

울산과학기술원

우수기술 소개자료

■ 향상된 FISH 효율을 통한 미생물 검출 기술	1
■ 온도감응형 스마트 접착패드 기술	8
■ 개미산 생산 기술	14
■ 마그네슘 합금재	22
■ 열전 페인트 소재와 곡면 열전소자 제조 기술	29

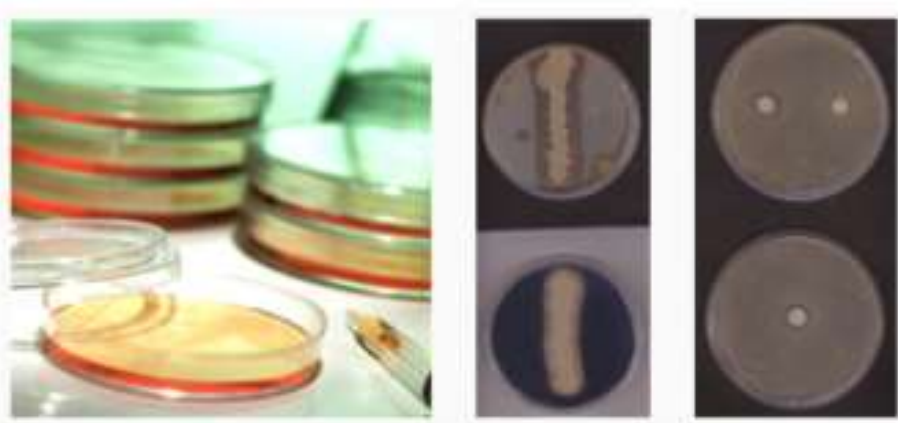
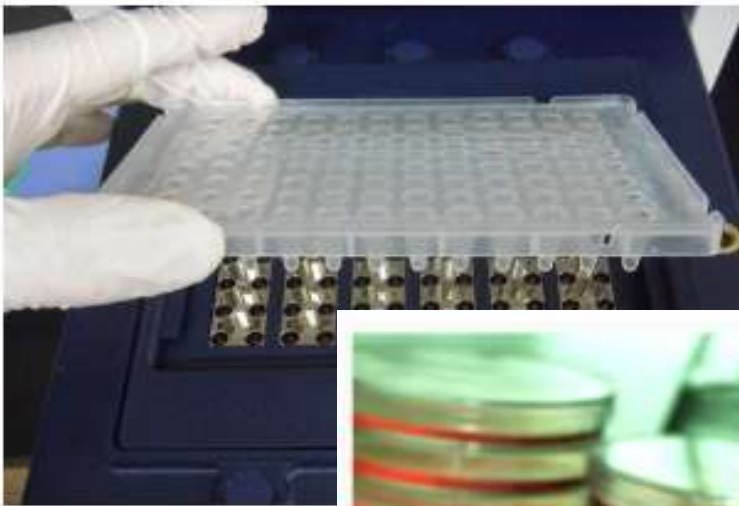
향상된 FISH 효율을 통한 미생물 검출 기술

01 기술 개요 및 배경

미생물 검출 기술

연구 책임자: 강주현 교수, UNIST 바이오메디컬공학과

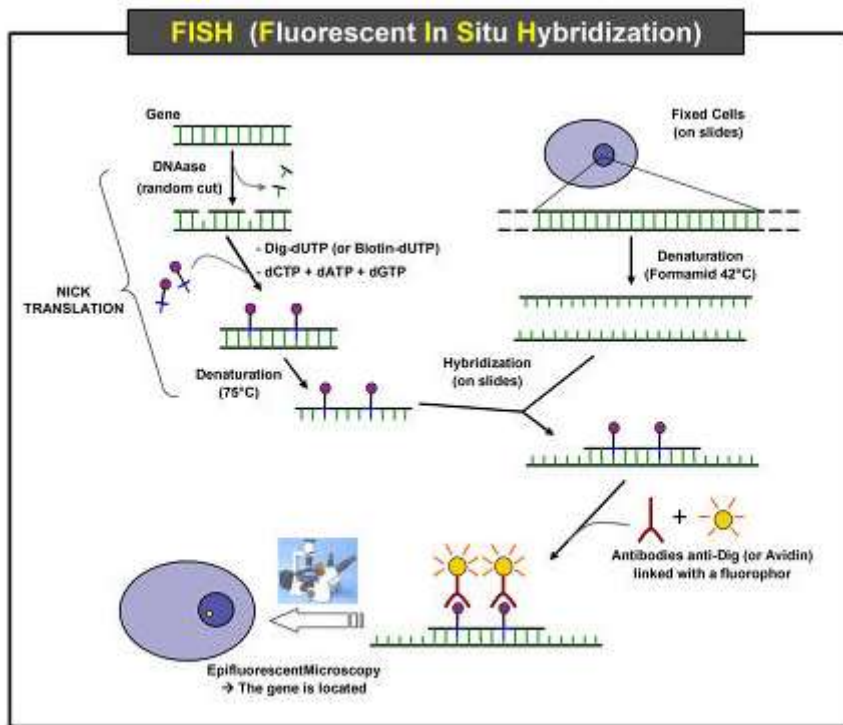
기술이전문의: 이나래 (nrlee@unist.ac.kr, 052-217-1353)
안재윤 (anmcjy@unist.ac.kr, 052-217-7111)



- 미생물 검출 기술로서 세포배양법과 유전자 검출법인 중합효소연쇄반응법(PCR) 및 형광 인 시츄 혼성화 (Fluorescence in situ hybridization: FISH) 기술이 있음.
- 세포배양법과 PCR의 한계점을 해결하기 위해 **형광 인 시츄 혼성화 (Fluorescence in situ hybridization: FISH) 기술**이 사용되고 있음. FISH는 핵산 프로브에 형광물질을 부착하여 형광 현미경을 통해 미생물을 검출할 수 있는 기술로, **이 기술을 통한 미생물 검출 활용성은 점차 높아질 것임**

02 기술 개념 및 특징

- FISH 효율을 향상시킨 미생물 검출 기술



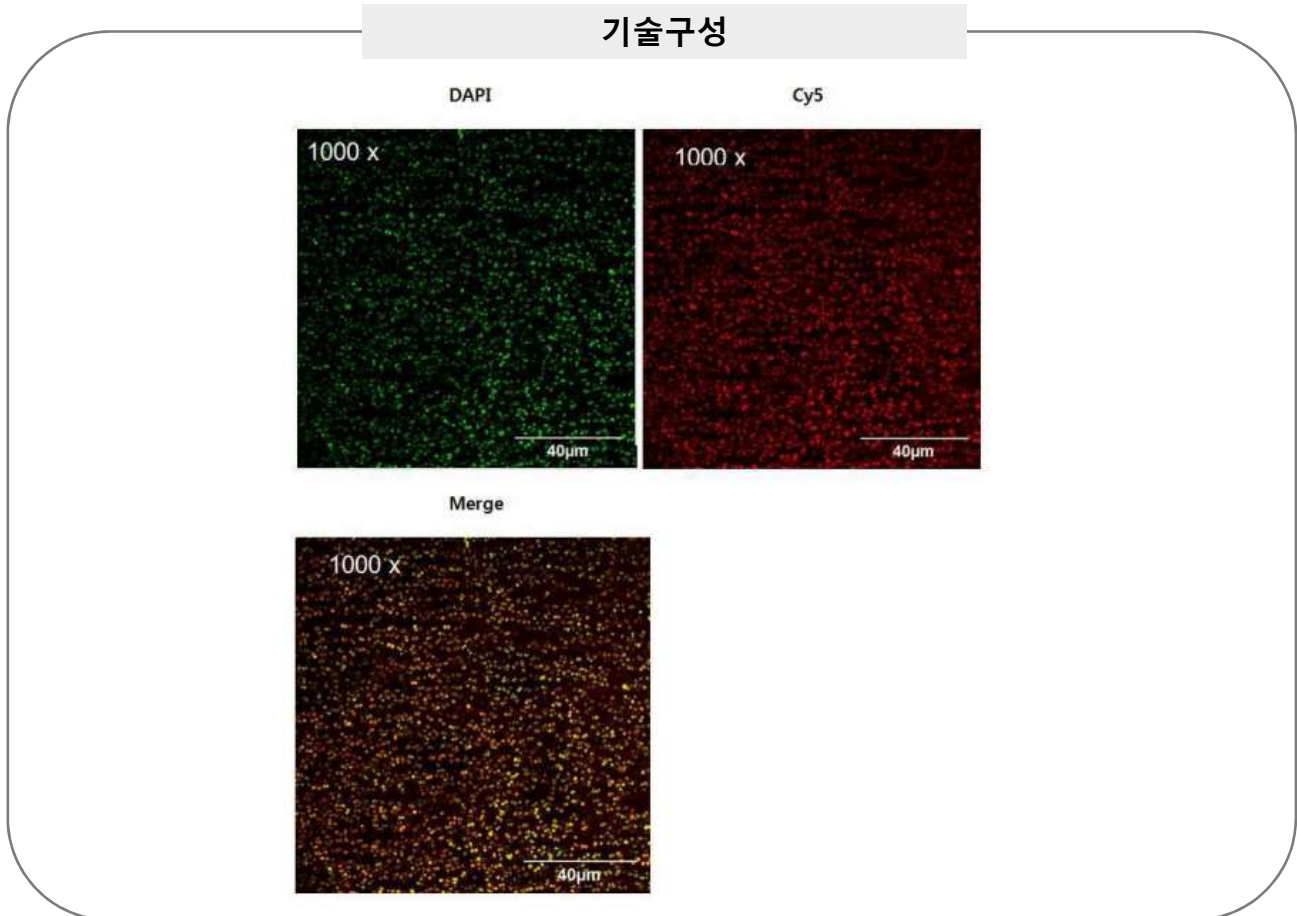
- FISH 과정에서 미생물의 고정화(Fixation) 및 투과화(Permeabilization) 효율을 향상시킴으로써 **FISH 분석 효율을 향상시킬 수 있는 방법을 국내 최초로 개발함**

✓ 종래 FISH 분석을 통한 미생물의 검출에 있어서, 미생물의 고정화 및 투과화가 충분하지 않았기 때문에 미생물 검출 효율이 낮았음

✓ 미생물의 고정화 및 투과화에 사용되는 화학 물질들의 처리 조건을 표준화함으로써, **미생물의 고정화 및 투과화 정도를 증가시킴으로써** FISH 분석 효율을 증가시킴

02 기술 개념 및 특징

FISH 효율을 향상시킨 미생물 검출 기술



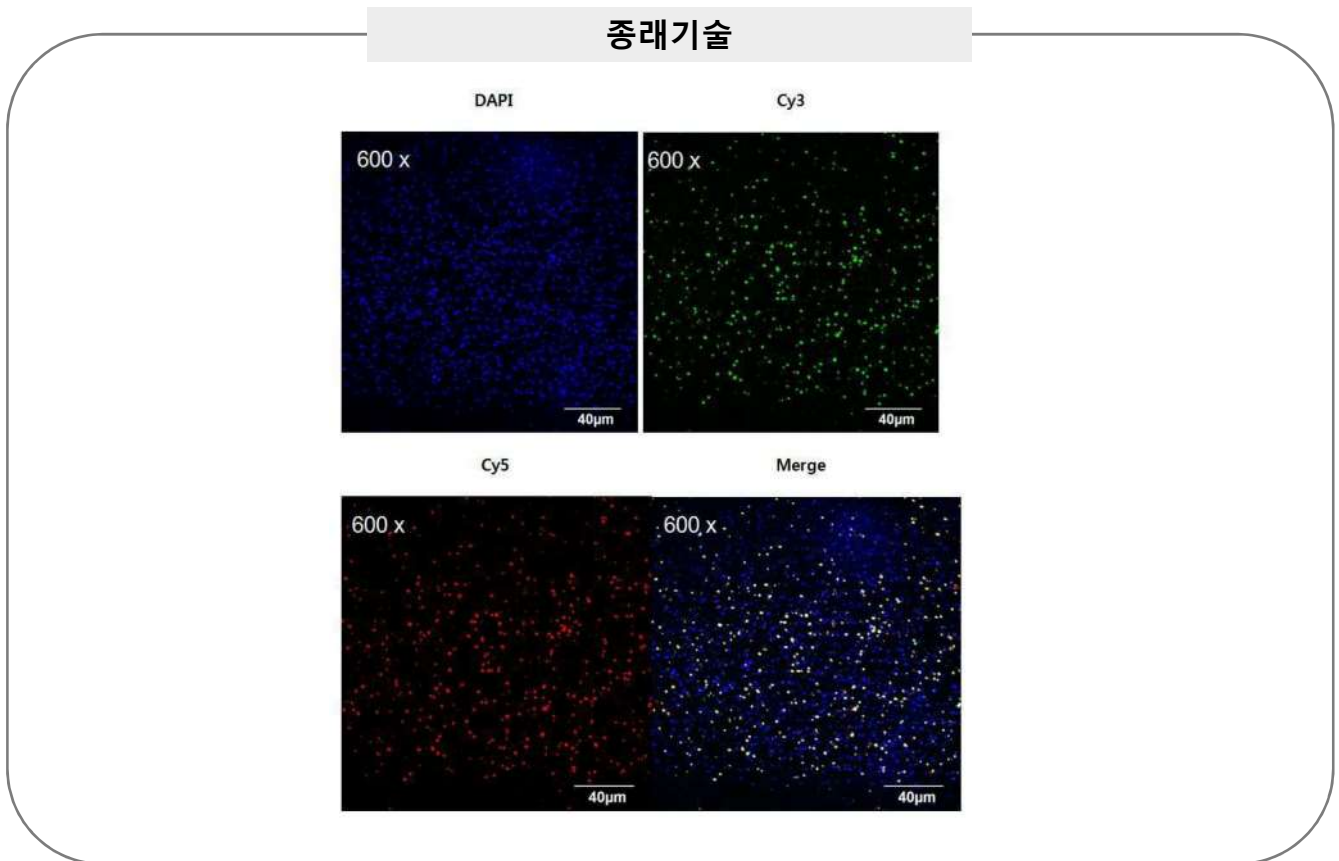
● 미생물 검출을 위해 **미생물의 고정화 및 투과화 정도를 증가시켜 FISH 효율을 향상시키는 기술**

✓ **기존 FISH 분석에서** 미생물의 고정화 및 투과화를 4 % 파라포름알데히드, 50 % 콜드 에탄올 또는 70 % 에탄올에 의해 수행했지만, **대부분의 미생물을 고정화 및 투과화 하기에 충분하지 않았음**. 따라서 효과적으로 고정화 및 투과화를 시킬 수 있는 방법이 필요함

✓ **본 기술은** 미생물에 포름알데히드의 처리 없이, 20 내지 25 % 에탄올 및 95 내지 100 % 메탄올을 처리하는 방법을 통해 **미생물의 고정화 및 투과화를 향상시킴**

02 기술 개념 및 특징

FISH 효율을 향상시킨 미생물 검출 기술



● **종래 기술**에 의해 그람양성균을 고정화 및 투과화하여 본 기술에 의한 FISH 효율과 비교함

- 시료 내 모든 박테리아를 염색한 DAPI로부터 얻은 형광신호 개수 대비 그람양성균을 염색한 Cy5로부터 얻은 형광신호가 중첩된 개수를 측정하여 그람양성균에 대한 FISH 효율을 평가함
- 종래 기술에 의한 경우, FISH 효율은 36 %지만, **본 기술에 의한 경우, FISH 효율은 96 % 이상인 것으로 나타남**

03 본 기술의 특징점

경쟁기술과의 차별성

[경쟁 기술]

- 종래 FISH 기술에 의한 미생물 동정은 미생물 종류에 따라 FISH 효율이 달라져 극미량의 시료를 분석하는데 어려움이 있음
- 종래 세포배양법에 의한 미생물 동정은 세포병변효과가 보일 때까지 오랜 시간이 걸림
- 종래 중합효소연쇄반응법(PCR)에 의한 미생물 동정은 핵산 특정 위치를 알아야 하기 때문에 미지의 미생물 검출하는데 어려움이 있음

[대상 기술]

- FISH 과정에서 미생물의 고정화 및 투과화 과정을 표준화하고 FISH 효율을 향상시켜, 다양한 종류의 미생물 검출 가능
- 본 기술은 미생물을 동정하는데 걸리는 총 소요시간이 4시간 정도로 짧음
- 핵산의 특정 위치를 증폭할 필요가 없기 때문에 검출 대상 미생물의 정보를 알아야 할 필요가 없어, 미지의 미생물도 검출 가능

향상된 FISH 효율과 다양한 분야의 적용 가능성

- FISH 효율이 향상된 표준화된 미생물 고정화 및 투과화 방법을 FISH에 적용함으로써, 미생물의 종류나 특징에 상관없이 다양한 종류의 미생물 동정 가능
- 병원성 미생물을 동정함으로써 각종 질병 유발 미생물 규명, 인체 내 세균, 원충 및 바이러스 진단에 사용될 수 있음
- 종양의 증명, 질환 분류, 질환의 예후 판정 등 FISH 기술이 이용되는 다양한 분야에 사용될 수 있음

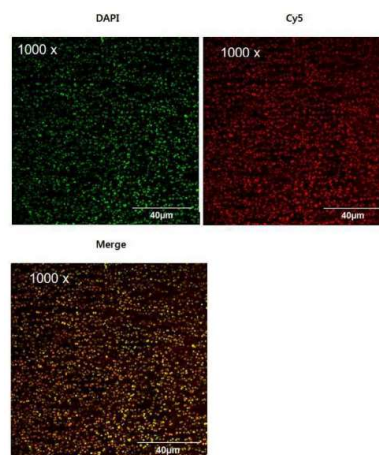
04 지식재산권 현황

권리 구분	출원 또는 등록(일)	명 칭	상 태
특허 1 (국내)	등록특허 제2070914호 (2020. 01. 21)	FISH를 통한 미생물 검출 효능의 향상 방법	등록

특허 1

● FISH 효율을 향상시킴으로써 다양한 종류의 미생물을 검출할 수 있는 기술

→ FISH 과정에서 미생물의 고정화 및 투과화 효율을 향상시킴으로써 **미생물 종류나 특성에 상관없이 미생물을 높은 효율로 검출할 수 있는 것이 특징임**



05 기술 완성도 및 이전 범위

기술완성도



기술 이전 범위

- FISH 기술
- 각종 질환의 진단

가능한 사업화 형태

- 기술 이전 또는 실시권 이전

경쟁기술대비 우수성

- FISH 과정에서 미생물의 고정화 및 투과화 과정을 표준화하고 FISH 효율을 향상시켜, **다양한 종류의 미생물 검출 가능**
- FISH 기술은 **각종 병원성 질환을 진단하는데 사용**될 수 있어서, **실험실 뿐만 아니라 병원에서도 활용 가능**하여 파급 효과가 클 것으로 예상됨

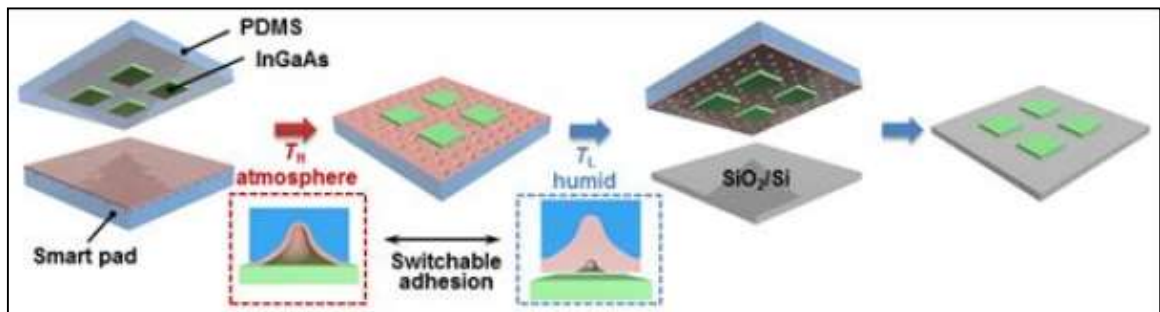
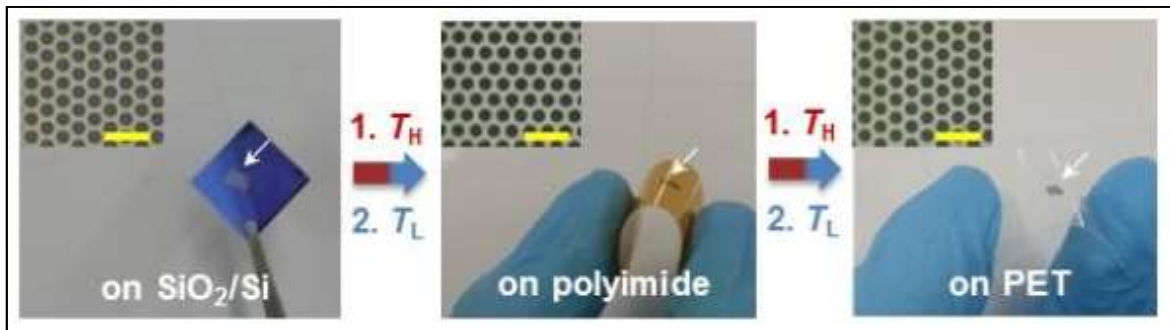
온도감응형 스마트 접착패드 기술

01 기술 개요 및 배경

스마트 접착 패드 기술

연구 책임자: 고헌협 교수, UNIST 에너지화학공학과

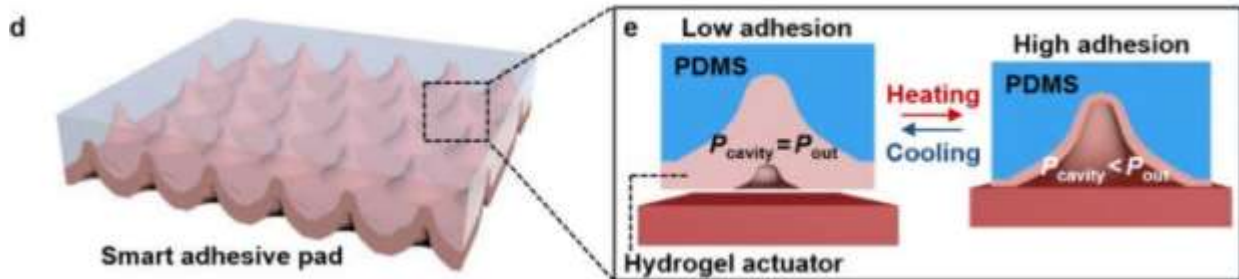
기술이전문의: 방기훈 (khsang@unist.ac.kr, 052-217-1352)
안재윤 (anmcj@unist.ac.kr, 052-217-7111)



- 외부 신호를 통해 접착특성을 사용자가 원하는 방향으로 조절할 수 있는 접착 패드를 이용하여, 반도체 공정 적용 고성능 트랜지스터 제작 공정에서 전자 패드로서 활용됨
- 사람의 피부에 직접적으로 부착하여 실시간으로 생체 신호와 움직임을 실시간으로 감지할 수 있는 전자 피부(electronic skin)로의 활용이 가능해, 베드사이드(bedside) 고정식 의료 장비의 한계를 넘는 의료서비스를 가능하게 함

02 기술 개념 및 특징

- 온도로 접착 특성을 조절하는 스마트 접착 패드



- 문어 빨판의 접착 및 탈착 매커니즘을 모사하고, pNIPAM 하이드로젤 코팅층을 이용하여 온도감응형 작동기로 이용함으로써, 우수한 접착 성능을 갖고 능동적으로 접착능력 조절이 가능한 **온도 감응형 스마트 접착 패드를 국내 최초로 개발함**

✓ 고분자 탄성체인 실리콘오일(PDMS)에 오목홈들을 형성하여 문어 빨판의 접착 및 탈착 매커니즘을 모사함.

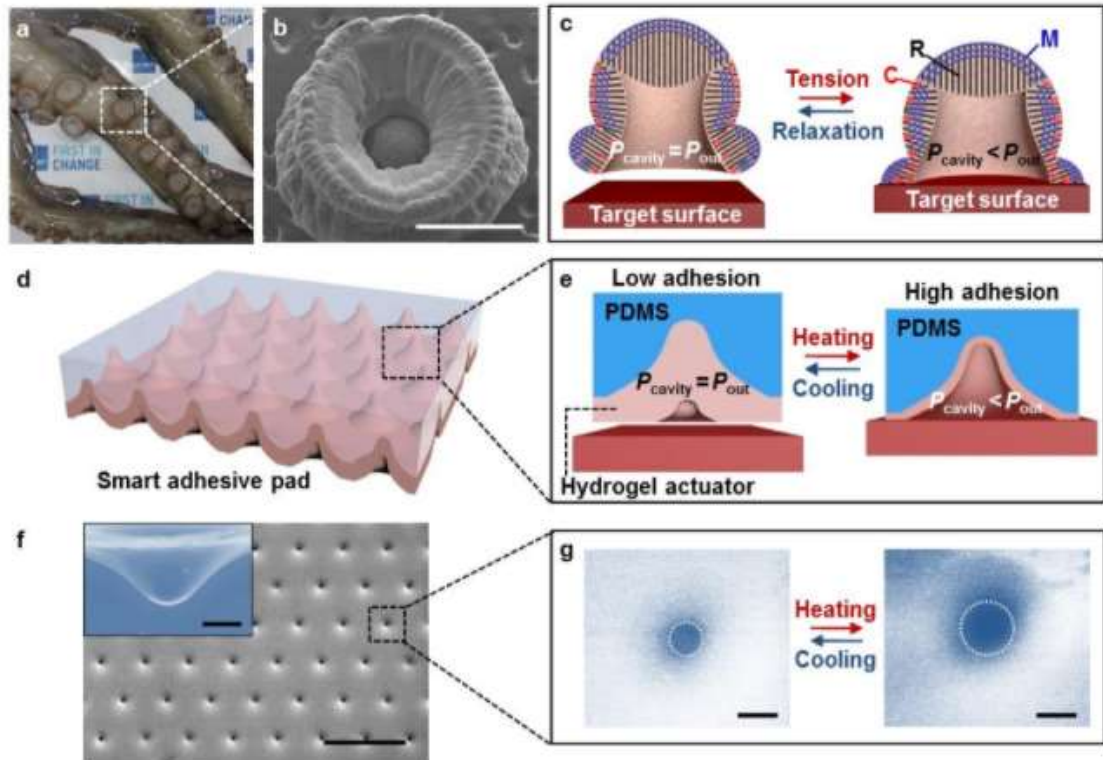
✓ 기존 스마트 접착 패드의 낮은 접착력, 접착 또는 탈착 시의 접착력 점멸비의 낮음 문제, 높은 예압의 필요 등과 같은 문제점을 개선하기 위하여, 자연계에 존재하는 **생물들의 접착 매커니즘**을 모사한 스마트 접착 패드를 개발한 것임.

✓ 원천기술에서부터 핵심구조 설계 및 성능 평가에 이르기까지 순수 국내 기술이며, 온도감응형 스마트 접착 패드의 원천 기술인 **'Octopus-Inspired Smart Adhesive Pads for Transfer Printing of Semiconducting Nanomembranes'**에 대한 연구결과는 재료공학 분야 세계적 학술지인 Advanced Materials 2016년 6월 20일자 온라인 속보로 논문이 게재됨

02 기술 개념 및 특징

온도 감응형 스마트 접착 패드

기술구성



- 온도를 외부 신호로 하여 **접착력을 능동적으로 변화시키는 기술**

- ✓ 32°C보다 높은 온도에서는 수축하고, 이보다 낮은 온도에서는 **습윤팽창**하는 성질을 갖는 **열반응성 하이드로젤인 pNIPAM**을 이용하여 **빨판 근육** 역할을 수행하게 함

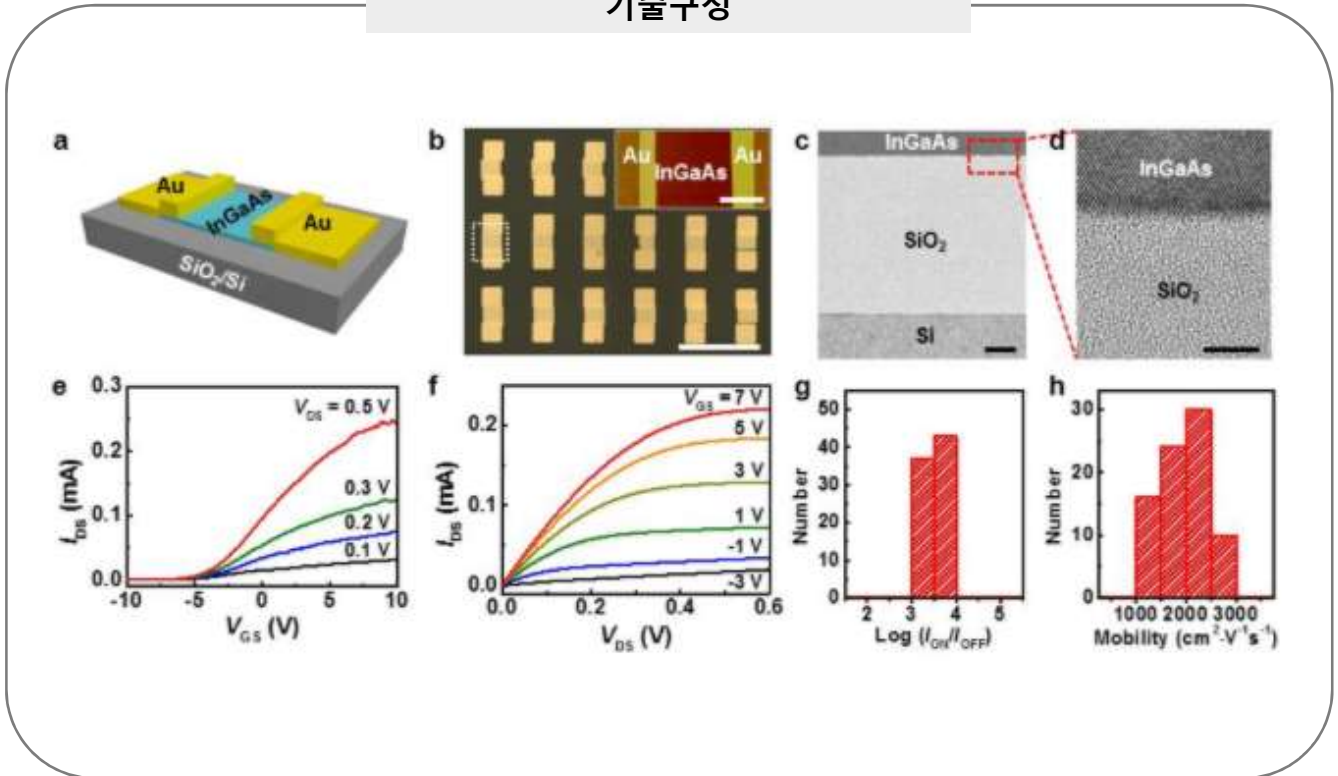
- 새로운 개념의 **생체모사 스마트 소재 기술**

- ✓ 고분자 탄성체인 PDMS(polydimethylsiloxance)에 **움푹 파인 구멍**을 뚫고, 여기에 **열반응성 하이드로젤(pNIPAM)**을 붙인 뒤 코팅하여, **온도에 따라 빨판인 구멍의 두께를 제어**함으로써, **공간 내외부 압력차이에 의한 접착 특성을 조절**하게 함

02 기술 개념 및 특징

온도 감응형 스마트 접착 패드

기술구성



● 접착력을 능동적으로 조절하므로 **미리 눌러주는 예압(preload)이 필요하지 않음**

➢ **예압없이 접착이 가능하므로**, 접착하고자 하는 타겟물질이 마이크로/나노 규모로 얇은 경우에도 손상없이 원하는 기판에 옮길 수 있음

03 본 기술의 특징점

경쟁기술과의 차별성

[경쟁 기술]

- 기존 스마트 접착 패드의 접착력은 **15kPa(킬로파스칼)** 정도임

- 기존 스마트 접착 패드는 접착 점멸비가 낮고 내구성이 약함

- 접착 전 반드시 **예압(preload)**이 필요함

[대상 기술]

- 문어 빨판의 구조와 접착특성 조절원리를 이용한 스마트 접착 패드의 접착력은 **94KPa**으로 기존 스마트 접착 패드의 약 **6배**임

- 붙었다 떼어지는 정도를 나타내는 접착 점멸비가 기존 접착 패드보다 **약 60배 높고 내구성이 우수함**

- **접착 전 예압이 필요 없어**, 접착하고자 하는 타겟물질 규모에 제한없이 적용이 가능
- **마이크로/나노 규모의 반도체 공정에 적용 가능**

높은 접착력과 다양한 분야의 적용 가능성

- 높은 접착력과 접착 점멸비, 우수한 내구성을 나타내는 스마트 접착 패드로서, **다양한 분야로서의 응용 가능성을 보여줌**
- 스마트 접착 패드의 우수한 접착 특성을 스마트 프린팅 공정에 응용해 다양한 반도체 물질과 구조를 원하는 기판 위에 이종집적에 성공, **III-V 화합물 반도체 기반의 고성능 트랜지스터를 제작 등에 활용할 수 있음**
- **고성능의 전자소자를 저가의 비용으로 제작할 수 있는 환경을 조성하고, 의료용 접착 패치, 로봇틱스, 전자소자 분야 등에 응용될 것으로 기대**

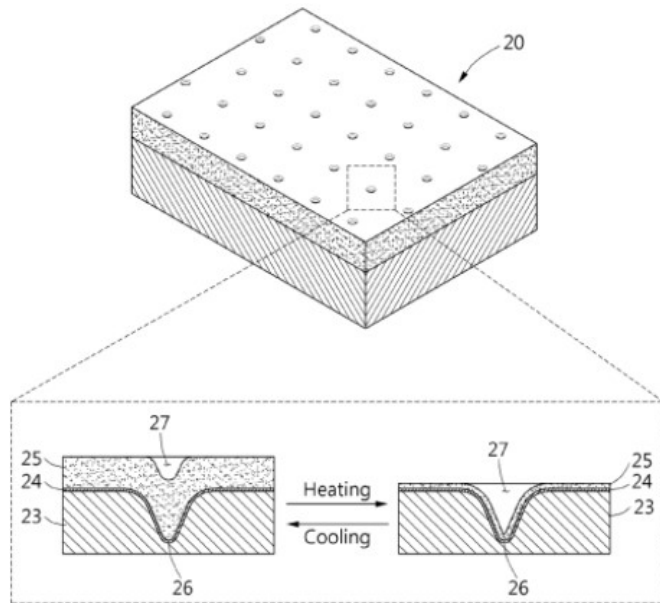
04 지식재산권 현황

권리 구분	출원 또는 등록(일)	명 칭	상 태
특허 1 (국내)	등록특허 제1835218호 (2018.02.27)	온도 감응형 스마트 접착패드	등록
특허 1 (해외)	등록특허 US10435593B2 (2019.10.08)	Thermoresponsive smart adhesive pad	등록

특허 1

● 온도에 반응하여 능동적으로 접착력을 제어하는 스마트 접착패드 제조 기술

→ 복수개의 오목홀을 포함하는 고분자층 상에 친수성 표면층 및 하이드로젤을 포함하는 코팅층을 형성하여, 문어 빨판 매커니즘을 모사한 스마트 접착 패드 제조



05 기술 완성도 및 이전 범위

기술완성도



TRL4: 연구실 규모 성능 평가

기술 이전 범위

- 스마트 접착 패드 및 시스템
- 스마트 접착 패드 제작

가능한 사업화 형태

- 기술 이전 또는 실시권 이전

경쟁기술대비 우수성

- 스마트 접착 패드에 대해서는 **국내에서 거의 유일하게 개발**하고 있으며, **접착 점멸비가 기존 접착 패드보다 약 60배 높고 내구성이 우수함**
- 스마트 접착 패드는 **마이크로/나노 규모의 타겟물질도 예압없이 접착**할 수 있어서, **반도체 제조 공정에 적용**하여 파급 효과가 클 것으로 예상됨

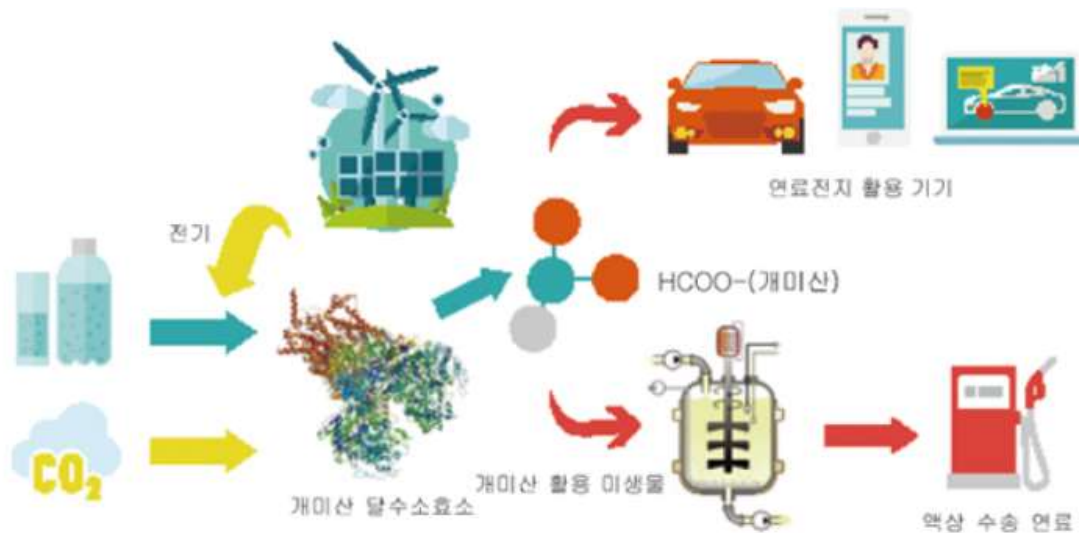
개미산 생산 기술

01 기술 개요 및 배경

개미산 생산 기술

연구 책임자: 김용환 교수, UNIST 에너지화학공학과

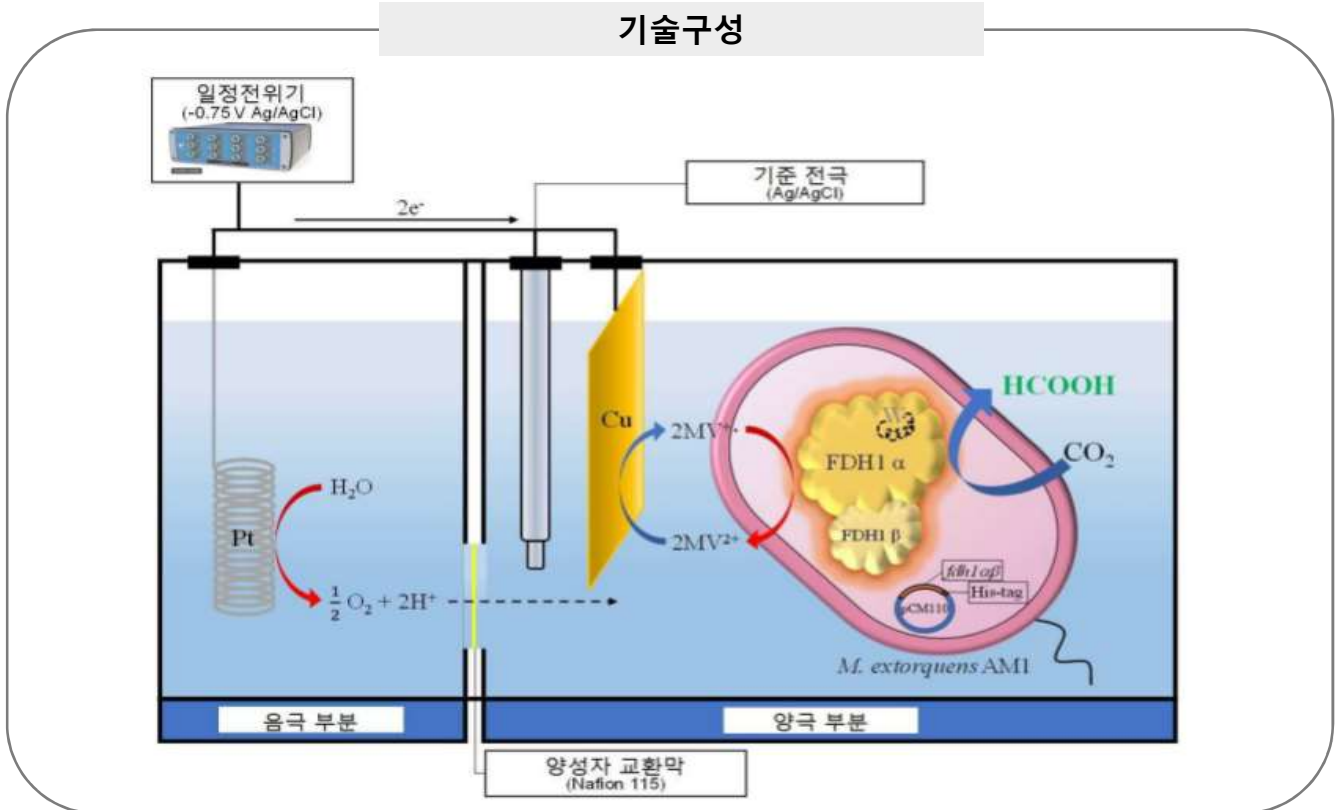
기술이전문의: 방기훈 (khsang@unist.ac.kr, 052-217-1352)
안재윤 (anmcjy@unist.ac.kr, 052-217-7111)



- 이산화탄소를 고부가가치의 화학물질로 전환하는 것은 대기중 이산화탄소 증가의 속도를 늦추는데 필수적인 기술로 상정되고 있음
- 이산화탄소로부터 생산될 수 있는 많은 후보 물질들 중에서 개미산은 경제적 및 환경적 이익 측면에서 가장 이상적인 화학 원료임
- 이러한 개미산을 생산하기 위한 기존의 기술의 문제점인 가혹한 반응조건 및 비싼 환원제의 필요의 한계를 극복해야 할 필요성이 있음

02 기술 개념 및 특징

● 개미산을 생산하기 위한 재조합 미생물

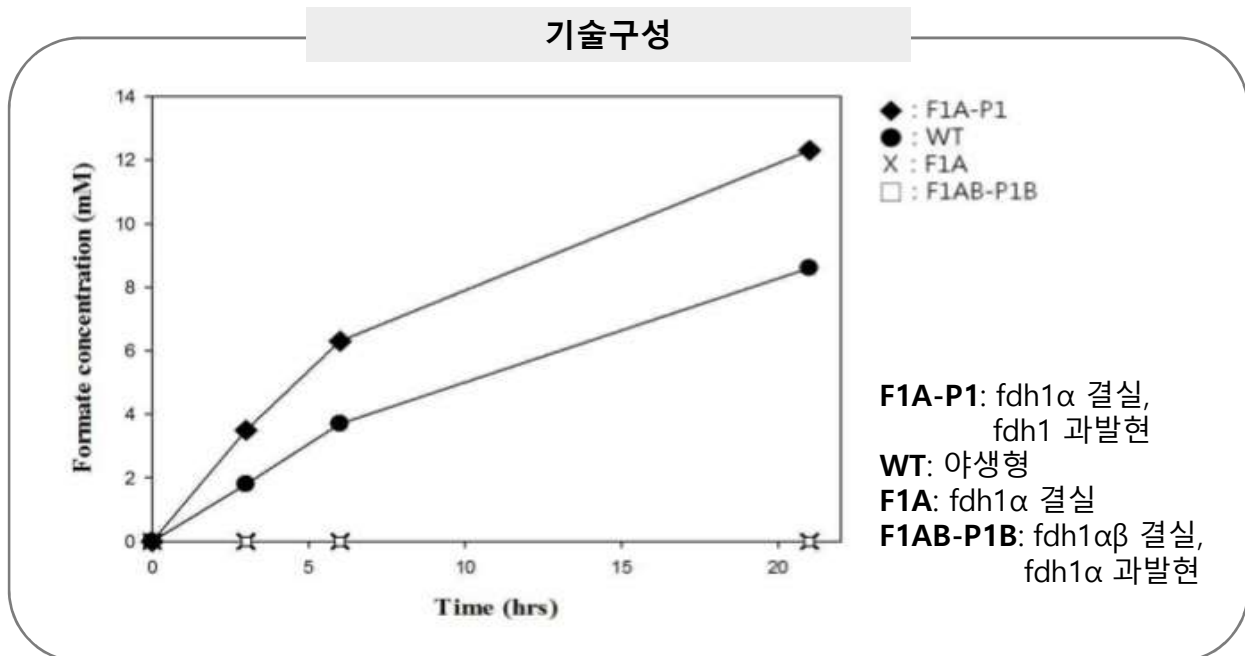
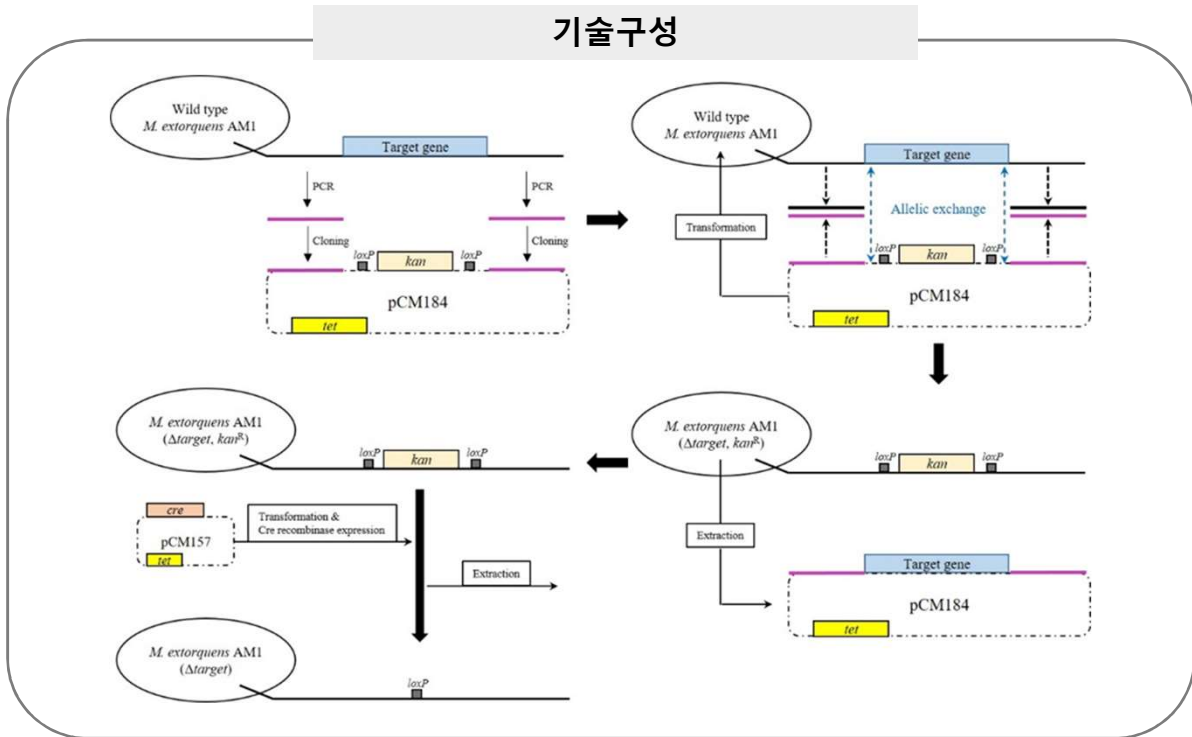


● 미생물 메틸로박테리움 엑스토르쿠엔스 AM1 (*methylobacterium extorquens* AM1)는 이산화탄소를 개미산으로 전환시킬 수 있다고 알려져 있으나, 이산화탄소를 개미산으로 합성하는데 관여하는 효소는 알려진 바 없음. 따라서 이를 밝혀내어 **개미산 생산량이 증가된 재조합 미생물을 개발함**

- ✓ *M. extorquens* AM1의 유전자 조작을 통해 전기 생촉매 작용에서 **개미산 생산력이 유전자 조작되지 않은 미생물보다 향상됨**을 확인함
- ✓ 재조합 *M. extorquens* AM1의 **최적의 배양 조건**을 찾아냄으로써, 개미산 생산력을 더욱 향상시키는 것을 확인함

02 기술 개념 및 특징

개미산 생산을 위한 재조합 미생물



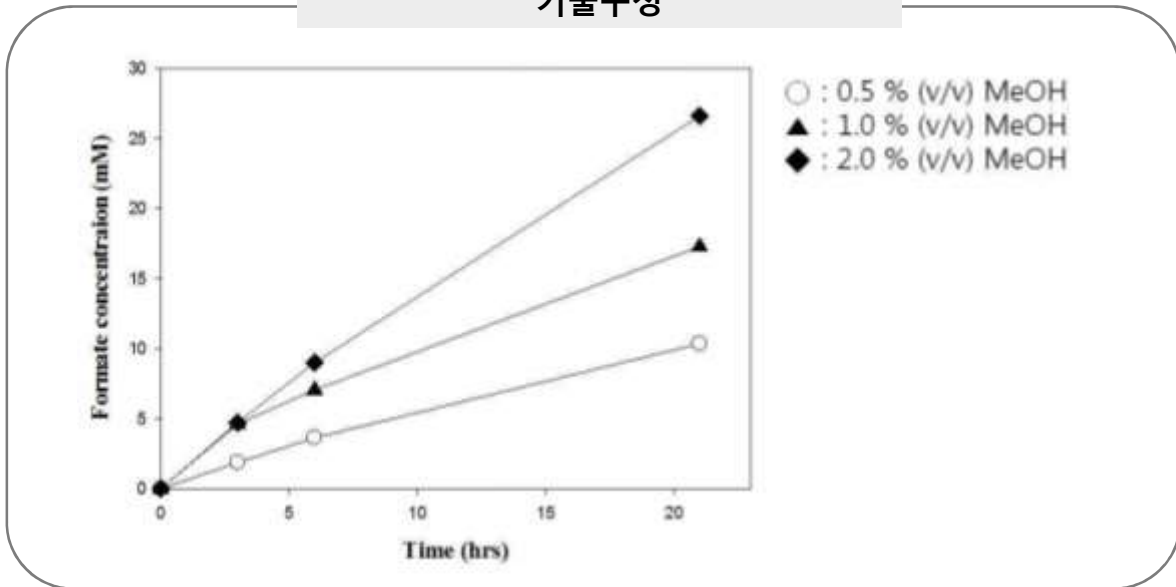
● 개미산 생산량이 향상된 재조합 미생물

✓ **FDH1α**(formate dehydrogenase 1 alpha subunit)를 코딩하는 내인성 유전자가 결실되고, **FDH1**을 코딩하는 외인성 유전자가 도입된, 개미산 생산력이 우수한 재조합 미생물을 개발

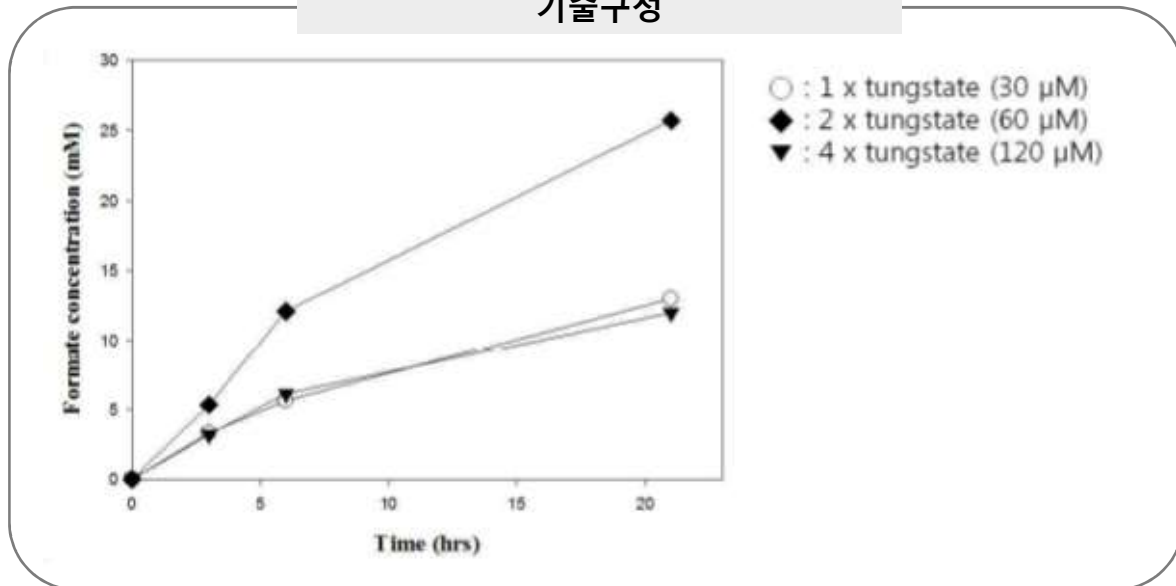
02 기술 개념 및 특징

개미산 생산을 위한 재조합 미생물

기술구성



기술구성



- 개미산 생산량이 향상된 재조합 미생물의 최적의 배양 조건
- ✓ 재조합 미생물을 2.0 v/v%인 메탄올 및 2 배의 텅스텐산염 (60 μM)이 들어있는 배지에서 배양할 경우, 개미산 생산량이 늘어남을 확인함.
- ✓ 야생형의 경우에는 이러한 배양 조건이 개미산 생산량에 영향을 미치지 않음.

03 본 기술의 특징점

경쟁기술과의 차별성

[경쟁 기술]

- 미생물 *M. extorquens* AM1 이 이산화탄소를 개미산으로 전환시킬 수 있음은 알려져 있으나, 이에 관여하는 효소는 알려져 있지 않음

- 이산화탄소의 화학 전기 촉매는 이산화탄소의 개미산 전환 중 부산물로 수소 가스를 발생시킴

- 기존의 알려진 생촉매 중 음극에서 공급된 전자를 직접 이용할 수 있는 것이 있으나, 이들은 산소에 매우 불안정하여 실제 적용이 불가능

[대상 기술]

- M. extorquens* AM1에서 이산화탄소를 개미산으로 전환시키는데 관여하는 효소를 밝혀내고, 재조합된 미생물을 배양하는 최적의 배양조건을 찾아내어 기존에 비해 개미산 생산력이 높아짐

- 효소 기반의 전기 촉매에 의한 이산화탄소로부터의 개미산 생산으로써 부산물인 수소 가스를 생산하지 않기 때문에 개미산 선택성이 높음

- 음극에서 공급되는 전자를 미생물에서 이용하여 매우 효과적으로 개미산을 생산할 수 있고, 산소에 매우 안정하여 실제 산업화 공정에 적용 가능

높은 개미산 생산력과 다양한 분야의 적용 가능성

- 지구 온난화의 결정적 요소인 이산화탄소를 개미산으로 전환시켜 환경 친화적인 화학 연료 생성에 이용 가능

- 개미산을 이용한 연료전지를 로봇, 의료기기, 전자기기, 군사장비 등 다양한 산업 분야에 이용 가능

- 풍력, 태양력, 수력 등 다양한 재생 에너지원에서 생산된 에너지를 개미산으로 쉽게 저장할 수 있어, 재생 에너지 저장의 매개체로 사용 가능하며, 불연성, 무독성, 및 불활성이므로, 수소 가스보다 안전하게 수송 가능

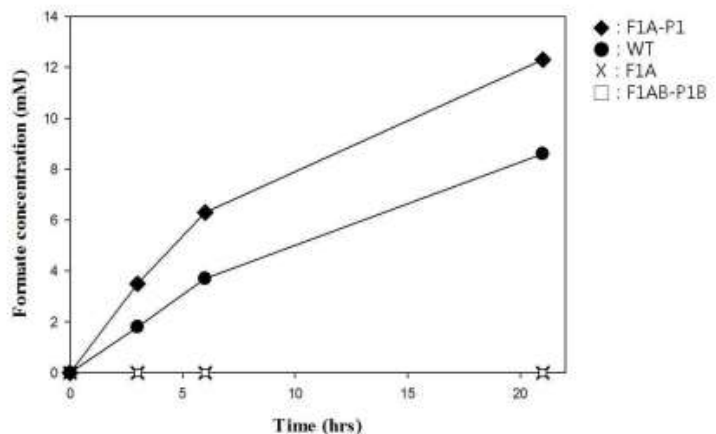
- 철강 제조 공정에서 철강제품의 녹과 산화물 제거에 이용 가능

04 지식재산권 현황

권리 구분	출원 또는 등록(일)	명 칭	상 태
특허 1 (국내)	등록특허 제1976691호 (2019. 05. 02)	재조합 미생물 및 이를 이용한 개미산 제조 방법	등록
특허 1 (해외)	공개특허 US2020-0095620 (2020. 03. 26)	포름산의 생산을 위한 재조합 미생물 및 이를 이용한 포름산 제조 방법	공개

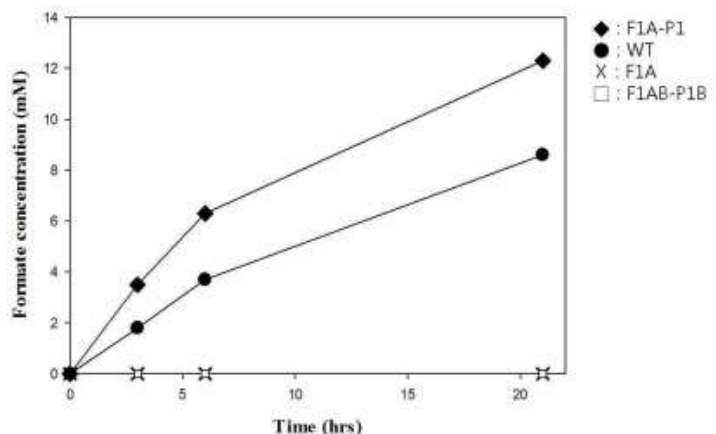
특허 1

- 재조합된 미생물에 의한 개미산 생산력을 높이는 기술
 → *M. extorquens* AM1에서 개미산 합성에 관여하는 효소인 **fdh1**을 **과발현** 시키고, 이를 배양하기 위한 메탄올과 텅스텐산염이 포함된 **배지의 최적의 조건에 따라 개미산 생산력이 우수한 것이 특징임**



특허 2

- 재조합된 미생물에 의한 개미산 생산력을 높이는 기술
 → *M. extorquens* AM1에서 개미산 합성에 관여하는 효소인 **fdh1**을 **과발현** 시키고, 이를 배양하기 위한 메탄올과 텅스텐산염이 포함된 **배지의 최적의 조건에 따라 개미산 생산력이 우수한 것이 특징임**



05 기술 완성도 및 이전 범위

기술완성도



기술 이전 범위

- 개미산을 이용한 연료 장치
- 개미산 생산 공정

가능한 사업화 형태

- 기술 이전 또는 실시권 이전

경쟁기술대비 우수성

- 이산화탄소로부터의 개미산 생산으로써 부산물인 수소 가스를 생산하지 않기 때문에 개미산 선택성이 높으며, 산소에 매우 안정하여 실제 산업화 공정에 적용 가능
- 기존 개미산 생산 방법에 비해 유해한 화학 부산물을 생성하지 않으면서 안전하고 효율적으로 개미산을 생산할 수 있어, 연료 전지 뿐만 아니라 재생 에너지의 저장 매개체로 활용 가능하여 파급 효과가 클 것으로 예상됨

마그네슘 합금재

01 기술 개요 및 배경

마그네슘 합금재 기술

연구 책임자: 박성수 교수, UNIST 신소재공학과

기술이전문의: 방기훈 (khsang@unist.ac.kr, 052-217-1352)
안재윤 (anmcjy@unist.ac.kr, 052-217-7111)



위키미디어/마그네슘



전자신문, 2018.06.26

- 마그네슘 합금은 실용 구조용 금속재료 중 가장 낮은 비중, 우수한 비강도 및 비강성을 갖고 있어, 최근 경량화가 필요한 자동차 및 전자제품에서의 수요가 증가하고 있음
- 또한 의료용 생체분해형 임플란트로의 가능성이 제시되어 외과 골절용 임플란트 및 혈관/소화기 스텐트용 마그네슘 소재 개발 연구가 활발히 진행되고 있음

02 기술 개념 및 특징

● 마그네슘 합금재는 전체 100중량%에 대해,
Al: 0.03 내지 16.0중량%, Mn: 0.015 내지 1.0중량%, Sc: 0.02 내지 0.5중량%,
희토류 원소(RE): 0.03 내지 2.0중량%, 잔부 Mg 및 불가피한 불순물을 포함함

✓ 희토류 원소(RE)는 La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 또는 이들의 조합을 포함할 수 있음

✓ 알루미늄은 고용강화 및 석출강화를 통해 합금의 강도 증가에 기여하고, 부식 시 산화 피막의 안정성을 향상시켜 내부식성을 향상시키는 역할을 수행함

✓ 망간은 고용강화 등으로 합금의 강도 증가에 기여함

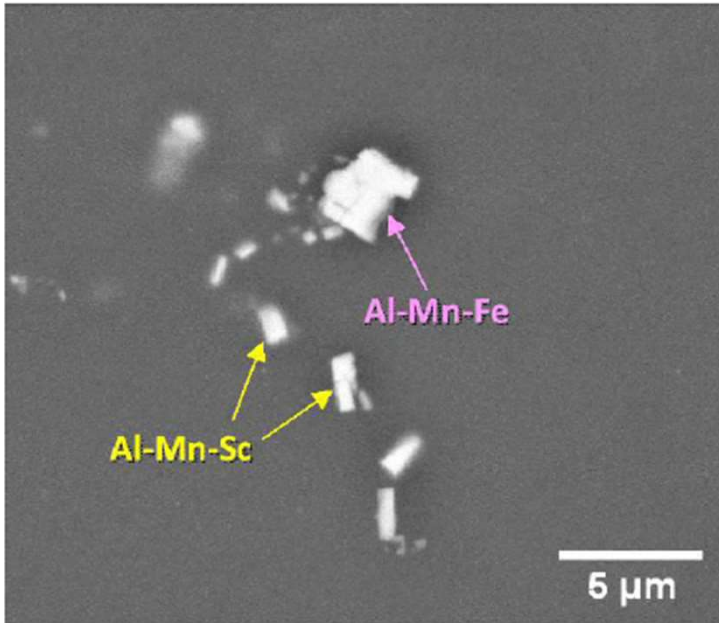
✓스칸듐은 이차상 입자의 전기화학적 특성 변화에 관여하여 마그네슘 합금재의 내식성을 향상시키는 역할을 함

✓ 희토류 원소는 이차상 입자의 전기화학적 특성 변화에 관여하여 내식성을 향상시킴

✓아연은 알루미늄과 마찬가지로 고용강화 및 석출강화를 통해 합금의 강도 증가에 기여함

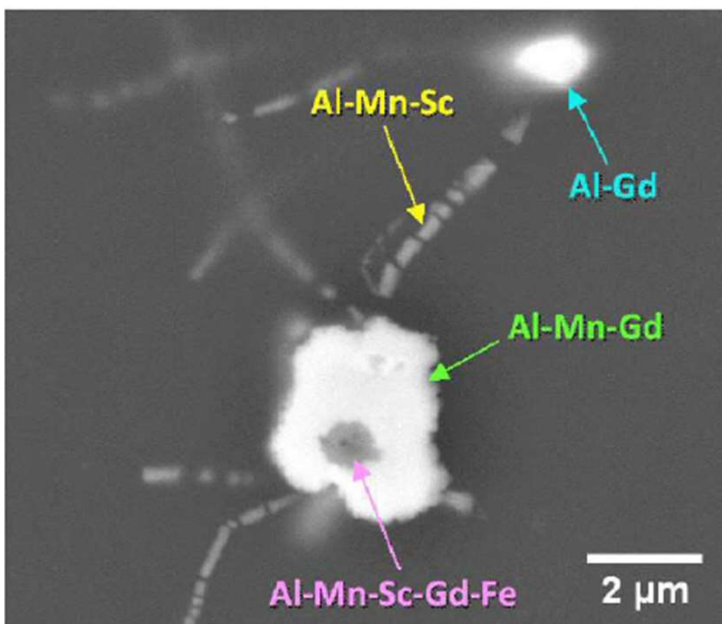
02 기술 개념 및 특징

- Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-1Zn합금 압연재 내부에 형성된 이차상 입자를 보여주는 SEM



✓ 미세조직 분석을 통해 압연재 내부에 불순물 Fe를 포함하는 Al-Mn-Fe계 입자 및 Al-Mn-Sc 입자가 형성되어 있는 것을 알 수 있음

- Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-1Zn-0.3Gd합금 압연재 내부에 형성된 이차상 입자를 보여주는 SEM 사진



✓ Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-1Zn합금에 Gd과 같은 희토류 원소가 첨가되면 불순물 Fe를 포함하는 입자가 중심에 위치하고 Al-Mn-RE 입자가 외부에 위치하는 코어-셸(core-shell) 형태의 이중입자가 형성됨을 알 수 있음

02 기술 개념 및 특징

마그네슘 합금재

기술구성

구분	합금명	시편조건	부식속도
비교예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc	주조재	0.9
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-0.3Ce	주조재	0.4
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-0.3Pr	주조재	0.6
비교예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-1Zn	압연재	1.5
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-1Zn-0.3MM*	압연재	0.8
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-1Zn-1.0MM*	압연재	1.5
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-1Zn-0.3Ce	압연재	1.0
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-1Zn-0.3Gd	압연재	0.8

*MM: Ce, La, Nd, Pr 등의 혼합물

- 알루미늄, 망간, 및 스칸듐의 조성 범위는 대상 기술(실시예)와 동일하되, 희토류 원소를 첨가하지 않는 경우, 희토류 원소를 첨가하는 경우에 비해 부식속도가 빠름
- 망간과 스칸듐을 포함하지 않는 경우에도 부식 속도가 대상 기술에 비해 빠름

03 본 기술의 특징점

경쟁기술과의 차별성

[경쟁 기술]

- 마그네슘 합금으로서 개발되어 있는 마그네슘-알루미늄계, 마그네슘-아연계, 마그네슘-주석계 등 대부분의 마그네슘 합금은 고온에서 쉽게 발화하는 특성을 가짐

- 대부분의 마그네슘 합금은 알루미늄 합금에 비해 매우 높은 부식속도를 나타냄

[대상 기술]

- 마그네슘 합금재는 칼슘 또는 이트륨의 조성 범위를 한정하여, 내발화온도를 상승시키며 내식성이 우수함

- 희토류 원소를 첨가함으로 인해서 부식 속도에 있어서, 우수한 성능을 나타냄

우수한 내식성과 다양한 분야의 적용 가능성

- 마그네슘 합금재의 각 조성 범위를 한정함으로써, 내식성이 우수한 마그네슘 합금재를 제공함
- 마그네슘 합금은 우수한 내부식성을 요구하는 산업 등에 실제적 적용이 가능한 주조재, 압연재, 압출재, 인발재, 단조재 등으로 다양하게 활용될 수 있음

04 지식재산권 현황

권리 구분	출원 또는 등록(일)	명 칭	상 태
특허 1 (국내)	특허출원번호 제2018-0161659호 (2018. 12. 14)	마그네슘 합금재 및 이의 제조방법	공개

특허 1

- 우수한 내부식성을 가지는 마그네슘 합금재를 제조하는 기술

→ 마그네슘 합금재는 전체 100중량%에 대해,

Al: 0.03 내지 16.0중량%, Mn: 0.015 내지 1.0중량%, Sc: 0.02 내지 0.5중량%, 희토류 원소(RE): 0.03 내지 2.0중량%, 잔부 Mg 및 불가피한 불순물을 포함하는 것이 특징임

표 1

구분	합금명	탄탄족 RE총량 (wt.%)	시편조건	부식속도
비교예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc	0	주조재	1.20
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-0.3MM (0.3MM=0.15Ce-0.075La-0.045Nd-0.03Pr)	0.3	주조재	0.69
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-1.0MM(1.0MM=0.5Ce- 0.25La-0.15Nd-0.1Pr)	1.0	주조재	0.45
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-0.01Ce	0.01	주조재	1.20
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-0.03Ce	0.03	주조재	1.19
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-0.1Ce	0.1	주조재	0.98
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-0.3Ce	0.3	주조재	0.43
실시예	Mg-3Al-0.3Mn-0.1Sc-1.0Ce	1.0	주조재	0.45

05 기술 완성도 및 이전 범위

기술완성도



기술 이전 범위

- 마그네슘 합금재
- 마그네슘 합금재 제조

가능한 사업화 형태

- 기술 이전 또는 실시권 이전

경쟁기술대비 우수성

- 우수한 내부식성을 가지는 마그네슘 합금재를 개발하였으며, 현재 실험까지 완료된 상황이므로, **기술 상용화 가능성이 높음**
- 마그네슘 합금재는 우수한 내부식성을 요구하는 산업 등에 실제적 적용이 가능한 주조재, 압연재, 압출재, 인발재, 단조재 등으로 **다양하게 활용될 수 있어 파급 효과가 클 것으로 예상됨**

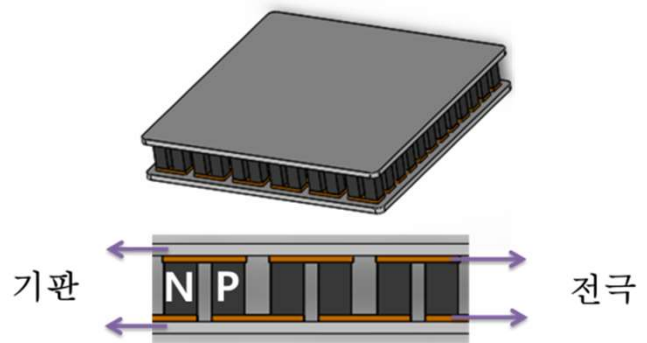
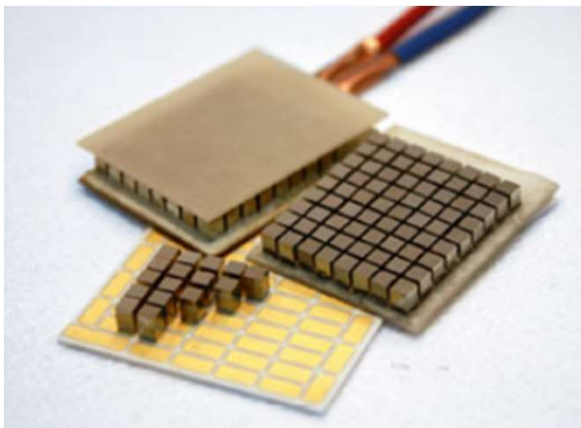
열전 페인트 소재와 곡면 열전소자 제조 기술

01 기술 개요 및 배경

연구 책임자: 손재성 교수, UNIST 신소재공학과

기술이전문의: 방기훈 (khsang@unist.ac.kr, 052-217-1352)
안재윤 (anmcjy@unist.ac.kr, 052-217-7111)

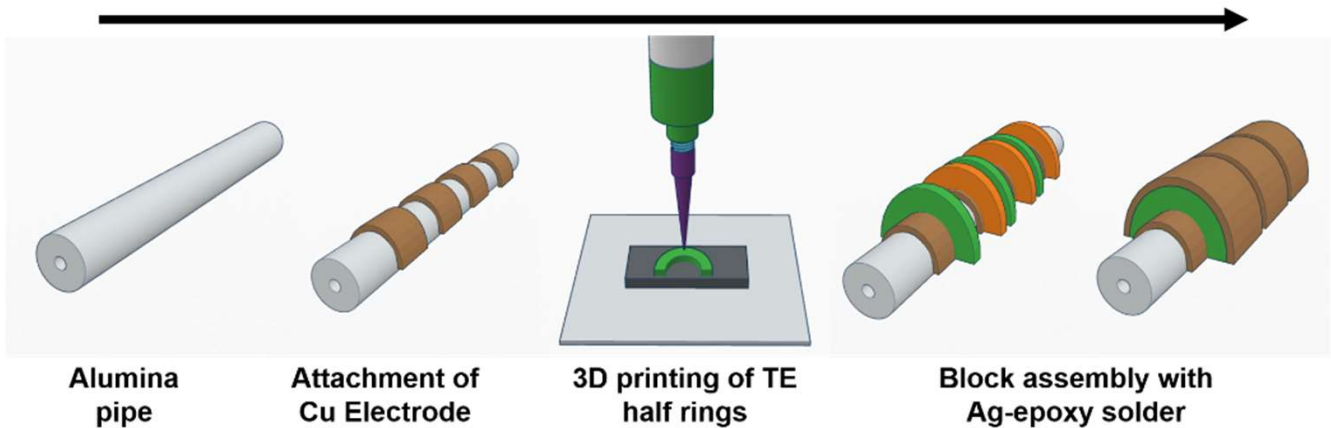
열전 발전 기술과 새로운 열전 소재의 필요성



- 열전 발전은 열에너지가 전기에너지로 직접적으로 전환되는 기술로서, 화석 연료나 기계적 부품 없이 지속 가능한 에너지를 제공할 수 있어 미래의 에너지원으로 대두됨
- 전통적 방식의 열전소자는 평면 구조를 가져, 열원과의 불완전한 접촉 때문에 열 손실이 발생하는 문제점이 존재함
- 열전 페인트를 사용한 프린팅 기법으로 열전 소재를 제조하더라도, 기존의 열전 페인트는 유기물 성분을 함유하여 열전 성능이 낮아지는 문제점이 존재함
- 높은 열전 성능을 유지하면서도, 곡면을 포함하는 다양한 형상으로 제조될 수 있는 열전 소재가 요구되며, 그 활용성은 매우 높을 것임

02 기술 개념 및 특징

- 높은 열전 효율을 갖는 열전 소재용 잉크를 개발함



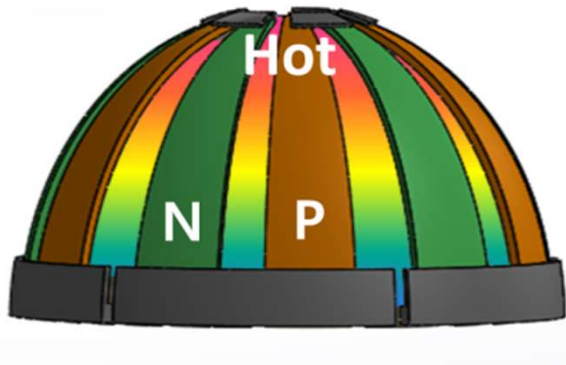
- 실온 부근에서 최고의 열전 재료로 여겨지는 BiTe계 열전 입자를 포함하며, 더 나아가 $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ ($0 \leq x \leq 2$, $0 \leq y \leq 1$)의 4원계 열전 입자를 포함하는 열전 소재용 잉크를 개발함
- ChaM(Chalcogenidometallate)을 포함하는 무기 바인더를 사용하여, 열전 입자들을 감싸 패키징화 할 수 있도록 함

- ✓ 4원계 열전 입자의 조성비와 그 조성비는 본 연구 개발을 통해 도출된 것으로서, 상대적으로 낮은 온도에서 우수한 열전 성능을 발휘할 수 있음
- ✓ 무기 바인더를 사용함으로써 열전 소재용 잉크의 열전 입자와 정전기적 상호작용을 통해 열전 입자에 전하를 제공하여 높은 열전 성능의 구현이 가능하게 하며, 열전 잉크의 건조 및 소결 시에 열전 소재를 치밀하고 견고하게 형성하도록 함
- ✓ ChaM을 포함하는 무기 바인더와 $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ ($0 \leq x \leq 2$, $0 \leq y \leq 1$) 열전 입자를 포함하는 열전 소재용 잉크를 이용하여, 3D 프린팅 기법을 통해 높은 열전 효율을 갖는 다양한 형상의 열전 소자를 제작할 수 있음

02 기술 개념 및 특징

곡면 열전소자를 제조할 수 있는 열전 페인트 소재

기술구성



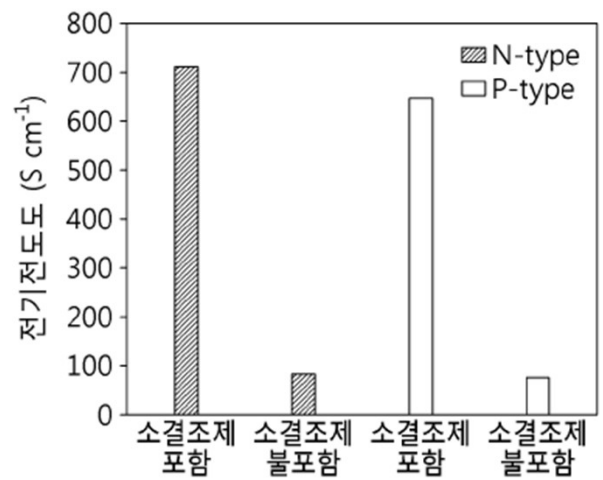
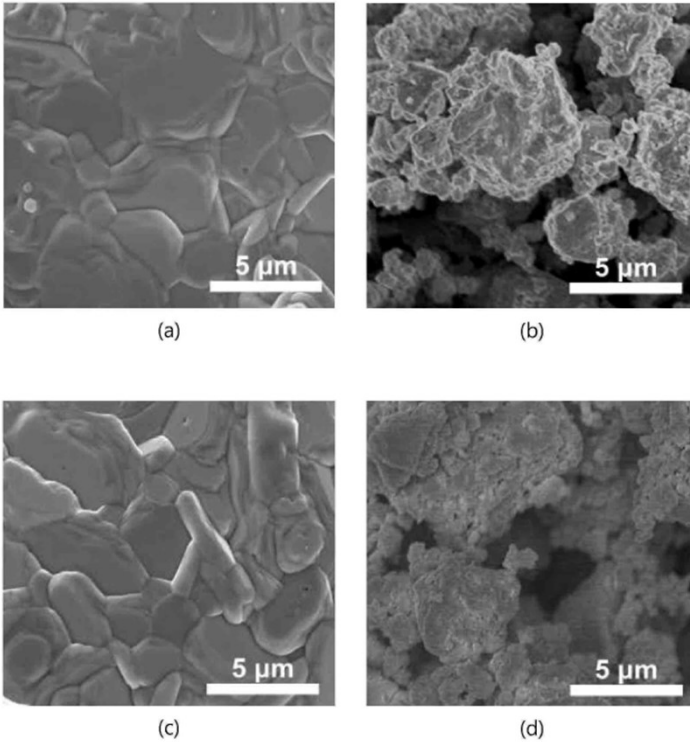
- 우수한 열전 성능을 발휘할 수 있는 열전 물질의 조합
- ✓ $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ ($0 \leq x \leq 2$, $0 \leq y \leq 1$)의 4원계 열전 입자에서 x 는 0이고, y 는 0.1 내지 0.6일 때 높은 성능을 갖는 N-타입의 열전 소재가 구현됨
- ✓ $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ ($0 \leq x \leq 2$, $0 \leq y \leq 1$)의 4원계 열전 입자에서 x 는 1.2 내지 1.8 이고, y 는 0일 때, 높은 성능을 갖는 P-타입의 열전 소재가 구현됨

- 높은 밀도 및 큰 결정립을 갖도록 열전 재료를 소결시키는 소결 조제
- ✓ Sb_2Te_x , Bi_2Te_x ($3 \leq x \leq 7$) 또는 이 둘을 포함하는 소결 조제가 열전 입자 사이에 일정한 비율로 포함되어, 소결된 열전 재료의 성능을 향상시킴
- ✓ 소결 조제의 중량을 조절하여 열전 성능을 최적화함

02 기술 개념 및 특징

열전 페인트 소재 제조 기술

기술구성



➤ **Sb₂Te₃ 성분의 소결 조제를 포함하여 제조한 열전 소재의 SEM 사진(a 및 c)과 Sb₂Te₃ 성분의 소결 조제를 포함하지 않고 제조한 열전 소재의 SEM 사진(b 및 d)**

- 본 기술에서 제공하는 소결 조제를 포함하는 열전 페인트로 열전 소재를 제조할 경우, 소결 과정에서 입자의 조밀도가 올라감으로써 물질의 밀도가 증가하고, 결정립의 평균 단면적이 증가함

03 본 기술의 특징점

경쟁기술과의 차별성

[경쟁 기술]

- 전통적 방식의 열전소자는 평면 구조를 가져, 열원과의 불완전한 접촉 때문에 열 손실이 발생함

- 종래의 열전 페인트는 유기물 성분을 함유하고 있어, 열전 성능이 저하됨

- 무기 소결 조제를 사용하지 않아, 전기전도도가 매우 낮음

[대상 기술]

- 열전 소재용 잉크 또는 열전 소재용 페인트를 사용하여 제작한 열전소자는 곡면을 포함한 다양한 형태로 제작되어, 어떤 형태의 열원과도 접촉 가능함

- 무기 바인더로써 이온성 소결 조제를 사용함으로써 소결된 열전 소재의 열전 성능을 매우 향상시킴

- 무기 소결 조제를 사용하여 열전 소재의 전기전도도가 600 S/cm 이상임

향상된 열전 성능과 다양한 분야의 적용 가능성

- 열전 발전의 응용 분야는 가정용에서부터 산업용, 공업용에 이르기까지 광범위하며, 고체 전자 회로로 직접 발전하기에 기존 발전 방식에 비해 구조가 매우 간단함

- 기존의 획일화된 판상형 열전 발전 모듈에서 탈피하여, 다양한 곡면형 열원에 일체화된 발전 시스템 제작을 위한 형상 제어형 열전 소재의 3D 프린팅 기술을 실현 가능함

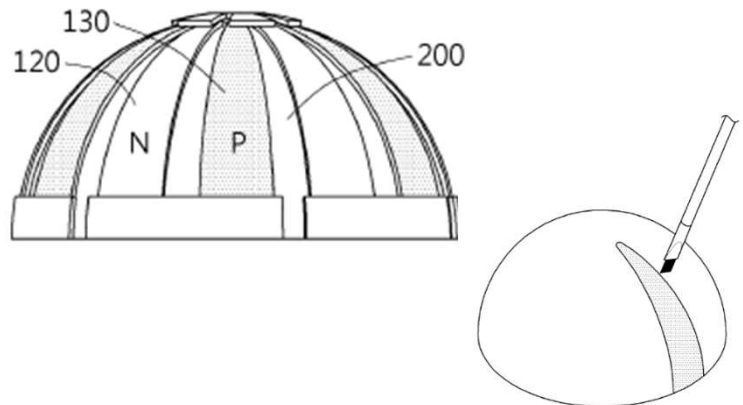
- 쉽고 간편하며 싼 공정인 페인팅 공법을 적용하여 열원의 모양과 종류에 상관없이 열전 모듈 제조가 가능함

04 지식재산권 현황

권리 구분	출원 또는 등록(일)	명 칭	상 태
특허 1 (국내)	등록특허 제1818343호 (2018. 01. 08)	Bi ₂ Te ₃ 계 열전 소재용 페인트 및 열전 소재와 그 제조방법	등록
특허 2 (국내)	등록특허 제1981855호 (2019. 05. 17)	3D 프린팅 열전 소재용 잉크, 3D 프린팅된 열전 소재를 포함하는 열전 소자 및 그 제조방법	등록

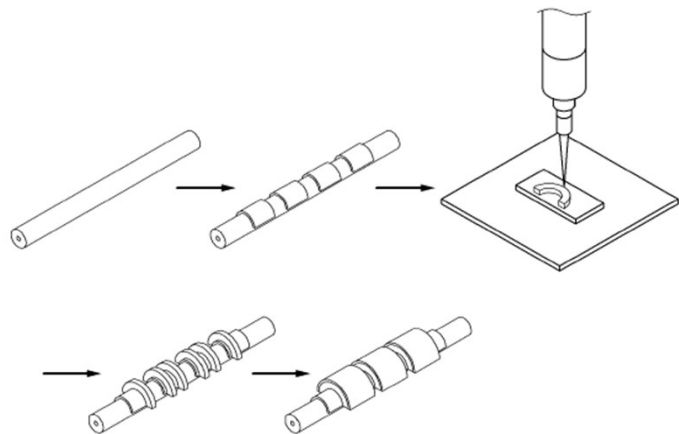
특허 1

● Bi₂Te₃계 열전 소재용 페인트와 그 제조방법에 관한 기술
 → Sb₂Te_x, Bi₂Te_x (4≤x≤7) 또는 이 둘을 포함하는 이온성 소결 조제와 Bi_{2-y}Sb_yTe_{3-z}Se_z (0<y<2, 0<z≤1) 열전 입자를 포함하는 **열전 소재용 페인트를 브러싱 또는 페인팅하여 곡면으로도 소자의 제작이 가능한 것이 특징임**



특허 2

● 열전 소재용 잉크와 그 제조방법에 관한 기술
 → ChaM(Chalcogenidometallate)을 포함하는 무기 바인더와 Bi_{2-x}Sb_xTe_{3-y}Se_y (0≤x≤2, 0≤y≤1) 열전 입자를 포함하는 **열전 소재용 잉크를 사용하여 3D 프린팅으로 열전 소자를 제작하는 것이 특징임**



05 기술 완성도 및 이전 범위

기술완성도



기술 이전 범위

- 열전 소재용 페인트 및 열전 소재용 잉크
- 곡면 열전 소자 제작

가능한 사업화 형태

- 기술 이전 또는 실시권 이전

경쟁기술대비 우수성

- 브러싱이나 페인팅 가능한 열전 소재에 대해서는 **국내에서 거의 유일하게 개발**하고 있어 경쟁력이 매우 우수한 기술임
- 열전 소재용 페인트 또는 열전 소재용 잉크는 무기 바인더로써 이온성 소결 조제를 사용함으로써 **소결된 열전 소재의 열전 성능을 매우 향상시켜 파급 효과가 클 것으로 예상됨**



울산광역시 울주군 유니스트길 50, 44919

T.052.217.0114 www.unist.ac.kr

Copyright 2020 UNIST. All rights reserved