

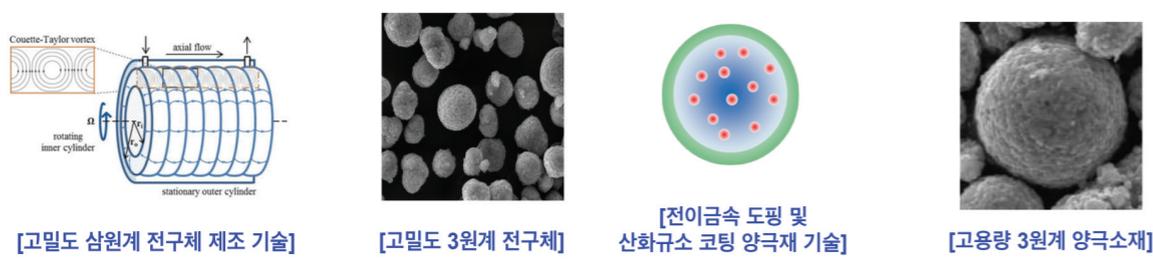
096 리튬이차전지용 양극재 기술

차세대전지연구센터 | 김현수

○ 본 기술은 차세대 전기자동차용 리튬이차전지를 개발하기 위해 가장 필수적으로 개발이 필요한 소재인 고용량 양극재 기술의 일환임. 본 고용량 양극재 제조기술에는 고밀도 삼원계 전구체 제조 기술과 전이금속 도핑 기술 및 인산염 코팅 기술을 포함한 Hi Ni계 양극재 제조 기술임.

기술개념 및 구성

- 기술개념
 - ▶ 본 High Ni계 양극소재 제조기술은 차세대 전기자동차에 필요한 고용량·저가격 리튬이차전지를 제조하기 위해 필수적인 핵심 소재 기술임.
 - ▶ 본 High Ni계 양극재의 핵심 기술은 Ni 함량이 높아짐에 따라 부생되는 수명 저하와 열적 안정성을 해결하는 것임.
- 기술의 구성도
 - ▶ High Ni계 양극재 기술은 크게 고밀도 3원계 전구체 제조기술과 전이금속 도핑 기술 및 산화규소 코팅 양극재 제조 기술로 구성되어 있음.



1. 기술 개요

- 기술개발의 필요성
 - ▶ 전기자동차의 판매는 지속적으로 증가하고 있으며 이에 따라 이에 소요되는 리튬이차전지의 시장 또한 급속히 성장하고 있음.
 - ▶ 리튬이차전지의 4대 핵심 부품의 시장도 병행해서 성장 중이며 특히 리튬이차전지 제조 단가의 30% 이상 차지하는 양극재 시장 또한 급속히 성장중임.
 - ▶ 전기자동차용 리튬이차전지 양극재는 전지의 고에너지밀도화와 더불어 저가화에 영향이 매우 지대함. 따라서 고용량 및 저가화를 달성하기 위해서는 종래 LiCoO₂에서 고가격 원소인 Co 대신에 1/5로 저렴한 Ni로 치환하는 것이 필요함.

2. 기술 내용

- 기술의 특징
 - ▶ 기술의 특징점
 - 본 전구체 제조기술은 기존 CSTR 공정에서 탈피하여 Couette-Taylor vortex를 이용하여 전구체의 제조속도를 1/10으로 단축하였고 또한 고밀도 소입자형 전구체 제조기술을 확보하였음.
 - 본 양극소재 제조기술은 Ni 함량을 최고수준인 83%로 높였고 이에따라 비용량을 기존 180mAh/g 수준에서 210mAh/g으로 향상시켰으며, 현재 Ni 함량 85~95%를 개발 중에 있음.
 - V 도핑 기술을 개발하여 양극재의 수명을 개선 (용량유지율 기준으로 7% 향상) 하였고, SiO₂ 코팅 기술을 개발하여 고온 수명을 획기적으로 개선 하였음.

- ▶ 기술의 상세 규격
 - Couette-Taylor vortex를 이용한 전구체 연속 제조기술
 - Couette-Taylor vortex를 이용한 소형 전구체 연속 제조기술
 - V 도핑에 의한 Hi Ni계 양극재 수명 개선 기술
 - SiO₂ 코팅에 의한 Hi Ni계 양극재의 고온 수명 개선 기술

- 경쟁기술과 차별성
 - ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
 - 현재 리튬이차전지용 전구체 제조기술은 국내외에서 CSTR 공정을 적용하고 있으며, 이는 최소 12시간에서 최장 72시간이 소요되는 공정 기술임.
 - 차세대 리튬이차전지용 양극소재는 지금까지 Ni 함량 80%가 선도기술이며, 국내외 연구기관에서는 Ni 함량 83%를 개발 완료하였고, 향후 Ni 함량 85~90% NCM 개발에 나설 것으로 예상됨.
 - ▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
전구체 기술	• Couette-Taylor vortex를 이용한 전구체 제조기술을 개발하여 전구체의 생산속도를 1/10로 단축시켰을 뿐만아니라 기존 CSTR공정에서 제조하기 힘든 소입자형 고밀도 전구체 제조기술을 확보함.
양극재 기술	• 기존 Ni함량 80%에서 83%의 Hi Ni계 양극재 제조기술을 확보하여 양극재의 용량을 180mAh/g에서 210mAh/g으로 개선함. • 기존 코팅 물질로 많이 사용중인 ZrO ₂ 나 Al ₂ O ₃ 에 비해 저렴한 SiO ₂ 를 코팅재료 적용한 Hi Ni계 양극재 제조기술을 확보함.

3. 기술의 시장성

■ 기술 응용분야 및 제품

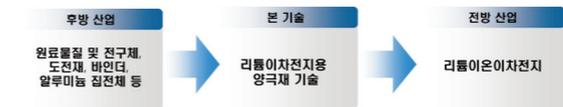
구분	주요용처	특징
소형	스마트폰 등 휴대용 전자기기	현재 이차 전지시장의 대표적인 사용처
중형	전기자동차 등 친환경차	하이브리드 자동차, 전기자동차 등 친환경차에 탑재
대형	전력 설비의 대용량 에너지 저장장치	심야 전기 등 잉여전력을 저장하는 용도

■ 시장이슈

- 차세대 배터리는 현재 리튬이온전지보다 에너지 밀도와 안전성이 높고, 빠른 충전과 장수명이 가능해야 하며, 가격이 저렴해야 함
- 양극재는 니켈 함량 증대(High Ni, Ni rich)기술에 중점을 두고 있음
- 삼원계(NCM)는 리튬/금속 비율을 10이상으로 유지해 고속 충방전을 구현하고, 원가 비중이 가장 큰 코발트의 함량을 줄여 원가 절감을 추구하는 방향으로 연구개발이 진행 중에 있음
- 국내 양극재 생산업체는 엘엔에프와 에코프로비엠이 세계 시장 점유율 6위 및 10위임

■ Supply chain

- 본 기술은 리튬 이차전지용 양극재 기술로, 전방산업인 이차전지 산업의 경향을 많이 받는 산업이며, 동시에 후방산업인 원료 및 전구체, 도전재, 바인더, 집전체 등의 관련 산업들과 동반성장이 요구됨



■ 수요전망

- 세계 리튬이온전지 양극재의 시장 규모는 2017년에 47.5 억 달러, 2022년에는 80 억 달러에 이를 것으로 전망됨(CAGR: 11%)
- 리튬이온전지는 산요, 소니 등 일본기업이 주도적으로 개발하였으나, 삼성SDI, LG화학 등 국내 기업, BYD 등 중국기업이 급격히 성장하여 주도권 확보를 위해 경쟁중에 있음



4. 주요 연구성과

■ 특허 출원 및 등록 현황

구분	논문명	저널	번호	년도
SCI	Preparation and electrochemical performances of Ni-rich LiNi _{0.91} Co _{0.06} Mn _{0.03} O ₂ cathode for high energy LIBs	International journal of hydrogen energy	13684-13689	2019
SCI	Improving the electrochemical performances using a V-doped Ni rich NCM cathode	Scientific Reports	8952	2019
SCI	Improved electrochemical performances of LiNi _{0.9} Co _{0.1} Mn _{0.1} O ₂ cathode via SiO ₂ coating	Journal of Alloys and Compounds	193-199	2019

■ 기술의 완성도

- ▶ TRL 5 수준의 기술완성도 : 실험실용 시제품 개발
- ▶ 개발 기술 범위 : Hi Ni계 전구체 및 양극재 기술
 - Couette-Taylor vortex를 이용한 전구체 연속 제조기술
 - Couette-Taylor vortex를 이용한 소형 전구체 연속 제조기술
 - V 도핑에 의한 Hi Ni계 양극재 수명개선 기술
 - SiO₂ 코팅에 의한 Hi Ni계 양극재의 고온 수명개선 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 2021년 12월 : 차세대 리튬 이차전지용 Hi Ni계 양극재 제조 기술 개발

5. 기대 효과

- 기술 도입 효과
 - ▶ 경제적 효과
 - 가격경쟁력 우위를 가지는 양극재 개발을 통해 향후 급성장이 예상되는 전세계 이차전지 및 전기차 시장에서의 시장지배력을 확보하며, 전후방 산업에서 supply chain 강화하는데 기여함.
 - 차세대 리튬전지 시장의 급속한 성장에 따라 양극재 시장도 2015년 34.7 억달러에서 2020년 61.1억달러에 예상되며, 고니켈계 양극소재가 개발되면 전세계 양극시장 선점이 가능함.
 - 2023년 1,800억원 (10,000톤), 2024년 3,600억원 (20,000톤)의 예상 매출액이 기대됨.
- 기술·산업적 파급 효과
 - ▶ 기술적 파급 효과
 - 전기차 등 중대형 이차전지용 양극재의 국산화 개발로 이차전지 및 에너지산업의 기술경쟁력 향상에 기여함.
 - 고니켈계 고용량 양극활물질 소성 기술 및 산화제 제조 기술 확보에 따라, 전지업체와의 전략적 제휴를 기반으로 매출 달성 및 시장점유율 확보에 기여함.