

Center for Advanced Meta-Materials

파동에너지극한제어연구단

156 Gajeongbuk-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34103, Republic of Korea

TEL +82-42-868-7893 FAX +82-42-868-7849 www.camm.re.kr

2016 CAMM All right reserved. This product or document is protected by copyright and distributed under licenses restricting its use, copying, distribution, and decompilation. No part of this product or document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of CAMM and its licensors, if any. Products shown on this catalog are subject to change without any prior notice.

발행일 : 2016년 11월

camm

파동에너지극한제어연구단

camm

Center for Advanced Meta-Materials

For safer, more comfortable and sustainable future through advanced metamaterials

과학기술정보통신부

과학기술정보통신부 | 한국연구재단 글로벌프런티어사업

파동에너지극한제어연구단 Center for Advanced Meta-Materials

파동이란?

파동은 공간이나 매질의 운동을 통해 에너지가 전달되는 현상으로,
크게 공간상에서 전기장과 자기장의 진동으로 만들어지는 전자기파와
공기와 물과 같은 매질을 통해 파동이 전달되는 역학파로 구분됩니다.

극한물성시스템이란?

극한물성시스템은 파장보다 작은 인공구조물을 이용하여 파동에너지를
제어함으로써 기존 자연계 물질로는 구현할 수 없는 물성을 가지도록
설계된 시스템입니다.



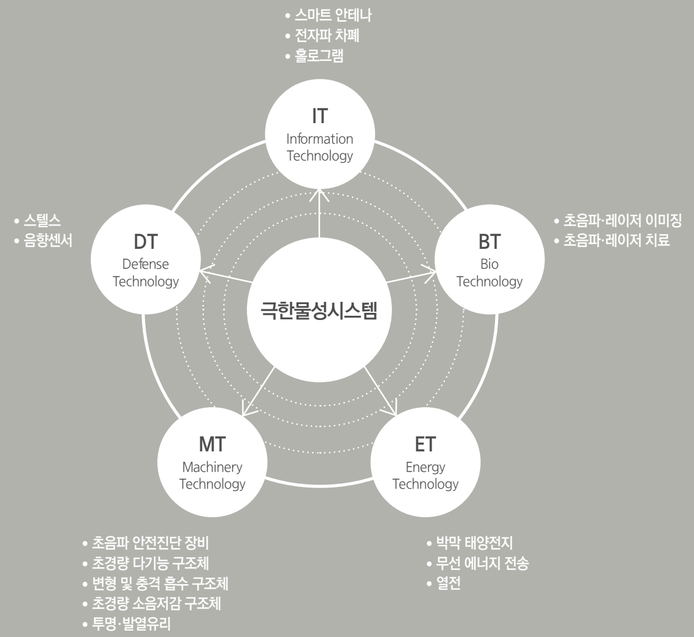
Beyond the Limit

Center for Advanced Meta-Materials

For safer, more comfortable and sustainable future through advanced metamaterials

과학기술정보통신부 글로벌프런티어사업으로 2014년 9월 발족한
파동에너지극한제어연구단은 극한물성시스템 융합,
전자기 파동에너지 제어, 역학 파동에너지 제어에 관한
원천기술을 개발하고 있습니다. 기계, 국방, 의료, ICT,
에너지 분야의 신성장동력을 창출하여 안전하고 편리하고
지속가능한 미래 행복사회를 구현하겠습니다.

파동에너지극한제어연구단은 극한물성시스템 원천기술과
5T(IT, BT, ET, MT, DT) 분야의 융합을 통해 신산업을 창출하겠습니다.



스마트 안테나

극한물성시스템을 적용하여 부피를 대폭 줄이면서도 전파의 수신 감도와 대역폭은 크게 향상시킨 스마트 안테나를 개발하고 있으며, 향후 ICT, IoT, 전파 망원경, 위성통신 등 관련 분야의 핵심 기술로 활용될 것입니다.

전자파 차폐

극한물성시스템을 적용한 초소형, 고성능 전자파 차폐·흡수체를 개발합니다. 전자파가 발생하는 모든 기기에 활용 가능하여 스마트 기기, 웨어러블 디바이스, 무인자동차, 무인항공기, 무선충전 등 첨단 ICT 산업의 핵심 기술로 부상하고 있는 기술 분야입니다.

홀로그램

얇은 두께의 초고해상도, 광시야각의 3차원 디스플레이를 구현할 수 있는 초고성능 홀로그램 기술을 개발 중입니다. 향후 보안서비스, 디스플레이, 의료, 군사, 문화예술 등 다양한 분야에 활용될 것입니다.

IT (Information Technology)

IT 관련 제품의 첨단화와 소형화에 기여하고, 차세대 스마트 기기 및 웨어러블 디바이스의 핵심기술 확보에 주력하겠습니다.

초음파 · 레이저 이미징 및 진단기술

극한물성시스템에 기반한 이미징 및 진단기술은 초고해상도의 높은 투과효율로 피부의 조직 속 세포 및 장기의 이상을 감지할 수 있는 기술입니다. 더 건강한 세상을 위해 신개념 조기진단 기술의 토대를 마련하겠습니다.

BT (Bio Technology)

극한물성시스템과 생명공학기술과의 융합으로 신개념 첨단 의료기계 기술을 개발하여 건강한 미래사회를 만들겠습니다.

박막 태양전지

나노-플라즈모닉 구조, 완전 무반사체 기술을 적용한 초박막 고효율 무연화합물 태양전지를 개발하여 에너지 절감 및 온실가스 저감을 통한 청정한 세상을 만들겠습니다.

무선 에너지 전송

무선에너지 전송 기술은 전선 없이 전력을 공급하는 미래 유망 기술입니다. 극한물성시스템 기술을 적용해 현재 수준보다 전자기파 노출이 적고, 먼 거리, 넓은 범위에서 많은 양의 에너지를 더욱 빨리 전송하는 기술을 개발하고 있습니다.

열전

열전 기술은 열에너지를 전기에너지로, 전기에너지를 열에너지로 변환하는 기술입니다. 열전 기술에 극한물성시스템을 적용하여 초고효율 열전 소자를 구현함으로써 헬스케어, 군사 및 우주·항공 등 새로운 시장을 개척할 수 있습니다.

ET (Energy Technology)

극한물성시스템을 적용한 박막 태양전지, 열전 등의 친환경 고효율 에너지 기술 개발로 깨끗한 세상을 만들어 갑니다.

초음파 안전진단 장비

초음파 안전진단 기술 분야는 초음파를 생성해 시스템 내의 결함을 검출하는 비파괴 구조안전 검사 중 가장 대표적인 검사 기법입니다. 극한물성시스템을 적용한 고해상도, 고투과율의 초음파 장비를 개발하여 우주항공, 부품, 소재 산업의 기술력 향상을 이루겠습니다.

초경량 다기능 구조체

인공구조물 기반의 초경량 다기능 구조체는 신축성과 전도성, 광특성, 반도체 특성 등 다양한 기능이 결합된 소재로서, 향후 웨어러블 전자산업 시장의 성장과 연계되어 수요가 증대될 것으로 예상됩니다.

변형 및 충격 흡수 구조체

반도체/디스플레이 생산 분야, 안전용 보호구 분야, 국방 분야에서는 다양한 용도의 변형 및 충격 흡수 구조체가 활용되어, 제품 생산의 수율을 향상하거나, 인명과 주요설비를 보호하는 역할을 하고 있습니다. 극한물성시스템을 적용하여 변형 및 충격 흡수 성능은 높으면서도 무게가 가벼운 구조체를 구현할 수 있습니다.

초경량 소음저감 구조체

초경량 소음저감 구조체는 수송 기계(자동차/선박/항공기)의 내부소음, 건축물의 층간소음 저감을 위한 흡·차음재를 말합니다. 극한물성시스템 기반의 초박형·초저가 흡·차음재를 개발해 사회 문제로 대두된 건축물의 층간소음 방지 및 교통수단의 승차감 향상에 기여하겠습니다.

투명 · 발열유리

극한물성 설계기술을 적용하여 원하는 대역의 전파는 투과시키면서 투명 열선 기능을 동시에 구현하는 투명 발열유리 기술을 개발 중입니다. 주로 건물창호 및 차량용 유리에 적용하는 전자기파 투과제어에 대한 첨단기술 개발로 효율성, 경제성을 높일 수 있습니다.

MT (Machinery Technology)

층간 소음이 사라진 쾌적한 아파트, 무소음·무진동 스마트 자동차, 원자력 안전진단 등의 편리하고 안전한 삶을 위한 기술을 개발합니다.

스텔스 기술

극한물성시스템을 적용한 음향·전파·적외선 스텔스 기술을 개발 중입니다. 복합 기능을 가지는 스텔스 기술로 무기체계의 성능을 획기적으로 높이고 국방력 향상 및 막대한 경제적 효과를 창출할 것으로 예상됩니다.

음향센서

극한물성시스템을 적용하여 기존보다 식별거리가 긴 음향센서를 개발 중이며, 이를 수중 음향카메라, 수중 음향탐지기 등에 적용할 계획입니다.

DT (Defense Technology)

극한물성시스템 기반의 스텔스 기술 및 음향센서 기술을 잠수함, 전투기 등 무기체계에 적용해 국방력 향상에 기여하고 미래 유망산업의 기술력 향상에 앞장서겠습니다.

운영전략

융합 실용화

기술의 융합을 통한 국방 분야 실용화

극한물성시스템 원천 기술과 5T(IT, BT, ET, MT, DT) 분야의 융합을 통한 신산업창출

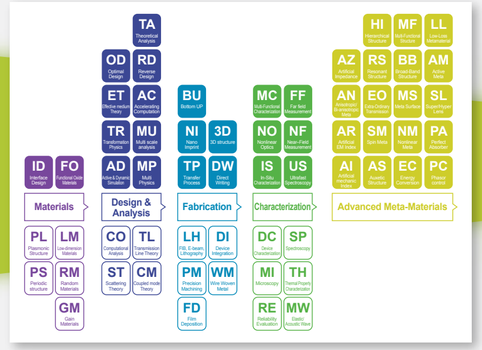
Key Application 선정 및 상용화

핵심 원천기술 플랫폼

Moving Target → TBRM 설정 → TBRM 체계화 → TBRM 고도화

Uniqueness
- Design for Manufacturing
- Innovation Tech Platform
- Multi-functional

Grand Challenges
- Full-domain/Broadband
- Loss Compensation
- Ultrathin Structure



Uniqueness
- Mass Production
- Fusion Products
- New Products

Grand Challenges
- Lossless
- Reverse Design
- Flexibility

기술 수요/ 시장 동향

수요기업/기관 협의회 및 수요기업체 방문 기술 설명회

메가트랜드, 환경 및 동향 분석

1단계 | 원천 및 융합기술 기반 구축 〉 2단계 | 핵심원천기술 플랫폼 체계화 〉 3단계 | 기술플랫폼 고도화 및 융합실용화

Beyond the Limit

파동에너지극한제어연구단은 파장의 크기보다 작은 창의적인 인공구조물을 도입하여 파동에너지를 극한으로 제어하는 원천기술을 개발하고, 제작·측정·평가 플랫폼을 구축하며, 5T 분야와 융합으로 다양한 산업분야의 신시장 창출을 목표로 하고 있습니다.

비전 및 목표

비전

파동에너지 극한제어 기반 신산업 창출

사업목표

전자기/역학 파동에너지 극한제어 원천기술 개발 및 플랫폼 구축
파동에너지 극한제어기반 극한물성시스템 융합기술 실용화

성과목표

핵심원천기술플랫폼 개발

기반기술	· 다물리계/멀티 스케일에 대한 극한물성 고속 해석(50배 이상) 및 최적 설계 플랫폼 구축 · 파장대비 300,000배 이상 제조스케일 구축
극한물성·기능 구현 기술	· 응용을 위한 극한물성·기능 구현 (전자기파/역학파/복합극한물성)

융합·실용화 기술 개발

기계 융합	· 고강성, 고곡률 튜브로봇 (유효 굽힘강성 ≥ 30 %, 굽힘/ 비틀림 강성 비 ≤ 0.3) · 탄성파 고효율/모드변환 고해상도 구조안전 및 검측 시스템 (FWHM 200 % 증가, 해상도: 파장/10, 모드 변환율 : 95 % (광대역))
국방 융합	· 수중스텔스용 기계적 극한물성 계층화 메타구조체 (흡음률(≥0.9), 차음성능(≥30 dB)) · 적외선 스텔스 (방사 신호세기 1/10로 감소)
바이오·의료 융합	· 초고해상도 의료진단을 위한 이미징 (성능지수 100배 향상) · 파장/5 급 근접장 집속 및 실시간 CASS 이미징
ICT 융합	· 3차원 메타물질 안테나 (대역폭 > 35 % , 이득 > 10 dBi) · 메타물질 무선전력전송 전달거리 확장 (10 m 이상)
에너지 융합	· 태양전지용 높은 광흡수율을 가지는 무연화합물 소재 및 박막 (광변환 효율 10 %, 흡수율 99 %) · 열전 효율 극대화 (ZT>3)

기술목표

극한물성시스템 플랫폼 및 융합기술	전자기 극한물성 파동에너지 제어기술	역학 극한물성 파동에너지 제어기술
극한물성시스템 구현을 위한 설계·제조·측정평가 플랫폼기술 개발	광대역·능동·가변·지능형 극한물성시스템 원천기술 개발	탄성·음향·열 에너지 제어 극한물성시스템 원천기술 개발

단계별 사업 계획

총 사업기간 | 2014. 9 ~ 2023. 8(9년, 3단계)
총 사업비 | 1,000억원(정부출연금)

1단계

사업기간 | 2014. 9. 1 ~ 2016. 6. 30
사업비 | 150억원
사업 목표 | 원천 및 융합기술 기반 구축

2단계

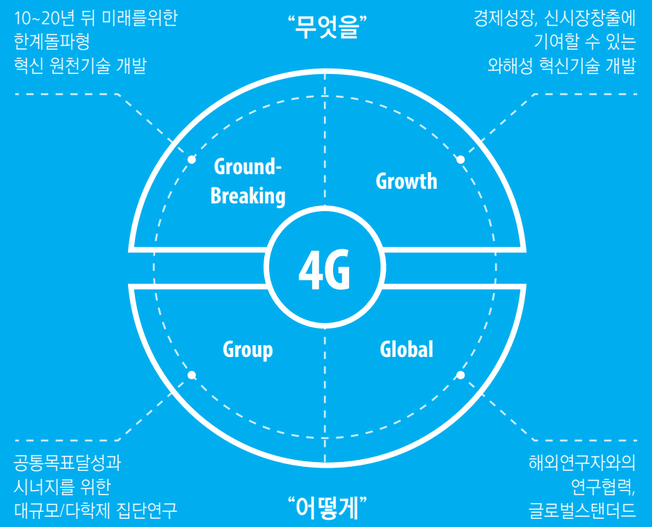
사업기간 | 2016. 7. 1 ~ 2019. 2. 28
사업비 | 300억원
사업 목표 | 핵심원천기술 플랫폼 체계화

3단계

사업기간 | 2019. 3. 1 ~ 2023. 8. 31
사업비 | 550억원
사업 목표 | 기술플랫폼 고도화 및 융합실용화

사업개념

글로벌프런티어사업 운영 철학



CAMM 추진 전략

Uniqueness
- Design for Manufacturing
- Innovation Core Technology Platform
- Multi-functional

Grand Challenges
- Bandwidth (Full-domain, Broadband)
- Loss Compensation
- Ultrathin Structure

핵심 I
극한물성시스템 플랫폼 및 융합기술

연구목표

· 극한물성시스템 설계·제조·측정평가 플랫폼 구축
· 파동에너지 극한제어기반 극한물성시스템 융합기술 실용화

연구내용

· 안전진단/스텔스/소음진동
· 3D 홀로그램/안테나
· 태양광/열전소자
· 고투과율·초고해상도 초음파 이미징 시스템
· 복합기능/In-situ 측정·평가
· Top-down/Bottom-up 3D 나노공정

주요 연구실적

· 논문

- Ultrahigh Thermal Conductivity of Interface Materials by Silver-Functionalized Carbon Nanotube Phonon Conduits, Advanced Materials, 2016
- Ultrasensitive Detection of Residual Pesticides Using THz Near-Filed Enhancement, IEEE Transactions on Terahertz Science and Terahertz, 2016
- Morphologically Controlloed ZnO Nanostructures as Electron Transport Materials in Polymer-Based Organic Solar Cells, Electrochimica Acta, 2015
- In Vivo Longitudinal Cellular Imaging of Small Intestine by Side-View Endomicroscopy, Biomedical Optics Express, 2015
- Single Nanoparticle Localization in the Perforated Lamellar Phase of Self-Assembled Block Copolymer Driven by Entropy Minimization, Macromolecules, 2015
- Squeezing Photons into a Point-Like Space, Nano Letters, 2015
- Graphene as a Flexible Electronic Material: Mechanical Limitations by Defect Formation and Efforts to Overcome, Materials Today, 2015
- Effect of Annealing Treatment on CdS/CIGS Thin Film Solar Cells Depending on Different CdS Deposition Temperatures, Solar Enegy Materials and Solar Cells, 2015

· 특허

<등록>
- 바닥충격음 저감을 위한 바닥 마감 구조, 10-1598342, 2016
- 플라즈모닉 전광 스위치 및 이를 이용한 광 제어 방법, 10-1571311, 2015
- 투명화 장치 및 그 방법, 10-1498656, 2015
- 투명화 방법, 10-1509301, 2015

<출원>
- 집속초음파용 초음파 팬텀, 그 초음파 팬텀의 제조방법, 생체조직 모방 하이드로겔 팬텀, 그 제조방법 및 그 팬텀을 이용한 변색방법 및 약물전달방법, 10-2016-0060110, 2016
- 반투명 CIGS 태양전지 및 이의 제조방법 및 이를 구비하는 건물일체형 태양광 발전 모듈, 10-2016-56666, 2016
- 대상 이미지에 대한 공간광진폭변조를 수행하는 디바이스 및 그 제조방법, 10-2016-0028502, 2016
- 선격자 편광자의 제조 방법, 10-2015-0131007, 2015
- 전기방사 나노/마이크로 섬유 네트를 포함하는 나노구조체 필름 제조장치 및 이를 이용한 나노/마이크로 섬유 네트를 포함하는 나노구조체 필름 제조방법, 10-2016-0053178, 2015
- 열전복합재료 및 열전복합재료의 제조방법, 10-2014-0157018, 2014

핵심 II
전자기 극한물성 파동에너지 제어기술

연구목표

· 지능형(전영역물성+가변형제어형) 전자기파 극한물성시스템 개발

연구내용

· 탄성파 극한물성 구현 원천기술 개발
  - 전영역/광대역/복합차원
· 능동형 극한물성시스템
  - 광 논리소자/비선형/초고속
· 극한물성시스템 응용
  - 피탐지체/홀로그램/고해상도 이미징

주요 연구실적

· 논문

- Dynamic Coupling of Plasmonic Resonators, Scientific Reports, 2016
- Graphene-Ferroelectric Metadevices for Nonvolatile Memory and Reconfigurable Logic-Gate Operations, Nature Communications, 2016
- Critical Field Enhancement of Asymptotic Optical Bound States in the Continuum, Scientific Reports, 2015
- Photoinduced Nonlinear Mixing of Terahertz Dipole Resonances in Graphene Metadevices, Advanced Materials, 2015
- Rapid, High-Resolution 3D Interference Printing of Multilevel Ultralong Nanochannel Arrays for High-Throughput Nanofluidic Transport, Advanced Materials, 2015
- Near-Infrared Coherent Perfect Absorption in Plasmonic Metal-Insulator-Metal Waveguide, Optics Express, 2015
- Imaging Deep within a Scattering Medium Using Collective Accumulation of Single-Scattered Waves, Nature Photonics, 2015
- Shape-Dependent Light Scattering Properties of Subwavelength Silicon Nanoblocks, Nano Letters, 2015
- Semi-Analytic Texturing Algorithm for Polygon Computer-Generated Holograms, Optics Express, 2014

· 특허

<등록>
- 금속 나노 슬롯 및 이의 제조 방법, 10-1575203, 2015
- 탄소나노튜브와의 소멸장 상호작용으로 Q-스위칭된 Yb:KYW 평면 도파로 레이저 장치 및 그 제조 방법, 10-1550048, 2015
- High-Refractive-Index Metamaterial, 5764769, 2015

<출원>
- 음향 파라미터 제어형 메타 원자 및 이를 포함하는 메타 물질, 10-2016-0053261, 2016
- 플라즈모닉 소자, 10-2016-0036323, 2016
- 3차원 나노구조체를 이용한 초박막형 위상차 필름, 및 이를 포함하는 디스플레이 장치, 10-2016-0034649, 2016
- 2차원 물질 기반의 능동소자, 10-2016-0034376, 2016
- 초소형 나노초 펄스 레이저 장치 및 그 제조 방법, 10-2015-0118251, 2015
- 복합 좌우현 전송선로 및 접지연을 이용한 비대칭 공면 도파관 안테나, 10-2015-0104449, 2015
- 양극산화된 금속산화물 나노다공성 템플레이트 제작방법, 10-2015-0094483, 2015

핵심 III
역학 극한물성 파동에너지 제어기술

연구목표

· 음파/탄성파/열 파동에너지 제어를 위한 역학 극한물성 구현 및 신개념 극한물성 시스템 개발

연구내용

· 전영역·광대역 극한물성시스템
  - 저·고주파수 탄성파 제어/오그제틱 물질/메타구조 최적설계
· 열 극한물성 구현 원천기술 개발
  - 적외선 스텔스/에너지 변환/열 에너지 저장
· 음향 극한물성 구현 원천기술 개발
  - 능동메타물질 차음 기술/초감도 소형 음향 안테나/수중 머플러

주요 연구실적

· 논문

- A Direct Hybrid Finite Elementwave Based Modelling Technique for Efficient Analysis of Poroelastic Materials in Steady-State Acoustic Problems, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 2016
- Origin of Negative Density and Modulus in Acoustic Metamaterials, Physical Review B, 2016
- Amphiphilic Block-Graft Copolymer Templates for Organized Mesoporous TiO_2 Films in Dye-Sensitized Solar Cells, Journal of Power Sources, 2016
- Geometrically Nonlinear Finite Element Analysis of Functionally Graded 3D Beams Considering Warping Effects, Composite Structures, 2015
- Mechanical and Electrical Characterization of Piezoelectric Artificial Cochlear Device and Biocompatible Packaging, Sensors, 2015
- The Effect of MWCNTs on the Electrical Properties of a Stretchable Carbon, Composites Science and Technology, 2015
- Topology Optimization for Three-Phase Materials Distribution in a Dissipative Expansion Chamber by Unified Multiphase Modeling Approach, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 2015
- Well-Organized Meso-Macroporous TiO_2/SiO_2 Film Derived from Amphiphilic Rubbery Comb Copolymer, ACS Applied Materials & Interfaces, 2015

· 특허

<등록>
- 파노라마 선루프 유리패널의 파손 방지용 버퍼층, 이를 포함하는 유리패널 및 이의 제조방법, 10-1575105, 2015

<출원>
- 위상 어레이 음향 포커싱 장치 및 음향 포커싱 방법, 10-2015-0169702, 2015
- 리튬이온 전지용 음극 활물질 및 그 제조방법, 10-2015-0157986, 2015
- 음향메타물질을 이용한 흡음관, 10-2015-0106832, 2015
- 광대역 극소 체적탄성률 음향메타물질, 10-2015-0104380, 2015
- 크로스바 어레이 구조의 저항변화 메모리에 적용가능한 다층 박막 구조 및 상기 다층 박막 구조를 이용한 저항 변화 메모리, 10-2015-0077669, 2015
- Omni-Directional Shear-Horizontal Wave Electromagnetic Acoustic Transducer(전방향 전단파 전자기음향 트랜스듀서), 14/676198, 2015
- 클로킹 패치(Clocking Patch), 10-2015-0026737, 2015
- 소음 감쇄용 다공성 패널 및 그 제조방법, 10-2015-0008141, 2015
- 파노라마 선루프 유리패널의 파손방지용 버퍼층, 이를 포함하는 유리패널 및 이의 제조방법, 10-2014-0121118, 2014

논문 167건, 특허 105건(2016년 7월 기준)

Beyond the Limit

Center for Advanced Meta-Materials

camm

Center for Advanced Meta-Materials

For safer, more comfortable and sustainable future through advanced metamaterials