이차 전지

AI 기반 입자형상 자동 분석 및 품질 평가 기술

소 속 재단법인 포항산업과학연구원

연구자 조다희, 박중철

기술 개요

- 양극 소재의 전자현미경(SEM) 이미지를 AI로 분석하여 1·2차 입자를 자동 검출하고 입자 형상을 정량 분석하는 이미지 분석 기술
- 입자 형상 분석을 자동화해 양극재 생산 공정의 품질을 신속·일관되게 관리하도록 지원

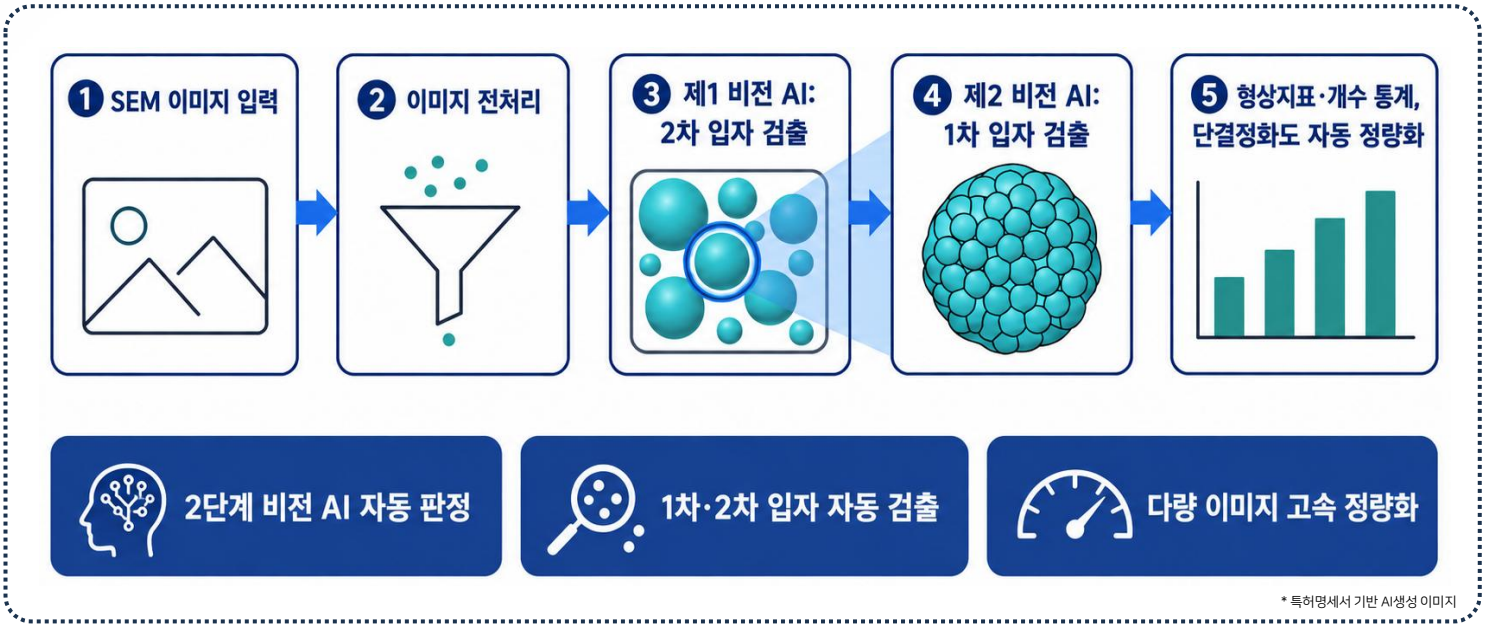
기존 기술 대비 차별성

기존 기술	본 기술
작업자가 SEM 이미지를 육안으로 판독해 입자를 세므로 느리고 작업자마다 결과가 달라짐	2단계 AI 분석으로 입자를 자동 검출·분석하여 신속하고 일관된 정량 결과를 제공
일부 이미지만 분석해 전체 시료를 대표하기 어렵고 품질 관리에 시간 소요	다량의 SEM 이미지를 짧은 시간에 분석하여 생산 공정에 맞춰 입자 형상을 정량화 분석
2차 입자 안의 1차 입자를 구분하기 어려워 단결정 여부를 정확하기 판단하기 어려움	2차 입자와 그 안의 1차 입자를 순차적으로 구분해 형상과 개수를 정밀 분석

기술 특장점

2단계 AI 분할	◆ **2단계 AI 분석으로 입자를 순차적으로 자동 검출·분석**해 분석 시간을 단축하고 신속하며 일관된 결과를 제공
자동·정량 품질검사	◆ 다량의 전자현미경(SEM) 이미지**를 일관된 기준으로 분석**해 **입자 형상을 객관적이고 신뢰성** 있게 평가
생산 공정 연계	◆ 1차 입자의 형상 지표(면적·둘레·직경·진원도·종횡비)와 입자 통계를 제공해 하이니켈 양극재 **생산 공정의 품질 관리 및 공정 최적화에 활용** 가능

기술 개념도



* 특허명세서 기반 AI생성 이미지

산업 AI

AI 기반 입자형상 자동 분석 및 품질 평가 기술

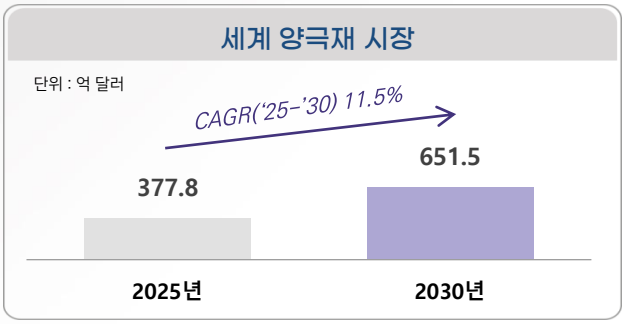
소 속 재단법인 포항산업과학연구원 연구자 조다희, 박중철

응용분야

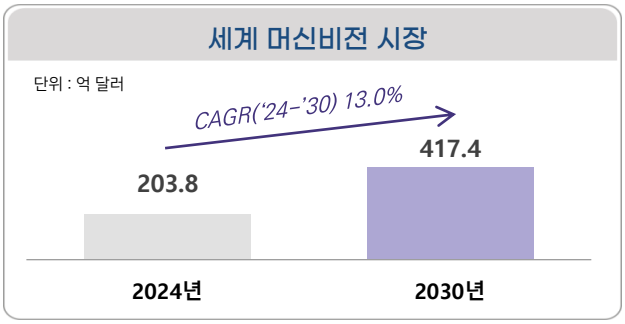
- **(이차전지 원료 소재 품질 검사)** 양극재, 음극재, 리사이클링 원료 소재 등 형상을 정량 측정하여 강도 · 열안정성 품질을 관리함
- **(소재 생산 공정 최적화)** 소성·분쇄 등 공정 조건에 따른 형상 변화를 신속 분석하여 공정 조건 조정에 활용함
- **(소재 분석·R&D 자동화)** SEM 기반 입자 형상·크기 분석이 필요한 배터리 소재 연구개발과 신소재 검사에 확장 적용함

시장 전망 •산업동향

- **(산업 동향)** 고에너지밀도·장수명 배터리 수요로 단결정 하이니켈 양극재 채택이 늘고 있으며, 미세구조 품질을 빠르게 검증하기 위한 AI 머신비전 검사 도입이 확산되고 있음
- **(시장 전망)** 글로벌 양극재 시장은 '25년 377.8억 달러에서 '30년 651.5억 달러로 연평균 11.5% 성장하며, 글로벌 AI 머신비전 시장도 '24년 203.8억 달러에서 '30년 417.4억 달러로 연평균 13.0% 성장 전망



* 출처 : MarketsandMarkets (2025)



* 출처 : Grand View Research (2024)

구분	기업군	사업 분야	사업분야별 동향
1	대기업	이차전지양극재 (단결정하이니켈)	◆ 니켈 95% 이상 울트라 하이니켈과 단결정 양극재를 개발하며 2026년까지 양산 기술 확보를 추진
2	중견	반도체·2차전지외 관검사AI머신비전 장비	◆ 반도체 패키지·2차전지 등 소재·부품의 외관을 AI 머신비전과 딥러닝 기술을 적용하여 검사하는 자동 광학검사 장비를 공급
3	중소	AI머신비전검사솔루션	◆ AI 머신비전 검사 소프트웨어를 반도체·자동차·2차전지 검사에 적용하며 2차전지 AI 검사 사업을 확대 중

기술성숙도 (TRL)



IP정보

구분	특허번호	특허명	현재상태
1	10-2024-0193365	양극 소재의 단결정화도를 결정하는 방법 및 장치	출원