

# 연료전지, 이제 나노기술로 만든다!

특허청

## 나노기술과 차세대 에너지원의 접목

온실가스 배출로 인한 심각한 지구 온난화, 기후변화 및 환경오염과 더불어 최근의 고유가 행진으로 인하여 인류의 주 에너지원인 석유와 석탄 같은 화석연료를 대체할 차세대 에너지의 개발에 대한 관심이 증가함에 따라 수소에너지를 이용한 연료전지(Fuel Cells)의 기술개발이 활발히 이루어지고 있다.

연료전지는 1893년 영국의 Sir Grove에 의해 그 원리가 발견 및 시현된 이후 1950년대 미국 NASA의 제미니/아폴로 우주선 개발계획에 의해 획기적인 발달이 이루어졌으며, 1990년대에는 GE 같은 다국적기업에 의해 대체 에너지원으로 인정받아 발전소, 자동차, 가정용 전원 및 휴대전자기기 등의 전원으로 다양한 연구가 이루어지고 있다.

연료전지는 작동온도와 전해질(Electrolyte)의 종류에 따라 분류되며, 현재 자동차, 가정용 전원 및 휴대전자기기의 전원으로 사용될 수 있는 고분자 전해질형과 직접 메탄올형의 연구가 활발히 이루어지고 있고, 연료전지란 수소를 전자와 수소 양이온(Proton)으로 분리하여 전자가 전기회로를 따라 전달되게 함으로써 전기를 발생시킨다. 분리된 수소 양이온은 전해질을 따라 전달되어 분리된 산소 음이온과 결합함으로써 안정된 물질 즉, 물로 전환된다.

고분자 전해질형 및 직접 메탄올형 연료전지의 핵심기술 및 부품은 금속촉매(Catalyst) 및 촉매담체(Catalyst support)를 포함하는 양극(+)과 음극(-), 고분자 화합물을 사용하는 전해질(Membrane) 및 양극, 음극 및 전해질을 결합시킨 MEA(Membrane Electrolyte Assembly)가 있고 또한, MEA를 양쪽에서 탄소판이나 금속판으로 덮어 보호하는 양극판(Bipolar plate), 전기적 제어부품(Control part) 및 수소저장(H<sub>2</sub> storage) 기술 등이 필요하다.

나노기술은 1991년 일본의 Ijima에 의해 직경이 나노 크기인 탄소튜브(Carbon nanotubes)가 발견된 후, 일정 크기 이하로 제조된 물질이 가지는 성질을 이용하기 위하여 금속 및 무기물 분말, 탄소흡착제 등의 분야에서 지난 10여 년간 꾸준히 연구되었다.

연료전지에 사용되는 나노기술은 금속촉매 분야에서 금속을 나노 크기의 분말로 제조하여 적은양의 금속으로 더 큰 효과를 발휘하기 위하여 사용되며, 촉매담체 분야에서는 나노 크기의 기공으로 표면이 이루어져 높은 표면적을 갖는 탄소 소재를 이용하여 높은 분산력을 나타내도록 사용된다. 전해

질은 대부분 고분자화합물로 구성되나 직접 메탄올형 연료전지의 경우 반응하지 않은 메탄올이 전해질을 통과하는 현상을 막기 위하여 무기물 나노 분말이 고분자화합물과 혼합되어 전해질을 제조하는데 사용된다. 양극판은 탄소 나노튜브나 탄소 나노분말을 이용하여 경량이면서 높은 전도성을 갖도록 제조되며 탄소 나노튜브는 연료전지뿐만 아니라, 수소 에너지의 상용화에 필수적인 수소저장물질로서 이용된다.

특허청 자료에 의하면, 나노기술을 이용한 연료전지 관련 특허출원은, 2000년부터 2004년까지 5년간 총 88건이 출원되었으며 특히 2001년 이후의 출원이 전체 출원의 80.7% 이상을 나타내고 있음은 최근 고유가로 인한 대체에너지에 대한 기술개발의 관심도를 알 수 있고 또한 1990년대 초부터 연구되고 있는 나노기술이 2000년부터 소재 자체의 개발을 지나 실용화 단계에 접어들고 있음을 나타낸다. 내외국인 출원 동향은 총 88건 중 내국인 출원은 67건으로 76.1%, 외국인 출원이 21건, 23.9%를 차지하고 있다.

나노기술을 이용한 연료전지 관련 특허출원을 주요기술별로 보면, 금속분말을 이용한 촉매기술이 24건으로 약27.3%, 탄소소재를 이용한 촉매담체 기술은 23건, 약26.1%를 차지함으로, 이는 전체 출원 88건의 절반이상인 53.4%를 차지한다. 이는 이 분야에 대한 적극적인 기술개발의 결과를 나타내며, 또한 이 이밖에도 연료전지에서 전해질과 수소저장의 중요성이 증가하면서 이들 분야의 출원도 증가하고 있다.

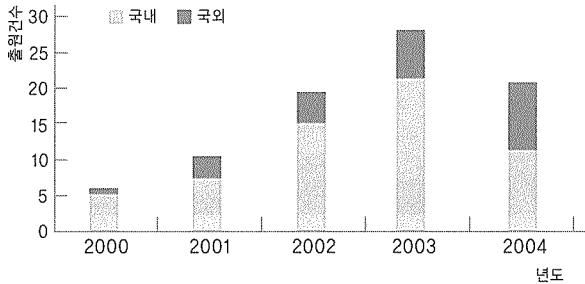
## 향후전망

우리나라를 비롯한 세계 각국은 배출권 거래제의 시행을 앞두고 화석연료의 사용을 줄임으로부터 시작하여 고유가와 환경문제를 동시에 해결할 수 있는 대체에너지 개발에 총력을 기울이고 있다.

대체에너지 기술 중 가장 각광받고 있는 연료전지는 미국, 캐나다, 독일 등 선진국에서는 이미 부분적으로 상용화가 이루어지고 있고 우리나라에서는 대기업과 연구소를 중심으로 활발한 연구가 이루어지고 있으나 연구, 개발수준이 아직 초기단계에 머물고 있다.

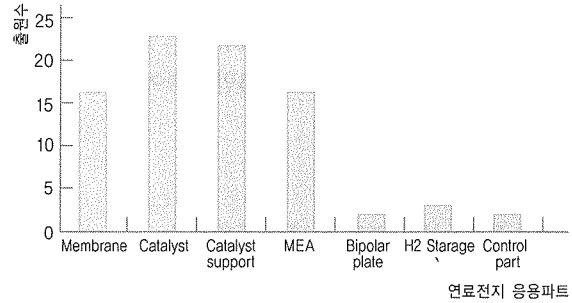
우리나라는 2003년도에 연료전지를 10대 성장 동력의 하나로 선정하여 기술개발에 관심을 기울이고 있어 이 분야도 기술우위를 통한 국가경쟁력 향상에 이바지 할 것으로 예상된다.

나노기술을 이용한 연료전지 관련 연도별  
내/외국인 특허출원 동향



출원인 구분	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	총계
국내	5	9	17	23	13	67 (76.1)
국외	1	2	3	6	9	21 (23.9)
계	6 (6.8)	11 (12.5)	20 (22.7)	29 (33)	22 (25)	88 (100)

나노기술을 이용한 연료전지 관련 주요기술별 특허출원 동향



부품	Membrane	Catalyst	Catalyst support	MEA	Bipolar plate	H2 storage	Control part	총계
출원 건수	17	24	23	17	2	3	2	88
	(19.3)	(27.3)	(26.1)	(19.3)	(2.3)	(3.4)	(2.3)	(100)

### 국내기업의 반도체 연마장비 특허출원건수 폭발적 증가

최근 나노급 반도체 개발이 본격화되면서, 80년대 말 미국에서 제안된 '미세가공기술의 첨병'인 화학적·기계적 연마기술(CMP:Chemical Mechanical Polishing) 관련 국내기업의 특허출원이 급격히 증가하고 있다.

외국 출원이 2000년 28건에서 2004년 19건으로 감소하였지만, 이 시기에 국내 출원은 38건에서 116건으로 대폭 증가하였다.

최근 국내 출원의 급증은 국내기업들이 국산 장비 개발에 잇달아 성공하는 등 활발한 기술개발 성과로 분석되며, 이에 따라 반도체 제조분야 중 화학적·기계적 연마 분야는 기술 자립 시대를 열었다고 평가된다.

CMP 기술은 화학적 연마와 기계적 연마를 동시에 수행하여 웨이퍼를 평탄화하는 기술로, 높은 평탄화도는 반도체 패턴의 미세화를 가능케하고, 광역 평탄화는 넓은 면적의 웨이퍼 생산을 가능케 한다.

CMP 장비시장은 1980년대말 미국 IBM사가 CMP 기술을 개발한 이후, 세계 IT 산업 발전에 따라 1994년부터 급성장하여 2003년에는 19억불의 시장규모를 형성하였고, 2005년에는 약 27억불의 시장이 형성될 것으로 예상된다.

국내 시장은 초기에는 미국의 Applied Materials사 및 일본의 Ebara사 등 외국기업으로부터 장비를 거의 전량 구매하였으나,

최근에는 국내기업들의 장비 개발 성공으로 그 비중이 점차 낮아지고 있다.

CMP 장비 관련 국내 특허출원 동향을 살펴보면, 1995년 이전에 5건에 불과했던 특허출원이 2000년 66건, 2002년 118건, 2004년 135건으로 급증하고 있으며, 특히 내국인의 출원은 1995년 이전에는 5건 중 1건(20%)에 불과했으나, 2004년에는 116건으로 전체의 86%를 차지하고 있다.

출원되는 기술은 웨이퍼를 지지하는 연마헤드(23%), 연마패드(18%), 슬러리 공급·재생장치(17%)가 대부분을 차지하고 있으나, 최근에는 웨이퍼의 연마가 정상적으로 수행되도록 연마패드의 상태를 최적화하는 패드 컨디셔너에 대한 특허출원이 증가하는 추세이다.

특허출원 기업은 '98년 이전에는 삼성, 하이닉스 등 대기업 위주였으나, 최근에는 동부아남 등 개인·중소기업들의 출원비중( '98년 9% → '04년 47%)이 급격히 높아지고 있는 것으로 파악된다.

CMP 장비는 웨이퍼의 면적이 넓어지고, 반도체 제조공정에서 차지하는 비중이 증가함에 따라 지속적인 연구개발과 시설확충이 이루어질 것으로 예상되며, 국내 CMP 시장을 둘러싸고 원천특허를 보유하고 있는 외국 기업과, 국내의 대기업 및 중소기업들간의 치열한 3파전이 전개될 것으로 예상된다.