S&T Market Report | VOL. 62 | 2018. 9 |

리튬이차전지 소재 기술동향



과학기술일자리진흥원
Commercializations Promotion Agency for R&D Outcomes

목 차

1. 서 론 1

2. 리튬이차전지 소재산업 현황 4

3. 리튬이차전지 소재시장 동향 8

4. 리튬이차전지 소재관련 기술개발 동향 12

5. 결 론 20

리튬이차전지 소재 기술동향

1. 서론

□ **목적**

○ 본 보고서는 리튬이차전지 소재와 관련된 국내 · 외 기술 · 시장동향 및 연구개발 현황 정보를 제공하여 관련분야 사업화 전략 수립 시 참고자료로 활용하는데 그 목적이 있음

□ **리튬이차전지 개요**

○ 이차전지는 전기에너지를 화학에너지의 형태로 변환하여 저장 후 필요할 때 이를 다시 전기에너지의 형태로 바꾸어 사용 가능한 전지를 의미하며 리튬 이차전지는 이러한 이차전지의 일종으로 리튬이온을 사용하여 충방전을 통해 전기를 저장 및 생성하는 제품임

○ 리튬이차전지의 최대 수요처는 노트북과 휴대폰과 같은 디지털 디바이스가 주를 이루고 있으며 향후 리튬이차전지의 응용 분야는 휴대용 정보통신 기기에서 고용량 이차전지인 전기 자동차, 하이브리드 자동차, 우주 및 항공 분야, 에너지 저장 시스템 등으로 확대될 전망임

○ 리튬이차전지는 리튬화합물로 구성된 양극재, 탄소로 구성된 음극재, 분리막 및 전해질의 네 가지 핵심물질로 구성됨

〈표 1〉 리튬이차전지 소재 분류

대분야	중분야	내용
리튬 이차 전지	양극재	양극활물질은 리튬전지 소재비의 35%를 차지하는 핵심소재로 금속염의 구성 성분에 따라 LCO, NCM, NCA, LMO 및 LFP 등으로 구분
	음극재	인조흑연계, 천연흑연계, 저결정성 탄소계 및 금속계 등으로 구분
	분리막	다공성 폴리에틸렌 (PE) 및 폴리프로필렌(PP) 필름인 분리막은 제조공정에 따라 습식과 건식으로 구분 강화막은 폴리올레핀 수지의 기계적 · 열적 특성을 보완하고자 다공성 고분자막의 표면에 세라믹 입자층을 형성시켜 고온에서도 분리막의 기계적 수축을 방지
	전해질	유전율 · 점도가 높은 고리형 카보네이트계와 유전율 · 점도가 낮은 사슬형 카보네이트계가 혼합된 공용매에 전해질인 리튬 염을 일정 농도로 용해하여 제조

출처 : 에너지생산 · 저장(중소 · 중견기업 기술로드맵, 2016–2018)

□ **리튬이차전지 기술 및 산업 관련 환경의 변화**

○ 스마트폰, 태블릿 등 휴대용 기기에서 주로 사용되는 리튬이차전지는 대량생산과 기술 개발을 통해 가격을 낮추고 성능을 더욱 안정화하여 전기자동차, 에너지저장시스템(ESS) 등 점점 활용처가 확대되어 가는 추세임

〈표 2〉 리튬이차전지 연도별 제품 현황

연도	1991	1996	1999	2003	2009
형태	원통형	각형	파우치형	공구용 원통형	전기차용 중대형
제품					
개발사	소니	산요	소니	산요	LG화학
용도	캠코더, 노트북	휴대폰, PDA	휴대폰, PDA	전동공구	전기차
총 생산량	0.1억개	1.2억개	4.1억개	13.2억개	32.4억개
시장규모	1.5억 달러	12억 달러	27억 달러	33억 달러	100억 달러
전지용량	1,000mAh	1,200mAh	1,800mAh	2,200mAh	3,000mAh

출처 : 이차전지 산업경쟁력 조사사업 최종보고서(한국전자정보통신산업진흥회, 2009)

○ 리튬이차전지 산업은 후방산업의 기술 개발을 토대로 전방산업의 신규 시장선점과 같은 연쇄 효과가 큰 특징을 보이므로 소재 경쟁력 확보의 필요성이 더욱 커지고 있는 상황에서 국내외 주요 이차전지 기업들은 소재 분야의 기술 경쟁력 개발에 힘쓰고 있는 양상임

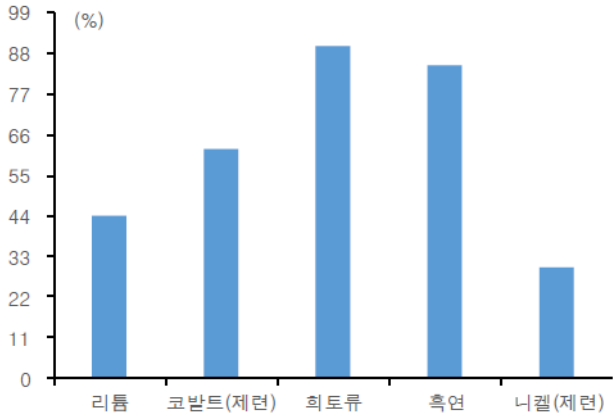
〈표 3〉 리튬이차전지 소재의 전 · 후방 산업

후방산업		전방산업
양극소재	이차전지	스마트폰 등 Mobile IT기기
음극소재		전기자동차
분리막		전기자전거, 지게차
전해질		에너지 저장장치

출처 : 이차전지 산업의 미래(삼정 KPMG, 2017)

○ 리튬이차전지 제조를 위해서는 리튬, 코발트 등의 원료 확보 및 적절한 수급이 필수적이며 리튬, 코발트는 21세기의 석유로 자원전쟁의 주요 전리품으로 중국은 아프리카, 남미 등 자원부국을 대상으로 대규모 투자를 진행함

〈표 4〉 중국의 전기차 소재별 시계시장 점유율

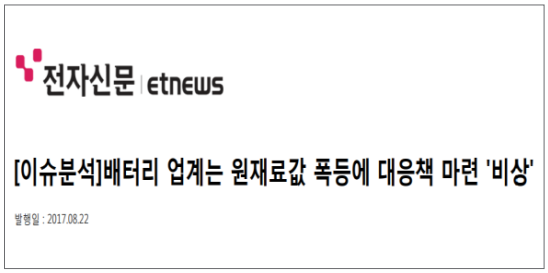


〈그림 1〉 중국의 해외 군사기지 건설(지부티)



출처 : 한국 2차 전지 산업의 위기(KTB 투자증권, 2017)

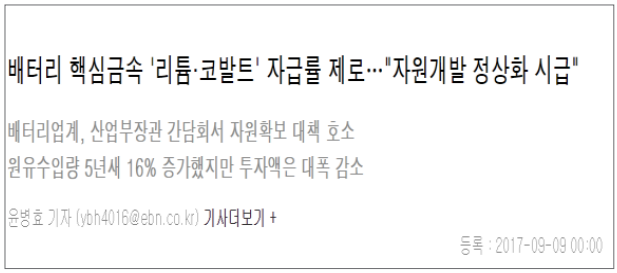
○ 반면 우리나라는 리튬, 코발트 등과 같은 리튬이차전지 소재의 핵심원료의 낮은 자급률로 가격이 급등할 때마다 대응이 어려운 상황으로 코발트 가격 상승에 대응하기 위해 양극재에서 니켈 비중을 높이고 있지만 니켈마저 가격 변동성이 확대되어 근본적인 해결책의 강구가 필요함


전자신문 etnews

[이슈분석]배터리 업계는 원재료값 폭등에 대응책 마련 '비상'

발행일 : 2017.08.22

출처 : 전자신문(2017.8.22.)


배터리 핵심금속 '리튬·코발트' 자급률 제로…"자원개발 정상화 시급"

배터리업계, 산업부장관 간담회서 자원확보 대책 호소
원유수입량 5년새 16% 증가했지만 투자액은 대폭 감소

윤병효 기자 (ybh4016@ebn.co.kr) 기사더보기 +

등록 : 2017-09-09 00:00

출처 : EBN 산업뉴스(2017.9.9.)

〈그림 2〉 국내 언론의 전지 원료 조달관련 기사

□ **보고서의 범위**

○ 본 보고서에서는 전기자동차, 에너지 저장장치 등 갈수록 치열해지는 리튬이차전지 소재분야에서 대학 · 출연(연) 및 기업의 대응을 지원할 수 있도록 다음과 같이 정보를 제공하고자 함

– 리튬이차전지 소재 산업 현황

– 리튬이차전지 소재 시장 동향

– 리튬이차전지 소재 기술개발 동향

2. 리튬이차전지 소재 산업 현황

□ 리튬이차전지 산업 현황

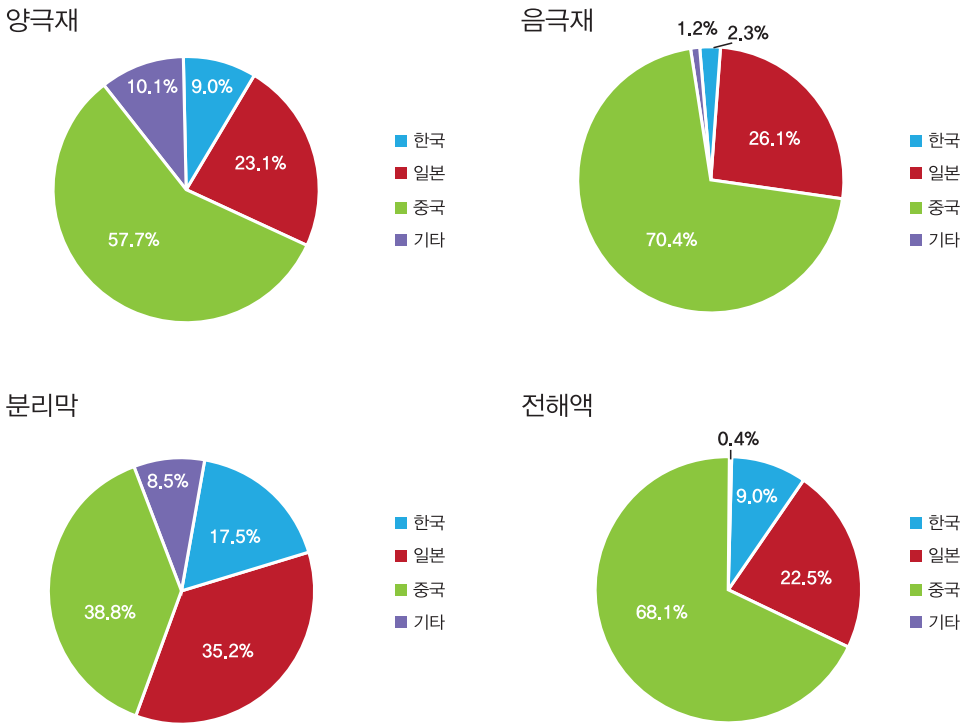
○ 리튬이차전지 산업은 완성품인 2차전지 셀과 이를 구성하는 4대 핵심소재로 분류되며 이차전지 셀의 경우 대기업 중심, 4대 핵심 소재의 경우 중소□중견기업 중심으로 형성되어 있음

– 4대 핵심소재는 양극재, 음극재, 전해질, 분리막으로 구성되며 스마트폰, 전기자동차 등 각각의 응용처에서 요구하는 성능에 맞추어 다양한 성능의 이차전지가 개발되고 있음

– 소형 이차전지의 경우 주로 스마트폰 등 휴대용 전자기기에서 사용되며 중대형 이차전지의 경우 전기자동차, 대용량 에너지저장장치 등에 사용됨

– 소형 이차전지 시장은 성숙기에 진입하는 시기이며 가격적으로 안정 되었으나 중대형 이차전지의 경우 시장의 도입기로 가격의 하락이 예상됨

○ 리튬이차전지 4대 소재 산업은 일본 업체들이 기술력으로 시장을 주도했지만, 한국 소재업체들의 성장과 최근 중국의 이차전지 시장 확대로 후발주자인 중국의 성장세가 무섭게 전개되고 있으며 현재는 중국이 시장 점유율의 대부분을 차지하고 그 뒤를 일본과 한국이 따르고 있는 형국임



출처 : LIB 소재 중국 점유율 압도적(신소재경제신문, 2016.2.26.))

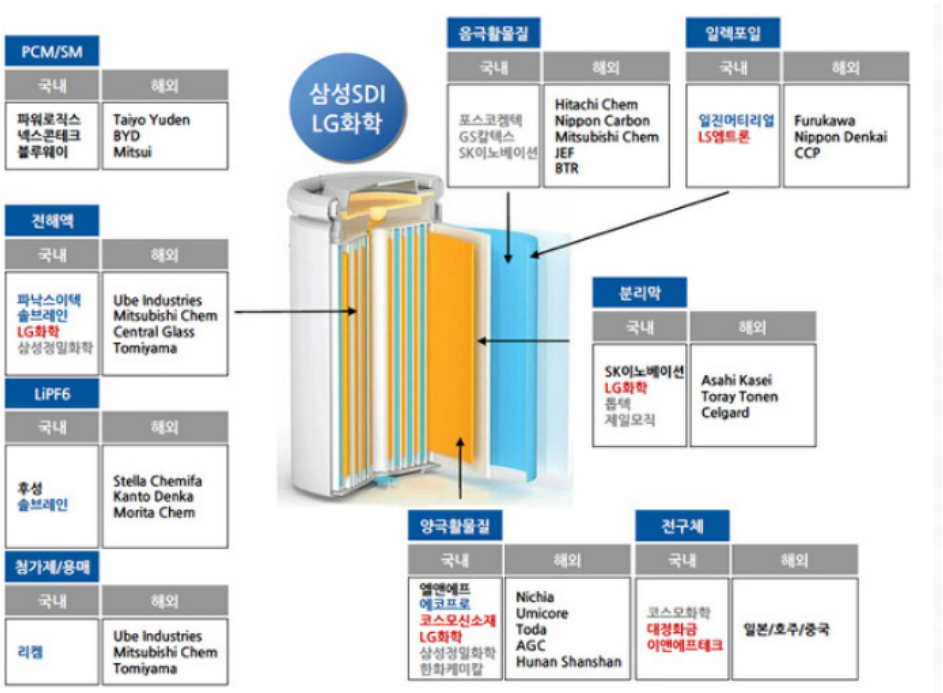
〈그림 3〉 리튬이차전지용 4대 소재 국가별 시장 점유율(2015년)

□ **리튬이차전지 관련 Supply Chain**

○ 자동차 시장의 확대, ESS 시장의 확대는 2차전지 서플라이 체인에서 자리 잡고 있는 업체들에게 한 단계 도약할 수 있는 기회를 줄 것으로 예상됨

○ 전기자동차 시장에 대한 막연한 기대가 아닌 구체적인 업체들의 실행 계획으로 전지 업체들의 투자도 구체화 되고 있으며 4대 소재 중에서는 양극활물질의 수혜가 예상됨

○ 리튬이차전지 업체들의 생산 능력 확대에 따라 신규 생산라인 구축이 절대적으로 필요하고 이에따라 장비업체들의 실적도 큰 폭으로 개선될 것으로기대하고 있음

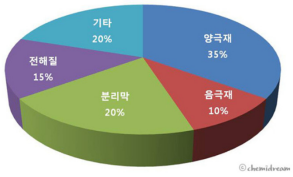


출처 : 리튬이온 배터리 공급현황(KDB 대우증권, 2013)

〈그림 4〉 리튬이차전지 서플라이체인

○ 이중 시장의 확대가 가장 기대되는 것은 양극재로 이 양극재에서도 시장의 대부분을 차지하고 있는 것이 리튬니켈코발트망간(NCM)이며 우리 기업들이 주목하고 있는 분야임

○ 리튬이차전지는 양극과 음극사이에 리튬이온의 이동으로 충전과 방전이 수백 회 이상 반복되며 이 전지를 구성하는 핵심 부품소재 가운데 원가 비중이 35%로 가장 높고 성능에 영향을 많이 주는 것이 양극재임



출처 : 리튬차전지 소개자료(한화케미칼, 2012)

〈그림 5〉 리튬이차전지용 4대 소재의 원료비 구성

○ 더불어 리튬이차전지 원가의 50~60% 가량은 소재가 차지하고 있으며, 전기차 확대와 더불어 시장이 크게 성장하면서 4대 소재시장 역시 커질 것으로 예상됨에 따라 특히 한 · 중 · 일 소재 업체들에게는 좋은 기회가 될 것임

○ 최근 글로벌 메이저 배터리 메이커들은 4대 소재의 소싱을 다변화하는 추세이고, 신규 고용량 · 고전압 소재에 대한 시장의 수요역시 늘어나면서, 한 · 중 · 일 소재업체간 경쟁은 더욱 치열해질 것으로 파악됨

〈표 5〉 국내 이차전지 관련업계의 해외 투자동향

기업	해외투자 동향
LG화학	중국 난징 및 미시간주 투자에 이어 폴란드에도 14억 유로를 투입하여 2018년 약 10만대 전기차용 배터리 공급, 향후 30만대 공급예정
삼성SDI	중국 시안투자에 이어 헝가리 공장을 2017년 준공하여 연간 5만대의 전기차용 배터리 공급 능력을 갖춤
SK이노베이션	중국 현지생산 중단 상태이나, 헝가리에 6.5억 유로 투자의 공장건설을 시작하여 2020년 양산 가동 예정
포스코ESM	중국 화유코발트와 저장성에 전구체 및 양극재 합작법인 계약
코스모신소재	중국 산둥뉴파우더코스모에이엠앤티를 합작 설립하여 양극재 생산라인 구축
엘앤에프	중국 소재업체 진허와 업무협약을 맺고 영업망과 생산시설 공유
후성	전해질염의 중국 현지기업과 합작사 설립을 통해 증설투자 진행
씨아이에스	이차전지 장비업체 하오넝 유한공사와 합작사 설립

출처 : 국내 이차전지 관련 동향(산업연구원, 2018)

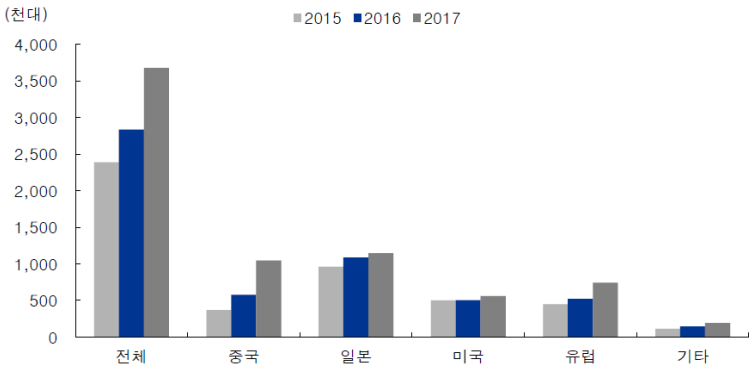
□ 국가별 자동차용 리튬이차전지 산업 현황

○ 유럽 각국이 2025년부터 내연기관 자동차를 퇴출할 것으로 예상되어 국내 및 해외 배터리 제조사들이 유럽 공장 건설 프로젝트를 추진중에 있음

– 영국 정부는 일정 기준 이하의 하이브리드 차량 판매 금지도 검토하면서 순수 전기차 수요가 가속화 되는 방향이지만 하이브리드도 완전한 친환경차가 아니기 때문에 배기 가스배출을 줄이기 위한 정부의 노력으로 해석할 수 있음

○ 중국 정부는 내연기관, 친환경차 등 모든 차량에 대한 생산과 판매를 관리하고 있고 전기차 보조금 지원정책과 환경오염 규제를 통해 높은 성장률을 기록할 수 있었음

– 특히 2017년 중국 전기 상업차의 경우 전체 전기차 시장내에서는 26% 밖에 안되지만 상업차내 BEV 비중이 93%인 만큼 배터리 비중이 높으며 블룸버그 통신이 중국 정부가 내연기관 자동차의 판매 및 생산을 중단할 것으로 보도하면서 전기차 성장 속도가 빨라질 것으로 예상됨



출처 : 전기자동차 시장 및 Battery 수급 전망(SNE리서치, 2018)

〈그림 6〉 2017년 지역별 전기차 시장 판매

○ 글로벌 자동차 업체들이 전기차 생산 확대를 하는 이유는 2015년에 있었던 파리 기후 협약 때문으로 이전 협약과는 다르게 개발 도상국을 포함한 195개국 모두가 감축 의무를 갖게 되어서 앞으로 각국의 환경규제는 강화될 것으로 예상됨

○ 미국에서는 작년 트럼프 정부가 미국에 불이익을 준다는 이유로 파리 기후협정을 탈퇴하였으나 미국의 대표 자동차 업체인 GM과 포드는 트럼프의 결정과는 상관없이 기후변화에 대한 환경 대응을 시행한다고 밝히면서 미국 업체의 전기차 생산에 대한 우려는 낮아진 것으로 판단됨

○ 일본은 토요다 자동차를 중심으로 리튬이차전지의 차세대 소재인 전고체 전지에 대한 관심이 크고 전고체 전지의 산업 생태계도 잘 조성되어 있으며 2006년부터 2015년까지 PCT를 통해 출원된 고체 전해질 관련 해외 특허도 일본이 133건으로 가장 많고 2위인 미국은 40건으로 일본의 30% 수준에 불과함

※ 전고체 전지 : 기존 리튬이차전지의 양극과 음극사이에 액체 전해질 및 분리막을 고체전해질층으로 바꾼 것이며 액체 전해질의 불안정성, 발화 위험성 등을 개선

□ 국가별 전기저장장치(ESS)용 리튬이차전지 산업 현황

○ 일본의 ESS 규모는 2017년 1.2GWh까지 확대했으며 2020년에는 가정용을 중심으로 3.3GWh까지 확대될 전망이고 최근 재해 및 위급상황을 대비하기 위해서 공공기관용 ESS 보급이 증가하고 있음

○ 중국의 경우 세계 최대 신재생 에너지 수요국인 만큼 대형ESS 프로젝트를통해 활용성을 높일 계획이며 2016년 ESS는 리튬이차전지가 62%, 납축전지가 37%였지만 2017년부터 설치되는 ESS의 경우 리튬이차전지가 80% 이상사용될 전망임

○ 전세계 신흥국가의 ESS 시장은 향후 10년동안 연간40% 성장해 2016년0.9GWh에서 2025년 19.1GWh로 성장할 전망이며 특히 신흥국가는 전기인프라 시스템이 부족하기 때문에 전력 안정화 및 피크전력 대비용으로 ESS가 큰 역할을 할 것으로 기대하고 있음

3. 리튬이차전지 소재 시장동향

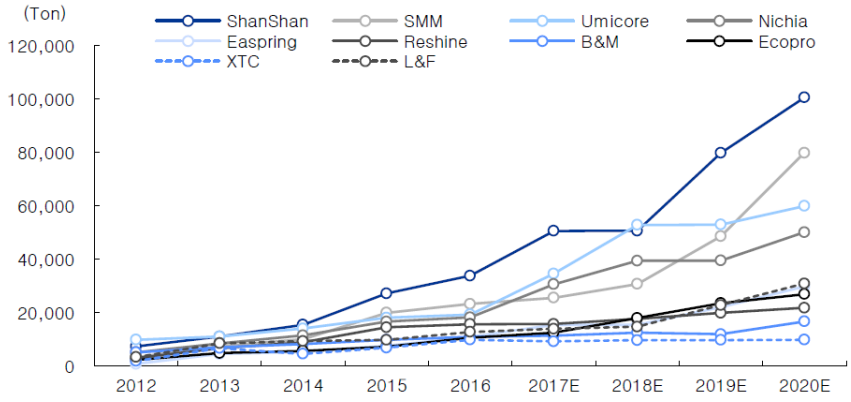
□ 리튬이차전지 양극재 시장동향

○ 양극재는 이차전지를 생산하는데 가장 핵심 재료로 구성하는 재료에 따라LCO(리튬코발트), NCM(리튬니켈코발트망간), NCA(리튬니켈코발트알루미늄), LMO(리튬망간), LFP(리튬철인) 등으로 구성되어 있으며 가장 대표적인 소재는 코발트, 니켈, 망간 등이 있음

– 차세대 양극활물질로 각광을 받고있는 NCM과 더불어 LCO가 가장 높은 비용이 들고, LFP가 가장 저렴한 수준이며 그 이유는 LFP에는 니켈과 코발트가 포함되어 있지않기 때문이나, 효율성은 다른 소재에 비해서 낮은 수준임

○ 2018년 기준 양극재료 시장 규모는 91억 달러로 예상되며 이는 전년대비 16% 증가한 규모로 최근 가격 상승으로 원재료에서 차지하는 비중이 급격히 증가했으나 향후 하락세로 전환할 것으로 예상되어 2025년 양극재 시장 규모는 296억 달러로 예상되고 현재 시장규모의 3배 이상이 될 전망임

○ 양극재 생산업체들도 시장 성장을 고려해서 생산 능력을 확대할 계획으로 2018년 기준 생산량 1위업체인 ShanShan(중국)은 2020년까지 98.5% 증설할 계획이고 SMM(일본)은 160.3%, 엘앤에프(한국)는 109.7%, Easpring(중국)은 92.8% 증설, 에코프로(한국)는 49.4% 증설할 전망임



출처 : 전기자동차 시장 및 Battery 수급 전망(SNE리서치, 2018)

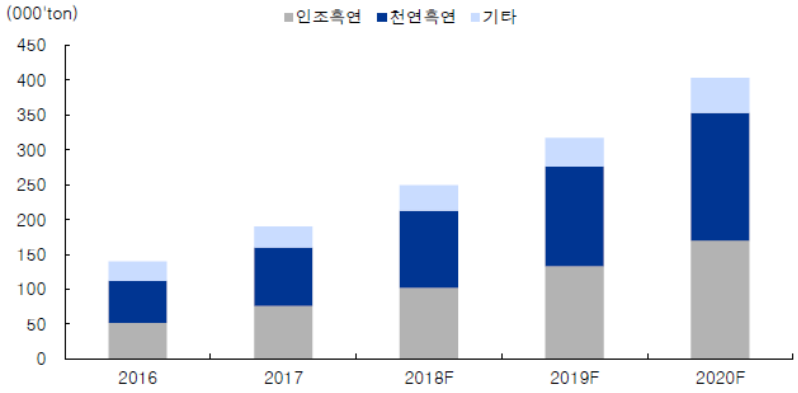
〈그림 7〉 업체별 양극재 생산 추이 및 전망

□ 리튬이차전지 음극재 시장동향

○ 음극재는 양극재와 함께 전기를 생산하는 주요 재료이나 비중은 약 10%로 양극재에 비해서 상대적으로 재료비에서 차지하는 비중은 낮음

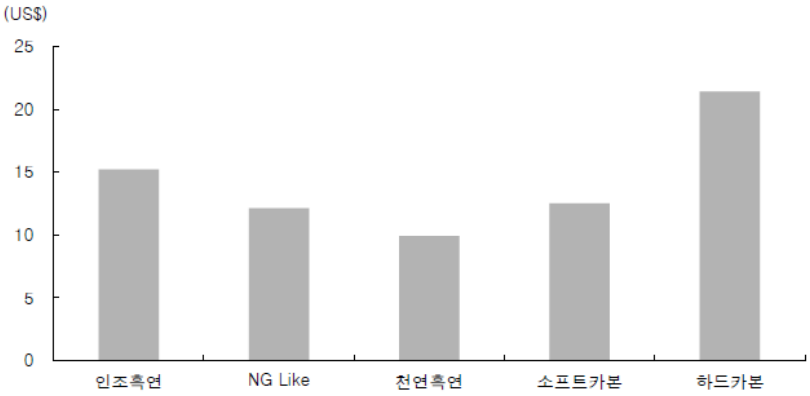
○ 2018년 기준 양극재료 시장 규모는 18억 달러로 예상되며 연간 평균 15~30% 사이의 성장률로 2025년 음극재

시장규모는 76억 달러까지 성장할 것으로 예상되며 이는 현재 시장규모의 4배 이상이 될 전망임



출처 : 전기자동차 시장 및 Battery 수급 전망(SNE리서치, 2018)

〈그림 8〉 음극재 종류별 시장규모 추이



출처 : 전기자동차 시장 및 Battery 수급 전망(SNE리서치, 2018)

〈그림 9〉 음극재 종류별 가격

○ 음극재의 에너지 밀도 개선을 위해서 전극재료의 변경, 도포 기술의 향상, 전극 Packing 기술의 향상, 음극의 충방전 효율 향상 등이 있으나 전극재료의 변경을 제외한 수단은 이미 한계에 이른 것으로 판단됨

〈표 6〉 음극재의 분류 및 특성

구분	천연흑연	인조흑연	금속계	소프트카본	하드카본
용량	360	340	1,600	250	250
출력	하	중	중	상	상
수명	중	상	하	하	상
시장점유율	54%	42%	–	4%	–
주요 생산업체	포스코켐텍	히타치	신에쯔	미츠비시	쿠레하

출처 : 리튬이차전지 산업동향(한국수출입은행, 2014)

○ 현재는 인조흑연을 주로 고용량화가 요구되는 소형 전지에 사용하고 있지만향후에는 중대형 전지에도 인조흑연의 비중이 높아질 것으로 예상됨

□ 리튬이차전지 분리막 시장동향

○ 분리막은 전체 원가에서 약 20%를 차지하고 있으며, 주요 역할은 기공을 통하여 리튬이온이 활발히 이동할 수 있도록 하고 양극과 음극의 물리적 접촉을 방지하여 전기적 단락을 방지하는 부품임

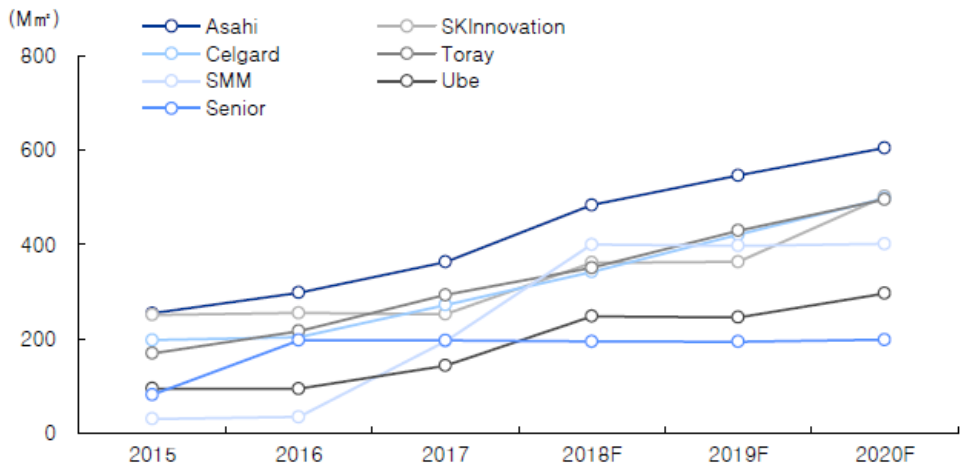
○ 대부분의 분리막은 부직포나 미소 공성 중합체 필름으로 만들어지며 부직포 보다는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 등으로 만들어진 미소 공성 중합체 필름이 주로 사용되고 있음

〈표 7〉 분리막의 분류 및 특성

구분	내용
폴리올레핀계	– 일반적인 폴리올레핀계 분리막은 건식 및 습식법을 이용하여 제조 – 100℃ 이상의 온도에서 극심한 수축을 보이고 물리적으로도 쉽게 파열되는 약점이 있음
세라믹 코팅	– 열수축을 극복하기 위해 분리막 표면에 세라믹 나노입자와 바인더로 구성된 코팅층을 도입 – 폴리올레핀계 분리막 대비 열적, 기계적 성질을 나타내며 전지안정성이 향상
부직포	– 높은 이온전도도 특성을 보이지만 박막화가 약해 리튬이온전지용으로는 아직 부족 – 최근 나노세라믹 코팅으로 열적, 기계적 특성이 향상되고 있어 개발이 활발히 진행중

출처 : 2차전지 새로운 바람(IBK 투자증권, 2018)

○ 2018년 분리막 시장규모는 25억달러인데, 2020년에는 35억달러, 2025년에는88억 달러로 증가할 것으로 예상됨

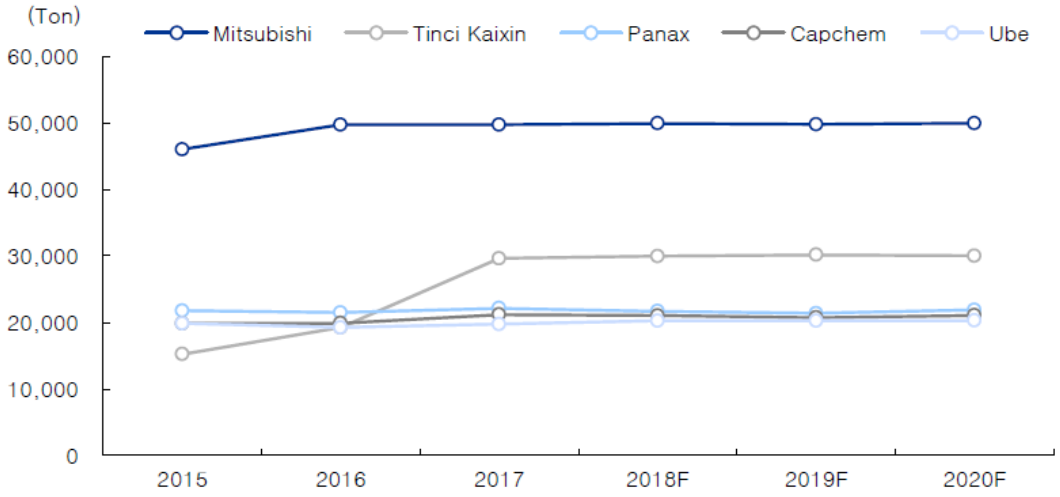


출처 : 전기자동차 시장 및 Battery 수급 전망(SNE리서치, 2018)

〈그림 10〉 업체별 분리막 생산 추이 및 전망

□ **리튬이차전지 전해질 시장동향**

○ 전해질은 리튬이차전지 제조원가에서 15%의 비중을 차지하고 있으며 리튬염, 유기용매, 첨가제로 구성되어 있고 전해질 시장규모는 2018년 26억달러에서 2020년 40억달러, 2025년에는 99억 달러까지 성장할 것으로 예상됨



출처 : 전기자동차 시장 및 Battery 수급 전망(SNE리서치, 2018))

〈그림 11〉 업체별 전해액 생산 추이 및 전망

○ 전해질은 이온의 이동을 촉진시킴으로써 배터리의 전도성을 높이는 촉매로서의 역할을 수행함

○ 전해질은 액체, Gel형을 사용하는데 액체형은 높은 전도성과 넓은 온도범위를 제공하며 가스 발생을 억제하고 고온 싸이클링을 증대하기 위해서 리튬을 첨가함

○ Gel형은 전도성을 높이고, 지속성과 다양한 특성을 얻기 위해 여러 첨가제를 포함시킴

〈표 8 〉 리튬이차전지 전해액 종류별 특성비교

재료계	안정성	용량	수명	저가격화
수용액	하	상	상	상
유기전해액	중	상	중	중
겔 – 폴리머	중	상	중	중
고체폴리머	상	중	중	중

출처 : 이차전지 전해질 첨가제 마켓리포트(KISTI, 2014)

4. 리튬이차전지 소재 관련 기술개발 동향

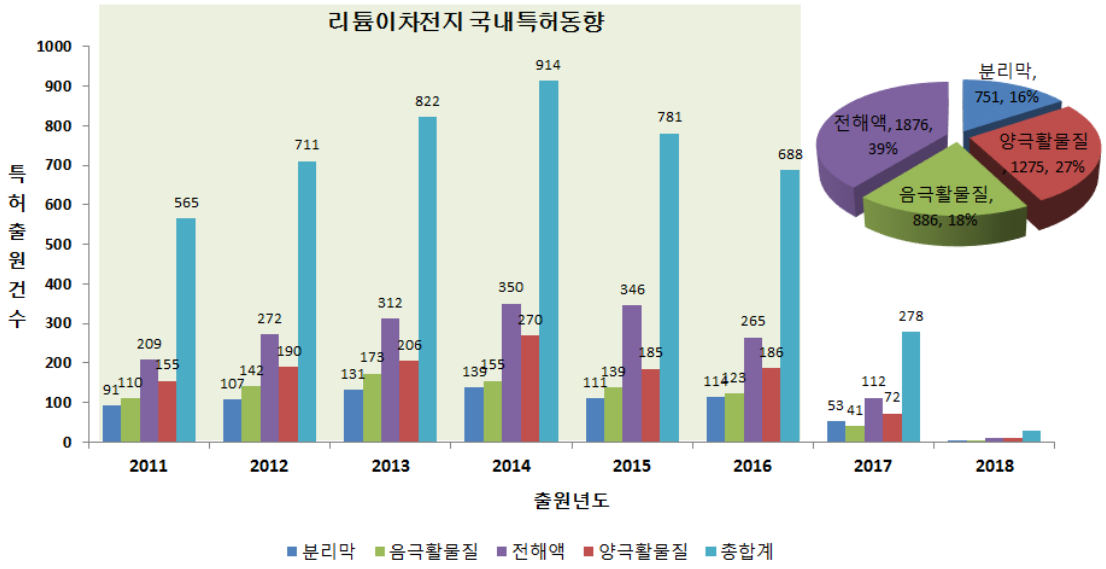
□ 리튬이차전지 특허동향

〈특허분석 개요〉

- 기술분야 : 리튬이차전지 “양극활물질”, “음극활물질”, “분리막”, “전해질”
- 대상특허 : 2011.01.~2018.09 출원 공개된 국내특허 4,788건
- 유효데이터 구간 : 2011.01.~2016.12.
- 분석 DB : Kiwee(특허정보진흥센터 특허검색 시스템)

○ 리튬이차전지의 2011년 이후 국내특허동향을 살펴보면, 2014년까지 출원량이 증가다가 다소 감소하고 있는 형태를 보이고 있으나, 전체적으로 500건 이상의 특허를 유지하고 있음

- 기술분야별로 전해액 관련 특허가 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 양극활물질, 음극활물질, 분리막 순으로 특허 비중이 높음
- 최근 전기차, ESS, 모바일기기 등의 사용량 증가에 따른 국내 연구개발 및 지재권 확보 수요가 높은 것으로 예상됨

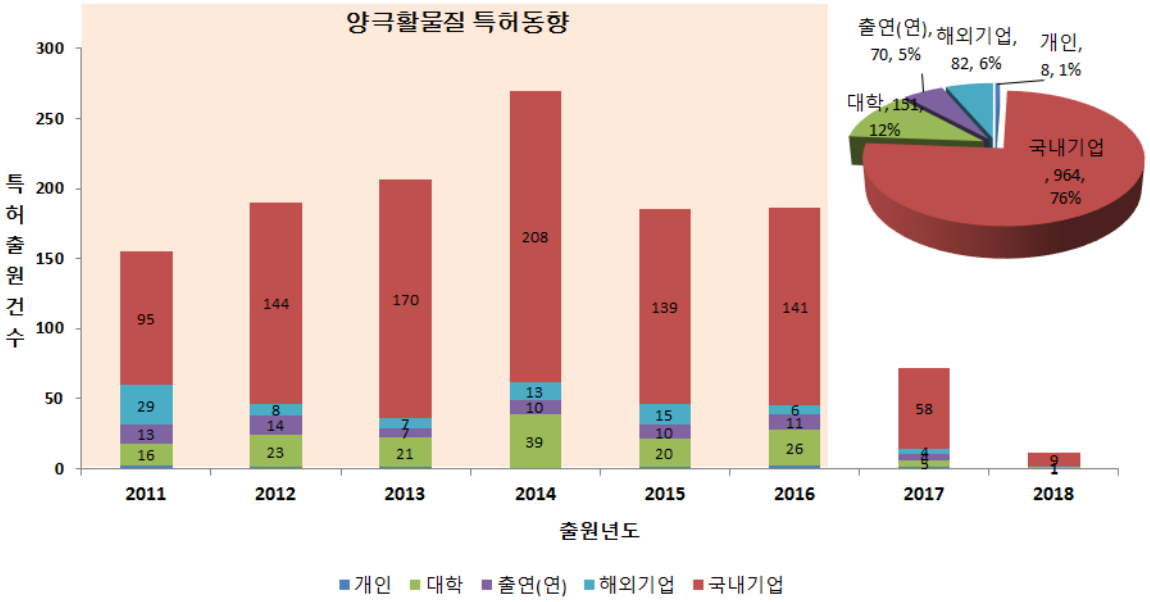


〈그림12〉 리튬이차전지 국내특허동향

□ **리튬이차전지 양극활물질 특허동향**

○ 리튬이차전지 양극활물질의 2011년 이후 특허는 2014년까지 꾸준히 증가하다가, 이후 연간 150건 이상의 수준을 유지하고 있으며, 국내 기업이 특허 출원을 주도하고 있는 것으로 파악됨

– 2011년 이후 특허 출원량은 국내기업이 가장 많고, 해외기업, 출연(연), 대학, 개인 순으로 나타나고 있음



〈그림 13〉 리튬이차전지 양극활물질 최근 국내특허동향

○ 국내출원 핵심기업은 엘지화학, 삼성 SDI, 삼성전자, 삼성정밀화학 순으로 나타났으며, 공공기관은 한양대, 울산과학기술원, 전자부품연구원, 한국과학기술연구원 순으로 나타남



〈그림 14〉 양극활물질 국내 주요 특허권자

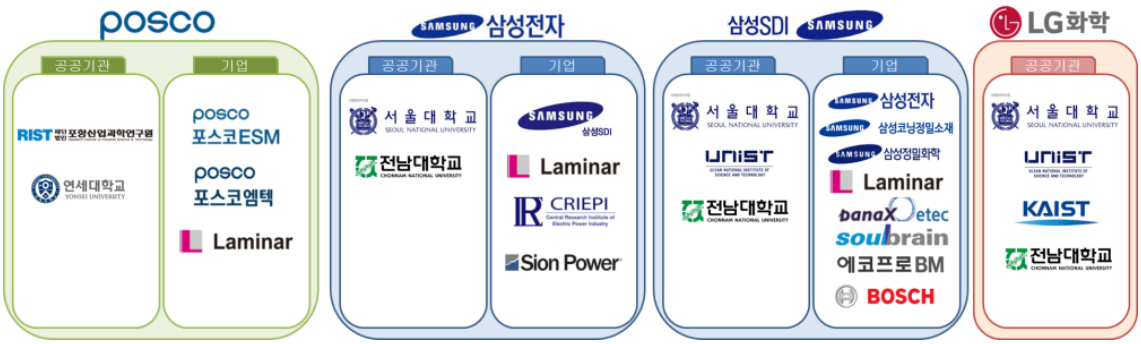
○ 양극활물질 기술의 국내 산 · 학 · 연 공동연구 현황

– (포스코) 포항산업과학연구원, 연세대, 포스코엠텍, 포스코이에스엠, ㈜라미나

– (삼성전자) 서울대, 전남대, 삼성SDI, ㈜라미나, CRIEPI, Sion Power

– (삼성SDI) 서울대, 울산과학기술원, 전남대, 삼성전자, 섬성코닝정밀소재, 삼성정밀화학, ㈜라미나, 파낙스이텍, 솔브레인, 에코프로비엠, 보쉬

– (LG화학) 서울대, 울산과학기술원, 전남대, 한국과학기술원



〈그림 15〉 양극활물질 관련 국내 산학연 공동연구현황

○ 양극활물질 관련 대학 및 출연연의 핵심연구자 및 보유기술 현황

– (한양대) 선양국 교수 “입자 전체 농도 구배 리튬이차전지 양극활물질”, “질소도핑 양극활물질”등, 한양대 박태주 교수 “양극활물질 분체 제조기술”등

– (울산과학기술원) 조재필 교수 “4.45V의 높은 충전전압에서 구조적으로 안정한 양극활물질”등, 최남순 교수 “마그네슘 이차전자용 양극활물질”등

– (교통대학교) 손종태 교수 “잔류리튬 감소를 위해 도펀트 첨가 양극활물질”등

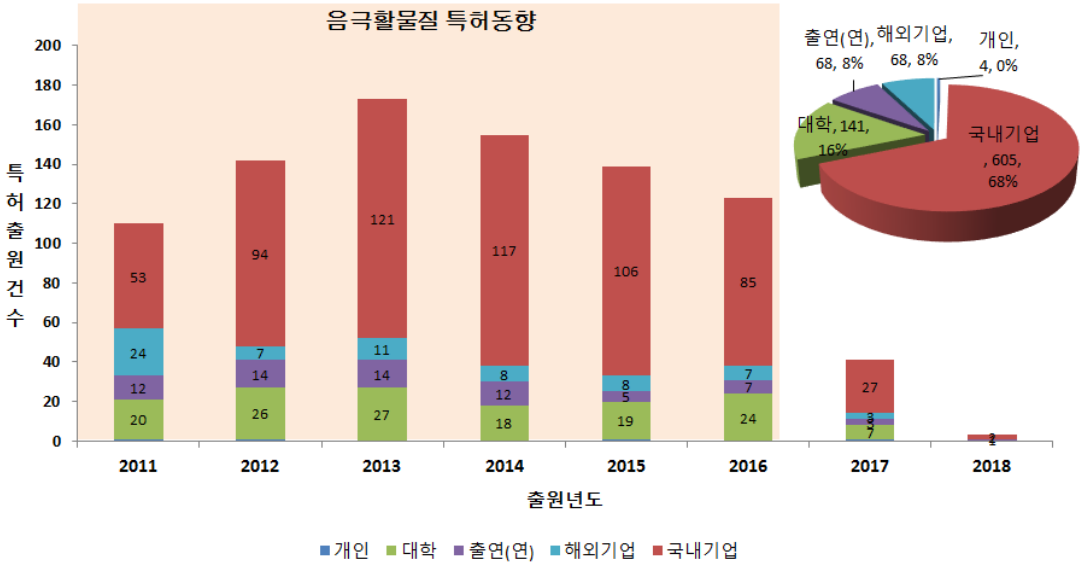
– (전자부품연구원) 김영준 박사, 송준호 박사, 조우석 박사 “양극활물질 및 그를 갖는 리튬이차전지 제조방법” 등

– (한국과학기술연구원) 최원창 박사, 오시형 박사, 권순철 박사“비정질 리튬전이금속 산화물 코팅층을 포함하는 리튬이차전지용 양극”등

□ 리튬이차전지 음극활물질 특허동향

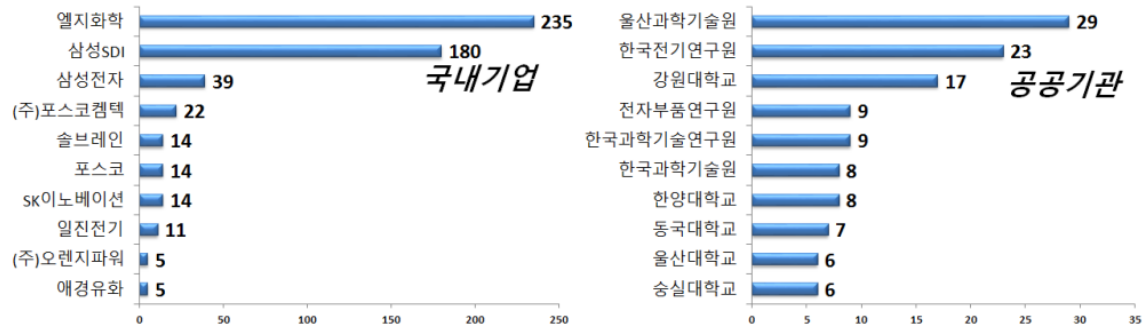
○ 리튬이차전지 음극활물질의 2011년 이후 특허는 2013년까지 꾸준히 증가하다가, 이후 다소 감소하고 있으며, 양극활물질과 유사하게 국내기업이 특허출원을 주도하고 있음

– 2011년 이후 특허출원양은 국내기업이 가장 많고, 해외기업, 출연(연), 대학, 개인 순으로 나타나고 있음



〈그림 16〉 음극활물질 최근 국내특허동향

○ 국내출원 핵심기업은 엘지화학, 삼성 SDI, 삼성전자, 포스코켐텍, 솔브레인 순으로 나타났으며, 공공기관은 울산과학기술원, 한국전기연구원, 강원대, 전자부품연구원 순으로 나타남



〈그림 17〉 음극활물질 국내 주요 특허권자

○ 음극활물질 기술의 국내 산 · 학 · 연 공동연구 현황

– (포스코) 강원대, 포항산업과학연구원, 전자부품연구원

– (삼성전자) 성균관대, 한양대, 삼성SDI, Sion Power

– (삼성SDI) 세종대, 한양대, UNIST, 삼성전자, 파낙스이텍, 한솔케미칼

– (LG화학) 서울대, 강원대, KAIST, UNIST, 동국대학교, ㈜세진신소재



〈그림 18〉 음극활물질 관련 국내 산학연 공동연구현황

○ 음극활물질 관련 대학 및 출연연의 핵심연구자 및 보유기술 현황

– (울산과학기술원) 조재필 교수 “상용화된 탄소계 음극 활물질보다 용량이 크며, 수명 및 출력특성이 우수한 음극 활물질”, 박수진 교수 “안티몬 입자 포함 음극활물질” 송현곤 교수 “전지수명 향상 실리콘 나노구조체 음극활물질”등

– (강원대학교) 이성만 교수 “팽창흑연 및 실리콘 융합체 포함 음극활물질”등

– (KAIST) 최장욱 교수 실리콘–실리콘 옥시카바이드 복합체 음극활물질”, 김일두 교수 “나노섬유–그래핀 복합체 음극활물질”등

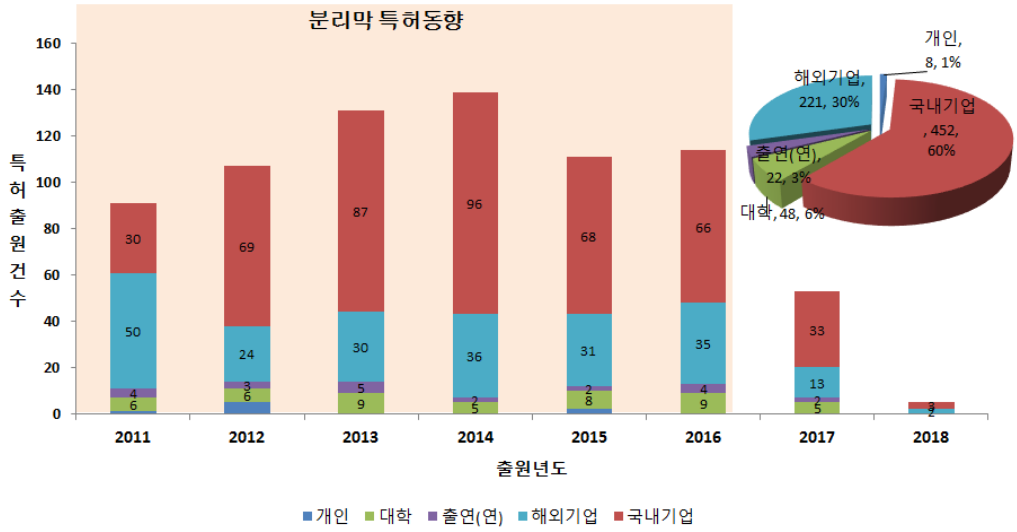
– (한국전기연구원) 박금재 박사, 이상민 박사, 최해영 박사“환원 분위기에서 형성된 LTO 코팅을 구비하는 Si계 음극재 제조방법”등

– (전자부품연구원) 박민식 박사, 조용남 박사, 김영준 박사“비수계 리튬이차전지용 음극활물질의 제조방법” 등

□ 리튬이차전지 분리막 특허동향

○ 리튬이차전지 분리막 기술은 2011년 이후 특허는 2014년까지 꾸준히 증가하다가, 이후 100여건 수준의 유지하고 있으며, 국내기업의 출원양이 가장 많으나 양극활물질, 음극활물질, 전해질에 비해 해외기업의 국내 출원양이 많음

– 2011년 이후 특허출원양은 국내기업이 가장 많고, 해외기업, 대학, 출연(연), 개인 순으로 나타나고 있음



〈그림 19〉 분리막 최근 국내특허동향

○ 국내출원 핵심기업은 엘지화학, 삼성 SDI, SK이노베이션, 현대자동차 순으로 나타났으며, 공공기관은 한국과학기술원, 전자부품연구원, 한양대, 한밭대 순으로 나타남



〈그림 20〉 분리막 국내 주요 특허권자

○ 분리막 기술의 국내 산 · 학 · 연 공동연구 현황

– (포스코) 포항산업과학연구원, 한양대, 고려대, UNIST

– (삼성전자) 단국대, 삼성SDI

– (삼성SDI) 단국대, 한양대, 삼성전자, ㈜텐진, ㈜보쉬

– (LG화학) KAIST



〈그림 21〉 분리막 관련 국내 산학연 공동연구현황

○ 분리막 기술 관련 대학 및 출연연의 핵심연구자 및 보유기술 현황

– (KAIST) 최장욱 교수 " 무기공 리튬이차전지의 분리막", 이해신 교수 "폴리설파이드 흡착막", 김희탁 교수 "가소제 팽윤 전도성 고분자 포함 리튬–황 전지 분리막"등

– (한밭대) 이용민 교수 "리튬금속시트–분리막 일체형 음극 구조체"등

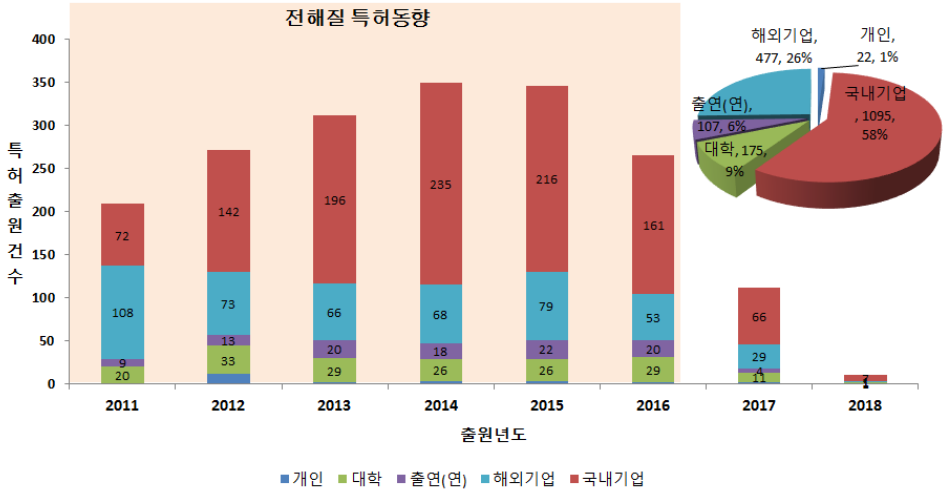
– (단국대) 이창현 교수 "다가 금속 이온 킬레이트제 포함 고분자 전해질막"등

– (전자부품연구원) 김기재 박사, 유지상 박사, 김영준 박사, 박민식 박사"부직포 형태의 리튬이차전지용 분리막" 등

□ 리튬이차전지 전해질 특허동향

○ 리튬이차전지 전해질 기술은 2011년 이후 2015년까지 꾸준히 증가하고 있으며, 해외기업의 국내출원이 높음

– 2011년 이후 특허출원양은 국내기업이 가장 많고, 해외기업, 대학, 출연(연), 개인 순으로 나타나고 있음



〈그림 22〉 전해질 최근 국내특허동향

○ 국내출원 핵심기업은 엘지화학, 삼성 SDI, 솔브레인, 삼성전자 순으로 나타났으며, 공공기관은 한양대, 전자부품연구원, 울산과학기술원, 한국생산기술연구원 순으로 나타남



〈그림 23〉 전해질 국내 주요 특허권자

○ 전해질 기술의 국내 산 · 학 · 연 공동연구 현황

– (포스코) 포항산업과학연구원, 포항공대, UNIST, 서울대

– (삼성전자) 단국대, 서울대, 고려대, 삼성SDI, MIT, Sion Power

– (삼성SDI) 단국대, 한양대, RIDE, 삼성전자, 삼성정밀화학, Sion Power, 보쉬

– (LG화학) 경희대, 서울대, KAIST, ㈜도레이



〈그림 24〉 전해질 공동연구현황

○ 전해질 관련 대학 및 출연연의 핵심연구자 및 보유기술 현황

– (한양대) 김동원 교수 “고분자 전해질”, “겔 폴리머 전해질”, “다층 구조 전해질막”등, 선양국 교수 “리튬에어전지 전해질”등, 신동욱 교수 “황화물계 고체 전해질”등

– (울산과학기술원) 최남순 교수 “난연성 전해액”, “리튬염과 부반응 억제 첨가제 포함 전해질조성물”등, 김영식 교수 “세라믹 복합 전해질”, “해수전지”등, 송현곤 교수 “고온안정성 우수 전해액조성물”, “극저온 충방전 특성 우수 전해액”등

– (KAIST) 박정기 교수 “항산화성 유기화합물 포함 리튬–황 이차전지 전해액”등, 이해신 교수 “폴리도파민을 함유하는 전해액”등

– (전자부품연구원) 김영준 박사, 송준호 박사, 조우석 박사, 박민식 박사, 정구진 박사, 임태은 박사“이온성 액체계 물질을 포함하는 전해질” 등

– (생산기술연구원) 김호성 박사, 장덕례 박사, 임진섭 박사“젤 고분자 전해질을 포함하는 리튬이차전지 제조방법”등

5. 결론

□ 종합

○ 리튬이차전지의 최대 수요처는 노트북과 휴대폰과 같은 디지털 디바이스가 주를 이루고 있으며 향후 리튬이차전지의 응용 분야는 휴대용 정보통신 기기에서 고용량 이차전지인 전기 자동차, 하이브리드 자동차, 우주 및 항공 분야, 에너지 저장 시스템 등으로 확대되어 지속적인 시장 성장이 예측됨

○ 리튬이차전지 4대 소재 산업은 일본 업체들이 기술력으로 시장을 주도했지만, 한국 소재업체들의 성장과 최근 중국의 이차전지 시장 확대로 후발주자인 중국의 성장세가 무섭게 전개되고 있으며 현재는 중국이 시장 점유율의 대부분을 차지하고 그 뒤를 일본과 한국이 따르고 있는 형국임

○ 리튬이차전지의 2011년 이후 국내특허동향을 살펴보면 전체적으로 500건 이상의 특허를 유지하고 있으며, 기술분야별로 전해질 관련 특허가 가장 많은 비중을 차지하고 있고, 양극활물질, 음극활물질, 분리막 순으로 특허 비중이 높음

□ 시사점

○ 리튬이차전지 소재 제조에는 비교적 대규모의 시설 · 양산 자금이 소요되는 바, 대학 · 출연연 등 공공연구기관과 산학협력을 통해 관련 특허권을 확보하고, 필요시 산학간 합작법인 설립 등을 추진하여 국내 산업 생태계 구축이 필요함

○ 이후, 축적된 리튬이차전지 소재 기술력을 기반으로 메탈에어전지, 전고체 리튬전지, 리튬황전지 등 차세대 이차전지 산업으로 선도 전환할 수 있도록 소재–부품–제품으로 연결되는 국내 기업간 공급사슬망을 공고히 해야 할 것임

○ 리튬이차전지 소재산업의 지속적인 성장을 위해서는 안정성 및 저장성 향상을 위한 비수전해질, 원가 경쟁력 확보가 가능한 양극 · 음극활물질 등의 신소재 개발로 기술 우위를 확보해야만 가격 경쟁력으로 시장을 잠식하는 중국 업체들과의 경쟁에서 시장을 선도할 수 있을 것으로 보임

□ **참고문헌**

○ 에너지생산 · 저장(중소 · 중견기업 기술로드맵, 2016–2018)

○ 이차전지 산업경쟁력 조사사업 최종보고서(한국전자정보통신산업진흥회, 2009)

○ 이차전지 산업의 미래(삼정 KPMG, 2017)

○ 한국 2차 전지 산업의 위기(KTB 투자증권, 2017)

○ LIB 소재 중국 점유율 압도적(신소재경제신문, 2016.2.26.)

○ 리튬이온 배터리 공급현황(KDB 대우증권, 2013)

○ 리튬차전지 소개자료(한화케미칼, 2012)

○ 국내 이차전지 관련 동향(산업연구원, 2018)

○ 전기자동차 시장 및 Battery 수급 전망(SNE리서치, 2018)

○ 리튬이차전지 산업동향(한국수출입은행, 2014)

○ 2차전지 새로운 바람(IBK 투자증권, 2018)

○ 이차전지 전해질 첨가제 마켓리포트(KISTI, 2014)

본 보고서는 리튬이차전지 소재 기술 및 관련 시장 동향 정보를 제공하는데 목적이 있습니다. 본 내용은 작성자의 개인적인 의견이며, 과학기술일자리진흥원의 공식적인 견해가 아님을 알려드립니다. 본 책자의 내용에 대한 무단 전재 및 복제를 금하며, 내용을 인용할 시에는 반드시 출처를 표기해야 합니다.

과학기술일자리진흥원
Commercializations Promotion Agency for R&D Outcomes

(137–733) 서울 서초구 바우뫼로 27길 2(양재동 60번지)
과학기술일자리진흥원 유망기술발굴팀, BM개발팀
작성자 : 이현규 선임연구원, 김용기 선임연구원, 하수진 연구원
전 화 : 02–736–9281
온라인 자료 제공처 : 미래기술마당, http://rnd.compa.re.kr