

리튬이차전지 전극 소재 및 후막 전극 제조 공정

KIST 한국과학기술연구원
Korea Institute of Science and Technology

연구팀 에너지저장연구센터 **유정근** 책임



Contents



01 연구팀 소개

02 기술개발내용

1. 전체 컨셉
2. 세부기술 별 내용
 - 2-1 CNT 도전재
 - 2-2 非불소계 바인더
 - 2-3 후막 전극 제조 공정

03 산업적 가치



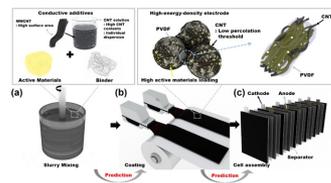
에너지저장연구센터
유정근 책임

리튬이차전지 / 차세대 전지 (전고체, 나트륨) 전극 소재 및 탄소중립형 후막 전극 제조 공정 개발

- 고에너지밀도 리튬이차전지 구현 및 성능 향상을 위한 전극 소재 (CNTs 도전재·바인더) 개발
- 에너지 저감 및 탄소중립 전극 제조 공정을 위한 맞춤형 복합소재 (도전재-바인더, 활물질-도전재-바인더 복합화) 기술
- 차세대 이차전지 (소듐, 전고체 전지) 용 전극 소재 (도전재·바인더) 및 친환경 공정 개발

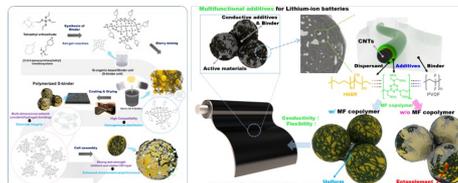
연구 분야

탄소나노튜브 도전재 개발



- 고비표면적, 고전도성 CNT 기반
고고형분-고분산 CNT 분산액 제조 기술
- 전지 에너지밀도/성능, 전극 제조 공정성을 고려한 CNT 도전재 물성 최적화

비불소계 바인더/전극 첨가제 개발



- 과불화화합물 규제 대응을 위한 비불소계
양극 바인더 발굴 및 활용
- 전극 분산성, 유연성, 전도성 개선을 위한
전극 첨가제 개발

탄소중립형 전극 제조 공정



- 습식 공정 기반 전극 물성 및 생산성 개선을
위한 고농도 슬러리 개발
- 탄소중립형 무용매 건식 공정용 맞춤형 복합
소재 개발

02 기술개발내용 - 1. 전체 컨셉

이차전지 전극 소재 및 친환경 탄소중립 공정

상용 리튬 이차전지용 핵심 전극 소재 (CNT 도전재, 바인더, 복합소재) 개발 및 차세대 이차전지 (전고체, 소듐 전지) 용 혁신 공정 개발 진행 중.

"전극 소재 실용화 및 차세대 혁신 공정 개발"

소재

공정

Pack level Module level Cell level Electrode level



전극 소재 및 조성

도전재 < 1wt%

도전재

Dispersion, Mixing, Coating/Drying/Pressing, Assembly/Evaluation

CNT 분산액 기술
CNT 도전재 전지 적용 기술

활물질 ~ 98 wt%
활물질 비율 증가
↓
배터리 용량 증가

바인더 < 1wt%

비불소계 바인더

Mixing, Drying, Coating, Slitting

비불소계 바인더 전극 첨가제 전지 적용 기술

습식 기반 전극 제조 공정 저비용·고효율 탄소중립형 전극 제조 공정

제조공정혁신

대형 건조로 및 용매 회수 장치 필요 CC₂ EFFICIENCY



공정 맞춤형 복합소재 **무용매 건식 공정**

도전재-바인더 복합소재 활물질-도전재-바인더 복합소재

고농도 슬러리용 복합소재 연속식 건식 공정 개발

02 2-1 세부기술내용 : CNT 도전재

이차전지 전극 소재 및
친환경 탄소중립 공정

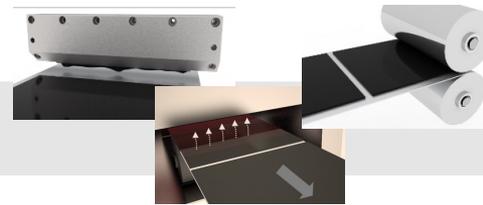
이차전지 에너지 밀도/성능 및 전극 제조 공정성을 고려한 CNT 분산액 개발 및 최적화



Dispersion



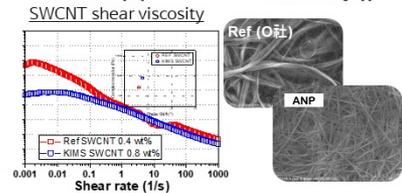
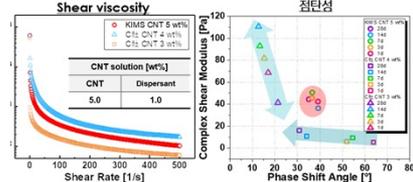
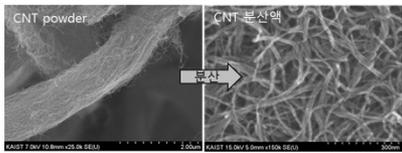
Mixing



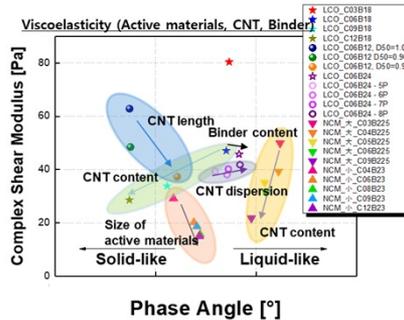
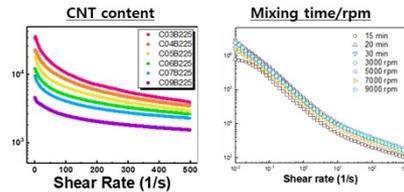
Coating/Drying/Pressing



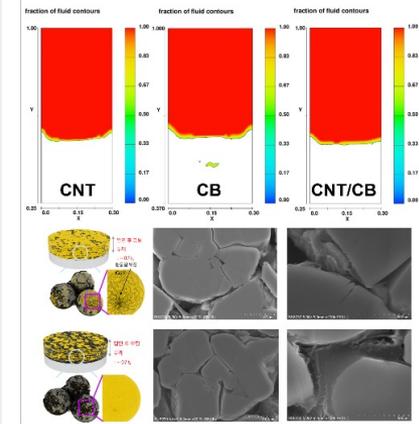
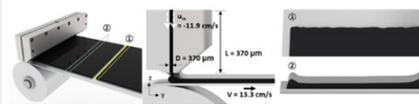
Assembly/Evaluation



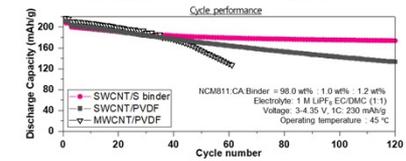
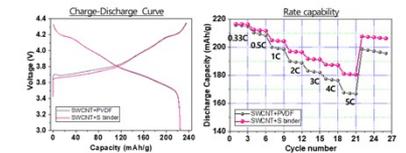
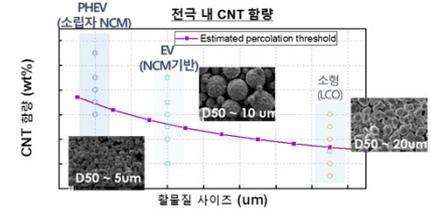
- 고농도·고분산MWCNT/SWCNT 분산액 제조
- 요변성, 전기화학 안정성, 상안정성 (경시변화) 확인



- 활물질/도전재/바인더에 따른 슬러리 유변물성 DB
- 믹싱 레시피 (Time, Energy) 에 따른 유변물성



- 슬러리 유변물, CFD 기반 극판 코팅 품질 예측
- 극판 저장, 접착력, 형상 분석

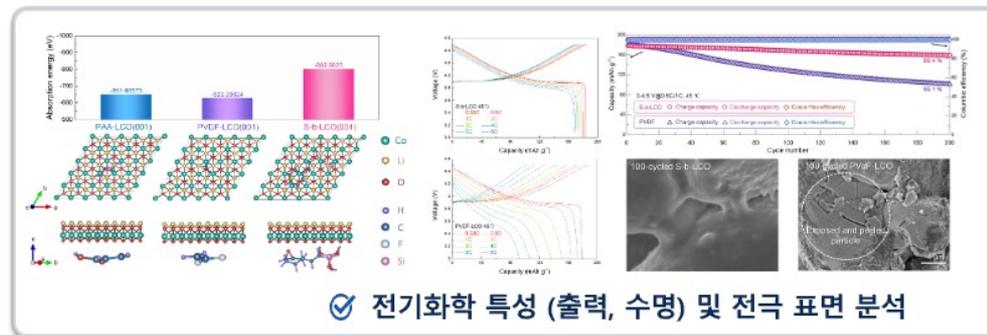
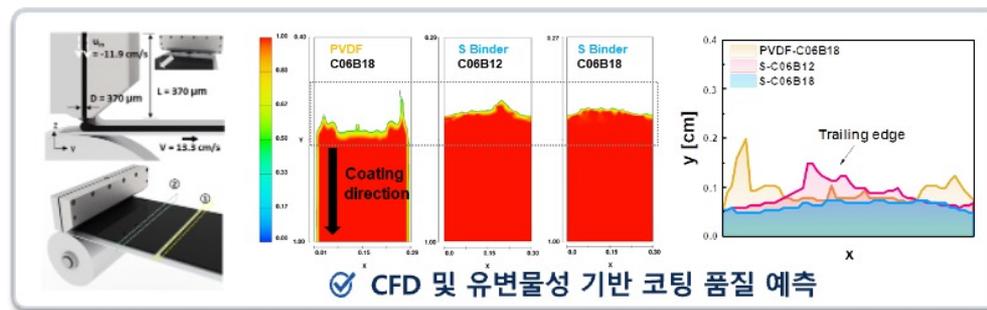
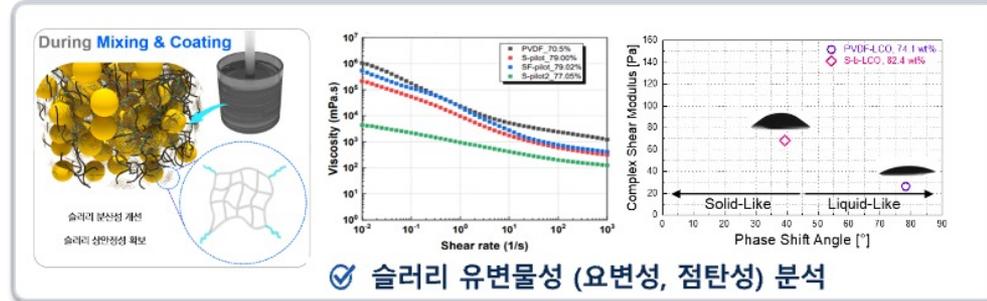
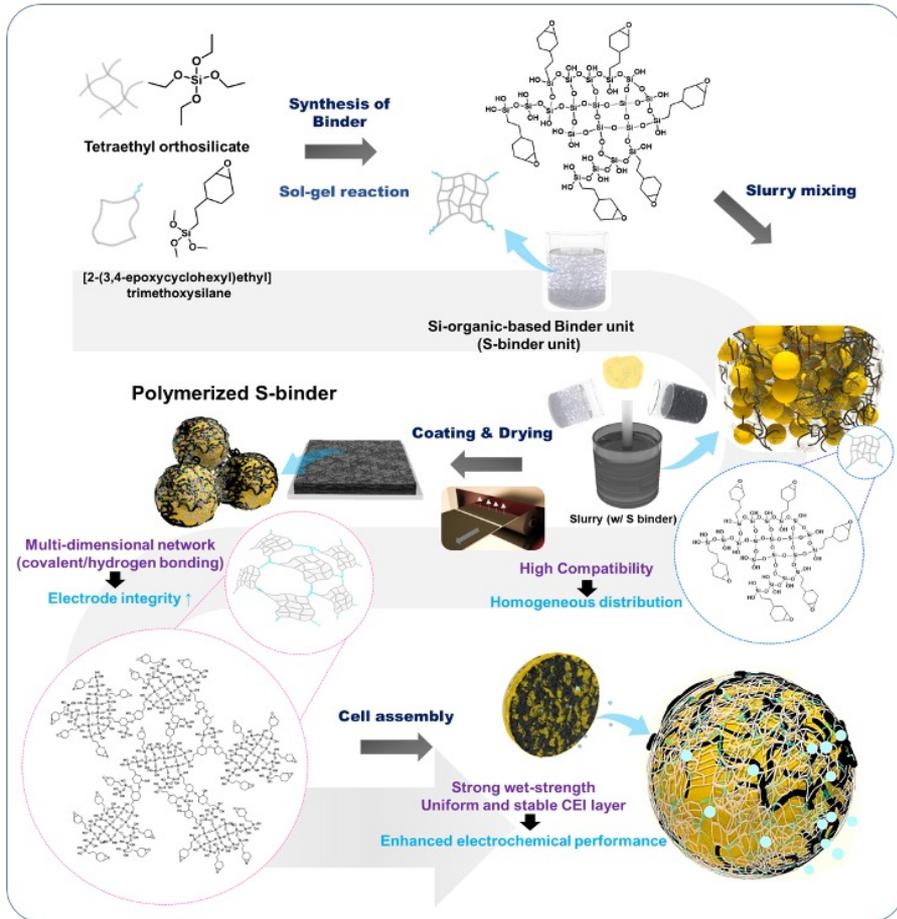


- CNT/Binder 별 전지 전기화학성능 평가 : 출력 (DCIR), 수명 (상온, 고온), EIS 등

02 2-2 세부기술내용 : 非불소계 바인더

이차전지 전극 소재 및
친환경 탄소중립 공정

과불화화합물 (PFAS) 규제 대응을 위한 非불소계 열경화성/열가소성 바인더 발굴 및 전지 적용 기술 개발



02 2-3 세부기술내용 : 후막 전극 제조 공정

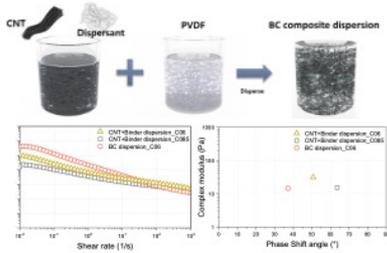
이차전지 전극 소재 및
친환경 탄소중립 공정

[습식] 습식 공정 생산성 및 후막 전극 물성 향상을 위한 **고농도 슬러리 제조** 기술

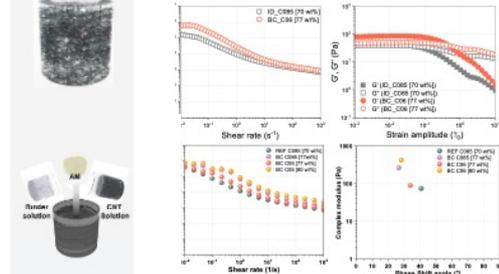
[건식] 무용매 건식 공정 효율 및 건식 후막 전극 에너지 밀도/성능 향상을 위한 **복합소재** 기술

고농도 슬러리

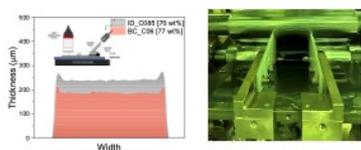
▶ Binder-CNT (BC) 복합소재 개발



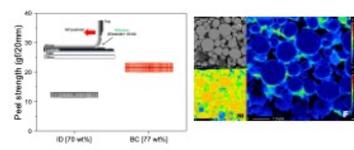
▶ 고농도 (77 wt%) 슬러리 유연물성



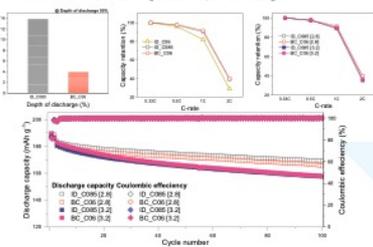
▶ 대면적/후막 전극 코팅 품질



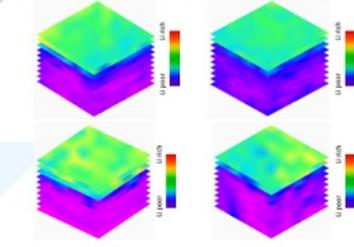
▶ 후막 전극 물성 (접착력, 분포)



▶ 전지 성능 (출력, 수명)

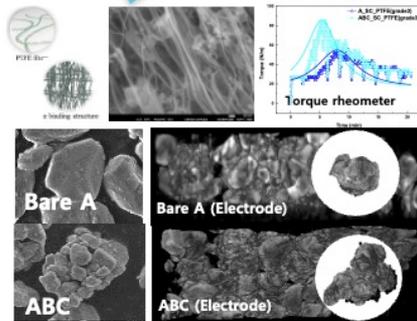
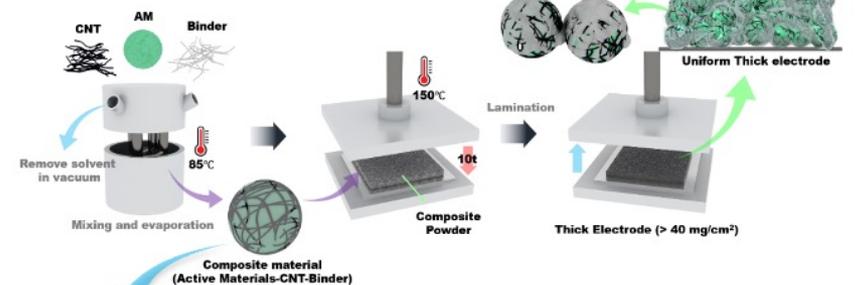


▶ 전극 얇은 밀도 별 Li Mapping

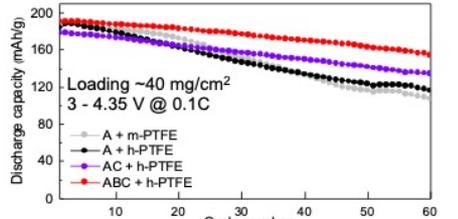
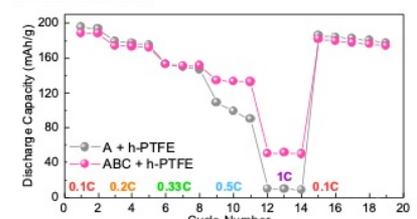
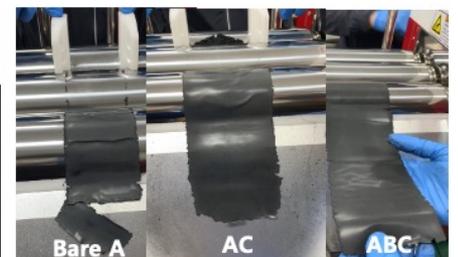


무용매 건식 공정

Thick electrode via dry process using composite materials



▶ ABC+PTFE 바인더 기반 후막 전극

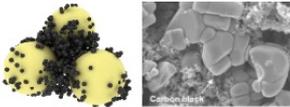
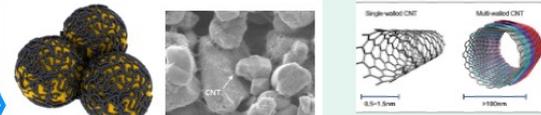
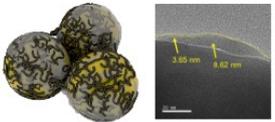
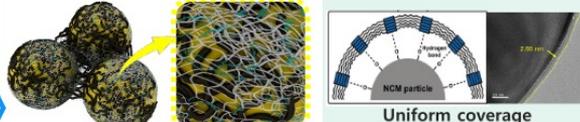


03 산업적 가치 – 이번 성과가 기존과 다른 점은?

이차전지 전극 소재 및
친환경 탄소중립 공정

전지의 에너지 밀도/성능과 공정성 향상이 동시에 가능한 전극 소재 개발

CNT, Non-fluorinated polymer → 고에너지 밀도 전극 설계, 전지 성능 향상

<p>Carbon black</p>  <p>Carbon black 적용 전극</p> <p>도전재 함량 : > 1wt% Pore size : 0.59 μm</p>	<p>Carbon Nanotubes (CNTs)</p>  <p>CNT 적용 전극</p> <p>도전재 함량 : < 1wt% Pore size : 2.88 μm</p> <p>높은 비표면적·중형비·전도성 ↓ Low Percolation threshold ↓ 용량 ↑, 단가 ↓, 성능 ↑</p>
<p>Fluorinated Polymer (PVDF)</p>  <p>PVDF 적용 전극</p> <p>바인더 함량 : < 2wt% Low wet strength</p>	<p>Non-Fluorinated Polymer</p>  <p>열경화성/열가소성 적용 전극</p> <p>바인더 함량 : < 2 wt% High wet strength</p> <p>Uniform coverage & High wet strength ↓ Transition MEI dissolution ↓ 용량 ↑, 단가 ↓, 성능 ↑</p>

습식 기반 전극 제조 공정



배치 타입 슬러리 믹서 (1,000 L급)
습식 슬러리 코팅 및 건조 장치

용매 회수 장치 > 30 m

> 100 m

- ✓ 습식 특성 상 용매 회수 장치가 필수적이며, 생산성을 위해 장비 규모 (건조 길이 증가) 가 커지고 있어 공정상 에너지 소비가 큼.
- ✓ 슬러리 고형분이 낮은 경우 (~ 70 wt%) 건조 시에 다량의 용매 기화로 바인더 들뜸 현상이 발생하여, 전극/전지 물성 악화

고농도 슬러리/건식 공정 기반 후막 전극 제조 공정



Reduce Solvent Evaporation

고농도 (~ 80 wt%) 슬러리

True Zero VOC, CO2 NEUTRAL, EFFICIENCY

- ✓ 친환경
- ✓ 고효율
- ✓ 고성능

무용매 건식 공정

- ✓ 고농도 슬러리 : 기화되는 용매를 최소화하여 건조에너지 최소화
- ✓ 건식 공정 : 건조 공정 배제를 통한 후막 전극 성능 및 비용 절감

탄소중립 공정 맞춤형 전극 소재 기반
고에너지 밀도·고성능 리튬이차전지 구현

03 산업적 가치 – 어디에 쓸 수 있나?

이차전지 전극 소재 및
친환경 탄소중립 공정

상용 리튬이차전지 외 차세대 이차전지 (소듐, 전고체) 에 **확장 가능한 소재 및 공정 기술**

- 고전도성 CNT 도전재와 고접착 非불소계 바인더는 차세대 이차전지에서 요구되는 공통 소재
- 탄소중립형 무용매 건식 공정은 차세대 전고체 (황화물계) 전지에 적용 가능

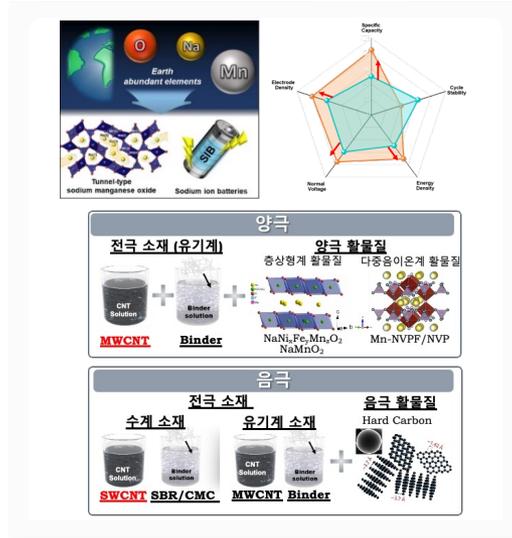
1

응용분야 : Lithium-ion Batteries



2

응용분야 : Sodium-ion Batteries



3

응용분야 : All-Solid-State Batteries



03 산업적 가치 – 실용화를 위한 과제는?

