

KAIST 첨단부품소재 워크숍

2020 미래육군과학기술연구소

Date: Wednesday, January. 15, 2020

Venue: Fusion Hall (1st floor), KI Building (E4)



2020 미래육군과학기술연구소 KAIST 첨단부품소재 워크숍

KAIST Campus, Daejeon, Korea / Jan. 15, 2020

Welcome Letter

미래육군과학기술연구소 ('을지연구소' in KAIST)는 4차 산업혁명 시대 한계를 넘어서는 초일류 강군을 지향하는 육군과 세계 최고 수준의 R&D 역량을 가진 KAIST가 함께 미래를 준비하는 곳입니다. 앞으로 첨단 국방과학기술의 교육, 기초연구, 정책자문의 장은 물론 최고의 군학 인력 양성과 국방 벤처의 요람이 될 것입니다.



"Prepare Future Together"

미래육군과학기술연구소 소장
KAIST 기계공학과 이승섭

It is a great pleasure to welcome you at KAIST Advanced Components & Materials Workshop (첨단부품소재 워크숍), held on January 15, 2020 in KAIST campus. The KAIST Advanced Component & Materials Workshop is intended to provide an interesting forum for students, scientists, engineers, and Republic of Korea armed forces to share latest breakthroughs and big achievements in advanced components & materials development, particularly related with fundamental science and next generation R&D for future Korea army.

Very interesting presentations will be given by 12 KAIST Professors.

We invite you to join us at the KAIST Advanced Components & Materials Workshop 2020, where you will be sure to have a meaningful experience.

KAIST welcomes all the participants for a memorable experience.

Thank you for participating !

- KI Building (E4), KAIST
- Fusion Hall (1st floor)

Prof. Il-Doo Kim*
Chairman of the Organizing Committee

Il-Doo Kim



Organizing Committee

- General Chair 이승섭 / 미래육군과학기술연구소 소장 (한국과학기술원 기계공학과)
- General Co-Chair 김일두 / 첨단부품소재 연구실 실장 (한국과학기술원 신소재공학과)
- Program Committee 정재원, 김동하, 신하민 / KAIST

*idkim@kaist.ac.kr

KAIST 첨단부품소재 워크숍

KAIST Campus, Daejeon, Korea / Jan. 15, 2020 (KI Fusion Hall)

13:00 - 13:10	등록
13:10 - 13:20	이승섭 미래육군과학기술연구소 소장 개회사
13:20 - 13:25	김일두 첨단부품소재 연구실 실장 워크숍 소개
Session Chair 정기훈 & 전석우	
13:30 - 13:45	이승섭 소장 (미래육군과학기술연구소) 투명전도성필름과 군 응용
13:45 - 14:00	이정철 교수 (KAIST 기계공학과) 아르키메데스 원리 : 액상 미세 물질 검출에의 응용
14:00 - 14:15	정기훈 교수 (KAIST 바이오 및 뇌공학과) 초박형 생체모사 카메라 기술
14:15 - 14:30	배태현 교수 (KAIST 생명화학공학과) 나노다공성 소재를 이용한 유해물질과 기체의 포집 및 분리
14:30 - 14:45	오일권 교수 (KAIST 기계공학과) 스마트 액츄에이터 소재
14:45 - 15:00	김일두 교수 (KAIST 신소재공학과) 초고감도 고선택성 가스센서 응용 기술
15:00 - 15:15	신종화 교수 (KAIST 신소재공학과) 메타물질 기반 스텔스 기술
15:15 - 15:35	사진 촬영 & Coffee Break (Session Chair 김일두)
15:35 - 15:50	전석우 교수 (KAIST 신소재공학과) 3차원 나노구조를 통한 초소형 가스센서와 능동형 위장막
15:50 - 16:05	한승민 교수 (KAIST 신소재공학과) 고강도 초경량 나노복합소재
16:05 - 16:20	김도경 교수 (KAIST 신소재공학과) 고기능성 극한세라믹스 응용 기술
16:20 - 16:35	최벽파 교수 (KAIST 신소재공학과) 첨단 구조(금속)재료 개발과 금속 3D 프린팅 기술
16:35 - 16:50	스티브 박 교수 (KAIST 신소재공학과) 육군 건강 모니터링 및 군용로봇을 위한 촉각·바이오 센서 소재
16:50 - 17:30	첨단부품소재 Panel 토론

투명전도성필름과 군 응용

KAIST 기계공학과 이승섭*

*Email: sslee97@kaist.ac.kr (042-350-3046)

Lab website: <http://sites.google.com/site/kaistmmstlab>

투명전도성필름은 광학적으로는 투명하고, 전기적으로는 전기가 잘 통하는 필름을 일컫는다. 2008년 스마트폰에 적용된 터치센서 응용을 기점으로 세계적으로 연구와 산업화 분야에서 각광을 받기 시작하였으며, ITO를 시작으로 탄소나노튜브, 그래핀, 나노 와이어, 메탈메쉬, 전도성 폴리머 등의 다양한 방법들이 연구개발 되어왔다. 투명전도성필름의 우수성을 판가름하는 주요 잣대로는 높은 투과도와 낮은 면저항이 있으며, 유연성, 헤이즈, 대면적 가능성, 가격 경쟁력 등이 함께 고려된다. 본 연구실에서 연구개발된 투명전도성필름은 매립형 메탈메쉬 타입으로 90% 광투과도 기준 면저항이 $1\Omega/\square$ 이하로 기존 선진 연구기관의 연구결과와 비교해 수십배의 성능 향상을 나타내고 있으며, 대면적화 및 양산 공정에도 산업적 경쟁력을 나타내고 있다. 주요 응용 제품으로는 투명히터필름, 투명 전자파차단 필름, 투명 안테나 필름 등이 있다.

(Short Bio)



Prof. Seung S. Lee received his Ph.D. from Univ. of California, Berkeley in 1995. After one year in Samsung Advanced Institute of Technology as a principal researcher in 1996, he joined at POSTECH as a faculty member in the Dept. of Mechanical Engineering in 1997 and he served as an assistant and associate professor there until 2003. He has been a professor in the Dept. of Mechanical Engineering at KAIST since 2003. He is the director of Micro Mechanical System Technology (MMST) Lab. of which research area is Micro Electro Mechanical System (MEMS) and Nano fabrication for micro sensors, micro actuators, and micro functional structures. His recent major areas of research are transparent conductive film, water electro spray for air purification and sterilization, and near-field thermal radiation and thermophotovoltaic system. He has published over 120 international journal papers and holds over 120 patents including 20 US patents. In KAIST, he served as the dean of students, the dean of admission, and the chairman of the faculty council. He is also a member of National Academy Engineering of Korea.

아르키메데스 원리 : 액상 미세 물질 검출에의 응용

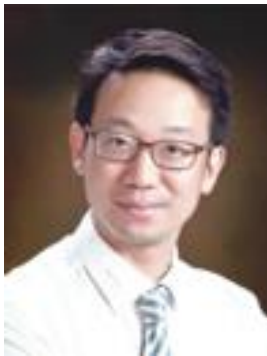
KAIST 기계공학과 이정철*

*Email: jungchullee@kaist.ac.kr (042-350-3212)

Lab website: <http://mnil.kaist.ac.kr>

액체에 잠겨있는 물체는 잠긴 부피와 액체의 밀도의 곱에 해당하는 부력을 받는다. 아르키메데스의 원리로 알려져 있는 이를 이용하면 액체 상 시료 내부에 포함되어 있는 물체의 부력 질량을 측정할 수 있다. 유동채널 내장된 기계공진기는 채널 내부 부력 질량의 변화 시 공진주파수가 변화하게 되므로, 단일 입자 그리고 세포의 질량, 밀도, 및 부피를 측정할 수 있어 액상 미세 물질 검출에 활용될 수 있으나 그 제작 과정의 복잡성으로 인해 널리 전파되지 못하고 있는 실정이다. 본 발표에서는 전통적인 마이크로공정과 실리콘 및 유리 웨이퍼를 사용하여 마이크로튜브 형태의 기계공진기를 간단하고 경제적으로 제작할 수 있는 방법과 유리나 금속 모세관을 이용하여 청정실(cleanroom)이 아닌 일반 실험실에서도 비전문가가 쉽게 만들어서 사용할 수 있는 모세관 기계공진기를 소개한다. 본 발표에서 소개된 새로운 공정은 유동채널 내장 기계공진기를 폭넓은 사용자 층에 전파하는데 기여할 것으로 예상된다.

(Short Bio)



Prof. Jungchul Lee is an Associate Professor in the Department of Mechanical Engineering at Korea Advanced Institute of Science and Technology. He received the B.S. and M.S. degrees in the Mechanical Engineering from Seoul National University, Seoul, Korea in 2001 and 2003, respectively. He received the Ph.D. degree from Georgia Institute of Technology in 2007. During 2007-2008, he worked as a postdoctoral research associate in the Mechanical Science and Engineering at the University of Illinois Urbana-Champaign. During 2008-2010, he worked as a postdoctoral research associate in the Department of Biological Engineering at Massachusetts Institute of Technology. His research interests include large scale batch fabrication of functional nanostructures based on silicon self-assembly, hydrogel based micro-/nanoelectromechanical systems (MEMS/NEMS), and materials and processing for flexible, stretchable, and wearable devices. He is currently focusing on nanoscale 3D printing, multifunctional atomic force microscopy, and single molecule force/mass spectroscopy. He serves as a convenor of International Electrotechnical Commission (IEC) SC47E/WG1 (Semiconductor sensors) and an assistant secretary of IEC TC124 (Wearable electronic devices and technologies). He is the recipient of the Academic award from the Society of Micro Nano Systems in 2016 and the IEC 1906 award in 2016.

초박형 생체모사 카메라 기술

KAIST 바이오 및 뇌공학과 정기훈*

*Email:kjeong@kaist.ac.kr (042-350-4323)

Lab website: <http://biophotonics.kaist.ac.kr>

자연계에 존재하는 96만여종의 곤충들은 그들의 작은 몸에 맞춰, 효과적인 영상(imaging)과 조명(Lighting)을 위한 흥미 있는 다양한 미세 구조를 가지고 있다. 곤충눈과 반디불이의 발광기관이 대표적인 예이다. 특히, 곤충눈의 경우 수십 마이크로 크기의 겹눈이 수천~수만개 정도로 이루어져 있고, 각각의 겹눈이 다른 방향을 향하고 있어, 곤충처럼 작은 몸을 가진 구조에서 광시야각 영상은 물론 빠른 모션감지들을 위해 뛰어난 효과가 있다. 최근 이러한 곤충눈의 구조와 기능을 MEMS 기술과 Micro-Optics 기술을 이용하여 초박형 생체모사 카메라 기술을 개발하고 있다. 본 강연에서는 총두께 1.2mm의 곤충눈 카메라의 제작과 다양한 영상기능에 대한 최신 기술을 소개할 예정이다.

(Short Bio)



Dr. Ki-Hun Jeong is a full professor in the Department of Bio and Brain Engineering at KAIST. He received a Ph.D. in mechanical engineering from the University of California at Berkeley in 2005. His previous research interests during PhD (advisor: Prof. Luke P. Lee) and postdoctoral studies at UC Berkeley (Adviser: Prof. Ming C. Wu) were the design, microfabrication, and measurement of optical MEMS for biomedical applications. After joining at KAIST in 2006, he has been working on bioinspired optical MEMS and photonic devices for endoscopic MEMS cameras and microscopes as well as in vivo biomolecular nanoplasmonic sensors. He has published 66 SCI journal papers including Science, PNAS, Advanced Materials, Light:S&A,

Nano Letters, ACS NANO, and technical review articles. He also gave over 30 international and 130 domestic invited talks, 122 KOR/PCT/US patents filed, 5 technology licensing-out and founded two start-up companies. He graduated 11 PhD and 25 MS students and His research group is leading the biophotonic MEMS areas at KAIST, domestically in biophotonic MEMS areas, and internationally in biologically inspired photonics areas.

나노다공성 소재를 이용한 유해물질과 기체의 포집 및 분리

KAIST 생명화학공학과 배태현*

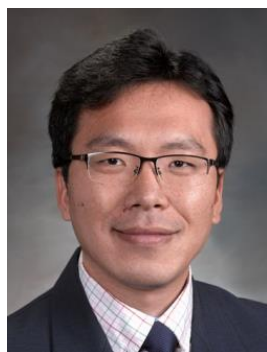
*Email: thbae@kaist.ac.kr (042-350-3919)

Lab website: <https://sites.google.com/site/thebaeresearchgroup>

나노다공성 소재(nanoporous materials)는 정밀하게 제어된 나노미터(nm) 수준의 미세 기공을 갖는 소재로서, 넓은 표면적을 갖고 기공의 크기 및 모양을 기반으로 물질들을 선택적으로 포집하고 분리할 수 있는 소재이다. 물질들을 분자수준에서 인식하고 분리해내는 특징때문에 분자체 (molecular sieve)라고 불리우기도 한다. 우리 연구실은 다양한 나노다공성 소재를 제조하고 이를 이용하여 유해물질 및 기체분자들을 포집하고 분리하는 연구들을 수행하고 있다. 나노다공성 소재에는 다양한 화학 작용기들을 도입시킬 수 있는데, 이를 통해 목표로 하는 유해물질과의 상호작용을 증가시켜 물질의 분리 성능을 더욱 향상시킬 수 있다. 이러한 장점때문에 나노다공성 소재는 **방독면을 비롯한 보호구, 공기청정장치, 수질 및 대기 오염 저감 장치**들에 두루 사용되고 있다.

우리 연구실은 나노다공성소재를 이용하여 **박막(membrane)**형태의 플랫폼을 제조하고 이를 활용하여 보다 효율적으로 실제 공정에 적용하는 연구를 수행하고 있다. 이러한 분리막은 다양한 형태로 제조가 가능한데, 가령 단위부피당 넓은 막면적을 제공하고 잘 제어된 유체 흐름을 제공하기 위하여 중공사(hollow fiber; 지름이 아주 작은 모세관)형태로 제조할 수 있다. 우리 연구실에서는 이러한 **분리막 필터**들을 이용하여 기체 분리 및 자원 회수, 오염물질들을 효율적으로 제거하는 연구들을 수행하고 있다.

(Short Bio)



Dr. Tae-Hyun Bae is an Associate Professor at the KAIST CBE Department (joined in May 2019). Tae-Hyun Bae received his B.Sc., M.Sc., and Ph.D. degrees from the School of Biological Resources and Materials Engineering of Seoul National University. Then, he moved to the USA and earned his second Ph.D. in Chemical Engineering at Georgia Institute of Technology in 2010. Following a postdoctoral experience at the University of California, Berkeley, he had worked at Nanyang Technological University (NTU, ranked in 11th in QS world university ranking 2019), Singapore, from 2013 to 2019 as an Assistant Professor of Chemical Engineering. While he was staying in NTU, he also served as the cluster leader at the Singapore Membrane Technology Centre as well as the assistant chair of research at School of Chemical and Biomedical Engineering. Dr. Bae has extensive research experience in nanoporous materials and membrane technology used in various chemical and environmental engineering processes. He has published about 68 research papers in reputable journals including *Chem. Rev.*, *Energy Environ. Sci.*, *J. Am. Chem. Soc.*, *Angew. Chem.* and *J. Membr. Sci.* and his papers have been cited more than 6800 times according to Web of Science (100 times/paper).

스마트 액츄에이터 소재

KAIST 기계공학과 오일권*

*Email: ikoh@kaist.ac.kr (042-350-1520)

Lab website: <http://active.kaist.ac.kr>

스마트 액츄에이터 소재는 다양한 외부 자극에 반응하여 기계적인 변형을 만들어내는 물질을 말한다. 주로 인공근육, 고분자 작동기 혹은 소프트 액츄에이터라는 명칭으로 불려지고 있으며 최근에는 소프트 로봇의 발전과 함께 활발히 연구되고 있다. 이런 스마트 액츄에이터 물질들은 저전압/저전력으로 매우 큰 변형을 만들어 낼 수 있고, 기존의 모터와는 달리 소음과 진동이 거의 없으며, 매우 작은 공간에서 복잡한 거동을 구현해 낼 수 있다는 장점을 가지고 있다. 본 세미나에서는 전통적인 압전형 작동기와 이온성 인공근육에 대한 개괄적인 최근 연구동향을 소개하고자 한다. 최근 이런 스마트 액츄에이터 물질들은 국내에서도 “100미터를 7초에 주파하는 파워슈트”라는 주제로 알키미스트 과제로 선정되면서 스포츠 과학, 웨어러블 로봇, 오감증감, 그리고 국방기술 분야에서 각광을 받고 있다. 추가적으로 본 세미나에서는 구조배터리 기술과 에너지 하베스팅 기술에 대해서도 현재 진행되고 있는 내용을 소개하고자 한다.

(Short Bio)



Prof. Il-Kwon Oh is a professor in the department of mechanical engineering at Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST). He obtained my Ph.D. from Department of Mechanical Engineering, KAIST in 2001. And then, he joined LG Digital Appliance Research Laboratory as a Senior Researcher, a position I held until 2004. He then became an Assistant Professor at Chonnam National University, where he was promoted to Associate Professor in 2008. Also, He was a visiting scholar in Stanford University at 2007. In 2010, he moved to KAIST as an associate professor and he was promoted to a tenured Full Professor in 2015. Currently, he is a director of National Creative Research Initiative Center for Functionally

Antagonistic Nano-Engineering and Active Materials and Dynamic Systems Lab. Until now, he has published over 170 articles in SCI journals including *Science Robotics*, *Nature Communications*, *Progress in Polymer Science*, *Advanced Materials*, *Advanced Energy Materials*, *Advanced Functional Materials*, *ACS Nano*, *Nano Today*, *Nano Energy*, *SMALL*, and *Smart Materials and Structures*. More interestingly, he has issued over 100 patents. His H-index is 47 in google scholar (<http://scholar.google.co.kr/citations?user=GJHV48MAAAAJ>). He served as a congress chair of the 7th World Congress on Biomimetics, Artificial Muscles and Nano-Bio (BAMN2013), SPIE Smart Structures/NDE (from 2018 to 2020), and International Conference on Active Materials and Soft Mechatronics (AMSM2019).

초고감도 고선택성 가스센서 응용 기술

KAIST 신소재공학과 김일두*

*Email: idkim@kaist.ac.kr (042-350-3329)

Lab website: <http://advnano.kaist.ac.kr>

초고감도 가스센서를 제조하기 위해서는 반응 표면적이 넓으면서 가스들의 확산이 용이한 다공성 구조체 제조기술이 중요하다. 최근들어 전기방사 (Electrospinning) 기술을 이용한 나노섬유 제조 기술이 큰 주목을 받고 있으며, 가스센서 적용을 위한 소재 합성 기술로 널리 활용되고 있다. 점도가 높은 고분자 용액을 전기장 하에서 노즐을 통해 토출하면 300 nm 굵기의 고분자 섬유를 합성할 수 있는데, 이 과정에서 특정 가스들과 만나 색깔이 바뀌는 염료를 결합하게 되면, 유해가스 뿐만 아니라 신경 가스 등에 고속으로 반응하는 색변화 센서를 손쉽게 제조할 수 있다. 특히 고밀도 섬유 구조를 만들면 색변화 강도를 높여 보다 정확한 검출이 가능하다. 또한 고분자 섬유를 희생층 템플릿으로 활용하는 방법을 이용하여 반도체식 가스센서를 제조할 수 있으며, 어레이화를 통해 가스 진단의 정확도를 높일 수 있다. 색변화 센서 및 초고감도/초소형 가스센서 소자를 드론에 결합하여 국방용 센서 기술로 활용할 수 있다. 본 강연에서는 초고감도, 고선택성 가스센서의 중요성을 설명하고, 다양한 활용 기술에 대해 소개하고자 한다.

(Short Bio)



Prof. Il-Doo Kim received his Ph.D. degree (2002) from KAIST. From 2003 to 2005, he was a postdoctoral fellow with Prof. Harry L. Tuller at MIT. He returned to Korea Institute of Science and Technology as a senior research scientist. In Feb. 2011, he joined at KAIST as a faculty member in Department of Materials Science and Engineering. The Il-Doo Kim group's research work is focused on novel synthesis of inorganic nanomaterials optimized for application in ultra-sensitive chemical sensors (exhaled breath gas analysis for disease diagnosis), highly efficient energy storage devices (Li-ion batteries), and functional nano-electronics including nanofiber-based transparent electrodes. Our research works aim at developing new synthetic methods that relies on a modified electrospinning to produce unique nano-building blocks such as highly porous nanofibers and nanotubes. Kim's research group also develops multi-dimensional catalyst-functionalized nanofibers, i.e., oxide and nitride materials, as cost-effective and highly efficient nano-catalysts, especially optimized for Li-O₂ batteries. Prof. Kim has published over 279 articles, 5 book chapters, and holds 213 international patents. Moreover, a number of patents related with nanofiber synthesis and applications have been successfully licensed to 7 companies. Prof. Kim is an Associate Editor of the ACS Nano, a member of Young Korea Academy Science and Technology (YKAST). He is a director of Advanced Nanosensor Research Center at KAIST.

메타물질 기반 스텔스 기술

KAIST 신소재공학과 신종화*

*Email: qubit@kaist.ac.kr (042-350-3331)

Lab website: <http://apmd.kaist.ac.kr>

마이크로파를 이용한 레이더는 국방분야뿐만 아니라, 기상관측, 항공관제, 항해 등 민간분야에서도 다양하게 활용되고 있다. 이에 따라 마이크로파를 제어할 수 있는 기술은 꾸준한 관심을 받아왔는데, 특히 최근 들어 스텔스 전투기, 스텔스 함정 등에 대한 각국의 경쟁이 심화되면서 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 기존 복합소재 기반 마이크로파 스텔스 기술은 소재 자체의 물성에 직접적으로 의존하기 때문에 적용 대역폭을 크게 확장하거나, 가볍게 만들거나, 투명하게 만드는 등 성능을 대폭 향상시키고 새로운 기능을 부가하는데 본질적인 어려움을 가지고 있었다. 반면 메타물질은 그 구성 소재의 물성만이 아니라 미세 패턴의 설계에 의해 그 특성이 크게 달라질 수 있고, 기존에 존재하지 않는 특성을 나타내게 하는 것이 가능하기 때문에 스텔스 기술에 적용할 시, 기존 한계를 돌파할 수 있는 전환점이 될 것으로 기대된다.

(Short Bio)



Prof. Jonghwa Shin received his B. Sc. degree (2001) from Seoul National University and M.S. (2003) and Ph.D. (2008) degrees from Stanford University, in electrical engineering. After working as a postdoctoral researcher at the Department of Physics at KAIST, he joined the Department of Materials Science and Engineering at KAIST in 2012 as a faculty member. His research group has been focusing on electromagnetic and optical metamaterials, from fundamental theory and numerical computations to unconventional nanofabrication and measurements. On the theory and computation side, Prof. Shin's group has invented new classes of metamaterials with unforeseen properties such as giant permittivity and refractive index over broad frequency bands as well as new optimization methods that combine meta-heuristic approaches with neural-network based machine learning. On the fabrication side, his group is actively collaborating with many expert groups in nanofabrication processes to realize novel metamaterial structures with unconventional methods. His group has also established unique measurement setups including bi-directional microwave scattering measurements. The unique concepts and designs developed in his group have resulted in many domestic and international patents as well. His group's current interest in applications ranges from microwave and infrared absorbers to radiative cooling and meta-surface based display devices.

<http://apmd.kaist.ac.kr>

3차원 나노구조를 통한 초소형 가스센서와 능동형 위장막

KAIST 신소재공학과 전석우*

*Email: jeon39@kaist.ac.kr (042-350-3342)

Lab website: <http://fdml.kaist.ac.kr>

사람의 머리굵기의 1/1000에 해당하는 크기인 100나노 미터 정도로 소재의 크기를 줄이면 원래의 소재에서 구현하기 어려운 기계적, 광학적, 전기적 특성들을 얻을 수 있기에 많은 연구자들이 새로운 소재를 만들기 위해 많은 연구를 진행하고 있다. 하지만 더 좋은 소재특성을 구현하기 위해서는 나노소재를 3차원의 구조로 만드는 것이 필요하나 값싸게 대면적으로 만들기에는 적합한 기술은 많지 않다.

본 연구실은 광학간섭 리소그래피 기술을 바탕으로 대면적의 3차원 나노구조를 원하는 곳에 원하는 크기로 손쉽게 제작하는 원천기술을 보유하여 새로운 응용 가능성을 보여주는 연구를 진행하고 있다. 오늘 강연에서는 마약류나 폭발물을 탐지하는데 최적화된 가스센서의 초소형화를 위한 핵심 컴포넌트인 가스분별관을 나노기술을 통해 초소형화 하여 군인들이 전장환경에서 손쉽게 사용할 수 있는 기술과 3차원 나노구조가 빛을 산란하는 현상을 이용하여 손으로 닿기면 불투명해지거나 특정색을 가지게 되는 필름개발을 통하여 적의 탐지로부터 위장할 수 있는 위장막 기술을 소개하고자 한다.

(Short Bio)



Prof. Seokwoo Jeon is Chair professor of Materials Science & Engineering at Korea Advanced Institute of Science and Technology, South Korea. His research goals are exploring novel electronic, mechanical, and optical properties from those nanomaterials and employing those materials in real world application. Currently his research focuses on synthesis and applications of low dimensional materials including graphene, carbon nanotubes, BN, and MoS₂, and fabrication of 3D nanostructures using various metallic or ceramic materials and applications. He has produced more than 140 publications and 100 patents in his research fields. He has been a board member of numerous academic societies, and a session organizer or organizing committee of international conferences such as ICCM, ACCM, and MRS. Presidential early-career scientist award from the Korean Academy of Science and Technology (KAST) in 2015 represents his numerous academic awards and honors in recent years. In 2017, he has appointed as a founding member of the Young Korean Academy of Science and Technology (Y-KAST) and become a director of Advanced MEMS GC Center for Drug Detection.

고강도 초경량 나노복합소재

KAIST 신소재공학과 한승민*

*Email: smhan01@kaist.ac.kr Tel:042-350-1716

Lab website: <http://nanomech.kaist.ac.kr/>

단원자 층이면서 우수한 기계적 물성을 가지는 그래핀을 금속과 다층 나노복합소재로 제작할 경우 초고강도를 보이는 것으로 알려져 있다. 이는 고밀도의 계면을 형성하는 그래핀이 소성변형에 필요한 전위를 효과적으로 막기 때문이다. 이러한 강도 강화 효과 연구 외에도 반복된 굽힘 피로 실험을 통하여 그래핀이 크랙 전파를 억제 하여 신뢰성을 크게 증가 시킬 수 있음을 입증하였다. 또한 그래핀의 충격 흡수 능력이 우수하다고 알려져 있기 때문에 방탄 베스트 등 고강도 이면서 충격 흡수가 필요한 분야에 적합한 소재라 할 수 있다. 이러한 우수한 특성을 가지는 금속/그래핀 다층 나노복합소재의 대면적 제작을 위해 롤 기반 그래핀 전사법과 금속 도금 기술을 개발하였고 이를 통해 대면적화 기술을 확보하였다. 또한 우리 연구실에서는 초경량 소재 개발을 위해 깃털처럼 가벼우면서 무게 대비 고강도인 3차원 구조체를 방향성 동결건조법을 이용하여 제작하는 연구를 활발히 진행하고 있다. 나노스케일 소재는 우수한 강도를 가지는 것으로 알려져 있고 이러한 특성을 활용하기 위해 본 연구실에서는 은 나노와이어와 셀룰로오스 나노파이버를 방향성 동결건조법을 이용하여 3차원 구조체를 벌크 형태로 제작하였다. 은 나노와이어/셀룰로오스 나노파이버 복합소재로 형성된 벽의 정렬을 수직/수평 방향으로 제작하게 되면 방향에 따라 기존 물질 무게 대비 높은 강도나 높은 변형 회복력을 가지게 된다. 또한 우수한 충격 흡수 능력을 가지기에 군 헬멧에 적용 가능한 신소재이다.

(Short Bio)



Seung Min Jane Han is an Associate Professor in the Department of Materials Science and Engineering at the Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST). She obtained her B.Sc. in Materials Engineering at Brown University (2001), and M.S.(2003) and PhD (2006) degrees in Materials Science and Engineering at Stanford University. She also served as an Acting Assistant Professor at Stanford before joining KAIST in 2010. Her research group focuses on understanding the mechanical properties and deformation mechanisms of nanoscale structures at a fundamental level using ex-situ and in-situ scanning electron microscopy nanoindentation methods to develop novel materials with enhanced mechanical properties. Specific areas of expertise include development of high strength, fatigue tolerant, metal-graphene nanolayered composites and ultralight, high strength 3D nanocomposite for high strength-to-weight ratio application.

고기능성 극한세라믹스 응용 기술

KAIST 신소재공학과 김도경*

*Email: dkkim@kaist.ac.kr (042-350-4118)

Lab website: <http://mse2.kaist.ac.kr/~ncrl>

첨단세라믹스 기술의 발전은 국방 및 항공우주산업의 고도화의 핵심이다. 최근들어 나노기술을 통해 첨단세라믹스의 미세 구조 및 물리·화학적 특성 등을 극도로 제어하는 전략은 에너지 환경 소재, 국방 소재, 항공 소재를 아우르는 국가 첨단 소재·부품 산업에 크게 기여하고 있다. 특히 위의 세 가지 첨단 산업은 극한 환경에서의 고기능성에 대한 기술적 수요가 높으며 본 연구진은 이에 적용되는 나노세라믹스를 개발하여 국가 산업의 고부가가치 창출을 도모하고있다. 첫째로, 최근 대두되고 있는 배터리의 발화 문제에 대응하기 위하여 기존의 유기 액체 전해질을 대체하는 무기 고체 전해질 세라믹스를 개발하고 고강도·고밀도·고이온전도도를 실현하여 높은 에너지 밀도를 갖는 차세대 배터리의 고온 구동 안전성을 확보하는 연구를 진행 중이다. 둘째로, 적군의 무인항공기와 저고도 유도무기등의 위협으로부터 대항하기 위한 최고의 수단으로 각광받고 있는 고에너지 레이저(HEL)용 세라믹스 개발을 통해 차세대 방위체계 구축을 위한 연구를 진행 중이다. 기존 레이저 발진체로 활용되고 있는 소재는 고에너지 출력 시 저열전도도, 저강도를 갖는 일부 조성으로 국한되어 있어, 기존 레이저 발진용 소재 대비 우수한 열적, 기계적 특성을 지닌 나노복합체 세라믹을 개발하고 그 응용기술을 개발중이다. 마지막으로, 우주 발사체의 내열 구조체, 추진 기관에 적용 가능한 극 초고온용 세라믹 복합재의 제조기술의 중요성과 그 기대가 점차 증가함에 따라 본 연구진은 고 내열성 세라믹스를 기반으로 2000°C 급 이상의 극한 환경에서 활용 가능한 극 초고온 세라믹스(UHTC)의 개발 및 응용에 대한 연구를 활발히 진행하고 있다. 본 발표에서는 위와 같은 다양한 극한세라믹스 응용 기술들을 소개하여 고기능성 소재의 급격한 수요 증가에 대응하는 기술 교류의 장을 마련하고자 한다.

(Short Bio)



Professor Kim joined the faculty of Department of Materials Science and Engineering, KAIST in 1994. He received his B.S. degree from Seoul National University in 1982 and earned M.S. and Ph.D. from Department of Materials Science and Engineering of KAIST in 1984 and 1987, respectively. Before joining KAIST, he worked for the Agency for Defense Development(1987-1994), Korea. He had spent several visiting professor positions in UC San Diego(1992), NIST(2002), and UC Berkeley(2007-08), and recently in New York University(2017-18) He was awarded a Top 20 Most Outstanding Research Award from Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) in 1997 and Top Most Outstanding Research Award from Korea Research Foundation (KRF) in 2011. In 2007 he was awarded the Promising Scientist for Overseas Research by

SBS Foundation. He has authored more than 200 technical articles, and has filled 40 Patents in US, Japan and Korea.

Professor Kim's work has focused on several research areas of ceramics, such as synthesis of ceramic nanopowders, which includes a unique process to control the size and shape of nano-scale powders. This work has been continued to the synthesis of ceramic nanostructures, such as WO_3 nanowires for electrochromic applications and LiMn_2O_4 nanorod/nanowires. His ultrathin LiMn_2O_4 nanowire studies have shown an impressive electrochemical performance of an ultra high-power cathode for lithium-ion rechargeable batteries. Professor Kim has also conducted an important study on the synthesis and characterization of cathode and anode materials for sodium-ion batteries and Li-S batteries. He is a member of board of the Korean Ceramic Society and served as President of the Materials Research Society of Korea (MRS-K) in 2018.

첨단 구조(금속)재료 개발과 금속 3D 프린팅 기술

KAIST 신소재공학과 최벽파*

*Email: p.choi@kaist.ac.kr (042-350-3321)

Lab website: <http://nmac.kaist.ac.kr>

인공지능, 빅데이터 등 4차 산업혁명 핵심기술 분야의 발전과 함께, 첨단 신소재 개발과 생산 방식도 큰 변화를 직면하고 있다. 금속은 지난 5000년 동안 인류 발전에 근간이 되어왔으며, 4차 산업혁명에서 그 가능성은 또 한번의 큰 도약을 준비하고 있다. 본 발표에서는 차세대 첨단 구조재료(다중성분계 합금)와 생산기술(금속 3D 프린팅)에 대해 소개할 예정이다. 한 가지 주 원소에 소량의 합금 원소를 첨가한 기존 합금들과 달리, 다양한 합금 원소들이 주 원소인 다중성분계(multi-component) 합금은 조합의 경우의 수와 시스템의 복잡도가 기하급수적으로 증가한다. 더불어, 주 원소에 기반하던 합금의 특성 또한 다중성분계 합금에서는 정확한 예측이 어려운 실정이다. 그러나, 다중성분계 합금의 특성을 기반으로 극한환경재료, 방사능물질저장재료 등 다양한 적용 가능 분야가 제시되고 있으며, 새로운 다중성분계 합금을 개발하기 위한 활발한 연구가 진행 중에 있다. 이와 함께, 개별 필요에 기반한 소량 생산과 복잡구조체의 제작을 위해서는 금속 3D 프린팅 기술의 개발이 필수적이다. 최근엔 금속 3D 프린팅된 부품을 美 항공모함에 적용하기 시작하였으며, 장기적 전략 수행의 용의성 향상을 위해 3D 프린터를 구비하고 있다. 美 국방부 산하 기관들이 활발히 연구/적용하고 있는 첨단 구조재료 및 생산기술에 대한 예시들과 함께, 본 연구실에서 개발 중인 첨단소재에 대해 논의하고자 한다.

(Short Bio)



Prof. Dr. rer. nat. Pyuck-Pa Choi obtained his Bachelor, Master, and Ph.D degree in Physics from the University of Göttingen. During his Ph.D studies (from 2000-06 to 2003-12 under the supervision of Prof. Reiner Kirchheim) he worked as a research assistant at the Institute for Materials Physics, Univ. Göttingen. From March 2004 to June 2006 he worked as a postdoctoral researcher at the University of Ulsan, before moving to the Korea Institute of Science and Technology (KIST) to be employed as a senior research scientist from July 2006 to April 2009. In May 2009 he accepted a group leader position at the Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf to become the head of the "Atom Probe Tomography research group", which he led until January 2016. In February 2016, he was appointed as an associate professor at the Department of Materials of Science and Engineering at Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST). His research work mainly focuses on (i) advanced materials characterization techniques (in particular atom probe tomography), (ii) alloy design, (iii) alloys for structural and high-temperature applications, (iv) additive manufacturing. He has published more than 120 peer-reviewed papers in prestigious journals, including Acta and Scripta Materialia, Physical Review Letters, Science, etc.

육군 건강 모니터링 및 군용로봇을 위한 촉각·바이오 센서 소재

KAIST 신소재공학과 스티브박*

*Email: stevepark@kaist.ac.kr, Tel: 042-350-3320

Lab website: <http://steveparklab.kaist.ac.kr/>

군인의 안전과 복지를 향상시키려면 1) 위험한 상황에 대한 노출을 최소화하고 2) 건강 상태를 지속적으로 모니터링 해야 한다. 전자의 문제를 해결하기 위해서는 인간 대신 위험한 임무(폭탄 무장 해제, 위험한 환경에서 군인 구출)를 수행 할 수 있는 로봇이 개발되어야 한다. 그러나 현재에는 로봇에 적용 가능한 촉각 감지 소재가 개발되어 있지 않아 이러한 임무를 수행 할 수 없다. 촉각 감지 소재가 개발되어야 물체를 다룰 때 물체의 질감, 물체에 가해지는 압력, 및 다양한 동작(prioception)에 대한 정보를 알 수 있다. 또한 로봇용 촉각 소재는 내구성이 뛰어나고 다양한 표면에 부착 될 수 있도록 신축성이 있어야 한다.

후자의 문제를 해결하기 위해서는 코티솔(스트레스 상태) 및 트로포닌(심장병)과 같은 다양한 바이오 마커를 모니터링 할 수 있는 웨어러블 바이오 센서가 필요하다. 탄소나노튜브와 Metal Organic Framework와 같은 나노 소재는 표면적이 넓고 저차원 소재이기 때문에 외부 환경 변화에 민감도가 높아 바이오 센서로서 쓰기 매우 좋은 소재이다.

본 발표에서는 로봇을 위한 촉각 감지 소재 그리고 바이오 마커 감지를 위한 나노소재에 관해 논의 하고자 한다.



Prof. Steve Park is an assistant professor in the Department of Materials Science and Engineering at KAIST since 2016. Prof. Park received his Bachelor's degree at the University Illinois at Urbana-Champaign in Materials Science and Engineering. He then received his Master's and PhD degree in Materials Science and Engineering at Stanford University. He then went onto conduct his postdoctoral scientist work at Columbia University in the Electrical Engineering Department. Prof. Steve Park's research interests are in tactile sensing electronic skin for wearable and robotic applications, solution-based thin-film crystallization for flexible electronics, 3D printing, and biosensors. He currently has over 37 peer-review publications, with 2543 citations, and h-index of 17 according to google scholar. He is a recipient of Outstanding Lecture Award from KAIST in 2019, Young Scientist Award from the Active Materials and Soft Mechatronics in 2018, and Outstanding Member Award from the Korean Printed Electronics Association in 2018. He currently an editor of Electronic Materials Letters and Expert Committee Member of International Electrotechnical Commission (IEC TC119).