

전기화학 에너지 소재 연구실

Electrochemical Energy Materials Laboratory

글_김 수 지 숙명여자대학교 석사과정

- ▶ 주소 서울시 용산구 청파로47가길 6, 숙명여자대학교
- ▶ Phone 02-2077-7384
- ▶ Homepage <https://whryu012.wixsite.com/eeml>
- ▶ E-mail whryu@sookmyung.ac.kr
- ▶ 지도교수 류 원희

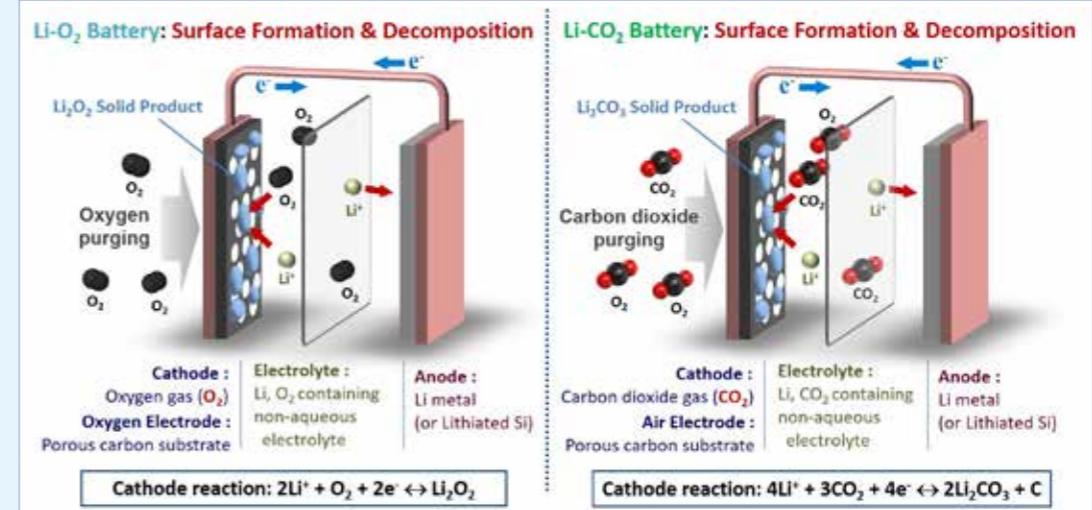
숙명여자대학교 전기화학 에너지 소재 연구실에서는 전기화학을 기반으로 다양한 나노 전극 및 촉매 소재를 개발하고 이를 이용하여 리튬이차전지 및 다양한 차세대 이차전지를 개발하는 연구를 한다. 특히 폐혈액 등을 이용한 친환경 소재를 이용한 배터리 기술이나 미래 전기자동차용 리튬공기전지 기술도 연구하고 있으며, 최근에는 이산화탄소 저감을 위한 리튬-이산화탄소전지 기술도 연구 중에 있다. 대용량 에너지저장장치용 저가의 알칼리(소듐, 포타슘) 이차전지용 전극 소재도 개발하고 있으며 재료 과학 및 전기화학적 분석을 통해 반응 메커니즘을 규명하는 연구도 수행하고 있다. 전극/전해액 계면반응을 조절하여 전기화학적 거동을 심도 있게 규명하며 차세대 에너지 및 환경기술로 응용하는 것이 연구실의 연구목표이다.



연구 분야 및 내용

1. 리튬공기전지용 촉매소재 및 시스템 연구

전력에 대한 꾸준한 수요 증가에 대처하기 위해 다양한 차세대 배터리들이 개발되고 있으며 그 중 리튬 공기 전지는 기존의 이온 전지에 비해 높은 이론 에너지 밀도를 갖는다는 점에서 크게 주목받고 있다. 이러한 리튬 공기 전지의 현실화를 위해 본 연구팀에서는 다양한 촉매를 개발하고 있으며 전기화학 실험을 통해 좋은 성능의 배터리를 구현하고자 한다. 특히 폐혈액내 헤모글로빈을 이용한 촉매기술은 본 연구실에서 개발한 독자적인 기술로서 꾸준한 연구를 수행 중에 있다. 우리 연구실에서는 리튬-산소 전지(Li-O₂ battery) 이외에 리튬-이산화탄소 전지(Li-CO₂ battery)에 대한 연구도 활발히 진행되고 있으며 이는 에너지 저장뿐만 아니라 이산화탄소를 친환경적으로 고정시킬 수 있다는 점에서 에너지/환경 융합기술로 유망하다고 할 수 있다.



2. 탈리튬 이차전지용 차세대 전극 소재 연구

이차전지의 개발이 전기자동차 및 스마트 그리드와 같은 중대형의 에너지저장장치로 응용범위로 확대됨에 따라 이차전지의 경제성 확보가 중요해지고 있다. 이에 따라 경제적이며 높은 에너지 저장 및 안정적인 수명 특성을 갖는 차세대 이차전지의 개발이 요구되고 있다. 그 중 하나로 소듐



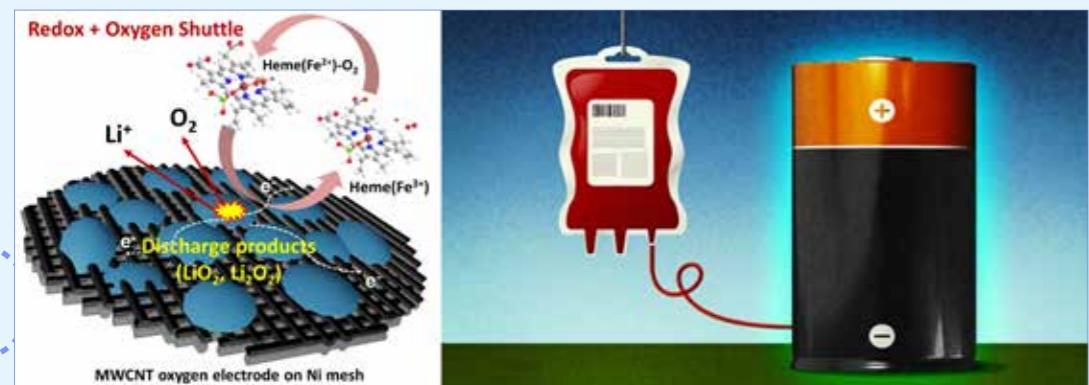
(Na) 및 포타슘(K) 이차전지가 주목받고 있으며, 큰 이온반경으로 인해 기존의 리튬이차전지와는 다른 맞춤형 전극소재를 설계하는 것이 중요하다. 전기화학 에너지 소재 연구실에서는 최근 나노 입자 기둥 도입을 통해 흑연의 층간 거리를 크게 넓히고, 장벽위 규칙성을 갖는 확장 흑연 소재를 개발 중에 있으며, MoS₂, WS₂등과 같은 황화물계 전환반응 음극소재나 고전도성 Black TiO_{2-x} 나노섬유소재등과 같은 산화물전극을 합성하여 고성능 나트륨 이차전지용 음극 소재로 적용시키는 연구도 진행하고 있다.

3. 전기화학용 촉매 소재 및 서포터 개발 연구

최근 수소 에너지를 이용하고 이를 상용화되려는 움직임이 커짐에 따라 반응속도가 느린 연료전지 반응을 촉진시킬 새로운 촉매 개발이 활발하게 진행되고 있다. 전기화학 에너지 소재 연구실에서는 기존의 탄소 베이스인 촉매 서포트 물질을 특수 처리한 고전도성 벨브 금속산화물로 대체하여, 기존 촉매보다 안정적으로 오래 사용할 수 있으면서도 전기 전도성은 향상시켜 연료전지 반응을 빠르게 도울 수 있는 새로운 촉매 물질을 개발하고 있다.

연구 성과

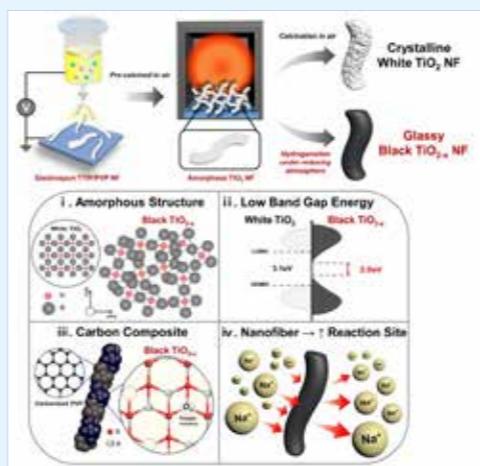
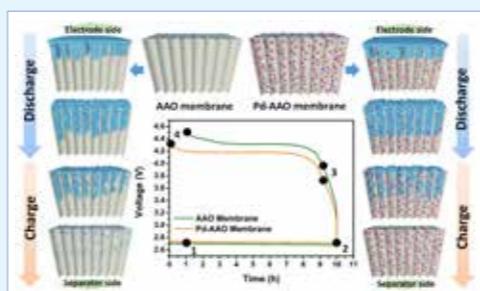
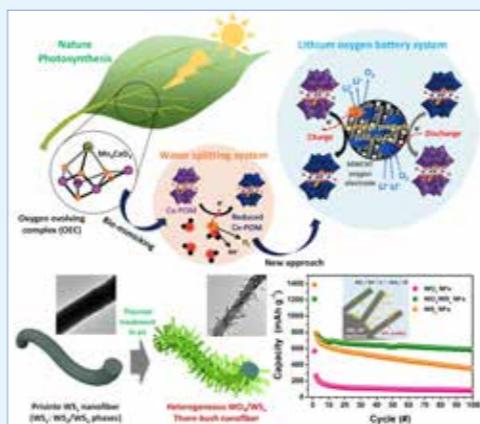
Heme Biomolecule as Redox Mediator and Oxygen Shuttle for Efficient Charging of Lithium-Oxygen Batteries



폐혈액내 헤모글로빈에서 추출한 헴분자를 이용하여 친환경적인 촉매제 개발하였으며, 이는 혈액 폐기물을 재활용할 수 있는 동시에 뛰어난 전지 성능을 보여 주목을 받음. (*Nature Communications*, 2016, 7, 12925)

Polyoxometalate as a Nature-Inspired Bifunctional Catalyst for Lithium–Oxygen Batteries

자연보사 광합성 기술에서 사용되는 물분해 촉매 물질을 리튬공기전지에 적용하여 전기화학적인 반응을 촉진시키고 용량과 수명을 크게 향상시켰으며 한국연구재단에 우수 연구성과로 선정됨. (*ACS Catalysis*, 2018, 8, 7213)



Heterogeneous WS_x/WO₃ Thorn-bush Nanofiber Electrodes for Sodium-Ion Batteries

나노가시덤불을 모사한 황화텅스텐-황화산화물 복합소재를 개발하여 차세대 저가형 이차전지인 나트륨배터리용 음극 소재로 적용하였으며 전지의 용량과 수명 특성을 크게 향상시킴. (*ACS Nano*, 2016, 10, 3257)

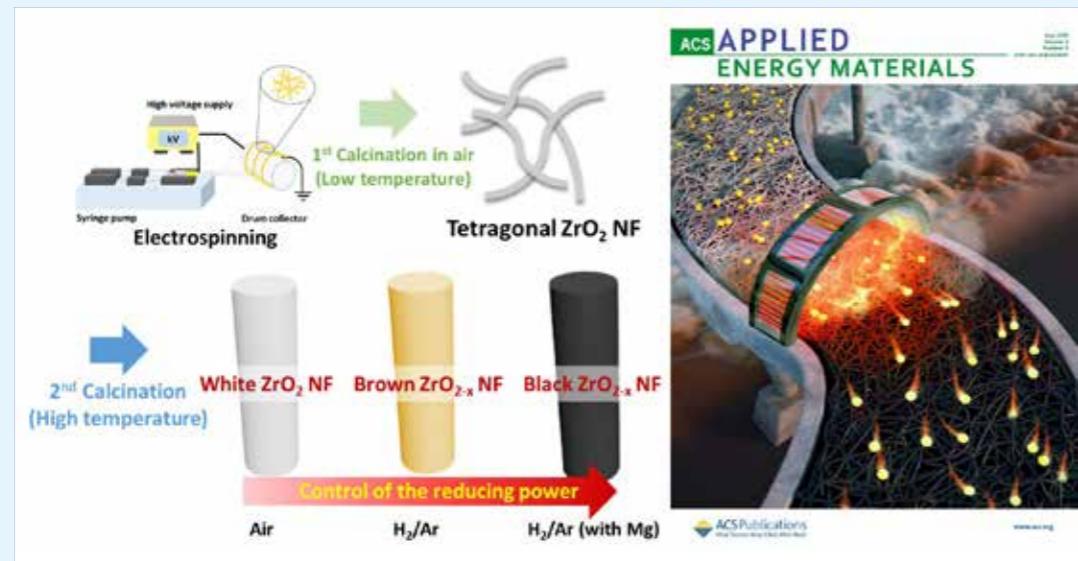
A New Design Strategy for Observing Lithium Oxide Growth-Evolution Interactions Using Geometric Catalyst Positioning

다공성 알루미나 맴브레인에 팔라듐 촉매입자를 고루 분산시킨 새로운 구조를 가지는 리튬공기전지용 촉매활성 맴브레인 시스템을 개발하였으며 단면 방향의 리튬산화물 성장과 분해반응을 관찰하는데 최초로 성공하였음. (*Nano Letters*, 2016, 16, 4799)

Facile and fast Na-ion intercalation employing amorphous black TiO_{2-x}/C composite nanofiber Anodes

전구체 용액을 전기 방사하여 공기 및 환원 분위기에서 연속 열처리를 수행하여 amorphous black TiO_{2-x} 합성하여 나트륨 이차전지의 음극 소재로 적용함. (*Electrochim. Acta* 2018, 263, 417)

Q & A



Highly Conductive Off-Stoichiometric Zirconium Oxide Nanofibers with Controllable Crystalline Structures and Bandgaps and Improved Electrochemical Activities

부도체로 알려진 밸브 금속산화물인 ZrO_2 소재를 환원처리를 통해 전기 전도성이 크게 향상된 고 전도성 ZrO_{2-x} 나노섬유로 개질하여 전기화학적 활성을 크게 향상시킴. (ACS Appl. Energy Mater. 2019. 2. 5. 3513-3522)

앞으로의 연구 계획

이차전지의 응용범위가 확대됨에 따라 대용량 에너지 저장장치 및 차세대 이차전지의 중요성이 커지고 있다. 친환경 · 저비용 · 고효율의 에너지 저장 시스템 개발을 목표로 나노 구조 및 기능성 물질과의 복합화를 통해 소재의 고성능화 달성을 위한 연구를 진행할 계획이다. 전기화학 에너지 소재 연구실은 기본적으로 전기화학이라는 학문을 기본으로 하여 다양한 전극/전해액계면에서의 반응 기작을 이해하고 이를 기반으로 전기화학 셀 구성요소를 맞춤형으로 개발하는 연구를 수행하고자 한다. 기초적인 학문적 이해를 기반으로 미래의 다양한 에너지/환경소재를 개발하며 새로운 시스템으로 발전시키는 연구를 수행하고자 한다. 이와 같이 창의적인 아이디어를 바탕으로 활발한 연구를 수행하여 보다 발전된 결과를 도출하고자 노력하고 있으며 국제 SCI 저널에 우수한 연구실적을 보고하고 있다. 뿐만 아니라 국내 및 국제 학회발표를 하며 국내외 연구진과 지속적이고 활발한 공동연구도 진행하고자 한다.

연구원 인터뷰
우리 연구실은 어떤 연구실인가요?



김가윤 (학사과정)

저희 연구실은 열정적! 면서 지치지 않는 연구실입니다. 모든 연구원들이 각자 맡은 연구에 대한 애정과 책임감이 높아 프로페셔널하고 늘 바쁘지만 다들 즐기는 분위기라 신나게 일하며 서로가 잘 되기를 진심으로 바라기 때문에 유익한 정보는 최대한 나누고 스스로 공부하는 분위기라 들판 오면 많이 성장하는 것 같습니다. 교수님께서도 저희가 더 좋은 역량을 낼 수 있도록 환경적으로도 연구적으로도 모두 열심히 도와주셔서 더 자극 받고 열심히 하게 됩니다.

김수지 (석사과정)

우리 연구실은 연구를 위한 분위기 및 환경이 잘 조성되어 있습니다. 학생들끼리도 어색함 없이 의사소통이 활발하며, 도움이 필요할 때 서로 도와주며 힘이 되어줍니다. 또한 다양한 학회 참석을 통해 연구에 대한 꿈임없는 동기부여가 되며, 모두들 자기가 맡은 바에 최선을 다하고 연구하면서 다같이 성장할 수 있는 것 같습니다. 교수님께서도 학생들이 연구에 집중할 수 있도록 아낌없는 조언과 지원을 해주십니다.



김유진 (학사과정)



EEML은 이차전지에 관심 있는 학생!라면 주저하지 말고 들어오셔야 하는 연구실입니다. 자신이 생각해온 연구 아이디어를 펼치고 연구하기에 좋은 환경을 갖추고 있으며 교수님과 랩원들의 훌륭한 조언과 지원을 받을 수 있다는 것이 저희 연구실의 가장 큰 장점 중 하나입니다. 실제 연구와 실험뿐만 아니라 세미나나 자율적인 토론이 이루어지기 때문에 발표 능력이나 말하기 능력도 향상되는 것을 몸소 느낄 수 있습니다.

김현수 (학사과정)

학부 2학년 겨울방학부터 들어와 일찍부터 연구실 생활을 시작했는데 한번도 구성원끼리 부딪힌 적이 없을 정도로 연구실 분위기가 잘 조성되어 있습니다. 다들 먹는 걸 좋아하고 즐기는 편!어서 연구실 약자로 EEML (Electrochemical Energy Materials Lab)! Enjoying Eating Makes Life의 약자라는 말이 있을 정도이며 모든 면에서 쿵짝! 잘 맞아 연구를 할 때에도 시너지 효과를 일으킵니다. 교수님께서도 분야에 대해 많은 지식과 열정을 가지고 계셔서 연구에 대한 조언을 아끼지 않아 해주시며 전반적으로 다같이 열심히 으쌰으쌰하는 분위기여서 각자 맡은 연구를 활발하게 진행하고 있습니다.

