



한국전자통신연구소에서 개발한 투과율 65%의 염료 태양전지창. 이를 크게 만들면 유리창 겸용으로 사용할 수 있다.

5 에너지환경기술

# 태양열 · 풍력 · 수소 · 바이오 무공해 대체에너지 시대 열려

글\_ 조병원 한국과학기술연구원 나노환경연구센터 bwcho@kist.re.kr

**인**류가 지구상에 존재하는 한 에너지와 환경 문제는 항상 불가분의 관계라 해도 지나치지 않을 것이다. 특히 근래에 산업이 고도화되고 삶의 질이 향상됨에 따라 에너지 사용량이 급격히 증가되고, 이에 따른 환경오염 문제도 날로 심각해지고 있는 것도 또한 피할 수 없는 현실이 되어 버렸다.

더욱 안타까운 현실은 많은 사람들이 무의식중에 산업발전과 환경보존을 서로 동반할 수 없는 대치적인 개념으로 생각하고 있다는 데에 있다. 즉, 에너지와 환경 문제를 동시에 만족시킬 수 있는 방안에 대한 연구가 그다지 많지 않았다는 데에 문제가 있다고 할 수 있겠다.

산업이 발전함에 따라 에너지고갈 및 환경오염 문제가 심해지는 것이 당연하다는 수동적인 생각, 환경보호단체들의 이상주의적인 환경보호 운동, 관계기관들의 인식 및 대책 부족 등 전반적인 문제점을 드러내고 있는 것이 현실이다.

그러나 21세기를 선도해 나갈 대한민국으로서 거듭나기 위해서는 밝은 미래에 대한 비전을 세우고 에너지와 환경 문제를 동시에 해결하는 종합적이고도 체계적인 에너지환경 정책 수립 및 기술개발이 이루어져야 한다. 이러한 취지를 바탕으로 우리나라의 미래 에너지환경기술을 선도해 나갈 수소에너지, 연료전지, 이차전지 기술의 현황 및 향후 전망에 대하여 알아본다.

**수소에너지 개발 기술적 난제 해결 기미**

수소에너지는 미래의 에너지원으로 가장 많은 각광을 받고 있고, 인류가 지구상에서 지속적인 발전 및 공존을 영위하기 위해 반드시 개발하여야 할 에너지원임에 틀림이 없다. 현재 인류가 주 에너지원으로서 사용하고 있는 석탄, 석유, 천연가스 등과 같은 화석연료는 값이 비교적 저렴하고 사용이 간편하다는 장점이 있으나 매장량이 한정되어 있어 언젠가는 고갈될 것으로 예상되며, 석유인 경우는 지역적으로 편중되어 국가간 갈등의 원인 중 하나가 되고 있어 에너지문제는 인류가 반드시 해결해야 할 숙제임에 틀림없다. 특히 화석연료는 사용시 발생하는 각종 공해물질로 인해 심각한 환경문제를 야기하고 있으며, 1992년 유엔환경개발회의의(UNCED) 이후 환경오염물질의 배출에 대한 규제는 전세계적으로 그 강도가 날로 엄격해져 기존의 산업판도를 급속도로 변화하게 하고 있다. 따라서 에너지 자원의 고갈 및 환경 오염문제를 동시에 해결할 수 있는 새로운 에너지원의 개발 및 에너지 시스템의 구축이 21세기를 살아가는 인류가 당면한 주요 해결과제 중의 하나로 인식되고 있으며, 그 중 가장 가능성 있는 대안이 수소에너지이다.

그러나 수소에너지 시스템이 실용화되기에는 아직까지 기술적으로 해결되어야 할 많은 난제들이 남아 있다. 경제성과 실용성을 갖춘 수소의 제조, 수송, 저장, 변환, 이용 등 모든 분야에서 해결하여야 할 많은 문제가 있다. 특히 제일 중요한 제조의 경우 현재는 과도기로서 화석연료나 원자력 발전의 생성 열로부터 수소를 생산하고 있으나, 원래의 에너지 원 자체가 환경오염물질을 배출하는 연료로 인류가 궁극적으로 추구해야 할 수소 제조 방법이라고는 할 수 없다. 따라서 궁극적으로는 태양광, 태양열, 풍력, 바이오와 같은 무공해 대체에너지를 이용하여 물의 전기분해 혹은 열분해로 수소를 제조하는 경제성 있는 기술이 개발되어야 할 것이다. 그러나 안타깝게도 현재에 알려져 있는



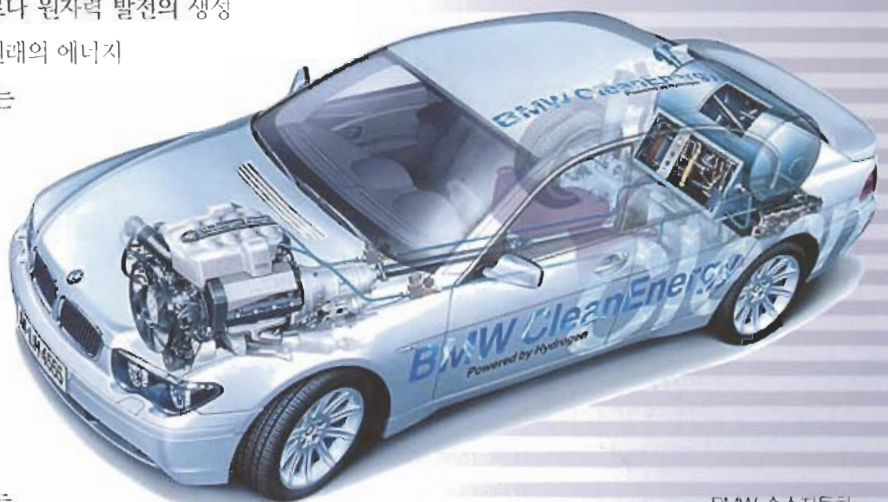
고유연성 태양전지와 태양전지로 작동되는 휴대폰

기술로는 이를 해결할 방법이 없으므로 획기적인 새로운 아이디어와 발상의 전환이 이루어져야 한다.

다음으로 중요한 기술은 수소 제조 후의 수소의 수송과 저장으로, 이들은 서로 상관관계가 있어 수소의 수송을 용이하게 하기 위한 저장기술이 반드시 필요

한데, 현재 기술개발이 한창 진행되고 있는 대표적 기술로는 고압기체 수소저장기술, 저온액체 수소저장기술, 저장합금을 이용한 수소저장기술, 탄소나노재료를 이용한 수소저장기술들이며, 어느 정도 가능성을 보이고는 있으나 아직까지는 각 기술들이 해결되어야 할 문제점을 가지고 있어 이에 대한 집중적인 기술개발이 이루어져야 한다.

그나마 다행스러운 것은 아직까지 선진국에서도 수소 제조 및 저장에 있어 뚜렷한 대안이 없다는 것으로 뒤늦게 이 분야에 뛰어들게 된 우리나라의 입장으로는 무한한 가능성이 있는 분야라 할 수 있다. 연구원들의 도전정신, 창의력 및 인내력이 절실히 요청되는 분야이며, 또한 정부 및 산업체에서의 지속적인 연구개발 투자가 이루어져야 할 분야라고 사료된다. 무엇보다도 이 방면의 연구에 전념하는 연구원들이 기존의 연구를 답습할 것이 아니라 발상의 전환으로 새로운 연구를 추진하여 핵심원천기술개발을 이룩하여야만 온 인류가 꿈꾸는 수소에너지의 밝은 미래가 펼쳐질 수 있을 것이다.



BMW 수소자동차

**수소에너지 개발 기술적 난제 해결 기미**

수소에너지는 미래의 에너지원으로 가장 많은 각광을 받고 있고, 인류가 이 지구상에서 지속적인 발전 및 공존을 영위하기 위해 반드시 개발하여야 할 에너지원임에 틀림이 없다. 현재 인류가 주 에너지원으로서 사용하고 있는 석탄, 석유, 천연가스 등과 같은 화석연료는 값이 비교적 저렴하고 사용이 간편하다는 장점이 있으나 매장량이 한정되어 있어 인젠가는 고갈될 것으로 예상되며, 석유인 경우는 지역적으로 편중되어 국가간 갈등의 원인 중 하나가 되고 있어 에너지문제는 인류가 반드시 해결해야 할 숙제임에 틀림없다. 특히 화석연료는 사용시 발생하는 각종 공해물질로 인해 심각한 환경문제를 야기하고 있으며, 1992년 유엔환경개발회의(UNCED) 이후 환경오염물질의 배출에 대한 규제는 전세계적으로 그 강도가 날로 엄격해져 기존의 산업관도를 급속도로 변화하게 하고 있다. 따라서 에너지 자원의 고갈 및 환경 오염문제를 동시에 해결할 수 있는 새로운 에너지원의 개발 및 에너지 시스템의 구축이 21세기를 살아가는 인류가 당면한 주요 해결과제 중의 하나로 인식되고 있으며, 그 중 가장 가능성 있는 대안이 수소에너지이다.

그러나 수소에너지 시스템이 실용화되기에는 아직까지 기술적으로 해결되어야 할 많은 난제들이 남아 있다. 경제성과 실용성을 갖춘 수소의 제조, 수송, 저장, 변환, 이용 등 모든 분야에서 해결하여야 할 많은 문제가 있다. 특히 제일 중요한 제조의 경우 현재는 과도기로서 화석연료나 원자력 발전의 생성 열로부터 수소를 생산하고 있으나, 원래의 에너지 원 자체가 환경오염물질을 배출하는 연료로 인류가 궁극적으로 추구해야 할 수소 제조 방법이라고는 할 수 없다. 따라서 궁극적으로는 태양광, 태양열, 풍력, 바이오와 같은 무공해 대체에너지를 이용하여 물의 전기분해 혹은 열분해로 수소를 제조하는 경제성 있는 기술이 개발되어야 할 것이다. 그러나 안타깝게도 현재에 알려져 있는



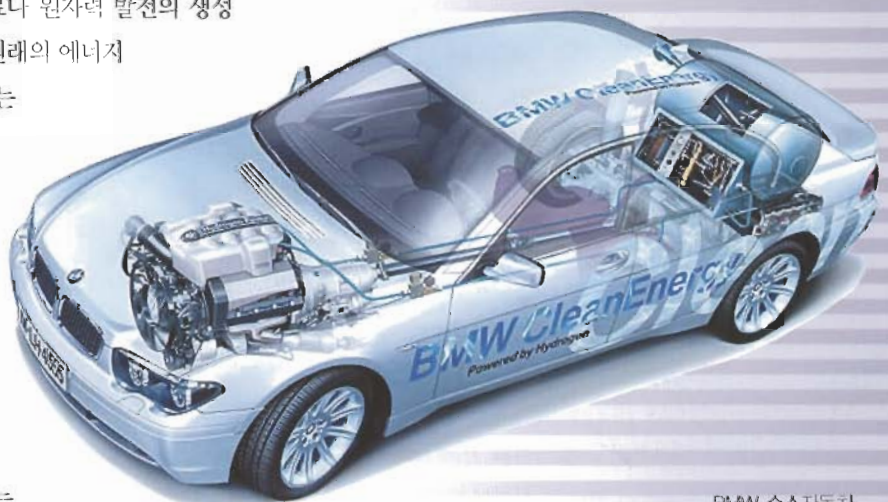
고유연성 태양전지와 태양전지로 작동되는 휴대폰

기술로는 이를 해결할 방법이 없으므로 획기적인 새로운 아이디어와 발상의 전환이 이루어져야 한다.

다음으로 중요한 기술은 수소 제조 후의 수소의 수송과 저장으로, 이 둘은 서로 상관관계가 있어 수소의 수송을 용이하게 하기 위한 저장기술이 반드시 필요

한데, 현재 기술개발이 한창 진행되고 있는 대표적 기술로는 고압기체 수소저장기술, 저온액체 수소저장기술, 저장합금을 이용한 수소저장기술, 탄소나노재료를 이용한 수소저장기술들이며, 어느 정도 가능성을 보이고는 있으나 아직까지는 각 기술들이 해결되어야 할 문제점을 가지고 있어 이에 대한 집중적인 기술개발이 이루어져야 한다.

그나마 다행스러운 것은 아직까지 선진국에서도 수소 제조 및 저장에 있어 뚜렷한 대안이 없다는 것으로 뒤늦게 이 분야에 뛰어들게 된 우리나라의 입장으로는 무한한 가능성이 있는 분야라 할 수 있다. 연구원들의 도전정신, 창의력 및 인내력이 절실히 요청되는 분야이며, 또한 정부 및 산업체에서의 지속적인 연구개발 투자가 이루어져야 할 분야라고 사료된다. 무엇보다도 이 방면의 연구에 전념하는 연구원들이 기존의 연구를 답습할 것이 아니라 발상의 전환으로 새로운 연구를 추진하여 핵심원천기술개발을 이룩하여야만 온 인류가 꿈꾸는 수소에너지의 밝은 미래가 펼쳐질 수 있을 것이다.



BMW 수소자동차



이차전지의 응용분야 : 휴대용 정보통신기기에서부터 스마트카드와 인간형 로봇에 이르기까지 그 응용범위가 넓다.

의 사활을 쥐고 있다 해도 과언이 아니다.

1991년 일본 소니에 의해 리튬이차전지가 상용화된 이래, 핵심소재와 공정장비 등에서 최고의 기술력을 보유하고 있는 일본의 전지업체가 70% 이상의 세계시장 점유율을 보이고 있으며, 2000년도 들어 한국, 중국의 전지업체가 일본의 전지업체를 추격하는 양상이다. 국내의 경우는 LG화학과 삼성 SDI가 리튬이온전지 및 리튬폴리머전지를 양산하기 시작한 이래 그 생산능력을 지속적으로 확대하고 있고 전지성능도 더욱 향상되고 있으며, SKC 및 중소기업들도 틈새시장을 확보하기 위해 꾸준히 기술개발을 하고 있는 실정이다.

현재 국내에서 소비되는 소형 리튬이차전지의 핵심소재는 리튬코발트계 양극활물질과 전해액만이 국산화되어 국내 전지업체에 일부 공급되고 있으나, 전체 소재물량의 80% 이상이 아직도 일본으로부터 수입되고 있다. 제조공정장비인 경우도 전지성능에 가장 큰 영향을 미치는 전극판 제조 공정장비와, 전지를 충방전하거나 전지의 성능을 검사하는化成공정장비들이 일본으로부터 대부분 수입되고 있어 국내 전지업체의 국제 경쟁력을 크게 약화시키는 요인이 되고 있다.

따라서 국내 전지업체가 소형 이차전지의 세계시장에서 일본, 중국의 전지업체와 경쟁하여 앞서 나가기 위해서는 기술개발 양상을 지금까지의 소형 이차전지의 제조공정기술에서 소재기술과 공정장비기술로 전환해야 한다. 그리고, 기존의 핵심 소재를 대체할 수 있는 고성능, 고부가가치의 음극 및 양극 소재, 고안전성 전해액 및 분리막, 전극판 제조 공정장비,化成공정장비, 환경오염 방지 및 자원재활용을 위한 리사이클링기술 등에 대한 기술개발이 선행되어야 할 것이다.

### 환경 오염 방지·자원 재활용에 성패 달려

리튬이차전지인 경우는 고용량의 음극 및 양극 소재가 개발 되면 전지의 고용량화가 이루어져 단지 전지의 용량 증가뿐 아니라 이를 채택하는 휴대용기기의 고기능화 및 고성능화를 이룩할 수 있으므로 그 파급효과는 매우 크다. 아직까지 전세계적으로 기존의 소재를 대체할 만한 새로운 소재가 개발되지 않고 있는 상태로, 이미 그 우수성이 입증된 국내의 전문연구인력이 창의력과 협동정신을 가지고 기술개발에 임하면 세계 최고 수준의 소재 및 전지개발을 이룩할 수 있을 것이다.

그 동안 산업체, 연구소, 학교에서 여러 분야의 전공자들이 중추적인 역할을 수행하여 우리 나라가 오늘날 에너지환경기술 분야, 특히 이차전지 분야에서 괄목할 성장을 이루는데 많은 기여를 하였다.

특히 에너지환경기술 분야는 화학공학, 전기화학, 재료, 금속, 화학 등 다방면의 전문가가 힘을 합쳐 기술개발을 이룩하여야 할 종합학문분야로 인적자원이 우수한 우리 나라의 경우 2002년 월드컵에서 보여준 한민족의 우수한 응집력과 창의력을 발휘해 혼신의 노력으로 기술개발에 임하면 세계를 선도할 우수한 기술이 탄생할 것으로 사료된다. 또한 이를 뒷받침해주고 선도해 나갈 정부의 철저한 준비와 효율적이고 종합적인 지원이 계속적으로 이루어지기를 기대해 본다. ☞



김선아는 서울대 화학공학과를 졸업 후 KAIST에서 화학공학과 석사 학위와 박사학위를 받았다.