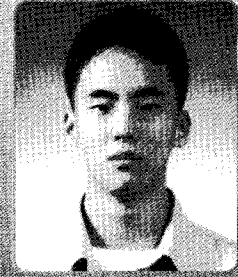




차세대 고체 산화물 연료전지 현황 분석



이준하
표준특허센터

1. 서론

전 세계 에너지 수요가 산업의 발전과 인구증가에 따라 계속 증가하는 추세에 있다. 현재 주요 에너지원인 화석연료의 고갈과 함께 공해문제, 환경오염에 따른 지구 온난화 등 부작용으로 인해 친환경적이면서 효율이 높은 연료전지의 중요성이 강조되고 있다.

연료전지는 연료가 가진 화학에너지를 화학반응에 의해 직접 전기에너지로 바꾸는 에너지 전환 장치를 말한다. 이러한 연료전지는 일반 배터리와는 달리 재충전이 필요없이 연료가 공급되는 한 계속해서 전기를 만들어 낼 수 있는 발전 시스템이다. 따라서 공급되는 연료로부터 연소 반응 없이 에너지 변환 과정(전기화학적 전지반응)만으로 전기 에너지를 얻을 수 있어 이론적으로 가장 높은 효율을 갖는 발전장치로 알려져 있다. 즉, 연료로부터 직접적으로 전기를 발생시키는 것으로 연료의 화학에너지를 열적 에너지 및 기계적 에너지로 전환하는 과정을 거치지 않아 매우 높은 효율을 얻을 수 있는 것이다.

현재까지 개발된 연료전지는 전해질의 종류에 따라 인산형 연료전지(PAFC, Phosphoric Acid), 용융탄산염형 연료전지(MCFC, Molten Carbonate Fuel Cell), 고체산화물 연료전지(혹은 고체 전해질 연료전지: SOFC, Solid Oxide Fuel Cell), 알칼리형 연료전지(AFC, Alkaline Fuel Cell), 고분자형 연료전지(PEMFC, Proton Exchange Membrane Fuel Cell or PEFC, Polymer Electrolyte Fuel Cell), 직접 메탄올 연료전지(DMFC, Direct Methanol Fuel Cell)와 같은 종류로 나눌 수 있고, 작동되는 온도에 따라 비교적 저온(250°C 이하)에서 동작되는 저온형 연료전지와 500°C 이상의 온도에서 동작하는 고온형 연료전지로 나눌 수 있다. 고온형 연료전지는 작동온도가 높아 상대적으로 고효율의 특징과 배기가스의 배열을 이용할 수 있는 장점이 있으며, 규모면에서 연료전지를 이용한 분산형(대형) 발전시스템으로의 개발이 기대되고 있다.

이중에서 구성소재가 모두 고체로 이루어진 고체산화물 연료전지는 효율이 가장 높을 뿐만 아니라 가스터빈과의 열병합발전에 의하여 효율을 75% 이상까지 향상시킬 수 있다.

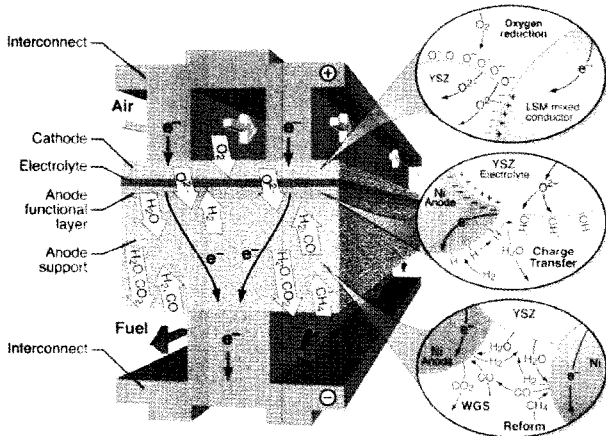
현재 SOFC는 연료전지 중 가장 연구가 많이 진행되고 있으며, 전극, 전해질, 스택, 시스템 등 구성요소 전반에 걸쳐 많은 논문과 특허가 제출되고 있다. 이러한 SOFC도 다양한 문제점과 개선사항을 가지고 있는 것이 발견됨에 따라 보다 발전적으로 기술적 개선이 이루어지고 있는데 대표적인 것이 저온형 SOFC와 탄화수소 연료형 SOFC가 대두되고 있다.

1.1 고체산화물 연료전지(SOFC)의 특징 및 작동원리

고체산화물 연료전지의 경우 1899년 Nersch 이론의 발견 후 Baur와 Preis에 의해 최초로 3세대인 세라믹 연료전지의 운전이 보고되었다. 세라믹 연료전지(Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)의 원리를 살펴보면 연료기체가 소유하고 있는 화학에너지를 전기화학반응에 의해 직접 전기에너지로 변환시키는 에너지 변환장치로, 연료극(Anode)에서 탄화수소계열의 다양한 연료(H₂, CO, CH₄) 등이 산화되면서 방출된 전자가 공기극(Cathode)에서 산화제와 결합하여 환원반응을 일으키고, 전극 양단에 발생하는 전위차 및 화학 퍼텐셜(chemical potential)의 차이로 인하여 전해질을 통해서는 이온이 그리고 외부회로를 통해서는 전자가 전달되는 과정에서 전기에너지와 물 또는 수증기가 발생하는 전기화학기구에 의하여 작동되어 진다. 특히, 연료전지는 구성요소들이 반응에 참여하지 않고 단지 반응기체 사이에서만 전기화학반응이 진행되므로 연속적으로 전기에너지를 생산할 수 있다.

고체산화물 연료전지는 연료전지 가운데 가장 고효율(발전효율 50~70%)이며 가스터빈이나 증기터빈과 복합발

전시 85%이상의 높은 발전효율이 기대되며, 석탄가스, 천연가스, 메탄올, 나프타 등 다양한 연료를 사용할 수 있고 CO2 50%이상의 절감효과와 SOx과 NOx의 방출량이 거의 없는 장점을 가지고 있다. 또한 셀 단위 면적 당 전력 밀도가 높고 개질기가 불필요하므로 발전시스템이 간단하여 소형화가 가능하고, 전해질 손실 및 구성재료의 부식문제가 없으므로 시스템이 안정하다는 장점을 가지고 있다. 반면, 고가의 재료를 사용하게 됨에 따라 경제적인 문제와 수소연료 저장의 문제가 단점으로 지적되고 있다.



[그림 1] SOFC 개략도

1.2 저온형 SOFC

SOFC의 고온(800~1000℃) 작동 특성은 에너지 효율이 높고 연료의 개질이 필요 없다는 장점이 있는 반면 재료열화에 따른 시스템 수명문제나 고가의 고온 재료 사용에 따른 경제성 문제가 단점으로 지적되고 있다. 현재 SOFC 시스템의 제조원가는 kW당 3000 US\$ 정도로 추산하고 있으며 그중 40%는 스택이 차지하고 있다. 스택 제조 원가 중 고온작동에 필요한 내열금속 접속자가 차지하는 비율이 80%이상을 차지하고 있어 SOFC 상용화에 최대 걸림돌로 작용하고 있다. 따라서 SOFC 시스템의 장기 안정성 및 경제성을 높이기 위해 작동온도를 낮추는 것이 중요한 문제로 대두되고 있다.

그러나 SOFC의 저온작동은 시스템의 신뢰성을 높이고 경제성을 확보할 수 있다는 장점은 있으나 재료물성의 저하, 전기화학적 활성감소 등 새로운 성능 감소 요인들을 유발한다.

또한, 40% 가까운 성능 손실 요인으로 작용하는 전극에서의 분극저항 또한 열적활성화 기구를 따르므로 온도가 내려갈수록 크게 증가하게 된다. 분극 저항 성분에 의한 손실은 크게 촉매활성에 의한 활성분극손실과 물질 확산 반응에 의한 확산분극 손실로 나뉘는데 전자의 경우

는 촉매물질의 활성과 반응점의 농도 및 분포에 의해 결정되며 후자의 경우는 전극을 통한 물질의 확산 반응에 의해 결정되게 된다. 따라서 전극에서의 분극 저항 성분을 최소화하려면 전기화학 반응에 필요한 반응점과 이에 필요한 기공구조가 효과적으로 형성될 수 있도록 미세구조를 제어하는 것이 중요한 관건이 된다.

1.3 탄화수소 연료형 SOFC

SOFC는 다른 연료전지에 비해 상대적으로 고온에서 작동되는 특성을 갖기 때문에 탄화수소 연료를 특별한 개질공정이 필요없이 직접 공급하여 사용할 수 있다. 이는 기존 산업의 근간인 석유화학 인프라를 그대로 이용할 수 있을 뿐만 아니라 개질장치의 생략으로 인한 장치의 소형화 및 비용절감으로 이어져 전체적인 시스템의 경제성을 향상시킬 수 있다.

탄화수소를 직접 연료로 사용하여 에너지효율은 연료 자체의 제조에 에너지를 필요로 하는 수소를 연료로 사용하는 연료전지 보다도 향상될 것으로 예상되며, 크기를 소형화시켜 여러 방면에 응용이 가능한 것도 큰 장점이라 할 수 있다.

다만, 탄화수소를 연료로 사용하여 작동하는 SOFC는 연료로 사용되는 탄화수소로부터의 탄소침적이 큰 문제가 되며 이를 해결하기 위해 연료에 수증기를 포함시키는 방법이나 전극 재료의 개발 및 전극 구조의 개선 등의 연구가 이루어지고 있다.

1. 기술동향 및 분석

2.1 특허 동향

본 특허 동향에서는 고체산화물 연료전지(SOFC)의 전반적인 출원 현황을 연도별 출원 동향, 포트폴리오, 특허 분포도, 주요 출원인, 기술 흐름도 등을 통해 알아보고 현재 전 세계의 주요 특허 출원 국가인 미국, 일본, 유럽 및 한국의 정량적인 출원데이터를 통해 SOFC 관련 기술의 전체적인 흐름을 알아보고자 한다.

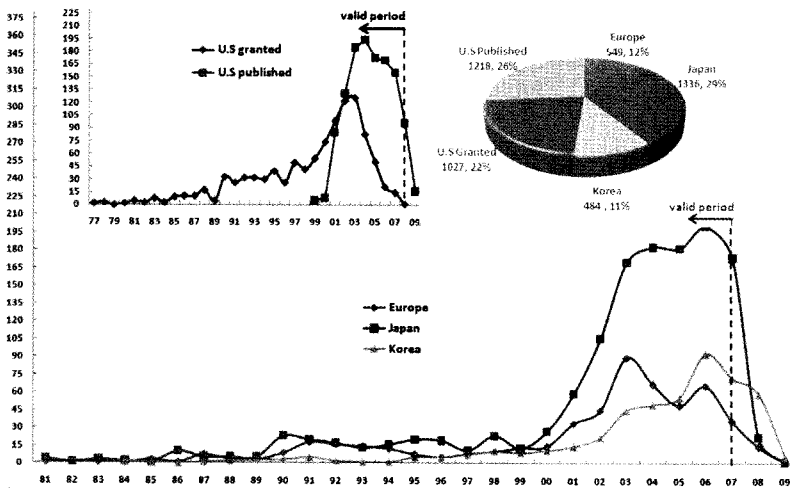
2.2 분석범위 및 분석기준

미국, 일본, 유럽 및 한국 등 주요국가의 분석구간 및 대상특허는 다음과 같다.

구분	국가	분석기간	대상건수
공개특허	한국	1974 ~ 2009.10	484
	일본	1975 ~ 2009.10	1,336
	유럽	1977 ~ 2009.10	549
	미국	2000 ~ 2009.10	1,218
등록특허	미국	1974 ~ 2009.10	1,027
합계			4,614

[표 1] 분석범위 및 대상건수

2.3 연도별 출원 동향



[그림 2] 연도별 특허출원 동향

주요 국가별 비율에서는 미국특허가 등록특허와 공개특허의 중복을 감안하더라도 가장 많은 출원량을 보이고 있으며 근소한 차이로 일본이 뒤따르고 그 다음을 유럽 및 한국이 차지하고 있다.

SOFC와 관련하여 미국에서 연구 개발이 시작되었지만 유럽, 그리고 2000년도 이후에 와서는 일본 및 한국 또한 연구 활동이 활발하게 진행되어 절대 출원량이 주요 출원국이 일정 비율을 가지며 경쟁하고 있는 형태로 나타나고 있다.

70년대 후반 및 80년대 초반에서부터 SOFC의 연구관련 특허가 출원이 되기 시작했고, 이후 별다른 변화를 보이지 않다가 2000년도에 접어들면서 출원량이 급격히 증가추세를 보이며, 미국과 유럽은 2003년, 일본과 한국은 각각 2006년에 가장 많은 출원량을 보이며 이후 주요 국가의 출원량이 다소 하락세를 나타내고 있다.

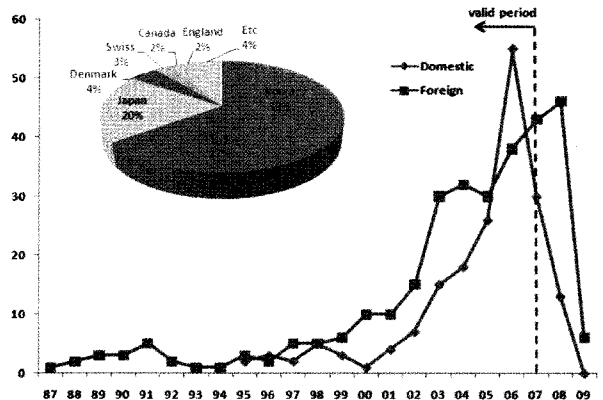
2.4 한국특허의 국가별 및 내외국인별 점유율

국내 특허 전체에서 우리나라가 차지하는 비율은 38%로 가장 많은 부분을 차지하고는 있으나 나머지 출원은 모두 외국국가의 출원이 차지하여 미국이나 일본 등 주요 출원국에 의해 외국국가의 출원이 상대적으로 높은 편이다. 한국에 이어 미국이 27%, 일본이 20%로 뒤를 잇고 있고 나머지는 차례로 덴마크, 스위스 등 유럽국가들이 적은 비율로 차지하고 있다.

2.5 포트폴리오로 본 기술발전의 위치

본 포트폴리오는 SOFC에 관련된 전체 분야에 대해 출원건수와 출원인수 변화를 파악하여 연도에 따른 이들의 상관관계를 통해 기술의 발전상황을 살펴보는 데 목적이 있는 것으로, 출원연도를 과거로부터 최신 연도까지 5년간으로 분할하고 각 5년간으로 분할된 구간에서 최근으로부터 5개 구간을 선정하여 해당 구간의 출원건수와 출원인수를 합하여 하나의 원형으로 나타내어 원형의 위치 및 크기에 따라 하기 기준으로 제시된 발전기, 성숙기, 퇴조기, 부활기의 기술발전 상황에 대비하여 현재 기술의 위치를 알 수 있도록 한 것이다.

도표상 모든 국가가 전반적으로 발전단계에 있는 것으로 나타나고 있으며 한국, 미국, 일본 및 유럽특허가 거의 유사한 구조의 그래프가 도식화 되어 현재까지 전세계적으로 출원건수 및 출원인수가 모두 증가세에 있어 왕성한 연구활동 및 특허 출원활동이 이루어지고 있음을 시사해 주고 있다. 더욱이 가장 최근 구간인 2003년부터 2007년 구간에서는 특징적으로 한국, 일본 및 유럽특허의 출원건수와 출원인수의 증가폭이 매우 크게 나타나고 있으며, 출원량에 있어서는 일본특허의 양적인면이 두드러지고 있음을 주목할 필요가 있다.



[그림 3] 국내특허의 국가별 및 내외국인 출원동향



2.6 주요 출원인 동향

아래 <표2>는 한국 및 미국의 전체 SOFC 기술분야에서 가장 출원량이 많은 상위 10개 출원인을 나타낸 것이다.

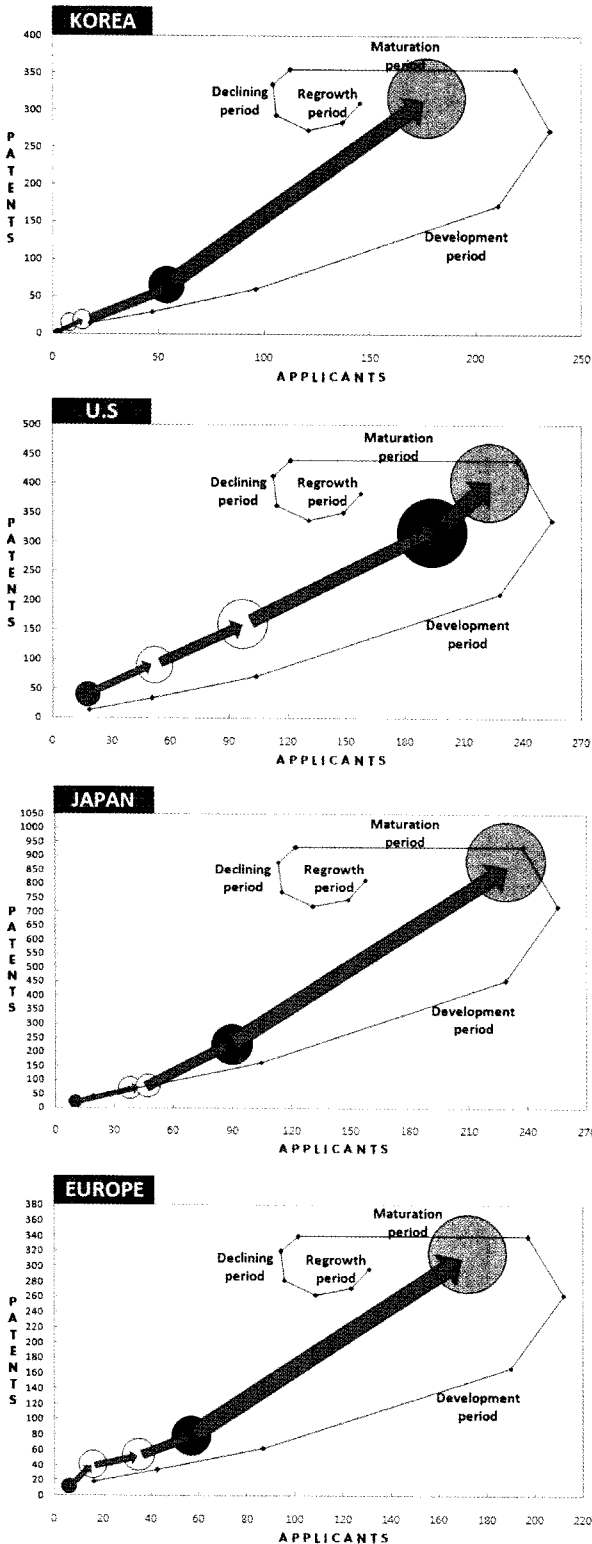
순위	한 국		미 국	
	출 원 인	건수	특 허 권 자	건수
1	KIST (Korea)	26	Delphi Technologies (U.S)	72
2	KIER (Korea)	25	Siemens Westinghouse Electric Corp. (U.S)	61
3	Samsung SDI (Korea)	24	NGK Insulators (Japan)	32
4	Siemens Westinghouse Electric Corp. (U.S)	21	Siemens Westinghouse Power Corp. (U.S)	31
5	General Electric (U.S)	19	General Electric (U.S)	26
6	Posco (Korea)	18	The United States of America as represented by the Department of Energy (U.S)	26
7	Hyundai Motors (Korea)	17	Corning (U.S)	23
8	Technical University of Denmark (Denmark)	16	The Regents of the University of California (U.S)	23
9	Toshiba (Japan)	9	Allied Signal (U.S)	22
10	Matsushita Electric (Japan)	7	Nissan Motors (Japan)	20

[표 2] 상위 10개 출원인 (한국, 미국)

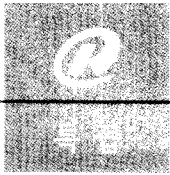
아래 <표3>는 일본 및 유럽의 전체 SOFC 기술분야에서 가장 출원량이 많은 상위 10개 출원인을 나타낸 것이다.

순위	일 본		유 럽	
	출 원 인	건수	특 허 권 자	건수
1	Dainippon Painting (Japan)	109	Delphi Technologies (U.S)	72
2	Nissan Motors (Japan)	108	Siemens Westinghouse Electric (U.S)	30
3	Nippon Telegr & Teleph (Japan)	105	NGK Insulators (Japan)	23
4	Mitsubishi Heavy Ind (Japan)	89	General Electric (U.S)	22
5	Mitsubishi Materials (Japan)	81	Nissan Motor (Japan)	21
6	Toto (Japan)	74	Siemens Westinghouse Power Corp. (U.S)	26
7	Tokyo Gas (Japan)	72	Corning (U.S)	14
8	Nippon Oil (Japan)	36	Hewlett-Packard Development (U.S)	13
9	Hitachi (Japan)	32	Mitsubishi Materials (Japan)	13
10	General Electric (U.S)	30	Allied Signal (U.S)	9

[표 3] 상위 10개 출원인 (일본, 유럽)



[그림 4] 국가별 포트폴리오



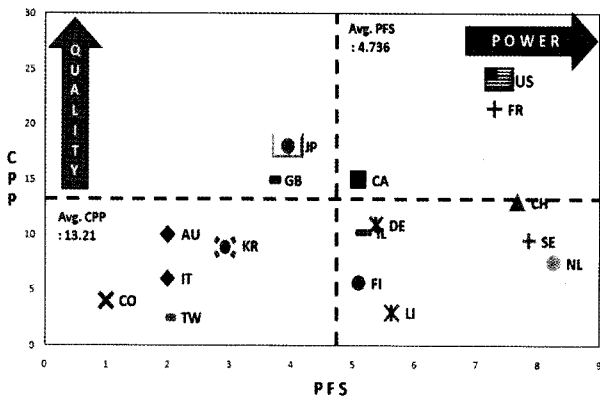
2.7 국가별 특허의 질적수준 및 시장확보력

주요 국가가 보유한 특허의 질적 수준을 판단할 수 있는 피인용비(CPP)¹⁾와 시장 확보를 위해 노력하는 정도를 판단할 수 있는 평균 Family Size(PFS)²⁾를 도식화한 분석을 아래 그림에 나타내었는데 전체적으로 출원되는 특정 특허문헌에 피인용되는 비율의 평균이 13.2127로 약 13건의 특허에 피인용되는 것으로 나타나고 있어 관련기술이 기술개발단계를 지나 기술개발 성숙기에 있는 것으로 분석되며, 평균 Family Size에 관해서는 4.736로 특허당 약 5개국에 특허 패밀리를 가지고 있는 것으로 나타났다.

출원된 특허가 피인용되는 비율이 높은 국가로 미국, 덴마크, 일본 등으로 나타나고 있으며 미국의 경우에는 출원량이 많을 뿐만 아니라 피인용 비율도 높아 기술적 수준이 상당히 높은 것으로 분석된다.

각 특허의 패밀리 수가 많아서 시장확보력이 큰 나라로 네덜란드, 스웨덴, 스위스, 미국, 덴마크 등이 나타나고 있으며 네덜란드, 스웨덴 및 스위스 등은 출원량이 적어 상대적으로 시장확보력이 높게 나타난 것이고 역시 미국이 출원량이 많음에도 평균 패밀리 수가 많아 시장확보력 또한 큰 것으로 분석되며 우리나라는 전체적인 기술경쟁력이 낮은 것으로 파악되고 있다.

본 그래프는 미국등록특허만을 대상으로 분석된 자료로 전세계의 기술상황을 정확히 대변한다고 볼 수는 없으나 미국을 포함한 유럽지역을 대상으로는 유효한 자료라고 볼 수 있다.

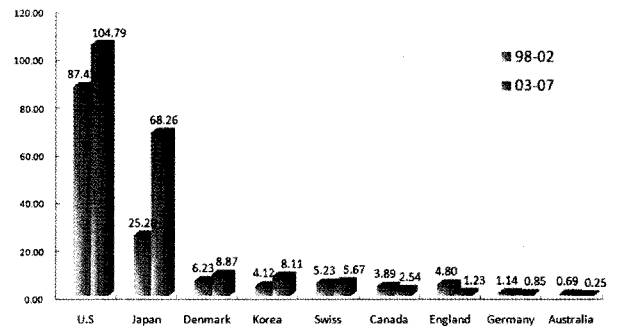


[그림 5] 특허의 질적수준 및 시장확보력

2.8 주요 국가의 기술력 비교

미국등록특허에서 기술수준을 측정하는 3가지 지표인 특허등록건수, 영향력 지수(PII)³⁾, 기술력 지수(TS)⁴⁾를 통해 국가별 분포를 살펴본 결과, 대부분의 국가의 기술력 지수가 과거 5년 구간보다 최근 5년 구간의 지수가 상승하여 양적수준과 질적수준이 최근 모두 높아졌음을 보여주고 있으며, 특히 미국이 특허등록건수와 기술력 지수 최근 및 과거 5년 구간에서 모두 1위를 차지하여 SOFC 시장에서 기술력 및 시장지배력이 가장 우월한 위치에 있는 것으로 나타났다. 그 뒤를 일본이 상대적으로 영향력 지수는 낮지만 출원건수가 크게 증가하여 기술력 지수는 그래프상 미국과 대등할 정도로 나타나고 있음이 주목된다.

한국은 최근 들어 다른국가와 마찬가지로 국내 특허출원수는 증가하고 있으나 이는 자국 특허에 한정된 것으로 아직은 미국등록특허의 특허수가 많지 않아 미국등록특허가 중심인 전체적인 지표에서 중하위권에 위치하고 있고 또한 이로 미루어 미국시장에 진출이 활발하지 않은 것으로 파악되고 있다. 그러나, 최근 5년간 지표가 증가세에 있고 또한 자국 특허 출원이 활발하여 향후에는 기술발전 및 시장흐름에 직접적으로 영향을 미칠 수 있을 것이라 판단된다.



[그림 6] 주요 국가의 기술력 비교

3. 기술 분석 결과 및 고찰

3.1 주요 특허

1) CPP(인용도지수, Cites Per Patent)란 특정 특허권자의 특허들이 이후 등록되는 특허들에 의해 인용되는 회수의 평균값으로, 이 값이 클수록 주요특허 또는 원천특허를 많이 가지고 있다는 것을 의미하며 많이 인용되는 특허를 가진 특허권자는 경쟁에서 유리한 위치를 점할 수 있음 (CPP = 피인용수/ 특허건수)

2) PFS(시장확보지수, Patent Family Size)란 한 발명에 대해 각 국가마다 출원된 특허를 Family patent라 지칭하는데 해당국가에서 상업적인 이익 또는 기술경쟁 관계에 있을 때에만 해외에 특허를 출원하므로 Family Patent 수가 많을 때에는 특허를 통한 시장성이 크다고 판단되어 이를

시장확보력의 지표로 사용함 (PFS = 해당출원인 평균 특허Family수/ 전체평균 특허Family수)

3) PII(영향력 지수, Patent Impact Index)란 특정특허권자의 특허가 이후 등록된 특허들에 의해 인용되는 회수의 평균값인 인용도지수(CPP)를 전체 피인용비로 나눈 상대적인 CPP를 나타내므로, 이 값이 클수록 상대적으로 그 이후에 인용이 많이 되었고 이후 특허에 영향을 많이 주었다는 의미, 즉 질적수준이 높다는 것을 의미함 (PII = 해당국가의 CPP/ 전체 CPP)

4) TS(기술력 지수, Technology Strength)란 영향력지수에 특허건수를 곱한 값으로 질적수준과 양적수준을 동시에 의미함(TS=PII X 특허건수)



다음은 저온형 SOFC 및 탄화수소 연료형 SOFC와 관련하여 키워드 및 검색식 기반으로 특허자료를 검색하여 추출된 주요 특허들을 포함한 도표이다.

특허번호	출원일	출원인	발명의 명칭
5,306,574 (U.S)	1992.10.07	Westinghouse Electric Corp.	Method of low temperature operation of an electrochemical cell array
5,993,989 (U.S)	1997.04.07	Westinghouse Power Corp.	Interfacial material for solid oxide fuel cell
6,844,098 (U.S)	1998.08.31	Ishihara Tatsumi, Takita Yusaku	Oxide-ion conductor and use thereof
6,387,560 (U.S)	1999.02.17	Nano Products Corp.	Nanostructured solid electrolytes and devices
2004-327413 (Japan)	2003.04.28	Sasaki Kazuya	Solid oxide fuel cell and electrode material for fuel reformer
2006-151716 (Japan)	2004.11.26	National Institute for Materials Science	Oxide ion conductive material-comprising bismuth-erbium-lanthanum oxide solid solution and its manufacturing method
2007-164989 (Japan)	2005.12.09	Toida Tsutomu	Method of combination of solid oxide type fuel cell and hydrogen manufacturing process

[표 4] 주요특허 (저온형 SOFC)

특허번호	출원일	출원인	발명의 명칭
5,747,185 (U.S)	1995.11.14	Ztek Corp.	High temperature electrochemical converter for hydrocarbon fuels
6,589,680 (U.S)	1999.03.03	The Trustees of University of Pennsylvania	Method for Solid oxide fuel cell anode preparation
6,479,178 (U.S)	2001.04.10	Northwestern University	Direct hydrocarbon fuel cells
7,049,014 (U.S)	2002.03.05	H Power Corp.	Direct secondary alcohol fuel cells
1991-283266 (Japan)	1990.03.29	NKK Corp.	Direct hydrocarbon reforming in protonic ceramic fuel cells by electrolyte steam permeation
2004-200022 (Japan)	2002.12.19	Mitsubishi Materials Corp.	Solid oxide fuel cell
2009-104884 (Japan)	2007.10.23	Showa Shell Sekiyu	Solid oxide fuel cell system

[표 5] 주요특허 (탄화수소 연료형 SOFC)

3.2 주요 논문

다음은 저온형 SOFC 및 탄화수소 연료형 SOFC와 관련하여 키워드 및 검색식 기반으로 특허자료를 검색하여 추출된 주요 특허들을 포함한 도표이다.

저 자	간행일	저널	제목
Ishihara Tatsumi	1994.06	Journal of the American Ceramic Society	Doped perovskite oxide, PrMnO ₃ , as a new cathode for solid oxide fuel cell that decreases the operating temperature
Selmar de Souza	1997.03	Journal of the Electrochemical Society	Reduced-temperature solid oxide fuel cell based on YSZ thin-film electrolyte
Nguyen Minh	1999	Fuel Cells Bulletin	High-performance, reduced-temperature SOFC technology
Selmar de Souza	2002	Journal of the Electrochemical Society	Reduced-temperature solid oxide fuel cell based on YSZ thin-film electrolyte

[표 6] 주요논문 (저온형 SOFC)

저 자	간행일	저널	제목
E. S. Putna	1995	Langmuir	Ceria-based anodes for the direct oxidation of methane in solid oxide fuel cells
E. Perry Murray	1999	Journal of Power Sources	A direct-methane fuel cell with ceria-based anodes
W.Grover Coors	2003	Fuel Journal of Power Sources Cells Bulletin	Protonic ceramic fuel cells for high-efficiency operation with methane
McIntosh, Steven	2004	University of Pennsylvania	Development of direct hydrocarbon solid oxide fuel cells

[표 7] 주요논문 (탄화수소 연료형 SOFC)

3.3 핵심 특허

이후 기술분석을 위해 SOFC의 특허 데이터 중에서 앞으로 가장 이슈화될 가능성이 있고, 또한 근래 실생활에 응용될 수 있는 기술내용으로 저온형 및 탄화수소 연료형 SOFC의 두가지 기술내용을 모두 포함하고 또한 온도

는 특별히 700℃이하(바람직하게는 650℃)이며 직접 투입되는 탄화수소 연료는 Methane 및 도시가스를 선정하고, 이를 한정하여 핵심특허를 추출하였고, 그 결과는 다음 표와 같다.

특허번호	출원일	출원인	발명의 명칭
4,791,033 (U.S)	1988. 03.28	Energy Research Corporation	Fuel cell system
6,214,485 (U.S)	1999. 11.16	Northwestern University	Direct hydrocarbon fuel cells
6,896,992 (U.S)	2003. 10.07	Hewlett-Packard Development	Hybrid thin/thick film solid oxide fuel cell and method of manufacturing the same
7,045,231 (U.S)	2003. 01.27	Protonetics International, Inc.	Direct hydrocarbon reforming in protonic ceramic fuel cells by electrolyte steam permeation

[표 8] 핵심특허

3.4 기술분석 (Co-citation Analysis)

▷ 분석 프로그램

(Touchgraph NAVIGATOR™ trial version)

동시인용관계(co-citation)란 미국등록특허에 기재되어 있는 인용정보를 이용하여 특정특허1과 특정특허2의 인용정보를 동시에 인용한 횟수를 카운팅함으로써 시각적으로 특허간의 기술적 연계 네트워크를 확인하는 방법이다.

Co-citation 분석에서는 기존의 단순한 인용관계인 Forward(해당 특허를 인용한 특허문헌), Backward(해당 특허가 인용한 특허문헌) 중심의 분석을 탈피하여 상호간 동시인용관계를 나타낸 것으로, 기술분류, 기술등급, 출원인 요소와 대상특허와의 영향력 관계를 원하는데로 나타낼 수 있고, 특정 기술에 있어서의 진입장벽을 한눈에 확인할 수 있다.

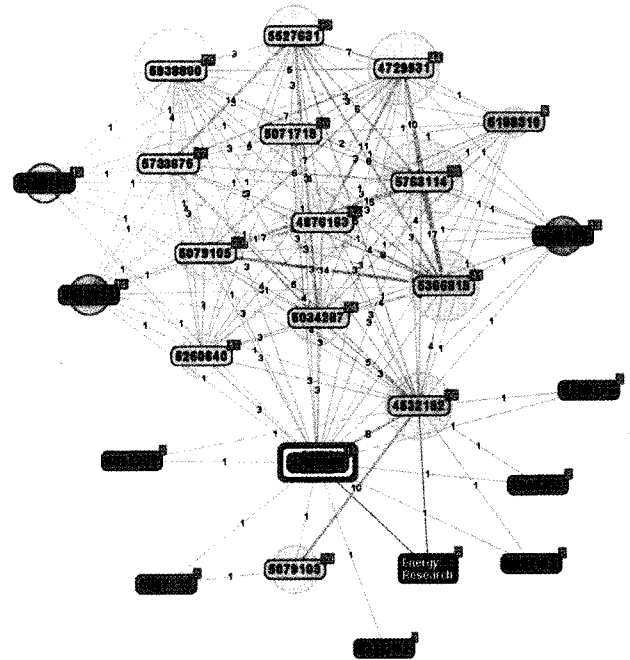
특정 특허간 유사도 및 특정 출원인간의 유사도를 인용관계를 통해 도시할 수 있고, 인용문헌을 하나의 키워드 개념으로 파악하여 두 개의 특허가 동시인용한 횟수가 각각 특허의 forward 인용수 대비 많다면, 두 문헌은 유사도가 높은 것으로 판단하는 것이다. 뒤에 첨부할 도표를 해석할 때에는 core부의 밀집 특허는 진입이 어려운 spot이며, 노드가 적게 형성된 edge 특허들은 최신기술 혹은

중요성이 낮은 특허일 가능성이 높다.

종래 citation은 단순히 출원일이 오래 경과된 특허가 높은 영향력 위치를 선점하였지만, co-citation 분석을 통해서도 출원일이 낮은 특허임에도 상호인용관계에 따라 영향력이 증가되는 것을 확인할 수 있다.

3.4.1 Co-citation 분석 part 1

아래 그림은 핵심특허 중 하나인 US4791033B1(출원인 Energy Research Corp.)에 대해 동시인용관계만을 도식화한 것이다. 이 특허는 서로 복잡한 동시인용관계 네트워크를 가지고 있는 15여개의 특허군집과 관계를 가지고 있는 점이 특징이며, 본 핵심특허를 분석함과 동시에 관계를 가지고 있는 특허군집도 분석해야 한다. 보통 이러한 특허군집은 동일출원인일 경우가 많다. 목적하는 특허와 동시인용관계수가 높은 특허들은 기술적으로도 관련성이 높으므로 반드시 함께 고려되어야 할 대상들이다.

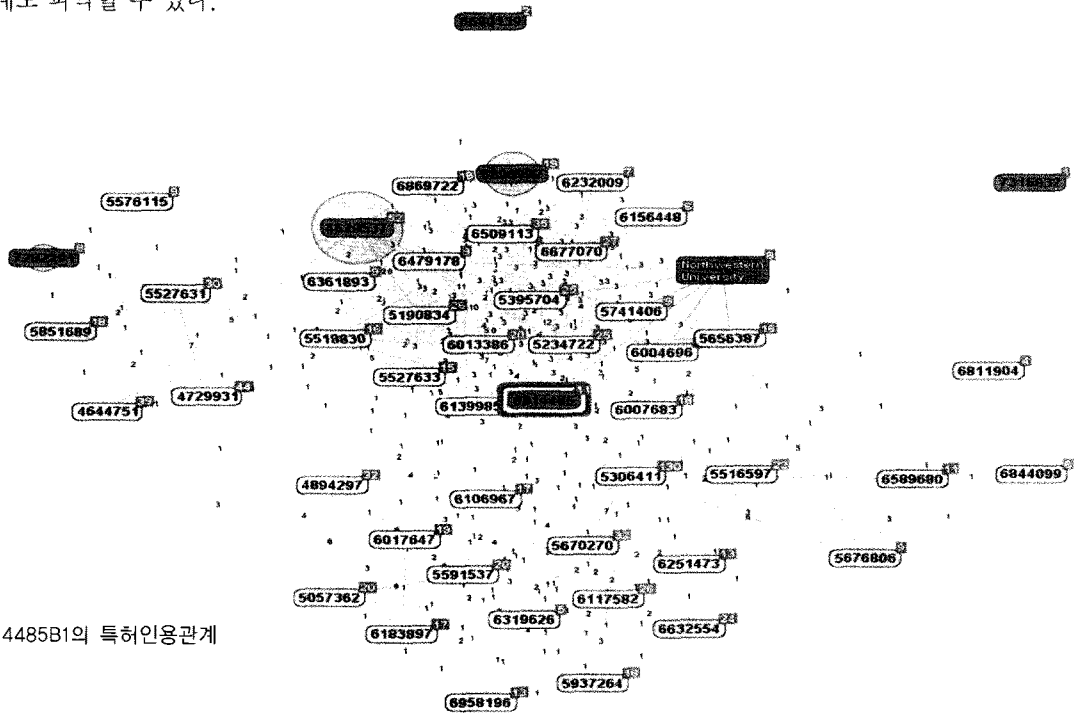


[그림 7] US4791033B1의 특허인용관계

3.4.2 Co-citation 분석 part 2

아래 그림은 핵심특허 중 하나인 US6214485B1(출원인 Northwestern Univ.)에 대해 동시인용관계만을 도식화한 것이다. 특허 상호간에 관계가 분석 part 1에서 보다

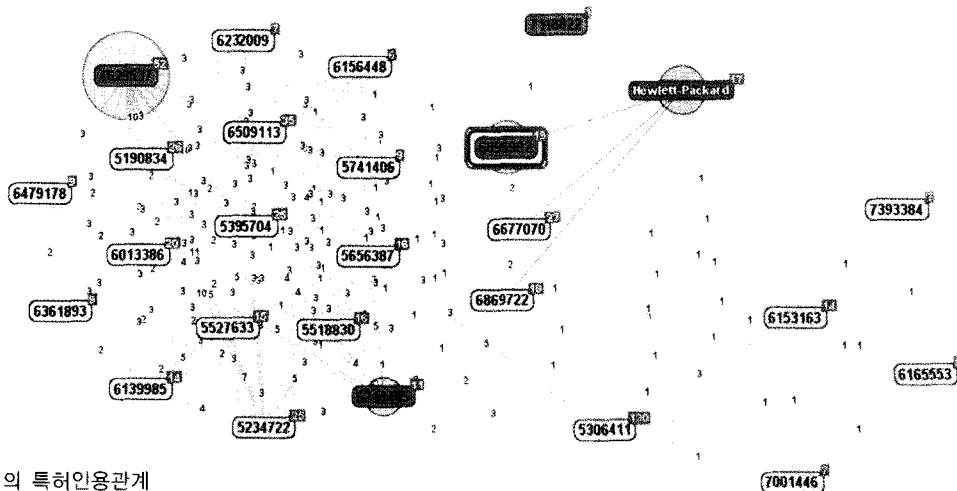
좀 더 복잡하게 이루어져 있는데, 핵심특허를 중심으로 상측에 분포되는 특허군집과 하측에 분포되는 특허군집이 연결되어 있으며 특징적으로 상측 특허그룹에는 또 다른 핵심특허인 US6896992B1이 포함된 것을 알 수 있어 핵심특허들 간에 상관관계도 파악할 수 있다.



[그림 8] US6214485B1의 특허인용관계

3.4.3 Co-citation 분석 part 3

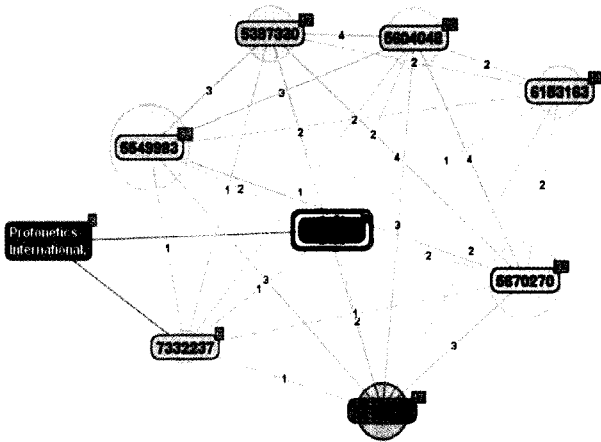
아래 그림은 핵심특허 중 하나인 US6896992B1(출원인 Hewlett-Packard)에 대해 동시인용관계만을 도식화한 것이다. 이 특허는 그림에서 좌측에 위치하는 특허군집 중 일부로 포함되어 있는 것이 나타나며, 앞서 분석된 US6214485B1와의 특허관계를 가지고 있어 핵심특허 US6214485B1와 US6896992B1의 상호 관련성을 파악할 수 있다.



[그림 9] US6896992B1의 특허인용관계

3.4.4 Co-citation 분석 part 4

아래 그림은 핵심특허 중 하나인 US7045231B1(출원인 Protonetics International, Inc.)에 대해 동시인용관계만을 도식화한 것이다. 이 특허는 다른 핵심특허에 비해 상당히 적은 수의 특허와 동시인용관계를 형성하고 있는 점이 특징적인데 이는 SOFC 중에서도 상당히 독립적인 성향을 갖는 기술이거나 최신 기술이라고 판단되어 질 수 있다.



[그림 10] US7045231B1의 특허인용관계

4. 결론

본 기술분석은 저온형 SOFC 및 탄화수소 연료형 SOFC와 관련된 다양한 특허를 조사하고 또한 이들 중에서 향후 유망한 기술에 대해 핵심특허를 선정하여 이들 특허들에 대해 집중적으로 분석하여 이 핵심특허들과 관련되는 기술들이 어떻게 분포하는지를 포괄적이고 시각적으로 도출하여 이를 한 눈에 파악하기 용이하게 한 것이다. 또한 핵심특허들의 출원인 및 출원량이 가장 많은 주요 출원인들간에 관계도 규명하였다. 이를 통해 해당분야에 어떤 종류의 기술이 선행문헌으로 존재하는지를 파악하고 이로부터 해당특허의 기술적 회피설계 및 진입장벽의 범위를 가늠할 수 있도록 한 것이다.

SOFC의 특허 데이터 중에서 근래 가장 관심을 받고 있는 두가지 이슈인 저온형 및 탄화수소 연료형의 기술내용을 모두 포함하고 있는 SOFC를 핵심특허로 선정하여 분석하였으며, 특히 이들은 동시인용관계를 분석함으로써 기존 키워드 및 검색식 기반의 분석법에서 발생될 수 있는 키워드의 부정확 혹은 누락, 잘못된 검색식 및 조사자의 착오 등 문제점을 보완하여 데이터의 신뢰성을 증진시키고 다양한 분석결과를 얻을 수 있었다.

기존의 방법에 접목하여 보다 세부적이고 신뢰성 있는 방식으로 관련된 기술문헌을 검색할 수 있다면 시간적, 비용적 문제를 경감하고 보다 경쟁력 있는 기술을 확보할 수 있을 것이라 생각된다. 