

이달의 신기술

MAGAZINE

해외 산업기술
독일의
가공장비산업 경쟁력 및
연구개발(R&D) 전략

기술의 앞자국
귀금속의 산업적 이용,
그 역사와 응용 분야

해외 기업동향
첨단소재 가공시스템,
워터젯(WATERJET)

고효율 및 경량화를 위한 첨단소재 고부가가치 생산시스템

기술과 문화

'007 다이아몬드는 영원히'
레이저포에 보석이?

이달의 산업기술상 신기술
초대형 해상풍력발전엔 맞춘 날개를 달다
한국에너지기술연구원 10

이달의 산업기술상 사업화
골칫거리 석유화학폐수 특수미생물로 잡는다
(주)한독이엔지 16

산업기술 경제동향
경량화 2.0 시대,
소재의 새로운 가치를 요구하다 64

07



9 772288 490002
ISSN 2288-4904

₩6,000

CONTENTS



7월호

첨단소재 고부가가치 생산시스템

2016년 7월호
통권 34호

이달의 신기술

등록일자 2013년 8월 24일

발행일 2016년 6월 30일

발행인 한국산업기술평가관리원 원장 성시헌

발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원, 한국산업기술진흥원, 한국공학한림원

주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32 (신서동) 한국산업기술평가관리원

후원 산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부 김정한 국장, 김홍주 과장, 최정식 서기관, 이종렬 사무관, 허희정 사무관,

박만희 사무관, 서성민 사무관, 정민재 사무관, 이맹섭 주무관, 이안영 주무관

한국산업기술평가관리원 최재홍 본부장, 신성윤 단장, 하석호 팀장, 장동현 수석, 마형렬 책임

한국에너지기술평가원 방대규 본부장, 한국산업기술진흥원 장필호 본부장

한국산업기술미디어재단 정경영 상임이사, 한국공학한림원 남상욱 실장

편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4855)

인쇄 (주)매일피앤아이 (053-716-1215)

구독신청 02-360-4855 / keok2000@hankyung.com

문의 한국산업기술평가관리원 (042-712-9230)

잡지등록 대구, 라07713

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

THEME

COLUMN 02

탄소섬유복합재(CFRP) 가공시스템

징검다리 프로젝트 05

옥산기계(주) 총재로 손실 330 μ m 이하급

양면 사파이어글래스 고생산성 가공시스템 개발

① 이달의 산업기술상 신기술_ 한국에너지기술연구원 08

초대형 해상풍력발전엔 맞춤 날개를 달다

② 이달의 산업기술상 사업화_ (주)한독이엔지

꿀칫거리 석유화학폐수 특수미생물로 잡는다

이달의 새로 나온 기술 21

이달의 사업화 성공 기술 25



PASSION

해외 산업기술 독일의 가공장비산업 경쟁력 및 연구개발(R&D) 전략	30
해외 기업동향 첨단소재 가공시스템, 워터젯(Waterjet)	36
TECH STORY_ 유망기술 첨단소재 가공용 고기능성 공구 개발	42
세계는 지금 3D 프린팅 글로벌 경쟁	44
FUTURE 창조포럼 2016을 통해 미리 만나는 4차 산업혁명	48
기업 성공 스토리 스마트폰 · 자동차용 카메라 모듈 전문기업 (주)엠씨빅스	52
SUCCESS 人 리튬일차전지의 시작과 끝인 기업 (주)비츠로셀	55
이달의 특허 자일라나아제 새로운 용도 창출하다	58
이달의 스타트업 가우디오랩(AUDIO LAB, Inc.) · 클로버추얼패션	60
산업기술 경제동향 경량화 2.0 시대, 소재의 새로운 가치를 요구하다	64
이달의 신제품 '기어 핏' · '기어아이콘X'	70



CULTURE

기술의 발자국 귀금속의 산업적 이용, 그 역사와 응용 분야	72
기술과 문화 '007 다이아몬드는 영원히' 레이저포에 보석이?	76
리쿠르팅	78
Q&A	79
News	80



탄소섬유복합재(CFRP) 가공시스템

향후 탄소섬유복합재 부품 시장 급증에 대비, 국내에서도 탄소섬유복합재 가공시스템을 조기에 개발해 국내 가공시스템 산업뿐만 아니라 부가가치가 높은 탄소섬유복합재 부품산업도 육성하고 국내의 소재, 가공시스템, 제품 간 고부가가치화 산업생태계를 육성하기 위한 기반을 구축해야 할 시점이다.



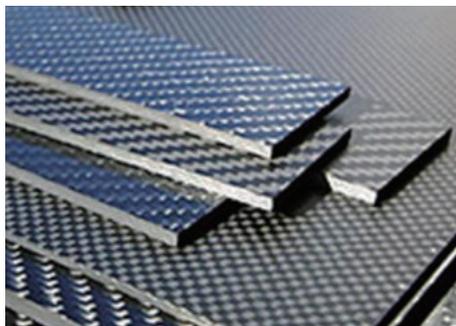
이석우
[한국생산기술연구원 수석연구원]

탄소섬유복합재 제품 증가

항공, 자동차, 에너지 등 미래를 주도할 산업에서의 핵심 키워드 중 하나는 '고효율'이다. 특히 최근 미세 먼지 등 환경에 대한 관심이 높아지면서 에너지 효율 경쟁력이 높은 제품이 눈길을 끌고 있다. 하지만 최근의 이러한 관심 이전에 이미 항공, 자동차 등 수송산업 선진 기업에서는 에너지 효율이 높은 수송기기에 대한 연구가 진행되고 있었다. 고효율 수송기기의 여러 솔루션 중 대표적인 것이 '경량화'다. 기존의 금속과 같은 전통적 소재 대신 고강도 경량 신소재 부품 적용을 확대해 에너지 효율 경쟁력을 높이는 것이다. 이러한 고강도 경량 신소재로 주목받고 있는 것이 탄소섬유복합재(Carbon Fiber Reinforced Plastics : CFRP)이다. 실제로 보잉의 B787은 CFRP, 타이타늄 같은 경량 소재를 사용해 무게를 20%가량 줄였고, BMW는 자사 전기자동차 i3에 CFRP 차체를 적용해 배터리 한계를 보완했으며, 7 시리즈에는 새로운 전자장비가 탑재됐지만 CFRP를 사용해 무게를 130kg이나 줄여 3000cc급 엔진임에도 리터당 14.3~15.2km의 고효율 연비를 달성했다.

탄소섬유복합재 가공 특성

CFRP 부품을 생산하기 위해서는 탄소섬유를 이용해 복합재를 생산하는 성형공정과 성형된 복합재를 정밀한 형상으로 절단하거나 구멍을 뚫는 가공공정이 필요하다. 그중 CFRP 가공공정은 기존의 금속 소재 가공과는 다른 특성을 가지고 있어, 가공공정기술에 대한 개발이 요구된다. 기존 금속 소재는 방향성이 없는 Bulk 소재 특성을 지닌 반면 CFRP는 탄소섬유(Fiber)와 수지로 구성되어 있어 탄소섬유를 적층하거나 성형하는 방법에 따라 물리적 성질이 다양하게 나타난다. 이러한 특징 때문에 CFRP 가공 시 소재의 방향성, 적층구조, 섬유 및 수지 특성 등을 고려해야 한다. 가공 결함 측면에서도 금속 소재 가공 시 나타나는 형상 오차나 버(Burr) 발생과 같은 가공 결함 외에 탄소섬유가 박리되는 Delamination이나 미절삭 섬유 등의 결함이 발생한다. 또한 소재가 탄소섬유와 폴리머로 구성되어 있어, 가공 시 발생하는 가공열에 의해 폴리머 전이온도(약 150도 내외) 이상으로 소재 온도가 올라가면 열에 의한 결함이 생기므로 가공 시 온도에 대한 고려도 필수적이다. CFRP 부품은 기존 소재를



탄소섬유복합재



CFRP 항공기 부품(보잉787 Fuselage)



CFRP 차체(BMW i3)



탄소섬유 복합재

Carbon Fiber Reinforced Plastics (CFRP). 탄소섬유복합재는 고강도의 탄소섬유와 플라스틱 수지(Plastic Resin)로 이루어진 복합 소재로 일반적인 금속 소재에 비해 인장강도는 2배 이상이며 밀도는 4분의 1 이하로 가벼워 대표적인 경량 소재로 사용된다.

사용한 제품에 비해 고가이기 때문에, CFRP 부품 제조 공정에서 가공 결함을 줄이기 위한 공정기술 개발이 큰 이슈이다. 현재 CFRP 부품을 가장 많이 사용하고 있는 수송산업의 경우 품질에 대한 기준이 높아 CFRP 부품을 생산하는 가공시스템도 소재의 특성이 반영된 전용기 형태로 사용되고 있다.

탄소섬유복합재 가공시스템 트렌드 : 복합화

CFRP 가공 공정에서 가장 많이 사용되는 가공장비는 절삭가공장비인 CRD(Cutting, Routing and Drilling) 장비와 워터젯 장비이다. CRD 장비는 공구(Tool)를 이용해 물리적인 접촉으로 절삭가공하는 장비로 가공 정밀도가 높다는 장점이 있지만, 공구 마모가 커 생산 비용이 증가하고 가공열 때문에 가공 속도도 한계가 있는 단점을 가지고 있다. 워터젯 장비는 고압의 워터젯을 이용해 절단하는 장비로 빠른 속도로 절단이 가능하지만, 정밀도가 낮으며 가공 조건을 찾기 어려운 단점을 가지고 있다. 이러한 두 장비의 장단점을 보완하기 위해 워터젯 선진기업인 미국 Flow에서는 CRD와 워터젯 가공이 한 장비에서 가능한 CRD·워터젯 복합가공장비를 출시했다. 이러한 복합 가공장비를 이용하면 초기에는 워터젯으로 고속가공을 하고 정밀치수가공은 CRD로 할 수 있다. 더불어 두 가공 공정이 하나의 장비에서 가능해 곡면 형상의 부품 고정에 드는 시간을 줄여줘 생산성을 높일 수 있다.



CRD · 워터젯 복합가공시스템

탄소섬유복합재 가공시스템 트렌드 : 유연화

향후 CFRP가 가장 많이 사용될 분야는 자동차산업이다. 자동차 연비 개선이나 전기자동차의 제한된 배터리 사용시간 문제를 극복하기 위해서는 구동계의 고효율화와 더불어 차체의 경량화가 필수적이기 때문이다. 자동차산업은 주로 산업용 다관절 로봇을 이



로봇 기반 탄소섬유복합재 자동차 부품 유연 가공시스템

구분	기존 소재 및 가공 특징	CFRP 소재 및 가공 특징
소재 구성	Bulk 소재 (물성의 방향성 없음)	Fiber 소재 (Fiber 방향에 따른 소재 방향성 있음, 적층 방식에 따라 물성 다양함)
가공 결함	가공표면현상 및 치수, 버 등	기존 불량+ Delamination, 미절삭 섬유, Spalling 등
소재 전이 온도	높음 (Metal 물성 변이 온도, 500도 이상)	낮음 (Polymer 물성 전이 온도, 150도 전후)
가공 前 공정 비용	낮음 (Casting, Forming 등 성형공정)	높음 (Fiber 제조 후 고가의 성형 공정)
부품 가격	가격대 다양함	고부가가치 부품
가공 환경	절삭유, Chip 처리	기존 특징 + 가공 분진 처리
가공시스템	고강성, 고성능 장비 (토크, 출력, 정밀도 등)	소재, 부품 특성 반영 가능한 장비

<표 1> 기존 소재와 CFRP 비교



로봇 기반 유연 생산시스템(BMW i3 생산라인)

로봇 기반 가공시스템

융합 생산 방식을 사용하고 있으며, 다양한 차종을 유연하게 생산할 수 있는 장점 때문에 로봇 기반의 생산 방식은 더욱 확대되고 있다. 실제 BMW i3나 테슬라 전기차 생산라인에서는 로봇 중심의 생산라인을 운영하고 있으며, 미래 CFRP 가공시스템을 자동차산업에 적용하기 위해서는 로봇 기반의 유연한 가공시스템이 필요하다. 로봇 기반의 CFRP 가공시스템은 CFRP 가공 특성을 고려하면서 가공 부하를 고려한 로봇 제어를 통해 고품질의 가공을 할 수 있는 기능이 요구된다.

탄소섬유복합재 가공시스템 트렌드 : 검사

CFRP 가공 공정의 중요한 요소 중 하나는 '검사' 공정이다. 검사 공정은 제품의 신뢰성을 높이기 위해 반드시 필요하다. 특히 CFRP 제품이 사용되는 항공과 자동차산업에서는 제품의 안전성이 중요해 부품에 대한 전수검사가 시행되고 있다. 기존에는 가공 후 CMM(Coordinate Measuring Machine)을 이용한 치수검사와 초음파를 이용한 비파괴검사 등 여러 단계를 거쳐 제품을 생산했다. 하지만 CFRP 부품의 가공 홀(Hole)의 개수가 많고, 품질에 대한 기준이 높아지면서 기존 검사 방법으로는 측정 속도가 느리고 대형

부품의 전수검사라는 측면에서 많은 문제를 가지고 있어 개선이 필요하다. 최근에는 고속 3D검사를 통해 홀 표면과 내벽의 결함을 고속으로 검사하는 장비가 개발되고 있어 검사 신뢰도와 생산성을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

탄소섬유복합재 가공시스템 트렌드 : 고품질, 고생산성 공정기술

복합화, 유연화, 검사 등 가공시스템의 하드웨어적인 기능 외에 더욱 중요한 것이 어떻게 CFRP를 고품질, 고생산성, 저비용으로 가공할 것인지에 대한 소프트웨어 기술이다. CFRP 부품은 항공, 자동차 등에 사용되는 부품으로 안전과 연계되어 있어 품질이 중요하다. 하지만 가공 결함의 특성이 기존 금속소재와는 달라 고품질 가공을 위해 공구와 가공 조건을 선정하는 데 어려움이 있다. 또한 높은 공구 마모와 보수적인 가공 조건으로 인해 생산성이 낮아지는 단점을 극복하기 위해 생산성을 고려한 고품질 가공 공정에 대한 체계적인 연구가 필요하다.

국내 가공시스템 산업의 고부가가치화

가공시스템은 소재와 최종 제품을 연결하는 산업 생태계의 중간 연결고리이다. CFRP 제품 수요 증가를 예측해 전 세계적으로 탄소섬유를 생산하기 위해 생산라인을 증설하는 등 투자가 확대되고 있으며, 국내 항공·자동차산업 등 최종 제품산업에서도 CFRP 부품에 대한 관심이 증가하고 있다. 생산라인 특성상 외국 장비 중심의 생산라인이 구축되면 이후 단위 장비 도입할 때에도 외국 장비를 도입해야 효율을 높일 수 있어, 생산라인에 대한 초기 선점이 대단히 중요하다. CFRP 부품은 고가이기 때문에 소재에 특화된 기능과 고품질 가공이 요구되어 전용기 형태의 가공시스템으로 구성되어 있다. 이러한 요구에 대응하고 CFRP 부품 생산라인에 국내 가공시스템이 진입하기 위해서는 공정기술 기반의 공구와 가공장비가 패키지 형태로 개발되어 고품질, 고생산성, 저비용을 구현할 수 있는 기술경쟁력을 확보해야 한다.

다양한 CFRP 가공용 공구



Entry				
	Feed rate 64 μm/rev	Feed rate 320 μm/rev	Feed rate 64 μm/rev	Feed rate 320 μm/rev
	Cutting speed: 1500 rpm		Cutting speed: 6000 rpm	

CFRP 홀 가공 결함

옥산기계(주)가 수행하고 있는 징검다리 프로젝트 총재료 손실 330 μ m 이하급 양면 사파이어글래스 고생산성 가공시스템 개발

‘총재료 손실 300 μ m 이하급 양면 사파이어글래스 고생산성 가공시스템 개발’은 사파이어글래스 절단용 초고속 정밀 멀티 와이어쏘 장비기술과 고평탄 양면 랩그라인딩 장비 개발을 통한 양면공정 연계 개발이다. 이를 통해 기존 단면공정 대비 50%의 공정시간 단축과 가공 중 발생하는 원재료의 손실량을 20% 감소시켜 고수율 양면기판 제조 장비기술을 확보하는 프로젝트다.

사파이어글래스 활용 범위 확대되다

사파이어글래스는 강화유리에 비해 표면 경도가 매우 높고 빛 투과율이 우수하다. 특히 적외선 투과가 가능해 향후 동작 및 생체 인식 등을 활용한 사물인터넷 및 보안 관련 산업 분야에 폭넓게 활용될 소재로 주목받고 있다. 하지만 사파이어글래스가 강화유리를 대체하려면 가공이 어렵고 수율이 낮다는 문제뿐만 아니라 기존의 강화유리에 비해 가격이 비싸다는

단점을 극복해야 한다. 또한 LED용 사파이어 기판은 LED 소자가 형성되는 기판의 한쪽 면만을 거울면 가공해 이용하고 나머지 뒷면은 거친 표면으로 관리하고 있는데, 최근에는 뒷면의 거칠고 불균일한 표면 상태가 LED의 수율을 낮추는 주요 원인의 하나로 인식되고 있다. 이를 개선하기 위해서는 사파이어 기판의 양면에 대한 거울면 가공이 요구되고 있으나 복잡다단한 가공공정으로 인해 생산성 및 가격경쟁력 확보가 불가능한 상태다. 따라서 사파이어의 가격경쟁력을 확보하려면 사파이어 기판의 한 면씩을 가공하던 기존의 단면공정에서 벗어나 두 면을 동시 가공하는 양면 사파이어글래스 고생산성 가공시스템 개발이 필수적이다.

특히 사파이어 기판은 LED를 제작하기 위한 기판(Substrate)으로 주로 이용되고 있으나, 최근 사파이어 고유의 내스크래치성, 내화학성, 고강도·경도 등의 특성을 이용한 모바일 및 터치패널 기기들의 커버글래스로 활용되며 수요가 증가하고 있다. LED용 사파이어 기판을 포함한 사파이어 커버글래스 시장은 향후 5년 내 연 7조 원 규모로 성장할 것으로 예상된다. LED 사파이어 기판 시장은 연 7500억 원에서 5년 후 약 1조5000억 원 규모로 성장이 예상되는 반면, 사파이어 커버글래스 시장은 2014년 연 8000억 원에서 5년 후에는 5조5000억 원 규모로 성장할 것으로 예상된다.





옥산기계(주)

2003년 1월 설립(2011년 법인 설립)된 후 13년간 특수한 정밀가공장비의 수입대체 개발 및 맞춤형 전용장비를 개발 판매하고 있다. 주요 사업은 자동차부품 및 선박부품 관련 전용장비를 비롯해 반도체 웨이퍼 및 LED 웨이퍼 가공장비, SOLAR 웨이퍼 가공장비 등이다. 최근에는 신소재부품 가공장비 분야와 중국 쑤저우에 위치한 업체의 요청으로 자동차부품 전용 자동화 가공장비 분야에 주력하고 있다.

3단계 기술 개발로 추진하다

사파이어 기판을 가공하는 과정에서 재료의 손실이 발생하는데, 기판 한 장을 제조하는 데 손실되는 재료의 양을 Total Kerf Loss라고 한다. 원재료의 절감을 위해서는 Total Kerf Loss를 줄이는 것이 매우 중요하다. 현재 많은 업체에서 멀티와이어쏘 절단이나 양면가공을 하고 있지만 수율이 낮고, 사파이어글래스 수요가 점차 급증하고 있어 현재의 장비 기능이나 공정기술로는 수요를 따라가기 어렵다. 사파이어글래스 양면공정에서는 Kerf Loss를 줄이고 생산단가를 낮추기 위해 멀티와이어쏘와 양면 평탄화 가공장비, 공정기술이 중요하다.

본 프로젝트에서는 멀티와이어쏘의 최대 와이어 주행속도를 현재 세계 최고 기술 수준보다 20% 이상 늘려 사파이어의 절단속도를 증가시키고, 잉곳 적재량을 늘려 기판 생산량을 증가시킬 계획이다. 동시에 양면가공기 개발 연계를 통해 공정시간 단축과 양면 동시 가공공정 최적화를 추진할 계획이다. 이와 관련해 개발 중인 양면 랩그라인딩의 경우 고정입자(Fixed Abrasive)를 이용해 정반의 회전속도를 기존 양면공정의 4배 이상으로 늘리고, 연삭 깊이를 줄이는 방식으로 전체 가공 능률을 증가시킨다. 900mm 잉곳에서 두께 500 μ m의 기판을 생산한다고 가정하면 기존 기술로는 Kerf Loss가 400 μ m이

로 1000장의 기판을 생산할 수 있고, 기술 개발을 통해 Kerf Loss를 330 μ m로 감소시킨다면 1084장의 기판을 생산해 84장(8.4%)의 생산성 향상 효과를 얻을 수 있다.

이러한 목표로 진행되는 ‘총재료 손실 330 μ m 이하 급 양면 사파이어글래스 고생산성 가공시스템 개발’은 총 3년 동안 3단계 기술 개발로 추진되고 있다. 현재까지 1차연도 1단계의 기술 개발이 진행되었는데, 절삭 후 사파이어 기판 정밀도가 2인치에서는 기판의 전체 휘어지는 양이 3 μ m 이하, 4인치 사파이어에서는 25 μ m 이하를 확보한 시작품인 멀티와이어쏘 장비를 개발했다. 이 멀티와이어쏘 장비를 위해 고속 회전체 및 하부구조물의 관성 및 강성 최적화 기술과 정밀 제어부, 메인 프레임을 개발했다.

양면 랩그라인딩 장비는 하부 플랫폼을 개발하고, 상부 플랫폼에 대한 설계가 진행되었다. 하부 플랫폼은 고속의 정반 회전속도, 고정밀도의 성능을 만족하는 시작품으로 제작됐다. 상정반 처짐 해석을 통한 상정반 균일가압구조 설계, 고속회전 정밀도 확보를 위한 상정반 양단지지구조 설계 등의 상부 플랫폼에 대한 설계가 완료됐다. 이외에도 고능률 초연마제 고정입자 정반 개발과 양면 랩그라인딩 가공 메커니즘 규명 및 정반 열변형 해석, 정반 냉각수 온도 제어기술 개발, 고능률 고품위 DCMP 공정기술 개발, CMP 공정의 연마율과 표면 거칠기 간 상관관계 연구가 진행됐다.

2차연도에는 적재용량이 50% 증가된 고정밀 고속울 멀티와이어쏘 장비 개발과 양면 랩그라인딩 상부 플랫폼 및 16B급 시제품 개발, DLG 가공 능률 향상을 위한 공정 해석, 기판 두께 실시간 측정시스템 개발, MWS 실증평가 및 DCMP 고속 연마기술 개발이 진행될 예정이다. 3차연도에는 최종적으로 와이어의 주행속도가 20% 증가한 초고속 고수율 멀티와이어쏘 장비 상용화와 16B급 양산형 DLG 장비 상용화 및 Sn-DDMP 공정기술 개발을 완료할 예정이다.



국내 시장 선점 및 해외 시장 진출 도모하다

본 프로젝트는 사파이어글래스 절단용 초고속 정밀 멀티와이어쏘 장비기술과 고평탄 양면 랩그라인딩 장비 개발을 통한 양면공정 연계 개발로 단면공정 대비 50%의 공정 단축과 총재료 손실 330 μ m 이하의 고수율 양면기판 제조 장비기술을 확보하는 것이 최종 목표다. 이와 관련한 세부 기술 개발 내용으로 멀티와이어쏘 장비기술 개발을 통해 1회 적재량이 기존 세계 최고 기술의 50% 이상, 20% 이상의 와이어 주행속도를 갖는 고속절단기술로 고생산성 장비 성능을 확보할 수 있다. 또한 정밀한 형상의 기판을 가공하기 위한 시스템 제어 및 최적 가공공정기술, 얇은 다이아몬드 와이어를 이용한 절단, 다이아몬드 도금 강도 및 와이어 구조 개발로 고절삭성 와이어 구현을 통한 초고속 대량 절단기술을 확보할 수 있다. 또한 정반의 고평탄도 형성 및 가공 중 정반 정밀도 유지 제어구조 등의 고속 고평탄 구현 장비요소기술 및 공정 기술 개발과 낮은 두께 편차 확보가 가능한 16B급 고능력 양면 랩그라인딩 장비를 개발할 수 있다.

이렇듯 멀티와이어쏘에서 양면 랩그라인딩으로 이어지는 공정 연계 최적화를 통해 총재료 손실량(Total Kerf Loss) 330 μ m 이하의 고수율 장비기술 개발을 추진하고 있다. 본 프로젝트가 성공적으로 완료되면 사파이어 가공공정은 단면공정 기준 11개에서 양면공

정 4개로 감소하고, 장비와 공정 개선을 통해 멀티와이어쏘 절단시간이 10시간에서 5시간으로 줄어든다. 더불어 양면 래핑과 DMP 공정이 양면 랩그라인딩 공정으로 대체돼 가공시간이 6시간에서 2시간으로, CMP 공정이 단면가공 6시간에서 양면가공 4시간으로 줄어든다. 총 가공시간은 22시간에서 11시간으로 줄어들면서 전체 기판의 생산시간이 기존 대비 50% 이상 감소한다. 이렇듯 고속절단 및 양면 가공기술 개발은 생산시스템의 합리화를 통해 생산성을 증대시킬 수 있고, 원가절감 및 제품경쟁력을 향상시킬 수 있다. 이외에도 가공시간 및 소모품의 감소와 대체를 통한 환경 부담이 줄어든다.

한편, 개발이 완료되는 즉시 국내외 웨이퍼 가공장비 생산업체와 신규사업 진출 업체 등에 기술이전을 해주고 기술이전 대상기업에서의 생산을 진행하는 등 상용화를 통해 양산 판매할 예정이다. 이와 관련해 기술 개발에 참여한 일진디스플레이 등 수요업체에서 장비 개발 업체와 연계해 제조기술 고도화 및 제조 단가 30% 수준 감소 기술을 확보하고, 개발기간 내 양산기술 및 품질을 확보해 국내 시장 선점 및 해외 시장 진출을 도모할 계획이다.



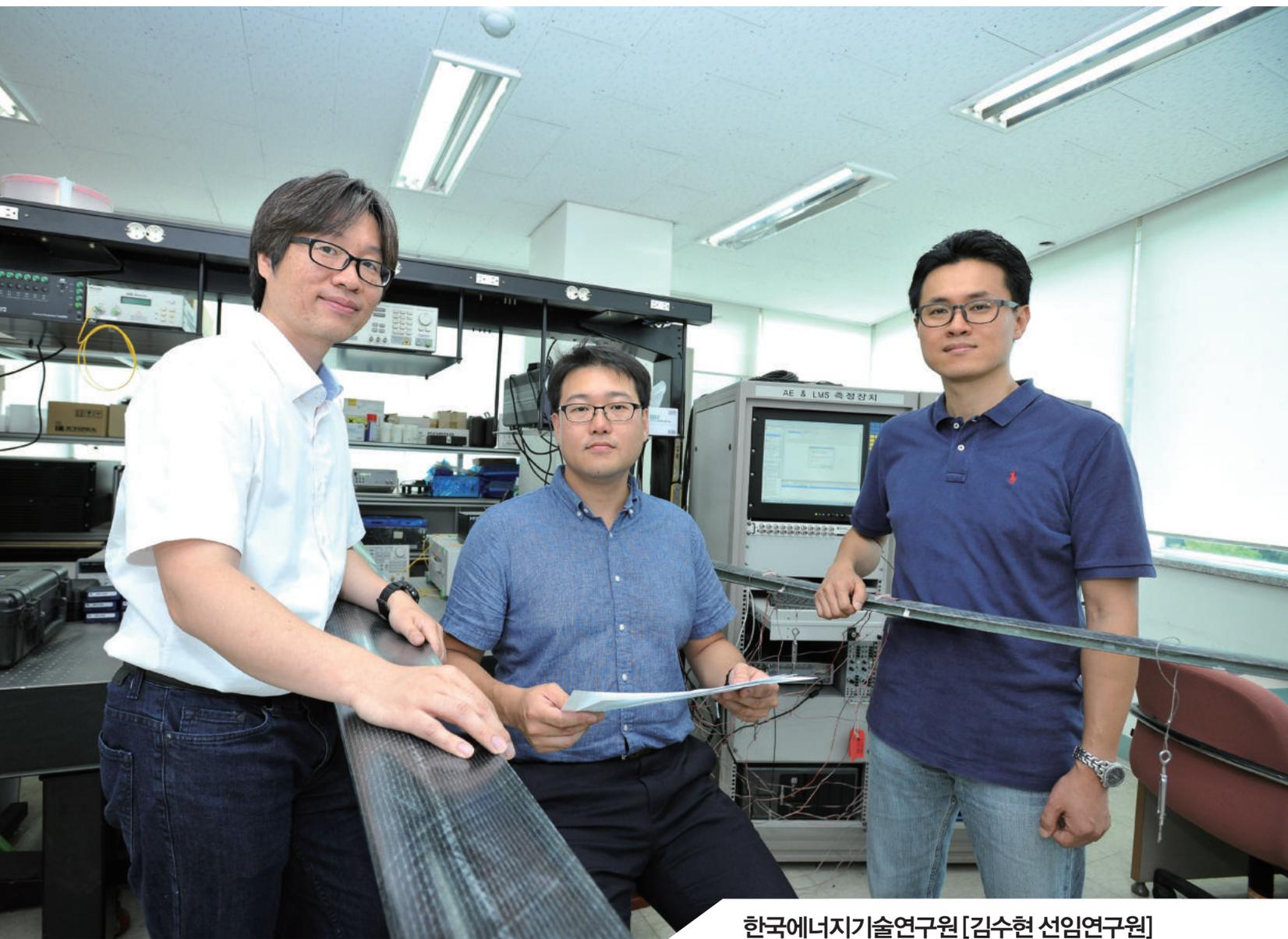
이달의
산업기술상



신기술 부문 산업통상자원부 장관상

초대형 해상풍력발전에 맞춤 날개를 달다
한국에너지기술연구원

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 최종평가를 받은 R&D 과제 중에서 혁신성이 높은 기술 또는 해당 기간 성과물이 탁월한 기술을 뽑는다. 한국에너지기술연구원이 '6MW 이상급 초대형 해상풍력발전용 블레이드 원천기술 개발' 연구과제를 통해 국내에 10MW급 초대형 블레이드의 원천기술이 전무한 상황에서 선진 연구기관이 연구 중인 차세대 원천 설계기술을 확보하며 국가경쟁력을 강화한 성과를 인정받아 영예의 장관상을 수상했다.



한국에너지기술연구원 [김수현 선임연구원]

초대형 해상풍력발전에 맞춤 날개를 달다

6MW 이상급 초대형 해상풍력발전용 블레이드 설계 원천기술 개발

전 세계적으로 화석 에너지 고갈 및 지구 온난화 문제를 해결하기 위한 신재생 에너지의 적용이 확대되고 있는 가운데 에너지 효율 및 경제성이 우수한 풍력 에너지는 다른 어떤 신재생 에너지보다 빠르게 상용화돼 가고 있다. 특히 풍력발전기의 발전용량이 커지고 발전단지가 많이 운영될수록 경제성이 높아짐에 따라 내륙보다는 해상을 중심으로 초대형 해상풍력발전기에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이런 가운데 한국에너지기술연구원 김수현 선임연구원 팀이 순수 국내 기술로 초대형 해상풍력발전기의 핵심 구성품 중 하나인 블레이드의 차세대 원천설계기술을 개발하는 데 성공해 주목받고 있다.

취재 조범진 사진 서범세

순수 국산 기술, 해외보다 앞선 기술력 선보여

초대형 풍력발전기에 대해 일반인들은 ‘날개를 늘리고 회전 속도를 빠르게 하면 된다’는 식으로 단순하게 생각한다. 하지만 풍력발전기 전체 시스템의 설계 하중에 큰 영향을 끼치는 블레이드의 설계는 구조적인 안전성과 가격을 결정하는 가장 중요한 구성요소이자 다양한 바람 및 환경조건에 맞서 내구성을 유지하면서도 최대한 가볍게 만들어야 한다는 점에서 핵심 기술이며, 현재 유럽과 미국 등 주요 연구기관에서 활발한 연구가 진행 중인 미개척 분야이기도 하다.

이에 따라 이번 김수현 선임연구원 팀의 초대형 해상풍력발전용 블레이드 설계 원천기술 개발 성공은 유럽과 미국에 비해 열악한 국내 풍력발전기술 경쟁력 향상에 큰 동력이 될 뿐만 아니라 초대형 해상풍력발전기 시장 진입에 강력한 경쟁력을 부여할 것으로 기대되고 있다.

김 선임연구원은 이와 관련해 “해외의 주요 풍력발전 시스템 제작사는 3~5MW급 해상풍력발전기를 상용화하는 한편 최근 7MW급의 시제품을 개발하고 있다. 나아가 네덜란드에너지연구소(ECN)와 델프트 공과대(DTU), 미국의 샌디아국가연구소(SNL) 같은 주요 연구기관을 중심으로 10MW에 이르는 초대형 해상풍력발전기 개발 연구가 활발히 진행되고 있다. 10MW급의 초대형 풍력발전기는 80m 이상의 블레

이드가 필요하므로 기존의 설계 방법으로는 블레이드의 무게 및 그로 인한 설계하중을 줄이는 데 한계가 있어 이를 해결하기 위한 차세대 설계기술이 요구되고 있는 상황”이라며 “이런 점에서 이번 원천설계기술 개발 성공은 우리 연구원의 목적과도 부합하며 동시에 초대형 풍력발전 분야에 한 획을 긋는 엄청난 성과라 할 수 있다”라고 말했다.

40.6톤 세계 최경량 설계 구현

풍력발전기의 블레이드는 바람의 운동 에너지를 회전 에너지로 전환하며, 길이가 길어질수록 작은 바람에도 더 많은 에너지를 발생시킬 수 있다. 그러나 블레이드가 커질수록 더 큰 하중을 받게 되므로 구조 안전성을 확보하기 위해 내부 구조가 무거워지고, 이는 회전하는 블레이드에 걸리는 하중을 더 높이는 역효과를 가져온다.

그리고 이 같은 문제를 해결하기 위해서는 동일한 날개 길이에도 하중을 줄이는 저하중 형상설계기술과 높은 하중을 버티면서도 최대한 가벼운 구조의 경량화 설계기술이 요구된다.

이에 대해 개발 과정에서 형상설계를 맡았던 신형기 선임연구원은 “이번 연구개발에서는 일반적인 에어포일 단면 형상과는 달리 끝부분인 뒷전을 뭉툭한 두께를 가지도록 설계함으로써, 블레이드 단면에 걸리는 하중을 분산하고 더 큰 강성을 지니는 플랫백(Flatback) 에어포일 형상을 개발해 블레이드 루트부 영역에 적용했다. 더불어 플랫백 에어포일은 기존 에어포일에 비해 소음이 커지는 단점을 지니고 있으므로 이를 해소하기 위해 에어포일 뒷전에 사선형 부착물 형상을 최적화하는 연구를 수행해 기존 대비 에어포일 총 소음도를 23dB 줄일 수 있었다”라고 밝혔다.

또한 경량화 설계기술과 관련해 방형준 책임연구원은 “풍력 블레이드의 주재료로 사용되는 섬유강화 복합재료는 무게에 비해 매우 높은 강성과 강도를 지녀 경량화를 가능하게 한다는 주요 장점 외에도 적층 각도와 패턴을 조절해 원하는 물성으로 최적화할 수 있다는 특성을 가지고 있다”라며 “이를 활용해 블레



에어포일

Airfoil, 양력을 최대화하고 항력을 최소화하도록 효율적으로 만든 유선형의 날개 단면.

사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 6MW 이상급 초대형 해상풍력발전용 블레이드 설계 원천기술 개발

제품명 10MW급 블레이드 설계기술

개발기간 2012. 11 ~ 2015. 10 (36개월)

총사업비 1,410백만 원

개발기관 한국에너지기술연구원 / 대전광역시 유성구 가정로 152
042-860-3114, www.kier.re.kr

참여연구진 김수현, 방형준, 신형기, 장문석, 주영철



섬유강화 복합재료

강화재로서 섬유를 이용한 복합재료. 섬유재질은 금속, 유리, 탄소, 세라믹, 유기물 등이 있다.

이드 외곽 스킨에 경사축이 적층된 카본 UD(Uni-Direction)층을 적용하고 블레이드의 굽힘 거동과 비틀림 거동을 연계하는 Bend-Twist Coupled(BTC) 개념을 설계에 적용했다. 이를 통해 갑작스러운 돌풍이나 바람에도 블레이드 단면과 유동 사이의 받음각을 의도하는 만큼 변화시켜 하중을 저감할 수 있으며, 20년 주기 피로하중해석 결과 블레이드의 피로등가 하중이 약 3% 저감됨을 확인했다”라고 덧붙였다.

이후 김 선임연구원 팀은 형상설계기술과 경량화 설계기술을 서로 순환하며 반복하는 최적화 과정을 거쳐 길이 85.5m의 10MW급 초대형 블레이드의 설계를 진행했다. 그 결과 효율적 하중분산 설계로 40.6톤의 세계 최경량 설계를 구현하는 한편 통합적인 블레이드 최적화 설계 절차 구축 및 복잡한 형상의 3차원 모델링을 자동화하는 프로그램 개발에도 성공해 블레이드 설계 기간을 기존 6개월에서 3개월로 크게 단축시키는 성과를 거두었다.

초대형 해상풍력 분야 국가 경쟁력 향상 기대

해외 선진 풍력발전시스템 제작사들은 약 5년 전부터 3~5MW급 해상풍력발전기를 상용화하고 최근에는 7MW급 시제품을 제작하고 있으며 주요 연구기관을 중심으로 10MW급 초대형 해상풍력발전기 및 블레이드에 대한 개념 및 원천기술 연구가 현재 활발히 진행 중이다.

반면 우리나라는 정부 및 민간 주도 아래 2~5MW급 풍력발전기의 개발이 진행된 적은 있지만 블레이



김수현 한국에너지기술연구원 에너지소재연구실 선임연구원

드 설계기술 대부분을 외국에 의존하는 등 6MW 이상의 초대형 블레이드를 위한 원천기술 연구가 전무한 상황이었다는 점을 감안할 때, 이번 김 선임연구원 팀의 설계 원천기술 개발 성공은 시사하는 바가 매우 크다.

이에 대해 김 선임연구원은 “그동안의 블레이드 설계기술은 주로 해외 설계업체의 것을 이용해 왔으나, 2009년부터 한국에너지기술연구원을 중심으로 블레이드 설계기술의 국산화를 위한 연구를 진행해 2, 3MW 블레이드를 순수 국산 기술로 국내 업체와 함께 개발했다”면서 “이러한 기반기술을 바탕으로 본 연구개발에서 초대형 풍력발전기 개발을 위한 원천설계기술 개발에 성공할 수 있었으며, 개발된 설계 결과 및 모델 데이터는 국내 풍력발전기 업체 및 연구기관에 전부 공개해 초대형 풍력발전기 개발의 중요한 기반 자료가 될 것”이라고 말했다.

더불어 “향후 본 개발 기술을 바탕으로 한 실증기의 제작과 성능평가가 병행되는 실증 과제를 추진함으로써 기술의 완성도를 향상시키고 설계부터 제작, 시험, 인증까지 순수 국산 기술로만 진행해 초대형 해상 풍력 분야의 국가 경쟁력을 높일 수 있도록 노력하겠다”라고 밝혔다.



양태현 한국에너지기술평가원 연료전지 PD

전문가 코멘트

“대형화되는 해상풍력발전용 블레이드 원천기술 개발은 2~5MW급 국내 풍력발전기술에서 선진국 수준으로 도약할 수 있는 핵심기술이다. 외국 제품 의존도가 높은 국내 시장에서 수입대체 및 보급 확대를 기반으로 해외 수출 시장을 개척할 주력상품으로 크게 기대된다.”

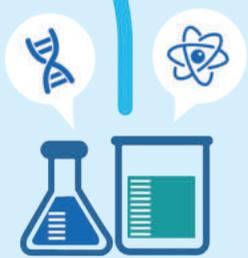


우리창조기업 파트너론

기술창업 기업사랑 대출



우리창조 기술우수기업 대출



우리 R&D 기업사랑 대출

Switch on!

우리은행은 앞으로도 우수한 기술력을 가진
기업을 적극 지원하는 기술금융으로
대한민국 창조경제의 힘이 되겠습니다



우리상생파트너론



수출기업 마스터론

우리나라  우리은행



동반성장위드림대출



우리산업단지론

이달의 산업기술상



사업화 기술 부문 산업통상자원부 장관상

골칫거리 석유화학폐수 특수미생물로 잡는다
(주)한독이엔지

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과의 확산과 연구자의 사기진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 사업화기술 부문은 종료 후 5년 이내 과제 중 매출·수출 신장, 고용 확대 등의 사업화 성과 창출에 크게 기여한 기술에 대해 시상한다. (주)한독이엔지가 ‘고온 호기성 세균을 이용한 독성, 고염도 석유화학폐수의 고부하 처리시스템 개발’ 연구과제를 통해 증발·농축하거나 소각하는 기존의 방식이 아닌, 특수미생물을 이용한 생물학적 처리시스템을 개발해 비용을 낮춘 효과적인 폐수 처리를 실현함에 따라 영예의 장관상에 선정됐다.



폭기조

폐수 처리에서 폐수와 미생물의 혼합액에 산소를 공급해 뒤섞어 호기성 세균에 의한 유기물의 흡착과 산화분해를 하는 장치.



(주)한독이엔지 [황열순 대표이사]

골칫거리 석유화학 폐수 특수미생물로 잡는다 고온 호기성 세균 이용 석유화학 폐수 고부하 처리시스템 개발

석유화학공장이나 정유공장 등에서 발생하는 폐수는 일반 공장이나 도시 등에서 배출되는 폐수와 달리 매우 높은 유독성과 고농도, 고염분도의 특성을 갖고 있어 일반적인 방법으로는 폐수 처리가 어렵다. 이에 따라 큰 초기 투자비와 운전유지 비용은 물론 2차 환경오염 문제가 있음에도 불구하고 그동안 '울며 겨자 먹기식'으로 폐수 처리가 행해져왔다. 이런 가운데 기존의 물리화학적·생물학적 처리 방법의 단점을 모두 해결한 획기적인 생물학적 처리기술이 순수 국내 기술로 개발돼 화제가 되고 있다.

취재 조범진 사진 이승재

국내 기술로 세계 일류 폐수 처리기술 개발

대표적 플랜트산업인 석유화학과 정유산업은 특성 상 고농도, 고염분도의 유독성 폐수가 발생할 수밖에 없다. 이에 따라 이들 산업은 폐수 처리를 위해 많은 비용을 지불하고 있지만 기존의 폐수 처리 방법이 안고 있는 한계 때문에 여전히 환경 문제에 있어서만큼은 목소리를 내지 못하고 있는 실정이다.

이런 가운데 ㈜한독이엔지가 개발에 성공한 생물학적 폐수 처리기술은 석유화학공장의 환경적 문제를 효과적으로 해결할 수 있는 획기적인 신기술이다. 또 새로운 기술과 공법을 통해 석유화학폐수에 적용함으로써 석유화학공장이 안고 있던 폐수 처리의 비효율성, 고비용 문제를 한꺼번에 해결할 수 있는 것은 물론이거니와 세계적으로도 상용화에 성공한 사례가 없는 유일의 일류 기술이라는 점에서 큰 의미를 갖고 있다.

황열순 대표는 “전 세계적으로 수많은 석유화학공장에서 발생하는 고농도 난분해성 폐수는 대부분 물리·화학적 방법과 일부 생물학적 방법으로 처리되고 있지만 미생물이 가진 한계를 넘어서지 못한 채 고비용과 낮은 처리 효율 등 운전애 어려움을 겪고 있는 것이 현실”이라면서 “기술 개발에 성공한 한독이엔지만의 고농도·고염도·고온성 미생물을 이용한 생물학적 폐수 처리기술은 기존 생물학적 폐수처리장이 안고 있던 운전상의 문제를 해결할 수 있는 확실한 대안인 데다 고농도의 폐수를 고부하로 운전하기

위해 걸림돌로 작용했던 고온에서의 미생물 활성 저하 문제를 극복한 실제 사례라는 점에서 큰 의미를 갖고 있다”라고 밝혔다.

기존 생물학적 처리 방법의 한계를 뛰어넘다

한독이엔지가 개발한 기술은 앞서 언급한 대로 고농도 독성 및 고염도 폐수를 미생물을 이용해 처리하는 생물학적 기술로, 종래의 생물학적 처리 방법이 폐수에 포함된 독성 유기성분으로 인해 미생물이 사멸하거나 염분도가 높아 미생물의 생장이 방해받던 단점을 완전히 해결했다는 점에서 높은 평가를 받고 있다.

이는 종래의 생물학적 처리 방법이 폐수에 포함된 독성물질에 대한 내성을 갖고 있는 호기성 박테리아를 통해 고농도 폐수를 고부하 조건에서 처리하는 것이 일부 가능했지만, 고부하로 처리하면서 발생하는 폭기조 온도 상승 문제, 이로 인한 처리 효율 저하 및 폭기조의 온도 상승을 방지할 목적으로 냉각탑과 열교환기를 설치해 강제로 폭기조의 온도를 낮추는 데 필요한 상당량의 에너지 발생 및 그에 따른 운전 비용 상승 문제를 해결할 수 없다는 한계를 지니고 있는 것에 기인한다.

이와 관련해 황 대표는 “한독이엔지가 개발한 기술은 독성과 염분도(5~7%)가 높은 고농도 석유화학폐수를 고온에서도 효과적으로 처리하는 기술이다. 특히 이 시스템은 50~60도의 고온에서도 처리가 가능해 별도의 냉각설비가 필요 없다는 게 강점”이라면서 “기존에 부담해야 했던 열교환기 운용에 따른 전력 비용 및 폐수 위탁 처리 비용, 소각로 운영에 따른 에너지 비용 등을 크게 줄일 수 있다는 장점 때문에 고농도 독성 및 고염분도 폐수를 배출하는 석유화학공장을 대상으로 새로운 폐수 처리 시장을 창출할 수 있다”라고 말했다.

실제로 한독이엔지는 현재 Polyd, PPG(Polypropylene Glycol), PO(Propylene Oxide), BPA, 페놀, 에폭시, 바이오디젤, NMP, NPG, 계면활성제 및 고흡수성 수지(SAP) 등을 생산하는 국내 석유화학공장에서 배출되

사업명 지역특화산업육성사업기술개발사업

연구과제명 고온 호기성 세균을 이용한 독성, 고염도 석유화학 폐수의 고부하 처리시스템 개발

제품명 독성, 고염도 석유화학 폐수 고부하 처리용 고온 호기성 폐수 처리 플랜트

개발기간 2013. 2 ~ 2014. 8 (30개월)

총사업비 440백만 원

개발기관 ㈜한독이엔지

(본사) 경상남도 양산시 북정길 10

(연구소) 울산광역시 중구 중가로 15

울산테크노파크 기술혁신동 B동 205호

055-383-1191, www.handokeng.co.kr

참여연구원 황열순, 이돈길, 이은일, 박우성, 장성원, 이성욱, 김영준, 이철훈



SAP

고흡수성 수지. 자기 무게보다 수십~수백 배의 물을 흡수하며 웬만한 압력에도 물을 방출하지 않는다. 유아용·성인용·동물용 기저귀 등에 가장 많이 쓰인다.

는 고농도 독성 및 고염도 폐수를 고온 생물학적 방법으로 처리한 사례가 다수 있다. 이를 토대로 해외 시장으로 사업영역을 확대하는 노력을 기울이고 있으며, 특히 중국 시장 공략에 역점을 두고 있다.

황 대표는 “중국의 경우 여전히 폐수 처리를 물리화학적 방법에만 의존하는 석유화학업체가 많기에 잠재력이 큰 시장”이라며 “현재 당사가 개발한 미생물 및 처리시스템을 중국에 수출하고 있으며, 좀 더 넓은 시장을 확보하기 위해 중국 내 환경기업과의 전략적 제휴를 통해 당사의 기술을 확대 보급하려고 한다”라고 밝혔다.



황영순 (주)한독이엔지 대표이사

있다는 우려였다”면서 “하지만 우리는 연구개발 노력과 결과를 믿고 미생물을 추가로 배양한 후 폭기조에 접종해 다시 살리는 노력을 부단히 펼쳤고, 그 결과 열흘 후 미생물의 활성이 회복돼 폐수를 고온에서 정상적으로 처리할 수 있게 됐다. 현재까지 1년이 넘는 기간 동안 잘 운영되고 있으며, 추후에 미생물의 사멸 원인이 당사의 기술 문제가 아닌 신규 공장 가동을 위해 다량의 배관 세정제를 사용한 석유화학공장의 실수 때문이었음을 알고 난 후 안도할 수 있었다”라고 밝혔다.

앞으로의 계획과 관련해 황 대표는 “지금까지는 고농도 독성 및 고염분도 폐수를 고온 호기성 미생물을 이용해 친환경적으로 처리한 후 방류하는 기술을 개발했으나, 앞으로는 수용성 폐질석유 폐수 등 오일이 포함된 폐수에서 오일을 분리해 연료로 재활용하고, 처리된 폐수는 제품 생산 공정에서 다시 공업용수로 재활용할 수 있는 시스템을 개발해 향후 물 부족 시대에 적합한 폐수 처리 기술을 개발할 방침”이라고 말했다.

물 부족 시대 대비한 폐수 처리기술 개발 예정

한편 황 대표는 기술 개발 이후 “이 기술을 토대로 설계 및 건설한 대규모 폐수처리장에서 미생물 투입 후 시운전을 했는데 갑자기 미생물이 모두 사멸한 적이 있었다”면서 “주변에서는 개발 기술을 못 믿는 상황이었고, 원인을 찾지 못한 상태로 미생물이 다시 살아날 조짐을 보이지 않던 기간이 일주일 이상 지속되면서 당사의 기술을 도입한 공장은 대규모 생산 시설의 가동을 중단해야만 하는 매우 곤란한 상태에 놓였다”라며 아찔했던 당시 상황을 털어놓았다.

“무엇보다 큰 걱정은 고온에서 독성 폐수를 처리할 수 있다는 우리의 기술 개발 성과가 물거품이 될 수도



한정우
한국산업기술평가관리원 화학공정 PD

전문가 코멘트

“고비용의 기존 물리화학적 방법을 대체할 수 있는 고온 호기성 미생물을 이용한 생물학적 처리시스템의 국산화에 성공했다. 특히 석유화학공장에서 발생하는 독성, 고염도 폐수를 고온에서 처리해 에너지 절감에 크게 기여할 것으로 기대된다.”

희망 강국

당신의 희망이
또 다른 희망을 만들고
그 희망들이 모여
더 행복한 대한민국을 만들어 갑니다.

희망을 키우는
평생은행
IBK기업은행



2016년 『이달의 산업기술상』 시상계획 공고

산업부 R&D지원을 통해 개발된
우수 기술(신기술 부문) 및 사업화 성공 기술
(사업화기술 부문)에 대해 다음과 같이
2016년 『이달의 산업기술상』 시상계획을
공고하오니 많은 신청 바랍니다.

■ 시상개요

산업부 R&D로 지원한 과제의 기술개발 성과 및
사업화 성과의 확산과 연구자의 사기 진작을 위해
이달의 산업기술상 수상자 선정

구분	시상대상
신기술	<ul style="list-style-type: none"> ■ 세계 최초·최고 수준의 우수 기술 개발에 직접적 공로가 인정되는 연구자 ※ 신청일 기준 6개월 이내 최종평가에서 '혁신성과', '보통', '조기중료(혁신성과, 보통)', 판정을 받은 기술 또는 과제 진행 중이라도 탁월한 성과를 도출한 기술
사업화 기술	<ul style="list-style-type: none"> ■ 개발된 기술의 사업화에 우수 성과를 창출한 중소기업 대표 ※ 신청일 기준 5년 이내 종료된 과제 중 최종평가에서 '혁신성과(우수)', '보통' 판정을 받은 기술(중간평가시 '조기중료(혁신성과, 보통)' 판정을 받은 기술 포함)

매월 신기술 부문 1명, 사업화 기술 부문 1명에 대해
산업부 장관상 수여

※ 수상자에게 상패 및 포상금(각 500만 원) 지급

■ 장관상 수상자 중 별도 심의를 통하여 연말
『대한민국 기술대상』 수상자(대통령상, 국무총리상) 선정

신청자격 등 자세한 사항은
KEIT 홈페이지
(<http://www.keit.re.kr>)
참조

■ 신청(추천)서 교부 및 접수

관련양식: KEIT 홈페이지 참조

신청(추천)서 접수처: techaward@keit.re.kr (한국산업기술평가관리원 성과확산팀
'이달의 산업기술상' 담당자)

■ 제출서류

구분	공통서류	추가서류
신기술 부문	<ul style="list-style-type: none"> ■ 신청(추천)서 ■ 사업자등록증 ■ 기타 실적에 따른 증빙서류 ■ 유공자 이력서 ■ 장관 포상에 대한 동의서 	-
사업화기술 부문		최근 3년간 대차대조표 및 손익계산서 (사업화기술 부문 신청의 경우 제출)

■ 2016년도 접수일정(상시 접수)

※ 신청서 접수는 신청 접수 기준일(주말 또는 공휴일인 경우 그 다음날) 17시에 마감(E-mail 수신기준)하며,
마감 이후에 접수한 신청서는 다음 심사월 심사대상

구분	24차	25차	26차
	1~4월 분	5~8월 분	9~12월 분
신청접수	~2016. 2. 1(월)	~2016. 5. 20(금)	~2016. 9. 16(금)
선정평가	2월 중	6월 중	10월 중
발표 및 시상	2016. 3	2016. 7	2016. 11

※ 상기 일정은 접수 현황에 따라 변경될 수 있음

■ 문의처

한국산업기술평가관리원 T 042-712-9230
(35262) 대전시 서구 문정로 48번길 48 계룡간설빌딩 3층, 성과확산팀

한국에너지기술평가원 T 02-3469-8354
(06175) 서울시 강남구 테헤란로 114길 14, 성과확산실

한국산업기술진흥원 T 02-6009-3247
(06152) 서울시 강남구 테헤란로 305, 한국기술센터 사업성과총괄실

한국공학한림원 T 02-6009-4011
(06152) 서울시 강남구 테헤란로 305, 한국기술센터 15층



이달의 새로 나온 기술

산업통상자원부 연구개발 과제 중 최근 성공적으로
개발이 완료된 신기술을 소개한다.
에너지 · 자원 1개, 전기 · 전자 1개, 세라믹 1개로
총 3개의 신기술이 나왔다.

July

에너지 · 자원

- 전기차 충전 통합플랫폼기술

전기 · 전자

- 무선충전 시험인증 서비스

세라믹

- 6인치, 곡률반경 10m, 전위밀도 $10^5 \cdot \text{cm}^{-2}$ 의
HVPE Bulk GaN 단결정 및 기판 제조기술



빌딩 사용 전력과 충전 서비스 연계시스템 신규 개발을 비롯한 Master-Slave 충전시스템 신규 개발.

전기차 충전 통합플랫폼기술

이달의 새로 나온 기술 에너지·자원 부문
 (주)인포마인드 기술지원사업(공모분야)

기술내용 》 전기차 민간 보급은 전기차 확산에 중요한 요소이며, 특히 공동건물 및 빌딩 대상 전기차 보급은 대규모 전력수요를 야기할 것으로 예상됨. 대규모 전력수요 문제를 해소하는 것과 집단 건축물에 적용 가능한 효과적인 충전시스템 개발이 요구되고 있는 바, 건물 등의 수전단에 Real Time 전력 소비량을 측정하고 하단부의 모든 충전기를 통제해 전력시스템에 미치는 영향을 최소화하는 경제적 시스템 개발이 필요함. 이러한 가운데 본 연구과제에서 오피스빌딩 기반 충전 제어 스케줄링 및 예약 제어시스템을 개발함. 관련 핵심기술인 빌딩 사용 전력과 연동한 충전 스케줄링을 확보하고, 가용 전력을 제한적(완속 2대 기준 15.4kw)으로 이용하면

서 다수(5대)의 전기차를 충전할 수 있는 알고리즘을 적용해 Master-Slave 충전시스템을 구축함. 또한 공동 주택 Sharing Service 모델을 구축하고, 전기차 상태 정보 모니터링 동 알고리즘을 개발함.

적용분야 》 공동건물 및 빌딩의 전기차 세어링 비즈니스 창출, 향후 전기차 충전 인프라 사업과 연계한 비즈니스 창출 가능

향후계획 》 Master-Slave 타입 완속 충전기 상용화(저전력으로 동시 5대 분배 충전이 가능한 M-S 타입 완속 충전기 제품 출시·공동주택용, 전기차 전용 세어링 플랫폼 사업화(제주전

기차렌트(주) 설립 사업화 추진 중), 밀집지역 충전 인프라 최적화 모델 개발(실제 충전 패턴을 분석해 주차 밀집도에 따른 충전 인프라 모델 제시)

연구 개발기관 》 (주)인포마인드 / 064-712-4787 / www.infomind.co.kr

참여 연구진 》 (주)인포마인드 강희석, 김종식, 홍경진, 코스텔(주) 이경일, 양신현, (주)이엔티 이윤식, 양용민, (주)대은 안강윤, 이철송, (주)피앤이시스템즈 홍혜주, 이병모 외

평가위원 》 다원디엔에스 노신래, (주)마루 에너지 김동훈, (주)아스픽 이관영, 한발대 신광복, 전자부품연구원 박부식, 한국기계연구원부설재료연구소 김대용, 마산대 김광열





무선충전 분야 해외 유명 단체표준 시험기관 지정 추진을 통한 무선충전 시험인증 서비스 기반 구축 및 이를 통한 국내 기업의 제품 상용화 지원 서비스 실시.

무선충전 시험인증 서비스

이달의 새로 나온 기술 전기·전자부문

(재)한국기계전기전자시험연구원 시험인증서비스산업화지원사업

기술내용 》 IT 강국인 한국의 많은 IT 기업 미래 산업의 먹거리로 무선 충전 시장을 염두에 두고 있음. 이미 한국은 전 세계 스마트폰 시장에서 높은 점유율을 확보하고 있는 제조사들이 있으며, 무선충전기 분야에도 높은 자본력을 가진 대기업을 비롯해 기술력이 있는 많은 중견·중소기업이 표준 개발과 제품 양산에 매진하고 있음. 따라서 시장에서 발표되고 있는 무선충전기술 규격을 국내 기술과 제조환경, 사용상의 안전, 제품 간 호환성 그리고 소비자육구 등의 선결 필요 과제를 자체적으로 충분히 검토하고 이에 대한 보완책과 해결책을 마련할 수 있는 장을 갖추었다고 볼 수 있음. 이에 정부에서는 무선충전 분야를 대한민국의 시험인증산업을 이끌어갈 신성장 16대 과제로 선정한 바 있음. 이와 관련해 우선 무선충전 시험인증 서

비스사업을 2015년도 신규 시범사업으로 진행하기로 확정함. 한국기계전기전자시험연구원(KTC)이 국가·국제공인 시험인증 기관으로서 그간 확보한 안전(Safety), 전자파(EMC), 무선(Wireless) 등의 적합성 시험 인프라를 활용해 본 사업을 통해 무선충전 컴플라이언스(Compliance) 분야의 시험인증 서비스 기반을 구축해 무선충전 시험인증 통합 서비스 구현을 추진함. 이에 따라 진행된 본 연구과제에서 무선충전 시험인증 서비스 기반을 구축하고 무선충전 시험인증 서비스를 실시함. 또한 무선충전 분야 해외 유명 단체표준 시험기관으로 지정 완료 및 국제표준화기구 참여를 통한 시험인증 분야 국제표준화를 제안함. 더불어 국가 기관 및 전문연구기관과의 협력을 통한 올바른 무선충전 시험인증 서비스사업 실시 방안을 마련함.

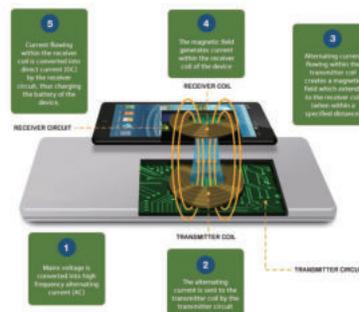
적용분야 》 스마트폰, 태블릿PC 등 무선 충전 제품

향후계획 》 국가기관 최초로 구축된 WPC (Wireless Power Consortium) 국제공인 시험소 기반을 바탕으로 무선충전 적합성, 상호 호환성, Field 운용성 평가를 위한 실증 테스트 베드 확보 과이를 바탕으로 국내 산업체 지원 시험인증 서비스 지속 개발 및 지원 그리고 국내 산업체 기술표준을 국가표준, 단체표준 및 국제표준으로 개발해 본 분야 국가 경쟁력 제고에 이바지할 계획임.

연구 개발기관 》 (재)한국기계전기전자시험연구원 / 031-428-7449 / www.ktc.re.kr

참여 연구진 》 (재)한국기계전기전자시험연구원 한문환, 최윤창, 박찬근, 정태환, 소문, 오가인 외

평가위원 》 (주)초이스테크놀로지 최순필, 이엠오티 이수식, 한국조명연구원 전상규, 교통안전공단 최경임, (주)베이리스 김형준, 창원문성대 홍승준





GaN 단결정 결정성장기술과 관련해 자체적으로 장치 개발 및 성장가공 원천기술을 확보함.

6인치, 곡률반경 10m, 전위밀도 $10^5 \cdot \text{cm}^{-2}$ 의 HVPE Bulk GaN 단결정 및 기판 제조기술

이달의 새로 나온 기술 세라믹 부문
 한양대학교 산학협력단 핵심소재원천기술개발사업

기술내용 » GaN 단결정 기판은 고휘도 HB-LED(High Brightness-LED), 청색 레이저(Blue Laser) 및 전력소자(Power Electronic) 등 응용소자에 적용되는 미래지향적 소재로, 향후 수요가 급증할 것으로 기대됨. 현재 이들 소자의 기판 소재로 Sapphire, Silicon이 사용되고 있으나, 소자 제조 공정상 기판 위에 성장되는 GaN층과의 격자상수 및 열팽창계수 격차는 소자 특성 및 소자 제조에 있어서 필연적으로 결함 및 복잡한 제조공정을 유발함. 따라서 고출력·고휘도가 요구되는 차세대 반도체 소자에서는 동종 GaN 기판 사용이 절대적임. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 핵심기술인 HVPE(Hydride Vapor Phase Epitaxy) 결정성장법에 의한 고품위, 대구경(6인치) 단결정성장 및 기판 제조기술을 확보함. 이와 관련해 본 연구과제에서는 고품위(저결함) GaN 단결정을 실현하기 위해 두께

7mm까지 Bulk상으로 육성할 수 있는 HVPE법에 의한 결정성장 장치를 설계 제작함. 더불어 실험연구를 통해 제반 결정성장변수를 최적화함. 특히 성장한 GaN 단결정의 기판을 제조함에 있어서 가공 및 평가 관련 원천기술을 확립함.

적용분야 » HB-LED, 청색 Laser 및 Power Electronic 등 차세대 반도체 소자

향후계획 » 본 연구과제를 통해 확립한 HVPE법에 의한 GaN 결정성장장치 설계·제작, GaN 결정성장 및 기판 가공·평가기술을 기반으

로 대구경(4·6인치)HVPE 장치를 제작해 보다 경제성 있는 GaN 기판 제조 및 사업화를 추진할 예정임.

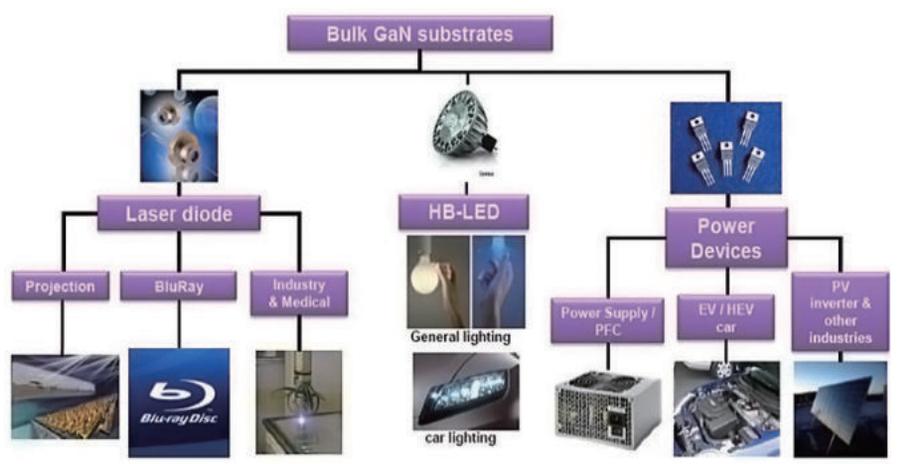
연구개발기관 » 한양대학교 산학협력단 / 02-2220-0407 / www.hanyang.ac.kr

참여연구진 » 한양대 심광보, 한국세라믹기술원 황종희, 한국산업기술평가관리청 남옥현 외

평가위원 » 한국과학기술연구원 최정혜, 한솔테크닉스(주) 김정환, (주)사파이어테크 문성환



HVPE법으로 성장된 2인치 Bulk GaN 결정



출처: Yole 2013

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 3개, 화학 1개로 총 4개의 사업화 성공 기술이 나왔다.

July

기계·소재

- 소결공정에 의한 자동차 변속기용 구동기어
- 초고속 고정밀 머시닝센터 기술(FM200/5AX)
- 미래도시 조화형 Lifeline용 소재 및 응용기술

화학

- 용융방사법을 이용한 경량&고강도 PE섬유소재





고밀도 헤리컬 성형기술을 상용화하고 치밀화 기술의 개발·접목을 통해 고성능을 가지면서 가격경쟁력이 우수한 구동계 기어류를 분말야금 공법으로 세계 최초로 양산화함.

소결공정에 의한 자동차 변속기용 구동기어

이달의 사업화 성공 기술 기계·소재 부문

대한소결금속(주) 투자자연계형기술개발사업

기술내용 자동차 엔진에서 나오는 회전토크와 회전속도를 전달하거나 변환시키는 자동차 변속장치의 핵심 부품인 미션기어와 유성기어는 주로 헤리컬(Helical) 기어 형상을 가짐. 이는 고강도와 고피로 특성이 요구되므로 고가의 고강도 소재를 사용하고 고정도 특성을 확보하기 위해 고가의 복합제조 공정을 사용해야 함. 금속분말의 혼합·성형·소결·후가공의 간략한 공정을 통해 제조되는 분말야금 공법은 고정밀도를 가지며 Near Net Shape 제조기술을 특징으로 대량 생산 및 반복, 연속성이 요구되는 자동차용 기어 제품 제작에 가장 적합한 기술이지만, 용융온도 이하에서 Neck 결합을 하는 일반 구조용 분말야금 제품은 10~20%의 기공을 가지므로 강도와 피로 특성이 저하돼 구동기어 적용에 한계가 있

음. 분말야금 공법의 장점을 극대화한 고밀도 헤리컬 형상의 기어를 성형하는 기술과 기능부에 진밀도 영역을 구현해 내피로 특성을 향상시키는 표면 치밀화 공법의 기술 개발을 완료해 표면부 밀도를 진밀도 수준으로 상승시킴으로써 동적 특성을 대폭 향상시켜 구동기어 적용에 한계가 있던 분말야금 가공 제품을 동력 전달 영역까지 획기적으로 확대했음.

사업화 내용 본 기술로 개발된 자동차 변속기용 구동기어는 다양한 차종에 적용될 것으로 보이며 변속기용 기어류에 약 40억 원의 매출을 기대하고 있음. 또한 수출 및 타 차종으로의 적용을 통해 2020년에는 약 500억 원 이상의 매출 증가를 예상하고 있음. 이 외에도 자동차 고연비화와 고성능화에 따

라 수요가 지속적으로 발생될 것으로 예상되며 고성능 수동·자동변속기 외 무단변속기, 디젤엔진용 구동기어 등 다양한 부문과 분말야금 재질(Fe, Al, Cu) 등에도 개발 기술을 적용하고 있음.

사업화시 문제및해결 고밀도 헤리컬 성형 및 표면 치밀화 공법 기술 개발을 통해 세계 최고 수준의 물성을 가진 구동기어 시제품 제작을 완료했으나 주요 고객사에서 세계 최초 적용 사례가 됨에 따라 물성 및 성능 추가 시험 등 신뢰성 데이터 추가 확보가 필요하게 돼 기어 마모시험기, 면압피로시험기 등 신뢰성 시험 연구설비를 보강해 요구 물성 데이터를 추가 검증하는 동시에 주요 고객사는 성능 및 실차 내구시험을 통해 검증을 완료했음. 현재 주요 고객사와 양산 적용 대기 및 추가 개발 진행 중이며 또한 엔진용 구동기어 적용을 위한 시제품 제작을 긴밀하게 협업하고 있음.

연구 개발기관 대한소결금속(주) / 053-610-0850 / www.iksm.co.kr

참여 연구진 대한소결금속(주) 박종관, 정동국, 전영수, 백제현, 재료연구소 김용진, 양상선 외

평가위원 동아대 신수철, 성균관대 석창성, 국민대 김주현, 강릉영동대 임석원, 자동차부품연구원 유용문, 신라대 김성훈





전 축에 적용된 다이렉트 드라이브 적용기술과 4만5000rpm의 초고속 스피들기술, 고가속을 위한 고댐핑 베이스기술, 이송계 경량화를 위한 고강성 구조물 해석기술과 주요 열원에 대한 열변위 저감기술.

초고속 고정밀 머시닝센터 기술 (FM200/5AX)

이달의 사업화 성공 기술 기계·소재 부문

두산공작기계(주) 제조기반산업핵심기술개발사업(생산시스템)

기술내용 » 본 연구과제를 통해 개발한 초고속 고정밀 머시닝센터는 초고속 5축 가공기로 곡면으로 이뤄진 고도로 복잡한 공작물 가공을 주

사용 목적으로 하고 있음. 또한 복잡한 공작물을 한 번의 세팅으로 고속 완가공해 공정 단축과 높은 정밀도를 얻을 수 있으며 주요 가공품은 고정밀 금형과 고부가가치 부품, 예를 들어 임펠러, 인공관절, 인공뼈 등 가공이 난해하고 정밀한 부품임. 초고속 5축 가공기는 정밀하게 위치 제어가 되는 직선 3축과 회전 2축 및 주축으로 구성된 다축 머시닝센터로서 다양한 재질과 형태의 소재를 원하는 형상과 치수로 정밀하게 가공하는 절삭가공기임. 두산공작기계가 개발한 초고속 고정밀 5축 가공기는 다이렉트 드라이브 기술인 리니어 모터와 토크 모터를 장착해 직선 이송 최대 50m/min, 회전 이송속 200r/min을 달성했으며 정압 방식의 주축으로 최대 45,000r/min의 회전이 가능함. 유럽 선진 업체의 초고속 고정밀 5축 가공기와 비교해도 직선 속도는 1.2배, 회전 이송 속도는 2배, 주축은 3000r/min이 더 빠르며, 이러한 고속 성능에도 정밀도는 동등 수준 이상을 달성했음.

사업화 내용 » 초고속 5축 가공기는 신성장 수요산업(연비 향상 자동차, 의료, 항공 등) 성장세와 동조

해 지속적으로 확대되고 있음. 특히 자동차의 경우 연비를 향상시키기 위한 중소형 5축 가공품(터보차처 임펠러)의 높은 성장으로 이를 생산하기 위한 5축 가공기가 특히 높은 성장률을 보임. 지금까지 이 시장은 독일을 중심으로 하는 유럽의 일부 선진국만이 최신 기술을 적용한 초고속 고정밀 5축 가공기를 개발해 선점하고 있었고 국내는 전량 수입에 의존하고 있었음. 두산공작기계가 기존 선진 업체가 선점해온 하이엔드 5축 가공기 시장에 진입해 중국과 대만 등의 후발업체와 기술 격차를 벌리고, 수입대체 효과와 함께 해외 시장을 개척하기 위해 국내 최초로 개발함.

사업화시 문제 및 해결 » 본 장비는 기존의 공작기계가 갖지 못하는 극한의 성능을 달성하기 위해 다이렉트 드라이브 이송 구동 장치, 빠른 이송체를 잘 지탱할 수 있는 새로운 재질의 베이스, 진동을 최소화한 초고속 스피들, 더불어 한 단계 높은 정밀도 목표 등은 설계부터 생산 단계까지 기존의 방식과는 전혀 다른 방법의 접근이 필

요했음. 이를 해결하기 위해 가공 및 조립 담당자들과 설계 단계부터 함께 검토하고 아이디어를 도출하는 등 적극적으로 참여하도록 했음. 특히 다이렉트 드라이브 기술을 안정화하는 데도 많은 어려움이 있었음. 기존 회전 모터를 대신해 이송체에 직접적으로 구동력을 전달하는 리니어 모터를 처음으로 적용했는데 전통적인 방식의 제어되는 상이 하기 때문에 정밀한 위치 이송을 위해서는 새로운 제어방식이 필요했음.

연구 개발기관 » 두산공작기계(주) / 055-600-4900 / www.doosanmachinetools.com

참여 연구진 » 두산공작기계(주) 하재용, 하현표, 김법민, 이형직, 변재윤, 장영준, 임경진, 전현택, 오창원, 정광일, 백준호, 손희동, 박경동, 박문수, 서영일, 이상길 외

평가위원 » 남부대 김상복, 산업연구원 박광순, 한국산업기술대 이종향, 한국기술교육대 이우영, 아랜디폴스 전주열, (주)라컴텍 최진경, 현대엔지니어링(주) 김종식





저원가세립화 기술은 기존의 압연공정과 달리 저온 강압화 및 급속 냉각을 적용해 결정립을 기존보다 2배 이상 미세화하는 기술로 고가의 합금원소 첨가 없이도 강도, 인성, 용접성 및 내부식성을 동시에 확보할 수 있음.

미래도시 조화형 Lifeline용 소재 및 응용기술

이달의 사업화 성공 기술 기계·소재 부문

(주)포스코_산업소재핵심기술개발사업(금속재료)

기술내용 도시 기반시설의 노후화 및 조밀화, 사용 조건이 가혹화함에 따라 강도와 인성은 높고 생산비용은 낮은 소재가 필요해 차세대 Lifeline 소재를 개발했음. 저온에서 강압하해 결정립을 기존보다 2배 이상 미세화하여 강재의 강도와 인성을 동시에 향상시켰으며 이를 통해 Lifeline용 강관의 수명을 향상시킴과 동시에 강재의 제조원가를 혁신적으로 저감했음. 한편 쓰레기 집하시설 같은 이송관로용 소재의 경우 값비싼 외국 제품을 사용하고 있는데, 초세립강 제조기술을 기반으로 내마모성이 뛰어난 이송관로용 저원가 소재를 개발했음. 탄소 함량, 압연 조건 및 제2상의 분율,

분포를 최적화해 기존 강(JIS-SPHT-2) 대비 약 2배의 내마모성과 용접성을 확보했으며, 쓰레기 집하시설 수송관로에 본 강재를 적용해 시험한 결과 내마모 성능은 기존재 대비 약 30% 성능이 향상됨을 확인했음.

사업화 내용 기존 SS400강관 대신 세립화 기술이 적용된 고강도, 고인성 인장강도 600MPa급 강재를 대공간 구조물인 KAIST SPORTS COMPLEX의 지붕 트러스트와 기둥부재에 적용해 소요 강재 저감에 따른 경제적 효과뿐만 아니라 구조물의 안정성도 확보했음. 이송관로용 내마모강관의 경우 국내

용인지구에 시험 설치했고, 중국 텐진지구에 상용품을 판매 공급한 바 있음.

사업화시 문제및해결 제품을 판매하기 위해서는 규격이 제정돼 있어야 하는데, 신제품이라 해당 규격이 없었음. 이에 한국산업기술시험원(KTL)에서 KS규격 등록을 추진해 STK690, STWW600, SPW600, WRP210을 추가함.

연구 개발기관 (주)포스코 / 054-220-0114 / www.posco.co.kr

참여 연구진 (주)포스코 김기수, 박광균, 노경민 외

평가위원 창원대 신평우, 오주기술연구소 박성기, 중원대 안석환, 산업연구원 김주한, 경북대 이인철, 한국기계연구원 부설 재료연구소 조재형, 한국진공야금 최재영





경량 및 고강도 폴리에틸렌 섬유를 제조하기 위해 폴리머 거동을 고려한 압출기 및 노즐 설계, 방사공정 제어기술, 섬유 제조 단계에서 고배율로 연신하기 위해 섬유 결점을 최소화하기 위한 제조시스템.

용융방사법을 이용한 경량&고강도 PE섬유소재



이달의 사업화 성공 기술 화학 부문
(주)삼양사 수요자연계형기술개발사업(일반)

기술내용 » 최근 세계 섬유 수요는 고기능성, 고성능화된 첨단 하이테크 소재로 변하고 있으며 우주산업용으로 개발이 시작된 슈퍼섬유는 용도 범위가 확대되었음. 하지만 상용화된 대부분의 슈퍼섬유 제조공법은 유기 용매를 사용하는 용액방사법이며 이는 환경 문제를 일으키고 제조단가가 높은 단점이 있음. 슈퍼섬유 중에서 초고분자량폴리에틸렌 섬유는 겔방사법을 이용해 30g/d 이상의 강도를 발현하지만 용매 사용과 복잡한 공정을 거쳐야 하고, 일반 산업용 폴리에틸렌 섬유는 강도가 10g/d 이하이므로, 이들 섬유와 차별화된 강도 15g/d 수준의 용융방사형 폴리에틸렌 섬유가 요구되었음. 국내에서는 이러한 용융방사형 폴리에틸렌 섬유의 원천기술이 확보되지 않아 전량 수입에 의존하고 있어 개발이 시급했으며 원천기술 확보에 의한 시장 선점 및 수입대체가 요구되었음. 본 과제에서는 용융지수 및 분자량 분포 등 용융방사에 적합한 폴리에틸렌 고분자를 원료로 사용해 차별화된 프로세스와 초고배율 연신 제어기술에 의해 고강도, 고탄성률의 폴리에틸렌(PE) 섬유를 개발했음. 이 섬유는 소재가 폴리에틸렌이므로 밀도가 낮아 물보다 가볍고, 상온 조건에서 화학

적으로 안정하고 내약품성이 우수하며, 특히 초고분자량폴리에틸렌 섬유 혹은 파라아라미드 섬유 소재보다 내절단이 우수한 특성을 나타냄.

사업화 내용 » 용융방사를 이용한 경량 및 고강도 폴리에틸렌 섬유는 높은 드래프트비와 연신 과정을 거치기 때문에 용융지수와 분자량 분포가 적합한 폴리에틸렌을 사용함. 또한 용액방사시 사용하는 유기용매를 사용하지 않기에 용매 치환 설비가 필요 없어 환경 친화적이고 생산 제조원가가 겔방사법의 3분의 1 이하로 경제성이 우수한 용융방사 공정을 사용해 섬유를 제조함. Lab. Scale 테스트를 통해 최적 물성 조건을 확립한 후, 물성 향상을 위해 방사기술 및 고배율의 연신기술을 확보했음. Lab. Scale 단계에서 양산화 Scale-up 시 양산설비 압출기 내 폴리머 거동, 노즐 조건, 냉각 및 고화 조건을 보완했음. 또한 양산설비 안정화 공정을 통해 경량 및 고강도 폴리에틸렌 섬유를 제조했으며 물성이 다양한 제품을 구현했음. 섬유의 모노 필라멘트 섬유는 1~2데니어 수준이며 폴리에틸렌 분자구조 특성상 매우 부드럽고 유연한 성질과 내절단성이 있기 때문에

복합섬유 구성 및 편직기술 조건 등을 확립해 보호의류, 안전장갑, 산업용 로프 등 응용제품 생산이 가능함.

사업화시 문제 및 해결 » 경량 및 고강도 폴리에틸렌 섬유를 양산설비에서 제조함에 있어서 방사 시에 Lab. Scale과는 다른 폴리머 거동을 확인했으며 그로 인해 공정 작업성에 문제가 되었음. 이에 압출기 내 폴리머 흐름성을 개선했으며 노즐 조건을 변경해 작업성을 높였음. 또한 냉각 및 권취 조건을 수정해 폴리에틸렌 섬유 직경의 균제도를 향상시켰음. 고강도 폴리에틸렌 섬유를 구현하기 위해서는 고배율 연신이 중요한 공정이지만, 연신 배율이 높아짐에 따라 섬유 표면에 모우나 루프가 다수 발생하는 것을 확인했음. 이에 사업화 중에 롤러의 표면 마찰을 최소화하기 위한 조건 및 설비를 선정해 품질이 우수한 고강도 폴리에틸렌 섬유를 제조할 수 있었음.

연구 개발기관 » (주)삼양사 / 042-865-8116 / www.samyancorp.com

참여 연구진 » (주)삼양사 정상영, 차동환, 윤광중, 김승훈, 박종훈 외

평가위원 » 한국화학소재기술연구조합 김현준, (주)새날테크-텍스 김효대, 한국실크연구원 권순정, (주)에어레인 하성용, 기술신용보증기금 김홍수, 지에스칼텍스(주)박상희



고품격의 상징 ‘Made in Germany’는 어떻게 유지되는가? 독일의 가공장비산업 경쟁력 및 연구개발(R&D) 전략

우리나라는 2015년 ‘첨단소재 가공시스템’을 산업엔진 프로젝트로 지정하고 2020년 첨단소재 가공 분야 4대 강국 실현을 목표로 탄소섬유복합재(CFRP) 관련 드릴링·워터젯 복합가공기 개발, 가공데이터 연동 품질검사 및 초음파 가공이 가능한 검사·가공 복합시스템 개발, 첨단소재 가공시스템용 개방형 제어기 개발 등을 내용으로 하는 ‘탄소섬유복합재(CFRP) 가공시스템’ 개발에 본격 착수했다. 이에 우리나라의 가공장비 개발 경쟁력 강화를 위해 독일의 가공장비산업 경쟁력 및 R&D 전략을 살펴보고 ‘왜 Made in Germany’가 세계 속에서 가장 높은 품질의 상품을 대표하고 있는가를 알아보려고 한다.

이강우 [한국산업기술평가관리원 유럽사무소 소장]

유럽을 대표하는 독일의 가공장비 산업¹⁾

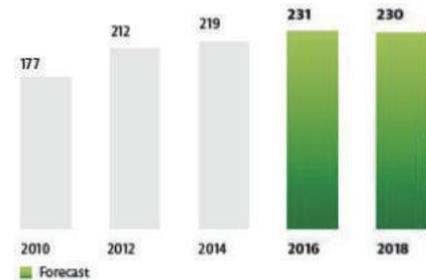
독일의 가공장비(Machinery and Equipment : M&E)는 유럽에서 가장 크고 강한 산업 분야이고 주로 중소·중견기업(SMEs)을 중심으로 상용화 제품을 생산하고 있으며, 가공장비 부품을 포함해 독일 내외 제조업 분야를 주도하고 있다. 이러한 중소·중견기업의 강점은 확고하고 변함없는 장인정신, 끊임없는 기술 개발 투자, 다양한 응용산업 분야 그리고 정부의 탄탄한 지원 등에 있다. 이러한 중소·중견기업 주도의 경쟁력은 제조업 분야에 있어서 독일을 최대 공급자이자 매력 있는 시장으로 유지하기 위한 정부의 변함없는 성장정책, 첨단제조업 육성, 산업자동화 및 스마트공장화 추세 등에 따라 앞으로도 계속 유지될 것으로 판단된다.

독일의 가공장비산업은 활동 규모 측면에서는 6419개 회사에 약 100만 명 이상의 근로자가 종사하는 가장 큰 분야이고, 특히 근로자 고용은 2014년도만 1만8000명이 증가해 100만 명을 돌파했다. Value Chain 을 고려할 경우 독일 중소·중견기업의 약 90%가 연관돼 있다. 매출액 측면에서는 독일 산업 중 두 번째로 큰 분야로, 2014년 212B유로, 2015년 230B유로의 매출을 기록하며 지난 10년간 약 70% 이상의 성장세를 보였다. 수출 비중이 76%로 2008년 145B유로 수출 이래 잠시 주춤했으나 2014년 151.5B유로를 기록하며 극복했다.

독일은 세계 가공장비 시장의 가장 큰 공급자로, 중국·미국보다도 우위에 있다. 세

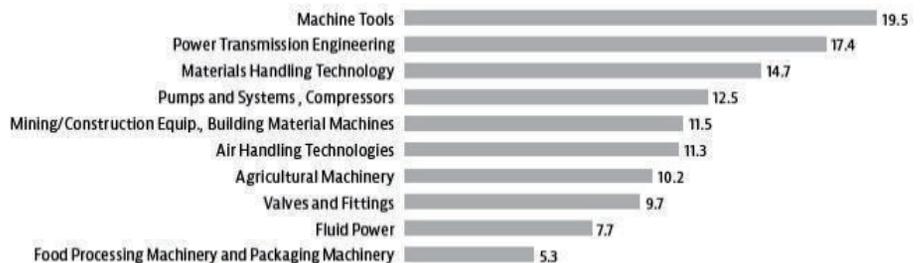
계 무역 규모의 16.3%를 차지하고 있으며, 세계 시장을 선도하고 있는 가공장비 분야 31개 기업 중 독일 기업이 16개나 포함돼 있다. 가공장비산업은 전자기술, 로봇기술, 재료기술, 소프트웨어기술 등 모든 미래 기술과 융합된 분야이며 독일연방정부의 Industry 4.0 및 High-Tech Strategy 정책의 지원으로 기술적 발전을 이뤄 2015년도를 기점으로 독일 산업 분야에서 가장 중요한 핵심산업으로 우뚝 서게 됐다.

독일의 가공장비산업 분야 기업의 R&D 투자는 2004년부터 매년 4.2% 성장하며 2013년에는 약 80B유로를 기록했다. 독일 기업은 전 세계 가공장비 분야 IP의 25%를 보유하고 있으며, 독일은 2010년부터 2015년까지 500개 기업에 외국인 직접투자가 이뤄지는 등 유럽에서 규모가 가장 큰 국가다. 뒤이어 영국(389개), 프랑스(182개), 러시아(159개) 등이 있다. 직접투



〈그림 1〉 독일 가공장비산업 연 매출 규모 (단위: B유로)

출처 : Statistica.com, GTAI Research 2016



〈그림 2〉 독일 가공장비 분야 Top10 생산 규모 (단위: B유로)

출처 : Statistica.com, GTAI Research 2016

자와 R&D 과제투자 등 두 가지 모두를 포함하면 미국이 가장 큰 투자국이며, 중국 이 그 다음이다.

신기술을 접목한 독일의 가공장비

에너지 효율적 기술(Energy-Efficient Technologies) 플라스틱산업, 금속산업 등을 포함한 산업 측면에서 에너지 효율적인 생산시스템 투자가 증가되고 있다. 이는 독일의 야심찬 에너지 전환 정책(Energiewende : Energy Transition)²⁾의 에너지 인프라 구조 개선에 따라 추진되고 있으며, 전기모터시스템, 펌프 및 팬 등을 포함한 연관 제품, 부품까지 고려한 최적의 에너지 효율적 가공장비가 기후변화 방지, 비용 절감 목표 실현 등에 중요한 역할을 할 것으로 기대하고 있다. 독일의 가공장비 업체는 이미 10여 년 전부터 에너지 효율성 개선을 위한 최적화 노력을 해오고 있다.

적층가공기술(Additive Manufacturing : 3D 입체 프린팅 가공기술) 3D 프린팅 기술은 이미 산업 분야에 다양하게 적용되고 있으며, 독일은 미국·일본에 이어 3D 프린팅 분야 장비, 설치, 시설 등에서 2020년까지 약 21B달러를 능가하는 시장 규모로 동 분야에서 선도적인 위치에 있다.

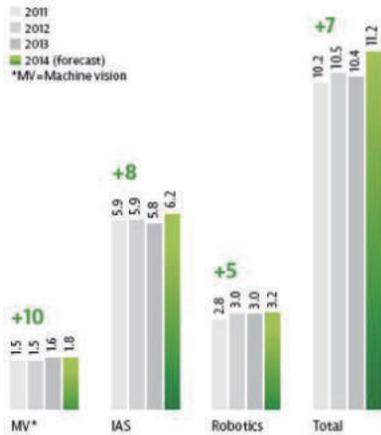
1) VDMA May 2015, FDI markets June 2015, GTAI research June 2015 등.

2) 2050년까지 1990년 수준과 비교해서 온실가스를 적어도 80%까지 저감하겠다는 정책이며, 관련 에너지 인프라 구조를 변화시켜 2023년까지 독일의 모든 원자력발전소를 점진적으로 없애겠다는 내용.

시장 선도형 인더스트리 4.0 기술과 사물인터넷(IoT) 기술 인더스트리 4.0은 사물인터넷(IoT)을 통해 생산기기와 생산품 간 정보 교환이 가능한 제조업의 완전한 자동생산 체계 구축 및 전체 생산과정 최적화 정책이다. 구체적으로는 제조업과 IT 시스템을 결합해 정보통신기술(ICT)을 이용한 공장의 기계, 가공장비, 부품 등 정보 및 데이터를 자동으로 연계시켜 모든 작업 과정을 통제하고 무인수리 등을 가능하게 해 생산에서 노동자가 차지하는 비중을 줄여준다. 또 창의적인 기술 개발과 혁신이 제조업의 경쟁력을 좌우하게 함으로써 인구 감소 등의 변화에도 불구하고 낮은 인건비를 바탕으로 경쟁력을 유지할 수 있는 전략이기 때문에 독일 기업의 가공장비 기술 개발 시 인더스트리 4.0 정책, 사물인터넷 기술과 연관시켜 독일산업 구조를 개선하고 글로벌 경쟁력을 유지할 수 있도록 강조하고 있다. 이미 독일의 가공장비 분야 기술자 중 3분의 1 정도가 IT나 자동화에 대해 관심을 갖고 있으며, 이러한 추세가 이어질 경우 독일연방정부에서도 인더스트리 4.0을 통한 가공장비 분야 총 가치가 2025년까지 약 23B유로 추가로 증가될 것으로 예측하고 있다.

로봇기술과 자동화 로봇기술과 자동화 기술을 통해 생산비용을 현저하게 줄여줄 뿐만 아니라 최고 수준의 품질을 확보할 수 있기 때문에 특히 생산성, 연속생산, 고성능 보유 소형 제품 등에 적용하는 기술을 강조하고 있다. 로봇기술과 자동화 관련 가공장비 매출은 크게 증가해 2014년 11.2B유로, 2015년 12B유로에 이르고 있다. 로봇기술과 자동화기술 관련 독일 기업의 50%가 해외 시장을 통해 매출을 올리고 있는 것을

보면 'Made in Germany' 제품에 대한 수요가 어느 때보다 커진 것을 알 수 있다. 특히 자동차 생산 및 공급기업의 경우 2010년부터 현대화, 시설 확장, 신기술 개발 등에 지속적으로 투자해 2014년도 매출 성장에 크게 기여했고 전기전자산업도 신제품 개발을 위한 자동화에 크게 투자하고 있다. 현재 로봇기술, 통합조립솔루션(Integrated Assembly Solutions : IAS), 이미지 프로세싱 분야 등의 증가된 수요는 금속, 식음료, 제약분야 등에도 확산되고 있다.



〈그림 3〉 독일 가공장비산업 관련 국내외 자동화 및 로봇 분야 매출 규모(단위: B유로)
출처: VDMA 2014

독일의 가공장비산업이 발전하는 명확한 이유

높은 수준의 독일 산업화 환경은 가공장비산업을 성공적으로 발전시킨 단지 한 가지 요인일 뿐이다. 더욱 중요한 발전 요인은 화학, 전자, 자동차, 식음료 등 가공장비를 활용하는 4가지 산업의 성장이 관련 시장의 성장을 이끌었기 때문이다. 이러한 4가지 가공장비 활용 산업은 1만2000여 기업, 약 2.3M명의 인력을 보유하고 있으며, 2014년 694B유로 매출을 기록했다. 또한 가공장비산업을 통해 재생 에너지 및 자원산업 분야의 신시장을 창출하고 있는

며, 에너지 효율성 제고를 위해 하이테크 가공장비 요구를 지속적으로 해오고 있다.

전기전자 분야 전자산업은 전 세계적으로 가장 빠르게 성장하는 분야로 독일 또한 높은 수준의 제품과 부품 개발에 박차를 가하고 있다. 독일의 전기전자 분야 기업은 마이크로전자부품부터 가전, 자동화 시스템, 조명, 의료기기, 자동차 등과 관련된 전자제품까지 약 10만 개 이상의 제품을 제조하고 있으며 2015년 약 178B유로의 매출 규모를 나타내고 있다.

화학 및 플라스틱 분야 약 2000개 기업, 29만 명의 인력이 종사하고 있는 화학산업은 독일의 가공장비가 적용되는 가장 중요한 분야다. 독일의 화학산업은 유럽 시장을 리드하고 있으며 유럽에서만 2014년 약 110B유로의 매출을 올렸다. 독일에서만 60개 이상의 화학단지 인프라를 보유하고 있으며, 유럽 투자의 3분의 1 정도가 독일에 투자되고 있다. 플라스틱 분야도 예외가 아니다. 폴리머, 컨버터 등 약 6500개 기업, 37만5000명의 인력이 종사하고 있으며 2014년 약 90B유로 매출 규모를 갖고 있는 독일의 중요 산업 분야다.

자동차 분야 독일의 자동차 생산, 공급, 서비스 관련 기업은 독일의 매출 규모가 가장 큰 산업을 대표하고 있다. 2014년 약 384B유로의 매출을 올렸으며, 5.6M대의 승용차, 30만3500대의 트럭과 버스가 모두 독일에서 생산되며 유럽의 자동차산업을 리드하고 있다. 1000개 이상의 기업에 약 77만5000명의 인력이 종사하는 자동차 분야 기업은 현재 대량생산, 자동화 등 관련 효율성 제고를 위해 노력하고 있다.

식품료 분야 독일의 식품료 분야 기업은 가공장비 관련 기업에 향후 큰 이익을 줄 수 있는 분야다. 이 분야는 2014년 약 172B 유로의 매출을 기록했으며, 현재 높은 수준의 자동화 생산을 위해 경쟁 체계에 있는 분야다.

R&D 투자를 통해 가공장비 분야 선도

독일은 2013년 약 80B 유로의 R&D 투자 규모를 갖고 있는 유럽 내 최고의 R&D 투자국이며, 전 세계 기준으로는 미국·일본·중국 다음으로 R&D에 투자하고 있다. 2013년 기준으로 EU 28개국의 평균 GDP 대비 R&D 투자율이 2% 수준이나, 독일은 3% 정도를 투자하고 있다. 또한 EC의 'Innovation Union Scoreboard 2015'에 따르면 EU 28개국의 평균 혁신성과 수준보다 높은 나라는 독일·덴마크·핀란드·스웨덴뿐이고 독일이 기업 투자 및 기업 간 협력 지수에서 최고 수준을 보유한 국가로 돼 있다. 또한 2014년 유럽특허국에서 조사한 결과 독일 기업에서 개발된 특허는 1만3100여 개로 프랑스나 영국의 두 배 이상이다. 유럽·미국·일본 등 3개 국

가 동시 출원 특히 지수도 66.8로 스위스·일본·스웨덴에 이어 4위를 차지하고 있다. 독일의 이러한 R&D 투자 규모와 특히 보유는 제품 경쟁력을 확고하게 해주는 원동력으로, 독일을 유럽에서는 1위, 전 세계에서는 2위로 만들고 2014년 151.5B 유로의 수출대국으로 이끌게 되었다.

2013년 기준으로 가공장비 분야 기업의 75%가 기술혁신 활동을 하고 있고, 이중 52%에 해당하는 기업이 신제품이나 기존 제품 성능을 업그레이드한 제품을 시장에 출시하고 있다. 그중 16%는 비용 절감 또는 공정기술 측면의 향상 효과를 보였다. 또한 가공장비 분야의 R&D 투자는 2013년 10B 유로, 2014년 13.2B 유로, 2015년 13.4B 유로 규모이며, 2013년 기업별 평균 R&D 투자비중은 약 5.7% 수준이다. 독일의 경우 가공장비 분야 R&D 활성화를 위해 100개 이상의 고등 교육기관이 가공장비 분야 기업과 연관된 프로그램을 운영하고 있다고 한다. 가장 활성화돼 있는 교육프로그램은 메카트로닉스 분야로 자동차, 기계엔지니어링, 전기전자 기업과의 학제적 교육프로그램으로 운영되고 있다. 또한 2013년 기준으로 독일 대학교

졸업생의 약 15%가 공학 분야를 전공했다고 한다. 독일의 가공장비 분야 기업의 R&D 인력은 지난 10년간 꾸준히 증가했으며, 2013년 기준 약 4만3000명이다. 독일의 경우 연방정부로부터 재정 지원을 받는 모든 가공장비 분야 R&D 사업은 독일연방의 High-Tech Strategy³⁾ 내용 안에 집중돼 있다.



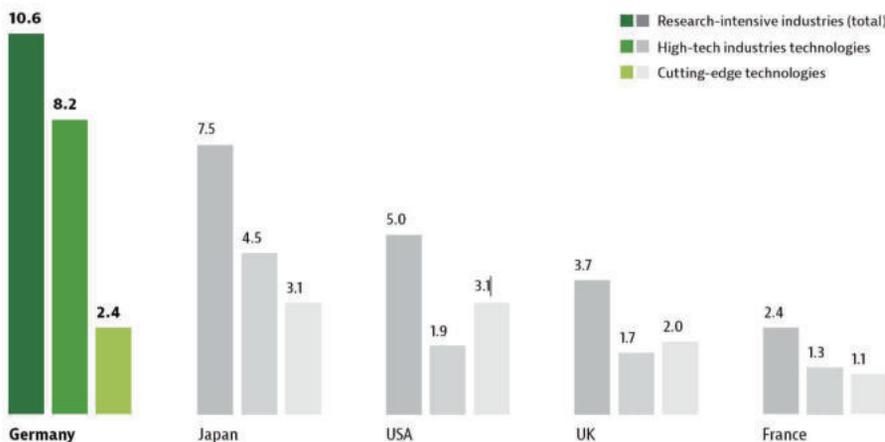
〈그림 5〉 독일 가공장비 분야 R&D 투자 규모(2009~2015, 단위: B 유로)

출처: ZEW 2015



〈그림 6〉 독일의 Core Elements New High-Tech Strategy

출처: Federal Ministry of Education and Research (BMBF) 2015



Note: High-tech industries are characterized by high internal R&D expenditures of between 2.5%-7% of the average OECD turnover. Cutting-edge technologies show an internal R&D intensity of more than 7% of the average OECD turnover.

〈그림 4〉 독일 Research Intensive Industry 분포 지수(2012),

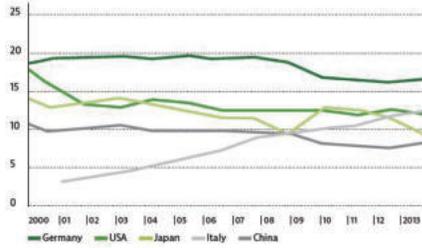
출처: German Institute of Economic Research(DIW) 2015

3) 향후 독일을 세계적인 혁신 리더로 만들기 위한 정책이며, 아이디어를 전환해 혁신적인 제품과 서비스를 창출해 독일을 세계 최고의 산업 및 혁신 전문 국가로 만들기 위한 전략이다. 정부지원금, 펀드 등의 재정지원 내용을 포함함.

체계적이고 지속적인 혁신클러스터

독일연방정부에서는 가공장비 분야 혁신클러스터를 전역에 골고루 배치했다. 이러한 클러스터 배치 전략은 ① 산학 협력을 촉진시키기 위한 경쟁 ② 각 클러스터를 발전시킬 수 있는 지역특화 전략 ③ 가공장비 분야 각 요소기술의 경쟁력 확보 ④ 연관 산업 간 신기능 창조 ⑤ 최첨단 클러스터 경쟁력 확보 등 5가지를 고려해 Go Cluster, Fraunhofer Innovation Cluster, Leading-Edge Cluster 등으로 유형화해 장시간에 걸쳐 실행됐다.

Go Cluster 독일연방정부의 가공장비 분야 혁신클러스터 'Go Cluster' 사업은 2012년 개시 이래 재정지원을 통해 독일 전역에 100개가 넘는 혁신클러스터를 연계했고, 국제적으로도 경쟁력 있는 클러스터로 탄생시켰다.



Note: Comparison of machinery export trade share of 47 supplier countries (since 2001, 2009 and 2011 extended statistical evaluation list of supplier countries)

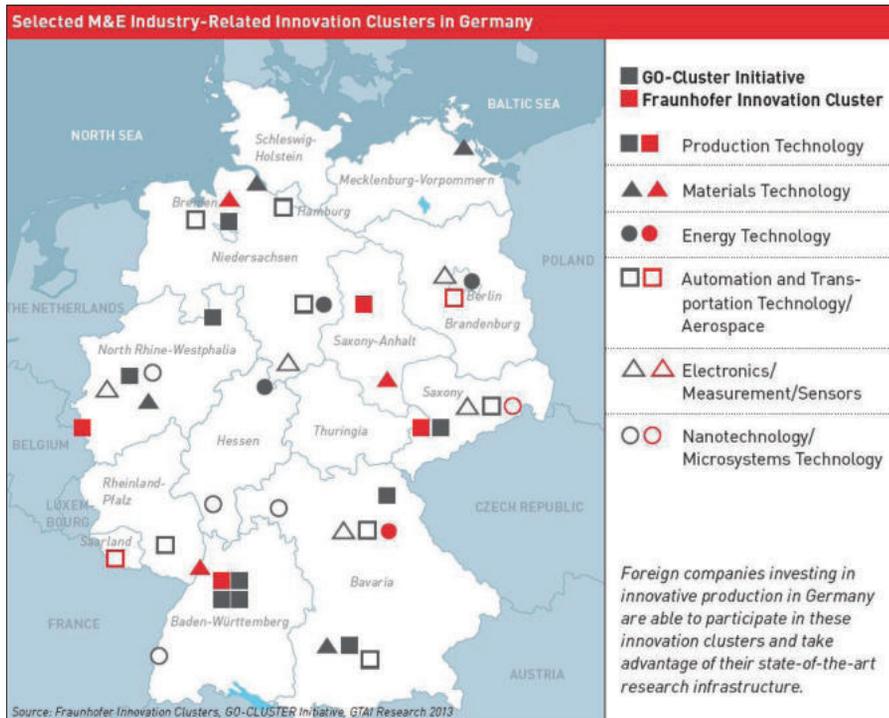
〈그림 7〉 글로벌 Top5 가공장비 공급 국가 세계 무역 규모 비중
출처 : VDMA 2014

Fraunhofer Innovation Cluster 독일은 유럽에서 가장 규모가 큰 과학기술연구 조직인 프라운호퍼연구소를 통해 산업 및 공공 분야 신기술을 개발하고 있다. 독일 전역에 67개 연구소, 2만4000명의 연구인력을 갖고 있는 프라운호퍼는 그중 17개 연구소가 순수하게 가공장비 분야 개발에 직접적으로 연관돼 지역과 기업, 투자자와 기술 개발을 유기적으로 연결해 주고 있다.

Leading-Edge Cluster 독일의 혁신클러스터, 네트워크의 국제협력 R&D 추진은 2015년부터 2021년까지 클러스터 간 상호 경쟁에 의해 추진되고 있고 이를 '첨단산업 클러스터'라고 부르고 있다. 이러한 첨단산업 클러스터는 3단계 경쟁심사에 의해 선정됐으며 약 4M유로 규모의 자금을 지원하고 있다. ESCA(European Secretariat for Cluster Analysis)에 따르면 클러스터 구조, 거버넌스, 국제협력 현황 등을 토대로 분석한 결과 유럽 전체의 산업클러스터 중 금, 은, 동메달 모두 독일의 첨단산업 클러스터가 선정되었다고 한다.

독일 산학 협력을 통한 차세대 첨단가공 R&D 분야⁴⁾

독일 프라운호퍼의 차세대 첨단가공 R&D의 핵심 분야는 3D 입체 프린팅 가공 기술이며, 이때 가장 중요한 3가지 요인은 생산 소요시간, 형장가공의 자유, 재료의 다양성 등이다.



〈그림 8〉 독일의 가공장비 분야 관련 혁신클러스터 현황

출처 : Fraunhofer Innovation Cluster, go cluster, GTAI Research 2015



4) 독일 프라운호퍼의 산학 연구 촉진 관련 첨단가공 분야 R&D 전망(Fraunhofer IWU, Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel, 2015)

Selective Laser Sintering



sPro™60 HD-HS
High Speed
SLS® Center(3D
Systems)



Ventilation
Duct

3D-Printing



Gearing
Mechanism



ZPrinter310 + Zprinter450 (3D Systems / Z Corp)

Fused Layer Modeling



FORTUS 900mc (Stratasys)



Cranium Model for OP Preparation

〈그림 9〉 프라운호퍼 3D 입체 프린팅 가공기술 - 기술의 다양성

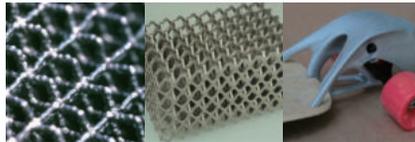


- CoCr 소재 및 Laser Beam 활용 응용
가공제품(Dental Crowns, Bridges, Brackets) 예시
- 2012년부터 40개 EOS EMLS 가공기가 생산하고 있으며 24시간 동안 450개 Crown, Bridge 가공

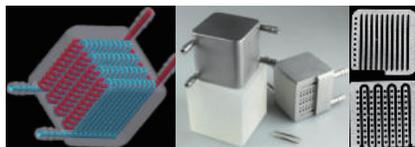


- GE Aviatios사에서 개발한 Fuel Injection Nozzle 예시
- Laser Beam Melting 가공, GE LEAP Jet Engine에 19개 Nozzle 탑재
- 2020년까지 10만 개 생산 계획이며 25% 경량화, 한 번에 18개 3D 프린팅 가공 등이 특징

〈그림 10〉 프라운호퍼와 공동개발을 통해 이미 산업적으로 상용화된 3D 입체 프린팅 제품



- Laser Beam 활용 Functional Structure 개발 예시
- 왼쪽 : Regular lattice structure with 0,3 mm strut thickness *Extreme lightweight design
- 가운데 : Graded lattice structure *Optimised load distribution
- 오른쪽 : Topologically optimized axle carrier for a longboard *Material reduction



- Innovative miniature heat exchanger 예시 : 3D-CAD-model of heat exchanger → Additively manufactured miniature heat exchanger → Evaluation/inspection with micro computer tomography



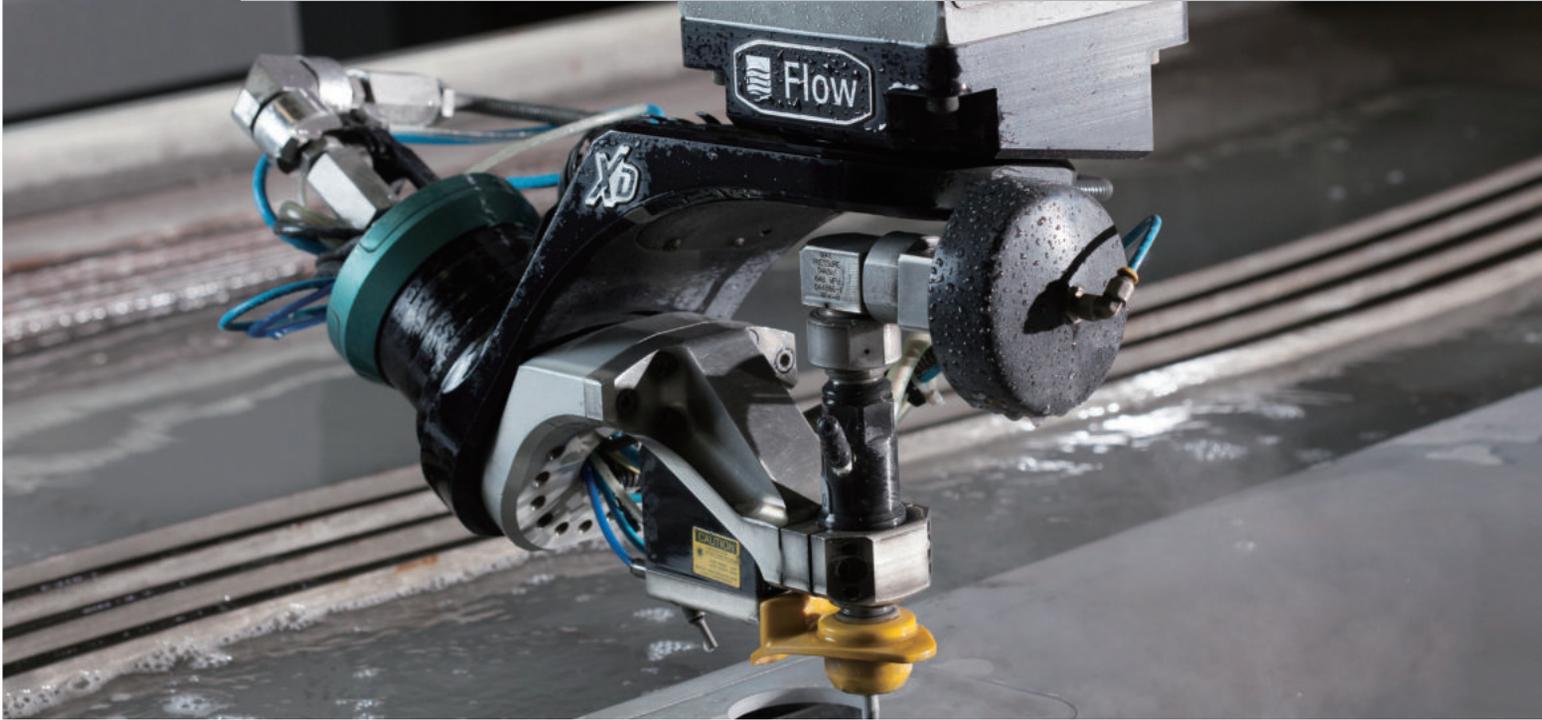
- 의공학 혁신제품 예시
- 생체 삽입형 의료기기 소재, 환자 맞춤형 임플란트 등
- Functional integration (surface / volume structures, channels and cavities)

〈그림 11〉 창조적 생각으로 개발 기획 단계에서부터 디자인을 고려한 3D 입체 프린팅 제품

이렇듯 독일은 High-Tech Strategy 정책에 따라 유럽뿐만 아니라 글로벌 경쟁력 우위 확보를 위해 독일 산업을 지탱해 주고 있는 가공장비산업 육성, 가공장비 전후방 연관 산업을 종합적으로 고려하고 프라운호퍼를 중심으로 독일 전역에 집적화돼 있는 산학연 협력 혁신클러스터 지원, 핵심 R&D 분야인 레이저 가공기술, 3D 입체 프린팅 기술 및 장비 개발에 주력하고 있다. 우리나라도 첨단소재 가공시스템산업의 발전을 위해 R&D를 통한 기술혁신을 가속화하는 동시에 전후방 연관 산업과 지역에 구축돼 있는 혁신 인프라와의 연계 협력을 더욱 강화할 필요가 있다.

참고 자료

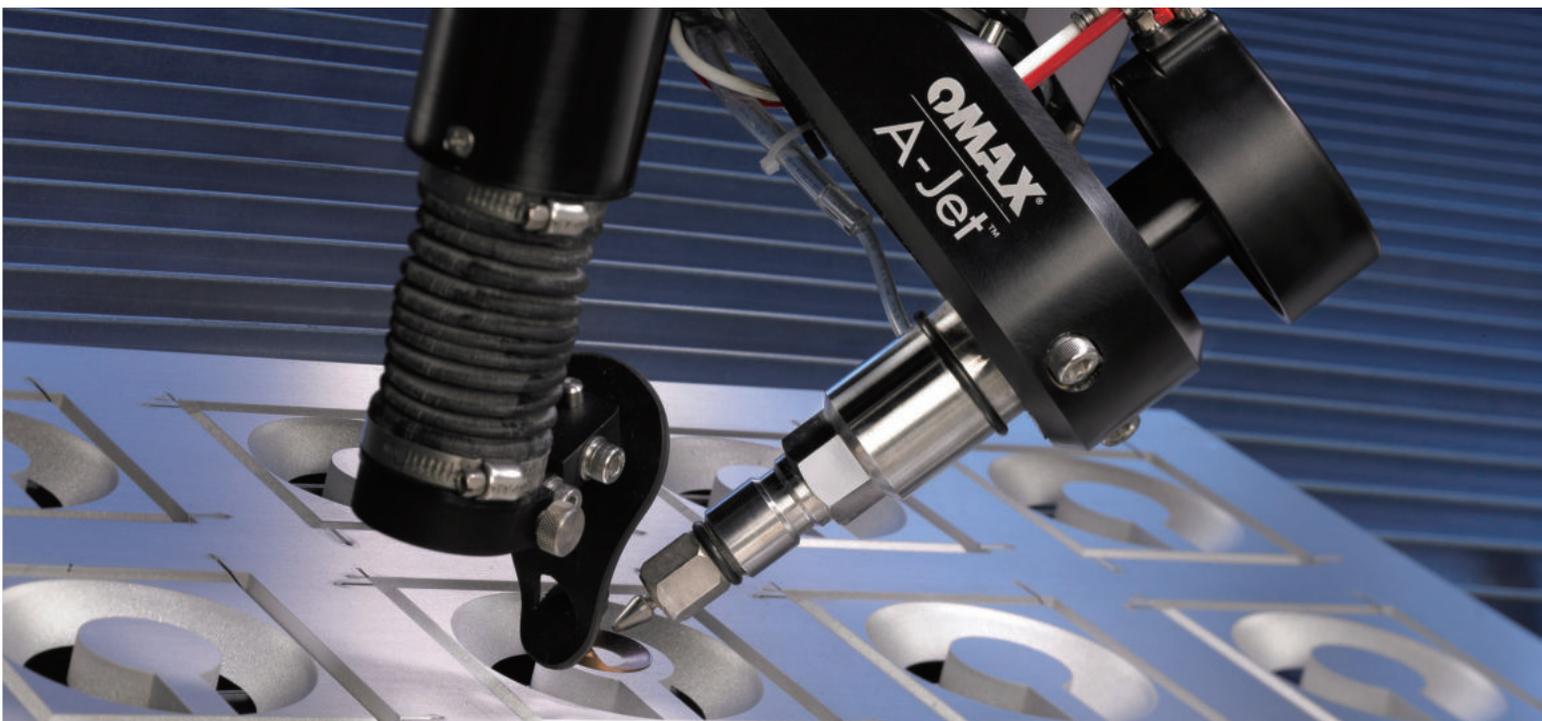
- 1) 독일기계설비협회(VDMA) Article 'Mechanical engineering industry spurs industrial progress' <https://www.vdma.org/article/-/articleview/3605133>
- 2) 독일기계설비협회(VDMA) Article 'Global machinery sales grow in 2014 - despite difficult environment' <https://www.vdma.org/article/-/articleview/7637172>
- 3) 독일무역투자공사(GTAI) Article 'Market leadership powered by German engineering' <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Industries/machinery-equipment.html?view=renderpdf>
- 4) 독일경제연구소(DIW) Article 'Medium-sized foreign-owned German enterprises heavily involved in R&D' http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.535840.de/diw_econ_bull_2016-22-1.pdf
- 5) 유럽경제전략연구소(ZEW) 'Innovation Survey 2015' <http://www.zew.de/en/presse/pressearchiv/zew-innovationserhebung-deutsche-wirtschaft-investiert-rekordsummen-in-innovationen/>
- 6) GTAI-Japan 투자포럼 자료집 중 '독일 프라운호퍼의 차세대 첨단가공 분야 R&D 전망(Fraunhofer IWU, Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel, 2015)' <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/invest,t=overview-speakers-jgir-2015,did=1283806.html>



첨단소재 가공시스템, 워터젯(Waterjet)

최근 첨단소재가 자동차나 항공기의 경량화를 통한 연비 향상을 위해, 혹은 웨어러블 디바이스 같은 스마트기기의 고급화를 위해 사용되면서 수요가 급증하고 있다. 이에 따라 첨단소재 가공시스템에 대한 관심도 높아지고 있는데, 이 중 워터젯 가공시스템은 탄소섬유복합재와 같은 가공이 어려운 소재까지 다룰 수 있고 후처리 공정이 필요 없어 많은 관심을 받고 있다. 이에 워터젯 가공시스템과 세계 워터젯 시장의 두 강자인 플로(Flow International)와 오맥스(Omax Corporation)의 선진기술 및 경쟁력의 근원에 대해 살펴보았다.

조용범 [한국산업기술평가관리원 미국사무소 소장]
 홍태영 [한국산업기술평가관리원 미국사무소]



대량생산 · 가공이 필요한 첨단소재

첨단소재란 탄소섬유복합재(CFRP), 타이타늄, 사파이어글래스와 같은 강도가 높고 무게가 가벼운 고기능 소재를 뜻하는데, 이들 소재는 열에 강하거나 부식되지 않는 등 우수한 성질을 가지는 데 반해 그만큼 가공이 어렵다는 단점이 있다. 대표적인 첨단소재인 CFRP는 가벼우면서 철보다 강한 특성을 가지고 있어 소재 경량화를 통해 연비 향상이 중요한 자동차나 항공기에 많이 사용되고 있다. 예를 들면 BMW는 신형 전기자동차인 i3와 i8의 프레임에, 벤츠는 E CLASS 차량 부품에, 기아자동차는 '올뉴 쏘렌토' 선루프 등에 CFRP를 적용하고 있다. 또한 보잉 787 제트여객기는 경량화를 위해 동체의 50% 정도에 CFRP를 도입하고 있을 만큼 사용이 확대되고 있다. 특수금속으로 분류되는 타이타늄이나 인코넬 같은 경우도 항공, 자동차산업에 많이 사용되는데, 주로 터빈 블레이드나 항공기부품 쪽에 쓰이고 있다. 사파이어글래스 같은 경우에는 표면이 잘 긁히지 않고 적외선을 투과할 수 있는 특성 때문에 기존에 사용되던 강화유리 대신 웨어러블 스마트기기, 카메라 렌즈, 지문 인식 모듈 등에 사용되고 있다.

세계 자동차 시장의 환경 변화

미국은 무공해차 의무판매를 법제화하고 있는데, 캘리포니아 주에서는 2018년부터, 뉴욕과 뉴저지 등 10개 주에서는 2017년 가을 무렵부터 무공해차(Zero Emission Vehicle : ZEV)의 판매가 의무화된다. 이 법에 따르면 완성차업체에서는 무공해차(일반 하이브리드 차량 제외)의 판매 비중이 2025년 캘리포니아에서 22%, 다른 주에서는 15% 이상이 되어야 한다. 유럽연합(EU)은 자동차가 1km 달릴 때 뿜어내는 이산화탄소(CO₂) 양을 120g으로 제한해 저공해차의 개발을 촉진하고 있다.

이처럼 초경량 · 고강도인 첨단소재가 수요가 많은 자동차, 항공기, 전자기기산업 등에서의 활용도가 높아짐에 따라 소재의 대량생산 · 가공이 불가피해지고 있다. 예전에는 첨단소재의 수요가 적어서 소량생산만 하면 되었기 때문에 가공기기를 외국에서 수입해 사용하는 것이 더 효율적이었다. 하지만 첨단소재의 가격 하락과 이로 인한 수요 증가 때문에 더 이상 외국의 가공기기만 수입해서는 그 수요에 대응하기가 어려워지게 되었고, 앞으로는 계속 첨단소재 가공기기를 수입하다가는 반도체산업과 같이 외국 장비에 산업이 종속될지 모른다. 사실 우리나라가 반도체 수출 1위 국가지만, 정작 핵심 생산장비는 대부분 Applied Material, ASML, Lam Research와 같은 외국 기업에 의존하고 있어 우리나라 기업이 새로운

생산라인을 구축하는 경우 어마어마한 자금이 외국으로 흘러나가고 있다. 따라서 이를 극복하기 위해 대부분의 첨단소재 가공기기를 수입에 의존하고 있는 국내 기업도 독자 장비 개발을 추진하고 있으나, 진입 기술 장벽이 높고 외국 기업들이 기술 이전 등을 꺼려하고 있기 때문에 개발에 어려움을 겪고 있다.

우리나라에서도 정부 주도로 첨단소재 가공기기를 개발하기 시작했다. 산업통상자원부는 첨단소재 가공시스템 개발을 위한 R&D 프로젝트(징검다리 프로젝트)를 2015년부터 추진하고 있는데, 이는 가공장비업체, 대학, 수유기업이 공동으로 참여해 CFRP, 특수금속(인코넬 · 타이타늄), 사파이어글래스 등을 가공할 수 있는 가공시스템을 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

	<p>공정 : 집중된 레이저 빔 사용 2차 공정 : 산화된 모서리를 제거하는 등 때때로 필요함 가공 가능 소재 : 강철, 스테인리스 스틸, 알루미늄 가공 가능 두께 : 일반적으로 1인치 이하 가격 : \$200K ~ \$1M 이상 장점 : 0.2mm까지 미세한 크기에도 용접 가능 단점 : 두꺼운 재료에서는 작업효율 감소, 빛을 반사하는 소재 불가</p>
	<p>공정 : 고온의 이온화된 가스 아크를 사용 2차 공정 : 열 변형이 있어서 울퉁불퉁해진 표면을 평평하게 하는 과정 필요 가공 가능 소재 : 금속 및 비철금속 재료(알루미늄, 합금 등) 가공 가능 두께 : 일반적으로 2~3인치 가격 : \$60K ~ \$300K 이상 단점 : 소재의 두께가 두꺼워지면 절단 불가</p>
	<p>공정 : 와이어에 전기적인 스파크를 통과시켜 소재를 가공 2차 공정 : 일반적으로 2차 공정 불필요 가공 가능 소재 : 전도체만 사용 가능 가공 가능 두께 : 일반적으로 12인치 이하 가능 가격 : \$100K ~ \$400K 이상 단점 : 소재에 따라 서로 다른 와이어를 이용해야 함</p>
	<p>공정 : 고속 · 고압의 물줄기 사용 2차 공정 : 일반적으로 2차 공정 불필요 가공 가능 소재 : 거의 모든 소재 가공 가능 두께 : 최대 24인치 가능 가격 : \$60K ~ \$300K 이상</p>

〈표 1〉 대표적인 소재 가공시스템

첨단소재, 절삭 등 가공이 어려운 난삭재

소재를 절단하고 가공하는 데에는 주로 레이저, 플라즈마, EDM(Electrical Discharge Machining), 워터젯 장비 등이 사용되고 있다. 여기서 레이저는 집중된 레이저 빔을 사용해 소재를 가공하는 방식이고, 플라즈마는 고온의 가스를 사용해 소재를 절단하는 방식이며 EDM은 얇은 와이어를 통한 전기적 방전을 이용해 소재를 가공한다. 워터젯은 아주 작은 구멍의 노즐을 통해 나오는 초고압의 물줄기를 이용해 소재를 절단 및 가공하는 방식이다. 오래전부터 현재까지 레이저와 플라즈마 방식이 가장 많이 활용되어 왔는데, 빠른 속도로 인해 금속과 같은 소재를 절단하고 가공할 수 있기 때문이다. 하지만 이 방식들은 가공할 수 있는 소재가 한정되어 있어 난삭재(Difficult-to-cut Material)라고 불리는 첨단소재를 가공하는 데에는 어려움이 있다. 난삭재란 우수한 기계적 인 성질 때문에 절삭 등의 가공이 어려운 소재를 말하는데, CFRP나 타이타늄과 같은 특수금속 등이 이에 속한다. 이러한 난삭재를 가공할 때 레이저와 플라즈마 방식을 이용하면 소재가 열 변형을 일으키거나 가공할 수 있는 두께에 제한이 있고, 특히 레이저로 비철금속을 가공할 경우에는 빛을 반사하기 때문에 어렵게 된다. 이에 반해 워터젯은 가공 시 열 변형이 없고 정밀한 곡면의 절단이 가능한 데다 가공할 수 있는 소재의 범위가 매우 넓고 유독가스와 분진을 발생하지 않는 친환경적인 가공이 가능해 최근 중요한 첨단소재 가공기기로 부상하고 있다. 특히 내열성이 강하고 고강도인 CFRP를 포함한 대부분의 첨단소재를 모두 가공할 수 있기

때문에 주요 첨단소재 가공시스템으로 크게 주목받고 있다.

물로 소재를 가공하는 워터젯

워터젯이란 초고압의 물을 노즐을 통해 통과시켜 발생하는 강력한 물줄기로 소재를 가공하는 기기를 뜻한다. 워터젯은 주로 소재를 세척하거나 절단하고 매끄럽게 표면을 처리하는 데에 쓰이는데, 현재는 소재를 절단하는 곳에 가장 많이 사용되고 있다. 워터젯은 연마재(재료를 깎거나 갈고 닦기 위해 사용되는 재료)의 혼합 여부에 따라서 크게 두 가지 종류로 나뉜다. 첫째, 순수한 물만을 사용하는 퓨어 워터젯(Pure Waterjet)과 둘째, 연마재를 혼합해 사용하는 어브레시브 워터젯(Abrasive Waterjet)이다. 퓨어 워터젯은 주로 플라스틱, 종이, 카펫, 음식 등과 같은 부드러운 소재를 절단하는 데 사용되고, 연마재를 혼합해 사용하는 어브레시브 워터젯은 금속, 세라믹, 돌, 유리와 같은 단단한 소재를 절단하는 데 사용된다.

워터젯 동작원리의 핵심은 우선 펌프가 초고압의 압력을 사용해 고압의 물줄기(Water Stream)를 발생시키는 것이다. 고압의 세기를 알기 쉽게 소방호스와 비교해 보면 소방호스가 390~1200psi 정도의 압력을 가진다면, 워터젯 펌프는 최대 9만

4000psi의 압력을 만들어 낼 수 있다. 이렇게 어마어마한 압력으로 물을 작은 구멍(오리피스)을 통해 통과시키면 더 강력한 물줄기가 생성되는 것이다. 워터젯에는 연마재를 물과 혼합시키는 믹싱 튜브(노즐)가 있는데, 물을 믹싱 튜브에 통과시켜서 연마재를 혼합시킬 경우 절삭력이 1000배 정도 증가되고, 30cm 두께의 강철도 거뜬히 절단할 수 있다.

워터젯 가공기기는 크게 고압의 물줄기를 만들어 내는 초고압시스템, 강력한 물줄기를 X, Y축으로 이동시키며 소재를 가공하는 가공시스템 그리고 사용자로부터 데이터를 입력받아 데이터에 맞게 가공시스템을 컨트롤하는 컨트롤시스템으로 구성된다.

① 초고압시스템이란 펌프를 통해 물을 분사하고 여기에 연마재를 혼합해 절삭력을 높인 초고압의 물줄기를 만드는 장치다. 연마재는 '연마재 호퍼'라는 곳에 저장되어 있다가 믹싱 튜브를 거쳐 물과 섞이게 된다.

② 가공시스템에서는 얇은 물줄기가 분사되는 오리피스가 달려 있는 '다축 절단 헤드'를 'X-Y 이송시스템'을 이용해 움직이면서 사용자가 원하는 모양으로 소재를 가공하게 된다. '캐처탱크(Catcher Tank)'는 사용된 물과 연마재를 다시 회수해 저



〈그림 1〉 워터젯 가공기기 구성

장하는 장치다.

③ **컨트롤시스템**은 'PC 베이스 컨트롤러'라고 불리기도 하는데, 가공시스템에 명령을 내려 가공할 모양에 따라 물줄기를 조정하게 된다.

워터젯, 다양한 소재 가공 가능

워터젯의 가장 큰 장점은 다양한 소재 가공이 가능하다는 것이다. 워터젯이 가장 많이 사용되는 분야인 소재 절삭에 있어서 0.15cm부터 25cm 이상의 두께까지, 또한 소량 가공에서 대량 가공까지 사용될 수 있다. 레이저가 절단하지 못하는 CFRP나 라미네이트, 두꺼운 스테인리스 스틸과 알루미늄 등도 쉽게 가공할 수 있다. 또한 워터젯 이용 시 가공 소재의 열 변형이 없다는 장점이 있다. 대부분의 절삭 기계는 열을 이용하기 때문에 절삭 후 열 변형에 의해 소재의 표면이 매끄럽지 않다. 보통은 이런 울퉁불퉁한 표면을 매끄럽게 처리하기 위한 2차 공정이 필요한데, 워터젯의 경우는 열을 사용하지 않기 때문에 2차 공정이 불필요하다. 더불어 워터젯 가공기술은 다른 소재 가공기술에 비해 친환경적이다. 플라즈마나 레이저 방식으로 절삭 시 분진이나 찌꺼기 등의 폐기물이 발생하게 되는데, 워터젯은 이런 것을 거의 발생시키지 않고 사용한 물과 연마재는 회수해 재사용하기 때

문에 환경보호에도 유리하다. 또 하나의 장점으로 워터젯은 소재의 효율적인 가공이 가능하다는 것이다. 워터젯은 귀금속 절단 용으로도 많이 쓰이는데, 워터젯으로 소재를 가공했을 때에는 낭비되는 재료가 적어 원자재 및 비용을 크게 절약할 수 있기 때문이다. 일반적으로 워터젯의 절단 폭이 0.07~0.1cm로 매우 얇기 때문에 절단 작업한 부품은 서로 딱 들어맞고, 일반적으로 수직 상태로 절단되기 때문에 원자재의 사용을 최소화할 수 있다. 이외에도 워터젯 시스템의 구매비용은 레이저 가공기기의 3분의 1 정도밖에 되지 않기 때문에 적은 비용으로 가공 유연성과 가공 능력이 증가되는 효과를 얻을 수 있다.

이와 같은 장점들로 인해 워터젯은 본격적인 대량 가공이 필요한 대기업이나 전문 임가공 기업으로부터 대학, R&D 연구소 등 소량 가공이 필요한 곳까지 다양한 기관에서 널리 사용되고 있다. 제조업이 발전된 일본이나 독일에서는 레이저와 워터젯의 가공기 비율이 6:4에 육박할 정도로 최근 워터젯이 많이 활용되고 있다.

워터젯 가공기기의 양대 강자

워터젯 가공기기는 항공기, 자동차, 반도체 산업 이외에도 건축, 포장, 식품 등의 다양한 산업 분야에 사용되어 꾸준히 성장할

것으로 전망된다. 전 세계 시장 규모는 2010년 약 5억4100만 달러에서 2018년 9억400만 달러로 증가할 것으로 예상된다. 전 세계 워터젯 가공기기 시장은 미국이 36%, 유럽이 26%, 일본을 제외한 아시아가 약 21%의 규모를 차지하고 있는데, 제조업이 발전하고 있는 아시아가 2018년에는 미국에 이어 세계 2위 시장을 형성할 것으로 예상된다. 업체별 시장 점유율은 미국의 플로가 전 세계 시장의 약 58%를 차지하고 있고, 뒤이어 미국의 오맥스, 중국의 Dardi 등이 그 뒤를 따르고 있다.

플로는 전 세계 시장의 절반 이상을 차지하고 있는 세계 1위 워터젯 제조업체이고, 그 뒤로 오맥스가 세계 2위 자리를 차지하고 있다. 플로는 워터젯이 할 수 있는 전반적인 가공기술(세척, 조각, 표면 처리, 절단 등)을 모두 상용화한 기업인 데 반해, 오맥스는 절단 기능에 초점을 맞춘 기업으로 초정밀 절삭에 큰 강점이 있다.

플로는 이전에 보잉에서 근무했던 과학자들이 1974년 회사를 설립했다. 이 회사는 순수한 물만 사용해 부드러운 소재를 절단하는 퓨어 워터젯을 세계 최초로 상용화했는데, 그 후 오래지 않아 연마재를 혼합해 절삭력을 높인 어브레시브 워터젯 시스템도 개발해 특허를 획득하고 상용화했다. 본사는 미국 워싱턴 주의 켄트에 있고,



[표 2] 플로의 대표적인 제품 출처 : www.flowwaterjet.co.kr/%EA%B8%B0%EA%B3%84/Mach-3b.aspx

북미, 남미, 아시아 및 유럽에 약 700명의 직원이 근무하고 있다. 최근 플로는 광범위한 사업 분야에서 혁신적인 제조공정 솔루션을 제공하는 SHAPE Technology 그룹의 일원이 되었다. SHAPE는 고객들에게 소재 가공 및 표면 처리, 자동 조립, 로봇 모션시스템, 소재 처리, 소프트웨어, 프로세스 제어, 애프터 마켓, 부품 및 포괄적인 지원을 제공하는 솔루션 회사이다 보니 플로는 다른 워터젯 회사보다 좀 더 광범위한 분야에 사용되는 워터젯 기기를 개발하고 있다.

오맥스 워터젯도 플로와 마찬가지로 미국 워싱턴 주 켄트에 본사를 두고 있는데 1993년 Dr. John Cheung(前 플로 사장, 1982~1987년)과 Dr. John H. Olsen에 의해 설립되었다. 오맥스는 워터젯 절단 분야에만 초점을 맞추고 있는데, 특히 작은 규모의 시제품(Prototype)을 만들 때 유용한 초정밀 소형 워터젯에 큰 강점이 있다. 이 초소형 워터젯 장비는 구글, 삼성전자, Microsoft 등에서 시제품을 개발하는 데 사용되고 있다.

한편, 2008년에는 세계 시장 1, 2위를 차지하던 두 기업이 합병을 추진했었는데 플로의 합병 포기로 무산되었고, 플로가 한국 지사를 철수시키면서 현재 우리나라는 오맥스 워터젯이 시장을 거의 독점하고 있다.

워터젯 시장 독점하는 3가지 이유

플로와 오맥스가 세계 워터젯 시장을 독점하고 있는 이유는 크게 3가지로 볼 수 있다. 고유의 소프트웨어를 개발해 소비자들이 쉽게 장비를 사용할 수 있도록 하고, 워터젯의 핵심 부품(펌프, 오리피스, 믹싱 튜브)까지 직접 개발·생산하며, 절단할 모양과 물줄기의 움직임을 예측하고 정확하게 조정할 수 있는 자체 PC 기반 모션 컨트롤 기술을 보유하고 있기 때문이다. 두 기업은 워터젯에 관한 세계 특허권 역시 가장 많이 보유하고 있다. 구체적으로 두 기업의 강점에 대해 알아보기로 하자.

첫째, 두 기업 모두 소비자가 사용하기 편리한 소프트웨어를 제공하고 있다. 가공기기를 사용할 때 사용자들의 가장 큰 불만은 초보자들이 조작하기에는 장비 제어 프로그램이 너무 어렵다는 점이다. 이전에는 범용 캐드(CAD) 프로그램으로 작업한 가공도면 파일이 워터젯 장비와 호환이 되지 않아 장비에 입력하기 위해서는 파일 변환을 해야 했고, 장비가 기능이 많고 정밀한 가공이 가능하더라도 이를 잘 조작하기 위해서는 많은 경험이 필요했다. 이를 극복하기 위해 플로와 오맥스는 워터젯 가공기 회사중 유일하게 자체 장비 제어 소프트웨어를 개발해 활용하고 있는데, 메뉴가 보기 편한 아이콘으로 되어 있어 초보자도 쉽고

빠르게 배울 수 있고, 이미 시장에서 널리 사용되고 있는 CAD나 CAM 프로그램의 파일을 읽을 수 있도록 해 별도의 파일 변환 과정이 필요없도록 했다. 워터젯 장비에 가공할 도안을 입력하는 방법은 3가지가 있는데, 소프트웨어 내의 자체 도구로 직접 도안을 그리는 방식, 범용 CAD나 CAM 프로그램을 이용해 작성된 도안을 입력하는 방식, 원하는 모양을 사진이나 그림으로 입력하면 소프트웨어가 자동으로 선을 인식해 도안을 작성하는 방식이다. 플로와 오맥스는 소프트웨어를 사용자에게 무상으로 업그레이드해주고 있는데, 오맥스의 경우 1년에 1~2회 진행해 현재 버전 19까지 업그레이드를 마쳤다.

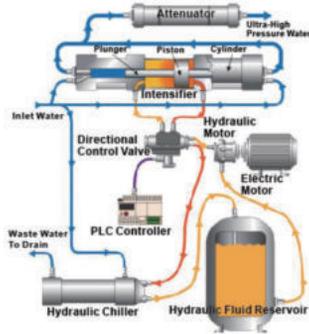
CAD · CAM

CAD(Computer Aided Design) : 컴퓨터를 이용한 디자인(설계), 모델링 작업
CAM(Computer Aided Manufacturing) : 설계된 디자인을 기계로 자동화 작업을 하기 위한 프로그래밍 작업

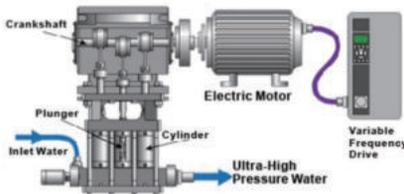
둘째, 플로와 오맥스가 자체적으로 워터젯 핵심부품을 개발해 사용하고 있다는 점이다. 특히 초고압 펌프가 워터젯 장비의 핵심이라고 볼 수 있는데, 이는 펌프가 강력한 압력을 통해 물줄기를 강도가 높은 소재를 절단할 수 있을 만큼 파워가 세고 빠르게 바꾸는 역할을 하기 때문이다. 이



<표 3> 오맥스의 대표적인 제품 출처 : www.omaxwaterjets.net/ko



〈그림 2〉 기존 증압기 방식 펌프 구조



〈그림 3〉 다이렉트 방식 펌프 구조

두 기업이 개발해 사용하고 있는 펌프는 기존에 많이 사용되던 증압기(Intensifier) 방식이 아닌 다이렉트(Direct) 방식의 펌프로 훨씬 효율적이다. 기존의 증압기 방식 펌프는 물에 압력을 가하기 위해 유압시스템을 사용했는데, 이 유압시스템은 복잡하고 전기를 많이 소모하는 단점이 있었다. 다이렉트 방식 펌프는 3단 직렬 방식으로 구동되고 유압시스템을 필요로 하지 않기 때문에 단순하면서 효율을 높일 수 있어 유지·보유비용을 절감할 수 있게 되었다. 이는 자동차산업에서 후륜 구동이던 자동차를 전륜 구동으로 바꾸면서 구조가 단순해지고 동작 효율을 높였던 것과 비슷한 원리라 할 수 있다.

마지막으로 플로와 오맥스 작업자가 소재의 종류, 두께 및 원하는 절단면 마감 사항을 입력하면 나머지 작업은 장비가 알아서 제어하도록 자동화된 컨트롤러를 개발해 활용하고 있다. 장비가 알아서 제어를 한다는 것은 사용자가 소재와 두께, 원하는 모양을 선택하기만 하면 모션 컨트롤러

가 자동으로 조정해 워터젯을 작동시키기 때문에 숙련자가 아닌 초보자도 쉽게 사용할 수 있다는 말이다. 워터젯으로 소재 가공 시 모서리나 회전 구간을 절단할 때에는 물줄기가 휘어지게 되는데, 이를 고려해 장비를 조작하기 위해서는 많은 경험이 필요했고 숙련자와 비숙련자에 따라 가공 결과물의 품질 차이가 있었다. 하지만 플로, 오맥스의 PC 베이스 컨트롤러를 사용하면 기기가 스스로 입력된 소재 종류, 두께 및 도형을 고려해 굴곡에 대한 물줄기의 움직임을 정확히 예측해 보정함으로써 정확한 절단을 가능하게 해 초보자도 우수한 제품을 만들어낼 수 있다. 이는 소재의 종류 및 두께에 따른 가공 특성을 데이터베이스화하고 이 데이터를 이용해 정밀하게 워터젯을 제어할 수 있도록 하는 소프트웨어를 개발했기 때문에 가능한 것이다.

소재 절단을 넘어 커팅, 밀링 등 활용 범위 확대 전망

다양한 소재를 변형 없이 가공할 수 있는 워터젯 가공기는 앞으로 수요가 계속 증가할 것으로 보인다. 현재는 절단 위주의 가공기술이 많이 쓰이고 있는데 앞으로는 초정밀 가공, 3D 물체 절삭 및 표면 조각까지 영역이 넓어질 것으로 전망된다. 워터젯의 정밀성을 높인 초소형 마이크로 커팅은 귀금속과 같은 소재 낭비를 최소화하고

섬세하게 작업해야 하는 분야에 널리 쓰일 것으로 예상되며, 3D 커팅기술은 3D 프린터와 같이 3차원 입체 도형을 한번에 절단할 수 있도록 해줄 것이다. 또한 소재를 특정 깊이로 파내는 밀링기술은 소재 표면을 오목하게 조각하는 데 활용될 것으로 보여 워터젯의 활용 범위를 크게 늘려줄 것으로 예상된다.

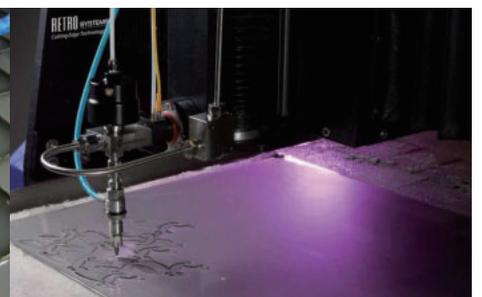
고부가가치산업에 첨단소재가 많이 사용되면서 첨단소재 가공시스템을 개발하는 것이 더욱 중요해지고 있다. 대량 가공이 필요한 시점에서 외국 장비 수입에만 의존한다면 어렵게 벌어들인 수익이 장비 수입으로 인해 축소될 수 있기 때문이다. 이에 우리 정부도 국가 R&D 프로젝트를 통해 국산 첨단소재 가공시스템 개발을 지원함으로써 첨단소재의 대량 가공 시대에 대비하고 있다. 외국 기업이 선진 공정기술을 쉽게 공개하지 않고 있어 기술 개발에 어려움을 겪고 있지만, 기초부터 차근차근 개발을 시작한다면 조만간 좋은 결과가 있을 것으로 기대한다.

참고 자료

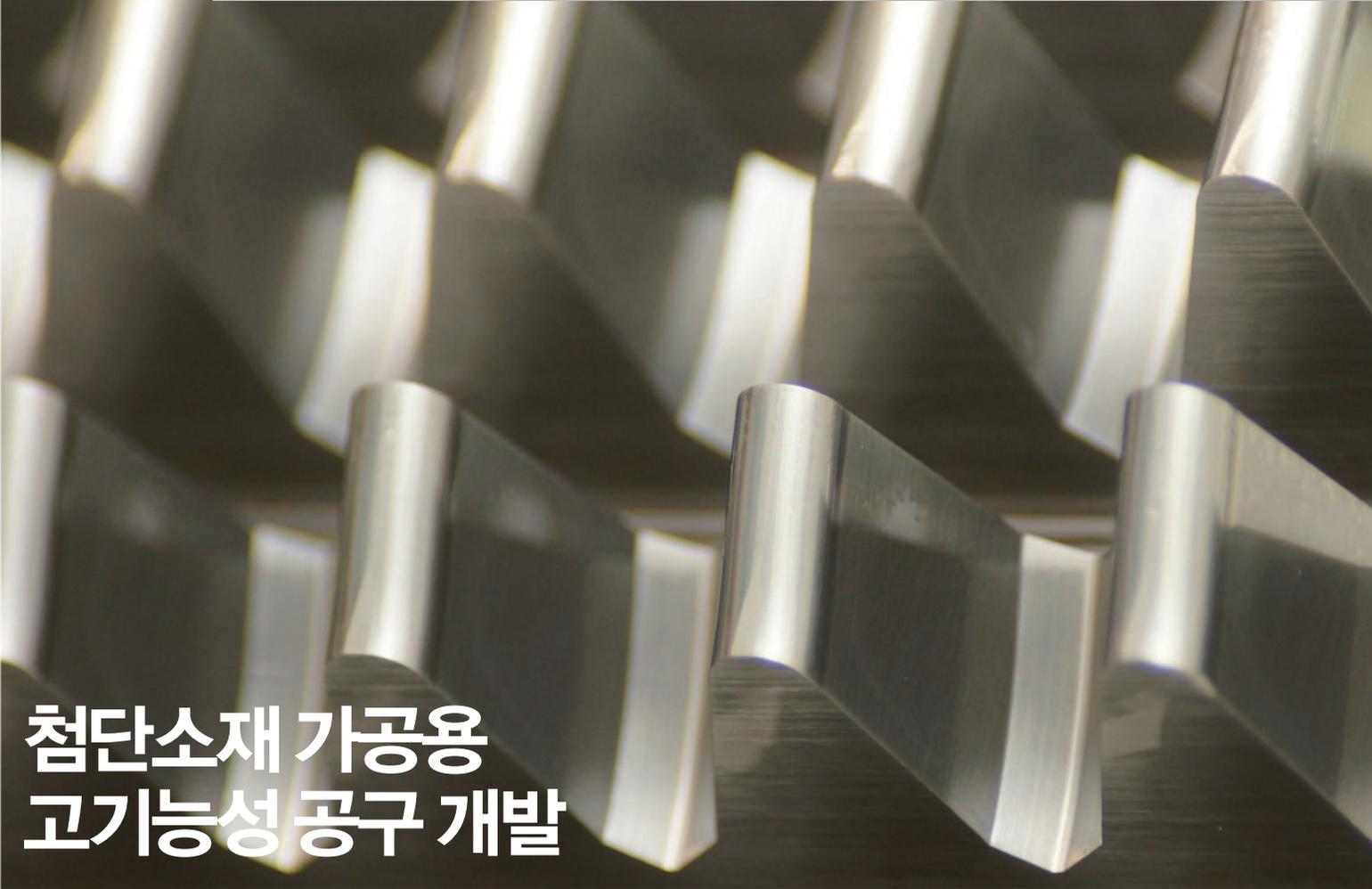
- 플로 홈페이지 www.flowwaterjet.com
- 오맥스 홈페이지 www.omax.com
- KEIT PD 이슈리포트 2015-10호-이슈6 (탄소섬유 강화복합재 생산장비 및 자동화 기술동향)
- 워터젯 관련 기사 www.kidd.co.kr/news/179766
- 이달의 신기술 2015년 10월호



〈그림 4〉 워터젯 3D 커팅



〈그림 5〉 워터젯 밀링기술을 활용한 표면 조각

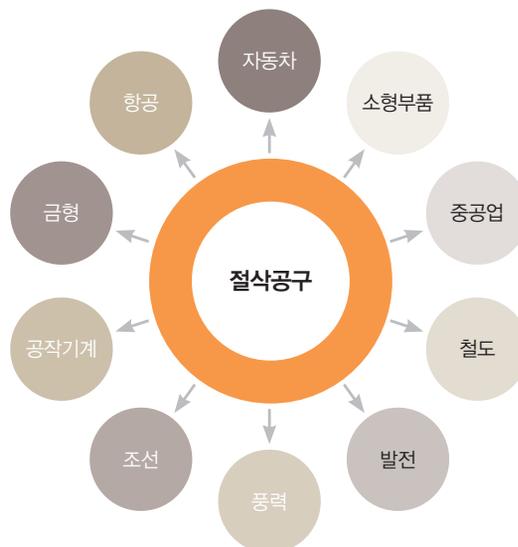


첨단소재 가공용 고기능성 공구 개발

'제조업 혁신 3.0' 전략에 따른 정부의 19대 산업엔진 프로젝트 중 하나인 '첨단소재 가공시스템' 분야의 성과 창출을 위해 필수적인 첨단소재 가공용 고기능성 공구 개발을 소개한다.

개발이 필요한 이유

자동차, 항공·우주 등 전방산업을 중심으로 에너지 절감, 친환경화, 부품의 경량화 및 소형화에 따라 초경량 탄소섬유복합재(CFRP), 고경도 내열합금 등 기존의 절삭공구로는 가공이 어려운 난삭 신소재의 적용이 급증하고 있다. 따라서 난삭 신소재의 가공 효율 향상, 가공 비용 절감 및 가공 시간 단축이 가능한 첨단 절삭공구 개발이 필요하다. 특히 절삭공구는 모든 산업에서 소재·부품을 제조하는 도구로서 국가 주력산업과 성장동력산업의 QCD(Quality, Cost, Delivery) 경쟁력을 좌우하는 요소지



〈그림 1〉첨단소재 절삭공구의 산업별 사용 분야



노코팅기술 개발 등이 추진된다. 다음으로 동력전달계 및 터빈 핵심부품용 고경도 내열합금 가공을 위한 인서트 기반 코팅초경·cBN·세라믹 공구 제조기술도 핵심기술로 빼놓을 수 없다. 이와 관련해 내열합금(인코넬, 스텔라이트, CGI 등)의 고속·정밀 가공용 인서트 기반 공구소재 개발, 내열합금의 고속·정밀 가공용 인서트 기반 공구형상 설계기술 및 절삭공구 개발, 내열합금 가공용 공구의 내마모성 향상 코팅기술 개발, 내열합금의 고속절단용 복합화 소재 및 공구 개발 등이 추진된다. 마지막 핵심기술은 초정밀부품·금형의 고품위 표면 가공용 초경 및 PCD 공구 제조기술이다. 이와 관련해 초정밀 가공용 고인성·고내마모성 초경합금 제조기술 및 엔드밀 개발, 초정밀 가공용 고인성·고내마모성 초경합금 엔드밀 개발, 고품위 재자원화 초경합금을 이용한 정밀 가공용 절삭공구 개발, 알루미늄 합금의 초고정밀 표면 가공용 PCD 공구 개발 등이 추진된다.

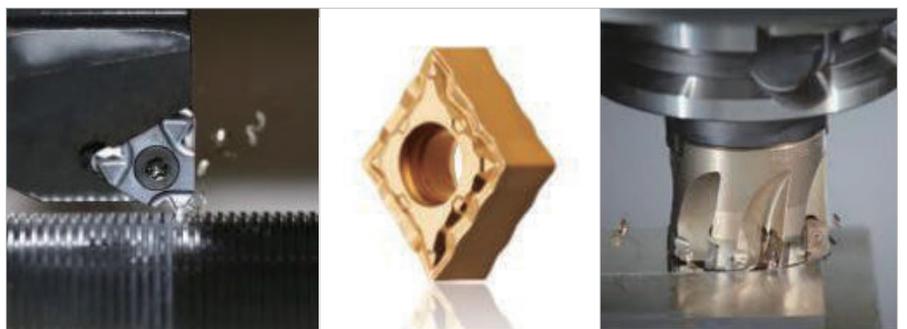
기대 및 파급 효과

첨단 절삭공구의 핵심기술은 안정적인 품질과 공구 수명이므로 공구 소재, 공구 설계 및 코팅기술 개발을 통해 미래 성장 동력산업(반도체, 자동차, 로봇 등)과 기반 제조산업(금형, 소재, 철강 등)의 성장을 촉진시킬 것으로 기대된다. 또한 기존 철강재 대비 경량화와 고강도화가 우수한 CFRP 적용 부품의 공급 확대로 연비와 내구성이 크게 향상됨에 따라 자동차와 항공 산업 전반의 경쟁력 강화에 기여할 전망이다. 더불어 초내열합금 정밀 가공용 첨단 절삭공구 개발로 항공기·자동차의 엔진 성능과 산업용 발전기의 고효율화 목적의 터빈 가공 등을 위한 내열합금 가공시스템 개발의 조기 성과 창출이 가능할 것으로 예상된다. 이외에도 스마트폰 부품, 렌즈용 금형과 같은 초정밀 가공 공구의 국산화에 따른 수입대체 효과와 국내 모바일산업의 글로벌 우위 지속 및 모바일산업의 QCD 경쟁력 확보가 기대된다.

만, 세계 시장 선점을 위한 CFRP, 고강도 주철(CGI), 고경도강, 내열합금 가공용 첨단 절삭공구의 국내 기술 수준은 선진국에 비해 매우 미흡한 실정이다. 이에 난삭 소재의 고효율 가공을 위한 첨단 절삭공구 개발과 적용을 추진하고 있다.

핵심기술 및 주요 연구내용

본 과제에서 개발될 핵심기술 및 주요 연구내용을 간략히 정리하면 다음과 같다. 우선 핵심기술은 항공·자동차산업의 CFRP 가공용 회전공구 및 초고경질 나노박막 합성기술이다. 이와 관련해 CFRP 가공용 고내마모성 및 초고경질 코팅막 밀착력 향상 초경합금 개발, CFRP의 고효율 가공용 회전공구 개발, CFRP 공구의 내마모성 향상 탄소계 초고경질 CVD 장치 및 나





3D 프린터의 원리

흔히 가정에서 사용하는 일반적 잉크젯 프린터와 유사하다. 잉크젯 프린터는 종이 위에 2D로 글이나 그림을 써내려가지만 3D 프린터는 CAD(컴퓨터 지원 설계) 등 컴퓨터 프로그램으로 설계도를 구성한 뒤 잉크 대신 플라스틱, 세라믹, 나노 복합소재, 식품 원료, 금속 합금 분말 등을 통해 결과물을 만들어낸다는 차이가 있다.



3D 프린팅 글로벌 경쟁

3D 프린터는 1988년 첫 출시됐지만 기술 특허 때문에 가격이 비싸 대중화에 걸림돌이 됐다. 하지만 최근 대부분의 3D 프린터 특허 기간이 만료되며 제품 가격이 인하됐고 다양한 곳에서 이를 응용한 기술이 속속 등장하면서 제2의 도약을 위한 발판이 마련됐다. 이 때문에 전 세계가 3D 프린터를 또다시 주목하고 있다.

3D 프린터, 세상을 ‘어떻게’ 바꿀까?

전 세계가 3D 프린터를 주목하고 있다. 3D 프린터가 산업생산의 혁신을 가져올 것이란 가능성이 확인됐기 때문이다. 시장조사 업체 가트너는 미국 라스베이거스에서 폐막된 세계 최대 전자쇼 ‘CES 2016’을 결산하면서 3차원(3D) 프린터, 웨어러블(착용형) 기기, 드론(무인비행기), 스마트시티를 4대 유망 미래형 아이템으로 선정할 바 있다. 특히 전 세계 3D 프린터 출하량이 2018년 230만 대를 넘어설 것이란 전망을 내놓으며 3D 프린터에 대한 기대감을 높이고 있다.

이미 중국에서는 3D 프린터로 지은 집이 나왔고 보잉은 비행기 부품을 생산 중이다. 의료계에선 인공치아는 물론 턱·관절·심장 보철물을 3D 프린터로 만들고 있다. 또 음식용 3D 프린터까지 개발되면서 미래에는 자신이 디자인한 단 하나뿐인 식기에 3D 프린터로 뽑아낸 요리를 올릴 날도 머지않았다. 3D 프린터를 활용한 산업 중 우리 실생활과 가장 밀접한 관계를 가진 분야는 의류·신발·액세서리 등 패션 부문이다. 이미 3D 프린터를 이용해 만든 반지와 목걸이 등은 인터넷이나 귀금속 상점에서도 어렵지 않게 볼 수 있다. 더불어 차량 주차 시 사용하는 전화번호판이나 3D 스캐너를 활용한 전신 캐릭터 상품도 등장했다. 특히 개성이 강한 이들을 위한 전 세계에 단 한 벌뿐인 ‘나만의 옷’을 제작해 입을 날도 머지않았다. 3D 스캐너를 활용하면 기존 맞춤옷보다 더 정확한 치수의 옷을 만들 수 있다

미국-제조업 부활 내걸고

과감한 투자

3D 프린터는 미국의 스트라타시스와 3D



〈그림 1〉 프린터로 만든 셸비코브라 자동차를 살펴보는 버락 오바마 미국 대통령.

출처 : AFP연합뉴스

시스템스 등이 전 세계 시장의 70%를 점유하고 있다. 버락 오바마 미국 대통령은 2013년 국정연설에서 “(3D 프린터는) 거의 모든 제품의 제작 방식을 혁신할 잠재력을 가졌다”며 그 중요성을 강조하기도 했다. 실제로 미국은 3D 프린터 분야에서 다른 국가보다 더 많은 연구개발비를 집행하고 있다. 2011년 기준 미국의 3D 프린터 연구 투자비는 경제협력개발기구(OECD) 국가 중 가장 많은 415억 달러에 이르며, 2012년 3D 프린터 기술 발전을 위한 전문 연구기관인 ‘국립첨삭가공혁신연구소(NAMII)’도 설립됐다. 특히 1988년부터 2011년까지 전 세계에 판매된 산업용 3D 프린터의 38.3%가 미국에 설치되는 등 가장 활발히 3D 프린터를 활용하고 있다. 항공장비 등을 제작하는 미국의 제너럴일렉트릭(GE)은 2005년부터 금속 3D 프린터 기술을 자체

연구해 2011년 3D 프린터 기술과 새로운 소재를 개발하는 연구소를 설립했다. 이 회사는 2020년까지 10만 개의 부품을 3D 프린터로 제작하겠다는 목표도 세웠다. 2013년부터 3D 프린터로 출력한 부품을 실제 항공 엔진에 적용하는 실험도 시작해 엔진 보호용 부품과 연료 노즐을 실제 항공기 등에 이용하고 있다. 2015년 3D 프린터로 출력한 엔진 보호용 부품은 미국 연방항공국의 승인을 얻어 현재 약 400대의 항공기 엔진에 사용되고 있고 연료 노즐의 불필요한 조립 과정을 줄여 부품 제작비를 75% 감축하기도 했다. 미 국방부는 전쟁 발생 시 필요한 무기와 도구 등을 신속하게 공급하기 위해 대형 3D 프린터를 개발 중이다. 미 항공우주국(NASA)은 국제 우주정거장에서 3D 프린터로 우주에서 필요한 장비를 직접 생산할 수 있는지 실험 중이다.

**유럽-전자·식품 기업이
상용화 박차**

유럽도 3D 프린터산업에 대한 집중 육성
에 나섰다. 네덜란드는 3D 프린터를 이용
한 음식 생산기술에 집중한다. 최근 필립
스·네슬레·허쉬를 비롯한 많은 전자·
식품 기업이 3D 푸드 프린터 기술 개발에
뛰어들었다. 이들 기업은 음식에 민감한
환자들에게 맞춤형 음식을 제공할 계획이
다. 네덜란드의 3D 프린터 업체 TNO는 파
스타 생산 업체와 함께 3D 파스타를 만들
어 식품박람회 참가하기도 했다. 독일
철도는 3D 프린터를 통해 제작된 개별 제
품을 본격적으로 활용하기 시작해 현재
약 200개의 부품을 철도에 사용하고 있
다. 독일철도는 올 하반기 관련 네트워크
를 발족해 한 해 1000개의 부품을 생산할
계획이다.

영국에서는 3D 프린터를 이용해 소형 비
행기 제작에 성공한 이들도 있다. 영국 사
우샘프턴대 연구진은 3D 프린터를 이용해
1주일 만에 소형 무인정찰기를 만들고 비
행까지 성공시켰다. 이뿐만 아니라 음식을

찍어낼 수 있는 3D 푸드 프린터는 우리가
지금까지 가졌던 '요리'와 '음식'에 대한 생
각마저 바꿔놓았다. 영국 엑서터대와 브루
넬대는 공동으로 '초코 크리에이터'라는
프린터를 개발해 디자인한 모양 그대로 초
콜릿을 만들어 주는 기술을 개발했다. 더
불어 약국에서만 구할 수 있었던 의약품도
이제 가정에서 제조할 수 있는 날이 다가
오는 듯하다. 영국 글래스고대 연구진은
프린터에 압출기 역할을 하는 주사기 등을
달아 약물과 촉매 물질을 넣어 원하는 약
을 제작할 수 있는 기술을 개발하기도 했
고, 미국 매사추세츠공과대(MIT)와 스위스
제약사 노바티스는 3D 프린터로 약을 제
조하는 기술을 개발 중이다. 전문가들은
이 기술이 불과 5~10년 뒤 상용화될 것으
로 예상하고 있다.

중국-주택 만드는 3D 프린터

중국 정부도 기업과 대학을 연결해 3D
프린팅 기술 개발과 활용에 집중하고 있
다. 중국 3D프린터연맹은 2013년 기준 중
국의 3D 프린터산업 총생산액이 20억 위

안(약 3600억 원)에서 2020년 800억 위안
(약 14조 원)으로 성장할 것으로 내다보고
있다. 중국은 1991년부터 3D 프린터 기술
연구를 시작해 2000년 이후 베이징 칭화
대, 시안자오통대 등 중국 명문 대학에서
집중적 연구를 진행 중이다. 또 산학 협력
가속화와 산업표준을 제정하기 위해 3D프
린터기술산업연맹을 설립, 대학과 기업을
연계한 기술 개발에도 박차를 가하고 있
다. 이와 함께 '국가 발전 연구 계획'과
'2014년 국가 과학기술 프로젝트 지침'에
3D 프린터를 포함시켜 기술 개발에 총
4000만 위안을 투자하는가 하면, 2015년
중국 공업정보화부는 '국가 적층가공 제조
산업 발전 추진 계획'을 통해 3D 프린터산
업의 발전 방향을 제시하기도 했다. 이런
성과로 2014년 1월 쑤저우 공업단지에는
3D 프린터로 제작된 별장과 주택이 건설
됐고 같은 해 8월 베이징대는 3D 프린터로
제작된 인공 척추 삽입 수술에 성공했다.
2015년 3월에는 중국 하이난성 썬야 시에
서 중국 최초 3D 프린터로 만든 자동차가
출시되기도 했다.



〈그림 2〉 3D 프린터로 제작된 뉴발란스 맞춤형 러닝화.

출처 : AFP연합뉴스



〈그림 3〉 3D 프린터로 제작된 쿠키.

출처 : AFP연합뉴스

일본-3D 프린터 시장 선점 위한 집중 투자

주요국 정책 동향	
미국	중국·인도 등 저임금 국가도 제조업의 부활을 위해 3D 프린팅기술 개발 및 인프라 조성에 집중 투자
중국	산·학 협력 가속화 및 산업표준 제정을 위한 3D프린팅기술산업연맹 설립, 대학·기업을 연계한 기술 개발 추진
유럽	2020년까지 GDP 중 제조업 비율을 늘리기 위해(16→20%) 3D 프린팅 기술을 주요 수단으로 설정, 전략 개발 및 투자 논의 중
일본	미국 및 유럽에 비해 뒤처진 3D 프린팅산업을 추격하기 위해 소재 부문 기술 개발에 집중 투자

출처 : 한국3D프린팅협회

일본도 3D 프린터 시장을 선점하기 위해 집중 투자하고 있다. 일본 경제산업성은 자국 내 3D 프린터 시장 규모가 2012년 2300억 엔(약 2조3600억 원)에서 2020년 1조 엔(약 10조7000억 원)에 달할 것으로 전망한다. 또 미국과 유럽에 비해 뒤처진 3D 프린터산업을 따라잡기 위해 2013년부터 2018년까지 소재 부문 기술 개발에 30억 엔을 집중 투자할 계획이다. 특히 일본 정부는 3D 프린터 도입에 따른 경제적 파급

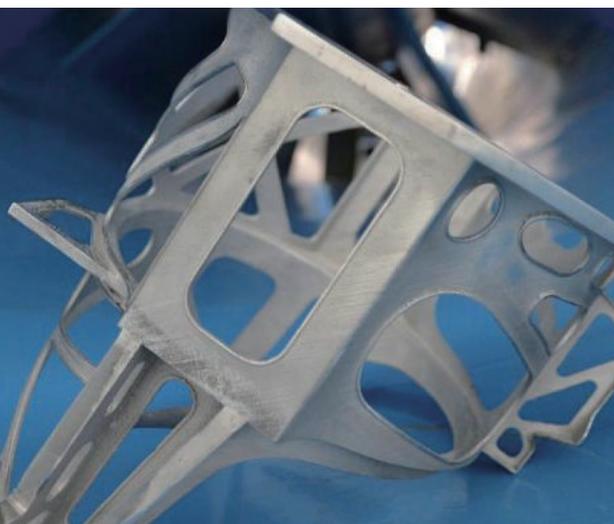
효과 중 생산성 혁신에 따른 비용 절감에 주목하고 있다. 일본은 제조업 경쟁력 강화를 목표로 차세대 3D 프린터 개발에 나섰다. 5년 내 현재보다 10배 빠르고 5배 정확한 정밀도를 가진 프린터를 개발할 계획도 세웠다. 더불어 각 대학과 중·고교 등이 3D 프린터를 구입할 때 70%를 보조금으로 지급하는 정책도 진행 중이다.

한국-의료산업 바꾸는 3D 프린팅

국내 3D 프린팅산업은 아직 선진국에 비해 크게 뒤떨어져 있지만, 의료 분야에서의 3D 프린터 활용이 주목되고 있다. 3D 프린터는 수술의 정확도 등을 높이는 데도 활용된다. 서울아산병원 유방내분비외과 안세현·고범석 교수, 융합의학과 김남국 교수팀은 유방암 제거 수술 환자를 위한 '맞춤형 수술 가이드'를 3D 프린터로 제작하는 데 성공했다. 이렇듯 의료 분야에 3D 프린터를 접목하는 사례가 확산되면서 인체 장기나 조직을 찍어내는 시대도 성큼 다가올 전망이다. 한국보건산업진흥원 등에 따르면 의료 분야에서의 3D 프린팅 활

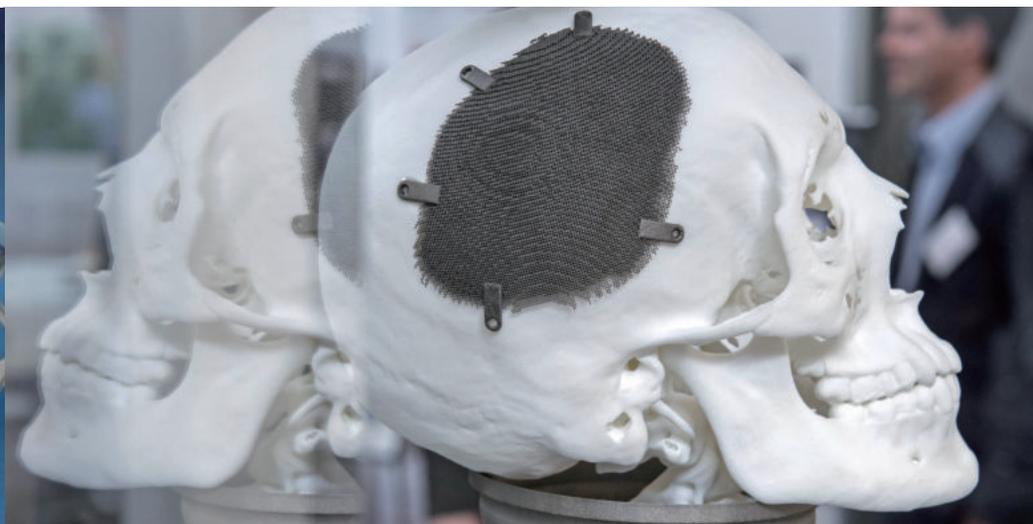
용 점유율은 15.1%로 소비자·자동차에 이어 세 번째로 높다. 업계에 따르면 국내 3D 프린터 관련 업체는 100여 곳이다. 한성웅 포항공대 나노융합기술원 선임연구원은 "3D 프린터를 이용해 고부가가치를 창출할 수 있는 이상적인 분야 중 하나가 바이오·의료 부문"이라며 "국내 거의 모든 3D 프린터 관련 업체가 이 분야 진출을 최종 목표로 하고 있을 것"이라고 말했다.

국내 의료계 적용 사례		
맞춤형 수술 가이드	서울 아산병원	<ul style="list-style-type: none"> 유방암 수술의 정확도를 높이는 '3D 유방 가이드(세계 최초)' 수술 부위에 씌워 암세포만 정확히 절제, 재수술 및 암 재발을 감소
인공 골반	연세대 세브란스 병원	<ul style="list-style-type: none"> 2015년 3월 환자 맞춤형 '3D 프린팅 인공 골반' 이식 성공 수술 소요 시간과 회복 기간 단축 및 부작용 감소
인공 턱	중앙대 병원	<ul style="list-style-type: none"> 2015년 상반기 환자 맞춤형 '3D 프린팅 인공 턱' 이식 성공 회복 기간 단축 및 부작용 감소
인공 두개골		<ul style="list-style-type: none"> 2016년 4월 환자 맞춤형 '3D 프린팅 인공 두개골' 이식 성공 수술 소요 시간 단축 및 부작용 감소



〈그림 4〉 3D 프린터로 제작된 항공기 부품.

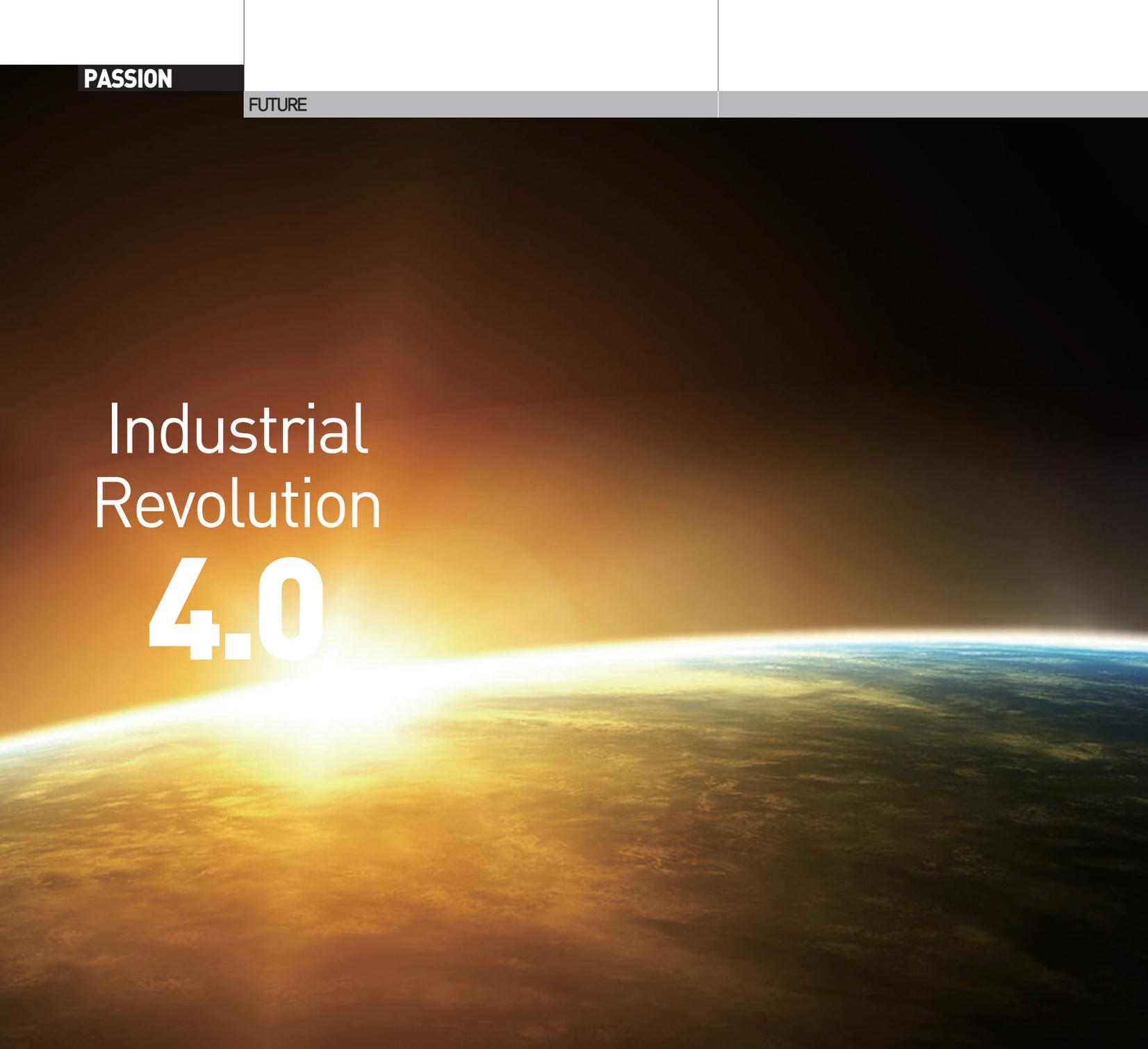
출처 : AFP연합뉴스



〈그림 5〉 독일 3D 프린터 업체가 만든 타이타늄 두개골 보철물.

출처 : AFP연합뉴스

Industrial Revolution 4.0



창조포럼 2016을 통해 미리 만나는 4차 산업혁명 인공지능부터 1인 제조까지

한국경제신문사와 미래창조과학부가 공동 주최하는 '스트롱코리아 창조포럼 2016'이 서울 밀레니엄힐튼호텔에서 열렸다. 올해 15회째인 이번 포럼은 정부가 과학기술 진흥에 나선 지 50년을 맞아 '과학기술 미래, 기초연구에 달렸다'를 주제로 삼았다. 인공지능(AI)과 1인 제조업이 주도할 제4차 산업혁명의 밑거름인 기초연구 수준을 끌어올리고, 미래 사회에 필요한 창의적 인재 육성 방안을 놓고 열띤 토론이 벌어졌다.



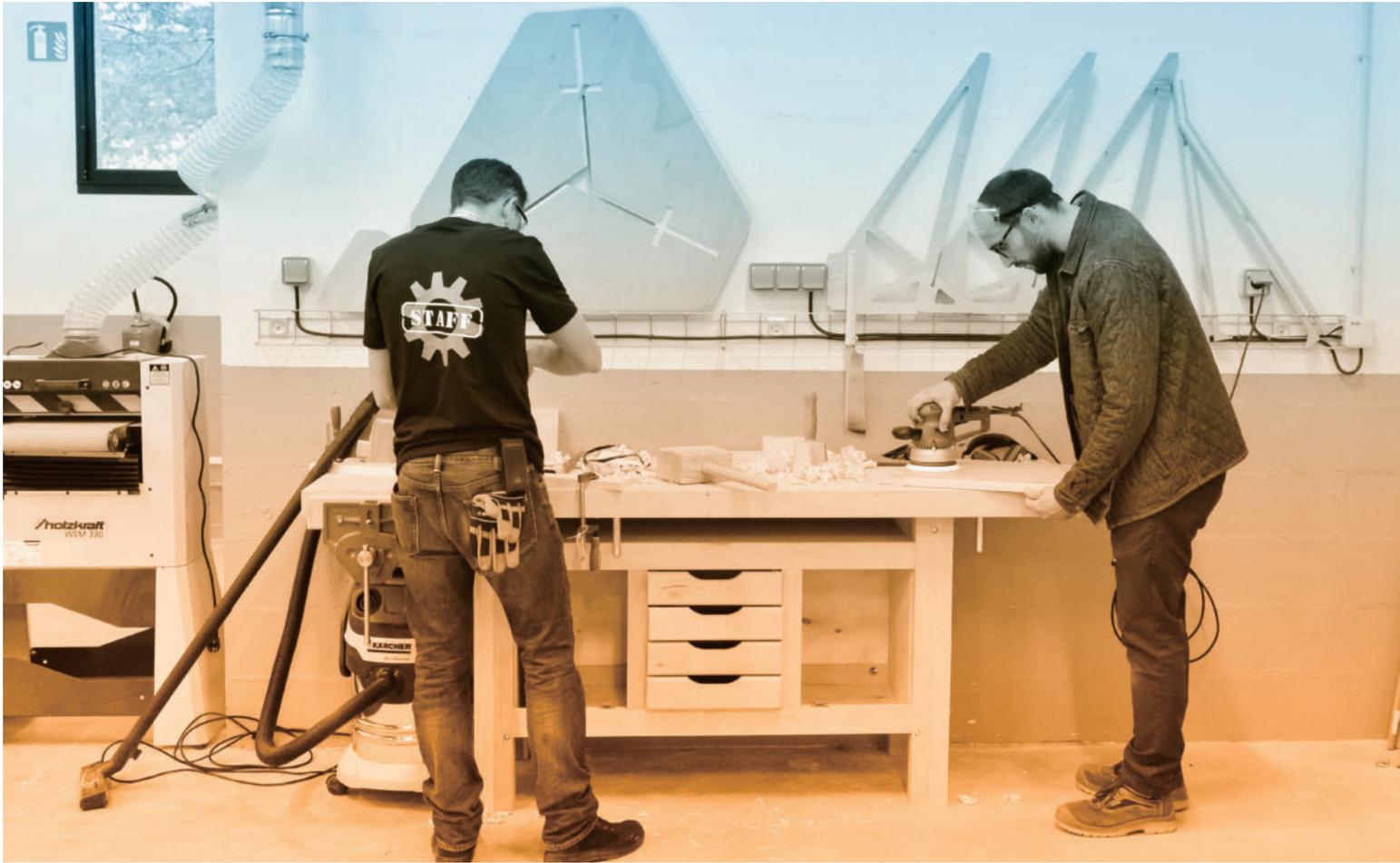
코딩 · 3D 프린팅 활용 확대... '혁신=놀이'로 생각해야

첫 기조연설자로 나선 자크 심즈 코드카데미 창업자 겸 대표는 전 세계적으로 불고 있는 코딩 교육 열풍을 촉발시킨 주인공이다. 심즈 대표는 2011년 무료 코딩 교육 사이트를 운영하는 코드카데미를 설립했다. 이 사이트에 들어가면 누구나 파이선, 자바스크립트, 루비 같은 다양한 컴퓨터 언어를 배울 수 있다. 한 해 미국에서만 40만~50만 명이 이 사이트를 통해 소프트웨어 코딩을 배우고 있다. 그는 2013년 타임지가 선정한 '100명의 유력인'에 뽑히기도 했다. 심즈 대표는 "21세기는 소프트웨어 코딩 능력으로 평가받는 시대"라며 "인터넷과 자기학습 환경을 활용해 누구나 시간과 장소, 내용에 제약받지 않고 코딩을 배울 수 있게 될 것"이라고 말했다. 이와 관련해 심즈 대표는 현재의 교육시스템에서는 학생들이 사회에 적응하지 못하는 게 당연하다고 했다. 그는 "미국 대졸자의 41%, 한국 대졸자의 50%가 졸업 후 취업하지 못하는 것은 이들이 학교에서 배운 지식이 사회에서 쓸모가 없기 때문"이라며 "특히 코딩을 제대로 가르치지 않아 아이디어가 있어도 이를 구현할 능력이 없는 무능력자가 되기 십상"이라고 했다. 더불어 코딩을 학교에서 가르치더라도 수준이 다른 학생을 한 방에 몰아넣고 주입식으로 하기 때문에 별 효과가 없을 것이라는 우려도 전했다. 결국 코딩을 학교 밖에서 배워야 한다는 게 그의 지론이다.

STRONG KOREA Creation Forum 2016

미국에서 코딩 교육 열풍을 주도한
자크 심즈 코드카데미 창업자





두 번째 강연에 나선 짐 뉴턴 테크숍 회장은 제조업 혁신의 대표 주자로 평가받는다. 그는 2006년 미국에서 공장 대어 서비스 기업 테크숍을 설립했다. 테크숍은 용접장비와 선반, 3D 프린터 등 공작 기계를 갖춰 아이디어만 있으면 누구나 자신의 발명품을 만들어볼 수 있는 꿈의 공장으로 불린다. 뉴턴 회장은 “4차 산업혁명 시대에는 인간 삶의 질을 개선하려는 모든 아이디어에 어떻게 하면 힘을 실어줄 것인가가 중요하다”며 “공학적 지식이 없는 비전문가와 어린 학생들에게 용기를 주고 제조를 평범하게 생각하게 하는 문화, 혁신을 놀이로 생각하는 풍토를 정착시켜야 한다”라고 했다. 이와 관련해 “20여 년 전에는 동네에 헬스클럽이 없었지만 각종 운동기구를 모아놓은 공간이 생기면서 운동하고 싶어 하는 사람들이 몰리게 됐다”며 “개인의 아이디어를 손쉽게 제품화할 수 있는 테크숍과 같은 서비스도 우리 주변에 일상이 될 것”이라고 했다. 뉴턴 회장은 테크숍 같은 서비스가 늘어나면 “혁신은 일상이 되고, 제조는 놀이와 같은 레크리에이션이 될 것”이라고 설명했다.



‘미친 아이디어가 세상을 바꾼다’며 도전정신을 강조하는 짐 뉴턴 테크숍 창업자 겸 회장



STRONG KOREA

Creation Forum 2016

프라딕 두베이 인텔 병렬컴퓨팅랩 소장(오른쪽)이 '스트롱코리아 창조포럼 2016'에서 특별강연을 한 뒤 정민근 한국연구재단 이사장과 대담하고 있다.



기초과학은 전기와 같아... 경제성 작아도 파급력 커

인도 출신인 프라딕 두베이 인텔 병렬컴퓨팅랩 소장은 '궁극의 학습기계를 찾아서'라는 주제로 특별강연을 했다. 두베이 소장은 AI와 딥러닝 분야 전문가다. 인텔 파워PC를 비롯해 주요 프로세서가 그의 손을 거쳤다. 1991~2010년에는 AI를 연구하는 IBM 왓슨 연구센터에서 일하기도 했다.

두베이 소장은 막대한 데이터와 빠른 처리 능력을 갖춘 기계 학습기술을 활용해 스스로 학습하는 AI를 개발 중이다. 그는 "인터넷에 떠도는 정보량은 1년 6개월마다 2배로 늘어나고 있다"며 "앞으로는 이런 방대한 정보에서 지식을 얻는 의사결정자들이 주도하는 시대가 될 것"이라고 말했다. 이와 관련해 두베이 소장은 조만간 AI가 방대한 빅데이터에서 필요한 정보만을 뽑아 제공하는 '추천자(Recommender)'에서 직접 판단까지 내리는 '의사결정자(Decision Maker)'로 진화할 것으로 예측했다. 그는 "(AI가 대체하기 어렵다는) 정치인, 교사 등을 보더라도 최고와 최악 간 편차가 너무 크다"며 "컴퓨터는 이 같은 편차가 없는 데다 시간이 갈수록 정확도와 효율성이 계속 높아질 것"이라고 했다.

오후 세션에서 주제 발표자로 나선 스티브 그레닉 기초과학연구원(IBS) 첨단연성물질연구단장(울산과학기술원 교수)은 국내에서 가장 활발하게 활동하는 외국인 과학자로 꼽힌다. 2009년 미국 물리학회 고분자 물리 분야 최고상인 고분자 물리상을 받았고,

2013년 미국화학회 콜로이드와 표면화학 분야 최고상을 수상한 석학이다. 미국 일리노이대 재료공학과 석좌교수로 있다가 2014년 한국행을 선택했다. 그레닉 단장은 제조혁명을 이끄는 대다수 선진국의 저력은 기초과학에서 나왔다는 점을 강조했다. 그는 "전기가 없다면 아무리 다양한 크기와 모양, 색상의 전구를 가지고 있어도 정작 불을 켜지 못하듯 기초과학도 그런 전기 역할을 한다"며 "당장 경제성이 없어 보여도 파급력이 큰 기초연구에 지원을 아끼지 말아야 한다"라고 말했다.



스티브 그레닉 기초과학연구원(IBS) 첨단연성물질연구단장(울산과학기술원 교수)



스마트폰 · 자동차용 카메라 모듈 전문기업 (주)엠씨넥스

IT세상의 천리안을 향해 달린다

한 기업의 성장과 성공은 인간의 성장 및 성공과 맞물린다. 처음 세상에 태어나 좌충우돌해가며 성장하고, 그 과정에서 때론 상처 입고, 고민하며 나름의 꿈과 목표를 향해 노력하는 과정에서 성공법칙을 써 가듯이 기업 역시 똑같은 과정을 거친다. 2004년 설립돼 올해로 12년이라는 짧은 기간이지만 정보기술(IT) 세상의 눈 역할을 톡톡히 담당하고 있는 엠씨넥스의 성공법칙은 사춘기를 잘 극복하고 제대로 된 성인으로의 길을 걷고 있는 헌철한 청년의 모습으로 다가온다. 올바른 생각과 확실한 목표, 꾸준한 자기성찰을 통해 진정한 미래 IT 세상의 눈이 되기 위해 노력하는 민동욱 엠씨넥스 대표를 만나 보았다.

취재 조범진 사진 이승재

국내 최고 영상부품 솔루션 전문기업

카메라 및 부품 · 소재와 영상시스템 기술에 대한 탁월한 이해력과 해당 분야의 전문성을 바탕으로 스마트폰용 카메라와 자동차용 카메라 판매를 통해 지난해 사상 최고인 매출액 5029억 원을 달성한 엠씨넥스는 알만한 기업이나 사람들은 다 아는 명실상부한 국내 최고의 영상부품 솔루션 전문기업이다.

2004년 설립된 이후 2011년 기준으로 스마트폰용 카메라 모듈 시장에서 국내 4위, 세계 11위를 차지하고 있고, 자동차용 카메라 모듈 시장에서는 국내 1위, 세계 5위의 시장점유율을 기록하고 있는 엠씨넥스는 카메라와 부품 · 소재 개발부터 시스템 설계 양산 능력을 보유하고 있으며, 지속적인 연구개발(R&D)을 통해 이미지 최적화기술 및 광학기술, 임베디드 SW와 HW 기술에 있어 서만큰은 차별화된 기업으로 평가받고 있다.

이에 대해 민동욱 대표는 “자동화 설비 도입 및 축적된 기술력을 기반으로 신속한 제품 생산이 가능하고, 휴대전화 · 자동차 · 노트북 등 다양한 포트폴리오를 구성해 수요 감소 등 시장 변화에 빠르게 대응할 수 있으며, 매출처 다변화를 통해 특정 매출처의 경영 불안정에도 대응이 가능하다는 것 외에 주문자상표부착생

산(OEM)방식으로 영업하는 경쟁업체에 비해 우리 회사는 자체 설계기술 보유 및 생산이 가능하다는 것이 강점이자 경쟁력”이라면서 “무엇보다 카메라 모듈의 핵심 부품인 Actuator(VCM · IOS)의 자체 생산 및 제품 적용이 가능하다는 것이 가장 우수한 경쟁력의 원천이다”라고 말했다.

두 번의 위기 극복 통해 성공 결실 맺어

2000년대 초반 휴대전화에 카메라가 옵션으로 탑재되면서 단순히 음성통화만 해오다 영상으로도 통화 가능해지자 이른바 퓨처폰 열풍이 휘몰아쳤다.

이에 따라 국내 S사를 비롯해 미국의 모토로라, 유럽의 노키아 등 휴대전화 제조사들은 경쟁적으로 카메라가 달린 퓨처폰 생산에 나섰고, 이들 제조사 대부분은 소니 · 샤프 · 교세라 등 일본에서 수입한 제품을 사용하고 있었다.

이처럼 일본 제품이 전량 수입되던 당시 “이를 자체 개발 · 생산해 국내 고객사는 물론 글로벌 고객사에 판매해야겠다는 생각으로 창업을 하게 됐다”는 민 대표는 “초소형 정밀 카메라에 대한 수요가 당시에는 많지 않았지만 가까운 미래에 수요가 늘어날 것이라는 개인적 확

MCNEX
Multimedia Core of the Next...



신과 시장 형성 및 성공 가능성이 높다고 판단해 본격적인 연구개발과 사업 확장에 나서게 됐다"라고 말했다.

하지만 창업한 지 불과 2년여 만에 미국의 리먼브러더스 사태가 터지면서 환율이 요동치고, 설상가상으로 국내에서는 키코 사태까지 벌어지면서 당시 주요 납품처였던 몇몇 메이저 휴대전화 제조사를 제외하고 중소·중견 제조사들이 부도가 나면서 엠씨넥스 역시 어려움에 직면하게 됐다.

민 대표는 "돌이켜 보면 가장 힘들었던 첫 번째 위기였다. 특히 금융비용 부담보다는 영업이 안 되는 상황이 더 힘들었다. 물론 이 같은 상황이 발생할 거라는 것을 인지해 대비는 하고 있었지만 막상 닥치고 나니 극복하는 데 어려움이 따랐다"면서 "그러나 수출 및 해외 판매처 확대, 제품 경쟁력 향상 등을 적극적으로 피하면서 오히려 당시의 위기는 엠씨넥스가 체질 개선을 하는데 큰 자극이 됐다"라고 밝혔다.

그러다 또 한 번의 위기가 닥쳤다. 2010년 유럽발 경제 위기 사태. 그러나 이미 첫 번째 위기를 통해 체질 개선을 이룬 탓에 두 번째 위기는 어렵지 않게 넘어갈 수 있었고, 오히려 이 시기는 엠씨넥스가 나아갈 방향에 대한 진지한 고민과 실천 로드맵을 형성하는 계기가 됐다. 이후 휴대전화 카메라 모듈만이 아닌 자동차용 카메라로 사업 영역을 넓힌 엠씨넥스는 꾸준한 성장세를 이어오고 있다.

글로벌 영상전문기업으로 나아가다

2004년 회사 설립 이후 숨 가쁘게 달려온 민 대표는 요즘 생각이 많아졌다. 사람에게도 있듯이 기업 활동에도 반드시 따라 오는 성장통을 어떻게 극복하느냐에 대한 고민이다. 그러나 엠씨넥스에서는 성장통이 크지 않을 것으로 보인다. 시장을 선도하는 사업 감각이 뛰어나기 때문이다. 오히려 민 대표의 이러한 고민은 엠씨넥스가 진정한 영상솔루션 글로벌 전문기업으로 위상을 공고히 하는 데 큰 동력이자 그 시기를 앞당기는 촉매 역할을 할 것으로 기대된다.

그리고 이를 반영하듯 올해 미국에서 열린 'CES 2016'에서 엠씨넥스는 참관객들의 시선을 사로잡았고, 참가 기업들로부터도 집중적인 관심을 받았다. 특히 세계 최초로 선보인 6채널 어라운드뷰모니터(AVM)와 자율주행차 핵심 부품 중 하나인 라이더(LiDar: Light Detection And Ranging)는 엠씨넥스가 명실상부한 자동차 전장용 부품기업으로서도 성공한 기업이자 강력한 글로벌 경쟁력을 지닌 기업임을 입증하는 계기가 됐다.

앞으로의 계획과 관련해 민 대표는 "창업 당시의 초심으로 돌아가 엠씨넥스가 영상전문회사로 지속적인 성장과 함께 국내외에서 신뢰를 받을 수 있도록 더욱 노력하겠다"라고 밝혔다.

다가치·다양화 시대, 초심·고민·열정이 필요하다

세계적인 영상부품 솔루션 기업이라는 주변의 평가에 대해 '아직은 과정'이라고 말하는 민동욱 대표는 '다가치·다양화 시대에 대응하는 기업의 자세'에 대해 나름의 생각을 가지고 있었다. 뛰어난 시장 리딩 감각만큼 '중소기업이 성공하기 위해 꼭 갖춰야 할 것'으로 그는 '초심·고민·열정'을 꼽았다.

첫 번째, '창업할 때의 초심을 잃지 말자'이다. 벤처든, 스타트업이든, 중소기업이든 회사에 맞는 철학을 통해 대표와 종업원 간의 소통이 원활히 이루어지기 위해서는 남들과 다름에서 비롯된 창업 당시의 초심을 잃지 않을 때 전 달하고자 하는 메시지는 상호간에 명확해지고 이는 회사의 성장과 성공, 위기가 닥쳤을 때 이를 극복하기 위한 큰 원동력이 되기 때문이다.

두 번째, '꼭 필요한 기술인가에 대한 고민'이다. 소프트웨어건, 하드웨어건 모든 업종에서 꼭 필요한 기술(또는 제품)인가에 대한 고민이 있어야 한다고 민 대표는 강조한다. 이는 R&D에 있어 명확한 나침반 역할을 하고 기술의 지속가능성 및 확장성, 개선을 이끌어 낼 뿐만 아니라 시장을 선도하고 예측하는 데 망원경 역할을 하기 때문이다.

마지막으로 'Core가 있는 열정을 갖자'이다. 누구나 다 열심히 한다. 그러나 핵심(그것이 비록 개똥철학이라도)이 없는 열정은 외부 환경과 갖가지 변수에 흔들릴 수밖에 없다. 반면 확신과 신념을 바탕으로 한 열정은 의지와 희망을 생산해 낼 뿐만 아니라 실패 확률을 줄이기 위한 디테일한 계획 마련에 큰 도움이 된다.



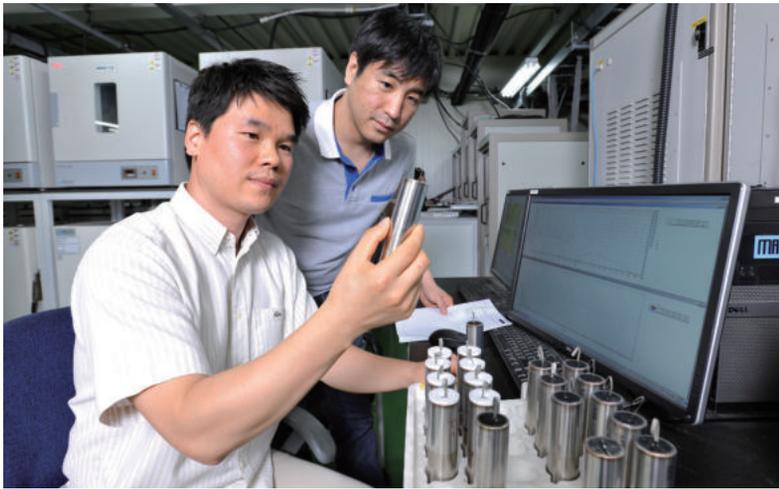
성공 전략
'You can do it'



이곳을 빼고 리튬일차전지를 논하지 말라 리튬일차전지의 시작과 끝인 기업 (주)비츠로셀

우리나라 기업의 해외 진출 필요성을 강조한 신문 기사는 일제강점기인 1930년대 후반으로 거슬러 올라가며, 1950년대 중반부터는 본격적으로 중소기업(지금의 중소기업)의 해외 진출 필요성 및 이에 대한 정부의 지원과 중소기업 스스로의 노력에 대한 글이 자주 등장하게 된다. 하지만 이런 오랜 고언과 충고, 강조에도 불구하고 여전히 우리나라 중소기업의 해외 진출에는 많은 어려움이 있는 게 사실이다. 이런 측면에서 비츠로셀의 해외 진출 전략은 남다르다. 이에 이번 호에는 비츠로셀의 남다른 해외 진출 성공전략을 김길중 비츠로셀 경영지원실 상무를 통해 직접 들어보았다.

취재 조범진 사진 서범세



한 우물 파온 국내의 리튬일차전지 절대강자

1987년 10월 (주)테크라프라는 개인 회사에서 시작된 비츠로셀은 1993년 테크라프가 대우 계열사가 된 이후 2002년 비츠로그룹에 편입돼 지금의 이름으로 불렸다.

지난 30년간 리튬일차전지를 전문적으로 제조·판매하고 있는 비츠로셀은 현재 380여 명이 재직 중이며, 관리직원 중 30% 이상이 연구원이고 매출액의 8% 이상을 연구개발(R&D)에 투자할 정도로 R&D 기업으로서의 명성 또한 자자하다.

이처럼 30년간의 리튬일차전지 전문기업으로서의 노하우와 적극적인 R&D 투자 및 지원에 힘입어 비츠로셀은 2012년 기술벤처기업으로 WC300기업에 선정됐고, 매출액의 70% 이상을 전 세계 40여 개국 100여 개 업체 수출로 거둬들이는 등 글로벌 기업으로서의 면모를 갖춰 나가고 있다.

또한 25년간 우리 군의 통신장비 개선 등에 매년 200억 원 이상을 판매하고 있는 명실상부한 국내 우수 군수업체로서, 국가 안보에도 일익을 담당하고 있다.

이와 관련해 김 상무는 “비츠로셀의 사업 분야는 스마트그리드, 군수·보안, 능동형 RFID 및 전자기기, 석유 시추 고온전지 등으로 구분할 수 있으며, 최근 5년간 매년 10% 중반대의 매출 증가와 영업이익을 달성해 올해에는 매출 900억대 중반에 140억 원 이상의 영업이익을 기대하는 등 수익성과 성장성을 모두 갖춘 강소기업”이라고 강조했다.

우수한 기술력 바탕 고온전지 개발에도 박차

일반적으로 리튬일차전지는 작동 전압이 높고, 낮은 자가방전 및 넓은 온도 영역에서 사용할 수 있어 군용 및 산업용 전원으로 널리 사용되고 있다. 비츠로셀은 이러한 리튬일차전지 분야에서 국내 최초로 양산에 성공한 기업이자 국내 1위, 세계 3위 규모의 기술 및 시장경쟁력을 보유하고 있다.

이에 따라 비츠로셀의 기술력은 국내외에서 무한신뢰를 받고 있는 상황이다. 이제 비츠로셀은 이러한 기술력을 바탕으로 리튬일차전지가 지닌 한계를 극복하는 한편 장점을 극대화할 수 있는 제품 개발에도 주력하고 있다.

윤은구 비츠로셀 기술연구소 고온전지PT 차장은 “화석연료의 매장량이 고갈됨에 따라 과거 채산성이 어려운 부분에 대한 시추를 진행하기 위해 MWD(Measurement While Drilling) 장비가 더욱 더 가혹한 고온, 고진동 및 고충격 환경에 노출되다 보니 장비에 쓰이는 전지 또한 장비의 특성과 동일하게 개발이 이루어지고 있다”면서 “이에 따라 리튬전지의 안전성을 위협하는 180도 이상의 초고온 단계는 물론 190~200도에서도 사용이 가능한 전지를 개발하고 있으며, MWD 장비의 동작 신뢰도 향상을 위해 저자성(Low Magnetic) 특성을 유지하면서 전기적 기능을 수행하는 전지를 개발함과 동시에 가혹한 환경에서 안전성을 보장하기 위한 안전설계 연구를 진행하고 있다”라고 밝혔다.

김길중 (주)비츠로셀 경영지원실 상무



한편 앞으로의 계획과 관련해 김길중 상무는 “비츠로셀은 2020년 전 세계 리튬염화티오닐 전지 시장 1위 기업으로 자리매김하려는 비전을 갖고 있다. 이에 따라 전 임직원이 시장점유율만이 아닌 R&D 및 설비자동화, 투자 및 영업망 확대, 품질 안정화 등 전 부문에서 명실상부한 글로벌 선도기업이 되도록 최선의 노력을 다할 것”이라며 “이를 위해 기존의 캐시카우 제품 이외에 성장엔진으로서 고온전지, 앰플전지, 열전지, EDLC 등 신제품의 사업 확대를 지속적으로 추진하고 있으며, 해외 군수 시장 및 사물인터넷(IoT) 시장에서도 사업영역을 확대해 나갈 것”이라고 말했다.



**㈜비츠로셀의 남다른 해외 진출 성공전략
때론 공격이 최선의 방어이자 최고의 전술이다**

전 세계 40여 개국 100여 개 업체에 리튬일차전지를 수출하고 있는 비츠로셀은 남다른 해외 시장 진출 전략을 통해 그칠 줄 모르는 매출 신장을 거듭해 오고 있다. 이에 따라 ‘인력 구성의 강점’과 ‘지역 및 전방산업에 따른 맞춤 영업전략’ ‘고객들의 니즈(Needs)를 정확히 반영한 기술 지원과 영업전략’ 등은 비츠로셀의 성공적인 해외 진출 전략이자 강점으로 손꼽히고 있다.

특히 대기업에서도 쉽게 찾아보기 힘든 공격적인 전략과 이에 따르는 남다른 전술을 펼쳤다는 점이 비츠로셀의 해외 진출에 있어 핵심 포인트라 할 수 있다.

이 가운데 가장 손꼽히는 사례는 미국 고온전지 판매법인 EXIUM Technologies사를 인수합병(M&A)한 것이다.

비츠로셀은 2000년대 중반 EXIUM과 기술 제휴를 통해 150도 이상에서 사용할 수 있는 석유, 가스 시추용 특수고온전지를 개발해 2008년부터 시장에 진출했지만 전 세계 시장의 폭발적인 성장에 대응하기 위해서는 기술 도입 당시 EXIUM과 체결한 계약상의 제한(기술, 영업 등)이 늘 발목을 잡아왔다.

적극적으로 시장을 개척하기 위해서는 해결책이 필요했고, 이에 비츠로셀은 중소기업에서는 찾아보기 힘든 대응전략인 M&A 카드를 꺼내들어 2012년 EXIUM을 인수했다.

물론 인수 전후 어려움이 없었던 것은 아니다. 김 상무는 “인수 과정은 사실 큰 어려움은 없었다. 오히려 행운이 따랐다. 그러나 인수 이후 기존 핵심 인력에 대해 5년간 장기계약을 체결하고 조직 및 기술의 안정성 확보 및 전산시스템과 문화적 차이 등이 커 우리의 경영방식을 접목하는 과정에서 다소 어려움이 따랐다”면서 “하지만 현지 경영체계를 인정해 주면서 우리 회사 직원의 순환파견을 통해 점진적으로 당사의 관리시스템을 이식, 상호 신뢰 형성 및 조직 통합을 효율적으로 진행해 지난해에는 회사명을 VITZROCELL USA로 변경하고, 올해 6월에는 현지 사무소도 보스턴에서 미국 석유 시추의 메카인 휴스턴으로 이전하는 등 성과를 내고 있다”라고 말했다.

더욱이 M&A의 성과와 관련해 김 상무는 “무엇보다 원천기술 제휴업체를 인수함으로써 고온전지 시장에서의 영업상 한계를 극복하고 글로벌 판로 확대가 가능해졌다는 점을 첫 번째로 꼽을 수 있으며, 타깃 업체의 핵심 엔지니어를 활용함으로써 당사의 R&D 진전 및 라인업 확대에 직접적인 도움이 되기도 했다”면서 “이를 통해 당사의 고온전지 매출은 인수 이후 계속 성장하고 있어 실적 확대에 도움이 되고 있다. 실제로 올해는 100억 원대 매출을 예상하고 있으며, 지금의 저유가 기조가 해소되면 향후 수주 확대가 본격적으로 이루어질 것으로 예상돼 설비 증설 등을 계획 중”이라고 밝혔다.

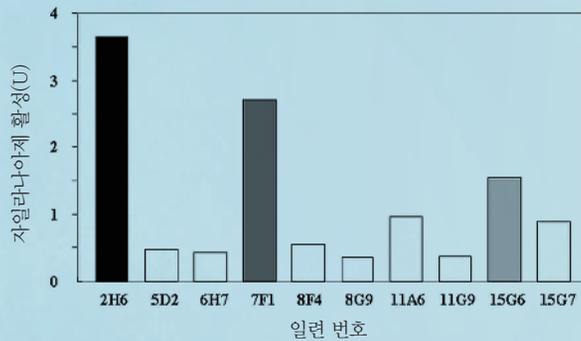
이외에 비츠로셀은 신규 시장 개척과 관련해 ‘시장점유율 No.1 전략’을 펼쳐 경쟁사보다 빠르고 공격적으로 진입, 주요 상위 5개 또는 10개 업체가 모두 비츠로셀의 전지를 사용할 수 있도록 맞춤형 영업전략을 구사함으로써 대기업들조차 진입에 어려움을 겪는 인도, 터키, 러시아, 남아공은 물론 최근 미국의 경제제재 해제로 급부상 중인 이란 등에서 시장점유율 1위를 차지하고 있다.

이에 따라 비츠로셀의 ‘2020년 글로벌 1위 기업’ 달성은 꿈이 아닌 현실로 다가오고 있으며, 고온전지 시장 세계 2위라는 목표 역시 거뜬히 이뤄낼 것으로 기대된다.

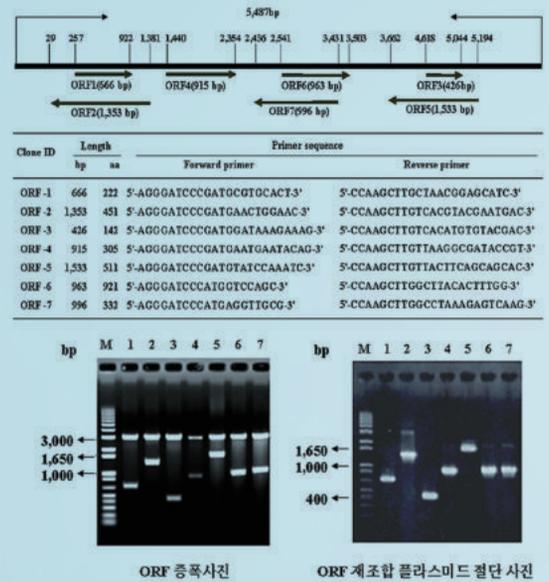
자일라나아제 새로운 용도 창출하다

자일라나아제를 생산하는 신규한 페니바실러스 sp. HPL-001 균주, 이로부터 분리한 신규한 자일라나아제 효소 및 이의 생산방법

본 특허는 자일라나아제를 생산하는 신규한 페니바실러스 sp. HPL-001 균주, 상기 균주가 분비하는 자일라나아제 효소, 상기 효소의 유전자 염기 서열, 상기 유전자가 코딩하는 아미노산 서열 및 이를 형질전환시킨 형질전환체에 관한 것이다.



〈그림 1〉 ORF 분석 그림, 각 ORF 클로닝 프라이머 및 결과 분석 사진



〈그림 2〉 ORF별 고체 및 액체 배양 활성 테스트 결과

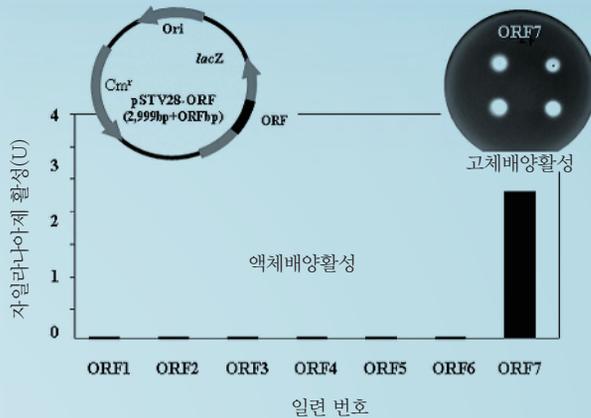
특허와 관련한 구체적인 내용을 살펴보면, 우선 자일라나아제를 생산하는 페니바실러스 sp. HPL-001 균주(KCTC11365BP)를 제공하고, 페니바실러스 sp. HPL-001 균주로부터 생산되는 신규한 자일라나아제 효소를 제공한다. 상기 ORF를 표적으로 하는 프라이머를 제작하고 PCR 방법으로 DNA를 증폭한 후 대장균에 형질전환했으며, 상기 각각의 ORF를 형질전환시킨 대장균을 대상으로 액체 배양 및 고체 배양을 통해 자일라나아제 활성을 확인했다. 그 결과 ORF7로 명명된 DNA 절편에서 자

일라나아제 활성이 뛰어남을 확인했다.

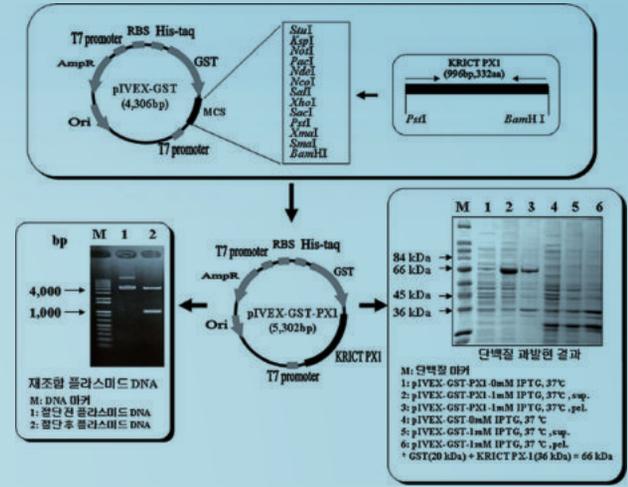
다음으로 본 특허는 자일라나아제를 암호화하는 유전자를 비롯해 자일라나아제의 아미노산 서열 및 상기 유전자를 포함하는 재조합 벡터를 제공한다. 또한 상기 재조합 벡터를 숙주세포에 도입한 형질전환체, 상기 균주 또는 형질전환체를 이용한 자일라나아제 생산 방법을 제공한다. 더불어 상기 균주, 상기 형질전환체 또는 상기 균주 또는 형질전환체가 생산하는 자일라나아제를 포함하는 자일란 분해제를 제공한다. 이때 자일란 분해제는 상기



A *Paenibacillus* sp. HPL-001 strain for producing xylanase and a xylanase produced thereby and a producing method thereof



〈그림 3〉 ORF7의 염기 및 아미노산 서열을 나타낸 결과



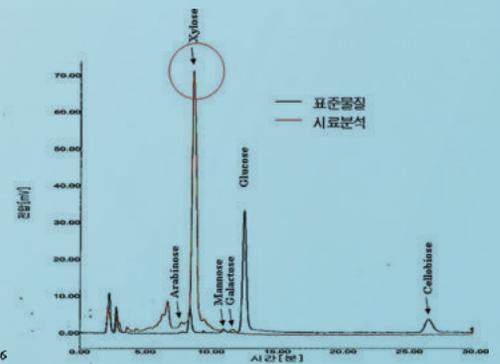
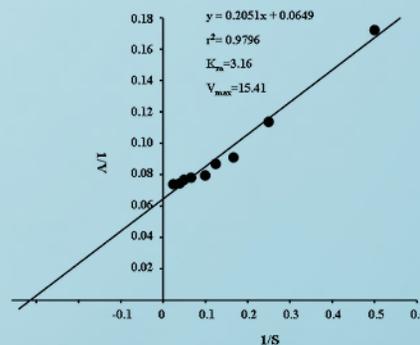
〈그림 4〉 효소의 분리정제 후 전기영동 및 효소활성도

균주 또는 상기 형질전환체에서 생산하는 자일라나아제뿐만 아니라 상기 균주 또는 상기 형질전환체를 직접 자일란 분해제로 사용할 수 있다. 이외에도 섬유소계 바이오매스에 상기 균주, 상기 형질전환체 또는 상기 균주 또는 형질전환체가 생산하는 자일라나아제를 가하는 단계를 포함하는 자일란 분해 방법을 제공한다. 더불어 동물의 사료 재료에 섬유소계 바이오매스에 상기 균주, 상기 형질전환체 또는 상기 균주 또는 형질전환체가 생산하는 자일라나아제를 가하는 단계를 포함하며, 자일란 분해제를 포함하는 사료 제조 방법을 제공한다.

마지막으로 본 특허는 상기 자일라나아제의 새로운 용도를 제공한다. 상기 자일라나아제를 포함하는 식품 가공용 조성물을 비롯해 사료첨가제, 제지공정용 조성물을 제공하고, 상기 자일라나아제를 자일란 함

유액에 처리하는 단계를 포함하는 자일란 분해 방법을 제공한다. 이렇듯 본 특허의 신규한 자일라나아제는 용지 생산 및 폐지 재생, 사료 첨가 및 식품의 품질 향상 또는 산업상 사용하는 자일라나아제의 분해에 유용하게 이용될 수 있으며 이는 당업자에게 자명하다. 상기 조성물은 당업자에게 공지된 방법으로 제형되고 제제화될 수 있다. 본 특허의 신규 균주인 페니바실러스 sp.

HPL-001 및 이로부터 분리한 자일라나아제는 비교적 넓은 범위의 온도 및 pH 조건에서 우수한 자일란 분해활성을 나타내므로 사료산업, 제지 및 세제산업에서는 물론 섬유질계 바이오매스의 당화공정에 활용돼 석유 대체원료, 특수기능물질, 바이오 폴리머 등의 원료를 생산하는 데 유용하게 사용될 수 있다.



〈그림 5〉 반응생성물 분석 그래프

가우디오랩(GAUDIO LAB, Inc.) 가상현실 속 음향을 대표하다

가우디오랩(GAUDIO LAB, Inc. : 이하 GAUDIO)은 2014년 1월 미국의 퀄컴, 독일의 프라운호퍼 등 글로벌 대기업들을 제치고 MPEG-H 3D Audio Binaural Rendering 국제표준으로 채택된 3차원(3D) 오디오를 헤드폰으로 재현하는 기술을 개발한 국내 유일의 가상현실(VR) 음향 소프트웨어 전문기업이다.



GAUDIO에 대해 궁금합니다.

한마디로 요약하면, GAUDIO는 VR 오디오 솔루션을 개발하는 회사입니다. 기존 3D 오디오기술은 영상과 음향 신호의 싱크가 맞지 않아 VR 콘텐츠에 적합하지 않습니다. 예를 들어 VR 속에서 사용자의 정면에 뮤직박스가 있으면 음악은 정면에서 들립니다. 하지만 사용자가 오른쪽으로 고개를 돌려서 뮤직박스가 사용자의 왼쪽에 있어도 기존의 오디오기술로는 여전히 소리를 정면에서 들어줄 수밖에 없습니다(소리가 왼쪽에서 나와 하는 데도 말입니다). 바로 이 소리를 왼쪽에 위치시켜 영상의 뮤직박스과 싱크가 맞도록 하는 기술을 개발하고 있습니다. 또한 사용자가 VR 환경 내에서 이동한다고 해도 기존의 3D 오디오기술로는 소리를 이동시킬 수 없었습니다. 예를 들어 앞에 보이는 뮤직박스를 지나쳐 계속 걸어간다고 해도 뮤직박스 소리가 앞쪽에서밖에 안 들립니다. GAUDIO는 소프트웨어만으로도 이 문제를 해결해 사용자들이 VR에서 몰입도가 크고 현실감 넘치는 콘텐츠를 경험하도록 하고 있습니다.

VR에서 오디오가 중요한 역할을 할 텐데요,
기존의 어떤 미디어에서보다도 오디오



오현오 가우디오랩 대표



는 VR에서 더 중요한 부분입니다. 첫 번째 이유는 바로 소리를 통해 콘텐츠 제작자의 의도를 따라갈 수 있기 때문입니다. 쉽게 설명하자면, VR를 체험하는 사용자는 그 가상공간 내에서 원하는 곳을 무한정 볼 수 있는 자유를 갖게 됩니다. 예를 들어 VR 영화를 본다면, 관객은 제작자의 스토리텔링에 따라 주연배우 영상을 보고 이해하는 대신, 상영시간 내내 주변의 옆집 아가씨나 하늘의 새만 볼 수도 있습니다. 이렇게 되면 처음 콘텐츠를 제작한 원작자의 기획 의도 등이 완전히 무너질 수도 있게 됩니다. 하지만 소리를 통해 관객의 시선을 끈다면 어떻게 될까요? 옆집 아가씨나 하늘의 새에 집중하고 있다가도 뒤쪽에서 주연배우의 대화 소리가 들린다거나, 점점 오른쪽에서 기차소리가 가까워진다면 당연히 그 방향을 보게 될 것입니다. 이렇듯 소리를 통해 사람들의 행동을 유도할 수도, 특정 부분에 주의를 집중시킬 수도 있습니다. 두 번째 이유는 기존의 TV 영상이나 영화와 같은 미디어와 달리 VR에서는 특히 몰입감이 강조될 수밖에 없습니다. 기존의 미디어에는 예를 들어 TV 옆에 있는 화분 등 스크린 외부의 사물까지도 시야에 들어오므로 몰입감 자체가 크게 요구되지 않습니다. 하지만 VR에서는 화면 외부의 시야

를 가리기 때문에 몰입감이 상당히 많이 요구됩니다. 따라서 몰입감을 더욱 극대화할 수 있는 청각적 효과, 즉 오디오가 중요해질 수밖에 없습니다.

GAUDIO의 상품에 대해 소개해주세요.

GAUDIO의 상품은 크게 콘텐츠 생산 단계에 적용되는 GWorks와 소비 단계에 적용되는 GPlayer로 나눌 수 있습니다. 우선, GWorks는 콘텐츠 제작업체(영상이나 영화제작사, 게임개발사, 오디오 스튜디오 등)의 사운드 엔지니어들이 콘텐츠에 들어갈 다양한 음원을 믹싱하고 마스터링할 때, 실제 소리가 어떻게 구현될지 미리 시뮬레이션하기 위해 사용하는 일종의 저작툴입니다. GPlayer는 그렇게 제작된 콘텐츠가 실제 사용자들에게 유통되고 플레이 되는 과정에서 작동하는 소프트웨어 프로그램입니다. 이로써, 콘텐츠 제작업체가 만든 소리가 바로 그 위치에서 문제 없이

재생되도록 하고 있습니다. 바로 이 두 가지 제품을 통해 생산부터 소비까지 VR 오디오를 책임지고 있습니다.

마지막으로 제품 출시를 포함해서 향후 계획을 알려주세요.

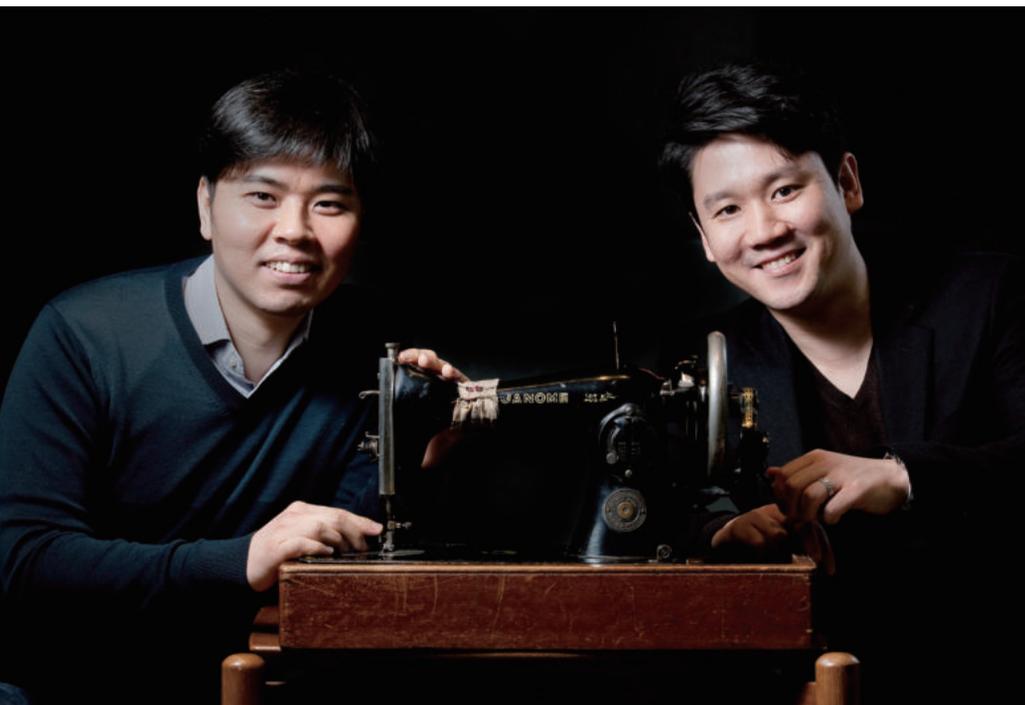
현재 제품의 프로토타입은 완성됐고 상용화 버전을 출시하기 위해 수정 및 업데이트를 진행하고 있습니다. 사실, 미디어, 놀이공원, 콘텐츠 제작업체 등 관련업계에서 VR오디오 솔루션에 대한 수요가 높아, 하루라도 빨리 완성도 높은 상용화 버전을 출시하기 위해 노력하고 있습니다.

이후, 미국에 진출해 적극적인 마케팅을 추진할 계획입니다. 이는 고퀄리티의 VR 콘텐츠가 대부분 미국의 미디어, 영화제작사 등을 주축으로 제작돼 널리 유통되고 있기 때문입니다. 글로벌 시장에서 이러한 업체들과 어깨를 나란히 하고 VR시장을 확장시키기 위해 최선을 다하겠습니다.



클로버추얼패션 3D 캐릭터 의상을 화려하고 다채롭게

애니메이션 '겨울왕국'의 엘사 드레스를 탄생시킨 클로버추얼패션은 세계 최고 영화 및 게임 제작사들뿐만 아니라 유럽 Top5 명품 패션회사들을 주요 파트너로 둔 가상과 실제 패션을 망라한 3차원(3D) 의상 기술 분야에서 단연 최고로 인정받는 업체이다.



오승우 · 부정혁 클로버추얼패션 대표

클로버추얼패션의 창업 과정에 대해 알려주세요.

과거 디자이너로 활동했을 때, 자동차 및 제품 디자인 분야에 3D기술이 활용되면서 생산성이 크게 향상되는 것을 직접 경험했습니다(부정혁 대표). 하지만 의류업계는 선도 기업조차도 대부분의 공정이 아직 수작업으로 이루어지고 있었습니다. 옷은 제품이나 자동차와는 달리 입을 사람에 따라 모양이 달라지는 섬유유 특성을 제대로 표현하기가 너무나 어려웠기 때문입니다. 그

래서 만약 섬유의 특성을 제대로 표현해줄 수 있는 기술이 있다면 전 세계 엄청난 규모로 존재하는 패션산업 전반의 프로세스를 크게 바꿀 수 있을 것이라고 생각하던 중 KAIST에서 박사과정을 밟고 있던 오승우 공동대표와 만나게 되었습니다. 클로버추얼패션 CTO 겸 공동대표인 오 대표는 박사과정 중 가상으로 디자인한 옷을 3D로 빠르고 정교하게 제작할 수 있는 소프트웨어 개발에 성공했습니다. 처음 그 기술을 시연해 보던 날을 아직도 잊을 수가 없습

니다. 항상 상상만 해오던 기술을 바로 눈앞에서 보게 됐으니까요. 그 후 약 2년간의 준비 끝에 이를 사업으로 발전시켜 클로버추얼패션을 창업했습니다.



클로버추얼패션에 대해 소개해주세요.

클로버추얼패션은 3D 그래픽 의상 디자인 소프트웨어 전문 벤처기업입니다. 원단의 재질과 물리적 특성을 구현해 다채로운 패턴을 실물처럼 화면상에서 제작해 볼 수 있도록 돕는 가상 의류 소프트웨어 'CLO'와 게임 및 애니메이션 캐릭터의 의상 제작을 효율화하는 '마블러스 디자이너(Marvelous Designer)'로 3D 시장을 선도하고 있습니다. 또한 국내 최초 3D 가상 피팅 시스템(실시간으로 신체를 측정하고 가상으로 의류를 입어 볼 수 있는 거울)인 'C-Mirror'를 개발한 바 있습니다. 클로버추얼패션이 개발한 'CLO'와 '마블러스 디자이너'는 간단한 조작만으로도 3D로 실제 천의 질감을 생생하게 표현할 수 있어 패션, 영상, 게임,

애니메이션 업계에서 많은 호응을 얻고 있습니다. 패션업계에서는 의상디자이너가 기획·디자인한 옷이 실제 샘플로 만들어지기까지 많은 시간과 비용이 소모되지만, 3D 디자인기술을 접목하면 디자이너의 창의적인 디자인 제작을 도울 수 있고 생산 리드타임이나 샘플 제작 비용 역시 줄일 수 있습니다. 이미 이름만 들어도 알 만한 프랑스 명품업체 L사과 이탈리아 디젤, 미국 나이키, 스웨덴 이케아 등 세계적인 패션·가구업체가 클로버추얼패션의 3D 의상 제작 소프트웨어를 사용하고 있습니다.



‘겨울왕국’의 엘사 드레스를 탄생시킨 ‘마블러스 디자이너’에 대해 설명해주세요.

1990년대부터 2000년대 초반의 애니메이션을 살펴보면, 등장 캐릭터의 의상이 한 벌로 국한돼 있거나 망토만 입고 있는 등 아주 단조로웠다는 것을 알 수 있습니다. 애니메이션, 게임 캐릭터 의상 제작은 기존 컴퓨터그래픽(CG) 툴을 사용하다 보면 아무래도 시간적·비용적 리소스가 많이 들어가기 때문입니다. 일례로 드림웍스(Dreamworks)의 ‘슈렉 1’에서 슈렉이 처음부터 끝까지 한 벌의 의상만을 입고 있는 것을 들 수 있습니다. 하지만 저희 CG 의상 디자인 툴인 ‘마블러스 디자이너’의 출시로 망토 같은 간단한 의상뿐 아니라 드레스나 군복처럼 복잡한 의상까지 단시간



내에 효율적으로 제작할 수 있게 됐습니다. 그로 인해 애니메이션, 게임 속 캐릭터들의 의상이 더욱 화려하고 다채로워졌습니다. 실제로 블리자드, EA, 유비소프트, 소니 등 세계 10대 게임사와 영화 ‘아바타’ ‘반지의 제왕’을 제작한 웨타디지털, ‘스타워즈’로 유명한 ILM과 같은 세계 최고 영화 제작사들도 클로버추얼패션의 ‘마블러스 디자이너’를 사용 중이며, 2012년에는 런던 올림픽 공식 애니메이션에 이 기술을 제공한 바 있습니다. 국내 유명 VFX 전문 스튜디오인 Locus와 모팩&알프레드도 사실적인 천, 캐릭터 의상 제작에 ‘마블러스 디자이너’를 활용하고 있습니다.

마지막으로 사업화 과정 및 향후 계획에 대해 말씀해주세요.

영화, 애니메이션 게임 분야에는 의상 디자인 소프트웨어들이 조금씩 사용돼 왔지만 패션 분야의 진입 장벽은 높았습니다. CG업계는 워낙 최첨단 장비들을 많이 사용하기 때문에 웬만한 소프트웨어는 특별

한 교육 없이 자체적으로 활용할 수 있는 전문가가 많지만, 의류 기업은 턱없이 부족한 하드웨어 문제나 기존에 수십 년간 고수해 온 업무 방식이 걸림돌이 됐습니다. 그래서 애초 첨단기술에는 상대적으로 적응도가 낮은 의류 디자인·생산 분야 담당자들이 쉽게 사용할 수 있는 제품 개발에 초점을 맞췄습니다. 의류 제작업체는 물론이고 CG업계에서도 저희 소프트웨어의 직관적인 UI를 굉장히 반가워했습니다. 실제 제품 상용화 단계 전까지 1년 이상 국내 의류 제조업체들을 대상으로 테스트를 추진했고, 실제 사용자들로부터 피드백을 수렴해 꾸준한 개발을 진행했습니다. 클로버추얼패션의 비전은 우리가 가진 기술력을 기반으로, 가상 의상 디자인 소프트웨어의 확산뿐만이 아닌 가상 패션과 관련한 모든 활동을 가능하게 하는 플랫폼을 개발해 나가는 것입니다. 이러한 일념 아래 최근에는 저희 소프트웨어로 제작한 3D 가상 의상을 타인과 공유하는 웹 기반 플랫폼 개발 사업에 중점을 두고 있습니다.

경량화 2.0 시대, 소재의 새로운 가치를 요구하다

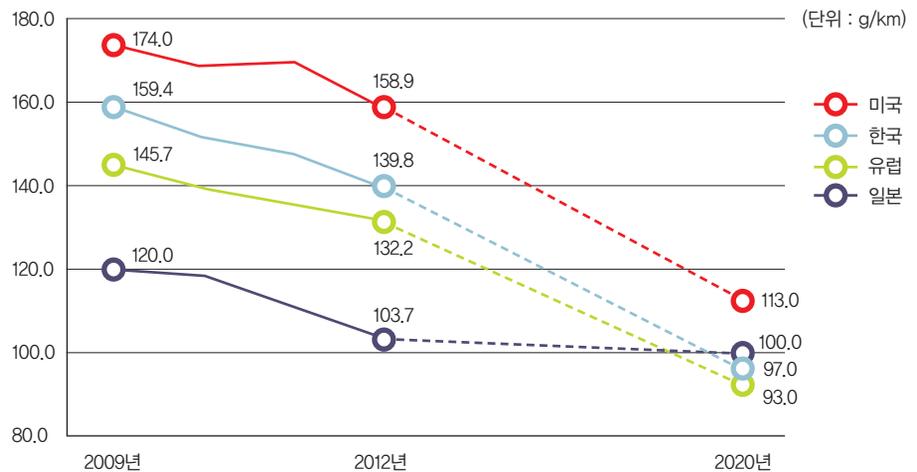
만화 속 마징가Z, 아이언맨 등 주인공들은 자유자재로 하늘을 난다. 하지만 마징가Z가 주제가대로 무쇠팔과 무쇠다리를 가졌다면 불가능했을 것이다. 너무 무거워 날 수 없고, 평소 폭포 속에 숨어 있기에 녹슬어 버리고 말았을 것이다. 초합금Z라는 가상의 메탈 덕에 매우 가벼우면서도 강한 성능을 가질 수 있었다. 아이언맨은 아이언(철)이 아닌, 타이타늄 합금으로 만들어졌다. 사실 타이타늄맨이다. 가볍고 튼튼한 소재 덕분에 적과 잘 싸울 수 있었다. 이처럼 경량화는 만족스러운 성능을 구현하면서 가볍다는 것을 의미한다.

문희성 [LG경제연구원 사업전략2부문 책임연구원]



경량화, 계속 풀어야 하는 숙제

경량화는 에너지 효율을 높이기 위한 방안이다. 효율을 높이는 것은 100%가 아닌 이상 계속되는 숙제다. 대부분은 항공우주, 자동차 등 수송 분야의 연비 이슈에서 출발한다. 항공산업에서는 더 많은 승객과 짐을 더 적은 연료로 운송하고자 하는 데에서 연비 경쟁이 시작된다. 때문에 비교적 가벼운 알루미늄 합금이 항공기에 많이 적용되고 있으며, 탄소섬유복합재(CFRP), 타이타늄, 엔지니어링 플라스틱 등 신소재에도 적용이 시작되고 있다.



〈그림 1〉 세계 주요 국가의 연비규제 전망(CO₂ 배출량 환산 기준)

출처 : 환경부(2014)

자동차에서의 연비 경쟁은 더욱 치열해지고 있다. 특히 온실가스 감축과 에너지 효율화는 각국 정부가 자국의 산업 발전과 함께 내수 시장의 진입 장벽을 위해 강화해 나가고 있다. <그림 1>과 같이 각국 정부는 배출가스와 연비 규제를 강화하고 있다. 폴크스바겐 등 몇몇 자동차기업의 연비 조작 사건인 '디젤 게이트(Diesel Gate)'는 일어나서는 안 될 사건이었지만, 한편으로는 강화되고 있는 기준치를 맞추기가 점점 힘들어지고 있음을 보여주는 것이라 할 수 있다. 경량화를 통한 연비 강화는 자동차의 유지비 절감 외에 성능 향상 효과도 있다. 1.5톤 승용차의 무게를 10% 줄일 경우 가속 성능 8% 향상, 제동 거리 5% 단축, 조향 성능 6% 향상 및 새시 내구 수명 1.7배 증가 효과를 거둘 수 있다고 알려져 있다. 특히 전기차의 경량화는 더 절실하다. 전지용량의 한계로 한 번 충전으로 가능한 주행거리를 늘려야 한다.

가볍기만 해서도 안 된다. 탑승자의 안전 규제도 강화되고 있기 때문이다. 연비와 안전 문제는 사용자 입장에서는 모두 중요한 요소다. 자동차기업이 연비만을 높이기 위해 가벼운 소재만을 사용하다가 강도가 약해진다면 안전에 위협이 될 수 있기 때문이다. 이를 위해 기업들은 기존 강철 대비 성능이 우수한 고장력 강판(Advanced High Strength Steel : AHSS)으로 대응하고 있다. 아르셀로미탈, 타타 스틸, 신닛테쓰스미킨(NSSMC), 티센크루프 등 철강기업은 AHSS 생산을 늘리고 있다. 최근 신닛테쓰스미킨은 고강도의 AHSS인 '하이텐(Hi-ten)'을 개발해 미국, 인도네시아 등으로 생산지를 확대해 나가고 있다. 고장력 강판은 알루미늄 합금보다 비용이 저렴하고 가공이 용이하다. 더

불어 세계 각지에서 유사한 품질의 제품을 현지 조달하기 쉽다는 장점이 있다. 하지만 이미 오래전부터 개발, 적용해온 고장력 강판만으로는 규제 대응에 한계가 있을 것으로 보인다. 자동차기업들은 이미 오랫동안 철강을 사용해 제작한 관성이 있기에 쉽게 바꾸려 하지 않기 때문이다. 그럼에도 경량화의 요구가 가속화하고 있는 상황을 거스를 수는 없을 것이다.

경량화에 요구되는 새로운 가치

최근 고객들은 경량화 요구와 함께 제품 디자인, 방열, 친환경성 등 새로운 가치까지 동시에 충족되기를 기대한다. 근래 주목받고 있는 미니멀화(Minimalism) 트렌드에 따라 화려함보다는 절제되고 심플함을 강조하는 메탈릭 디자인이 주목받고 있다. 이는 메탈 원재료 그대로의 광택과 질감을 살려 제품에 반영한 것을 의미한다. 이러한 트렌드는 모바일 IT 분야에서 특히 활발히 일어나고 있다. 메탈 소재는 '도회적이고 세련된 느낌'을 주는 것으로 소비자들에게 인식되어 있어 프리미엄 가치를 제공하고 있다. 애플에서 시작된 스마트폰에서의 메탈 소재 채택이 삼성에 이어 샤오미, ZTE 등 중국 기업으로까지 확대되었다. 이 파장은 모바일 액세서리까지 이어져 관련 기업인 벨킨 등은 메탈릭 디자인이 적용된 제품을 선보이고 있다.

미니멀리즘은 최근 가전제품 영역에서도 강조되고 있다. 냉장고, TV 등 다양한 가전의 디자인 프리미엄 측면에서 메탈이 인기를 이미 얻고 있다. 이제는 움직임이 요구되는 무선청소기나 로봇청소기 등으로 확대될 수 있다. 일반가전에 비해 충돌 빈도가 커 고강도가 요구된다. 동시에 사용 시간이 길어져야 하므로 전기자동차와

비슷한 이유로 경량화가 중요하다. 이러한 가전에서의 메탈 사용은 경량화나 고강도 같은 기능 측면에 더해 디자인이라는 가치를 더해줌으로써 고객에게 새로운 가치를 제공하고 있다.

소비자뿐 아니라 정부 역시 경량화와 동시에 다양한 가치를 요구하고 있다. 연비 규제 강화를 통해 자동차기업에 경량화를 요구하고 있고, 자동차의 재활용까지 자동차기업에서 책임지도록 요구하고 있다. 유럽연합(EU)은 폐자동차를 처리할 때 소재들이 재활용될 수 있도록 자동차의 설계 단계부터 각각의 부품이 어떤 소재로 구성되어 있는지, 어떻게 재활용이 될 수 있는지를 명기하게 했다. 자동차의 95%까지 재활용이 가능하도록 규제했다. 자동차기업은 가법지만 재활용이 가능한 소재를 개발해야 하는 것이다.

경량화 1.0에서 2.0 시대로의 전환

경량화하는 것도 어렵지만 이것만으로는 차별화가 부족한 시대가 도래하고 있다. 예를 들어 경량화만을 추구한다면 스마트폰에 알루미늄 같은 메탈이 굳이 사용될 이유가 없다. 과거에 주로 사용되던 일반 플라스틱이야말로 가볍고 저렴하다. 물론 메탈보다 강도는 약하지만 대신 교체 비용이 아주 저렴하기 때문에 고객들의 사용 편의성이 높다. 여기서 강도를 높이는 것이 필요하다면 엔지니어링 플라스틱 같은 고강도의 플라스틱 소재를 사용할 수도 있다. 하지만 고객들은 단순히 가벼운 스마트폰을 원하는 것이 아니다. 경량화에 추가적인 가치 제공을 통한 차별화가 필요하다.

지금까지의 경량화는 가격보다는 성능이 우선시되는 항공우주, 국방, 스포츠카



〈그림 2〉 경량화 2.0 시대에 요구되는 가치
출처 : LG경제연구원

등이 주요 적용 분야였다. 연비 규제가 있었지만, 소재 외에도 엔진 배기량을 줄이는 등 다른 방법으로 해결이 가능했다. 단지 선택의 문제였다. 하지만 규제가 강화되고 차별화가 요구되면서 경량화는 필수 시대가 되고 있다. 여기에 제품 디자인, 친환경성, 열 제어 등 가치 제공이 더해지는 시대, 즉 '경량화 2.0' 시대를 맞이하고 있다. 적용 범위도 기존 분야를 포함해 대중적인 양산차, 웨어러블·모바일 기기, 드론 등으로 확장되면서 사용량이 늘고 있어 경량 소재의 필요성을 뒷받침하고 있다.

알루미늄, 하늘의 메탈에서 지상(地上)의 메탈로

경량화 2.0 시대의 대표적인 소재 중 하나는 알루미늄이다. 이는 지구상에 철보다 더 풍부한 자원이다. 철보다 약 3분의 1 수준으로 가볍고 열전도율도 우수한 메탈이다. 다양한 원소의 첨가를 통한 합금의 종류는 1000년대 시리즈부터 9000년대 시리즈까지 다양하다. 음료 캔, 포일부터 항공기, 자동차까지 사용 범위가 매우 넓다. 비교적 부가가치가 높은 항공 분야에는 알루미늄 합금이 여객기 한 대당 보통

60~70% 사용되고 있다. 다른 소재가 대체된다 해도 항공기 동체 사용 비중은 일정 이상으로 유지될 것으로 보인다. 이는 알루미늄의 적용 분야가 자동차 분야로 확대되면서 지상의 메탈로 진화하고 있다. 알루미늄 차체는 이미 아우디, 재규어랜드로버 등에서 사용하고 있다. 모델의 판매량이 크지 않은 프리미엄급 세그먼트여서 자동차 시장 전체에서의 비중은 작다. 알루미늄 수요를 모두 합쳐도 변화에 미치는 영향은 미미하다. 하지만 혁명에 가까운 시도가 최근 일어나고 있다.

경량화 2.0의 출발점, 포드의 알루미늄 혁명

미국 포드는 대중적인 양산차 세그먼트인 픽업트럭(F-150) 차체에 알루미늄을

적용, 2014년 하반기 출시했다. 포드는 강화되고 있는 연비 규제에 선제적으로 대응하기 위해 경량화에 나섰다. 픽업트럭은 우리나라 사람들에게는 생소하지만 해외, 특히 미국에서는 판매 순위 1위인 베스트셀링 모델이다. F-150은 지난 32년간 북미에서 가장 많이 팔린 차로, 지난해만 76만 대가 판매됐다. 대표적인 베스트셀링 모델 중 하나인 도요타 캠리의 판매 대수가 46만 대였으니 수량으로 비교해보면 인기를 실감할 수 있다. 포드가 최고급 세그먼트가 아닌 대중적인 모델에 알루미늄을 선도적으로 적용한 것에 업계 모두 주목하고 있다. 포드는 알루미늄 차체 적용을 통해 차량당 700파운드(318kg)를 감량했다. 이는 전체 무게의 13%로, 10% 이상의 연비 절감 효과가 있다. 소재 변경에 따른 포드의 비용 상승분은 1000달러 정도 된다고 알려져 있는데, 이처럼 혁신에 찬 도전을 통해 포드는 자동차업계를 주도하면서 '기술의 Ford'라는 명성을 이어가고 있다.

포드 외에 벤츠, 재규어, GM 등 자동차기업도 알루미늄 합금 적용을 늘리며 경량화에 나서고 있다. 벤츠 C클래스는 알루미늄 합금을 외판과 골격에 모두 사용해서 차량 무게를 이전 모델 대비 약 70kg 감량했다. 재규어랜드로버는 재규어XE에 알루미늄 모노코크 차체를 적용, 차체의 75%를 알루



〈그림 3〉 포드의 픽업트럭 F-150과 알루미늄 바디

미늄으로 했다. GM은 캐딜락 대형 세단 신 모델 CT6에 알루미늄을 포함한 경량 신소재를 적용(알루미늄 합금 비중 64%)해 차체 중량을 기존 철강 차체보다 90kg 절감했다. 자동차에 알루미늄 적용 비중이 대폭 커지면서 수요도 증가할 것으로 전망되고 있다. 시장조사기관인 더커에 따르면, 2025년까지 자동차 내 알루미늄 소재 사용 비율이 현재의 2배 이상 증가할 것으로 전망하고 있다. 특히 포드의 F-150 물량을 연 50만 대, 알루미늄 적용 차종 확대를 가정하면 미국 시장은 2013년 10만 톤 규모에서 2020년에는 100만~150만 톤 규모로 급성장할 것으로 보고 있다. 이러한 전망에 따라 포드에 알루미늄을 공급하는 알코아와 노벨리스 등 알루미늄 소재기업은 각각 5억 달러 규모의 생산설비 증설 투자를 추진하고 있다.

IT기기로 확대되는 알루미늄 전쟁

애플은 IT기지에서 메탈 채용의 선두주자다. 이미 2008년부터 맥북 노트북에 알루미늄 유니보디(Unibody) 디자인을 적용해 오고 있다. 또한 2010년 아이폰4의 테두리 부분을 시작으로 아이폰6에서는 보디 전체에 알루미늄을 채용함으로써 스마트폰에서의 메탈 사용 확대에 불을 지핀 바 있다. 애플이 시작한 알루미늄의 채용은 이제 고가 스마트폰뿐 아니라 중국 기업 중심의 저가 스마트폰에까지 확대되었다. 애플은 아이패드에는 알루미늄을, 최근 출시된 애플 워치(Apple Watch)에는 스테인리스와 금 등 메탈 소재를 확대 전개하며 고강도·경량화뿐 아니라 프리미엄 디자인을 선도하고 있다. 스마트폰 적용 초기에는 메탈과 전파 간의 간섭 문제가 있었지만, 기술적으로 해결된 이후 적용이 더욱 가속화되고 있



〈그림 4〉 7000 시리즈의 알루미늄을 사용한 애플워치의 뒷면

다. 차기 모델인 아이폰6S에는 기존 6000 시리즈보다 더 강한, 7000 시리즈의 알루미늄 합금(슈퍼 울트라 두랄루민 계열)을 사용할 것으로 알려졌다.

메탈보다 강한 플라스틱, 탄소섬유

경량화 2.0을 주도하는 또 하나의 소재는 탄소섬유다. 전 세계적으로 자동차업계에서는 최근 CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastic)를 주목하고 있다. 탄소섬유는 철의 50%, 알루미늄의 약 80% 수준으로 가벼우면서도 훨씬 고강도이기 때문이다. 따라서 메탈을 대체할 경량화 소재로 각광받고 있다. 또한 탄소섬유는 모든 화학자원에 포함되어 있는 탄소가 주원료이기 때문에 다른 메탈 소재들과 달리 고갈, 수급 등의 문제가 없다는 강점도 있다. 따라서 전 세계 자동차산업에 도입되는 탄소섬유는 2013년 3400톤에서 2030년 9800톤으로 약 3배 증가할 것으로 전망된다.

CFRP 역시 장점만 있는 소재는 아니다. 그중에서 실질적으로 CFRP의 확산에 가장 걸림돌이 되는 문제는 가격과 생산성이다. 하지만 최근 BMW를 중심으로 빠르게 해결되는 양상을 보이고 있다. 이전에도 탄소섬유 및 CFRP를 슈퍼카나 콘셉트카 등에 적용한 경우는 많았지만, 가격과 생산성의 문제로 양산차에 적용한 경우는 없었다. 하지만 BMW는 탄소재료 전문기업

인 SGL 카본과의 JV 체결을 기반으로 CFRP 개발 및 생산을 내재화했다. 이를 통해 가격을 양산차에 적용 가능한 수준으로 낮추었다. 또한 자동화 접착 공정 등의 다양한 기술 개발을 통해 생산성도 대폭 개선했다. 2014년 BMW는 최초로 CFRP를 채택한 양산차인 i3를 출시했다. 출시가 발표된 후에도 과연 이러한 고급 소재의 양산차 적용이 가능할 것인가, 안전성 등의 문제를 인지하고도 고객들이 선택할 것인가 등에 대해 다양한 시선이 존재했다. 이러한 우려에도 불구하고 i3는 출시 후 전 세계적으로 2만6000대 이상을 판매했으며, 우리나라에서도 2014년 3월 출시 후 순수 전기차라는 한계에도 불구하고 200대 이상이 판매됐다.

BMW i3의 선전에도 불구하고 아직도 탄소섬유를 양산차에 적용하기에는 가격이라는 장벽이 존재한다. 현재 탄소섬유의 가격은 kg당 10달러 이상이며, CFRP의 가격은 kg당 40달러 이상이다. 자동차기업에서 양산차 채용을 위해서는 탄소섬유 자체의 가격은 kg당 7달러 이하, CFRP 가격

은 kg당 10달러 이하로 내려가야 할 것으로 보고 있다. 이를 위해 다양한 연구가 진행되고 있다. 탄소섬유 생산에 있어 혁신적으로 비용을 낮출 수 있는 분야는 새로운 전구체(Precursor) 기반의 탄소섬유를 개발하는 것으로 보고 있다. 현재는 PAN (Poly-acrylonitrile)계 탄소섬유가 90% 이상 차지하고 있다. 하지만 석유 부산물 기반의 피치(Pitch)계, 혹은 폴리올레핀계 전구체가 기술적인 장벽을 뛰어넘고 상용화될 수 있다면 현재의 반 이하로 가격이 낮아질 수 있을 것으로 예측된다. 가격 장벽이 해결되면 2025년에는 차량 바디 소재 중에서 CFRP 비중이 45%에 이를 것이라는 예측도 있다.

마그네슘의 도전

마그네슘은 대표적 경량소재인 알루미늄과 비교해도 3분의 2 수준으로 가벼운 이상적인 경량화 소재 중 하나다. 하지만 철이나 알루미늄 대비 매장량이 제한적이며, 부식성이 높다는 단점이 있다. 따라서 알루미늄, 탄소섬유강화플라스틱 등과 같이 자동차 구조재의 주재료로 사용되기는 어려울 것이라고 보는 시각이 일반적이다. 하지만 분명히 초경량 및 진동 흡수성 등의 특성에서는 타 소재 대비 강점을 지니고 있다. 따라서 이러한 특성이 필요한 특수 부분에는 마그네슘이 충분히 활용될 수 있다. 일례로 벤츠의 스포츠카인 AMG-GT 차체는 알루미늄 합금으로 만들어졌지만, 헤드램프 및 보닛을 잡아주는 지지대 역할을 하는 부분은 마그네슘으로 만들어졌다. 고속 운전 시 헤드램프의 진동은 안전에 영향을 미칠 수 있다. 마그네슘은 타 메탈 대비 진동을 잡아주는 특성이 뛰어나므로 이러한 부분에서는 가격 및 여러 단

점에도 불구하고 알루미늄을 대체할 수 있었다.

마그네슘은 IT 제품에도 적용되고 있다. 마그네슘 리튬 합금은 1960년대 미국 항공우주국(NASA)에서 개발했다. 이는 가볍다고 알려진 다른 마그네슘 합금에 비해서도 25%나 더 가벼운 소재다. 노트북 제조기업은 마그네슘 리튬 합금을 프리미엄급 모델에 적용하면서 경량화에 나서고 있다. LG PC ‘그램’의 경우 마그네슘 리튬 합금 적용을 통해 14인치 모델 무게는 1kg 미만, 15.6인치는 1.39kg으로 낮추었다. 일반적인 15.6인치 노트북의 경우 가볍다고 해도 무게가 2kg에 근접한 경우가 대부분이다.

소재기업들의 적극적 행보

소재기업들은 경량화 2.0 시대에 대응하기 위해 적극적 행보를 보이고 있다.

소재 선제안 및 협력을 통한 수요 창출 노력 CFRP 분야 글로벌 1위인 일본 도레이는 자신들이 개발한 탄소섬유가 항공기에 적용되도록 보잉에 무려 20년 전부터 적극적으로 제안을 해왔다. 그 결과, 향후 10년간 10조 원 규모의 소재 독점계약을 체결했다. 도레이는 보잉과의 장기적 협력 관계를 갖기 위해 미국 사우스캐롤라이나에 10억 달러를 투자, 2017년까지 공장을 건설할 계획이다. 항공기와 동시에 도레이는 자동차기업들과도 협업을 강화해 왔다. 이를 위해 2008년 A&A(Automotive & Aircraft) 센터를 설립, CFRP 및 엔지니어링 플라스틱 관련 소재 및 가공기술에 대해 고객사에 적극적으로 대응하고 있다. 탄소섬유 2위 기업인 테이진도 미국 자동차 빅3의 거점인 디트로이트에 테이진 북

합소재 개발 센터를 설립해 자동차 시장에 진출했다. 좋은 소재를 만들어 홍보만 하면 고객이 알아줄 것이라는 시대는 지났다. 경쟁이 치열해지면서 소재기업의 적극성이 요구되고 있다.

소재 포트폴리오의 확장 글로벌 알루미늄 기업 알코아는 100년 이상 알루미늄 사업만을 해온 기업이다. 이미 포드의 알루미늄 차체 개발 시 요청에 적극적으로 대응해 알루미늄 수요 성장의 수혜를 입고 있다. 하지만 CEO는 최근 인터뷰에서 ‘우리는 소재 불가지론자(Material-Agnostic)다’라고 말하며 고객이 필요로 한다면 알루미늄 이외에 다루지 않던 제품도 제공하겠다는 전략을 내세우고 있다. 이런 배경 아래 2014년 니켈과 타이타늄 합금 기반의 항공우주 부품 기업인 영국 퍼스릭슨을 약 3조 원에 인수한 뒤 연이어 타이타늄 및 알루미늄 기업인 독일 티탈을 인수했다. 알코아는 알루미늄 기업에서 벗어나 ‘경메탈(Lightmetal) 엔지니어링 기업’으로 변신을 도모하고 있다. 2015년 타이타늄 부품기업인 미국 RTI를 1조6000억 원에 인수하면서 확고히 탈알루미늄 전략을 추진하고 있다. 피인수된 기업들이 항공우주 소재부품기업이지만 향후에는 이들의 기술 개발 역량과의 결합으로 알코아의 경량화 2.0의 대응력을 더욱 높여줄 것으로 보인다. 일본의 고베 제강소는 메탈 소재업계에서 독특한 기업이다. 일반적으로 메탈 소재기업은 철강기업과 비철(非鐵)기업 군으로 나뉜다. 하지만 고베 제강소는 철과 알루미늄 등 다양한 메탈 소재를 모두 다루는 기업이다. 경량화 2.0 시대로의 변화 속에서 고베 제강소는 고객에 보다 유연하게 대응할 수 있는 소재 포트폴리오를 갖추고 있다.

이종 소재기업과의 제휴를 통한 혁신 경량화 2.0 시대가 도래하면서 다양한 경량화 소재로 인한 새로운 문제가 대두되고 있다. 그중 하나는 이종 소재 간의 접합 문제다. 소재의 다양화로 소재 간 접합기술이 중요해지고 있다. 이종 소재 간 접합은 단일 소재 간 접합보다 훨씬 어렵고 복잡한 문제다. 철과 알루미늄, 알루미늄과 CFRP는 용접을 할 수도 없으며, 단순 접착제로도 접합이 불가능하다. 이를 해결하기 위해 기계적 강도가 강한 구조용 접착제가 주목받고 있다. 구조용 접착제는 일상생활에서 쓰는 접착제보다 월등히 높은 접착 성능이 요구된다. 항공기나 자동차에는 기존 공법을 사용하지 않고 접착제를 사용함으로써 경량화 효과까지 얻을 수 있다. 포드의 F-150에서도 알루미늄 차체 적용으로 인해 접착제 사용량이 종전에 비해 3배 이상 증가할 것으로 전망하고 있다. 시장

조사기관에 따르면 항공기, 자동차 등에 사용되는 구조용 접착제 시장은 10년 전 15억 달러 수준에서 최근 20억 달러 규모로 성장했으며 앞으로도 5% 이상의 꾸준한 성장세가 전망되고 있다.

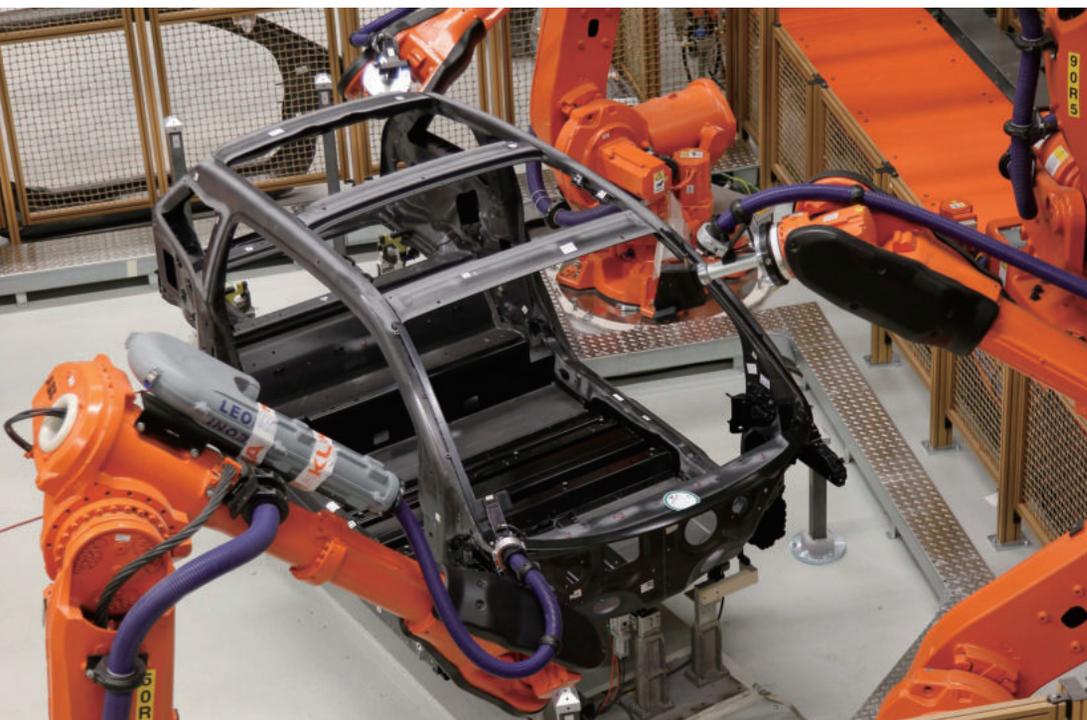
이러한 환경 아래서 경량화 소재기업과 가공기술을 보유한 기업 간 제휴를 통한 혁신이 활발해지고 있다. 글로벌 알루미늄 기업인 노벨리스는 최근 글로벌 접착제 1위 기업인 헨켈과 알루미늄 적용 확대를 위한 접착제 기술 관련 제휴를 체결했다. 자동차에서 접착제는 구조용 접착제로서 뿐만 아니라 표면 코팅에서도 중요한 역할을 한다. 알루미늄에 컬러 코팅이 잘 되게 하기 위해서는 접착제 기업에서 제공하는 사전처리 제품 활용이 필수적이다. 따라서 알루미늄 기업과 접착제 기업이 공동 개발을 통해 자동차 기업에 솔루션을 제공한다 면 소재만 단독으로 공급하는 것에 비해

차별화된 가치를 제공할 수 있다. 이렇게 경량화 2.0 시대는 경량화 소재기업뿐 아니라 접착제 같은 가공 관련 소재기업에도 큰 영향을 주고 있다. 헨켈, H.B. Fuller, 3M 등의 접착제 기업이 적극적인 제휴 및 혁신 노력을 기울일 경우 경량화 2.0 시대의 수혜자가 될 수 있을 것이다.

경량화 2.0은 소재 다원화 시대의 출발점

소재 경량화 2.0 시대, 즉 경량화를 위한 소재 다원화 시대(The Era of Multi-Materials)로 가면서 소재산업과 소재 관련 산업에서 다양한 혁신이 동반될 것이다. 항공기의 경우 알루미늄의 대세 속에서 CFRP, 타이타늄 등의 침투율이 높아지고 있다. 자동차기업도 경량화 이슈 해결을 위해 소재 종류를 가리지 않고 고려하고 있다. 예를 들어 아우디는 알루미늄 프레임(ASF)을 개발했지만 이를 고집하진 않는다. 최근의 전략은 MSF(Multi-material Space Frame)다. 알루미늄 외에 복합소재, 마그네슘 등의 소재를 적재적소에 사용, 경량화의 극대화를 이룬다는 것이다. 소재기업들로서는 순식간에 자신의 사업에 해당하는 소재의 수요가 대폭 감소하는 경쟁 상황으로 내몰릴 수도 있고 새로운 기회가 생길 수도 있다. 소재 경쟁력에 따라 특정 소재기업과 수요기업 간 견고한 협력관계가 재편될 수 있다. 소재기업들에 소재의 경량화뿐 아니라 소재의 포트폴리오, 소재 간 창의적인 결합 등을 통한 추가적인 가치 발굴의 중요성도 커지고 있다.

〈그림 5〉 로봇이 구조용 접착제로 BMW i3의 CFRP 바디를 접합하고 있다.



'기어 핏2' '기어 아이콘X' 피트니스에 최적화된 웨어러블

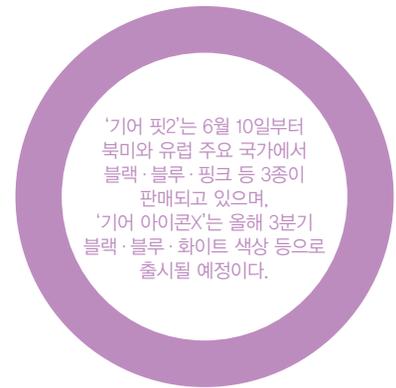
운동할 때 유용하게 쓸 수 있는 피트니스용 웨어러블 기기 '기어 핏2'·'기어 아이콘X'.
기어 핏2는 손목에 차는 스마트밴드이고, 기어 아이콘X는 무선 이어폰 형태의 웨어러블 기기다.

Gear Fit2

크기 24.5mm(너비)×51.2mm(길이)
무게 Small : 28g, Large: 30g
※스트랩 길이별 차이
칩셋 듀얼 코어(1GHz)
센서 Accelerometer, Gyro, HRM,
Built-in GPS, Barometer
디스플레이 1.5인치 커브드 슈퍼아몰레드 216×432
메모리 512MB(RAM) / 4GB Storage
네트워크 Bluetooth® v4.2
배터리 200mAh
호환 안드로이드 4.4 / RAM 1.5GB 이상
운영체제 타이젠
방수 IP68 인증
오디오 MP3, WMA, WAV, AAC, M4A, AMR,
AWB, OGG, OGA, 3GA
색상 블랙, 블루, 핑크

운동 기능 강화된 GPS 스포츠밴드 '기어 핏2'

위성위치확인시스템(GPS)이 탑재된 스포츠밴드 기어 핏2는 1.5인치 커브드 슈퍼아몰레드 디스플레이를 통해 거리, 심박수, 운동 시간 등 다양한 피트니스 정보를 직관적으로 확인할 수 있다. 소비자들은 기어 핏2의 데이터를 갤럭시 스마트폰의 S헬스 앱과 연동해 운동 상태를 상세하게 분석할 수 있을 뿐만 아니라 다른 사용자와 자신의 걸음 수를 비교하는 등 다양한 기능을 직접 경험해 볼 수 있다. 또한 인체 공학적 디자인을 적용해 착용감이 우수하며 시간, 문자 등 모든 알림도 바로 확인할 수 있어 일상의 모든 순간을 함께 하기에 적합하다. 특히 자체 내 저



'기어 핏2'는 6월 10일부터 북미와 유럽 주요 국가에서 블랙·블루·핑크 등 3종이 판매되고 있으며, '기어 아이콘X'는 올해 3분기 블랙·블루·화이트 색상 등으로 출시될 예정이다.

장 공간에 음악 파일을 저장해 폰이 없어도 운동 중 편하게 음악을 감상할 수 있으며, 운동 결과를 페이스북을 통해 손쉽게 공유할 수 있다. 이외에도 걷기, 달리기, 자전거 타기는 물론 실내용 조정 기구인 '로잉머신(Rowing Machine)'이나 페달에 발을 올리고 손잡이를 앞뒤로 움직이는 운동기구 '일립티컬(Elliptical)'을 할 때도 별도의 조작 없이 자동으로 운동 종목을 인식해 결과를 기록하는 '자동 운동 인식 기능'도 지원한다.



Gear IconX

크기 이어버드 : 18.9mm(너비)×26.0mm(길이) / 케이스 : 92.0mm(너비)×35.3mm(길이)
 무게 이어버드 : 6.3g(1개) / 케이스 : 52g
 센서 Accelerometer, HR, Capacitive Touch
 메모리 4GB / 최대 1000곡 재생 가능
 네트워크 Bluetooth® v4.1
 배터리 이어버드 : 47mAh / 케이스 : 315mAH
 호환 안드로이드 4.4 / RAM 1.5GB 이상
 스피커 다이내믹 드라이버
 마이크 이어버드당 2개 내장
 오디오 MP3, WMA (WMA v9), WAV, AAC, M4A
 색상 블랙, 블루, 화이트

선으로부터 자유로운 이어버드 (Earbud) '기어 아이콘X'

기어 아이콘X는 음악을 감상하는 동시에 피트니스 정보를 기록할 수 있는 기기로 좌우 이어버드(Earbud) 간 연결하는 선이 없는 게 특징이다. 또한 블루투스로 폰과 연동하거나 폰 없이 이어버드에 내장된 4GB 용량의 저장 공간에 음악을 저장해 이어버

드만으로도 음악을 감상할 수 있다. 기어 아이콘X는 이어버드를 살짝 탭하거나 위아래로 터치하는 것만으로 기기에 저장된 1000여 곡의 음악을 감상할 수 있어 운동할 때나 일상생활에서도 유용하게 이용할 수 있다. 특히 기어 아이콘X를 귀에 꽂고 워크아웃 모드를 설정하면 자동으로 거리, 속도, 심박수, 운동 시간과 칼로리 소모량

을 측정할 수 있으며, '보이스 가이드'로 측정 내용에 대해 실시간으로 음성 피드백을 받을 수 있고 운동 후에는 S헬스와 연동해 걷기, 달리기로 기록을 저장하고 관리할 수도 있다. 이외에도 기어 아이콘X를 보관하고 충전할 수 있는 편리한 휴대용 케이스가 함께 제공되며, 이어팁과 윙팁은 세 가지 크기로 제공된다.



※ 본 제품 및 서비스의 기능, 성능, 디자인, 가격, 구성요소 등 제품과 서비스에 관한 사항은 양산이나 출시 과정에서 변경될 수 있습니다.



귀금속의 산업적 이용, 그 역사와 응용 분야

귀금속은 그저 귀하고 비싸기만 한 금속이 아니다. 귀금속은 산업 및 기술 분야에서 요구하는 여러 가지 뛰어난 성능도 갖고 있다. 알고 보면 놀랄 만큼 많은 곳에 쓰이고 있는 귀금속. 그 세계를 살짝 훑어보자.

이경원 [과학칼럼니스트]

‘황금 보기를 돌같이 하라’는 옛말이 있다. 부정한 재물의 유혹에 넘어가지 말라는 의미겠지만, 뒤집어놓고 생각해 보면 그만큼 재물의 유혹이 강하다는 얘기가 된다. 그리고 금속 중에도 황금(Au)이 재물의 상징으로 쓰인 것을 알 수 있다. 철이나 납, 구리 등 다른 금속도 많은데 왜 하필이면 황금일까? 그것은 황금이 다른 아닌 귀하고 비싼 금속, 즉 귀금속이기 때문이다. 금 외에도 은(Ag)과 백금족 원소가 대표적인 귀금속이다.

그렇다면 귀금속은 왜 귀한가? 물론 산출량이 적다는 이유도 있다. 하지만 산출량

이 적더라도 수요 또한 적다면 비싼 이유가 없을 것이다. 분명 산출량이 적은 데 비해 수요는 매우 많기 때문에 비싼 것이다.

그렇다면 귀금속의 수요는 왜 큰가? 그것은 귀금속이 다른 금속에서 찾아볼 수 없는 특유의 성질을 가지고 있기 때문이다. 우선, 귀금속은 대기 중에서 안정돼 있기 때문에 산화(녹)되지 않는다. 습도 높은 여름철마다 녹 잘 스는 철제 제품을 관리하는 데 애를 먹은 경험이 있다면 이게 얼마나 큰 장점인지 알 것이다. 따라서 장기 보관이 용이하다. 누군가가 일부러 훼손시키지 않는 한, 자연적으로 훼손될 가능성이 거의 없다.

귀금속은 경제적인 가치를 매기고 교환하고 저장하는 수단, 즉 화폐의 전통적인 소재로 애용돼 왔다. 현물이나 비금속 화폐는 관리를 잘못하면 그 가치가 급격히 하락하는 데 비해 귀금속 화폐는 전혀 그렇지 않다. 이 때문에 인류는 한 나라의 지불 능력을 그 나라가 가진 금의 총량으로 여기는 경제제도인 금본위제도를 일찌감치 채택했고, 이러한 금본위제도가 사라진 것은(1971년 폐지) 의외로 얼마 되지 않았다.

하지만 귀금속은 경제적인 가치만 큰 것이 아니다. 비금속에 비해 녹는 점이 높거나, 연신성이 뛰어나다거나, 산과 알칼



리에 부식되지 않는다거나, 열과 전기의 전도성이 뛰어나다거나, 인체에 유해하지 않다거나 하는 등의 매우 뛰어난 산업적·기술적 특징과 가치도 있다. 따라서 만약 어디에선가 귀금속이 무제한으로 나오는 광산이 발견돼 귀금속의 가격이 폭락한다고 해도, 산업용으로 쓰이는 귀금속은 분명 나름의 가치를 계속 유지할뿐더러 오히려 그 쓰임새를 확대해 나갈 것이다.

이 글에서는 인류가 귀금속의 그런 산업적 가치를 이용해 온 내역을 간략하게나마 살펴보고자 한다.

귀금속의 왕, 금

앞서 말했다시피 금은 귀금속의 대명사 격인 존재다. 그리고 지구상의 모든 금속 중에 가장 쓸모가 많은 금속이기도 하다. 금속 중에서 전도성이 가장 뛰어나고 부식 및 변색되지 않는다. 또한 무르기 때문에 가공도 쉽다. 금으로 만들 수 없는 형태는 사실상 없을 정도다. 아름다운 색상과 광택은 덤이다. 따라서 기원전부터 장신구나 화폐의 전통적인 소재로 애용되었다. 인간



1 금과 은 등 귀금속은 산업적 측면에서도 엄청난 가치를 가지고 있다.

2 우리가 들고 다니는 휴대전화에는 대당 평균 약 500원어치의 금이 들어가 있다.

3 아폴로 탐사선. 하부가 금색이다. 내부 온도 조절을 위해 금박을 입혔기 때문이다.

이 언제부터 금을 사용하고 채굴했는지에 대해서는 학자들마다 의견이 분분하다. 현재 발견된 가장 오래된 금 사용 흔적은 무려 기원전 4만 년 전의 것이다. 그러나 화폐로 사용한 것은 기원전 700년 전 리디아 왕국(현재의 터키)에서부터였다는 것이 정설이다. 또한 금은 이 글에서 주로 다룰 산업적용도로도 엄청나게 많이 쓰였다.

금이 사용된 가장 오래된 산업 분야는 역시 의학이다. 그중에서 우리에게 가장 익숙한 용도는 치과 치료에 사용하는 치금이다. 금은 가공성이 좋아 각 사람의 치아에 딱 맞는 모양으로 만들 수 있는 데다 녹이 슬지도 않고, 인체에 독성도 없고, 혀로 핥았을 때 특유의 맛을 내지도 않는다. 비록 재료비가 비싸기는 하지만 돈값은 하는 셈이다. 학계의 추정에 따르면 최초의 치금 사용은 기원전 1700년 이전부터라고 하지만, 이를 뒷받침하는 당시의 문서는 없다. 문서화된 가장 오래된 치금 사용 기록은 기원전 700년 에트루리아(현재의 이탈리아)의 것이다. 또한 암을 치료하거나 질병을 검진하기 위한 방사성 금 동위원소, 눈을 감지 못하는 토끼눈증 치료에 쓰이는 이식물 등의 형태로 사용되고 있다.

오늘날 금이 가장 중요하게 활용되는 분야로는 뭐니 뭐니 해도 전자산업을 들 수 있다. 솔리드 스테이트 전자기기는 매우 낮은 전압과 전류로 작동해야 한다. 문제는 워낙 전압과 전류가 낮다 보니 점점에 부식이나 변색이 있을 경우 바로 접촉 불량으로 이어진다는 점이다. 그러나 이런 전자기기의 접점을 금으로 만들면 문제는 해결된다. 금은 가장 전도성이 높고 부식도 변색도 없기 때문이다. 때문에 높은 신뢰성과 섬세함을 요구하는 전자기기의 커넥터, 스위치, 계전기 접점, 납 이음, 연결



선 및 연결 스트립 등에 금을 사용하고 있다. 우리 주변에서 볼 수 있는 어지간한 전자기기에 모두 금이 들어가 있다. 심지어는 휴대전화에도 대당 약 500원어치의 금이 들어가 있다고 한다. 폐가전제품을 재활용하면 금이 나온다는 것은 바로 여기서 비롯된 말이다. 중국이나 인도 등의 국가에서는 안전치 못한 방식으로 폐가전제품에서 금을 회수하다 문제가 되기도 한다.

금은 항공우주 분야에서도 의외로 널리 쓰인다. 미국 항공우주국(NASA)의 우주탐사 장면을 유심히 보면 우주선의 일부분에 금박이 씌워져 있는 것을 눈치 챌 것이다. 이게 사실은 '진짜' 금박이다. 정확히 말하면 금박을 입힌 폴리에스터 필름이다. 이 금박 덕택에 우주선은 우주의 진공 상태에서 쏟아져 오는 적외선을 반사하고, 우주선의 내부 온도를 일정하게 유지할 수 있다. 금박이 없으면 우주선은 태양광선을 무차별로 흡수하고, 내부 온도는 통제 불가능으로 뛰어오를 것이다. 또 우주공간에서는 일반적인 윤활유는 강렬한 태양광선에 의해 분해 증발돼 무용지물이 된다. 따라서 가동부품의 마찰 부위를 금으로 도금해 윤활 효과를 얻는다.

유리산업에도 금을 많이 사용한다. 금은 유리에 색을 내는 색소로도 쓰이지만, 필요 이상의 태양광선과 방사선, 전파 등을 차단해 주는 특수유리의 소재로도 쓰인다. 금이 들어간 건축용 유리는 건물의 냉난방 효율을 높인다. 또한 전자전 항공기의 캐

노피 유리와 우주비행사의 헬멧 바이저 유리에도 금이 들어가 방사선과 전파로부터 사람을 보호해준다.

귀금속계의 2인자, 은

어떻게 보면 오늘날 산업적인 측면에서 금보다도 더욱 요긴한 금속은 은일지도 모른다.

은의 채굴은 지금으로부터 5000~6000년 전 아나톨리아(오늘날의 터키)에서 시작되었으며, 화폐로 사용된 것은 기원전 700년 초기 지중해 문명 때부터다. 은 역시 귀금속인 이상 앞에서 설명한 금의 여러 가지 특성을 공유하고 있다. 그러나 내식성과 전도성 등 여러 성능이 금만큼 좋지는 않다. 대신 매장량이 금보다 더욱 풍부해서 단가가 싸다. 바로 이 점이 산업적 관점에서 큰 매력 포인트다. 비록 성능은 떨어지지만 비용효율 면에서 금보다



4 금을 사용한 건축용 유리는 건축물의 냉난방 효율을 높여준다.
5 지금은 필름이 필요 없는 디지털 카메라에 밀려 예전같지 않지만, 과거 사진용 필름은 은의 주된 사용처였다.
6 자동차 배기가스의 오염물질을 제거해주는 촉매변환장치. 백금족 원소를 사용한다.

우월하기 때문에 이윤을 추구하는 사업가들의 입장에서는 금을 대체하는 제품 소재로 이상적인 것이다. 때문에 은의 사용 용도 중에는 전기전자, 기계, 유리 등 금과 중복되는 부분이 꽤 많다. 이런 부분에 대해서는 자세히 다루지는 않겠다.

은이 사용된 주요 분야 중에는 우선 에너지산업이 있다. 은 역시 귀금속인 만큼 가공성이 뛰어나므로 페이스트 형태로 만들 수 있다. 그리고 태양전지 표면에는 은 페이스트 접점이 인쇄되어 있다. 이 은 페이스트 접점은 태양전지의 반도체층에 태양 빛이 충돌할 때 생기는 전류를 받아들여 운반하는 역할을 한다. 또한 은은 반사성이 뛰어나므로 태양열을 반사해 태양열 발전기로 모으는 반사판에도 사용된다. 은은 원자력발전에도 사용된다. 바로 중성자를 붙들며 핵융합 속도를 늦추는 제어봉에 은이 들어가는 것이다.

은은 인장강도와 연성이 높고 항균성이 있어 식수관의 경납땜 및 연납땜에도 납의 대체재로 사용된다. 은의 항균성은 은이온이 산소를 흡수, 병원균의 생존에 필

요한 산소를 없애기 때문에 생긴다. 따라서 은은 항균성이 중요한 의료, 위생용품에 많이 쓰이며 살균 목적으로도 사용된다. 인류는 경험칙을 통해 이 사실을 미생물을 발견하기 수천 년 전부터 이미 알고 있었다. 따라서 관련 분야의 사용 사례는 일일이 열거하자면 끝이 없다. 전통적으로는 사람 입에 들어가는 음식이 닿는 식기를 은으로 만드는 사례가 있다. 현대에는 정수 필터 내부에 은으로 항균 코팅을 한다거나, 정수제로 은-구리 이온을 사용하는 등의 응용 사례도 보인다. 또한 식품 포장이나 냉장고 등에 은 나노 코팅을 하는 것 등이 있다. 나노 단위로 가공된 은 입자는 접촉 면적이 넓어져 적은 양으로도 엄청난 효과를 낼 수 있다. 은 항균 처리는 화학물질에 기반한 다른 살균제에 비해 시설을 부식시킬 위험이 없어 시설의 수명 연장에도 도움이 된다. 다만 은을 인체에 과량 투여하면 은중독이라는 질병을 일으킬 수도 있다.

또한 은이온이 산소를 흡수하는 성질을 이용해 촉매 작용을 일으킬 수도 있다. 이



러한 은의 촉매 작용을 통해 플라스틱 생산의 중요한 재료인 에틸렌 옥사이드, 포름알데히드 두 화학물질을 만들 수 있다. 은의 촉매 작용은 엔진 배기의 오염물을 줄이는 필터로도 쓰일 수 있다.

은이 진출한 또 다른 주요 산업 분야로 필름이 있다. 필름에는 할로겐화는 결정이 있으며, 이 할로겐화는 결정이 빛에 닿으면 감광 작용을 일으키면서 상을 기록하는 것이다. 이런 특징 때문에 폐 필름을 재활용하면 은을 회수할 수 있다. 여담이지만 가난했던 과거에 촬영된 국산 영화들의 원본 필름이 드물게 남아 있는 것도 바로 이 때문이다. 필름을 보존하느니 은을 회수하는 것이 더 수지 맞는 일이라고 생각했던 것이다.

은은 좀 특이하게도 섬유산업에도 쓰인다. 물론 은 나노 코팅을 입힌 항균 섬유 같은 용도도 있지만, 최근에는 은의 높은 열 및 전기 전도성을 이용해 은이 들어간 섬유로 만든 극한지용 터치스크린 장갑도 나와 있다. 터치스크린은 장갑을 끼고 사용하면 작동이 잘 안 돼 추운 겨울에도 맨손으로 조작하거나 소시지를 사용해서 조작해야 하는 불편이 있었다. 그런 단점을 없애고 장갑을 낀 상태로 터치스크린을 조작할 수 있게 한 제품인 셈이다.

이름 없는 만능 선수, 백금족 원소

백금족 원소는 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 로듐(Rh), 오스뮴(Os), 루테튬(Ru), 이리듐(Ir) 등 6가지 원소를 가리킨다. 이들 백금족 원소는 자연 상태에서는 니켈 및 구리와 함께 존재한다. 이 중 산출량과 경제적 가치가 큰 원소는 백금, 팔라듐, 로듐이다. 주산지는 러시아와 남아프리카공화국 등이다.

금과 은이 귀금속으로서 너무나 유명해

이들 백금족 원소들의 가치는 일반인에게 덜 알려진 감이 있다. 그러나 알고 보면 이들 백금족 원소 역시 산업적으로 상당한 활용도를 지니고 있다. 그것도 자동차와 전자기기 등 일상생활의 기기 속에 들어가고 있다.

그중 가장 중요한 것은 자동차 엔진 배기의 오염물질을 제거하는 촉매변환장치로의 활용이다. 촉매변환장치의 내부는 미세한 통로 수백 개가 있는 허니콤 구조로, 이 통로에는 백금, 팔라듐, 로듐 등이 코팅돼 촉매 역할을 하고 있다. 허니콤 구조로 만든 것은 촉매와 배기가스의 접촉 면적을 극대화함으로써 오염물질 제거 효율을 그만큼 높이기 위해서다. 촉매변환



장치는 배기가스 속 탄화수소, 일산화탄소, 질산화물 중 95%를 덜 유해한 이산화탄소, 질소, 수증기로 변환시킨다. 현재 전 세계에서 달리고 있는 차 중 50%, 신차의 90% 이상이 촉매변환장치를 가지고 있을 정도니 백금족 원소는 정말 이름 없는 만능 선수인 셈이다. 촉매변환장치의 보급은 미국, 유럽, 중국, 인도의 배기가스 오염물질 규제가 강력해지면서 더욱 활발해질 것이다.

이외에도 백금족 원소는 여러 가지 용도로 쓰이고 있다. 촉매 작용을 일으킬 수 있기 때문에 화학산업에 많이 사용되고 있으며, 그중에서도 질소비료의 원료인 질산의

생산에 애용된다. 금은과 마찬가지로 인체에 무해하기 때문에 치과 치료의 소재로도 애용된다.

전자산업에서도 백금족 원소는 널리 쓰인다. 다층 세라믹 커패시터(MLCC)에 팔라듐이 코팅된다. MLCC는 전기 에너지를 전자기장의 형태로 저장하는 기기다. 방송 장비, 휴대전화, 컴퓨터, 조명기구, 고전압 회로 등 다양한 용도에 쓰인다. 팔라듐은 혼성집적회로와 컴퓨터의 커넥터에도 쓰인다. 또한 하드디스크에는 백금-코발트 합금이 사용돼 하드디스크의 저장용량 증대에 크게 기여하고 있다.

그 밖에도 매우 높은 내구성과 강도가 요구되는 곳에 백금족 원소는 백금 및 팔라듐 합금의 형태로 쓰이고 있다. 도가니 등 고온이나 화학약품에 노출되는 장비에 이들 합금을 도금함으로써 장비를 보호하는 것이다. 특히 액정 유리나 파이버글래스 등 고품질 유리를 제조할 때는 백금과 로듐 합금으로 도금된 도가니가 반드시 필요해진다.

현대 문명은 석유 문명이라 해도 과언이 아니다. 이 현대 문명을 지탱하는 석유산업에도 백금족 원소가 사용된다. 백금은 접촉 개질을 통해 가솔린의 옥탄가를 높이는 데 쓰인다. 팔라듐은 가솔린 생산에 필요한 수소화분해 작업 그리고 이성화 작업에도 사용되고 있다.

귀금속은 미적인 부분뿐 아니라 기술과 산업 분야에서도 찬란하게 빛나고 있다. 그 광채는 단순히 소유자의 재력을 과시하는 데에만 그치지 않고 인류의 삶의 질을 향상시키는 데에도 도움을 주고 있다. 의외로 많은 곳에서 다양한 용도로 쓰이고 있는 귀금속들. 앞으로 독자들의 눈에 조금은 다르게 보이지 않을까.



‘007 다이아몬드는 영원히’ 레이저포에 보석이?

아름다운 보석은 여자의 로망. 하지만 그 보석으로 만든 레이저포로 지구 정복을 노리는 악당이 있다면? 명작 첩보 액션 ‘007’ 시리즈의 7번째 작품. 기술적 가능성을 따져 가며 보면 더욱 흥미진진!

이동훈 [과학칼럼니스트]

보석이 여자의 로망이라면 ‘007’ 시리즈는 남자의 로망이다. 1962년 개봉한 ‘007 살인번호’(원제 : Dr. No)를 시작으로 2015년 개봉한 ‘007 스펙터’에 이르기까지 무려 24편이 제작됐다. 영국 정보부 MI6의 첩보원 제임스 본드가 출연해 지구 정복을 노리는 악의 무리로부터 세계를 구해낸다는 식의 고전적이다 못해 진부한 플롯이지만 액션, 추리, 스릴러, 아름다운 본드걸과의 로맨스 등 남자의 판타지를 충족시켜 주는 내용이 편마다 가득하다. 아마 남성 독자

치고 ‘007’ 한 편 보지 않은 사람은 드물 것이고, 본 사람이라면 ‘나도 007처럼 신바람 나게 싸워 봤으면’ 하는 생각을 한번쯤은 다 해보지 않았을까.

그런데 이 시리즈에서 또 빼놓을 수 없는 볼거리가 있다. 바로 ‘첨단기술’이다. 모든 ‘007’ 시리즈에는 반드시 첨단기술을 사용한 장비가 나온다. 그것도 스케일이 꽤 크다. 우주정거장, 수중기지, 슈퍼카 등 나오는 물건들만 보면 이게 첩보 영화인지 공상과학 영화인지 분간하기 힘들다.

그 신기한 각종 첨단기술 장비 중에도 유독 눈에 띄는 물건이 있다. 1971년 제작된 7번째 시리즈 ‘다이아몬드는 영원히’(원제 : Diamonds Are Forever)에 나오는, 다이아몬드를 사용한 레이저 병기가 바로 그것이다.

남아프리카공화국 다이아몬드 광산에서 발생한 다이아몬드 도난 사건을 조사하는 제임스 본드. 없어진 다이아몬드가 악의 조직 ‘스펙터’의 두목 블로펠트의 손에 들어갔음을 알게 된다. 블로펠트는 이 다이아몬드를 핵심 부품으로 활용해 만든 레이저포를 인공위성에 실어 지구 궤도에 띄운 다음 미국, 소련, 중국 등 강대국의 핵미사일 기지를 레이저로 공격해 파괴하고, 더 이상 공격하지 않는 조건으로 거액의 돈을 요구한다. 과연 주인공 본드는 블로펠트의 지구 정복 음모를 막을 수 있을 것인가? 뭐, 이 시리즈가 계속 이어지고 있으니 하나 마나 한 질문 같기는 하지만.

영화가 거의 50년 전 작품인지만 당시의

시대상이나, 과학기술 수준을 엿보게 해주는 부분이 많다. 주연인 명배우 손 코넬리의 젊었을 적 모습, 컴퓨터를 카세트테이프로 제어한다거나, 베트남전쟁 당시 미군의 헬리본 전술을 연상시키는 막판의 액션신, 달 착륙 음모론에 대한 암시, 말년에 호텔에 칩거해 두문불출하며 살았던 미국의 괴짜 재벌 하워드 휴스(1905~1976)를 연상시키는 캐릭터 화이트 등은 올드 팬들의 미소를 자아낸다. 실제로 휴스는 영화 제작자 앨버트 브로콜리와 친구 사이로, 자신의 호텔과 카지노를 영화의 로케 장소로 내어 주었다고 한다.

세계 최초의 레이저는 보석 레이저!

하지만 본지 독자들이라면 과연 영화에 서처럼 보석을 레이저 부품으로 쓰는 것이 가능한지가 가장 궁금할 것이다. 결론부터 말하자면, 그런 '보석 레이저'는 실제로 존재한다! 그것도 최초의 레이저였다. 최초의 레이저에 쓰인 보석은 유감스럽게도(?) 다이아몬드는 아니었지만 말이다.

그 보석은 다름 아닌 루비다. 미국의 연구자 시어도어 메이먼(공교롭게도 이 사람도 휴스가 설립한 휴스연구소 소속이었다)은 1960년 루비를 동작물질로 사용해 세계 최초의 레이저를 만드는 데 성공했다. 그 원리를 간단히 설명하면 이렇다. 루비 막대기를 두 장의 반사경 사이에 위치시켜 광학 공진기를 만든다. 그리고 이 루비 막대기가 플래시 튜브의 에너지를 받아 밀도 반전을 일으키면 여기에서 나온 빛이 공진을 일으켜 유도 방출을 일으키고, 그 결과 레이저 광선이 생성되는 것이다. 루비 레이저의 색은 짙은 적색으로, 파장은 694.3나노미터, 광선의 폭은 0.53나노미터다.

메이먼이 루비를 동작물질로 선택한 데

는 이유가 있다. 루비는 0.05%의 크롬을 불순물로서 가지고 있는 산화알루미늄 결정체다. 이 불순물인 크롬이 있기 때문에 루비는 순수한 산화알루미늄 결정체와는 달리 붉은색을 띠게 되며, 또한 레이저와 같은 특정한 파장의 빛을 발생시키는 데 유리한 것이다.

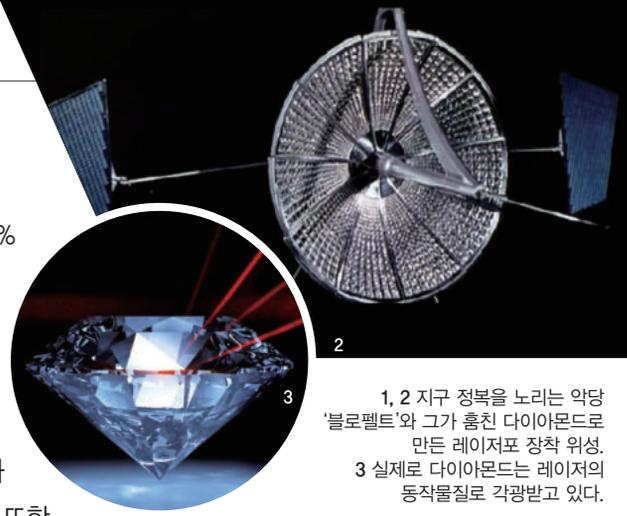
이 루비 레이저는 다양한 용도로 쓰였다. 1964년에는 군용 거리측정기에 쓰였고, 그 외에도 여러 가지 학술적 용도로 사용됐다. 특히 가변 색소 레이저, 그중에서도 근적외



선 색소 레이저를 만들어 낼 때 적합했다. 심지어 아이들의 장난감에도 쓰였다.

그러나 루비 레이저는 산업용으로는 그리 적합하지 않았다. 에너지 효율과 반복 속도가 떨어졌기 때문이다. 따라서 병기용으로도 부적합했다. 그나마 루비 레이저가 많이 쓰인 산업 분야는 다이아몬드에 구멍 내기였다. 다이아몬드는 루비 레이저 같은 적색 빛을 강하게 흡수하는 성질이 있기 때문이다. 요즘은 성형외과에서 미용 목적으로도 많이 사용하고 있다.

그래도 세계 최초의 레이저에 보석이 핵심 부품이었다는 데서 뭔가 신비한 분위기가 느껴졌는지, '보석을 사용한 레이저 기기'라는 개념은 이 영화 말고도 많은 문화 창작물에 나타나고 있다. 일본 애니메이션



1, 2 지구 정복을 노리는 악당 '블로펠트'와 그가 훔친 다이아몬드로 만든 레이저포 장착 위성.
3 실제로 다이아몬드는 레이저의 동작물질로 각광받고 있다.

중 '메칸더 V' '신비한 바다의 나디아' 등의 작품에서 보석을 사용한 레이저 기기가 등장하고 있는 것이다.

물론 현실 세계에서도 보석을 사용한 레이저 기기는 지속적으로 개발 및 사용되고 있다. 심지어는 이 영화에 나온 것과 같은 다이아몬드 레이저도 있다. 특히 2013년 영국 스트래스클라이드대 연구팀에서는 다이아몬드를 동작물질로 삼아 기존의 라만 레이저보다 훨씬 더 강력하고 다양한 색상을 낼 수 있는 다이아몬드 라만 레이저를 개발하는 데 성공했다. 다이아몬드는 기존 라만 레이저에 쓰이던 실리콘 등의 동작물질에 비해 열 전도성이나 강도, 경도, 광학적 특성 등이 훨씬 더 우수하다. 따라서 기존 동작물질에 비해 훨씬 작은 크기의 결정체로도 레이저를 만들어 낼 수 있어 레이저 기기의 소형화에도 기여하고 있다. 이러한 다이아몬드 라만 레이저는 피부 치료에서부터 의학 진료, 공기 오염도 측정, 항공공학 등의 분야에 다양하게 이용될 수 있다. 또한 2015년에는 MQ 포토닉스 연구소와 독일 프라운호퍼 응용광학 정밀공학 연구소가 공동으로 기존 제품보다 출력이 20배나 더 강한 다이아몬드 레이저를 만들어 내기도 했다. '공상과학(SF) 작품은 현실에 대한 우화인 동시에 미래에 대한 예언서'임을 새삼 느끼게 하는 부분이다.

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(구인광고, 자기소개서)를 이메일로 보내주세요.

보낼 곳 eco_news@naver.com

문의 042-712-9647, '이달의 신기술' 담당 김은아 기자

구인광고



휴켄스(주) (www.huchems.com)

Hydrogenation, Amination,
Epoxy curing agent 유경험자 채용

- **담당업무**: 연구개발 과제 수행, 연구개발 과제의 전반 관리, 산업재산권 관련 업무
- **응모자격**: 석사 이상(유기 및 고분자합성, 촉매 전공)
- **근무지**: 전남 여수(휴켄스 기술연구소)
- **모집기간**: 채용 시까지
- **문의전화**: 061-680-4661



(주)이피랩 (www.eplab.co.kr)

R&D 기획 및 진행

- **모집분야**: 전기, 전자, 소재, 부품, 인쇄전자, 반도체, 디스플레이
- **응모자격 및 우대사항**:
 - 석사 · 박사 이상
 - 경력(석사 연구관 경력 1년 이상, 연구사 경력 6년 이상, 박사 연구관 경력 10년 이상)
 - R&D 기획 및 진행 유경험자 우대
- **근무지**: 경기도 안산시(이피랩 기업부설연구소)
- **근무형태**: 정규직
- **모집기간**: 채용 시까지
- **문의전화**: 031-400-3901



(주)스킨리더 (www.ettang.co.kr)

연구, 개발, 과제, R&D, 신제품 기획

- **담당업무**: 신제품 기획, 제품 연구, 개발, R&D 과제
- **응모자격 및 우대조건**: 대졸 이상, 경력, 과장 이상 직급(연구소장), 화장품 업종 경력 우대
- **급여**: 회사 내규에 따름(면접 후 결정)
- **근무형태**: 정규직(근무기간 협의)
- **근무지**: 대전광역시 유성구
- **모집기간**: 채용 시까지
- **문의전화**: 042-489-4424



좋은영농조합법인 (http://goodfnb.co.kr)

기업부설연구소, R&D관리 · 연구원

- **모집분야**: 기업부설연구소, R&D관리 · 연구원
- **담당업무**: 건강기능식품관리 및 기업부설연구소장, R&D
- **응모자격 및 우대사항**:
 - 식품 관련 학사, 석사 / 신입, 경력 1년 이상
 - 생명과학, 식품 · 유전 · 바이오, 농수산 · 해양학, 생명 · 환경공학 전공
 - TOEIC 800점(급)
 - 석사 및 박사학위 소지자, 운전 가능자, 차량 소지자
- **근무지**: 분사 기업부설연구소
- **근무형태**: 정규직
- **모집기간**: 채용 시까지
- **문의전화**: 061-336-9631

QUIZ.

철의 50%, 알루미늄의 약 80% 정도로 가벼우면서도 강도는 훨씬 높아 슈퍼카, 콘셉트카 등에 사용될 정도로 경량화 소재이지만, 아직은 부담스러운 가격 때문에 양산차에 적용하기는 힘든 메탈보다 강함이 플라스틱 소재는 무엇일까요?

※ eco_news@naver.com으로 정답과 함께 선물을 받을 도로명주소와 이름, 연락처를 보내주세요. 선착순 5명에게 상품을 보내드립니다. 이번 호 정답은 다음 호에 실습니다.

33호 정답 및 당첨자

로보타(Robota)

김영덕, 김동수, 박재범, 김현기, 신애영



메모렛 볼펜
OTG USB U5000

Q&A 산업 기술 R&D 규정 중 현금 거래와 관련해서

연구과제를 수행하다 보면 현금 거래를 해야 할 경우가 있습니다. 이때 비용 처리를 포함해 어떤 식으로 정산해야 하는지 궁금합니다.



KEIT 홈페이지 및 산업 기술 지원 사이트 (i-tech)에서 개정된 산업 기술 R&D 규정을 참조하시면 됩니다만, 불규칙적으로 발생하는 개별적 사례는 문의를 통해 해결하는 편이 나을 듯합니다.

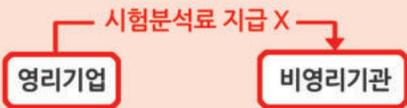
언제든 궁금한 내용을 질문하시면 자세히 답변해드리겠습니다.

Q 과제의 수행기관은 민간현금을 실제 납부하지 않는 대신, 일반 대문자 협약서를 제출함으로써 협약을 체결할 수 있는 것으로 알고 있습니다. 이러한 경우 언제까지 민간현금을 납부해야 하는지요?

중소기업 및 중견기업	종료 3개월 전
대기업	체결 후 3개월 이내

중소기업 및 중견기업은 해당 연도 수행기간 종료일 3개월 전까지 입금해야 하며, 대기업은 협약 체결일로부터 3개월 이내에 입금해야 합니다.

Q 영리기업이 동일한 과제에 참여하고 있는 비영리기관에 시험분석을 의뢰하고 그 비용을 현금으로 지급할 수 있나요?



해당 비영리기관이 '자체 기관에서 공인하는 시험분석 결과 보고서'를 발급할 수 있다 하더라도 수행기관 간 집행한 시험분석료는 인정되지 않으므로, 영리기업이 동일한 과제에 참여하는 비영리기관에 시험분석료를 지급할 수 없습니다.

② 다만, 이와는 별도로 비영리기관이 내부에서 시험분석을 실시하고, '자체 기관에서 공인하는 시험분석 결과 보고서'를 발급하는 경우에는 해당 비용을 기관 내부로 흡수할 수 있습니다.

③ Q 원칙적으로 수행기관의 사업비 사용 금액은 증빙 금액과 일치해야 하는 것으로 알고 있습니다. 혹시 일치하지 않더라도 예외적으로 인정되는 경우가 있는지요?



다음의 몇 가지 경우는 사업비 사용 금액과 증빙 금액이 일치하지 않아도 정상적인 사업비 사용으로 인정될 수 있습니다.

- 협약기간 중 마지막 거래에서 사업비 잔액이 부족한 경우
- 수행기관 내부의 일괄구매 절차를 통해 일괄처리된 공공요금, 세금, 사무용품비, 복사비, 비품구입비, 재료비 등의 경우
- 잔금 지급 시 지체보상금을 제외하고 지급할 경우 등

④ Q 마지막으로 학생인 참여연구원에 대해 '건강보험자격득실확인서'를 확인하고 제출하는 절차에 대해 알려주세요

<건강보험자격득실확인서>
취업 여부 확인!



학생 참여연구원

대학 및 비영리 기관인 수행기관의 장은 인건비 이중 지급 등의 방지를 위해 사업비 산정 과정에서 학생(박사 후 과정 포함)인 참여연구원에 대해 건강보험자격득실확인서 등을 통해 타 기관(기업) 취업 여부를 확인해야 합니다. 더불어 학생인건비 통합관리기관의 경우 사업비 정산 시에 과제에 참여한 모든 학생의 건강보험자격득실확인서를 반드시 제출해야 합니다.

산업기술 뉴스

'이달의 신기술'은 여러분의 의견에 항상 귀 기울이고 있습니다. 관심 있는 콘텐츠, 사업화에 유망하다고 생각하는 신기술을 비롯해 추가됐으면 하는 내용, 바라는 점이 있다면 많은 참여 바랍니다. 042-712-9230 dhjang12@keit.re.kr

무역환경변화대응 기술개발사업 1차 20억 원 지원

산업통상자원부(이하 산업부)는 무역환경변화대응 기술개발사업의 2016년도 1차 신규 지원계획을 6월 17일 공고했다. 이 사업은 핵심 개혁과제 중 하나인 '자유무역협정(FTA) 전략적 활용 등을 통한 해외진출 확산'의 일환으로 진행된다. 지원 유형은 글로벌 기술규제 대응과 FTA 원산지규정 대응으로 구분된다. 우선 글로벌 기술규제 대응 유형은 최근 증가하는 해외 기술규제장벽에 대응해 중소기업이 외국의 기술규제·적합성 평가에 부합하는 제품을 개발하도록 지원하는 것을 목표로 한다. 다음으로 FTA 원산지규정 대응 유형은 수입부품 때문에 역내산으로 인정받지 못하는 수출제품에 대해 기술 개발을 함으로써 중간재를 자체생산하고 부가가치를 높여 역내산으로 인정받게 하는 것을 목표로 한다.

산업부는 과제별로 사업계획서를 접수한 후 7월 평가위원회를 거쳐 8월 중 사업자를 최종 선정(20억 원 이내)할 계획이다. 더불어 하반기에도 무역기술장벽 대응 관련 기술개발 과제를 추가로 지원(30억 원)하며, 이를 통해 우리 중소기업수출기업은 기술경쟁력 강화 및 해외 규제에 대한 적응력을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 이와 관련해 산업부 박건수 통상정책국장은 "이번에 공고한 총 19개 과제는 무역기술장벽 중 우리 수출기업이 실제 애로를 겪고 있는 해외 규제를 극복하기 위한 것"이라며 "기술규제 대응 역량이 부족한 중소기업의 해외 진출에 실질적인 도움이 되도록 하겠다"고 말했다.

문의처 산업통상자원부 통상정책총괄과(044-203-5623)

2016년 우수기술연구센터(ATC) 선정기업 발표

산업통상자원부(이하 산업부)는 우수기술연구센터(Advanced Technology Center : ATC) 사업의 올해 지원 대상으로 36개 중소기업 부설연구소를 선정해 발표했다. ATC 사업은 세계 일류상품 개발 및 글로벌 기술경쟁력 확보를 목적으로, 우수한 기술 잠재력을 보유한 중소기업 부설연구소에 기술 개발 자금을 지원하는 사업이다. 동 사업은 최대 5년간 매년 5억 원 내외의 기술 개발 자금을 지원하는 완전 자유공모제 사업으로, 국내 중소기업이 자율성과 창의성을 가지고 기술 개발 계획을 수립하고 도전할 수 있도록 지원하고 있다. 또한 외국인 투자기업 연구소, 외국 대학 국내 분교와의 공동 연구개발을

활성화할 수 있도록 세계적인 융합 ATC 사업도 운영하고 있다. 이번에 선정된 기업은 세계 융합 ATC 3개(16억 원 규모)를 포함해 총 36개의 기업부설연구소다. 이 기업들이 기술 개발하고자 하는 과제는 세계 시장 진출을 목적으로 하는 응용기술로, 대표적인 연구 분야는 인공지능, 자율주행 자동차, 기능성 의료 소재다.

산업부 김정환 산업기술정책관은 "ATC 사업은 세계적인 경쟁력을 갖춘 국내 중소기업 육성하는 산업부의 대표적인 연구개발(R&D) 사업으로, 앞으로 우리 중소기업이 정보통신기술(CT) 융복합, 바이오, 신소재 등 신산업 분야에 적극적으로 도전할 수 있도록 지원을 더욱 확대하겠다"라고 말했다. 이와 관련해 산업부는 6월 9일부터 7월 11일까지 ATC를 추가 공모한다. 자세한 내용은 한국산업기술평가관리원 홈페이지(www.keit.re.kr)를 통해 확인할 수 있다.

문의처 산업통상자원부 산업기술개발과(044-203-4525)

지속가능한 지역 창조경제 활성화

한국산업기술진흥원(이하 KIAT)과 창조경제혁신센터, 테크노파크 등 지역의 중소기업을 지원하는 대표기관들이 지속가능한 지역 창조경제 활성화를 위해 뭉쳤다. 이들 기관은 6월 9일 한국프레스센터에서 '창조경제 활성화 프로그램 성과 창출을 위한 업무협약'을 체결했다. 정부 3.0의 일환으로 추진된 이번 업무협약에 따라 이들 기관은 각 지역의 창업기업이나 중소기업이 신속하게 창조경제 활성화 프로그램의 지원을 받을 수 있도록 협력을 강화하게 된다. 이를 위해 이들 기관은 격월로 '창조경제 관계자 간담회'를 열어 협력·연계사업과 관련한 현안과 성과 등을 공유할 계획이다. 협약식에 참석한 KIAT 정재훈 원장은 "국민 맞춤형 정부 3.0 서비스를 구현해 지역 현장의 애로사항 해결에 나서겠다"며 "창조경제혁신센터(18개)와 지역 TP(18개) 간 협력을 통해 R&D 및 사업화가 신속하게 진행되어 지속가능한 창조경제가 실현되길 바란다"고 말했다.

문의처 한국산업기술진흥원 대외협력실(02-6009-3071)



정기구독 EVENT

추첨을 통해 '메모릿 볼펜 OTG USB U5000'을 선물로 드립니다.

이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

『이달의 신기술』은 산업기술R&D의 성과확산을 위하여 산업통상자원부 산하 R&D전담기관들(한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원) 및 한국공학한림원이 함께 만든 전 기술분야를 망라한 종합 R&D성과 정보지입니다.

이 잡지는 R&D 및 혁신과정에 대한 다양한 정보는 물론 기술정보와 사업화 정보가 모두 수록되어 각 기업들의 다양한 기술 및 경영전략을 엿볼 수 있으므로 R&D를 수행하고자 하는 기업들로 하여금 생생한 체험과 교훈을 제공해 드릴 것입니다.

주요내용

- 산업기술상 수상기업 심층인터뷰
- 산업기술R&D성공기술 (이달의 새로 나온 기술, 사업화 성공 기술)
- 산업기술부문별 특집
- 전문가칼럼 및 산업기술담론
- 저명인사 인터뷰
- R&D사업소개, R&D제도 및 Q&A 등

총괄 편집 및 감수기관

- 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원 한국산업기술미디어재단

편집 및 제작 (판매)기관

- 한국경제매거진
- 판매가격 : 6,000원(각 서점 구매)



정기구독 문의

계좌번호 : 038-132084-01-016 기업은행

1005-102-350334 우리은행

전화 : 02-360-4875 이메일 접수 : sghong@hankyung.com

구독료 : 50,000원 (연간)



(주)한독이엔지

고농도 독성폐수 및 미세먼지 처리분야 선두기업



고농도 독성 폐수 처리기술(HBR)과
미세먼지 제거 및 회수기술(EFC)을 통한
독창적인 환경오염 방지 신기술!

사업영역 Business area

수질분야	대기분야	기타
<ul style="list-style-type: none"> 고농도 / 독성 / 고염도 고온 폐수 처리 시스템 TN(질소) 폐수 처리 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> 습식전기집진기(Wet-ESP) 축열식 소각로(RTO) 	<ul style="list-style-type: none"> 폐수처리장 위탁 관리 고농도 폐수 처리용 Bacteria 미생물 영양제 (HDBM & NP졸)

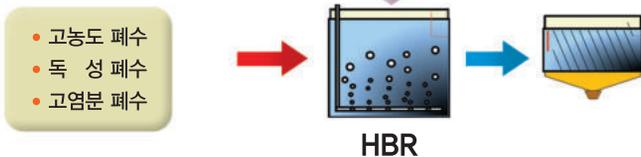


고농도 독성 폐수 처리기술(HBR)

고농도 독성 폐수처리 기술 (High Load Bioreactor ; HBR) 특허 : 10-1510416

Polyol / 페놀수지 / 에폭시 수지 / MMA / BPA / CHP / PO / Acrylic Acid / NPG SAP(고흡수성수지) / PPG / Spent Caustic / NMP / 계면활성제 생산공정 폐수

특수 박테리아



- 부하 : 3 ~ 10 kg CODcr/m3.day
- 온도 : 50 ~ 60 °C
- 염도 : 5 ~ 7 %
- 농도 : CODcr 50,000 ~ 200,000 ppm

미세먼지 제거 및 회수기술(EFC)

미세먼지 처리 기술(Electrostatic Fume Collector ; EFC) 특허 : 10-1206505

- 섬유염색단지 텐타시설 오일미스트 (Oil Mist),
- 철삭 / 압연 공정 및 직화구이 오일미스트
- 고무공장 건조공정 오일미스트



EFC 가동전

EFC 가동후

EFC 적용 효과

- 오일미스트 / 백연 / 약취제거
- 오일회수 / 재활용

