄소섬유, 내부엔 충전재를 넣어 진동을 줄여주는 제품

을 선보였다. 이상은 젠코어 대표는 "세계적인 테니스용품 업체인 도네이 브랜드로 한국, 미국, 중국 시장 개척에 나서고 있다"고 말했다. 전북 군산의 코스텍은 배의 일부에 탄소섬유를 사용해 중량을 줄이고 내충격성을 높인 '한국형 레저보트'를, 전주 소재 피치케이블은 도로의 눈이 녹도록 도와주는 탄소히팅케이בל을 출품해 해외 시장 공략에 나섰다.

복합 소재는 두 가지 이상의 재료를 사용한 소재를 의미한다. '알루미늄보다 가볍고 강철보다 강하다'는 CFRP를 비롯해 아라미드섬유, 유리섬유 등 복합 소재는 항공, 우주, 자동차 등의 분야에서 경량화와 친환경을 이끌고 있다. 전시회 주최사인 JEC그룹은 "세계 복합 소재 시장은 연 5% 정도 성장해 2021년에는 1000억 달러를 넘어설 것"이라고 전망했다.

한화첨단소재 부스
출처 : 한화첨단소재
공식 블로그



JEC

2018

WORLD



복합 소재는 대학생 소규모 창업에 적합한 분야

“직원 6명의 엘릭시르항공처럼 복합 소재는 응용 분야가 많고 적은 인력으로 창업할 수 있습니다. 따라서 대학생이나 관심 있는 분들의 기술 창업에 적합한 분야입니다.”

하성규 한양대 융합기계공학과 교수는 이번 전시회에서 유일하게 대학관을 꾸몄다. 복합 재료의 피로 예측 기술을 바탕으로 구체적인 분야의 피로 예측 기술 전파를 위한 것이다. 하 교수는 미국 스탠퍼드대에서 복합 재료로 공학석사와 박사 학위를 딴

뒤 강단에 서고 기업과 협업하는 등 지금까지 30년 이상 이 분야를 연구하고 있다.

그는 “이번 전시회 기간에 전기전자 분야 업체와 상담을 진행했다”며 “피로 예측 기술은 여러 분야에서 활용할 수 있지만 이왕이면 한국이 잘 할 수 있는 전기전자와 자동차 분야를 집중 연구개발하고 있다”고 말했다. 이번 전시회에 대학원생들과 함께 왔다는 하 교수는 “대학에서 이론과 실습을 통해 학문을 탐구하는 것도 중요하지만 글로벌 복합 소재 기업이 무엇을 개발하고 미래 먹거리로 무엇을 생각하는지를 파악하는 데 파리 국제복합소재전시



회만 한 것이 없다”며 “마음껏 보고 질문하고 이를 바탕으로 창업의 꿈을 키웠으면 좋겠다”고 말했다.

11월 한국서 열리는 전시회도 흥행 기대

전시회 주최사인 프랑스 JEC그룹의 프레드리크 뮈텔 사장은 기업의 관심이 높아지는 것은 복합 소재와 관련된 재료(파이버, 레진 등) 기술 발전, 자동화에 따른 대량생산 가능성 증대, 리사이클이 가능한 친환경 제품이라는 인식 덕분이라고 설명

했다. 특히 뮈텔 사장은 “자동화된 기계와 로봇 등에 의해 복합 소재 관련 제품의 대량생산 가능성이 커지면서 자동차, 항공기, 전자제품 분야에서 앞으로 복합 소재 수요가 크게 늘 것”이라고 전망했다.

뮈텔 사장은 “복합소재산업에서 스타트업의 중요성이 날로 커지고 있다”며 “이번에 처음으로 대학생을 위한 도전 프로그램을 도입했고 창업기업과 대기업을 연결하는 ‘스타트업 부스터’라는 프로그램도 작년에 이어 두 번째로 시행해 큰 호응을 얻었다”고 설명했다. 더불어 “지난해 처음 코엑

스에서 연 국제복합소재전시회(JEC Asia)는 생각보다 훨씬 성공적이었다”며 “11월 열리는 두 번째 행사는 작년보다 참가 기업이나 참관객이 두 자릿수 이상 늘어날 것으로 기대한다”고 말했다. 이 행사에는 한국뿐 아니라 일본, 중국, 대만, 말레이시아 등 아시아 각국의 복합 소재 관련 업체가 출품할 것으로 내다봤다. 뮈텔 사장은 “한국은 자동차, 전자 등 복합 소재 수요처가 있는데다 공급 업체도 두루 갖춘 보기 드문 국가여서 아시아 복합 소재 시장의 중심으로 자리 잡을 것”이라고 전망했다.

“파리 국제복합소재전시회는 출품 업체 또는
참관객이 매년 두 자릿수 이상 성장하고 있습니다.
그만큼 관심이 뜨거워지고 있다는 증거입니다.
이번에도 150개국에서 약 1300개 업체가 참가했고
방문객은 4만3000명에 달했습니다.”

프레드리크 뮈텔 JEC그룹 사장



IFA 2018 리뷰

시와 스마트 가전을 통한 '미래의 삶'

유럽 최대 가전박람회 'IFA(International Funk Ausstellung) 2018'이 8월 31일부터 9월 5일까지 독일 베를린에서 열렸다. 이번 IFA는 인공지능(AI)을 중심으로 한 스마트홈, 고해상도 8K TV가 중심이 됐다. 더불어 로봇, 홈IoT와 같은 신기술의 미래를 경험할 수 있었고, 모든 생활가전의 프리미엄화가 확인된 자리였다. 다양한 업종의 혁신 기업이 참가해 생태계 구축에 집중했다. AI 플랫폼 아마존 알렉사에 도전장을 내민 구글 어시스턴트의 약진이 두드러졌다. 국내 가전업계 관계자는 "올해 IFA의 키워드는 AI, 스마트홈, 8K TV"라며 "요란하진 않았지만 핵심 키워드가 가야 할 방향을 잘 정리해 보여준 전시회였다"고 분석했다.





LG전자가 IFA 2018에서 다양한 LG 클로이 로봇을 선보였다. 출처 : LG전자



인공지능 입은 생활가전

“가전이 사물인터넷(IoT), AI 만나 스마트 홈을 앞당겼다.”(IFA 주최 측)

IFA 2018에서는 1719개 업체가 27개관에 흠어져 약 25만 명의 관람객을 만났다. 이 가운데 생활가전 관련 업체가 60%로 가장 많았다. IoT와 가정용 서비스 로봇을 포함할 경우 비율은 70%에 달한다.

IFA는 IoT, 스마트홈이 강조된 2015년부터 AI, 로봇 등 가전 주변 기술로 무게를 옮겨가고 있다. 다만 보수적인 유럽 시장을 감안해 가전제품을 중심으로 모바일 기기 분야로 외연이 확장되는 모습이다. IFA 공식 소식지에 생활가전 내용이 주를 이루는 것도 같은 이유에서다.

주도권은 글로벌 가전 제조사가 가져갔다. 그동안 자사 제품으로 축적한 데이터베

이스를 활용해 소비자 맞춤형 솔루션을 선보이면서도 아마존, 구글 등 플랫폼 업체와의 협력관계를 구축해 외연을 확장했다. 삼성전자와 LG전자, 중국 화웨이와 하이얼 등이 돋보였다. 이들은 자체 개발한 스마트 홈, AI 플랫폼과 함께 다양한 협력 모델을 선보여 가능성을 증명했다.

8K TV 생활가전 독무대

여전히 생활가전 신제품은 IFA의 중요한 주제였다. 1월 미국 라스베이거스에서 열리는 국제전자제품박람회(CES)와 비교해 수와 규모는 미미하지만 유럽 시장을 차지하기 위한 업체 간 경쟁이 치열했다. 생활가전 가운데서도 8K(7680×4320) 해상도의 TV 신제품이 전시장의 메인 자리를 점령했다.

IFA 2018 공식 모델과 삼성전자 모델이 8K 해상도와 쿼터넷을 기반으로 한 삼성전자 'QLED 8K' TV를 소개하고 있다. 출처 : 삼성전자





삼성전자가 가장 적극적이었다. 삼성전자는 퀀텀닷 기술에 8K 해상도를 접목한 QLED 8K를 선보였다. QLED 8K는 높은 해상도에서 오는 선명도와 풍부한 색 재현력, 디테일 등에서 기존 TV와 차이를 보인다. 삼성전자는 프레스 콘퍼런스에서 향후 다가올 가장 중요한 TV 트렌드 중 하나로 '초대형 스크린 시대의 도래'를 제시하면서 8K TV의 가능성에 주목했다.

LG전자는 8K 해상도의 올레드 TV로 대응했다. 8K와 올레드가 만나 초프리미엄을 완성했다는 자평이다. 8K 올레드 TV는 3300만 개의 화소를 자유자재로 조절할 수 있어 완벽한 블랙과 뛰어난 명암비가 특징이다. LG전자는 초대형 올레드 TV를 통해 '프리미엄 TV=LG 올레드 TV'라는 이미지를 강조했다.

중화권 기업의 8K TV 합류도 눈에 띄었다. 창흥, TCL, 하이얼, 샤프(대만 포스폰 인수) 등이 다양한 크기의 8K TV를 선보였다. 창

흥은 비교적 작은 55인치, TCL은 65 및 75인치, 하이얼은 75인치 제품을 전시했다. 올해 CES에서 8K TV를 선보인 샤프는 60, 70, 80인치 프로토타입으로 눈길을 사로잡았다. 터키 베스텔도 8K LCD TV를 공개했다.

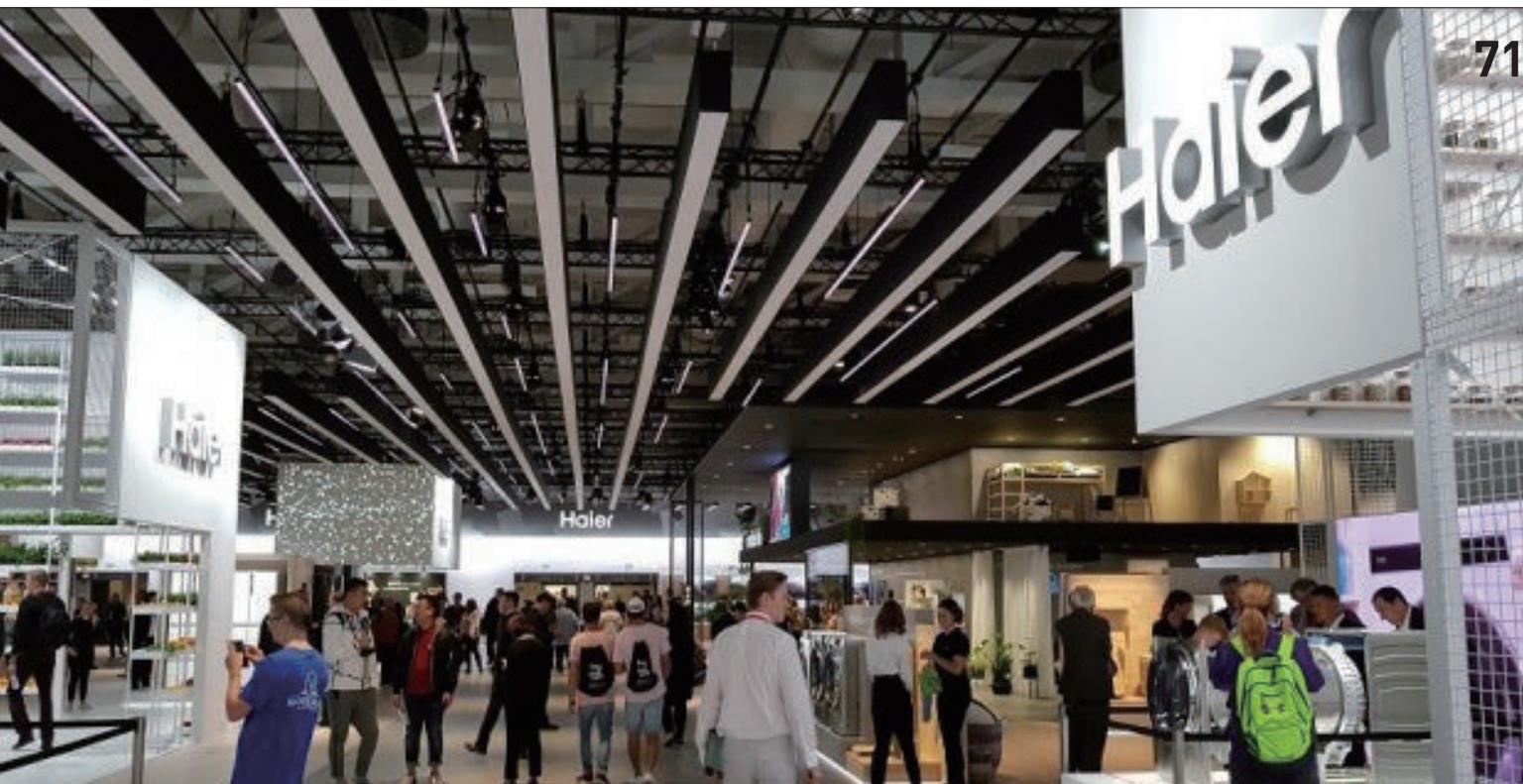
경쟁자로 올라선 중국

국제가전박람회에서 중국 업체의 위상은 날이 갈수록 커지고 있다. 이번 IFA 역시 마찬가지다. IFA 2018에는 665곳이 참가했는데, 전체 참가 업체 중 38%에 해당하는 수치다. 국내 업체가 59곳 참가한 것을 감안할 때 독보적인 수준이다. 중국 업체에 대한 평가는 갈린다. 콘셉트와 기술에서 차이가 없다는 우려와 따라 하기에 바쁘다는 조롱이 함께한다. 소니, 파나소닉 등 일본을 뒤흔던 한국 업체를 보는 듯하다는 목소리도 있다.

대체적으로 소프트웨어가 주를 이루는 첨단 기술에서는 중국 업체의 움직임이 독

31 AGOSTO - 5 SETTEMBRE 2018





보적이다. AI, 5G(5세대 이동통신), 홈IoT, 로봇 등은 국내 업체에 전혀 뒤지지 않는다. 반면 생활가전과 같은 전통적인 제조업에서는 여전히 한 발 늦은 모습이다. 세탁기, 냉장고, TV 등 국내 업체가 휩쓸고 있는 백색가전에서는 더욱 노골적이다. “한국 업체가 유럽 명품가전을 참고하는 것과 별반 다르지 않다”는 하이얼 관계자의 말이 인상에 남는다.

국내 업체는 대체로 조용한 모습으로 남았다. LG전자 CEO가 개막 기조연설에 나서면서 많은 관심을 받았지만 낙수효과는 없었다. 대기업과 중견기업은 물론 스타트업까지 59곳이 크고 작은 부스를 마련했지만 깊은 인상을 남기지 못했다. 아쉬움이 남는 부분이다.

다가올 IFA 2019 키워드는

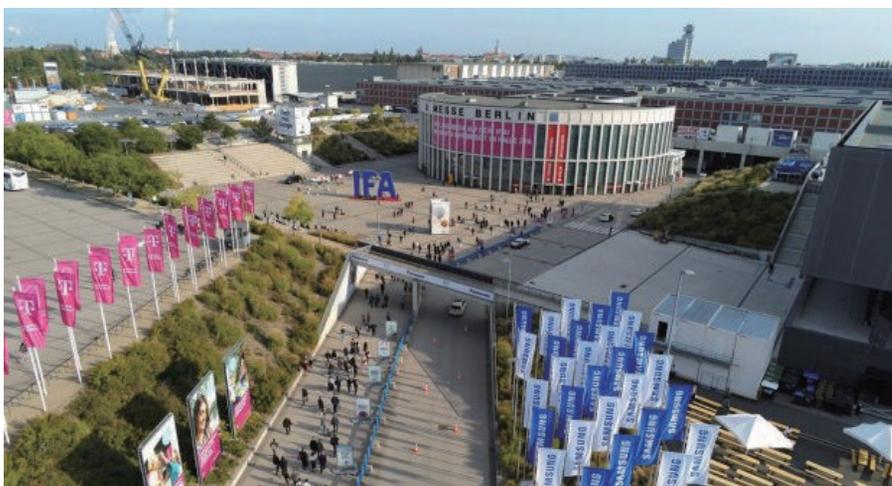
올해를 포함해 IFA의 3년간 화두는 더 똑똑해진 생활가전이였다. 2016년엔 홈IoT

를 중심으로 한 연결성이 강조됐고, 지난해에는 스마트홈이 주제였다. 올해는 AI로, 가전 주변 기술로 무게가 옮겨갔다.

2019년 IFA 역시 올해와 비슷한 주제가 나올 것으로 보인다. 홈IoT, AI 등이 초기 단계에 머무는 만큼 콘텐츠와 플랫폼, 디바이스가 주목받을 수 있다. 4차 산업혁명의 핵심으로 꼽히는 로봇이 전면에 나올 수도 있다. 다만 한정적인 주제 탓에 로봇과 연계된 생활가전이 다뤄질 가능성도 높다.

올해 CES의 주제가 스마트 시티였던 점을 감안할 때 내년 IFA도 도시 개념을 받아들일 수 있다. 이렇게 되면 클라우드와 빅데이터 같은 플랫폼이 강조될 가능성도 높다. 하지만 보수적이고 개인성이 강한 유럽 시장을 생각할 때 스마트 시티는 아직 이르다는 평가도 있다. 국내 전자업계 관계자는 “사실상 지난해, 올해와 별 차이가 없을 것으로 생각된다”며 “5G와 같은 통신 기술, 클라우드와 같은 플랫폼이 강조될 가능성도 있다”고 말했다.

하늘에서 본 IFA 2018. 삼성과 LG전자의 옥외 광고 경쟁이 치열하다.



버려지는 열로 전기를! 그래핀 열전소자를 연구한 국민대 이현정 교수

흔히 발전(發電)이라고 하면 모두가 화력발전소나 원자력발전소, 또는 풍력이나 수력발전소 같은 거대한 시설물을 떠올린다. 그러나 인간의 체온, 난로의 열 등 작은 폐열로도 발전이 가능하다면? 그런 미래를 열어가고 있는 연구자 중 한 사람인 이현정 교수를 만나보았다.

이경원 [과학칼럼니스트]



이공계 연구자 중 여성이 드물다는 것은 상식에 속한다. 그래도 화학과의 경우 학부 과정에는 여학생이 많다고 한다. 화학자는 이과 여학생의 로망이기 때문이다. 그러나 막상

01

이현정 교수

들어가 보면 체력적으로 많이 힘들다. 연구를 계속하려 해도 결혼과 육아라는 또 다른 장벽에 부딪혀 그만두는 여성 연구자가 많다.

그러나 이현정 교수는 달랐다. 이 교수는 화학과 재료공학이야말로 모든 것의 기본임을 알고 있었다. 인류의 역사 시대도 석기, 청동기, 철기 등 인간이 사용하는 도구의 재료를 그 이름으로 쓰고 있을 정도다. 후세대에 21세기는 플라스틱기로 기록될지도 모른다. 이 교수는 더욱 뛰어난 기능을 가진 재료를 연구개발(R&D)해 인간의 생활수준 향상에 기여하기로 마음먹었다. 그리하여 이 교수는 포항공대에서 학사·석사·박사 과정을 마친 후 미국 일리노이주립대 재료공학과와 MIT 재료공학과에서 박사 후 연구자 과정을 밟고, 한국과학기술연구원(KIST)에서 선임 및 책임연구원을 지낸 뒤 2010년부터 국민대 신소재공학부 교수로 근무하고 있다.

웨어러블 기기를 위한 전원 필요

이 교수는 최근 박현우 박사와 함

께 산화 그래핀의 환원 및 도핑 정도를 조절해 그래핀의 에너지 준위를 조절할 수 있는 기초현상을 규명했다. 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업(모듈형 스마트 패션 플랫폼 선도연구센터, 중견연구자사업)의 지원으로 수행된 이 연구의 동기는 좀 특이했다.

문명의 스마트화가 급속히 진행됨에 따라 현대인의 전자기기 이용 및 휴대 빈도는 갈수록 높아지고 있다. 그러한 상황에서는 전자기기를 여러 개 가지고 다니는 것보다는 기능을 통합한 하나만 가지고 다니는 쪽이 더욱 편리하다. 스마트폰도 그래서 개발된 것이다. 여기서 더 나아가면 별도의 기기를 가지고 다니는 것보다는 아예 옷 자체를 전자기기화, 즉 웨어러블 기기화해버리는 쪽이 더욱 편리하다.

그런데 모든 전자기기는 작동하려면 전력이 필요하다. 전력을 공급해 줄 전원이 있어야 하는 것이다. 현재까지 나온 모든 웨어러블 기기는 리튬 배터리나 그 비슷한 배터리를 통해 전원을 공급받고 있다. 문제는 이

배터리를 줄인다고 줄였지만 결코 그 크기가 만만치 않다. 게다가 배터리 부피를 줄이는 기술은 거의 한계점까지 왔다. 그러다 보니 비교적 작은 충격이나 열만 가해져도 내부의 화학물질이 불필요하게 섞여 화재 또는 폭발 등의 사고로 이어지기 십상이다.

안전 문제가 없다고 해도 여전히 충전이 문제다. 이동 중 충전이 불가능한 기기는 진정한 모바일이 아니다. 충전 시에는 어딘가에 고정돼 있어야 하기 때문이다. 반면 사용자가 제품을 사용하면서 상시로, 심지어는 움직이면서도 충전이 가능하면 기기의 기동성을 크게 늘릴 수 있고, 문제 많은 리튬 배터리에 대한 의존도도 줄일 수 있다.

그렇다면 이동 중 충전은 어떤 기술로 가능한가? 빛을 전기로 만드는 태양전지, 인간이 걷거나 움직일 때 생기는 압력을 전기로 만드는 압전소자, 인간의 체온 등 열을 전기로 만드는 열전소자로 가능하다. 이 교수는 이 중 바로 열전소자의 재료로 사용하기 위해 그래핀의 가능성을 연구한 것이다.

그러면 열전소자는 어떤 원리로 전력을 생산하는가? 열전소자의 단위소자는 P형과 N형의 반도체를 접합한 구조로 돼 있다. 이 소자의 한 쪽 면을 저온으로, 다른 면을 고온으로 유지하면 물질 내 전하운반자가 고온부에서 저온부로 이동하면서 전류가 발생한다. 이때 N형 반도체에서는 전자가, P형 반도체에서는

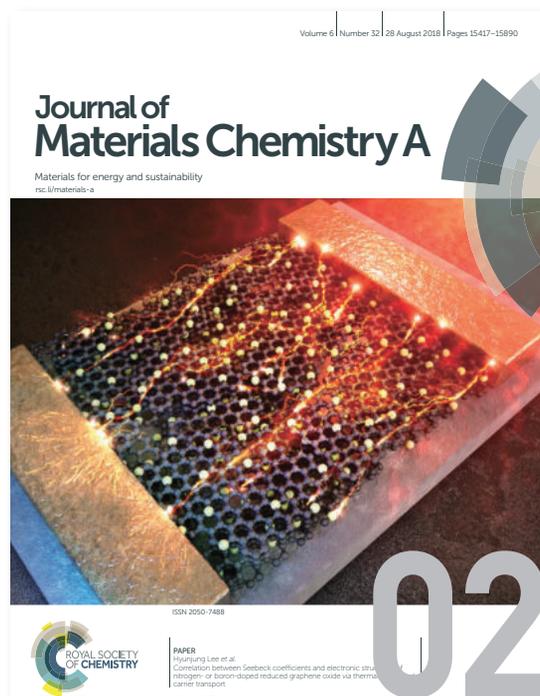
홀이 전하운반자 역할을 한다. 이러한 단위소자를 많이 연결하면 그만큼 많은 전력을 생산할 수 있게 되는 것이다. 그 반대의 과정으로 진행된다면 전위 차로부터 온도 차를 발생시킬 수도 있다. 여기서 과거에는 주로 반도체나 금속으로 제작되던 P형과 N형 반도체의 재료로 신소재 그래핀이 쓰일 수 있는 것이다.

그래핀 열전소자의 가능성 연구

그래핀은 흑연을 기반으로 한 나노 소재다. 흑연은 판상 구조로 돼 있다. 연필로 종이에 글자를 쓸 수 있는 이유도, 연필심의 소재인 흑연을 이루는 판이 벗겨지면서 종이에 들러붙기 때문이다. 그 한 층의 판이 바로 그래핀이다.

그래핀은 전기적·물리적 특성이 뛰어나다. 두께가 0.2nm(나노미터)로 얇아서 투명성이 높고, 상온에서 구리보다 100배 많은 전류를, 실리콘보다 100배 빨리 전달할 수 있다. 열전도성은 다이아몬드의 2배 이상, 기계적 강도도 강철보다 200배 이상 강하지만 신축성이 좋아 늘리거나 접어도 전기전도성을 잃지 않는다. 이 때문에 기존에는 그래핀을 말아서 탄소나노튜브로 만들어 가볍지만 강성이 필요한 탄소복합재로 사용했다. 또한 터치패널, 디스플레이, 태양전지 등에 필요한 투명 전극으로도 만들 수 있다.

이 교수가 그래핀을 선택한 이유도 바로 이러한 특성 때문이었다. 지금까지의 열전소자는 상당한 고온



02

이현정 교수는 최근 그래핀의 열전소자 이용 가능성을 연구했다.

에서 사용돼 왔다. 그러나 웨어러블 기기에 들어갈 열전소자는 수십도의 온도 차에 의해서도 전기를 만들 수 있어야 한다. 또한 인간이 직접 착용해야 하므로 가볍고 유연해야 한다. 그러면서도 충분한 강도와 내구성이 있어야 한다. 그렇기 때문에 유기재료인 나노카본 소재 그래핀이 적합한 후보 물질로 떠올랐다.

그러나 그래핀은 이러한 장점에도 제로 밴드갭(Zero Band-gap)과 전자, 정공과 같은 특정 캐리어를 조절하기 어려워 응용에 한계가 있었다. 재료의 가전자대 에너지 준위와 전도대 가장 아랫부분의 에너지 준위 차를 밴드갭이라 하며, 제로 밴드갭은 이런 에너지 준위 차가 제로(0)인 경우를 의미한다. 이 같은 한계를 극복하기 위해서는 그래핀의 모폴로지를 제어하거나, 특정 캐리어를



조절하는 방법이 필수적이다.

이를 바탕으로 그래핀의 에너지 구조를 제어할 수 있는 기술이 필요하며, 그래핀을 적절한 분야에 응용하기 위해 그래핀의 기초적인 에너지 구조를 이해하는 연구가 필요했다.

이에 연구팀은 산화 그래핀의 환원 정도를 조절하거나 산화 그래핀 격자 내의 탄소를 붕소 및 질소 등으로 치환해 육각형 분자구조를 변형하게 하는 방식으로 다양한 에너지 준위를 가진 소자를 제작, 환원된 산화 그래핀의 에너지 준위를 조절할 수 있는 기초 현상을 규명했다. 이러한 과정으로 환원된 산화 그래핀은 각각 다른 에너지를 갖고 있어 전자 재료 또는 에너지 재료에 응용할 수 있는 기초적인 중요한 정보를 제공한다. 특히 체온 등을 이용해 자가발전이 가능한 웨어러블 기기용 열전 발전소자를 개발하는 데 크게 기여할 수 있는 것이다.

탄소 기반의 전자 또는 에너지 재

03

체온 등의 폐열을 이용한 발전이 가능하다면 모바일 기기와 웨어러블 기기의 기동성은 더욱 향상될 것이다.

04

폐열 이용 열전소자 발전은 웨어러블 기기나 스마트 의복에도 유용하게 쓰일 수 있다.

료를 이용하기 위해 요구되는 에너지 준위나 전기적 특성이 다른데 이번 연구가 이에 대한 단초를 제공할 수 있을 것이며, 환원된 산화 그래핀의 상대적인 에너지 준위를 구분함으로써 향후 열전에너지 소재 개발에 기여할 수 있는 계기를 제시했다는 것이 이 교수의 설명이다. 이번 연구 성과는 영국왕립화학회 '재

료화학A저널(JMCA)' 8월 28일자 속표지 논문과 미국화학회 'ACS 서스테이너블 케미스트리 앤드 엔지니어링' 6월 4일자 논문에 각각 실렸다.

물론 이것으로 그래핀을 이용한 열전소자 관련 연구가 완료된 것은 아니다. 그래핀 열전소자의 실용화를 위해서는 앞으로도 할 일이 엄청나게 많다. 타당한 모듈 디자인과 소재를 선정해야 하고, 그래핀으로 만든 P형 및 N형 반도체의 적합한 배열 방식을 연구해야 한다. 그렇게 만든 그래핀 열전소자로 시계, 센서 등 스마트 패션용 자가발전 웨어러블 기기를 만드는 것까지가 현재 정해놓은 앞으로의 과제다. 물론 그래핀 열전소자를 웨어러블 기기뿐 아니라 집 안, 공장과 사무실 등 폐열이 있는 곳 어디에나 배치해 전력을 얻는 것이 궁극적인 목표다. 이에 따라



에너지의 패러다임도 오늘날의 중앙집중형에서 향후 분산형 자가발전 형태로 바뀔 것이다. 필요한 만큼 자가생산해 소비하는 방식으로 바뀐다면 그만큼 낭비를 줄이고, 친환경적이며 지속가능한 에너지 운용이 가능하게 된다.

그렇다고 (그래핀) 열전소자가 만능은 아니다. 일단 열전소자라는 기기 자체가 기존의 화력이나 원자력보다 발전 효율이 떨어지는 데다 그래핀도 유기소재여서 전자 밀도가 높지 않기 때문이다.

통섭과 융합을 향해

그 외에도 이 교수가 연구하는 과제는 여러 가지다. 특히 국방 관련 프로젝트가 돋보인다. 과거 MIT 재직 시에는 군용 나노 기술 프로젝트인 '솔저 프로젝트'에 참여했다. 현재는 우리 국방부 과제로 열광전지를 연구하고 있다. 열광전지는 연소기에서 나오는 복사에너지를 전기 에너지로 바꾸는 기기다. 전력 인프라인가 취약한 야지에서 운용되는 군장비를 유사시에 충전하려면 평상시 민간용 모바일 기기보다도 힘들어질 수 있기 때문에 이러한 분야의 연구는 매우 중요하다.

또 다른 국방부 과제로 지뢰 원격 탐지용 화학센서를 연구하기도 했다. 지뢰는 한 번 매설되면 수십 년 동안이나 기능을 발휘할 수 있기 때문에 반드시 제거해야 한다. 지뢰 용기의 미세한 틈으로 폭약의 화학 증거가 나온다고 한다. 이 화학 증거에



만 반응하는 형광입자를 지뢰원으로 의심되는 곳에 살포한 후 레이저를 조사하면, 지뢰 매설 위치의 형광입자가 빛을 내며 지뢰의 존재를 알려준다.

그래핀 연구에서도 알 수 있듯이 이 교수의 연구는 통섭을 지향하고 있다. 연구자 개인의 학문 분야에만 국한되는 것이 아니라, 다른 학문 분야와 통합되고 융합된 최종 생산물을 얻으려 하는 것이다. CRC(융합연구센터)로 선정돼 3년째 연구하고 있으며 국민대 조형대학 의상디자인학과와 협업해 의복과 전자기기, 에너지의 융합을 모색하고 있다.

이 교수 스스로도 이학과 공학을 모두 배웠다. 이학은 분자나 원자같이 작고 이론적인 것을 다루지만 공학은 큰 것을 다룬다. 그리고 효율과

05

이현정 교수의 연구 중에는 지뢰 탐지 등의 국방 분야도 있다.

경제성도 엄청나게 따진다. 그러한 분위기에 적응이 안 되는 때도 많았다고 한다. 하지만 이미 한 가지만 잘해서는 안 될 만큼 세상은 복잡해졌다. 앞으로는 각 학문 간의 통섭을 잘 이뤄낸 연구자가 성공할 것 같다고 밝혔다.

인터뷰 말미에 이 교수는 연구를 도와준 학생들의 이름을 꼭 실어달라고 부탁했다. 다른 연구중심 대학이나 대형 연구기관에 비해 부족한 연구환경에서 본인의 엄격한 지도 방식에도 불구하고 연구에 항상 큰 힘이 되어 준 박현우 박사, 김수현 학생, 천교 학생, 백종찬 학생, 김현지 학생에게 이 교수는 감사인사를 전했다. 많은 것을 배워서 인생에도움이 되는 시간이 되기를 바란다는 덕담도 빼놓지 않았다.

‘해리 포터’의 투명 망토, 첨단 과학이 실현한다!

수렵과 채집으로 호구지책을 시작한 인간. 당연히 피식자의 눈에도, 포식자의 눈에도 띄지 않고 움직이고 싶었을 것이다. 그러한 욕망과 필요는 더 이상 수렵과 채집을 하지 않게 된 21세기까지도 엄존하고 있다.

이동훈 [과학칼럼니스트]



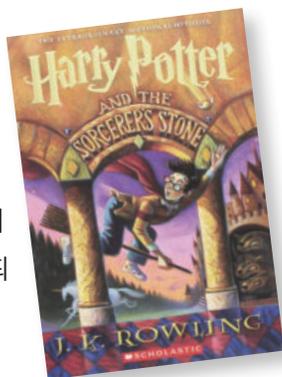
영화 속 투명 망토를 입은 해리 포터

조앤 롤링의 원작 소설에 기반한 ‘해리 포터’ 시리즈는 설명하느니 입만 아플 정도로 유명한 문화 상품이다. 이런 판타지물에 별로 관심 없는 필자도 가족의 손에 이끌려 ‘해리 포터’ 시리즈 영화를 한두 편 본 적 있다.

앞서도 말했듯이 ‘해리 포터’ 시리즈는 마법과 마법사가 주된 소재로 등장하는 판타지물이다. 그런 작품에 과연 과학기술적으로 흥미할 부분이 있는가? 있으니 까이렇게 쓰고 있지 않겠는가?

그 부분은 다름 아닌 해리 포터가 아버지에게서 물려받은 투명 망토다. 착용한 사람의 모습을 숨겨 주는 투명 망토. 물론 투명해져서 상대방의 눈에 띄고 싶지 않다는 욕구는 인간에게 늘 존재해 왔다. 인간이 처음 지구에 발을 내디뎠을 때는 수렵 및 채집으로 식량을 충당했다. 피식자의 눈에 띄

HARRY
POTTER



‘해리 포터’ 원작 소설 표지

지 않아야 수렵 성공 확률이 높을 것이다. 또한 문명이 없었으므로 자연 속의 최상위 포식자와 싸워 이길 수 없었다. 이때도 당연히 포식자의 눈에 안 띄는 게 제일이다. 현대의 창작물인 해리 포터의 투명 망토는 물론 “투명 인간이 되면 여탕에 가 볼 거야”라면서 키득거리는 오늘날의 남자 초등학생에게까지도 그 시절의 욕구가 면면히 남아 있는 셈이다.

그런 점은 선사시대에서부터 해리 포터 사이에도 사람을 투명하게 해 주는 신비의 장비에 대한 이야기가 엄청나게 많았다는 데서도 증거가 된다. 세계 각지의 전설과 동화에 그런 물건이 나온다. 웨일스 신화, 아더왕 전설, 마비노기 전설 등에 투명 망토 내지는 그 비슷한 물건이 나온다. 옆나라 일본의 모모타로 전설에도 카쿠레미노(隠れ蓑)라는 투명 망토가 나올 정도다.

그리고 고도로 발전한 21세기의 과학기술은 이러한 투명 망토를 어느 정도까지는 현실화하기에 이르렀다.

에너지파를 왜곡시키는 메타 물질

투명 망토가 존재한다면 의외로 현실에서도 상당히 쓸모가 많을 것이다. 군대나 수렵에서의 위장용은 물론 시야를 방해하지 않는 증강현실(AR) 장비를 만들 때도 쓸 수 있다. 그 외에도 용도는 생각하기 나름이다. 우리의 생활 속에 투명해서 편한 것이 얼마나 많은가. 있기는 해야 하지만 그 모습이 보여서는 안 되는 것은 또 얼마나 많은가. 이런 것을 기존의 소재보다 훨씬 내구성 우수하고 유연하며, 속에 든

것이 보이지 않게 해주는 신소재로 만들 수 있다면 엄청난 수요를 불러올 수 있다. 따라서 투명 망토를 만들기 위해 다양한 방법이 연구되고 있다. 그 중에서도 신소재인 메타 물질을 이용한 방법은 특히 주목해볼 만하다.

메타 물질은 빛의 파장보다 구조 크기가 작은 인공적 물질로 빛 및 전자파에 대해 음(-)의 굴절률을 지닌다. 양(+)의 굴절률을 지닌 일반 자연 물질과는 다르다. 구조 크기가 빛의 파장보다 훨씬 작으면 빛은 해당 구조를 하나로 인식해 버리기 때문에 물질의 굴절률이 음으로 바뀐다. 그리고 이를 이용해 주위 광파의 흐름을 바꾸면 시각 관측으로부터 효과적으로 숨을 수 있다.

2006년 듀크대의 데이비드 스미스 교수는 영국의 이론물리학자 존 펜드리 박사의 메타 물질 이론에 기반, 극초단파(Microwave)의 흐름을 바꿀 수 있는 메타 물질을 만들었다. 스미스 교수가 만든 메타 물질 속에는 전자극 초단파 왜곡 장치가 들어 있었다. 이 장치가 작동되면 특정 주파수의 극초단파를 왜곡시켜 소재 주변을 '돌아가게' 할 수 있다.

스미스 교수의 메타 소재가 작동하는 모습을 쉽게 설명해보자. 사람에게 물총을 쏘면 물에 젖을 뿐 물총의 물줄기가 사람을 뚫고 뒤로 나오는 일은 없다. 그러나 스미스 교수의 메타 소재로 된 옷을 입으면 물줄기는 사람의 몸에 닿은 다음 옷을 타고 사람의 몸을 반바퀴 돌아서 그 반대편으로 나오게 된다. 이 실험을 통해 메타 소재가 극초단파와 같은 에너지파를 굴절시켜 투과할 수 있다는 사실이 입증됐다.

이후 2007년 메릴랜드대의 이고르 스몰라니노프 교수팀은 빛을 돌아가게 하는 메타 물질을 만들어냈다. 이 메타 물질은 폭이 불과 10 μ m에 불과하지만 빛을 돌아가게 해 가려진 물체를 완벽히 투명화했다. UC버클리 연구팀도 메타 물질을 이용한 투명화 실험에 성공했다. 연구팀은 메타 물질을 통해 폭 0.00061mm, 높이 0.0003mm의 아주 작은 물체를 숨기는데 성공했다. 이는 적혈구 크기와 비슷하고, 머리



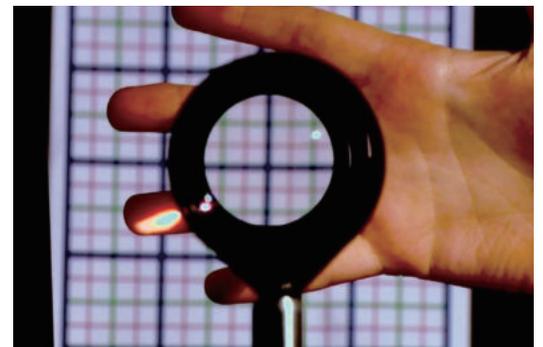
카락 두께의 100분의1 수준이다.

UC버클리 연구팀의 메타 물질은 이산화규소(SiO₂) 표면에 질화규소(SiN)를 입힌 구조로, 표면에는 7000개의 미세한 구멍이 일정한 패턴으로 뚫려 있다. 이 구멍 속에는 질화규소가 채워져 물체에 반사되는 빛의 각도를 굴절시키고 구멍 내부에서 이동하는 빛의 속도를 변화시켜 망토 뒤 물체를 보이지 않게 한다. 이는 어떤 각도에서도 대상 물체를 숨기는 데 처음으로 성공한 실험으로 기록된다.

그러나 투명 망토는 곤란할지도

이렇게 에너지파를 왜곡하는 메타 물질은 의외로 실생활에 본격적으로 사용되고 있다. 기존의 제품보다 더욱 작고 가벼운 위성 안테나, 레이더 센서, 레이저 투과가 필요한 기기 등의 제품에 쓰이고 있는 것이다. 아직은 단가가 많이 비싸지만 장차 기술 발전에 따라 더욱 작아지고 저렴해져 소비자용 전자제품에도 활용될 수 있을 것이라고 전문가들은 보고 있다.

다만 '해리 포터' 팬분들께는 유감스럽게도, 영화 속 투명 망토처럼 사람이 입고 다니는 제품은 보기 어려울지도 모른다. 광파의 흐름을 그 정도로 왜곡시키려면 메타 물질을 상당히 두껍게 만들어야 한다. 그만큼 두꺼워지면 무게도 너무 무거워져 사람이 입지 못하게 된다. 만약 광파를 왜곡시키는 메타 물질을 사용한 위장용 투명 망토가 나온다면, 사람보다는 건물이나 차량처럼 무거운 무게를 버틸 수 있는 대상을 위한 제품이 먼저 나올 확률이 높다.



빛의 흐름을 왜곡시켜 통과시키는 메타 물질. 이미 여러 산업 분야에서 쓰이고 있지만 옷의 형태로는 보기 어려울지도 모른다.

R&D 관련 구인 및 구직

연구개발(R&D) 관련 직종의 구인 및 구직을 소개합니다.
R&D 관련 직종(연구직, 기획, 관리, 홍보 등)의 구인 및 구직
관련 자료(구인공고, 자기소개서)를 이메일로 보내주세요.

보낼 곳 eco_news@naver.com
문의 042-712-9421,
'이달의 신기술' 담당
김은아 기자



(주)뉴트리바이오텍(nutri biotech.co.kr)

신제품개발팀 사원 모집

- **담당업무**: 시장 론칭 제품 개발, 제제연구(캡슐제·정제·액제), 해외법인 연구 지원(미국 및 호주 법인), 신제품 발굴 및 연구(기존 제형 업그레이드 및 새로운 제형 발굴)
- **응모자격 및 우대사항**: 학력무관, 식품 관련(식품공학, 식품영양 등) 화학, 생물공학, 생명공학, 제약공학 등, 영어 가능자(필수), 직무 관련 자격증 소지자
- **근무형태**: 정규직(수습 3개월)
- **근무처**: 경기도 이천시(기숙사 제공, 통근버스 운영, 사내식당 운영)
- **모집기간**: 10월 5일까지
- **문의전화**: 031-636-6446



바이로메드(viomed.co.kr)

150명 규모 바이오벤처기업 전략총괄실 신입 채용

- **담당업무**: 재무제표 작성, 미국 자회사와 본사 간 의사소통, 총괄실장 보조 업무, 기타 총괄실 보조 업무
- **응모자격 및 우대사항**: 학력 무관, 영어 능통자(원어민 수준), AICPA(미국 공인회계사), 팀워크 및 능동성, 멀티태스킹 중시
- **근무형태**: 정규직(수습 6개월), 병역특례(산업기능 요원)
- **근무지**: 서울 관악구
- **모집기간**: 상시 모집(채용 시 마감)
- **문의전화**: 02-2102-7200



주식회사 데이터스트림즈(datastreams.co.kr)

정부 R&D 연구과제(국책과제) 기획 및 운영 담당자 채용

- **담당업무**: R&D 과제 기획 및 운영, 개발팀과 협업해 사업계획서 및 보고서 작성, 발표 자료 작성, 과제 진행률 관리, 사업 관련 행정 업무
- **응모자격 및 우대사항**: 관련 업무 경력 2년 이상(5년 이상 우대), SW 개발 프로세스 이해도, 컴퓨터공학 관련 전공 석·박사 학위 보유자, SW 개발 경험자
- **근무형태**: 정규직
- **근무처**: 성남시 분당구
- **모집기간**: 10월 11일까지
- **문의전화**: 02-3473-9084



엘에스웨어(주)(lsware.co.kr)

소프트웨어 R&D 수석연구원 모집

- **담당업무**: 정부 R&D 과제 참여(블록체인, 보안, 저작권 보호, 콘텐츠, 에너지, 드론, 의료 등 ICT 융합 분야), 사내 R&D파트 근무
- **응모자격 및 우대사항**: 컴퓨터공학·정보통신 등 IT 관련 학과 석사 이상 소지자(졸업 예정자 포함), 정부 R&D 과제 연구책임 경험자, R&D 과제 5년 이상 참여 경력자, 문제 해결에 열정과 관심이 있고 즐기는 사람, IT에 대한 충분한 이해가 가능한 자
- **근무형태**: 정규직
- **근무처**: 서울시 금천구
- **모집기간**: 10월 28일까지
- **문의전화**: 02-6919-0321

QUIZ

기존 금속 대비 약 50% 이상의
경량화 효율, 40% 이상의
연료 효율을 나타내는 복합 소재로,
앞으로 자동차 경량화 요구가
점차 강화되면 금속재료로서의
경량화 한계를 극복할 수 있는
소재로 부상하고 있는
이것은 무엇일까요?

60호 정답 및 당첨자

스마트 선박

이창우, 정태복



USB 플라스틱
미니 선풍기

※ 독자선물은 교환, 환불이 불가능합니다.
※ 주소 불명 등으로 반송 시 재발송하지 않습니다.

Q&A

청년인력 고용연계 기술료 감면제도

청년인력 고용연계 기술료 감면제도를 활용하는 방법에 대해 알고 싶습니다.



지난 호를 통해 청년 고용 시 기술료를 감면받는 경우에 대해 살펴본 바 있습니다.

이번 호에서는 청년 고용 기술료 감면제도 신청 방법 및 기술료 감면 프로세스에 대해 알려드리겠습니다.

Q 청년인력 고용연계 기술료 감면제도의 신청대상 및 자격은 어떻게 되나요?

신청대상은 산업통상자원부 R&D 과제 종료 후 정부납부기술료 납부대상인 중소·중견기업입니다. 기술 개발 결과의 사업화를 위해 정부납부기술료 확정 결과 통보일 전 6개월 이내 청년인력(만 15~34세)을 신규 채용하는 경우에 신청이 가능합니다.



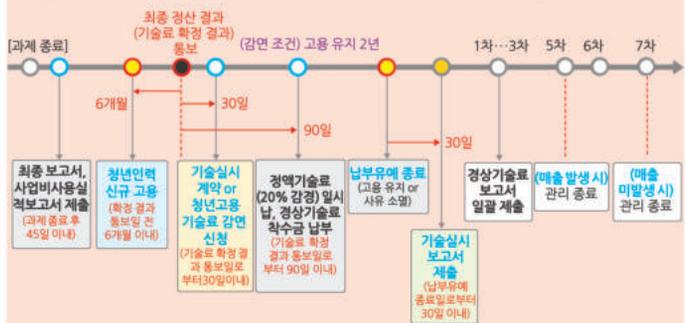
단, 기술료 통합요령 개정고시일(2018.4.30) 이후 정부납부기술료 확정 결과를 통보받은 과제부터 적용하며, 고시일로부터 2022년까지 한시적으로 시행하는 제도입니다.

Q 청년인력 고용연계 기술료 감면제도를 신청하는 방법에 대해 알려주세요.



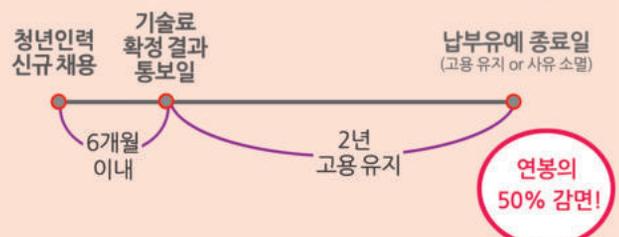
기술료 납부안내 통보일로부터 30일 이내에 ITECH+를 통해 '청년고용 기술료 감면 신청서' 및 증빙서류를 제출하면 됩니다. 조금 더 부연하자면, 정액기술료와 경상기술료 방식 중 하나를 선택하고, ② 청년인력 신규 채용 현황 및 관련 증빙자료를 제출하면 됩니다.

Q 청년인력 고용연계 기술료 감면제도를 통해 기술료를 감면받는 프로세스는 어떻게 되나요?



Q 기술료 감면기준에 대해 알고 싶습니다.

청년인력 신규 채용 후 정부납부기술료 확정 결과 통보일(기술료 납부 안내)로부터 2년간 고용 유지 시 지급된 채용인력의 2년간 연봉의 50%를 정부납부기술료에서 감면합니다.



단, 신청서에 등록된 청년인력은 변경이나 대체가 불가능합니다. 더불어 인건비 감면 후 남은 잔액이 최종 정부납부기술료로 산정되며, 납부유예 종료일 기준으로 기술료 감경률을 적용합니다.

납부유예기간 종료일(또는 사유 소멸일)로부터 30일 이내에 ITECH+ 사이트를 통해 기술실시보고서를 제출하면 됩니다. 통보일로부터 2년간 고용을 유지했을 경우, 정부납부기술료에서 해당 인력 연봉의 50%를 감면하고 실시계약 체결 및 잔여기술료를 납부하는 방식입니다.

하지만 해당 인력 퇴사 등으로 인해 사유가 소멸되었을 경우, 30일 이내에 전담기관에 통보하고 기술실시계약을 체결해야 합니다. 기술료 납부 기준일은 해당 청년인력의 고용이 종료한 날로부터 산정합니다.

5대 신산업 이끌 첨단센서 2025포럼 개최

최근 미래 자동차, IoT 가전, 바이오헬스, 반도체·디스플레이, 에너지 신산업 등의 분야에서 다양한 첨단센서를 활용하고 있어 첨단센서 시장이 가파른 성장세를 보이고 있다. 이러한 상황에서 한국산업기술평가관리원(이하 KEIT)은 5대 신산업의 첨병인 센서산업의 현황과 기술 개발 동향을 공유하기 위해 9월 11일 서울 양재 엘타워에서 '제4회 첨단센서 2025포럼'을 개최했다. 박영삼 산업통상자원부 전자부품과장, 소순중 KEIT 시스템산업 기획평가단장, 전국진 서울대 전기·정보공학부 교수 등 국내 센서업계 산학연 관계자 250여 명이 참가한 이번 포럼에서는 삼성전자 이재석 상무의 기조연설을 시작으로 4개 분과(스마트 기기, 헬스케어, 자동차, 스마트 공장)에 대한 기술교류회를 통해 산학연별 기술 개발 현황을 공유하고, '센서산업 고도화 전문 기술 개발사업'에서 추진 중인 28개 R&D 과제 성과를 소개했다. 소순중 단장은 "센서가 4차 산업혁명 관련 산업 전반에 적용되는 요소 기술인 만큼 적극 지원하겠다"고 밝히며 센서 관련 연구자에 대한 지속적인 관심과 조언을 부탁했다. 이날 포럼에서는 '전자부품 융합 얼라이언스 : 에너지 신산업분과' 출범식과 업계 간담회도 함께 진행됐다. 에너지신산업분과에는 민간기업뿐만 아니라 한국전력공사와 한국가스공사가 참여해 국가 에너지산업의 미래 R&D 방향에 대한 안내와 정보 공유가 이루어져 참여 기업의 좋은 반응을 얻었다. 이 자리에서 박영삼 과장은 "신시장 창출을 위해 전자부품업계와 에너지업계의 협업이 큰 역할을 할 것으로 기대한다"며 "융합 얼라이언스를 통해 성공 사례를 마련할 수 있도록 업계의 적극적인 참여를 부탁하며, 정부도 지속적으로 관심을 갖고 정책적으로 지원하겠다"고 덧붙였다.

문의처 한국산업기술평가관리원 전자전기팀(053-718-8440)

한일 비즈니스 교류 및 산업협력의 장 마련

산업통상자원부(이하 산업부)가 주최하고 한일산업기술협력재단, 일한산업기술협력재단이 공동으로 주관하는 '한일산업기술페어 2018'이 9월 19일 경기 고양 킨텍스 제2전시장에서 개최됐다. 한일산업기술페어는 양국 간의 비즈니스 교류 확대 및 협력 네트워크 구축을 위해 2008년부터 매년 개최되는 행사로, 200명 이상의 한일 양국 기업인이 참여하는 대표적인 행사다. 이번 행사에는 김창규 산업통상자원부 신통상질서전략실장, 나가미네 야스마사 주한일본대사, 김윤 한일산업기술협력재단 이사장과 양국 기업인 200여 명이 참석했다. 김창규 실장은 축사를 통해 "올해는 '21세기 새로운 한일 파트너십 공동선언' 20주년으로 지금은 한일 간 제2의 새로운 파트너십이 요구되는 시점"이라며 양국의 강점을 결합한 제3국 공동 진출 확대와 신산업 분야에서의 협력 강화, 양국 간 인적교류 확대가 필요하다고 강조했다. 더불어 이번 행사에서는 한일 산업협력에 기여한 공로를 치하하고 양국 간 산업협력 분위기를 조성하기 위해 산업통상자원부 장관 명의의 '한일산업협력상'이 수여됐다. ERINA, 호쿠리쿠 경제연합회, (주)티티에스, 한일금속공업(주), 우메하라 도시야스 대표(우메하라 도시야스 기술사무소), 우병찬 이사(주)아프론테크 등이 수상했으며, '한일산업협력상'에 ERINA 등 양국 산업협력에 기여도가 큰 일본 기업(인)이 포함돼 그 의미를 더했다.

문의처 산업통상자원부 동북이통상과(044-203-5692)

OCTOBER 2018

VOL.
61

NEW
TECHNOLOGY
OF THE
MONTH

이달의 신기술

정기구독 안내

계좌번호

038-132084-01-016 기업은행

1005-102-350334 우리은행

전화

02-360-4845

온라인 신청

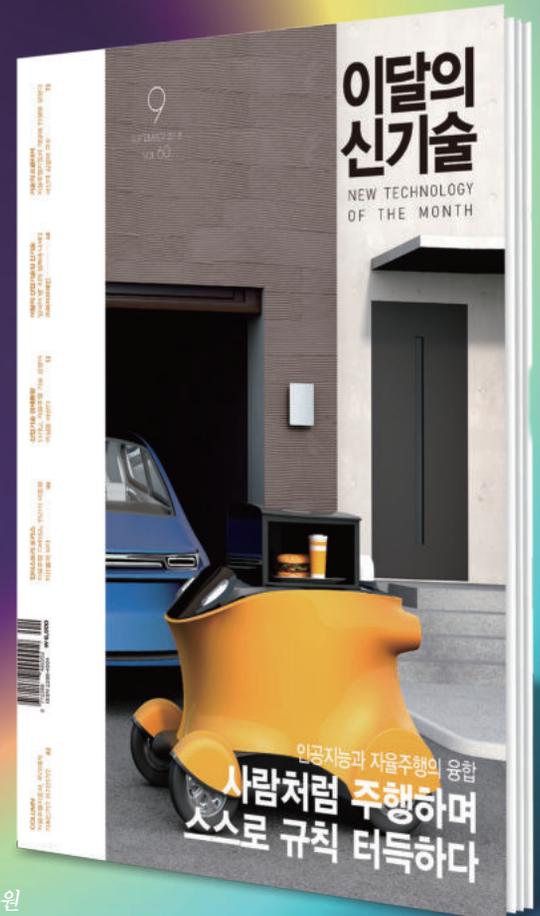
<https://goo.gl/u7bsDQ>

이메일 접수

power96@hankyung.com

구독료

50,000원 (연간)



산업통상자원부 산하 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원
한국에너지기술평가원, 한국공학한림원 등 R&D 대표기관 및
최고 권위인 공학기술자단체가 공동으로 발행하는 <이달의 신기술>



기술강국코리아를 향한 R&D지원 글로벌 리더 *Keit*



R&D 골든타임을 찾다! -기획-

-평가- R&D 가치를 높이다!

-관리- R&D 성과를 창출하다!