



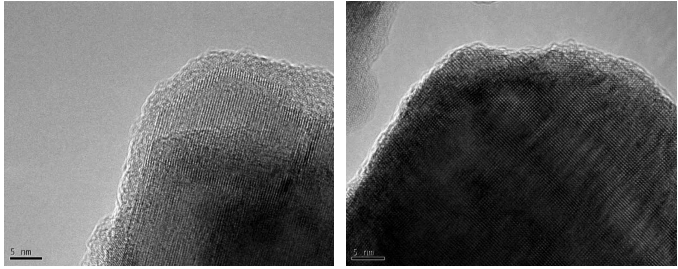
분말 입자를 코팅할 수 있는 증착장치 및 분말 입자의 코팅 방법

<p>[발명의 명칭] 분말 입자를 코팅할 수 있는 증착장치 및 분말 입자의 코팅 방법</p>	<p>[대표연구자] 김도형 교수 (화학공학부)</p>	<p>[기술완성도(TRL)] 5단계 [사업화 소요기간] -</p>	<p>[희망 거래 유형]</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 기술이전 □ 조인트 벤처 ■ 정부과제 수주(산학협력)
--	--	--	--

CEO Report 기술소개서

기술개요

- 전남대학교는 원자층 화학증착(ALD)을 통해 분말 또는 미립자(powder)의 표면에 균일한 박막을 코팅하는 장치 및 방법 관련 패밀리 특허(4건, 3건 출원 예정)를 보유
- 본 기술은 분말 또는 미립자(powder)의 표면에 균일한 박막을 형성하는 반응물을 펄스(pulse)와 같은 시분할 유입하여, 화학증착 방식을 통해 **미립자 표면에 두께가 균일하게 제어된 박막 혹은 코팅층을 형성할 수 있는 장치와 방법**에 관한 것
- 본 기술의 증착 반응기는 반응물 전구체가 유입되어 ALD 또는 CVD 공정이 이루어지는 **내부 반응기**와, 분체의 유실을 방지하기 위한 **외부 반응기**로 구성
- 내부 반응기에서는 **반응물 전구체와 퍼징가스가 펄스 유입되는 힘과 압력에 의하여 분말 입자들의 분산이 효과적으로 이루어짐으로써 균일한 코팅을 형성**



[WO_x미분체(100~200 nm) 위에 성막된TiO₂의TEM Image]

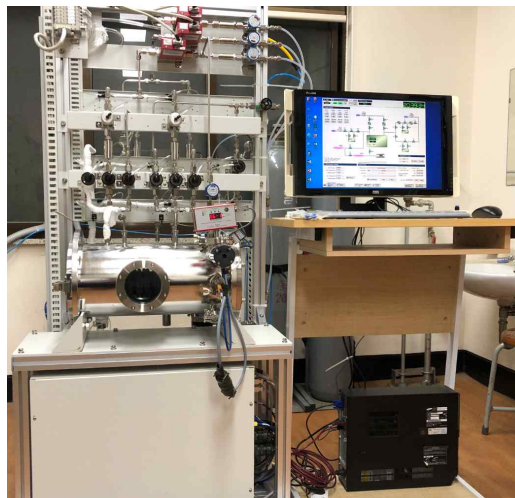
지식재산권

- 국내 2건, PCT국제출원 2건(미국 1건, 유럽 1건, 중국 1건 출원 예정)

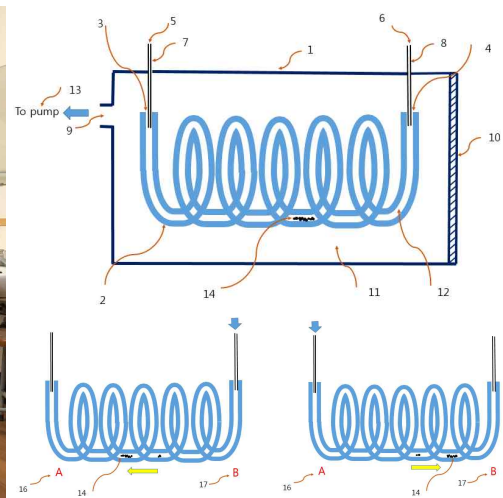
국가	출원번호 (출원일)	발명의 명칭	등록번호 (등록일)
한국	10-2018-0038474 (2018-04-03)	분말 입자를 코팅할 수 있는 증착장치 및 분말 입자의 코팅방법	10-2086574 (2020-03-03)
미국	출원준비 중	분말 입자를 코팅할 수 있는 증착장치 및 분말 입자의 코팅방법	-
유럽	출원준비 중	분말 입자를 코팅할 수 있는 증착장치 및 분말 입자의 코팅방법	-
중국	출원준비 중	분말 입자를 코팅할 수 있는 증착장치 및 분말 입자의 코팅방법	-
PCT	PCT/KR2018/005254 (2018-05-08)	분말 입자를 코팅할 수 있는 증착장치 및 분말 입자의 코팅방법	-
한국	10-2020-0097069 (2022-08-03)	분말 입자 코팅을 위한 증착 장치 및 이를 이용하여 분말 입자 표면을 균일하게 코팅하는 방법	-
PCT	PCT/KR2020/011081 (2020-08-20)	분말 입자 코팅을 위한 증착 장치 및 이를 이용하여 분말 입자 표면을 균일하게 코팅하는 방법	-

기술의 우수성
및 도입 효과

- **반응물의 분말의 응집(agglomeration)을 억제하고 분산을 극대화 함으로써, 각 분말입자에 균일한 증착 코팅을 형성**
 - 본 기술은 분말입자의 분산을 위한 종래의 방법인 초음파, 자기장 또는 기계적 진동의 도입없이, **반응물 또는 퍼징 가스의 펄스 도입 충격을 이용하여** 분말의 입자를 극대화 함으로써 **장치의 구조가 단순**
 - ALD 또는 디지털 CVD 공정이 이루어지는 내부 반응기에서는 전구체의 반응기 유입과 퍼징가스의 반응기 유입시 발생하는 힘 또는 압력으로 **효과적인 입자 분산이 진행**
- **저압공정의 경우 진공펌프로의 반응물 분말이 유실되는 것을, 상업 공정의 경우 반응기 외부로 반응물 분말이 유실되는 것을 방지**
 - 외부 반응기를 통하여 퍼징이 이루어지므로 **필터나 충전재 없이 코팅이 입혀지는 분체들의 손실을 방지할 수 있어 장비의 운영이 안정적인**
 - 또한, 분체의 분산효과를 극대화 하기 위하여 제안된 이중 반응기 (double wall reactor) 형태에 다양한 **부가적인 물리적인 힘을 추가하는 것도 가능**



[분말입자 코팅장치 시제품]



[분말입자 이중 반응기의 모식도]

주요 적용분야

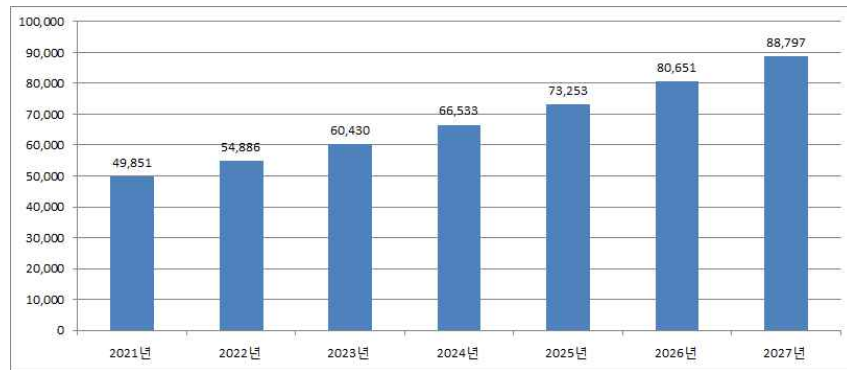
- 촉매, 센서, 반도체, 태양전지, 에너지 저장 및 변환소재, 디스플레이
- 제약, 화장품, 분말/파우더 코팅 응용 제품 등

시장 동향

- **국내 시장 동향**
 - 현재 양산화되어 사용하고 있는 ALD 장치 및 공정 기술은 평판위에 박막을 합성하는 기술로, 평판이 아닌 **분체에 ALD를 적용하는 기술은** 다양한 형태의 실험실용 장비가 제안되고 있는 **초보적인 단계임**
 - 2020년 현재 **이차전지, 연료전지 및 태양전지** 등 에너지 소자와 **촉매 변환기** 등 환경 소자에서 응용하는 연구가 진행되고 있으며, 분체 ALD 원리를 실제 구현할 새로운 방식에 대한 필요성이 크게 대두되어 있음
 - 국내 나노코팅 공정장비 시장 규모의 정확한 예측은 어려운 바, 국내 나노융합 합성 장비 시장을 중심으로 살펴보면, 국내 시장은 2021년 49,851억원이며, **연평균 성장률 10.10%**로 증가하여, **2027년에는 88,797억 원에 이를 것으로 전망됨**
 - '2018 나노융합산업조사' 에 따르면, 나노융합산업 분야 717개 기업 중 나노장비·기기 기업이 전체 26.6%를 차지함

- 국내의 경우 나노공정장비는 외국장비에 크게 의존하고 있고, 일부 후공정 장비분야에 우수한 기술력을 보유하고 있음

〈국내 나노융합성장비 시장 규모〉



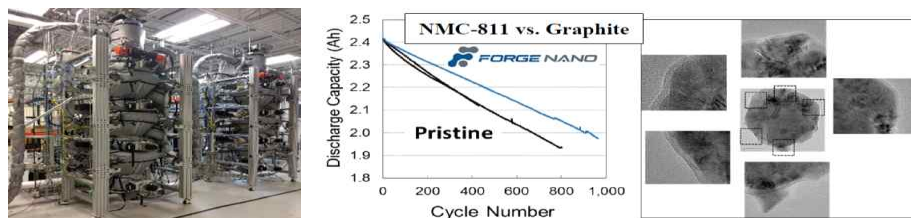
(단위: 억 원)

2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	CAGR
49,851	54,886	60,430	66,533	73,253	80,651	88,797	10.10%

* 출처 : World Nano Materials (2013.03, The Freedonia Group), Global Markets and Technology for sensors (2013, BCC Research), New MEMS Opportunities in cell phones and tablets - MEMS Trend (2012, Yole Development), 2014년도 사업화 유망기술 기술설명서 (19. 나노입자의 제조장치) (2014. 한국원자력연구원), 나노기술 상용화 현황 진단과 혁신과제 (2014.01, 한국과학기술기획평가원), 나노 융합 2020 신산업 발전전략 (2011, 지식경제부) 등의 자료를 참고하여 전망치 추정

■ 세계 시장 동향

- 에너지저장 소재에서 요구되는 성능이 다양해짐에 따라 나노코팅 공정에 대한 수요가 증가하고 있으며, 분말 ALD를 이용한 소재 합성 연구가 활발하게 진행되고 있음
- 최근에는 미국의 Forge Nano사(2013년 창립) 에서 기존의 유동층이나 로터리형 개념이 아닌 중력에 의한 낙하방식의 ALD 기술을 개발, 리튬이차전지 양극 활물질 소재에 분말 ALD를 적용시켜 높은 가역용량, 장수명, 안정성이 확보되는 소재 연구에 사용 가능한 장비를 개발하였다고 보고
- 또한, 자회사인 Picoshield materials와 협력하여 소재 개발도 함께 진행하고 있는 것으로 조사되었으며, Forge Nano 사에 투자회사로 LG Technology Ventures가 있는 점이 특이함

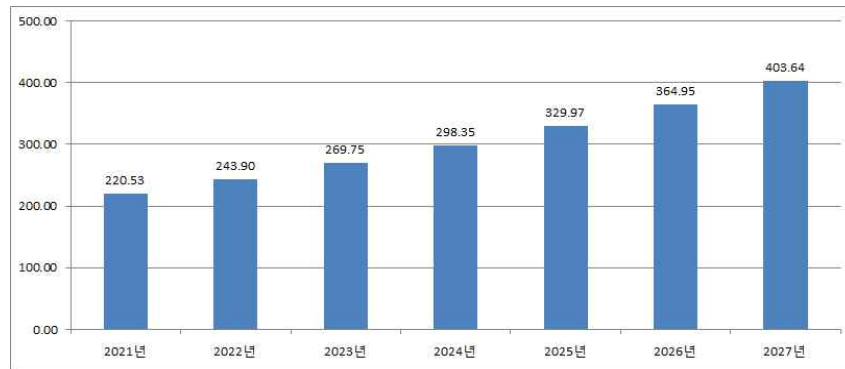


〈Forge Nano사의 분말 ALD 장비 및 이차전지 양극활물질 나노코팅 효과〉

- 전 세계 나노융합성장비 시장은 2021년 220.53억 달러에서 연평균 성장률 10.60%로 증가하여, 2027년 403.64억 달러에 이를 것으로 전망되며, 세계 나노융합산업 시장의

- 확대에 따라 나노코팅공정 장비의 수요도 지속적으로 확대 전망됨
- ALD 장비의 경우 세계 시장 규모는 2018년 약 5조원 규모로, 연평균 1.65% 성장하고 있는 시장이며, 차세대 반도체를 비롯하여, 배터리, 촉매, 연료전지 등 다양한 산업분야에서 신제품 개발 및 경제적 파급 효과를 기대할 수 있음

〈세계 나노융합성장비 시장 규모〉



(단위: 억 원)

2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	CAGR
220.53	243.90	269.75	298.35	329.97	364.95	403.64	10.60%

* 출처 : World Nano Materials (2013.03, The Freedonia Group), Global Markets and Technology for sensors (2013, BCC Research), New MEMS Opportunities in cell phones and tablets - MEMS Trend (2012, Yole Development), 2014년도 사업화 유망기술 기술설명서 (19. 나노입자의 제조장치) (2014. 한국원자력연구원), 나노기술 상용화 현황 진단과 혁신과제 (2014.01, 한국과학기술기획평가원), 나노 융합 2020 신산업 발전전략 (2011, 지식경제부) 등의 자료를 참고하여 전망치 추정

전남대학교 산학협력단

담당자 김경범 코디 (Tel: 062-530-5019, E-mail: cnu_gbkim@jnu.ac.kr)
 정의영 전임 (Tel: 062-530-5150, E-mail: juy10004@jnu.ac.kr)