

○ 본 기술은 200 Wh/kg급 고에너지밀도 전고체이차전지 기술을 구현함에 있어, 리튬이온전도도 및 대기안정성이 우수한 황화물계 고체전해질 합성 원천기술 및 대면적 후막 전극 제조기술, 전극/고체전해질 계면 안정화 기술을 개발하는 것임. 이는 전기자동차 및 전력저장장치 등의 중대형 전원으로 활용되며 대형 집합 전지 시스템의 안정성 확보에 기여함.

기술개념 및 구성

기술개념

▶ 본 기술은 고체전해질을 도입하여 안전성이 향상된 전고체전지의 고에너지밀도 확보를 위해서 대기안정성이 우수한 황화물계 고체전해질 합성 원천기술 및 대면적 후막 전극 제조기술, 전극/고체전해질 계면 안정화 기술을 개발하는 것임

기술의 구성도



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 리튬이온전지 고에너지밀도화/고용량화에 따른 안전성 문제가 지속적으로 제기됨에 따라 기존의 액체전해질 대신 고체전해질을 적용한 전고체전지 연구개발이 주목받고 있음.
- ▶ 전고체전지는 기존 리튬이온전지의 성능한계를 뛰어넘을 수 있는 물질적 고유특성을 가지고 있으나 현재까지 박막형 전고체전지만 상용화되었을 뿐 리튬이온전지를 대체할 전고체전지는 개발되지 않음.
- ▶ 전고체전지는 차세대전지 후보로 거론되는 리튬-황 전지나 리튬-공기 전지에 비해 안전성 측면에서 월등히 뛰어나므로 고에너지밀도 확보를 통해 차세대전지로 개발이 필요함.

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
 - 고이온전도도와 대기안정성을 동시에 확보 가능한 할로겐원소 기반 황화물계 고체전해질을 개발함
 - 용액공정 기반 고체전해질 합성기술을 이용하여 고밀도 전극 로딩 및 대면적 전극 제작이 가능함.
 - 스마트파우더 기술을 도입하여 양극/고체전해질/도전재가 최적비율로 혼합되어있는 복합양극을 제조함으로써 고체전해질의 비율을 최소화하고 에너지 밀도가 향상된 전고체 전지 제작이 가능함.
 - 황화물 고체전해질과의 반응성이 억제되고 전기전도도가 향상된 신도전재 개발을 통해, 계면 부반응 억제 및 향상된 성능을 보이는 전지 제작이 가능함.

- ▶ 기술의 상세 구역
 - 이온전도도 2.7x10⁻³ S/cm의 대기안정성 고체전해질 합성기술
 - 485 mWh/g@2.5 mA/cm² 대면적 후막 전극 제작기술
 - 전기전도도 8.7 S/cm의 부반응이 억제된 신도전재 개발기술
 - 200 Wh/Kg급 에너지밀도 전고체전지 제작 기술

경쟁기술과 차별성

▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황

구분	학계	현황
국내	학계	한양대학교 (정운석 교수)
	현황	대면적 액상기반 고체전해질 기술개발, 신 고체전해질 물질 개발 기술 미흡
	산업계	삼성 SDI
	현황	차세대 전지로서 전고체전지에 대폭적 투자, 전고체전지 로드맵 제시 (2019.1)
국외	학계	Tokyo Institute of Technology (R, Kanno 교수, 일본)
	현황	LiSIPSCI, LGPS, LPS 등의 황화물 고체전해질 개발, 그러나 대기안정성 확보 미흡
	산업계	Toyota (일본)
	현황	자체개발과 동시에 파나소닉과 공동개발, 2022년까지 15조원 투자하여 양산계획

▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
황화물 고체전해질 신소재 및 공정법 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 타 기술대비 최적의 용액화 공정온도 발견을 통해 합침성을 높이고 보다 좋은 성능의 황화물기반의 침투형 전극제작 가능 • 이중 할로겐원소, 산소도핑 방법을 이용하여 고이온 전도도/대기안정성이 신고체전해질 소재 기술로서, 기 확보한 용액화 공정을 통한 침투형 전극기반으로도 전극제작이 가능함. • 기존 액체전해질과 대등한 이온전도도를 갖으며 대기 환경하에서 장시간 동안 화학적 반응이 일어나지 않고 높은 이온전도성능을 유지할 수 있으므로 기존 리튬이온전지 생산공정을 그대로 적용하여 전고체 리튬이차전지의 대량생산을 가능하게 함

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

• 고에너지 밀도 전고체 이차전지는 △휴대폰 △오디오 △전기자동차 배터리 △분산 발전 시스템 전원



시장이슈

- 국제적인 저탄소 배출정책과 스마트 그리드의 본격적인 도입/운영에 따른 신재생에너지의 전력공급 신뢰성 향상과 관련된 리튬 이온전지 및 초고용량 커패시터 개발이 요구됨
- 현재 이차전지 성능 개선을 위해 주요 소재가 활발히 개발 중에 있으며, 그중 리튬이온전지의 하이니켈 삼원계 등을 양극으로, 실리콘계 등을 음극으로 사용하는 등 다양한 전극 활물질들을 대상으로 연구 개발이 진행 중임
- 중대형 에너지저장장치에 사용되는 이차전지의 안전성을 확보하기 위해 고체 전해질이 필수적으로 선행되어야 하며, 현재 고체 전해질의 경우, 액체 전해질보다 낮은 안정성 및 이온 전도도의 문제점이 대두되고 있음

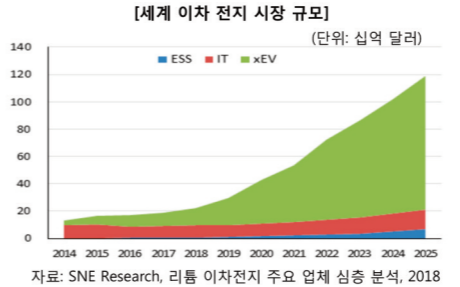
Supply chain

• 본 기술은 고에너지 밀도 전고체 이차전지 기술로, 스마트폰, 노트북 △전기자동차 △태양광에너지저장, 풍력발전에너지저장 등에 적용이 가능하며, △IT △전기수송 △에너지저장 △의료 산업 등에 공급 됨



수요전망

- 전기자동차 시장의 확대로 중/대형 이차전지 시장의 빠른 성장세를 보이며, 2016년 출하량 기준, 일본의 Panasonic이 전체 시장의 23.5%의 점유율을 차지함
- 세계 이차 전지 시장은 2017~2025년 중 금액 기준으로 연평균 26.0%, 용량 기준으로 37.6% 성장할 것으로 전망



4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	대기 안정성이 향상된 황화물 고체전해질 및 이의 제조방법	한국	10-2018-0135867	2018
출원	비정질 카본 분말로부터 유래하는 리튬 이차전지용 중공 카본 도전재 및 그 제조방법	한국	10-2018-0131453	2018
출원	강화인자를 이용한 고체전해질 멤브레인의 제조방법 및 이로부터 제조된 고체전해질 멤브레인, 이를 포함하는 전고체전지	한국	10-2018-0133920	2018
출원	황화물계 고체전해질 재료 및 그 제조방법, 황화물계 고체전해질 재료를 포함하는 고체전해질층 및 전극복합체층의 제조방법 및 이를 포함하는 전고체전지	PCT 국외 출원	PCT/KR2018/007251	2018

기술의 완성도

- ▶ TRL 5 수준의 기술완성도 단계 : 전고체전지 시제품 개발
- ▶ 개발 기술 범위 : 고에너지밀도 전고체전지 플랫폼 기술
 - 고이온전도도 대기안정성 고체전해질 합성 기술
 - 대면적 후막 전극 제작 기술
 - 전극/고체전해질 계면부반응 억제 기술
 - 200Wh/Kg급 에너지밀도 전고체전지 제작 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 2019년 12월 : 고에너지밀도 전고체전지 플랫폼 기술 개발

5. 기대 효과

기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
 - 세계 리튬 이차전지 시장규모는 2017년 22조 4천억 원이며, xEV용이 50.3%, IT용 소형전지가 46.0%, ESS용이 3.7%를 차지하며, xEV를 중심으로 연평균 10% 이상 성장 전망됨.
 - 전고체전지는 2020년대에는 대부분의 전기차에 탑재될 것으로 예상되며 시장규모가 2035년 28조원에 이를 것으로 추정됨.
 - 고성능 차세대 전지 분야의 핵심기술 개발을 통해 무역역조 현상을 해결하고, 신규 해외시장 창출에 기여함.

기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
 - 고안정성의 고에너지밀도 전고체전지 핵심기술을 확보함으로써 전고체전지의 상용화를 앞당기고 전기자동차 및 ESS에 활용되어 관련 시장이 폭발적으로 성장할 것으로 예상됨.
 - 국내 기술력으로 기존 전지를 대체할 수 있는 차세대 전지 기술을 선도할 수 있음.