

특허정보분석과 시나리오 플래닝을 이용한 미래기술전략의 수립: 연료전지의 사례를 중심으로*

Planning Future Technology Strategies Using Patent Information Analysis and Scenario Planning: The Case of Fuel Cells

윤장혁** · 최성철***

Jang-Hyeok Yoon · Sung-Chul Choi

차 례

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. 서론 | 6. 정성분석 |
| 2. 이론적 배경 | 7. 미래기술전략 제시 |
| 3. 연구 프레임워크 | 8. 결론 및 추후연구 |
| 4. 분석자료 | · 참고문헌 |
| 5. 정량분석 | |

초 록

특허는 신뢰성 있는 최신 기술의 보고이며, 따라서 특허분석은 기술발전의 현황 파악 및 기술전략의 수립을 위한 필수적인 단계로 인식된다. 비록 다양한 특허분석 연구 및 보고서들이 발표되어 왔으나, 특허분석 결과를 기반으로 기업 또는 국가관점에서의 불확실한 미래에 대응하기 위한 기술전략을 제시하는 실제적인 연구사례는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 특허분석에 따른 미래기술전략수립 사례연구의 제시를 목적으로 하며, 이를 위해 중장기적 미래분석기법 중의 하나인 시나리오 플래닝을 접목한 미래기술전략 수립절차를 제시한다. 사례연구에서는 차세대 에너지원 중의 하나인 고분자 전해질 연료전지와 관련된 특허들을 활용하여 해당 기술과 관련된 미래 시나리오 별 대응전략을 수립한다. 본 연구의 방법 및 사례연구는 중장기 기술전략 수립 프로세스에서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

키 워 드

시나리오 플래닝, 특허분석, 미래전략, 기술전략, 연료전지

* 본 연구는 특허청 주관 공모전 "캠퍼스 특허전략 유니버시아드"에서 2009년도에 대상(지식경제부장관상)을 수상한 저자의 출판작 "고분자 전해질 연료전지의 특허정보 조사 및 미래기술전략 제시"를 심화·발전시킨 것임.

** 건국대학교 산업공학과 조교수 (제1저자)

(Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Konkuk University, janghyoon@konkuk.ac.kr)

*** 삼성종합기술원 기술전략그룹 (교신저자)

(Samsung Advanced Institute of Technology, blissray@gmail.com)

• 논문접수일자: 2011년 7월 27일

• 최종심사(수정)일자: 2011년 10월 3일

• 게재확정일자: 2012년 2월 18일

ABSTRACT

Patents are an up-to-date and reliable source of technological knowledge, and thus patent analysis has been considered to be a necessary step for identifying evolving technological trends and planning technology strategies. Although there exist many research papers and technical reports concerning patent analysis, few empirical studies on planning technology strategies for uncertain futures from a national or company perspective have been rarely conducted. Therefore, this paper aims presenting a procedure and its practical case of planning future technology strategies by incorporating patent analysis and scenario planning. Using patents related to polymer electrolyte membrane fuel cells, this paper developed technology strategies corresponding to future scenarios. We expect that the proposed method and case study can assist knowledge services of experts in the long-term technology strategy planning process.

KEYWORDS

Scenario Planning, Patent Analysis, Future Strategy, Technology Strategy, Fuel Cell

1. 서 론

특허는 기술의 발전 및 변화 양상을 반영하는 신뢰성 있는 최신 보고이며, 따라서 특허분석은 기술동향 분석과 기술기획 프로세스에 필수적인 활동으로 인식된다(윤장혁, 김광수 2011a). 특허에는 세상에 알려지지 않은 기술 지식의 70% 이상이 담겨 있는 것으로 알려져 있는데(신승후, 현병환 2008), 이는 역으로 특허분석의 과정 없이는 우수한 기술기획이 불가능하다는 뜻으로 이해될 수 있다. 특허의 이 같은 특징으로 인해 지금까지 다양한 연구들이 특허 네트워크(Yoon and Park 2004; Yoon and Kim 2011), 특허맵(Lee, Yoon, and Park 2009; Yoon, Yoon, and Park 2002; 윤장혁, 김광수 2011a)을 활용하여 기술동향 및 기술

개발기회를 분석하는 방법들을 제시하였다. 또한 R&D 특허센터나 특허청과 같은 국내 특허 전문기관들은 다양한 산업분야의 특허동향 분석 보고서를 제공하고 있으며, 생명공학정책연구센터나 한국화학연구원과 같은 국내 연구기관들은 연구 분야에 따른 특허기술개발 동향에 관련된 분석결과를 제공해왔다.

하지만, 이처럼 다양한 특허분석관련 보고서 및 연구방법들이 제시되고 있는 반면에, 연구기관의 보고서들의 경우 대부분이 특허분석을 통한 출원동향, 핵심기술의 도출에 치우쳐 있으며, 연구논문들의 경우에는 외부환경의 요소의 영향을 배제한 채 기술적 관점으로만 기술기회를 도출하거나 기술전략을 수립하는 경향이 있다. 그러나 불확실한 최근의 비즈니스 환경에서는 리스크를 줄이고 기술기회를 획득

하는 것이 기술전략의 본질이다. 따라서 기업이나 국가의 관점에서 불확실한 미래에 대응할 수 있는 기술전략을 수립하는 것은 매우 중요한 일이다. 이러한 중요성에도 불구하고, 저자의 조사에 따르면 특허분석을 기반으로 미래기술전략 수립의 과정이 연계되어 있는 실증적인 연구사례는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 특허분석 결과와 시나리오 플래닝 기법을 활용하여 미래에 발생할 수 있는 불확실한 미래들에 대응할 수 있는 기업 또는 국가 차원의 미래기술전략을 제시하기 위한 프로시저를 제시하고 차세대 에너지 지원 중의 하나인 고분자 전해질 연료전지와 관련된 특허들을 활용하여 사례연구를 수행하였다. 특히 불확실한 중장기적인 미래에 대응하는 기술전략을 수립하기 위한 도구로 시나리오 플래닝(Scenario Planning)을 이용한다. 전통적으로 적용되던 전략적 의사결정도구들은 다양한 수준의 불확실성 문제들에 있어서 올바른 전략적 판단을 내리는데 부족함이 지적된바 있는데(Courtney et al. 1999), 시나리오 플래닝은 비즈니스 환경의 불확실성 속에서 기업에게 중장기적인 전망을 가능하게 해주는 도구로서 기업이 처한 시장과 산업의 환경변화에 대한 이해와 대응을 지원한다(Schoemaker 1995; Schwartz 1996).

본 연구는 특허분석 결과와 시나리오 플래닝을 연계하여 기업 또는 국가적 차원에서의 미래 시나리오에 따른 중장기 미래대응전략 수립을 위한 프로시저를 제시하고 그에 따른 실제

적인 사례연구를 수행했다는 측면에서 의의가 있다. 또한 특허분석을 기반으로 하는 미래전략수립에 관련된 심도 있는 실제적인 연구결과가 아직 미흡하므로, 본 연구의 사례연구는 중장기 기술전략 수립 프로세스에서 기술전략 전문가들이 참고할 수 있는 일례가 될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 2장에서는 본 연구의 이론적 배경을 설명하고, 3장에서는 미래기술전략 수립을 위한 연구절차를 제시한다. 4장에서는 연구방법의 적용을 위한 분석 자료에 대해 설명하고, 5장에서는 특허정보의 정량적 분석, 6장에서는 정성적 분석을 수행한다. 7장에서는 시나리오 플래닝을 접목하여 미래기술전략을 제시하며, 마지막 8장에서는 논문을 마무리한다.

2. 이론적 배경

본 연구는 특허분석 결과와 시나리오 플래닝을 접목하여 미래기술전략을 수립한다. 따라서 본 장에서는 정량적 특허분석 방법 중의 하나인 인용정보 기반의 특허지표와 미래대비 경영기법 중의 하나인 시나리오 플래닝에 대해서 서술한다.

2.1 서지정보를 활용한 특허지표

특허의 서지사항에는 특허의 출원/등록번호, 출원/등록날짜, 출원인, 발명자, 인용관계

의 논문 또는 특허, 특허패밀리 등과 같이 특허와 관련된 다양한 정보가 포함된다. 이러한 서지정보에 기반한 특허지표는 객관적이고 자동화된 산출이 용이하다는 점에서 널리 활용되어 왔다. 수많은 서지정보 기반의 특허지표들이 개발되어 활용되어 왔지만, 본 연구의 정량적 특허분석 과정에서 활용된 특허지표들을 중심으로 그 개념에 대해서 살펴본다.

먼저, 인용정보 기반의 특허지표는 특허분석에서 가장 널리 사용되어온 것으로, 다른 많은 후발특허들에 의해 인용된 특허는 다른 특허들의 개발에 있어 영향을 끼친다는 가정에 기반한다(Albert et al. 1991). 따라서 특허인용관계는 특허들 간의 상호 연관성뿐만 아니라 기술적 중요성을 가늠하는데 이용이 된다. 발명자가 기존 특허들을 인용하는 의도에 대한 세부적 증거의 부족에도 불구하고, 특허의 인용된 횟수와 기술적 중요성 간에 양의 상관관계가 있다는 것은 몇몇 연구를 통해 증명된 바 있다(Albert et al. 1991; Narin 1994). 대표적으로 사용되는 인용정보 기반의 특허지표로는 인용빈도(Cites Per Patent: CPP), 출원인 현재영향지수(Current Impact Index: CII), 출원인 기술강도(Technological Strength: TS)와 같이 기술의 질적 우수성 및 출원인의 기술역량을 평가하기 위한 지표들이 있다. CPP는 한 특허가 후발특허에 의해 인용된 횟수로서 개별특허의 영향력을 의미하고, 출원인 CII는 경쟁자 대비 출원인이 보유하고 있는 특허들의 최근 5년간 평균 인용횟수로 정의되며, 출원인

TS는 출원인 CII에 출원인이 보유하고 있는 특허등록 건수를 곱한 것으로 출원인의 기술적 역량을 질적, 양적으로 평가한다(Kayal and Waters 2002). 이러한 인용기반의 지표들은 기업의 기술역량에 대한 분석, 기업전략의 분석, 연구결과에 대한 성과평가의 목적에 활용된 바 있다(Narin and Noma 1985; Narin and Noma 1987; 김성호, 곽수환, 강민철 2005).

인용관계의 정도를 이용하면, 핵심특허일 가능성이 높은 특허들을 정량적인 방법으로 찾아내는 것도 가능하다. 특허가 후방인용(Forward Citation)이 많다는 것은 다른 특허들이 그 특허를 많이 참고하여 개발되었다는 의미로 이해될 수 있으며 따라서 원천특허일 가능성이 높음을 의미한다. 반면, 어떤 특허가 전방인용(Backward Citation)이 많다는 것은 다른 특허들의 내용을 많이 참고하고 그 특허가 개발되었다는 의미로 이해될 수 있으며, 따라서 그 특허는 기존의 방법들 보다 진보된 방법일 가능성이 높다고 볼 수 있다(윤장혁, 김광수 2011b).

다음으로 시장확보지수를 측정하기 위해, 특허패밀리 수(Patent Family Size)가 본 연구에서 활용된다. 패밀리 특허는 하나의 특허출원과 관련한 모든 특허 및 특허출원을 의미한다. 특허는 각 국가의 영토 내에서만 특허권의 효력이 미치기 때문에 특허권자는 권리를 받고자 하는 모든 나라에 출원을 하여 등록을 받아야 한다. 즉, 해외에서 발명을 보호 받기 위해서는 막대한 비용이 소모되므로 특정 특허의 패밀리 특허를 이루는 국가 수가 많다는 것

은 그만큼 그 특허가 시장가치가 있고 중요하다는 것을 반영한다고 볼 수 있다(박검진, 김병근 2009).

2.2 시나리오 플래닝

시나리오는 미래에 발생할 수 있는 여러 상황을 의미하며, 현재에서 미래시점까지의 경로를 서술하는 이야기, 이미지, 또는 지도로 표현되어 무언가를 미래에 결정하기 위해서 미래에 나타날 여러 가지 상황들이 어떻게 펼쳐질지를 알게 해준다(Schwartz 1998). 시나리오는 미래의 이야기로서 미래를 다루는 행위에 모두 사용될 수 있으며, 따라서 경영전략적 측면에서 보면 시나리오 플래닝이란 의미 있는 시나리오를 고르고 그에 따른 대응전략을 모색하는 일련의 과정이라고 할 수 있다(유정식 2009).

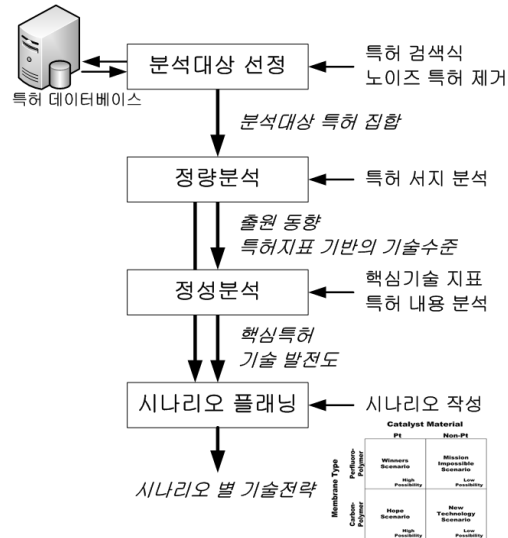
시나리오를 도출하는 방법은 크게 시나리오를 도출하는 시간적 방향에 따라 Future backward 방법과 Future forward 방법으로 구분된다(Othman 2008). 재구성법이라고도 불리는 Future backward 방법은 미래의 한 시점에 특정 사건(Wild card)이 일어난다는 것을 가정하고, 그 사건이 일어나기 위해서는 사전에 어떠한 조건들이 형성되어야 하는지를 역추적한 결과와 현재의 상황을 비교하여 해당 미래에 그 사건이 일어날 지를 판단하는 방법이다. Future backward 방법과는 달리 Future forward는 현재의 불확실성을 바탕으로 다양한 미래의 모습을 찾아가는 방법으로 진정한

시나리오 플래닝의 방법이라 볼 수 있다. 따라서 Future forward 방식을 활용한 시나리오 플래닝은 미래에 예상되는 여러 가지 시나리오를 도출하고, 시나리오별 전략적 대안을 미리 수립하게 된다. 이는 1) 기업이 당면한 이슈 도출, 2) 이슈별로 의사결정에 영향을 미치는 요소, 3) 각 요소에 영향을 미치는 변화요인 선정, 4) 시나리오 여러 개의 조합, 5) 각각의 대응전략 수립, 6) 시나리오 전개과정 모니터링 등 총 6단계로 전개된다(유정식 2009).

이러한 시나리오 플래닝은 기술교육의 미래 전망(문대영 2007), U-eco City의 미래유망 기술 전망(손영석, 김억 2008), 건설, 게임, 방송, 모바일 산업의 경영전략 수립(Heikkinen, Matuszewski, and Hammainen 2008; 김민관, 한창희 2008; 김상기 등 2008; 김준호, 홍진환 2009)과 같이 불확실한 미래에 대한 전망과 전략수립을 위한 목적으로 다양한 영역에서 활용되어 왔다. 본 연구는 특허의 분석결과와 시나리오 플래닝을 접목하여 특정 기술에 대한 미래전략을 수립하는 절차와 적용사례를 제시한다.

3. 연구 프레임워크

특허분석을 통하여 미래기술전략을 수립하기 위한 본 연구의 절차는 <그림 1>에 정리된 바와 같이 1) 기술의 범위 및 대상의 정의를 통한 분석대상선정, 2) 특허 서지정보를 이용



〈그림 1〉 연구절차도

한 정량분석, 3) 특허의 내용검토를 통한 정성 분석, 그리고 4) 특허분석결과와 시나리오 플래닝에 기반한 미래기술전략 제시의 단계로 구성이 된다.

4. 분석자료

4.1 분석대상 기술의 개요

경제활동에서 발생하는 이산화탄소 배출량을 감축시켜 화석 에너지 고갈과 기후변화 등의 환경 오염문제에 적극적으로 대응할 수 있는 새로운 성장 동력인 저탄소 녹색성장이 전세계적으로 관심을 받고 있다(이지훈 등 2008). 대체 에너지원 중에서 지구상에 자원이 풍부하고 환경 친화적인 수소 에너지 개발에 관한 연구

가 활발히 진행 중인데, 그 중심에 연료전지가 있다(김경호 등 2009). 연료전지는 기존의 발전기술과 달리 연소과정이나 구동장치가 없어 에너지 전환효율이 높을 뿐만 아니라 수소를 연료로 사용하여 환경문제를 유발하지 않는다는 장점을 지닌다(Singhal 2000).

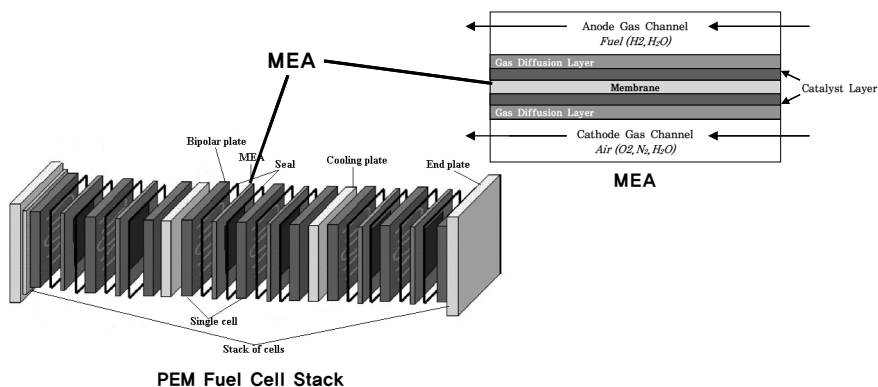
연료전지는 1842년 영국의 물리학자 W.Grove에 의해 최초로 발명되었으나 비슷한 시기에 발명된 증기기관에 비해 전류가 매우 작아 실용화 연구로 연계되지 못했다(심중표 2008). 그 후 Rideal과 Evans에 의해 연료전지에 대한 개념이 정리되고, Bacon에 의해 발전되었다. 1969년 달 탐사선인 아폴로 우주선에 전원 공급장치로 채택되어 실용화가 되기 시작하였다(Hoogers 2003). 연료전지는 작동온도와 전해질에 종류에 따라 고분자 전해질 연료전지(Polymer Electrolyte Membrane Fuel

Cell, PEMFC), 메탄올 직접형 연료전지(Direct Methanol Fuel Cell, DMFC), 인산형 연료전지(Phosphoric Acid Fuel Cell, PAFC) 등으로 구분된다(Carrette, Friedrich, and Stimming 2000). 특히 PEMFC는 수송용이나 가정용으로 주로 사용되어 생활과 밀접한 관계가 있고, 그 변형인 DMFC의 경우 노트북 및 핸드폰 같은 소형 IT 장비에 장착되어 효율성과 시장성이 매우 클 것으로 전망된다(Cropper, Geiger, and Jollie 2004).

PEMFC를 구성하는 핵심 요소인 셀 스택은 <그림 2>와 같이 여러 개의 막-전극 접합체(Membrane Electrode Assembly, MEA) 사이에 분극판(Bipolar Plate)을 설치한 MEA의 집합이다. 따라서 PEMFC 개발에는 MEA에 대한 연구가 중요하다. MEA는 <그림 2>에서 보이듯이 연료극(Anode)과 공기극(Cathode)으로 나뉘어져 있으며, 양극에는 가스 확산층(Gas Diffusion Layer, GDL), 촉매층(Catalyst Layer)이 있고 극과 극 사이에는 전해질 막이 존재

한다.

MEA의 작동 원리는 다음과 같다. 먼저, 천연연가스나 메탄올 등의 연료를 개질기를 통해 수소로 전환시킨다. 다음으로 연료극에는 수소를 투입시키고, 공기극에는 산소를 투입시킨다. 이후 양극간 촉매층 사이에 전해질이 전하이온을 전달하여 양극의 산화-환원 반응에 의해 전류가 발생하고 부산물로 물이 나오게 한다(Pathapati, Xue, and Tang 2005). MEA에서 일어나는 반응에서 전극 촉매는 수소 이온을 발생시키며, 전해질 막은 발생된 수소이온을 연료극에서 산소극까지 전달해주는 역할과 연료가 산소와 직접 섞이지 않도록 하는 격리막 역할을 담당한다(김경호 등 2009). 이러한 MEA 반응을 위하여 촉매층을 포함한 전극 촉매와 이온 교환을 위한 고분자전해질 막에 대한 연구가 중요하며, 현재 연료 전지의 성능향상을 위해 이들 두 기술영역에 대한 연구가 활발하게 수행되고 있다.



<그림 2> PEM fuel cell stack(Mehta and Cooper 2003)과 MEA(Siegel et al. 2003)

4.2 특허데이터 수집

본 논문은 <표 1>과 같이 대상 데이터베이스 및 분석기간을 선정하여 특허를 수집했다. 특히, 미국 특허의 경우 개정법에서 출원 공개 제도를 채택한 관계로 2000년 이전의 특허는 등록특허를, 2000년 이후의 특허들은 출원공개 또는 등록된 특허들에 대해서 중복된 건을 제

외하여 수집했다. 다음으로 <표 2>의 기준으로 특허를 분류하여 셀스택 부분에서 소분류인 전극 촉매와 전해질 막을 중심으로 분석하였다. 또한 <표 3>의 검색식을 이용하여 국문 검색의 경우 한국과 일본의 특허를 검색하였고, 영문 검색의 경우 미국과 유럽 및 일본의 특허를 검색하였다(검색식은 WIPIS의 특허검색식 작성방법에 따라 작성됨). 다음으로 <표 4>의

<표 1> 특허 분석 대상¹⁾

국가	사용 D/B	자료 구분	분석 기간
한국	WIPS D/B (search.wips.co.kr)	공개특허 *미국의 경우 2000년 이전의 특허는 등록특허만 이용	1987.01.01 ~2008.09.31 (출원 및 등록년도)
미국			
일본			
유럽			

<표 2> 분석 대상 기술 분류

대분류	중분류	소분류	세분류
셀스택	PEMFC & DMFC	전극 촉매	양극
			음극
		전해질막	복합 막
			불화수소계 막 탄화수소계 막

<표 3> 고분자 전해질 연료전지 전극촉매 및 전해질막 검색식

기술분류	검색식
전극 촉매	((전극* or 양극 or 음극 or 촉매).ti. and (고분자* or 프로톤* or 플로톤) and ((연료 near 전지) or (연료전지) or (PEMFC or DMFC)) and @AD>=19870101<=20080931) (electrode* or cathode* or anode* or catalyst*).ti. and ((fuel near cell*) or (PEMFC or DMFC)) and (polymer* or proton* or molecule) and @AD>=19870101<=20080931
전해질막	(전해질* or 불소* or 퍼플루오로* or 탄화수소*).ti. and (고분자* or 프로톤* or 플로톤* or 수소 or (아이오노머 or 이오노머 or 막 or 필름 or 필립 or 멤브레인 or 맴브레인)) and ((연료 near 전지) or (연료전지) or (PEMFC or DMFC))and @AD>=19870101<=20080931 (membrane* or (electrolyt* and membrane*) or film).ti. and ((fuel near cell) or (PEMFC or DMFC)) and (polymer* or proton* or molecule or hydrogen* or macromolecule or ionmer) and @AD>=19870101<=20080931

1) 본 연구는 2009년도 캠퍼스 특허전략 유니버시아드 공모전 당시에 사용되었던 특허자료에 기반하였기 때문에, 분석결과는 최근의 특허동향과는 다를 수 있음.

〈표 4〉 유효 데이터 선별을 위한 노이즈 특허 처리 기준

기술분류	처리 기준
전극 촉매	전극 재료, 촉매의 코팅 기술, 순수한 촉매 및 가스 확산 전극과 관련된 기술을 포함 특허가 전해질막, MEA 기술과 함께 전극 촉매를 포함하고 있다면 전극 촉매 기술로 포함 (전해질 막과 중복 분류를 허용함) 막-전극 접합체 (MEA)만을 포함한 기술은 노이즈로 분류 MCFC, SOFC, PAFC 등에만 관련된 전극 촉매 기술일 경우 노이즈 처리
전해질막	불화수소계, 복합막 및 탄화수소계 전해질 막에 대한 기술을 포함 특허가 전극 MEA 기술과 함께 전해질막 기술을 포함하고 있다면 전해질 막 기술로 포함 (전극 촉매와 중복 분류를 허용함) 막-전극 접합체 (MEA)만을 포함한 기술은 노이즈로 분류 MCFC, SOFC, PAFC 등에만 관련된 전해질막 기술일 경우 노이즈로 처리

〈표 5〉 분석데이터 건수

소분류	미국	일본	유럽	한국	계
전극 촉매	380	804	90	133	1,407
전해질막	578	609	192	191	1,570
계	958	1,413	282	324	2,977

노이즈 처리기준을 세워, 특허 초록 및 기술개요에 대한 스크리닝 과정을 거쳐 관련성이 낮은 특허들을 제거하였다. 노이즈 제거 후 최종적인 분석대상 특허건수는 〈표 5〉와 같이 4개국의 특허 데이터베이스에서 총 2,977개였다.

이 가능하다. 다음으로 특허지표 분석은 특허 인용정보 등을 활용하여 특허 영향력 및 국가별 기술력을 파악하고, 핵심특허일 가능성이 높은 특허의 발견에 활용된다.

5. 정량분석

본 단계에서는 수집된 분석대상 특허집합의 서지정보를 활용하여 정량적 특허분석을 실시한다. 정량적 특허분석은 크게 출원동향분석과 특허지표분석으로 나눌 수 있다. 먼저, 출원동향분석을 통해서 국가, 출원인에 따른 연도별 출원정보를 통해 해당 기술과 관련된 거시적인 관점에서의 기술개발 동향에 대한 조망

5.1 전극촉매 및 전해질 막 출원 동향

5.1.1 국가 및 연도별 출원 동향

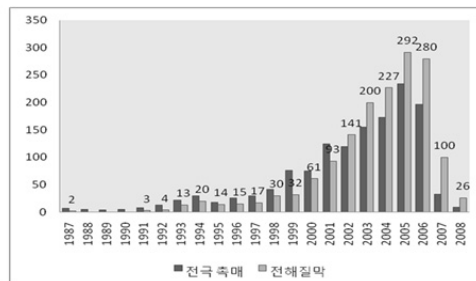
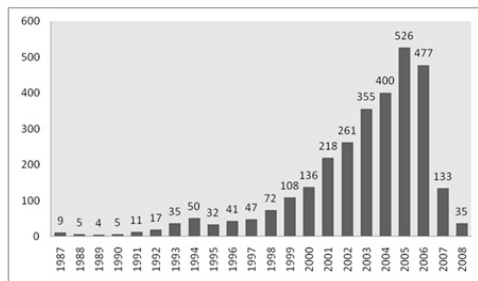
〈그림 3〉의 (A)를 통해 전극 촉매 및 전해질 막의 출원 동향을 보면, 지금까지 발생된 총 특허건수는 2977건으로 2000년대 이후 출원건수가 지속적으로 증가하고 있음을 알 수 있다. 또한 〈그림 3〉의 (B)에서는 초기에는 전극 촉매에 관련된 특허가 상대적으로 많이 출원된 반면, 시간이 지날수록 전해질 막에 관련된 특허가 더 많이 출원되고 있음을 알 수 있었다.

특히 2001년에 비해 2005년의 특허 건수는 2배 이상 증가하였는데, 이러한 현상은 환경오염 문제가 본격적으로 대두된 2000년대 들어서 연료전지에 대한 관심이 더욱 증대되었음을 반영하는 것으로 이해할 수 있다. 2006년 이후로 출원수가 줄어들고 있는 것처럼 보이거나 한국, 일본, 미국 및 유럽 등의 대부분의 국가의 경우 특허출원 후 1년 6개월 이후에 공개하는 제도를 택하고 있기 때문에 특허가 모두 공개되는 시점에 재조사를 할 경우 특허 건수는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

세부적으로 전국 촉매 기술의 국가 및 연도별 출원 동향 <그림 4>의 (A)는 일본이 압도적으로 높은 출원 비율을 나타내고 있다. 특히 일본은 조사 시작 시기인 1987년 이전부터 미국과 대등한 출원 건수를 보유하고 있으며, 2000년을 기점으로 출원 건수가 큰 폭으로 증가하였다. 일본은 대부분의 자국인이 자국 내에서 출원하는 것이 특징이며 특허 자동차 관련 기업이 많은 출원을 내고 있다. 일본을 제외하면 미국에서 특허가 많이 출원되고 있으며

한국도 2004년을 기점으로 출원수가 늘어나고 있다. 일본특허협회 특허정보위원회에 따르면 기술개발의 라이프 사이클은 탐색, 성장, 발전, 성숙, 쇠퇴의 과정을 거치게 되는데, 특정연도 구간에서의 특허출원누적건수와 출원신장율을 기반으로 특허 포트폴리오 그래프를 작성할 수 있다. 기술의 발전 구간을 나타낸 포트폴리오 그래프 <그림 4>의 (B)를 보면 한국은 성장기 단계에 있는 것을 알 수 있으며 미국, 일본, 유럽은 성장 단계를 지나 발전 단계로 들어가고 있음을 알 수 있다.

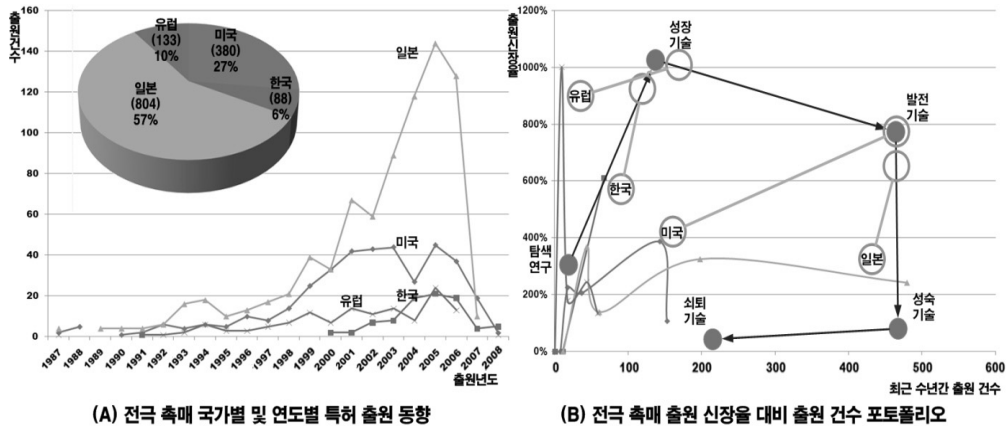
전해질 막 기술의 국가 및 연도별 출원 동향 <그림 5>의 (A)는 일본과 미국이 비슷한 출원 비율을 나타내고 있다. 조사 시작 시기 초기에는 미국이 일본보다 많은 특허를 출원하고 있으나 2000년대를 들어서면서 일본 내 특허출원 건수가 급격히 증가하여 현재는 일본이 미국에 비해 조금 더 많은 특허출원 수를 가지고 있다. 일본 특허가 대부분 자국 기업의 특허임을 감안해 볼 때 실질적인 특허출원 수는 일본 기업이 미국에 비해 훨씬 많은 것을 알 수 있다. 한



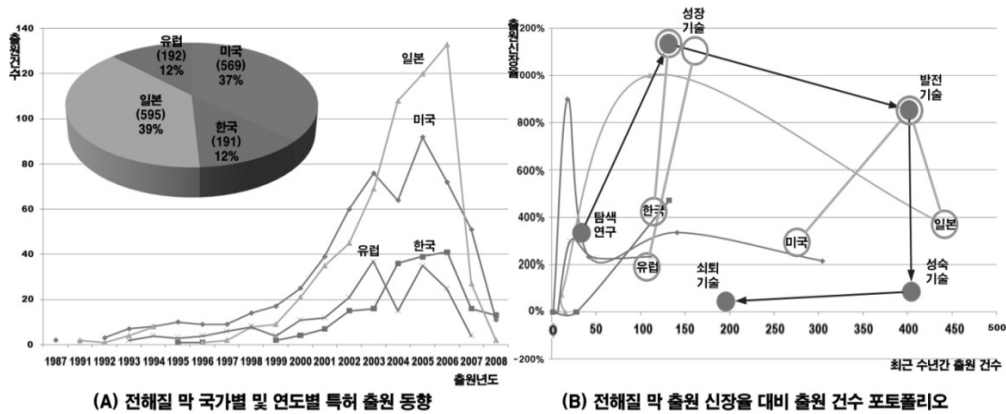
(A) 전국 촉매 및 전해질 막 총 출원 개수

(B) 전국 촉매 및 전해질막 기술별 출원 개수

<그림 3> 전국 촉매 및 전해질 막 특허의 연도별 출원 동향



〈그림 4〉 전극 촉매의 국가 및 연도별 출원 동향



〈그림 5〉 전해질 막의 국가 및 연도별 출원 동향

국과 유럽은 비슷한 특허 수를 출원하고 있으며 2003년도 이후 한국의 특허 수가 급격히 증가하였다. 기술의 발전 구간을 나타낸 포트폴리오 그래프 〈그림 5〉의 (B)를 보면 한국과 유럽은 성장기 단계로 진입하거나 막 벗어난 것을 알 수 있고, 미국과 일본은 성장 단계를 지나 발전 단계로 들어가고 있음을 알 수 있다.

5.1.2 출원인별 출원 동향

전극 촉매 관련 특허의 국가별 상위 출원인

은 〈표 6〉과 같다. 전체적으로 일본의 자동차 회사들이 상위권을 형성하고 있으며, Johnson Matthey나 삼성과 같은 회사들이 비교적 많은 특허를 출원하고 있다.

전해질 막 관련 특허의 국가별 상위 출원인은 〈표 7〉과 같다. 전해질 막의 출원인 동향을 보게 되면 삼성의 전체적인 강세가 두드러진다. 삼성은 미국과 한국 그리고 유럽 등에서 많은 전해질 막 관련 특허를 출원하고 있다. 일본은 자동차 기업들보다는 전자 기업인 Hitachi나

〈표 6〉 전극 촉매의 국가별 상위 출원인 TOP 5

미국		한국		일본		유럽	
출원인	출원수	출원인	출원수	출원인	출원수	출원인	출원수
HONDA	27	삼성	24	TOYOTA	86	Johnson Matthey	11
삼성	21	MATSUSHITA	6	HONDA	65	MATSUSHITA	10
MATSUSHITA	18	KAIST	6	NISSAN	54	TANAKA	6
Johnson Matthey	15	TANAKA	3	MATSUSHITA	43	HONDA	5
TOYOTA	11	3M	3	Mitsubishi	42	TOYOTA	4

〈표 7〉 전해질 막의 국가별 상위 출원인 TOP 5

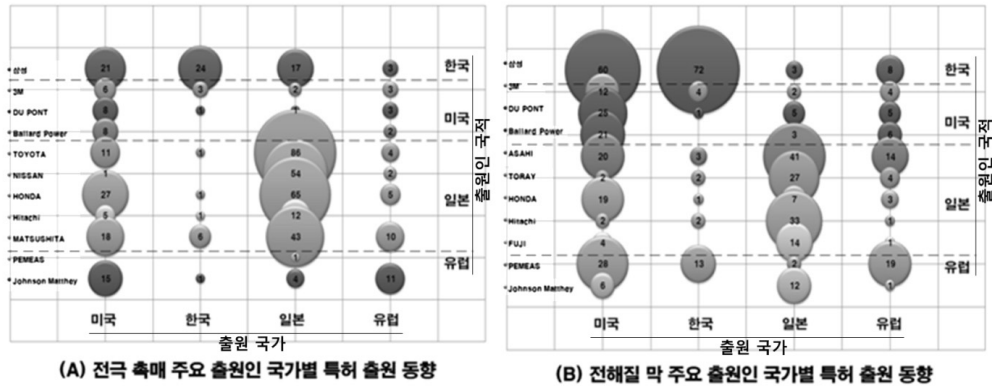
미국		한국		일본		유럽	
출원인	출원수	출원인	출원수	출원인	출원수	출원인	출원수
삼성	60	삼성	72	ASAHI	41	PEMEAS	19
PEMEAS	28	PEMEAS	13	Hitachi	33	ASAHI	14
DU PONT	25	KAIST	13	TORAY	27	TOYOTA	9
Ballard Power	21	LG	10	SHIN-ETSU	15	삼성	8
ASAHI	20	SANYO	5	FUJI	14	Ballard Power	6

Asahi 그리고 화학 기업인 Toray 등이 강세를 보이고 있다. 유럽의 PEMEAS는 한국, 미국, 일본 그리고 유럽 모든 나라에서 다수의 출원을 하고 있어 전해질 막 분야에서 상당한 영향력을 행사하는 것으로 보인다.

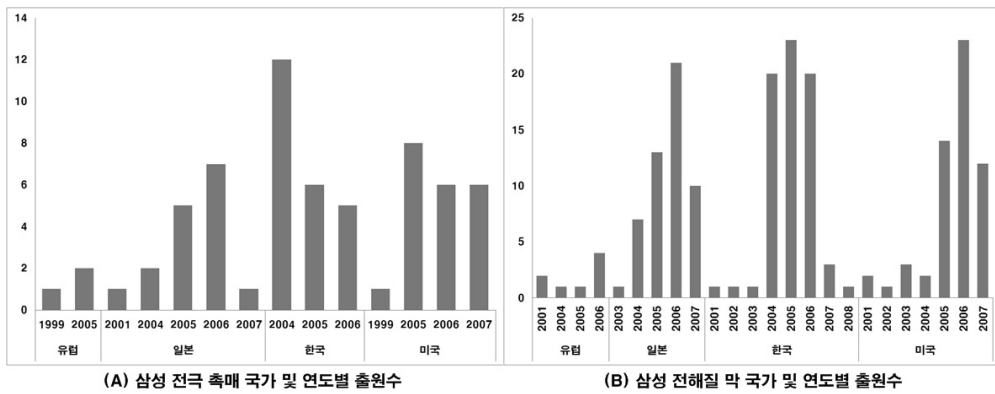
전극 촉매와 전해질 막 특허에서 주요 출원인의 국가별 출원동향은 〈그림 6〉과 같다. 먼저 전극 촉매는 삼성이 미국, 한국, 일본에 골고루 출원하였다. 미국 기업들은 주로 미국과 유럽에, 일본 기업들은 주로 미국과 일본에 출원하고 있다. 유럽 기업인 Johnson Matthey는 대표적인 전극 촉매 관련 기업으로 미국, 일본, 유럽에 출원하였다. 전해질 막의 경우 삼성은 미국과 한국에서, PEMEAS는 일본을 제외한 전 국가에서 출원하고 있다. 일본의 Asahi나 미국의 Du Pont은 한국을 제외한 국가에서 출원하고 있다.

주요 출원인의 출원 경향을 살펴볼 때, 일본 기업들이 주목할 만한 특징을 가지고 있다. 일본 기업들은 자국 내에 출원 비율이 높으며, 전극 촉매의 주요 출원인은 자동차 기업인데 반해 전해질 막의 주요 출원인은 전자나 화학 기업들이 주류를 이루고 있다. 이를 통해 일본 각 기업의 주요 대상 기술이 나뉘어져 있고 세분화되어 있음을 알 수 있다.

국내 기업 중 세계적으로 가장 많은 특허를 내는 삼성은 〈그림 7〉에서 보듯이 2000년도 들어서 관련 특허를 출원하기 시작하여 2004년을 이후 특허출원수가 현저하게 증가하였다. 특히 전해질 막 부분에서는 선도 기업들과 비교해볼 때도 양적으로 많은 특허를 가지고 있다. 이를 볼 때 삼성은 전자 사업으로 회사의 규모가 발전하면서 연료전지 관련 신기술 개발을 통한 신시장 개척을 시작했음을 알 수 있다.



〈그림 6〉 전극 촉매와 전해질 막의 주요국 출원인 국가별 출원 동향



〈그림 7〉 삼성의 전극 촉매와 전해질 막 연도별 출원 동향

5.2 정량적 특허지표를 활용한 특허 분석

출원건수와 관련된 정량분석 이외에도 인용도-피인용도, 특허패밀리 규모 등을 활용하여 출원인 별 특허 영향력 지수, 국가별 기술력 지수, 국가별 시장-영향력 관계, 특허 인용-피인용 관계 등을 파악할 수 있다. 다만, 한국, 일본, 유럽 등에서는 인용-피인용 관계 정보가 없거나 명확하지 않기 때문에 미국에서 출원된 특

허만을 대상으로 하여 분석한다. 따라서 인용관계에 기반한 분석은 미국 시장에서의 해석이며 전체 국가의 특징을 보여주는 것은 아니므로 유의할 필요가 있다.

5.2.1 출원인별 특허 영향력 지수

특허의 피인용 횟수를 활용하여 특허 영향도를 평가할 수 있다. 특허당 피인용 수(CPP)는 분석 대상의 특허가 이후의 기술혁신 활동에 어느 정도 영향을 미쳤는가를 간접적으로 보여

주는 지표로써, 개별 특허의 기술적 중요성과 특정 국가 또는 기업의 기술혁신 활동의 수준 및 가치를 나타내고 있다(Narin and Noma Ross 1987). 전국 촉매 및 전해질 막 기술의 CPP를 분석한 결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> 기관별 특허 영향 지수

출원인	특허건수	CPP
Lynntech	7	22
University of California	9	19.2
Eltron Research	6	18.33
W.L Gore & Associates	6	18.17
IDATECH	16	9.25
Du Pont	32	8.16
Johnson Matthey	20	7.55
Ballard Power	28	4.36
Hitachi	7	3.71
Toshiba	13	3.31
Matsushita	22	2.32

출원인별 특허들의 전체 영향력 지수는 해당 출원인의 특허가 인용된 횟수를 특허건수로 나누어 계산할 수 있으며, 조사결과 Lynntech와 University of California 등의 기관에서 출원한 특허가 평균적으로 영향력이 매우 큰 것으로 조사 되었다. 대부분이 미국 기관이며 일

본 기업들도 상당한 영향력을 발휘하고 있는 것으로 파악되었다. 현재 연료 전지 사업을 진행중인 Du Pont나 Johnson Matthey 그리고 Ballard Power 등은 출원 건수와 영향력 지수가 모두 높아 양질의 특허를 다수 보유하고 있는 것으로 파악되었다.

5.2.2 국가별 기술력 지수

각 국가별로 피인용도를 조사하여 국가의 현재 영향 지수와 기술력 지수를 파악할 수 있다. 현재 영향 지수(CII)는 특정 주체의 과거 5년 동안의 기술혁신 성과가 현재 시점에 미치고 있는 기술적 영향력에 대한 정보를 제공하고, 기술력 지수(TS)는 특정한 국가 또는 기관의 기술적 역량을 살펴보기 위해 사용되는 지표로써, 해당 국가의 특허 영향력 정도를 파악하는데 유용하게 사용된다(Karki 1997). 따라서 2004년 이후에 공개된 상당수의 특허가 인용 횟수가 적기 때문에, 본 논문에서는 1987년부터 2003년까지의 특허들을 3개 구간으로 나눠 CII와 TS를 조사 하였다. 조사 결과는 <표 9>와 같다.

<표 9> 국가별/기술별/기간별 기술 영향력 지수와 특허 기술력 지수

	전극 촉매						전해질 막					
	1987~1993		1994~1998		1999~2003		1987~1993		1994~1998		1999~2003	
국가	CII	TS	CII	TS	CII	TS	CII	TS	CII	TS	CII	TS
CA	-	-	1.86	7.45	4.99	14.97	0.61	0.61	0.87	3.49	1.65	19.79
GB	-	-	3.83	19.15	0.64	5.14	-	-	0.34	0.34	-	-
JP	4.15	16.59	2.61	18.25	2.23	156.36	2.34	2.34	2.23	13.4	1.5	61.46
KR	-	-	0.42	0.42	-	-	-	-	-	-	0.09	0.94
US	5.02	75.34	4.58	96.11	9.11	646.97	3.43	30.86	4.58	155.6	10.04	863.59

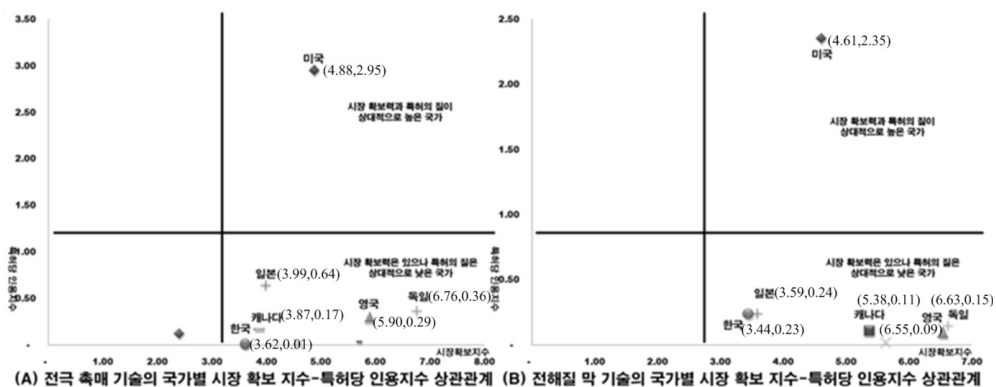
〈표 9〉에서 보듯이 미국과 일본을 제외한 대부분의 국가가 CII와 TS가 미미한 것으로 파악된다. 특히 한국의 경우 최근에서야 특허가 출원되기 시작하였기 때문에 2003년까지 분석한 CII와 TS는 국가들 중 최하위에 놓여 있다. 미국과 일본 외에 독일 프랑스, 영국 등이 비교적 높은 수치를 기록하고 있다. 위에서 언급 하였듯이 본 특허의 분석 대상은 미국 특허만을 대상으로 하고 있기 때문에 자국 내 특허 비율이 높은 일본의 경우 특허 영향력에서 저평가될 가능성이 존재한다.

5.2.3 국가별 시장확보지수와 특허당 피인용도

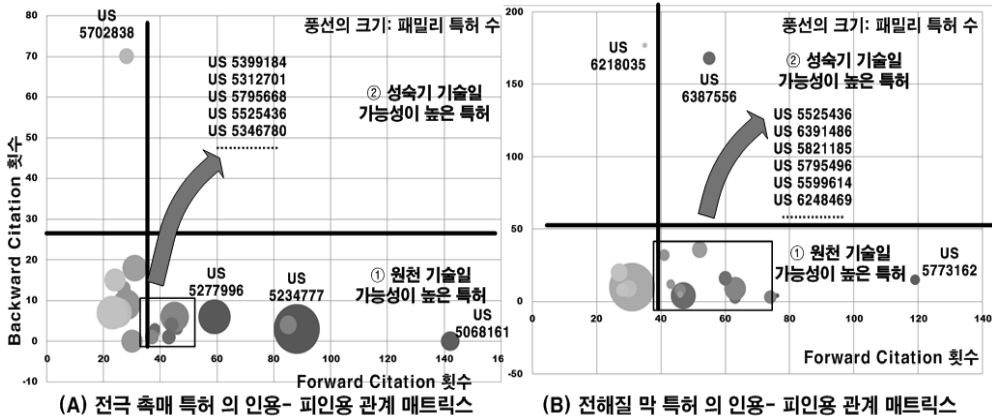
특허당 피인용도와 함께 동일 특허가 등록된 국가의 수를 고려하여 특허 영향력과 시장성을 시각적으로 파악할 수 있다. 〈그림 8〉은 전극 촉매와 전해질 막 기술의 국가별 시장확보지수와 특허당 피인용도를 맵핑한 결과이다. 본 그래프에서 보듯이 미국의 경우 시장확보

지수와 특허당 피인용도가 모두 높아 특허의 시장성과 기술력 모두가 우수한 것으로 판단된다. 그 외 일본, 캐나다, 독일, 영국 정도가 특허의 시장성과 기술력이 유사하다고 볼 수 있으나 미국에 비할 때 매우 미미한 수준이라고 할 수 있다. 하지만, 정량적 분석대상으로 미국 특허만을 대상으로 삼고 있기 때문에, 자국 내 출원비율이 높은 일본의 경우 특허당 피인용도에서 저평가될 가능성이 존재한다. 시장확보지수가 3 이상인 경우 자국, 미국, 일본 또는 유럽에 출원을 하고 있는 것으로 나타나 시장확보지수가 3 이상일 경우 일정 수준 이상의 시장 확보를 하고 있다고 볼 수 있다.

한국의 경우 평균 이상의 시장성을 확보하고 있으나, 특허의 기술력이 상대적으로 매우 낮은 것으로 파악된다. 그러나 추후 최근 출원한 특허들이 인용이 되기 시작하는 시기가 오면 한국의 특허 피인용도도 상승하여 기술력이 높아질 것이라고 예상할 수 있다.



〈그림 8〉 전극 촉매 및 전해질 막 특허의 국가별 시장 영향력과 특허 영향력 관계



〈그림 9〉 전극 촉매 및 전해질 막 특허의 인용-피인용 관계

5.2.4 핵심특허 파악을 위한 인용-피인용 관계

지표 분석의 마지막 단계로 핵심특허 파악을 위한 인용-피인용 관계도를 작성할 수 있다. 특허의 인용-피인용 상관관계를 통해 개별 특허 중요성을 예상할 수 있다. 예를 들면 피인용도가 높고 인용 정도가 낮다면 해당 특허는 원천 기술일 가능성이 높으며, 피인용도는 낮으나 인용특허가 많다면 개량 기술일 가능성이 크다. 또한 두 가지 변수 모두 낮다면 초기 기술이나 돈이 되지 않는 변방 기술일 가능성이 크다고 해석할 수 있다. 본 분석은 각 기술별 피인용도 상위 20개의 특허를 분석하였다. 〈그림 9〉에 나타난 바와 같이 피인용도가 높고 인용 정도가 낮은 특허들이 전극 촉매와 전해질 막의 원천 특허일 가능성이 높다.

이러한 특허의 질적평가를 위한 정량분석은 기술적으로 상대적으로 중요한 특허들을 객관적으로 선별하는데 도움을 준다. 본 논문에서

는 정성분석을 위해 원천기술일 가능성이 높은 특허들을 중심으로 원천 특허의 가능성을 타진하였다.

6. 정성분석

본 연구에서는 수집된 특허집합의 정성분석을 위해 1) 해당 기술에 관련된 문헌과 특허들을 조사하여 기술의 특허동향을 파악하여 핵심기술지표를 선정하고, 2) 앞으로 개발될 특허들이 침해할 소지가 있거나 핵심기술지표들을 기준으로 특허 출원 당시와 비교하여 비약적인 발전을 이룬 특허들을 핵심특허로 결정한 후, 3) 이를 바탕으로 전극 촉매와 전해질 막 각 특허에 대한 기술 발전도를 제시하고, 마지막으로 4) 핵심특허의 청구항과 국내 유사 특허를 비교 분석하여 국내 기업들의 기술현황에 대한 분석으로 진행한다.

6.1 기술동향 및 핵심기술지표

MEA 개발을 위한 전극 촉매와 전해질 막의 핵심 요인은 성능, 가격, 내구성으로 요약할 수 있다. 이러한 3가지 요인은 상호의존적인데, 예를 들면 가격을 낮추기 위해 촉매 재료인 백금(Pt)의 사용량을 줄이게 되면 내구성과 성능 모두에 영향을 줄 수 있다.

전극 촉매의 가격과 관련된 특허 동향을 보면, 촉매 물질의 비용절감에 관한 연구가 주를 이루고 있다. 촉매 물질로 주로 사용되는 Pt은 가격이 비싸고 대량 생산에 따른 비용 감소 효과가 전무하기 때문에 Pt 사용량 자체를 줄이거나, 촉매의 도포 방법을 개량하거나, 촉매 입자 크기를 줄이거나, 담체(Supporting Material) 물질의 형태를 변화하는 등의 방법이 연구되고 있다. 전극 촉매의 내구성과 관련된 특허 동향을 보면, 촉매의 CO 피독 현상을 극복하는 연

구가 매우 중요하게 다뤄지고 있다. 순수 수소가 아닌 메탄올과 같은 연료로 연료전지를 구동할 경우 CO가 발생하여 Pt을 둘러싸게 되고, 이렇게 둘러싸인 Pt는 촉매로서의 작용이 어렵기 때문에 이것을 해결하기 위한 연구가 필요하다. 마지막으로 전극 촉매의 성능 향상과 관련된 특허 동향을 보면, 공기극의 산소 환원 능력을 향상시키거나 공기의 불순 물질을 제거하거나 촉매가 담체 위에 고르게 분포할 수 있게 하는 방법 등을 개발 목표로 삼아 연구를 진행 중에 있다. 핵심 연구 주제별 관련 특허에 대한 내용은 <표 10>에 정리하였다.

전극 촉매의 연구 동향을 살펴본 결과 가격, 내구성, 성능 모두의 향상을 위해서는 Pt와 다른 촉매 물질간 혼합이 가장 중요한 것을 알 수 있다. 하지만 Pt와 합성될 촉매 물질 관련 특허는 원천 특허라 할 수 있는 물질 특허들이 존재하고 있어 이 분야에 대한 연구 개발이 쉽지 않다.

<표 10> 전극 촉매 연구 개발 주제별 관련 특허

개발 핵심 요인	개발 목표	개발 방향	관련 특허
가격	촉매 물질 비용 감소	촉매 도포 방법 개량	US5843519, KR0705553
		촉매층의 박막화	JP3504021, KR0508890
		촉매 입자의 크기	US5234777
		담체물질의 형태	US4876115
		촉매 물질간 혼합	US5767036
		비금속 촉매 개발	JP2000-22130
		촉매 물질의 재활용	JP20005-317288
내구성	촉매 CO 피독 현상 극복	촉매 물질간 혼합	JP3098219
		개질 가스 자체의 CO 농도 저감	JP2851742
		고온 운전화	JP 1996-148152
성능	공기극 산소 환원 성능 향상	촉매 물질간 혼합	JP2002-146235
	공기의 불순 물질 제거	가스 배류 향상	JP 2001-319663
	촉매의 고른 분포	촉매 도포 방법 개량과 동일	

또한 Pt를 대체할 새로운 촉매 물질을 몇몇 특허들이 제시하였지만 현재까지 만족할 만한 성능내지 못했다. 전극 촉매 기술의 특허 개발 방향을 고려해 볼 때 가장 중요한 개발 핵심 요인은 가격이며, 이를 점검하기 위해 Pt 사용량에 따른 전지출력, Pt 사용량에 따른 운전시간을 고려해야 된다.

다음으로 전해질 막의 가격과 관련된 특허 동향을 보면, 불화수소계 보강막 및 탄화수소계 신규막 개발과 제조법 개선의 연구가 주로 다뤄지고 있다. 불화수소계 보강막 개발에 경우 대표적 불화수소계 막인 나피온 막에 다양한 보강 물질을 첨부하여 가격을 낮출 수 있으며 탄화수소계 신규막의 경우도 나피온 막에 비해 저렴해 가격 경쟁력이 있는 것으로 판단된다. 전해질 막의 내구성과 관련된 특허 동향을 보면, 기계적 강도 향상 및 치수 안전성 향상, 고온 내성막 개발, 메탄을 침투 현상 방지가 주요 개발 목표로 다뤄지고 있다. 전해질 막

의 성능과 관련된 특허 동향을 보면, 저가습-무가습화 막의 개발과 이온전도도 향상, 전지 저항 저하 등이 개발 목표로 다뤄지고 있다. 이를 위해 박막화와 기존 막에 신규 물질 합성 또는 전극과의 접촉 개선 등을 개발 방향으로 삼아 연구가 진행 중이다. 전해질 막의 핵심 연구 주제별 관련 특허에 대한 내용은 <표 11>에 정리하였다.

전극 촉매와는 달리 전해질 막의 경우 고온과 메탄을 침투 현상을 견딜 수 있는 내구성과 안정성이 가장 중요한 개발 핵심 요인으로 고려되고 있으며 이를 위한 탄화수소계 신규막 개발이나 보강막 개발 등이 주요 연구 과제로 다루어지고 있다. 현재 MEA 시장에서 가장 널리 쓰이는 보강막들의 핵심특허들을 W.L. Gore 사나 일본의 Ashahi 등이 가지고 있고 (<표 12> 참조), 해당 특허의 경우 박막의 두께 등을 권리로 가지고 있기 때문에 국내 기업이 보강막 분야에 진출하는 것은 쉽지 않을 것

<표 11> 전해질 막 핵심 연구 주제별 관련 특허

개발 핵심 요인	개발 목표	개발 방향	관련 특허
가격	신규 막 개발	보강막 개발	US6777515, US5547551
		탄화수소계 신규막	EP11444485
	제조법 개선	공정 설계	JP3886213
내구성	기계적 강도 향상 및 치수안전성 향상	박막화 개선	JP 2000-231928
		보강막 개발	JP 1995-2332267
	고온 내성막	보강막 및 신규막	JP 3282565
		열화 현상 규명	
성능	메탄을 대책	메탄을 침투 방지	US6359019, KR0413801
	저가습-무가습화	새로운 물질을 막에 함유	US7345135, US6153259
	이온 전도도 향상	박막화	JP2000-212305
	전기 저항 저하	전극-접촉 개선	

〈표 12〉 전해질 막 개발 업체 분류

막 종류	참여 기업
불화수소계 막(Nafion 막)	Du Pont
불화수소계 복합막	3M, Ballard, Asahi, Gore, 삼성
탄화수소계 막	PolyFuel, JSR, Kuraray, LG Chem, PEMEAS, Aventis

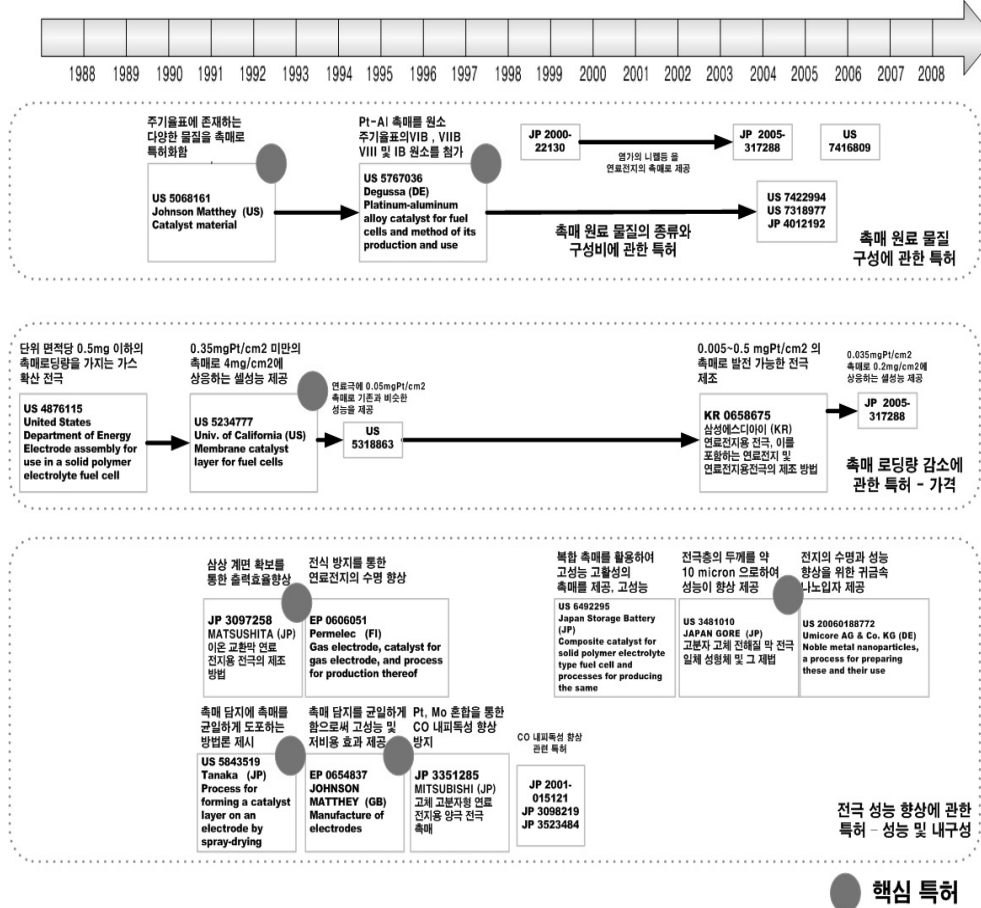
으로 생각된다. 전해질 막 분야에서 핵심 기술 지표는 온도 대비 운전 가능 시간, 기계적 강도, 상온 온도에서 작동 가능 횟수 등을 생각할 수 있다.

6.2 핵심특허 및 기술발전도

전극 촉매의 핵심특허는 주로 촉매 물질에 관련된 특허로 Pt와 합금이 가능한 여러 물질들에 대한 특허 권리를 가지고 있는 경우이다. 이러한 물질 특허의 경우 향후 국내 기업이 촉매 물질을 개발하여 사용하는데 상당한 걸림돌이 될 것으로 파악된다. 예를 들어, Johnson Matthey의 특허인 US5068161의 경우 주기율표 상에 나타나는 다양한 물질을 연료 전지의 촉매로 이용할 수 있도록 특허를 출원하였으며, 상당히 넓은 권리 범위를 가지고 있기 때문에 국내 기업의 촉매 물질 특허에 상당한 장애가 될 것으로 판단된다. 그 외에 전극 촉매 부분에서 Pt 사용 저감과 성능향상 및 내구성 강화에 관련된 핵심특허들이 존재하나, 해당 특허들은 기술의 혁신적인 발전을 가능케 하였을 뿐 전극 촉매 개발 자체를 가로 막을 정도로 원천 특허는 아닌 것으로 파악된다. 전극 촉매 기술의 기술 발전도는 〈그림 10〉에 정리하였다.

전해질 막의 핵심특허는 크게 3가지 종류로 나뉘 볼 수 있다. 첫 번째 종류의 특허는 불화수소계 또는 불화수소계 계통의 보강막 관련 특허이다. 예를 들어, 불화수소계 막의 대표적인 특허는 Du Pont 사의 나피온 막 특허이다. 나피온 막 특허는 1960년대에 처음 출원되었고 1970년대 출원된 US4087394와 US6777515, US6613203과 같은 다양한 나피온 계량막 관련 특허들이 존재한다. 나피온 막을 사용하여 전해질 막을 구성한다면 해당 특허에 대한 권리 범위를 참고할 필요가 있다. 불화수소계 보강막의 경우 Asahi나 W.L. Gore와 같은 회사들이 불화수소계 막을 개량시켜 특허로 출원하고 상용 제품을 출시하였다. JP 2000-231928은 박막화를 통해 나피온 막의 이온 전도도와 기계적 강도를 모두 향상 시켰으며 US5547551은 W.L. Gore사의 전해질 막 상용품인 Gore-Select의 핵심특허로서 막 구성에 대한 권리를 가지고 있으며 박막화 된 강화막으로 기계적 강도 또한 우수하다.

두 번째 종류의 특허인 탄화수소계 막 중 현재까지 상용화 된 막은 Victrex의 PEK막이 유일하며 다양한 개발이 일어나고 있는 분야이기 때문에 새로운 제품 개발에 방해가 될만



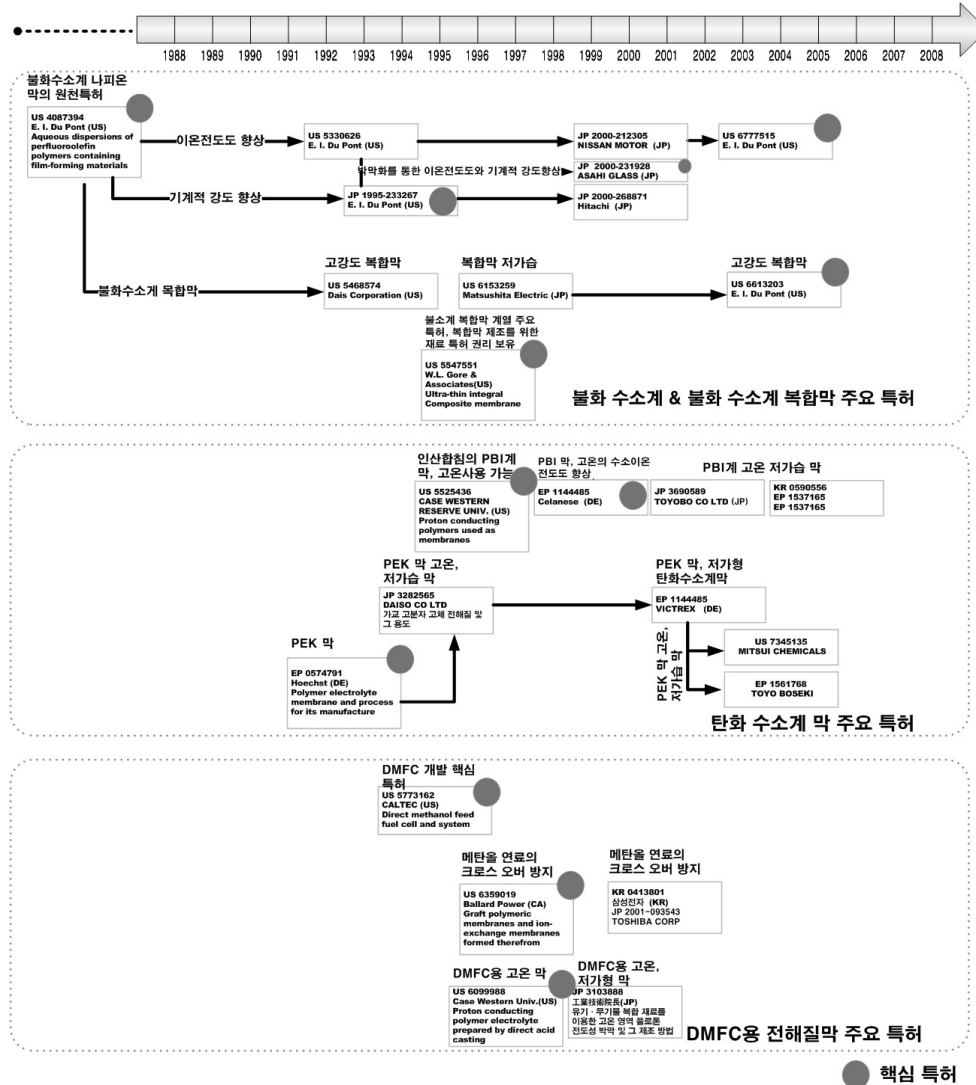
핵심 특허

〈그림 10〉 전극 촉매 기술 발전도

한 원천특허는 출원되지 않은 것으로 파악된다. 하지만 Victrex의 US1144485 같이 상용 제품의 핵심특허로 사용되고 있는 특허는 존재하며, 그 외에도 여러 가지 탄화수소계 물질을 활용하여 개발한 특허들이 존재한다.

마지막 종류의 특허인 DMFC를 위한 전해질 막 분야에서는 초기 DMFC의 구조를 제시한 특허들이 존재하긴 하나 특허 소멸 시점이

다가오고 있으며 새로운 형태의 DMFC 구조들이 나오고 있다. 최근 DMFC 전해질 막 특허들은 고온 또는 저온에서 작동되는 전해질 막을 개발하거나 메탄올 크로스 오버 현상을 방지하기 위한 특허들이 주로 출원되고 있다. 전해질 막 기술의 기술 발전도는 〈그림 11〉에 정리하였다.



〈그림 11〉 전해질 막 기술 발전도

6.3 핵심특허 청구항 분석 및 국내 유사특허 분석

핵심특허의 청구항에서 권리범위 및 기술의 질적 수준에 대한 분석이 가능하며 국내 유사 특허들과의 비교를 통해 국내의 기술수준에

대한 파악이 가능하다. 다음은 세부기술구성과 관련된 기술분야에서의 비교분석 결과이다.

전극 촉매 물질 관련 핵심특허와 국내 유사 특허를 분석하였다. Johnson Matthey의 핵심 특허는 전극 촉매 물질에 관하여 주기율표 상에 특정 족들로부터 선택된 둘 이상의 원소를 선택

하여 권리를 취득하고 있으며 국내에 경우 진우 엔지니어링과 동진 세미켄 등이 물질에 관련 특허 출원하였다. 그러나 국내 회사들의 특허는 특허 청구 범위가 적으며 출원국 수가 적어 시장가치가 Johnson Matthey에 비해 떨어진다.

전극 촉매 도포 방법에 관련된 핵심특허와 국내 유사 특허를 분석하였다. TANAKA는 전극 촉매 제조 방법에 관한 특허를 가지고 있으며 해당 촉매 도포 기술에서 생산된 10-200 μm 의 막의 크기에 대한 권리도 가지고 있다. 국내의 성균관 대학교도 TANAKA의 특허를 침해하지 않으면서 새로운 방법으로 촉매를 도포하는 특허를 가지고 있다.

전극 촉매 박막화에 관련된 핵심특허와 국내 유사 특허를 분석하였다. Japan Gore-Tex는 막 두께가 3~200 μm 에 다양한 특성들을 첨부한 특허 권리를 가지고 있다. 국내에서도 엘지 화학이 박막화 된 촉매층에 관한 권리를 가지고 있어 박막화 기술에 대해서는 큰 문제가 되지 않을 것으로 생각된다.

불화수소계 복합막과 관련된 핵심특허와 국내 유사 특허를 분석하였다. W.L. Gore사는 상용 불화수소계 보강막인 Gore-Select의 원천 특허를 소유하고 있으며, 해당 특허는 초박막의 제조 방법과 박막의 두께에 대한 권리를 가지고 있다. 삼성 역시 비슷한 불화수소계 박막의 특허를 가지고 있으나 그 성능이나 시장 확보력에서 W.L. Gore 사의 박막보다 떨어진다.

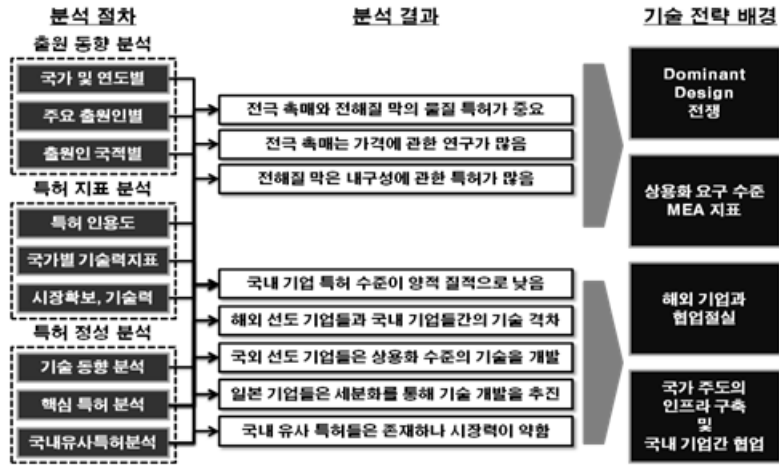
탄화수소계 막과 관련된 핵심특허와 국내 유

사 특허를 분석하였다. Celanese는 탄화수소계 복합막인 저가형 PEK 막의 생산 제법과 공정 에 관한 특허를 가지고 있다. 탄화수소계 막에 경우 다양한 재료와 다양한 공정이 가능하기 때문에 국내의 엘지화학, 한국과학기술원 등에서는 이미 관련 특허를 보유하고 있으며 동진 세미켄 등에서도 관련 특허를 출원 중이다.

DMFC의 크로스 오버 방지와 관련된 핵심특허와 국내 유사 특허를 분석하였다. Ballard Power의 핵심특허는 1997년에 출원된 특허로 그래프트 중합막을 이용하여 DMFC 크로스 오버 현상을 방지하였다. 국내에서는 한국과학기술원과 삼성의 특허가 등록 및 공개 상태에 있으며 성능 면에서 유사한 수준을 나타내고 있다.

7. 미래기술전략 제시

앞선 단계에서 수행한 특허분석을 통해 <그림 12>의 분석결과가 도출될 수 있었으며, 본 단계에서는 현재 연료전지와 관련된 주요 기술인 전극촉매와 전해질 막에 관련된 기술시장의 변화를 분석하고 대응하기 위해 시나리오 플래닝에 따른 기술전략을 도출한다. 특허 분석 결과와 기술전략 간의 상관관계는 <그림 12>에 정리되어 있으며, 본 장은 시나리오 플래닝을 통해 각 기술전략이 도출된 과정에 대해서 설명한다.



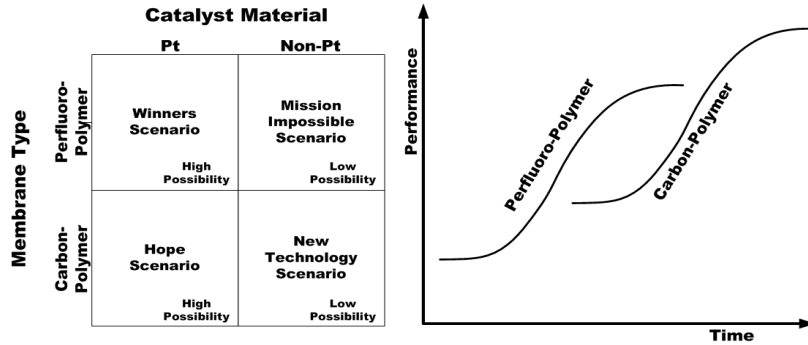
〈그림 12〉 특허분석 결과 및 시나리오에 따른 미래 기술전략

7.1 전극 촉매와 전해질 막의 시장 변화 예측

본 논문에서 수행한 특허 분석 결과 연료전지 기술시장의 결정적인 변화를 일으킬 수 있는 불확실한 요인은 전해질 막의 타입과 촉매 물질의 종류이며, 따라서 전극 촉매와 전해질 막의 시장 변화를 시나리오 플래닝 기법으로 예측하면 〈그림 13〉과 같이 4가지 시나리오로 요약된다. Winners scenario는 가장 유력한 시나리오으로써 Pt를 촉매로 사용하고 불화소수계 막을 전해질 막으로 사용하는 시나리오이다. 이 시나리오가 실현 될 경우 기존 시장에서 강력한 영향력을 미치고 있는 Gore, Du Pont과 같은 회사들이 경쟁 우위를 유지할 것으로 보이며, 원천 특허가 부족한 국내 기업의 진입이 어려울 것으로 예상된다. Hope scenario는 국내 기업들이 기대할 수 있는 시나리오로, Pt를

촉매로 사용하고 탄화수소계 막을 전해질 막으로 사용하는 시나리오이다. 이 시나리오가 실현 될 경우, 아직 시장에 확실한 경쟁 우위를 가진 기업이 존재하지 않으며 국내 기업의 기술력이 세계 수준에 근접한 시장이기 때문에 국내 기업들의 시장 경쟁력이 확보될 것으로 생각된다. Mission impossible scenario와 New technology scenario는 촉매의 재료로 Pt를 사용하지 않는 시나리오으로써 연구가 진행되고 있으나 실제 실현될 가능성은 매우 낮은 시나리오라고 할 수 있다. 현재 Johnson Matthey와 같은 주요 상용 MEA 제작업체들은 Pt 외 다른 금속이 촉매로 사용될 가능성이 없다고 판단하여 전해질 막의 성능향상을 중심으로 연구개발을 진행 중이다.

이들 시나리오에 따르면 앞으로 두 전해질 막 중 하나의 막이 지배적 디자인(Dominant Design)으로 선정되는 기술 경쟁이 시작될 것



〈그림 13〉 전극 촉매와 전해질 막의 시장 변화 시나리오

으로 예상된다. 현재 상황에서는 불화소수계 막이 성능 면에서 유리하나, 탄화소수계 막이 가격이 싸고 추후 개발여지가 높아 파괴적 기술(Christensen, Grossman, and Hwang 2009)로서의 요건을 갖추고 있다. 이를 볼 때 시간이 지날수록 탄화소수계 막의 성능이 향상되어 불화소수계가 주를 이루는 MEA 시장이 탄화소수계 막에 의해 재편될 것으로 예상된다. 국내 기술수준을 고려해 볼 때 Pt 계열의 탄화소수계 막이 MEA의 지배적 디자인으로 선정된다면 국내 기업들이 경쟁력을 보유할 수 있을 것으로 예측된다.

하지만 Pt 계열의 불화소수계 막도 상용화가 빠르게 진척되고 있으므로 이에 대한 준비가 필요하다. Pt 계열의 불화소수계 막이 실제 지배적 디자인이 되는 시점을 파악하기 위해서는 특허의 핵심기술 지표인 전력생산 단가, 운전시간, 시동 사이클 및 작동 온도와 같은 지표들을 지속적으로 점검해야 한다. 해당 지표들이 일정 수준 이상이 된다면 Pt 계열의 불화소수계 막이 지배적 디자인으로 발전할 가능

성이 크기 때문에 이러한 지표관리가 중요하다. 현재 상용화하는데 요구되는 MEA 지표는 〈표 13〉과 같으며, 이 지표들을 지속적으로 점검하면서 장래에 지배적 디자인이 될 MEA의 구조를 예측하고 그에 따른 장기 전략을 수립하는 것이 필요할 것이다.

〈표 13〉 상용화에 필요한 MEA 지표

연료전지 지표	상용화 요구 수준
생산 단가	1000만원/kW
운전 시간	50,000 시간
작동 온도	-20 ~ 120℃
시동사이클	30초 이내

7.2 Winners scenario인 경우 기술 전략

Pt 계열의 불화소수계 막이 근시일 내에 지배적 디자인이 될 경우 국내 불화소수계 MEA 시장의 철수가 예상된다. 현재 국내에 Pt 계열의 불화소수계 막을 연구하는 곳은 삼성이 유일하며 대부분의 다른 기업들은 Pt 계열의 탄

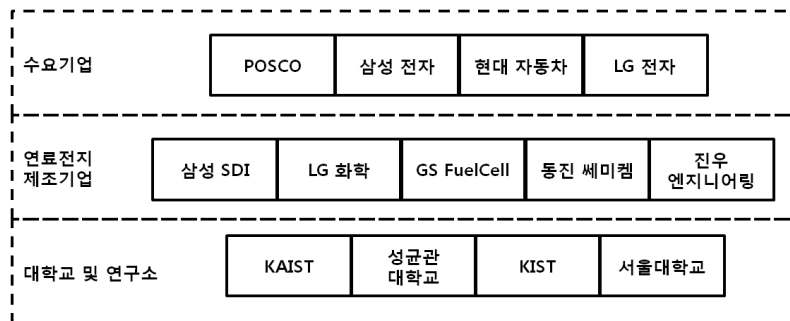
화수소계 막에 대한 연구를 수행하고 있기 때문에 이 시나리오로 진행될 경우 국내의 연료전지 개발의 인프라는 매우 열악해 질 것으로 전망된다. 이 경우 국내 자동차 회사들 및 모바일 기기 제조 업체들과 같이 연료전지의 수요 기업들이 중심이 되어 해외 연료전지 개발업체들에 대한 M&A를 통한 수직적 통합을 이루거나 R&D 네트워크 구축과 같은 기술 제휴를 통해 연료전지 기술의 대외 의존도를 낮추어야 할 것이다. 또한 연료전지의 대량 구매자로서 교섭력을 극대화할 수 있는 방안도 모색해야 할 것이다. 그리고 해외의 연료전지 개발 컨소시엄과 지속적인 유대관계를 가지면서 그들과 협력을 할 수 있는 발판을 마련하여야 한다.

7.3 Hope scenario인 경우 기술전략

Pt 계열의 탄화수소계 막이 지배적 디자인으로 선정된다면 국내 기업들에게 파괴적 혁신의 기회가 찾아올 가능성이 높다. 국내 기업들이 이러한 기회를 활용하기 위해서는 사전에

기술력을 축적하는 것이 필수적인데 이를 위한 가장 효과적인 전략은 컨소시엄을 형성하여 연구를 수행하는 것이다(김경연 2004). 그 이유는 연료전지 시장이 아직까지 본격적으로 형성되지 않아 개발 투자에 따른 위험도가 높으므로 개별 기업의 독자적인 연구개발 투자보다는 여러 주체가 공동 연구를 수행하여 위험을 분산시키는 것이 유리하기 때문이다. 특히 분석으로부터 도출된 주요 산·학·연 기관들의 예상 컨소시엄은 <그림 14>와 같다.

한편 정부는 연료전지 기술이 캐즘(Moore 1991)을 넘을 수 있도록 인위적으로 수요를 창출하고 사회 인프라를 구축함으로써 국내 기업의 투자를 유도하는 전략이 필요하다. 아직 연료전지에 대한 시장 수요가 많지 않기 때문에 가용 자원이 한정적인 국내 기업들은 연료전지 연구개발에 대규모로 투자할 동기가 부족하다. 이를 해결하기 위해서는 정부가 공공 교통수단이나 공공 건축물에 연료전지 사용을 의무화하고 수소 충전소 및 연료전지 발전소와 같은 사회 인프라를 구축함으로써 인위적



<그림 14> 국내 산·학·연 기관들의 예상 컨소시엄

으로 수요를 창출할 수 있다. 이러한 전략은 국내 기업에게 투자에 대한 동기를 부여할 뿐만 아니라 새로운 연료전지 기술의 테스트베드를 제공함으로써 국외 기업의 국내 투자까지 유도하는 효과를 가져 올 수 있다.

8. 결론 및 추후연구

중장기적인 관점에서의 기술전략의 수립은 기업과 국가의 연구개발 프로세스에서 필수적인 단계가 되어가고 있다. 본 연구에서는 기술발전의 대리변수로 특허를 분석대상으로 하였으며, 특허분석 결과를 시나리오 플래닝 기법과 접목하여 중장기적 관점의 미래기술전략을 수립하기 위한 방법을 제시하고자 하였다. 따라서 본 연구는 특허분석 결과와 시나리오 플래닝 기법을 활용하여 미래에 발생할 수 있는 불확실한 미래들에 대응할 수 있는 기업 또는 국가 차원의 미래기술전략을 제시하기 위한 프로시저를 제시하고, 고분자 전해질 연료전지와 관련된 특허를 이용하여 제안된 프로시저를 적용한 사례를 제시하였다.

특허 분석 결과 연료전지 기술시장의 결정적인 변화를 일으킬 수 있는 불확실한 요인으로 전해질 막의 타입과 촉매물질의 종류가 있었으며, 이 두 불확실성 요소를 기반으로 4가지의 시나리오를 도출하였다. 도출된 시나리오 중에서 현실적으로 실현 가능성이 높은 시나리오인 Winner Scenario와 Hope Scenario를

선정하였다. Winner Scenario의 경우 국내 기업이 연료전지 시장에서의 입지가 좁아지는 시나리오였으며, 따라서 국내 대기업의 경우 해외 유망 연료전지 업체의 M&A, 구매자로서의 교섭력 강화, 해외 연료전지 개발업체들과의 컨소시엄 구축과 같은 기술전략을 도출하였다. Pt 계열의 탄화수소계 막이 기술적으로 아직 성숙하지 못한 단계이기 때문에, Hope Scenario에서는 국내기업에게 파괴적 혁신의 기회가 될 수 있는 시나리오였다. 따라서, Hope Scenario에 대응하기 위한 전략으로써 국내 주요 연료전지관련 기업들의 컨소시엄 구축을 통해 연구개발 위험도를 낮추거나 정부 차원에서 인위적인 연료전지 시장 수요를 창출하는 전략이 제시될 수 있었다.

그러나, 본 연구는 여전히 도전적인 과제들을 지닌다. 먼저, 본 연구에 사용된 특허데이터는 2년 전에 수집된 것이므로, 특허분석결과가 현재의 기술양상과 일치하지 않을 수 있다. 따라서, 추후 연구에서는 본 연구의 분석대상 기술의 최신특허를 수집하여 동일한 절차에 따라 다시 연구를 수행할 것이다. 또한 시나리오 플래닝은 불확실한 미래에 대한 대응방법을 제시함으로써 그 과정이 끝나는 것이 아니므로 지속적으로 변화를 관찰하여야 한다. 따라서, 추후 연구는 변화하는 미래의 신호들을 파악하고 특정 시나리오의 실현여부에 대한 모니터링을 수행하여 시나리오와 전략을 수정해야 할 것이다.

참고문헌

- 김경연. 2004. 『연료전지 사업, R&D 네트워크가 중요하다』. 서울: LGERI.
- 김경호, 최봉기, 소대섭, 유재영, 이영재. 2009. 나노기술 개발동향. 『공업화학 전망』, 12(2): 43-54.
- 김민관, 한창희. 2008. IPTV 도입에 따른 온라인 게임 산업의 변화 시나리오 개발 및 경영 전략 수립. *Information Systems Review*, 10(2): 21-48.
- 김상기, 이치주, 이강, 김재준. 2008. 건설시장 시나리오 분석에 따른 중·소 건설업체의 대응전략. 『大韓建築學會論文集 構造系』, 24(4): 173-182.
- 김성호, 광수환, 강민철. 2005. 특허지표를 활용한 특허경영성과에 관한 실증적 연구. 『지식연구』, 3(1): 106-128.
- 김준호, 홍진환. 2009. 시나리오 네트워크 매핑 방법론을 이용한 방송산업의 미래 전략 연구. *Entrue Journal of Information Technology*, 8(1): 51-63.
- 문대영. 2007. 기술 교육의 미래 전망: 네 가지 시나리오. 『한국기술교육학회지』, 7(1): 119-132.
- 박검진, 김병근. 2009. 국내 ICT 산업에서 전략 특허를 확보하기 위한 실무적 접근 방안. 『산업재산권』, 30(1): 223-255.
- 손영석, 김억. 2008. TAIDA 시나리오 플래닝 방법과 교차영향분석을 이용한 U-Eco City 개발과 미래유망기술의 R&D 전략 수립에 관한 연구. 『大韓建築學會論文集 計劃系』, 24(11): 145-152.
- 신승후, 현병환. 2008. R&D 연구생산성 향상 방안 연구. 『한국기술혁신학회 1998 춘계학술대회』.
- 심중표. 2008. 고분자전해질 연료전지 (PEMFC & DMFC) 기술개발동향. 『전자공학회지』, 35(6): 71-81.
- 유정식. 2009. 『불확실한 미래의 생존전략 시나리오 플래닝』. 서울: 지형.
- 윤장혁, 김광수. 2011a. SAO 기반의 의미론적 특허 유사성을 활용한 특허맵 생성방법. *Entrue Journal of Information Technology*, 10(1): 19-27.
- 윤장혁, 김광수. 2011b. 특허정보를 이용한 기술 융합의 학제적 동향 분석: 대기오염물질 저감기술의 사례. *Entrue Journal of Information Technology*, 10(2): 49-60.
- 이지훈, 신창목, 강희찬, 도건우. 2008. 『녹색성장 시대의 도래』. 서울: CEO Information.
- Albert, M., D. Avery, F. Narin, and P. McAllister. 1991. "Direct Validation of Citation Counts as Indicators of Industrially Important Patents." *Research Policy*, 20(3): 251-259.
- Carrette, L., K. A. Friedrich, and U. Stimming. 2000. "Fuel Cells: Principles, Types, Fuels, and Applications." *ChemPhysChem*, 1(4): 162-193.

- Christensen, C. M., J. H. Grossman, and J. Hwang. 2009. *The Innovator's Prescription: A Disruptive Solution for Health Care*. New York: McGraw-Hill Professional.
- Courtney, H., J. Kirkland, P. Viguerie, G. Hamel, C. Prahalad, A. P. de Geus, and C. M. Christensen. 1999. *Harvard Business Review on Managing Uncertainty*. Boston: Harvard Business School Press.
- Cropper, M. A. J., S. Geiger, and D. M. Jollie. 2004. "Fuel Cells: A Survey of Current Developments." *Journal of Power Sources*, 131(1-2): 57-61.
- Heikkinen, M. V. J., M. Matuszewski, and H. Hammainen. 2008. "Scenario Planning for Emerging Mobile Services Decision Making: Mobile Peer-to-Peer Session Initiation Protocol Case Study." *International Journal of Information and Decision Sciences*, 1(1): 26-43.
- Hoogers, G. 2003. *Fuel Cell Technology Handbook*. CRC.
- Karki, M. 1997. "Patent Citation Analysis: A Policy Analysis Tool." *World Patent Information*, 19(4): 269-272.
- Kayal, A. and R. Waters. 2002. "An Empirical Evaluation of the Technology Cycle Time Indicator as a Measure of the Pace of Technological Progress in Superconductor Technology." *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 46(2): 127-131.
- Lee, S., B. Yoon, and Y. Park. 2009. "An Approach to Discovering New Technology Opportunities: Keyword-Based Patent Map Approach." *Technovation*, 29(6-7): 481-497.
- Mehta, V. and J. S. Cooper. 2003. "Review and Analysis of PEM Fuel Cell Design and Manufacturing." *Journal of Power Sources*, 114(1): 32-53.
- Moore, G. A. 1991. *Crossing the Chasm*. New York: Harper Business Essentials.
- Narin, F. 1994. "Patent bibliometrics." *Scientometrics*, 30(1): 147-155.
- Narin, F. and E. Noma. 1985. "Is Technology Becoming Science?" *Scientometrics*, 7(3): 369-381.
- Narin, F. and E. Noma Ross. 1987. "Patents as Indicators of Orporate Technological Strength." *Research Policy*, 16(2-4): 143-155.
- Othman, R. 2008. "Enhancing the Effectiveness of the Balanced Scorecard with Scenario Planning." *International Journal of Productivity and Performance Management*, 57(3): 259-266.
- Pathapati, P., X. Xue, and J. Tang. 2005. "A New Dynamic Model for Predicting

- Transient Phenomena in a PEM Fuel Cell System." *Renewable Energy*, 30(1): 1-22.
- Schoemaker, P. J. H. 1995. "Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking." *Sloan Management Review*, 36(2): 25-40.
- Schwartz, P. 1996. *The Art of the Long View: Paths to Strategic Insight for Yourself and Your Company*. New York: Currency Doubleday.
- Schwartz, P. 1998. *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*. New York: Wiley New York.
- Siegel, N., M. Ellis, D. Nelson, and M. Von Spakovsky. 2003. "Single Domain PEMFC Model Based on Agglomerate Catalyst Geometry." *Journal of Power Sources*, 115(1): 81-89.
- Singhal, S. 2000. "Advances in Solid Oxide Fuel Cell Technology." *Solid State Ionics*, 135(1-4): 305-313.
- Yoon, B. and Y. Park, 2004. "A Text-Mining-Based Patent Network: Analytical Tool for High-Technology Trend." *The Journal of High Technology Management Research*, 15(1): 37-50.
- Yoon, B. U., C. B. Yoon, and Y. T. Park, 2002. "On the Development and Application of a Self-Organizing Feature Map-Based Patent Map." *R&D Management*, 32(4): 291-300.
- Yoon, J. and K. Kim, 2011. "Identifying Rapidly Evolving Technological Trends for R&D Planning Using SAO-Based Semantic Patent Networks." *Scientometrics*, 88(1): 213-228.