

전자기멀티피직스 연구실 (Laboratory for Electromagnetic Multiphysics)

- ▶ 위치: IT-3호관 402호
- ▶ 전 화: 053-950-5511, 940-8511
- ▶ E-mail: shlees@knu.ac.kr
- ▶ 홈페이지: <http://lem.knu.ac.kr>

01 연구실구성원

- 지도교수 : 이세희 교수님
- 박사과정 : 오승열, 박윤호, 남수현(학연)
- 석박통합 : 김형준
- 석사과정 : 김용희, 강혜민
- 학석통합 : 김채원
- 학부연구생 : 유승우, 장기언, 신호준

02 연구분야

Electromagnetic Smart Fluids

전자기스마트 유체를 다루기 위한 EHD, FHD, MHD 현상과 이에 대한 공학적 응용분야를 연구하고 있다. 전기에너지 응용분야, 바이오, 나노, 환경 분야에서 활발히 연구되고 있다.

Electromagnetic Multiphysics
전자기장기반 열, 유동, 구조, 동역학, 입자운동 등 다양한 시스템의 해석기법 정의 및 공학적 응용

+ Continuum Electromechanics

Nanotechnology for Discharge and High-voltage Applications

고분자 나노복합재료는 높은 절연내력을 가진 새로운 절연재료로 떠오른다. 고분자의 이러한 현상을 분석하기 위해 다중물리 수치해석 기법을 개발하고 있다.

Calculate! Electric field, Space charge, Current...

Coefficients: trap energy, effective barrier height, deep trap energy, deep trap density.

Integrated Solution for Digital Twin

전자기멀티피직스 영역에 대한 수치해석 해의 빅데이터 생성과 이를 활용하기 위한 인공지능서리기반 해석-설계 통합솔루션에 대한 연구를 수행하고자 한다. 궁극적으로는 전기계의 Digital Twin 시스템의 구축에 관심을 두고 있다.

Molecular displacement

polymer molecular chain

- Empty deep traps for electrons
- Empty deep traps for holes
- Trap occupied by an electron
- Trap occupied by a hole

Breakdown Prediction

- Effect of Aging/Degradation...
- Applied electric field (ramping rate, switching,...)
- Temperature, Thickness...

전자기멀티피직스 연구실(LEM)은 공학분야에서 전자기현상을 기반으로 하여 서로 다른 물리계가 복합적으로 발생하는 공학문제를 해석하고 이를 설계에 반영할 수 있는 융합기술을 연구하고 있다. 이러한 문제는 전자기장과 결합된 열, 유동, 구조, 동역학, 입자운동 등의 문제가 복잡하게 얽혀있는 것으로 이종 물리현상이 동시에 서로 간의 상태함수에 영향을 미치며 발생하는 것이다. 기존에는 하나의 물리계를 개별적으로 해석하여 적절한 조건으로 다음 물리계를 풀어나가는 방법을 적용하였는데, 최근 컴퓨터의 계산능력이 대용량화 및 고속화되면서 멀티피직스 문제를 체계적으로 풀어나가야 하는 기술적 요구가 증대되었다. 다양한 멀티피직스 영역중에서, 우리 연구실에서는 전기에너지분야에 연구력을 집중하고 있으며, 나노영역에서 거시적인 물리현상에 이르기까지 수치해석을 기반으로 다양한 다학제적(multidisciplinary) 공학문제를 분석하고 설계방안을 연구하고 있다. 최근 전자기해석 영역에 대한 수치해석 해의 빅데이터 생성과 이를 활용하기 위한 인공지능처리기반 해석-설계 통합

솔루션(Integrated Solution)에 대한 연구에도 관심을 두고 있다. 이를 통해 전기계의 디지털트윈(Digital Twin) 시스템의 구축에 활용하고자 한다.

□ Electromagnetic Multiphysics

전자기장 기반의 열, 유동, 구조, 동역학, 입자거동 등의 결합계를 이해하고 공학시스템의 설계를 위해 멀티 피직스계의 문제정의와 적절한 해석기법에 대한 연구를 수행한다. 연구결과의 타당성을 확보하기 위해 해석적 또는 다양한 실험적 접근을 취하고 있으며, 이 과정에서 다양한 아이디어를 도출하고 있다.

□ Electrohydrodynamics (EHD), Ferrohydrodynamics (FHD), Magnetohydrodynamics (MHD)

전자기 스마트유체를 다루기 위해 EHD, FHD, MHD 등을 다루고 있으며, 전자기 원격제어 및 공학적 응용 방안에 대한 연구를 수행하고 있다. 이를 활용하여 나노 및 바이오, 에너지 효율성 증대, 발전 등 다양한 응용성에 대해 연구하고 있다.

□ Nanotechnology for Discharge Phenomena and High-Voltage Applications

최근 고분자 나노복합 절연재료가 높은 절연내력과 우수한 전기적, 기계적 성능으로 인해 새로운 절연 재료로 주목받고 있다. 고분자 절연물의 우수한 성능의 메커니즘을 분석하고, 설계, 최적화하기 위해 Bipolar Charge Transport (BCT) 모델, Molecular Chain Displacement (MCD) 모델을 결합한 수치해석 기법을 개발하고 있다. 본 연구에서는 최근 DC 시스템이 부각되면서 중요해진 공간·표면 전하의 거동과 그 메커니즘을 물리법칙 기반으로 자세하게 분석하는 기법을 개발하고 있으며, 이를 토대로 다양한 고전압 응용분야로의 활용을 연구하고 있다.

□ Integrated Solution for Digital Twin

전기시스템의 요소(element) 해석기술을 통합하여 시스템 전체를 아우르는 통합솔루션(Integrated Solution)을 구축하고자 한다. 이를 위해 멀티피직스 영역에 대한 수치해석 해의 빅데이터 생성과 이를 활용하기 위한 인공지능처리기반 해석·설계 통합솔루션에 대한 연구를 수행하고자 한다. 궁극적으로는 전기계의 Digital Twin 시스템의 구축에 관심을 두고 있다.

03

주요 수행과제 및 최근 5년간 연구 논문

□ 주요 수행과제

- 고분자 나노복합유전체의 전하이동과 분자사슬 변위 메커니즘 분석을 통한 절연파괴 예측 기술 개발, 한국연구재단
- 전기수력학(EHD)을 이용한 유전체 이송시스템 개발, 한국연구재단
- 미래 전기에너지 융합기술 인력양성 사업, BK21 플러스 사업
- 오픈소스기반 전자기장 및 결합해석 프로그램 개발, 한국전기연구원
- DC 전계해석 기반 HVDC 시스템의 절연설계 기술 개발, 한국전력공사
- DC±500kV 송전선로와 지장물과의 적정이격거리 산출 연구, 한국전력공사
- 저온 폐열을 이용한 유기-자성나노유체 발전 사이클 원천기술개발, 한국에너지기술평가원

□ 연구 논문

- "Modified Molecular Chain Displacement Analysis Employing Electro-Mechanical Threshold Energy Condition for Direct Current Breakdown of Low-Density Polyethylene." Polymers (SCIE), 2021
- "Numerical Prediction of DC Breakdown Characteristics in LDPE with Current Profile as Critical Index." IEEE Access (SCIE), 2020
- "Surface and Internal Discharge Propagation With the Liquid-Conductive Solid Interface Based on the Migration-Ohmic Model," IEEE TRANSACTIONS on MAGNETICS (SCIE), 2019
- "Numerical and Experimental Validation to the Ability of Magnetoconvection to Cool Vegetable-Based Transformer Oil With Magnetic Nanoparticles," IEEE TRANSACTIONS on

MAGNETICS (SCIE), 2019

- “Fully Coupled Finite Element Analysis for Ion Flow Field Under HVDC Transmission Lines Employing Field Enhancement Factor,” IEEE TRANSACTIONS on POWER DELIVERY (SCIE), 2018
- “A Cryogen Recondensing Cooling System For a 7 T Superconducting Solenoid Magnet in an Electron Beam Ion Source System,” IEEE TRANSACTIONS on MAGNETICS (SCIE), 2018
- “Finite-Element Analysis for Surface Discharge Due to Interfacial Polarization at the Oil-Nanocomposite Interface,” IEEE TRANSACTIONS on MAGNETICS (SCIE), 2018
- SCIE급 논문 50여편 게재

□ 수상 실적

- 2021. Korea-Japan Researcher Exchange Program Award 수상. 일본 전기전자절연재료 심포지엄
- 2020. 대한전기학회 하계학술대회 우수논문 발표상 선정. 대한전기학회
- 2019. ‘백용현’ 학술상 선정. 대한전기학회
- 2019. 글로벌박사펠로우십(Global Ph.D. Fellowship) 선정. 교육부
- 2016. Korea-Japan Researcher Exchange Program Award 수상. 일본 전기전자절연재료 심포지엄
- 2012. 국제 전자장수치해석학회(CEFC) 우수발표상 수상. IEEE
- 2009/2011/2012 대한전기학회 하계학술대회 우수논문 발표상 선정. 대한전기학회
- 2011. 전력기기 미래기술컨퍼런스 우수 발표상. 한국전기산업기술연구조합

04

특허 및 등록출원 현황

□ 국제특허 출원 및 등록

- “불소계 용매에 대한 분산성이 향상된 자성나노입자 및 이의 제조방법”, 2017, 해외 PCT 특허 출원
- “발전부의 영구자석과 코일이 직렬배치된 자성유체를 이용한 고효율 연속발전 사이클장치”, 2017, 해외 PCT 특허 출원

□ 국내특허 출원 및 등록

- “자성유체를 이용한 발전장치”, 2019, 등록
- “발전부의 영구자석과 코일이 직렬배치된 자성유체를 이용한 고효율 연속발전 사이클장치”, 2019, 등록
- “불소계 용매에 대한 분산성이 향상된 자성나노입자 및 이의 제조방법”, 2018, 등록
- “자성유체를 이용한 고효율 연속발전 사이클 장치”, 2017, 등록

05

졸업생 진로 현황

