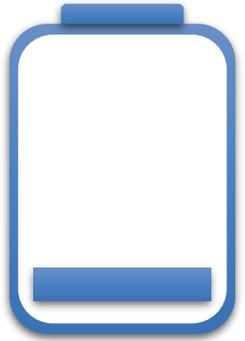


이차전지 제조장비 신기술 세미나

2023 SFA Tech Day



SFA의 비디스플레이사업 중심 성장 잠재력

IR파트장 김형순 위원

SFA의 비디스플레이사업 중심 성장 잠재력

- SFA New Vision 3
- 성장전략 7
- 경영성과 14

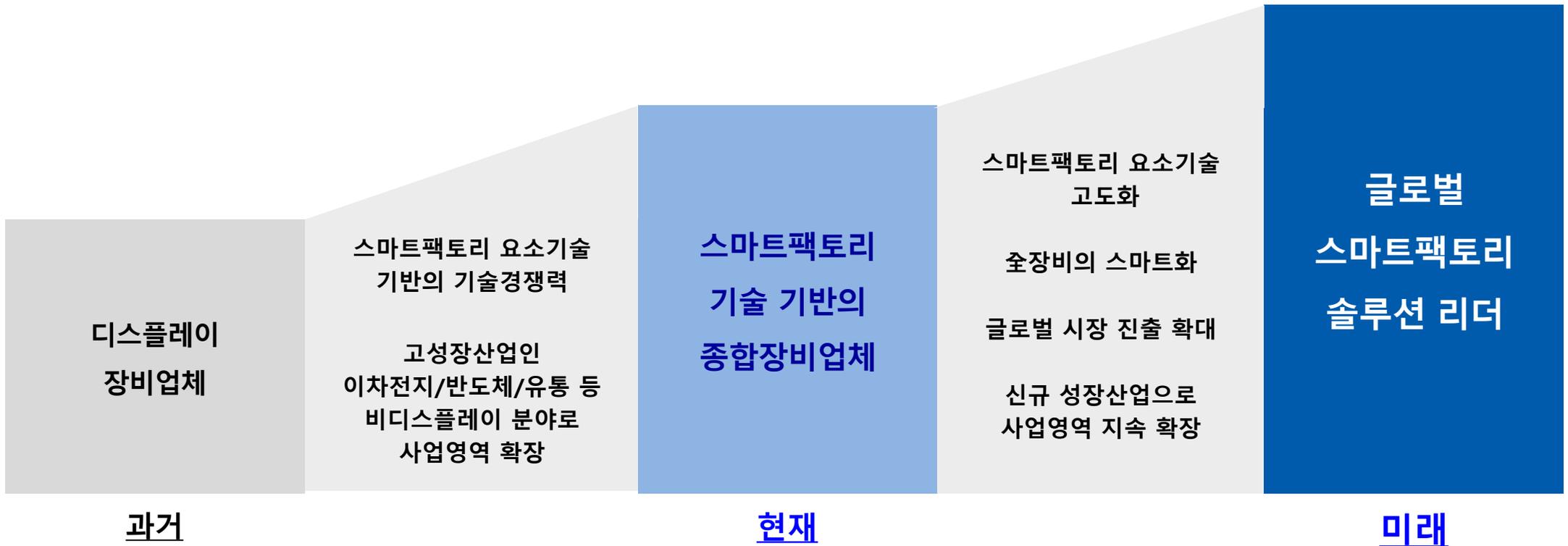
SFA New Vision

성장전략

경영실적

- 디스플레이 중심에서 벗어나 비디스플레이(이차전지/반도체/유통) 확대를 통해 지속 성장 가능한 사업구조 구축 완료
- 독자 개발한 스마트팩토리 기술을 기반으로 '글로벌 스마트팩토리 솔루션 리더'로 진화 중

비전 : 글로벌 스마트팩토리 솔루션 리더



- 선제적인 스마트팩토리 기술 개발을 통해 고부가 핵심 요소기술 확보
 - 물류시스템 및 공정장비에 스마트솔루션 탑재한 스마트장비 사업화 진행
- 이차전지/반도체/유통 등 고성장산업으로 사업 포트폴리오 확대하여 지속 성장



- 스마트팩토리 구현을 위해 다양한 스마트솔루션 개발/고도화/사업화 진행
 - 지능화솔루션(AI)
 - 예지보전(PdM) 등의 데이터 최적화 솔루션

사업부문별 스마트장비 사업화 주요 사례

	스마트솔루션	이차전지	유통·기타제조	반도체
지능화 솔루션 (AI)	<ul style="list-style-type: none"> • 영상/이미지 솔루션 • 최적 경로 운영 솔루션 • 최적 적재 솔루션 	<ul style="list-style-type: none"> • 3D CT검사기 • AI기반 외관검사기 등 	<ul style="list-style-type: none"> • AI기반 OCR 검사기 • AI기반 RPS • Mixed Palletizer • AMR 등 	<ul style="list-style-type: none"> • AI기반 OHT 등
데이터 최적화 솔루션 (Platform)	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 모니터링 및 보전 시점 예측 솔루션 • 실시간 데이터 수집 및 경량화 솔루션 • 비정형 미세 데이터 감지 및 대응 솔루션 	<p><u>적용 물류시스템</u></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> Stocker 군</div> <div style="text-align: center;"> OHT 군</div> <div style="text-align: center;"> OHS 군</div> <div style="text-align: center;"> LBS 군</div> </div> <p><u>시스템 구성도</u></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> Equipment • 설비 데이터 수집 </div> <div style="text-align: center;"> Smart Sensor </div> <div style="text-align: center;"> DAQ • 다수의 유무선 데이터 수집 </div> <div style="text-align: center;"> Edge Device • 유의미 데이터 집계 및 해석 </div> <div style="text-align: center;"> Edge Server • 데이터 추출, 변환, 적재 </div> <div style="text-align: center;"> Data 처리 (통계분석) </div> <div style="text-align: center;"> PdM • 실시간 모니터링 • 설비 고장 정보 송부 </div> </div>		

SFA New Vision

성장전략

경영실적

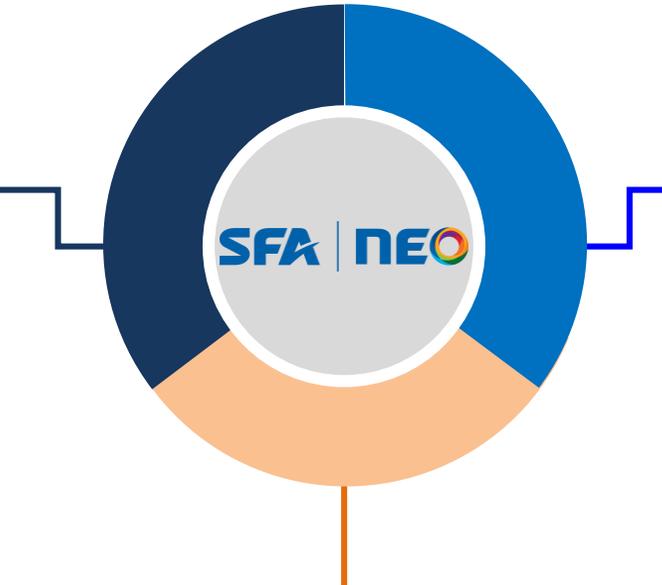
성장전략

(고성장산업 집중)

- 고성장 기대되는 이차전지/반도체/유통 산업 부문에 집중하여 지속 성장
 - 이차전지/반도체/유통 가시적인 사업실적 확대 진행 중
 - 중장기 경쟁력 강화를 위해 신기술 및 신장비 지속 개발 중

이차전지

- 제조라인 Turnkey 대응 역량 확보
- 스마트기술 기반의 공정/검사 핵심장비군으로 포트폴리오 확대
- 국내 및 유럽/미주 고객사로 영업 확대



유통/기타제조

- 신규 온라인 유통 고객사 확대
- 스마트 물류시스템 사업화 확대
- 타이어/의류/공구/의약 등 다양한 양산 제조 산업군으로 사업 다각화

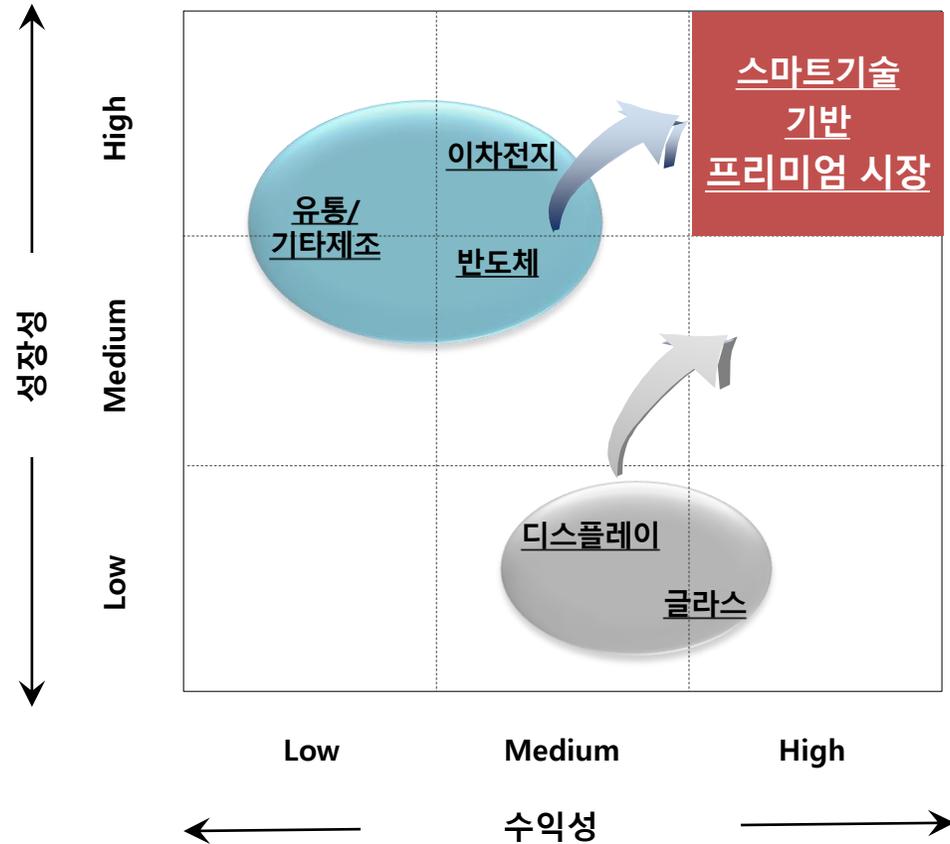
반도체

- 국내외 메모리 3사 사업 확보, 국내외 웨이퍼/비메모리 제조사 사업 확대
- 후공정사업 선도적 위치 확보, Main fab 사업 확대
- AI, PdM 등 스마트기술을 적용한 신개념장비 선제적 개발

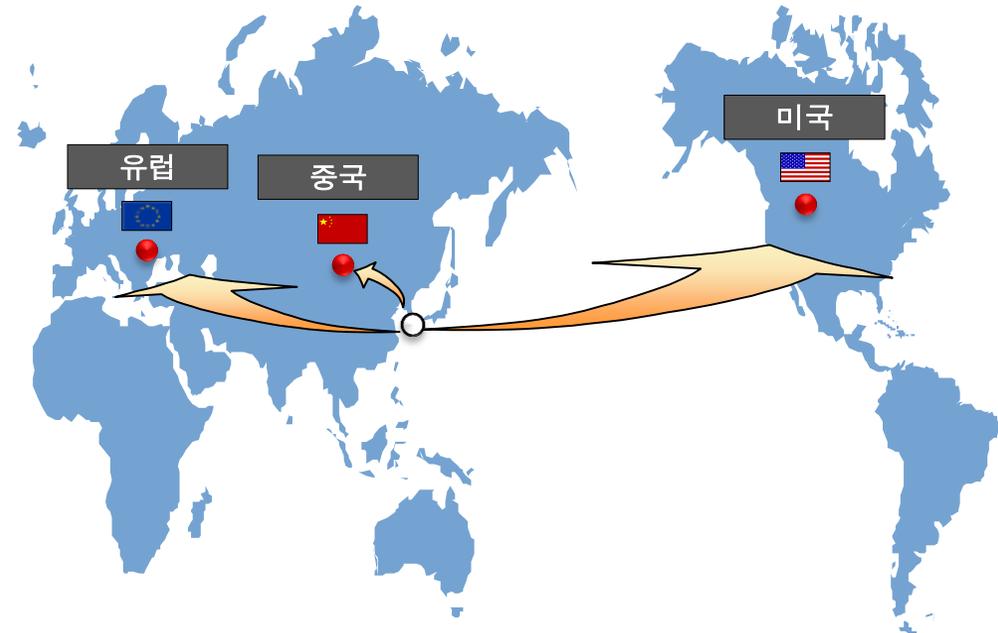
성장전략 (타겟 시장 공략)

- 타겟 시장 적극 공략을 통한 지속 성장 추진
 - 프리미엄 시장 공략 : 스마트장비 기반으로 성장성/수익성 겸비한 프리미엄 시장 중심으로 포지션 전환
 - 글로벌 시장 공략 : 고성장 진행 중인 유럽 및 미주 시장 집중 공략, 기 구축된 중국 시장 사업기반 강화

프리미엄 시장 공략



글로벌 시장 공략



사업 확대 전략

(사업부문 : 이차전지)

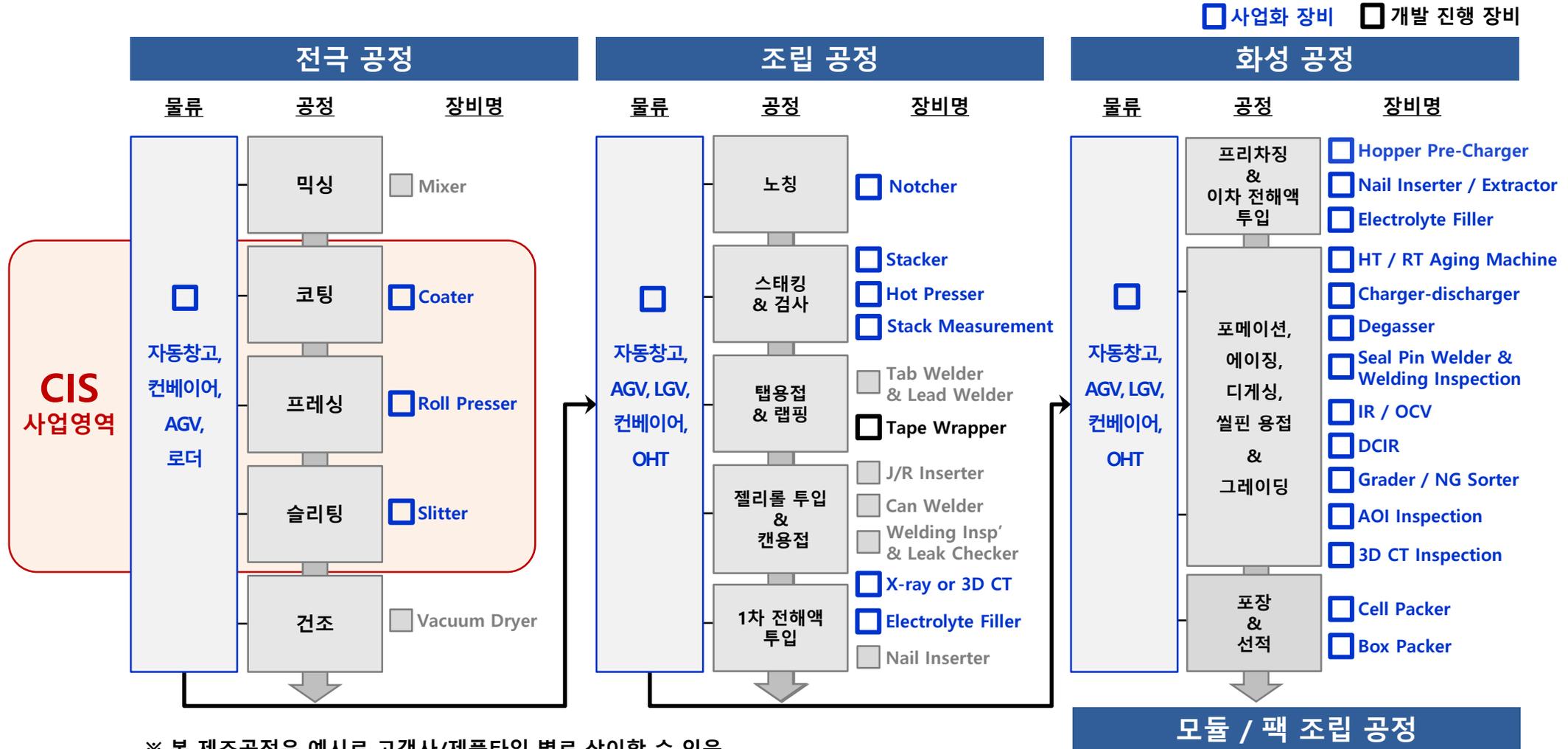
- Turnkey 공급 역량 확보
 - 물류설비 및 검사장비를 기반으로 화성공정과 조립공정 장비로 품목 커버리지 확대
 - 전극공정 장비사인 CIS 인수를 통해 Turnkey 공급역량 확보하여 사업 확대 기반 강화
- 고객선 확대 : 국내 이차전지 3사는 물론 유럽/미주 이차전지사로 고객선 확대

	~2021년	2022년	2023년~
전극공정			
조립공정			
화성공정			
검사장비			
스마트 물류설비			
고객사	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 이차전지사 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 이차전지 3사 • 유럽 이차전지사 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 이차전지 3사 • 유럽/미주 이차전지사 • 일본 이차전지사 등

사업 확대 전략

(사업부문 : 이차전지)

- 이차전지 핵심장비 내재화 지속, Turnkey 대응 역량 강화를 통한 사업 확대
 - 전체 공정의 Smart Logistics System 대응 가능
 - 조립 및化成 공정의 공정장비 및 검사장비 사업화 가속
 - CIS 인수로 전극공정 공정장비를 아우르는 제조라인 전반에 대한 Turnkey 공급 역량 확보



※ 본 제조공정은 예시로 고객사/제품타입 별로 상이할 수 있음

사업 확대 전략

(사업부문 : 반도체)

- 스마트기술 기반의 핵심 물류설비(OHT 등) Main Fab 진출을 통해 본격 성장
- 고객선 다변화를 통한 본격 성장 : 국내외 메모리/웨이퍼/비메모리 제조사

연구개발

~2021년

- Back-end 핵심설비 개발
- Smart Logistics System 개발
- 초고속/초고층/고효율 반도체 Logistics System 개발 및 사업화

2022년

- 스마트 장비 제어 기술 고도화 (Auto Teaching/AI OCS)
- 5GX 적용 OHT 평가 완료

2023년~

- 스마트 기술 적용 장비 확대
- 장비 포트폴리오 확대
- 에너지 절감 (친환경 설비 대응)

스마트 솔루션 융합

사업화

- 국내 / 해외 반도체 Back-end공정 OHT, Stocker 수주
- 대상장비 확충으로 사업 확대 (Application Tester 최초 적용 등)

- Main Fab 일부 사업화 성과 도출 (OHT, Stocker, EFEM 등)
- 웨이퍼 제조라인(해외) 수주 (OHT, Stocker, AGV)

- Main Fab 수주 가속화 추진
- 글로벌 웨이퍼 고객사 확대
- 글로벌 비메모리 고객사 확대

사업 확대 전략

(사업부문 : 유통)

- 스마트기술 기반으로 유통산업 부문의 메가물류센터 설비 투자에 적극 대응
 - 온라인 쇼핑 가속화, 빠른 배송, 소량 다빈도 주문 등의 소비자 요구 고도화
 - 물류센터 내 무인화 기술 적용 확대, 지능형 물류운영솔루션 개발/고도화를 통한 사업 확대

유통 트렌드에 따른 물류센터 변화

구매 채널 변화	<ul style="list-style-type: none"> • 온라인 Shift 가속화 • 비대면 앱주문 확대
소비자 요구 고도화	<ul style="list-style-type: none"> • 빠른 배송, 적시 배송, 정기 배송 • 식자재 등 다양한 상품 수요 증대 • 소량 다빈도 주문
<p>가격경쟁력, 신속 배송, 고객 요구 적기 대응 등이 핵심 경쟁력으로 부각</p>	

SFA 사업확대 전략



WCS: Warehouse Control System
 WES: Warehouse Execution System
 WMS: Warehouse Management System

SFA New Vision

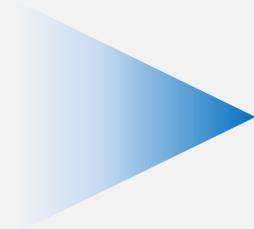
성장전략

경영실적

수 주 (별도 기준)

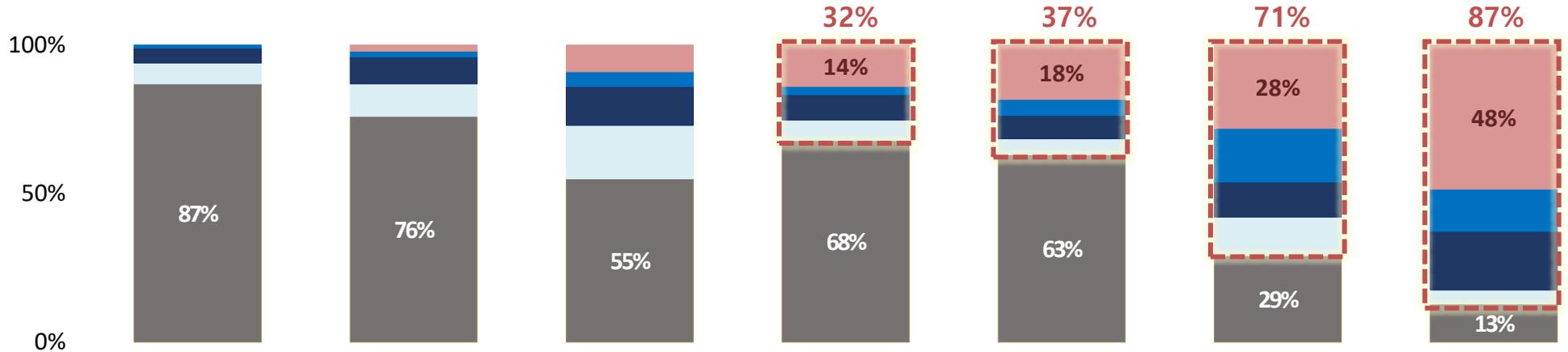
• 비디스플레이 수주 대폭적/지속적 증가

- 비디스플레이 비중 : 2016Y 13% → 2022Y 87%
- 비디스플레이 금액 : 2016Y 1,893억 → 2022Y 9,772억 (CAGR 31.46%)
- ※ 이차전지 금액 : 2016Y 7억 → 2022Y 5,429억 (CAGR 203.11%)



성공적인
사업 전환으로
성장 추세 실현

사업부문별 신규수주 비중 및 금액 추이



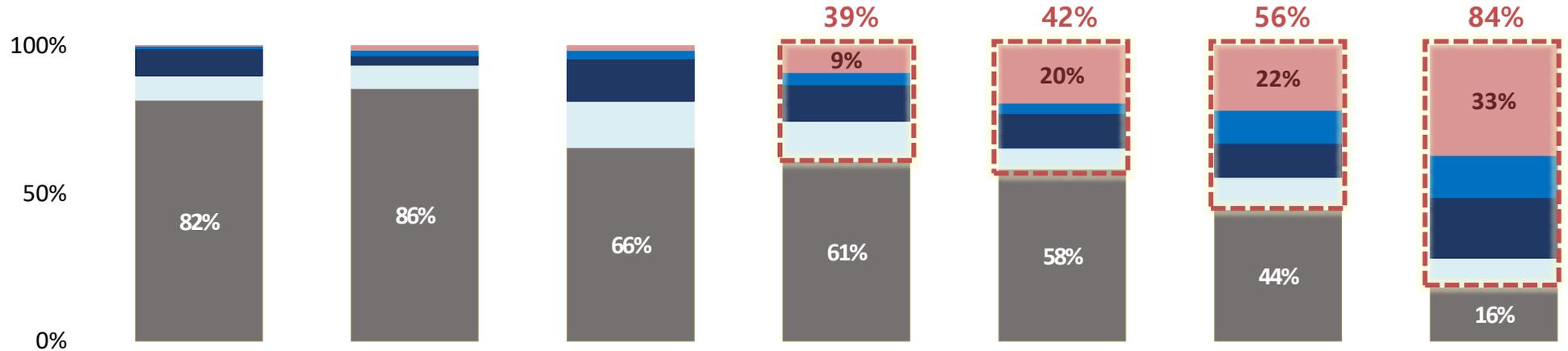
구 분 (단위: 억원)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
전 사	14,181	13,137	8,212	11,229	9,095	8,041	11,207
■ 디스플레이	12,288	9,950	4,498	7,618	5,743	2,338	1,435
■ 비디스플레이	1,893	3,187	3,714	3,611	3,352	5,703	9,772
■ 이차전지	7	253	758	1,560	1,664	2,254	5,429
■ 유통/기타제조	689	1,159	1,036	950	718	941	2,210
■ 반도체	178	267	427	319	485	1,458	1,602
■ 글라스	1,019	1,508	1,493	782	485	1,050	531

※ 중국자회사 분할 수주 포함 기준

매출 (별도 기준)

- 비디스플레이 확대 중심의 수주 변화에 따라 매출도 비디스플레이 비중/금액 확대
 - 최고점(2017Y 1조 3,139억) 이후 2021Y까지 우하향 추세 지속되었으나, 2022Y 8,508억으로 전년 대비 9% 성장 → 우상향으로 추세 전환 실현

사업부문별 매출 비중 및 금액 추이



구분 (단위: 억원)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
전사	8,500	13,139	9,444	8,608	8,354	7,838	8,508
■ 디스플레이	6,930	11,236	6,192	5,233	4,866	3,484	2,308
■ 비디스플레이	1,570	1,903	3,252	3,375	3,488	4,354	6,200
■ 이차전지	7	199	152	781	1,631	1,717	2,816
■ 유통/기타제조	772	398	1,354	1,050	977	897	1,552
■ 반도체	90	262	271	366	285	878	1,084
■ 글라스	701	1,044	1,475	1,178	595	862	748

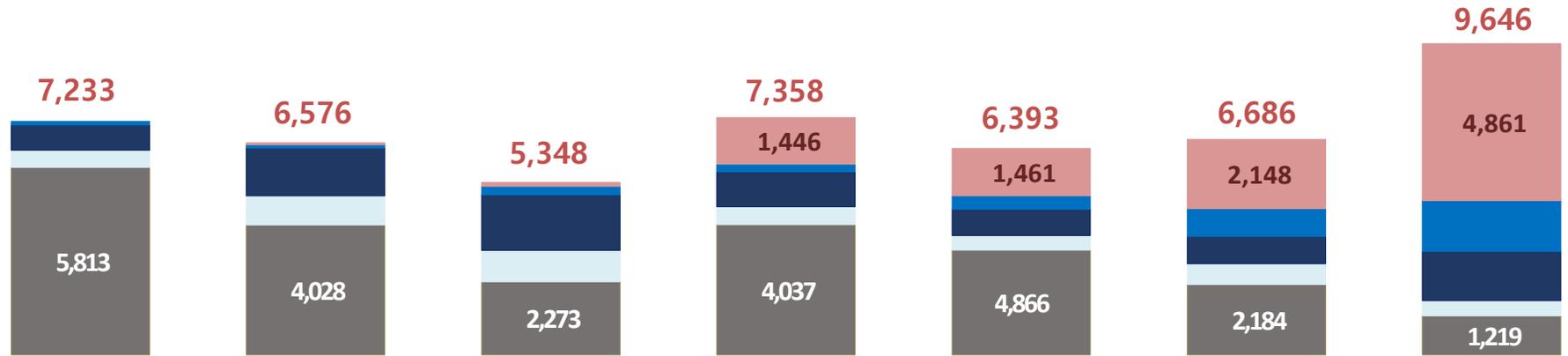
수주잔고 (별도 기준)

- 수주잔고 지속적 증가

- 최저점(2018년말 5,348억) 이후 지속적인 수주 증가로 우상향 추세 실현 → 2022년말 9,646억

사업부문별 수주잔고 금액 추이

(단위: 억원)



구분 (단위: 억원)	2016년말	2017년말	2018년말	2019년말	2020년말	2021년말	2022년말
전사	7,233	6,576	5,348	7,358	6,393	6,686	9,646
■ 디스플레이	5,813	4,028	2,273	4,037	3,250	2,184	1,219
■ 비디스플레이	1,420	2,548	3,075	3,321	3,143	4,502	8,427
■ 이차전지	-	54	119	1,446	1,461	2,148	4,861
■ 유통/기타제조	773	1,475	1,718	1,083	812	841	1,526
■ 반도체	111	111	272	232	419	866	1,579
■ 글라스	536	908	966	560	451	648	461

'23년 상반기 (별도 기준)

- 전년동기 대비 수주/매출 실적 개선 및 수주잔고 지속 증가
 - 수주(8,926억 ; YoY +45%), 매출(4,696억 ; YoY +19%), 수주잔고(1조 2,695억 ; 22Y말 대비 +32%)
 - 품목/고객사 다변화를 기반으로 이차전지 실적 크게 확대
 - 국내외 디스플레이 고객사로부터 대규모 수주 실적 확보

'23년 상반기 경영실적

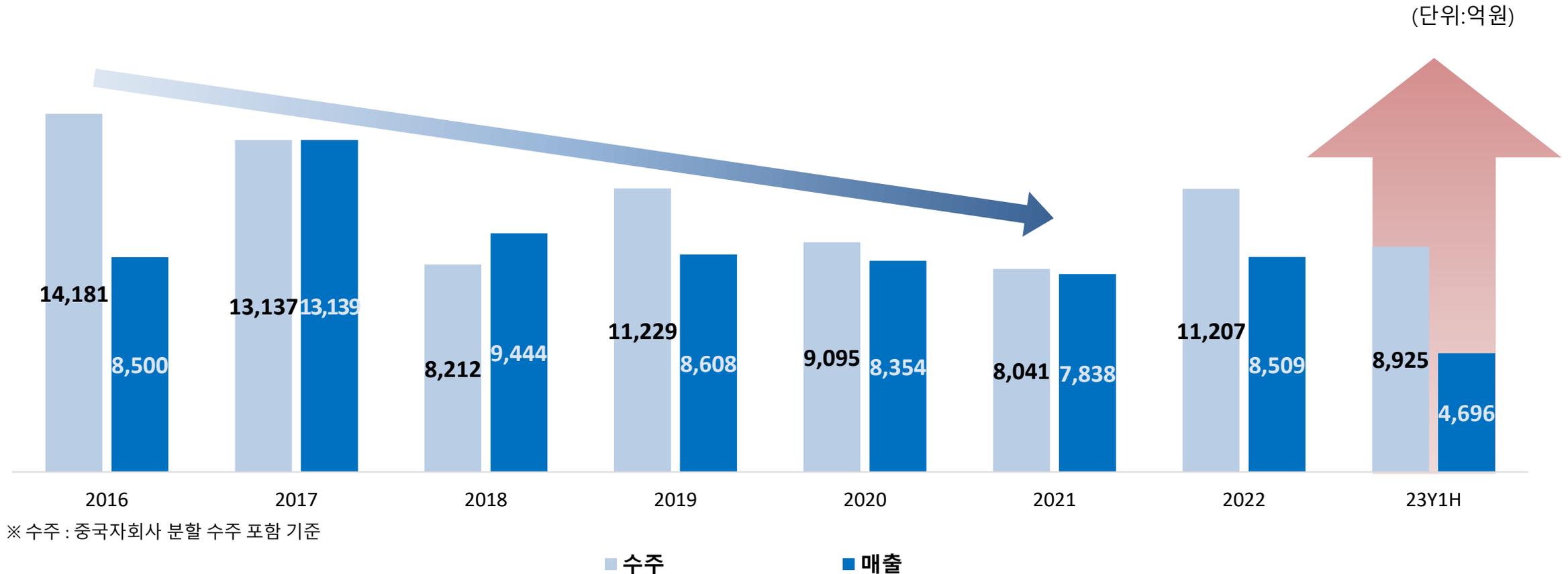
(단위:억원)

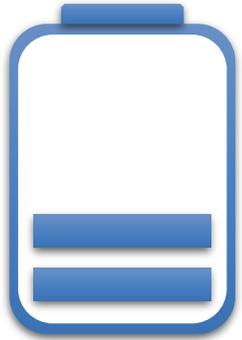
구분	수주			매출			수주잔고		
	23Y1H	YoY	22Y1H	23Y1H	YoY	22Y1H	23Y1H	YoY	22Y말
전사	8,926	+45%	6,142	4,696	+19%	3,956	12,695	+32%	9,646
디스플레이	3,710	+188%	1,288	710	-49%	1,388	3,500	+187%	1,219
비디스플레이	5,216	+7%	4,854	3,986	+55%	2,568	9,194	+9%	8,427
이차전지	3,825	+46%	2,611	2,788	+100%	1,396	6,018	+24%	4,861
유통/기타제조	539	-61%	1,371	476	-4%	498	1,093	-28%	1,526
반도체	769	+65%	465	473	+62%	292	1,778	+13%	1,579
글라스	83	-80%	407	249	-35%	383	305	-34%	461

실적추이 (별도 기준)

- 성공적인 사업구조 전환을 바탕으로 본격적인 성장 실현 중
 - 사업구조가 비디스플레이 중심으로 전환된 2021년 이후부터 수주/매출 지속 상승 추세 실현
 - 스마트기술 기반의 차별적 사업경쟁력을 통한 중장기 성장 기대 가능

수주 및 매출 실적 추이





글로벌 배터리 시장전망과 핵심 이슈

SNE리서치 서정규 상무



Think Energy and Environment

글로벌 배터리 시장전망과 핵심 이슈

SFA Day 2023

Sep, 2023

Provide In-depth global market research & consulting service

Publish the report for market forecast and technical reports of Battery, Electric vehicle, ESS



Battery



Battery Materials



Electric Vehicles



ESS

“Best Suits Your Needs”

01

In-Depth Market Report

- 200+ reports; *market-oriented* or *technology-oriented*
- Subject range: material ~ application (Cathode, Precursor, Battery Cell, Module, Pack, IT products, ESS, xEV)

02

Customized In-Depth Survey

- 150+ surveys from feasibility to benchmark; market to cost; battery materials, parts, products, equipment, supply chain management, manufacturing cost, sales / marketing strategy

03

World Key Players’ Presentations

- Data-rich and insight-packed presentations hand-picked from conferences at home and abroad; KABC, BATTERY JAPAN, CNIBF, NGBS, etc.

04

Close Relationship with Industry Key Players

- Automotive Companies, Battery Companies, Materials Companies, Industry Experts, Association and research institutes

300+

GLOBAL CUSTOMERS



450+

SPECIAL REPORTS



45,000+

SUBSCRIBERS



300+

IN-DEPTH CONSULTING



Since 2008, SNE Research offered research and consulting service to key players in battery and electric vehicle industry. Based on more than 10 years of experiences, SNE Research has drawn more than 45,000 subscribers and 300 global clients with 450 special reports published and 300 in-depth consulting service provided.

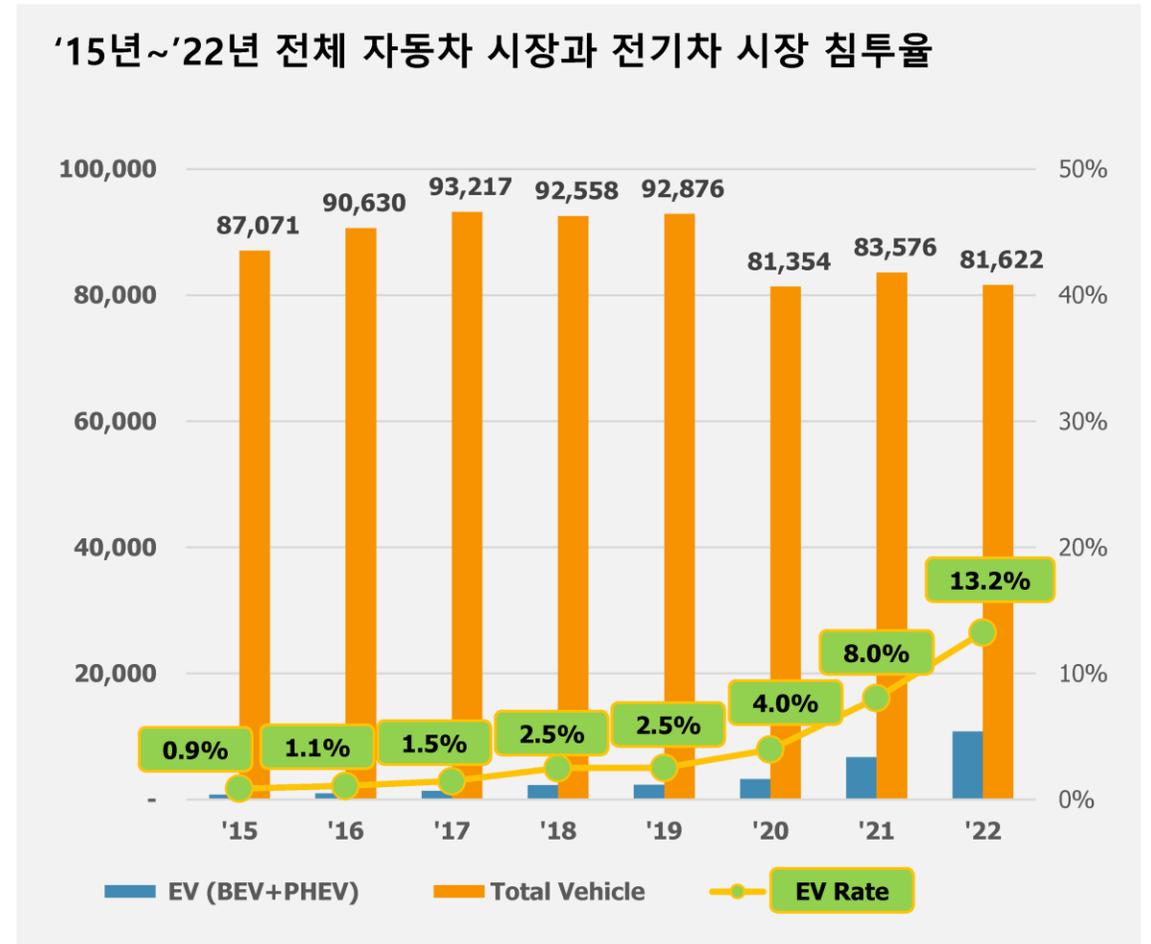
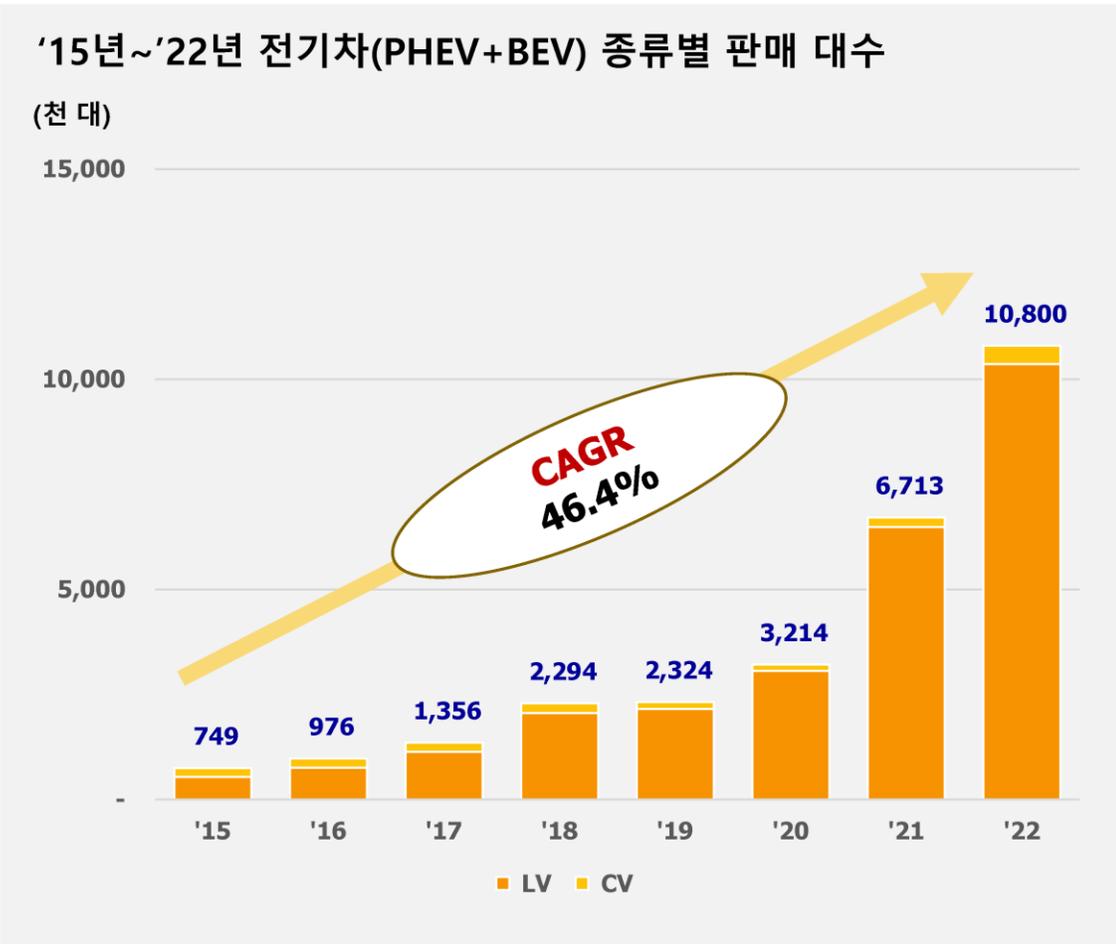


- 1 전기차용 이차전지 시장 규모
- 2 전기차용 이차전지 시장 단기 전망(~'25년)
- 3 전기차용 이차전지 시장 중장기 전망(~'35년)
- 4 차세대 이차전지 기술 이슈
- 5 이차전지 핵심 소재 시장 전망
- 6 이차전지 장비 시장 전망
- 7 이차전지 업계 핵심 이슈 분석

- 1 전기차용 이차전지 시장 규모**
- 2 전기차용 이차전지 시장 단기 전망(~'25년)
- 3 전기차용 이차전지 시장 중장기 전망(~'35년)
- 4 차세대 이차전지 기술 이슈
- 5 이차전지 핵심 소재 시장 전망
- 6 이차전지 장비 시장 전망
- 7 이차전지 업계 핵심 이슈 분석

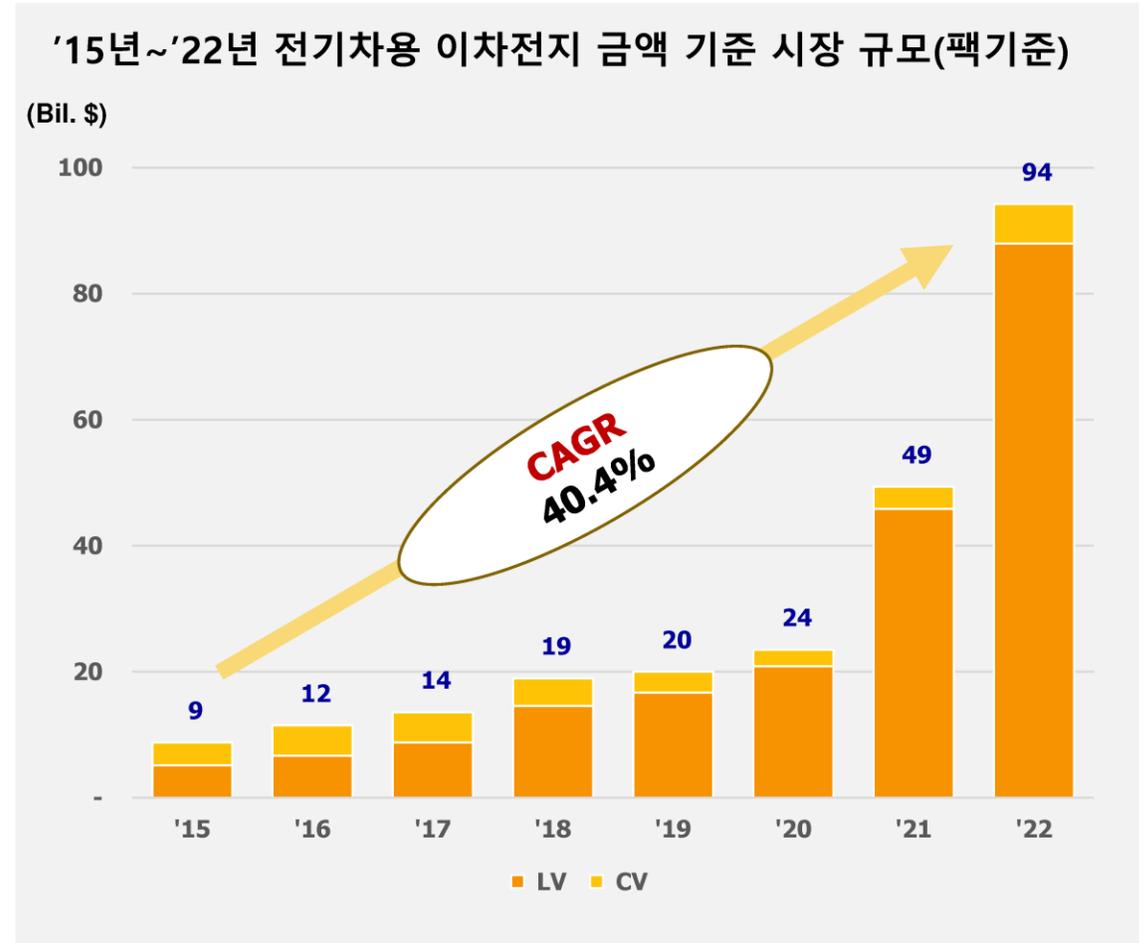
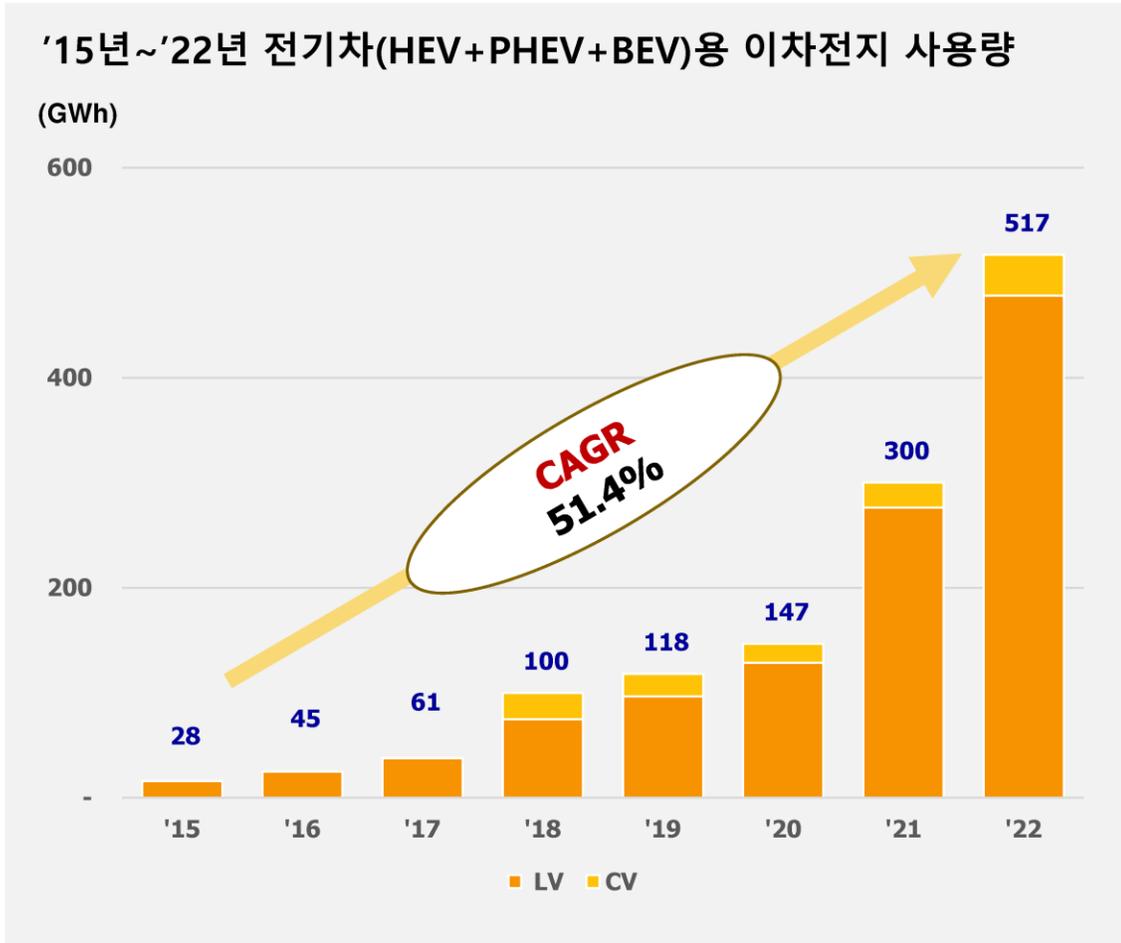
'15년부터 '17년까지 1% 내외를 차지하던 전기차 침투율은 '22년 13%를 기록

- '15년 전기차 판매량은 약 75만대, 침투율은 0.9%, '22년 천만대로 13%
- '20년 이후 전기차로의 시장 전환 가속화



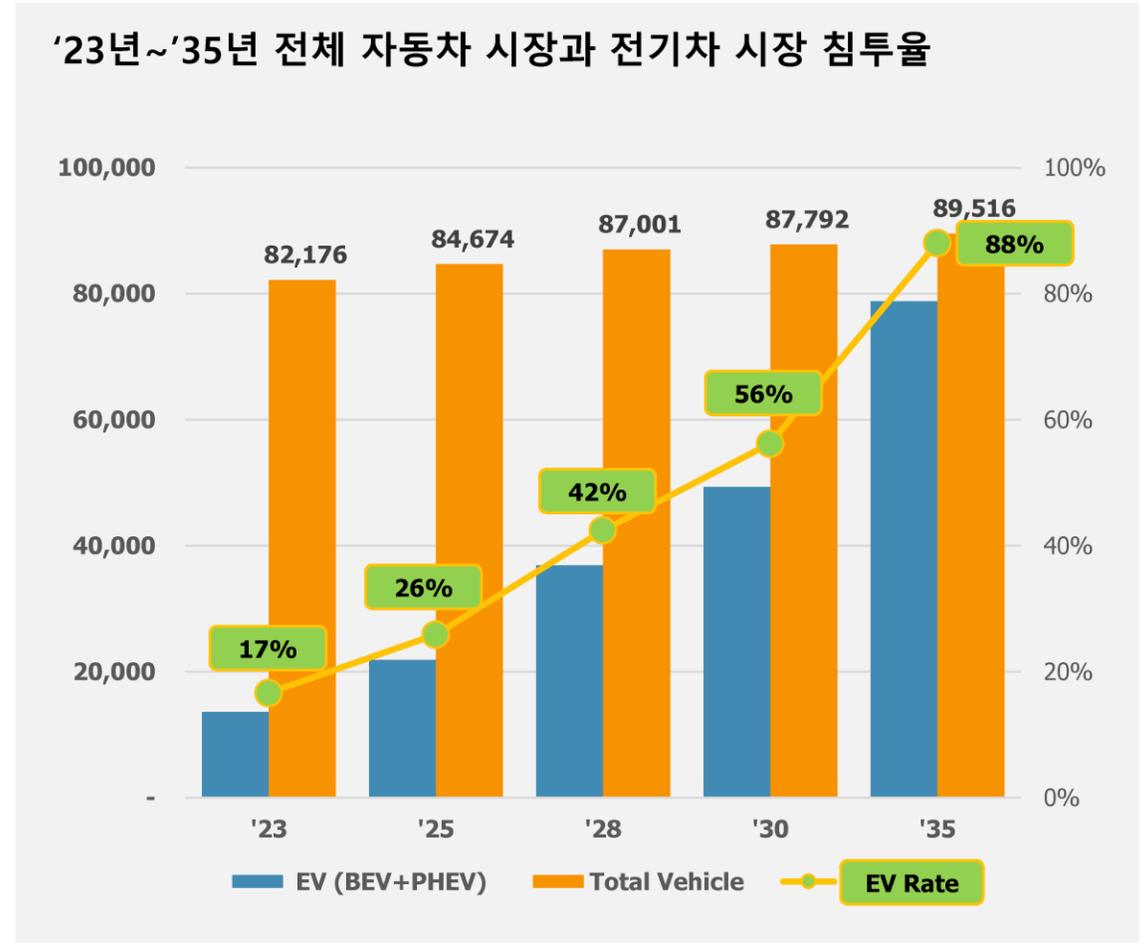
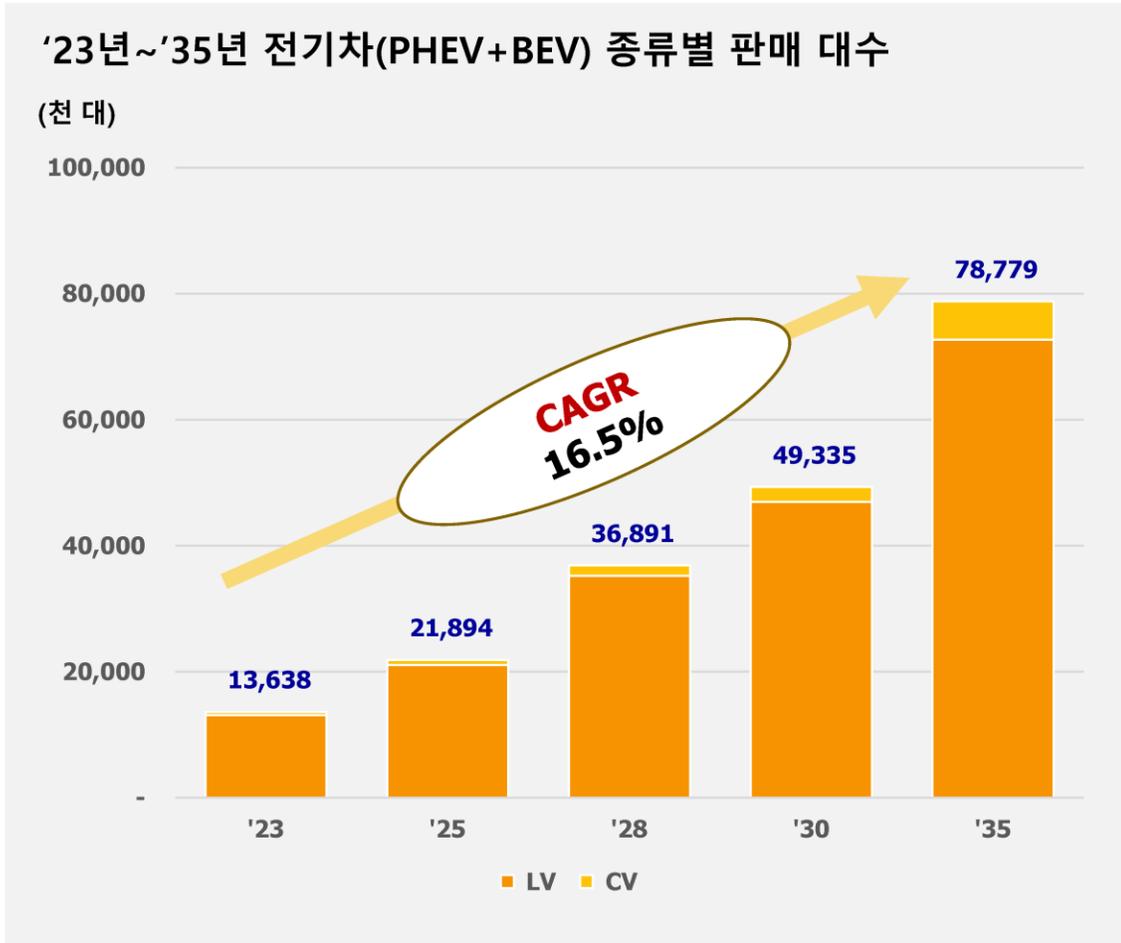
'15년 28GWh였던 전기차용 이차전지 수요는 '22년 517GWh로 18배 성장

- 이차전지 시장 규모는 팩기준 94Bil.으로 '15년 대비 10배 성장



'35년 전기차 판매 대수는 약 8천만대, 침투율 약 90%

- '25년 Global 전기차 침투율은 26%, 보조금 없이도 상용화 단계에 진입

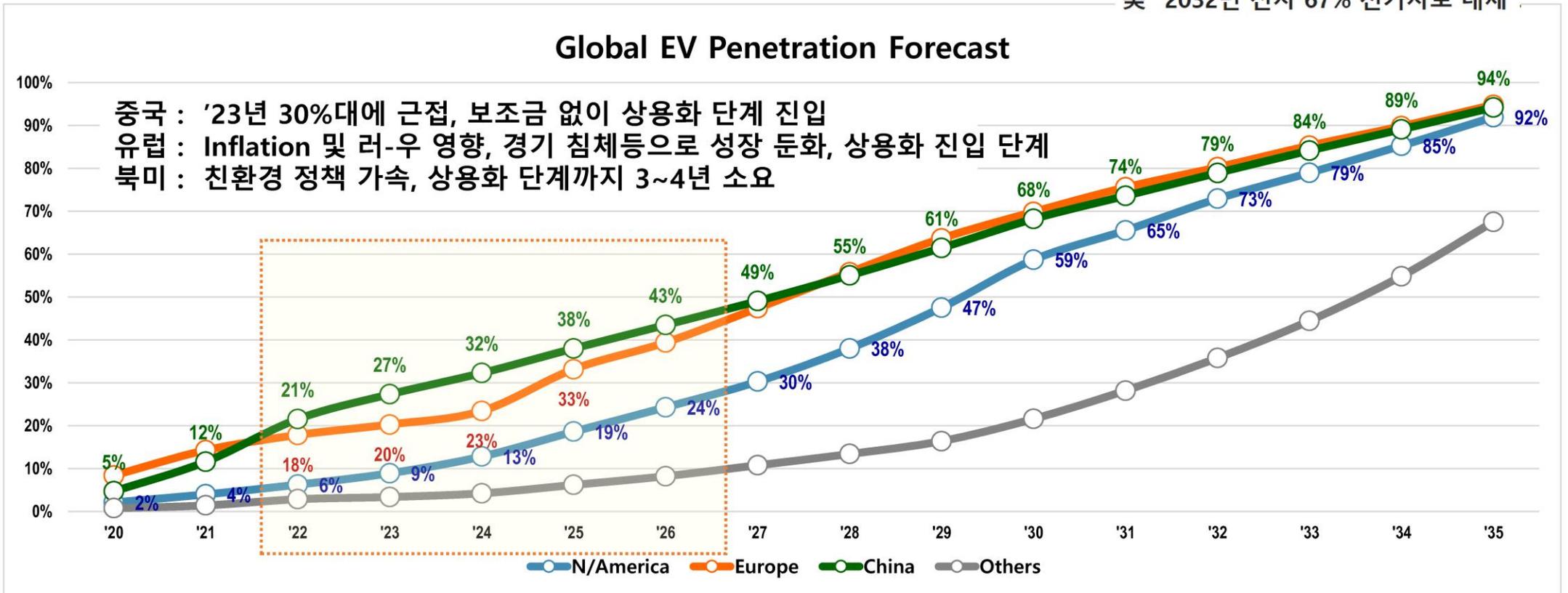


[참고] 지역별 전동화 비율 전망

- 중국/유럽/북미 3대 시장은 '29년부터 전기차로의 전환이 60%이상, '35년에는 90%이상 전망
- 기타지역은 '30년 21%, '35년에 68% 로 전기차로의 전환 속도가 늦음

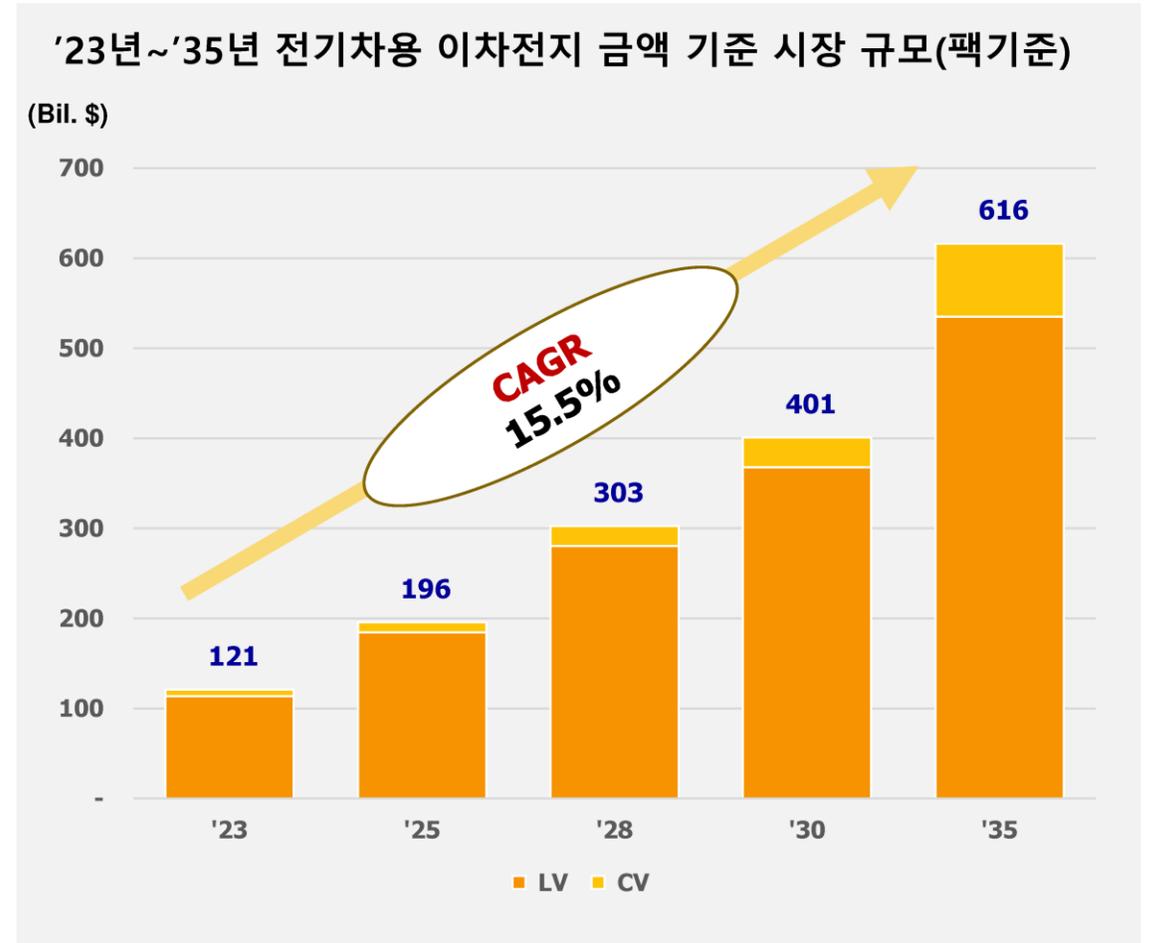
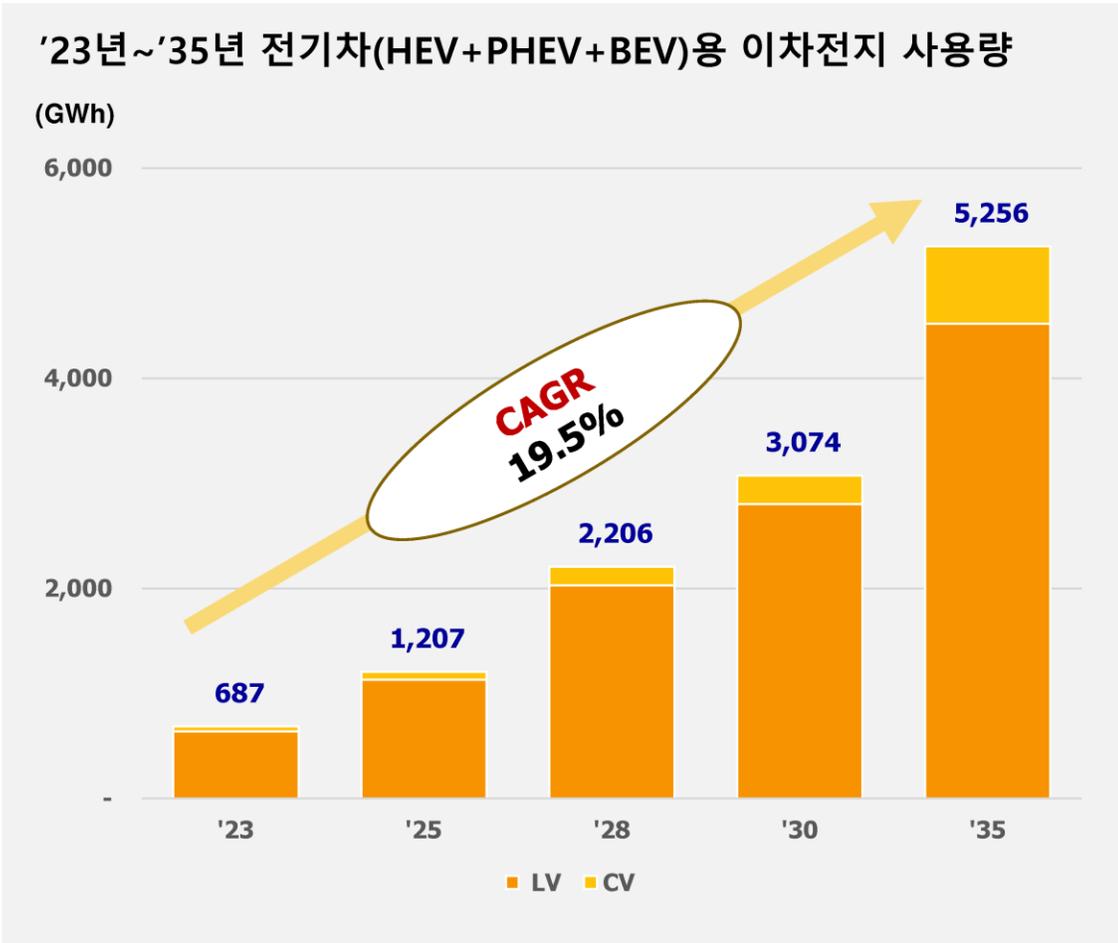


美 "2032년 신차 67% 전기차로 대체"



전기차용 이차전지 수요는 '35년 5.3TWh까지 성장

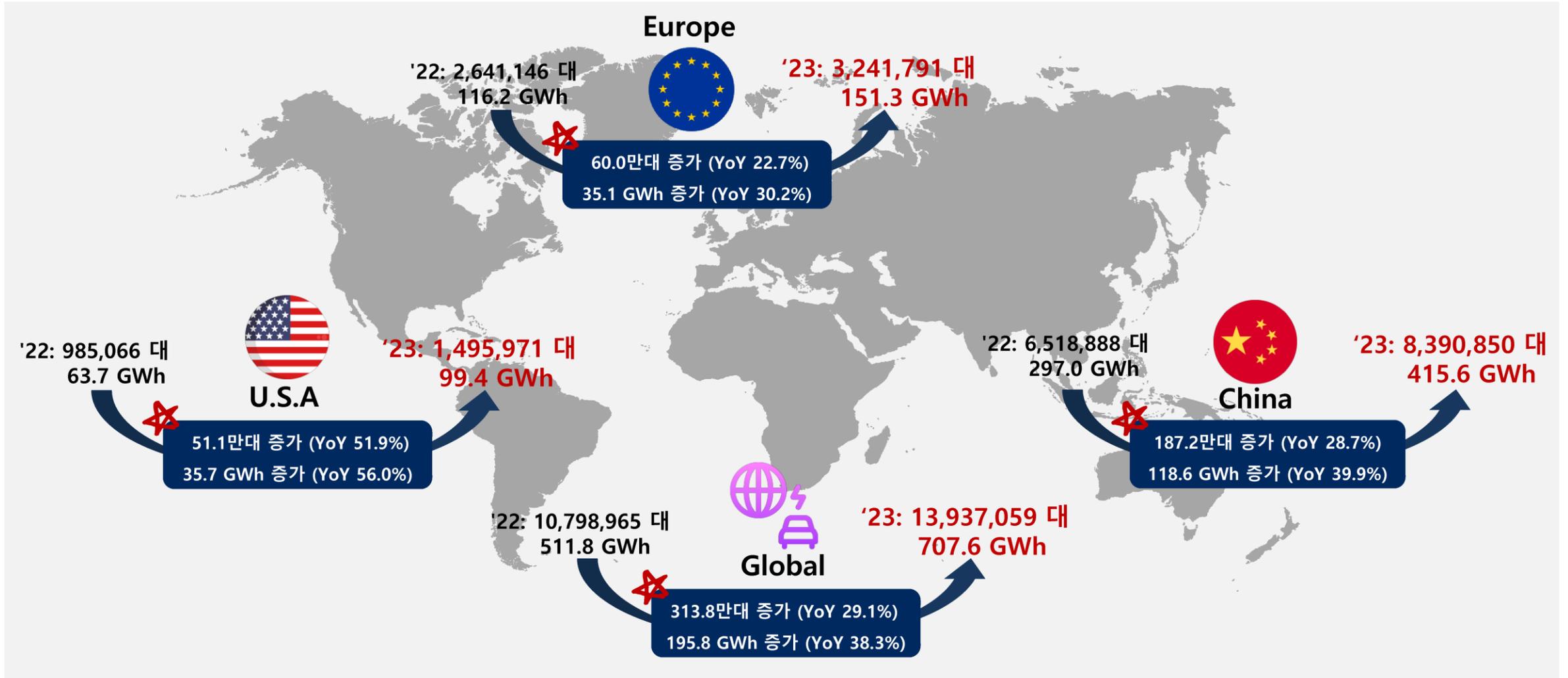
- '23년 전기차용 이차전지 수요는 687GWh규모, '35년까지 연평균 20% 성장하며 '35년 5TWh 이상 전망
- 팩기준 이차전지 시장 규모도 '35년 616Bil에 달할 것으로 전망





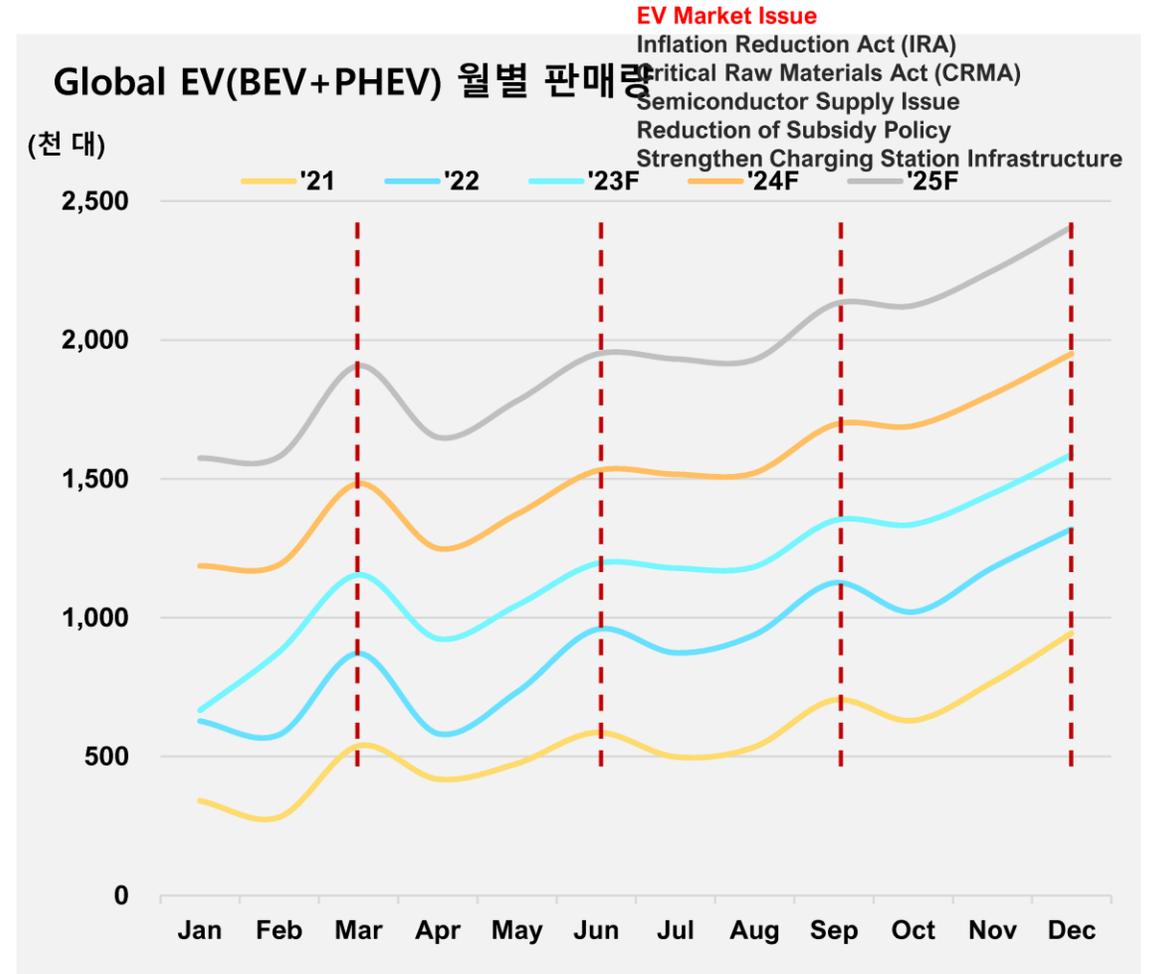
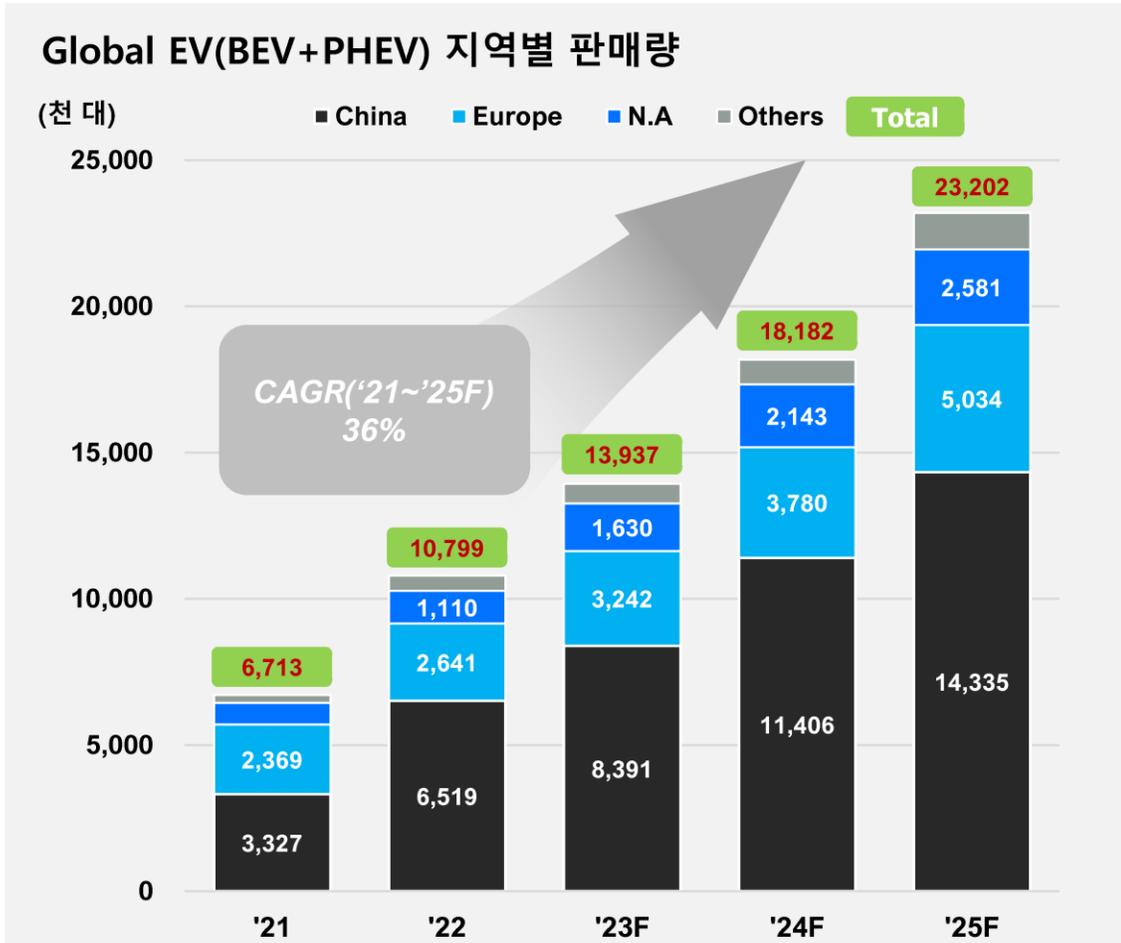
- 1 전기차용 이차전지 시장 규모
- 2 전기차용 이차전지 시장 단기 전망(~'25년)**
- 3 전기차용 이차전지 시장 중장기 전망(~'35년)
- 4 차세대 이차전지 기술 이슈
- 5 이차전지 핵심 소재 시장 전망
- 6 이차전지 장비 시장 전망
- 7 이차전지 업계 핵심 이슈 분석

xEV(BEV+PHEV) 판매량 및 배터리 사용량 변화



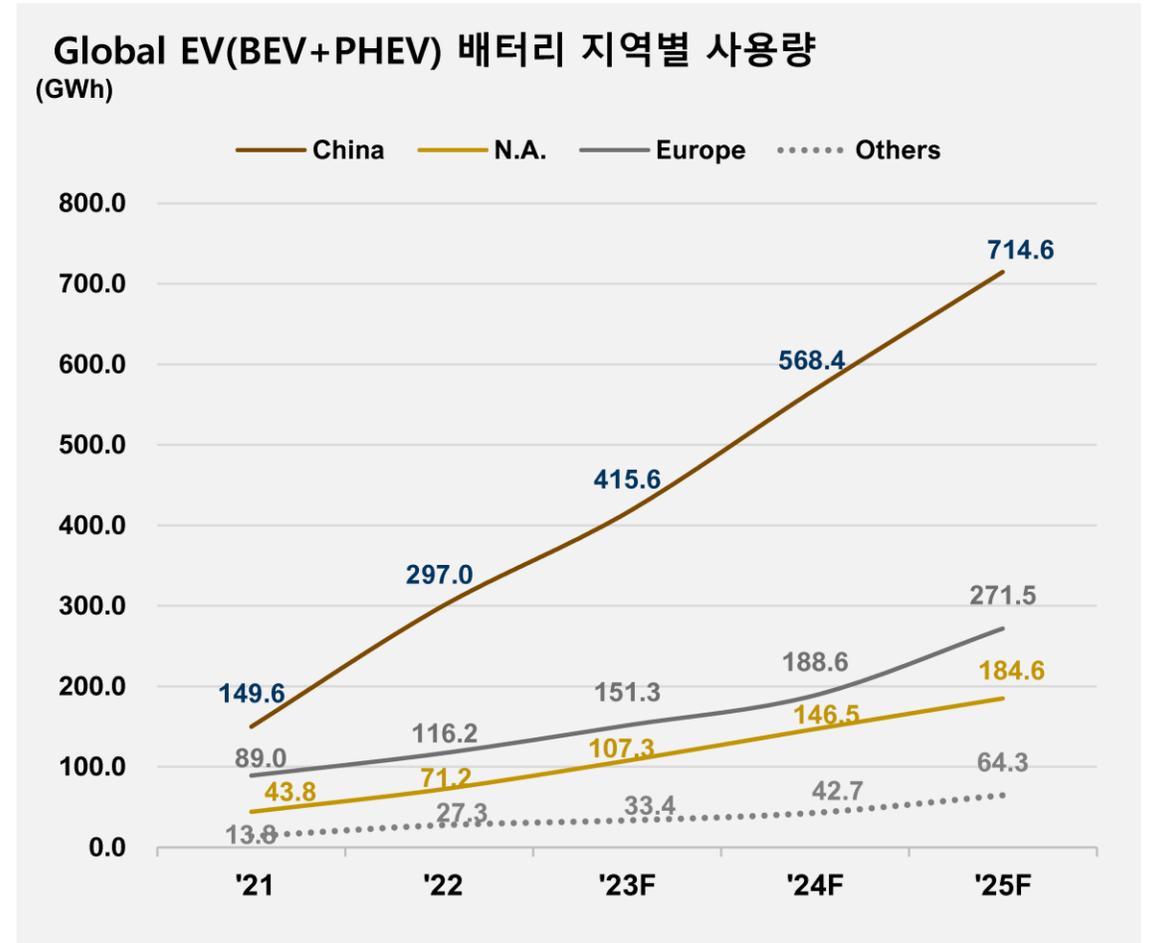
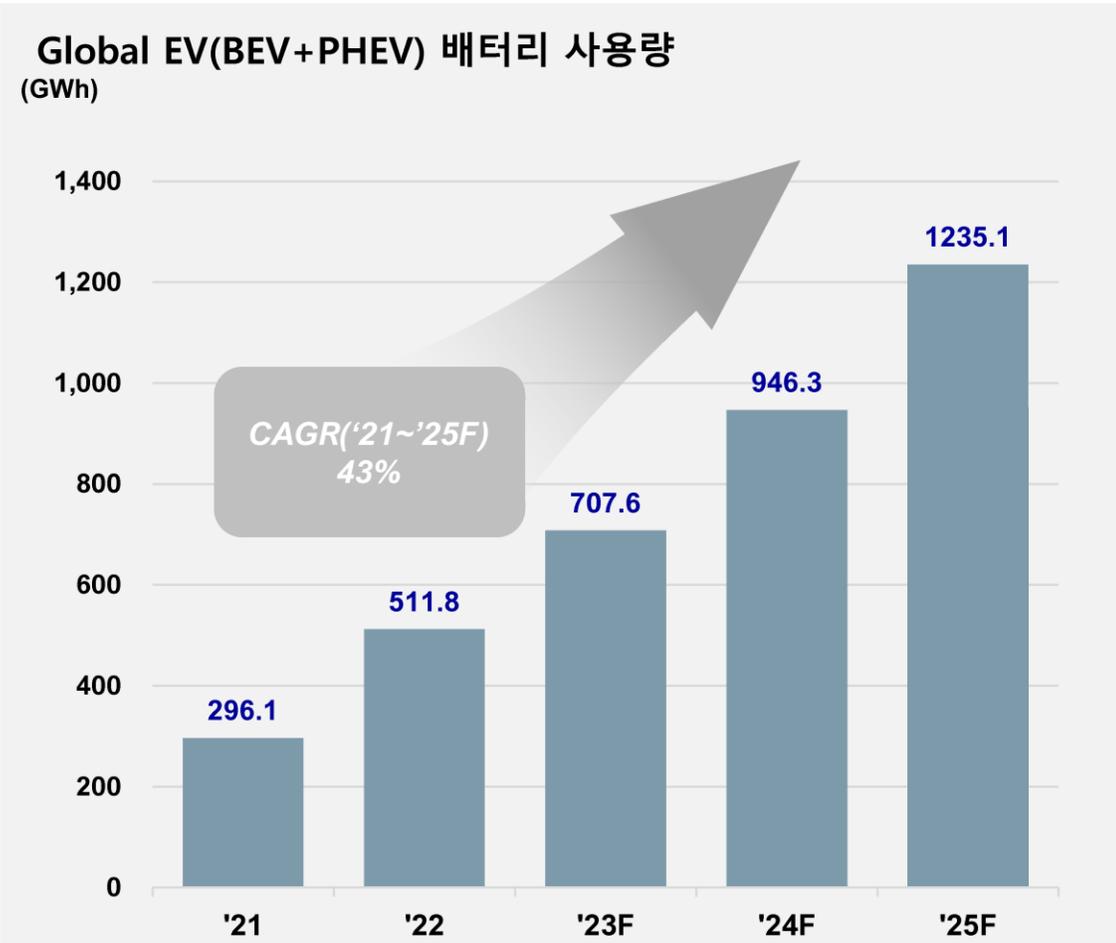
전기차 시장의 지속적 성장

- '21년부터 '25년 까지 연평균 36%의 성장률을 기록할 것으로 전망됨
- '22년 전기차 판매량은 약 1,080만대로 전년 동기 대비 약 61% 증가, '25년 전기차 판매량은 2,000만대를 초과할 것으로 전망됨



전기차 배터리 수요 급부상

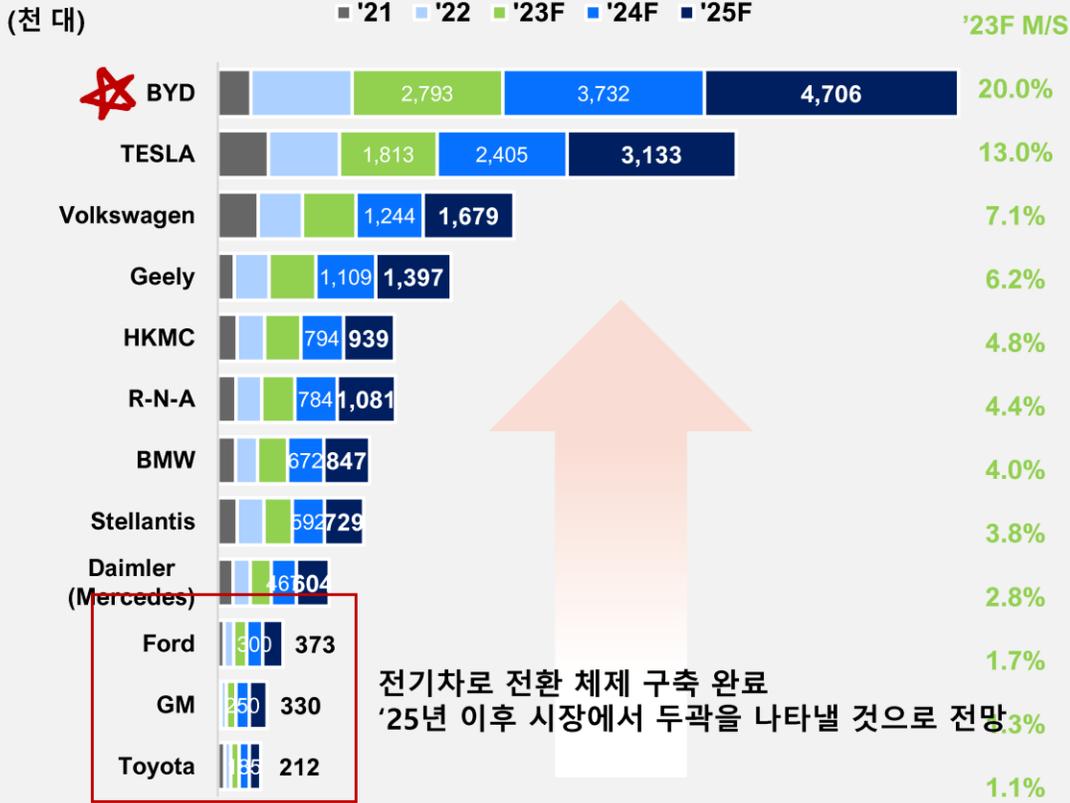
- '21년부터 '25년 까지 연평균 43%의 성장률을 기록할 것으로 전망되며, '25년 전기차 배터리 사용량은 1,000GWh를 초과할 것으로 전망됨
- 지역별로 중국이 '22년 73% 성장으로 전세계 약 58%를 차지했으며, 향후에도 가장 큰 수요를 보일 것으로 보임



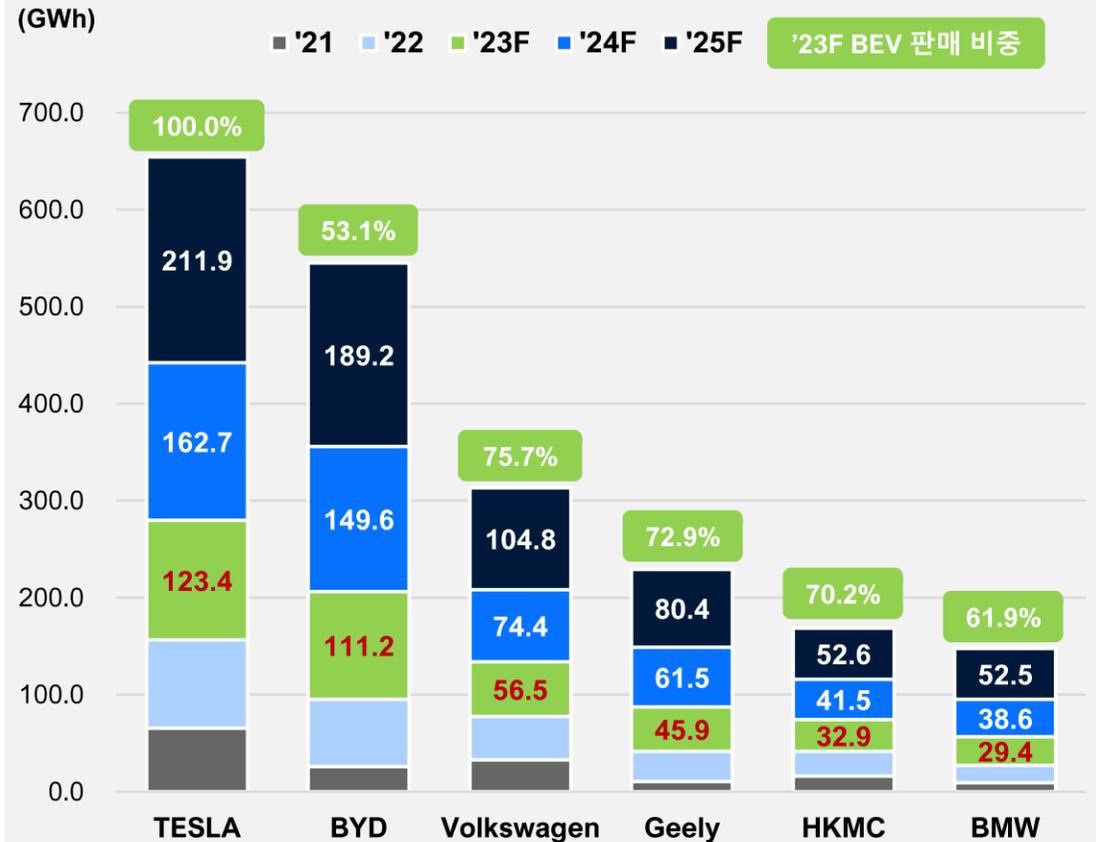
글로벌 전기차 시장 TESLA, BYD 양강 구도

- '22년 BYD가 TESLA보다 많은 판매량을 기록했지만(BEV+PHEV 대수), BEV 비중이 높은 TESLA가 배터리 적재량에서 여전히 우위를 나타냈음
- BYD는 중국 내수 시장을 넘어 유럽/동남아 등으로 확장하면서 글로벌 전기차 판매량 선두자리를 굳힐 것으로 전망

Top 12 OEM global EV (BEV+PHEV) 판매량

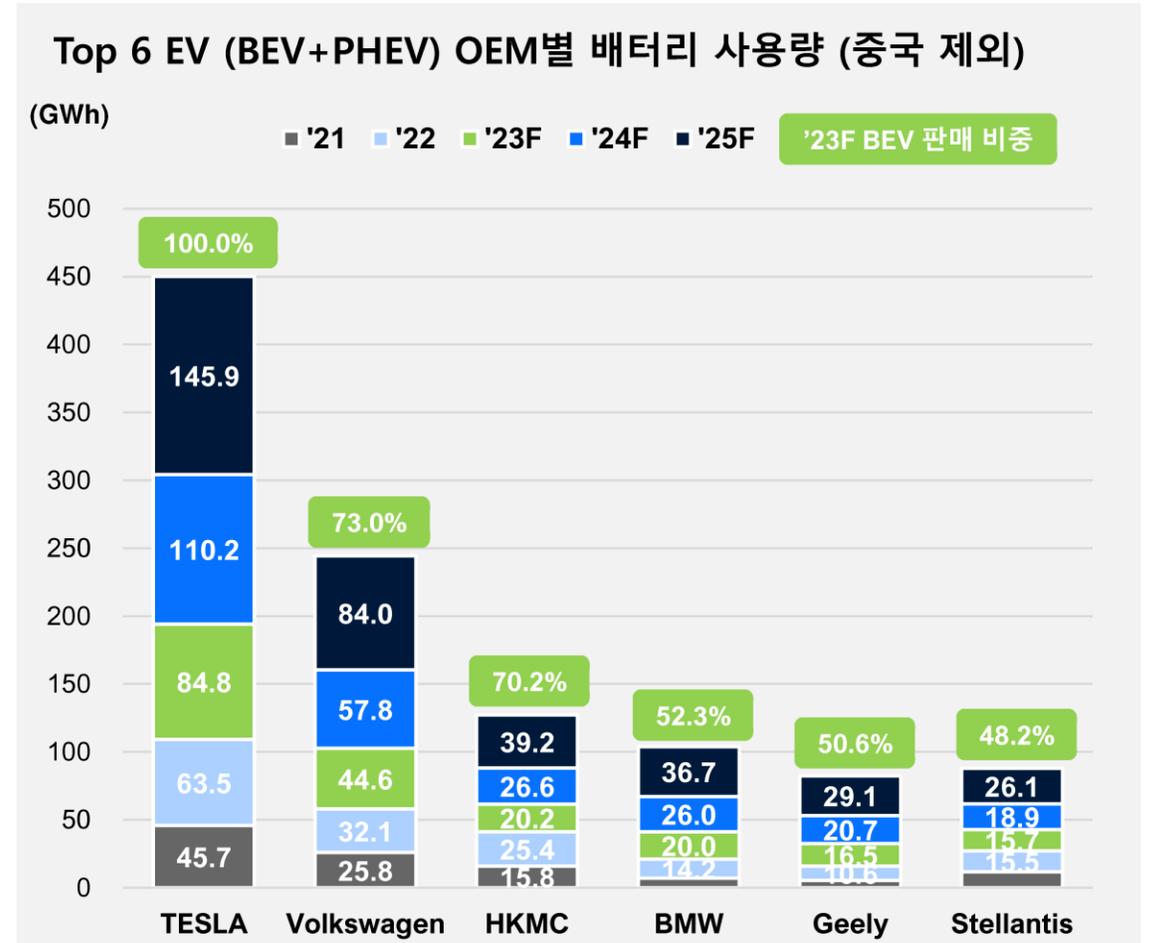
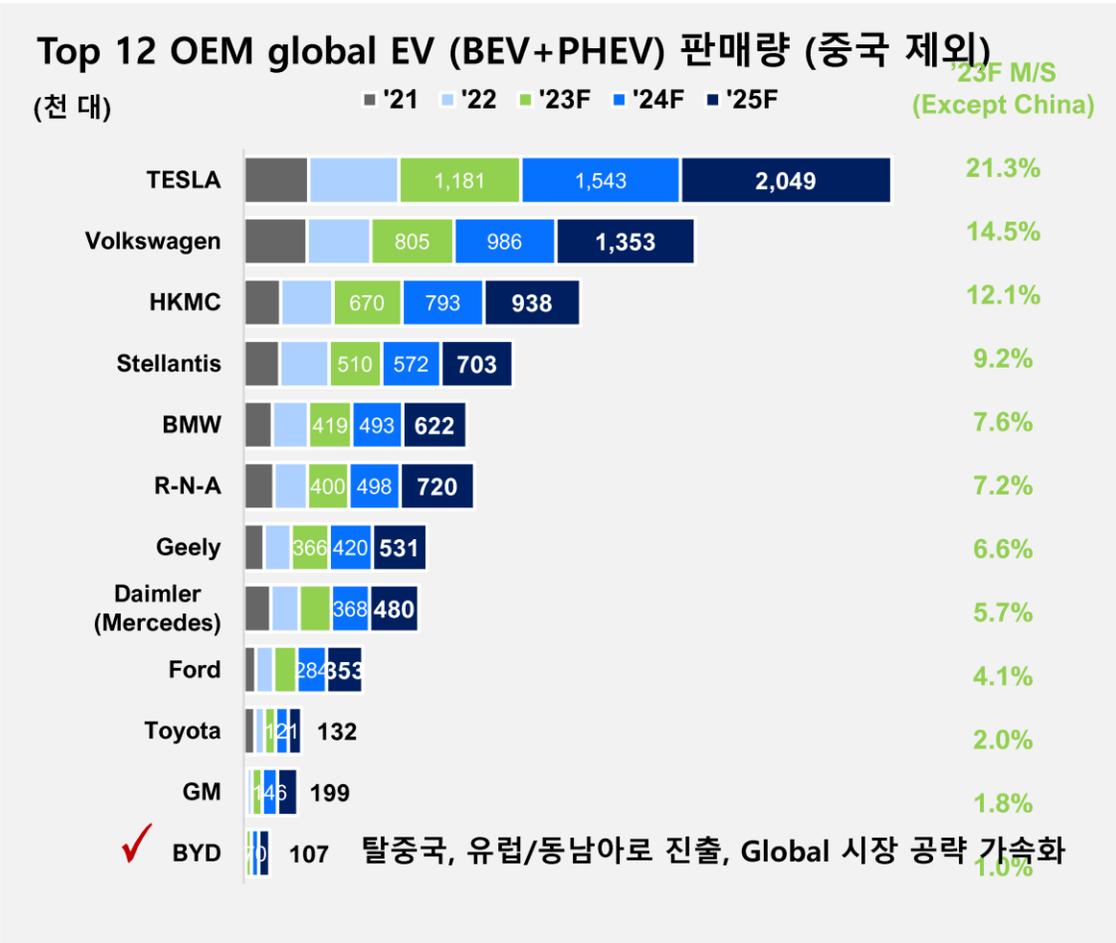


Top 6 EV (BEV+PHEV) OEM별 배터리 사용량



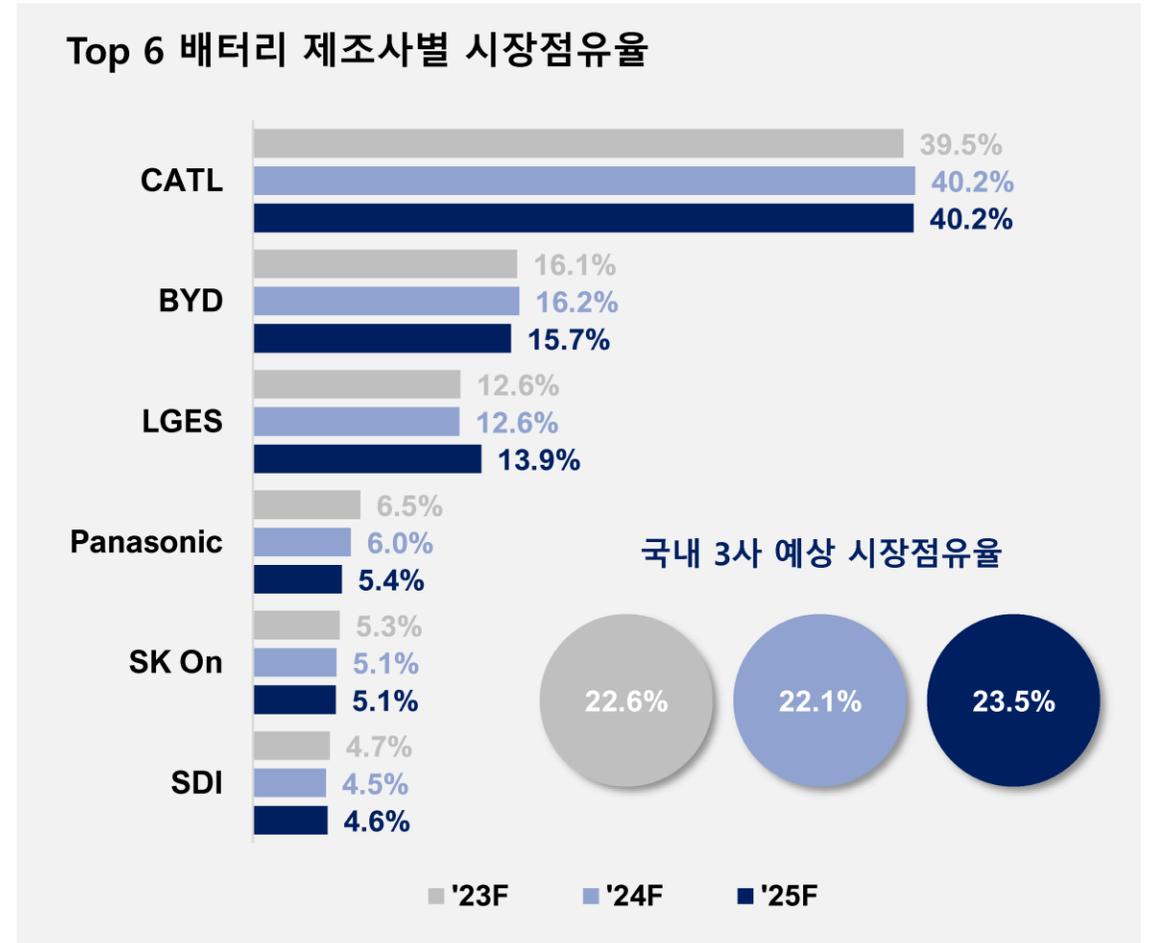
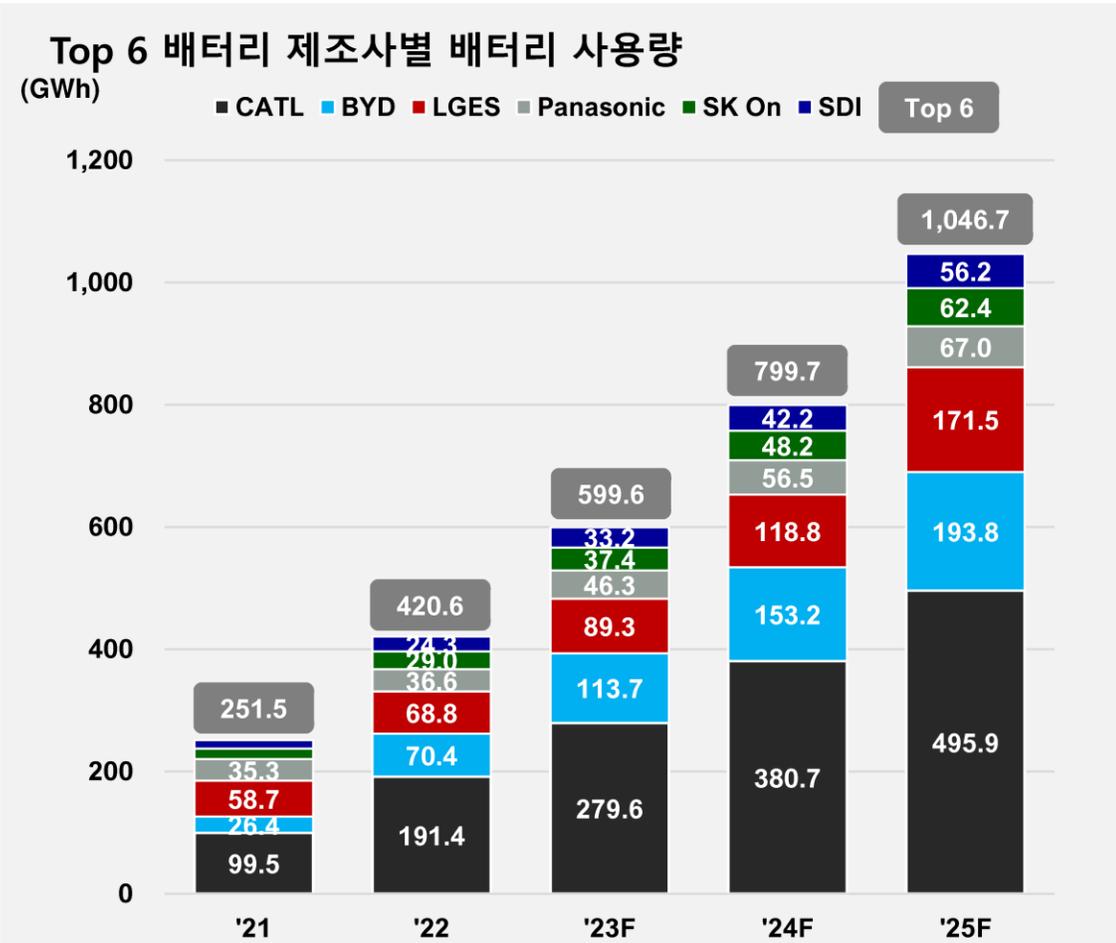
비중국 시장 TESLA, VW 강세 지속

- 비중국시장에서는 테슬라가 압도적인 판매량을 보이며 차량 라인업 모두 100% BEV로 차량 판매량 순위와 배터리 적재량 순위가 비례함
- HKMC는 '23년 시장점유율 3위를 달성할 것으로 전망됨



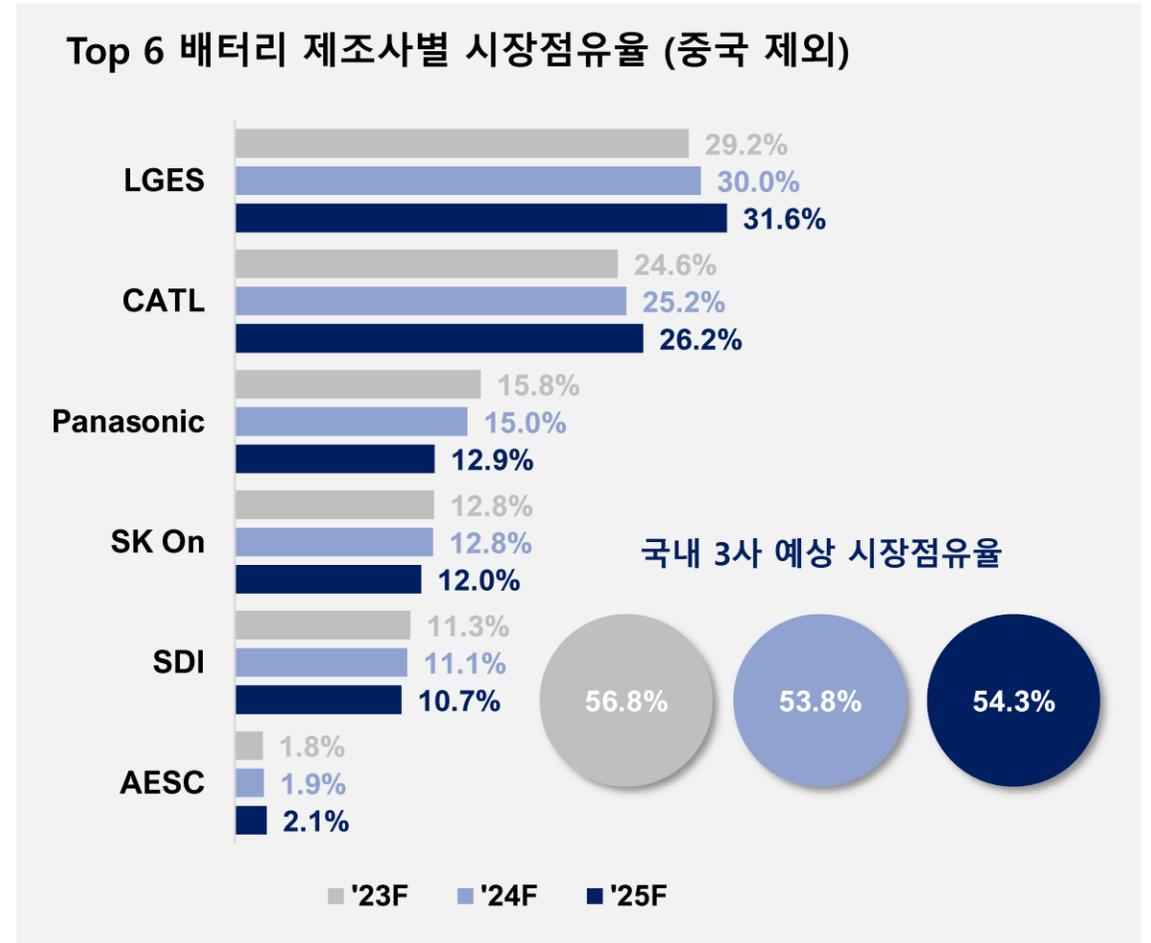
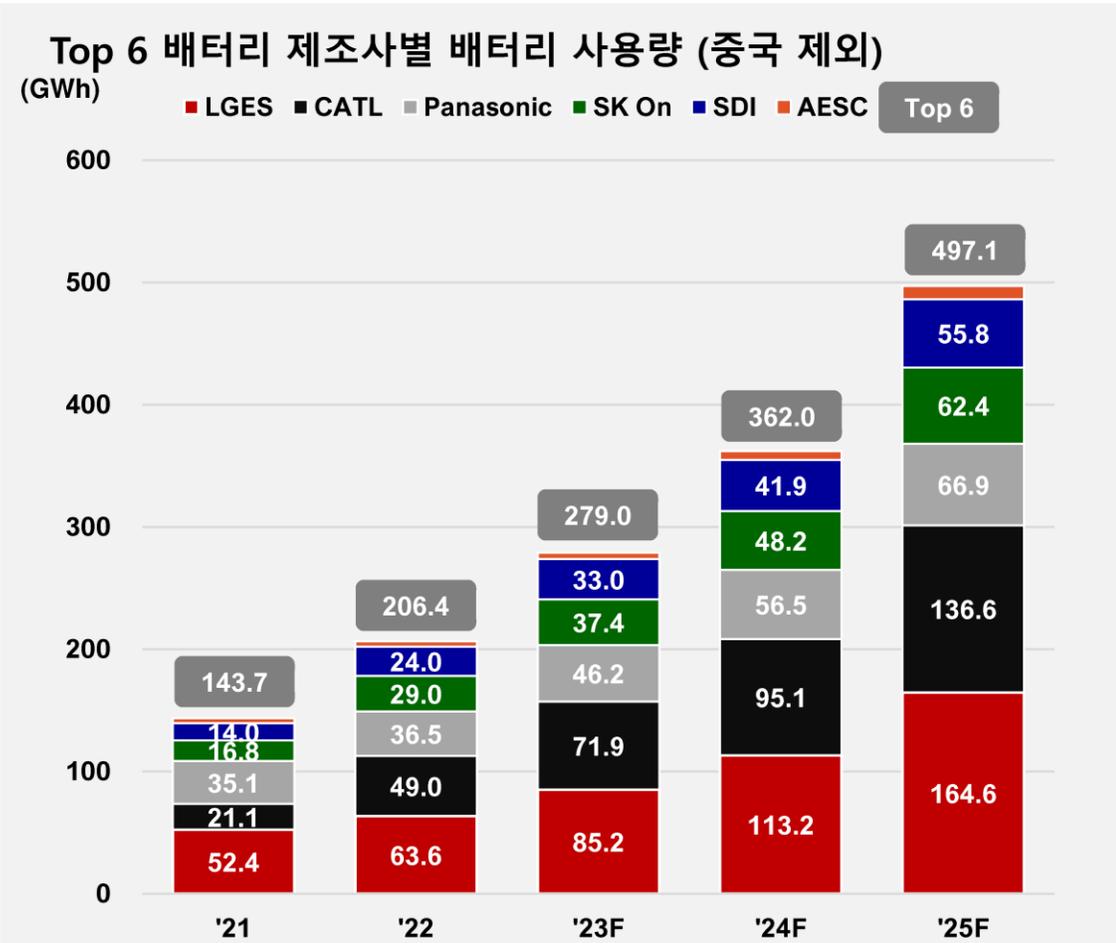
글로벌 Top 6 배터리 제조사 시장점유율 80% ↑

- '22년 CATL 사가 37.4%의 시장점유율로 1위 자리를 지켰고, 그 뒤로 LGES과 BYD가 2위를 다툼
- '21년부터 '25년까지 Top 6 배터리 제조사의 시장점유율은 80% 이상을 기록할 것으로 보임



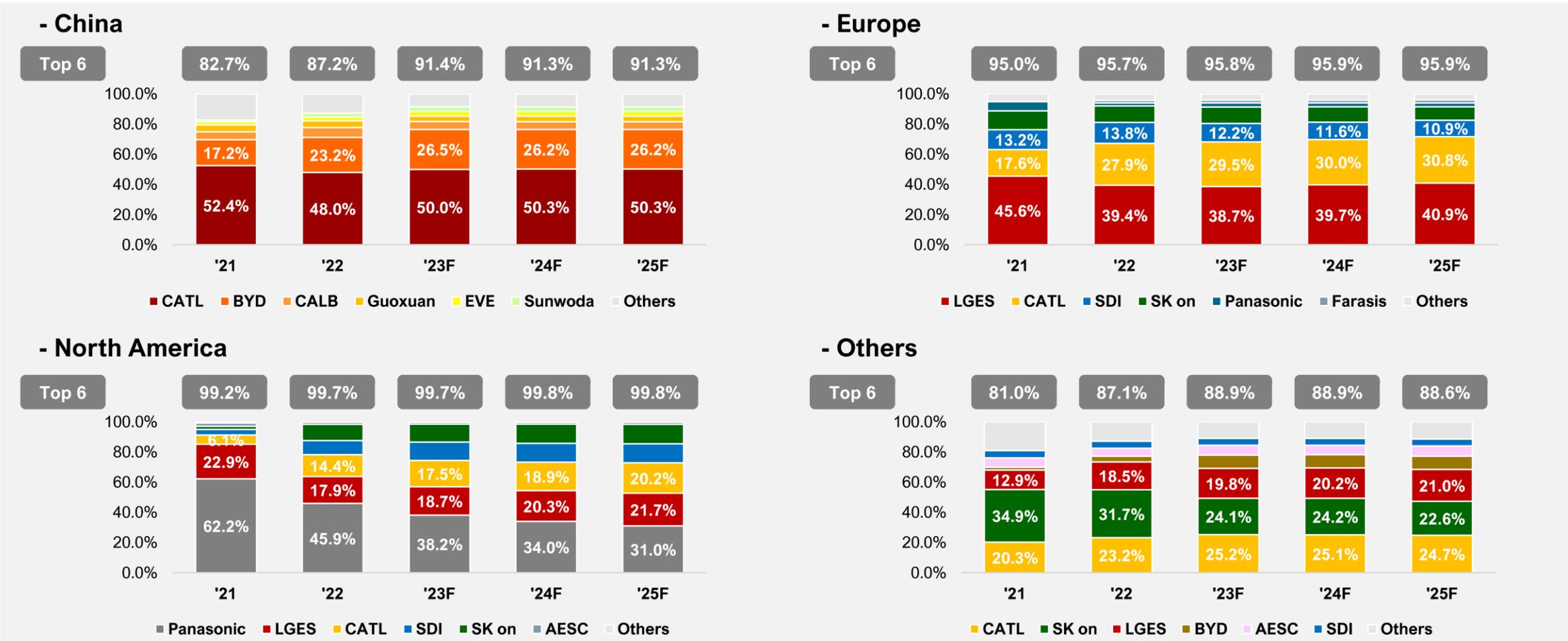
비중국 시장, 국내 3사 시장점유율 50% ↑

- '22년 LG에너지솔루션이 29.6%의 시장점유율을 기록하며 비중국 시장에서의 선두 자리를 유지함
- '25년까지 국내 3사의 시장점유율은 50% 이상 차지할 것으로 전망됨



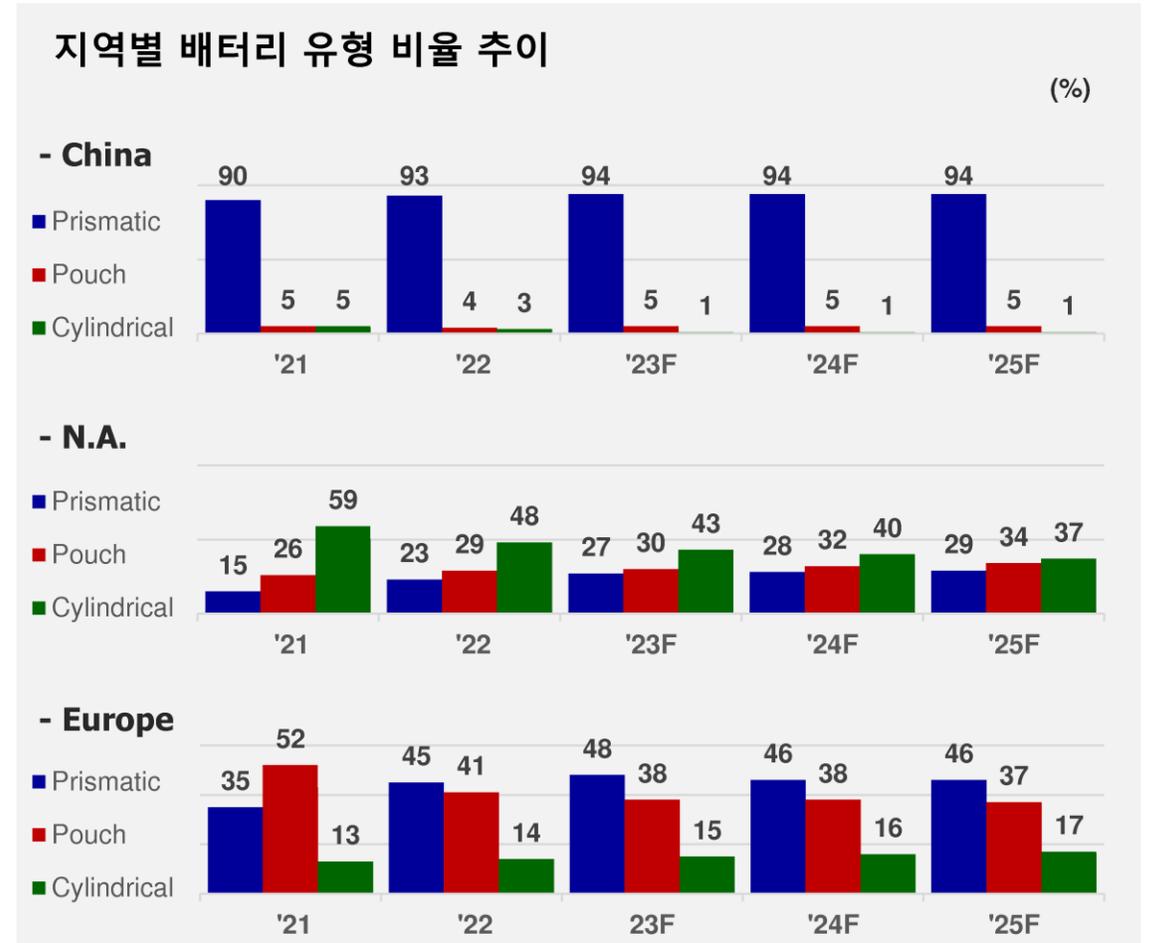
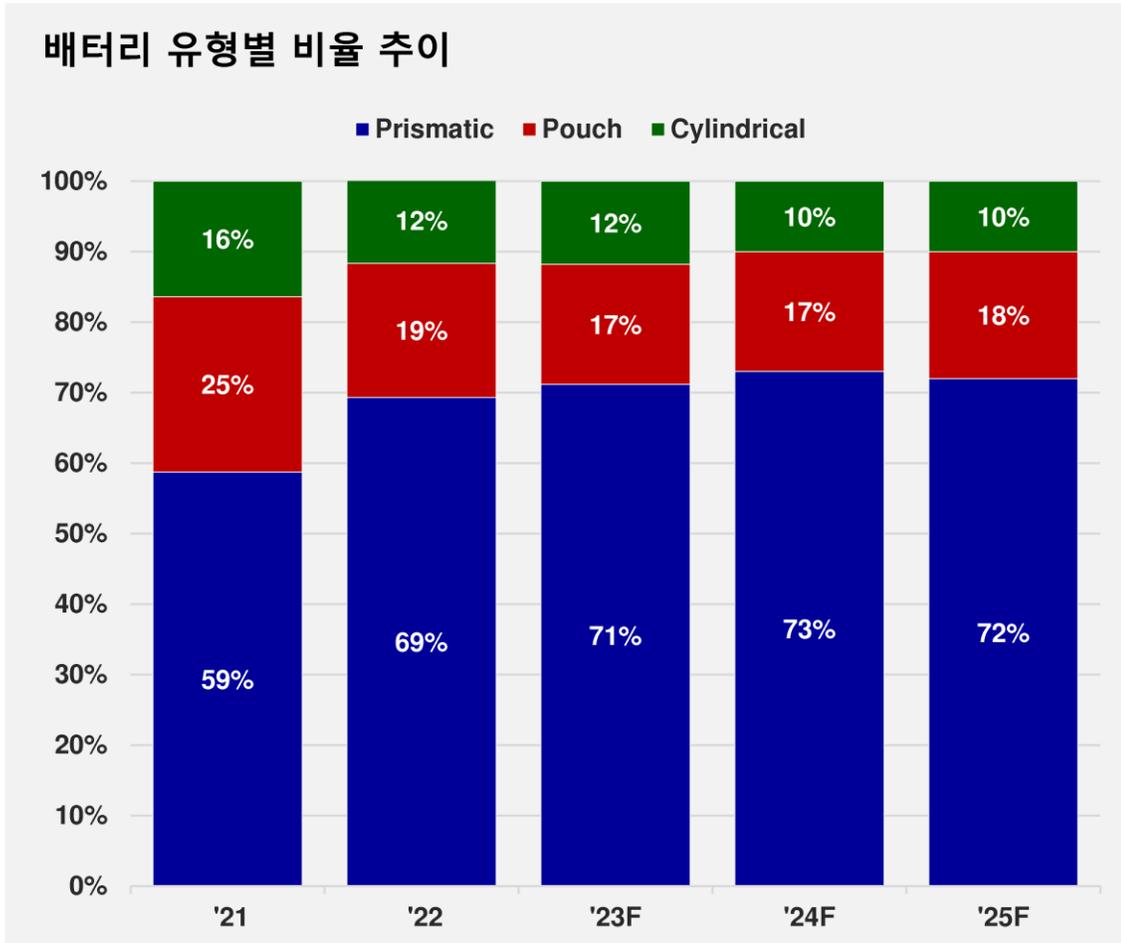
지역별 Top 6 배터리 제조사 시장점유율

- 중국 : CATL, BYD 강세 / 유럽 : LGES, CATL, SDI 강세 / 북미 : Panasonic, LGES 강세 / 기타 : SK On, CATL, LGES 강세
- 중국 이외의 지역에서 한국계 3사 강세



각형 배터리의 지속적 높은 수요

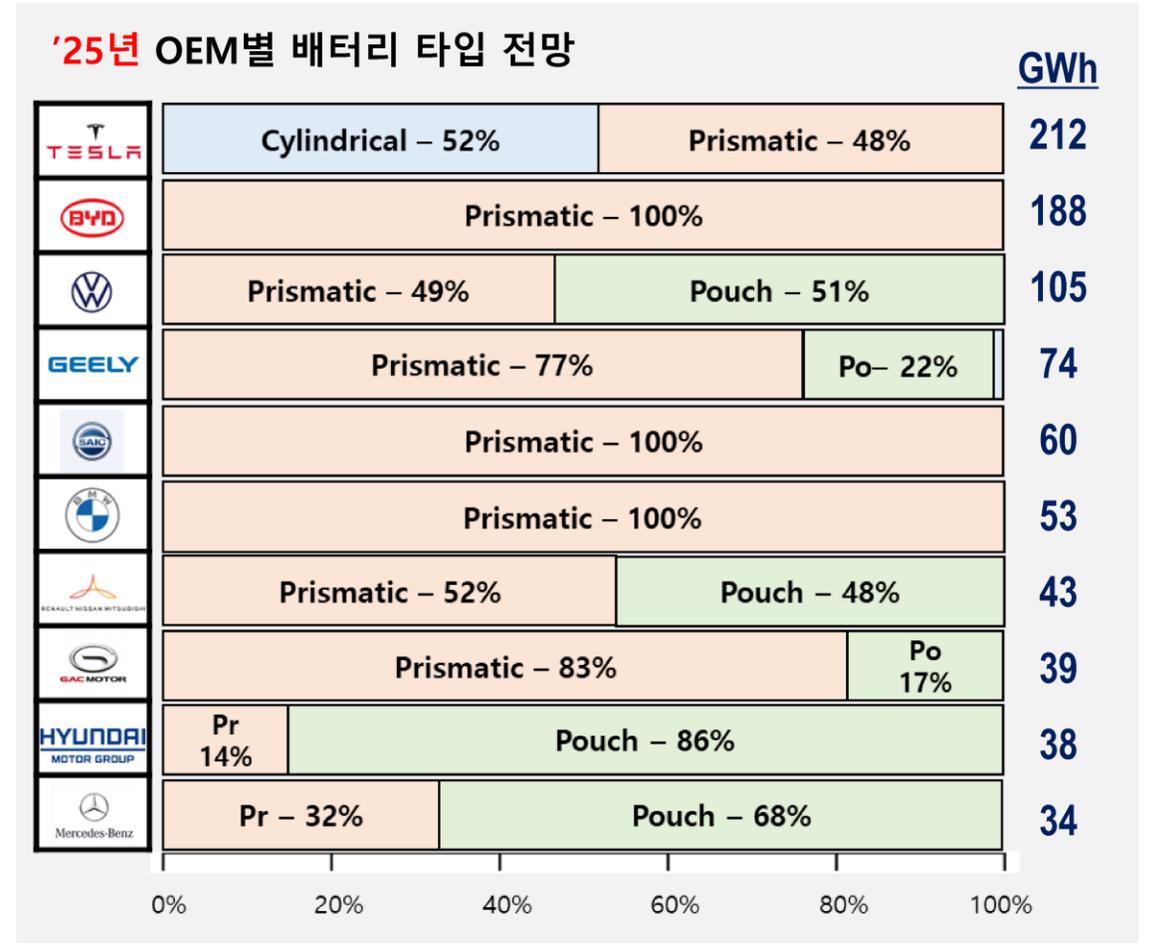
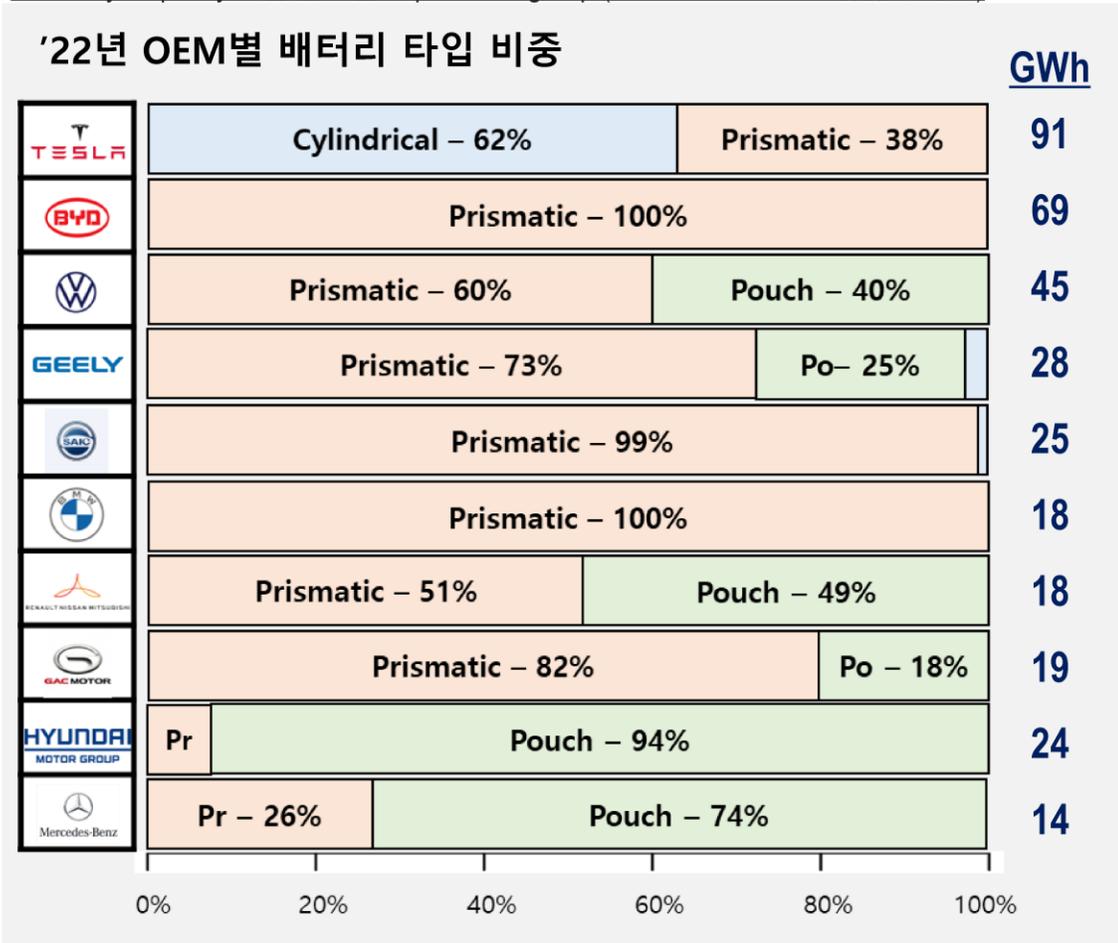
- 배터리 유형별로 각형 배터리가 꾸준히 가장 높은 비율을 차지하였음



Global Top10 OEM 기업의 각형 배터리 탑재 비율 높아질 전망

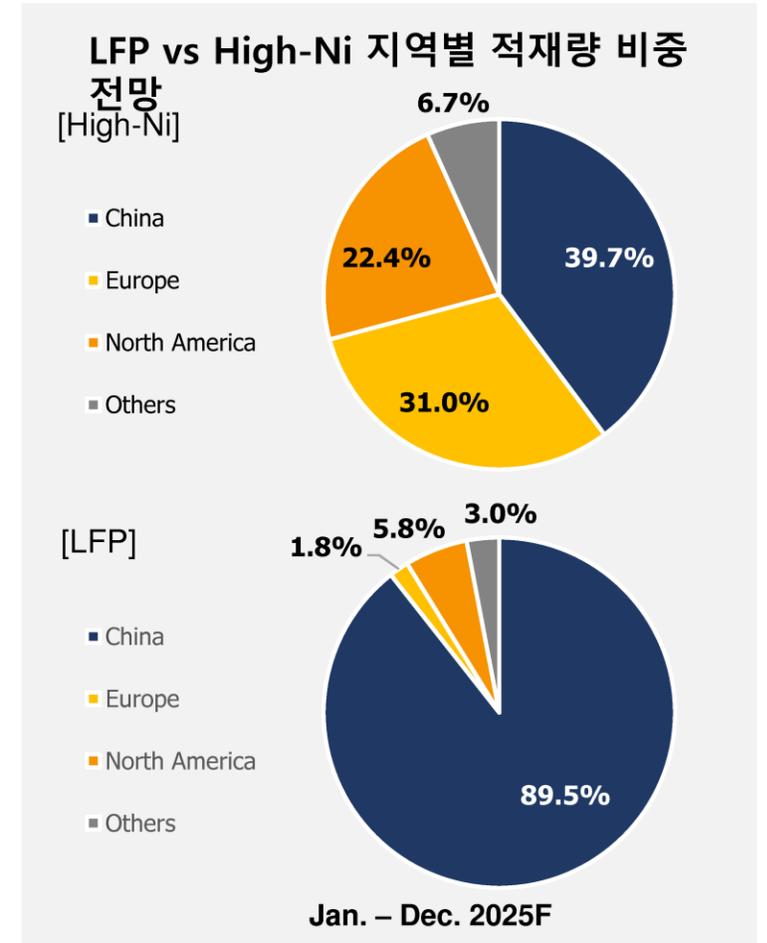
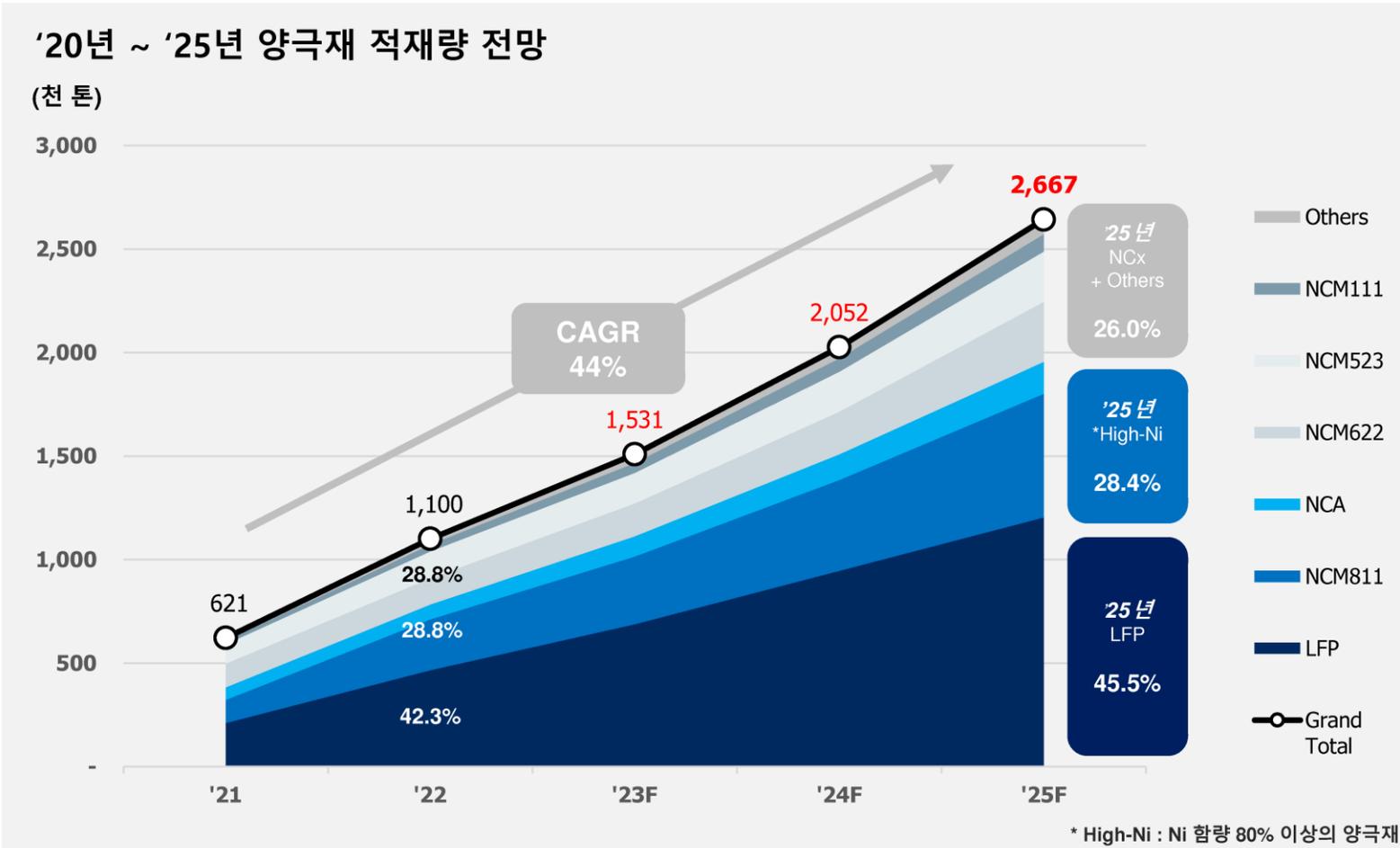
- 원통형 배터리를 주력으로 사용하는 Tesla도 각형 비중 확대
- VW, Renault, HKMC, Daimler는 파우치 비중이 높음

* Battery Capacity 기준 글로벌 Top10 Auto group (BEV+PHEV+HEV, 상용차 제외)



LFP는 중국 중심에서 지배, High-Ni 글로벌화

- '21~'25년 CAGR 44% 성장 전망 / '21년 이후 High-Ni & LFP 탑재량 급증
- '25년 양극재 예상 적재량 약 267만 톤 중 LFP : 120만 톤, High-Ni : 75만 톤

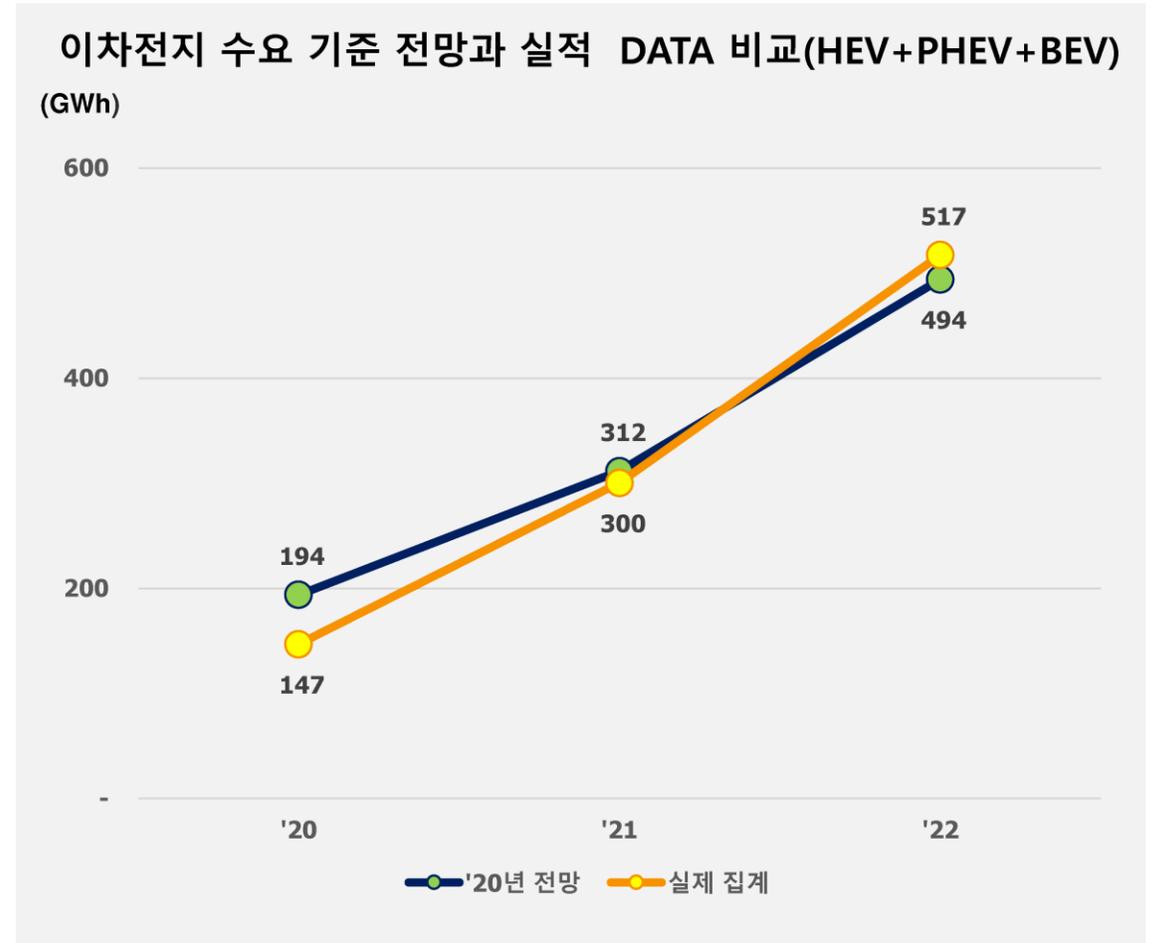
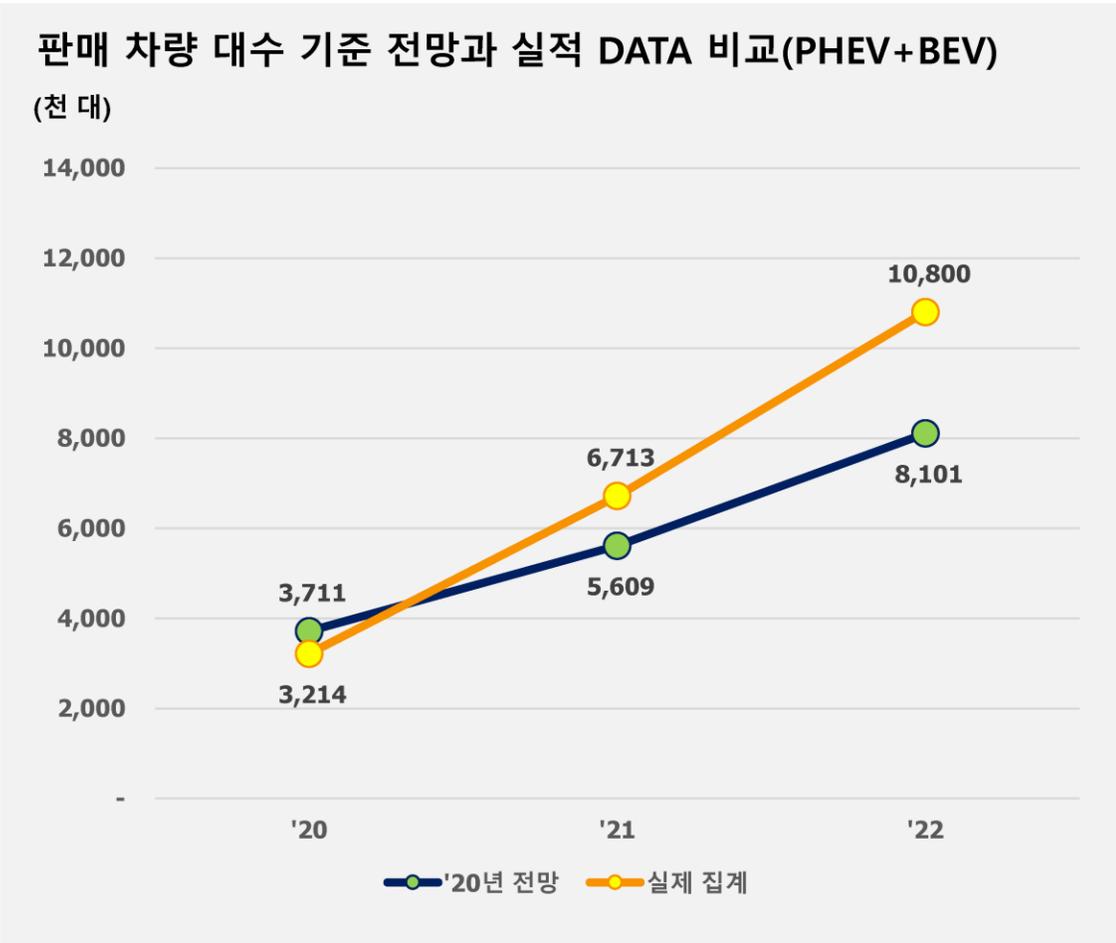




- 1 전기차용 이차전지 시장 규모
- 2 전기차용 이차전지 시장 단기 전망(~'25년)
- 3 전기차용 이차전지 시장 중장기 전망(~'35년)**
- 4 차세대 이차전지 기술 이슈
- 5 이차전지 핵심 소재 시장 전망
- 6 이차전지 장비 시장 전망
- 7 이차전지 업계 핵심 이슈 분석

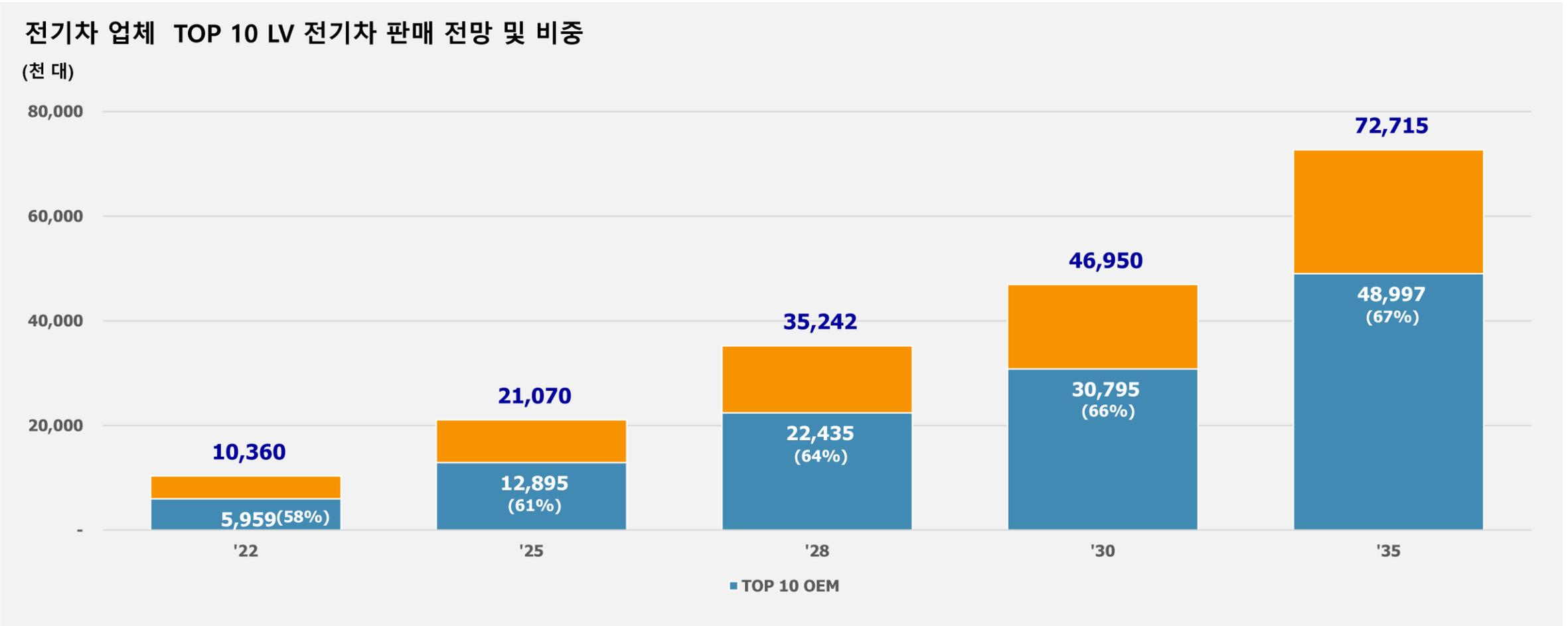
중장기 전기차 시장 전망 vs. 실적

- 중장기 전망과 실적 DATA가 큰 차이는 없으나, 중장기 전망대비 빠른 성장을 보여주고 있음



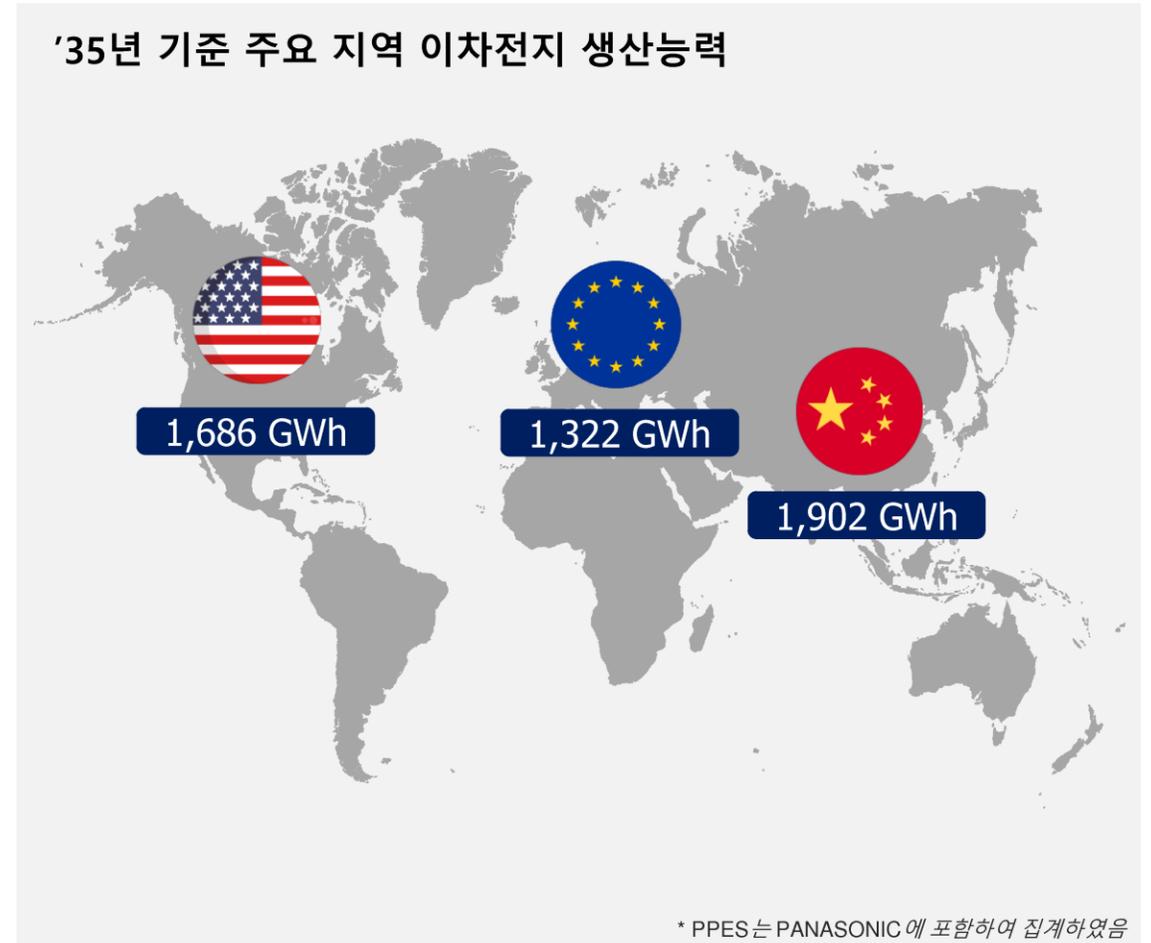
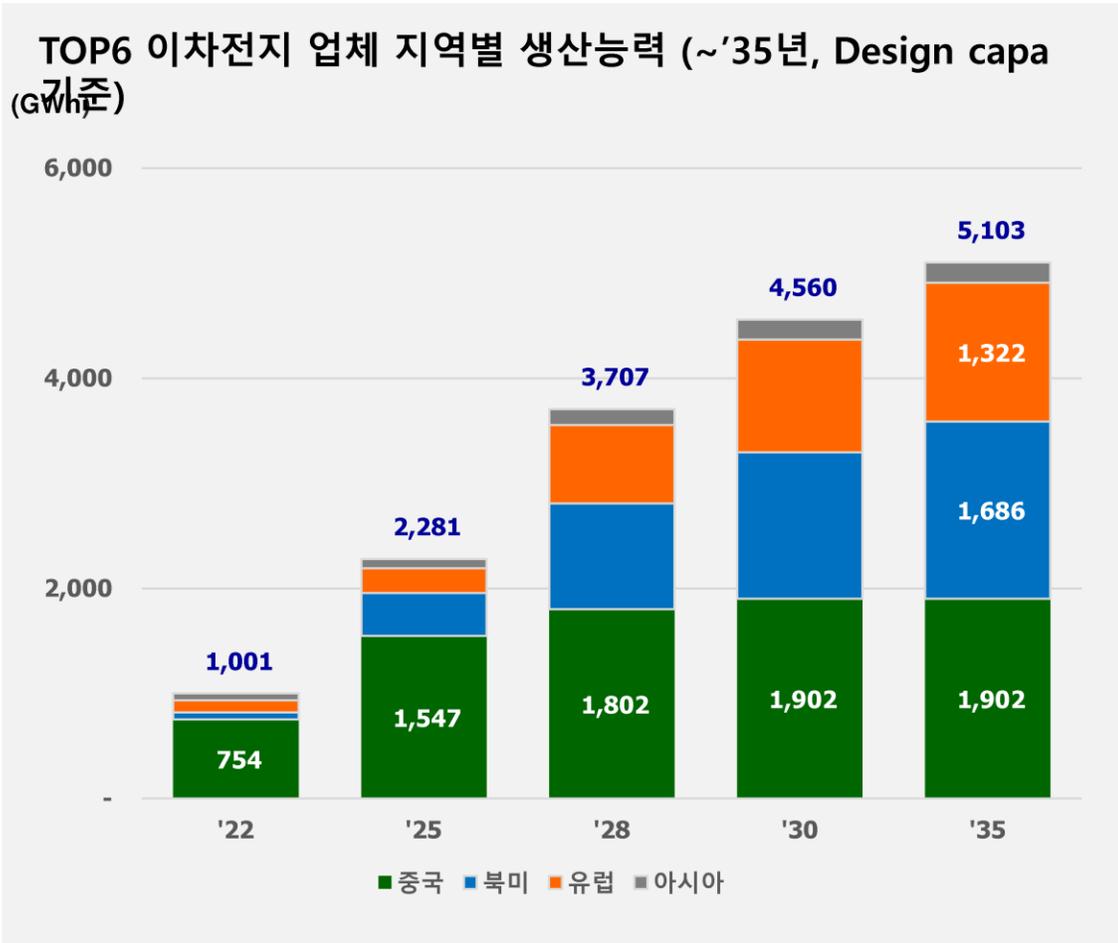
전기승용차 TOP 10 업체의 비중은 지속 증가 추세 ('22년 58% → '35년 67%)

- '35년 기준, 완성차 업계 TOP 10 기업 : TESLA, VW, TOYOTA, HKMC, STELLANTIS, BYD, GM, FORD, HONDA, GEELY



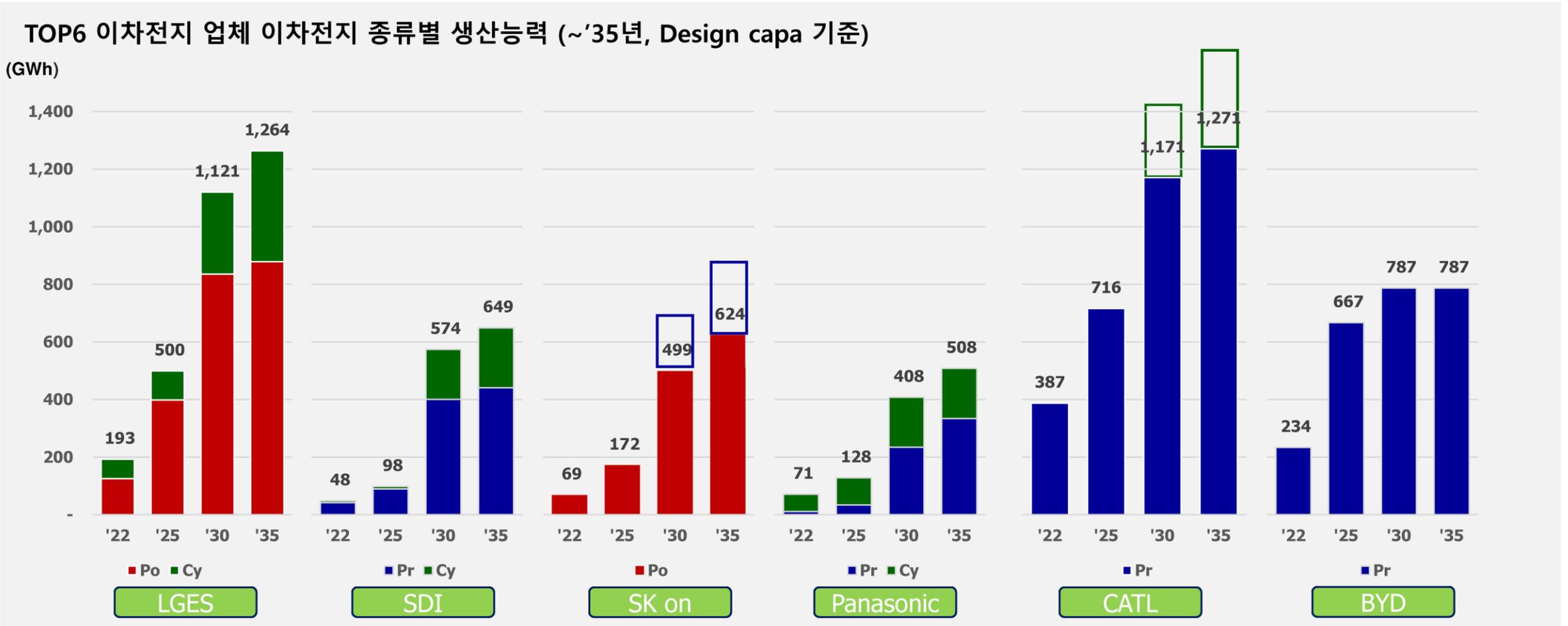
이차전지 TOP6(LGES, CATL, PANA, SDI, SK On, BYD)의 생산능력은 '35년 약 5TWh

- 주요 이차전지 제조사 TOP6의 생산능력은 '22년 1TWh에서 '35년 약 5배 커진 5TWh가 될 것으로 전망
- '22년 75%의 비중을 차지하는 중국은 '35년 37%까지 감소, 북미비중은 6%에서 33%, 유럽비중은 12%에서 26%로 증가



이차전지 업체는 OEM사와의 협력강화위해 신규 폼팩터 개발 강화

- LGES와 SDI, Pana, CATL은 원통형 46Φ 개발 및 라인 확대에 주력
- SK On은 각형 제품 개발 완료, 양산 거점 및 일정 검토 중



TOP10 전기차 업체는 안정적인 배터리 수급을 위해 배터리사와 전략적 협력(JV등)

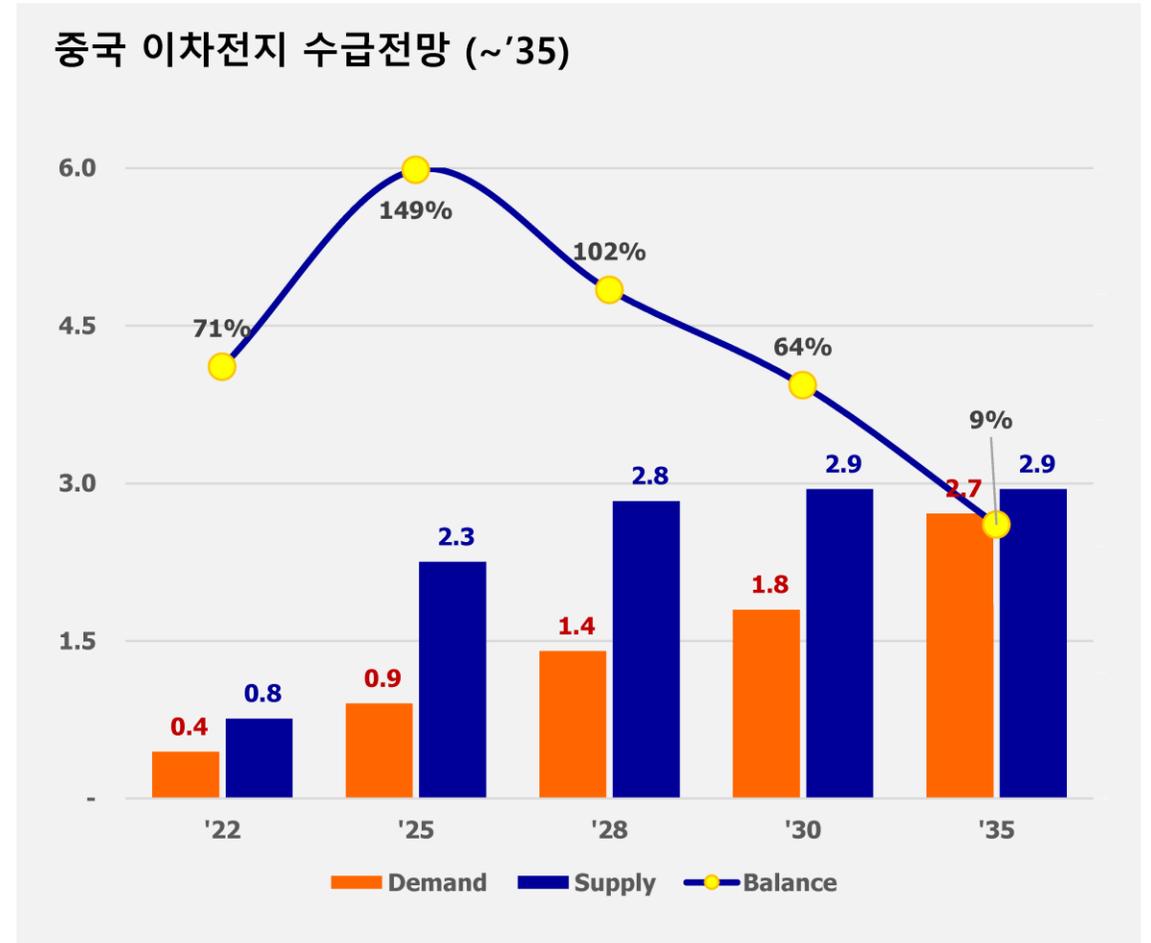
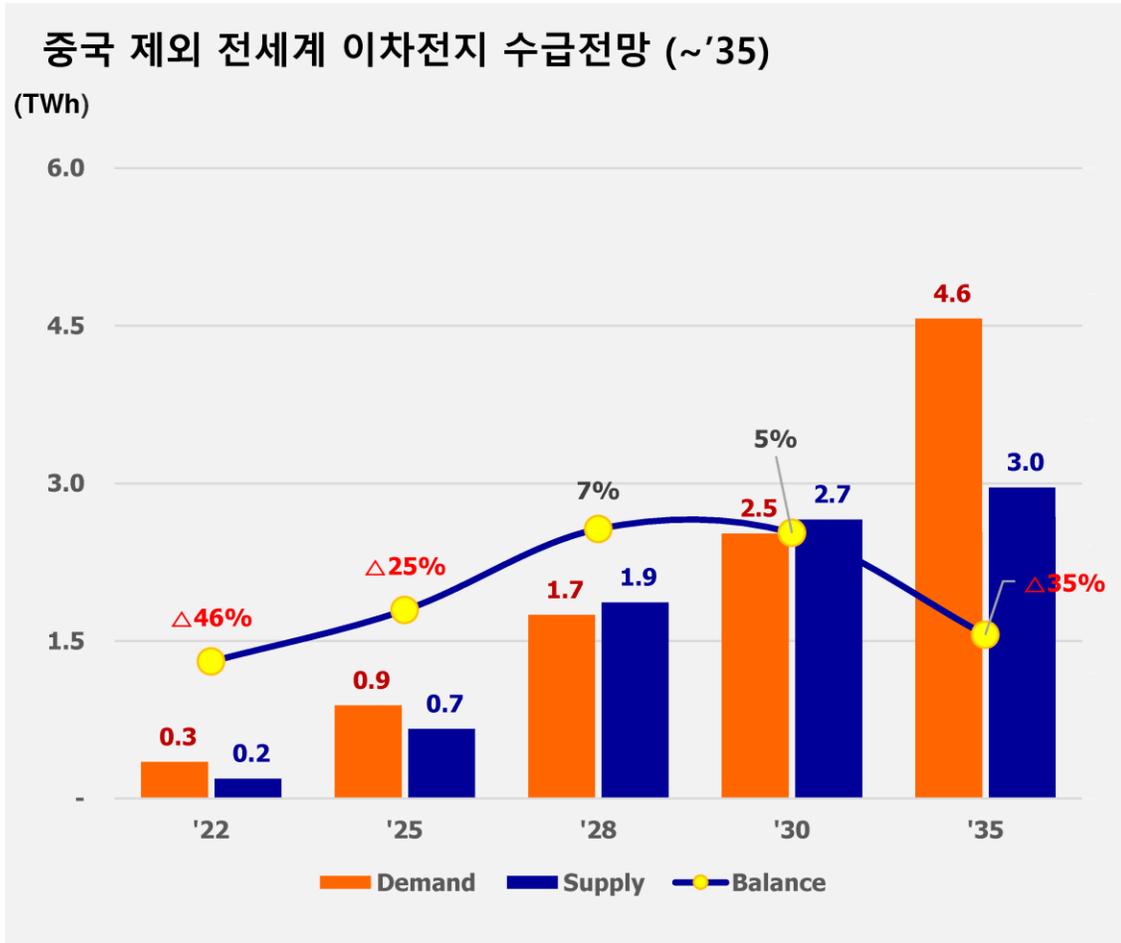
- 완성차 업체는 셀의 폼팩터에 크게 편중되지 않고, 배터리 수급 안정화에 주력
- 최근 북미에 FORD-CATL / TESLA- CATL 의 JV 공장 추진은 아직 불확실성이 커서 미반영

주요 완성차 업체 및 주요 이차전지 제조사 SCM 현황 및 전망

				J/V	협력사		
	CATL	BYD	LGES	Panasonic	SK On	SDI	Others
TESLA				북미			TESLA
VW							VW/N-Volt /Gotion
TOYOTA		중국시장	북미시장	Global(PPES)			
HKMC			북미/Asia		북미		
STELLANTIS	중국시장		북미			북미	
BYD							
GM	중국시장		북미			북미	
FORD		중국시장	유럽		북미		
HONDA	중국시장		북미				
GEELY							

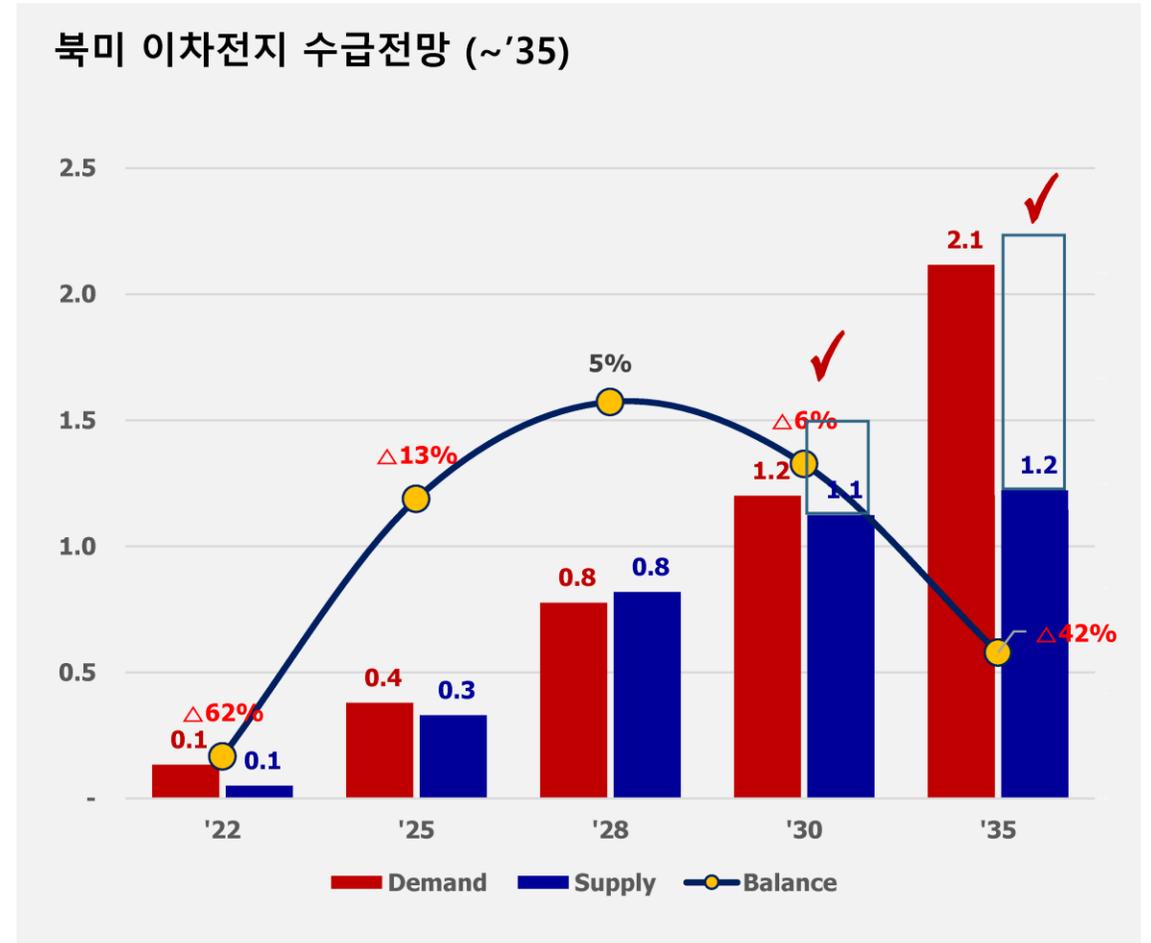
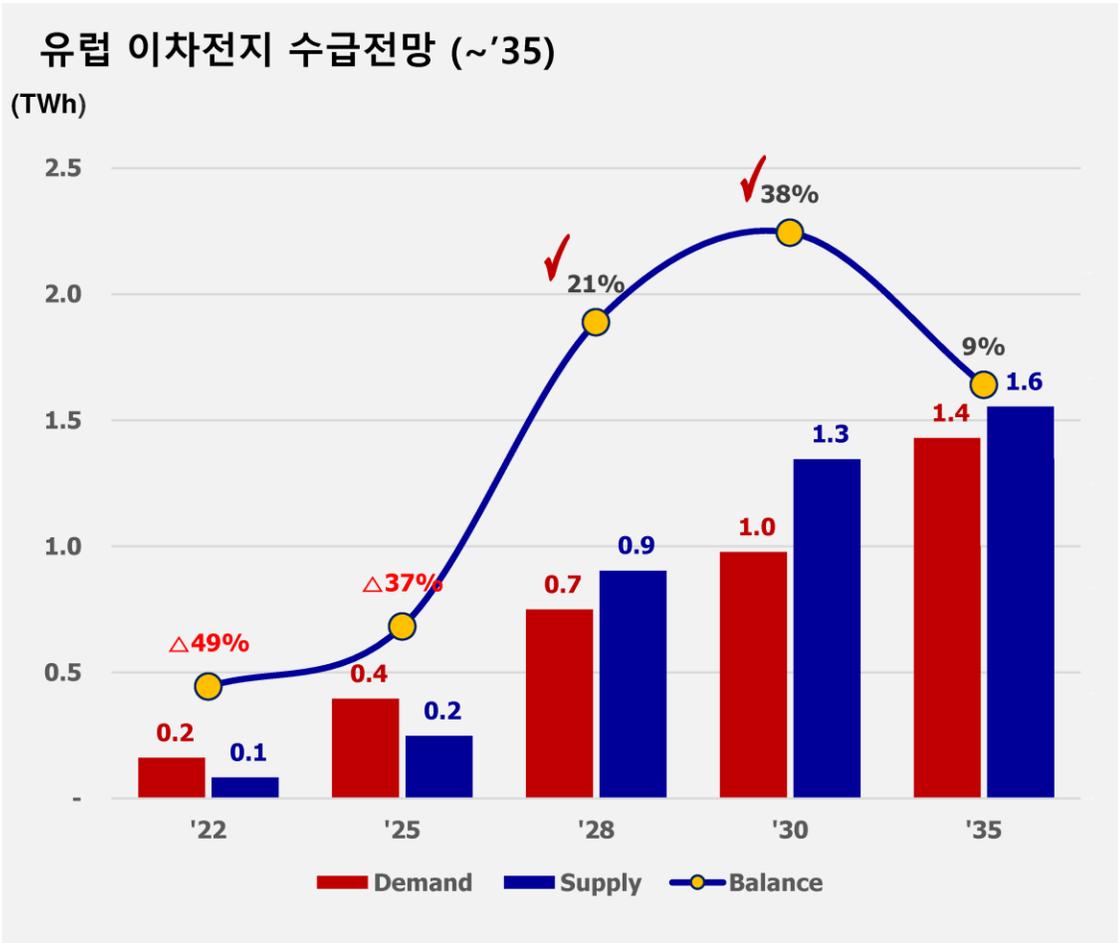
xEV 및 ESS용 이차전지의 수급은 '30년대 공급부족이 전망되고 있음

- 전기차 및 ESS용 이차전지 수요는 '35년 7.3TWh에 달할 것으로 전망
- 공급은 지역별 차이는 있으나, '35년 실제 생산능력 5.9TWh로 약 20% Shortage가 발생 할 것으로 예측



CRMA와 IRA를 시행하는 유럽과 북미도 활발한 증설이 있을 것으로 전망

- 유럽 : 유럽 신규업체의 경험/Engineer 부족 및 중국배터리 업체의 해외 Operation 경험 부족으로 생산 안정화 시기는 미지수
- 북미 : IRA 영향으로 배터리 업체의 추가 투자가 진행될 것으로 예상



- 1 전기차용 이차전지 시장 규모
- 2 전기차용 이차전지 시장 단기 전망(~'25년)
- 3 전기차용 이차전지 시장 중장기 전망(~'35년)
- 4 차세대 이차전지 기술 이슈**
- 5 이차전지 핵심 소재 시장 전망
- 6 이차전지 장비 시장 전망
- 7 이차전지 업계 핵심 이슈 분석

4대부재의 기술 로드맵(~'30년)

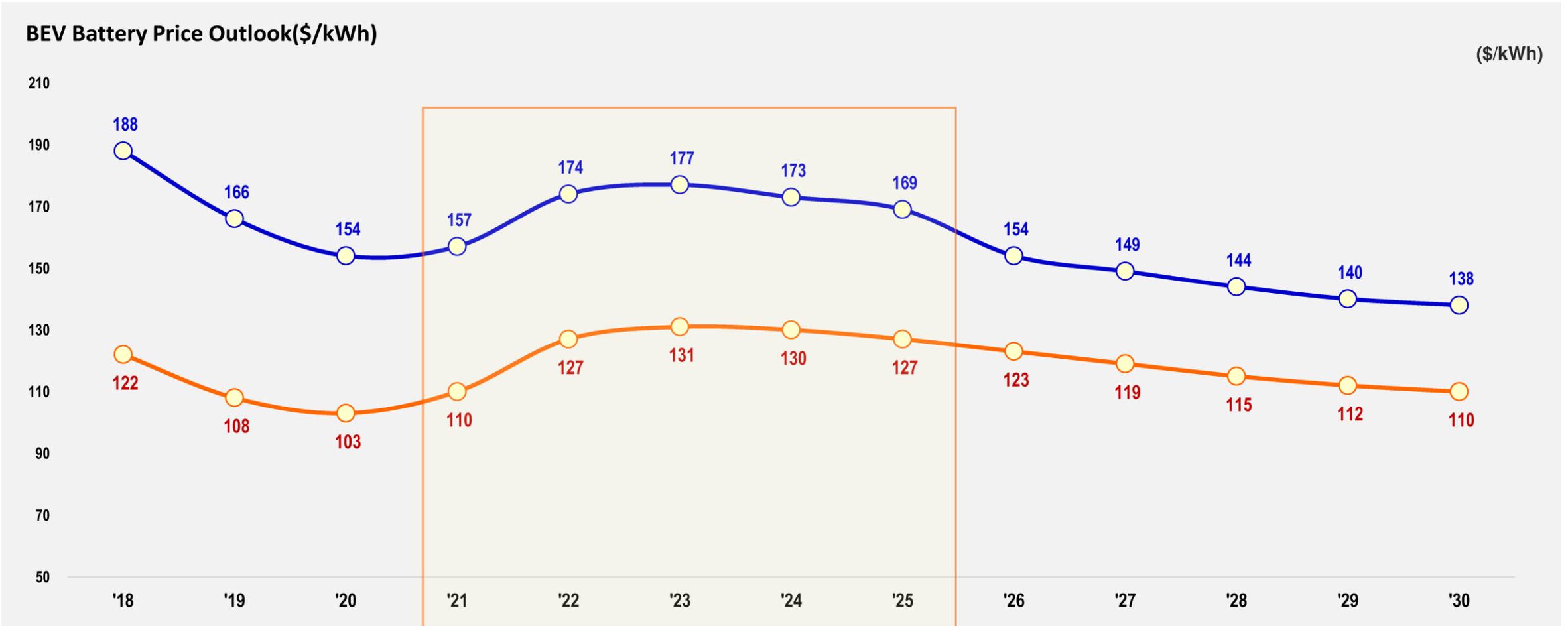
- E/D 증대목표 : 양극(하이니켈, 단결정, 코발트프리), 음극(실리콘SiOx/SCN, 퓨어실리콘), 분리막(고내열성 코팅분리막), 전해액(고전압, 특수염)
- 프리미엄 시장과 보급형/저가형 시장으로 양분화 가속될 전망

4대소재 로드맵

	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30
Energy Density		260Wh/kg	280Wh/kg	300Wh/kg	330Wh/kg		400Wh/kg				
Cathode	<Premium> High Ni/ NCMA Ni-rich (Ni 88%) <small>(단결정 Ni 50~60%)</small>	<Premium> High Ni/ NCMA Ni-rich (Ni 91%) NCM 9½ ½ <small>(단결정 Ni 70~80%)</small>	<Premium> NCMA(Ni ≥90%), Co <5% Ni-rich (Ni 94%) <small>(단결정 Ni >85%)</small>	<Premium> NCMA(Ni ≥90%), Co <2% Ni 98% ('25~) <small>(단결정 Ni >90%)</small>							
	<Standard> LFP 150-170 Wh/kg	Svolt 240Wh/kg NMx(Ni75%Mn25%) L(M)FP 210-230 Wh/kg		260Wh/kg NMx(Cobalt-free)							
Anode	<Premium> Graphite+SiO Gr+SCN(Si 2~5%)		<Premium> Gr+SCN(Si 8%)			<Premium> Gr+Pre-lithiated SiO Gr+SCN(Si 10%)	<Premium> Pure Si (Pre-lithiation)				ASSB (Li-metal)
	<Standard> Gr (저가 천연or인조흑연)		<Standard> 초저가 인조흑연			<Standard> Pure Si	<Standard> Pure Si (Pre-lithiation)				
Separator	<Premium> PE base film + CCS <small>(Double Coating 11+5+5 um) (Double Coating 12+3 um)</small>		<Premium> PE base film + CCS (고내열성200°C) <small>(Double Coating 9+5+5 um) (Double Coating 9+3 um)</small>		<Premium> PE base film + CCS (고내열성250°C) <small>(Double Coating <9+@+@ um)</small>						
China LFP Cell	<Standard> PP base film (CCS)		<Standard> PP base film (CCS)								
Electrolyte	<Premium> LiPF6+용매+특수첨가제 <small>(한국) 용매 EC/EMC/DEC/DMC 20/30/0/30% (중국LFP) 용매 EC/EMC/DEC/DMC 29/31/10/12%</small>		<Premium> 5V 고전압 electrolyte			<Premium> LiPF6 free electrolyte (특수염)					ASSB(Solid Electrolyte)
	<Standard> LiPF6+용매+(특수첨가제)		<Standard> LiPF6+용매+(특수첨가제)			<Standard> LiPF6 free electrolyte (특수염) <small>(한국) EC/EMC/DEC/DMC 18/26/0/33% (중국LFP) EC/EMC/DEC/DMC 25/14/19/20%</small>					

EV용 배터리 판가는 배터리 원자재 가격 상승으로 당분간 강세 지속 전망, 단 최근 하락기조 보임.

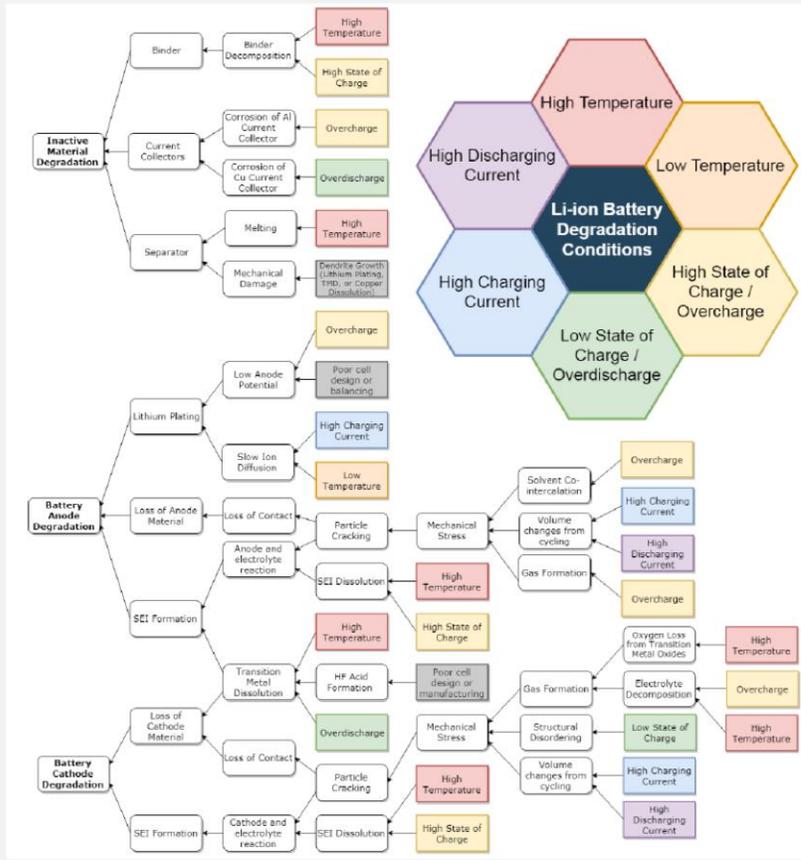
- Cell가격은 '22년 전년대비 15% 인상, 내년에도 3%~5% 인상 전망. '24년 이후 원자재 수급 안정화로 완만한 가격 하락 전망
- Pack가격도 Cell 가격 인상으로 동반 인상, '25년 이후 CTP(CTC) 확대로 Pack Cost 절감으로 Cell대비 \$30불 이하로 Gap 축소



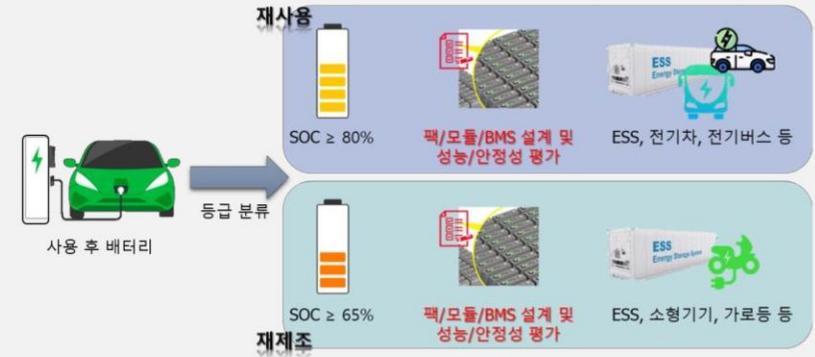
배터리 성능 저하의 근본 원인, 열화(Degradation)

- 열화 메커니즘의 복잡성 → 배터리 제조 단계부터 고려해야 함 → 배터리 성능 및 안정성 제고 가능
- 복잡한 상호 작용으로 인해 열화 진단/예측 기술은 머신러닝/인공지능 기술이 주목 받고 있음

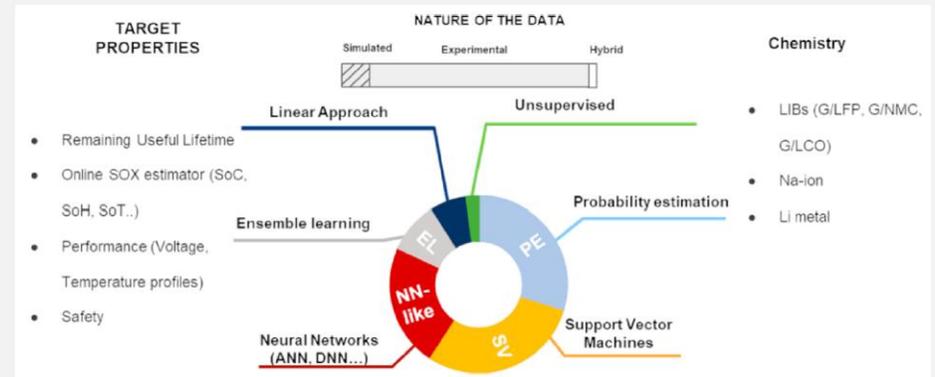
열화 메커니즘 간 상호 관계도 및 경로 종속성 (복잡성)



□ 열화 메커니즘을 기반으로 Reuse배터리의 성능 평가 및 안정성 제고

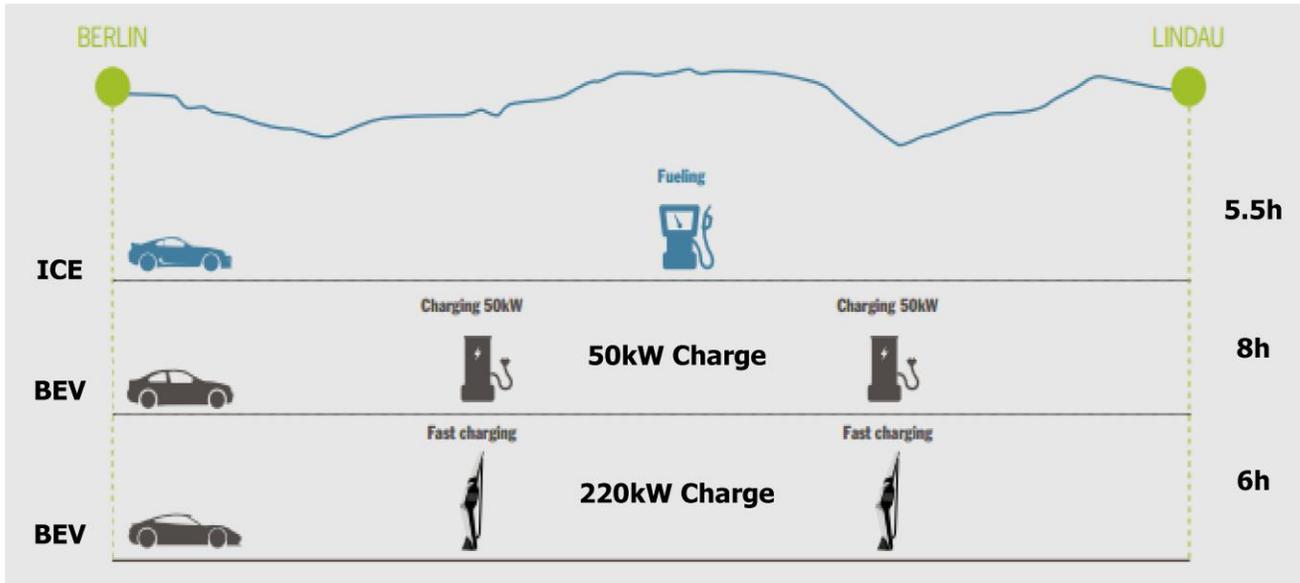


□ 현재 BMS 업계에서는 ML/AI 기술들을 접목한 열화 진단/예측



배터리 급속 충전 활성화 시 내연기관 대비 장거리 운행 소요시간 0.5시간 차이로 단축

- Porsche社 스터디 결과, 220kW 급속 충전 고려 시 내연기관과 비슷한 운행 시간 소요
- 약 720km 주행 시 : 내연기관 차량 1회 연료 충전 후 총 5.5시간 운행 vs 전기차 2회 급속 충전 후 총 6시간 운행



10 min = 400 km

北京 Beijing | 济南 Jinan | 上海 Shanghai | 合肥 Hefei | 宁德 Ningde | 金华 Jinhua | 重庆 Chongqing | 贵阳 Guiyang

充电10分钟 神行800里
Run 400 km on 10-minute Charge

700 km
媲美燃油车的超长续航
Long Range Comparable to Conventional Fuel-powered Vehicles

言之成锂

• CATL의 신규 LFP 배터리 공개 : 센싱(神行, Shenxing)

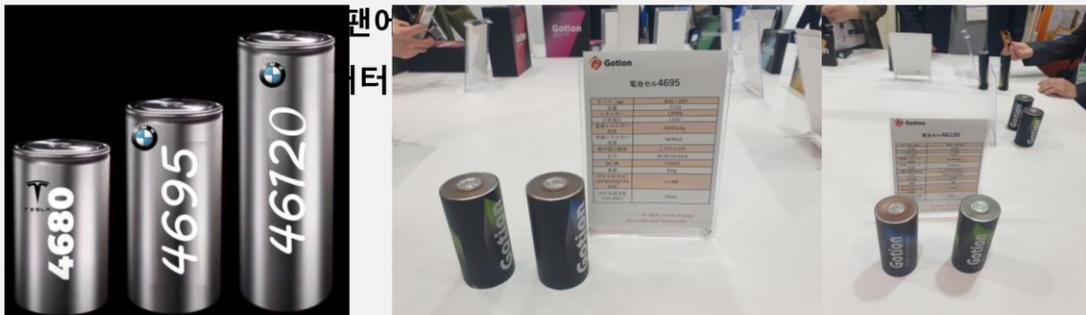
1. 10분 충전으로 최대 400km 주행가능 최대 주행거리도 700km 이상
2. 고속 충전 LFP 셀을 기반으로 고속 충전 성능 극대화

OEM의 원통형 4680 채용 계획과 전망(SCM포함)

- '23년말 테슬라 텍사스공장 4680 셀 본격 양산 전망, 파나소닉('24.3), LGES, SDI, CATL, EVE, Guoxuan 등 양산 준비 박차
- 테슬라, BMW 외에 GM, 볼보,포르쉐, Nio, Dongfeng등도 적용 발표

원통형 4680 시장 및 배터리 업체 개발 동향

- 테슬라 : '23년 초부터 텍사스 공장 본격적인 4680 시생산에 들어감
- 파나소닉 : 4680 배터리 '24년 3월 본격 양산 준비 중
- LGES : 테슬라에 신규 탑재되는 4680배터리 '25년 양산(오차)일정 단축 노력
- SDI : '23년2월 46파이 원통형 배터리 파일럿 라인 구축, '25년 양산 준비중
- CATL : BMW向 46xx 배터리 셀 '25년 양산 대응 준비 중
- EVE : 원통형 셀 INR4695 등 소개, BMW 向 46xx 배터리 셀 '25년 양산 대응



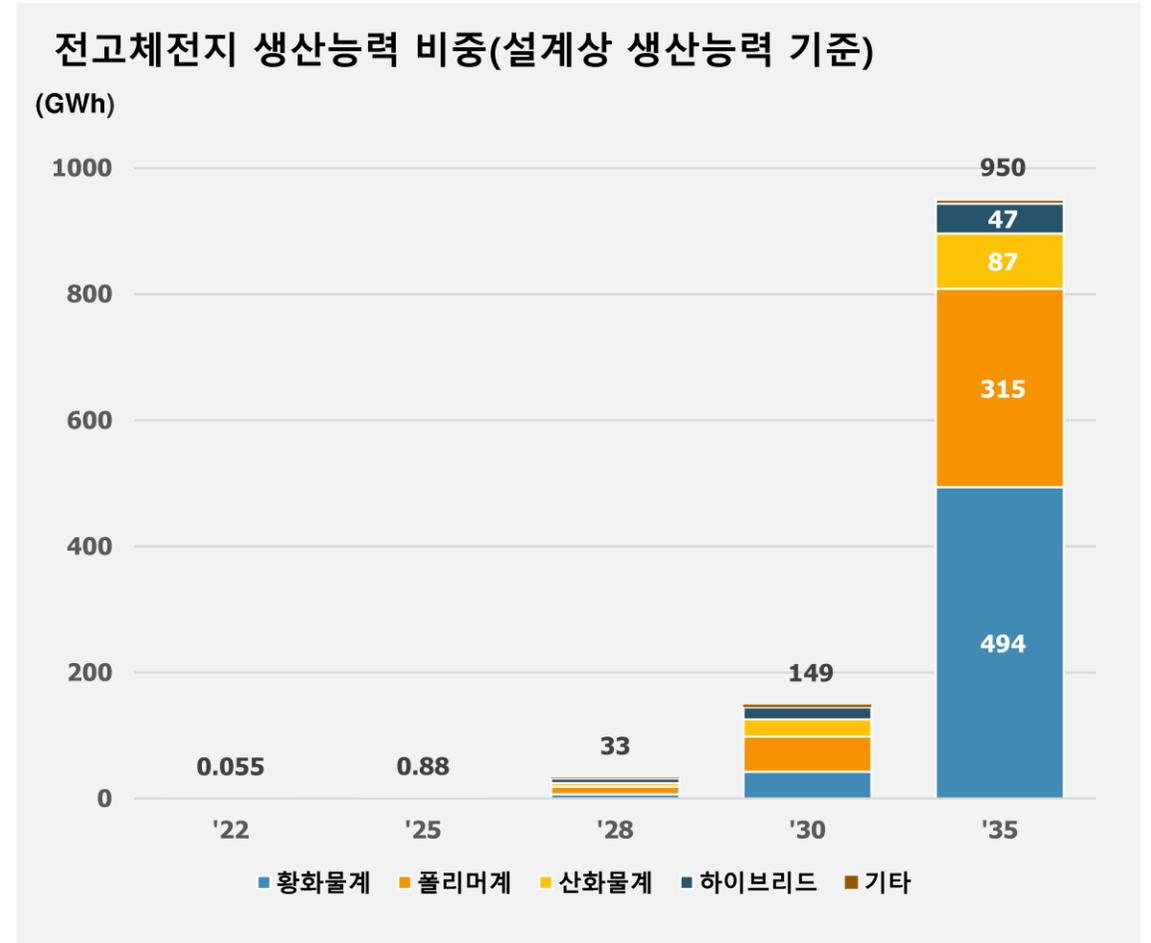
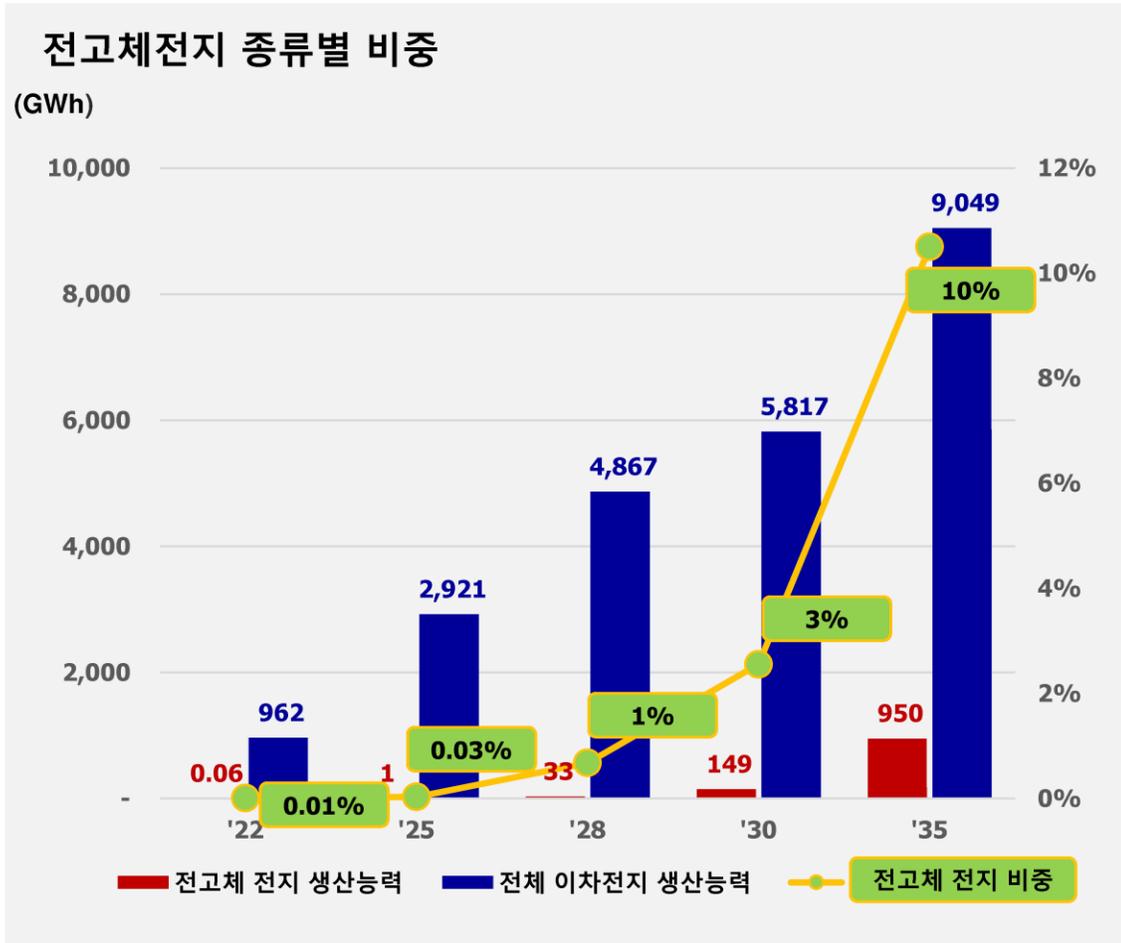
[2023 배터리재팬에 전시된 Guoxuan의 4695, 46120셀]

테슬라, BMW를 중심으로 시장 확대 전망

Battery Makers	OEM	Target SOP	Expected Capa(GWh)	
			'25	'30
Tesla	Tesla	'23(US) '27(EU)	60	210 100
LGES	Tesla 북미 EV Start-up	'25(KR) '26(US) '27(EU)	9	9 70 100
SDI	BMW GM	'25(KR) '26(Mal) '26(US) '27(EU)	1	1 20 60 60
Panasonic	Tesla 북미 EV Start-up	'24(JP) '25(US) '26(EU)	10 30	10 60 50
CATL	BMW China Local	'25(CN) '26(EU)	20	60 50
EVE	BMW China Local	'23(CN) '26(EU)	20	60 40
AESC	BMW	'25(US)		
Gotion/BAK/S-Volt	China Local			
BYD	BYD			
TOTAL			150	960

전고체 배터리 시장전망

- '27년부터 양산시작한 전고체전지 시장은 '35년경 전체 시장의 10~13%를 점유할 것으로 전망 ('30년 149~160GWh, '35년 950~1,413GWh)
- '30년 이후에는 산화물/고분자/황화물/하이브리드 유형이 경쟁하면서 **황화물계 중심으로** 시장이 확대될 전망

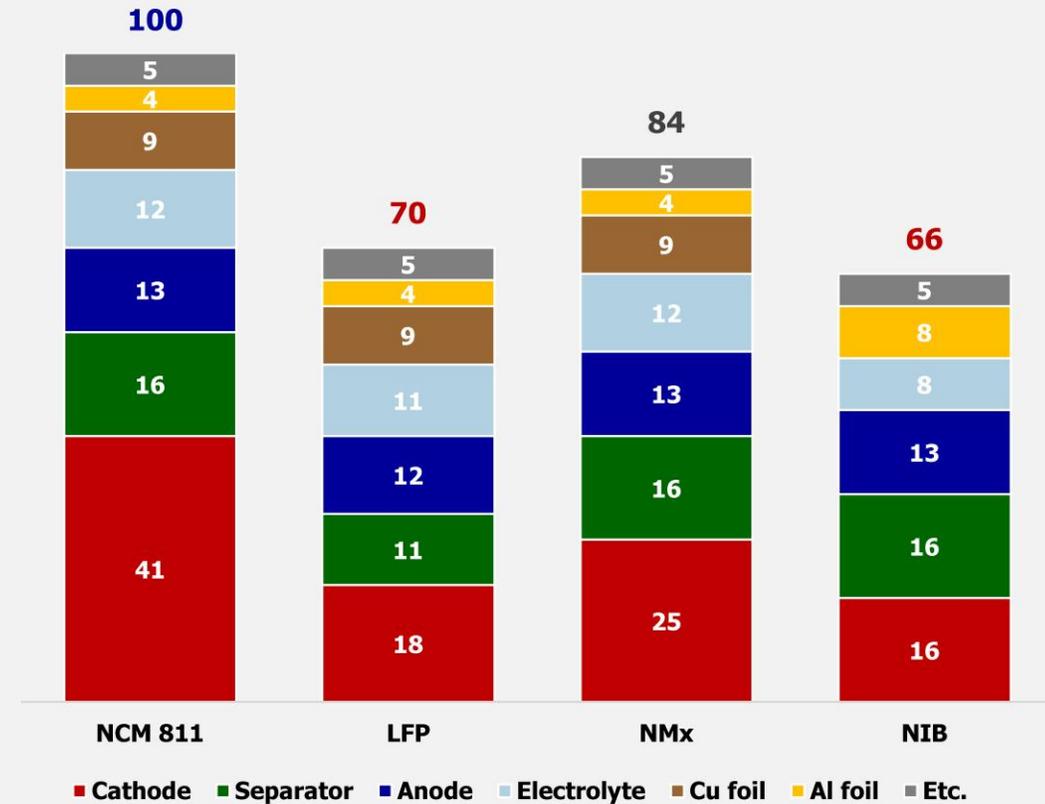


Source: <2023> 전고체전지 제조기술의 현재와 미래

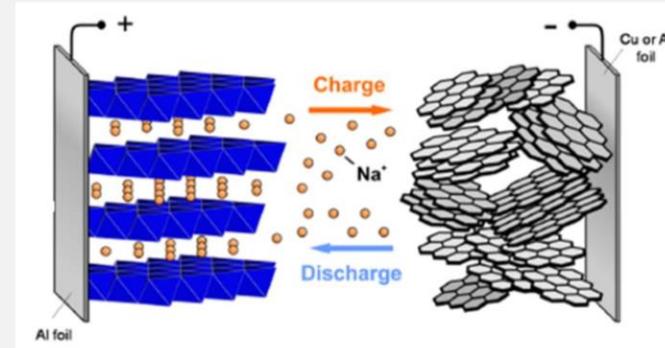
나트륨 전지(NIB, Na-Ion Battery)

- 리튬 대비 저가의 원재료, 나트륨 자원 풍부, 음극 집전체로 Cu 대신 저렴한 Al 사용 가능, 상용 리튬이온전지 제조 플랫폼 채용 가능
- 양/음극 구조 안전성, 계면 특성 제어, 낮은 에너지밀도 등이 극복과제
- 나트륨전지 주요 개발업체 : CATL, Hina Battery, FARADION, Natron Energy, NAIADES, Tiamat, 에너지11 등

NIB 대비 이차전지 종류별 Cost 가격 구조



나트륨이온전지 리튬이온전지 비교

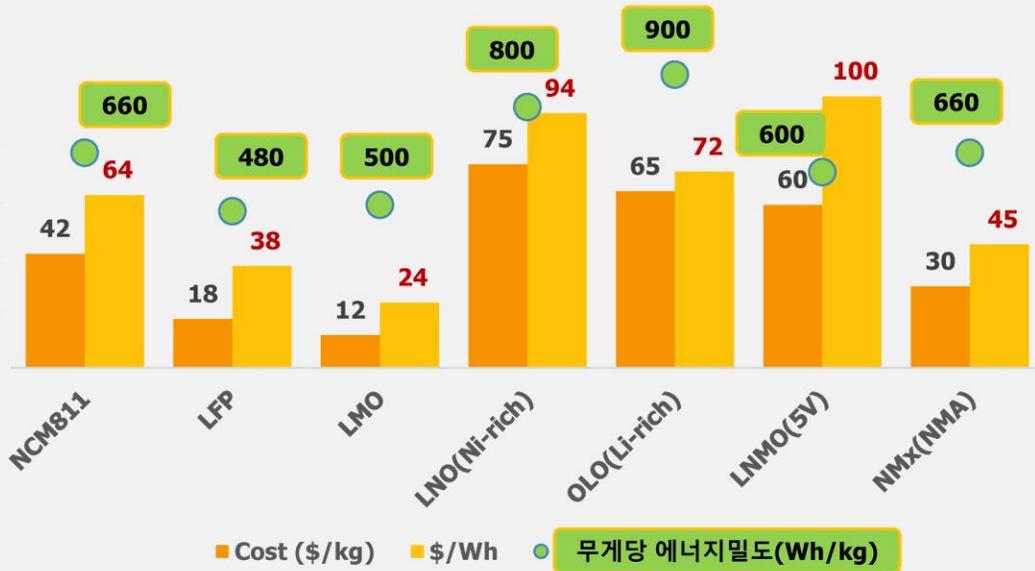


항목	나트륨이온전지	리튬이온전지
양극소재	층상전이금속산화물	삼원(NCM)
	Prussian blue유형화합물	인산철(LFP)
	Polyanionic compound	
음극소재	Amorphous carbon-based material	graphite
전해액	Sodium hexafluorophosphate	Lithium hexafluorophosphate
세퍼레이터	PP/PE	PP/PE
양극집전체	알루미늄박	알루미늄박
음극집전체	알루미늄박	동박

코발트 프리(free)

- 자원 비편재성, Co 자원의 높은 비용으로 인해, High Ni Co-free 양극 재료 연구 활발, LFP 소재와 엔트리급 EV 시장 경쟁
- Svolt : '21년 장성기차 양산적용, 무코발트 양극을 적용한 각형전지의 에너지 밀도는 4.3V용 240Wh/Kg, 4.35V용 250Wh/Kg 개발 발표
- 국내외 회사들은 현재 니켈과 망간의 최적화 조성을 개발 중이며 '23~'25년 개발 완료를 목표

주요 양극재 성능 비교('22년 하반기 Metal 가격 기준)



✓ 최근 Li₂CO₃ 가격이 계속 하락하면서 LFP의 경쟁력이 높아지고 있는 상황임

S-volt 코발트 프리 양극재 적용 배터리



1. Co-free 비율 : NM[75:25]+도핑+표면처리
2. Coin Cell → 4.4-3.0V : 190mAh/g@0.1C
3. RT : 1C/1C@50사이클@95%
4. 고온 수명 데이터 미발표

Co-free 양극	개발방향	문제점	현수준
LNO	단일, 이중 Doping	Total Li증가, 열적 안정성 문제	연구단계
NCM, NCA	Co 제거 후 Mg, Al 등 Doping	구조안전성 개선	개발단계
5V_LNMO	Mn _{1.5} Ni _{0.5}	고전압전해액, 첨가제, 부반응억제	사업화단계
NMA	NiMnAl	HiNi개발(Ni>85)	자동차 적용 중

Source: <2023> 리튬이차전지용 무코발트 양극 개발동향 및 시장전망

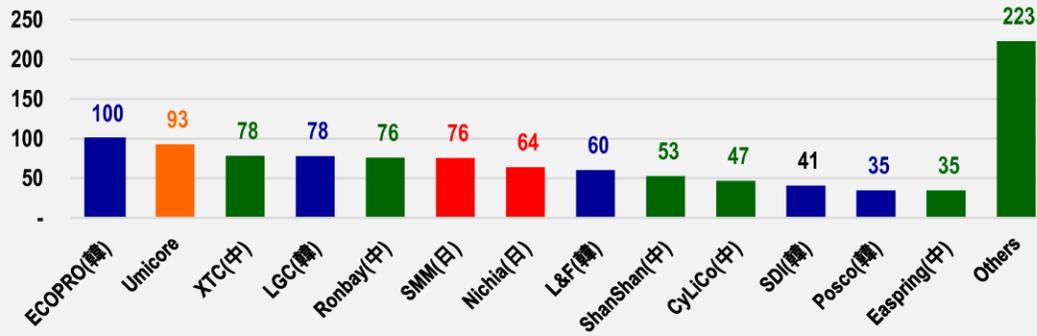


- 1 전기차용 이차전지 시장 규모
- 2 전기차용 이차전지 시장 단기 전망(~'25년)
- 3 전기차용 이차전지 시장 중장기 전망(~'35년)
- 4 차세대 이차전지 기술 이슈
- 5 이차전지 핵심 소재 시장 전망**
- 6 이차전지 장비 시장 전망
- 7 이차전지 업계 핵심 이슈 분석

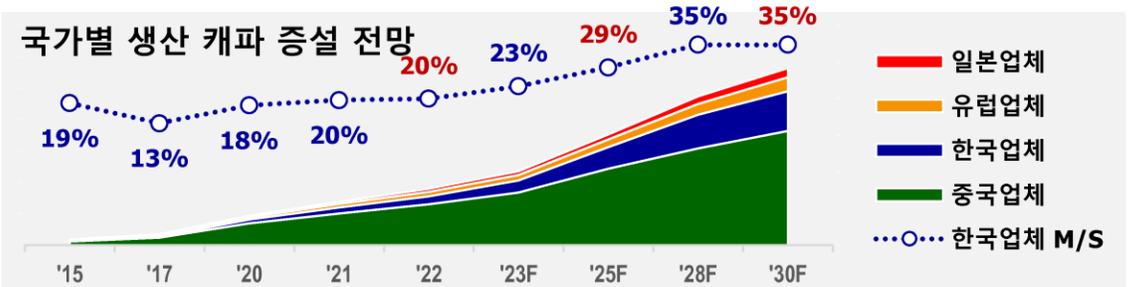
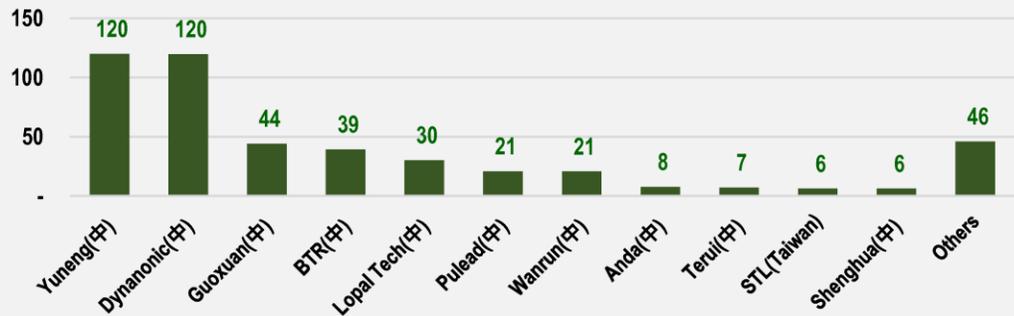
양극재

- 한국/중국 양극재 업체의 Capa증설 투자 확대
- '30년 생산 Capa기준, 한국 Ecopro와 Posco가 1,2위 전망

LFP 제외 양극재 공급 업체별 판매 규모('22년) - 총 106만 톤



LFP 공급 업체별 판매 규모('22년) - 총 47만 톤



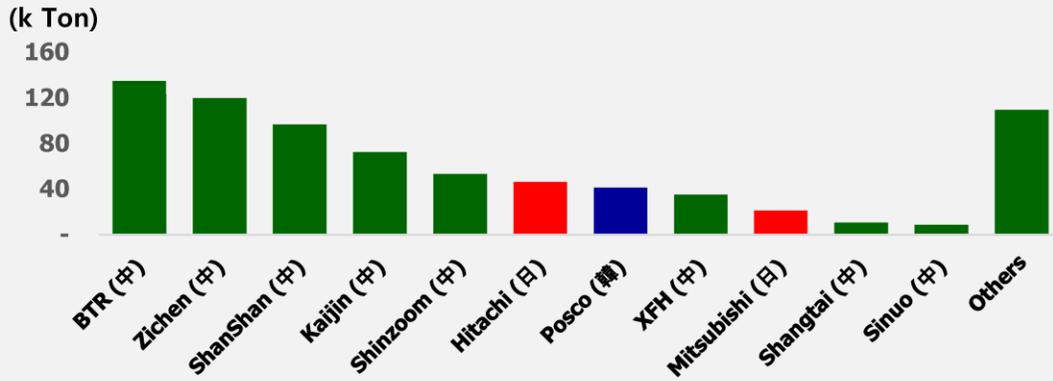
업체별 생산 캐파 증설 전망 (K Ton)

Supplier	'15	'17	'20	'21	'22	'23F	'25F	'28F	'30F	CAGR
Ecopro	8	12	59	91	115	200	450	630	710	28%
Posco	5	7	43	65	104	155	336	490	607	30%
Ronbay	4	11	48	108	149	195	295	451	601	29%
BASF-Toda	10	44	44	85	103	148	233	374	504	28%
LGC	8	15	47	80	99	145	205	325	445	25%
ShanShan	28	50	100	141	180	210	280	380	440	16%
L&F	11	15	41	81	96	144	200	400	400	26%
Umicore	16	50	93	130	175	201	256	324	384	15%
Nichia	17	30	54	74	99	114	164	254	314	19%
Cylico	10	15	65	85	115	145	205	255	285	16%
SMM	20	26	60	66	98	120	160	225	275	16%
Zhenhua	10	22	50	70	88	108	153	213	253	18%
XTC	8	13	73	93	103	133	173	223	253	13%
Easpring	7	20	44	68	88	108	148	208	248	19%
STM	6	6	28	39	61	83	123	183	223	23%
B&M	11	15	58	81	101	121	178	218	218	14%
Cosmo	4	6	30	35	41	51	70	110	140	17%
...										
Total	329	671	1,866	2,742	3,577	4,690	7,048	9,474	11,272	20%

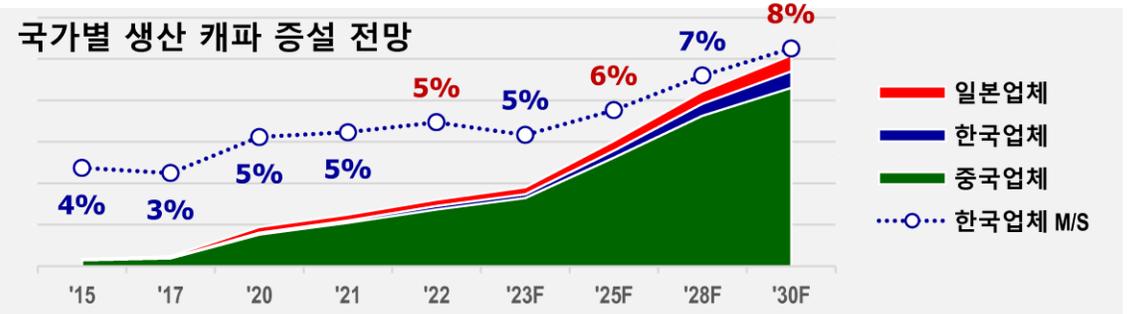
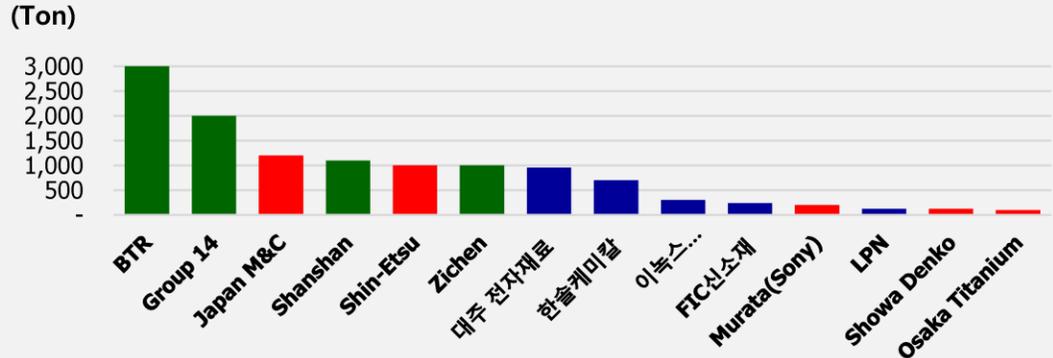
음극재

- 중국업체 강세 지속, 한국 포스코 생산능력 확대
- 실리콘 음극재 업체 확대, Pure Silicon 개발(Tesla, LG화학, 대주 등)

음극재 업체별 판매규모 - '22년 총 75만 톤



실리콘 음극재 업체별 생산 능력('22년) - 총 1.2만 톤



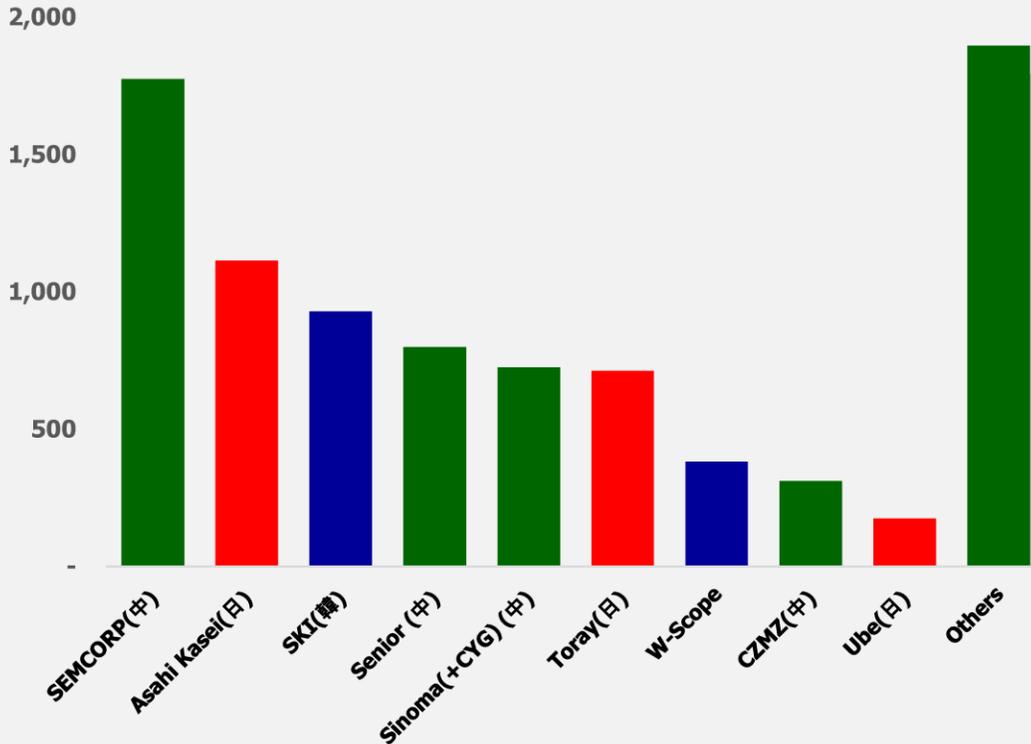
업체별 생산 캐파 증설 전망 (K Ton)

Supplier	'15	'17	'20	'21	'22	'23F	'25F	'28F	'30F	CAGR
BTR	9	20	105	148	170	250	400	600	800	23%
ShanShan	8	16	122	147	176	176	440	560	620	18%
Posco chem	6	8	44	60	83	90	170	290	400	25%
Kaijin	5	9	40	60	160	200	260	300	360	25%
Shinzoom	5	5	35	55	70	120	220	320	320	25%
Zichen	15	15	80	145	203	203	216	250	300	14%
Shangtai	4	6	20	25	35	40	80	200	300	31%
Showa Denko	10	24	90	90	90	90	110	130	180	7%
XFH	4	10	25	40	50	60	120	150	150	20%
Sinuo			50	50	50	75	100	125	150	12%
Mitsubishi	15	18	40	40	50	60	70	90	110	11%
ZETO	5	7	15	30	30	30	50	90	90	20%
Tokai Carbon	1	1	6	6	6	10	40	60	80	30%
...										
Total	169	238	943	1,240	1,597	1,899	3,017	4,211	5,083	18%

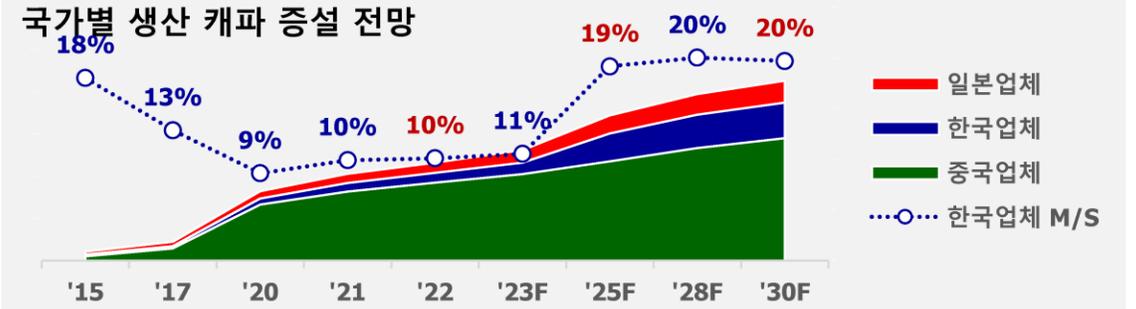
분리막

- IRA 관련, 한국 및 일본 업체 북미 시장 공략 강점
- 고니켈 양극용 고내열성 분리막 개발, 양면 코팅 및 바인더 개발 업체

↑
분리막 업체별 판매규모('22년) - 총 88억 m²



* Celgard는 Asahi Kasei에 포함하여 집계하였음



업체별 생산 캐파 증설 전망 (Mm²)

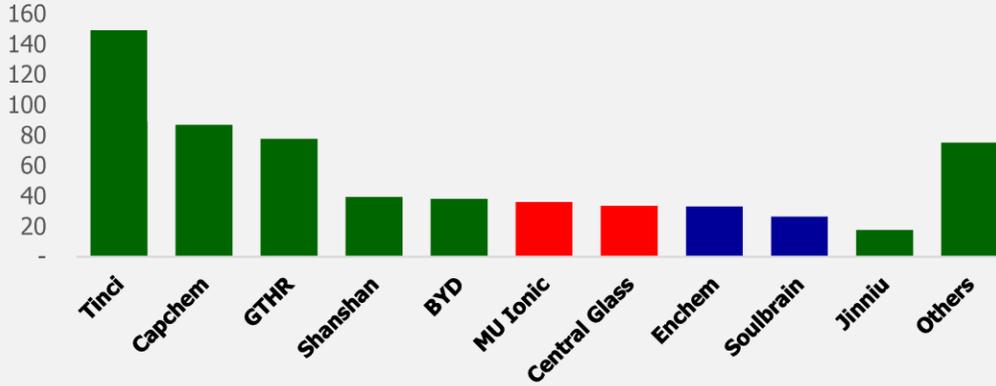
Supplier	'15	'17	'20	'21	'22	'23F	'25F	'28F	'30F	CAGR
SEMCORP	43	259	3,015	4,205	5,670	6,950	8,220	8,220	8,220	11%
SKIET	250	300	860	1,360	1,530	1,870	4,020	4,020	4,020	17%
Toray	180	300	600	714	852	1,039	1,940	3,240	3,740	10%
(LGC JV)							200	1,500	2,000	
Asahi	455	680	1,057	1,342	1,520	1,880	2,424	3,000	3,300	12%
W-scope	130	280	560	680	820	898	2,388	2,388	2,388	16%
Senior	135	295	1,195	1,195	1,195	1,555	2,255	2,255	2,255	7%
Sinoma	30	120	1,608	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1,848	1%
Ube	96	150	320	370	400	450	550	550	550	6%
Green	50	100	280	520	520	520	520	520	520	6%
CZMZ	38	135	440	490	490	490	490	490	490	1%
Eneverever			24	48	60	120	240	240	240	26%
Jinhui	35	50	154	154	154	154	154	154	154	0%
Sumitomo	40	80	80	80	80	80	100	120	150	6%
Total	2,106	4,504	16,455	20,556	23,246	26,245	34,430	39,455	42,625	10%

전해액

- 중국 업체 강세 속 Enchem, MU Ionic 등 북미, 유럽 시장 적극 공략
- 특수 전해질(염)은 기술 특허를 보유한 한/일 업체들이 선도
- 용매는 하이니켈, 실리콘계에 적용가능한 플로린계(F) 적용 활발

전해액 업체별 판매규모 - '22년 총 61만 ton

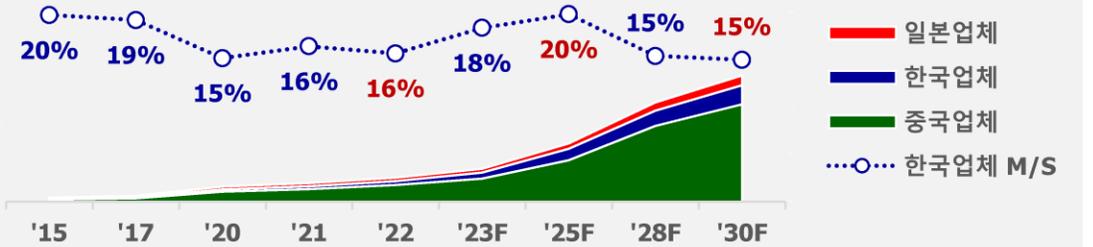
(k Ton)



전해액 특수염(Salt) 업체별 생산 능력

Suppliers	국가	'21 Shipment [Ton]	'21 M/S	주요제품			
				F전해질	P전해질	D전해질	B전해질
천보	한국	2,450	20%	0	0	0	0
후성	한국	50	0%		0		
Nippon Shokubai	일본	2,620	21%	0			
Central Glass	일본	900	7%		0	0	
Tinci	중국	1,760	14%	0			0
Capchem	중국	1,680	14%	0			
Yongtai	중국	1,150	9%	0			
Others	중국	1,760	15%	0	0	0	0
Total		12,370	100%				

국가별 생산 캐파 증설 전망



업체별 생산 캐파 증설 전망

(K Ton)

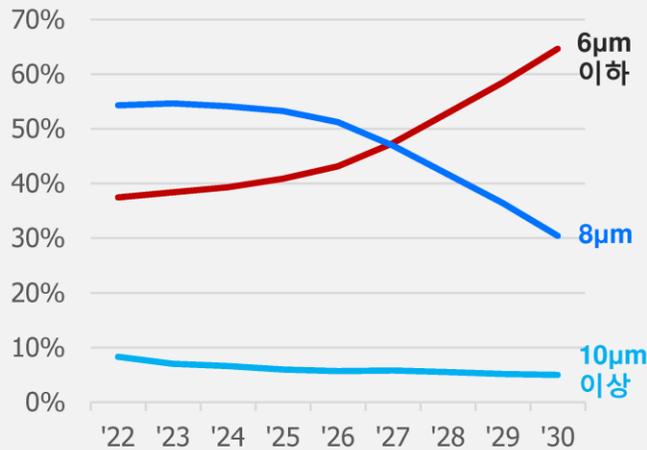
Supplier	'15	'17	'20	'21	'22	'23F	'25F	'28F	'30F	CAGR
Tinci	15	30	106	156	240	370	790	1,290	1,490	30%
GTHR	10	10	40	80	110	140	240	840	1,140	40%
Capchem	9	21	73	95	115	135	249	419	799	27%
Enchem	5	20	65	65	85	165	405	505	605	25%
Shanshan	8	12	40	40	70	120	250	450	550	30%
MU Ionic			36	36	36	41	70	180	250	21%
BYD	5	10	30	40	50	65	120	180	200	21%
Donghwa	22	22	33	53	68	88	110	160	200	20%
Saiwei	5	10	25	25	25	40	100	200	200	23%
Central Glass	9	9	30	45	60	75	110	155	170	19%
Soulbrain	10	12	15	35	35	50	65	105	150	26%
Kunlunchem	8	8	28	28	48	68	88	108	128	16%
Jinguang	8	13	20	20	35	50	60	80	100	17%
Jinniu	5	10	30	30	40	40	50	70	90	12%
MCC	31	44	49	49	49	49	50	50	50	0%
Ube	20	20	35	35	35	35	35	35	35	0%
Total	188	282	747	934	1,203	1,653	2,934	5,015	6,387	24%

동박

- Cell 생산 효율 극대화를 위해 전지용 동박의 **극박 X 광폭 X 장척** 요구가 심화되고 있음
- 극박, 광폭 및 장롤을 동시에 충족할 수 있는 **한국계 전지 동박의 프리미엄화 진행 중**

극박화 (8 μ m→6 μ m)

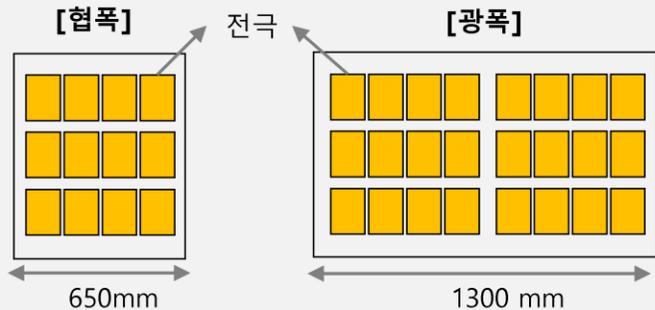
- Top 5¹ 이차전지사 6 μ m 수요 증가 전망



- 극박화로 인해 전지 동박 원료비 절감 및 공간 확보로 에너지밀도 향상 가능
- 극박화와 더불어 양극활물질 도포 속도 향상을 위해 고강도/고인장 기준 강화

광폭 (800mm→1,000mm 이상)

- 주요 이차전지사 광폭 적용 증가



- 전극 제조공정 중 Coating 에서 Notching 공정 까지 생산성 2배 향상 가능

- 한국계 전지 제조사의 신규 Line은 주로 광폭으로 설계, 건설되고 있음
- 중국계는 광폭 전극 제조에 기술적 어려움으로 주로 협폭을 사용중임

장척 (15~20km 이상)

- 주요 장척 전지 동박 수요 증가

- 이차전지 업체의 대용량 믹서 적용 증가 및 장척 동박 사용을 위해 리프트 설비 완비
- 전지 동박 Roll 교체시 장비 재정비 필요

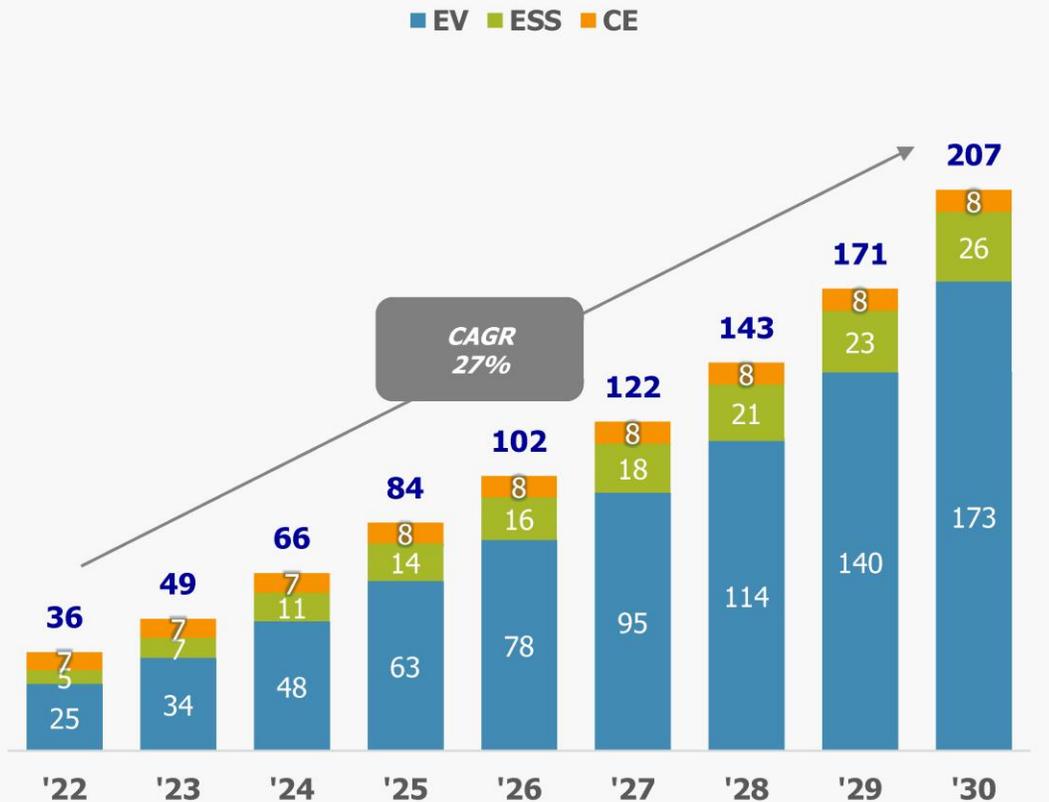


- 장척 적용 시, Roll 교체 재정비 시간 절감 및 생산성 증가 가능

동박

- 이차전지용 전지 동박 수요는 연평균 27%로 성장 '30년 글로벌로 207만 톤 규모로 전망됨
- 동박의 극박화 및 에너지밀도 향상으로 단위용량당 사용되는 전지용 동박량은 지속 감소할 것으로 전망

Application별 전지 동박 수요 전망 (만 톤)



주요 전지 동박 생산 업체

Nationality	주요 전지박 제조사
Korea	SK nexilis, 롯데에너지머티리얼즈, 솔루스 첨단소재 (Solus Advanced Materials)
China	华鑫铜箔 (WASON COPPER FOIL CO.,LTD), 诺德股份 (NUODE), 嘉元科技 (JIAYUAN TECHNOLOGY), 九江德福科技股份有限公司 (JIUJIANG DEFU TECHNOLOGY CO., LTD), CCP 长春集团 (Chang Chun Group)
Taiwan	南亞塑膠 (NAN YA PLASTICS)
Japan	FURUKAWA ELECTRIC, 日本電解株式会社 (Nippon Denkai, LTD.)
U.S.A	REDWOOD MATERIALS

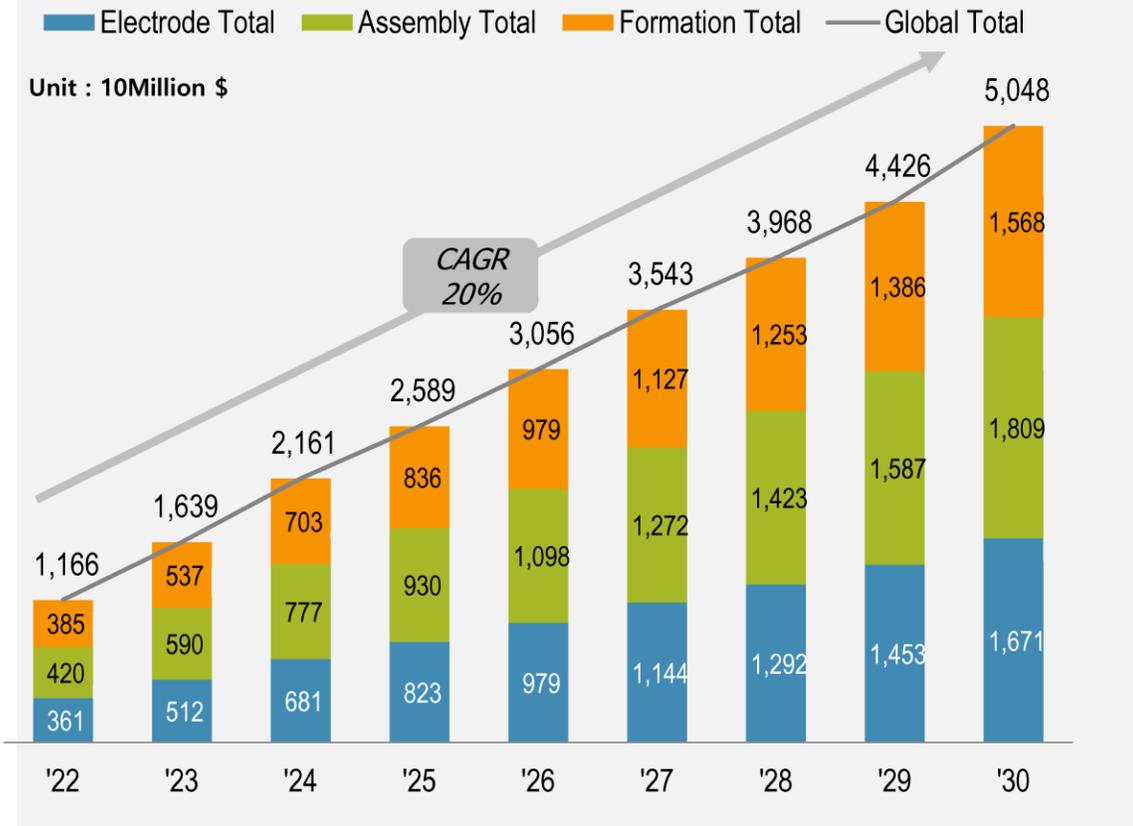


- 1 전기차용 이차전지 시장 규모
- 2 전기차용 이차전지 시장 단기 전망(~'25년)
- 3 전기차용 이차전지 시장 중장기 전망(~'35년)
- 4 차세대 이차전지 기술 이슈
- 5 이차전지 핵심 소재 시장 전망
- 6 이차전지 장비 시장 전망**
- 7 이차전지 업계 핵심 이슈 분석

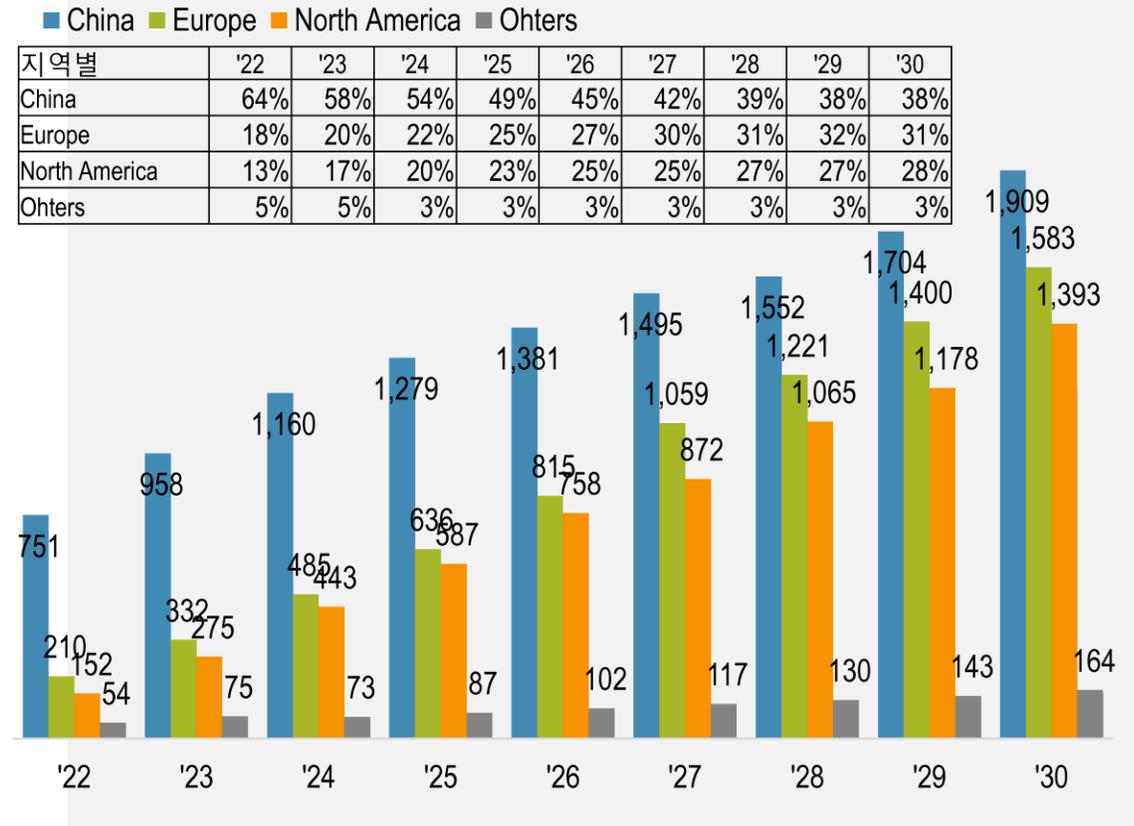
*배터리 장비시장 전망

- 배터리 장비시장은 '22년 15조원(12Bil. USD) 규모에서 '30년 기준 63조원(50Bil. USD) 규모로 성장 전망
- 유럽 및 미국을 기반으로 한 신규 투자가 급격하게 이루어질 것으로 전망. '30년 기준 중국 38%, 유럽 31% 및 미국 28% 전망

배터리 장비 시장 전망 (공정별)



배터리 장비 시장 전망 (지역별)



Source: SNE Research <2023> 리튬이온 2차전지 제조 장비의 개발 현황 및 중장기 전망 (~2030)

Batteries Parts & Equipment market

*배터리 장비 공정별 주요 업체

- 중국계 업체는 탄탄한 내수 시장을 기반으로 꾸준히 성장, CATL, BYD, Guoxuan, EVE, CALB의 해외진출로 추가 수주를 기대
- 한국계 메이저 SFA, 한화, 피엔티, 원익피앤이 등 중심으로 M/S 경쟁 예상, 국내 배터리3사 해외공장 및 유럽 고객사 추가 수주를 기대

주요 배터리 장비업체 및 배터리 공급사



장비 업체명 (국내 상장 기업)	주요 장비 공급공정	시가총액 (억원,'23.5)	'22년 총매출 (억원)	수주 잔고 (억원,'22.12)	주요 고객				
					LGES	SDI	SKON	중국/일본	기타
1 피엔티	전극	12,530	4,178	14,302				Guoxuan, EVE...	SKC, Watson
2 씨아이에스	전극	8,229	1,594	5,809					Northvolt
3 원익피앤이	화성	4,519	2,888	4,333					NV 2라인 Pilot
4 하나기술	(전극),조립, 화성	5,701	1,139	1,984				Murata, BYD	VW,ACC,Freyr
5 에이프로	화성	2,442	794	1,774					Ultium Cells
6 필옵틱스	조립	2,148	3,040	1,657					
7 코원테크	물류	3,447	2,012	2,493					
8 앰플러스	조립	1,691	1,166	4,213				Wanxiang, Svolt	Northvolt
9 티에스아이	전극_믹싱	2,908	1,488	2,549				Panasonic	SAFT, ACC
10 이노메트리	검사	1,549	757	319				BYD, EVE	Northvolt
11 브이원텍	검사	1,346	598	402					
12 나인테크	조립	1,424	888						
13 디에이테크놀로지	조립	1,259	532	722				Svolt, Wanxiang	
14 디이엔티	조립	3,061	502	933					
15 유일에너지테크	조립	2,512	475	654					
16 디에스케이	조립	1,413	482	501					
17 한화/모멘텀 부문	전극,(조립), 화성	22,638	38,799	11,374					Tesla(화성), Northvolt
18 에스에프에이	물류/검사	14,525	8,509	9,646					Northvolt
19 대보마그네틱	탈철	5,477	1,086	N/A				CATL, BYD	Tesla 셀라인 탈철기
20 자비스	검사	741	223	47					
21 윤성애프앤씨	전극_믹싱	13,126	2,103	1,872					
22 톱텍	모듈,자동화	3,395	3,450	1,576					

장비 업체명 (국내 비상장 & 해외 기업)	주요 장비 공급공정	시가총액 (억원,'23.5)	'22년 총매출 (억원)	수주 잔고 (억원,'22.12)	주요 고객				
					LGES	SDI	SKON	중국/일본	기타
1 제일엠앤에스	전극_믹싱	N/A	619	N/A					Northvolt(450 억원)
2 코엠	조립	N/A	962	N/A					Tesla Fremont 공장
3 갑진	화성	N/A	462	N/A					
4 우원기술	조립	N/A	1,677	N/A					
5 시스템알앤디	조립	N/A	1,194	N/A					
6 신진엠텍	조립	N/A	705	N/A					
7 디에이치	조립	N/A	635	N/A					
8 동진기업	조립	N/A	505	N/A					
9 베스텍	조립	N/A	1,173	N/A					
10 엠오티	조립	N/A	633	N/A					

1 Wuxi Lead리드	전극,조립,화 성	107,000	26,471	N/A				CATL, BYD, CALB, EVE	NorthVolt
2 Yinghe잉허	전극,조립,화 성	22,000	17,138	N/A				CATL, BYD...	
3 LyricRobot리 릭로봇	전극,조립,화 성	15,000	7,986	N/A				CATL, BYD, Guox uan, SVOLT	
4 Hymson힘슨	레이저,자동 화	16,000	7,800	16,000				CATL, ATL, BYD	
5 Hirano히라노	전극	2,900	3,972	8,000				Panasonic...	
6 Hanke항커	화성	35,000	6,563	N/A				CATL, BYD,Guox uan, Murata	
7 Manz만츠	조립	2,500	3,439	N/A					Varta...
8 Toray도레이	전극,조립	112,000	243,378	10,000				Panasonic...	



- 1 전기차용 이차전지 시장 규모
- 2 전기차용 이차전지 시장 단기 전망(~'25년)
- 3 전기차용 이차전지 시장 중장기 전망(~'35년)
- 4 차세대 이차전지 기술 이슈
- 5 이차전지 핵심 소재 시장 전망
- 6 이차전지 장비 시장 전망
- 7 이차전지 업계 핵심 이슈 분석**

유럽 핵심원자재법(CRMA) & 미국 인플레이션 감축법(IRA)

- EU의 CRMA 초안 발표, 美 IRA와 달리 EU 역내 기업과 수출기업에 동일하게 적용
- CRMA는 핵심 원자재 다변화와 폐배터리 재활용 전략이 향후 중요 과제

Critical Raw Materials Act, CRMA



목적 : 지속가능한 원자재 공급에 접근을 위한 포괄적인 조치

원자재 관련 내용

- 16여 종 원자재, 6종의 배터리 핵심광물 포함
(Co, Cu · Li, Mn, Ni, Natural Graphite - Battery grade)
- '30년까지 제3국의 전략적 원자재 의존도 전체 소비량 65% 미만
- '30년까지 전략 원자재 소비량 추출(10%), 가공(40%), 재활용(15%) 역량 보유
- 원자재 프로젝트 절차 간소화, 재정 지원 및 허가 기간 단축
(추출-24개월, 처리 및 재활용-12개월)

평가

- 회원국 오염물질 수집 · 재활용 관련 조항은 국내 배터리 업계에 부담이 될 수 있음
- 역외 기업에 대해 원자재 현지 조달 요구나 차별 조항이 없고, 탄소중립산 업법과 동일 적용될 것으로 예상

Inflation Reduction Act (IRA)



목적: 미국 내 물가 상승 억제 및 기후변화 대응

원자재 관련 내용

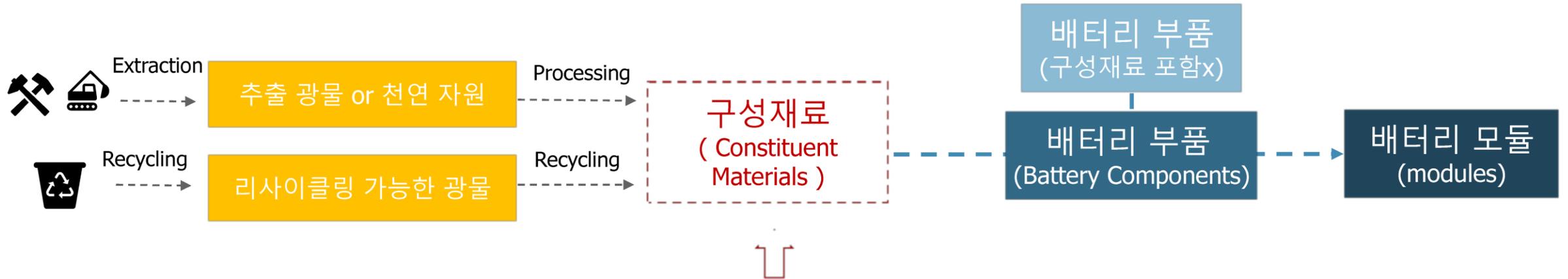
- 50여 종 원자재, 6종의 배터리 핵심광물 포함
- '24년 이전 40%에서 '28년 80% 이상의 Value 충족, 동시에 우려 외국집단 광물 '25년부터 제외
- 미국 또는 FTA 체결국에서 채굴 또는 가공 (50% 이상) 되거나 북미에서 재활용 (50% 이상) 된 경우 '적격 핵심광물' 로 판단
- '핵심광물 요건' 및 '배터리 부품요건' 을 만족한 경우, 총 7,500 달러의 세액 공제를 차량 구매자에게 제공

평가

- IRA 발효의 중장기적 효과는 미국 배터리 시장 선점에 있어 기회요인으로 작용
- 원자재 확보를 위한 광산 투자는 고도의 리스크가 동반되는 장기 프로젝트로, 정부 지원 강화가 필요

핵심광물 가치 범위

배터리 부품 가치 범위



✓ 구성재료 (Constituent materials)

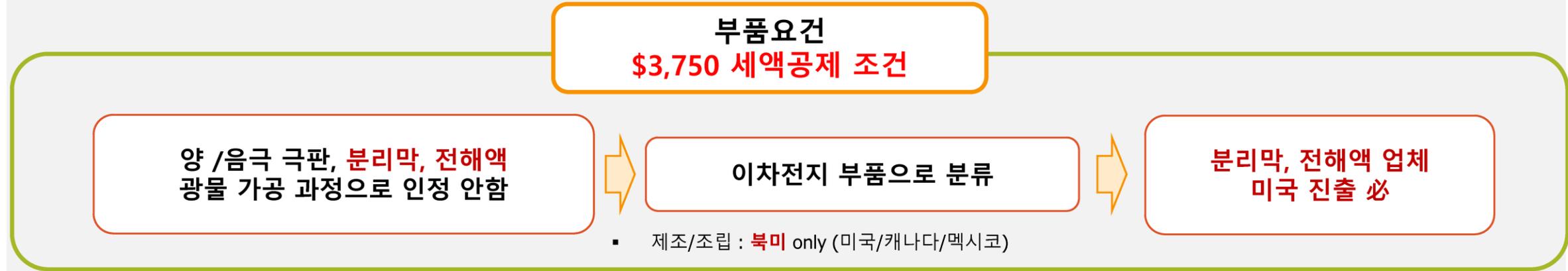
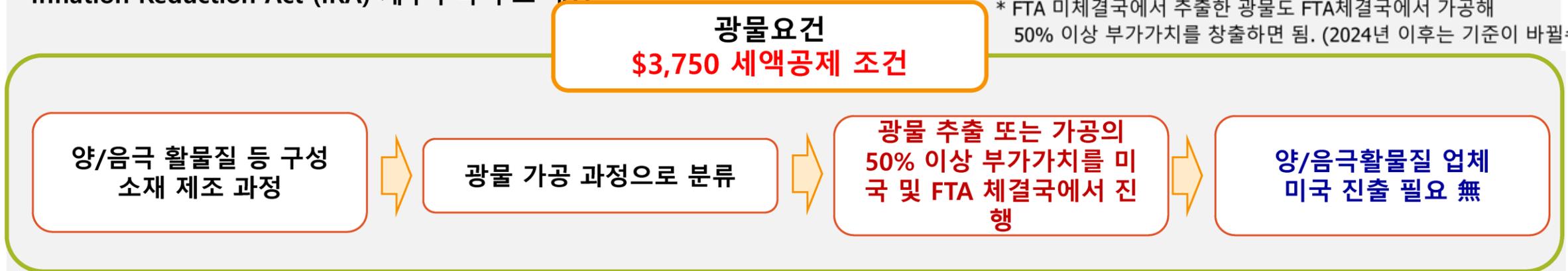
- 정의 : 핵심광물을 포함하고 배터리 부품으로 제작시 직접 투입되는 재료
- 예시 : 양극 및 음극활물질 분말, 전극박 (foils), 금속 전극 (metals for solid electrodes), **바인더 (binders)**, 전해염 (electrolyte salt) 및 첨가제 (additives), 또는 이외의 재료 (not limited)
- 특이사항 : 규정상 핵심광물을 포함해야 하므로 **동박, 전해액 용매, 분리막 원단** 등은 해당되지 않는 것으로 보임.
그러나 이 논리와는 다르게 예시에 '바인더'가 포함된 만큼, 해석에 따라 바뀔 여지가 있음.
따라서 美 재무부에 질의를 보내 구성재료의 개념에 대한 확답을 받는 것이 필요함.

쟁점

미국 인플레이션 감축법(IRA) 세부수칙

- 3월 31일 세부 수칙 발표, 양극/음극 활물질의 분류를 배터리 부품이 아닌 핵심 광물 가공 과정으로 분류
- 기존 FTA 체결국 외에도 일본과 같은 FTA 미체결국에 대한 FTA 체결국 기회 제공으로 일본 역시 IRA 수혜 대상이 되었음

Inflation Reduction Act (IRA) 세부수칙 주요 내용



* 2024년부터 우려외국단체(FEOC) 규정 적용

LG/SK/SDI 한국3사 LFP 개발 참여

- Global 시장에서도 Entry급에 LFP 배터리 사용 확대 전망, 테슬라에 이어 Global OEM사들도 Entry급 차량에 LFP 채용 적극 검토
- **LGES/SK On LFP 개발 완료, 양산 라인 준비 중, 삼성SDI도 개발 중/ 포스코, 에코프로비엠, 엘엔에프 등 국내 양극재 업체들도 LFP 개발 착수**

정부가 올해부터 500억원 규모 이상의 LFP 배터리 관련 신규 과제를 추진, 한국기업들의 시장 진출을 적극 지원예정

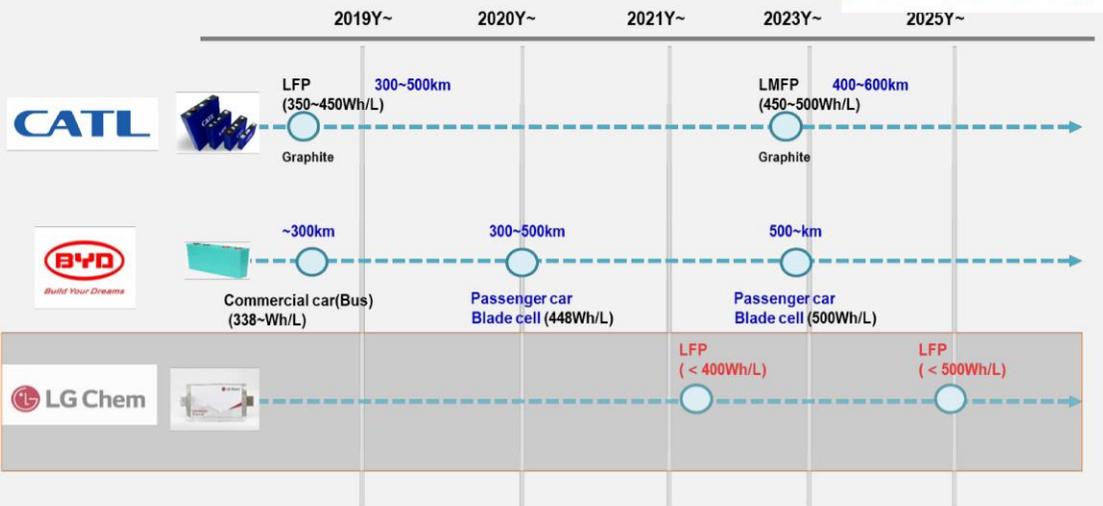
LGES의 LFP 개발

- LGES '23년 중국 난징 LFP 생산 (ESS용) 라인 구축
- '26년 애리조나에 신규 LFP 라인 구축(16GWh, '26년 양산)
- ※ Tesla등 북미 공급 요청 물량 감안시, 100GWh이상의 Capa 필요

SK On의 LFP 개발

- 각형 배터리 파일럿 생산라인 구축 완료('22년 말), 프로토타입 생산
- SK온은 '24년 코발트 프리 양극재를 조달 받을 계획, L(M)FP가 유력
- LFP의 단점인 저온출력 최소화 기술 개발 중

※ SK-On, SDI도 북미 생산 계획
한국 3사의 북미 LFP 생산일정 단축 필요('25년~ 공급)



SK온 각형 프로토타입 배터리 사진=SK온 제공 ('23.3 인터배터리)



SK온 LFP 배터리 사진=SK온 제공 ('23.3 인터배터리)

Tesla는 건식공정 도입을 통하여 비용절감 및 생산성 확대를 기대함

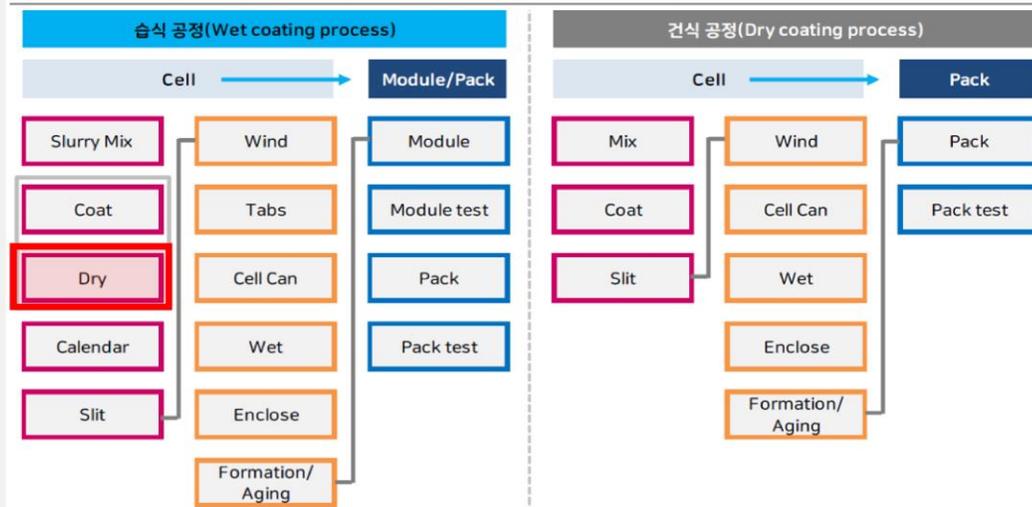
- DBE(Dry battery electrode)는 공정 단순화로 **비용절감, 생산성향상, 공간활용(건조로x), 친환경(유기용매사용x), 전고체전지/CTP 접목 유리**
- 테슬라는 최근 텍사스 4680 생산에 건식 전극 도입을 시작한 것으로 보여 하반기 양산 기대

TESLA 건식공정의 장점과 향후전망

테슬라 건식 공정 핵심기술

- Dry Electrode Coating (맥스웰)
- Roll to Roll Film (맥스웰)
- Powder to Film 기술
- 유해 휘발성 공기 정화 시스템
- 건조 재료 기술

그림 21. 습식 공정(15 가지 공정)과 Tesla의 건식 공정+CTP(Cell to pack) 공정(10 가지 공정) 과정 비교

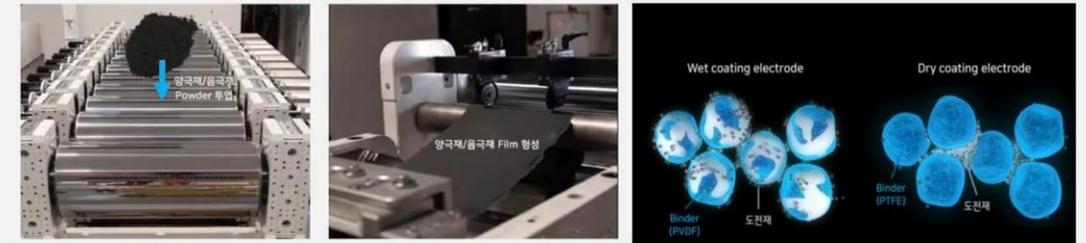


건식공정 최신 동향

- '23년 2월 테슬라 건식공정에 대한 미국 특허청 2건 추가 공개
- 4680 배터리용 건식 전극 생산 최근 크게 증가 (4680 프레스 기계 도입)
- PTEF 바인더 등 적용 기술이 핵심으로 LG엔솔, 현대차 등 특허 출원

테슬라 건식공정 시현 모습

PTFE(polytetrafluoroethylene) 바인더



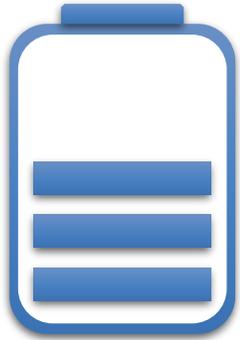
자료: Tesla, 하이투자증권



23년2월 텍사스 공장에 4680용 대형 프레스 2대 설치, 두 기계가 건식 전극 생산에 사용될 가능성 Italy's Sacmi Imola, weigh 334,000 pounds (151.5 tons), 기존의 3배 강도



감사합니다!!!



이차전지산업에서의 Laser 응용기술

R&D1센터1팀 채호철 팀장

- Overview 81
- 전극공정 84
- 조립공정 90
- 기타 94

이차전지산업에서의 Laser 응용기술

Overview

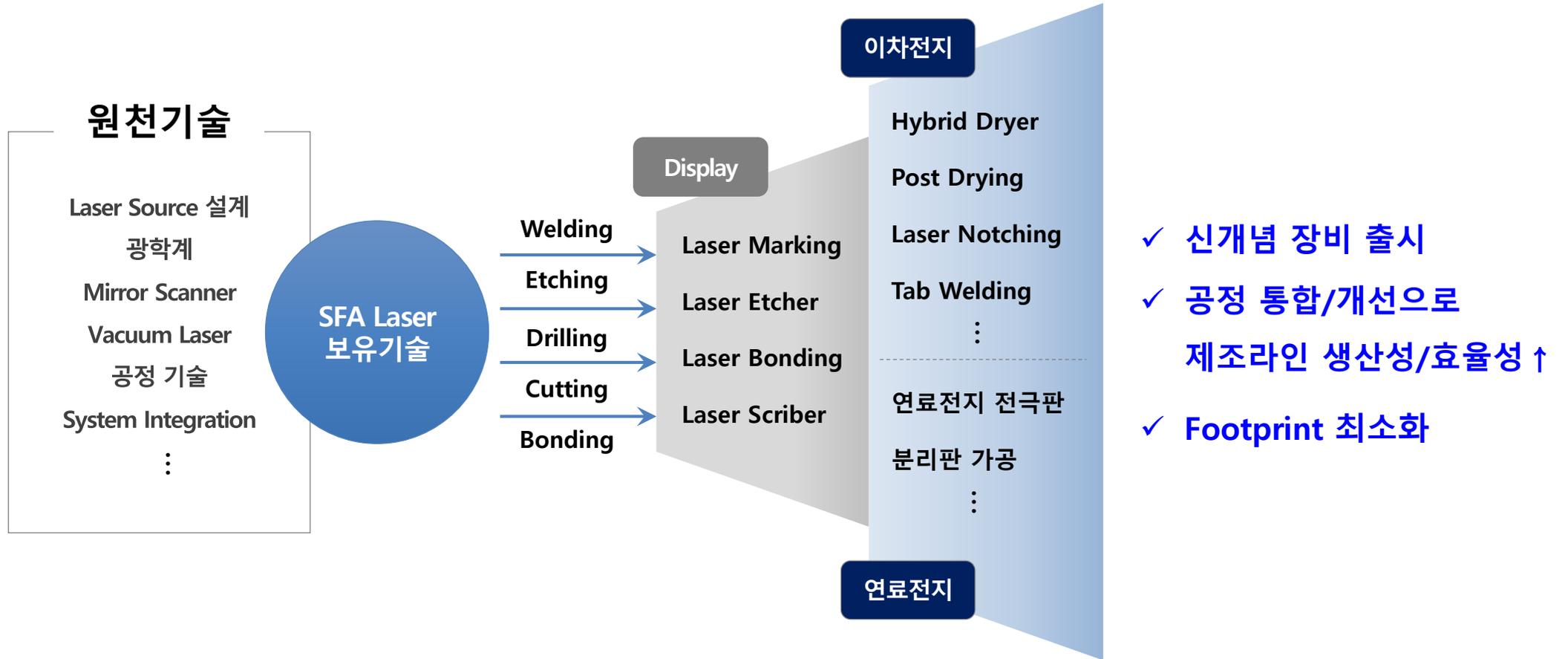
전극공정

조립공정

기타

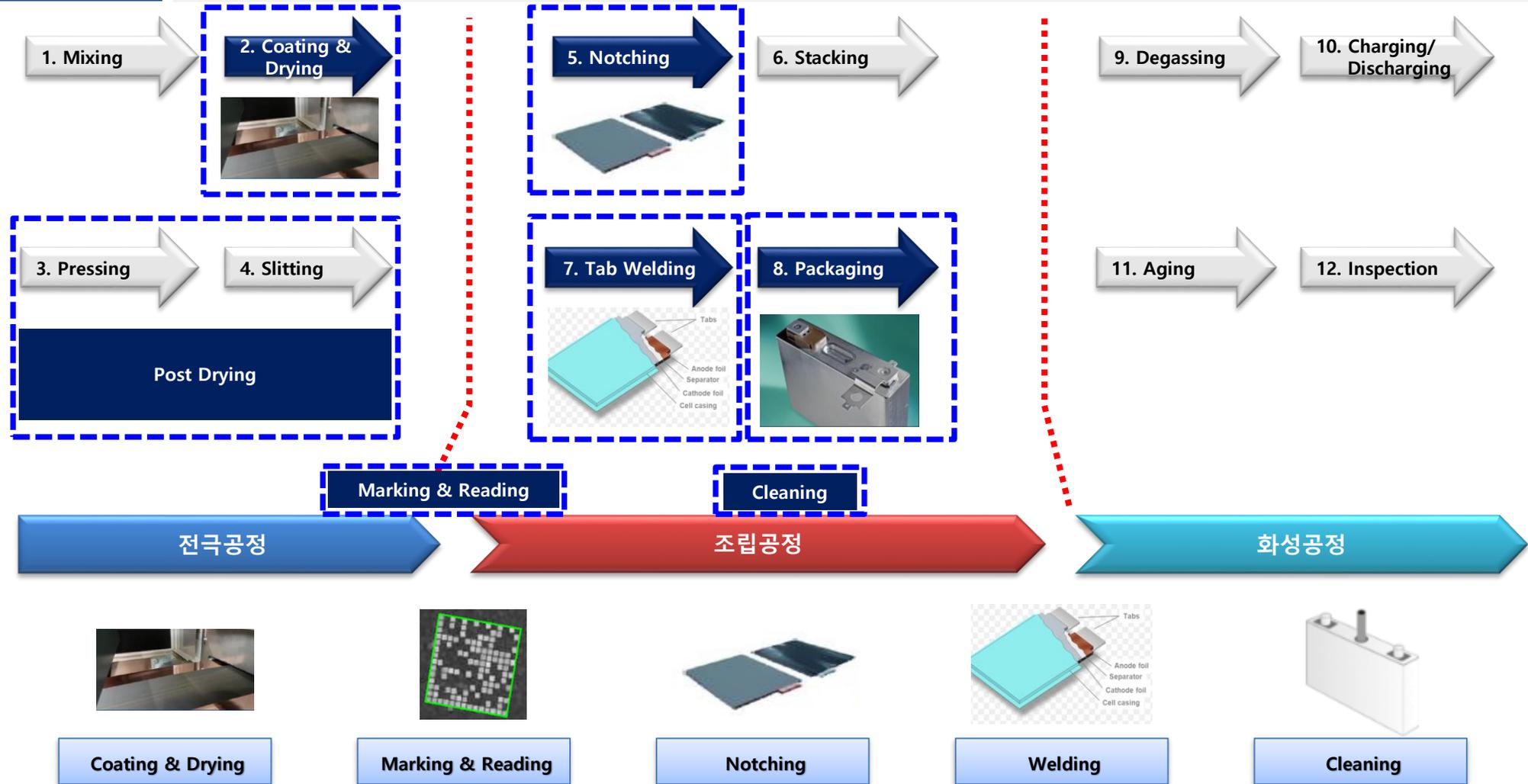
Overview

- Laser 기술 디스플레이 사업화 성공 DNA를 이차전지/연료전지에 응용하여 사업확대 전개
 - 이차전지 공정장비 기술에 Laser 기술 융합한 신개념 장비를 통해 제조장비 시장 선도
 - 신개념 장비 기반의 공정 통합/개선으로 생산성 및 효율성 극대화 → 고객사 니즈 충족



Overview

- 전극공정 : Laser 기술 미도입 상태인 Coating & Drying, Post Drying에 집중 → 신시장 개척
- 조립공정 : Laser 기술 일부 도입 상태이나, 기술 고도화로 차별적 경쟁우위 확보 → 장비시장 선도



Overview

전극공정

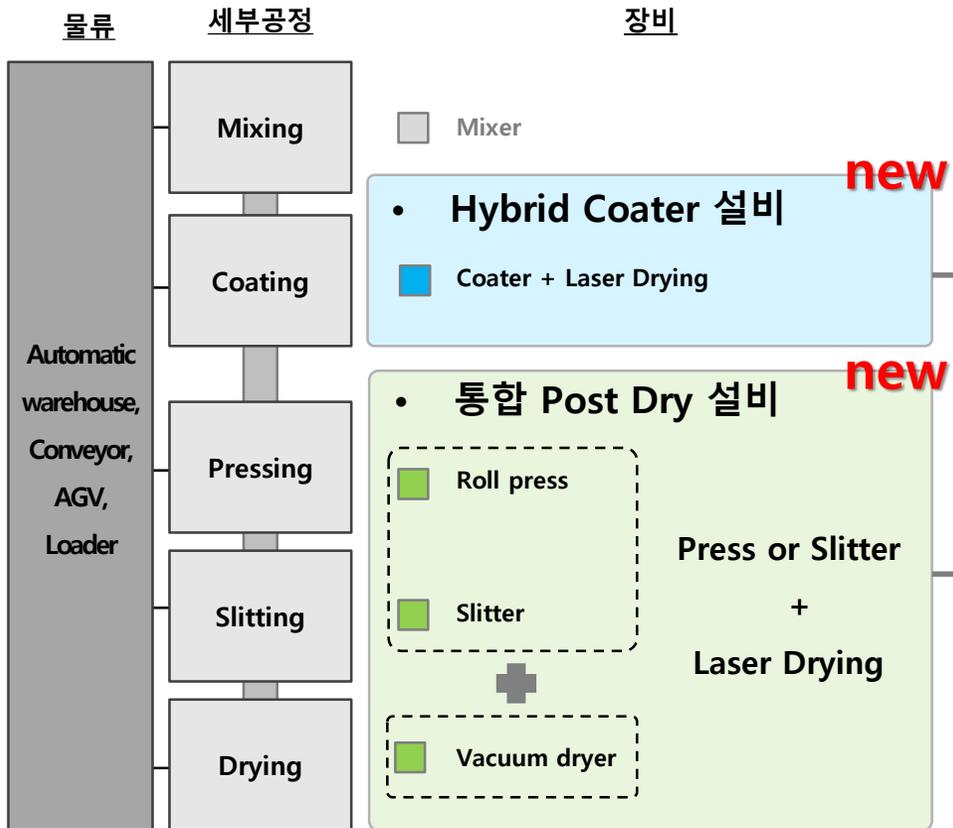
조립공정

기타

전극공정 (Laser Drying)_1

- CIS의 Coating & Drying 공정기술과 SFA의 Laser 기술을 융합하여 건조공정 기술 혁신
 - 기대 효과 : Laser 기술 기반의 공정 통합/개선 등으로 기존 열풍방식 대비 생산성/건조품질 제고
 - 압도적 기술경쟁력을 통해 획기적인 사업 확대 기대 가능

전극공정 : Laser Drying 적용 설비



기대 효과

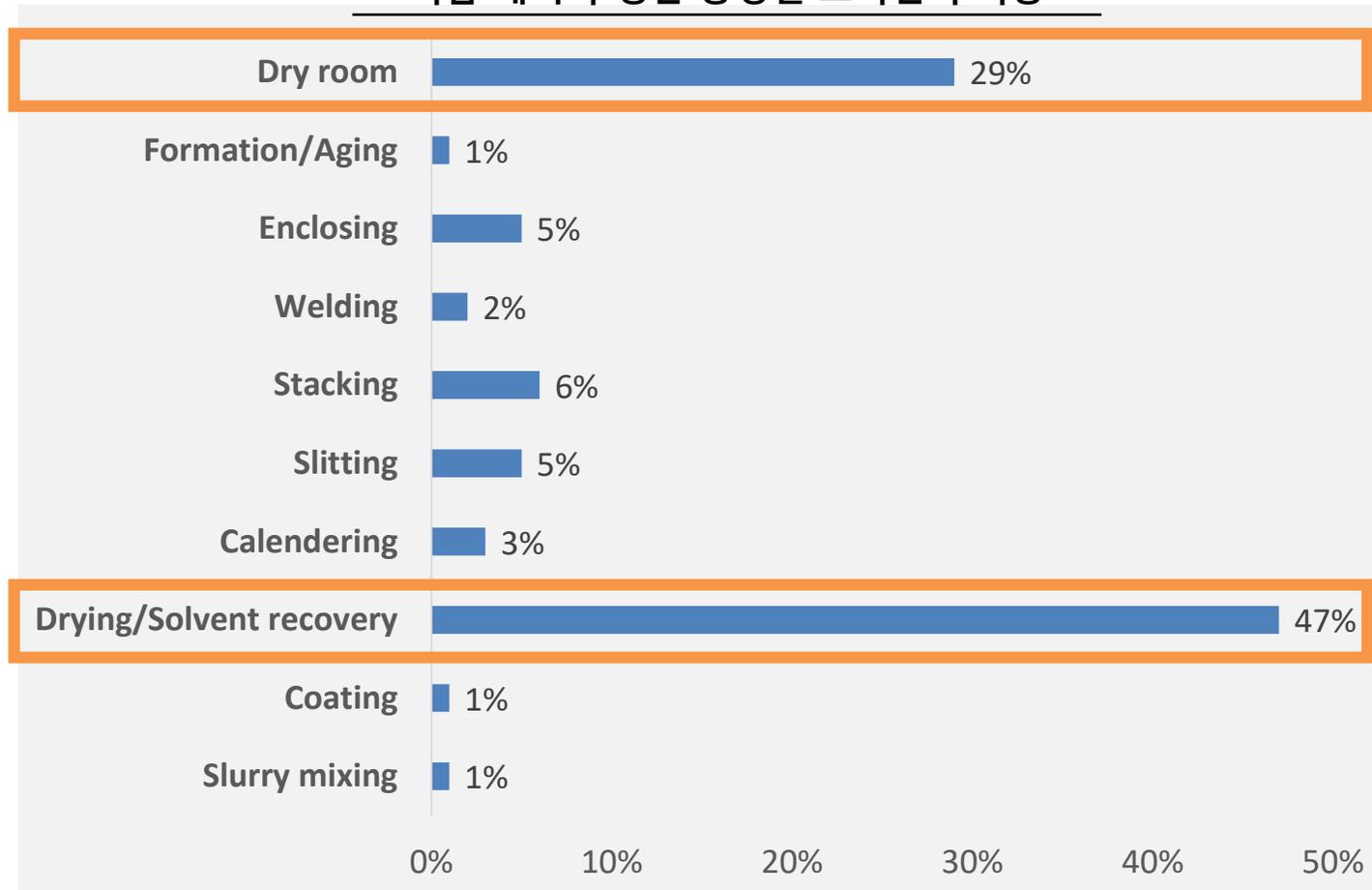
- 1) 생산 효율 향상
 - 설비 점유 공간 감소
 - 생산 속도 향상
- 2) 운용 Cost 절감
 - 높은 전력 변환 효율 이용 → 전력 소모 감소
 - 유지 보수 비용 감소
- 3) 건조 품질 향상
 - 전극 결합력 증가, 전기적 특성 개선

- 1) 공정 합리화
 - 고속 R2R 건조 → Vacuum Dry 대체, 단시간 공정 완료
 - 설비 점유 공간 감소
- 2) 운용 Cost 절감
 - 높은 전력 변환 효율 이용 → 전력 소모 감소
 - 이적재 공간 감소
- 3) 건조 품질 향상
 - Vacuum Dry 대비 균일한 건조 Profile

「별첨」

- 제조라인 운용 비용 절감 효과 : 생산 공정별 소비전력에서 Drying 공정의 비중이 50% 이상에 달함

리튬 배터리 생산 공정별 소비전력 비중



출처 : 이차전지 산업현황 및 전망 하이투자증권. 2022

전극공정 (Laser Drying)_3

- Hybrid 건조 : Laser Drying 기술을 적용한 건조 기술 → 전극 코팅 공정 생산 속도 향상 또는 Footprint 감소
 - Case 1 : 기존 대비 동일 Footprint에서 생산 속도 2배 향상(투자 설비 대수 절감 가능)
 - Case 2 : 기존 대비 동일 생산 속도에서 Footprint 50% 감소(연간 유지 보수 비용 절감)

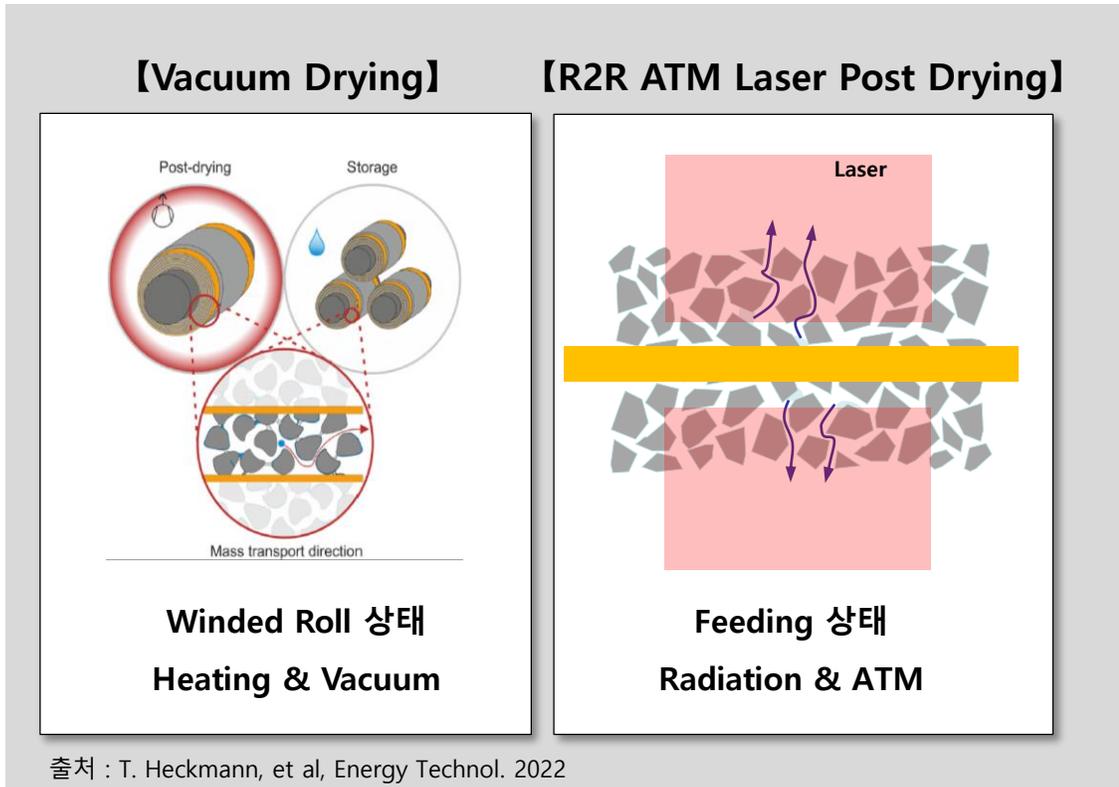
항목	기존 Concept (Only 열풍 건조기)	Hybrid 건조 (열풍 + Laser 건조 Unit)		비고
		Case1	Case2	
		생산 속도 100% 향상	Footprint 50% 감소	
건조로 설치 면적	100%	100%	50%	-
				
생산 속도	100%	200%	100%	고로딩에 의한 생산속도 저하
1년 생산량(km)	100%	200%	100%	
동일 생산량 기준 소비전력	100%	56%	62%	열풍 대비 비교
고객 투자시 장점	-	- 2배의 생산량 - 빠른 투자비 회수 가능	- 저렴한 유지 보수 비용 - 설비 Footprint 감소	-

※ 향후 이차전지 트렌드 - 배터리 에너지 밀도 개선을 위한 전극 고로딩화!!! (생산속도 저하 / 공정 소비전력 증가)

→ Laser Hybrid Drying 고로딩 전극에 특화된 기술

- Post Drying : R2R 구동과정에서 Laser를 이용한 급속 건조 기술 → 설비 공간 및 전력 소모량 감소
 - 기존 Batch Type의 Vacuum Dry 대비 고속 건조 가능
 - 고효율 Irradiation Energy 이용으로 전력 소모량 감소, Feeding 상태의 Reel Drying으로 균일한 건조 Profile 가능

Vacuum Dry vs. R2R Laser Post Drying



비교	Vacuum Drying (기존 공법)	R2R Laser Post Drying (SFA 개발 공법)
건조 환경	Vacuum(진공)	ATM(일반 대기압)
수분 증발 구간	매우 김 > 350mm	짧음 < 0.3 mm
건조 균일도	불균일	균일
설비 통합	불가 (단독 설비, 큰 공간 차지)	R2R 설비 통합 가능

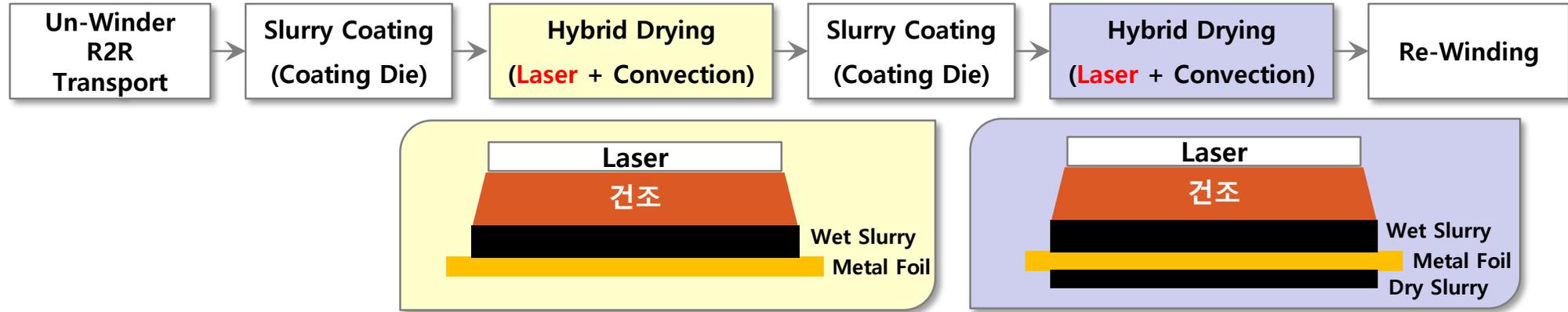
전극공정

(Laser Drying)_5

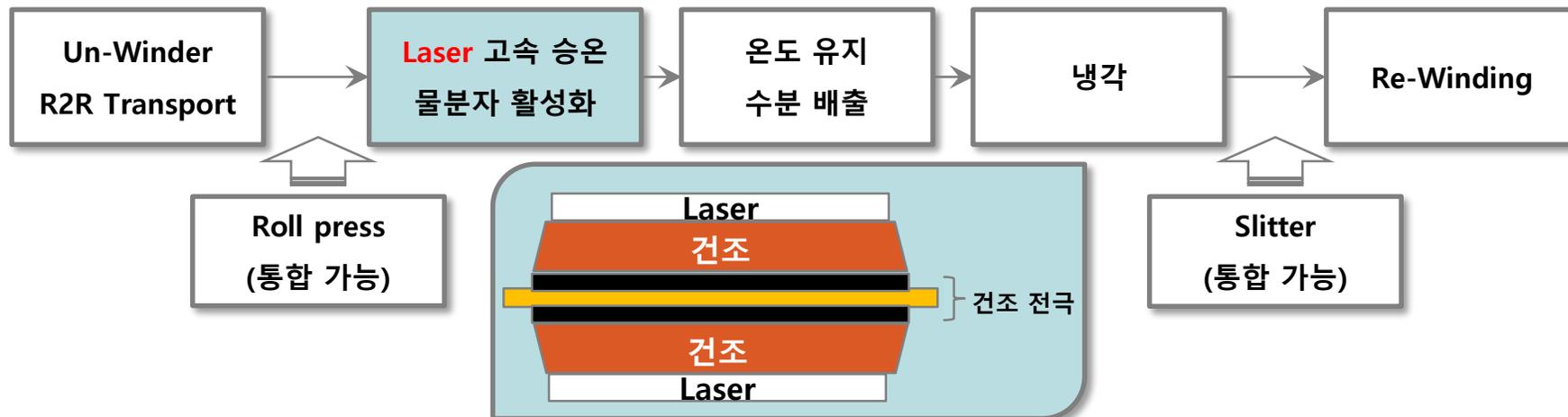
- 전극공정 Laser Drying Applications

- 전극공정 중 핵심 공정인 Coating / Pressing / Slitting 에 적용 가능한 고부가가치 기술
- 전극 공정장비 사업화 및 확대 가능

- Hybrid Coater Application : 단면/순차 건조 기술



- Laser Post Drying Application : 양면/동시 건조 기술



Overview

전극공정

조립공정

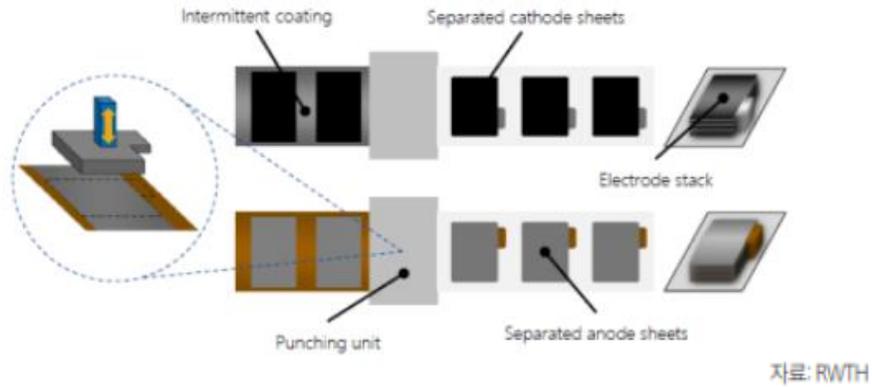
기타

조립공정

(Laser Notching)_1

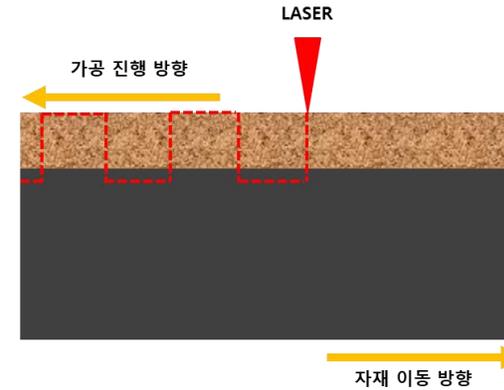
- 기존 Press Notching 설비에 Laser 기술을 융합하여 가공 정밀도 및 속도를 획기적으로 개선

Press Notching 설비



- ◆ 절단면 품질 저하
 - 절단면과 직접 접촉하여 파단 발생
- ◆ 주기적인 유지보수 비용 발생
 - 프레스 칼날 교체 비용/시간 발생
- ◆ 생산성 저하
 - 다양한 크기와 패턴의 전극 대응 불가능
 - Stop & Go = 느린 가공 속도
(현재 수준 40~50m/min)

Laser Notching 설비



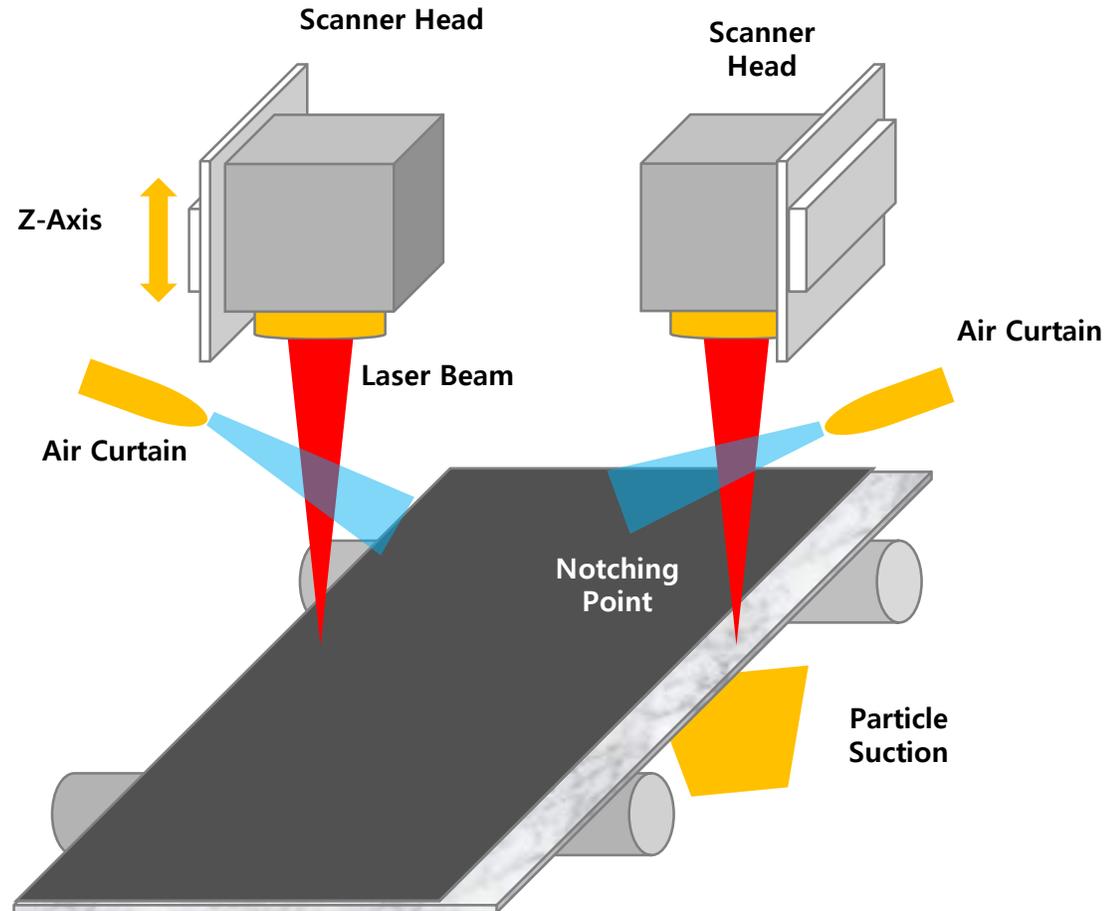
- ◆ 절단면 품질 향상
 - 절단면과 직접 접촉하지 않음
- ◆ 유지보수 비용이 적음
 - 주기적 수선이 필요하지 않아 경제적으로 유리
- ◆ 생산성 향상
 - Auto Job Change
 - R2R 연속 공정 = 높은 가공 속도
(현재 수준 60m/min, 음극 Notching)

조립공정

(Laser Notching)_2

- 독자적인 Laser 기술을 기반으로 초고속/초정밀 Notching 장비 개발 진행 중(양극/음극 적용, 초고속 목표)
 - 자체 개발 광학계, Laser Cutting Path 제어 기술 적용으로 Notching 품질 및 속도 향상
 - Particle 비산 방지 노하우 적용 → Notching 공정 불량 방지
 - 방폭형 환경 안전 기술 적용

Laser Notching 장비 구성도



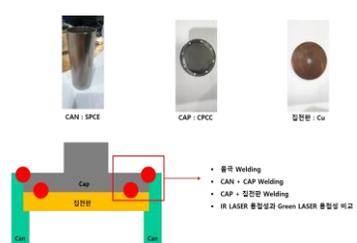
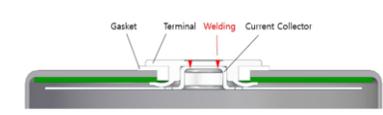
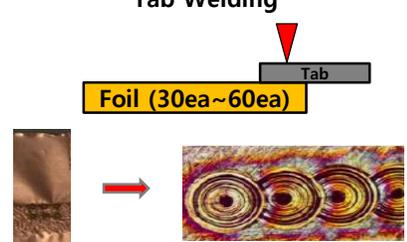
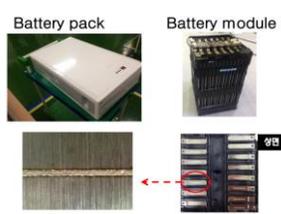
조립공정

(Laser Welding & Cleaning)

- Laser Welding : 용접 헤드 및 스캐너 제어 기술 적용으로 용접 품질 및 속도 향상, 다양한 제품 형상/형태의 용접 가능
- Laser Cleaning : 전해액 주입구의 잔존 전해액 제거로 용접 정밀도 증가, 가공 시 열에 의한 배터리 형상 변화 없음

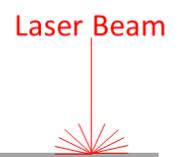
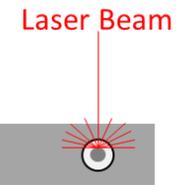
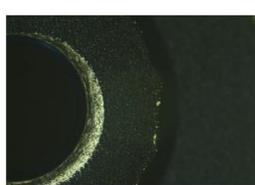
Laser Welding 기술

특징 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • Welding Head 및 Welding Scanner 제어 기술 적용 → 용접 품질 및 속도 향상 • 다양한 형상 및 형태의 Welding → 이차전지 모든 Welding Application 접근 가능
------------------	---

적용 공정	Cathode Welding  <ul style="list-style-type: none"> • 용접 Welding • CAN + CAP Welding • CAP + 단면용 Welding • IR LASER 용접상과 Green LASER 용접상 비교 	Anode Welding  <ul style="list-style-type: none"> • 항목 : Terminal + Current Collector Welding • Terminal : Al 1T, 0.75T, 0.5T • Current Collector : Al 0.5T, 0.4T • Terminal 홀 Size : 05 • 용접 Size : 04 • 용접 모양 : Spiral 
	Tab Welding 	Pack Welding 

Laser Cleaning 기술

특징 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 전해액 주입구의 잔존 전해액 제거 가능 → 용접 품질 및 생산성 향상 • 가공 시 열에 의한 배터리 형상 변화 無 → 제품 Damage 없는 신개념 세정 공법으로 전해액 Overflow Issue 해결
------------------	---

전해액 주입기 Laser 세정		
	 <p>100W 상부 작업 전</p>	 <p>100W 상부 작업 후</p>
	 <p>100W 하부 작업 전</p>	 <p>100W 하부 작업 후</p>

Overview

전극공정

조립공정

기타

• Marking & Reading 기술

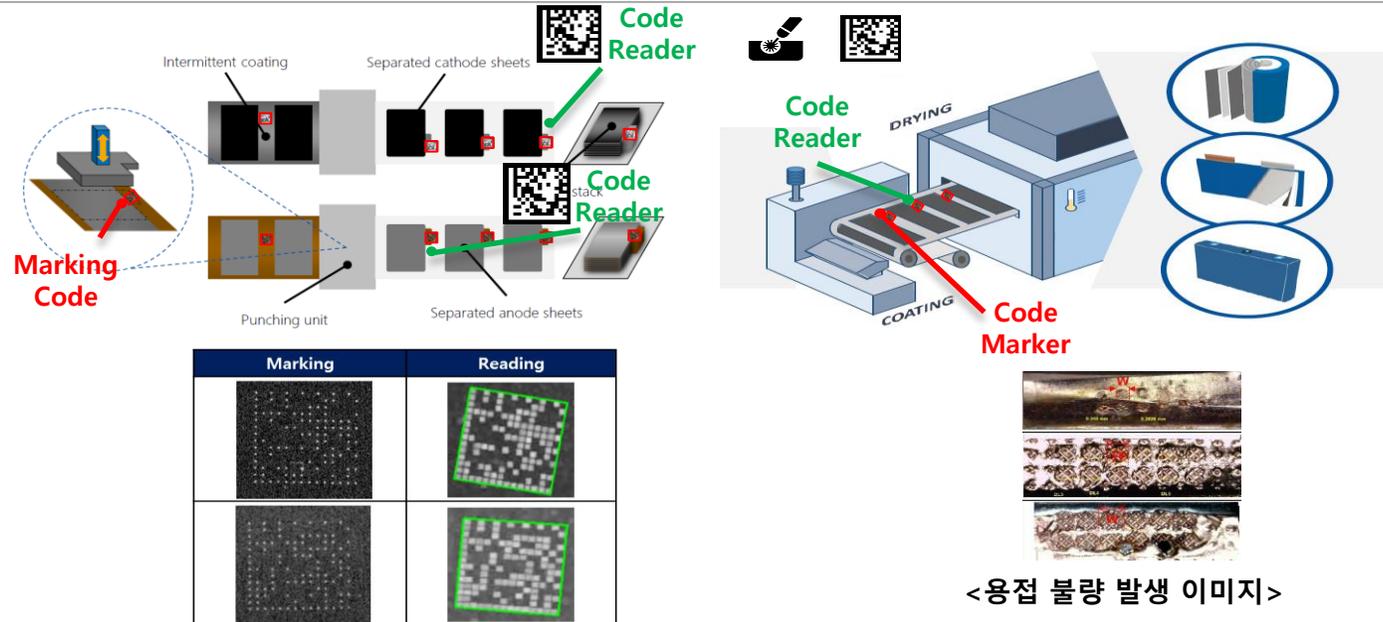
- 제품 손상 없는 고유번호 Code Laser Marking 및 Laser Reading 기술로 실시간 품질 관리 공정 적용

Marking & Reading 기술

특징 및 기대효과

- Cell 고유번호 부여하는 Code Marking 및 실시간 제품 추적
 - 품질에 대한 추적 관리로 제품 품질 향상
- 제품 손상 없도록 Marking
 - 품질 Issue 저감

적용 제품



기 타

- Laser 기술을 이차전지 외에 연료전지 분야에도 적용 확대
 - 연료전지 분리판 가공 기술
 - 연료전지 전극 가공 기술

연료전지 분리판 가공 기술

특징 및 기대효과

- 고속 Scanner 제어기술 적용
 - 경쟁사 대비 고속 공정 가능
- 가공 시 발생하는 열 제어 기술 적용
 - 공정 안정성 및 Warpage 제어 Cell Stack

적용 제품

Cell Stack

SOFC Cell

Scanner Head

Z-Axis

LASER Beam

연료전지 전극 가공 기술

특징 및 기대효과

- 대면적 Laser Cutting 광학계 기술 적용
- Anode/Cathode 전극 구성에 따른 Laser Cutting Solution 보유

적용 제품

◆ Anode/Cathode Electrode Cutting

◆ Cathode

MEA film

Carbon fiber

◆ Anode

Carbon fiber

• LASER Cutting

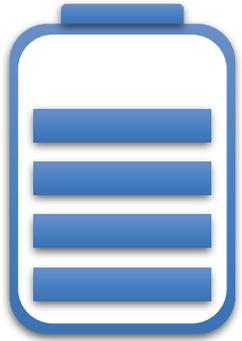
• Die Cutting

< Cathode >

< Anode >

< Edge & cross-section >

< Edge & cross-section >



이차전지 검사 기술

R&D1센터2팀 윤여홍 팀장

- Overview 99
- 3D CT검사기 101
- AI 외관검사기 105
- 기타 109

이차전지 검사 기술

Overview

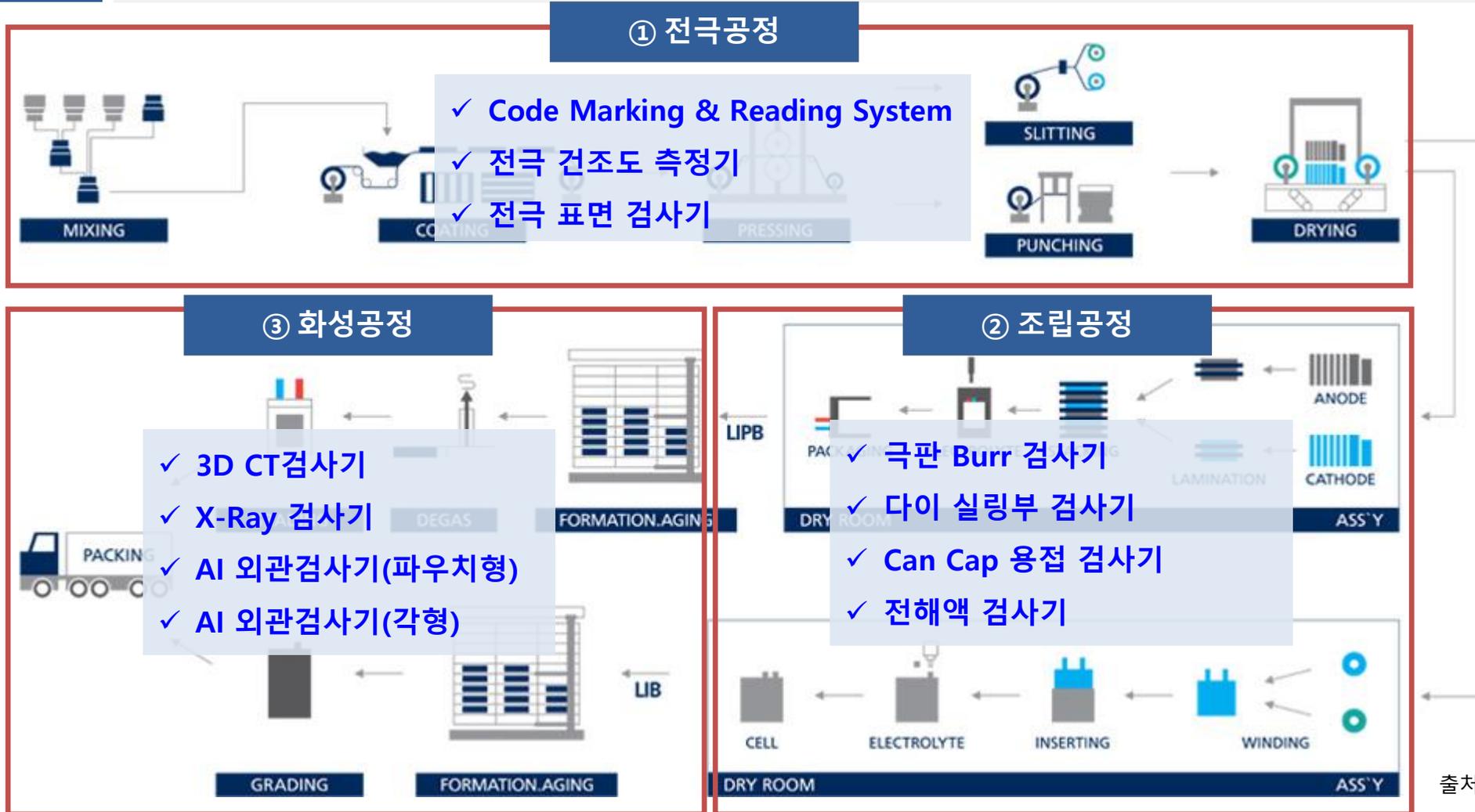
3D CT검사기

AI 외관검사기

기타

Overview

- 이차전지 제조라인 전체 공정에 걸친 검사 솔루션 개발 및 사업화 → 검사장비 시장 독보적 우위 확보속
 - 폭발/발열 위험 사전 검사 구현
 - 스마트기술 접목 및 In-Line化를 통해 초고속/고정밀 검사 구현
- 물류설비, 공정장비 및 검사장비를 아우르는 Turnkey 공급역량 확보



출처: 씨아이에스

Overview

3D CT검사기

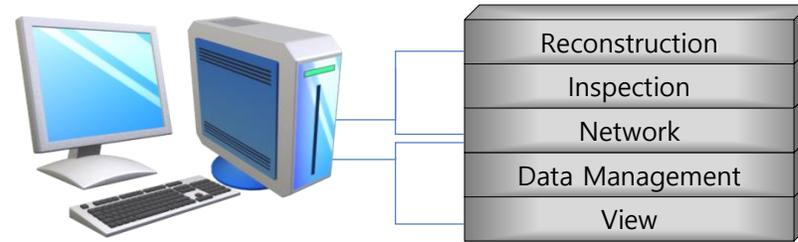
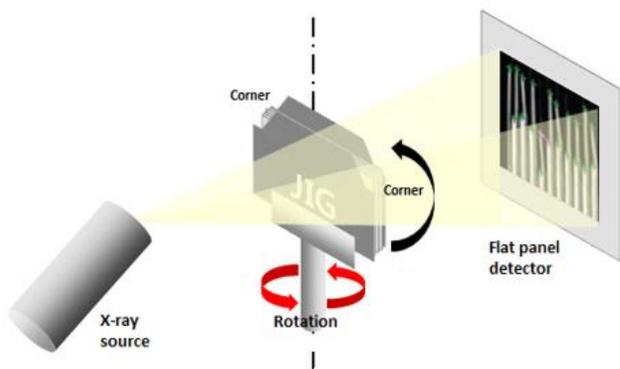
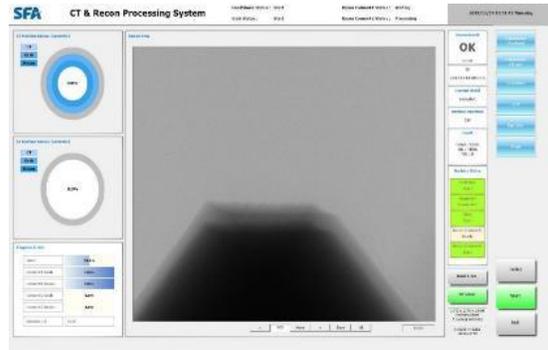
AI 외관검사기

기타

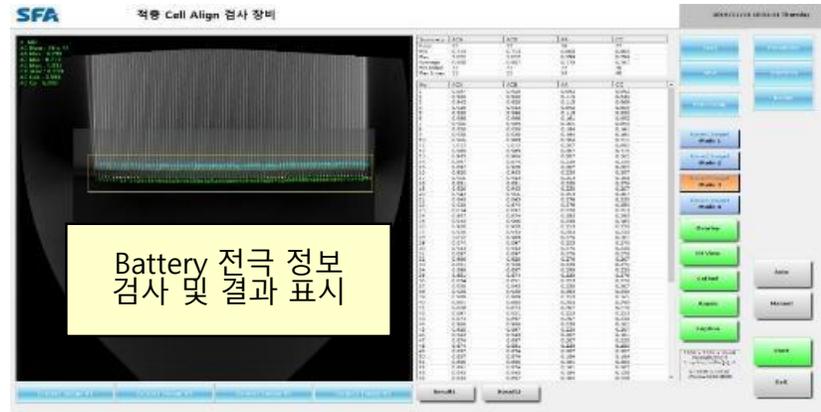
3D CT검사기

- 셀 내부의 전극 정렬 상태 초고속/초정밀 검사 성공적 사업화 → 세계 최고 속도(4초) 구현
 - 스마트 기술(NEO AI) 접목하여 고품질 3차원 영상 고속 획득
 - Multiple Cell 검사 방식 적용 및 In-Line 타입 구성으로 실시간 전수 검사 가능

Scan & Reconstruction

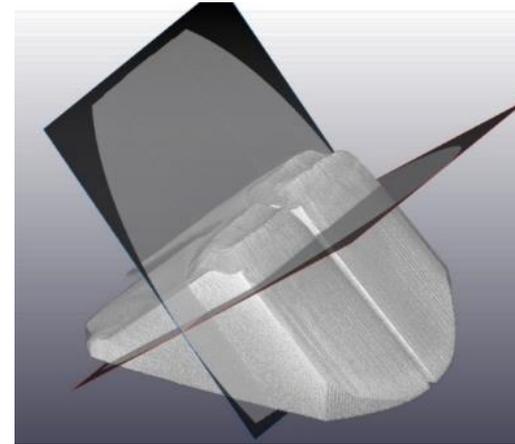
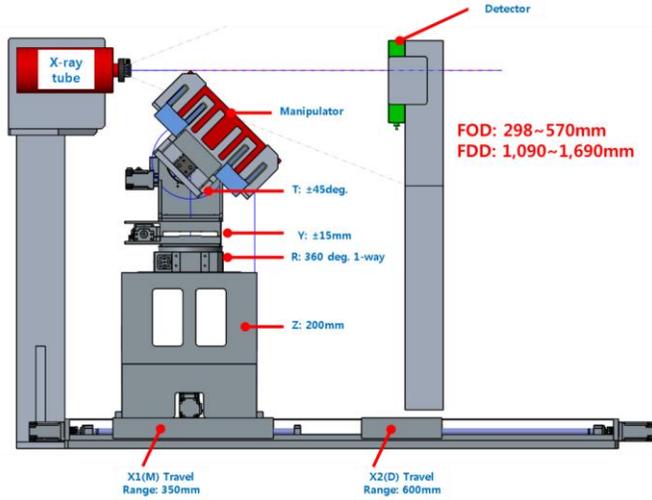


Auto Inspection & Reporting

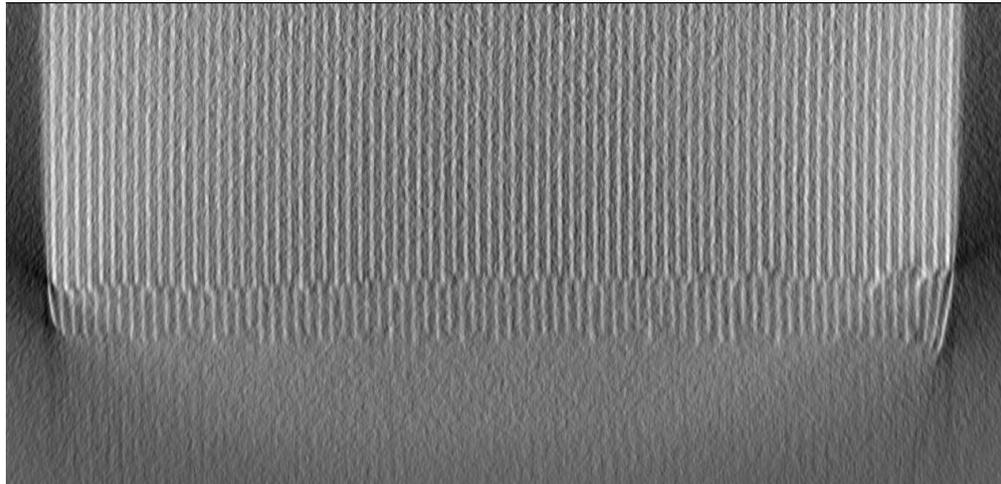


3D CT검사기

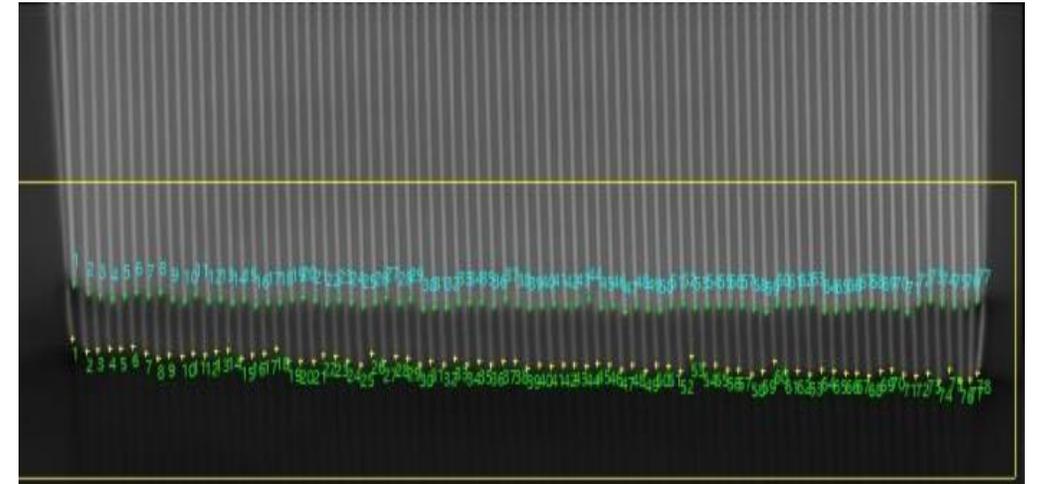
- 스마트기술(NEO AI) 접목 효과 : 초고속/고정밀 검사 설비 구현
 - 고속 Throughput하에서의 영상 Noise 개선(Super Resolution)
 - 고정밀 결함 검출



- AI Imaging 비디오/이미지 특화 솔루션



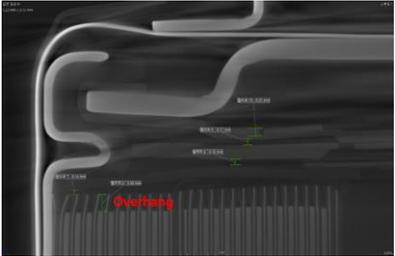
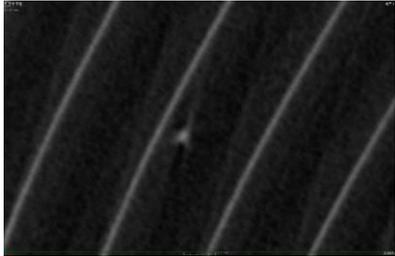
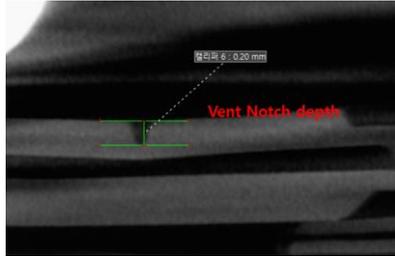
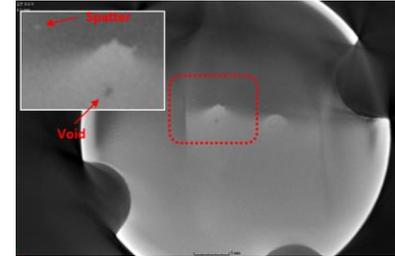
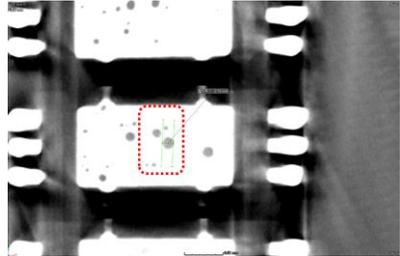
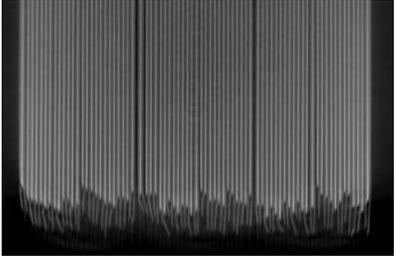
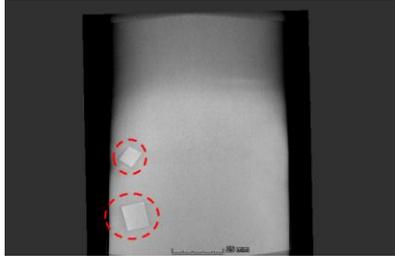
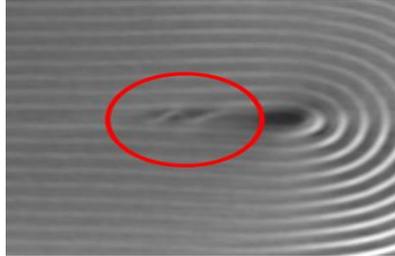
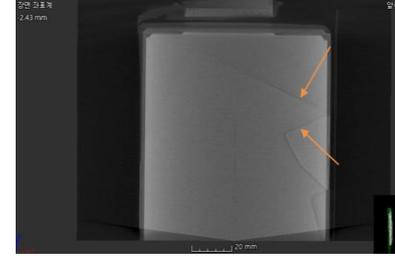
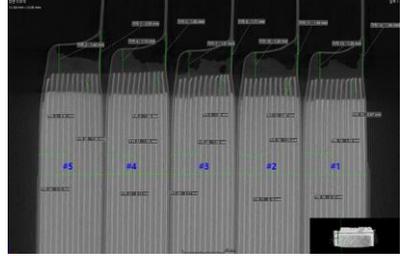
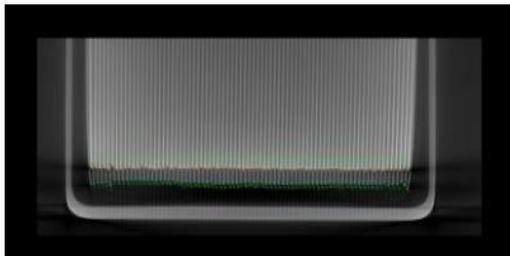
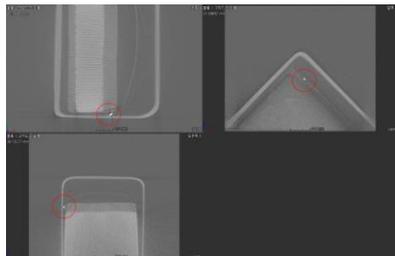
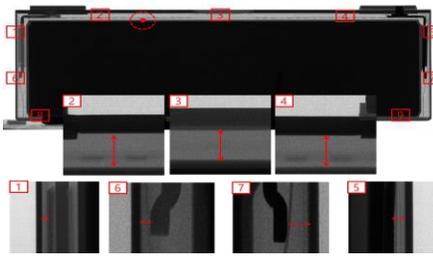
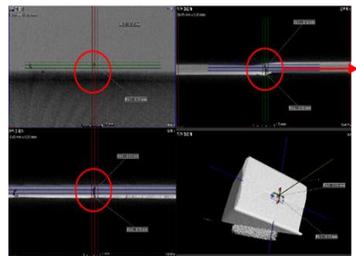
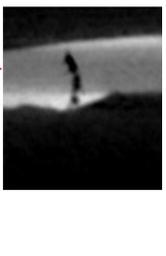
Raw Recon. Image



SFA Image Processing Image

3D CT검사기

- 이차전지 제조 공정의 표준으로 자리 잡음
 - 적용분야 : 원통형, 파우치, 각형 등 모든 타입에 적용 가능

항목	검사유형				
원통형 	 전극 정렬	 이물	 형상	 용접	 VOID
파우치 	 전극 정렬	 이물(전극조각)	 전극접힘(소형와인딩)	 전극접힘(중대형폴딩)	 형상(전극 to 외곽거리)
각형 	 전극 정렬	 이물	 형상	 용접	

Overview

3D CT검사기

AI 외관검사기

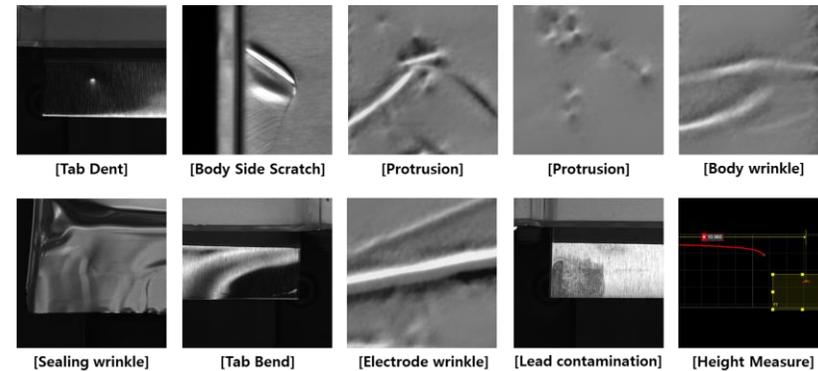
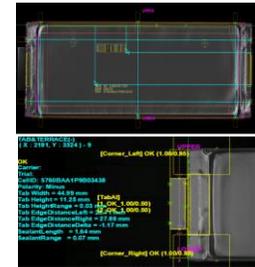
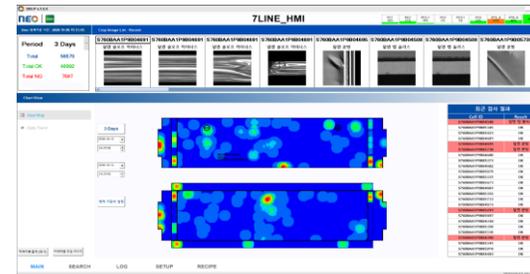
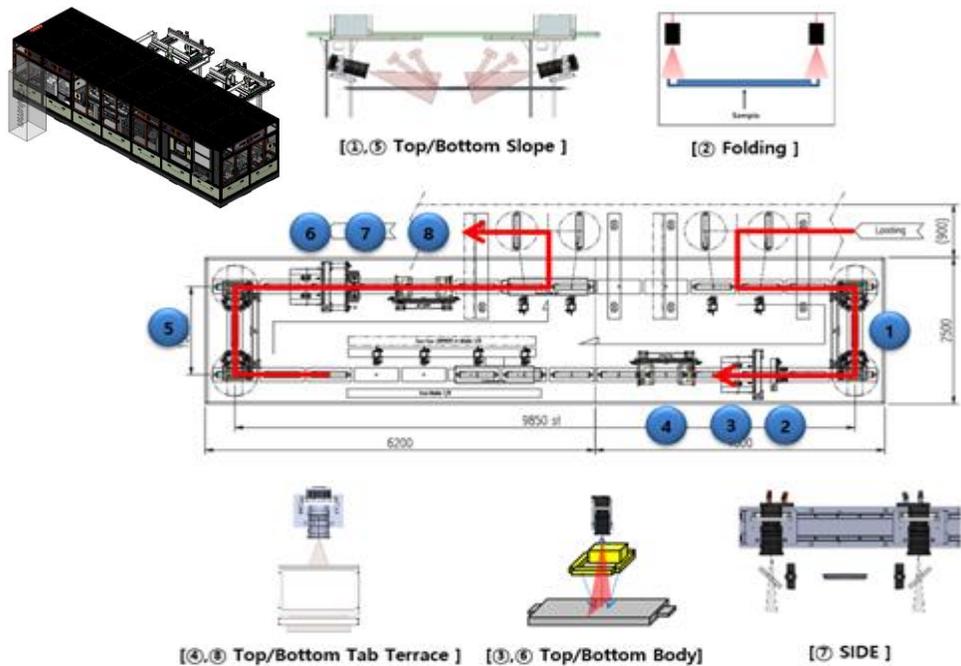
기타

AI 외관검사기 (파우치형)

- AI 기반의 초고속/초정밀 셀 표면 검사 구현으로 검사라인 효율성 극대화
 - AI 기술과 Rule-Based 알고리즘 적용하여 검출력 최고 수준으로 확보(Human Error 최소화)
 - 셀 표면 결함 검출에 최적화된 2.5D Photo-Shape 광학계(SFA 특허) 적용

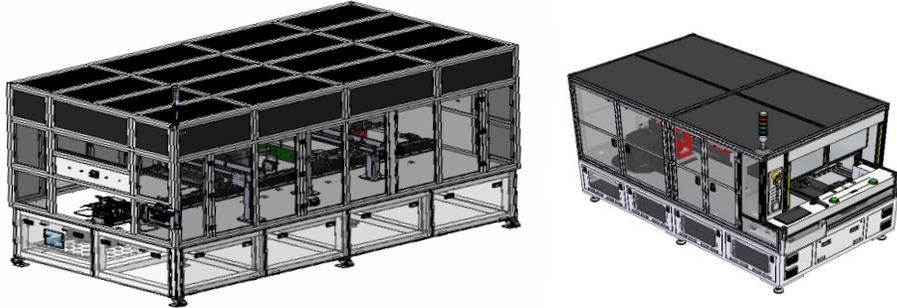


개요	• 2D, 2.5D, 3D 광학계를 활용한 외관 전면을 검사 및 측정
주요 검사 항목	<ul style="list-style-type: none"> • 찌힘, 긁힘, 이물, 접힘, 눌림, 오염, 인쇄 등의 외관 검사 • Body/Tab/Sealing영역의 폭, 길이 및 Folding 높이 등의 치수 측정



AI 외관검사기 (각형)

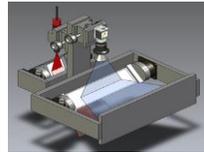
- 파우치형 외 각형 배터리의 표면 결함 검출에 확대 적용 중



Body 2.5D 광학계

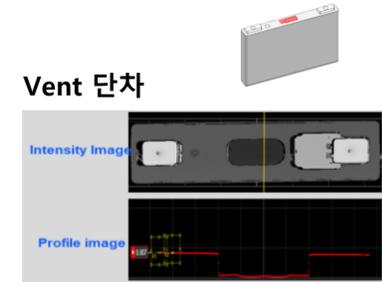
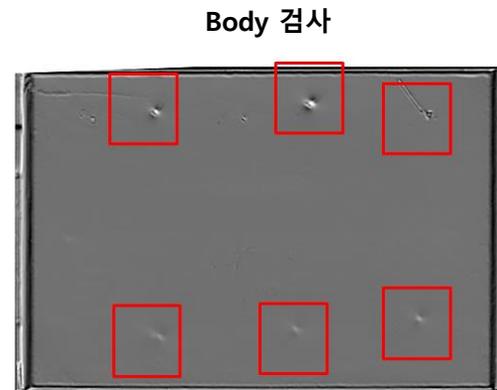
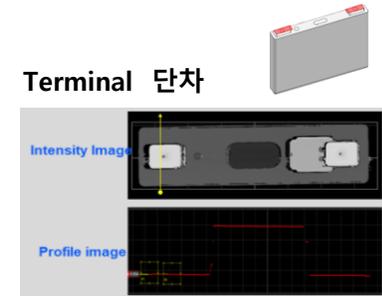


Side 2.5D 광학계



3D 광학계

개요	• 2D, 2.5D, 3D 광학계를 활용한 외관 전면을 검사 및 측정
주요 검사 항목	• 찍힘, 돌출, 스크래치, 눌림, 미세눌림, 전해액 오염 등 • Cell, Terminal 등의 치수 검사



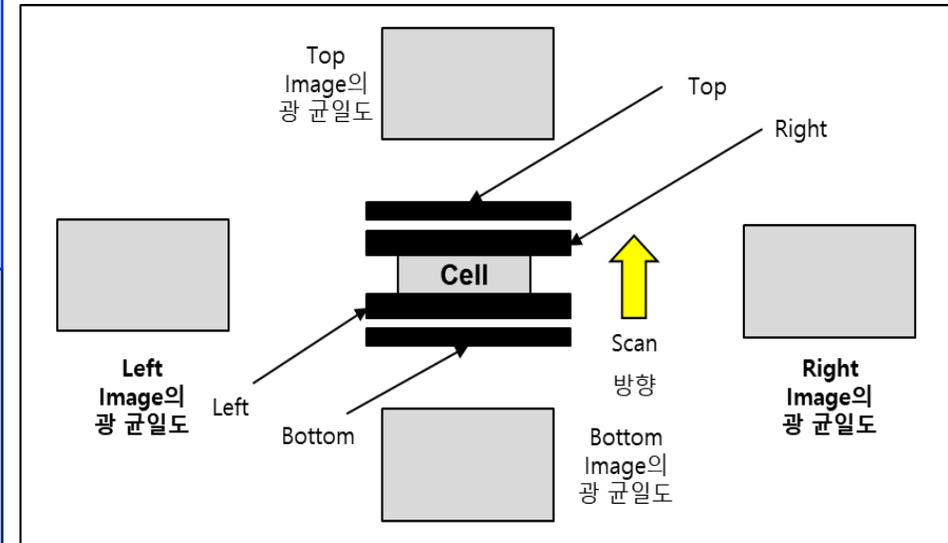
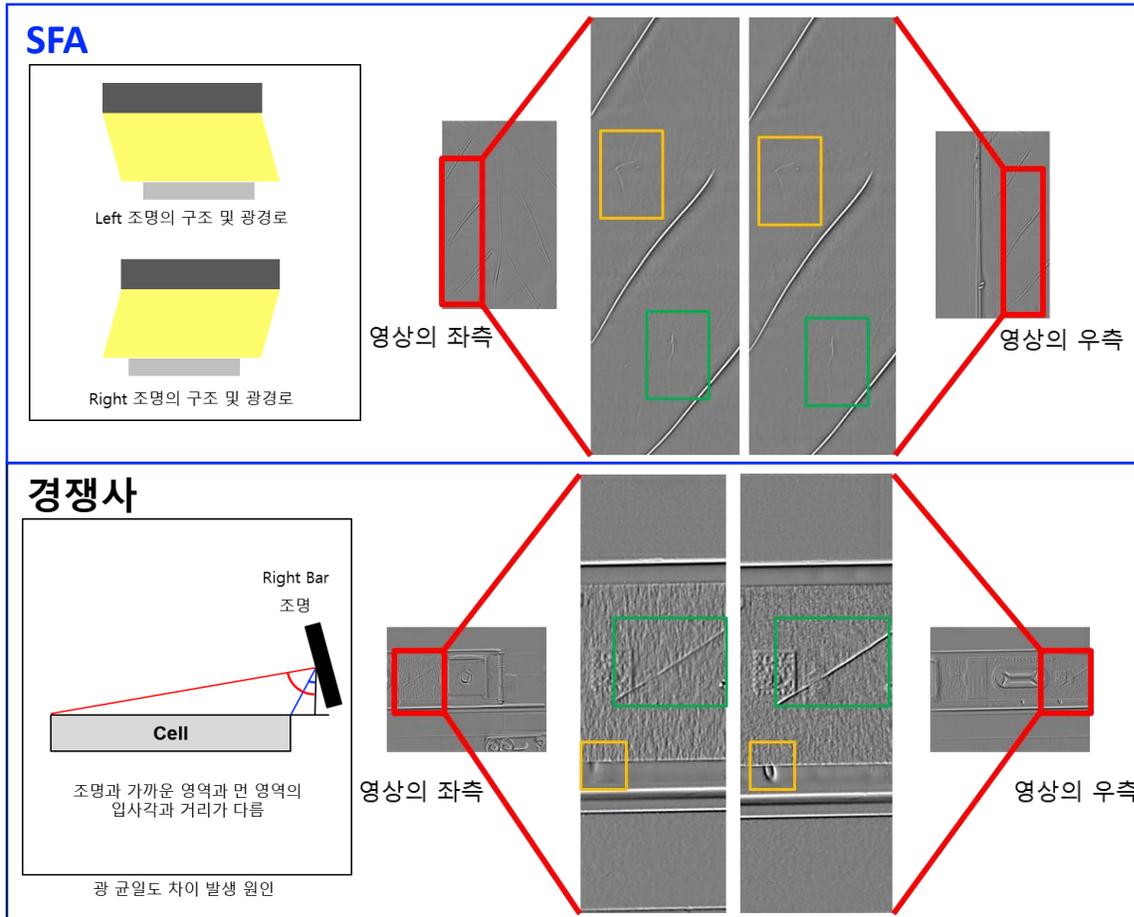
	실사 이미지	일반 이미지	SFA 검사 이미지
Press 자국			
무결 부			

AI 외관검사기 (기반기술)

• Photo-Shape 광학계

- 다각도의 조명 입사 영상을 합성하여 완전한 형상 및 방향성 불량 모두 검출 가능
- 적용분야 : 이차전지(파우치형/각형), 수소 분리판, 금속 표면, Display, PCB 등

• 광 균일도를 개선하여 경쟁사 대비 영상의 전체 영역에서 불량 시인성 편차 개선



Overview

3D CT검사기

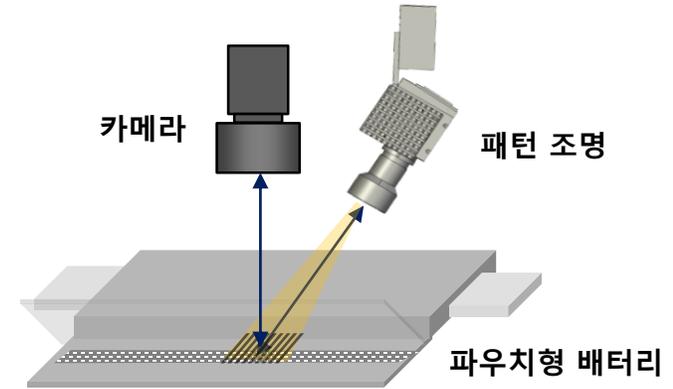
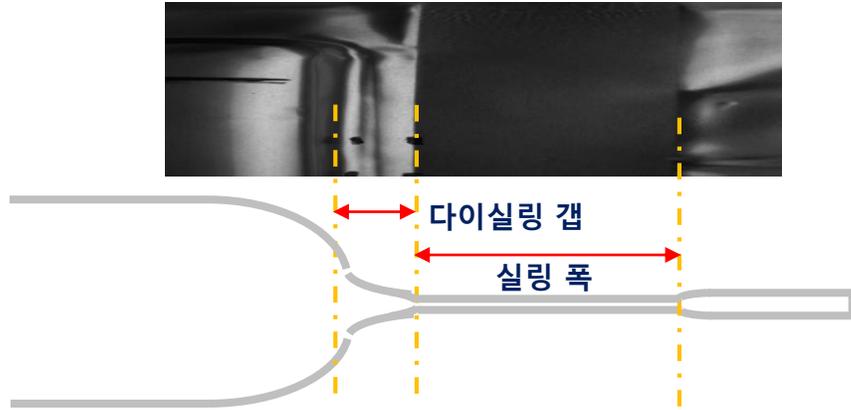
AI 외관검사기

기타

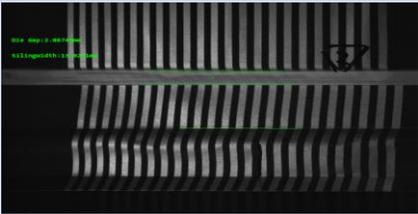
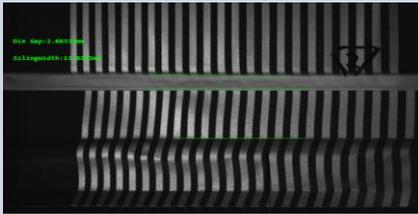
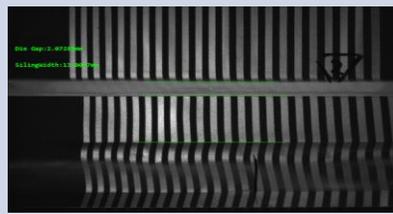
기 타

(다이 실링부 검사기)

- 패턴 조명 광학계를 활용하여 셀 실링부의 실링 균일도를 고속으로 측정/검사
 - 고속 검사 가능(물류 속도 99m/min, 15PPM 가능)
 - 적용분야 : 다이실링 겹 & 실링 폭 측정/검사(파우치형)

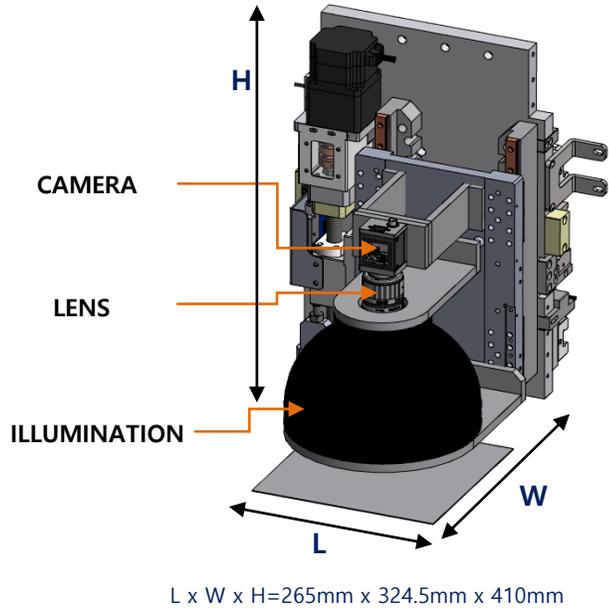


• 측정 이미지

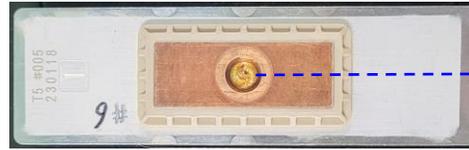
		
DieGap : 2.08749 mm Sealing Width : 13.0231mm	DieGap : 2.08532 mm Sealing Width : 13.0293mm	DieGap : 2.07289 mm Sealing Width : 13.0047mm

기 타 (Can Cap 용접검사기)

- 스마트기술(NEO AI) 기반으로 Can Cap 용접 균일도 고속/고정밀 검사
 - 고속 Throughput하에서의 영상 Noise 개선(Super Resolution)
 - 고정밀 결함 검출

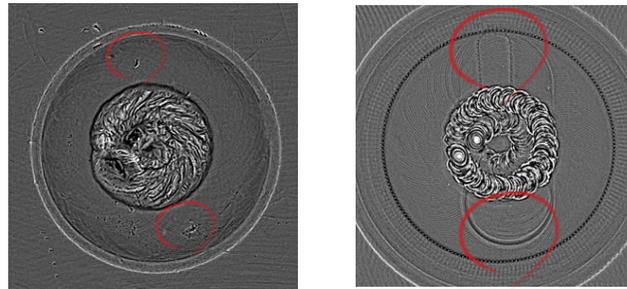


✓ 각형 이차전지 Top Cap plate의 용접 면적 검사기



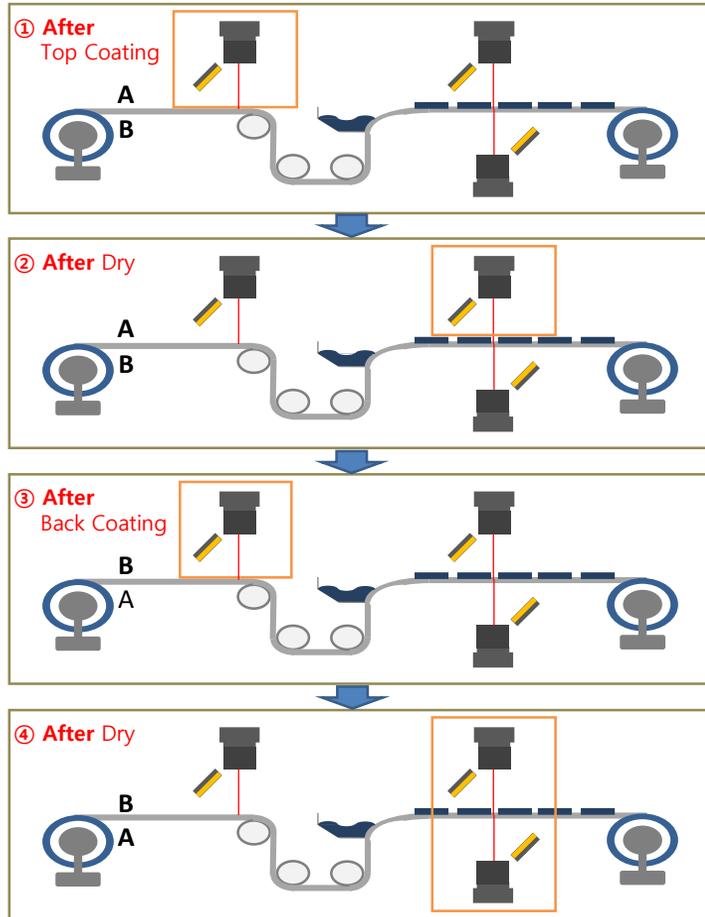
용접 면적 측정

✓ NEO AI를 활용한 용접 면적의 정밀 측정 기능



기 타 (전극 표면 검사기)

- 스마트기술(NEO AI) 접목 기반으로 Coating & Drying, Pressing, Slitting 공정 고속/고정밀 검사
 - Roll to Roll 기반 생산설비 검사 시스템, 전극 양면의 표면 결함 검사 및 치수를 측정
 - Max. 120m/min 생산속도 대응 고속/대용량 처리 시스템 구현



검사 제품 폭	Max. 1500mm
Roll 생산 속도	Max. 120M/Min
Inspection	전극 표면 결함, 상하면 미스매치, 코팅부 폭/무지부 폭 측정
Dimension Tolerance	±300μm

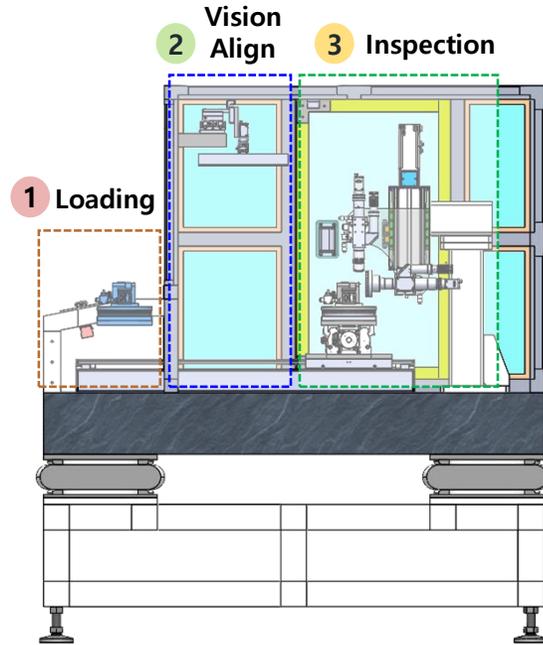
• 주요 표면 결함

핀홀	돌출 (반짝이)	코팅부 파임	표면 불량	분화구	
핀홀성 분화구	Bound라 인불량	라인 불량	코팅부 주름	열주름	
굽힘 (검정라인)	크랙	미코팅 불량	아일 랜드	주름	Drag

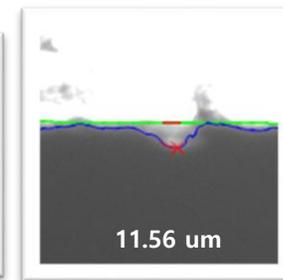
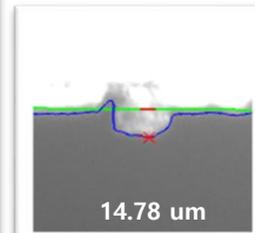
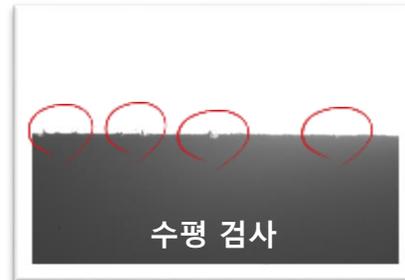
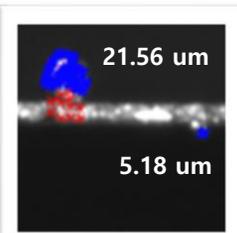
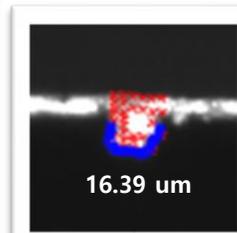
기 타

(전극판 Burr 측정기)

- 스마트기술(NEO AI)을 접목으로 전극판 Burr 고속/고정밀 측정
 - 고속 Throughput하에서의 영상 Noise 개선(Super Resolution)
 - 고정밀 결함 검출

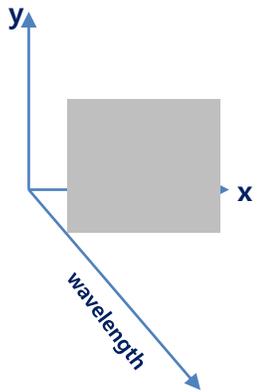
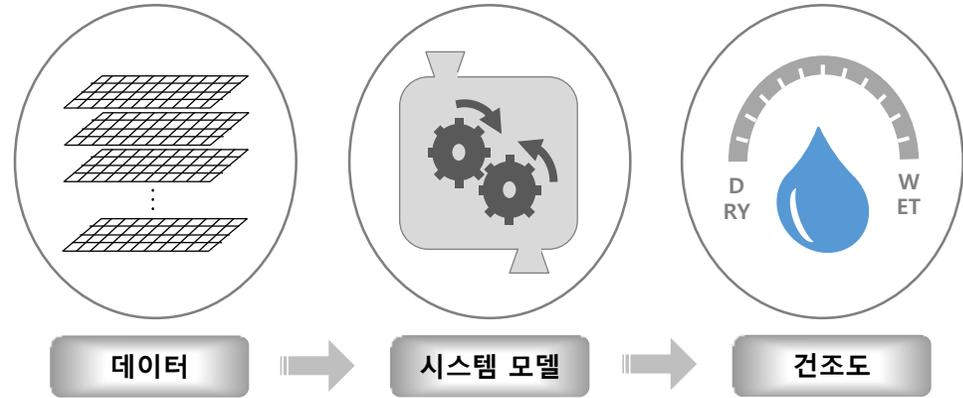
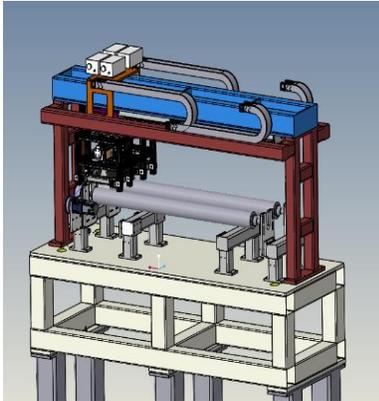
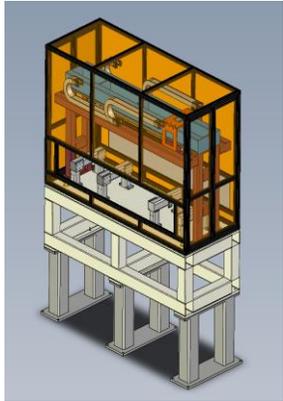


- ✓ 이차전지 무지부/ 합제부 영역의 Burr 검사
- ✓ 수직 & 수평 Burr 동시 검사
- ✓ 0.7um 수준의 분해능으로 미세 결함까지 검사

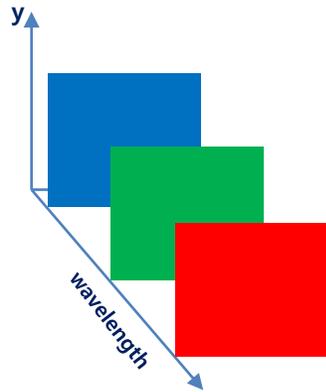


기 타 (전극 건조도 측정기)

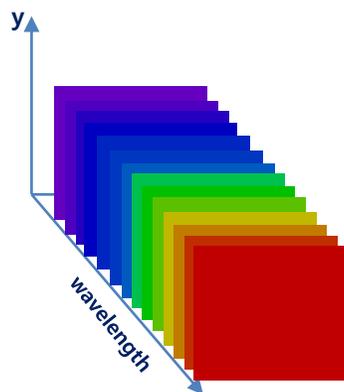
- 전극 건조 공정 후 초분광 광학계와 알고리즘을 통한 수분 함량(건조도) 고속/전수 측정 시스템
 - 기존 수동 방식 측정 대비 인라인 비접촉 광학식 실시간 측정 구현



Mono chrome



Color



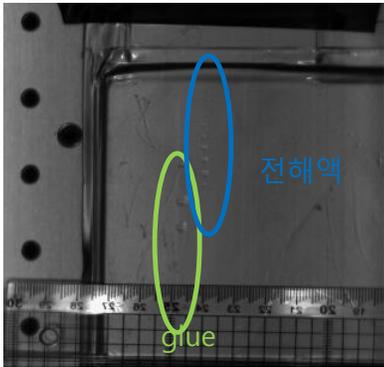
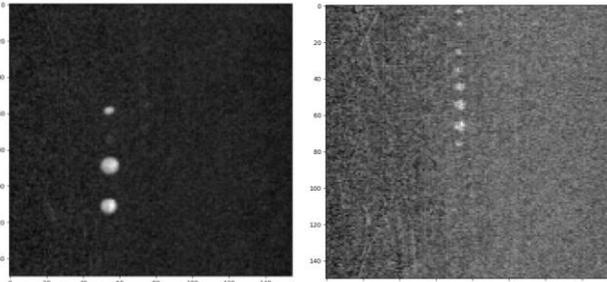
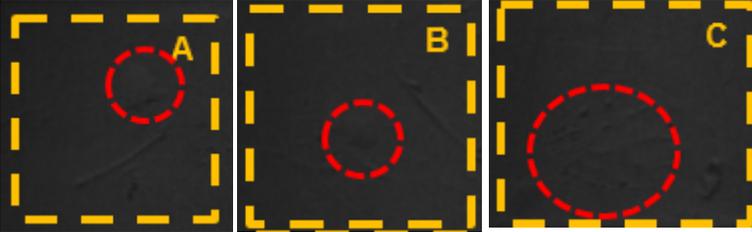
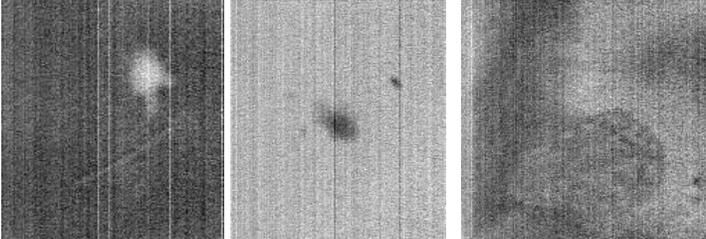
Hyperspectral

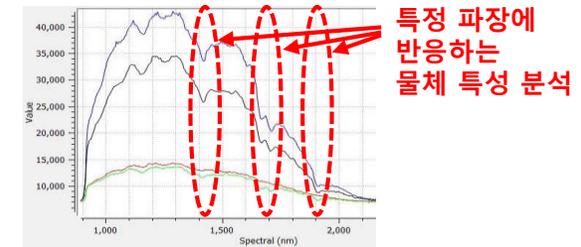
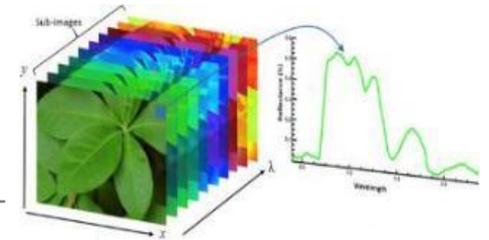
- 검사 대상체를 수많은 파장 별 정보로 세분화한 분광 이미지를 사용
- 자체 개발 알고리즘으로 대량 데이터의 고유 성분을 분석하여 검사

기 타

(전해액 검사기)

- 세분화된 파장 스펙트럼 정보를 이용하여, 기존 비전시스템으로 구분되지 않은 결함 검출
 - 기존 광학계로는 완만한 형상을 갖는 불량과 방향성을 갖는 불량은 검출 어려움

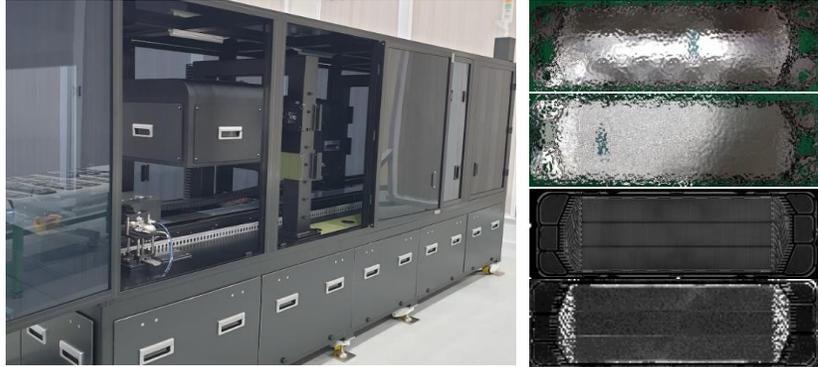
검사 구분	기존 광학계 검사 이미지	초분광 검사 이미지
전해액, Glue 누액 검사 (전해액이 동그랗게 맺힌 형태)	결함 구분 다소 어려움 	결함 구분 완벽 가능 
전해액 (전해액을 얇게 퍼바른 형태)	결함 구분 매우 어려움 	결함 구분 용이함 



기 타

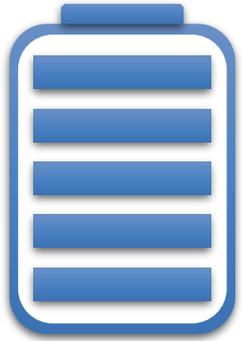
(수소/연료전지)

- 스마트기술(NEO AI) 기반, 수소전지 가스켓 성형 전/후 분리판의 외관 검사, 복합 광학계 구성(2D+2.5D+3D) 구성
 - AI 기술과 Rule-Based 기술로 검출력 최적화
- 다양한 형태의 검사 기술을 수소/연료전지 분야에도 확대 적용



주요 특장점	<ul style="list-style-type: none"> • Pattern Shift 3D 광학계
주요 검사 항목	<ul style="list-style-type: none"> • 가스켓 실링부 : Burr, 기포, 흐름, 뜯김, 이물, 미충진 • 분리판 표면부 : 꺾임, 찍힘, 눌림, 스크래치, 뒤틀림, 오염

2D/2.5D 검사		3D 검사	
광학계	검출 불량	광학계	검출 불량



LIB 전극공정 기술 개발 방향

CIS 기술연구소 강희국 소장

- Overview 119
- 산업 내 기술 개발 방향 ... 121
- CIS 기술 개발 방향 128

LIB 전극공정 기술 개발 방향

Overview

산업 내 기술 개발 방향

CIS 기술 개발 방향

사업 현황

- 이차전지 전극공정 내 핵심 공정장비인 코터, 캘린더, 슬리터를 공급하며 지속 성장 및 글로벌 기업으로 도약
 - 수주실적 : 2017Y(409억) → 2022Y(4,107억)
 - 고객사 : 국내(LG에너지솔루션/삼성SDI), 해외(노스볼트 및 日 배터리 제조사 등)

■ 제품 포트폴리오

코터



- 세계 최초 복합 고속 코터 개발 및 양산화
- 광폭 코팅, 초고속 건조

캘린더
(Roll Press)



- 글로벌 1위 판매량 달성
- 높은 압연 속도, 균일성, 압연률

슬리터



- 비전 검사기 및 라벨러 적용
- 빠른 처리속도, 고 신뢰성

Overview

산업 내 기술 개발 방향

CIS 기술 개발 방향

기술개발 방향

- EV용 이차전지 시장 확대를 위한 기술 개발 방향 : 에너지 밀도 향상, 안정성 향상, 원가절감
 - 셀제조사/소재사/장비사가 다양한 제조기술 혁신을 위한 개발활동 지속 진행 중

↻ 이차전지 기술개발 방향

기술개발 방향	기대 효과
에너지 밀도 향상	주행거리 향상(차량용), 충전 횟수 감소 등
안전성 향상	배터리 관련 사고로부터 인명 및 재산 피해 방지
원가 절감	시설투자 및 생산비용 절감을 통한 안정적인 시장 확대

에너지 밀도 향상

- 에너지 밀도 향상을 위한 소재 혁신 진행 중
 - 양극재 : High-니켈, CTP/CTC 기반 LFP
 - 음극재 : 실리콘계

장비업체 : 소재와의 정합성 제고 필요에 따른 차세대 전극공정 제조장비 개발 필요

에너지 밀도 향상 소재 개발 로드맵

구분		2022	2023	2025	2027	2030
양극재 (Cathode)	니켈계 (NCM, NCA 등)	High-니켈계 NCM/NCA (니켈 Ni 80~90%)	High-니켈계 NCM/NCA(니켈 Ni 90% ↑ 코발트 Co 5% ↓)			
	인산철계 (LFP)	CTP 기반 LFP	High-망간계(OLO/NMx 등)			
음극재 (Anode)		흑연(인조/천연) 및 실리콘계 (실리콘 Si ~5%)	흑연(인조/천연) 및 실리콘계 (실리콘 Si ~10%)	실리콘계 (실리콘 Si 10% ↑)		
분리막 (Separator)		세라믹 코팅 분리막 (두께 9~12um)	고성능 코팅 분리막 (두께 9um ↓)			
전해액 (Electrolyte)		액체 전해질	액체 전해질 (첨가제 다변화)	고체 전해질 (황화물계/산화물계/고분자계)		

출처 : 중소벤처기업부('22), "중소기업 전략기술로드맵('22-'24)이차전지

주요 성능 개선 분야 및 소재 업체

구분	기술명	성능 개선 분야	주요 기업
양극재	High-니켈계 양극재	주행거리 상향	엘앤에프, 에코프로비엠, Nichia(일) 등
	CTP/CTC 기반 LFP 양극재	주행거리 상향	CATL(중), BYD(중) 등
	단결정 양극재	안전성 제고	삼성SDI, 포스코케미칼, 에스엠랩 등
음극재	실리콘계 음극재	용량 확대	대주전자재료, BTR(중), ShinEtsu(일) 등
분리막	고성능 코팅 분리막	안전성 제고	SKIET, WCP, Asahi, Kasei(일) 등
전해질	고체 전해질	안전성 제고	엔켄, Panasonic(일), SolidPower(미) 등

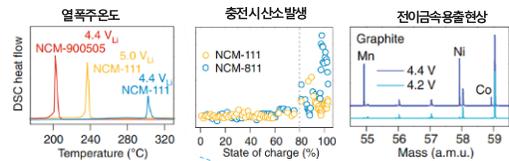
출처 : KDB산업은행 전기차용 이차전지 초격차 기술개발 동향('23)

에너지 밀도 향상

- 하이니켈계 NCM 배터리는 에너지 밀도 향상 욕구 충족되나, 양산 허들 존재
 - 소재 허들 : 전지 안전성, 표면 잔존 리튬, 낮은 슬러리 분산성, 입계 파괴 취약성, 압연 전극 수분 재흡착
 - 장비 허들 : 코터(내부 수분 잔존 및 슬러리 유동 제약 이슈), 캘린더(기계적 파괴 및 수분 재흡착 이슈)
- 전극공정 제조장비 기술 개발 필요

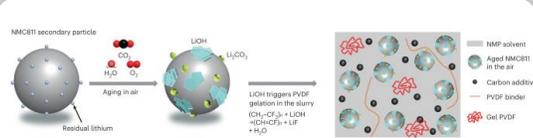
소재 허들

전지 안전성 [1]



PACK 경량화 어려움 →
팩 레벨 에너지 증가 제한

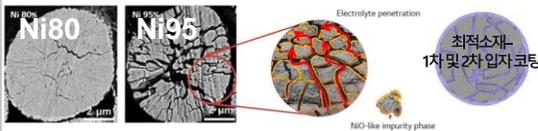
표면 잔존 리튬 [2]



수분과 반응

→ 리튬 수화물의 Gel화 촉진과 성능 저하

입계 파괴 취약성 [4]



압연 및 충방전시 다결정 입자 파괴

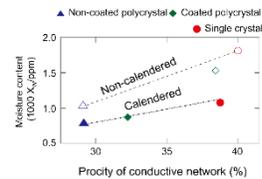
→ 성능 저하

낮은 슬러리 분산성 [3]



후막화 어려움, 낮은 수명

압연 전극의 수분 재흡착 [1]



압연 후 수분 재흡착 → 수화 반응

주요 장비 허들

코터



내부 수분 잔존, 슬러리 유동 제약

슬러리 겔화 및 불균일한 미세 구조

- 용매과량으로 고로딩 고밀도 극판제작 불가
- 낮은 결착력으로 구조 불안정
- 바인더 편재 현상으로 미세구조 불균형

캘린더



기계적 파괴, 수분 재흡착

미세구조 불 균등화 및 수분 관여 반응

- 미코팅 1차 입자 계면 노출과 열화 심화
- 수분 관여 연쇄 반응
- 불균일 공공 및 이온전달 경로 제어 어려움

하이 니켈 소재의 한계를 극복하여 고품질 전극 제작이 가능한 전극 공정 장비 요소 기술 개발 필요

[1] W. Li et al. Nat. Energy 5 (2020)

[2] J. Xiao et al. Nat Energy 8 (2023)

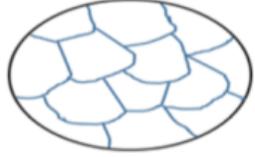
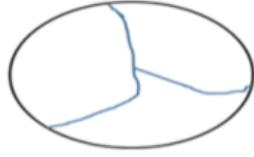
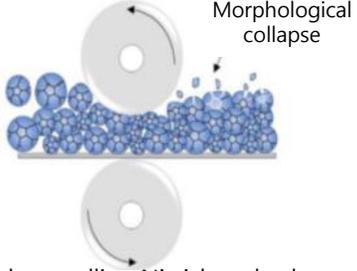
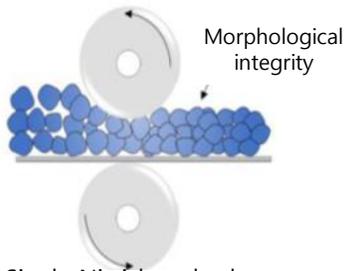
[3] Mayer et al. J. Electrochem. Soc. 169 (2022)

[4] H. H. Ryu, et al. Chem. Mater., 30 (2018)

안전성 향상

- 안전성 확보를 위해 양극재가 다결정 구조에서 단결정 구조로 전환되는 추세
 - 고온/고전압에서 안전성 개선 가능(기존 NCM/NCA와 혼합하는 방식으로 개발 중임)
 - 전환 추세에 맞춰 코팅 및 압연 공정장비 개발 필요

양극재 구조별 주요 특징

구분	다결정 (Poly Crystalline Particle)	단결정 (Single Crystalline Particle)
입자형태		
입자크기	약 10~15um	약 2~5um
압연공정 (모식도)	 Polycrystalline Ni-rich cathodes	 Single Ni-rich cathodes
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> • Grain boundary¹가 많음(이온전도도에 유리) • 입자 깨짐으로 Gas 발생(수명 단축, 가스 생성 등에 따른 팽창 →안전성에 불리) 	<ul style="list-style-type: none"> • Grain boundary¹가 적음(이온전도도 불리) • 가스 생성 최소화로 안전성 향상

출처 : KDB 전기차용 이차전지 초격차 기술개발 동향('23)

Grain Boundary¹ : 입자의 성장에 따라 방향성의 차이로 생성되는 결합

단결정 양극재 개발 현황

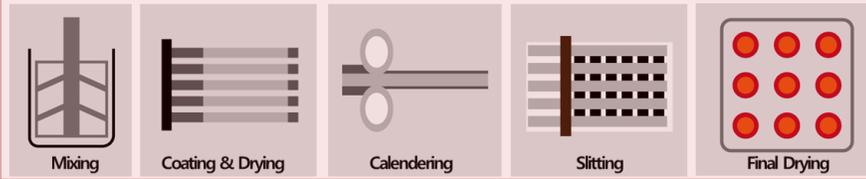
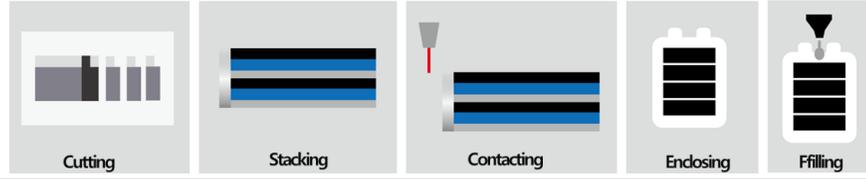
업체명	주요 개발 현황
LG화학	청주공장 일부라인 단결정 양극재로 전환, '23년 양산 목표
삼성SDI	코스모신소재 등과 협력하여 단결정 양극재 양산 중
에코프로비엠	High-니켈계 단결정 양극재 '23년 양산 목표
포스코케미칼	니켈 함량 96% 단결정 양극재 개발 중, '24년 양산 목표
엘앤에프	시제품 생산 및 고객사 품질 테스트 진행 중, '23년 양산 목표
에스엠랩	망간 산화물계 단결정 소재 기술 '22년 세계 최초 개발

출처 : KDB 전기차용 이차전지 초격차 기술개발 동향('23)

원가절감

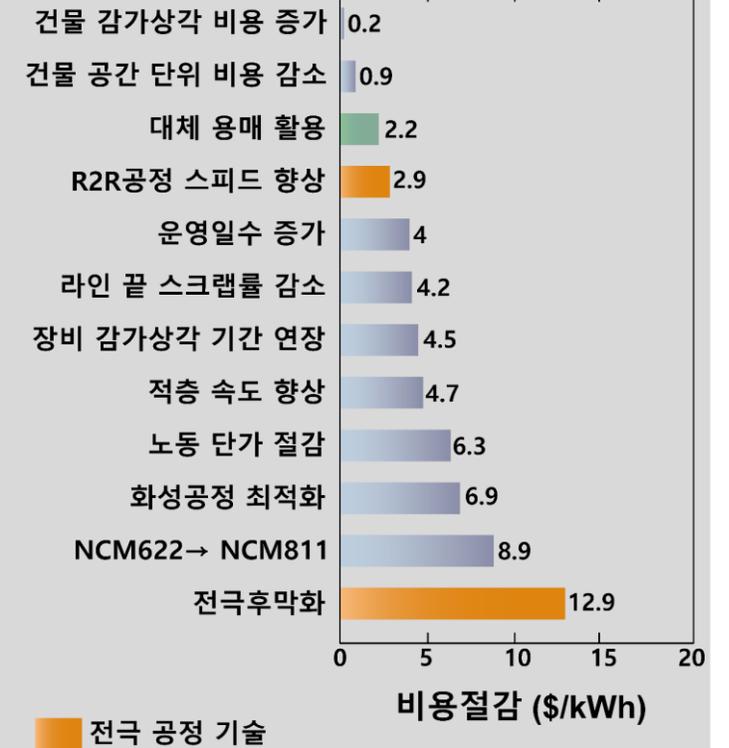
- 원가 비중이 가장 높은 공정은 전극공정 ; 전체 제조원가의 39%, 전체 에너지소비의 63%
- 전극공정 내 유효한 원가 절감 효과는 전극후막화 및 R2R공정 스피드 향상에서 발생
→ 가장 큰 원가절감 파급력을 가진 전극후막화 기술 고도화 필요

↻ 각 공정별 원가 비중

		생산 비용	에너지 소비율	유휴시간
01 Electrode Production		38.95 %	63.02 %	◎◎◎
02 Cell Assembly		28.45 %	7.61 %	◎
03 Cell Conditioning		32.60 %	29.37 %	◎◎

- 전극 공정은 가장 높은 생산비용, 에너지 소비량, 유휴 시간을 차지: 전 지표 결정 공정

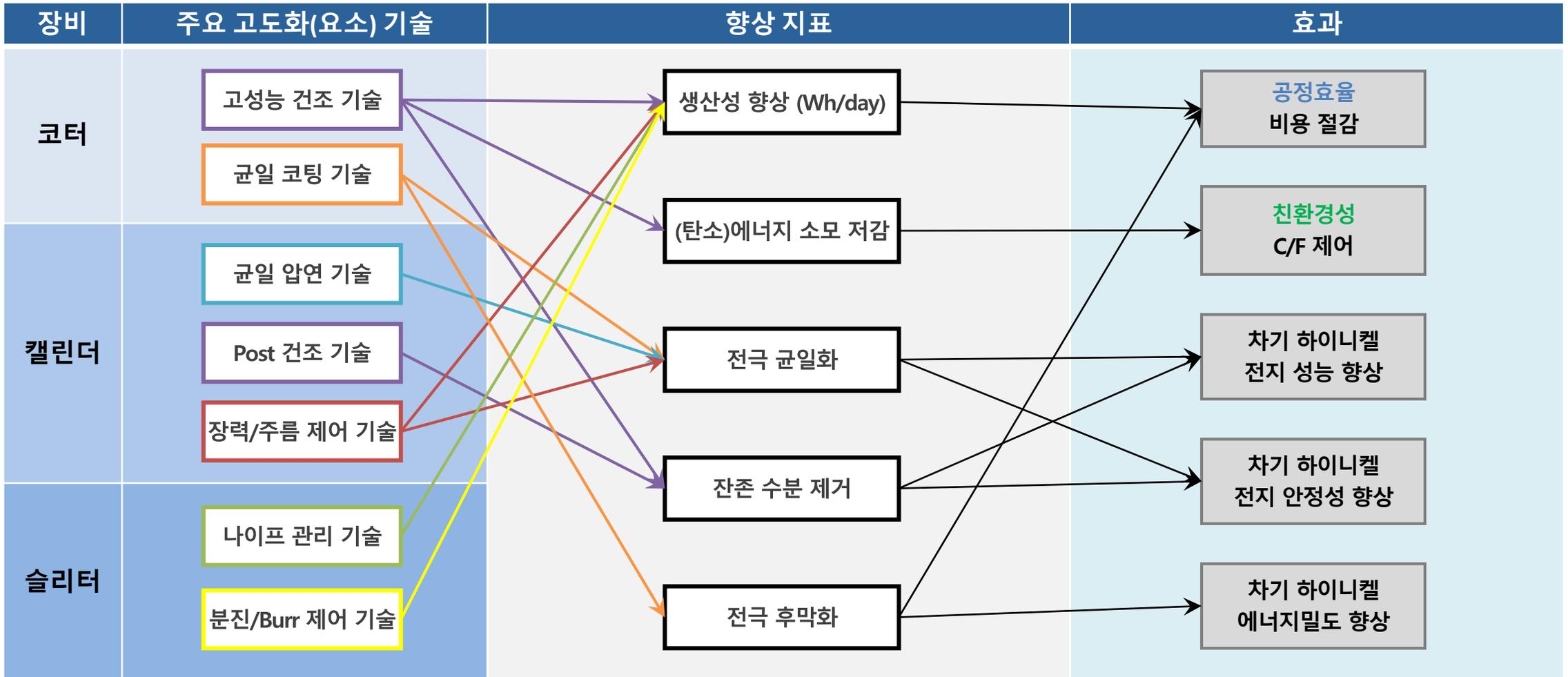
↻ 비용절감 유효 전략



출처 : F. Duffner et al. Int. J. Prod. Econ. 232 (2021)

전극공정 기술 고도화

- 업계 전반의 기술개발 방향(에너지 밀도 향상, 안전성 향상, 원가 절감)에 맞춰 전극공정 기술 고도화 필요
 - 코터 : 고성능건조기술, 균일 코팅 기술
 - 캘린더 : 균일 압연 기술, Post 건조 기술, 장력/주름 제어 기술
 - 슬리터 : 나이프 관리 기술, 분진/Burr 제어 기술



Overview

산업 내 기술 개발 방향

CIS 기술 개발 방향

전극공정 장비 기술개발 방향

- 전극공정 기술 고도화 및 스마트기술(PdM) 접목으로 기술 초격차 구현
 - 고성능 하이브리드 건조 시스템 및 Post 건조 시스템 개발 및 적용
 - PdM(예지 보전 시스템) 적용을 통한 생산성 극대화

전극 제조 공정 기술 고도화 항목

코터 (Coater)



- 듀얼 레이어 코팅
- 고속 패턴 코팅
- 미세구조 정렬 기술
- 고효율 고속 건조 기술
- 에너지 저감형 챔버

with
SFA

캘린더 (Calender)



- 압연 전극 온도 제어 기술
- 고속, 고압연 기술
- 주름 제어 기술
- 자동 두께 측정 피드백 시스템
- Post Drying 기술

슬리터 (Slitter)



- 오토 스플라이싱 기술
- 미세분진 제거 기술
- 슬리터 설비 고속화 기술
- 나이프 특수 코팅 & 마모도 측정

PdM (예지 보전 시스템)



- 물리, 전기전자 부품 적용 기술
- 고장 빈도 별 해결안 DB
- 고장예측/사전 정비 유도 시스템
- 생산성 및 설비 관리 향상 시스템

- 기술 경쟁력 초격차 확보를 위한 대규모의 내부 R&D를 진행 중
- SFA와의 협업을 통한 기술경쟁력 확보 → 시장 점유율 확대

- 기존 열풍건조 방식 코터 기술적 한계
 - 느린 건조 속도 : 불균형한 미세구조 형성의 주요 원인
 - 제한적인 열전도율 : 에너지 고밀화에 필요한 후막(厚膜, Thick Film) 전극 건조에 취약

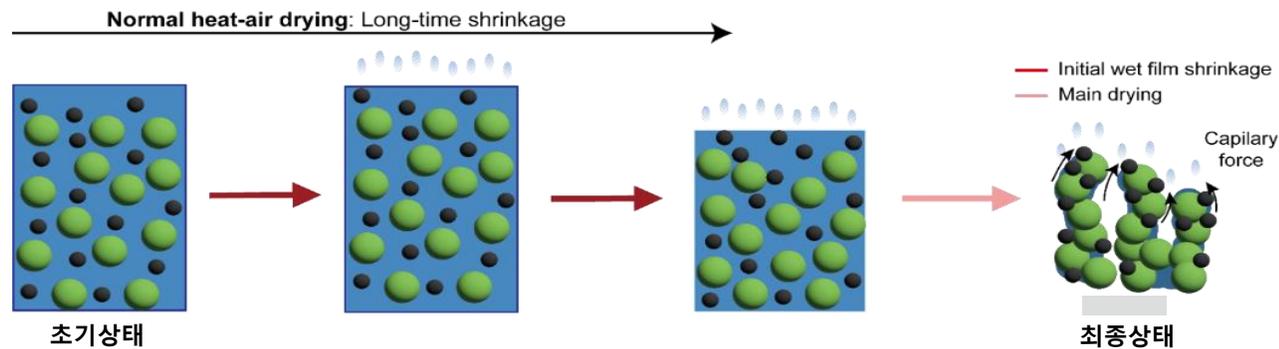
열풍 건조 방식 코터의 기술적 한계

✓ 느린 건조 속도

- 기존 열풍 건조 방식 코터는 건조공정 속도가 느려 후막 전극 건조 시 불균형한 미세구조 형성
 - 바인더 편재 현상 및 불균일한 기공도로 인한 전자 및 이온 전달 저하

✓ 제한적인 열전도율

- 낮은 건조성능으로 인해 후막 전극 두께가 불균일하게 형성되어 전류 분포도 불균일하게 이루어짐
 - 셀 성능 열화 및 장기 수명성 저하



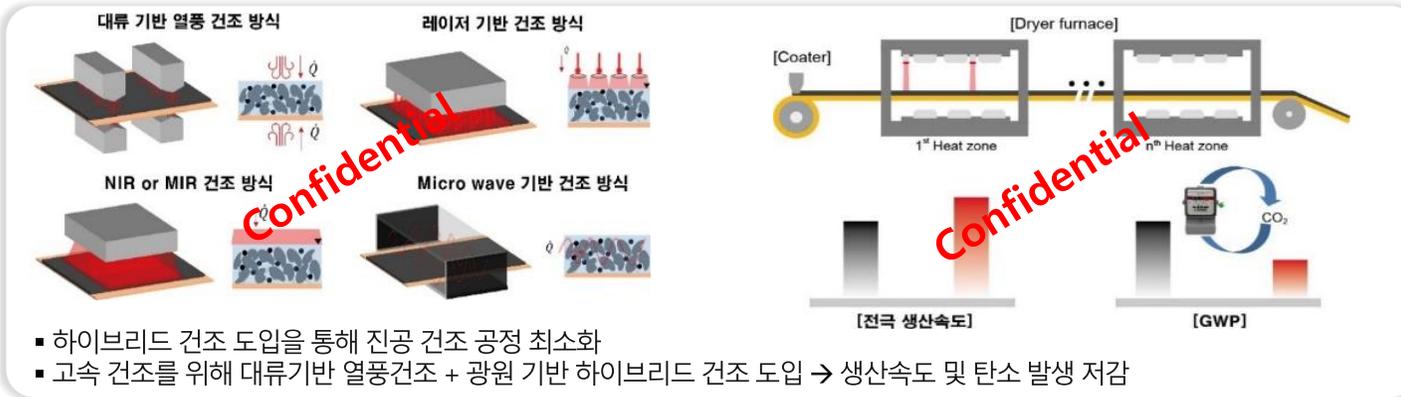
출처: Y. S. Zhang et al. Adv. Energy Mater. 12 (2021) 2102233.

• 코팅 기술 고도화 필요

- 고속 하이브리드 건조 시스템 → 하이 니켈 NCM 건조 속도 및 생산효율 향상
- 고후막 듀얼 다이 코팅 시스템 → 바인더 전극의 미세구조 개선(셀 성능 및 열화 특성 개선)

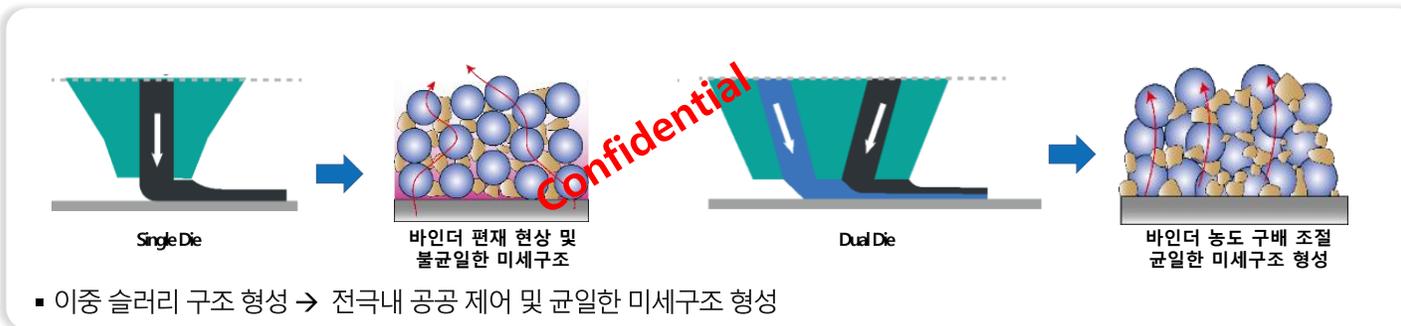
➔ 코팅 고도화 기술

[고속 하이브리드 건조 시스템]



- 하이 니켈 NCM 건조 속도 및 생산효율 향상
→ 생산속도 향상
→ 친환경성 확보

[고후막 듀얼 다이 코팅 시스템]

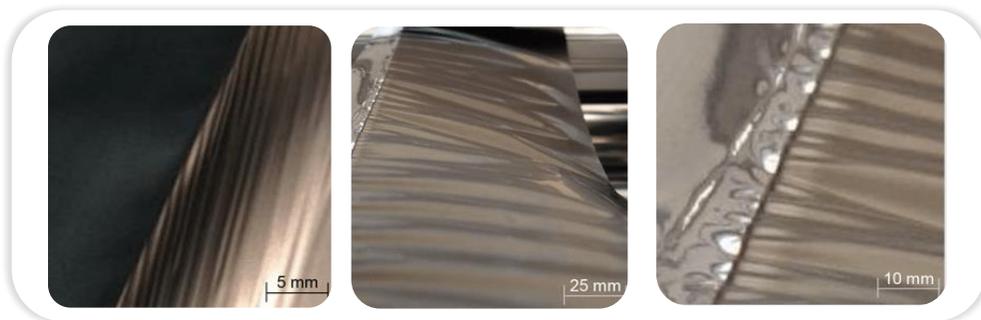


- 전극의 미세구조 개선
→ 셀 성능 및 열화 특성 개선

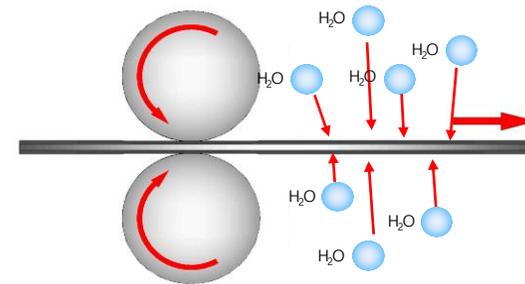
- 기존 캘린더의 기술적 한계
 - 하이 니켈 소재 특성 반영 부족
 - 프레스 공정 이후 대기 수분 재 흡착
 - 전극 고밀도 압연에 의한 전극의 주름, 힘 발생

↻ 기존 캘린더의 기술적 한계

- ✓ 하이 니켈 소재 특성 반영 부족 → 전극 소재 특성 반영된 미분화 및 고밀도화 기술 개발 요구
- ✓ 프레스 공정 이후 대기 수분 재 흡착 → 수분 함량 재 증가로 성능 및 품질 문제 발생
- ✓ 전극 고밀도 압연에 의한 전극의 주름, 힘 발생
 - 고속 운전시 장비 내 진동 발생 및 장력 제어 한계로 전극 주름 불량 발생
 - 전극 연신 차이에 의한 주름 발생



• 고압연 전극에서의 주름 및 힘으로 인한 전극 품질 이슈



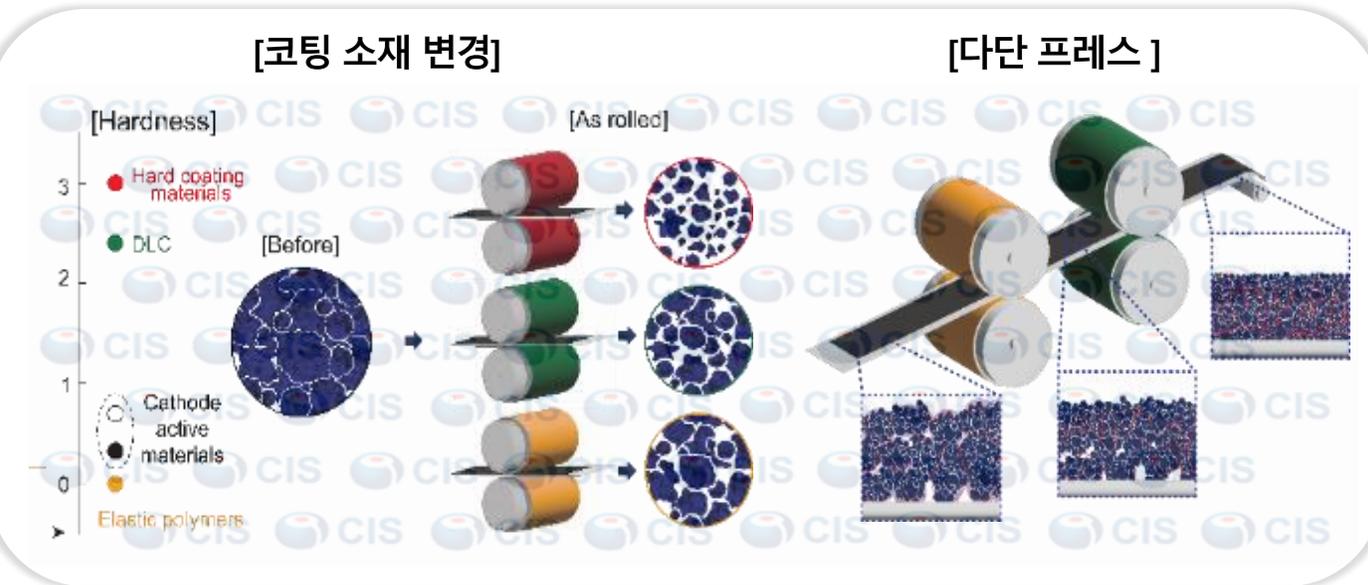
• 전극 표면의 수분과의 부반응

출처: T. Gunther et al. Energy Tech. 8 (2020)

- 캘린더 고도화 기술_1
 - 롤 코팅 및 다단 롤 프레스를 통한 전극 미분화 및 전극 치밀화
 - 전극 내 수분 최소화

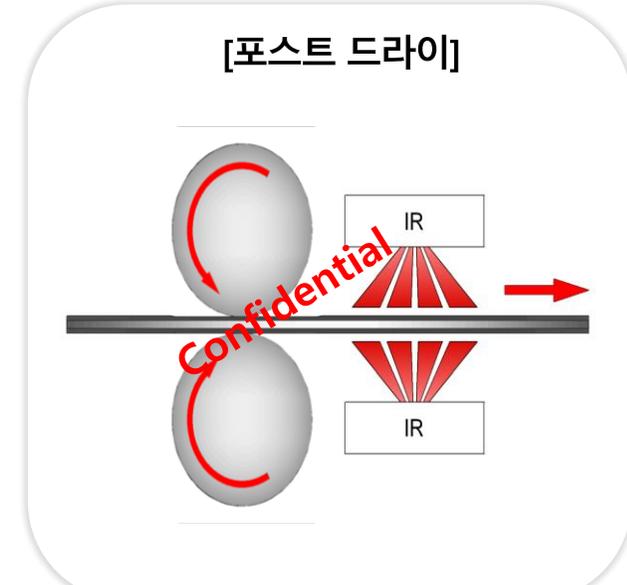
캘린더 고도화 기술_1

[롤 코팅 및 다단 롤 프레스를 통한 전극 미분화 및 전극 치밀화]



- 롤 표면 코팅 기술을 통한 소재 미분화 구현, 다단 롤 프레스를 이용한 전극 치밀화

[전극 내 수분 최소화]



- Post dry를 통한 전극 수분 억제 기술 개발

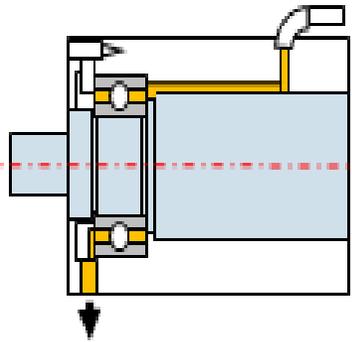
캘린더

- 캘린더 고도화 기술_2
 - 진동 및 장력 제어 기술 고도화
 - 주름 제어 기술 장치 개선

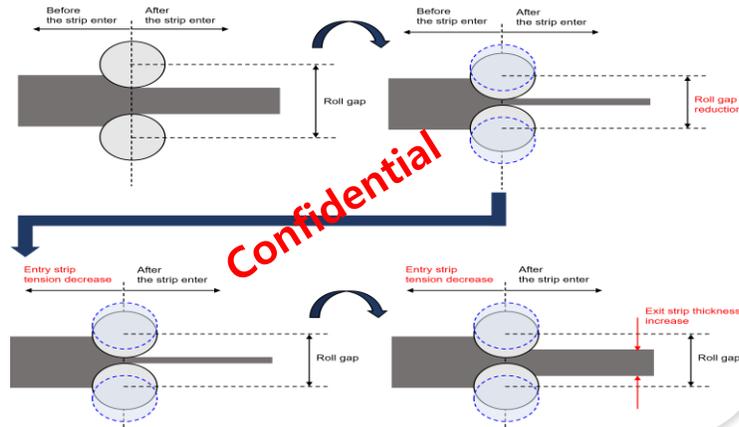
캘린더 고도화 기술_2

[진동 및 장력 제어 기술 고도화]

[진동 발생 감지]



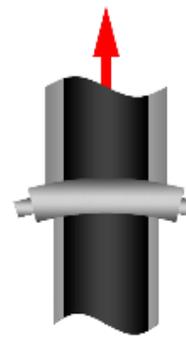
[장력 제어 기술 고도화]



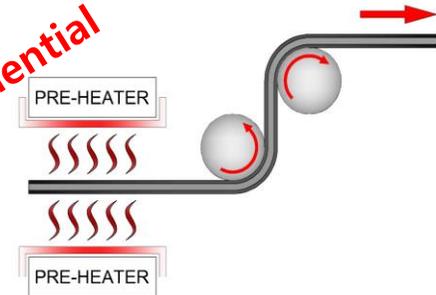
- 베어링, 감속기 등의 진동 발생 감지 기술 개발 및 고속 운전 장력 제어 기술 고도화

[주름 제어 기술 장치 개선]

[강제 연신 장치]



[프리 히터]



- 미코팅부 강제 연신 및 전극 온도 제어를 통한 전극 주름 및 힘 억제 개선

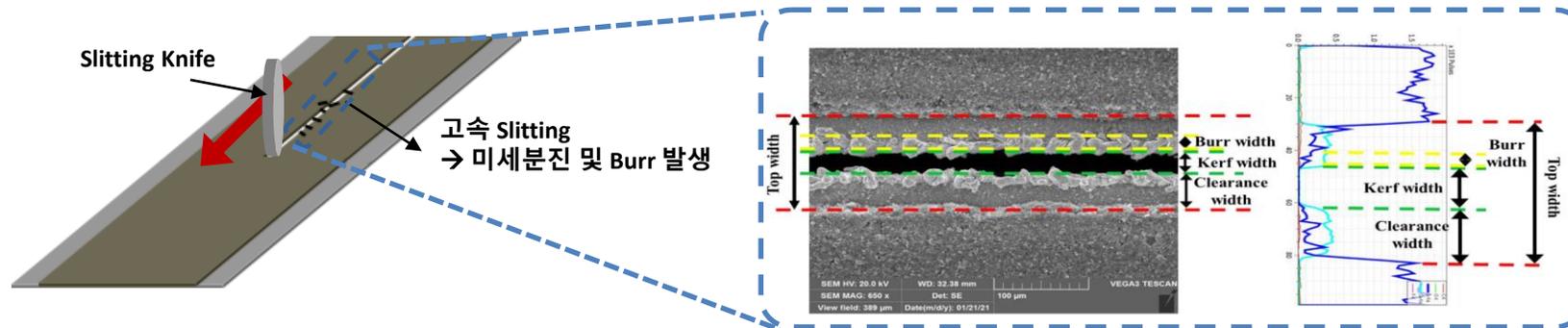
- 하이 니켈 소재를 고려한 특화 기술 개발, 이를 통한 전극 품질 향상
- 기존의 발생되는 이슈들에 대한 개선, 보안을 통하여 장비 신뢰성 향상

슬리터

- 기존 슬리터의 기술적 한계
 - 후막 전극 고속 슬리팅에 의한 슬리팅부 눌림 및 크랙 발생
 - 미세 분진 및 Burr 발생 증가 → 전극 품질 저하 및 불량률 증가

기존 슬리터의 기술적 한계

- ✓ 후막 전극 고속 슬리팅에 의한 슬리팅부 눌림 & 크랙 발생
 - 후막 전극은 집전체와 전극간 결합력 및 기계적 특성이 낮음
 - 전극 탈리로 셀 안정성 및 성능 저하
 - 슬리팅부 눌림 및 크랙 발생으로 인한 미세 분진 및 Burr 발생 증가
 - 전극 품질 저하 및 불량률 증가



- 미세분진 및 Burr로 인한 절단면 오염 → 셀 성능 및 열화 발생의 원인

출처 : M. G. Berhe et al. J. Mater. Res. Tech 16 (2022)

슬리터

- 슬리터 고도화 기술
 - 나이프 마모도 측정 및 클리닝 시스템
 - 미세분진 및 Burr 제거 시스템

➔ 슬리터 고도화 기술

[나이프 마모도 측정 및 클리닝 시스템]



- 지속적인 나이프 관리 및 마모도 분석을 통해 교체
→ 나이프 클리닝 시간 단축 및 생산성 증대

[미세분진 및 Burr 제거 시스템]



- 후막 전극 슬리팅시 발생하는 분진 및 Burr를 제거해 주는 시스템
→ Brush와 Suction을 이용한 Burr 관리

- 후막 전극 고속 슬리팅 시 발생하는 미세 분진 및 burr 제어를 통한 전극 불량률 최소화
- 슬리터 나이프 자동 교체 및 마모도 측정과 관련된 고도화 시스템 → PdM 도입 및 자동화 시스템을 개발 추진중

- 지속 성장 잠재력 확보
 - 산업 내 기술 개발 방향에 적극 대응하는 전극공정 기술 개발
 - 기대효과 : 에너지 밀도 향상, 안전성 향상, 원가 절감
 - 국내/해외 고객선 적극 확대

➔ CIS 전극공정 기술 개발 방향

