

층상구조기반의 리튬이차전지용 양극 활물질에 관한 특허정성분석

김병남* · 임용환 · 이철태[†]

단국대학교 화학공학과, *단국대학교 공학교육혁신센터
(2015년 3월 2일 접수, 2015년 4월 27일 심사, 2015년 5월 4일 채택)

Qualitative Analysis of Patents Concerning Cathode Active Materials for Lithium-Ion Secondary Batteries Based on Layer Structure

Byung-Nam Kim*, Yong-Hwan Lim, and Chul-Tae Lee[†]

Department of Chemical Engineering, Dankook University

*Center for Innovative Engineering Education, Dankook University, Gyeonggi 448-701, Korea
(Received March 2, 2015; Revised April 27, 2015; Accepted May 4, 2015)

초 록

본 특허정성분석은 “층상구조 기반의 리튬이차전지용 양극 활물질”의 우리나라, 미국, 일본, 유럽, PCT (WO)의 유효 특허 1,294건을 분석한 것으로, 특허가 갖는 기술 중요도 부분과 특허 중요도 부분으로 나누어 Table 1과 같은 기준으로 평가하였고, 이를 토대로 104건의 주요특허와 20건의 핵심특허를 선정하였다. 그리고 선정된 주요특허와 핵심특허를 시계열적 기술 흐름도로 작성하여 각 기술 분류별로 특허 출원 시점과 발전 과정, 핵심특허의 위치를 확인하였다. 마지막으로 특허 분석 내용을 토대로 향후 기술개발을 위하여 현재 출원·등록된 기술들과의 차별화 방안 및 회피전략을 제시하였다.

Abstract

We have quantitatively analyzed 1,294 effective patents on “Quantitative Analysis of Patents Concerning Cathode Active Materials for Lithium-Ion Secondary Batteries Based on Layer Structure” from Korea, USA, Japan, Europe and PCT (WO). The importance of technological and patent values of the aforesaid patents were evaluated by the factors shown in Table 1, and 104 major and 20 core patents were selected in compliance with the evaluation from the patents. The technological flow chart over time regarding the selected major and core patents was prepared, and the applying time and development process of patents, as well as the position of core patents were established on the time scale investigated. Finally, the differentiation plans and patent avoidance strategies for the next technology development, in comparison with the technologies of patents already applied and registered, were suggested.

Keywords: Lithium Battery, Layer Structure, Cathode Active Material, Patent, Quality

1. 서 론

전지 기술의 발전은 1800년 볼타전지 발견 이후 현재까지 두 번의 혁신적인 발전이 있었다. 첫 번째는 충전이 불가능한 일차전지에서 충전하여 재사용이 가능한 이차전지로의 발전이고 두 번째는 3 V급으로 작동전압을 끌어 올려 다양한 전기기기에 사용이 가능해진 것이다. 특히 리튬이차전지의 경우 경량이면서도 3.7 V 이상의 평균 작동전압을 유지하고, 현재 알려진 전지들 중 가장 높은 에너지 밀도를 가지고 있기 때문에 이차전지하면 떠올리는 대표적인 이차전지로 자리매김하고 있다[1,2].

그렇지만, 현재 상용화되어 사용되고 있는 리튬이차전지에도 양극 활물질인 LiCoO₂의 합성을 위한 코발트염의 가격이 고가이고, 아울러 독성을 갖고 있어 환경규제 등에 제한이 되는 문제가 있고, 충·방전 시 탈리되는 리튬 이온이 증가하면 상전이를 일으키며 전위가 상승하게 되어 구조적으로 불안정해지는 단점이 있다[3].

때문에 현재 연구개발은 코발트(Co)를 사용하지 않는 대체재의 개발과 LiCoO₂를 효과적으로 이용하는 방향으로 개발이 이루어지고 있다. 하지만 대체재로 주목받고 있는 스피넬 구조의 LiMnO₄와 올리빈 구조를 갖는 LiFePO₄는 층상구조인 LiCoO₂보다 전기화학적으로 성능이 낮고 그 제조공정이 복잡한 문제점을 갖고 있어 완벽한 대체재로서는 부족하다[4].

최근까지 리튬이차전지의 층상구조를 기반으로 하는 양극 활물질의 연구개발에 의한 논문연구의 출간 동향을 살펴보면 Figure 1과 같이, 지속적으로 상당한 폭의 증가 추세에 놓여 있음을 알 수 있고, 특히 우리나라와 같이 후발주자의 연구역량이 갈수록 커지고 있는 상황

[†] Corresponding Author: Dankook University
Department of Chemical Engineering
Tel: +82-31-8005-3541 e-mail: chult823@dankook.ac.kr

Table 1. The Technical Suitability Evaluation Table

Evaluation items		Point	
Importance of Technology	Cobalt Improvement (AA-)	Capacity Improvement	5
		Retention rate of Capacity	5
	Cobalt Alternative (AB-)	Safety Improvement	5
		Retention rate of Capacity	5
	Structure Mixed (B-)	Capacity Improvement	5
		Retention rate of Capacity	5
Others Characteristics Improvement		Each 1	
Importance of Patent	Number of Family Patent		15
	Citation Counts		15
	Registration Status		4

에서 선발주자를 따라잡기 위해서는 모든 가능한 연구역량을 효율적으로 집중할 수 있는 전략이 지금 바로 필요하다.

따라서 향후 세계시장을 선도할 수 있는 연구개발을 위한 특허분석이 필수적인 뿐만 아니라, 주요특허 및 핵심특허를 확보하기 위한 연구개발을 위해서는 충상구조를 기반으로 하는 양극 활물질의 특허출원 및 등록 동향에 대한 분석이 필요하다고 할 것이다.

본 특허정성분석은 전보[5]인 “충상구조기반의 리튬이차전지용 양극 활물질”에 관한 특허정량분석의 유효특허들을 정성적으로 분석한 것으로, 각 기술 분류별로 핵심특허와 특허동향을 한 눈에 파악이 가능하도록 하여 증복기술에 대한 연구개발에 사용되는 연구인력 및 투입자원을 줄이고, 특허확보가 가능한 분야에 대한 모든 연구역량을 효과적으로 집중할 수 있도록 도움을 주는 것이 목표이다.

2. 요소별 기술수준

특허가 경영 및 전략 수립의 핵심적인 요소가 되면서 특허정보를 활용한 다양한 연구들이 시도되고 있다. 특히, R&D 현황이나 동향, 기술 분석, 가치평가의 가장 일반적인 방법으로 특허정보를 활용하여 분석을 한다.

본 연구에서는 유효 특허군에서 주요특허를 피인용(미국 특허로 제한) 특허 건수, 패밀리 특허 건수, 기술내용(문제점 및 해결방안 모색)을 분석하여 도출했다. 핵심특허를 선정하기에 앞서 출원 건수가 많고 연구개발이 최근까지 활발한 주요 출원인을 집중분석하고 주요특허 내의 모든 특허를 분석하여 도출했다.

또한 개발이 저조한 분야의 기술은 공백기술과 유망기술로 선정해 보고, 이를 바탕으로 한 개량특허 확보 전략을 제시하였다.

2.1. 핵심특허 분석

핵심기술을 분석하기 위해서는 핵심특허를 선별해서 심도 있는 분석을 행하게 된다. 이러한 핵심특허의 선별은 일반적으로 특허분석 전문가 또는 해당 기술분야 전문가의 견별 검토를 통해 점수화 또는 등급화를 행하고 이로부터 핵심특허를 선별한다. 이와 같은 정성적인 방법에 의한 핵심특허의 선별은 해당 분야의 기술을 잘 아는 전문가의 작업이 요구되고, 데이터가 많을 경우 소요시간도 많이 필요하게

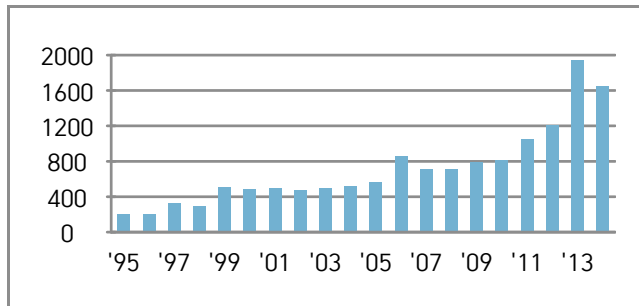


Figure 1. The recent trend on statistics of paper publications for the cathode active materials of the lithium secondary batteries.

되어 경제적, 시간적 비용이 들게 된다. 최근 유효 특허 선별을 위한 요인에 대한 연구에 따르면, 미국특허정보로부터 독립항수, 발명자수, 출원인수, 우선권 특허수, 패밀리사이즈개수, UPC개수 및 보정 후 피인용횟수 등 7개 변수가 핵심특허를 판별하는데 영향력이 있는 변수로 채택하였다[6].

본 연구에서는 피인용특허수와 패밀리사이즈개수 및 등록여부 등을 핵심특허를 판별하는데 가장 영향력이 있는 특허지수로 채택하였고, 또한 주요 특허 모집단의 기술적 수준의 판단을 위해 각각의 요소별로 정량·정성적으로 비교할 수 있도록 기술의 개선정도를 나타낼 수 있도록 용량 및 용량유지율에 점수를 부여하는 주요 지표로 하여, 앞선 특허지표와 함께 Table 1에 나타내었다. Table 1에 나타난 바와 같이 기술 중요도와 특허 중요도를 통한 점수를 비교하여 상위 특허들을 핵심특허로 선정하였다.

기술 중요도에 평가될 항목으로는 각 성분별 요구특성과 문제점 해결 제시에 관한 것으로서, 특허의 내용에서 구체적인 수치가 제시되어 있지 않거나, 그래프 등으로만 제시해 비교가 어려울 수 있다. 이에 특허들이 다루고 있는 요구특성과 종래기술의 문제점에 대한 해결방안이 제시되면 높은 점수를 부여함으로써, 기술의 완성도를 비교할 수 있다.

특허 중요도로 평가할 지표로는 패밀리사이즈, 피인용 특허 건수 및 등록여부를 사용하여, 특허의 시장성, 영향력 및 권리상태 등을 비교할 수 있게 하였다. 피인용 특허는 미국특허에 한해서 점수가 부여되며 최종적으로 국가별 환산한 점수를 통해 핵심특허를 선정하였다. 미국특허에 있어 피인용 특허정보는 출원인(발명자)이 직접 제공한 인용특허와 심사관이 심사를 진행하면서 심사에 참고하였던 인용특허들로 구성되어 있는 반면, 다른 국가 특허는 주로 심사관이 심사에 참고하였던 인용특허정보만을 수록하고 있어, 인용도 평가에 있어 미국특허에 비해 정확성이나 신뢰성이 떨어진다고 할 수 있어, 본 연구에서는 미국특허만을 인용도 평가에 활용하였다.

2.1.1. 핵심특허 리스트

도출된 주요특허 중 각 출원인별로 중요도가 높게 분석된 특허를 핵심특허로 목록을 작성하였고, 분석 결과 본 연구논문과 함께 제출된 “충상구조기반의 리튬이차전지용 양극 활물질”에 관한 특허정량분석에서 도출된 정량적 주요 출원인이 정성적 주요 출원인에 포함이 되며, 교집합이 된 주요 출원인의 핵심특허는 Table 2에 나타난 바와 같이 음영으로 처리를 하였다.

Table 2. The List of the Core Patent

Applicant	Classification	Title	Registration/Publication	Filing Date	Kind of Document	Family	Citation
3M	ABB	Cathode compositions for lithium-ion batteries	(US)6964828/2003-0027048	2001.04.27	B2	36	32
FMC	ABA	Doped lithium manganese oxide compounds and methods of preparing same	(US)6361756/-	1999.11.19	B1	21	10
HITACHI	AAC	Positive electrode material, Its manufacturing method, and lithium secondary battery	(JP)4740409/2005-005105	2003.06.11	B2	34	-
	ABC	Lithium-containing compound oxide and its production method	(JP)-/2003-238165	2001.11.14	A	31	-
	BB	Composite oxide containing lithium and nonaqueous secondary battery using it	(JP)4070585/2003-221236	2002.11.21	B2	10	-
KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE	ABD	Lithium ion secondary battery	(JP)4222519/2006-294482	2005.04.13	B2	12	-
LG	ABD	Manganese-rich quaternary metal oxide materials as cathodes for lithium-ion and lithium-ion polymer batteries	(US)6350543/20020006550	2000.12.21	B2	24	8
	AAC	Material for Lithium Secondary Battery of High Performance	(KR)0790834/2007-0109854	2007.05.07	B1	38	-
LG	BA	Lithium secondary battery with high power	(KR)0595897/2006-0044953	2005.03.29	B1	24	-
	AAD	Layered lithium-nickel-based compound oxide powder for lithium secondary cell positive electrode material and its manufacturing method, positive electrode for lithium secondary cell and lithium secondary cell	(JP)4003759/2005-251717	2004.05.07	B2	26	-
SAMSUNG	AAB	Method of preparing positive active material for rechargeable lithium battery	(KR)0437340/2003-0088247	2002.05.13	B	12	-
	ABC	A positive active material for a lithium secondary battery and a method of preparing the same	(KR)0739620/2002-0087627	2001.05.15	B1	24	-
SANYO	AAC	Non-aqueous electrolyte secondary battery	(JP)3588338/2002-358961	2001.05.31	B1	12	-
SEIKO	ABB	Nonaqueouselectrolytessecondarybatteryandprocessfor producingpositiveactivematerials	(US)5286582/-	1991.11.01	A1	18	-
SONY	ABC	Positive electrode material, its manufacturing method, and battery using it	(JP)4106651/2004-006293	2003.04.03	B2	12	-
	BB	Positive electrode active material and non-aqueous electrolyte secondary battery	(JP)4032744/2003-203631	2002.01.08	B2	24	-
		Positive electrode active material and non-aqueous electrolyte secondary battery	(JP)-/2004-134207	2002.10.10	A	24	-
SUMITOMO	AAC	Method for preparing positive electrode active material for non-aqueous secondary battery	(KR)1027362/2003-0077979	2003.03.18	B1	27	-
TECHNOLOGYFINANCE	AAA	Lithium transition metal oxide	(US)5160712/-	1991.03.27	A1	23	66
THE UNIVERSITY OF CHICAGO	ABA	Lithiummetaloxideelectrodesforlithiumcellsandbatteries	(US)6677082/20020136954	2001.06.21	B2	12	26

3. 기술발전 흐름도

본 기술발전흐름도는 각 기술 분야별 주요 특허들을 출원 연도를 기준으로 시계열적으로 정리해봄으로써 각 세부기술 분야별 주요 기술의 발전 및 전개 과정을 살펴보고, 이를 바탕으로 개량기술을 제시하는 것을 목적으로 한다.

유효특허에서 패밀리 특허나 피인용 수가 많은 주요 특허군을 모집단으로 형성한 뒤, 이 모집단을 성분별로 나누고, 연도별 기술연관성을 도식화하였다. 다만, 주요 특허군을 추출하면서 성분계별로 특허 개체 수가 4개 이하인 경우(예 : ABD) 그 수가 적어 기술발전흐름도

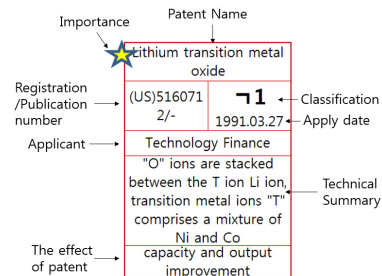


Figure 2. The form of technology flow chart.

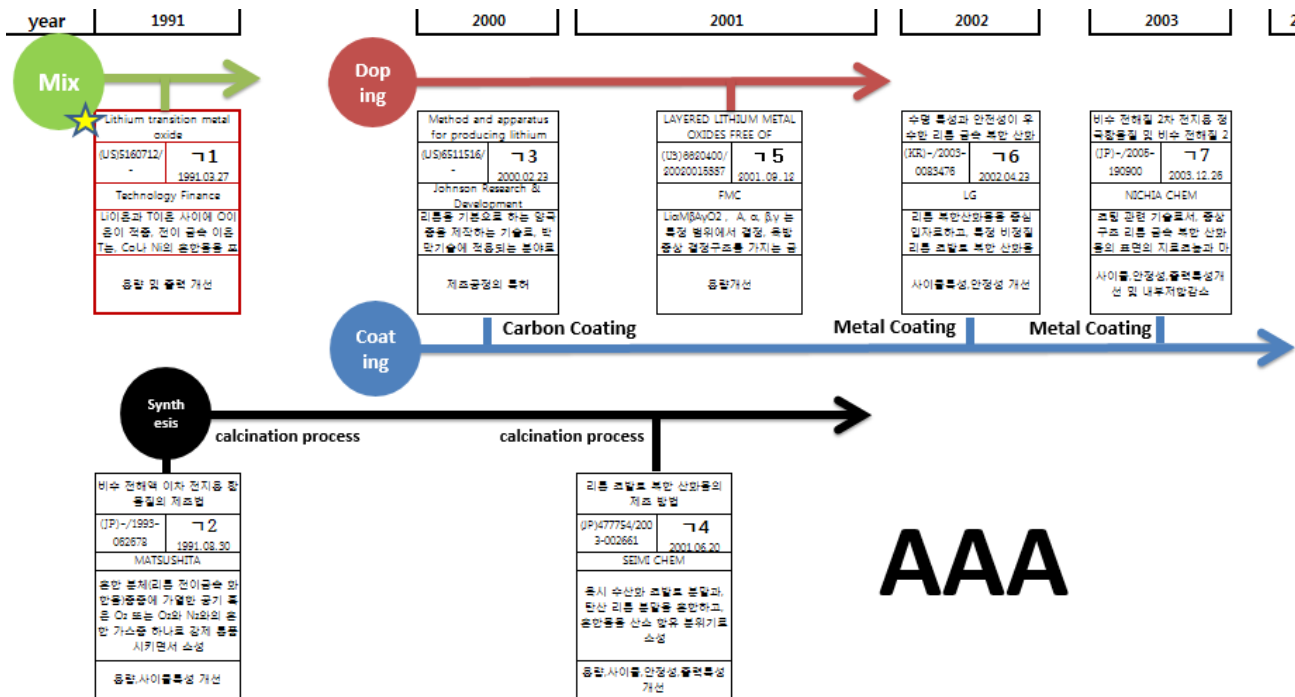


Figure 3. The flow chart of the composition AAA.

작성의 목적에 맞지 않아 간단한 분석만을 하였다. 기술발전흐름도에 배치될 특허들을 각 특허의 명칭 및 중요도, 분류, 출원인, 기술효과 등을 Figure 2와 같이 작성하였다. Table 1의 기술 적합성 평가표를 바탕으로 핵심특허 분석의 기준을 선정하여 특허 중요도를 색깔과 별도양 개수로 구분하였다. 빨간 테두리의 특허는 핵심특허이며 별의 개수가 많을수록 중요도가 높게 나온 특허이다. 각 공정별 화살표의 머리 부분은 공정별 주요 특허의 마지막 출원된 연도를 나타내며, 기술발전의 흐름을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

3.1. AAA (코발트 개량기술 단일성분계) 분야의 기술발전흐름도 및 분석

AAA 분야에서 출원인의 국적별로 분석해 보면, 우리나라와 일본에 의한 특허출원이 주를 이루고 있다. 전반적으로 코팅에 의한 발전을 했으며, 안정성과 사이클 특성에 대한 개선을 중점으로 연구한 것으로 확인됐다. 1990년대 후반과 2000년대 초반 사이에 특허 출원이 많았으며, 주요특허는 2000년대 초반부터 특허 출원이 시작되었지만, 2000년대에 후반에 접어들면서 특허 출원이 감소하고 있는 상태이다. 최근까지 관련 특허가 출원은 되고 있으나 그 출원 건수에 비해 주요 특허 및 핵심특허가 상대적으로 미약한 것으로 나타났다.

Figure 3에서와 같이 분석 결과에 따르면, 초기 1991년도에 출원된 Technology Finance의 US 5,160,712는 리튬 양이온과 전이금속[코발트(Co)와 니켈(Ni) 중 어느 하나를 선택] 양이온과 산소 음이온을 적층한 리튬 전이금속 산화물을 특징으로 한다. 같은 시기인 1991년도에 출원된 MATSUSHITA의 JP 1993-062678은 리튬 전이금속 산화물 제조에 있어서 가열한 공기 또는 산소나 혼합가스의 어느 한 쪽을 강제 통풍시켜 소성한 공정을 통해 제조하는 법을 특징으로 한다. 2000년에 Johnson Research & Development의 US 6,511,516은 재충전이 가능한 박막 리튬 이온 전지의 리튬 양극 제작에 관한 기술을 선보였으며, 기술적으로 초저압 시스템을 필요로 하지 않고 양극을 어닐링

하지도 않으며, 휘발성 용매를 이용하지도 않는 충전식 고성능 박막 리튬 전지에 이용하기 위한 양극을 제작하는 방법이 특징이다. 이후 2002년 LG의 KR 2003-0083476과 2003년 NICHIA CHEM.의 JP 2005-190900은 리튬 금속 복합 산화물 중심 입자의 표면에 비정질 리튬 코발트 복합 산화물이 피복된 리튬 금속 복합 산화물을 제시하며 피복층 이용 기술에 관한 것이다.

3.1.1. AAA (코발트 개량기술 단일성분계)의 개량특허 확보전략
단일 성분계는 코팅관련 특허 건수가 많았으나 중요도가 다른 기술에 비해 상대적으로 떨어지며, 다른 기술과 관련하여 특허 건수도 적고 특허 출원 또한 지속적으로 이루어지지 않고 있어 AAA 분야에서 코팅관련 분야에 대한 개량특허를 확보하기에는 다소 어려움이 있고 그 필요성이 그리 높지 않다고 않을 것이라 사료된다.

3.2. AAB (코발트 개량기술 2성분계) 분야의 기술발전흐름도 및 분석

AAB에서 주요특허는 1990년대 후반부터 출원되기 시작하였고, 2008년까지 지속적으로 출원됐다. 관련 주요특허는 대부분 일본에서 출원된 특허들로 나타났다. 전지 성능 향상을 위해 리튬 코발트 산화물에 다른 원소를 첨가하는 기술이 선보이면서 2000년대에 들어 코팅 기술의 특허들이 꾸준히 출원되고 있다. 2000년대 초반에 도핑과 특정 조성비를 적용한 특허가 출원되었으나 후속 기술 개발이 부진한 것으로 나타났다. 주요 특허와 핵심 특허를 통해 불안정했던 안정성 및 수명 개선에 중점을 둔 것으로 확인됐다.

Figure 4에서와 같이 분석 결과에 따르면, 1999년 출원된 YAMAKI TAKAHIRO, HONBOU HIDETOSHI, KITA FUSAJI, ITSU TETSUO의 JP 2001-167763은 리튬코발트산화물을 기본구조로 사용하여, 수명을 개선하기 위해 각종 원소를 첨가한 기술을 특징으로 한다. 2001년, 2002년 출원된 SAMSUNG KR 2003-0032363 및 KR 2003-0088247은 우수한 방

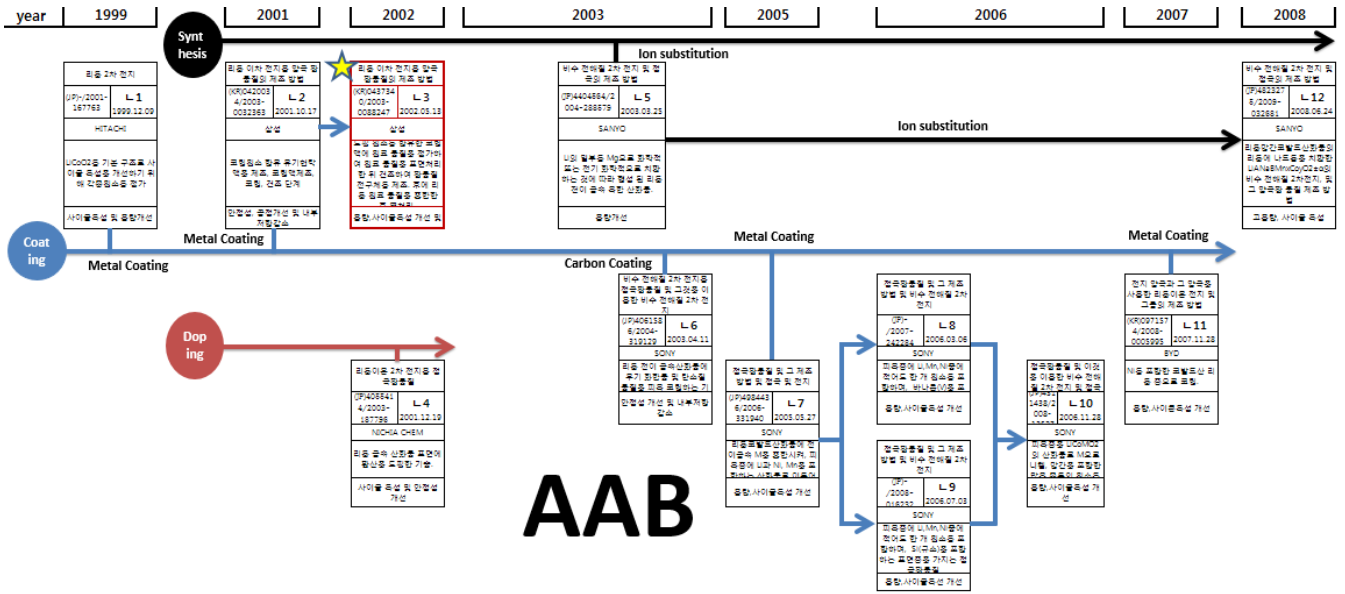


Figure 4. The flow chart of the composition AAB.

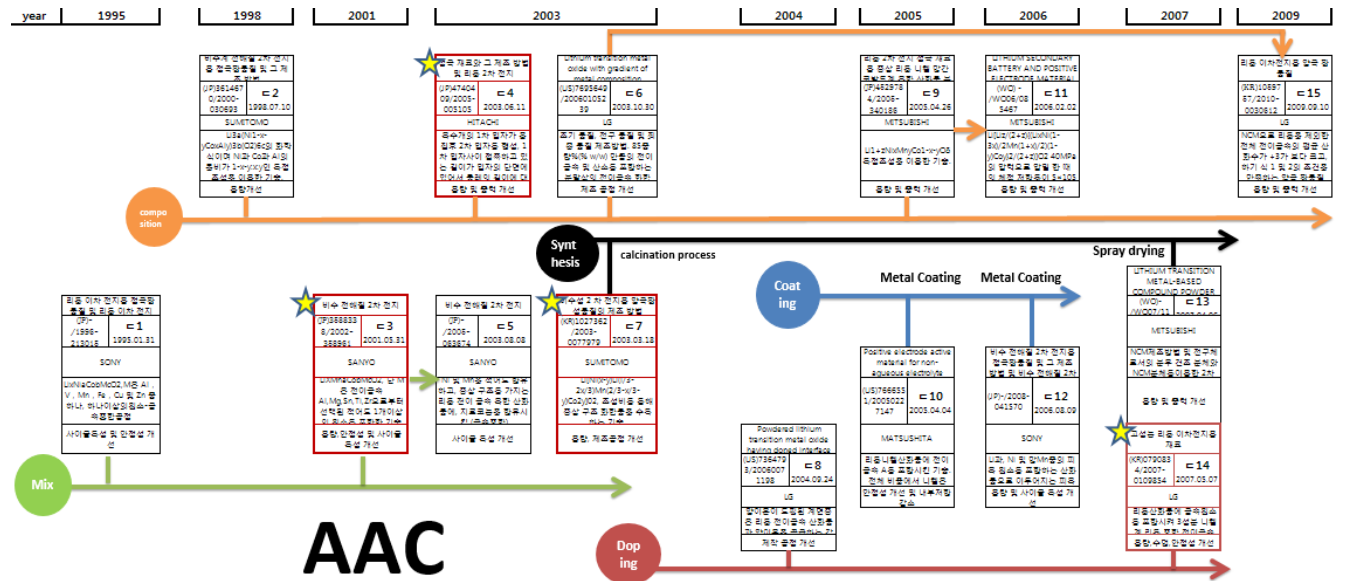


Figure 5. The flow chart of the composition AAC.

전 전압과 수명을 개선하기 위해 도핑 원소를 함유한 코팅액에 리튬 원료 물질과 혼합하여 표면 개질 처리하는 것이 특징이며, 양극 활물질의 기본 구성 원소인 코발트, 망간, 니켈 또는 이들의 조합의 일부가 도핑 원소로 치환된 리튬이차전지용 양극 활물질을 제조하는 기술을 선보였다. 2000년대 중반 SONY의 JP 4984436/2006-331940 및 JP 4311438/2008-135279는 피복층에 리튬 코발트 산화물에 니켈 및 망간 이외의 많은 종류의 원소를 사용하여 포함할 수 있는 기술을 특징으로 한다.

3.2.1. AAB (코발트 개량기술 2성분계)의 개량특허 확보전략

코팅 계열에서 눈여겨 볼만한 핵심특허로 SAMSUNG의 KR 0437340/2003-0088247이 있는데, 이 특허는 리튬 복합 산화물에 도핑 원소를 첨가한 후 이를 금속원료 물질(리튬을 제외한 코발트, 망간, 니켈 또는 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 금속을 포함하는 물질)을

코팅 공정으로 제조하는 방법으로 높은 효율을 가지며, 전력량, 방전 전압 및 높은 사이클 특성을 갖는 양극 활물질을 제조해 종래의 단점을 보완한 것으로, 개량특허를 확보하기 위해서는 양극 활물질에 첨가되는 도핑 원소나 코팅하는 금속원료 물질을 대체하는 쪽의 연구가 필요할 것이라 사료된다.

3.3. AAC (코발트 개량기술 3성분계) 분야의 기술발전흐름도 및 분석

AAC에서 1990년대부터 현재까지 꾸준한 연구개발이 진행되고 있다. 2000년대 후반에 다수의 특허가 출원되었지만, 초반부터 핵심 특허가 관찰되고, 코팅과 도핑 공정에 관한 특허가 다수 출원되었지만, 그 출원 건수에 비해 주요 특허 및 핵심 특허가 적은 것으로 확인됐다. 그렇지만 특허출원 건수는 지속적으로 나타나고 있으므로 관련업

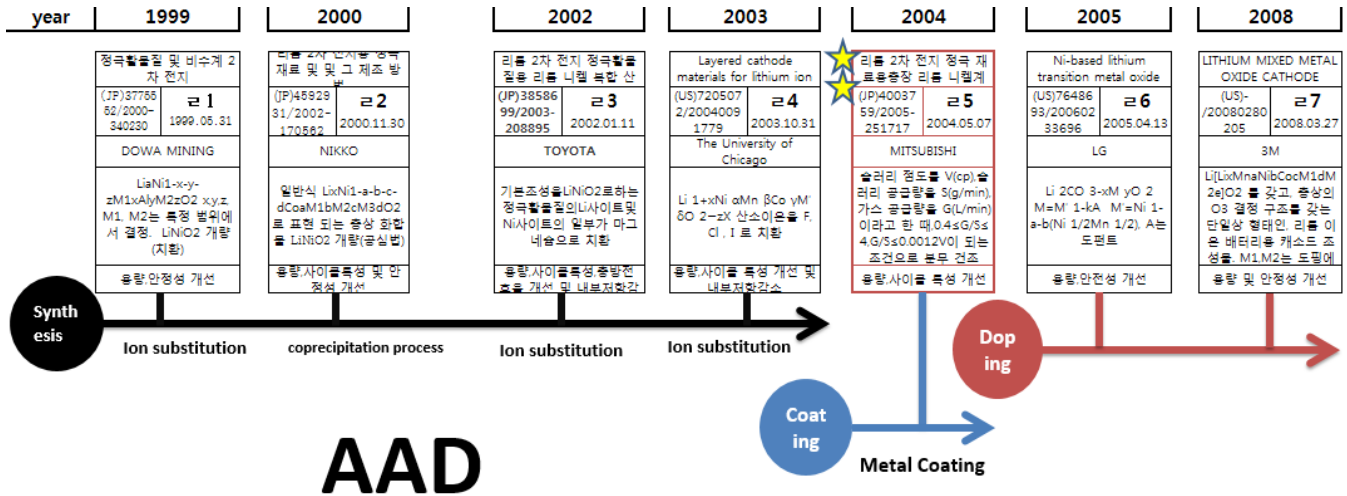


Figure 6. The flow chart of the composition AAD.

계가 꾸준히 연구개발을 하고 있음을 알 수 있다. 대부분 일본 기업에서 특허를 출원했으며, SUMITOMO, MITSUBISHI, HITACHI가 해당 기술을 선점하고 있는 것으로 나타났다. 우리나라에서는 LG가 해당 기술을 선점하고 있는 것으로 나타났다.

Figure 5에서와 같이 분석 결과에 따르면, 2001년 SANYO의 JP 3588338/2002-358961은 리튬 망간-코발트 산화물에 금속 M을 혼합한 화합물을 개발하여 리튬 코발트 산화물과 동등한 고전압, 고용량의 양극 활물질을 제공하는 기술을 선보였고, 양극 활물질을 통해 사이클 특성, 고온 특성 등 전지 특성에 우수한 이차전지를 만들 수 있는 것이 특징이다. 2003년 SUMITOMO의 KR 1027362/2003-0077979는 리튬 니켈-망간-코발트의 층상 구조의 화합물을 단지 소성법만을 이용하여 간단하게 만든 기술을 공개했다. 2004년, 2007년 LG의 US 7,364,793/20060071198, KR 0790834/2007-0109854는 입자의 표면 가까이 형성되어 있는 양이온이 도핑된 계면층과 열동력학적 및 기계적으로 안정한 외막으로 구성된 리튬 전이 금속 산화물을 이용한 기술을 이용하여 만든 안정적인 구조를 특징으로 하며, 그 기술적 특징은 실질적으로 수용성 염기들이 존재하지 않으므로, 우수한 저장 안정성, 가스 발생의 감소 및 이로 인한 고온 안전성이 우수하며 저렴한 비용으로 대량생산이 가능한 것이었다.

3.3.1. AAC (코발트 개량기술 3성분계)의 개량특허 확보전략

AAC 분야에서 기존 화합물의 특정 조성성분, 조성비율을 이용한 기술이 핵심특허기술로 이미 출원된 특허가 많고, 기술 중요성 또한 상대적으로 높다고 할 수 있다.

조성 공정에서 눈여겨 볼만한 핵심특허는 HITACHI의 JP 4740409/2005-005105로 Li_aMn_xNi_yCo_zO₂로 표시되는 리튬 복합 산화물로서, 1 ≤ a ≤ 1.2, 0 ≤ x ≤ 0.65, 0.33 ≤ y < 0.5, 0 ≤ z ≤ 0.65 및 x + y + z = 1과 같은 변수 값들을 적용하여 종래의 기술보다 저온에서의 용량저하 문제를 개선한 조성물에 관한 것으로, 조성물 특허에 대한 개량특허의 특징인 공지의 물질의 조성성분을 달리한다거나 동일한 조성에서 조성성분의 비를 달리하여 현저한 효과가 있다면 특허를 획득할 수 있으므로, 개량특허는 위 변수들의 a, x, y, z 값을 실험을 통해 또 다른 현저한 효과를 나타낼 수 있는 조성비율을 찾는 것이나 위의 조성성분에서 망간, 니켈 외에 다른 금속을 치환하거나 추가시켜 다른 조성비율을 적용한다면 획득할 수 있을 것이라고 사료된다.

3.4. AAD (코발트 개량기술 다성분계) 분야의 기술발전흐름도 및 분석

AAD에서 주요특허들은 2000년대 중반부터 출원됐으며, 2000년대 후반에 많은 특허들이 출원됐다. 우리나라, 일본, 미국, 유럽 등 다양한 국가에서 연구개발이 진행됐으며, 기존의 화합물의 조성을 바꾸거나 원소를 치환하는 방법과 공정의 변화를 통해 문제점 개선을 한 것을 특허로 출원하고 있는 것으로 관찰된다. 출원 건수가 상대적으로 미약하지만 점점 출원이 증가하는 것으로 보아 앞으로도 꾸준히 연구개발이 진행될 것으로 예상된다. 초기에 합성기술이 주로 출원되다가 후에 코팅과 도핑 공정이 출원의 다수를 이루고 있다.

Figure 6에서와 같이 분석 결과에 따르면, 활물질로 리튬 니켈 산화물로 선택하여 연구개발을 했지만 리튬 니켈 산화물은 열적 안정성이 매우 불안하기 때문에 열적 안정성을 개량하는 것을 특징으로 하여 산소와의 결합력이 강한 3가 원소로 이루어진 원소를 치환하여 열적 안정성을 현저하게 개선하고 높은 방전 용량을 갖는 기술들이 발명되었는데, 대표적으로 2004년 MITSUBISHI의 JP 4003759/2005-251717은 일차 입자 직경의 성장을 억제한 후 이차 입자 직경을 비교적 크게 하여, 고부피 밀도로 하여 레이트 특성(rate properties) 및 출력 특성이 우수한 리튬이차전지를 제공할 수 있는 리튬이차전지 양극재료용 층상 리튬 니켈계 복합 산화물(complex oxide) 분체와 그 제조방법을 특징으로 하고 있다.

3.4.1. AAD (코발트 개량기술 다성분계)의 개량특허 확보전략

기술발전흐름도상 합성공정 관련 특허 건수가 가장 많지만 2003년 이후 주요특허가 나오지 않고 있고, 중요도 또한 다른 기술에 비해 떨어진다고 할 수 있다. 도핑 관련 특허 건수가 적어 기술발전흐름을 파악하기 쉽지 않다. 합성공정이나 도핑에 비해 코팅 관련 특허는 중요도가 높지만 2004년 이후 후속특허 중 주요특허가 나타나 있지 않아 기술발전흐름을 파악하는데 상당한 어려움이 있어 AAD 분야에서 개량특허를 확보하기가 쉽지 않다고 할 수 있다.

3.5. ABA (코발트 대체기술 단일성분계) 분야의 기술발전흐름도 및 분석

1990년대 중반부터 ABA 활물질의 구조 변형에 따른 용량유지율 감소를 보완하기 위해 활물질을 코팅하는 공정과 문제점 개선을 위한

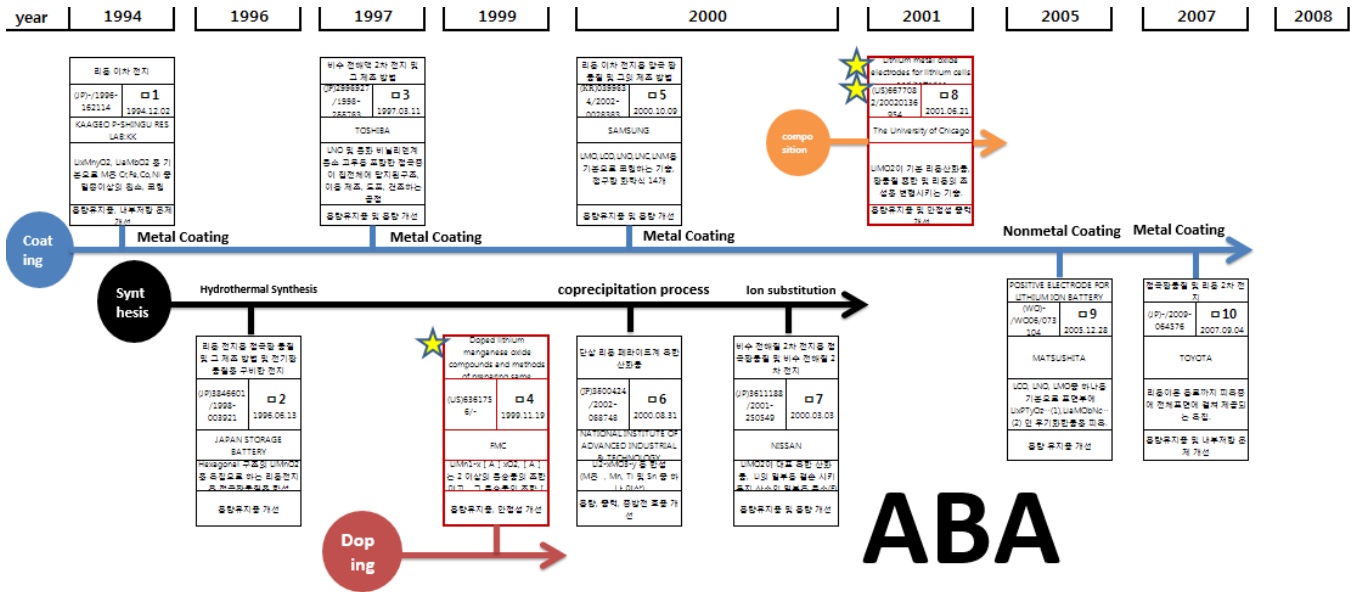


Figure 7. The flow chart of the composition ABA.

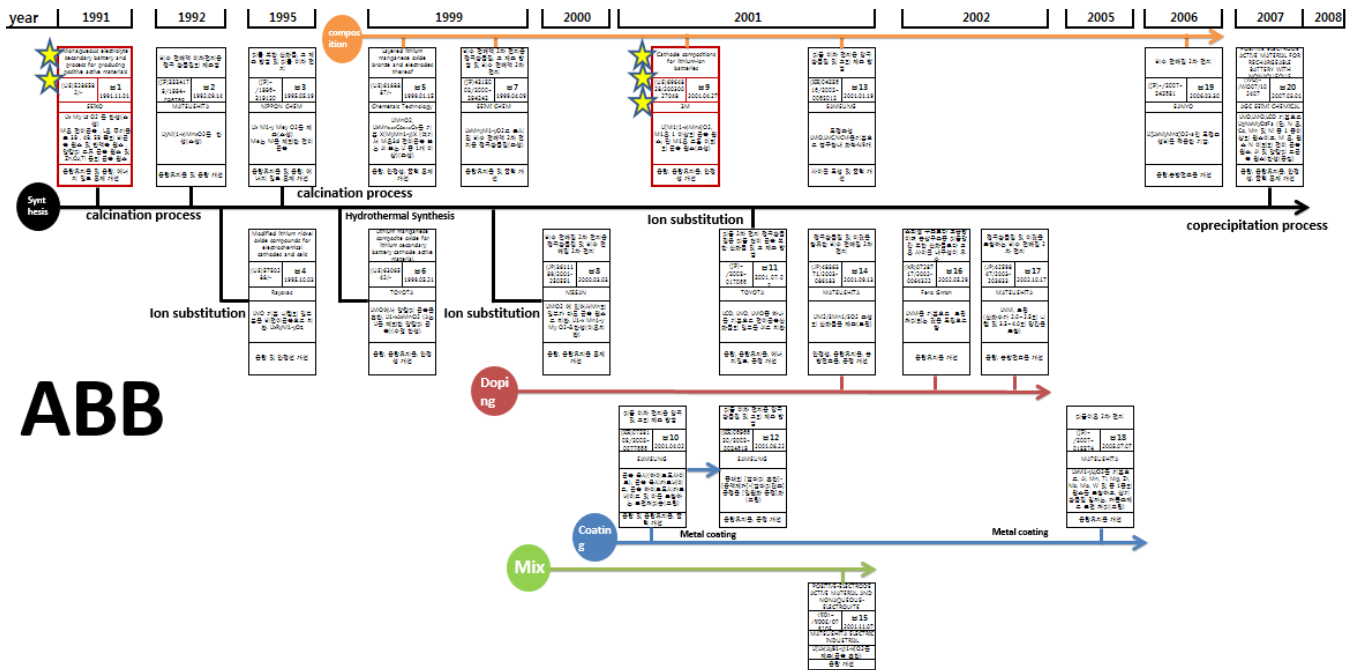


Figure 8. The flow chart of the composition ABB.

합성 공정을 중점으로 연구개발이 진행되어 왔다. 유효특허가 꾸준히 출원되었고, 1999년과 2000년에 각각 출원된 도핑 및 특정 조성을 적용한 공정 관련 특허들의 기술 중요도가 높아 핵심특허에 속하였지만 이후 주요한 후속 특허가 출원이 되고 있지 아니하는 것으로 관찰되고 있어, ABA의 근원적인 문제인 구조 변형을 개선하는 기술의 경쟁력은 도핑과 합성 공정으로 생각할 수 있다고 할 수 있다.

Figure 7에서와 같이 분석 결과에 따르면, 1999년 FMC의 US 6,361,756는 고가의 코발트나 리튬을 사용한 리튬산화물을 대체하기 위한 방법으로 리튬망간산화물을 이용한 기술을 선보였고, 효율을 높이기 위해 불순물을 첨가한 도핑기술을 통해 문제점을 개선하였다. 2005년 MATSUSHITA의 WO 2006/073104는 코발트, 니켈 및 망간

을 적어도 1종 포함한 양극 활물질 층의 표면부 일부에 리튬 이온 전도성 무기 화합물로 이루어지는 피복층을 갖는 양극 활물질을 사용하여 전지의 열화 특성을 억제하는 것을 특징으로 한다.

3.5.1. ABA (코발트 대체기술 단일성분계)의 개량특허 확보전략
기술흐름도상 합성과 코팅 관련 특허가 가장 많긴 하나 중요도가 다른 공정(도핑이나 조성 특정)에 비해 떨어진다. 도핑과 조성 특정 관련 특허에는 핵심특허가 포함되어 있어, 기술적 중요도가 높으나 다른 주요특허가 없어 기술발전흐름을 파악하는데 상당한 어려움이 있어 ABA 분야에서 개량특허를 확보하기가 쉽지 않다고 할 수 있다.

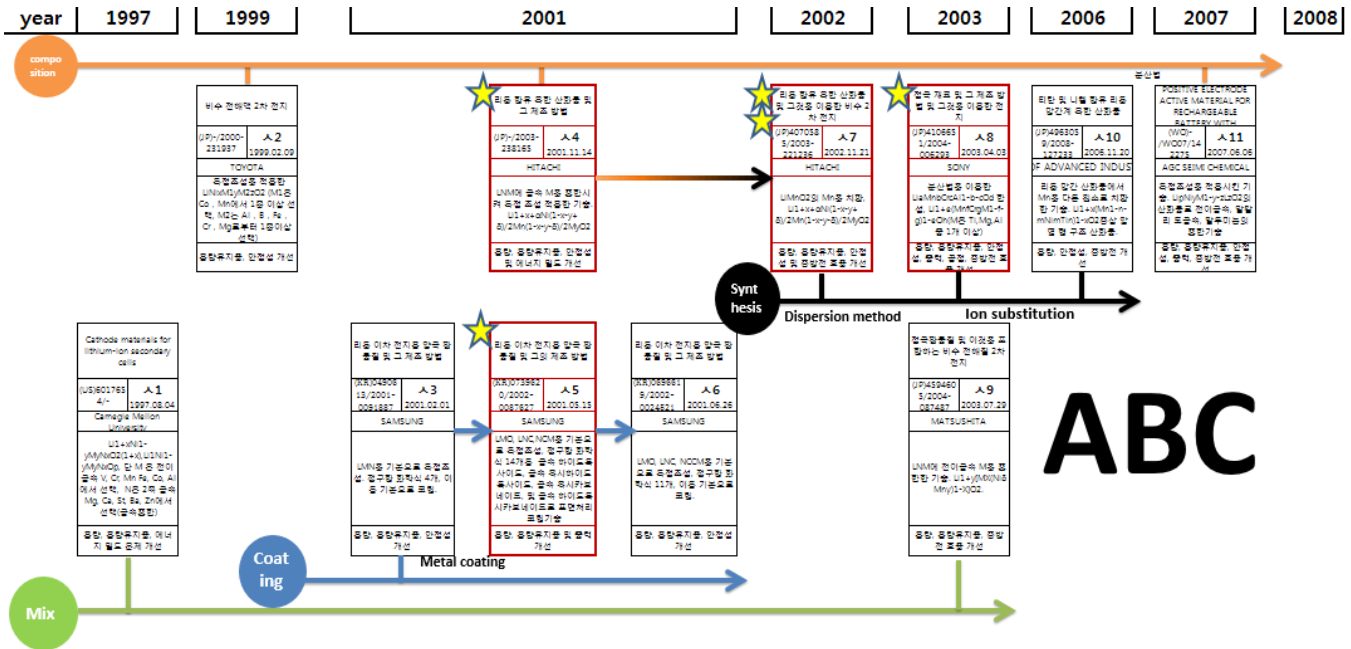


Figure 9. The flow chart of the composition ABC.

3.6. ABB (코발트 대체기술 2성분계) 분야의 기술발전흐름도 및 분석

ABB에서 1991년에 출원된 기술적 핵심특허를 필두로 하여 1990년대 초기부터 2000년대 초반까지 합성 공정에 기반을 둔 특허들이 다수 출원되었으며, 2000년대 중반 이후 그 건수가 줄었지만 꾸준히 출원되고 있는 경향을 보인다. 1999년부터 조성 특정을 이용한 주요특허들이 출원되고 있고 2001년에 기술적으로 중요한 핵심특허가 출원됐고 그 이후 현재까지도 지속적인 출원 경향을 보인다. 혼합 관련 특허출원은 2000년대 초반에 출원된 이후 2010년까지 오랜 기간 공백을 보이고 있고, 코팅 공정의 경우 2000년대 초반부터 지속적인 출원 경향을 보이지만 그 건수에 비해 기술 중요도가 높은 핵심특허는 없다. 도핑관련 공정은 2000년대 초반에만 출원 경향을 보이고 더 이상의 출원이 되고 있지 않는다. 출원인과 관련하여 일본과 미국에서 다수 출원이 되었지만 출원인은 우리나라와 일본이 주를 이루고 있다.

Figure 8에서와 같이 분석 결과에 따르면, 1992년 MATSUSHITA의 JP 3334179/1994-096768은 리튬 니켈 복합 산화물의 합성방법에서 활물질의 결정체가 공간군 R-3m에 귀속하는 충상의 결정구조에서 전부를 차지할 수 있으면 충·방전 용량을 최대로 얻을 수 있지만 압연 구조 영역이 생겨 공간이 흐트러지는 문제점을 해결하는 것을 특징으로 한다. 2001년 3M의 US 6,964,828/20030027048은 100회의 완전 충·방전 사이클에 대하여 사이클 처리 시 스피넬 결정 구조체로 상변환되지 않는 결정 구조체를 갖는 리튬 이온 배터리용 양극 기술을 특징으로 한다.

3.6.1. ABB (코발트 대체기술 2성분계)의 개량특허 확보전략

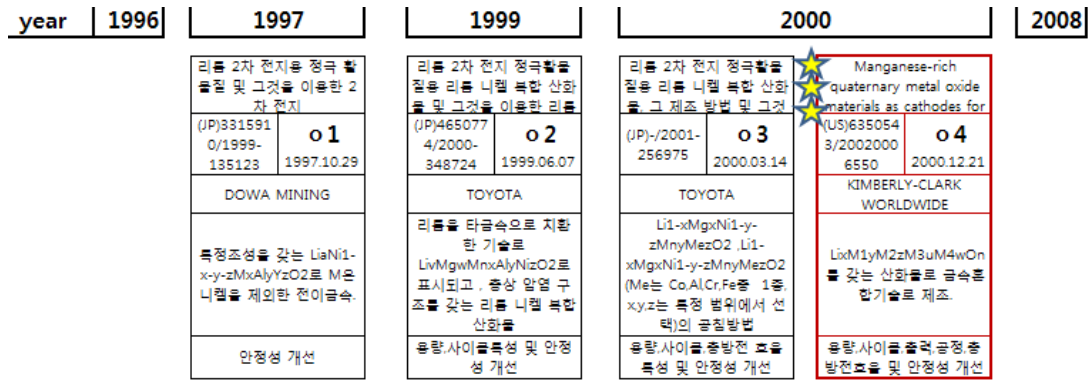
ABB 분야에서는 조성 특정, 합성 공정에 관한 특허들이 다수 출원되었다. 기술발전흐름도상 해당 계열의 주요특허들은 공통적으로 공백기를 가지고 있지만 계속해서 출원이 되고 있다. 조성 특정에서 눈여겨 볼만한 핵심특허로는 3M의 US 6,964,828/20030027048가 있다. 본 특허는 화학식 $Li[M_{1-x}Mn_x]O_2$ 을 가지며, 여기서 $0 < x < 1$ 이고,

M1은 크롬 이외의 금속 원소인 리튬이온배터리용 양극 조성물로서 1 이상의 금속 원소를 나타내며, 양극 조성물은 리튬이온배터리에 혼입하고, 30 mA/g의 방전 전류를 사용하여 130 mAh/g의 최종 용량 및 30 °C에서 100회의 완전 충·방전 사이클에 대하여 스피넬 결정 구조체로 상변환 되지 않는 O₃ 결정 구조체를 갖는 단일상 형태로 제조되며, 종래의 조성물보다는 용량, 용량 유지율 및 안정성을 크게 개선한 특징을 나타내었다. 향후 개량특허는 위 특허에서 청구된 금속 M1이나 x값을 실험을 통해 크롬 이외에 다른 금속으로 치환하거나 추가시키거나 다른 조성비율을 적용하여 또 다른 현저한 작용효과를 나타낼 수 있다고 판단하면 획득할 수 있을 것이라고 사료된다.

3.7. ABC (코발트 대체기술 3성분계) 분야의 기술발전흐름도 및 분석

ABC 분야에서는 관련 주요특허의 출원이 전반적으로 꾸준히 이루어지고 있음이 관찰되며, 특히 2000년대 초반에 핵심특허의 분포가 많은 것으로 나타난다. 최근까지 활발한 특허 출원이 되고 있어 기술 발전에 무리 없이 진행될 것으로 예상된다. 하지만 그 출원 건수에 비해 주요특허와 핵심특허의 건수가 상대적으로 적은 것으로 나타난다. 출원인은 주로 일본이 주를 이루고 있으며, 우리나라는 2000년대 초반에 활발히 특허를 출원하다가 현재는 다소 미약한 것으로 확인되었다.

Figure 9에서와 같이 분석 결과에 따르면, 2001년 HITACHI의 JP 2003-238165는 리튬 니켈 망간 산화물에 금속 M (Ti, Cr, Fe, Cu, Zn, Al, Ge, Sn 중 적어도 하나 이상)을 포함하여 구조가 안정적이고, 충·방전의 가역성 및 사이클에 대한 내구성이 우수하며, 체적당의 에너지 밀도가 높은 복합 산화물을 제조하는 기술을 선보였다. 같은 해 SAMSUNG의 KR 0739620/2002-0087627은 리튬 화합물을 포함하는 코어 및 코어 위에 형성된 금속 화합물을 포함하는 표면처리 층으로 이루어지는 리튬이차전지용 양극 활물질 기술을 선보였는데, 이는 리튬 화합물을 금속 유기 용액 또는 금속 수용액으로 코팅하고 코팅된 화합물을 건조하는 공정을 포함하는 리튬이차전지용 양극 활물질을



ABD

Figure 10. The flow chart of the composition ABD.

제조하는 방법으로서 수명, 방전 전위, 전력량 등 전기화학적 특성과 열적 안정성, 생산성이 우수한 것이 그 기술적 특징이다. 2002년 HITACHI의 JP 4070585/2003-221236은 2001년 JP 2003-238165의 특허기술에 합성 방법을 개량한 기술을 선보이면서, 층상의 결정 구조가 안정화되고, 충전성이 높으며, 고온에서의 사이클 내구성이나 고온 저장시 안정성이 우수한 리튬 함유 복합 산화물을 이용한 이차전지를 실현할 수 있도록 하였다. 2003년 SONY의 JP 4106651/2004-006293은 리튬과 망간과 크롬을 티탄, 마그네슘 알루미늄 등을 함유한 복합 산화물을 함유한 양극 재료를 선보였고, 그 기술적 특징은 구조 안정성 및 전지 특성을 향상시킬 수 있는 것이다.

3.7.1. ABC (코발트 대체기술 3성분계)의 개량특허 확보전략

ABC 분야에서는 조성 공정의 특허들이 다수 출원되었으며, 핵심특허 또한 조성공정을 이용한 기술에 많이 분포되어 있어 기술적 중요도가 높다. 특히, 2001년 HITACHI의 JP 4070585/2003-221236은 조성과 합성 공정을 사용하여, 그 기술적 중요도가 꽤 높다고 할 수 있다. 본 특허는 리튬 함유 복합 산화물과 도전제와 바인더를 포함하는 양극 합체를 가지고, 상기 리튬 함유 복합 산화물이 일반식 $Li_{(1+x+\alpha)}Ni_{(1-x-y+\delta)}Mn_{(1-x-y-\delta)}O_2$ (단, $0 \leq x \leq 0.05$, $-0.05 \leq x + \alpha \leq 0.05$, $0 \leq y \leq 0.4$, $-0.1 \leq \delta \leq 0.1$ 이고, M은 Mg, Ti, Cr, Fe, Co, Cu, Zn, Al, Ge, Sn 중 선택되는 1종 이상), 양극재의 입자 크기, 중량이 전체의 10~40%인 것을 특징으로 하는 전지용 양극재를 제조하고, 이를 통해 기존의 전지보다 용량, 용량유지율, 안정성을 크게 개선했다. 향후 개량특허는 위 특허에서 청구된 금속군 M이나 x, a, y, δ 값을 실험을 통해 다른 금속으로 치환, 추가시키거나 다른 조성 비율을 적용하여 또 다른 현저한 작용효과를 나타낼 수 있다고 한다. 면 충분히 획득할 수 있을 것이라고 사료된다.

3.8. ABD (코발트 대체기술 다성분계) 분야의 기술발전흐름도 및 분석

ABD 분야의 기술은 출원된 특허수가 적어 정량·정성적으로 분석하기 어렵기 때문에 간단한 동향 파악을 하여야 한다. 주로 1990년대 후반과 2000년대 초반에 출원이 됐으며, 출원인의 국적별로 분석해보면, 미국과 일본에 의한 특허출원이 주를 이루고 있다. 기존 활물질에 금속이나 불순물을 첨가하여 혼합한 기술에 대해 연구가 진행되었

고, 핵심특허가 있지만 후속특허가 나오지 않아 현재는 기술발전이 없다. 이 분야는 개량기술에 의한 새로운 물질을 개발할 필요가 있는 분야로 예상된다.

Figure 10에서와 같이 분석 결과에 따르면, 주요특허로는 DOWA MINING의 JP 3315910/1999-135123, TOYOTA의 JP 4650774/2000-348724, JP 2001-256975, KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE의 US 6,350,543/20020006550가 있다. 2000년 KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE의 US 6,350,543/20020006550은 $Li_xM_1yM_2zM_3uM_4wO_n$ 을 갖는 산화물로 4개의 다른 금속의 염들을 액체 용매 중에서 혼합하여 용액을 형성하고, 이 용액으로부터 4개의 금속의 균질 혼합물을 침전시켜 리튬을 첨가하는 기술에 관한 것으로서, 신규 양극 활물질 제조방법에 관한 기술을 선보였다.

3.8.1. ABD (코발트 대체기술 다성분계)의 개량특허 확보전략 제시

ABD 분야에서는 중요특허가 포함되어 있으나 기술흐름도상 개체 특허수가 너무 적어 기술 흐름을 읽기 어려워 개량하는데 어려움이 있어 ABD 분야에서의 개량특허 확보전략은 제시하지 않는다.

3.9. BA (스피넬-층상 구조 혼합) 분야의 기술발전흐름도 및 분석

BA 분야는 1993년부터 특허가 출원되었으나, 1998년 이후 점차 상승폭이 증가하여 2005년에 다수의 특허가 출원되었다. 이후 특허출원 건수가 감소하여 공백기가 있었으나, 최근에 다시 꾸준히 연구개발이 진행되고 있다. 주요특허는 1999년과 2001년 사이에 다수 출원 건수가 분포되어 있으며 기존의 방식에서 보다 진보한 코어-셸 구조의 등장도 눈여겨볼 만하다. 그러나 이후 코어-셸 구조를 다루는 주요 특허 건수는 상대적으로 적게 관찰이 된다.

3.9.1. BA (구조 혼합기술, 스피넬-층상 구조 혼합)의 개량특허 확보 전략

스피넬-층상 구조 혼합에서 대부분의 기술은 코팅을 통하여 양극재를 제조한다. Figure 11에서와 같이 눈여겨볼 만한 특허로는 LG의 KR 0595897/2006-0044953이 있는데, 본 특허는 대표 청구항에 스피넬 구조를 가지며 하기 화학식 (1)의 리튬 망간-금속 복합 산화물(A)과 층상 구조를 가지며 하기 화학식 (2)의 리튬 니켈-망간-코발트 복합 산화물(B)을 포함하는 것으로 구성되어 있는 이차전지용 양극활 물질

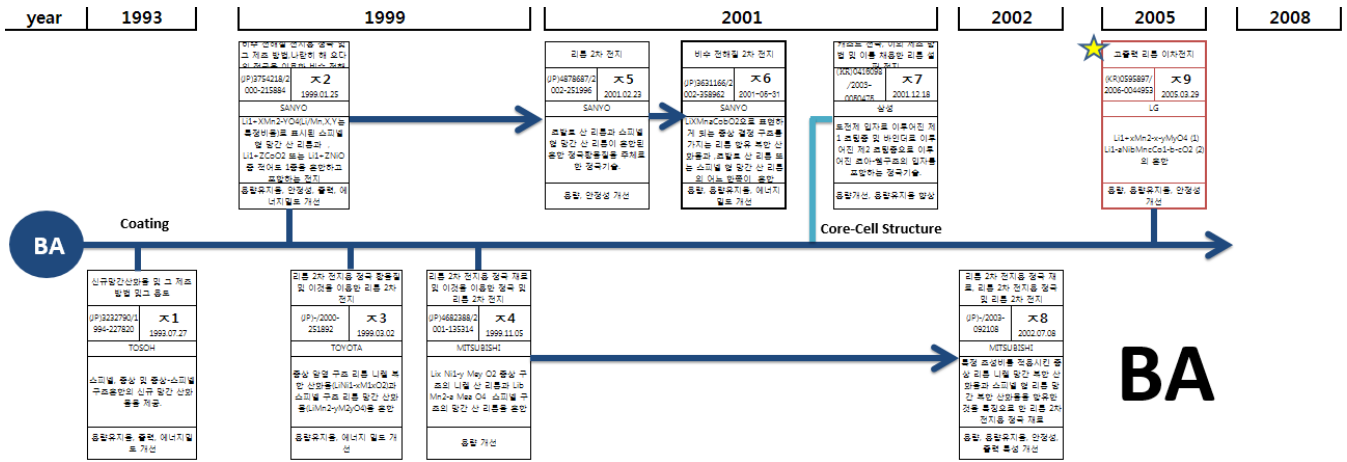


Figure 11. The flow chart of the composition BA.

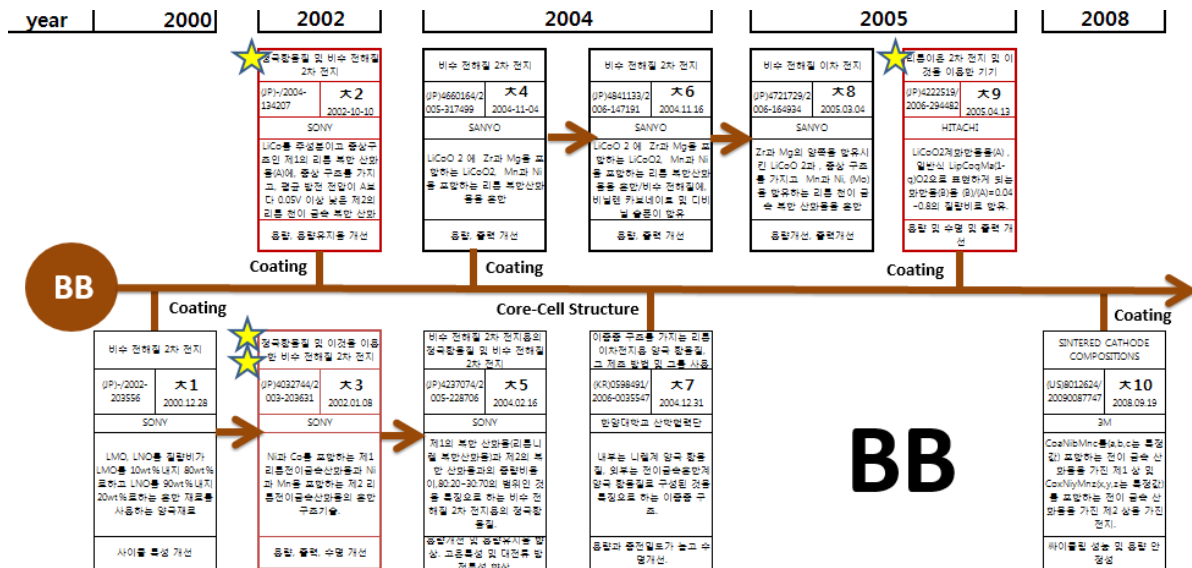


Figure 12. The flow chart of the composition BB.

($\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x-y}\text{M}_y\text{O}_4 \cdots (1)$, $\text{Li}_{1-a}\text{M}_b\text{Ni}_b\text{M}_c\text{Co}_{1-b-c}\text{O}_2 \cdots (2)$, 상기 식에서, $0 < x < 0.2$; $0 < y < 0.1$; M은 Al, Mg, Ni, Co, Fe, Ti, V, Zr 및 Zn로 이루어지는 군에서 선택된 1종 이상의 원소이고; $-0.1 \leq a \leq 0.1$; $0.3 < b < 0.5$; 및 $0.3 < c < 0.5$ 이다)이라 명시되어 있으며 이를 통해 기존의 전지보다 대전류로 충전과 방전을 반복하여도 상온 및 고온에서 긴 수명을 가지며 우수한 안전성을 나타내는 비수계 전해질의 고효율 리튬이차전지를 제공한다. 개량특허는 위 청구항에 명시된 M에 사용되는 금속군을 대체한다거나 x, y 값을 대체하는 방법이 있고 사용되는 층상구조 리튬 산화물과 스피넬형 리튬 산화물의 조성식을 바꾸는 방법 등으로 확보할 수 있을 것이라 사료된다.

3.10. BB (층상-층상구조 혼합) 분야의 기술발전흐름도 분석

BB 분야는 비교적 다른 특허에 비해 최근에 출원되기 시작한 것으로, 2000년부터 출원되기 시작하여 최근까지 상승세를 보이며 꾸준한 연구개발 중인 분야이다. BA구조에 비해 특허 건수도 많고, 핵심특허도 다수 관찰이 되며 전체 특허 중에서는 2005년에 특허가 다수 출원

되었다. 2002년과 2005년에서 핵심특허를 발견할 수 있으며, 일본의 SANYO와 SONY의 지속적인 특허출원이 이루어지고 있다.

3.10.1. BB (구조 혼합기술, 층상-층상' 구조 혼합)의 개량특허 확보 전략

층상-층상' 구조 혼합 역시 다른 리튬 복합 산화물을 혼합하여 금속 박에 코팅하는 방법으로 제조하는 특허가 대부분을 이룬다. SONY와 SANYO의 특허가 대부분인데 이 중 눈여겨볼 만한 핵심특허로는 Figure 12에서와 같이 SONY의 JP 4032744/2003-203631로서, 층상 구조의 제1의 리튬 전이 금속 복합 산화물로 구성된 제1의 양극 재료와, 층상 구조의 제2의 리튬 전이 금속 복합 산화물로 구성된 제2의 양극 재료의 혼합물을 양극으로 가지는 것을 특징으로 하는 양극 활물질에 관한 것으로, 기존의 기술보다 고용량화 및 충·방전 사이클 특성의 향상을 목표로 개발되었다. 개량특허의 경우는 특허에 명시된 리튬 복합 산화물의 조성 성분이나, 사용되는 조성비율 등을 달리 변경함으로써 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

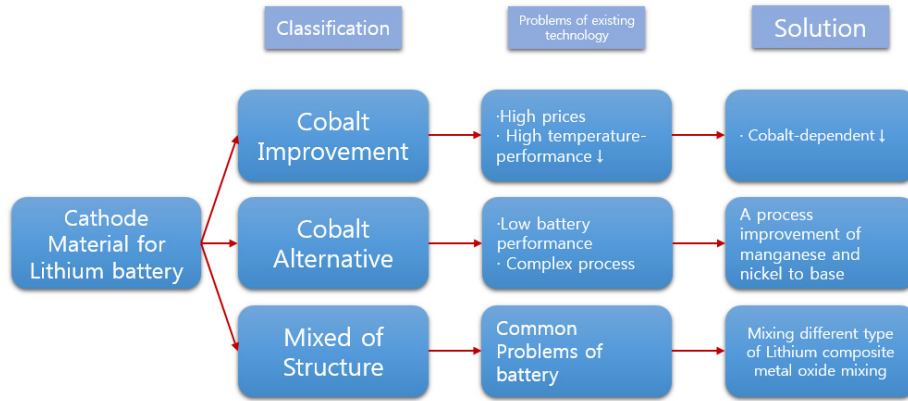


Figure 13. The patent analysis conclusion.

4. 결론 및 차별화 전략

리튬이차전지 양극 활물질 특허에 관한 정성분석의 결과를 Figure 13에 나타난 바와 같이, 코발트 개량기술, 코발트 대체기술, 구조 혼합 기술 등으로 세분하여 다음과 같이 논의하고자 한다.

4.1. 코발트 개량기술

리튬이차전지 양극 활물질에서 코발트는 가격이 고가지만 여전히 매력적인 물질이다. 본 연구와 함께 제출된 특허정량분석 결과, 리튬이차전지 양극 활물질에 관하여 2000년 초 꾸준한 연구개발이 진행되었지만, 코발트 원자재 가격 상승으로 인해 관련특허의 출원이 급감하였다. 하지만 이후 코발트 가격이 다시 안정된 뒤, 원래 추세로 돌아간 것으로 보아, 여전히 코발트에 대한 개량 기술이 다른 금속에 비해 우위를 점하고 있다고 할 것이다.

코발트를 포함하는 리튬이차전지는 기본적으로 전지의 특성이 우수하지만 고온에서의 전지 특성이 저하가 되는 문제가 있다. 이에 대한 해결책으로 도핑, 조성, 코팅 공정 등을 사용한다.

개량특허를 확보한다면 이들 공정들을 활용하되, 기술발전흐름도상 후속 특허가 나오지 않는 AAA(코발트 개량기술 단일성분계) 분야 또는, 개체수가 적어 흐름을 읽기가 어렵고, 관련지어 개량특허를 확보하기 어려운 AAD(코발트 개량기술 다성분계) 분야를 사용하되, 세부기술별 출원인 정량분석이나, 요소별 기술의 세부기술별 공정, 기술발전흐름도 관찰 결과 대부분의 기업들이 연구 및 투자하고 있는 분야인 AAB(코발트 개량기술 2성분계) 분야, AAC(코발트 개량기술 3성분계) 분야에서 개량특허를 확보하는 것이 보다 효과적이라 사료된다.

4.2. 코발트 대체기술

리튬이차전지 양극 활물질의 연구개발이 꾸준히 이루어짐에 따라 그 제조방법이 용이해지고 과거에 비해 손쉬워졌으나, 여전히 코발트 개량기술에 비해 어려움이 있다. 그러나 코발트에 비해 가격이 저렴하고 원자재 확보가 용이하다는 점은 이윤을 추구하는 기업의 입장에서 선 충분히 매력적이다.

본 연구와 함께 제출된 특허정량분석 결과, 코발트 가격이 상승한 2000년에 특허 건수가 급증하였으나 이후 가격이 안정됨에 따라 그 특허 건수가 감소되었다. 하지만 코발트의 한정된 자원과 저렴한 공정의 장점으로 인해 본 분야는 미래유망기술로 적합하여 특허가 꾸준

히 출원되고 있다.

단점으로 코발트를 사용하는 전지에 비해 안정성, 용량, 사이클 특성 등 전지의 기본적인 특성이 떨어지는데, 이를 해결하기 위해 단일로 사용할 시에 구조적으로 불안하지만, 출력이 우수한 망간이나 용량 확보가 용이한 니켈을 기본적으로 사용하되, 이외에 추가적인 전이금속을 혼합, 치환하여 안정성을 보완하는 것이 좋다. 제조 방법은 코팅, 조성, 도핑, 합성 공정 등이 골고루 사용된다.

특허정량분석의 결과로 코발트 개량기술이 우위를 점하고 있는 지금, 대체기술에서 개량특허를 확보하는 것은 다소 비효율적일 수 있으나, 미래기술로서는 투자할 만하다고 사료된다. 세부기술별 출원인 정량분석이나, 요소별 기술의 세부기술별 공정, 기술발전흐름도의 관찰 결과, 2성분계에서는 조성, 합성, 코팅 공정을 사용하는 분야 및 3성분계에서는 조성, 합성 공정을 관련하여 개량특허를 확보할 수 있을 것이라 사료된다.

4.3. 구조 혼합 기술

구조·조성이 다른 리튬 복합 산화물을 섞어 원하는 특성을 얻을 수 있는 기술로, 본 연구와 함께 제출된 특허정량분석결과를 보면, 코발트 대체기술이나 코발트 개량기술에 비해 특허출원 건수가 적지만, 최근까지 꾸준히 연구개발이 되는 분야이다. 다른 기술들은 우리나라, 미국, 일본의 특허 출원의 점유율이 크게 차이나지 않는 편이나, 구조 혼합 기술은 일본이 다수의 특허를 보유하고 있고, 특히 SANYO와 SONY가 전체 대비 각각 34.5%와 17.5%를 차지하고 있어 주요특허 및 핵심특허를 대부분 가지고 있다고 할 수 있다.

대부분의 특허들은 두 복합 산화물을 결합체로 혼합시키고 용매에 녹여 알루미늄박에 코팅을 하는 기술이며, 일부 특허들은 핵과 껍질이 다른 구조를 이루는 코어-셸 구조를 채택하고 있다. 코팅의 경우 니켈과 코발트를 사용하는 복합 산화물을 중량비로 혼합하는 SONY의 특허 JP-4237074, HITACHI의 특허 JP-4222519와 코발트와 니켈을 제외한 전해질이나 산화물에 첨가되는 금속을 바꾸는 SANYO의 특허 JP-4721729가 대표적이다. 개량특허는 이와 같이 중량비를 달리 하거나 산화물에 추가적으로 첨가되는 금속 원소를 연구하여 확보할 수 있다고 사료된다.

비록 특허 확보에 다소 어려움이 따르겠지만, 구조 혼합 기술은 코발트 개량기술이나 대체기술을 차별화하기보다는 상호 보완하는 기술이기 때문에 투자가치가 높을 것으로 예상된다. 이에 리튬 코발트 개량기술이나 대체기술보다 구조 혼합 기술의 개량특허를 확보하는

것이 더 효과적이라고 사료된다. 개량특허 확보는 일본 기업이 선점을 하고 있어, 국내업체들이 본 기술 분야에 대해 사업전개를 한다면, 현재 선점하고 있는 SANYO나 SONY와 제휴하여 공동연구개발을 협력, 모색하는 방안도 제시해 본다.

최종적으로 모든 분석으로부터, 본 기술 분야에 대한 연구개발에 있어서는 그동안 일본 기업들이 주도해 왔음을 알 수 있으며, 본 기술 분야에 대한 연구개발 수행 시에는 해외 선행특허들에 대한 지속적인 모니터링이 필요하며, 특히 일본의 특허들을 참조하여 연구개발을 진행하되, 그 특허들의 권리범위를 회피하여 설계할 필요가 있을 것으로 사료된다. 이를 기반으로 우리나라 기업들의 독창적인 기술력 확보에 대한 필요성이 요구된다.

References

1. Z. Ogumi, *Lithium Secondary Batteries*, **9**, 20-33, A-Jin, Seoul, Korea (2010).
2. S. Pyun, *Fundamentals and Practice of Battery*, 261-289 Cheong Moon Gak, Paju, Korea (2003).
3. J. Park, *Principles and Applications of Lithium Secondary Batteries*, 2-109, 414-457, Hongrung publishing company, Seoul, Korea (2010).
4. S. Shuichi, *Material Technologies for Large-Scale Lithium-Battery*, 148-170, Dasom, Busan, Korea (2012).
5. B. Kim, Y. Lim, and C.-T. Lee, Quantitative Analysis of Patents Concerning Cathode Active Materials for Lithium-Ion Secondary Batteries Based on Layer Structure, *Appl. Chem. Eng.*, **26**, 287-293 (2015).
6. Y. H. Kim, *Studies on Factors for Selection of Valid Patent*, MS Dissertation, Hongik University, Seoul, Korea (2011).