



연구실 소개 (충무관 808호)



김선재/Kim, Sun-Jae

- 現 세종대학교 나노신소재공학과 교수
- 現 세종대학교 연구부총장 및 대학원장
- 前 세종대학교 기술지주주식회사 대표이사
- 前 한국연구재단 국책연구본부 나노소재단장
- 우수연구과제 및 연구자 부문 10회 수상

- 연구 역량 (H-index 38, 총 피인용수 4900회 이상)
 - SCI(E) 논문 187편, 100회 이상 피인용 논문 14편
 - 등록 특허 58건(국제 14건, 국내 44건)
 - 기술이전 3건 : (주)나노케미칼, (주)에이엠티기술, (주)에일전자
 - 국책연구과제 39건, 산업체과제 20건, BK21+ 사업 단장

- 대표 연구실적
 - Chem. Phys. Lett., 2005(404), 25-29 (피인용 376회)
 - J. Am. Ceram. Soc., 1999(82), 927-932 (피인용321회)
 - 100회 이상 피인용된 논문 총 14건

- 최근 이슈가 되고 있는 에너지 생산 및 저장용 소재와 방사선 차폐 소재에 대한 합성기술을 중점적으로 연구를 진행하고 있습니다.
 - 리튬-이온 배터리의 음극소재인 실리콘 계 음극재 연구
 - 수소생산용 Fe₂O₃/TiO₂/FTO 광전극 제조
 - 중성자, 감마선 방사선 차폐재 개발
- 현재 연구실은 박사과정 1명, 석사과정 5명으로 구성되어 있으며, 연구실 졸업생은 포항공대로 진학하거나 한국전기연구원, 포항산업과학연구원 등의 연구소에 있습니다. 또한 외국계 기업인 한국유미코아 외 국내 업체로 취직하였습니다.
- 현재 정부 연구 과제로 2건의 책임연구와 1건 공동연구 외 총 6건의 연구 과제를 수행하고 있습니다.

연구 분야

■ 미래 핵심 동력원 이차 전지



- 전지는 일정 수명기간 동안 한 차례만 사용 가능한 일차전지와 재충전을 통해 장시간 반복 사용이 가능한 이차전지로 나눌 수 있음
- 이차전지 관련 사업을 차세대 사업으로 선정하여 투자를 확대
- (대용량) 전기자동차 · 전력저장시스템 등 고에너지/저비용 기술
- (저용량) 스마트워치 · 스마트글래스 등 기능 및 디자인 다양화 기술

a. History of batteries: Nano Materials Lab

고체산화물 연료전지

자발연소합성법을 이용한 고체산화물 연료전지 개발

GNP(Glycine Nitrate Process) 공정을 이용한 복합분말 소결체의 미세화

박막형 CuInSe₂ 태양전지

CuIn 층에 증착시킨 다결정 CuInSe₂ 박막 제조

스퍼터링 조건에 따른 2차상 및 정공 농도 최적화

고에너지밀도 리튬 이차 전지

메탈공기 전지의Bifunctional 공기극 개발

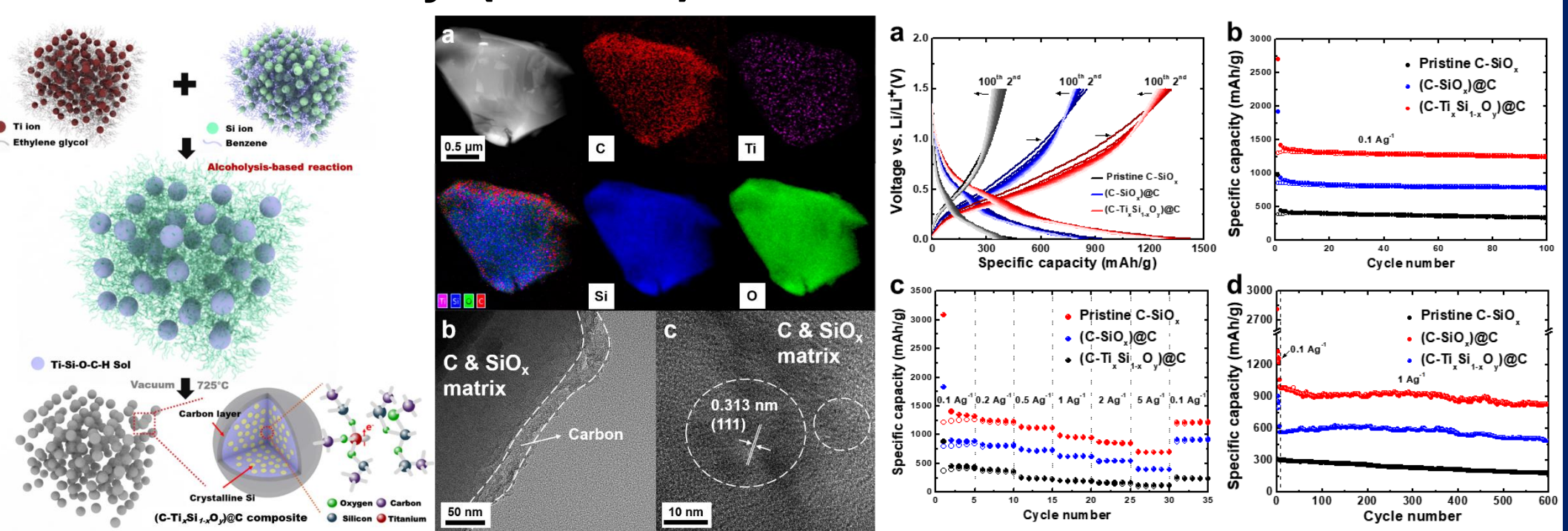
리튬이온 전지의 실리콘 신화물 음극소재 개발 및 고용량,고효율 을 갖는 실리콘/카본 복합체 연구

대용량·고안전성 전고체전지 기술 개발

3차원 구조의 전고체 리튬전지 설계 및 제조공정 개발

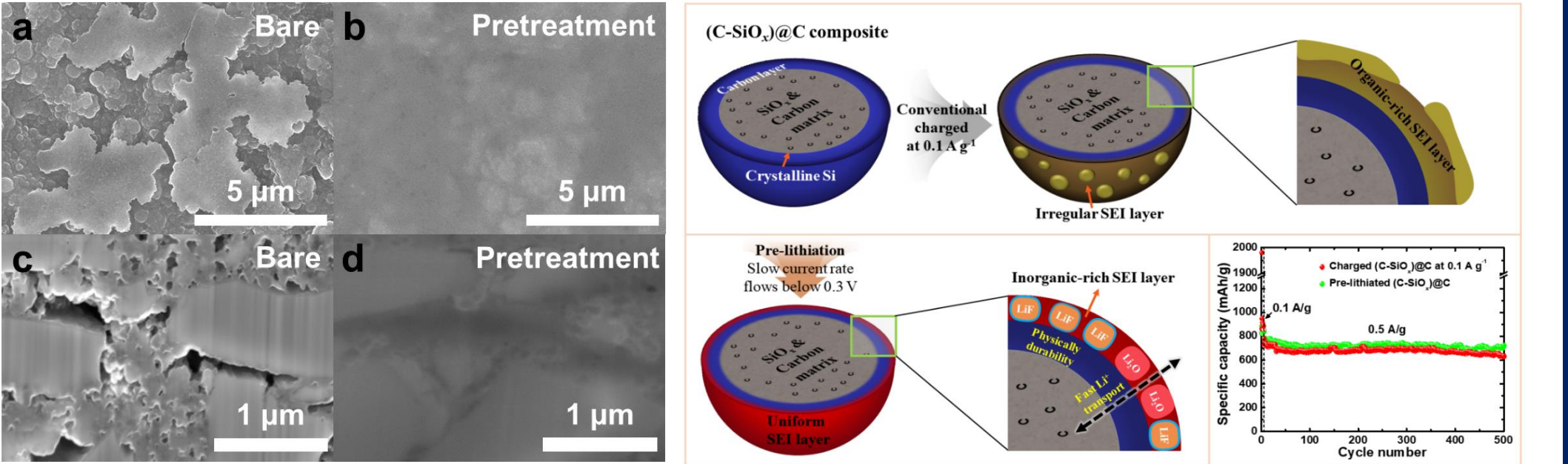
450 Wh/kg 급 대용량 충전 시스템용 고안전성 전고체 리튬이차전지 개발

b. Li-ion Battery (Anode)



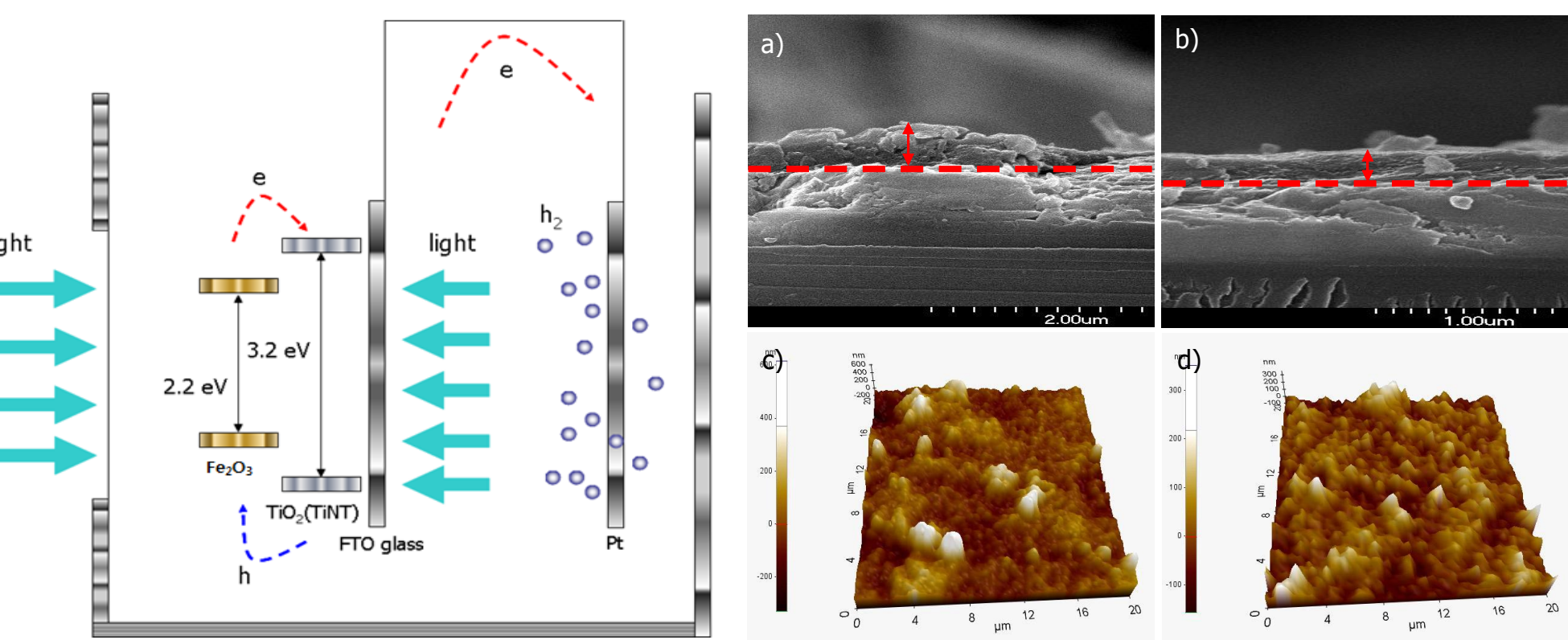
- 리튬이온전지는 일반적으로 전이금속산화물을 양극소재로, 탄소를 음극소재로, 전해질로는 액체전해질을 사용함
- [연구내용] 실리콘 기반 음극재 설계 및 합성
 - 음극재에 대한 전기화학적 · 구조적 분석
 - 고용량 복합체 제조와 음극 표면 코팅 및 도핑 기술을 통한 전지 성능 향상

c. Li-ion Battery (Electrode and Electrolyte Interface)



- 전극과 전해질의 계면에서 형성되는 불안정한 생성물(SEI)은 리튬이온전지의 전기화학적 성능에 영향을 미침
- [연구내용] 전극과 전해질 계면에서 형성되는 SEI에 대한 조성 및 형태 제어
 - SEI에 대한 화학적 · 구조적 분석
 - Short circuit 및 Potentiostat을 이용한 안정적인 SEI 형성

■ 광촉매



- 광전기화학적 물분해를 통한 수소 생산
- 광전극 설계를 통한 물분해 효율 향상

■ 방사선 차폐재

전산 모델링

사용코드 : MCNP6

- 10MeV 점선원 (중성자, 감마)
- 구형 모델 (반지름 10 cm)
- 외부에서 flux (#/cm²s) 맵리

소재 합성

NaBH₄ + LiBr → NaBr + LiBH₄

* Oliver Friedrichs Dr et al., Chem. Eur. J., 2009, 15, 5531

분석 및 평가

* Ji-Young Min et al., J. Korea Concr. Inst., 2016, 28, 197

- 경량화에 따른 소재 탐구/제안 [납밀도 (11.3 g/cc) 대비하여 경량화 소재의 개발]
 - LiAlH₄, LiNH₂, LiBH₄ 등
 - 감마선 및 중성자선에 대하여 우수한 차폐 특성
- 새로운 compound의 metal hydride계 소재 탐구/제안
 - 방사화 특성 및 방사선 차폐 특성을 고려한 다양한 후보군 선정
- Metal hydride계 소재 합성
 - 공침법, 수열합성법, Gas-atomization 등의 Thermochemical synthesis 방법 이용
 - Ball milling 등의 mechanical synthesis 방법 이용
- LiNH₂ 합성 예시
 - LiNH₂는 리튬과 암모니아를 반응시켜 제조
 - 2Li + 2NH₃ → 2LiNH₂ + H₂
- LiBH₄ 합성 예시
 - NaBH₄와 LiBr을 Ball milling 방법으로 제조
 - NaBH₄ + LiBr → NaBr + LiBH₄
- Metal hydride계 소재 차폐를 평가
 - ²⁵²Cf 선원-선량측정기, ²⁴¹Am/Be 선원-열중성자 검출기를 이용하여 고속 및 열중성자에 대한 차폐능 시험
 - ¹³⁷Cs의 662 keV 감마선에 대한 성능 시험
 - 선량계를 통한 방사선의 피폭 정도를 나타내는 흡수 선량 또는 조사 선량을 측정
- 경량화를 및 구조적 건전성 물성 평가 (삼온/고온 강도, 밀도) 전산모델(Origen 및 MCNP6 코드)을 이용한 방사화 평가
- 동시차폐 가능한 metal hydride계 원천 소재 확보