4-3 저가격 고안전성 나트륨이온전지 핵심소재 및 전지 설계 기술

전지연구센터 이상민

본 기술은 기존의 리튬이온전지를 대체하는 저가형 나트륨이온전지를 개발하는 것으로서, 핵심이 되는 원천 소재 기술과 이를 조합하여 최적의 성능을 구현하는 완전지(full cell)를 설계 및 제조하는 기술임. 이를 통해 상용화 가능한 차세대 이차전지 기술을 확보하고자 함.

기술개념 및 기술규격

■ 기술의 구성도

· 나트륨이온전지 고유의 핵심원천 소재 및 이를 최적화한 공정 기술, 완전지 설계/제조 기술

〈저가형 나트륨이온전지의 핵심소재 및 구성〉

1. 기술 개요

기술개발의 필요성

■ 리튬이차전지를 대체하는 친환경 이온소재 기반 저가형 에너지 저장 시스템에 대한 기술을 선점하고 특허 및 원천기술을 확보함으로써 미래 신성장 동력 산업 창출이 시급함.

■ 나트륨이온전지는 지구상에서 6번째로 많은 Na 원소를 기반으로 자원의 수급이 용이하여 가격경쟁력이 높아 에너지저장 디바이스로서 리튬이차전지 시장의 한계를 극복 할 수 있는 혁신적인 대안이 될 것임.

■ 나트륨이온전지의 경우, 전지로서의 가능성은 확인한 정도이며 낮은 초기 효율, 사이클 수명 및 고속방전 특성 등 리튬이온전지와는 충방전시 활물질 내 Na의 저장/탈장의 기구에서 큰 차이가 있어 정확한 메커니즘 도출을 통한 나트륨이온전지용 핵심 원천 소재의 개발이 필수적임.

■ 소재 기술 뿐만 아니라, 이를 최적화할 수 있는 설계기술개발이 필요함. 현재로서는 나트륨이온전지 고유의 핵심소재 및 부품 기술이 거의 이루어진 것이 없어서 이를 통합하여 최적의 성능을 구현할 수 있는 설계 및 제조 공정 기술 개발이 요구됨.

기술개념 및 기술규격

■ 기술개념

· 나트륨이온전지 고유의 핵심 소재 개발과 함께 이를 조합하여 최적의 성능을 구현할 수 있도록 공정 설계, 완전지 설계 및 제조 기술 등을 확보하고자 함.

2. 기술 내용

기술의 특징

■ 기술의 특장점

· 리튬 대비 가격이 낮고 수급이 용이한 나트륨(Na) 원소 기반의 기술 개발로 안정적인 원재료 확보가 가능

· 리튬이온전지와 원리가 같고 공정이 비슷해 신규 생산라인 증설 없이 기존의 리튬이온전지의 생산라인을 활용할 수 있음

· 리튬이온전지 대비 30% 이상 원가 절감 가능

· 양극소재의 저가형 전이원소 (Cu, Mn, Fe) 사용 가능

· 온실가스 저감 및 에너지 절감 효과

■ 기술의 상세 규격

· 에너지밀도 150 Wh/kg, 잔류용량 80%@1,000 cycle

· 양극 비용량 〉 180 mAh/g, 음극 비용량 〉 600 mAh/g

· 리튬이온전지 대비 50% 저가화

· 완전지 설계 제조 기술

경쟁기술과 차별성

■ 국내외 유사 · 경쟁기술 현황

· 나트륨이온전지용 핵심소재 및 설계 기술

국내	기술명	나트륨이온전지용 음극활물질 TiO2 나노로드
	기술내용	기존 리튬이온전지용 고출력 음극산화물(TiO2)을 나트륨이온전지의 음극소재로서 적용 가능성을 확인
	기술명	나트륨이온전지용 red P/C 복합 음극재 소재
	기술내용	Ball mill로 red P/C을 7:3 비율로 제조하여 높은 가역용량()1200 mAh/g)을 구현했으나, 높은 부피팽창과 인화성으로 인한 safety 문제가 우려
국외	기술명	나트륨이온전지용 하드카본 등 탄소계 음극 소재
	기술내용	나트륨이온전지에서 쓸 수 없는 흑연을 대체한 하드카본에 대한 Na이온의 가역반응을 확인했으나, 용량이 〈250 mAh/g에 불과하고 Na metal 반응 근처 전위에서의 safety 문제 우려됨. 그 외 soft carbon, expanded graphite, hollow carbon 등이 소개되었으나, 용량이 〈300 mAh/g에 불과하고, 출력특성이 현저히 떨어짐.

■ 경쟁 기술 대비 우수성

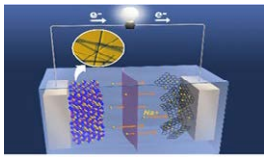
경쟁기술	본 기술의 우수성
나트륨이온전지용 핵심소재 및 설계 기술	· 나트륨이온전지용 저가형 핵심원천 소재 (Fe/Mn계 양극, 열린 구조의 비탄소계 음극, flouine-free 고이온전도성 전해액 등)의 개발 · 개발된 핵심소재를 조합하여 최적의 성능을 구현할 수 있는 완전지 설계 및 제조 기술의 확보

3. 기술의 시장성

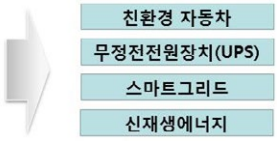
기술 적용 가능 분야

■ 기술이 적용되는 사업분야 및 제품(시스템)

· 나트륨이온전지



〈나트륨 이온전지〉



시장 현황 및 규모

■ 관련기술 시장현황 및 특성

· CO_2 배출량 저감과 쾌적한 환경 조성, 운송의 효율성 극대화 등으로 인한 운송기기 변화(전기차, 무인기 등)와 신재생발전의 효율화, 전력공급 안정화, 에너지 발전 등 산업 전반에 ESS가 적용되면서 이차전지 시장이 크게 확대될 것으로 기대됨

· 모바일-IT용 소형 이차전지보다는 전기자동차, ESS 등 중대형 이차전지의 비중이 점차 확대되고 있음

· 자동차부문에서는 증가한 자동차의 전력 사용량에 대응하기 위해 48V 시스템의 채용이 증가하고 있음

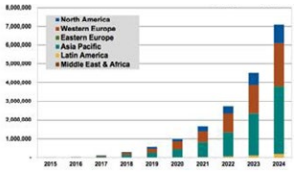
· 세계적으로 ESS 세액공제, 차등요금제, 설치 의무화 방안 등 ESS 육성정책과 더불어 정부 주도로 보급사업을 진행하고 있어 지속적으로 시장이 확대할 것으로 예상됨

· 세계 ESS시장은 2023년 340억 달러 규모까지 성장할 것으로 전망되며, 그 중 유럽은 약 30~40%의 점유율을 차지할 것으로 추정됨

■ 국내외 시장 규모

〈세계 48V 시스템 시장〉

(단위: 억달러)



자료 : Navigant research, 48-Volt Systems for Automotive Applications, 2015

〈세계 적용분야별 ESS 시장〉

(단위: 억달러)

자료 : Management Innovation elaboration on Navigant Research data

4. 주요 연구 성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	테일러 볼텍스를 이용한 프러시안 화이트 양극 활물질 및 그 제조방법	한국	102016 0020554	2016
출원	나트륨 2차 전지용 전해액 및 이를 포함하는 나트륨 2차 전지	한국	102015 0168005	2015
출원	나트륨 2차전지용 복합 음극재의 제조 방법	한국	102015 0109034	2015

기술의 완성도

■ TRL 4 수준의 기술완성도 단계 : 요소기술 통합 실험, full cell 설계/제조 단계

■ 개발 기술 범위 : 핵심소재 및 이를 조합한 완전지 설계/제조/평가

· 나트륨이온전지용 저가형 고용량 전극 소재 및 전해액 개발

· 리튬이온전지 수준의 완전지 설계, 제조 기술 개발

· 장수명, 고안전성 확보를 위한 공정 기술 개발

■ 기술개발 완료 시기

· 2019년 12월 : 저가형 고안전성 나트륨이온전지 개발

5. 기대 효과

기술 도입 효과

■ 경제적인 효과

· 현재 세계 1위의 리튬이온전지 시장 점유율을 바탕으로 지속적인 세계시장 점유율 확보가 가능하고, 상대적으로 열세인 핵심소재의 기초원천기술을 달성을 통해 고부가가치의 기술력을 확보하여 견고한 산업기반을 구축하여 차세대 수출산업으로 육성 가능함

· 나트륨이온전지용 핵심소재 제조기술, 공정기술, 리사이클링 기술을 통해 관련 신규시장을 창출함으로써 국가의 신성장동력 산업을 이끌어 향후 신규 고용 창출 기반을 마련함

기술 · 산업적 파급 효과

■ 기술적 파급 효과

· 차세대 이차전지 개발을 통해 post-LIB 기술을 선점함으로써 국내 이차전지 기술의 경쟁력 강화 및 핵심소재, 설계 기술 등 원천기술 확보를 통한 세계적 기술 선도

· 대용량 전력저장, 수송용 전원, 차세대 ICT (Information-Communication Technology) 용 전원까지 응용 가능함으로써 차세대 이차전지 분야 글로벌 리더십 확보

· 나트륨이온전지용 저가형 고용량 양극, 나노재료 기반 복합음극 소재를 제조하는 기술을 개발함으로써 세계 최고 수준의 이차전지 공정 기술과 함께 핵심원천소재 기술까지 두루 섭렵하여 진정한 세계 최고의 이차전지 기술 국가로서 발돋움할 수 있음