ISSN 2287-8106

Technology Policy
Mechanical Engineering ME
기계기술정책 No.117 2024.12

이차전지 제조장비 동향과 차세대 이차전지 장비 전망

길형배, 김철후, 오승훈, 이승현, 이택민

❶ 서론
❷ 차세대 배터리 기술 소개 및 주요국의 정책 동향
❸ 이차전지 제조장비시장 분석
❹ 이차전지 제조공정별 주요 기관/기업
❺ 차세대 배터리 제조 시장 전망
❻ 결론 및 시사점

KIMM 한국기계연구원
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

ISSN 2287-8106

Technology Policy Mechanical Engineering

기계기술정책 No.117 2024.12

이차전지 제조장비 동향과 차세대 이차전지 장비 전망

길형배, 김철후, 오승훈, 이승현, 이택민

❶ 서론 / 1
❷ 차세대 배터리 기술 소개 및 주요국의 정책 동향 / 7
❸ 이차전지 제조장비시장 분석 / 13
❹ 이차전지 제조공정별 주요 기관/기업 / 17
❺ 차세대 배터리 제조 시장 전망 / 23
❻ 결론 및 시사점 / 26

KIMM 한국기계연구원
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

기계기술정책 원문 찾아보기

□ 한국기계연구원 홈페이지-새소식-정책지

□ 웹페이지 : https://www.kimm.re.kr/pr_policy

※ 웹페이지에서 다운로드 시, 정기구독을 신청하시면 이메일로 받아보실 수 있습니다.

SUMMARY

□ 이차전지 제조장비 산업은 대한민국, 중국, 일본 3개 국가가 주도하고 있으며 중국, 일본은 보조금 정책 중심으로 산업을 정책적으로 지원하고 있음

○ 주요 전략으로는 '경제안전보장추진법(일본, '22년)', '전기차용 배터리 산업발전촉진 행동방안(중국, '17년)', '이차전지 산업 발전전략(한국, '22년)'이 있음

국가	주요 내용
대한민국	▪ 이차전지 산업 생태계 조성을 목표로 이차전지 산업 발전전략을 추진 ▪ 2030년까지 1조 원 이상 정부 R&D 투자로 기술격차 확대 추진
중국	▪ 2025년까지 리튬이온전지 단일 에너지밀도 500 Wh/kg으로 향상 ▪ 제품 안전성 제고 및 핵심소재와 부품 기술 혁신
일본	▪ 2030년까지 일본의 배터리 생산량을 연간 150 GWh로 늘릴 계획 ▪ 자국 내 배터리 산업 육성을 위한 전폭적인 보조금 정책 추진
EU	▪ 유럽 배터리 얼라이언스가 출범하여 EU 내 배터리 자급률 확대를 정책적으로 추진

□ 이차전지 제조장비 기업/기관은 한·중·일 중심으로 구성되어 있음

○ 특히 이차전지 제조공정에 대한 투자가 진행되고 있으며 선도적 입지를 차지하기 위한 전략이 추진되고 있음

(기술가중치: ○: 낮음, ◑: 보통, ◕: 높음, ●: 매우 높음)

분류 / 기관	전극	조립	활성화	주요 특징
PNT(한)	●	○	○	▪ 국내 이차전지 장비업체 중 세계 시장에서 기술적/물량적 우위를 선점하고 있음
WuXi(중)	●	◕	◑	▪ 중국 배터리 제조사인 CATL向 장비가 전체 매출의 50%이상을 차지하고 있음
Hirano(일)	●	○	○	▪ 전극 코터 제조에 있어 세계 최고의 기술경쟁력을 갖추고 있어 LG에너지솔루션 등 국내 기업의 양산라인에도 적용되고 있음

□ 우리나라 이차전지 산업 경쟁력 강화를 위하여 차세대 배터리 기술육성과 트럼프 2기 대응 등 관련 정책의 지속 점검 및 강화가 필요

○ 트럼프 대통령 당선에 따라 친환경 정책 및 IRA 폐지 혹은 축소로 미국 내 전기차 보급이 지연되면서 배터리 수요 위축이 예상됨

- 전기차 캐즘이 완화될 조짐이 있고 유럽, 신흥국에서의 탄소중립 실천을 위한 전기차 수요가 확대됨에 따라 이차전지 시장 성장가능성이 높음

○ 이차전지 제조의 에너지 효율화 공정 단순화를 위해 건식전극 공정이 주목받고 있으며 디지털 전환 및 전고체배터리 개발도 진행되고 있음

- 국내 배터리 3사, 배터리 장비기업의 연구개발을 중심으로 진행되고 있음

1. 서론

□ 이차전지는 방전 후에도 재사용이 가능한 배터리이며 대표적으로 그 중 리튬이온 배터리가 가장 광범위하게 사용되고 있음

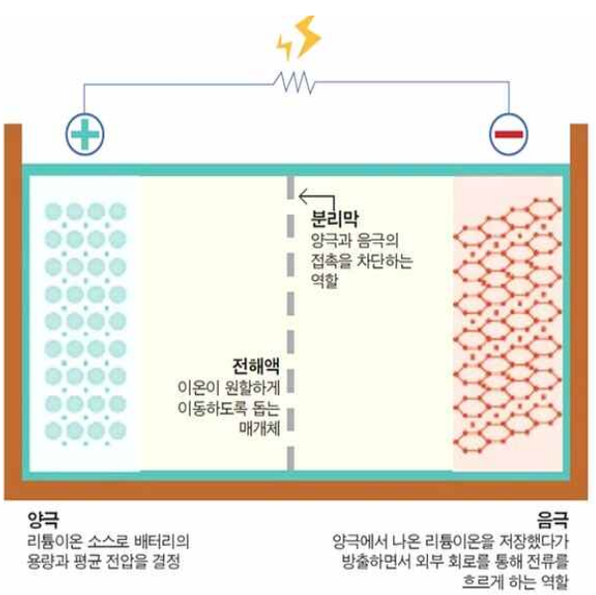
○ 이차전지는 전기화학적 산화/환원 반응에 의해 발생하는 이온의 이동으로 전기가 발생되며 다양한 산업에서 활용되고 있음

- 이차전지에는 납 축전지, Ni-Cd 전지, Ni-MH 전지, 리튬이온전지 등으로 구성되어 있으며 최근 에너지밀도가 높은 리튬이온전지가 많은 산업에서 활용되고 있음

<표 1> 이차전지 분류 및 비교[1)]

	납 축전지	Ni-Cd 전지	Ni-MH 전지	리튬이온전지
에너지밀도	70 Wh/L	90 Wh/L	200 Wh/L	>300 Wh/L
충전 특성	급속충전 가능	초급속충전 가능	급속충전 가능	급속충전 가능
장점	넓은 작동 온도	급속방전	안전성	고용량
단점	무거움	환경오염	고온특성이 나쁨	저안전성(화재)
가격	저가	중가	중가	고가
주요 활용처	자동차/산업용	군용	HEV, 무선전화기	휴대용 기기, 전기차 등

○ 리튬이온전지는 양극재, 음극재, 분리막, 전해질의 4대 구성요소로 되어 있으며 각 구성요소별로 소재·부품·장비의 밸류체인이 구축되어 있음



<그림 1> 리튬이온배터리의 4대 구성요소[2)]

1) 정영민, 조원일, 리튬이온이차전지 기술동향과 미래 전망, KIST, 2010.11.
2) 삼성SDI 리튬이온배터리 구성요소 소개자료를 인용

- 양극재는 리튬이온전지 재료비의 30~35%를 차지하는 핵심소재로 양극의 전위차에 따라 배터리의 전압이 결정되므로 양극구조에 따른 전위값이 배터리 성능에 큰 영향을 끼침

- 양극의 성능 향상을 위해 소재기업은 양극 활물질 개발에 주력하고 있으며 더 많은 리튬이온을 보관할 수 있는 것이 성능향상의 핵심임
  * NCM, NCA, LFP 등의 양극활물질이 최근 크게 주목을 받고 있음

<표 2> 양극재 종류 및 특징[3)]

종류	구성	주요 특징
NCM	니켈-코발트-망간	▪ 니켈, 코발트, 망간의 비율이 80%-10%-10%로 존재 ▪ 니켈계열의 삼원계 배터리 모델이며 NCA 대비 수명이 긴 장점이 있어 현재 가장 많이 사용되는 양극재
NCA	니켈-코발트-알루미늄	▪ 니켈의 함량이 80%이상으로 상대적으로 높은 에너지밀도 보유 ▪ 알루미늄을 사용해 출력을 높여 배터리 효율성을 끌어올렸지만 불안정하다는 단점을 가지고 있음
LFP	리튬-인산-철	▪ 니켈을 사용하지 않아 안정성에서는 우수함 ▪ 중국 배터리 업체들의 주력 양극재 모델이며 코발트를 사용하지 않아 상대적으로 저렴함
LCO	리튬코발트산화물	▪ 코발트 수급에 따른 변동성 리스크가 존재 ▪ 높은 에너지밀도와 상대적으로 긴 수명인 장점이 있어 리튬이차전지 초기에 가장 많이 사용된 모델

- 음극은 양극에서 나온 전자와 리튬이온을 받아 보관 후 방전 시 전자와 리튬이온을 방출하는 역할을 담당함

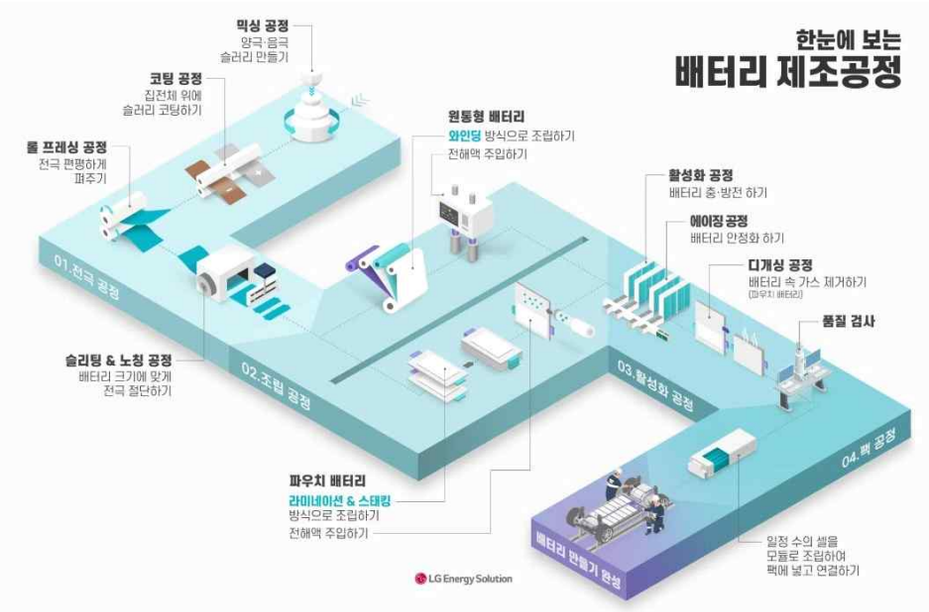
- 음극 역시 음극활물질에 따라 배터리 용량이 결정되며 더 많은 전자를 보관할 수 있는 것이 성능의 핵심이며 주로 흑연이 사용되고 있음

- 분리막은 양극과 음극의 접촉을 차단하는 역할을 하며 높은 절연성과 열안전성이 요구되어 배터리 안전성의 핵심 인자임

- 전해질은 이온의 이동을 돕는 매개체로 이온전도도가 높으며 전기화학적 안전성과 발화점이 높아야 배터리의 성능을 확보할 수 있음[4)]

3) 이코노믹리뷰, 배터리용량을 늘려라...NCA 양극재는 무엇?, 2018.11.
4) 한스경제, 배터리의 4대 구성요소, 2023.9. 보도자료를 인용

□ 리튬이온전지는 4대 공정으로 구성되며 이 중 전극공정은 배터리 핵심소재인 양극과 음극을 제조하는 공정임

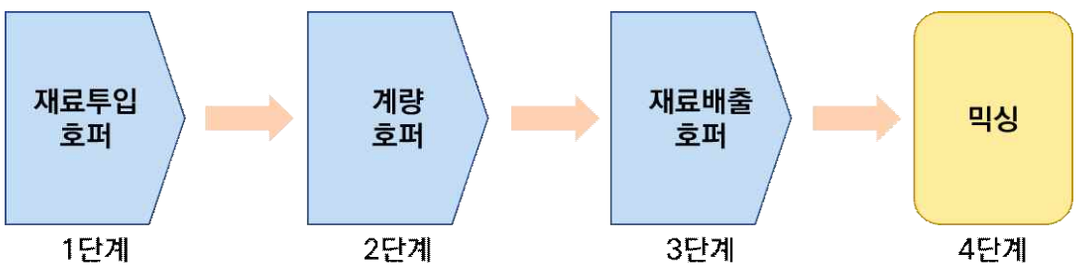


<그림 2> 파우치형 배터리 제조공정[5)]

○ 믹싱공정은 전극 구성 물질을 비율에 맞게 계량한 뒤 혼합-교반-분산하여 슬러리를 제조하는 공정임

- 전극의 원재료 조성 변화에 민감하게 반응하여 특성이 변하기 때문에 정밀 계량이 가능하며 원재료의 균일한 혼합이 가능한 장비를 구축하는 것이 중요함

- 믹싱공정은 총 4단계로 구성이 되며 양극재, 음극재의 원재료를 호퍼를 이용해 투입하고 균일하게 섞어주는 것이 핵심임

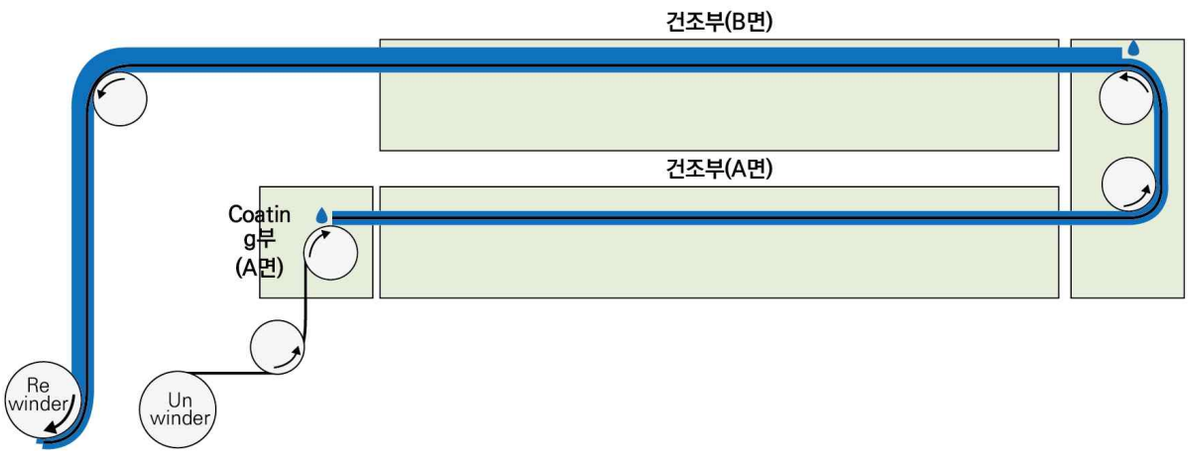


<그림 3> 전극공정 중 믹싱공정의 프로세스[6)]

5) Battery Inside, 한눈에 보는 배터리 제조공정, LG에너지솔루션, 2022.12.
6) SNE Research, 리튬이온 2차전지 제조 장비의 개발현황 및 중장기 전망, 2024.10.

○ 코팅공정은 믹싱공정 후 생성된 슬러리를 집전체 위에 코팅하고 슬러리에 포함된 용매를 휘발시키는 건조공정으로 구성되어 있음

- 코팅공정의 제조장비는 용매 건조 효율 증대를 위해 2단 코팅장비를 주로 사용하며 핵심장비는 Roll-to-Roll 장비와 건조기로 정리할 수 있음



<그림 4> 코팅공정 모식도[7]

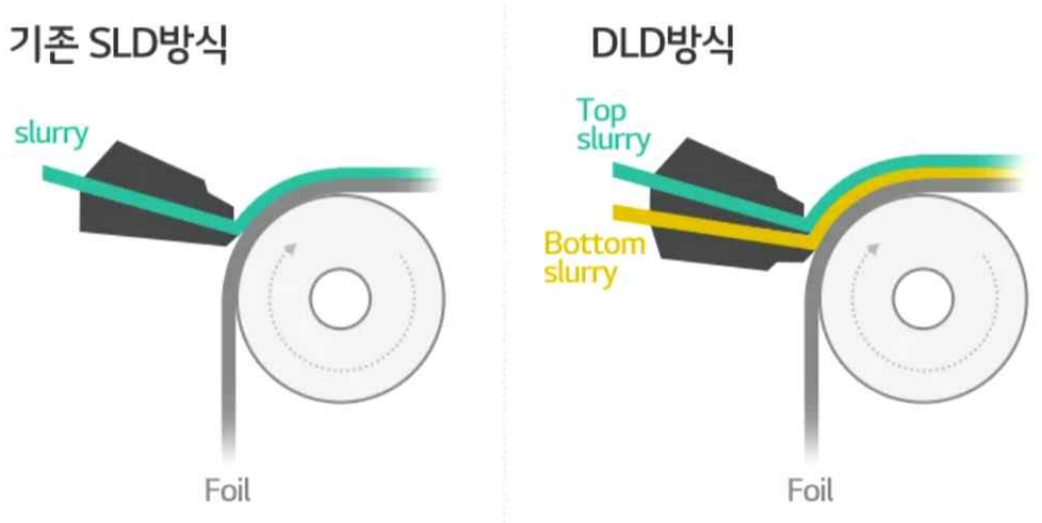
- Roll-to-Roll 장비는 원단의 동일한 장력 유지가 중요하며 사행이 일어나지 않도록 정밀한 센서를 활용한 보정시스템을 구축해야하며 균일하게 건조될 수 있도록 설계되어야 함

- 균일한 코팅을 위해서는 다양한 코팅 방법이 개발되어 있으나 대부분의 배터리 제조사에서는 Slot Die를 활용한 코팅을 채용하고 있음

- LG에너지솔루션의 경우 Slot Die를 2개를 적용하여 두 가지 종류의 전극 슬러리를 동시 코팅을 진행하여 전극을 강화하는 것이 가능함

  * DLD방식으로 코팅 시 전극의 물리적 성질은 강화되고 배터리 내부 저항은 줄어들어 충전속도의 단축 등 배터리 성능 향상이 가능함

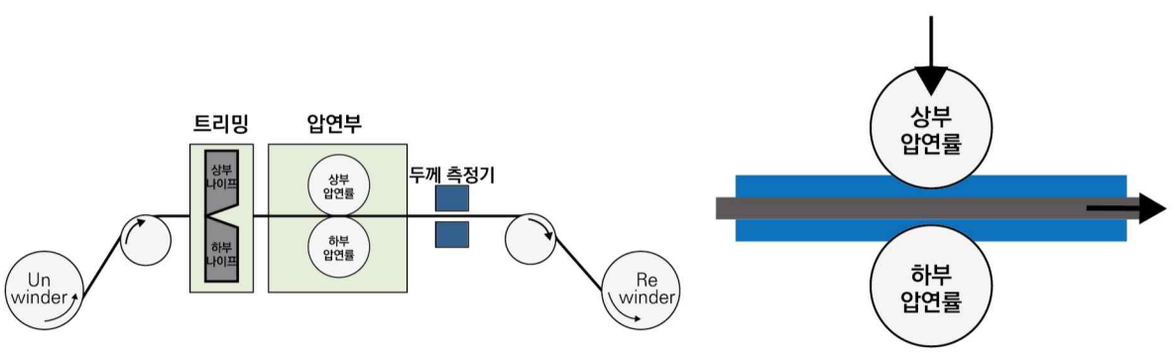
7) LG에너지솔루션 배터리인사이드, 전지전능한 전지 이야기-전극공정 속 공정:코팅 공정 편 자료를 재구성



<그림 5> LG에너지솔루션 코팅 기술 소개 그림[8)]

○ 롤프레싱 공정은 전극의 에너지 밀도를 높이기 위해 Roll을 이용하여 압연을 진행하는 공정임

- 균일하게 전극을 압연하는 것이 핵심이며 롤러 간 평탄화 및 가동 중 열팽창을 고려하여 장비가 설계되어야 함



<그림 6> Roll Pressing 공정 모식도[9)]

○ 롤프레싱 공정 후 광폭으로 제조한 전극을 제단하는 슬리팅 공정, 전극의 수분을 제거하는 진공 공정으로 전극 공정이 마무리됨

8) LG에너지솔루션 배터리인사이드, DLD(Double Layer Slot Die Coating) 소개 자료에서 인용
9) SNE Research, 리튬이온 2차전지 제조 장비의 개발현황 및 중장기 전망, 2024.10.

□ 조립공정은 배터리의 유형, 사이즈에 따라 공정이 다양하며 조립공정 후 활성화 공정으로 배터리 제조공정이 마무리됨

<표 3> 배터리 유형별 특징 및 조립공정 비교[10)]

형태	특징	공정	국내 주요 제조사
파우치형	▪ 크기의 유연성이 높고 에너지밀도가 높음 ▪ 외부 물리적 충격에 취약	▪ Stacking 혹은 Folding 방식으로 셀을 제작 ▪ 셀을 Lead Tab 용접 후 파우치에 삽입해서 전해액 주입 ▪ 공정이 비교적 복잡함	LG에너지솔루션, SK온
원통형	▪ 규격이 정해져 있어 정형화된 제품이며 고에너지, 고출력임 ▪ 비교적 가격이 저렴하지만 충전횟수가 적고 무거움	▪ 양극, 음극, 분리막을 Winding하여 구조체를 제조 ▪ 원통형 Can에 구조체를 넣고 배터리를 제조	LG에너지솔루션, 삼성SDI
각형	▪ 외부충격에 강하고 대량생산에 유리함	▪ 원통형과 유사하게 Winding 후 각형 틀에 넣고 배터리를 제조 ▪ 공정이 비교적 단순함	삼성SDI

○ 활성화공정은 마지막에 진행되는 공정으로 에이징, De-Gassing 공정 등으로 구성되어 있음

- 에이징 공정은 셀 내 전해액을 안정화시키고 반응을 가속화 시키는 공정으로 효율적인 공정관리를 위해 로봇, 크레인 등이 사용되고 있음

- 에이징 공정 후 충·방전을 통해 배터리의 품질을 테스트하며 배터리의 불량 유무를 체크함

- De-Gassing 공정은 충전 중에 배터리 내부에서 발생되는 가스를 제거하는 공정으로 전해액 배출은 최소로 하고 가스만 배출할 수 있는 장비가 필요함

10) 정영민, 조원일, 리튬이온이차전지 기술동향과 미래 전망, KIST, 2010.11.

2. 차세대 배터리 기술 소개 및 주요국의 정책 동향

□ 차세대 배터리로 전고체 전지가 주목받고 있으며 전고체배터리는 기존 리튬이온 배터리의 에너지밀도를 높일 수 있는 장점이 있음

○ 전고체전지는 리튬이온전지 내 전해질을 액체가 아닌 파우더 형태의 고체로 대체한 배터리[11]로 현재 산·학·연의 연구개발이 활발하게 진행되고 있음

- 분리막을 고체물질로 대체하기 때문에 안정성이 향상되어 화재 및 폭발의 위험을 줄일 수 있는 장점이 있음
- 안정성이 향상되면 배터리 케이스, 냉각장치를 단순화할 수 있어 단위 면적 대비 높은 에너지 밀도를 가질 수 있음

<그림 7> 고체 전해질 간 상대 특성[12]

- 고체전해질을 적용할 경우 액체 전해질 대비 낮은 이온전도성을 보이기 때문에 배터리의 출력 및 충전 특성이 저하될 우려가 있음
- 이온전도도가 비교적 높은 황화물계 고체 전해질이 주목받고 있으며 차세대 전고체 전지 생산에 적용될 수 있는 유력한 후보 물질로 평가받고 있음
- 전고체 배터리 양산 시 전해액 주입 및 활성화 공정이 필요 없지만 코팅공정, 전고체용 압연공정 등 변경될 부분이 많아 관련 장비에 대한 수요가 증가할 것으로 전망됨

11) 포스코뉴스룸, 알기쉬운 이차전지소재 이야기: 꿈의 배터리로 불리는 전고체전지의 미래, 2024.9.
12) KISTEP 브리프, 전고체 배터리 기술동향, 2022.12.

○ 반고체 배터리는 전고체 배터리로 가기 위한 중간단계 기술로 전해질을 액체와 고체가 섞인 형태의 물질로 적용하는 배터리임

- 기존 리튬이온배터리와 공정이 유사하여 전고체배터리 공정 대비 설비, 소재의 변경점이 적으며 원가가 높은 고체 전해질 대비 제조원가가 낮음

<표 4> 반고체, 전고체 배터리의 성능 및 원가 추정[13)]

형태	기존 리튬이온배터리	반고체 배터리	전고체 배터리
Cost ($/kWh)	128~140	~280	520~
에너지밀도 (Wh/kg)	150~260	360~500	450~
안전성	낮음	보통	높음

- 반고체 배터리는 기존 리튬이온배터리보다 에너지밀도와 안전성이 높은 장점을 가지고 있어 배터리 업계에 주목을 받고 있음
- 중국 CATL, EVE에너지는 반고체 배터리 시제품을 선보이고 있으며 전고체 배터리로 가기 위한 과정으로 판단됨
- 배터리 제조장비 측면에서는 기존 리튬이온배터리 공정과 유사하기 때문에 전극제조장비, 코팅장비, 조립공정 장비 등의 수요가 있을 것으로 판단됨

□ 주요국별 이차전지 제조장비 정책

○ (일본) '경제안전보장추진법'에 의거하여 특정 중요물자로 지정된 이차전지에 대한 정책적 지원을 추진하고 있음[14)]

- 경제안전보장추진법은 중요물자의 안정적인 공급 확보, 기간 인프라 업무의 안정적 제공, 첨단 중요기술의 개발 지원, 군사용 등의 특허 출원 비공개 등을 포함하고 있음
- 배터리공장의 설비투자에 대해 30% 이상을 보조하거나 제조 시 발생되는 이산화탄소 배출을 줄이는 기술에 대한 연구개발을 지원하고 있음
  * 해당 지원을 받기 위해서는 일본 내에서 최소 5년 간 이차전지를 생산해야함

13) 홍두선, 반고체배터리, 전기차 성장세 회복발판 될까, LG경영연구원, 2024.8.
14) 이지평, 일본정부, 배터리 및 반도체 국산화 전략의 방향, 국가미래연구원, 2023.2.

- 2030년까지 일본의 배터리 생산량을 7~8배 확대하여 연간 150 GWh, 전기차 환산 약 230만 대 수준까지 늘릴 계획

- 한국, 중국 중심으로 이차전지 산업이 편중되는 상황으로 일본 정부는 자국 내 배터리 산업 육성을 위해 전폭적인 보조금 및 이차전지 소재·부품·장비의 전략 무기화를 추진하고 있음

- 일본정부는 중국의 전폭적인 보조금 지원과 저렴한 인건비를 앞세운 이차전지 물량 공세를 이겨내기 위해 차세대 배터리인 전고체 배터리 개발에 주력하고 있음

○ (중국) 2004년부터 전기차 보급 확대를 위한 지원정책을 추진하면서 배터리 산업의 성장 발판을 마련하였음[15)]

- 2009년 리튬이온전지를 신에너지 자동차 보조금 범위에 포함하면서 중국정부의 본격적인 재정지원이 시작되었음

- 2017년 중국 공업정보화부 등 4개 부처는 '전기차용 배터리 산업 발전촉진 행동방안'을 발표하면서 구체적인 발전목표를 제시

<표 5> 전기차용 배터리 산업 발전촉진 행동방안[16)]

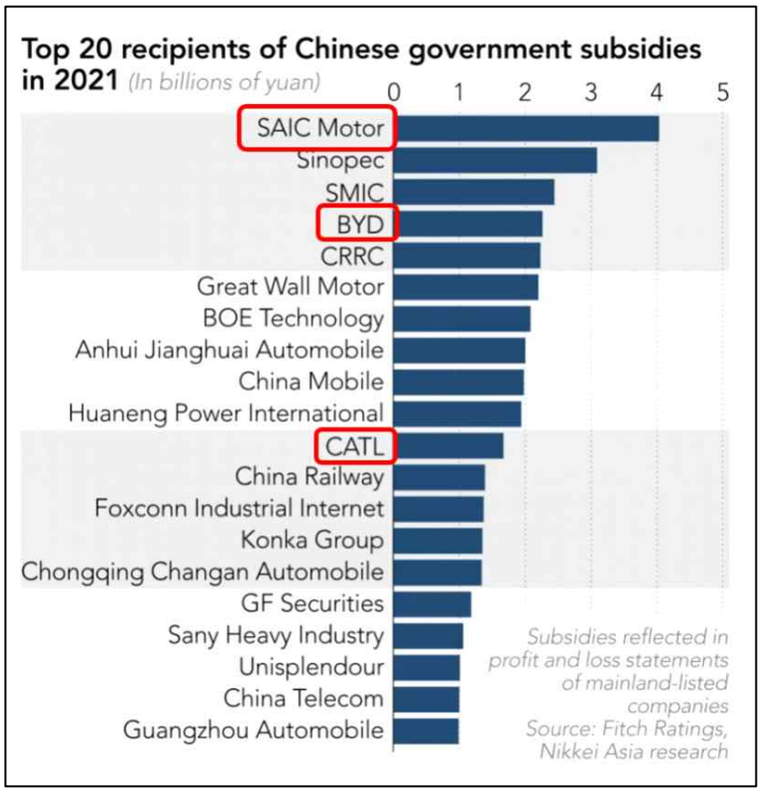
주요 내용
- 제품성능의 향상: 2025년까지 리튬이온전지 단일 에너지밀도 500 Wh/kg으로 향상
- 제품 안전성 제고 및 핵심소재와 부품 기술 혁신
- 고집장비로 산업 발전지원: 이차전지 연구개발, 테스트 인증, 회수 이용 등 장비의 자동화, 스마트화 발전, 생산효율과 품질 제어 수준 제고, 제조비용 절감

- 중국 정부주도로 이차전지 수요시장이 형성되었으며, 전폭적인 보조금을 통해 이차전지 제조관련 기업이 폭발적으로 성장하였음

  * 우호적인 신에너지차 보조금 정책과 낮은 인건비로 CATL과 밀접한 관계를 맺고 있는 WuXi, Yinghe 등의 이차전지 제조장비 기업이 크게 성장

- 특히 중국정부는 전기차, 배터리 제조기업(CATL, BYD 등)을 대상으로 보조금을 확대하면서 지원을 강화하였음

15) 조은교, 중국 배터리 산업의 발전전략과 전망, 인천연구원, 2023.4.
16) 홍두선, 반고체배터리, 전기차 성장세 회복발판 될까, LG경영연구원, 2024.8.



<그림 8> 중국정부 보조금 주요 수여 기업(2021년, 단위: 10억 위안)

○ (EU) 환경적 측면(탄소중립 달성)과 경제·사회적 측면을 복합적으로 고려하여 전기차 배터리와 관련된 정책을 수립[17)]

- EU의 자동차 기업은 CO_2 배출량이 적거나 없는 전기차 생산을 제고하고 있으며, 배터리 생산에 영향을 미치고 있음
- EU의 배터리 증산은 환경뿐만 아니라, 역내 공급안정성과 글로벌 경쟁력 확보를 위한 잠재적 창출에도 기여하고 있음
- 한·중·일 중심의 배터리 생산 의존도를 줄이기 위하여 '유럽 배터리 얼라이언스'가 출범하였으며 EU 내 배터리 자급률 확대를 위한 정책을 추진하고 있음
  * LG에너지솔루션(폴란드), 삼성SDI(헝가리) 등의 한국 배터리 기업의 유럽 진출로 자급률 확대를 위해 배터리 연합체 출범
- EU의 환경규제를 충족시키면서 보다 친환경적이고 지속가능한 배터리 셀 제조기업을 육성하기 위한 정책을 추진[18)]

17) KOTRA, 유럽 자동차 배터리 시장동향과 진출방안, 2023.12.
18) KOTRA, 유럽 전기차 배터리 시장 동향, 2021.7.

○ (대한민국) 이차전지를 국가전략기술로 선정하였고 '이차전지 산업 발전전략'을 수립하여 초격차 기술확보를 위한 정책을 추진하고 있음[19)]

- 차세대 이차전지 제조기술과 핵심 소·부·장 요소기술 개발을 위한 대규모 R&D 지원을 추진

- 안정적 공급망 확보, 첨단기술 혁신허브 구축, 건실한 이차전지 산업 생태계 조성을 목표로 이차전지 산업 발전전략을 추진

<그림 9> 이차전지 관련 정부 R&D 투자 방향[20)]

- 중국, 일본의 자국 내 배터리 산업 육성을 위한 보조금 정책이 지속적으로 추진되고 있어 국내 배터리 기업의 경쟁력 강화 지원 정책이 보다 적극적으로 추진될 필요가 있음

○ (미국대선영향) 트럼프 대통령 당선에 따라 친환경 정책 및 IRA 폐지 혹은 축소로 미국 내 전기차 보급이 지연되면서 배터리 수요 위축이 예상됨[21)]

- (부정적 전망) 화석연료와 내연기관 자동차에 우호적인 트럼프 정권에 영향으로 기존 IRA(인플레이션감축법)의 폐지 혹은 축소가 예상됨

19) KISTEP 수요포럼 포커스, 차세대 이차전지 기술경쟁력 강화 방안, 2023.4.
20) 산업부 보도자료, 민·관 합동 이차전지 산업혁신 전략 발표, 2022.11.
21) 법률신문, 트럼프 전 대통령의 당선이 한국 경제 산업에 미치는 영향, 2024.11.

- 미국 내 배터리 생산·판매 기업에 지급하는 정부 보조금을 축소 또는 없애는 정책을 추진할 가능성이 높음
- 글로벌 전기차 시장 위축으로 인한 전기차 캐즘(일시적 수요 둔화)의 장기화가 예상되며 특히 미국 시장의 둔화가 깊어질 가능성이 있음[22)]
- 현재 미국 정부의 보조금을 받고 있는 LG에너지솔루션, SK온 등의 국내 배터리 기업의 타격이 예상되며 미국 현지 배터리 생산 공장을 짓고 있는 점도 부담으로 작용될 수 있음
- (긍정적 전망) 전기차 캐즘이 완화될 조짐을 보이고 있으며 유럽, 신흥국에서의 전기차 수요가 확대됨에 따라 미국 외 시장의 성장가능성이 있음
- 중국산 배터리의 높은 관세 부과로 미국 시장 내 가격경쟁우위가 유지 가능할 것으로 보여 트럼프 발 타격은 크지 않을 것으로 보임
- 미국 내 국내 업체의 생산 배터리 가격 경쟁력 확보로 중국 CATL, BYD 등에 우위를 차지하며 특히 중국 업체의 미국 내 에너지저장장치(ESS)용 배터리 시장 점유율이 크게 떨어질 것으로 전망됨[23)]

□ 본 연구에서는 이차전지 제조공정장비에 대해 분석하며 국내외 주요 업체의 기술동향 및 전망에 대해 논하고자 함

○ 이차전지 제조공정별 시장 동향과 각 공정별 주요 기업/기관의 동향 분석을 통해 이차전지 제조장비 시장의 전망을 제시하고자 함

- 본 정책지에서는 이차전지 중 리튬이온전지를 중심으로 이차전지 제조장비 및 차세대 배터리 전망에 대해 논하고자 함

22) 한겨레, 더 독해진 '트럼프 2기'...한국배터리·자동차·반도체 '비상등', 2024.11.
23) 경향신문, 위기 맞은 자동차·2차전지, 해법은, 2024.11.

3. 이차전지 제조장비시장 분석

□ 이차전지 제조장비 시장 전체 분석

○ 글로벌 이차전지 장비 시장은 2022년 14.5조 원에서 2023년 17.5조 원으로 20% 성장하였으나 올해 주요 배터리 제조사의 투자 축소로 성장세가 정체될 것으로 전망됨

- 이차전지 장비 시장은 한국, 중국, 일본이 시장을 선도하고 있으며 특히 중국의 점유율이 높은 상황임
- 중국의 주요 업체로는 WuXi, Yinghe, CHR Hanke 등이 있으며 전체 이차전지 장비 시장의 60%를 중국이 점유하고 있음
- 대한민국의 주요 업체로는 한화, PNT, 윤성 F&C 등이 있으며 코팅 장비에 강점을 보이고 있음
- 일본의 주요 업체로는 Toray, Hirano 등이 있으며 코팅 장비 및 건조기에 강점을 보이고 있으며 전체 시장의 10% 정도를 점유하고 있음

<표 6> 글로벌 이차전지 장비시장 점유율 분석(단위: 백억 원)[24]

국가	2021년	2022년	2023년
중국	715	947	1,069
대한민국	238	308	467
일본	135	138	142
그 외 국가	61	65	75
합계	1,150	1,457	1,753

○ 전극, 조립, 활성화 공정으로 나누어 보면 이차전지 장비 시장은 지속적으로 성장할 것으로 보임

- 특히 Roll-to-Roll 코팅장비가 필요한 전극공정 장비의 중요도가 커질 것으로 보이며 건식코팅, 전고체 배터리 개발에 따른 장비 시장도 성장할 것으로 전망됨

24) SNE Research, 리튬이온 2차전지 제조 장비의 개발현황 및 중장기 전망, 2024.10. 및 증권사 리포트를 인용 및 재구성

<표 7> 글로벌 이차전지 장비시장 규모 분석(단위: 천만 달러)[25]

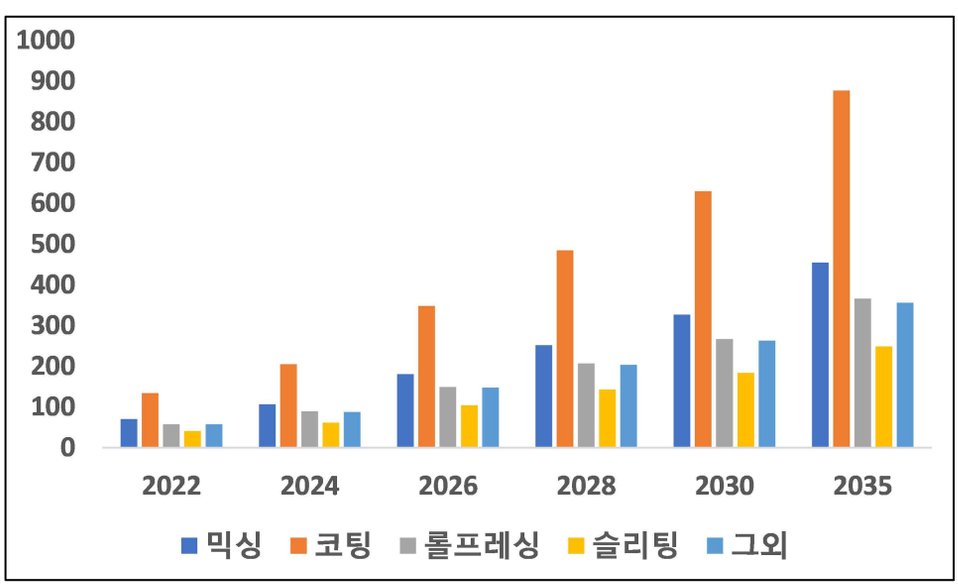
공정	2022년	2024년	2026년	2028년	2030년	2035년	CAGR
전극 공정	361	552	930	1,292	1,671	2,303	15%
조립 공정	420	629	1,043	1,423	1,809	2,388	14%
활성화 공정	385	569	930	1,252	1,568	1,987	13%
합계	1,116	1,750	2,903	3,968	5,048	6,678	14%

- 올해 전기차 캐즘[26]으로 인한 주요 배터리 제조사의 투자 축소로 인하여 성장세가 높지 않을 것으로 전망되나 배터리 수요 증대 및 전고체 배터리 개발로 인한 장비 수요는 지속적으로 증가할 것으로 판단됨

□ 전극공정장비

○ 믹싱, 코팅, 롤프레싱 등의 전극 공정 중 코팅 장비가 차지하는 비중이 가장 높음

- 전기차 캐즘(Chasm)에도 불구하고 배터리 수요는 지속적으로 상승할 것으로 전망되며 전극공정장비 중 코팅장비의 성장세가 가장 높을 것으로 판단됨
- 코팅공정은 Roll-to-Roll 장비, 건조기 등의 장비 투자가 많은 공정으로 전극 공정에서 차지하는 비중이 가장 높음



<그림 10> 전극 공정 장비 시장 전망(단위: 천만 달러)[27]

25) SNE Research, 리튬이온 2차전지 제조 장비의 개발현황 및 중장기 전망, 2024.10. 및 증권사 리포트를 인용 및 재구성
26) 캐즘(Chasm): 초기 시장에서 일반인들이 널리 사용하는 단계에 이르기 전 일시적으로 수요가 정체하거나 후퇴하는 현상
27) SNE Research, 리튬이온 2차전지 제조 장비의 개발현황 및 중장기 전망, 2024.10. 및 증권사 리포트를 인용 및 재구성

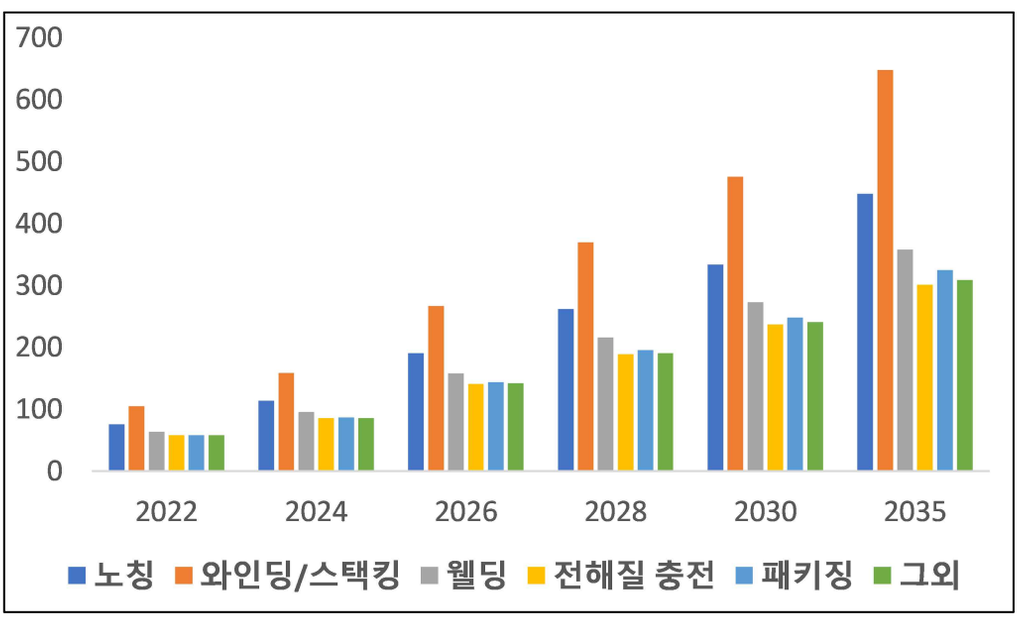
- 전극 공정에서의 국내 주요 장비 업체로는 PNT, 윤성 F&C등이 있으며 배터리 제조의 핵심공정이기 때문에 타 공정 대비 기술진입장벽이 높음

□ 조립공정장비

○ 조립 공정에서는 와인딩/스택킹 장비가 메인장비로 평가되며 공정 내 차지하는 비중도 가장 높음

- 배터리 폼팩터 타입에 따라 조립하는 공정이 상이하기 때문에 파우치/원통형/각형의 수요에 따라 조립공정장비의 성장도 영향을 받음

- 올해의 경우 각형이 51%, 파우치형 29%, 원통형 20%로 각형의 비중이 비교적 낮아져 파우치형, 원통형 배터리의 비중이 증가할 것으로 전망됨[28)]



<그림 11> 조립 공정 장비 시장 전망(단위: 천만 달러)[29)]

- 조립 공정에서의 국내 주요 장비 업체로는 필옵틱스, 엠플러스, 하나기술 등이 있으며 해당 공정은 기술적인 난이도가 높지 않음

- 따라서 다양한 업체들이 조립 공정에 분포되어 있으며 핵심 공정인 와인딩/스택킹 기술을 확보하는 것이 중요함

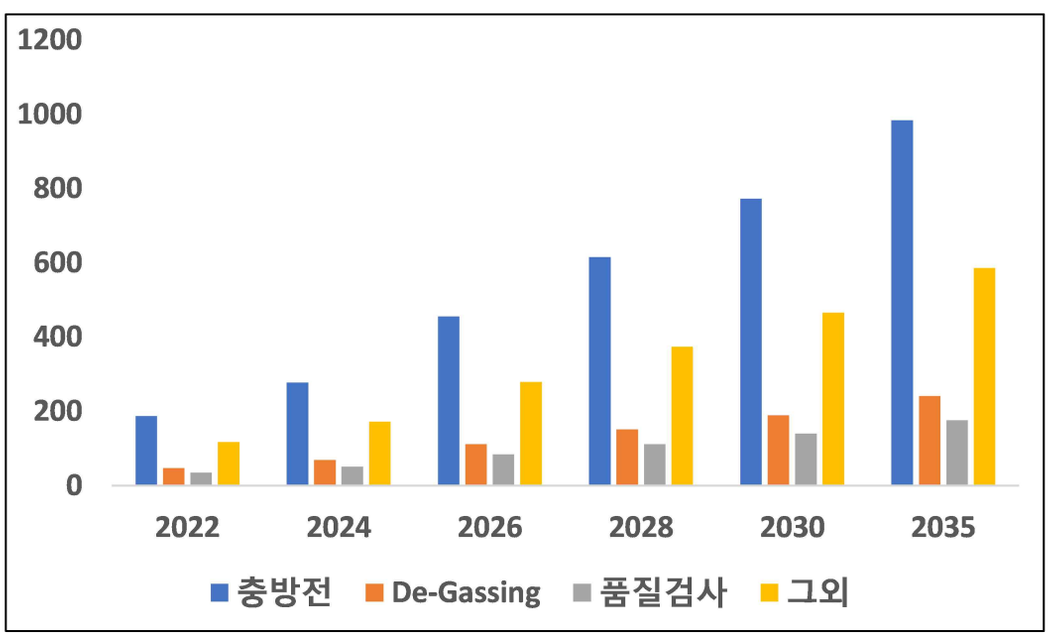
28) TheElec, 각형-파우치-원통형 중 대세는 무엇...끝나지 않은 배터리 폼팩터 삼국지, 2024.4.
29) SNE Research, 리튬이온 2차전지 제조 장비의 개발현황 및 중장기 전망, 2024.10. 및 증권사 리포트를 인용 및 재구성

□ 활성화공정장비

○ 활성화공정에서는 배터리 셀 제조 후 진행되는 충전/방전 장비가 가장 큰 비중을 차지하고 있음

- 배터리 충/방전 후 진행되는 De-Gassing, 품질 검사에서 활용되고 있는 이동형 로봇, 대량 충/방전이 가능한 장비 등의 수요가 지속적으로 있을 것으로 판단됨

- 특히 배터리 셀의 관리에 필요한 AGV, AMR에 대한 수요가 늘어날 것으로 보이며 배터리 제조사의 디지털 전환에 따른 스마트팩토리 기술에 대한 수요도 증가할 것으로 보임



<그림 12> 활성화 공정 장비 시장 전망(단위: 천만 달러)[30]

- 배터리 충/방전 장비에 대한 수요가 지속적으로 늘어날 것으로 보이며 배터리 전체 공정 중 단일 장비로는 가장 큰 부분을 차지할 것으로 보임

30) SNE Research, 리튬이온 2차전지 제조 장비의 개발현황 및 중장기 전망, 2024.10. 및 증권사 리포트를 인용 및 재구성

4. 이차전지 제조공정별 주요 기관/기업

□ 국내 주요 기관/기업

○ 국내 주요 기관/기업을 정리하고 각 제조공정별 기술 가중치를 도식화하여 표현함 (○: 낮음, ◑: 보통, ◕: 높음, ●: 매우 높음)

* 각 기관별 공개보고서와 동향을 분석하여 자체적으로 수치화하였음

<표 8> 국내 주요기관/기업의 이차전지 제조공정 특징

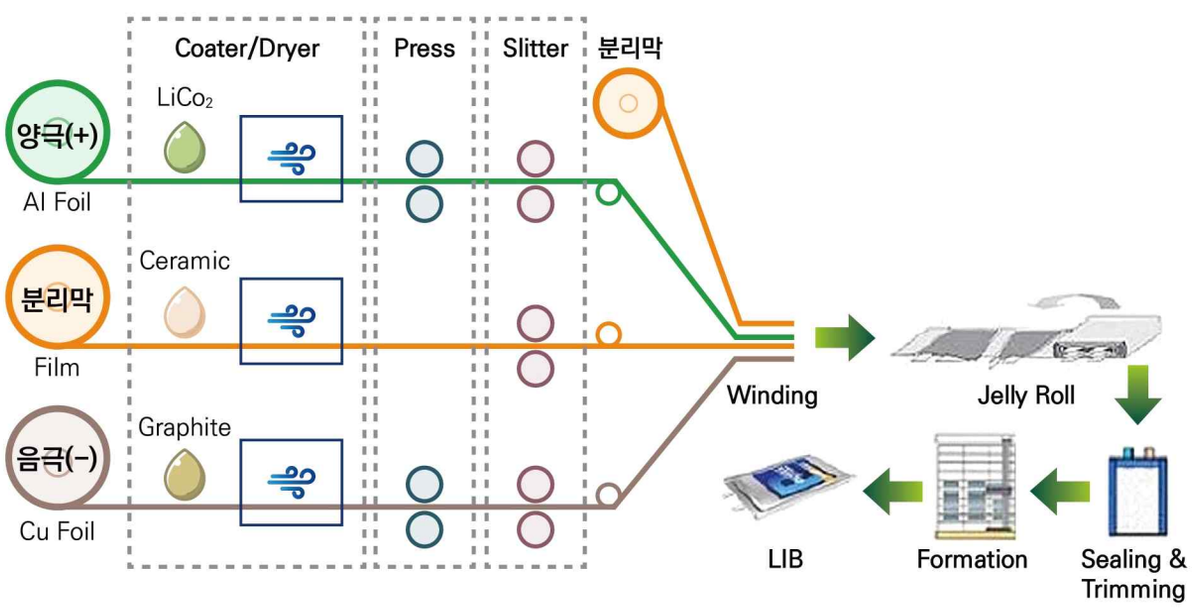
분류 / 기관	전극	조립	활성화	주요 특징
PNT (산)	●	○	○	▪ 국내 이차전지 장비업체 중 세계 시장에서 기술적/물량적 우위를 선점하고 있음 ▪ Roll-to-Roll 업계 1위로, 배터리 폼팩터 타입에 관계없이 모든 전극제조장비를 만들고 있음
CIS (산)	◕	○	○	▪ 국내 이차전지 장비 업체 중 PNT와 더불어 세계적인 경쟁력을 보유한 기업 ▪ LG에너지솔루션, 삼성SDI 등에 전극 제조용 코터, 슬리터 등을 납품하고 있음
원익P&E (산)	○	○	◕	▪ 국내 이차전지 후공정 장비를 대표하는 기업으로 국내 배터리 3사에 활성화 및 검사장비를 공급하고 있음
윤성F&C (산)	●	○	○	▪ 전극공정 중 믹싱 공정에 특화되어 있으며 LG에너지솔루션, SK온 등에 믹싱장비를 납품 ▪ 기계(연)과의 기술교류로 연속식 건식 전극 제조장비에 대한 연구개발을 진행하고 있음
기계(연) (연)	◕	◕	◑	▪ 전극/조립/활성화 공정에 필요한 제조장비를 연구개발하고 있으며 R2R공정에 필요한 소재/부품/장비에 강점이 있음 ▪ 전고체 배터리용 제조장비에 필요한 R&D도 진행하고 있음
하나기술 (산)	◑	◕	○	▪ 파우치형, 원통형, 각형 등 모든 배터리 폼팩터에 대한 조립 공정 자동화장비를 제작 ▪ 조립공정 외에 전극공정에 대한 기술개발을 진행하고 있음
한화/모멘텀 (산)	◕	◑	◕	▪ 2021년 삼성 SDI 헝가리 2공장 전극 코터 장비 단독 수주 ▪ 전극코터, 노칭장비, 스택킹장비 등 이차전지 제조공정 전 분야에 장비를 개발, 공급하고 있음
필옵틱스 (산)	○	◕	○	▪ 삼성SDI와 밀접한 사업관계가 있는 기업으로 이차전지 조립공정의 핵심장비 기술을 보유하고 있음
화학(연) (연)	◕	◑	◑	▪ 시장선도형 차세대 이차전지 혁신 전략연구단의 주관기관으로 총 5년, 1,300억 원의 대형 R&D 연구과제를 추진하고 있음 ▪ 고에너지밀도, 고안전성을 기반으로 한 차세대 이차전지 개발을 진행하고 있으며 관련 소재·부품·장비 기술개발을 위해 기계(연)을 비롯한 출연(연)과 연구를 수행 중

<표 9> 이차전지 제조공정별 국내 기관/기업 특징

공정	기관/기업	주요 특징
전극	PNT, CIS, 윤성F&C, 기계(연) 등	▪ (PNT)국내 이차전지 장비업체 중 세계 시장에서 기술적/물량적 우위를 선점하고 있음 ▪ (CIS) LG에너지솔루션, 삼성SDI 등에 전극 제조용 코터, 슬리터 등을 납품하고 있음 ▪ (기계(연)) 전극/조립/활성화 공정에 필요한 제조장비를 연구개발하며 R2R공정에 필요한 소재/부품/장비에 강점이 있음
조립	한화, 하나기술, 필옵틱스 등	▪ (한화) 전극코터, 노칭장비, 스택킹장비 등 이차전지 제조공정 전 분야에 장비를 개발, 공급하고 있음 ▪ (하나기술) 파우치형, 원통형, 각형 등 모든 배터리 폼팩터에 대한 조립 공정 자동화장비를 제작
활성화	원익 F&C, 화학(연) 등	▪ (원익 F&C) 국내 이차전지 후공정 장비를 대표하는 기업으로 국내 배터리 3사에 활성화 및 검사장비를 공급하고 있음

○ 이차전지 제조장비 밸류체인 별 각 부문에서 지속적인 사업 확장 및 투자를 진행

- (PNT) 전극 코터, 롤프레싱, 슬리팅 장비를 대표적으로 생산하고 있으며 분리막 제조공정에 필요한 코터와 동박(구리 포일) 제조 장비도 생산하고 있음
- (PNT) 광폭 기재를 고속으로 주행함으로써 생산성을 극대화하고 있으며 최대 주행속도를 100 m/min까지 높일 수 있는 코터를 생산하고 있음



<그림 13> PNT 배터리 제조장비 소개(PNT 홈페이지)

- (윤성F&C) 일본 PRIMIX사와의 합작을 통해 배터리 전극 믹싱공정을 도입하였고 분체 공급부터 저장-교반-이송까지 이어지는 믹싱공정 전공정에 대한 기술을 보유하고 있음

- (CIS) 주요 제품으로 롤프레스, 슬리터, 코터 등이 있으며 특히 롤프레싱 장비에 특화되어 있음

  * 유럽 이차전지 제조사인 Northvolt에 418억 원 규모의 장비를 납품[31)]

- (CIS) 롤프레싱장비는 삼성SDI, LG에너지솔루션 양산라인에 적용되어 있으며 일본/유럽 등의 배터리 생산업체로 코터도 납품하고 있음

- (하나기술) 모든 폼팩터에 대한 조립공정 장비를 제작, 공급하고 있어 국내 배터리 3사 등에 이차전지 장비를 납품하고 있음

- (기계(연)) 차세대 이차전지 제조장비 개발을 위한 핵심장비 로드맵을 기획하고 있으며 기존 리튬이온전지의 고도화 및 전고체 배터리 개발을 위한 제조장비를 연구개발 중임

□ 국외 주요 기관/기업

○ 국외 주요 기관/기업을 정리하고 각 제조공정별 기술 가중치를 도식화하여 표현함 (○: 낮음, ◑: 보통, ◕: 높음, ●: 매우 높음)

  * 각 기관별 공개보고서와 동향을 분석하여 자체적으로 수치화하였음

<표 10> 국외 주요기관/기업의 이차전지 제조공정 특징

분류 / 기관	전극	조립	활성화	주요 특징
WuXi(중)	●	◕	◑	▪ 모든 배터리 폼팩터에 대한 전극, 조립, 활성화 공정 장비 및 물류시스템에 대한 솔루션을 제공 ▪ 중국 배터리 제조사인 CATL向 장비가 전체 매출의 50% 이상을 차지하고 있음
Yinghe(중)	◕	◕	○	▪ 중국 CATL의 오랜 협력업체로 CATL의 이차전지 매출액 증가에 따라 최근 관련 수주액이 폭등함 ▪ WuXi와 마찬가지로 모든 배터리 폼팩터에 대한 제조공정 전반에 대한 기술력을 보유하고 있음 ▪ 2020년까지 CATL 누적 수주액이 3,000억 원에 이름

31) 미래에셋증권 리포트, 장비의 반격: 대규모 수주 영차, 2023.6.

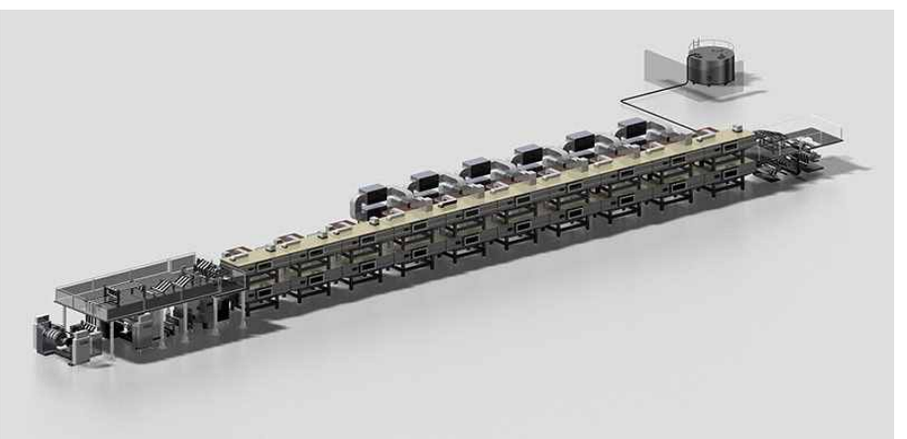
분류 / 기관	전극	조립	활성화	주요 특징
CHR Hanke(중)	○	◑	◕	▪ 활성화 공정에서 배터리 충방전 공정에 특화되어 있으며 중국 내 3대 메이저 배터리 장비 공급사임 ▪ 후공정에 특화되어 있어 모든 배터리 폼팩터에 대응이 가능하며 패키징 후 물류 장비도 공급하고 있음
Toray(일)	●	◕	◑	▪ 전극 코터, 롤프레싱 장비, 슬리팅 장비, 스태킹 장비 등 이차전지 전극-조립공정에 필요한 장비를 국내 배터리 3사에 공급하고 있음 ▪ 섬유, 플라스틱, 필름, 의약품, 반도체 등 첨단소재 산업에 사업영역을 확보하고 있어 제조생산장비에 특화되어 있음
Hirano(일)	●	○	○	▪ Coater 제조에 특화된 업체이며 디스플레이, 반도체, 제지, 이차전지 등 다양한 산업에서의 제조장비를 생산하고 있음 ▪ 전극 코터 제조에 있어 세계 최고의 기술경쟁력을 갖추고 있어 LG에너지솔루션 등 국내 기업의 양산라인에도 적용되고 있음
Hitachi(일)	◕	◕	○	▪ 나노, 분석 장비에 특화된 기업으로 이차전지 사업이 차지하는 비중은 높지 않음 ▪ 주요 장비로는 전극 코터, 스태킹장비 등이 있으며 전극, 조립 공정에 특화된 장비를 공급하고 있음
Manz(독)	◑	●	◕	▪ 이차전지 제조공정 중 조립, 활성화 공정에 특화되어 있으며 모든 배터리 폼팩터에 대해 제조가 가능한 장비를 구축하고 있음 ▪ 최근 중국 이차전지 제조장비와의 협업을 진행하고 있어 CATL, BYD 등 중국 배터리 제조사의 계약 실적이 증가하고 있음

<표 11> 이차전지 제조공정별 국외 기관/기업 특징

공정	기관/기업	주요 특징
전극	WuXi(중), Hirano(일) 등	▪ (WuXi)중국 배터리 제조사인 CATL向 장비가 전체 매출의 50% 이상을 차지하고 있음 ▪ (Hirano) 전극 코터 제조에 있어 세계 최고의 기술경쟁력을 갖추고 있어 LG에너지솔루션 등 국내 기업의 양산라인에도 적용되고 있음
조립	Yinghe(중), Hitachi(일) 등	▪ (Yinghe) WuXi와 마찬가지로 모든 배터리 폼팩터에 대한 제조공정 전반에 대한 기술력을 보유하고 있음 ▪ (Htachi) 주요 장비로는 전극 코터, 스태킹장비 등이 있으며 전극, 조립 공정에 특화된 장비를 공급하고 있음
활성화	CHR Hanke(중), Manz(독) 등	▪ (CHR Hanke) 활성화 공정에서 배터리 충방전 공정에 특화되어 있으며 중국 내 3대 메이저 배터리 장비 공급사임 ▪ (Manz) 이차전지 제조공정 중 조립, 활성화 공정에 특화되어 있으며 모든 배터리 폼팩터에 대해 제조가 가능한 장비를 구축하고 있음

○ 이차전지 제조장비는 대한민국, 중국, 일본이 세계 시장을 선점하고 있어 국외 기업은 중국, 일본 중심으로 동향을 분석하였음

- (WuXi) CATL과의 협업 강화로 향후 CATL 이차전지 제조장비 물량의 50% 이상을 선점할 것으로 전망됨[32)]
- (WuXi) 이차전지 전체 공정에 대한 Turn-Key 역량을 보유하고 있으며 CATL과의 강력한 파트너십 관계를 구축하고 있음
- (Yinghe) 독일 Manz와 전략적 제휴를 맺고 있으며 이차전지 장비 분야 신기술 개발에 시너지 효과를 기대하고 있음
  * 주요 개발 제품: Dual Side Coater, Hot Roll Press, Full Auto Stacking Machine 등
- (Toray) 기존 리튬이온배터리 전극 코터에 비해 에너지가 25% 절감된 'Green Coater'를 개발하였으며 건조 및 슬러리 용제 포집을 위한 최적화 제어 시스템 및 건조로 에너지를 절감하였음
  * Toray Green Coater 목표 발주량: 2023년 15억 엔, 2026년 50억 엔[33)]



<그림 14> Toray Green Coater 모식도

- (Hirano) 다양한 코팅 방식(Slot die, Gravure 등)을 적용할 수 있는 멀티 코터를 생산하고 있으며 최근 다층 Die Coating 등 Coating 신기술에 대한 기술개발을 진행하고 있음
- (Manz) 조립, 활성화 등 후공정에 특화되어 있어 최근 셀 생산에 강점이 있는 Dürr와의 협업으로 배터리 생산 프로세스를 구축하고 있음[34)]

32) 미래에셋증권 리포트, 장비의 반격: 대규모 수주 영차, 2023.6.
33) Toray Engineering 홈페이지에서 소개 그림을 인용
34) KSAM Magazine, 전통의 자동차 강국, 독일의 이차전지 트랜드는?, 2024.7.

(참고) 차세대 이차전지 제조장비 로드맵

▪ 고용량, 고안전, 고생산성 이차전지 제조를 위한 장비 개발 로드맵 수립

- (연구방향 1) 고용량, 고안전, 고생산성 이차전지 제조를 위한 초격차 제조장비 기술 개발
- (연구방향 2) 전고체전지 시장 선점을 위한 소재, 공정, 장비 관련 혁신 제조장비 기술 확보
- (연구방향 3) 친환경적 제조 장비 기술 및 폐배터리 재활용/재사용 관련 제조장비 기술 확보

▪ 차세대 이차전지 제조장비 핵심장비 개요

리튬이온전지 고도화	전고체 전지 개발	친환경 제조 및 재사용/재활용 장비 기술
▪ 양극재용 고출력/고속/ 극초단 레이저 패터닝 장비 ▪ 고내열성 분리막 제조 장비 ▪ 인라인 고속 3D 검사 시스템	▪ 전고체 전지용 스마트 복합 활물질 제조장비 ▪ 전고체 셀 가공용 정수압 프레스 자동화 장비	▪ 대용량 연속식 건식 컴퍼운드 믹싱 장비 ▪ 건식전극 제조장비 ▪ 재사용/재활용 배터리 검사 장비
세부내용		
▪ 양극재 두께 120 ㎛ 이상의 노칭 및 패터닝 ▪ 고내열성 PI 소재 이차전지 분리막 생산 기술과 고온 연신가공 분리막 제조장비 ▪ 셀 불량 여부를 신속히 검사하기 위한 3차원 CT 검사 장비	▪ 양극활물질/황화물계 전해질 계면 고저항 해소를 위한 산화물 버퍼층 코팅 설비 ▪ 대면적 전고체 셀의 제조 공정을 위한 대용량 정수압 프레스 장비 및 자동화 장비	▪ 8 LPM급 트윈스크류 건식 믹싱으로 전극 물질 내 금속 이물 최소화 ▪ 균일 두께/공극도 제어를 위한 롤 간극/선압 균일제어 기술 ▪ 배터리 팩의 재사용/재활용을 위한 효과적인 선별 검사장비 개발

- 핵심장비 개발 로드맵(안)

* 2023년도 한국정밀공학회 추계학술대회 발표

5. 차세대 배터리 제조 시장 전망

□ 이차전지 제조의 핵심공정인 전극 공정의 에너지 효율화와 공정 단순화를 위해 건식 전극 공정이 주목받고 있음

○ 건식전극공정은 차세대 전고체 전지에도 적용될 수 있는 기술로 국내 배터리 3사와 더불어 이차전지 소재·부품·장비 기업에서 활발하게 연구되고 있음

- 습식코팅과 달리 유기용매(NMP[35] 등)를 사용하지 않아 건조 오븐이 필요하지 않아 재료 및 공정의 간소화가 가능함
- 전극 코팅 공정에서 가장 많은 비용과 공간, 에너지를 차지하는 부분이 건조 공정인데 통상 코팅장비는 100 m이상의 Roll-Path가 필요함
- NMP는 유해물질로 제조 공정에서의 환경안전 이슈가 있지만 건식공정 적용 시 용제를 사용하지 않아 안전성을 확보할 수 있음
- 건식 공정을 이용하면 활물질-도전재-바인더를 골고루 분산할 수 있고 후막 전극을 만들 수 있고 이를 통해 배터리 용량, 에너지밀도를 크게 끌어 올릴 수 있어 차세대 배터리 제조 기술로 평가받고 있음[36]

<표 12> 습식공정(기존)과 건식공정과의 비교

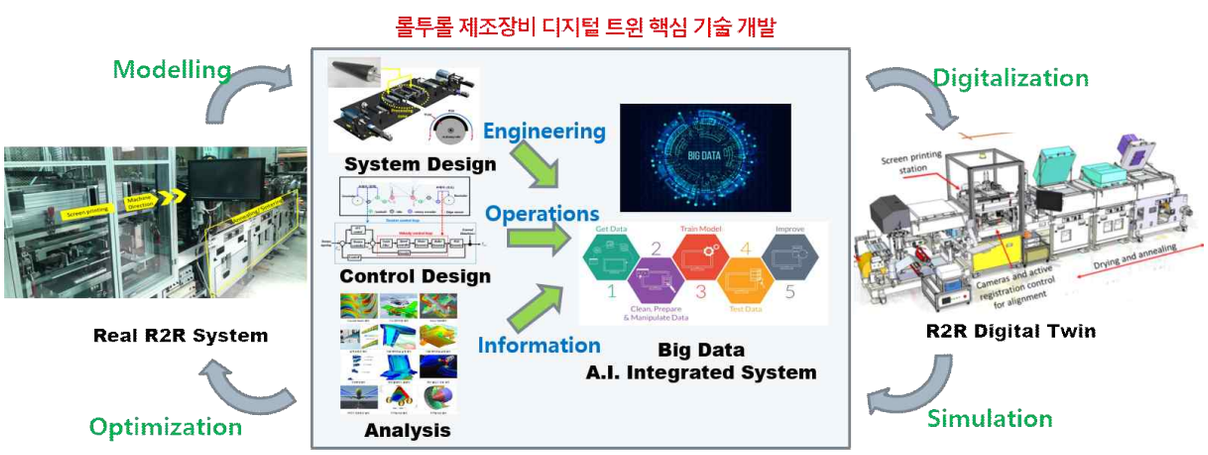
	습식 공정	건식 공정
용매	유기용매(NMP) 사용	용매 미사용
바인더	PVDF, SBR/CMC 등	PTFE 등 섬유바인더
건조	건조오븐 필요(100 m이상)	건조과정 없음
코팅방식	Slot-Die 코팅	건식코팅
투입에너지량	높음	낮음

□ 차세대 배터리 제조를 위해 배터리 제조사는 디지털 전환(Digital Transformation) 및 전고체 배터리 개발에 주력하고 있음

○ DX를 통하여 자동화 및 무인화 비율을 높인 스마트 팩토리에 대한 연구개발이 활발하게 진행되고 있음

35) NMP: 1-Methyl-2-pyrrolidinone으로 전극 코팅 시 용제로 사용되며 휘발성 유기용매로 건조 시 많은 에너지가 필요함
36) 아시아경제, 테슬라도 완성못한 건식전극, LG엔솔이 먼저 내놓나, 2024.3.

- 기존 리튬이온배터리 제조 공정의 효율화를 위해 로봇(하드웨어적 접근)과 스마트 팩토리 솔루션 구축(소프트웨어적 접근) 등의 기술개발이 이차전지 장비업체 중심으로 진행되고 있음
- 배터리 후공정에서의 품질검사 시 AI를 적용 검사기술을 도입하여 공정의 효율성을 증대하는 연구도 진행하고 있음
- (LG에너지솔루션) 스마트 팩토리에 대한 관심이 높으며 차세대 배터리 기술개발, 스마트 팩토리 구현을 위한 생산기술 확보 및 라인 증설이 12.4조 원을 투입할 계획임[37)]
- (삼성SDI) 2018년에 무인화 기반의 스마트 팩토리를 구축하여 센서와 AI가 공정을 컨트롤하고 무인운반차가 제품을 운반하는 라인을 확보하였음
- (기계(연)) 이차전지 전극 제조공정의 핵심장비인 Roll-to-Roll 장비의 디지털 트윈기술을 개발하고 있으며 센서를 통해 모든 구간의 원단의 장력을 컨트롤 할 수 있는 핵심기술임



<그림 15> (기계연) 롤투롤 제조장비 디지털 트윈 핵심기술 개발도

○ 고에너지밀도, 고안전성을 확보할 수 있는 전고체 배터리에 대한 기술개발이 활발하게 이루어지고 있음

- 기존 리튬이온배터리 공정에서 변경되는 부분이 많아 이온전도도가 높은 고체 전해질 개발 외에 공정에 필요한 장비 기술 개발도 중요함

37) 뉴시스, LG "국내를 배터리 R&D 메카로 만든다"...10년간 15조 투자, 2021.7.

- 전극 공정에서는 전고체를 집전체에 코팅하는 공정, 고체 전해질의 이온전도도를 향상시키기 위한 롤프레싱 공정 등이 추가되어야 함

- 조립공정에서는 액체 전해질을 투입하는 공정이 필요없지만 접촉 계면을 극대화하기 위한 WIP(Warm Isotatic Press)장비가 도입되어야 함

<표 13> 리튬이온배터리와 전고체배터리 소재 비교[38)]

	리튬이온배터리(기존)	전고체배터리
양극재	고체 (리튬, 니켈, 망간 등)	고체 (리튬, 니켈, 망간 등)
음극재	고체 (흑연·실리콘 등)	고체 (리튬금속, 흑연, 실리콘)
전해질	액체	고체 (황화물, 산화물, 고분자)
분리막	고체	불필요

- (삼성SDI) '23.12월에 전고체배터리 시제품을 생산하였으며 '26년까지 성능을 개선하여 '27년에 양산에 들어갈 계획[39)]

- (LG에너지솔루션) 전고체배터리 외에 다양한 차세대 배터리 개발에 집중하고 있으며 리튬황 계열의 배터리도 후보군 중 하나임

- (PNT) 기존의 확보한 Roll-to-Roll 기술을 활용하여 전고체 배터리용 코터, 롤프레스, 슬리터를 개발하고 있음

38) 포스코 뉴스룸, 한계를 뛰어남는 차세대 혁신! '전고체배터리', 2023.1.
39) 한국경제, 전고체 배터리 전쟁...삼성 "2027년 양산" vs LG "완성도가 중요", 2024.3.

6. 결론 및 시사점

□ 이차전지 제조장비 산업은 대한민국, 중국, 일본 3개 국가가 주도하고 있으며 중국, 일본은 보조금 정책 중심으로 산업을 정책적으로 지원하고 있음

○ (일본) '경제안전보장추진법'(2022년 제정)에 의거하여 특정 중요물자로 지정된 이차전지 소재·부품·장비에 대한 정책적 지원을 하고 있음

- 배터리공장의 설비투자에 대해 30% 이상을 보조하거나 제조 시 발생되는 CO_2 배출량 감소 기술에 대한 연구개발을 지원하고 있음
  * 해당 지원을 받기 위해서는 일본 내에서 최소 5년간 이차전지를 생산해야 함
- 2030년까지 일본의 배터리 생산량을 7~8배까지 확대하여 연간 150 GWh, 전기차 환산 230만 대 수준까지 늘릴 계획

○ (중국) 2009년 리튬이온전지를 신에너지 자동차 보조금 범위에 포함하면서 중국 정부의 본격적인 재정지원이 시작됨

- 중국 정부 주도로 이차전지 수요시장이 형성되었으며 전폭적인 보조금을 통해 이차전지 제조관련 소재·부품·장비 기업이 폭발적으로 성장

○ (EU) 한·중·일 배터리 생산 의존도를 줄이기 위해 '유럽 배터리 얼라이언스'를 출범하여 EU 내 배터리 자급률 확대를 위한 정책을 추진

- EU의 환경규제를 충족시키면서 보다 친환경적이고 지속가능한 배터리 셀 제조기업을 육성하기 위한 정책을 추진하고 있음

○ (대한민국) '이차전지 산업 발전전략'을 수립하여 초격차 기술확보를 위한 정책을 추진

- 안정적 공급망 확보, 첨단기술 혁신 허브 구축, 건실한 이차전지 산업 생태계 조성을 목표로 이차전지 산업 발전 전략을 추진

○ (미국대선영향) 트럼프 대통령 당선에 따라 친환경 정책 및 IRA 폐지 혹은 축소로 미국 내 전기차 보급이 지연되면서 배터리 수요 위축이 예상됨[40)]

40) 법률신문, 트럼프 전 대통령의 당선이 한국 경제 산업에 미치는 영향, 2024.11.

- (부정적 전망) 화석연료와 내연기관 자동차에 우호적인 트럼프 정권에 영향으로 기존 IRA(인플레이션감축법)의 폐지 혹은 축소가 예상됨
- (긍정적 전망) 전기차 캐즘이 완화될 조짐을 보이고 있으며 유럽, 신흥국에서의 전기차 수요가 확대됨에 따라 미국 외 시장의 성장가능성이 있음
- 중국산 배터리의 높은 관세 부가로 미국 시장 내 가격경쟁우위가 유지 가능할 것으로 보여 트럼프 발 타격은 크지 않을 것으로 보임

○ (시사점) 중국의 이차전지 시장 점유율이 지속적으로 상승하고 있어 이를 견제할 정책적 지원이 필요한 상황

- 차세대 이차전지 개발과 더불어 국내 배터리 기업의 경쟁력 강화를 위한 정책이 보다 적극적으로 추진될 필요가 있음
- 중국의 이차전지 소재·부품·장비 정책 보조금 확대, 일본의 자국 내 이차전지 생산 장려 등의 정책을 방어할 수 있는 정책이 필요함

□ 글로벌 이차전지 장비 시장은 2022년 14.5조 원에서 2023년 17.5조 원으로 20% 성장하였으며 대한민국, 중국, 일본이 시장을 선도하고 있음

○ 전극공정에서는 코팅장비의 비중이 가장 높으며 지속적으로 그 비중이 증가할 것으로 전망됨

- 코팅공정은 Roll-to-Roll 장비, 건조기 등의 장비 투자가 많은 공정으로 전극 공정에서 차지하는 비중이 높으며 배터리 셀 제조의 핵심공정으로 타 공정 대비 기술진입 장벽이 높음

○ 조립공정에서는 와인딩/스택킹 장비가 메인 제조장비로 평가되며 공정 내 차지하는 비중도 높음

- 배터리 폼팩터에 따라 조립공정이 상이하기 때문에 파우치/원통형/각형 수요에 따라 조립공정장비의 성장도 영향을 받음
- 전극공정 대비 기술적 난이도가 높지 않아 다양한 업체들이 분포하며 와인딩/스택킹기술을 확보하는 것이 중요

○ 활성화 공정에서는 충/방전 장비에 대한 비중이 크며 이동형 로봇, AI 검사 장비 등의 기술 개발이 진행되고 있음

- 대량 충/방전이 가능한 시스템, 스마트 팩토리 기술에 대한 수요가 증가하고 있어 관련 제조장비 산업의 중요성이 커지고 있음

□ 차세대 배터리 시장 전망 및 시사점

○ (공정개선) 배터리 공정 에너지 감소 및 효율 증대를 위해 건식전극공정이 활발하게 연구되고 있음

- 건조 오븐이 필요하지 않아 공정에너지를 크게 줄일 수 있고 후면 전극 코팅이 가능하여 국내 배터리 3사를 포함한 이차전지 관련 업계의 관심이 매우 큼

- 이차전지 산업 경쟁력 강화를 위해 R&D 정부 지원이 필요한 부분이며 중국의 배터리 점유율 확대를 견제할 수 있는 핵심기술로 평가받고 있음

○ (전고체배터리) 고에너지밀도, 고안전성을 확보할 수 있는 전고체배터리에 대한 기술개발이 진행되고 있음

- 삼성SDI는 전고체배터리 시제품을 생산하였으며 PNT 등 이차전지 제조장비 기업은 전고체 배터리 제조용 핵심장비를 개발 중에 있음

- 정부 또한 전고체배터리 개발에 대한 R&D 투자를 지속적으로 확대하고 있으며 리튬황배터리를 포함한 차세대 전지개발도 정책적 지원을 추진하고 있음

○ (디지털전환) 자동화 및 무인화 비율을 높인 스마트팩토리에 대한 연구개발이 활발하며 차세대 이차전지 개발과 함께 진행되고 있음

- 제조 공정 효율화를 위한 스마트 팩토리 구축이 진행되고 있으며 국내 배터리 제조사도 전폭적으로 투자를 하고 있음

○ 우리나라 이차전지 산업의 경쟁력 강화를 위하여 차세대 배터리 산업 육성 정책과 원자재 공급망 안정화, 보조금 지원 등 인프라 정책도 지속 점검·강화 필요

- 고용량 리튬이온전지, 전고체 배터리 등의 차세대 이차전지로의 본격 전환 시기 점검이 정책적 차원에서 점검이 필요

- 유럽 배터리 얼라이언스와 유사한 한·중·일 배터리 연합체 구성으로 각 국가별 강점을 융합하여 산업을 선도하는 정책도 필요함

  * 중국: 원자재(리튬, 코발트 등) 가공능력, 광대한 배터리 내수시장 보유

  ** 일본: 이차전지 제조장비 기술에 대한 강점 보유

  *** 대한민국: 우수한 배터리 제조 기술력 및 글로벌 경쟁력을 갖춘 배터리 3사 보유

- 이차전지 제조장비 산업에서의 국제적 협력과 리더십을 강화하기 위한 정책적 지원 필요

  * 중국, 일본, 유럽 등의 주요국들은 자국의 이차전지 산업을 강화하기 위한 정책을 추진하고 있어 리더십을 강화하기 위한 이차전지 산업 전략의 개정이 필요

참고문헌

경향신문, '위기 맞은 자동차·2차전지, 해법은', 2024.11.
뉴시스, 'LG "국내를 배터리 R&D 메카로 만든다"...10년간 15조 투자'. 2021.7.
미래에셋증권, '장비의 반격: 대규모 수주 영차!', 2023.6.
법률신문, '트럼프 전 대통령의 당선이 한국 경제 산업에 미치는 영향', 2024.11.
산업부, '민·관 합동 이차전지 산업혁신 전략 발표', 2022.11.
아시아경제, '테슬라도 완성못한 건식전극, LG엔솔리 먼저 내놓나', 2024.3.
유현지, '차세대 이차전지 기술경쟁력 강화 방안', KISTEP 수요포럼 포커스, 2023.4.
이강수, 박정원, '전고체 배터리 기술동향', KISTEP 브리프, 2022.12.
이지평, '일본정부, 배터리 및 반도체 국산화 전략의 방향', 국가미래연구원, 2023.2.
이코노믹리뷰, '배터리 용량을 늘려라...NCA 양극재는 무엇?', 2018.11.
정영민, 조원일, '리튬이온이차전지 기술동향과 미래 전망', KIST 이차전지센터, 2010.3.
조은교, '중국 배터리 산업의 발전전략과 전망', 인천연구원 2023.4.
한겨레, '더 독해진 '트럼프 2기'...한국 배터리·자동차·반도체 '비상등'', 2024.11.
한국경제, '전고체 배터리 전쟁...삼성 "2027년 양산" vs LG "완성도가 중요"', 2024.3.
한스경제, '배터리의 4대 구성요소', 2023.9.
홍두선, '반고체 배터리, 전기차 성장세 회복발판 될까', LG경영연구원, 2024.8.
KOTRA, '유럽 자동차 배터리 시장 동향', 2021.7.
KOTRA, '유럽 자동차 배터리 시장동향과 진출 방안', 2023.12.
KSAM Magazine, '전통의 자동차 강국, 독일의 이차전지 트렌드는?', 2024.7.
SNE리서치, '리튬이온 2차전지 제조장비의 개발현황 및 중장기 전망', 2024.10.

[URL]

삼성SDI (https://www.samsungsdi.co.kr)
포스코뉴스룸 (https://newsroom.posco.com)
LG에너지솔루션 배터리인사이드 (https://inside.lgensol.com)
PNT (https://www.epnt.co.kr)
Toray Engineering (https://www.toray-eng.com)

기계기술정책 발간 목록

제 목	작성 연월
76. 우리나라의 TPP 참여에 대비한 기계산업 품목별 관세 전략 수립	2014.09.
77. 2014 미래기계기술포럼코리아 주요 내용과 시사점	2014.11.
78. 기계산업 2014년 성과 및 2015년 전망	2014.12.
79. 최근 기계산업 대일무역역조 개선의 원인과 시사점	2015.06.
80. 기계산업의 빅데이터 활용 동향 분석과 시사점	2015.10.
81. 우리나라 해양플랜트 산업의 문제점 진단과 경쟁력 강화 방안	2015.12.
82. 기계산업 2015년 성과와 2016년 전망	2016.01.
83. 건설기계산업의 문제점 진단과 경쟁력 강화 방안	2016.05.
84. 4차 산업혁명과 기계산업의 미래	2016.11.
85. 기계산업 2016년 성과와 2017년 전망	2017.02.
86. 신기후체제에 대응한 농촌 바이오가스플랜트 사업의 기회	2017.07.
87. 해외 선도 기관과의 기계기술 연구 분야 비교 분석	2017.11.
88. 산업용 로봇 시장 동향과 대응	2017.12.
89. 기계산업 2017년 성과와 2018년 전망	2018.01.
90. 새로운 시대 소통 역량: 4차 산업혁명 연계기술	2018.07.
91. 국방분야 생존성 향상 기술 동향	2018.08.
92. 차세대 디스플레이 마이크로 LED 기술의 부상과 시사점	2018.09.
93. 기계산업 2018년 성과와 2019년 전망	2019.02.
94. 중국제조 2025 주요 제조장비 개발 계획과 대응 전략	2019.06.
95. 한·중·일 공작기계 및 기계요소 수출경쟁력 분석 및 제언	2019.07.
96. 미국 반도체 장비 기업의 성장과 시사점	2019.12.
97. 기계산업 2019년 성과와 2020년 전망	2020.01.
98. 글로벌 농기계산업 동향 분석	2020.02.
99. 포스트 코로나(Post COVID-19), 유망 기계기술 및 제언	2020.06.
100. 우리나라 제조장비기업의 성장·혁신·수익 패턴 분석과 시사점	2020.08.
100(특집호). 기계산업 데이터 활용 및 분석 방법 제언	2020.08.
101. 탄소중립 글로벌 동향과 기계기술 제언	2021.01.
102. 기계산업 2020년 성과와 2021년 전망	2021.01.
103. 수소 산업의 글로벌 기술동향 및 정책 전망	2021.05.
104. 인체 증강 기계의 동향과 전망	2021.08.
105. 미국 바이든 정부의 기후변화 정책과 기계산업 시사점	2021.12.
106. 기계산업 2021년 성과와 2022년 전망	2022.02.
107. 일본 제조기업의 디지털전환 특징과 시사점	2022.04.
108. 무탄소 에너지원으로서 암모니아 기술의 부상 및 시사점	2022.07.
109. 폐배터리 재활용 산업 글로벌 동향과 시사점	2022.11.
110. 공작기계 및 산업혁신 연구의 체계적 고찰과 시사점	2022.12.
111. 기계산업 2022년 성과와 2023년 전망	2023.02.
112. 바이오장비 산업 동향 및 시사점	2023.06.
113. 일본의 최신 수소경제 정책 동향과 시사점	2023.09.
114. 지능형 로봇 및 생성형 AI 동향 분석과 시사점	2024.01.
115. 기계산업 2023년 성과와 2024년 전망	2024.02.
116. 산업용 히트펌프 동향과 대응 방향	2024.08.
117. 이차전지 제조장비 동향과 차세대 이차전지 장비 전망	2024.12.

Technology Policy
Mechanical Engineering Mε

기계기술정책

Technology Policy for Mechanical Engineering

:: No. 117 이차전지 제조장비 동향과 차세대 이차전지 장비 전망

| 발행인 | 류석현

| 발행처 | 한국기계연구원

| 발행일 | 2024.12.

| 기획·편집 | 기계정책센터

| 주소 | 대전광역시 유성구 가정북로 156

| 전화 | (042) 868-7539