

'26.06.08.~26.06.13. 글로벌 탄소산업 주요 동향

□ 미국 Alef Aeronautics, 탄소복합재 적용한 하늘을 나는 자동차 생산 단계 진입('26.06.08.)

※ [Composites World] 2일반 도로에서 바로 이륙할 수 있도록 설계된 주행 및 비행이 가능한 전기 수직이착륙기(eVTOL)인 Model A Ultralight는 본격적인 Model A 생산을 향한 첫걸음이다. / News

- <https://www.compositesworld.com/news/avel-robotics-afp-process-cuts-composite-f-oil-environmental-impact-by-more-than-30>
 - <https://www.avelrobotics.com/en/home/>
 - #미국 #첨단 항공 모빌리티 #자동차 #탄소섬유 #복합재료
 - 저자 : CW 편집팀
-
- 2025년 12월, Alef Aeronautics(미국 캘리포니아주 샌마테오)는 복합소재를 집중적으로 사용한 완전 전기 자동차인 Model A Ultralight의 생산에 착수했다고 발표했다. 이 차량은 공공 도로 주행 및 수직 이륙이 가능하며, 회사 측은 이를 양산 단계에 도달한 최초의 진정한 "비행 자동차"라고 부른다.
 - 이 차량은 Alef의 실리콘 밸리 시설에서 로봇과 수작업 공정을 혼합하여 수작업으로 조립될 예정이며, 각 차량을 완성하는 데 몇 달이 걸릴 것으로 예상된다.
 - 초기 물량은 사전 주문 대기자 중 상위권에 선정된 소수의 고객에게 제공되어 실제 환경에서 통제된 테스트를 거치게 되며, 이 데이터는 더 큰 규모의 플래그십 모델인 Model A 생산에 앞서 제조 공정을 최적화하는 데 사용될 것이다 .
 - Model A Ultralight는 수직 이착륙(VTOL) 기능을 갖추고 있으며 독특한 기체 디자인을 자랑한다. 이륙 후에는 기체 새시가 90도 회전하여 차체의 앞뒤 부분이 두 개의 날개를 형성하고, 메시 구조의 동체는 비행 중 공기 흐름을 원활하게 한다. 플라잉 매거진은 최초 보도에서 양산형 모델은 조종사 1명과 승객 1명을 태울 수 있도록 설계되었으며, 지상 항속 거리는 약 200마일, 공중 항속 거리는 약 110마일이라고 밝혔다.
 - 제조사는 미국 연방 항공국(FAA, Federal Aviation Administration)의 개정된 MOSAIC 프레임워크에 따라 Model A의 경량 스포츠 항공기(LSA, light-sport aircraft) 인증을 검토 중이며, 초기에는 지상 속도를 시속 약 25마일로 제한하는 "저속 차량" 도로 분류도 고려하고 있다.
 - CW가 2023년 Alef에 대해 마지막으로 보도한 이후, Alef는 여러 주목할 만한 성과

를 거두었다. 당시 Alef는 FAA로부터 제한적인 전시, 연구 개발 비행을 위한 특별 감항증명서를 받았었다

- 2025년 2월, Alef는 캘리포니아주 샌마테오 시내 상공에서 Model Zero Ultralight 항공기 시제기가 계류 장치 없이 수직 이륙하는 영상을 공개했다. 이후 Alef는 캘리포니아의 하프문베이 공항(KHAF)과 홀리스터 시립 공항(KCVH)과 비행 시험 계약을 체결했으며, 궁극적으로 이 공항들을 Model A 항공기 운용 기지로 활용할 계획이다 .
- Alef는 고객에게 항공기를 인도하기 전에 부품별 및 전체 항공기에 대한 엄격한 비행 테스트를 실시할 것이라고 밝혔다.
- KHAF와 KCVH에서의 비행 테스트는 모델 제로 울트라라이트로 시작하여 모델 제로, 그리고 최종적으로 Model A로 진행될 예정이며, 각 기체는 주행, 수직 이착륙 (VTOL) 및 고정익 비행을 통해 표준 항공 교통 패턴을 시뮬레이션할 것이다.



그림 1. 하늘을 나는 자동차 시험. Alef 실물 크기 자동차의 저고도 비행 시험. 출처 | Alef Aeronautics

□ 프랑스 Avel Robotics, AFP 공정으로 복합재 포일의 환경 영향 30% 이상 감소(26.06.08.)

※ [Composites World] 2024년에 발표된 동료 평가를 거친 연구는 Avel의 AFP 기반 생산 방식이 가져오는 환경적 이점을 정량화했다. 이 방식은 드레이핑 금형을 없애고 모든 포일 형상에서 재료 낭비를 줄인다. / News

- <https://www.compositesworld.com/news/avel-robotics-afp-process-cuts-composite-foil-environmental-impact-by-more-than-30>
- <https://www.avelrobotics.com/en/home/>
- #프랑스 #제조공정 #탄소섬유 #복합재료 #지속가능성 #프로세스 #ATL/AFP
- 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장

- Avel Robotics(프랑스 로리앙)는 자사의 자동 섬유 배치(AFP) 공정이 기존 제조 방식에 비해 복합재 포일 생산의 환경 영향을 30% 이상 줄인다고 발표했다. 이 수치는 추정치가 아닌 공개된 측정값을 기반으로 한다.
- Avel에 따르면, AFP의 환경적 이점은 설계 단계에서부터 시작된다. 이 공정은 구조적 성능이 요구되는 정확한 위치에 섬유를 증착하기 때문에, 호일 형상에 관계없이 재료 낭비가 크게 줄어든다. 또한, 드레이핑 몰드가 완전히 필요 없으므로 기존의 재료 사용량 증가 요인과 공정 복잡성을 제거할 수 있다.
- 소재 선택은 이러한 이점을 더욱 강화한다. Avel은 투우프레그(towpreg)를 사용하는데, 이는 해양 경주 및 항공 분야에서 널리 사용되는 복합소재와는 달리 분리막이 없다. 회사 측은 이로 인해 생산 폐기물이 줄어들고 전반적으로 더 깨끗한 공정이 가능하다고 설명한다. 탄소섬유 자체는 프랑스에서 생산된 것을 사용한다.
- Avel의 생산설비 및 공정이 환경에 미치는 영향은 Baley, Davies, Troalen, Chamley, Dinham-Price, Marchandise 및 Keryvin이 공동으로 수행한 동료 평가 연구에서 측정되어 2024년에 발표되었다.
- 현재 브르타뉴 지역의 지원을 받아 Ubside 및 MerConcept와 협력하여 진행되는 Foil Infinity 프로젝트의 일환으로 로봇 생산성 및 오토클레이브 사이클 최적화에 따른 새로운 측정 작업이 진행 중이다.
- Avel은 공정, 재료, 소싱 및 지속적인 최적화의 조합을 자사의 친환경 성능 포지셔닝의 기반으로 설명하며, AFP를 고성능 복합 부품 생산 도구일 뿐만 아니라 고객이 제조하는 제품의 환경 발자국을 줄이는 데 도움을 주는 수단으로 제시한다.



그림 2. 출처 | Avel Robotics

□ 영국 Victrex, PEEK에서 LMPAEK까지 소재로 항공우주 산업 장악 (`26.06.08.)

※ [Composites World] Victrex의 LMPAEK는 가공 용이성과 극한의 요구 사항이 모두 충족되는 분야에서 그 가치를 지속적으로 입증하고 있다. ThermoForged에서 제작한 이 간략한 영상과 CW 플랫폼 전반에 게시된 관련 콘텐츠를 통해 이 열가소성 소재에 대한 심층적인 정보를 확인할 수 있다. / Article

- <https://www.compositesworld.com/articles/video-from-peek-to-lmpaek-and-why-this-material-is-taking-over-aerospace>
 - <https://www.compositesworld.com/suppliers/victrex-plc>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=JD9T3Wqa9Vw>
 - #미국 #항공우주 #열가소성복합재 #경량화
 - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장
- 수년에 걸쳐 Victrex(영국 클리블리스)의 LMPAEK 폴리머는 열가소성 복합재(TPC) 분야에서 다재다능한 핵심 소재로 자리매김했으며, 용접, 성형 및 경량 구조 분야에서 한계를 뛰어넘는 프로젝트에 활용되고 있다.
- NASA의 우주 제조 시설부터 극저온 연료 라인 및 헬리콥터 부품에 이르기까지, LMPAEK의 낮은 용융 특성은 까다로운 환경에서 효율적인 가공과 고성능을 가능하게 한다. 이러한 노력은 구조적 무결성을 손상시키지 않으면서 지속 가능하고 빠른 생산으로의 전환을 보여준다.



그림 3. 출처 | CW 유튜브

□ 미국 Cambium, ApexShield 3000을 적용한 이중 용도 보호 금속 및 복합 코팅 출시('26.06.08.)

※ [Composites World] 프탈로니트릴 코팅은 고온 환경에서 작동하도록 설계되었으며 시간 제약이 있는 생산 환경에 적용될 수 있다. / Product

- <https://www.compositesworld.com/products/cambium-introduces-dual-use-protective-metallics-composites-coating-with-apexshield-3000>
 - <https://www.cambium-usa.com/>
 - #미국 #항공우주 #방위방산 #코팅
 - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장
-
- Cambium(미국 캘리포니아주 엘세군도)은 극한의 열 환경에서 작동하는 금속 및 복합 기판용으로 설계된 고온 프탈로니트릴 코팅인 ApexShield 3000을 선보인다.
 - 이 코팅은 극초음속 비행부터 전자기 간섭(EMI) 및 무선 주파수(RF) 차폐에 이르기까지 파장 가변 성능이 요구되는 전자 장치 및 상업용 프로그램에 적용 가능하다.
 - ApexShield 3000은 분사 가능한 용제 기반 1액형 액상으로, 215°C의 낮은 온도에서 경화되며 최대 315°C까지 지속적인 작동 성능을 제공하고, 단시간 동안은 최대 427°C까지 견딜 수 있다. 이 시스템은 냉장 보관이 필요 없으며 쿼트, 깎기 및 드럼 단위로 제공되어 시제품 개발 및 양산 규모 프로그램 모두에 적합하다.
 - 이 코팅은 전도성 및 비전도성 충전재를 수용할 수 있어 엔지니어가 특정 프로그램 요구 사항에 맞게 성능 특성을 맞춤 설정할 수 있다. 기술 데이터 시트는 cambiumglobal.com에서 확인할 수 있다.
 - Cambium에 따르면, 그들의 차별점은 특정 첨단소재 분야에 있는 것이 아니라, 분자 발견, 제품 개발, 인증 및 검증, 그리고 미국과 유럽 전역에 걸친 신속하고 확장 가능한 제조에 이르기까지 모든 측면을 한 곳에서 고객에게 제공하는 독특한 개발 접근 방식에 있다.
 - "ApexShield 3000은 표준 코팅이 제 기능을 하지 못하는 환경에서 작동하는 구조물을 보호하기 위한 실용적이고 고성능 솔루션을 엔지니어에게 제공한다."라고 Cambium의 CTO인 James Griffin은 말한다. "분사 방식의 적용, 상온 보관, 그리고 검증된 고온 성능을 모두 갖춘 이 제품은 실제 생산 제약 조건 하에서 작업하는 방위 및 항공우주 제조업체에 실용적인 도구가 될 것이다."
 - ApexShield 3000은 극초음속 응용 분야에서 탄소-탄소(C/C) 부품 제조 주기를 70~80% 단축한 ApexShield 1000 수지 시스템을 포함하여 Cambium의 성장하는

프탈로니트릴 기반 소재 포트폴리오를 기반으로 한다.



그림 4. 출처 | Cambium

□ 네덜란드 UvA, 분류 과정 없이 혼합 플라스틱 폐기물을 오일로 전환(26.06.08.)

※ [Chemie] 암스테르담 대학교에 설치된 시범 공장은 첨단 플라스틱 재활용 기술을 산업 현장에 한 걸음 더 가까이 가져오고 있다. / News

- <https://www.chemie.de/news/1188860/gemischte-kunststoffabfaelle-ohne-sortierung-in-oel-umwandeln.html>
- <https://www.chemie.de/news/1184822/neste-alterra-und-technip-energies-arbeiten-zusammen-um-eine-standardisierte-loesung-fuer-den-bau-von-chemischen-recycling-anlagen-anzubieten.html>
- #네덜란드 #플라스틱재활용 #순환경제 #촉매 #프로젝트

- 암스테르담 대학교(UvA) 촉매공학 그룹(Catalysis Engineering)은 혼합 플라스틱 폐기물을 재활용 하는 새롭고 견고한 공정을 개발했다. 새로 개발된 파일럿 플랜트는 이러한 폐기물을 가치 있는 자원으로 변환하여 순환 경제로의 전환을 지원하는 방법을 시연할 것이다. 이 파일럿 플랜트는 스페인에서 실제 도시 플라스틱 폐기물을 처리하며 시험 가동 중이다.
- 암스테르담 대학교(UvA) 반트 호프 분자과학 연구소(HIMS, Van't Hoff Institute for Molecular Sciences)의 시주 라빈드란 부교수 지도 하에 유럽 PLASTICE 프로젝트의 일환으로 개발된 용매열 액화(STL) 공정은 혼합 플라스틱 폐기물을 용매, 열, 촉매 및 고압을 이용하여 오일로 변환한다. 이 질은 갈색 오일에는 새로운 무처리 플라스틱을 생산하는 데 사용할 수 있는 분자가 포함되어 있어 재활용 순환을 완성한다.
- 이 공정의 핵심 특징은 모든 종류의 플라스틱을 동시에 처리할 수 있다는 점이다. 이는 복잡하고 혼합된 도시 플라스틱 폐기물 재활용 문제를 해결해 준다. 현재 이러한 폐기물은 재활용 전에 광범위한 분류 작업을 거쳐야 하며, 많은 경우 소각되거나 매립된다.

실험실 실험 성공

- EU 자금 지원 연구 프로젝트인 PLASTICE는 혁신적인 전환 공정을 통해 플라스틱 재활용 순환 시스템을 구축하는 것을 목표로 한다. 총 프로젝트 예산 약 2천만 유로 중 라빈드란은 STL 공정 개발을 위해 150만 유로 이상을 지원받았다. 광범위한 실험실 개발을 거쳐, 이 공정은 현재 기술 준비 수준(TRL) 6/7에 도달하며 중요한 실증 단계에 진입했다. 이는 산업 적용을 향한 중요한 발걸음이다.
- 최근 몇 년 동안, 연구팀은 플라스틱 원료를 효율적으로 처리할 수 있는 새로운 나노구조 고체 촉매를 개발하고 테스트해 왔다. 실험실 실험 결과, 이 공정을 통

해 단 30분 만에 가스, 오일, 숯의 세 가지 생성물을 얻을 수 있는 것으로 나타났다. 실험실 연구에는 반응 속도론 연구, 전산 유체 역학(CFD) 모델, 기술 경제성 분석, 그리고 공정 부산물 활용 연구가 포함되었다. 이러한 결과는 이미 주요 국제 과학 저널에 발표되었다.

- 라빈드란: "우리는 이 공정에 대한 심층적인 이해를 얻었고, 산업적으로 의미 있는 규모로 확대 적용할 수 있다고 확신한다. 그렇기 때문에 실제 적용을 향한 중요한 첫 단계로 파일럿 반응기 시스템을 개발 및 제작했다."

25리터 반응기 용기

- 이 시스템은 산업 공정 시스템 전문 인도 엔지니어링 파트너와의 협력을 통해 개발되었다. 25리터 용량의 반응기, 저장 탱크, 통합 안전 시스템을 갖추고 있으며, 현장 및 원격으로 모두 제어할 수 있다.
- 4월에는 라빈드란이 참석한 가운데 중요한 공장 인수 테스트가 성공적으로 완료되어 파일럿 플랜트의 가동 준비가 완료되었음을 확인했다. 개발 과정에서 HAZOP 연구를 포함한 포괄적인 안전 및 공정 평가가 수행되었으며, 기술 설계는 뷰로 베리타스의 승인을 받았다.
- 현재 이 시스템은 운송 가능한 프레임 장착형 장치로 조립되어 인도에서 스페인으로 배송될 예정이다. 올여름 아스투리아스 지역의 공공 폐기물 관리 회사인 PLASTICE 파트너 COGERSA 사업장에서 가동될 것으로 예상된다.
- UvA 연구진은 COGERSA와 함께 실제 플라스틱 폐기물을 사용하여 이 기술의 성능을 테스트할 것이다. 라빈드란 교수는 결과에 대해 매우 기대하고 있다. "실험실 실험에서는 이미 실제 플라스틱 폐기물을 사용했지만, 예상치 못한 어려움에 직면할 수도 있다. 바로 이것이 이번 규모 확장 단계의 목적이다. 이 기술을 진정한 산업적 효용성을 갖도록 하는 것이다."



그림 5. 출처 | 생성형AI

□ 중국 과학원, -40°C에서 150회 충방전 후에도 용량의 80% 유지 배터리 개발(26.06.08.)

※ [Chemie] 겨울철에도 견딜 수 있는 리튬 배터리: 과학자들은 극한의 추위를 극복하기 위해 "극성 대비" 전해질 전략을 사용한다. / News

- <https://www.chemie.de/news/1188862/wintertaugliche-lithiumbatterien-wissenschaftler-nutzen-polaritaetskontrast-elektrolytstrategie-um-extreme-kaelte-zu-ueberlisten.html>
- <https://www.chemie.de/news/1170936/basf-und-umicore-schliessen-patent-kreuzlizenzvereinbarung-ab.html>
- #중국 #리튬배터리 #전기자동차 #시장

- 리튬 배터리는 극한의 저온에 노출 되면 성능이 저하되는 경우가 많은데, 이는 에너지 저장, 전기 자동차, 우주여행에 있어 중대한 문제이다. 그런데 중국 과학자들이 '극성 대비'라는 개념을 재해석하여 이 문제에 대한 해결책을 찾아냈다.
- 최근 미국화학회지(Journal of the American Chemical Society) 에 발표된 한 연구에서는 극저온 조건에서 리튬 금속 배터리의 운동 특성과 전기화학적 안정성을 효과적으로 향상시킬 수 있는 "극성 대비" 전해질 설계 전략을 제안했다.
- 중국과학원 다롄화학물리연구소(中国科学院大连化学物理研究所, 중국 다롄)의 천중웨이, 뤼단, 왕둥둥 교수가 주도한 이번 연구는 내한성이 뛰어나고 음이온이 지배적인 용매화 구조를 구축하기 위한 전해질 개발에 새로운 패러다임을 제시했다.
- 저온 조건에서 리튬 금속 배터리는 전해질 내 이온 이동 속도 저하, Li⁺ 탈용매화 반응 지연, 계면 부반응 증가 등의 문제를 겪었다. 이러한 문제들은 용량 저하와 사이클 안정성 저하로 이어져 극한 환경에서의 사용을 저해한다.
- 이러한 문제를 해결하기 위해 연구팀은 "극성 대비" 전해질 설계 전략을 제안했다. 이 전략은 음이온과 용매 사이의 이온-쌍극자 상호작용을 조절함으로써 저온에서 안정적인 음이온 중심의 용매화 구조를 확립한다.
- 연구진은 "극성 대비" 용매 쌍을 확인했는데, 하나는 ESPmax가 가장 낮은 디메톡시메탄(DMM)이고 다른 하나는 ESPmax가 가장 높은 플루오로에틸렌 카보네이트(FEC)이다.
- 특히, 저온에서 DMM과 FSI- 사이의 약화된 상호작용은 음이온이 Li⁺ 용매화 껍질로 들어가는 것을 용이하게 한다. 한편, FEC는 강화된 이온-쌍극자 상호작용을 통해 FSI-를 고정시켜 극저온 조건에서 안정적인 음이온 중심의 용매화 환경을 조성

한다. 또한, DMM과 FEC 사이의 강화된 쌍극자-쌍극자 상호작용은 Li^+ 탈용매화 속도를 촉진한다.

- 연구팀은 이온-쌍극자 및 쌍극자-쌍극자 상호작용을 정밀하게 조절함으로써 저온에서 음이온 배위 전이를 달성했으며, 이를 통해 저온용 리튬 금속 배터리 전해질에 대한 새로운 설계 원리를 제시했다.
- 이 전략을 통해 전해질은 LiF 가 풍부한 고체 전해질 중간상을 형성하여 저온에서 균일한 리튬 증착과 높은 가역성을 갖는 증착/긁어내기 동작을 가능하게 한다.
- Li||SPAN 고체 전지는 4.5 mAh/cm^2 의 높은 면적 용량에도 불구하고 -40°C 에서 150회 충방전 후에도 초기 용량의 80%를 유지했다. 또한, Ah급 파우치형 전지는 -20°C 에서 50회 충방전 후에도 안정적인 수명을 보여 우수한 저온 충방전 안정성과 용량 유지율을 입증했다.
- "이번 연구는 저온 조건에서 용매화 구조의 동적 발달을 뒷받침하는 새로운 메커니즘을 밝혀낼 뿐만 아니라, 저온 리튬 금속 배터리를 위한 전해질 개발을 위한 새로운 이론적 기반과 연구 전략을 제시한다."라고 첸 교수는 말했다.



그림 6. 출처 | 생성형AI

□ 프랑스 Epsilon, K1 공정을 이용한 대구경 탄소섬유 복합튜브 10만 개 생산 달성(26.06.09.)

※ [Composites World] 이번 성과는 Epsilon의 필라멘트 와인딩, 폴트루전 및 후처리 역량의 성숙도와 유럽 고객의 생산량 증대를 지원할 수 있는 완벽한 개발 체인 자산을 보여준다. / News

- <https://www.compositesworld.com/news/epsilon-hits-100000-large-diameter-composite-tube-production-using-k1-process>
 - <https://www.compositesworld.com/suppliers/epsilon-composite>
 - #프랑스 #제조공정 #탄소섬유 #복합재료 #압출성형 #필라멘트와인딩 #프로세스
 - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장
-
- Epsilon Composite(프랑스 가일랑앙메독)는 특허 기술인 K1을 사용하여 탄소섬유 튜브 10만 개 생산을 돌파했다. 이 공정은 높은 종방향 강성, 최적화된 무게 및 정밀한 기하학적 특성을 유지하면서 대형 복합 튜브를 산업적으로 생산하기 위해 개발되었다. Epsilon은 이번 성과가 핵심 기술인 압출 성형과 필라멘트 와인딩을 상호 보완적으로 결합한 사업 활동에 있어 중요한 이정표라고 밝혔다.
 - K1은 필라멘트 와인딩과 압출 성형된 종방향 보강재의 통합을 결합한 기술이다. 이를 통해 Epsilon은 최대 직경 800mm, 최대 길이 12m에 달하는 탄소섬유 튜브를 생산할 수 있으며, 높은 기하학적 정밀도와 치수 안정성을 바탕으로 상당한 굽힘 또는 횡방향 하중을 견딜 수 있다(종방향 탄성 계수는 최대 400 GPa에 달함).
 - Epsilon Composite는 K1 외에도 다양한 기술 요구 사항을 충족하는 산업용 필라멘트 와인딩 기술을 제공한다. 이 회사는 초고강도(UHM) 탄소섬유를 사용하여 매우 견고한 튜브가 필요한 프로젝트는 물론, 압출 성형된 종방향 보강재 통합이 필요하지 않은 경우 더 얇고 특수화된 구조 또는 기존 구조의 제품까지 지원할 수 있다.
 - Epsilon의 전문성은 제조 공정 자체를 훨씬 뛰어넘는다. 고객 요구사항에 대한 초기 분석부터 통합 준비가 완료된 완제품 부품 납품에 이르기까지 전체 개발 체인에 걸쳐 적용된다. Epsilon의 엔지니어링 부서는 고객이 복합재 구조를 정의하고, 섬유 및 수지 선택, 적층 방향 최적화, 기계적 크기 조정, 수치 시뮬레이션 수행, 프로토타입 개발, 품질 인증 시험 실시 및 양산 산업화 관리를 지원한다.
 - 이러한 접근 방식은 강성, 무게, 동적 성능, 기하학적 정밀도, 작동 환경 및 인증 요구 사항을 포함하여 각 응용 분야의 특정 제약 조건에 맞게 필라멘트 와인딩 구조를 맞춤 제작하는 데 필요하다.

- 또한 이 회사는 복합 튜브 제조 후 필요한 모든 중요한 후처리 작업을 수행하며, 여기에는 정밀 가공, 5미크론 수준의 동적 런아웃 허용 오차를 갖는 연삭, 동적 밸런싱, 조립 및 적용 분야 요구 사항에 따른 표면 처리가 포함된다.
- 이 복합 튜브는 특히 기술 롤러(필름 및 연성 소재 가공, 인쇄, 코팅 및 가공 산업) 및 요트 분야에 사용하기에 매우 적합하다.
- “Epsilon Composite는 거의 40년 동안 탄소 압출 성형 전문 기업으로 인정받아 왔으며, 이는 여전히 당사의 핵심 사업이다. 하지만 2000년대 초 대구경 탄소 튜브를 중심으로 시작된 사업 다각화 전략을 통해 필라멘트 와인딩이라는 또 다른 복합재 제조 공정으로 전문성을 확장해 왔다.”라고 Epsilon Composite의 부사장인 알렉상드르 룰은 말한다. “K1 튜브 10만 개 생산이라는 상징적인 이정표를 넘어, 이 수치는 당사의 산업적 성숙도와 첨단 복합재 구조를 비파괴 검사, 후가공, 반복성 및 까다로운 산업 고객이 기대하는 품질 기준을 바탕으로 완벽하게 제어되는 양산 공정으로 전환할 수 있는 역량을 보여준다.”



그림 7. 출처 | Epsilon



그림 8. 탄소섬유 튜브의 직경 제한. 출처 | Epsilon

□ 네덜란드 Bambooder와 Roode Boards, 카이트보드 프로토타입 개발 과정에 대나무 섬유 접목(26.06.10.)

※ [Composites World] 협업을 통해 카이트보드 제작에 사용되는 유리섬유 소재를 부분적으로 대체하여 보다 지속 가능하고 이산화탄소 배출량이 적은 옵션을 고려하고 있다. / News

- <https://www.compositesworld.com/news/bambooder-roode-boards-extend-bamboo-fibers-to-kiteboard-prototype-progression>
- <https://www.bambooder.com/technology>
- #네덜란드 #지속가능성 #에폭시 #수지 #천연섬유 #복합재료
- 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장

○ 네덜란드 카이트보드 개발업체인 Roode Boards(네덜란드 아인트호벤)와 협력하여, Bambooder Biobased Fibers B.V.(네덜란드 암스테르담)는 Roode Boards가 개발한 보드 구조에서 Bambooder의 밤부테이프 프로(BambooTape Pro)를 기존 유리섬유 소재의 일부로 대체한 최초의 프로토타입 카이트보드를 개발했다.

○ 이번 협력을 통해 양사는 대나무 복합재 보강재가 이산화탄소 배출량을 줄인 더욱 지속 가능한 카이트보드 제작에 어떻게 기여할 수 있는지 연구하고 있다.

○ BambooTape Pro 는 탄소섬유 및 유리 섬유 보강재를 대체할 수 있는 바이오 기반 소재로 개발된 단방향(UD) 대나무 섬유 테이프이다. 이 테이프는 밀도가 1.3~1.4g/cm³ 이고 두께는 0.18mm이며, 에폭시 매트릭스 내에 대나무 섬유가 부피 기준으로 45% 함유되어 있다. 프레스 성형(프리프레그) 및 인퓨전(프리폼) 방식으로 가공할 수 있으며, 자동차 내장재, 스포츠 용품, 전자 부품, 보트 내장재 및 갑판 등에 적용될 수 있다.



그림 9. 출처 | Bambooder Biobased Fibers

○ 지속가능성 측면에서 이 소재는 탄소 발자국이 -2.9kg CO₂eq/kg으로, 탄소 네거티브를 나타낸다. 이는 탄소섬유의 33kg CO₂eq/kg, E-유리 섬유의 3kg CO₂eq/kg과 비교했을 때 매우 낮은 수치이다. 또한 생분해성 소재이다. 기계적 성능 면에서 BambooTape Pro의 인장 강도와 탄성률은 아마 섬유로 만든 UD 테이프와 유사하며, 탄소섬유보다는 훨씬 떨어진다.

○ Bambooder는 가공 호환성 데이터가 아직 제한적이며 해당 소재가 더 광범위한 응용 분야에 적용하기 위한 연구 개발 초기 단계에 있다고 지적한다.

□ 이탈리아 Fincantieri와 Teijin Automotive Technologies Europe, 해양 복합재 집중 분야 협약 체결('26.06.10.)

※ [Composites World] 조선업체와 복합재 제조업체가 해군 및 민간 선박 프로그램에 사용될 비구조용 복합재 격벽의 설계에 대해 협력하고 있다. / News

• <https://www.compositesworld.com/news/fincantieri-teijin-automotive-technologies-europe-sign-agreement-with-maritime-composites-focus>

• <https://www.fincantieri.com/en>

• #네덜란드 #해양선박 #천연섬유 #복합재료 #지속가능성 #수지

• 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장

- 이탈리아 조선 그룹 Fincantieri(이탈리아 트리에스테)와 Teijin Ltd.(일본 도쿄)의 유럽 자회사인 Teijin Automotive Technologies(독일, 포르투갈 등)는 선박용 비구조 복합재 격벽 설계 분야에서 협력하기 위한 양해각서(MOU)를 체결했다.
- 이번 계약에 따라 Teijin Automotive Technologies는 Fincantieri의 지원을 받아 엔지니어링 및 산업화 활동을 주도할 예정이다. 이 사업은 해양 부문에 혁신적인 복합소재 솔루션을 도입하여 선박의 무게 감소와 기능 통합에 중점을 두고, 해상 선박의 가장 엄격한 운항 및 안전 요건을 충족하는 것을 목표로 한다.
- 격벽은 첨단 항공우주 솔루션 전문 이탈리아 중소기업인 Aeronautical Service(이탈리아 로마 피우미치노)가 특허를 보유한 혁신적인 복합소재를 사용하여 개발될 예정이다.
- Fincantieri는 이미 Aeronautical Service와 협력하여 민간 및 군용 선박 건조 분야에서 탄소섬유 기반 복합소재와 최첨단 기술의 대규모 도입을 추진하고 있다. 해당 소재는 해상 선박 적용에 필수적인 요건인 불연성 인증을 성공적으로 획득했다.
- Fincantieri의 CEO 겸 전무이사인 피에로베르토 폴지에는 “이번 계약은 철강을 넘어 최고의 기술과 고성능 솔루션을 향해 조선 산업의 발전을 주도하는 선구자로서 우리의 역할을 재확인시켜 준다.”라고 말했다.
- 이번 파트너십은 Fincantieri의 산업 전략을 더욱 강화하여, 포트폴리오 전반에 걸쳐 첨단소재 도입을 확대하고 선박 설계 및 제조 공정의 지속적인 발전을 지원한다. 혁신적인 복합소재 솔루션을 통합함으로써, Fincantieri 그룹은 선박 구성의 유연성을 높이고 민간 및 해군 프로그램의 변화하는 요구 사항에 더욱 효과적으로 대응하고자 한다.

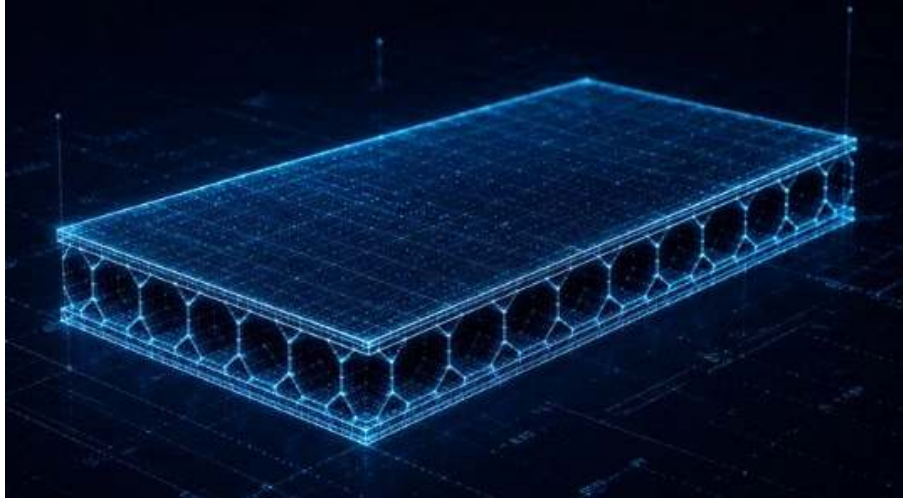


그림 10. 출처 | Fincantieri

□ 호주 FGR, Mito 인수로 미국 내 사업 확장 및 방산 부문 노출 가속화(26.06.10.)

※ [Composites World] 호주 기업은 Mito의 상업적으로 검증된 모든 자산, 지적 재산, 그래핀 중심 제품 라인 및 대규모 산업, 항공우주 및 방위 산업 분야의 사업 기회를 위한 제조 역량을 인수할 예정이다. / News

- <https://www.compositesworld.com/news/fgr-accelerates-us-expansion-defense-sector-exposure-with-mito-acquisition>
 - <https://firstgraphene.net/>
 - #호주 #방위방산 #나노소재 #그래핀 #복합재료
 - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장
-
- First Graphene Ltd.(FGR, 호주 시드니)은 Mito Material Solutions Inc.(미국 인디애나폴리스) 의 모든 제품 라인, 제조 설비 및 지적 재산권(IP)을 인수하는 구속력 있는 매매 계약을 체결했다.
 - 이번 인수를 통해 FGR은 흑연, 그래핀 및 그래핀 산화물을 기능화 하는 역량을 확대할 수 있게 된다. 이러한 소재들은 첨단소재 첨가제의 성능 향상을 위해 광범위한 상업 및 국방 분야에서 점점 더 중요해지고 있다. 또한 이번 인수를 통해 FGR은 미국 내에 직접적인 운영 및 상업 플랫폼을 구축하여 매출 성장, 고객 확보 및 전략적 파트너십 확대를 위한 새로운 영역을 모색할 수 있게 된다.
 - 이번 계약에는 Mito의 E-Go, Ligra, Omega, Delta 제품군이 포함되며, 이 제품군은 열경화성, 열가소성, 복합재료, 코팅, 액체, 수지 및 나노소재 첨가제로 구성된다. 이 계약은 FGR의 소재 포트폴리오를 더욱 강화하여, Halocell Energy(호주 뉴사우스웨일스주)와의 파트너십을 통해 개발된 내구형 드론용 페로브스카이트 태양광 기술, 기계적 강도 강화 복합재료, 탄소섬유 기술, 그리고 첨단 전도성 및 전자기 호환성(EMC) 차폐 첨가제 시스템 등 잠재적인 방위 산업 응용 분야를 아우른다.
 - Mito의 제품은 이미 Parlor Skis, Folsom Custom Skis, St. Croix Rods 등 첨단소재 성능 향상을 추구하는 여러 미국 프리미엄 브랜드에서 사용되고 있다. 뿐만 아니라, Mito는 이미 8년간의 연구 개발 및 제품 개발을 통해 시장에 바로 적용 가능한 소재를 개발하여 기존 고객에게 판매해 왔다. 향후 연구 개발 및 제조 역량은 FGR의 기존 전문성을 활용하여 간접비를 최소화하는 동시에 북미 지역에서 위탁 생산을 추진할 계획이다.
 - "Mito 자산 인수는 First Graphene의 미국 시장 진출에 있어 획기적인 발걸음을 내딛는 계기가 될 것이며, 회사의 제품 포트폴리오를 그래핀 산화물 및 기능성 그래핀 기술 분야로 즉시 확장시켜 줄 것이다. 이 두 분야는 첨단소재 시장에서 빠

르게 성장하고 있는 분야이다."라고 FGR의 마이클 벨 사장 겸 CEO는 말했다. "기존의 퓨어그래프(PureGRAPH) 기술과 결합함으로써, 이번 인수는 광범위하고 선진적인 글로벌 그래핀 제품 포트폴리오를 구축하는 데 기여할 것이다."

- 이번 계약에 따라 인수 대가는 현금과 주식으로 지급될 예정이며, 특히 24개월 동안 엄격한 Mito 제품 판매 목표를 달성할 경우 FGR 주식을 두 차례에 걸쳐 배정하는 방식으로 지급될 것이다.



그림 11. 출처 | 게티이미지

□ 독일 Fraunhofer ISE, 자체적인 지속가능한 연료 생산 잠재력 보유 (26.06.08.)

※ [Chemie] DME 기반 전자 연료는 메탄올보다 저렴해질 수 있다. / News

- <https://www.chemie.de/news/1188887/baden-wuerttemberg-hat-potenzial-fuer-eigene-nachhaltige-kraftstoffherstellung.html>
- <https://www.chemie.de/news/1188720/eu-vorschriften-koennten-fossilfreie-flugtreibstoffe-unnoetig-teuer-und-energieintensiv-machen.html>
- #독일 #전자연료 #지속가능한연료 #연료 #프로젝트

- 독일 바덴뷔르템베르크주는 어떻게 운송 부문의 온실가스 배출량을 줄이고 자체적으로 지속 가능한 연료를 생산할 수 있을까?
- Fraunhofer 태양에너지시스템연구소(Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, 독일 바덴뷔르템베르크주)가 주도한 "주정부를 위한 E-연료(E-Fuels for the State)" 프로젝트는 바덴뷔르템베르크주에서 최대 부가가치를 창출하는 E-연료 생산, 견고한 비즈니스 모델 구축, 그리고 신속한 시장 확대를 연구했다. 이 프로젝트에 따르면, 효율적인 새로운 INDIGO 공정을 통해 디메틸 에테르 (DME)를 생산하면 지속 가능한 연료의 생산 비용을 절감할 수 있는 잠재력이 있다. 이 프로젝트는 바덴뷔르템베르크주 교통부의 지원을 받았다.
- 본 프로젝트 컨소시엄은 지속 가능한 연료의 전체 가치 사슬을 조사했다. 여기에는 공기 중에서 포집한 수소와 CO₂(직접 공기 포집, DAC)를 이용한 생산부터 중간 생성물인 메탄올과 디메틸 에테르, 그리고 디젤 및 가솔린 분획, 즉 지속 가능한 항공 연료(SAF)에 이르기까지 모든 과정이 포함된다. 디메틸 에테르는 중간 생성물로서 핵심적인 역할을 한다. 이 가스는 무독성이며 에너지 밀도가 높고, 에너지 운반체로서의 연료 생산 및 화학 산업용 제품 생산에 큰 잠재력을 가지고 있다.
- 본 프로젝트는 가능한 한 많은 기후대와 환경 조건을 포괄하기 위해 2030년부터 2040년까지 핀란드, 스페인, 브라질 등 디메틸 에테르 수출국을 대상으로 네 가지 시나리오(단기, 혁신, 기준, 장기 시나리오)를 고려했다.
- 바덴뷔르템베르크에서 개발된 네 가지 기술, 즉 직접 공기 포집(DAC), 수소 또는 합성가스 생산(카를스루에 공과대학 KIT의 bioliq® 공정), DME 생산(Fraunhofer ISE의 INDIGO 공정), 그리고 지속가능 연료(SAF) 및 기타 연료 분획 생산 기술을 평가했다. 이후, 재생 가능한 전력과 지속 가능한 자원 또는 대기에서 얻은 탄소를 사용하여 해외에서 DME를 생산하는 것부터 바덴뷔르템베르크에서 이를 연료로 전환하는 전체 가치 사슬을 기술경제적 관점에서 평가했다. 메탄올을 현재 기술

수준을 대표하는 벤치마크로 사용했다.

공정 개발: 바덴뷔르템베르크에서 제작

- 본 프로젝트는 가치 사슬 분석 외에도 특정 제조 공정 개발에 중점을 두었다. Purem GmbH(독일 에슬링겐암네카어)와 Fraunhofer ISE는 고체 흡착제를 기반으로 하는 직접 공기 포집(DAC) 공정을 연구했다. 새롭게 개발된 DAC 시험 장비는 산업 현장과 유사한 공기 흐름으로 주기적으로 가동되었으며, 에너지 효율 개선 가능성을 확인했다. Fraunhofer ISE의 지속가능 합성 제품 부서 책임자인 Robert Szolak은 "개발된 스케일업 개념을 통해 자동차 산업의 자동화된 제조 환경에서 DAC 모듈을 비용 효율적으로 생산할 수 있다. 투자 결정을 위해서는 파일럿 규모의 추가 실험 연구가 필요하다."라고 설명했다.
- 연구진은 공정 시뮬레이션을 통해 두 가지 DME 합성 방법(Fraunhofer ISE의 INDIGO 공정, 기존 방식)과 메탄올 합성법을 기술경제적 지표 측면에서 비교 분석했다. 그 결과, INDIGO 공정은 운영비와 총비용이 기존 방식보다 훨씬 낮은 것으로 나타났다. 프로젝트 파트너인 Mineraloelraffinerie Oberrhein(MiRO, 독일 바덴뷔르템베르크주)은 이 결과를 바탕으로 자사 정유공장에 INDIGO 공정을 라이선스 형태로 도입하여 "바덴뷔르템베르크에서 생산"되는 이 공정의 유리한 생산 비용을 활용할 수 있는 가능성을 열었다.
- 카를스루에 공과대학교(KIT Karlsruher Institut für Technologie, 독일 바덴뷔르템베르크주)는 자체 연구실에서 DME로부터 올레핀과 연료를 합성하는 개별 공정을 기술적으로 의미 있는 규모로 연속 운전하면서 최초로 모사했다. 메탄올 기반의 기존 공정과 비교했을 때, 에너지 효율은 최대 90%까지 향상되었고, CO₂ 배출량은 그에 따라 감소했다. 선별된 올리고머화 생성물을 처리하여 가솔린 및 디젤 분획뿐만 아니라 SAF(고효율 연료)도 생산할 수 있었으며, 이는 DME 기반 연료 합성의 유망한 잠재력을 보여준다.
- 기술경제성 분석에서 연구팀은 네 가지 시나리오에 대해 합성 방식으로 생산된 DME의 연료 생산 비용을 산출했다. 혁신 시나리오(바덴뷔르템베르크산 기술 사용)의 비용은 기존 시나리오(메탄올 사용)보다 일관되게 낮았다. 이는 DME 기반 연료 생산의 효율성 향상과 효율적인 INDIGO 합성 기술 덕분에 투자 및 운영 비용이 절감되었기 때문이다.
- "우리 연구 결과에 따르면 DME 기반의 지속 가능한 연료로의 전환은 상당한 비용 절감 잠재력을 가지고 있다. 산업 기반이 탄탄하고 기계 및 플랜트 엔지니어링 분야가 강한 바덴뷔르템베르크주는 e-연료 시장 확대를 위한 이상적인 조건을 갖추고 있다. 이러한 잠재력을 실현하기 위해서는 적극적인 기업 활동과 지원적 산업 및 기술 정책이 필요하다."라고 지속 가능한 합성 제품 부서 책임자인 아힘 샤프트 박사는 설명한다.



그림 12. Fraunhofer ISE의 직접 공기 포집 시험 장치. 출처 | Fraunhofer 연구소

□ 독일 MPI-SusMat, 더 빠르고 에너지 효율적인 생산: 촉매를 통해 수소 기반 철강 생산 속도 향상(26.06.10.)

※ [Chemie]니켈 산화물을 첨가하여 합금 생산 속도를 두 배로 높였다. / News

- <https://www.chemie.de/news/1188886/schneller-und-energieeffizienter-katalysatoren-beschleunigen-wasserstoffbasierte-stahlproduktion.html>
- <https://www.chemie.de/news/1172295/neue-technologie-wird-eine-effizientere-herstellung-wichtiger-metalle-ermoeglichen.html>
- #독일 #금속산화물 #철광석 #합금 #촉매

- 철강 및 금속 생산은 전 세계 이산화탄소 배출량 의 약 10%를 차지하는 주요 온실가스 배출원 중 하나이다. 동시에 현대 기술은 모빌리티, 에너지, 인프라, 보안 및 의료 분야 등에서 맞춤형 철강 및 금속 에 의존하고 있다. 수소 기반 금속 생산은 이산화탄소 배출이 없는 유망한 대안을 제시한다.
- 더욱이, 환원, 합금 및 미세구조 설계를 단일 공정 단계에서 결합할 수 있다. 그러나 광범위한 산업 적용으로 나아가기 위해서는 여전히 몇 가지 과제에 직면해 있다. 그중 하나는 800°C 미만의 온도에서 금속 광석의 환원 속도가 비교적 느리다는 점이다.
- 막스 플랑크 지속가능재료연구소(MPI-SusMat, 독일 베를린) 연구팀이 획기적인 연구 성과를 거두었다. 연구진은 특정 금속 산화물이 철광석을 수소로 환원하여 철을 얻고 합금을 생산하는 속도를 두 배로 높이는 동시에 에너지 소비량도 줄일 수 있다는 사실을 발견했다. 이 연구 결과는 학술지 네이처 신세스(Nature Synthesis)에 발표되었다.

니켈 산화물: 고품질 및 고성능 강철 생산을 위한 가장 유망한 촉매

- 일반적인 합금 생산은 보통 세 단계로 이루어진다. 첫째, 광석을 금속으로 환원하고, 둘째, 이 금속들을 혼합하여 합금을 만들고, 셋째, 열기계적 처리를 통해 원하는 물성을 얻는다. 이 모든 단계는 에너지 집약적이며, 탄소를 에너지 운반체와 환원제로 사용한다. 이로 인해 상당한 양의 CO₂가 배출 되고 에너지 소비가 증가한다.
- 막스 플랑크 지속가능재료연구소 연구팀은 이전에 탄소 대신 물을 사용하여 이 3 단계 공정을 단일 단계 반응기로 통합할 수 있음을 입증했다. 이 방법은 이산화탄소 배출 없이 훨씬 낮은 온도에서 수행되므로 에너지 소비량도 줄어든다.
- 막스 플랑크 지속가능재료연구소의 박사후 연구원이자 이번 논문의 제1저자인 신렌첸 박사는 수소 기반 압축 환원법이 이산화탄소를 배출하지 않을 뿐만 아니라 반응 시간도 크게 단축시킨다는 사실을 입증했다. 산화철의 수소 기반 환원 반응

초기에 산화니켈을 첨가하면 다공성 니켈이 먼저 형성된다. 이 니켈은 산화철 환원 반응의 촉매 역할을 한다.

- 첸 교수는 "전기 아크로에 니켈 산화물을 첨가하면 산화철의 환원 속도가 두 배로 빨라진다. 니켈 산화물은 매우 빠르게 다공성 니켈로 환원되어 산화철과 결합하여 계면을 형성한다. 수소 분자가 이 계면과 충돌하면 니켈에 의해 반응성이 높은 수소 원자로 분해된다. 이 수소 원자는 인접한 산화철 계면과 결합하여 철로의 환원을 가속화한다. 니켈 산화물을 첨가하면 일반적인 수소 기반 환원보다 훨씬 낮은 300°C에서 산화철 환원이 시작된다."라고 설명한다.
- 이러한 가속 환원 공정의 결과로 얻어지는 철-니켈 합금은 스테인리스강(예: 304 및 316)이나 자동차 공학, 에너지 기술 또는 의료 분야에 사용되는 고성능강의 원료로 이상적이다.

다른 산화물도 촉매로 적합할까?

- "원칙적으로 니켈과 유사한 성질을 가진 다른 금속 산화물, 예를 들어 코발트도 환원 반응을 촉진할 수 있을 것으로 예상된다. 티타늄 산화물 또한 수소와의 표면 반응을 촉진할 수 있지만, 환원시키기는 더 어렵다. 니켈을 발견했으니, 다음 단계는 잠재적인 촉매를 체계적으로 규명하는 것이다."라고 막스 플랑크 지속가능재료연구소 소장이자 이번 논문의 교신저자인 디어크 라베 교수는 설명한다.
- 전반적으로, 이러한 결과는 환원과 합금화가 동시에 일어날 수 있음을 보여준다. 금속 산화물에 의해 촉진되는 이러한 공정의 결합은 철-니켈 기반 합금 생산 시 환원 온도를 낮추고 공정 시간을 단축하며 에너지 소비를 줄일 수 있게 한다. 이 특정 시스템을 넘어, 이러한 결과는 더욱 에너지 효율적이고 신속한 야금 공정의 가능성을 열어준다.
- 막스 플랑크 지속가능재료연구소에서는 실험적 및 이론적 접근 방식을 결합하여 다양한 관점에서 금속 및 합금의 지속가능한 생산을 연구한다. 직접 환원 반응은 온도, 환원제 및 금속 시스템의 선택, 촉매 효과 등 다양한 요소의 복잡한 상호작용에 의해 결정된다. 이러한 복합적인 메커니즘에 대한 심층적인 이해는 차세대 지속가능하고 비용 효율적인 환원 기술 개발을 촉진하는 데 매우 중요하다.

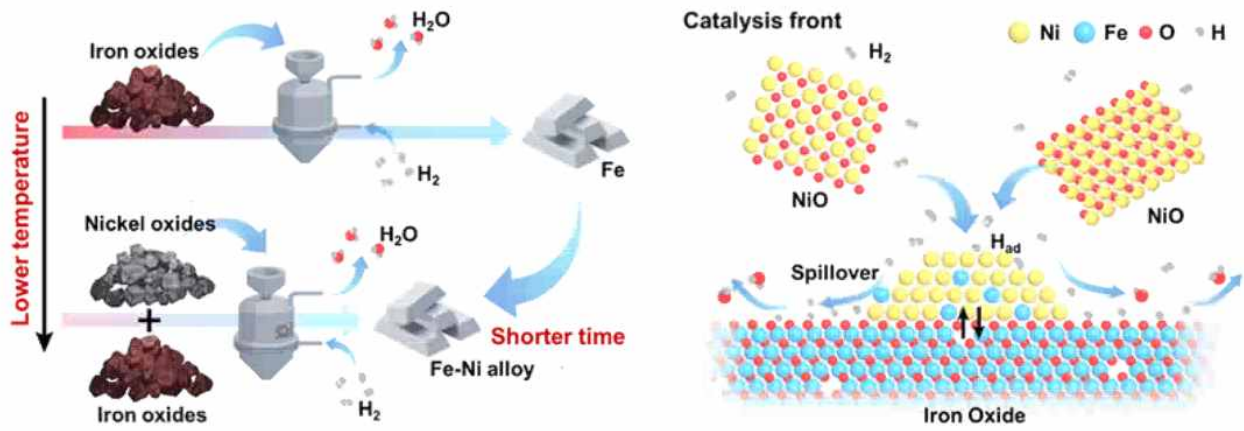


그림 13. 니켈 산화물은 철 산화물과 결합하여 계면을 형성함으로써 철 산화물의 수소 기반 환원 및 합금 생산 속도를 두 배까지 높일 수 있다. 출처 | Nature Synthesis

□ 미국 AIC International, 멕시코 유카탄 지사 개설로 멕시코 복합재 제조업체 지원 강화(26.06.11.)

※ [Composites World] AIC는 소규모 제조업체와 기업가부터 OEM에 이르기까지 모든 기업이 첨단 복합재 제조 분야에서 성장하고 연결될 수 있도록 지원하기 위해 노력한다. / News

- <https://www.compositesworld.com/news/aic-international-opens-yucatan-location-to-support-composites-manufacturers-in-mexico>
 - <https://www.compositesworld.com/suppliers/aic-international>
 - #미국 #제조생산 #탄소섬유 #복합재료 #첨단복합재 #프로세스 #시장확장
 - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장
-
- AIC International(미국 캘리포니아주 코로나)은 멕시코 유카탄주 메리다로 사업을 확장한다고 발표했다. AIC International의 알폰소 쿠엘라르 사장은 “이번 확장은 단순한 사업장 개설 이상의 의미를 지닌다.”라며, “캐나다, 미국, 멕시코, 그리고 중남미를 포함한 미주 지역 기업들에게 첨단 복합재 제조 기술을 더욱 가까이에서 제공할 것이라는 약속이다.”라고 밝혔다.
 - AIC International은 10년 이상 멕시코에서 소규모 제조업체와 기업가부터 OEM, 제조업체 및 엔지니어링 팀에 이르기까지 다양한 고객을 지원해 왔다. 이제 산업이 지속적으로 발전함에 따라, AIC International은 기업들이 전통적인 복합재 제조 방식과 차세대 첨단 제조 기술 간의 격차를 해소할 수 있도록 지원해야 할 필요성이 점점 더 커지고 있다고 판단하고 있다.
 - 이것이 바로 AIC International이 유카탄으로 사업을 확장하면서 다음과 같은 사항에 중점을 두는 이유이다.
 - 첨단 복합소재
 - 탄소섬유 및 특수 보강재
 - 경량 RTM 및 진공 주입 기술
 - 대형 적층 제조(LFAM)
 - 툴링 및 생산 솔루션
 - 기술 지원, 교육 및 프로세스 개발.
 - 쿠엘라르는 “AIC 인터내셔널의 사명은 간단하다. 기업의 성장을 돕는 것이다.”라고 말한다. “매일 유리섬유 부품을 제조하든, 탄소섬유를 처음 접하든, 경량 RTM으로 생산성을 향상시키려 하든, 금형 및 최종 부품용 LFAM 기술을 평가하든, 우리는 그 여정에 함께하고 싶다.”
 - AIC는 CEAD, Airtech, MVP, Textile Products/Kordsa, AkzoNobel 및 기타 글로벌

기술 제공업체와의 전략적 파트너십을 통해 멕시코와 라틴 아메리카를 복합재 제조의 미래를 형성하는 기술과 연결하기 위해 노력하고 있다.



그림 14. 출처 | AIC International

□ 프랑스 NAWAH, 오하이오에 미국 최초 VACNT 제조 시설 개설 (26.06.11.)

※ [Composites World] 프랑스의 첨단 기술 기업이 설립한 38,000평방피트 규모의 공장에서는 스포츠 장비, 항공 및 우주 분야의 복합재 응용을 위한 수직 정렬 탄소 나노 튜브 인터리빙 필름을 생산할 예정이다. / News

- <https://www.compositesworld.com/news/nawah-opens-first-us-vacnt-manufacturing-facility-in-ohio>
 - <https://nawah.us/>
 - #프랑스 #나노소재 #복합재료
 - 저자 : 그레이스 스티븐스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장 및 한나 메이슨, CompositesWorld 기술 편집자
-
- 복합재 산업용 수직 정렬 탄소 나노튜브(VACNT) 소재 제조업체인 NAWAH(프랑스 루세)가 오하이오주 잉글우드에 북미 최초 생산 시설을 개설했다. 1천만 달러가 투자된 3만 8천 평방미터 규모의 이 공장은 2026년 여름에 연간 40만 평방미터 규모의 본격적인 상업 생산에 들어갈 예정이다.
 - 이 회사의 주력 제품인 NAWAH-Stitch Film은 VACNT가 완전히 함침된 고분자 필름 롤 형태로 제공된다. 이 필름은 보관이 용이하며 일반적인 적층 공정에서 에폭시 기반 프리프레그에 직접 적용할 수 있다.
 - VACNT는 복합재 적층 구조 내의 특정 위치에 배치하여 박리 저항성을 향상시키거나, 에너지 흡수율을 높이거나, 열 또는 전기 전도성을 높이거나, 피로 성능을 향상시키는 등 복합재에 다기능성을 제공할 수 있다.
 - 특허받은 산업 규모 기술은 프랑스 대체에너지원자력위원회(CEA)와 MIT에서 수행된 연구, 그리고 UDRI와 NAWAH의 프랑스 연구소에서 진행된 추가 연구를 통해 탄생했다. NAWAH는 이전에는 NAWA Technologies로 알려졌으며, 2020년에 N12 Technologies의 VACNT 자산을 인수했다. NAWAH는 JobsOhio, 데이턴 개발 연합, 그리고 데이턴 대학교 연구소(UDRI)와 협력하여 잉글우드 부지를 개발했다.
 - 데이턴의 라이트-패터슨 공군 기지와 1차 항공우주 부품 공급업체 네트워크 인근에 위치한 이 시설은 항공우주, 방위, 스포츠 장비, 모빌리티/자동차 등 다양한 산업 분야의 고객에게 서비스를 제공하기 위해 선정되었다. 회사의 첫 번째 상용화 목표는 고급 스포츠 장비이며, 시설에서는 NAWA-Stitch 필름을 사용하여 제조한 골프채, 하키 스틱, 야구 방망이, 하키 부츠 등 여러 제품의 샘플을 전시하고 있다. 이와 동시에 NAWAH는 유럽과 북미의 항공우주 제조업체들과 인증 프로그램을 진행하고 있다.

- 6월 10일 취임식에서 케빈 레츠 미국 사업부장은 “오하이오주 데이턴에 위치한 NAWAH의 미국 본사에서 VACNT 기술을 산업화하고 있다. 이는 복합재 산업에 혁신적인 변화를 가져올 것이며, 그동안의 모든 협력 없이는 불가능했을 것이다.” 라고 강조했다.
- 알랭 기노 CEO는 “VACNT는 특히 가장 까다로운 응용 분야에서 놀라운 이점을 제공하며, 이는 단지 우리의 주장이 아니라 MIT와 UDRI 같은 기관의 검증을 거쳤다. 다른 회사들도 소규모로 VACNT를 생산해 왔다.
- 그렇다면 왜 이 소재가 지금까지 산업 규모로 발전하지 못했을까? 업계는 세 가지 장애물에 직면해 있었는데, 우리는 이를 극복했다. 첫째, 5세대 기술을 통해 대량 생산이 가능해졌다. 둘째, 당사의 필름 제품은 나노 소재의 안전성 제약과 프리프레그 운송 문제를 해결한다. 마지막으로, 아직 완전히 극복하지는 못했지만, 파트너십과 고객을 통해 업계의 신뢰를 얻는 것이 중요하다. 바로 이 부분을 새로운 생산 시설에서 지속적으로 추진하고 있다.”라고 설명했다.
- NAWAH는 현재까지 잉글우드 사업장에 11명의 직원을 채용했으며, 2026년 말까지 20명, 2029년까지 50명으로 확대할 계획이다. 또한 2028년까지 운영 수익성을 달성하고 2030년까지 3천만 달러의 매출을 올리는 것을 목표로 하고 있다.
- NAWAH는 프랑스 산업 그룹인 ETSEM(프랑스)의 자회사이다.



그림 15. 2026년 여름부터 잉글우드 공장은 첫 번째 생산 라인에서 연간 최대 40만 제곱미터의 NAWAH-Stitch 필름을 생산할 수 있게 되며, 향후 확장을 위한 충분한 공간을 확보하고 있다. 출처 | NAWAH



그림 16. NAWAH 지도자들과 파트너들, 그리고 오하이오 주와 잉글우드 시의 대표자들이 2026년 6월 10일 오하이오주 잉글우드에 위치한 새로운 부지의 개관식에서 리본 커팅을 했다. 출처 | CW

□ 프랑스 Nova Carbon과 nlcomp, 복합소재 기술로 환경 친화적인 해양 경주에 대한 야망 선도(26.06.12.)

※ [Composites World] 재활용 탄소섬유부터 레이스용 IMOCA 시트까지, Nova Carbon과 nlcomp는 이러한 유형의 협업이 실제로 어떤 모습인지 보여주고 있다. / News

- <https://www.compositesworld.com/news/nawah-opens-first-us-vacnt-manufacturing-facility-in-ohio>
 - #프랑스 #해양선박 #탄소섬유 #복합재료 #재활용 #지속가능성
 - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장
-
- Northern Light Composites(nlcomp, 이탈리아 몬팔코네)의 CTO 알레산드로 스타니와 CEO 파비오 비놀리니의 지원을 받아, Nova Carbon(프랑스 메리냐크)의 재활용 탄소섬유(rCF) 소재가 맞춤형 선장석에 성공적으로 통합되었다. 이는 까다로운 해양 환경에서 높은 산업 표준을 충족하는 실제 적용 사례를 보여준다.
 - Nova Carbon은 고품질 rCF를 생산하고, nlcomp는 DNV의 ISO 14021 인증을 받은 완전 재활용 가능한 열가소성 복합재 기술인 rComposite를 사용하여 구조 부품을 제조한다. 이 두 기술을 결합하면 완전 재활용 섬유와 완전 재활용 가능한 매트릭스를 갖춘 복합재를 얻을 수 있다.
 - 이번 협력에는 벤데 글로브 완주자이자 엔지니어인 스테판 르 디라이손이 합류했다. 그는 '타임 포 오션스(Time For Oceans)' 프로젝트를 통해 지속 가능한 해양 혁신을 추진하는 데 깊이 헌신하고 있다. 이 프로젝트는 환경에 미치는 영향을 최소화하는 범선 및 해양 경주용 보트 설계 및 제조 솔루션을 찾기 위해 시작되었다. 현재까지는 Nova Carbon과의 협력을 통해 재활용 탄소섬유(rCF)를 사용하는 방식을 비롯하여, 무금형 구조, 에너지 소비를 줄인 제조 공정, 바이오 기반 소재 사용 등을 검토하고 있다.
 - Nova Carbon은 이번 협력 과정을 담은 영상을 제작하여 파트너십의 역사와 이것이 복합소재의 미래를 어떻게 발전시키고 있는지 보여준다.

□ 오스트리아 Xarion, 건식 비접촉식 비파괴 검사 방법으로 자동 초음파 검사의 격차 해소('26.06.12.)

※ [Composites World] 재활용 탄소섬유부터 레이스용 IMOCA 시트까지, Nova Carbon 과 ncomp는 이러한 유형의 협업이 실제로 어떤 모습인지 보여주고 있다. / News

- <https://www.compositesworld.com/news/nawah-opens-first-us-vacnt-manufacturing-facility-in-ohio>
- <https://nawah.us/>
- #오스트리아 #항공우주 #방위방산 #비파괴검사 #CFRP
- 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장

○ 모든 항공기는 겉보기에는 완벽해 보이지만 내부에 박리, 접착 불량 또는 기공과 같은 결함이 숨어 있는 부품에 의존한다. 이러한 결함을 찾아내는 것이 비파괴 검사(NDT)의 역할이며, 수십 년 동안 이는 느리고 수동적인 초음파 검사를 의미했다. 오스트리아 비엔나에 위치한 Xarion 의 레이저 여기 음향(LEA) 기술은 항공우주, 자동차, 방위 산업 및 정비, 수리 및 정밀 검사(MRO) 분야에서 자동화된 초음파 검사를 더욱 실용화함으로써 이러한 상황을 변화시키고 있다.

○ Xarion의 LEA는 펄스 레이저를 이용한 초음파 발생과 자사의 광학 마이크로폰을 이용한 검출을 결합한 건식 비접촉 초음파 검사 방식이다. 기존 초음파 검사와 달리 프로브를 부품에 직접 누를 필요가 없으며, 초음파를 전달하기 위해 물이나 젤을 사용할 필요도 없다.

○ LEA는 물리적 접촉이나 물 연결 없이 작동하기 때문에 초음파 검사 자동화와 관련된 주요 실질적인 문제 두 가지를 해결한다. Xarion Laser Acoustics의 설립자이자 CEO인 발타자르 피셔 박사는 "제조업체 입장에서는 통합 비용과 운영 비용을 절감할 수 있을 뿐 아니라, 이전에는 다루기 매우 어려웠던 부품까지 검사할 수 있게 된다는 의미이다."라고 말한다.

○ LEA 기술은 유럽의 주요 항공우주 OEM 업체에서 헬리콥터 테일붐 검사에 산업적으로 사용되고 있다. 이 대형 탄소섬유 강화폴리머(CFRP) 구조물은 복잡한 형상과 동일 부품 내에 일체형 및 벌집형 구조가 혼합되어 있다. 이 응용 분야에서 결정적인 요소는 접근성이다. 핵심 검사 과제는 테일붐 내부 영역에 접근하는 것이다. 소형 광섬유 결합형 LEA 프로브는 로봇 랜스에 장착하여 구조물에 삽입할



그림 17. 헬리콥터 테일붐 자동 검사에 사용되는 산업용 LEA 기반 검사 시스템. 삽입 그림: 투과형 검사 헤드의 레이저 기반 초음파 발생 장치. 출처 | Xarion Laser Acoustics

수 있으므로, 좁은 내부 공간으로 인해 검사 공간이 부족한 부품 내부 깊숙한 곳까지 자동 검사가 가능하다. LEA의 비접촉식 작동 방식은 이러한 까다로운 항공우주 구조물에 대한 신뢰할 수 있는 자동 검사를 가능하게 한다.

- Xarion의 기술은 이미 항공우주, 자동차 및 기타 산업 분야의 다양한 산업 검사 애플리케이션에 활용되고 있다. LEA는 CFRP 및 GFRP를 포함한 복합 재료와 금속 부품 검사에 적합하며, 접합 조립품 및 샌드위치 구조와 같은 복잡한 구조에도 적용할 수 있다. 이러한 폭넓은 적용성 덕분에 제조업체는 단일 기술 플랫폼을 사용하여 다양한 검사 작업을 수행할 수 있다.
- LEA의 장점은 소형 프로브 크기와 향상된 접근성에만 국한되지 않는다. 많은 응용 분야에서 물 접촉이 필요 없다는 점은 매우 중요하다. 예를 들어 제트 엔진의 마모 방지 실크로 사용되는 개방형 알루미늄 허니콤 구조 검사가 있다. 이러한 부품에서는 물 접촉 검사가 한계에 도달하는데, 물 분사가 노출된 허니콤 가장자리에서 산란되어 판독 가능한 초음파 데이터를 얻을 수 없기 때문이다. LEA는 물 접촉 없이 작동하므로 이러한 한계를 극복하고 기존 초음파 검사 방법으로는 검사하기 어려운 구조를 검사할 수 있다.
- 많은 고객이 직면하는 또 다른 과제는 동일한 생산 환경 내에서 다양한 부품을 검사해야 한다는 점이다. 구조, 재질 및 형상이 다르면 특정 검사 설정이나 접근 방식이 필요한 경우가 많다.
- 피셔는 "우리는 다양한 벌집형 구조물과 일체형 구조물을 검사해야 하는 고객들과 협력하고 있으며, 때로는 하루에 여러 구조물을 검사해야 하는 경우도 있다."라고 말한다. "우리 기술이 설정 변경 없이 다양한 재질을 처리할 수 있다는 점은 고객들이 당연하게 여기는 부분이 아니다. 예전에는 부품마다 완전히 다른 검사 방식을 적용해야 했다."



그림 18. 이 소형 광섬유 결합 검사 헤드는 협소하고 접근하기 어려운 영역에서 자동화된 단면 검사를 가능하게 한다(크기 비교를 위해 손을 함께 표시). 눈에 안전한 레이저를 사용하여 접촉 없이, 결합 젤 없이, 항공기 날개와 같은 내부 재료 결함의 초음파 이미지를 생성한다. 출처 | Xarion Laser Acoustics

생산 라인을 넘어선 자동화

- 기존의 자동 검사 시스템은 대량 생산 및 안정적인 형상 검사에는 효율적이지만, 소량 생산이나 부품 종류가 자주 변경되는 경우에는 도입이 어렵다. 여기에 시스템이 부품으로 이동해야 하는 이동성까지 고려하면 대부분의 자동화 솔루션은 아예 배제된다. 바로 이러한 부분이 자동화 격차의 원인이다. 항공우주 및 방위 산업 분야의 검사 작업 중 상당 부분이 이러한 범주에 속하며, 따라서 지금까지 수작업으로 처리되어 왔다.

- Xarion의 LEAbot은 이러한 격차를 해소하기 위해 설계되었다. 협동 로봇(코봇)에 장착되는 LEA 센서는 조작이 간편한 소형의 유연한 검사 셀을 구성한다. 동체 외피 패널, 날개 앞전 또는 조종면 어셈블리 등 어떤 부품이든 직접 이동하여 몇 분 안에 스캔 준비를 완료할 수 있다. 접촉 매질이나 표면 처리, 고정된 기반 시설이 필요하지 않으며, 셀은 몇 분 안에 다양한 부품 유형에 맞게 재배치할 수 있다.
- Xarion Laser Acoustics의 CTO인 Josef Pörnbacher 박사는 “우리는 이 분야에서 큰 잠재력을 보고 있다.”라고 말한다. “소량 생산, 변화하는 부품 유형, 그리고 부품에 직접 검사를 수행해야 하는 필요성은 기존 자동화 방식으로는 효과를 보기 어려운 조건들이다.”
- 이러한 특징 덕분에 LEAbot은 소규모 생산 및 항공우주 및 방위 산업 전반의 MRO(유지보수, 수리 및 정비)에 매우 적합하다. 특히 MRO 분야에서는 항공기가 수명 주기 동안 정기적으로 검사되어야 하며, 종종 여러 기종이 혼합되어 있거나 형상이 변경된 수리된 부분을 검사해야 한다. 이러한 조건은 유연하고 이동성이 뛰어난 시스템의 강점과 잘 부합하다. LEAbot은 스캔 및 분석 프로세스를 자동화하여 수작업을 줄여준다. 자격을 갖춘 담당자는 더 이상 부품을 하나하나 수작업으로 검사할 필요 없이 시스템을 관리하고, 표시된 이상 징후를 검토하고, 최종 결정을 내린다. 검사 보고서, 스캔 데이터 및 결함 위치 정보는 자동으로 재현 가능하게 생성되므로 검사 추적성이 중요한 모든 곳에서 유용하다.

펄스 에코 LEA

- LEA는 여러 검사 모드로 작동할 수 있어 광범위한 응용 분야와 산업에서 다용도로 활용할 수 있다. 투과 모드는 부품의 양면에 동시에 접근해야 한다. 피치-캐치 모드는 한쪽 면에서만 작동하며 허니콤 코어와 스킨 사이의 접착력을 검사하는 데 적합하지만 깊이 정보는 제공하지 않는다. 펄스-에코 모드 역시 한쪽 면에서만 작동하며, 이 모드는 엔지니어에게 정확한 깊이를 알려주는 결정적인 차이를 만들어낸다. 항공우주 및 방위 산업 분야에서는 날개 스킨, 동체 패널, 조립 모듈 및 용접 부품과 같은 설치된 구조물을 외부 표면에서만 접근할 수 있기 때문에 이러한 한쪽 면 검사 기능이 매우 중요하다.
- Xarion은 펄스 에코 방식에서 얻을 수 있는 깊이 정보가 실제 사용에 있어 매우 유용하다고 말한다. 탄소섬유 구조물에서 이 정보는 수리 여부를 결정하는 데 직접적인 영향을 미친다. 표면 근처의 박리는 부분적인 패치로 해결할 수 있지만, 구조층의 결함은 더 큰 규모의 수리 또는 부품 교체가 필요할 수 있다. Pörnbacher

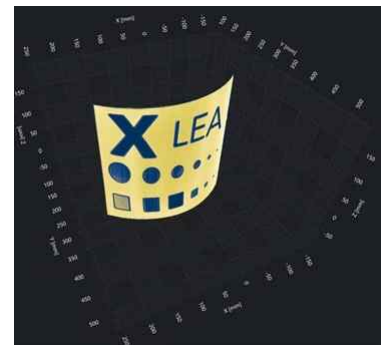


그림 19. LEAstudio 소프트웨어는 3D 환경에 맞춰 설계되었다. 3D C-스캔 이미지(곡선형 단일체 시편)를 통해 어떤 형상의 부품이든 결함을 손쉽게 식별할 수 있다.

는 "펄스 에코 방식을 사용하면 단 한 번의 스캔으로 부품의 전체 깊이 프로파일을 얻을 수 있다."라고 설명한다. "박리가 발생했다는 사실뿐만 아니라 정확히 어느 층에서 발생했는지까지 알 수 있다. 이는 엔지니어가 수리 결정을 내리는 데 필요한 정보이며, 기존의 단방향 공기 결합 시스템으로는 제공할 수 없었던 정보이다. 기존 시스템은 공기를 통해 되돌아오는 신호가 매우 약하고 변환기 링다운 효과에 가려져 어려움을 겪었지만, 당사의 광학 마이크로폰은 이를 안정적으로 감지할 수 있을 만큼 충분히 민감하다."

- LEAbot에 장착된 펄스 에코 프로브는 전체 구조를 캡처하고, Xarion의 자체 LEAstudio 소프트웨어는 이 데이터를 명확한 시각적 결과로 변환한다. 접착 불량 및 박리가 재료 내에서 정확히 어디에, 얼마나 깊이 위치하는지까지 한눈에 확인할 수 있다.

□ 독일 DESY, 실시간으로 관찰된 백금 산화로 수소 생산 전해조 수명 연장(26.06.12.)

※ [Chemie] 백금 산화에 대한 새로운 통찰력 덕분에 수소 기술의 비용이 절감될 수 있을 것으로 보인다. / News

- <https://www.chemie.de/news/1188914/platin-oxidation-in-echtzeit-beobachtet-schlusssel-zu-langlebigeren-elektrolyseuren.html>
 - <https://www.chemie.de/news/1185561/starkes-umsatz-und-ebit-wachstum-von-thyssenkrupp-nucera-im-ersten-quartal-des-neuen-geschaeftsjahres.html>
 - #독일 #연료전지 #에너지전환 #수소 #백금 #전기분해 #전해조
- 전해조는 수소를 생산하고. 연료전지는 수소를 이용해 전기를 생산한다. 이 두 장치는 재생에너지의 저장, 운송, 생산에 대한 확실한 해결책을 제공하기 때문에 에너지 전환의 핵심 기술로 여겨진다. 그러나 이러한 기술에 흔히 사용되는 백금 촉매는 고온 환경에서 시간이 지남에 따라 효율이 떨어진다. 즉, 너무 빨리 마모되어 모든 수소 기술의 비용을 증가시키는 요인이 된다.
 - 독일 국립기초과학연구소(DESY, Deutsches Elektronen-Synchrotron, 독일 함부르크 및 초이텐)가 주도하는 연구팀이 수용액 전해질과 접촉한 백금 표면에 전압이 가해질 때 산화막이 형성되는 과정을 실시간으로 관찰하는 데 성공했다. 이번 연구 결과는 더욱 내구성이 뛰어난 수소 기술 개발에 도움이 될 수 있으며, "네이처 커뮤니케이션즈(Nature Communications)" 저널에 게재되었다.
 - 백금은 전해조와 연료 전지에 사용되는 가장 중요한 소재 중 하나이다. 이 귀금속은 수소 생산 또는 이용에 필요한 화학 반응 속도를 높여준다. 그러나 고전압 환경에서는 백금 표면이 변형되어 시간이 지남에 따라 촉매 활성을 잃게 된다.
 - 연구팀은 DESY의 PETRA III X선 발생 장치에서 고해상도 X선 분석법을 사용하여 원자 수준에서 이러한 변화를 조사했다. 측정 결과, 전압에 따라 백금 표면에 얇은 산화막이 점진적으로 형성되어 물질의 내부 구조가 변화하는 것으로 나타났다.
 - "여기서는 안정성과 활성 사이의 균형이 이루어지고 있다."라고 DESY의 선임 과학자이자 함부르크 대학교 교수인 안드레아스 슈티얼레는 말한다. "산화는 백금 표면의 추가적인 물질 손실을 부분적으로 막아주지만, 동시에 촉매의 효율을 떨어뜨린다. 이러한 과정을 더 잘 이해하는 것은 전해조와 연료 전지에 더욱 내구성이 뛰어난 소재를 개발하는 데 매우 중요하다."
 - 연구진은 또한 산화 반응이 원자층 단위로 진행되어 높은 응력 하에서 불규칙한 백금 산화물 층을 형성한다는 사실을 관찰했다. 이번 실험에서 연구진은 최초로

세 가지 상호 보완적인 X선 분석법을 결합하여 실제 반응 조건 하에서 백금 표면의 원자 구조, 산화물 층의 두께, 그리고 화학적 조성을 동시에 조사했다.

- "결정적인 진전은 최첨단 싱크로트론 방사선과 기존의 기초 전기화학 방법을 결합한 것이었다."라고 DESY의 X선및나노과학센터(CXNS)에서 연구를 수행한 제1 저자 레온 야콥세는 말한다. "이를 통해 반응이 실제로 진행되는 동안 원자 수준에서의 변화를 추적할 수 있었다."
- 안드레아스 스티얼리 팀의 베드란 본크는 다음과 같이 덧붙였다. "새로운 방법 조합을 통해 실제 작동 조건과 거의 동일한 환경에서 촉매의 구조적 변화를 실시간으로 추적할 수 있다. 이를 통해 재료의 성능과 노화를 직접적으로 연관시킬 수 있다."
- 중요한 단계는 백금 원자 수준에서 일어나는 미세한 과정을 완벽하게 이해하는 사람만이 새로운 아이디어로 노화 과정을 막을 수 있다는 것이다. 베드란 본크는 "이는 다양한 배터리 기술과 같이 노화 문제가 유사한 다른 전기화학적 공정에도 새로운 가능성을 열어준다."라고 덧붙였다.
- 향후 연구에서 연구진은 촉매 물질이 작동 조건에 따라 어떻게 변화하는지, 그리고 백금 나노입자와 같이 실제 응용 분야에 사용되는 물질과 어떻게 유사해지는지를 조사할 계획이다. 장기적으로 이러한 연구 결과는 전기분해 장치에 사용되는 보다 자원 효율적이고 비용 효율적인 소재 개발에 도움이 될 것이다. 이는 더욱 효율적이고 경제적인 수소 기술 개발을 가능하게 할 것이다.
- 이번 연구에는 독일 전자 싱크로트론 DESY의 X선및나노과학센터(CXNS), 함부르크 대학교, 프리드리히 알렉산더 에를랑겐-뉘른베르크 대학교, 유스투스 리비히 기센 대학교의 연구진이 참여했다.

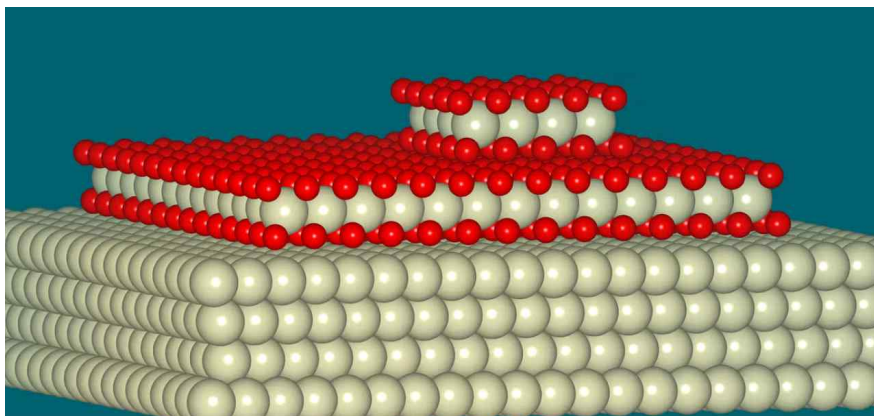


그림 20. 백금의 노화 과정: 이미지는 얇은 백금 산화물 층(붉은색 산소 원자)이 있는 산화된 Pt(111) 표면을 보여준다. 이러한 변화는 전해조 및 연료 전지의 촉매 성능에 영향을 미친다. 출처 | DESY, Vedran Vonk