

4-2 / 전력저장용 불연성리튬이차전지(NF-LiB) 기술

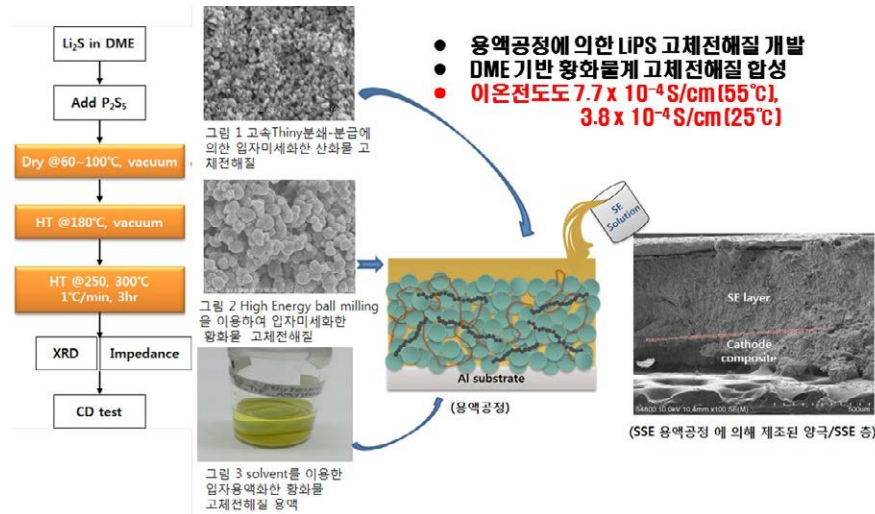
전지연구센터 도칠훈

본 기술은 가연성액체 전해액을 무기고체 전해질로 대체 개발한 불연성의 리튬이온전지로서 고체 전해질 재료의 합성과 이를 적용한 불연성리튬배터리의 핵심기술 분야를 포함

기술개념 및 기술규격

■ 기술의 구성도

· 불연리튬배터리를 구성하는 고체전해질 합성과 배터리 구성 기술



<용액공정 NF-LiB의 재료 및 전극 개발>

1. 기술 개요

◆ 기술개발의 필요성

- 가연성 액체 전해액을 사용하는 기존 리튬이온전지는 폭발사고의 가능성이 상존하는 바, 폭발 가능성을 원천 배제한 불연성 리튬배터리 기술의 확립이 중요하게 대두됨.
- 무기고체 전해질을 사용하여 개발하고 있는 현재의 불연 리튬배터리 기술에는 고체 전해질의 이온전도도와 안정성, 고체 전해질 입자간의 접촉, 고체의 전해질-전극 계면의 접촉과 안정화, Bipolar형을 포함하는 적층과 배터리 구성 등에 어려움이 있음.
- 안전성을 혁신적으로 향상한 무기고체 전해질 불연리튬배터리가 고성능(에너지밀도와 사이클수명)을 발현 할 수 있도록 해당 핵심기술을 선도적으로 심층 개발하여 기술을 선점하고, 기술이전을 통하여 한국의 전기 산업 경쟁력을 강화하고, 배터리전력저장기의 기반기술을 공고히 하고자 함.

◆ 기술개념 및 기술규격

■ 기술개념

· 본 기술은 가연성 유기 액체 전해액을 사용하는 기존 리튬배터리의 단점인 폭발(화재) 가능성을 배제한 것으로서 불연성 무기고체 전해질을 적용하여 개발한 불연성 리튬배터리 기술임.

2. 기술 내용

◆ 기술의 특징

■ 기술의 특징점

- 고리튬이온전도도의 황화물고체 전해질(LGPS, LPS, LPS) 합성 기술을 확립함
- 합성한 황화물고체 전해질의 미립자화 기술 확립함
- 리튬과 황화물고체 전해질의 수분 제어 연구시설을 확립하고 운용함
- 양극활물질-고체 전해질 복합 전극 기술을 개발함
- 음극으로 리튬, 인듐, 흑연에 대한 전극 기술을 개발함
- 고체 전해질과 불연전지의 임피던스 측정셀 구성 기술을 확립함

■ 기술의 상세 규격

· 고체 전해질 리튬이온전도도

- LiPS $0.77 \times 10^{-3} \text{ S/cm (55}^\circ\text{C)}$, $0.38 \times 10^{-3} \text{ S/cm (25}^\circ\text{C)}$
- LGPS $4.05 \times 10^{-3} \text{ S/cm (25}^\circ\text{C)}$
- $\text{Li}_7\text{P}_2\text{S}_8$ $1.12 \times 10^{-3} \text{ S/m (55}^\circ\text{C)}$, $0.40 \times 10^{-3} \text{ S/m (25}^\circ\text{C)}$

고체 전해질 멤브레인 리튬이온전도도

- $\text{Li}_7\text{P}_2\text{S}_8$ $2.62 \times 10^{-3} \text{ S/m (55}^\circ\text{C)}$, $0.475 \times 10^{-3} \text{ S/m (25}^\circ\text{C)}$
- $[\text{Li(G4)TFSA}]$ $3.2 \times 10^{-3} \text{ S/m (25}^\circ\text{C)}$

불연배터리 에너지밀도

- 154 Wh/kg NCM622/[Li(G4)TFSA]/Li battery

◆ 경쟁기술과 차별성

■ 국내외 유사 · 경쟁기술 현황

- 전력저장용 불연성리튬이차전지(NF-LiB) 기술

국내 및 국외	기술명	고분자고체전해질 리튬이차전지(PLIB) 기술
	기술내용	기존 액체전해액을 대체하여 고분자 재료로 구성된 리튬배터리로서 비유동성이나 여전히 폭발(화재) 가능성 내재
	기술명	난연 유기전해액 리튬이차전지(LiB) 기술
	기술내용	기존 가연성 액체전해액에 난연성 소재를 병용하여 배터리의 폭발(화재) 가능성을 완화하고 있으나 배터리 성능의 저하 병행
	기술명	자동차용 전고체 배터리 기술 (도요다자동차)
	기술내용	황고체전해질을 적용하여 배터리 기술을 확립할 Benchmarking 대상의 기술임
기술명	신규 황고체전해질 소재 개발(동경공대, MIT 등)	
기술내용	고체전해질 신 소재의 양자재료 및 실험적 개발	

■ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
LIB, PLIB 배터리	· 화재(폭발) 가능성을 원천 배제한 무기 고체전해질을 적용하는 배터리 기술 · 리튬이 단독으로 고체전해질 내의 통로를 이동하는 고이온전도도 신소재 적용 배터리 기술

3. 기술의 시장성

◆ 기술 적용 가능 분야

■ 기술이 적용되는 사업분야 및 제품(시스템)

- 본 기술은 고체전해질을 이용한 리튬이차전지에 관한 것으로, 소형 리튬이차전지, 전기자동차 배터리, 다목적 리튬이차전지에 적용 가능함



〈소형 리튬이차전지〉



〈전기자동차 배터리〉



〈다목적 리튬이차전지〉

◆ 시장 현황 및 규모

■ 관련기술 시장현황 및 특성

- 세계 리튬이차전지 시장규모는 2011년 120억 달러에서 2015년에 230억 달러로 증가하였으며, 향후 연평균 28%로 성장하여 2022년에는 1,311억 달러에 이를 것으로 전망됨
- 휴대전화, 노트북, 태블릿 PC 등 휴대형 전자기기가 급속도로 보급됨에 따라 이를 구동하는 고성능 리튬이차전지에 대한 수요 증가가 예상됨
- 전기자동차의 보급 확대 걸림돌이었던 충전소 보급이 확대되면, 전기자동차용 중대형 리튬이차전지 시장 성장이 가속화 될 것으로 예측됨

■ 국내외 시장 규모

〈세계 리튬이차전지 시장규모 및 전망〉

(단위: 억달러)



[자료 : SNE Research, 2015]

4. 주요 연구 성과

◆ 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	전고체 전지 및 이의 제조방법	한국	102015 0105670	2015
	고체 리튬 전지용 황계 고체전해질 및 고체전해질의 상압 합성법	한국	102015 0159897	2015
	고체 고분자 전해질 및 이를 포함하는 리튬 이차전지	한국	102015 0164128	2015
	단일 스위칭 전지 및 그에 사용되는 전극 어셈블리	한국	102014 0142123	2014
	고체 전해질 및 습윤된 이온성 액체를 구비하는 이차전지	한국	102014 0095600	2014
	고체 전해질 및 습윤된 이온성 액체를 구비하는 이차전지	한국	102013 0102121	2013
	전극과 고체 전해질 사이 계면의 전도성을 향상 시킨 전고체 전지의 제작 방법	한국	102013 0093023	2013
	리튬이차전지용 고체 전해질 복합 폴리메틸렌 분리막 및 이의 제조방법	한국	102013 0053251	2013
	고체 전해질 및 습윤된 이온성 액체를 구비하는 이차전지	한국	102013 0117392	2013
	고상 전해질의 전극과의 접촉저항을 최소화하기 위한 유연성을 가지는 전고상 전지 제작 방법	한국	102012 0141318	2012

◆ 기술의 완성도

- TRL 4 수준의 기술완성도 · 요소기술통합 및 Full Scale 개발

■ 개발 기술 범위 :

- 무기고체전해질 및 이를 적용한 불연리튬배터리
 - 황화물고체전해질(LGPS, LPS, LPSI) 합성 및 미립자화 기술
 - 양극활물질-고체전해질 복합 전극 기술
 - 음극으로 리튬, 인듐, 흑연 전극기술
 - 고체전해질과 불연전지의 임피던스 측정셀 구성기술

■ 기술개발 완료 시기

- 2016년 12월 - 무기황고체전해질 합성 및 불연리튬배터리 기술 확립

5. 기대 효과

◆ 기술 도입 효과

■ 경제적인 효과

- 안전성의 불연리튬배터리는 폭발(화재)의 잠재 가능성을 가진 기존 유기전해액 리튬배터리 시장을 점진적으로 대체하고 신규 시장 창출할 것으로 전망
- ESS용 리튬배터리 세계시장은 2020년에 50조원 규모로 전망
- ESS, EV, 휴대정보기기, 레저, 의료, 군사 등 제반 분야의 배터리 산업 진출
- 석유화학산업의 부생성물인 황의 고부가가치화 달성

◆ 기술 · 산업적 파급 효과

■ 기술적 파급 효과

- 액체전해질의 이온전도도 수준을 나타내는 불연리튬배터리용 고체전해질의 개발과 함께 전극-전해질 계면저항 및 전극저항의 증가 문제를 해결하여 차세대 고성능 불연성리튬배터리 기술을 확립하여 전자산업 경쟁력 강화에 기여함.
- 슬러리 제조법의 적용으로 제조경쟁력을 향상함. 고가의 건식 증착 공정 배제함.
- 황화물 기반의 고성능 배터리 기술력을 향상함.