

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

혁신성장품목분석보고서

 YouTube 요약 영상 보러가기

리튬이온배터리

전기차 수요 증가로 차세대 4차 산업 주요 소재로 급성장

요약

배경기술분석

심층기술분석

산업동향분석

주요기업분석



작성기관

NICE평가정보(주)

작성자

선임연구원 이지훈

- 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.
- 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것이므로, 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.
- 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미게재 상태일 수 있습니다.
- 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.
- 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-2124-6822)로 연락하여 주시기 바랍니다.

리튬이온배터리

전기차 수요 증가로 차세대 4차 산업 주요 소재로 급성장

■ 긴 수명과 높은 에너지 밀도로 기존 배터리를 대체하는 '리튬이온배터리'

리튬이온배터리는 전기화학적 산화·환원 반응을 통해 충전이 가능한 2차전지의 일종으로 환경규제물질을 미포함하고 기존 전지 대비 무게가 가벼움과 동시에 에너지 밀도가 높아 노트북, 스마트폰 등의 소형 전자기기에 사용된다. 또한, 초소형화를 통한 웨어러블 기기에 적용, 팩 및 모듈화를 통한 수요처별 제품 설계를 기반으로 다양한 응용 분야에 적용될 수 있는 4차 산업 혁명의 대표적인 기술로, 양극재, 음극재, 분리막, 전해질 등 핵심 요소 원천기술의 고도화가 이루어지고 있다.

■ 환경문제 인식 개선과 정부 주도 정책 기반 차세대 성장동력 확보

최근 기후변화에 대응하기 위한 온실가스 감축을 위해 전기차(Electronic Vehicle, EV)의 보급이 내연기관차를 대체하는 추세이다. 또한, 신재생에너지의 효율적 저장이 가능한 저장소 기능을 수행하는 에너지 저장장치(Energy Saving System, ESS)를 중심으로 중대형 리튬이온배터리 시장은 꾸준히 성장 중이다. 전기차의 경우, 일정 기간 인프라 구축과 수소차와의 보급 경쟁에 따른 경제성 확보를 위해 충전시간 단축, 주행거리 향상 등의 개발과 환경 규제 완화, 보조금 지원 등 다양한 정부 차원의 지원이 이루어지고 있다. ESS의 경우, 높은 단가로 인해 초기 시스템 도입이 어렵고 화재 위험성으로 인한 불확실성이 존재하나, 안정성 검증을 통한 ESS 생태계가 조성 시, 꾸준한 시장 수요가 발생할 것으로 예상된다.

■ 원가 경쟁력 및 안정성 향상에 초점을 맞춘 중대형 배터리 개발

내연기관차 및 수소차와의 기술경쟁력 확보를 위해 주행거리 향상을 통한 가격 경쟁력 확보에 초점을 맞춘 개발과 ESS 화재 위험 등 이슈로 인한 안전성 개선 연구개발 활동이 활발히 이루어지고 있다.

리튬이온배터리 완제품 업체를 중심으로 ▲ 리튬 및 코발트의 가격 상승에 대비할 리튬 미포함 차세대 양극 소재 개발 ▲ 고에너지 확보를 위한 니켈(Ni) 함량 비율이 상향된 양극 소재 및 실리콘(Si) 비율 상향된 음극 소재 개발 ▲ 에너지 밀도가 높으며 안정성이 향상된 차세대 배터리 연구가 이루어지고 있다.

I. 배경기술분석

높은 에너지 밀도 및 수명으로 반도체를 이을 차세대 산업 소재로 급부상

리튬이온배터리는 리튬을 원료로 사용해 전기화학적 산화 환원 반응을 통해 전기 저장이 가능한 충전 사용이 가능한 전지로, 기존 2차전지 대비 친환경적으로 다양한 산업에 적용 중임.

1. 산업 생태계 분석(정의, 구조 및 특징)

■ 충전이 가능한 2차전지인 리튬이온배터리

리튬이온배터리(Lithium-ion Battery, LIB)는 외부의 전기 에너지를 화학 에너지 형태로 저장이 가능해 재충전 사용이 가능한 2차전지(Secondary cell)의 일종이며 범주 상 한국표준산업분류 축전지 제조업(C28202)에 속한다.

2차전지는 전기화학적 산화·환원 반응을 통해 화학적 에너지를 전기 에너지로 변환해 회로에 전원을 공급하며, 방전 시, 외부의 전원을 통해 전기적 에너지를 화학적으로 변환시켜 전기 저장이 가능한 전지이다. 이는, 재사용이 불가능한 일회용 알칼리성 전지와 같은 일차전지(Primary cell) 대비 충전이 가능해 다양한 용도로 적용이 가능하며, 배터리의 형태에 따라, 원형, 각형, 파우치형으로 구분된다[표 1].

[표 1] 리튬이온배터리 예시(유형별)

원통형	각형	파우치형
		
가드닝 공구, 전동 공구 등	스마트폰, 노트북, 전기차 등	웨어러블 기기, 전기차 등

* 출처: 삼성SDI, NICE평가정보 재가공

원통형 배터리는 원통 형태의 고용량/고에너지 배터리로, 순간적으로 많은 전력을 요구하는 가드닝 공구 및 전동 공구 등에 사용된다. 하지만, 소형화가 어려워 소형 IT 기기에 적합하지 않아, 얇은 형태의 각형 배터리가 개발되었다. 대표적인 각형 배터리는 스마트폰용이며, 점차 노트북에도 사용되며 성장하였다. 각형 배터리는 알루미늄 캔으로 이루어졌기에 구조적 안정성이 필요한 전기차용 배터리에도 보급되고 있다. 파우치형 배터리는 외관이 얇아, 모양 설계가 원형 및 각형 대비 용이하다. 또한, 제조 공정이 간단해 대량생산이 가능하고 용도에 따라 크기 및 용량 변화가 가능해 급속도로 성장 중이다.

리튬이온배터리는 ①높은 에너지 밀도, ②높은 전압, ③친환경성, ④비메모리 효과로 인한 높은 수명을 보유해 납축전지 및 니켈-카드뮴 전지를 대체하는 대표적인 2차전지로 성장했다[표 2].

[표 2] 리튬이온배터리의 장점

특징	주요 내용
높은 에너지 밀도	◇ 기존 납축전지 대비 4~5배의 에너지 밀도
높은 전압	◇ 기존 전지 대비 3배 고전압
친환경성	◇ 환경규제물질(Cd, Hg, Pb) 미포함 ◇ 재활용 가능
비메모리 효과 및 높은 수명	◇ 충·방전 반복으로 인한 방전용량 감소 없음

*출처: 업계자료 종합, NICE평가정보 재가공

리튬(Li)의 원자 질량은 금속 중 가장 가벼운 알칼리 금속으로, 배터리의 무게를 줄여 소형화가 가능하다. 에너지 밀도는 같은 무게의 배터리 내 얼마만큼의 에너지를 저장할 수 있는지를 결정하는 요인으로 배터리의 크기 및 용량을 좌우하는 요소이다. 리튬은 높은 에너지 밀도로 인해 용적이 큰 장점이 있어 높은 충·방전 효율, 고에너지 밀도 및 출력 밀도를 요구하는 산업에 이상적인 전극 재료다. 리튬이온배터리는 기존 배터리 소재인 카드뮴(Cd), 수은(Hg)과 납(Pb) 등의 환경규제물질을 미포함하며, 폐전지로부터 재활용이 가능해 친환경적이다. 또한, 메모리 효과가 없어 충·방전을 반복해도 용량이 쉽게 줄어들지 않는 장점을 가진다.

■ 가격 경쟁력을 위한 원천기술 확보를 위한 경쟁적인 생태계 형성.

리튬이온배터리는 크기에 따라, 소형과 중대형으로 분류된다. 소형 배터리는 주로 스마트폰, 태블릿, 노트북 등의 전자기기에 사용되었던 주류 배터리였으나, 최근에는 전기차 및 ESS에 적용 가능한 중대형 배터리 시장이 급성장 중이다. 또한, 초소형 및 대용량 배터리 적용이 가능한 신규 산업 등 다양한 산업으로 확장할 수 있어, 제품 안전성 향상, 가격 경쟁력 확보, 팩 설계 기술 등의 소재 관련 원천기술 확보가 필요하다[표 3].

[표 3] 리튬이온배터리 산업의 특징

특징	주요 내용
기술집약적 산업	◇ 소재 가격 및 기능 관련 원천기술 확보에 따른 수익성 차이가 큼 ◇ 기술 차별화 전략 및 연구 투자가 활발
성장기의 전방 산업	◇ 소형 배터리 시장에서 전기차, 중대형 시장으로 급속한 성장 중 ◇ 드론, 로봇, 스마트홈 등 미래산업 핵심 기술로 적용 가능
높은 시장진입장벽	◇ 소재기술을 보유한 일본 업체들, 흑연, 코발트 등 원재료의 가격 경쟁력이 있는 중국 업체로 인해 경쟁 강도가 높음
첨단 융·복합 산업	◇ 양극 및 음극 소재, 분리막, 전해질 등의 고성능 소재 개발을 위해 화학, 재료, 전기 공학 등 다방면 기술이해도가 필요
수요처별 테마 산업	◇ 휴대용 전자기기 (소형), 전기차 (중형 및 고출력 제품)

*출처: 업계자료 종합 및 한국신용정보원 TDB(2020), NICE평가정보 재가공



2. 주요 산업 이슈

■ Value-Chain : 원재료가 속하는 후방 산업, 리튬이온배터리를 전원으로 사용하는 전기차, 전자기기 등 다양한 전방 산업으로 구성

리튬이온배터리가 속한 전·후방 산업의 구조는 [표 4]와 같다. 리튬이온배터리의 후방 산업은, 음극, 양극, 전해질, 분리막 등의 기초 유기 및 무기 화학 물질과 금속 선 및 판으로 구성되어 있다. 전방 산업은 스마트폰, 카메라, 노트북 등의 휴대용 전자기기, ESS 및 차세대 운송수단인 전기차 등 광범위한 산업이 속한다.

[표 4] 리튬이온배터리 관련 전·후방 산업 주요 업종

후방 산업	리튬이온배터리	전방 산업
		
음극, 양극, 전해질, 분리막 등 유기 및 무기 화학 물질	리튬이온배터리	전기차, 드론, 전동스쿠터, 스마트폰, 카메라 등

* 출처: 업계자료 종합, NICE평가정보 재가공

II. 심층기술분석

안정성, 고용량 및 원재료 가격 경쟁력 확보를 위한 연구개발 활발히 진행 중

리튬이온배터리의 핵심 부품은 전극, 전해질, 분리막 등으로, 주요 원재료(리튬, 코발트 등)의 가격 경쟁력, 수명 및 안정성을 극대화 시키는 목표로 연구개발 진행 중

1. 핵심기술 및 개발동향

가. 핵심 요소기술

■ 리튬이온배터리의 4대 핵심 부품: 양극, 음극, 전해질, 분리막

리튬이온배터리는 크게 충·방전 전압이 높은 양극(cathode), 충·방전 전압이 낮은 음극(anode), 리튬 이온의 이동 매개체인 전해질(electrolyte) 그리고 전기적 단락을 방지하는 분리막(separator), 4가지의 구성요소로 구성되며[그림 1] 절연층(insulator), 도전재(conductor) 등이 추가되어 셀(cell)을 구성한다.

[그림 1] 리튬이온배터리 주요 핵심 부품



방전 시 환원 반응이 일어나는 전극
<양극>



방전 시 산화 반응이 일어나는 전극
<음극>



음극-양극 간 리튬 이온 전달 매개체 역할
<전해질>



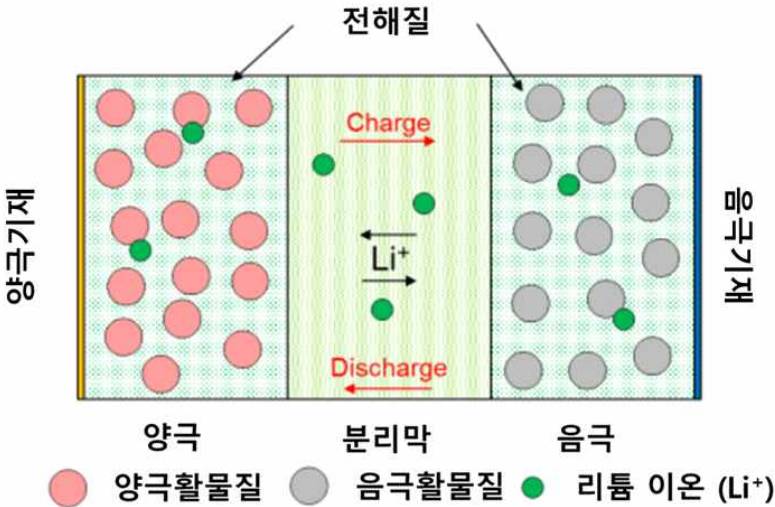
음극과 양극의 물리적 접촉 방지 역할
<분리막>

*출처: 업계자료 종합, NICE평가정보 재가공

(기본 구동 방식)

리튬이온배터리는 양극과 음극 소재의 산화·환원 반응(oxidation-reduction reaction)으로 인해 화학 에너지를 전기 에너지로 변환시킨다. 해당 반응은 반응물의 전자 이동으로 일어나는 반응이며, 전자를 잃은 경우, 산화, 전자를 얻은 경우, 환원이라 표현한다. 해당 과정에서 리튬 이온과 분리된 전자가 도선을 따라 양극과 음극 사이를 움직이며 전자가 발생한다. 방전 과정 시, 리튬 이온이 음극에서 양극으로 이동하며, 충전의 경우에는 리튬 이온이 양극에서 음극으로 이동하는 원리로 작동한다. 양극과 음극은 전하를 제공 및 저장하는 요소이기에, 중요도가 높은 부품이다[그림 2].

[그림 2] 리튬이온배터리 구동 방식 및 용도별 특징



구분	용도	특성	작동 전압	에너지
소형	◇ IT 제품	◇ 소형화 및 경량화 ◇ 장시간 연속 사용	◇ 3.6~3.8V	◇ 930~4,452mAh (핸드폰, 노트북 기준)
중대형	◇ 전기차(EV)	◇ 고출력 요구 ◇ 15년 이상 수명 요구	◇ 380V~400V	◇ 60~94Ah
	◇ 에너지 저장장치 (ESS)	◇ 모듈 및 팩 구성으로 사용처별 용량 조절	◇ 70.4~91.3V	◇ 7.6~9.0kWh

* 출처: 삼성SDI, NICE평가정보 재가공

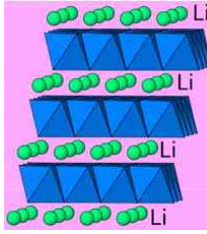
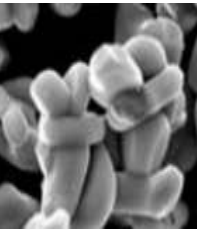
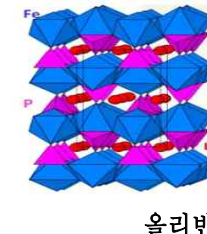
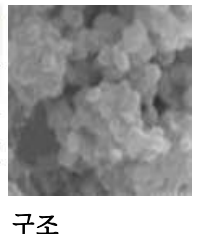
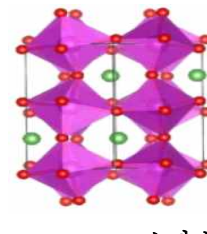
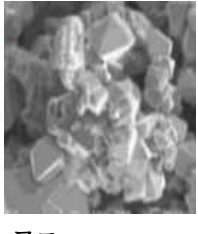


(양극 소재)

리튬은 원소 상태에서 반응이 불안정하기에 리튬과 산소가 만나 생성된 리튬산화물(Li⁺O)이 양극으로 구성된다. 양극은 배터리의 수명, 용량, 출력량을 결정짓는 물질이며 제조 단가의 30% 이상을 차지하는 물질이다. 따라서, 성능향상을 위해 가격 경쟁력과 고에너지 밀도를 보유한 고성능 소재 개발이 중요하다. 양극 재료는 크게 LCO(리튬코발트산화물, LiCoO₂), LFP(리튬인산철산화물, LiFePO₄), LMO(리튬망간산화물, LiMn₂O₄), 그리고 삼원계(니켈코발트망간 (NCM), 니켈코발트알루미늄(NCA) 등)로 구분된다[표 5]. 소형 배터리의 양극 소재로는 충전 및 합성이 유리한 LCO가 사용되고, 중대형에는 순간 출력과 수명이 우수한 NCA와 NCM이 사용된다.

LCO는 층상형 결정구조를 보유한 물질로, 높은 에너지 출력으로 인해 대표적인 리튬이온 배터리의 소재다. 하지만, 코발트 원료는 대부분 중국 내몽고지역에 있어 원자재 수급이 어려워 현재 폐전에서 코발트를 추출하는 재활용 연구가 활발히 진행 중이다. LFP는 희소 금속인 코발트 대비 값이 저렴한 철로 구성되었으나 비슷한 성능을 보인다. 해당 소재는 충전 시, 이온 확산 속도가 느린 단점을 보유하고 있으나, 입자를 나노 크기로 생성하여 표면적 증가를 통해 확산 속도 문제를 보완할 수 있다. 다만, 해당 공정은 공정비용을 상승시킨다. 하지만, LFP는 층상구조가 아닌 올리빈(olivine) 구조로, 구조적 안정성이 우수해 높은 수명을 가진다. LMO의 경우, LCO 대비 가격이 저렴하나, 열화학적으로 불안정한 단점이 있다.

삼원계 소재는 니켈과 코발트 소재에 일반적으로 망간 혹은 알루미늄을 추가해 합성하여 사용한다. 고도의 기술력이 요구되는 삼원계 배터리의 주요 생산업체는 LG화학과 삼성SDI다. 해당 업체들은 순간적으로 강한 에너지를 분출하는 니켈의 불안정성을 해결하기 위해 안정성 관련 추가 연구를 진행 중이며, 코발트 사용량을 줄여 원가경쟁력을 확보하고 있다.

[표 5] 주요 양극 소재의 특성

분류	특성	용도	결정구조 및 입자 형상
LCO (LiCoO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 긴 수명 ◇ 높은 에너지 밀도 ◇ 코발트 가격 및 안정성 문제 	소형 전자 기기 (스마트폰, 태블릿 등)	  <p style="text-align: center;">층상구조</p>
NCM (Li[Ni,Co,Mn]O ₂) NCA (Li(Ni,Co,Al)O ₂)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 높은 에너지 밀도 ◇ 고출력 적합 ◇ 전기차용 확대 중 ◇ 층상구조 	소형 및 중대형 기기 (스마트폰, 전기차, ESS 등)	  <p style="text-align: center;">층상구조</p>
LFP (LiFePO ₄)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 낮은 가격 ◇ 높은 안정성 ◇ 성능 개선 필요 	소형 및 중대형 기기 (스마트폰, 전기차 등)	  <p style="text-align: center;">올리빈 구조</p>
LMO (LiMn ₂ O ₄)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 높은 충·방전 특성 ◇ 낮은 가격 ◇ 고온 작동 불안정 	소형 및 중대형 기기 (전동 공구, 전기차)	  <p style="text-align: center;">스피넬 구조</p>

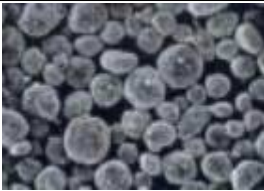
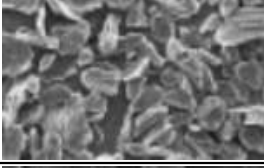

*출처: 리튬이온전지 소재기술 동향 분석 및 전망, NICE평가정보 재가공

(음극 소재)

음극은 양극에서 오는 리튬 이온을 흡수 및 방출하며 회로를 통해 전류가 흐르게 하는 역할을 수행한다. 음극은 대체로 낮은 전자 화학 반응성, 구조적 안정성 및 낮은 가격을 보유한 흑연(Graphite)이 사용된다. 흑연은 탄소가 결합한 층이 여러 겹 쌓인 규칙적인 구조를 가지며, 충전 과정을 통해 음극에 도달한 리튬 이온은 탄소층 사이에 저장된다. 반복적인 충전에 의한 흑연의 부피 변화는 구조 변형을 초래한다. 이는 수명 감소 요인으로 작용하기 때문에, 배터리 내부 분자의 구조적 특성을 고려한 제품이 개발되고 있다.

저결정성 탄소계는 결정구조가 불안정하여 수명이 짧으나, 리튬 이온 출입 속도가 빨라 고속 방전에 용이한 소재다. 또한, 흑연 대비 에너지 밀도가 질량 대비 약 10배로 높은 에너지 밀도를 보유한 실리콘(Si)도 차세대 음극 소재로 주목받고 있다[표 6].

[표 6] 주요 음극 소재의 특성

분류	특성	용량	구조
흑연계 (인조흑연 및 천연흑연)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 높은 안정성 ◇ 높은 수명 ◇ 가격 문제로 천연 및 인조흑연 혼합 사용 추세 	인조흑연: 280~360mAh/g 천연흑연: 360~370mAh/g	
비결정 탄소계	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 높은 출력 ◇ 짧은 수명 ◇ 고속 방전에 유리한 특성 	235~350mAh/g	
금속 (실리콘, 주석 등)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 낮은 안정성 ◇ 짧은 수명 ◇ 고용량 배터리에 적합 	700~1,000mAh/g	

*출처: 리튬이온전지 소재기술 동향 분석 및 전망, NICE평가정보 재가공

(전해질)

배터리 내에서 전자는 도선을 통해 이동하며, 리튬 이온은 전해액을 통해 이동하는 특성을 보인다. 따라서, 전해질은 전자 이온을 수송하기 위해, 낮은 화학적 반응성과 높은 이온 전도도(ion conductivity)가 요구된다. 전해질은 유기용매로 구성된 액체 전해질, 젤 고분자 전해질, 이온성 액체 전해질 등으로 구분된다.

대표적인 전해질은 고안정성 유기 용매에 리튬 염(LiPF₆, LiClO₄, LiBF₃ 등)을 용해한 액체 전해질이다. 액체 전해질은 높은 이온 전도성 및 우수한 저온 특성이 있으나, 온도 제약이 있는 단점이 있어 고온 안정성이 뛰어난 전고체 전해질로 교체되고 있다.

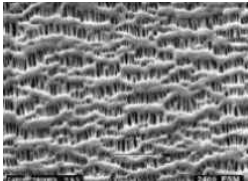
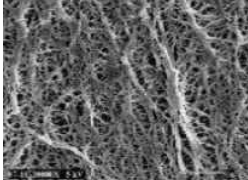
(분리막)

분리막은 양극과 음극을 물리적으로 분리하는 안정성 요소이며, 전해질이 함침될 수 있는 역할을 한다. 배터리 내에서 양극과 음극이 직접 접촉 시, 도선을 통해 전류가 흐르지 않거나, 반응에 의한 화재에 대한 위험이 있다. 따라서, 분리막은 전해질과 반응성이 없고, 이온 통과가 가능한 수십 나노미터 크기의 미세 기공(pore)을 보유해야 한다.

대표적인 분리막 소재로는 PE(Polyethylene) 혹은 PP(Polypropylene) 등의 고분자 수지가 사용된다. 주로 30~60%의 다공도와 10~20 μm 두께의 소재가 사용되며, 공정에 따라 습식법(wet process)을 사용한 습식막과 건식법(dry process)을 사용한 건식막으로 구분된다[표 7].

건식막은 물리적으로 소재를 늘리는 연신(elongation) 공정과 열처리를 통해 생성된 층을 가진다. 건식 공정은 유해물질 사용이 없고 초기 투자비용이 저렴해 주로 전기차용 배터리에 사용된다. 반면, 습식막은 압출 및 화학처리를 통해 생성된다. 습식막은 간편한 공정과 균일한 기공을 보유해 소형 전자기기의 배터리에 사용된다. 강화 복합막은 세라믹 입자층을 형성해 생성되며, 분리막의 열적 및 기계적 특성 강화가 가능해 안정성이 증가된다.

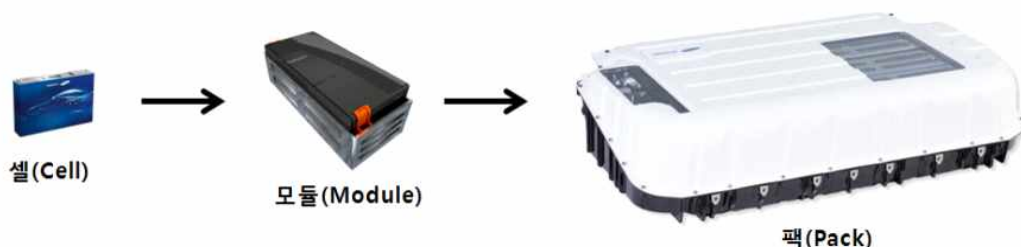
[표 7] 분리막 종류와 특성

분류	공정 과정 및 소재	특성	두께(μm)	구조
건식막	◇ 저온에서 압축 필름의 연신 과정을 통해 계면 균열 발생 ◇ PE	◇ 낮은 가격 ◇ 유해물질 미사용	10~25	
	중대형 배터리			
습식막	◇ 분리막 형성 공정 시 첨가한 가소제 추출 과정에서 발생한 기공을 연신함 ◇ PE, PP, PP/PE/PP	◇ 건식 대비 우수한 탄성, 두께, 기공 크기 균일성 보유	10~25	
	소형 배터리			

*출처: 리튬이온전지 소재기술 동향 분석 및 전망, 화학공학소재연구정보센터, NICE평가정보 재가공

배터리는 셀(cell), 모듈(module), 팩(pack)으로 구성되어 용량 조절이 가능하다[그림 3]. 셀은 배터리의 최소단위이자 성능을 좌우하는 단위로, 단위 부피당 높은 용량이 요구된다. 셀을 외부 충격 및 열로부터 보호하기 위해 일정한 개수로 묶어 프레임에 넣어 구성된 조립체가 모듈이다. 최종적으로 모듈에 배터리관리시스템, 냉각 장치 등 제어장치를 장착하여 일체화된 팩이 구성되고, 조합 변경이 다양하게 가능해 모듈 및 팩의 설계도 경쟁 요소로 작용한다.

[그림 3] 리튬이온배터리 팩 구성 과정



* 출처: 삼성SDI, NICE평가정보 재가공

나. 발전 방향 및 개발 트렌드

■ 차세대 리튬 대체 소재 개발 및 음극 정제 단가 확보

리튬이온배터리의 핵심소재인 리튬(Li), 코발트(Co), 니켈(Ni) 등의 광물자원 가격이 급등하여 원가경쟁력이 낮아지고 소재의 공급처가 한정되어 있어, 신규 소재의 개발이 요구되고 있다.

(양극 소재 - 망간 및 나트륨 기반 전극 개발)

원자력, 화력 등을 통해 생성된 전기를 저장 후 필요할 때 사용이 가능한 장치인 ESS는 최소 20Ah의 배터리 용량이 필요해, 리튬이온배터리 외의 배터리는 낮은 용량으로 인해 제품 적용이 어렵다.

한국전력은 리튬 소재의 안정성과 고비용을 해결하고자 망간(Mn)을 차세대 배터리 소재로 적용했다. 망간은 지구에서 12번째로 풍부한 원소로, 소재 비용이 저렴하나, 2차전지로 적용 시, 용량이 1Ah 수준으로, 다양한 산업에서의 사용이 어려웠던 전극 소재다. 한국전력은 망간과 기존 인화성 유기물 전해질을 비인화성 수용액 기반의 전해질을 변경하여, 20Ah 용량의 망간 배터리를 개발했다. 이는 기존 리튬이온배터리 가격의 절반 가격으로 제조되어 연간 2,500억 원의 비용 절감이 가능할 것으로 예상되어 향후 망간 소재 수요 확대가 기대된다.

광주과학기술원(GIST) 연구진은 나트륨(Na) 기반 배터리의 고용량화에 성공한 것으로 확인되었다. 나트륨은 수급이 쉬운 재료이며, 리튬과 화학 특성이 비슷해 차세대 소재로 주목 받는 소재이다. 하지만, 리튬 대비 3배 무거운 질량으로 인해 소형화의 어려움, 에너지 변환 효율, 용량 등의 문제가 존재한다. 연구진은 불산인산바나듐나트륨($\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$)을 전극 소재로 적용하여, 기존 나트륨 배터리 대비 2배 용량의 배터리 개발에 성공했다. 해당 물질은 전기 저항이 높은 단점이 있었으나, 물에 녹이는 용액 공정을 개발하여 적용하였다. 연구진은 용액 공정을 통해, 나트륨 소재의 크기를 수백 나노미터로 제어하며 그래핀(graphene) 표면에 균일하게 분포해 전기 저항 감소에 성공했다. 이는, 저가인 나트륨을 이용한 고용량 배터리 설계법으로 전극 소재에 대한 해외 의존도를 낮출 수 있을 것으로 예상된다.

(음극재 - 흑연정제)

흑연은 채굴 시 70~80%의 순도를 보유한 물질이며, 시장조사 업체 SNE Research에 의하면, 전 세계에 약 7,100만 톤 중 77%가 중국에 매장되어 있는 것으로 파악되었다. 이로 인해, 중국이 전 세계 음극 시장의 65% 비중을 차지했고, 일본이 30%로, 음극 소재 원재료 확보가 시급하다.

한국지질자원연구원의 광물자원연구본부 자원활용연구센터 연구진은 리튬이온배터리 음극 소재인 흑연을 유해물질 없이 친환경적으로 정제하는 신규 공정을 개발했다. 흑연은 불순물을 다량 포함해, 불산 등 유독물질이 필요한 습식제련법이 상업적으로 사용되나, 폐수 발생과 후처리 비용이 많이 드는 문제가 있다. 반면, 염소가스를 사용하는 건식제련법은 정제 시, 2,700도의 온도를 요구해 에너지 문제 및 위험성이 존재한다.

해당 연구진은 염산 침출, 킬레이트 침출, 저온소다 배소 공정을 이용한 습식제련법으로, 반응 시간, 온도, 시약의 양 등의 조절을 통해 순도 99.99%의 고순도 흑연을 확보하며 친환경적이며 효율적인 기술을 개발하여 에너지 원료에 효과적 적용이 가능할 수 있을 것으로 판단된다[표 8].

[표 8] 신규 양극재와 음극재 기술 개발 동향

형태	기술 동향	기대효과
망간 배터리	◇ 망간 기반 양극 및 비인화성 전해질 이용, 20Ah급 2차전지 개발	◇ 안전성 증가 ◇ 원가 비용 감소 - 연 2,500억 원
나트륨 배터리	◇ 용액 공정 기반 나트륨 양극 도포 기술 확보	◇ 기존 나트륨 배터리 대비 2배 용량 ◇ 고용량 전지 설계 가능
흑연정제	◇ 유독물질 미포함 습식제련법을 이용해 99.99% 순도의 흑연 확보	◇ 친환경적 ◇ 원가 경쟁력 확보 가능

*출처: 한국전력, 광주과학기술원, 한국지질자원연구원, NICE평가정보 재가공

■ 안정성이 향상된 고순도 이온전도도 고체 전해질 개발

전해질은 가연성 액체로 구성되어, 과열 및 과충전 시, 팽창으로 인해 폭발 위험이 존재하여 안정성 향상을 위해 고체 전해질에 대한 연구가 진행 중이다. 고체 전해질은 분리막 역할이 가능해 별도의 분리막이 필요없어 배터리의 소형화와 형태 변형이 유연한 장점이 있다.

한국생산기술연구원은 산화물계 고체 전해질인 LLZO(Li₇La₃Zr₂O₁₂)를 이용해 고강도 복합 고체 전해질 시트 제조에 성공했다. 연구진은 소재의 나노 입자화에 성공해, 안정성은 향상 및 생산 공정 단가 절감이 가능한 차세대 고체 전해질의 상용화에 기여했다.

삼성중합기술원은 전지 음극에 5μm 두께의 은/탄소 나노입자 복합 층을 적용한 신규 전 고체(all solid-state battery) 리튬 음극 기술을 통해 전지 수명 증가와 음극 두께 조절에 성공했다. 음극 두께가 얇아지면, 배터리의 소형화가 가능하며, 에너지 밀도가 증가해 배터리 시장의 신성장동력으로 작용할 것으로 예상된다.

Ⅲ. 산업동향분석

소형 리튬이온배터리 수요는 감소 중이나, 전기차, ESS 등 친환경 차세대 미래 기술에 접목 가능한 중대형 및 대형 리튬이온배터리 수요 확대로 시장 급성장 기대

기후변화 및 환경 오염 문제 대응을 위한 화석연료 대체 친환경 에너지 보급으로 인한 전기차 보급 확장 및 ESS 수요 증가로 급격한 시장성장 예상

1. 산업동향 전망

가. 산업트렌드 및 성장전망

■ 4차 산업 혁명의 주역으로 성장

리튬이온배터리는 고에너지 밀도 및 소형화가 가능한 장점으로 소형 전자기기에 사용되었으나, 차세대 이동수단인 전기차를 중심으로 수요가 급증하고 있다. 이는 사물인터넷(IoT), 웨어러블 기기, AI 등의 미래 기술과 전기차 및 ESS 등 신재생에너지 활용에 필수인 소재로 제2의 반도체로 주목받으며 4차 산업혁명의 핵심소재로 성장 중이기 때문이다. 특히, 기후변화 및 환경 오염 문제에 대한 우려로 화석연료 대체를 위한 친환경 에너지 보급 정책과 인식이 확대 중이다. 전기차에 대한 세계 각국 정부의 인센티브 제공은 내연기관차 대비 높은 가격의 전기차 보급에 효과적으로 작용 중으로 시장 확장은 지속할 것으로 판단된다. 또한, ESS의 수요도 꾸준히 증가 중으로, 배터리 제조 원가를 통한 경제성 확보를 위한 업체 간 협력 관계가 형성되고 있다.

■ 장기적으로 전기차 보급으로 수요 급증 예상, 수소차 보급 확대 및 ESS 화재 문제는 리튬이온배터리 수요에 직접적인 영향

전기차와 같이 화석연료 사용이 없는 수소차는 공기 중 산소를 차 내 수소 탱크의 수소와 화학 반응을 통해 생성된 전기를 동력으로 사용한다. 정부는 2019년 [수소경제 활성화 로드맵]을 발표하여 수소차와 연료전지 양대 축으로 형성된 산업 생태계를 구축 중이며, 수소 경제 선도 국가로 도약하려 하며 수소차와 전기차의 경쟁이 시작됐다. 수소차는 전기차 대비 친환경적이며, 충전시간이 짧아 보급화와 인프라 구축 시 전기차를 앞서 나갈 수 있다. 이는, 리튬이온배터리 수요에 직접적인 영향을 끼칠 수 있어, 시장성장 유지를 위해 꾸준한 리튬이온배터리 제품 개선이 필요할 것으로 판단된다.

ESS는 에너지 발전으로 생산된 전기 에너지를 저장하여 상시 사용이 가능케 하는 저장장치다. 리튬이온배터리는 물리적 저장장치(압축 공기 저장장치 등) 대비 전력변환 효율이 우수해, ESS 저장장치로 사용 중이다. 또한, 리튬이온배터리는 이미 다분야에 상용화가 되어있고, 설계에 따라 용량 확장이 쉬워 ESS용 배터리의 지속적인 성장이 예상된다.

산업통상자원부의 [재생에너지 3020 이행계획]에 의하면 2017년 0.4GW 수준이던 ESS를 보조금 지원 등을 통해 태양광 및 풍력발전소에 설치하여 2030년까지 1GW 수준으로 확대할 계획으로 파악되었다. 하지만 잦은 ESS 화재사고로 인해 대다수 공공기관에서 가동이 중지된 상태로 ESS 시장이 위축된 상태이다. 정부의 ESS 안전관리 규제 정비에 더불어 차세대 배터리 개발로 인해 안정성이 향상될 시, 국내 ESS 시장 형성이 다시 확대될 것으로 예상된다.

나. 국내·외 시장규모

■ 세계: 2018년 322억 달러에서 연평균 14.9% 성장, 2024년 799억 달러

화석연료 고갈 문제와 재사용이 가능하며 에너지 효율을 높이기 위해 리튬이온배터리를 포함한 대용량 ESS 관련 연구개발이 지속해서 성장 중이다. MarketsandMarkets(2020)의 리튬이온배터리 보고서에 의하면, 세계 리튬이온배터리 시장규모는 2017년 322억 달러에서 2019년 400억 달러로 시장이 성장했고, 이후 연평균 14.9% 성장하여 2024년 약 799억 달러의 규모를 형성할 것으로 전망된다[그림 4]. 2018년 기준, 세계 리튬이온배터리 시장 규모는 아시아-태평양 시장의 비중이 45.9%로 가장 크고, 다음으로 유럽 34.3%, 북미 19.8% 순이다.

Global Trade Atlas의 수입통계에 의하면, 2019년 기준 미국의 리튬이온배터리 수입은 중국이 7,247억 달러(52.2%)로 가장 높은 비중을 차지했고, 한국이 2,795억 달러(20.1%), 일본 1,766억 달러(12.7%)로 높은 수입 점유율을 확보하고 있다.

[그림 4] 세계 리튬이온배터리 시장 전망 (단위: 억 달러)



*출처: MarketsandMarkets, 'Lithium-ion Battery Market(2020)', NICE평가정보 재가공

■ 국내: 2018년 20,096억 원에서 연평균 14.9% 성장, 2024년 46,579억 원

국내 리튬이온배터리 시장은 2017년 18,214억 원 규모에서 연평균 14.9% 성장하여 2024년에는 약 46,579억 원 규모의 시장을 형성할 것으로 전망된다[그림 5]. 국내 [전기·수소차 보급 확산을 위한 정책방향]에 의하면, 2차전지 수요 급증과 주행거리 향상(1회 충전 주행거리 500km 목표)을 위해 2차전지 핵심기술인 에너지 밀도 향상과 초급속 대용량 충전 기술 충전기술 개발을 지원하며 글로벌 미래 시장 선점을 목표로 차세대 혁신성장 동력을 창출 중이다.

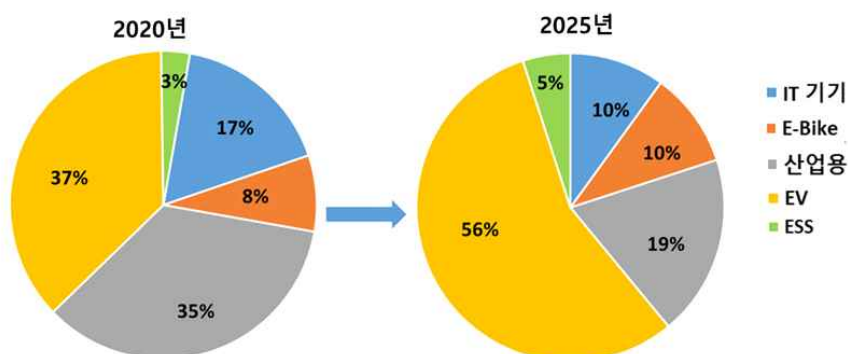
[그림 5] 국내 리튬이온배터리 시장 전망 (단위: 억 원)



*출처: MarketsandMarkets, 'Lithium-ion Battery Market(2020)', NICE평가정보 재가공

포스코경영연구원의 [2025년 리튬 수급 전망] 보고서에 의하면 리튬이온배터리 수요 중 전기차의 비중이 2020년 기준 37%에서 2025년 약 56%까지 꾸준히 성장하며 전체 수요량의 절반 이상을 형성할 것으로 전망된다. 또한, 1인용 이동수단인 E-Bike와 ESS의 수요도 약 2%씩 증가할 것으로 예상된다. 반면, 소형 리튬이온배터리의 수요는 17%에서 10%로 줄어들 것으로 전망된다[그림 6].

[그림 6] 세계 리튬이온배터리 수요 산업 비중 변화 (단위: 억 원)



*출처: 포스코경영연구원 2025년 리튬 수급 전망(2018)', NICE평가정보 재가공

IV. 주요기업분석

국내 코스닥 기업은 배터리 소재 및 생산 장비 부문에서 글로벌 경쟁력 확보

국내·외 주요 배터리 제조 업체가 상호 간의 업무 협력을 통해 소형 및 중대형 배터리 시장을 점유하고 있으며, 국내 코스닥 기업의 경우, 배터리 원재료 및 생산 장비 부문에서 경쟁력을 확보하기 위해 지속해서 연구개발 중임.

1. 주요업체 동향

■ 해외: Panasonic, CATL, Tesla

■ 국내: LG 화학, 삼성SDI, SK이노베이션

해외 리튬이온배터리 시장은 전기차 및 대용량 ESS용 중대형 배터리 위주로 시장 수요가 급증하는 추세로 한국, 중국, 일본, 미국의 주요 배터리 업체가 주도 중이며 전기차 탑재 주도권을 위한 경쟁이 과열되고 있는 상황이다[표 9].

[표 9] 리튬이온배터리(완성) 주요업체 동향(대기업)

기업명		개발/사업화 현황
해외	CATL (중국)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Tesla, Mercedes-Benz, Audi, Volvo 등에 전기차 배터리 납품 ◇ 세계 배터리 시장 28% 점유 ◇ LPF 기반 양극재를 이용해 누적 주행거리 200만 km(16년) 까지 연장
	Panasonic (일본)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Tesla에 원통형 배터리 공급하며 전기차용 2차전지 세계 시장 점유율 1위 ◇ Tesla와 함께 기가 팩토리 증설로 2021년 생산능력 35GWh 달성 예상
	Tesla (미국)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 2021년 전기차 생산 100만대 목표로 대형 배터리 업체와 협력 중 ◇ Panasonic과 협력하여 모델3용 배터리 생산 중 ◇ 배터리 업체 Maxwell 인수로 자체 기술 연구 및 대량 생산 시스템 구축
국내	LG화학	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 업계 유일 화학 기반 업체로 세계 두 번째로 리튬이온배터리 양산 성공 ◇ 세계 최초 원통형 리튬이온배터리 양산 성공 ◇ 배터리 업체 유일 하이브리드 및 순수 전기차 배터리 생산 가능 ◇ Lamination & Stacking 제조 기술을 적용한 고용량/초슬림 배터리 구현 ◇ 세라믹 소재 안전성 강화 분리막(SRS™) 적용 배터리 안정성 향상
	삼성SDI	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 70억 개 이상의 셀을 판매한 16년 이상의 리튬이온배터리 양산 경험 보유 ◇ 1회 충전 시 주행거리 620km의 SUV용 배터리 소재 개발 ◇ 업계 최고 수준 안정 장치를 내제한 모듈화가 용이한 각형 배터리 생산
	SK이노베이션	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 업계 최초 고에너지 밀도 삼원계 소재 적용 리튬이온배터리 양산 성공 ◇ 현대자동차, 폭스바겐, 베이징자동차 등 배터리 공급 계약 체결 ◇ 고품질 및 고강도 습식 분리막 적용 안정성, 내열성 및 수명 향상 ◇ 파우치(Pouch) 셀 기술 기반 배터리 셀 설계 및 구현 가능

*출처: 업계현황자료 종합, NICE평가정보 재가공

대기업 외 리튬이온배터리 완제품 시장에 참여하는 중소기업으로는 탐전지와 코캠이 있다. 해당 업체들도 꾸준한 자체적인 연구를 통해 전기차 및 ESS용 중대형 배터리의 개발 및 상용화에 주력하고 있는 것으로 파악되었다[표 10].

[표 10] 리튬이온배터리(완성) 주요업체 동향(중소기업)

기업명		개발/사업화 현황
국내	탐전지	◇ 국내 유일 LPF 배터리 생산 업체 ◇ 100C 연속방전 가능한 레이싱용 슈퍼 출력 배터리 개발 ◇ 배터리 모듈을 결합한 가정용 및 산업용 UPS와 ESS용 시스템 제공
	코캠	◇ ESS, EV, 선박 등 적용 가능한 리튬이온배터리 제품 및 솔루션 공급 업체 ◇ 글로벌 태양광 솔루션 업체 Solar Edge Technology와 인수 후 시너지 효과 ◇ 이스라엘 Eviation Aircraft 전기 비행기에 260Wh/kg 사양 배터리 공급 체결 ◇ 충북 음성군에 56,000㎡ 규모 리튬이온배터리 생산시설 신설 예정

*출처: 탐전지, 코캠 홈페이지, NICE평가정보 재가공

상기 완성 리튬이온배터리 업체를 중심으로 리튬이온배터리 주요 부품 생산/개발 업체들은 공급 사슬 구조를 이루고 있다. 주요 부품별 참여 기업을 살펴보면 [표 11]과 같다.

[표 11] 리튬이온배터리(부품) 주요 업체 동향(전체/국내)

분류	세부	주요 기업 현황
배터리	배터리 셀/모듈/팩	LG화학, 삼성SDI, SK이노베이션, 이랜텍 , 탐전지, 코캠
배터리 부품	양극	한국유니코어, 에코프로비엠 , 엘엔에프 , 대정화금
	음극	SK머티리얼즈 , 카보닉스
	분리막	SK아이테크놀로지
	전해질	삼성물산, 솔브레인

* 볼드/밑줄 친 기업: 코스닥기업

*출처: 업계현황자료 종합, NICE평가정보 재가공

2. 코스닥기업 현황

■ 리튬이온배터리 관련 코스닥 기업은 주로 배터리 소재 및 장비 사업 영위

[표 12] 리튬이온배터리(부품/장비) 주요 코스닥 기업 현황 요약

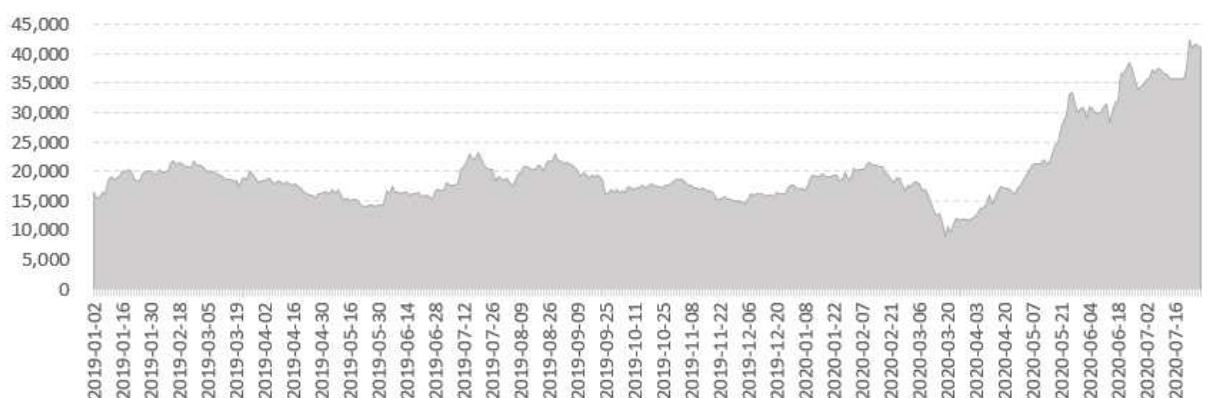
기업명	개발/사업화 현황
대주전자재료	◇ 실리콘 산화물 기반 음극재 개발 및 셀 적용 기술 보유
피엔티	◇ 롤투롤 기술 기반 음극, 양극, 분리막 코팅 공정 장비 개발
솔브레인홀딩스	◇ 중대형 리튬이온배터리용 전해액 생산 기술 보유
에코프로비엠	◇ NCA 및 NCM 양극재 양산 기술 확보
엘엔에프	◇ NCM 개발 기술 보유로 고객 제품 특성 맞춤형 솔루션 제공 가능

*출처: 업계현황자료 종합, NICE평가정보 재가공

[대주전자재료]

대주전자재료는 2차전지 관련 특허 100건 이상을 보유한 전자재료 전문기업으로 2004년 코스닥 시장에 상장됐다. 흑연 소재 음극재를 실리콘 산화물 기반 음극재로 대체하여 전기차용 파우치 셀에 성공적으로 적용했다. 대주전자재료는 2차전지의 핵심소재인 실리콘계 음극재 개발을 통해 완충 시, 기존 주행거리의 두 배가량 향상된 주행거리를 제공할 수 있을 것으로 예상하며, 본격적인 음극재 생산을 개시한 것으로 조사되었다.

[그림 7] 대주전자재료 주가추이(2019년~2020년 7월) 및 주요 재무현황/분석(연결)



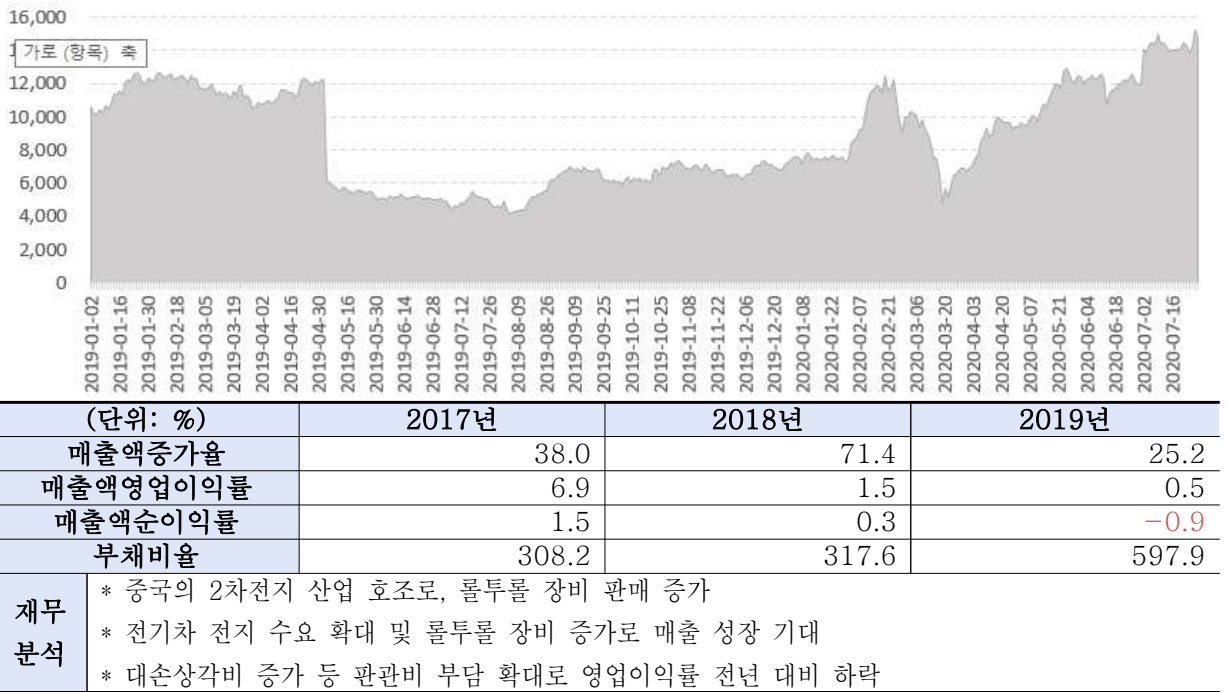
(단위: %)	2017년	2018년	2019년
매출액증가율	37.5	10.2	13.1
매출액영업이익률	3.2	3.6	2.3
매출액순이익률	-8.5	0.5	-0.6
부채비율	145.8	107.5	132.7
재무 분석	* 글로벌 전기차 보급 성장으로 인한 전자재료 수요 증가 * 신사업 확대 등으로 인한 원가구조 저하로 전년 대비 영업이익률 하락		

*출처: Kisvalue, NICE평가정보 재가공

[피엔티]

피엔티는 2012년 코스닥 시장에 상장되어 롤투롤(Roll to Roll) 기술로 2차전지의 음극 및 분리막 소재 코팅에 필요한 장비 제조업체이다. 피엔티는 필름, 동막 등 얇은 소재를 회전 롤에 감으며 물질 도포, 압축, 절단이 가능한 공정을 이용한 2차전지 관련 장비(양극, 음극, 분리막)를 생산하며, 40% 수준의 시장 점유율을 차지하고 있다. 피엔티는 2022년까지 750억 원을 들여 구미 4공장을 설립할 예정이며, 장비의 국산화에 성공해 일본 장비 의존도를 낮추며 국내 배터리 산업경쟁력을 키울 수 있는 업체로 파악된다.

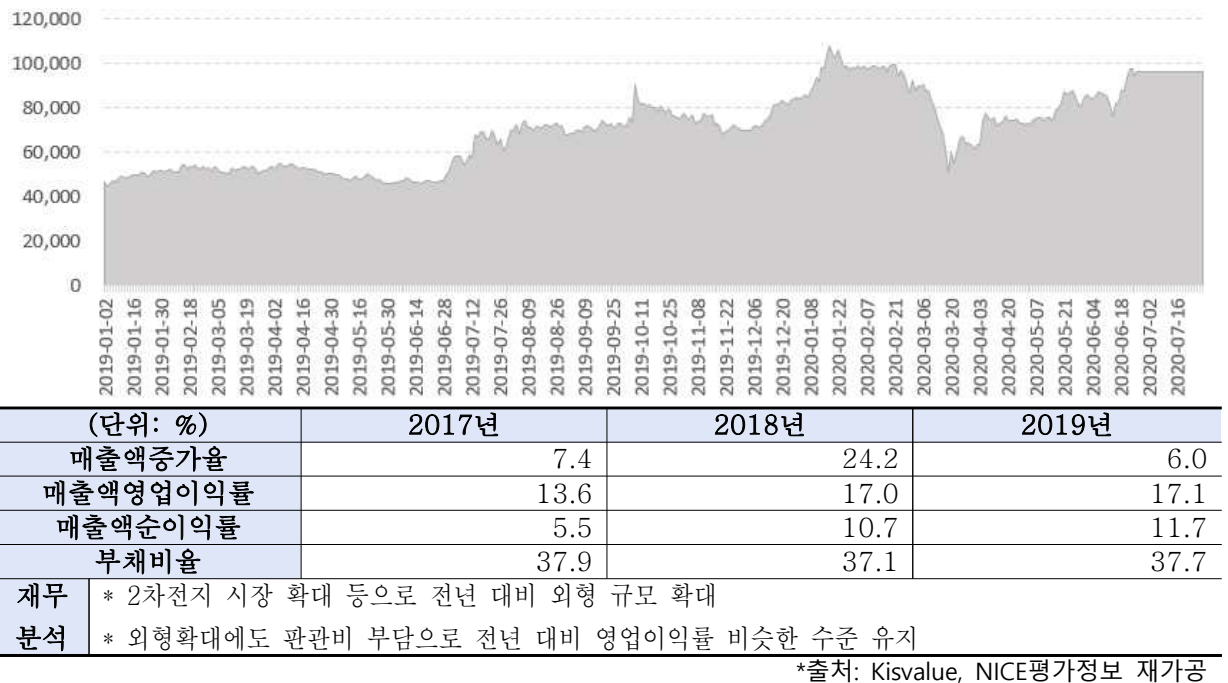
[그림 8] 피엔티 주가추이(2019년~2020년 7월) 및 주요 재무현황/분석(연결)



[솔브레인홀딩스]

솔브레인홀딩스는 반도체, 디스플레이, IT 공정 재료와 2차전지용 전해액 제조를 주요 사업으로 영위하는 업체로 2000년 코스닥 시장에 상장되었다. 솔브레인은 수분과 불화수소(HF) 함량을 낮춘 생산 공정을 통해 제조되어 과충전 방지 및 수명이 향상된 전기차 배터리를 전해액을 생산한다. 솔브레인의 전해액은 30% 수준의 시장 점유율을 차지하고 있고, 솔브레인은 현재 헝가리 Tatabanya에 4,700m² 규모의 생산 공장을 설립 중이며 2021년 양산 가동 예정으로, 향후 삼성SDI와 SK이노베이션 등 헝가리 내 배터리 기업에 제품을 공급하며 매출 성장이 기대된다.

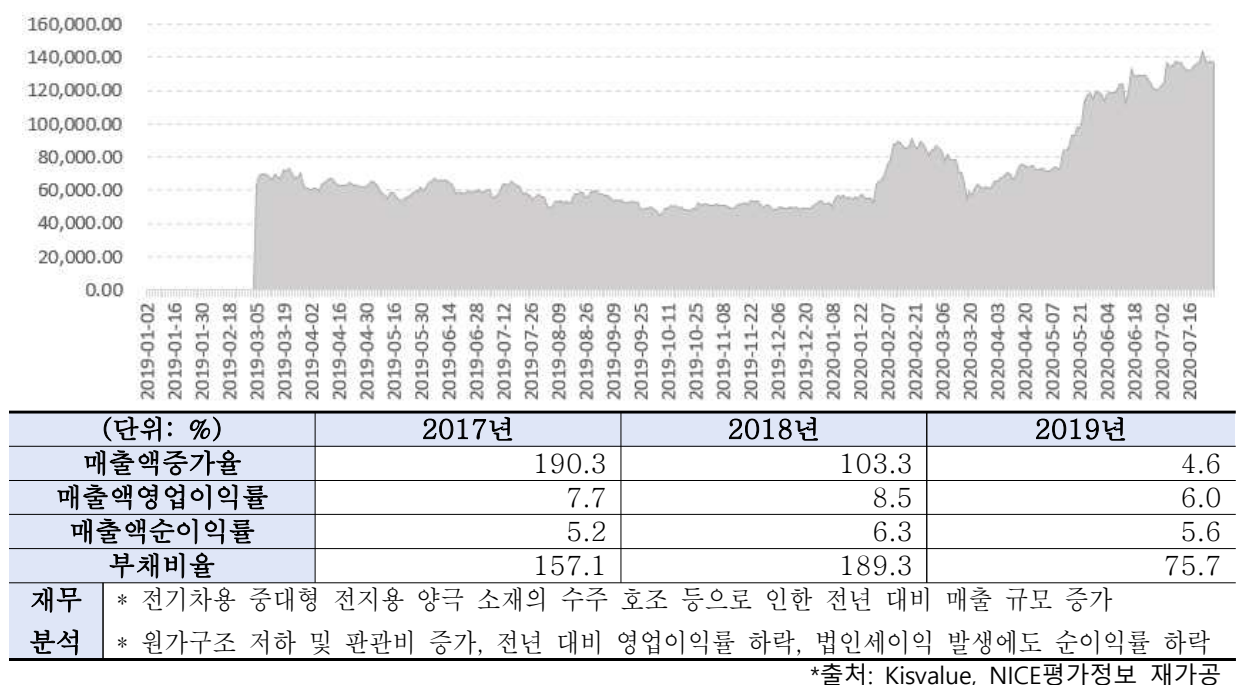
[그림 9] 솔브레인홀딩스 주가추이(2019년~2020년 7월) 및 주요 재무현황/분석(연결)



[에코프로비엠]

에코프로비엠은 에코프로의 2차전지 소재 사업 부문의 물적 분할을 통해 설립된 2차전지 소재인 NCM 및 NCA 양산 기술을 보유한 업체이다. NCA는 세계 2위의 업체로, 삼성SDI에 NCA 양극 소재를 공급 중이며, SK이노베이션과 4년간 2조 7,406억 원 규모의 하이니켈계 NCM 공급계약을 체결했다. 향후, 삼성SDI의 Tesla향 ESS 배터리 공급이 원통형 배터리로 확대될 경우, 가장 유력한 공급사 후보로 매출 증가가 예상된다.

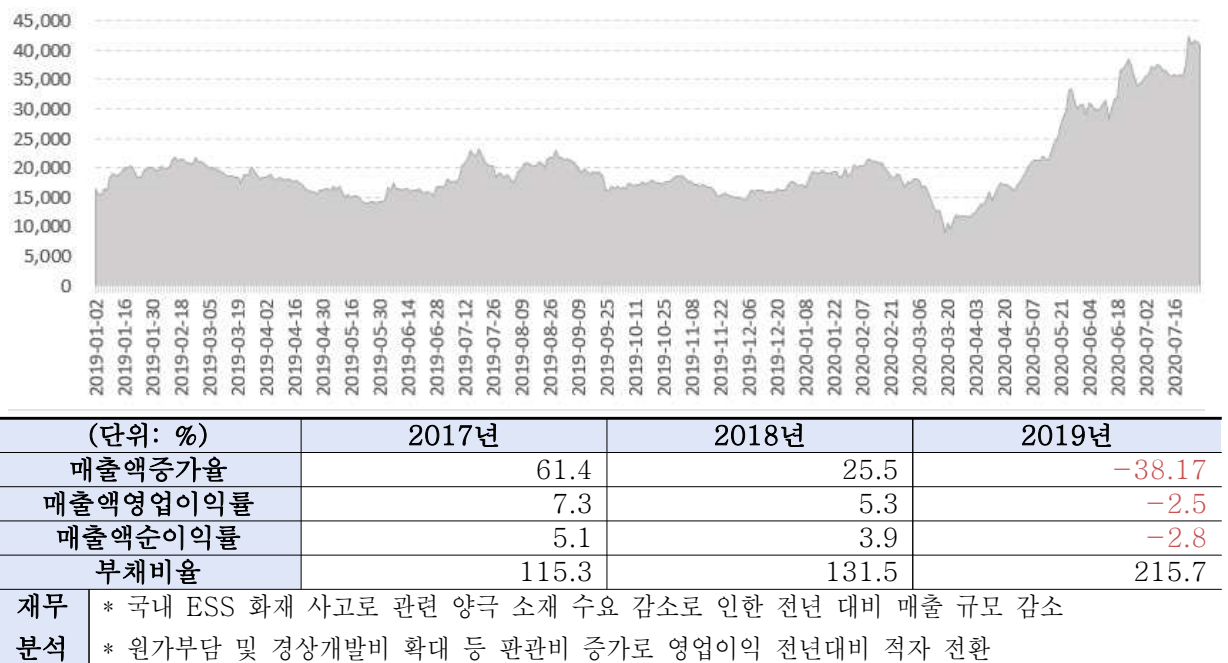
[그림 10] 에코프로비엠 주가추이(2019년~2020년 7월) 및 주요 재무현황/분석(개별)



[엘엔에프]

엘엔에프는 2003년 코스닥 시장에 상장된 업체로, 2차전지 양극 소재를 제조하며 사업을 영위 중이다. 엘엔에프는 양극 소재 세계 6위 업체로, 전기차, ESS 및 IT 기기에 사용되는 고순도, 고정밀 니켈 복합계 NCM 화합물 개발 기술을 보유하고, 급변하는 시장과 고객 요구에 대응하는 빠른 개발 속도와 맞춤형 제품 소재 개발을 보유하고 있다. 또한, 2019년 구지 공장을 준공했고, 설립해 급증하는 리튬이온배터리 양극 소재 공급이 원활한 수급이 가능한 업체로 파악되었다.

[그림 11] 엘엔에프 추가추이(2019년~2020년 7월) 및 주요 재무현황/분석(연결)



*출처: Kisvalue, NICE평가정보 재가공