

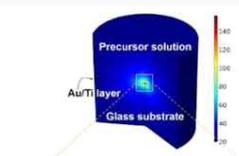
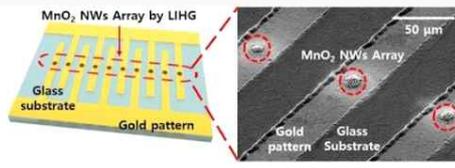
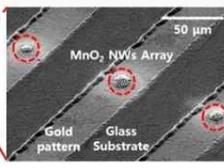
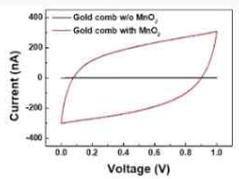
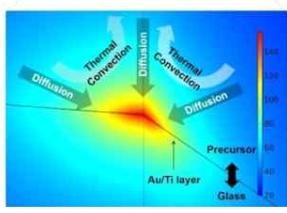
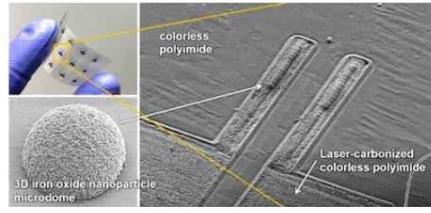
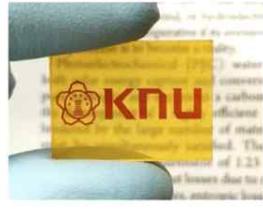
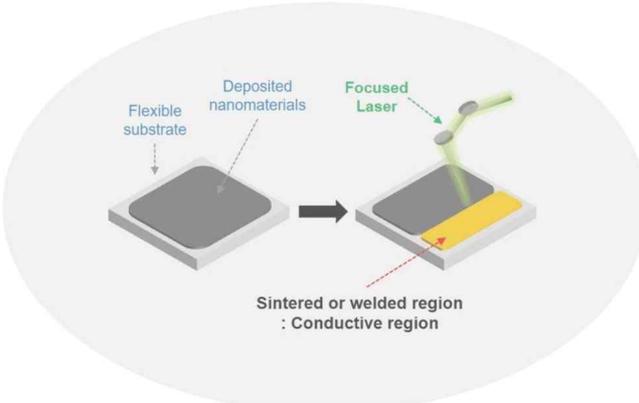
2025년 KNU STAR-Lab 프로그램

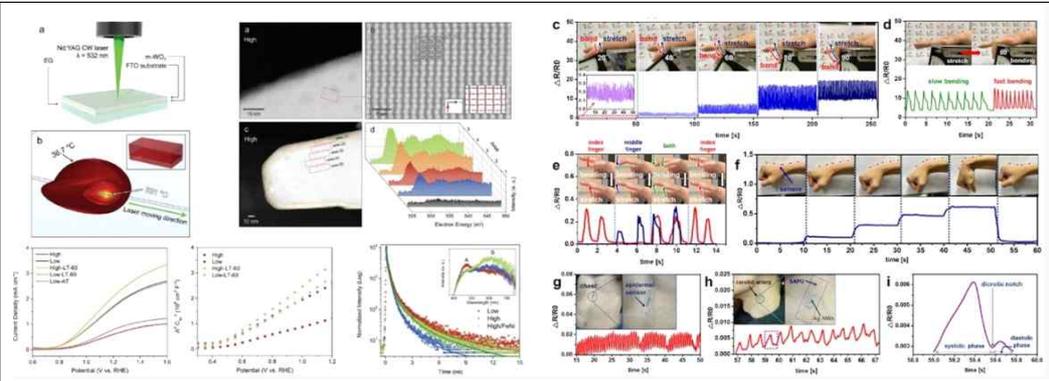
주관기관	 경북대학교 <small>KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY</small>	수행기관	
------	--	------	---

연구자 정보

이름	소속	기술분야	전화번호	이메일
 여준엽	자연과학대학 물리학과	광학 및 양자정보, 나노물리	053-950-7360	junyeob@knu.ac.kr

□ 주요 연구자 연구분야 및 경력

연구실 (위치)	연구분야(Keyword)
응용나노광학 연구실 (Novel Applied Nano Optics Lab) (미래융합과학관 241호)	<p>- 빛과 나노물질과의 상호작용(Light-matter interaction)을 이해하고 분석하는 기초 연구를 통해 금속/전이금속산화물 나노물자의 격자 구조를 변형하고 제어하여 전자 수송 및 광학적, 전기적 특성 변화를 유도하며 최종적으로 이를 통해 플렉시블 마이크로 광전자소자, 헬스케어 소자, 접착가능 투명 웨어러블 전자소자 및 신재생에너지 소자 (광수전해 소자, 슈퍼캐패시터)등의 응용 소자를 제작하는 응용연구까지 폭 넓은 연구들을 수행</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">     </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">    </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p style="text-align: center;">Sintered or welded region : Conductive region</p> </div>



- Geometrical optics / Lens design (ZEMAX, Code V, Lighttools)
 - Thermodynamics / Heat transfer (Comsol MultiPhysics)
 - Nano optics / Photonics (FDTD, Lumerical)
 - PhotoThermal / PhotoChemical / PhotoThermoChemical reaction
 - Nanomaterials (QDs, Nanoparticle, Nanowires, Nano film, CNT, Graphene)
 - Laser processing (sintering, annealing, reduction, deposition, ablation)
 - Laser nano-processing (growth, welding, phase transition, patterning)
 - Laser 3D Printing, Two Photon Polymerization
 - Optoelectronics: Photo detector, Transparent conductor, Flexible display
 - Wearable Electronics: Epidermal motion sensor, Thermal heater
 - Energy Device: DSSC, Super-capacitor, Photo-electrochemical Cell, Triboelectric generator
 - Photonic Crystal / Metamaterials
- (<https://sites.google.com/site/junyeob/research>)

학력 및 경력

<학력>

- PhD., in mechanical engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) (2013)
- MS, in physics, Seoul National University (2009)
- BS, in physics, Seoul National University (2007)

<경력>

- Head of Department of Physics, Kyungpook National University (2024~)
- Associate Professor, Department of Physics, Kyungpook National University (2021~)
- Adjunct Professor, Department of Hydrogen and Renewable energy, Kyungpook National University (2019~2025)
- Vice Director, Industry-Academic Cooperation Foundation, Kyungpook National University (2020~2022)
- Assistant Professor, Department of Physics, Kyungpook National University (2016~2021)
- Postdoctoral fellow, Department of Mechanical Engineering, University of California at Berkeley (2014~2016)
- Postdoctoral fellow, Department of Mechanical Engineering, Seoul National University (2013~2014)
- Postdoctoral fellow, Department of Mechanical Engineering, KAIST (2013)
- Part time Lecturer, Department of Physics, Korea Air Force Academy (2013)
- Engineer, Patterning Group, Mechatronics & Manufacturing Technology Center, Samsung Electronics (2009)

□ 대상 특허 도출

- 경북대학교 산학협력단이 출원한 특허 중 여준엽 교수님이 발명자로 있는 6건의 특허가 확인되었음

발명 특허	등록	공개	소멸	취하	거절
6건	5건	1건	0건	0건	0건

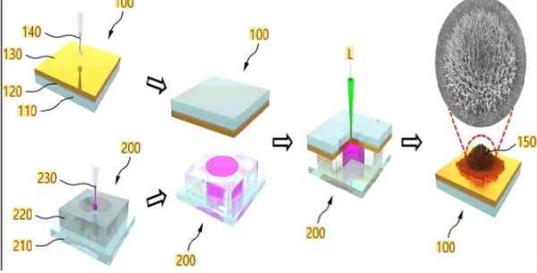
<표> 분석특허 행정상태별 분류

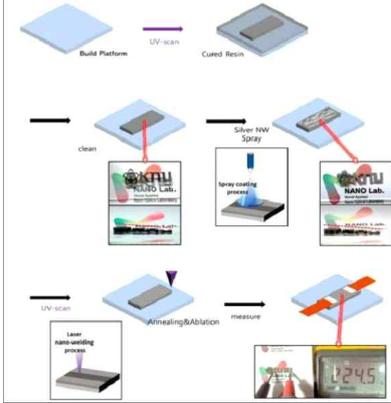
- 특허 리스트 (등록 및 공개 건 발취)

No	명칭	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	비고
1	레이저 유도 w ₀₃ 산소빈자리의 공간적 제어를 통한 광수전해 효율 개선 방법 및 이를 위한 장치	10-2023-0013613 (2023.02.01)	공개	
2	틈 수열 합성 방법	10-2022-0099842 (2022.08.10)	10-2689277 (2024.07.24)	
3	선택적 광경화를 이용한 자가 접착 폴리우레탄 기재의 제조방법	10-2022-0099764 (2022.08.10)	10-2725908 (2024.10.30)	
4	레이저를 이용한 마이크로 슈퍼커패시터 제조방법 및 이로부터 제조된 마이크로 슈퍼커패시터	10-2021-0066239 (2021.05.24)	10-2590432 (2023.10.12)	
5	광전기화학 셀 및 그의 제조방법	10-2021-0008913 (2021.01.21)	10-2480841 (2022.12.20)	
6	3d 프린팅 방법, 그로부터 제조된 소프트 센서 및 그 용도	10-2020-0013607 (2020.02.05)	10-2286444 (2021.07.30)	

□ 대상 특허 분석

1	발명의 명칭	레이저 유도 wo3 산소빈자리의 공간적 제어를 통한 광수전해 효율 개선 방법 및 이를 위한 장치	
출원번호(출원일)		10-2023-0013613(2023.02.01)	
등록번호(등록일)		-	
패밀리	권리	KR	공개(경북대학교 산학협력단)
대표 청구항 (독립항)	<p>[청구항 1] 광양전극 소재가 배치되는 테이블; 상기 테이블 상에 배치된 상기 광양전극 소재에 대해 레이저 빔을 조사하여 상기 광양전극 소재의 VO(oxygen vacancy)의 공간분포를 변화시키는 레이저 스캔부; 및 상기 레이저 스캔부를 제어하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 레이저 유도 WO3 산소빈자리의 공간적 제어를 통한 광수전해 효율 개선 장치.</p> <p>[청구항 6] 레이저 유도 WO3 산소빈자리의 공간적 제어를 통한 광수전해 효율 개선 방법에 있어서, 광수전해 장치에 사용될 광양전극 소재를 준비하는 단계; 상기 광양전극 소재를 스캔 위치에 배치하는 단계; 상기 광양전극 소재의 VO(oxygen vacancy)의 공간분포를 변화시키는 레이저 빔을 세팅하는 단계; 및 상기 세팅된 레이저 빔을 상기 광양전극 소재에 집속하여 스캔하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 레이저 유도 WO3 산소빈자리의 공간적 제어를 통한 광수전해 효율 개선 방법.</p>		
대표도면			<p><레이저 유도 WO3 산소빈자리의 공간적 제어를 통한 광수전해 효율 개선 방법을 나타내는 순서도></p>
기술내용	<p>- 레이저 유도 WO3 산소빈자리의 공간적 제어를 통한 광수전해 효율 개선 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것</p> <p>- WO3의 광수전해 효율을 획기적으로 개선함으로써 광수전해를 통한 수소연료 생산에 적용될 수 있는 레이저 유도 WO3 산소빈자리의 공간적 제어를 통한 광수전해 효율 개선 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것</p>		
발명효과 및 활용용도	<p>- OV를 WO3 나노물질의 표면 근처(표면으로부터 10 nm 이내)에 존재하는 OV(OV표면)와 그 내부에 존재하는 OV(OV내부)로 나누고, OV표면의 농도는 높고 OV내부의 농도는 낮을 때 이 물질의 광수전해 효율이 훨씬 높다는 발견을 기초로, 광수전해 효율에 불리한 OV 분포, 즉 OV내부의 농도는 높고 OV표면의 농도는 낮은 WO3를 광수전해 효율에 유리한 OV 분포를 갖도록 만드는 레이저 유도 WO3 산소빈자리의 공간적 제어를 통한 광수전해 효율 개선 방법 및 이를 위한 장치를 제공</p> <p>- 활용용도: 광수전해 기술 (태양에너지를 이용해 물을 산소와 수소로 분리하는 기술)</p>		

2	발명의 명칭	레이저를 이용한 마이크로 슈퍼커패시터 제조방법 및 이로부터 제조된 마이크로 슈퍼커패시터	
출원번호(출원일)		10-2021-0066239 (2021.05.24)	
등록번호(등록일)		10-2590432 (2023.10.12)	
패밀리	권리	KR	등록(경북대학교 산학협력단)
대표 청구항 (독립항)	<p>[청구항 1] 금속으로 코팅된 유리 기판의 일면에 이산화망간(MnO₂) 나노입자를 도포하는 단계; PDMS(Poly dimethylsiloxane) 챔버에 과망간산칼륨(KMnO₄) 전구체를 채우는 단계; 상기 나노입자가 도포된 기판과 상기 과망간산칼륨 전구체가 채워진 PDMS 챔버를 접합하는 단계; 접합된 기판 상의 선택된 위치에 레이저 빔을 조사하는 단계; 및 상기 선택된 위치에 이산화망간 나노와이어가 성장하는 단계를 포함하는 마이크로 슈퍼커패시터 제조 방법.</p> <p>[청구항 8] 제1항에 따른 마이크로 슈퍼커패시터 제조 방법으로 제조되는 것을 특징으로 하는 마이크로 슈퍼커패시터.</p>		
대표도면	 <p style="text-align: center;"><마이크로 슈퍼커패시터 제조 방법을 설명하기 위한 도면></p>		
기술내용	<ul style="list-style-type: none"> - 레이저를 이용한 마이크로 슈퍼커패시터 제조방법 및 이로부터 제조된 마이크로 슈퍼커패시터에 관한 것 - 선택적으로 이산화망간 나노 구조를 성장시키는 레이저를 이용한 마이크로 슈퍼커패시터 제조방법 및 이로부터 제조된 마이크로 슈퍼커패시터에 관한 것 - 본 실시예에 따른 마이크로 슈퍼커패시터 제조 방법은 금속으로 코팅된 유리 기판의 일면에 이산화망간(MnO₂) 나노입자를 도포하는 단계; PDMS(Poly dimethylsiloxane) 챔버에 과망간산칼륨(KMnO₄) 전구체를 채우는 단계; 상기 나노입자가 도포된 기판과 상기 과망간산칼륨 전구체가 채워진 PDMS 챔버를 접합하는 단계; 접합된 기판 상의 선택된 위치에 레이저 빔을 조사하는 단계; 및 상기 선택된 위치에 이산화망간 나노와이어가 성장하는 단계를 포함 		
발명효과 및 활용용도	<ul style="list-style-type: none"> - 원하는 위치에 선택적으로 이산화망간 나노구조를 성장시켜 공간의 활용성을 증대시키는 것은 물론, 상온상압의 환경에서도 나노구조를 성장시킬 수 있게되므로 공정을 단순화할 수 있음 - 활용도: 마이크로 슈퍼커패시터는 MEMS(micro-electromechanical systems), 소형 로봇, 착용가능한 전자직물, 이식가능한 의료 장치 등의 소형 전자 장치에 적용할 수 있는 휴대가능하고 가벼운 전원으로서 적합 		

3	발명의 명칭	3d 프린팅 방법, 그로부터 제조된 소프트 센서 및 그 용도	
출원번호(출원일)		10-2020-0013607 (2020.02.05)	
등록번호(등록일)		10-2286444 (2021.07.30)	
패밀리	권리	KR	등록(경북대학교 산학협력단)
대표 청구항 (독립항)	<p>[청구항 1] 1) 광경화성 고분자에 스테레오 리소그래피(SLA)기반의 UV 레이저를 조사하고 경화시켜 광경화성 고분자로 이루어진 3차원 폴리머 구조물의 제작하고, 2) 상기 3차원 폴리머 구조물 표면에 금속 나노와이어 함유액을 스프레이 도포하여 3차원 금속 패턴이 동시에 형성하고, 3) 상기 3차원 금속 패턴 형성 이후 레이저 유도 나노 용접(LINE)하는 어닐링공정이 수행된, 3D 프린팅 방법.</p> <p>[청구항 6] 제1항의 3D 프린팅 방법으로부터 제조되되, 광경화성 고분자로 이루어진 3차원 폴리머 기판 상에, 금속 나노와이어 함유액이 스프레이 도포되어 형성된 3차원 전도성 전극으로 이루어지고 레이저 유도 나노와이어 용접(LINE)에 의해 접착된, 금속 나노와이어 기반의 소프트 센서.</p> <p>[청구항 9] 제6항 또는 제8항 중 어느 한 항의 금속 나노와이어 기반의 소프트 센서가 포함된 웨어러블 장치.</p>		
대표도면	 <p style="text-align: center;"><3D 프린팅 방법에 따른 공정흐름도></p>		
기술내용	<p>- 3D 프린팅 방법, 그로부터 제조된 소프트 센서 및 그 용도에 관한 것</p> <p>- 스테레오 리소그래피(SLA) 기반의 3D 프린터에 스프레이 장치를 추가함으로써 광경화성 폴리머 구조물에 금속 나노와이어를 동시에 패턴닝할 수 있는 3D 프린팅 방법을 제공함으로써, 단일 3D 프린터에서 광경화성 고분자로 이루어진 3차원 폴리머 구조물을 제작하고,</p> <p>상기 3차원 폴리머 구조물 표면에 금속 나노와이어의 스프레이 도포 공정을 통해, 도포되는 즉시 전도성을 인가할 수 있는 전도성 전극을 동시에 형성하고, 레이저 유도 나노용접(LINW) 공정을 통해 상기 폴리머 구조물에 열 손상없이 센서의 전기기 전도성 및 기계적 특성이 우수한 3D 프린팅 방법, 그로부터 제조된 소프트 센서 및 그 용도에 관한 것임</p>		
발명효과 및 활용용도	<p>- 본 발명의 3D 프린팅 방법은 광경화성 고분자 구조물에 금속 나노와이어를 동시에 패턴닝할 수 있는 방법으로서, 스테레오 리소그래피(SLA) 기반의 3D 프린터에 스프레이 장치를 추가함으로써 간단하게 구현할 수 있어 접근성이 높음</p>		

- 본 발명은 레이저 공정기술(SLA 및 LINW) 및 스프레이 코팅공정이 결합된 3D 프린팅 방법을 제공하며, 추가장치없이 LINW 공정이 SLA 광학 설정에 적용될 수 있고, 특히 간단한 스프레이 공정으로 폴리머 구조물 및 금속 전극을 동시에 패턴화할 수 있음

- 본 발명의 3D 프린팅 방법을 이용하여, 단일 3D 프린터에서 광경화성 고분자로 이루어진 3차원 폴리머 구조물 및 그 표면에 금속 나노와이어 기반의 금속 패턴이 동시에 인쇄 제작된 소프트 센서를 제공할 수 있음

- 상기의 단일 3D 프린터로 제작된, 금속 나노와이어 기반의 소프트 센서를 제공함으로써, 3D 프린터 시장의 응용 확대 및 활용도를 높일 수 있고, 상기 금속 나노와이어 기반의 소프트 센서는 웨어러블 장치와 바이오 센서 시장에 유용함

- 활용용도: 웨어러블 장치와 바이오 센서

□ 학술지 및 학술대회 발표 논문

○ 학술지 리스트: 66건 (최근 30건 발췌)

No	명칭	저널명	발표년도
1	Laser-Printed Photoanode: Femtosecond Laser-Induced Crystalline Phase Transformation of WO ₃ Nanorods for Space-Efficient and Flexible Thin-Film Solar Water-Splitting Cells	SMALL	2024
2	Laser-Induced One-Pot Deposition of Medium-Entropy Cocatalysts on Hematite Thin Films for Improved Photoelectrochemical Water Splitting	ACS MATERIALS LETTERS	2024
3	Recent advances in vacuum- and laser-based fabrication processes for solar water-splitting cells	MATERIALS CHEMISTRY FRONTIERS	2024
4	Mussel-inspired resilient hydrogels with strong skin adhesion and high-sensitivity for wearable device	NANO CONVERGENCE	2024
5	Adhesive-free PDMS/PUA bilayer using selective photopolymerization for transparent, attachable, and wearable triboelectric nanogenerator	NANO ENERGY	2024
6	Nonenzymatic Glucose Sensors Based on Nanoporous Copper Thin Films Fabricated by Laser-Induced Photoreduction	ACS APPLIED ELECTRONIC MATERIALS	2024
7	Enhanced Photocurrent Performance of Flexible Micro-Photodetector Based on PN Nanowires Heterojunction using All-Laser Direct Patterning	ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS	2023
8	Laser-induced deposition of Ni, Co-doped FeOOH cocatalysts on WO ₃ photoanodes and elucidating their roles in water oxidation in terms of carrier dynamics	JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY A	2023
9	Spatial Control of Oxygen Vacancy Concentration in Monoclinic WO ₃ Photoanodes for Enhanced Solar Water Splitting	ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS	2022
10	Self-adhesive polyurethane via selective photo-polymerization for biocompatible epidermal soft sensor and thermal heater	APPLIED MATERIALS TODAY	2022
11	Hydrothermal Synthesis in Gap: Conformal Deposition of Textured Hematite Thin Films for Efficient Photoelectrochemical Water Splitting	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES	2022
12	Laser-Induced Hydrothermal Growth of Iron Oxide Nanoparticles on Diverse Substrates for Flexible Micro-Supercapacitors	ACS APPLIED NANO MATERIALS	2022
13	Enhanced Thermal Transport across Self-Interfacing van der	ADVANCED	2021

	Waals Contacts in Flexible Thermal Devices	FUNCTIONAL MATERIALS	
14	Laser-Induced Photoreduction for Selective Tuning of the Oxidation State and Crystal Structure of Hematite Nanorods	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C	2021
15	Novel fabrication method of hierarchical planar micro-supercapacitor via laser-induced localized growth of manganese dioxide nanowire arrays	APPLIED SURFACE SCIENCE	2021
16	Digitally Patterned Mesoporous Carbon Nanostructures of Colorless Polyimide for Transparent and Flexible Micro-Supercapacitor	ENERGIES	2021
17	Nanosecond laser-induced reshaping of periodic silicon nanostructures	CURRENT APPLIED PHYSICS	2021
18	Laser-induced Crystalline-phase Transformation for Hematite Nanorod Photoelectrochemical Cells	ACS Applied Materials & Interfaces	2020
19	Length-dependent photo-electrochemical performance of vertically aligned hematite nanorods	JOURNAL OF PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLIDS	2020
20	Recent progress in controlled nano/micro cracking as an alternative nano-patterning method for functional applications	NANOSCALE HORIZONS	2020
21	Low-Resistant Electrical and Robust Mechanical Contacts of Self-Attachable Flexible Transparent Electrodes with Patternable Circuits	ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS	2020
22	Sensitive Wearable Temperature Sensor with Seamless Monolithic Integration	Advanced materials	2020
23	Directional Shape Morphing Transparent Walking Soft Robot	SOFT ROBOTICS	2019
24	Stretchable/flexible silver nanowire electrodes for energy device applications	Nanoscale	2019
25	Fabrication of Soft Sensor Using Laser Processing Techniques: For the Alternative 3D Printing Process	MATERIALS	2019
26	Semipermanent Copper Nanowire Network with an Oxidation-Proof Encapsulation Layer	Advanced Materials Technologies	2019
27	Highly Stable Ni-Based Flexible Transparent Conducting Panels Fabricated by Laser Digital Patterning	ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS	2019
28	Micropatterning of Metal Nanoparticle Ink by Laser-Induced Thermocapillary Flow	NANOMATERIALS	2018
29	Biomimetic Color Changing Anisotropic Soft Actuators with Integrated Metal Nanowire Percolation Network Transparent Heaters for Soft Robotics	ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS	2018
30	Digitally patterned resistive micro heater as a platform for zinc oxide nanowire based micro sensor	APPLIED SURFACE SCIENCE	2018

□ 대상 연구과제 실적

- 연구과제 리스트 26건 확인 (2016년 이후 과제 발취)

No	사업명 (지원부처)	연구 과제명	주관기관 (연구책임자)	총 연구기간
1	이공학학술연구기반구축 _중점연구소지원(기초과학분야) [교육부]	경북대학교 고에너지물리연구소	경북대학교 (김홍주)	2018 ~2026
2	학연 협력 플랫폼 구축 시범사업(R&D) _학연 협력 플랫폼 구축_본사업 [과학기술정보통신부]	KNU-ETRI 미래 디지털 융합 시스템 스케일업 협력 플랫폼	경북대학교 (박춘욱)	2023 ~2027
3	개인기초연구(과기정통부) _(유형1-1)중견연구 [과학기술정보통신부]	펄토초 레이저를 이용한 유연 소프트 광전기화학 셀 제작 연구	경북대학교 (여준엽)	2019 ~2022
4	개인기초연구 _신진연구 [과학기술정보통신부]	광에너지 기반 국소적, 선택적 영역에서 산화금속 나노와이어 상전이 반응 기술 개발	경북대학교 (여준엽)	2016 ~2019
5	기술확산지원(R&D) _정보통신기업R&D역량강화 [과학기술정보통신부]	유연동작 감지 및 제어용 센서모듈 구현을 위한 다중소재 3D프린팅 기술 개발	울산과학기술원 (정훈의)	2017 ~2019
6	BK21플러스사업(0.5) _BK21플러스 [교육부]	고에너지물리 및 나노물리 사업단	경북대학교 (김홍주)	2017
7	개인연구지원 _신진연구지원 [미래창조과학부]	광에너지 기반 국소적, 선택적 영역에서 산화금속 나노와이어 상전이 반응 기술 개발	경북대학교 (여준엽)	2016

□ 언론보도

- 경북대 여준엽 교수팀, 광수소생산 효율 증대 기술 개발(2022.07.17.)
(<http://www.idaegu.com/newsView/idg202207140053>)

경북대 여준엽 교수팀, 광수소생산 효율 증대 기술 개발

발행일 2022-07-17 13:54:55 | 댓글 0 |   

‘어드밴스드 펄서널 머테리얼즈’ 온라인판에 게재



여준엽 교수.



공희정 박사과정생.

경북대학교 여준엽 교수(물리학과) 연구팀이 공간적 산소 결핍 제어를 이용해 광수소생산 효율을 최대 2배 가까이 향상시킬 수 있는 기술을 개발했다.

광수소생산을 위한 광수전해 기술은 태양에너지를 활용해 물을 산소와 수소로 분리하는 기술이다.

탄소 배출 없이 친환경적으로 수소를 생산할 수 있어 탄소중립의 핵심기술 중 하나로 꼽히지만 수소 생산 효율이 낮아 아직 연구·개발 단계에 있다.

여준엽 교수팀은 삼산화텅스텐(WO₃) 나노물질에서 표면과 내부의 산소 결핍(oxygen vacancy) 농도가 다를 때 광수전해 효율이 달라지는 것을 발견하고, 레이저로 공간적 산소 결핍을 제어해 광수소생산 효율을 크게 향상시키는 기술을 개발했다.