

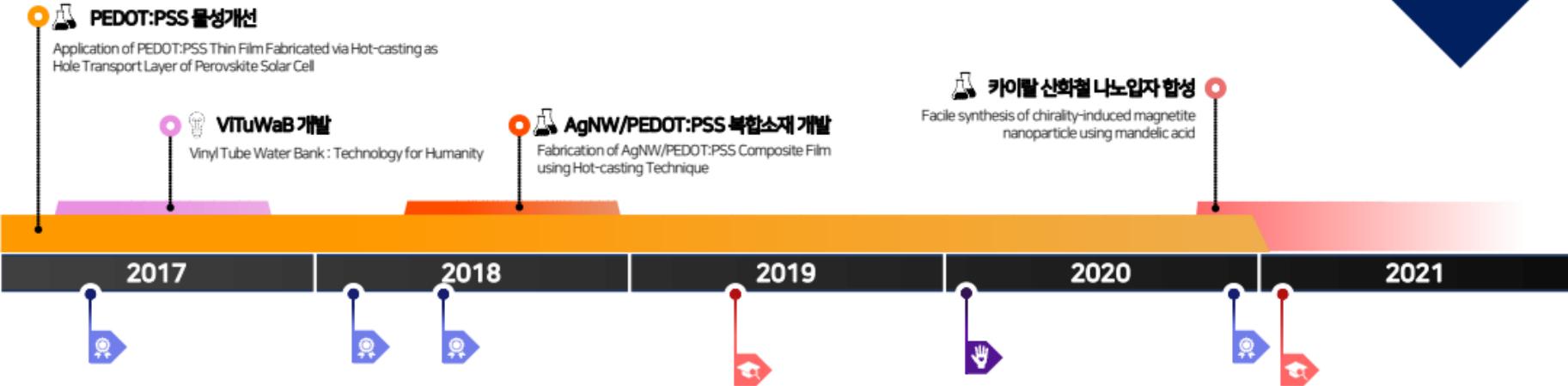
새로운 재료로 더 나은 세상을 만듭니다



새로운 시대를 여는 재료공학자를 꿈꿉니다.

KAIST 신소재공학과 김민재

Overview



Awards and Delegations

- Stockholm International Youth Science Seminar 한국대표 참가(Dec. 2020)
- 과학기술전문사관 후보생 최종합격(Dec. 2020)
- International Science and Engineering Fair 한국대표 참가(May 2018)
- 대한민국과학기술경진대회 금상(공학분야 1위) 수상(Jan. 2018)
- Innovation, Design, Engineering eXchange(DEX) Bronze Award(Apr. 2017)

Honors

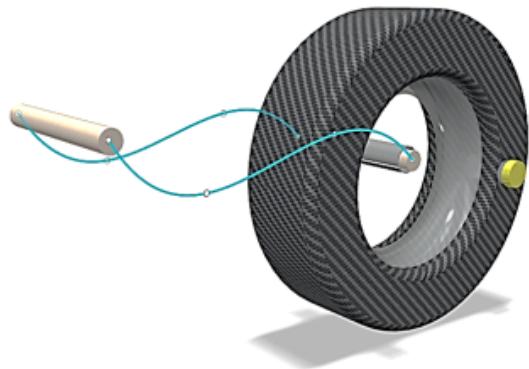
- KAIST Presidential Fellowship(총장장학생) 선정(Feb. 2021)
- 학과수석장학생 선정(2020 가을학기)
- KAIST 공과대학 Dean's List(성적우수상) 선정(2020 봄학기, 2020 가을학기)
- 대통령과학장학생 선정(Apr. 2019)
- KAIST 사내기과대학부 Dean's List(성적우수상) 선정(2019 가을학기)

Volunteer Work

- YEHS 사회공헌활동 참여
- KAIST 과학영재교육원 수학/과학 튜터
- 삼성드림클래스(송촌중학교) 수학멘토
- 삼성드림클래스 겨울캠프(한양대학교 ERICA) 수학멘토 및 코딩대표멘토
- KAIST 학부 총학생회 감사원장/감사위원

Q-Drum을 대체할 새로운 물 수송장치

ViTuWaB



가격	회당 물 수송량	수송지수(물 수송량/가격)
ViTuWaB	\$4	25L
Q-Drum	\$80	50L

기존 Q-Drum은 아프리카 아동·여성의 물 수송을 용이하게 함으로써 교육기회 제공과 인권신장을 기대하고 제작되었으나, \$80에 달하는 높은 가격으로 인해 약탈 등의 원인이 되고 있습니다.

ViTuWaB은 폐타이어를 이용해 물을 수송할 수 있는 장치로, 폐타이어, 파이프, 끈 등의 대부분의 재료를 현지에서 조달할 수 있어 가격이 저렴할 뿐만 아니라 수리가 용이합니다. 또한 쉽게 파손되지 않아 장기간 사용될 수 있는 물 수송장치입니다.



Honors and Awards

- Innovation, Design, Engineering eXchange(IDE) 2017 Bronze Award

전도성 고분자 PEDOT:PSS

낮은 전기전도성

PEDOT:PSS는 기존 투명전극 소재인 인듐주석산화물(ITO)에 비해 전기전도성이 매우 낮음(PEDOT:PSS: ~1,000S/cm, ITO: ~4,000S/cm)



거친 표면 모폴로지

PEDOT:PSS 박막의 거친 표면 모폴로지는 태양전지에서 엑시톤 재결합중심으로 작용하여 태양전지의 광변환효율을 저하시킴



낮은 광투과도

PEDOT:PSS는 350nm 이하 파장의 광투과도가 낮아 태양전지에 적용되었을 때 효율을 저하시키고, 디스플레이에 적용되었을 때 색상 변화를 일으킴

전도성 고분자 PEDOT:PSS가 깨지기 쉽고 비싼 기존 투명전극 소재인 ITO를 대체하려면, 전기전도성, 표면모폴로지, 광투과도를 개선해야 합니다.

지금까지는 PEDOT:PSS의 물성을 개선하기 위해 이차 도펀트를 첨가해 PEDOT:PSS 사슬의 배열 구조를 변화시키는 방법이 주류였습니다.

그러나 본 연구에서는 박막제조공정에 hot-casting 기법을 적용하여 PEDOT:PSS 박막의 물성을 ITO와 비견될 만한 수준으로 개선하였으며, 이를 페로브스카이트 태양전지의 정공수송층에 적용하여 광변환효율이 개선됨을 보였습니다.

또한, AFM 이미지를 통해 이러한 물성개선은 PEDOT:PSS grain cluster 형성에 기인함을 보였습니다.



Honors and Awards

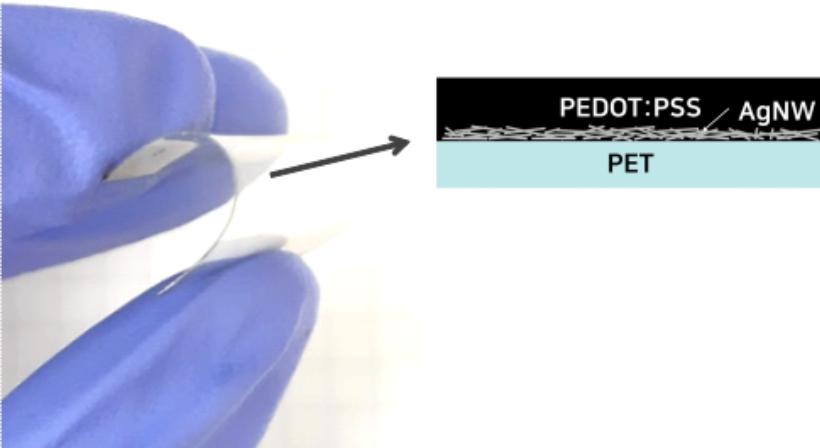
- 대한민국과학기술경진대회 금상(공학분야 1위) 수상
- International Science and Engineering Fair 2018 한국대표 선발
- Stockholm International Youth Science Seminar 2020 한국대표 선발

플렉서블 투명전극 복합소재

AgNW/PEDOT:PSS 복합필름

AgNW/PET	260%
Spin casted PEDOT:PSS/AgNW/PET	38.4%
180°C Hot-casted PEDOT:PSS/AgNW/PET	33.3%

※ R1.75로 10,000회 접었다 펴울 때 저항 증가량



은 나노와이어(AgNW)는 높은 전기전도성을 가져 차세대 플렉서블 투명 전극 소재로 주목받고 있습니다. 그러나 높은 접촉저항(contact resistance), 거친 표면 모풀로지, 낮은 접힘안정성으로 인해 상용화되지 못하고 있습니다.

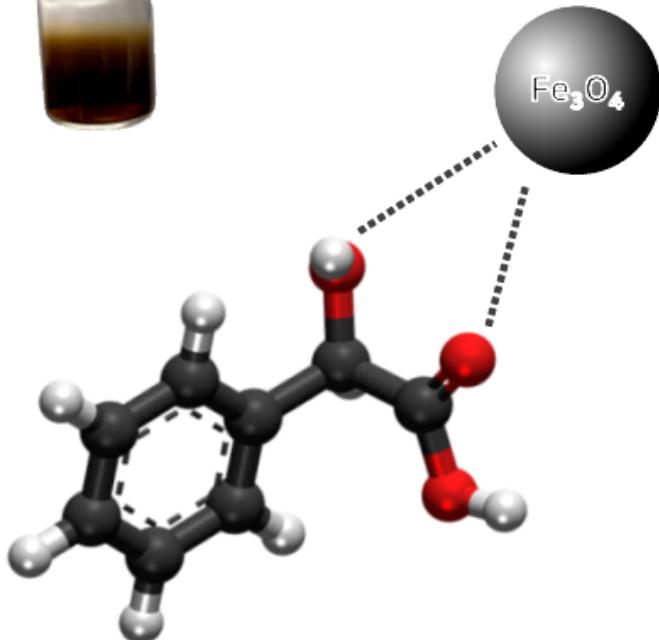
본 연구에서는 AgNW/PEDOT:PSS 복합필름 제조를 통해 기존 AgNW 단일 필름에 비해 표면거칠기, 부착안정성, 접힘안정성 등 물성을 크게 개선시켰습니다.

특히, PEDOT:PSS 필름 코팅에 있어 hot-casting 기법을 적용한 결과 은 나노와이어 간의 접촉저항 감소 및 연결성 증가를 통해 물성이 추가로 개선됨을 보였습니다.



Honors and Awards

- POSTECH Intensive Research Program 선정



나노입자에 방향성을 부여하다

카이랄 Fe_3O_4 나노입자 합성

최근 나노입자에 카이랄성을 부여하면 생체 내에서의 거동이 달라진다는 연구가 보고되었고, 카이랄 유기분자 첨가를 통해 Co_3O_4 NP, AuNP 등에 카이랄성이 부여되었습니다. 그러나 자성을 갖는 카이랄 나노입자는 보고된 바 없습니다.

본 연구에서는 Fe_3O_4 나노입자 합성에 Mandelic acid(MA)를 추가하여 카이랄 Fe_3O_4 나노입자를 합성할 수 있음을 시사했습니다.

이는 α -hydroxy acid가 철 이온과 강하게 상호작용함을 이용한 것으로, Circular Dichroism(CD) 분석을 통해 Fe_3O_4 나노입자와 Mandelic acid 사이의 상호작용이 $\text{FeMA}_2(\text{II})$, $\text{FeMA}_3(\text{III})$ 에서의 상호작용과는 다른 독특한 것임을 보였습니다.

이를 통해 Mandelic acid의 투입으로 Fe_3O_4 나노입자에서의 원자배열이 뒤틀려 독특한 원편광 상호작용을 만들어내는 것을 보였습니다.



Innovation, Design, Engineering eXchange

Honors

IDEX Bronze Award 수상



IDEX: Technology for Humanity

매년 '인간을 향한 기술'을 주제로 싱가포르에서 개최되는 IDEX는 제안서를 제출해 예선을 통과한(shortlisted) 팀만이 참가자격을 얻어 초청받습니다. 2017년 IDEX 본선에는 7개국 14팀이 참가하였으며, 그 중 한국에서는 유일하게 선발되었습니다.

본선은 Singapore University of Technology and Design 교수진을 비롯한 학계 인사 및 기업가 등이 심사하며, 포스터 발표는 현지 학생들에게도 공개됩니다.

IDEX에서 폐타이어를 이용한 물 수송장치(ViTuwab)를 개발하여 직접 시연하였습니다. 기존 Q-drum에 비해 1/10도 안 되는 가격으로 25L의 물을 수송할 수 있는 높은 공학적 가치를 인정받아 Bronze Award를 수상하였습니다.



Presentation

- MJ Kim, JH Roh, "Vinyl Tube Water Bank", *Innovation, Design, Engineering eXchange*, Apr. 2017(Poster)



International Science and Engineering Fair

Honors

국제과학기술경진대회 한국대표 선정



매년 대전에서 개최되는 대한민국과학기술경진대회(KSEF)에서는 국내 과학 프로젝트들을 심사하여 시상하고, 국제대회 한국대표단을 선발합니다. 제 15회 KSEF의 경우, 7개 분과 251개작(782명)이 참가하였으며, 이 중 "Hot-casting 기법을 이용한 PEDOT:PSS 필름의 전기전도도 및 표면모폴로지 향상"이라는 주제로 금상(공학분야 1위)을 수상하여 국제과학기술경진대회(ISEF) 한국대표단으로 선발되었습니다.

70여 개국 1,800여 명이 참가하는 세계 최대 규모의 과학프로젝트대회인 국제과학기술경진대회(ISEF)에서 한국대표로서 "Highly Induced Electrical, Morphological, and Optical Characteristics of PEDOT:PSS film"을 주제로 발표하였습니다.



Presentation

- **MJ Kim**, "Highly Induced Electrical, Morphological, and Optical Characteristics of PEDOT:PSS film", *International Science and Engineering Fair, May 2018(Poster)*



STOCKHOLM INTERNATIONAL YOUTH SCIENCE SEMINAR

세계 최고의 청년과학자들과 함께하다

Honors

SIYSS 2020 한국대표 선정



노벨 재단의 후원으로 노벨상 시상식 주간(Nobel Week)과 연계되어 진행되는 연례 행사인 SIYSS는 세계 각국의 top-ranking universities, international science fairs에서 선발된 청년 과학자들이 참가합니다.

SIYSS 참가자는 당해년도 노벨상 시상식에 초청되며, 노벨상 수상자, 기업가 등과 직접 교류하는 기회를 갖게 됩니다. 또한 참가자들은 스웨덴 학생을 비롯한 대중을 대상으로 자신의 프로젝트를 공개세미나에서 발표합니다.

SIYSS에서 "Application of PEDOT:PSS Thin Film Fabricated via Hot-casting as Hole Transport Layer of Perovskite Solar Cell"을 주제로 SIYSS에서 발표하였으며, 1,200명이 넘는 대중에게 생방송되었습니다.

SIYSS 참가자 중 2018년 노벨 물리학상 수상자 Donna Strickland와 Science Talk를 진행하는 5인에 선발되었으며, Public Health Agency of Sweden의 Sara Fritzell 박사, Astrazeneca의 Christina Sanders 박사님과 함께 <Mental health and Covid-19>이라는 주제로 패널 토론을 진행하여, 그 영상들이 올해 스웨덴 학생 및 대중을 위한 교육자료로 배포될 예정입니다.

Panel Discussion:
Health

Moderated by

Anders Sahlman

With experts:

Chenxi Zeng

Martin Morales Trejo

Sara Fritzell
Professor at Public Health Agency of Sweden

Lillian Petersen

Minsoo Kim

Christina Sanders
Health and Wellness Director at Astrazeneca

Presentation

MJ Kim, "Application of PEDOT:PSS Thin Film Fabricated via Hot-casting as Hole Transport Layer of Perovskite Solar Cell",
Stockholm International Youth Science Seminar, Dec. 2020(On-line, oral)



대통령과학장학생

매년 전국에서 147명 선발하는
대통령과학장학생으로 선발됨.
대통령과학장학생 증서수여식
“2019 영 사이언스 톡”에서
연구성과가 포스터 전시작품으로
선정되어 국립중앙과학관에서 전시



KAIST 총장장학생

학술·연구성과를 인정받아
2019 재학생 KPF(KAIST
Presidential Fellowship)
최종 2인으로 선정됨



과학기술전문사관

학부 졸업 후 3년간 국방과학연구소
(ADD)에서 연구장교로 근무하는
제도로, 매년 전국에서 25명
(화학부문 2명)을 선발하는
과학기술전문사관 후보생 최종합격



차세대공학리더

한국공학한림원 차세대공학리더
(YEHS)회원으로 선정되어
리더십포럼, 중등공학체험교실 등
학술·사회공헌활동 진행



Awards and Delegations

- 대한민국 인재상 수상 (Dec. 2021)
- The Global Undergraduate Award 수상(Sep. 2022)
- Global Young Scientists Summit 한국대표 참가(Jan. 2023)
- KAIST Engineering Innovator Award 수상(Feb. 2023)
- KAIST Global Leadership Award 수상(Feb. 2023)
- The Lindau Nobel Laureate Meetings 한국대표 참가(Jun. 2023)
- 동교인재상 수상(Sep. 2023)
- 삼성 휴먼테크 논문대상 수상(Dec. 2023)

Honors

- STX 장학생 선정(Dec. 2022)
- KAIST 동문학술장학재단 장학생 선정(May 2023)
- 해외유학 장학생(관정/일주/고등교육재단 등) 선발

Volunteer Work

- 대통령과학장학생 교육봉사단 STEPS(Science and Technology Education by Presidential Scholar) 설립
- YEHS 사회공헌활동 참여
- KAIST 총장장학생(KPF) 사회공헌활동 참여

새로운 시대는 새로운 재료로부터 시작된다

Vision

학부에서 연구·교육·사회적 가치를 잡다



학부생 연구참여 프로그램(URP) 참여

나노구조체의 적용과 전도성 고분자 물성개선을 통한 광전소자 효율개선
페로브스카이트 태양전지/LED 효율개선 연구진행

연구

해외 연구인턴십 참가

Harvard-MIT Summer Institute at MGH
Polytechnique Montréal Research Internship Program

교육

탄탄한 기초 마련

완벽을 추구하는 학습을 통해 Dean's List 수상
학점에 연연하는 것이 아닌 완전한 이해를 목표로 학습



사회

교육봉사활동

STEPS 설립을 통한 체계적 교육봉사활동 진행
YEHS/KPF 사회공헌활동 참가

대학원에서 연구자로서의 역량을 키우다

기능성 고분자·나노구조체 연구



인체의 결함과 한계를 극복하다 | 기능성 고분자 및 나노구조체를 이용한 Bio-compatible 소자 및 약물전달 시스템 개발

인공피부와 같은 bio-compatible 소자를 이용해 인체의 생체지표를 실시간으로 측정하고, 질병을 조기에 진단할 수 있습니다. 또, 기능성 고분자와 나노구조체를 이용한 약물전달 시스템을 통해 부작용을 최소화할 수 있습니다. 이를 통해 궁극적으로는 인체의 결함과 한계를 극복할 수 있습니다.

에너지 걱정 없는 세상을 만들다 | 나노구조체의 적용과 전도성 고분자 물성개선을 통한 광전소자 효율개선

페로브스카이트 태양전지의 광활성층-전하수송층 간 계면에 나노구조를 적용하고, 전하수송층으로 사용되는 전도성 고분자의 물성개선을 통해 태양전지의 효율을 개선할 수 있습니다. 이를 통해 2050 탄소중립을 위한 신재생에너지 활성화에 기여할 수 있습니다.

한편, 페로브스카이트 LED에 나노구조체와 개선된 전도성 고분자를 적용하면 발광특성과 효율을 크게 증가시킬 수 있습니다. 이를 통해 더욱 저렴한 디스플레이를 만들 수 있으며, 미래의 전자기기 기반 학습에서 더 많은 사람들이 학습여건을 보장받을 수 있을 것입니다.

새로운 시대는 새로운 재료로부터 시작된다

교수가 되어 재료공학 발전에 기여하다

Stretchable Optoelectronics & Sensors

플렉서블 광전소자/센서를 넘어 실제 인공피부 등으로 인체에 적용될 수 있는
스트레ച블 광전소자/센서 제조를 통해 실시간 생체지표 텁지

지식만이 아닌 지혜 또한 줄 수 있는 교육

실패를 극복할 수 있는 지혜를 주는 교육자로서, 교수의 교육적 가치 창출
학부생 교육을 통한 미래 재료공학자 양성

연구

나노구조체-고분자 복합소재

자기조립을 통한 기능성 고분자의 미세구조를 조절하여 물성을 개선하고,
나노구조체-고분자 복합소재의 적용을 통해 소자 특성 개선

교육



사회

사회공헌활동

학회 활동·사회공헌활동을 통해 교수의 사회적 가치 창출
YEHS Senior로서 리더십포럼, NAEK Forum 등에 연사로 참여

감사합니다.



새로운 시대를 여는 재료공학자를 꿈꿉니다.

KAIST 신소재공학과 김민재