

# 저온 염소화 반응을 활용한 NCM 양극재 친환경 재활용

리튬의 LiCl 우선 분리 후 Ni-Co-Mn 회수 — 강산 배제 건식 공정으로 재합성  
NCM 검증

기관·연구자 한국원자력연구원(KAERI) 해체기술개발부·전민구 박사  
TRL TRL 4~5 · 실험실 검증 · 재합성 NCM 코인셀 평가

강산 배제 건식 공정

## LiCl

리튬 우선 분리

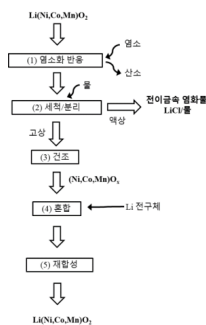
습식 공정: Ni-Co-Mn 침출 후 최종 단계에서 리튬 회수

## 이런 기업에 필요한 기술입니다

-  폐배터리 재활용 업체  
전기차 NCM 재활용
-  하이니켈 양극재 제조사  
회수 원료 재투입
-  배터리 셀 제조사  
스크랩·불량 셀 회수
-  EU 수출 기업  
재활용 원료 의무 대응

## 1 기술정의 · 작동원리

폐 NCM 양극재를 **저온 염소 기체 분위기에서 가-고 반응**시켜 리튬을 염화리튬(LiCl)으로 우선 분리하고, 잔류 니켈·코발트·망간을 회수하여 양극재 재합성을 구현합니다. 강산 침출(무기산 용액 내 금속 성분 용해·추출 공정) 없이 유기금속의 단계적 분리가 가능합니다.



염소화 반응 → 세척·분리 → 건조 → 리튬 전구체 혼합 → 재합성 공정 흐름

-  **리튬 우선 분리**  
Li → LiCl 전환 후 수세 분리
-  **유기금속 회수**  
Ni-Co-Mn의 전이금속 산화물 회수
-  **NCM 재합성**  
회수 원료 기반 재합성·용량 검증

## 2 경쟁기술 대비 차별성



리튬 회수 순서의 전환,  
공정 초기 단계 고순도 리튬 선택 회수

| ⊗ 기존 습식(강산) 재활용                                                                            |                             | ⊙ 본 기술                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
|  리튬 회수  | 침출 후 최종 단계 회수 → 손실·순도 저하 유발 | ✓ 염소화 반응 기반 <b>첫 단계에 LiCl 선택 회수</b> |
|  환경 부담  | 강산·환원제 사용 → 폐수·중화 슬러지 발생    | ✓ <b>강산 미사용 건식</b> , 비독성 부산물        |
|  공정·에너지 | 고온 제련·다단 용매추출 → 에너지 소모 증대   | ✓ 저온 염소화 + 단순 분리 → <b>단계·에너지 절감</b> |

### 3 주요 성능 결과

정량 데이터는 NDA 후 제공

|              |                                                          |
|--------------|----------------------------------------------------------|
| 업데이트 중 %     | 리튬 회수율<br>NCM → LiCl 선택 회수                               |
| 업데이트 중 %     | Ni·Co·Mn 회수율<br>전이금속 산화물 형태                              |
| 업데이트 중 mAh/g | 재합성 NCM 초기 방전용량<br>2.1~4.5 V vs. Li <sup>+</sup> /Li 코인셀 |

### 4 적용분야 및 기대효과

전기차 폐배터리 발생량 증가에 따라 **폐수 배제 건식 재활용**의 원가·인허가 경쟁력이 확대됩니다.

|                                                               |                                                              |                                       |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>리튬이온전지 재활용<sup>1</sup></b><br>37.9억 달러 ('23)<br>CAGR 21.6% | <b>하이니켈 양극재<sup>2</sup></b><br>82.3억 달러 ('26)<br>CAGR 12.99% | <b>스크랩·불량 셀 회수</b><br>유가금속<br>셀 제조 공정 |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------|

**규제** EU 배터리 규정 — **재활용 원료 사용 의무** 단계적 도입

### 5 관련 특허

| 출원(등록)번호      | 발명의 명칭                     | 상태     | 출원인      |
|---------------|----------------------------|--------|----------|
| 업데이트 중 · 특허번호 | 염소화 반응을 이용한 NCM 양극재 재활용 방법 | 업데이트 중 | 한국원자력연구원 |

이전 범위: NCM으로부터 Li 선택 회수 · 회수 Ni·Co·Mn을 이용한 양극재 재합성

### 6 기술이전 문의

**특허법인(유) 화우**

☎ 02-3465-7864  
 ✉ hjyi@hwawoo.com  
 🌐 smart-battery-site.pages.dev



홈페이지

<sup>1</sup> 출처: Fortune Business Insights. (2023. 9. 18.). Li-ion Battery Recycling Market 2023–2030. <https://finance.yahoo.com/news/lithium-ion-battery-recycling-market-121100049.html>

\* 출처(기술내용·성능): 한국원자력연구원. 기술소개자료(SMK). (2026.).

<sup>2</sup> 출처: Precedence Research. (2026. 6. 30.). High-Nickel Cathode Materials Market. <https://www.precedenceresearch.com/high-nickel-cathode-materials-market>