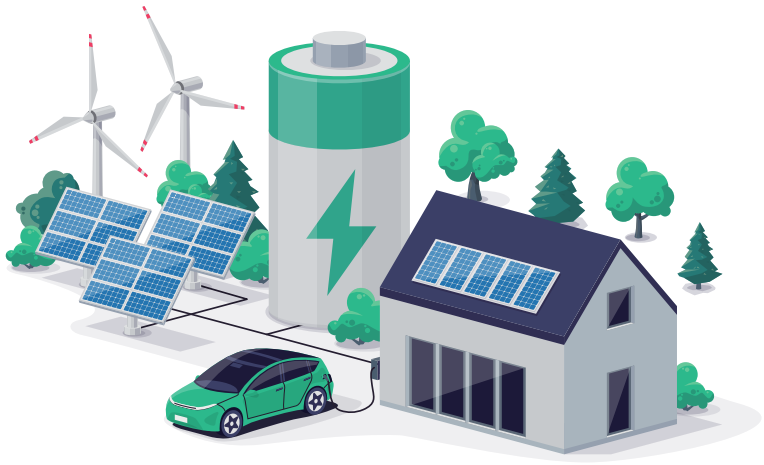
ASTI MARKET INSIGHT 2022-031

ASTI MARKET INSIGHT

전고체 전지

차세대 전지로 주목받고 있는 전고체 전지



데이터분석본부 기술사업화연구센터 전문위원 **김 재 우** Tel: 02-3299-6070 e-mail: kimjw@kisti.re.kr

KEY FINDING

1. 전고체 전지는 전지의 주요 구성요소가 모두 고체로 되어 있으며, 차세대 전지 여러 후보 중에서도 기술개발 속도가 빠르게 진행되고 있는 전지이다.
2. 세계 전고체 전지 시장규모는 2020년 약 6,160만 달러에서 연평균 34.2 %의 높은 성장률을 나타내어 2027년 약 4억8,250만 달러의 큰 시장을 형성할 것으로 전망된다.
3. 전고체 전지는 아직까지 연구개발 단계에 있지만, 상당히 많은 전지와 자동차 관련 기업이 뛰어들어 상용화 준비에 박차를 가하고 있다.
4. 정부는 향후 10년이 세계 이차전지 시장에서 각국의 위상을 결정짓는 중요한 시점이라고 보고, 「2030 이차전지 산업(K-Battery) 발전 전략」 수립과 함께 2027년 전고체 전지 상용화를 목표로 기술개발을 지원하고 있다.
5. 이차전지의 패러다임이 전고체 전지로 급속히 변하는 상황에 대비해 전고체 전지와 관련된 핵심 소재 및 양산기술에 대한 선제적인 기술개발이 필요하다.

1) 전고체 전지 개요

전고체 전지는 전지의 주요 요소가 모두 고체로 구성되어 있는 전지 형태를 지칭하며, 리튬황 전지, 리튬금속 전지 등 차세대 전지 여러 후보 중에서도 지난 10여년 간 기술개발 속도가 빠르게 진행되고 있다. 이는 기존 리튬이온 전지가 지니고 있는 안전성 문제와 같은 내재적 불안 요소를 해결해 줄 수 있다는 기대감과 고용량, 디자인 자유도 등 다양한 니즈를 충족시킬 수 있어 차세대 전지의 유력 후보로 인식되고 있다.

전고체 전지는 현재의 리튬이온 전지가 가진 기술적 한계를 극복할 수 있는 잠재력이 크다. 가연성의 액체 전해질이 고체 전해질로 대체되면서 안정성이 크게 향상되며, 분리막이 필요없기 때문에 전지

부피가 줄어들어 공간 활용도 측면에서도 유리하다. 또한 에너지 밀도의 향상이 가능하며, 전지 안정성을 확보하기 위해 사용되었던 부품, 소재 적용이 줄어들어 크기를 소형화할 수 있는 등 다양한 효과를 기대할 수 있다.

이에 반해, 전고체 전지에 사용되는 고체 전해질은 액체 전해질에 비해 리튬 이온의 이동속도가 낮아 전지의 출력이 낮으며, 고체인 양·음극과 고체 전해질 사이의 계면저항이 액체 전해질에 비해 높아 리튬이온 전지에 비해 수명이 열위인 것으로 알려져 있다.

이러한 낮은 이온 전도도와 양·음극과 고체 전해질 사이의 계면저항을 개선하기 위해 다양한 연구가 진행되고 있다.

전고체 전지는 고체 전해질의 종류에 따라 크게 황화물계(Sulfide), 산화물계(Oxide), 폴리머계(Polymer)로 구분된다. 이 중 황화물계 전고체 전지가 다른 고체 전해질에 비해 소재의 기술적인 특성이 우수하고 대량 양산화에 유리하다고 알려져 있어 많은 업체들이 가장 집중하고 있는 분야이다.

표 1 고체 전해질 종류 및 특성

구분	이온전도도	온도안정성	생산용이성	습도안정성
황화물계	◎	◎	◎	△
산화물계	○	◎	△	○
폴리머계	△	○	◎	○

주 : ◎(우수), ○(보통), △(열위)
출처 : 조윤상, 전고체 리튬 2차 전지 현황 및 국내외 개발 동향, 2018. 5.

2) 시장동향 및 전망

세계 전고체 전지 시장은 2020년 약 6,160만 달러에서 연평균 34.2 %의 높은 성장률을 나타내어 2027년 약 4억8,250만 달러의 큰 시장을 형성할 것으로 전망되고 있으며, 국내 전고체 전지 시장은 2020년 약 292만 달러에서 연평균 41.0 %의 성장률로 2027년 약 3,229만 달러의 시장을 형성할 것으로 전망된다.

표 2 세계 및 국내 전고체 전지 시장 전망 (단위: 백만 달러)

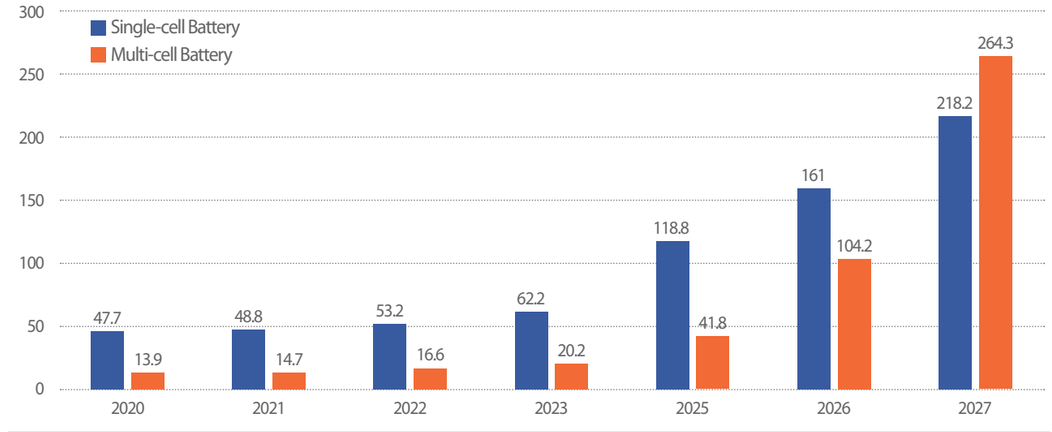
구분	2020	2021	2022	2023	2025	2026	2027	CAGR(%)(2020-2027)
세 계	61.6	63.5	69.8	82.4	160.7	265.1	482.5	34.2
국 내	2.92	3.03	3.36	4.4	10.32	17.99	32.29	41.0

출처 : Markets and Markets, Solid State Battery Market, Global Forecast to 2027 참조

전고체 전지를 타입별로 보면, 단일셀 전고체 전지는 2020년 약 4,770만 달러에서 2027년 약 2억1,820만 달러로 연평균 24.2 %의 성장률을 나타낼 것으로 전망되며, 멀티셀 전고체 전지는 2020년 약 1,390만 달러에서 2027년 약 2억6,430만 달러로 연평균 52.3 %의 높은 성장률을 나타낼 것으로 전망된다.

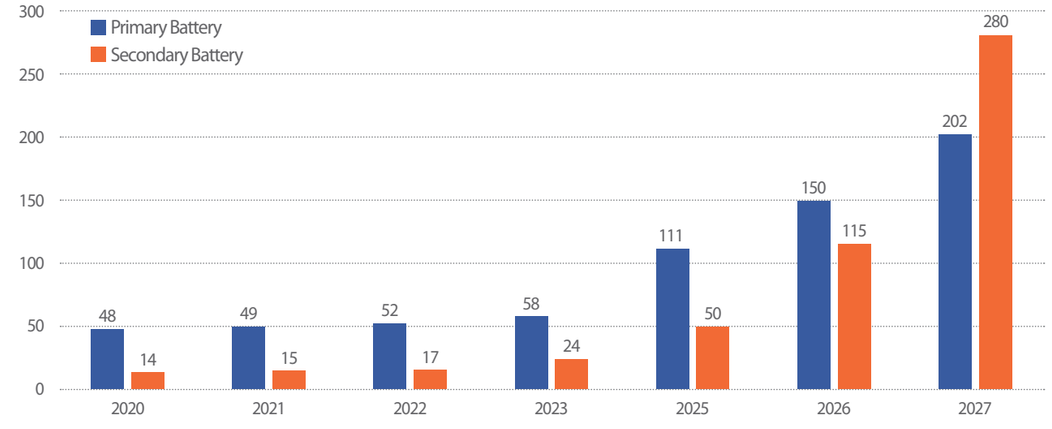
전고체 전지 | ASTI MARKET INSIGHT 2022-031

그림 1 전고체 전지 타입별 시장전망 (단위: 백만 달러)



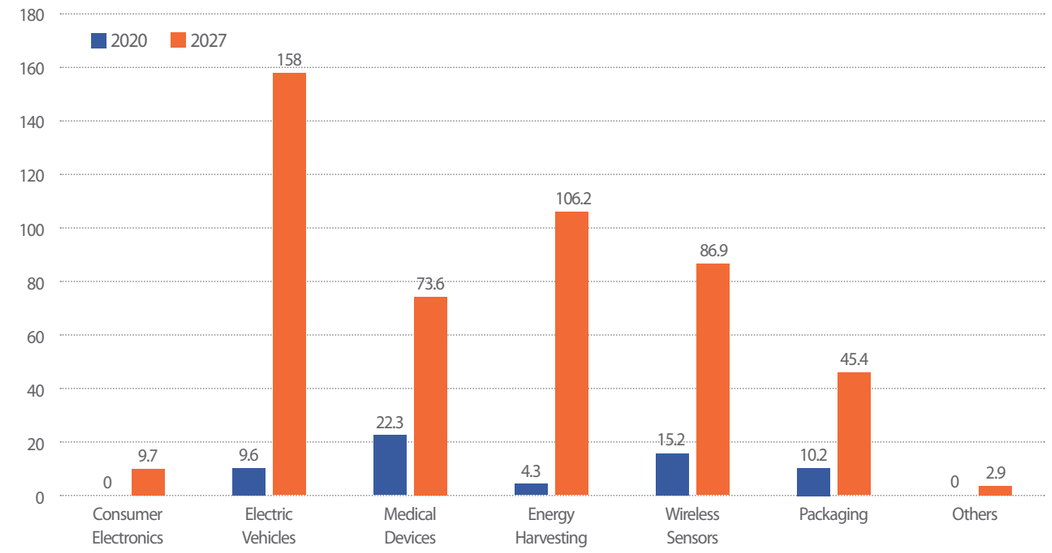
재충전성 측면에서 보면, 전고체 일차 전지는 2020년 약 4,800만 달러에서 연평균 22.9 %의 성장률로 2027년 약 2억200만 달러의 시장을 형성할 것으로 전망되며, 전고체 이차 전지는 2019년 약 1,400만 달러에서 연평균 53.6 %의 높은 성장률로 2027년 약 2억8,000만 달러의 시장을 형성할 것으로 전망된다.

그림 2 재충전성 측면으로 본 전고체 전지 시장전망 (단위: 백만 달러)



응용분야별로 보면, 2027년 기준 시장규모 측면에서는 전기차, 에너지 하베스팅, 무선 센서, 의료 기기 분야에 대한 수요가 클 것으로 예상되며, 성장률 측면에서는 전기차와 에너지 하베스팅 분야가 높을 것으로 전망된다.

그림 3 응용분야별 전고체 전지 시장전망 (단위: 백만 달러)

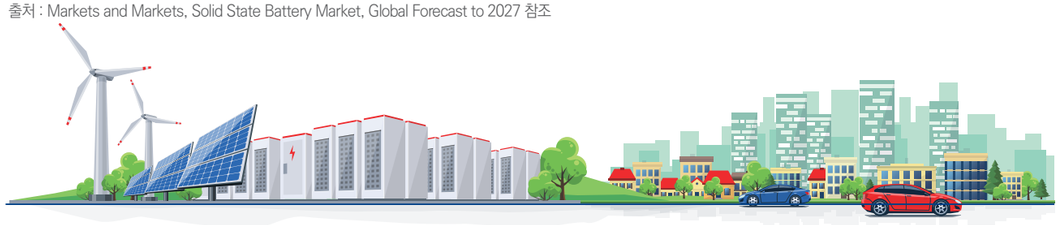


지역별로 보면, 2020년 현재 북미 지역이 2,140만 달러로 약 35 %를 차지하고 있으며, 유럽 지역 1,860만 달러(약 30 %), 아시아태평양 지역 1,450만 달러(약 24 %)를 나타내고 있으나, 2027년에는 아시아태평양 지역이 1억6,260만 달러(약 34 %), 유럽 지역 약 1억6,150만 달러(약 34 %), 북미 지역 1억4,080만 달러(약 29 %)로 아시아태평양 지역과 유럽 지역의 성장률이 높을 것으로 전망된다.

표 3 지역별 스마트 센서 시장규모 전망 (단위: 백만 달러)

구분	2020	2021	2022	2023	2025	2026	2027	CAGR(%)(2020-2027)
북 미	21.4	21.9	23.8	26.3	60.7	88.7	140.8	30.9
유 럽	18.6	18.9	20.5	23.2	43.5	78.1	161.5	36.2
아시아태평양	14.5	15.1	16.8	22.1	53.4	91.3	162.6	41.2
기 타	7.1	7.6	8.6	10.7	3.1	7.0	17.6	13.9
합 계	61.6	63.5	69.8	82.4	160.7	265.1	482.5	34.2

출처 : Markets and Markets, Solid State Battery Market, Global Forecast to 2027 참조



3) 경쟁 현황

세계 주요 업체들의 전고체 전지 개발 동향을 살펴보면, 전고체 전지는 아직까지 연구개발 단계에 있지만 많은 전지 및 자동차 업체가 뛰어들어 상용화 준비에 박차를 가하고 있다.

전고체 전지 기술개발에 가장 앞선 것으로 평가받고 있는 일본 도요타는 2000년대 초반부터 전고체 전지 연구를 시작하여 현재 2,000여건의 전고체 전지 관련 특허를 보유하고 있으며, 2020년에는 파나소닉과 합작사를 설립하고 전고체 전지를 탑재한 전기차를 개발하고 있다. 그리고 일본 경제산업성은 전고체 전지 기술개발을 위해 2018년 NEDO(신에너지산업기술종합개발기구) 프로젝트를 시작하였으며, 일본 내 전지 업체, 대학 및 공공 연구기관이 참여해 국가적인 사업으로 연구개발을 진행 중이다.

미국의 퀀텀스케이프(Quantumscape)는 200여개의 전지 관련 특허를 보유하고 있으며, 2020년 산화물 고체 전해질을 적용한 전고체 전지 소형 셀 시제품을 공개하면서 큰 관심을 끌었다. 또한 전략적 제휴를 맺고 있는 폭스바겐과 함께 2025년 이후 전고체 전지 상용화를 목표로 기술개발을 진행하고 있다.

미국 솔리드파워(Solid power)는 삼성, 현대자동차로부터 투자를 받아 2027년 전고체 전지 상용화를 목표로 기술개발을 진행하고 있으며, 최근 에너지밀도 330 Wh/kg인 전고체 전지 개발을 완료했다고 발표한 바 있다. 현재 시제품을 만들어 완성차 업체들과 함께 성능 검증을 진행중이며, 아직까지 전기차에 적용하기는 이르나, 2027년경 전기차용 전지로 상용화할 계획이다.

국내에서는 삼성종합기술원이 2020년 전고체 전지의 수명과 안정성을 높이는 동시에 셀 크기를 반으로 줄일 수 있는 기술을 개발했다고 발표한 바 있으며, 삼성그룹 내 이차전지 사업을 담당하고 있는 삼성SDI에서 2027년 전기차용 전고체 전지 양산을 목표로 추진하고 있다. LG에너지솔루션은 고분자계 전해질을 사용한 전고체 전지 개발에 나서고 있다. 고분자계 전고체 전지는 기존 리튬이온 전지 공정을 활용해 생산이 가능하다는 장점이 있으나 아직까지 고분자계 전해질의 이온 이동도가 현저히 낮다는 기술적 난제를 해결해야 한다. 이로 인해 중장기적으로는 황화물계 전고체 전지 기술 확보까지 나설 것으로 예상된다.

그리고 SK이노베이션은 최근 미국 솔리드파워와 공동으로 차세대 전고체 전지를 개발, 생산하는 협약을 체결했다고 밝혔다.

연구기관으로는 KIST, 한국에너지기술연구원, 한국전기연구원, 한국화학연구원 등을 중심으로 고체 전해질 소재 및 전고체 전지 기술개발을 적극 추진하고 있으며, 서울대학교, 고려대학교, 포항공과대학교 등 대학교에서도 고체 전해질에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다.

4) 애널리스트 인사이트

우리나라 이차전지 산업은 세계 1~2위를 다툴 만큼 괄목할 만한 성과를 보이고 있으나, 전고체 전지의 기술적 난제를 해결해 제품화에 성공하기 위해서는 전지 셀 구성 소재가 모두 고체인 형태로 대량 양산을 가능케 하는 소재의 호환성, 계면 현상 등의 기술적 난제를 극복해야 한다.

정부는 향후 10년이 세계 이차전지 시장에서 각 국의 위상을 결정짓는 중요한 시점이라고 보고, 2021년 7월 「2030 이차전지 산업(K-Battery) 발전 전략」을 발표했다. 이에 따르면, 2030년까지 민간에서 40조 원을 투자하고 정부는 연구개발, 세제, 금융 지원 등을 적극 지원해 한국을 글로벌 이차전지 연구개발 허브와 선도 제조기지로 구축하겠다는 것을 목표로 하고 있다.

기술개발 측면에서 차세대 이차전지 조기 상용화를 목표로 전고체 전지는 2027년, 리튬황 전지는 2025년, 리튬금속 전지는 2028년 상용화를 목표로 대규모 R&D 지원을 추진할 계획이며, 특히 전고체 전지는 2028년까지 400 Wh/kg급 상용화 기술을 개발하고, 2030년에는 차량에 실증할 계획이다.

전고체 전지의 상용화는 대략 2020년대 후반 대형 상용차를 중심으로 서서히 이루어질 것으로 전망되며, 시장 형성 초기에는 먼저 전기버스 같은 대형 상용차에 적용되어 안전성과 신뢰성을 축적하고 이후 점차 승용차나 중소형 기기로 적용 범위가 확대될 것으로 예상된다.

따라서 이차전지의 패러다임이 전고체 전지로 급속히 변하는 상황에 대비해 전고체 전지와 관련된 핵심 소재 및 양산기술 개발에 대한 선제적인 기술개발이 필요하다. ASTI

ASTI MARKET INSIGHT

KiSTi www.kisti.re.kr
한국과학기술정보연구원
Korea Institute of Science and Technology Information

본원 (우)34141 대전광역시 유성구 대학로 245 한국과학기술정보연구원
T. 042) 869-1004,1237 **F.** 042) 869-1091

분원 (우)02456 서울특별시 동대문구 회기로 66 한국과학기술정보연구원
T. 02)3299-6114 **F.** 02)3299-6244

비매품
93500
9 788929 412456
ISBN 978-89-294-1245-6