



ESS 및 배터리 안전 관련 기술의 최신 동향

ESS(Energy Storage System) 시장이 최근 급성장하고 있는 가운데, 잦은 화재사고로 ESS (배터리)에 대한 안전 관련 기술 확보가 시급한 상황이다. 본 기고문은 ESS 및 배터리 안전 관련 기술에 대한 시장 및 특허 동향을 살펴본다.

1. 개요

ESS 시스템은, 독자들도 잘 아는 바와 같이, 전기를 저장하였다가 필요한 시점에 이용할 수 있게 하는 시스템을 말한다. 종래에는 에너지를 생산하면 이를 소비한 후 소멸되는 방식이었다면 ESS의 활용으로 인해 발전, 송전, 변전소, 배전 및 수용의 전 단계에 있어서 에너지를 보다 효율적으로 활용하는 것이 가능하게 되었으며, 태양광이나 풍력 등의 신재생에너지 발전은 정확한 출력 예측이 어렵고 출력 변동률이 높은 특성으로 전력계통에 연계할 경우 전력의 품질이 고르지 못하였으나 ESS의 활용으로 인해 더욱 품질이 고른 전력사용이 가능하게 되었다. 이러한 장점들로 인해 미국, 유럽 등 주요 국가의 ESS 관련 다양한 정책적 지원을 제공하고 있으며, 이로 인해 빠른 성장이 예상되고 있다. ESS 시스템은 슈퍼 커패시터를 이용하는 방식, 2차 전지를 이용하는 방식, 플라이휠을 이용하는 방식, 양수 발전 또는 압축공기를 이용하는 방식, 열로 저장하는 방식 등 다양한 방식이 존재하는데, 본 기고문에서는 배터리를 이용한 ESS 시스템의 안전 관련 기술에 대한 동향을 조사하였다.

1.1. 기술 동향

배터리 방식 ESS 시스템은 그림 1에 나타난 바와 같이 전기를 저장하는 배터리 시스템, 배터리를 충·방전하는 전력을 제어하는 PCS(Power Conversion System), 및 전체 시스템을 운영하는 EMS(Energy Management System)로 구성된다. 여기서, 배터리 시스템은 일반적으로, 다수의 배터리 셀로 구성된 배터리 모듈, 각 배터리 셀의 상태를 모니터링하고 오작동을 감지하는 배터리 관리 시스템(BMS), 온도 제어 수단 및 화재 진압 수단을 포함한다. 배터리는 여로 종류가 존재하나 에너지 밀도가 높고 효율이 우수한 리튬이온전지가 가장 많이 채택되고 있는데, 리튬이온전지는 하이브리드자동차, 전기자동차 등에도 적용되어, 산업 기반이 폭넓게 형성되어 있으며,

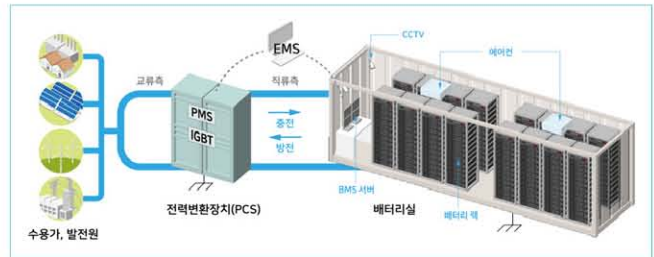


그림 1 배터리 방식 ESS 시스템 개념도 (출처: 산업통상자원부 보도자료¹⁾)

지속적인 기술발전 및 원가하락이 빠르게 이루어지고 있다. BMS는 각 배터리 셀의 충전 상태, 온도, 전압, 전류를 모니터링하고, 배터리의 충전량(SOC)을 산출할 뿐 아니라, 각 배터리 셀의 충전전 정도를 균형되도록 조정하는 셀 밸런싱 기능, 배터리 안전을 위한 과충전, 과온, 과전류, 과전압 방지 등 보호 기능 및 회로를 포함한다. 종래 Ni-Cd이나 Ni-MH 배터리에 비해서 상대적으로 리튬 배터리는 열폭주, 수분 침투 및 단락시 화재나 폭발 위험성이 있는 점에서 중요도가 높다. PCS는 전기 에너지를 받아 배터리를 충전하거나 배터리에 충전된 에너지를 전력망으로 방출하기 위해 직류-교류 변환, 전압 및 주파수 조절 등을 수행하는데, 자세한 사항은 지난 기고문에서 다루었으므로, 생략하기로 한다.

ESS는 그림 2에 나타난 바와 같이, 주로 부하이동, 재생에너지 연계, 주파수 조정 등의 목적으로 사용된다.

- (1) 부하이동을 목적으로 한 ESS는 전기요금에 싼 시간대에 충전하고, 비싼 시간대에 방전하여 비용을 절감하는 것으로서, 최대 수요 부하를 낮춰서 부하 패턴을 완만한 형태로 변화시킨다. 따라서, 수요에 따라 전력 공급량을 조절할 수 있는 점에서 발전에 필요한 예비전력을 감소시킬 수 있는 효과가 있다.
- (2) 태양광 발전이나 풍력 발전의 경우 자연조건에 따라 발전량 급격히 변화하여 출력이 불규칙한 운영상의 어려움이 존재하는데, 재생에너지 연계를 위한 ESS는 태양광 발전기 또는

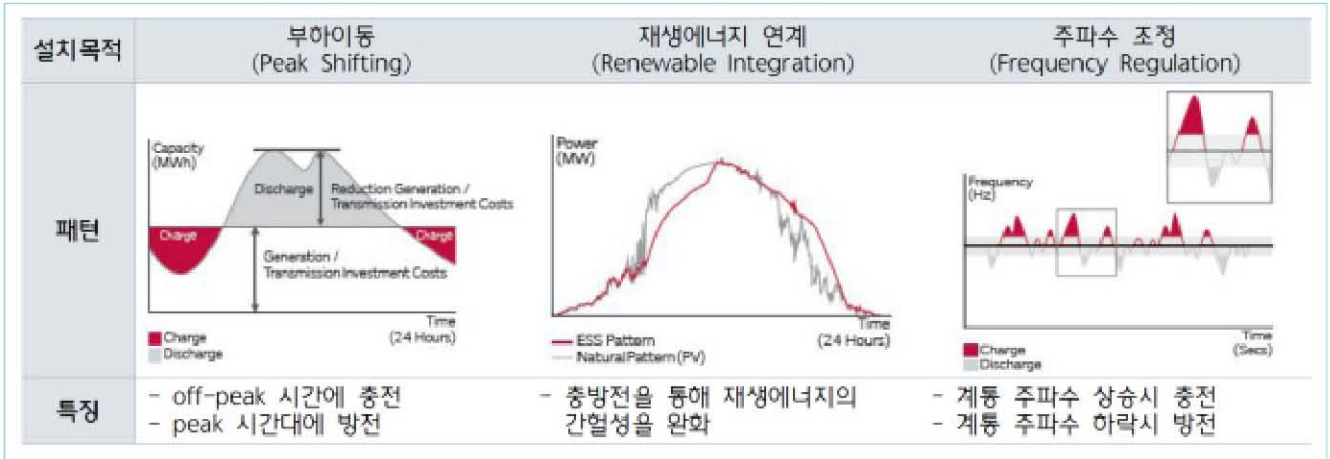


그림 2 ESS 이용 분야 (출처: LG화학, 하나금융연구소^{[2],[3]})

풍력 발전기와 연계하여 배터리 충방전을 통해서 출력 변동성 및 발전량 간헐성을 보완할 수 있는 효과가 있다.

(3) 전력 수요와 공급이 맞지 않으면 전원의 주파수 변동이 심해지나, 고품질 전력을 공급하기 위해서는 전원의 주파수를 일정 범위내에 유지시켜야 하는데, 종래에는 화력 발전기의 용량의 5%를 남겨두는 감발(cutback) 운전을 시행하여 주파수 변동을 대응하였다. 주파수 조정을 위한 ESS는 주파수 변화에 따라 배터리를 충·방전시킴으로써 감발 운전없이 전력품질을 유지시키는 효과가 있다.

국내에서 ESS는, 표 1에 나타난 바와 같이, 재생에너지 연계 및 부하 이동을 통한 피크절감을 목적으로 사용되는데, 총 1,490개 중 신재생에너지 연계 용도가 778개, 피크저감 용도가 712개이다.

지난 8월 23일 한국화재감식학회가 주관한 “리튬전지에너지 저장소 폭발화재사고 예방 및 제도개선 세미나” 관련 보도자료에 따르면 국내 ESS는 풍력발전소와 태양광 전력관리, 주파수 조정 등 887개가 설치됐으며, 올해 5월에서 8월까지의 ESS에 설치된 컨테이너 시설에서 총 7건의 화재가 발생했다고 한다. 887개의 설비 중 4개월 간 7건의 화재가 발생한 것이면 화재빈도는 매우 높다고 할 수 있다. 최근 ESS관련 화재가 국내외에 많이 발생하고 있어 이에 대한 관심이 상당히 높다. 지난 6월에는 산업통상자원부가 ESS 사고원인을 조사하여

표 1 국내 용도별 ESS 설치 현황 (출처: 한국전기안전공사)

구분	신재생에너지 연계			피크저감 등			합계
	태양광	풍력	소계	피크저감	비상발전 등	소계	
사업장수	754	24	778	657	55	712	1,490
배터리 (MWh)	1,587	272	1,859	2,757	157	2,914	4,773

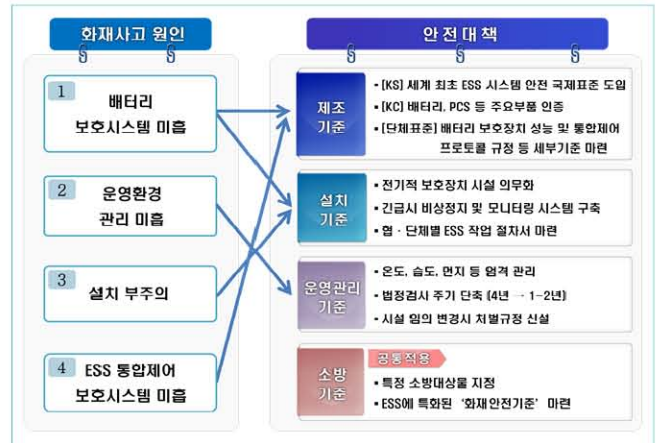


그림 3 ESS 화재사고 원인 및 안전대책 (출처: 산업통상자원부^[1])

그림 3에 나타난 바와 같이 안전대책을 발표하였다. 전체 23건의 화재사고 중 14건은 충전완료 후 대기 중에 발생, 6건은 충방전 과정에서 발생, 설치/시공 중에도 3건이 발생하였으며, 사고 원인으로 1) 전기적 충격에 대한 배터리 보호 시스템 미흡, 2) 운영환경 관리 미흡, 3) 설치 부주의, 4) ESS 통합 제어·보호체계 미흡 등 4가지 요인을 지적하고, 배터리 시스템 및 PCS를 안전관리 의무 대상화하여 ESS 주요 구성품에 대한 안전관리를 강화하도록 했다. 배터리 셀은 안전인증을 받아야 하고, 배터리 시스템은 안전확인 품목으로 관리되며, PCS는 금년말까지 안전확인 용량범위를 현행 100Kw에서 1MW로 높이고, 2021년까지 2MW로 확대키로 했고, ESS전체 시스템에 대한 KS표준을 제정한 바 있다^[4]. 다만, 최근에도 3건의 ESS화재가 집중적으로 발생^[4]한 점에서 향후 ESS 안전대책이 강화·보완될 것으로 보인다.

표 2 국내 ESS 보급 현황 (출처: 한국전기안전공사)

연도	'13년	'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	합계
사업장 수	30	47	124	74	268	947	1,490
배터리 (MWh)	30	36	145	207	723	3,632	4,773

1.2. 시장 동향

세계 ESS 시장은, 그림 4에 나타난 바와 같이, 2025년까지 용량기준 연평균 40% 대의 높은 성장률을 유지할 전망이다. 세계 ESS 설치량은 용량기준 2017년 4.8GWh에서 연평균 40% 씩 성장하여 2025년 70.5GWh로 늘어날 전망이다.

국내 ESS 시장은, 표 2에 나타난 바와 같이, 전기요금 할인특례, ESS 보급 지원 정책에 힘입어 2017년부터 급격히 확대되었다. 2018년 국내 ESS 시장 규모는 약 3.6GWh로 세계시장의 약 30%를 차지하고 있다.



그림 4 세계 ESS 시장 전망 (출처: SNE research, 하나금융경영연구소²⁾)

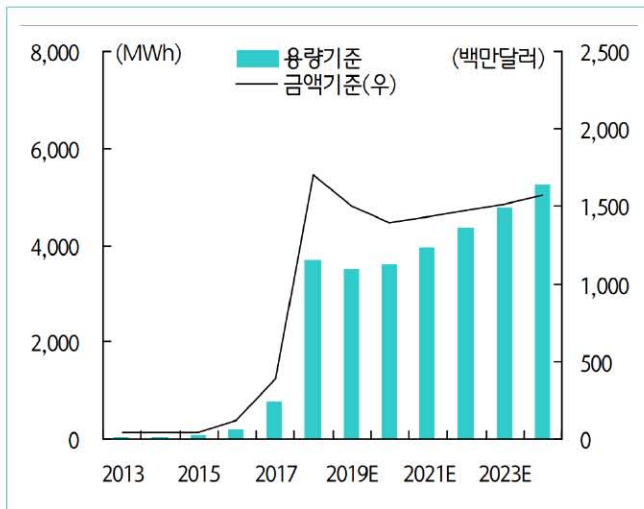


그림 5 국내 ESS 시장 전망 (출처: SNE research, 하나금융경영연구소²⁾)

그림 5와 같이, 2018년 상반기 국내 ESS 설치량은 1.8GWh로 전년동기대비 20배 이상 증가하였으며, 연간으로는 전년대비 4.8배 늘어난 3.7GWh가 설치될 전망이다. 정부의 주요 지원 정책이 종료되는 2021년부터 불확실성이 다소 존재하나, 규모의 경제 달성에 따른 ESS 시스템 가격 하락, 재생에너지 연계 수요 확대 등으로 안정적 성장세를 유지할 전망이다.

2. ESS (배터리) 안전 관련 기술 분야 특허 동향

ESS 및 배터리의 안전 관련 기술은 배터리 상태 모니터링/진단 및 충전 관련 기술, 보호 회로 기술을 비롯해, 배터리 초기 이상 검지 수단 및 방법 관련 기술, 배터리 제조 기술, 경보 시스템, 소방 장치 등 다양한 기술 분야를 포함한다. 여기서, 배터리는 전기자동차 등 차량용 배터리 또는 ESS용 배터리 관련 기술을 구분하기 쉽지 않은 점에서, 본 기고문은 ESS를 포함해서 대용량 배터리 시스템의 안전을 확보하기 위한 기술 및 그에 해당하는 균등한 용어를 포함한 특허만을 대상으로 대략적인 추세를 살피기 위한 목적으로 특허 동향을 조사하였다.

2.1. 연도별 기술별 특허출원 현황

ESS 및 배터리 안전성 분야에 대한 연도별 출원동향을 살펴보면, 그림 6에 나타난 바와 같이, 2000년 초반부터 특허 출원이 지속적으로 이어지다 2015년에 중국을 중심으로 폭발적으로 증가하여 2017년에 한 해에 약 10,000건이 출원되었으며, 향후 지속적으로 증가될 것이 예상된다.

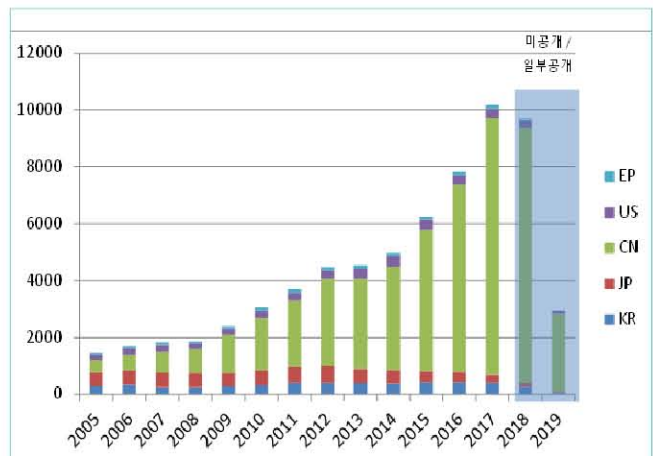


그림 6 ESS 및 배터리 안전 기술 관련 연도별 특허출원 동향

2.2. 국가별 출원 현황

국가별 출원 동향을 살펴보면, 대상특허의 국가별 점유율을 살펴보면 중국이 75.1%로 가장 높은 점유율을 나타내며, 이어서 일본 9.5%, 한국 7.3%, 미국 6.0%, 유럽 2.1%순으로 조사되었다.

ESS 및 배터리 안전성 분야에 대한 한국 출원동향을 살펴보면, 그림 8에 나타낸 바와 같이, 2005년부터 꾸준히 증가하는 추세로 2015년에 426건의 가장 많은 특허가 출원되었으며, 2011년부터 최근까지 400건 내외의 출원이 지속적으로 이어지고 있어서, 성장기를 거쳐 성숙기로 접어드는 것으로 보여

진다. 다만, 2018년도 이후 출원 감소는 일반적으로 특허출원 후 1년 6개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있음에 따라 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2018-2019년 자료는 일부 유효하지 않을 수 있다.

일본 출원동향을 살펴보면, 그림 9에 나타낸 바와 같이, 2005년부터 2013년까지 매년 500건 내외의 특허출원이 지속적으로 활발히 출원 되었으나, 2014년도 이후 출원이 감소하고 있는 추세로서, 배터리 및 ESS 안전 관련 기술은 이미 성숙기를 거친 것으로 보인다.

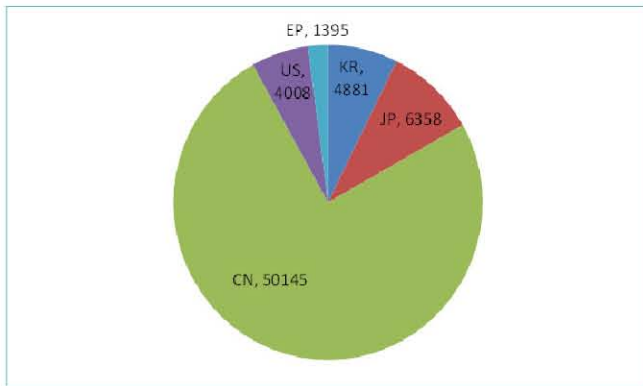


그림 7 국가별 특허출원 동향

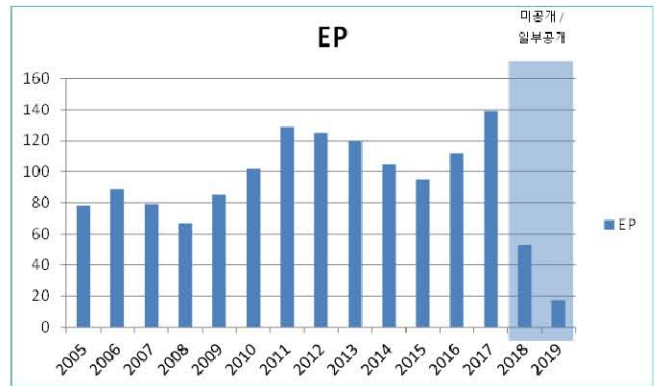


그림 10 유럽 연도별 특허출원 동향

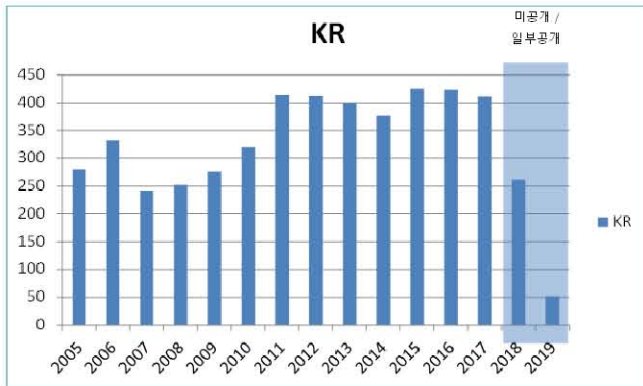


그림 8 한국 연도별 특허출원 동향

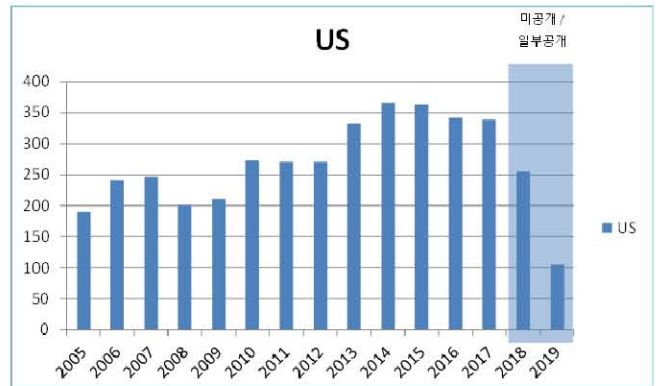


그림 11 미국 연도별 특허출원 동향

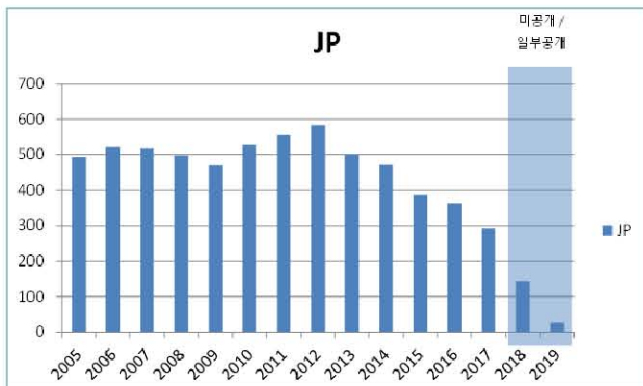


그림 9 일본 연도별 특허출원 동향

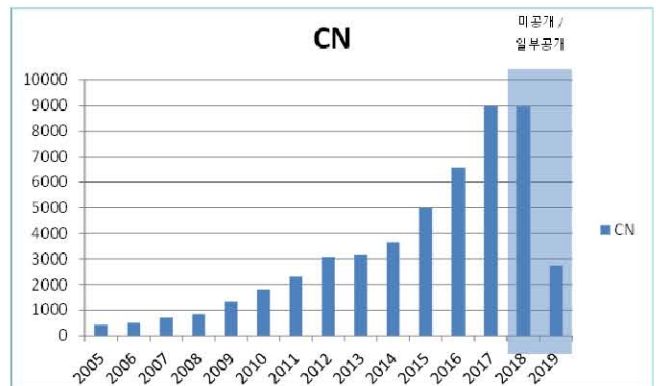


그림 12 중국 연도별 특허출원 동향

유럽 출원동향을 살펴보면, 그림 10에 나타난 바와 같이, 유럽은 2008년 이후 일시적으로 특허출원이 소폭 감소하였으나, 하락이 반복되며 2015년 이후 최근에 다시 증가되는 추세이다. 미국 출원동향을 살펴보면, 2009년 이후 특허출원이 서서히 증가하기 시작하여 2014년 366건의 가장 많은 특허를 출원하였으며 이후로도 매년 약 350건 이내의 특허출원을 유지하고 있다. 중국 출원동향을 살펴보면, 그림 12에 나타난 바와 같이, 2015년부터 매년 큰 폭으로 특허출원량이 증가하였고, 특히 2017년에 9,000건으로 폭발적으로 증가하였으며, 일부 출원이 공개되지 않아서 조사에서 제외되었음에도 불구하고 2018년에는 8,968건의 특허가 출원된 것으로 조사되어, 급격한 성장기에 해당하는 것으로 조사되었다.

2.3. 주요 다출원인 현황

ESS 및 배터리 안전성 분야의 주요 다출원인 현황을 조사한 결과, 표 3에 나타난 바와 같이, 한국과 미국, 유럽에서 LG화학이 1위를 차지하고 있고, 미국과 유럽의 경우 삼성SDI와 파나소닉(일)이 LG화학의 뒤를 이어 시장을 선점하기 위해 2, 3위를 다투고 있는 것으로 조사되었다.

또한, 일본과 중국에서는 각각 자국 기업인 파나소닉과 STATE GRID CORPORATION이 2위와 큰 격차를 두고 1위를 차지하고 있는 것으로 조사되었으며, 중국의 경우 공동 4위인 LG화학을 제외하고는 STATE GRID CORPORATION 등 모두 중국 회사 및 연구소/대학으로서, 중국의 약진이 두드러졌다. 따라서, 중국시장에 진출하기 위해서는 특별히 중국 업체와의 특허 분쟁에 유의하여야 할 것으로 사료된다. 다만, 중국의 출원인은 자국내에만 출원하는 경우가 많은 것으로 조사되었다.

2.4. IPC로 본 기술 동향

ESS 및 배터리 안전성 분야 대상특허를 아래 IPC를 통해 분석하였다. 배터리 안전성을 향상시키기 위해 배터리 케이스, 가스 배기 장치 등 패키지에 대한 기술 분야를 중심으로, 배터리 온도 제어 수단과 소방 장치, 배터리 상태 모니터링과 충전관련 기술에 대한 특허가 주를 이루었다.


표 3 국가별 다출원인 현황(2005~2019년)

No.	KR		JP		CN		US		EP	
	출원인	출원	출원인	출원	출원인	출원	출원인	출원	출원인	출원
1	LG화학	1231	파나소닉	1011	STATE GRID CORP.	1672	LG화학	324	LG화학	244
2	삼성SDI	856	산요	635	CONTEMPORARY AMPEREX TECH.	373	삼성SDI	249	파나소닉	96
3	현대기아차	311	도요타모터	454	HEFEI GUOXUAN HIGH-TECH POWER ENERGY	293	파나소닉	125	삼성SDI	80
4	SK이노베이션	86	도시바	369	LG화학	218	보쉬	119	CONTEMPORARY AMPEREX TECH.	32
5	파나소닉	78	소니	356	NINGDE AMPEREX TECH.	218	도요타모터	76	비와이디	32
6	산요일렉트릭	49	LG화학	310	TSINGHUA UNIVERSITY	189	현대차	64	도요타모터	32
7	보쉬	42	히타치맥셀	302	LIU ZHIYUN	181	산요일렉트릭	57	소니	22
8	삼성전자	39	삼성SDI	284	BIYADI CO.	121	소니	48	보쉬	18
9	LG전자	36	JAPAN STORAGE BATTERY	273	UNIV SOUTH CHINA TECH	119	모토로라	39	산요일렉트릭	18
10	도요타	35	히타치	245	SINOEV (HEFEI) TECH	117	미쓰비시 일렉트릭	35	히타치	17

표 4 주요 관련 기술분류(IPC) 및 한국 특허출원 동향

No.	기술분류	내용	한국출원
1	H01M-002	발전요소 이외의 부분의 구조의 세부 또는 그의 제조방법 (케이스, 홀더, 격리판, 간격지지부재, 배터리셀 접속, 전해액 주입/세정 또는 배기 장치, 전해액 이동 장치 등 포함)	1462
2	H01M-010	2차전지; 그의 제조 (전해질 농도/밀도 표시/측정/시험 장치; 온도제어; 온도 조절 수단; 2차 전지의 수리 또는 보수 방법 등 포함)	737
3	A62C	소방	308
4	H02J	전력급전 또는 전력배전을 위한 회로 장치 또는 시스템; 전기에너지를 저장하기 위한 시스템	301
5	G01R	전기변량의 측정; 자기변량의 측정(공진회로의 바른 동조의 지시 H03J-003/12)	154
6	H02S	적외선, 가시광선 또는 자외선의 변환에 의한 전력의 발생, 예. 광전지[PV] 모듈을 이용하는 것	128
7	H02G	전기케이블 또는 전선, 또는 광 및 전기케이블 또는 전선의 결합체의 설치	75
8	H02H	비상보호회로장치	72
9	G08B	신호 또는 호출시스템; 지령발신장치; 경보 시스템	72
10	H01L	반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	49
11	H02B	전력의 공급 또는 배치 또는 배전을 위한 변, 변전소, 또는 개폐장치	49

3. 결론

국·내외에서 ESS 시장이 급격히 성장하고 있으며, 전세계적으로 ESS 및 대용량 배터리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 종래 Ni-Cd이나 Ni-MH 배터리에 비해서 리튬 배터리가 에너지 밀도가 높고 효율이 우수하나, 상대적으로 화재·폭발 위험성이 높은 점에서 ESS 및 배터리의 안전성을 강화하기 위한 기술 개발이 지속적으로 이루어질 전망이다. ESS 및 배터리 안전 관련 기술에 대한 특허 동향을 살펴본 결과, 국내 산업체들도 국내외에서 선전을 펼치고 있으나, 중국을 중심으로 폭발적으로 특허출원이 증가되고 있어서, 국내 산학연의 한차원 높은 적극적인 대응이 절실히 보인다. 특히, 중국에 진출하는 기업의 경우는 중국 토종 업체와의 특허 분쟁에 유의하여야 할 것으로 사료된다. 특히, 시장이 작고 다원화 되어 있는 경우 특허 분쟁 가능성이 낮은 반면, ESS와 같이 시장이 통합되고 확대되면 특허 분쟁 가능성이 급격히 증가되는 점에서, 특허 침해분석 등의 RISK 분석을 통해 특허 분쟁에 대한 준비를 서두르고, 적극적인 특허 개발 및 지식재산권 확보를 통해 지식재산권 포트폴리오를 구축할 필요가 있다고 사료된다. 

참고/문헌

- [1] 산업통상자원부, “ESS사고원인 조사결과 및 안전 강화 대책 발표,” 2019.6.10.
- [2] 하나금융경영연구소, “국내 에너지저장장치(ESS) 현황 및 전망,” 2019.2.13.
- [3] LG화학, “에너지 신산업의 핵심 인프라 ESS,” 2018.2.5.
- [4] 동아일보, “한달간 3건, ESS “불타오르네”…韓 ESS 다시 위기?,” 2019.10.1.