

## 고도 정보화시대의 생명을 불어넣는 심장,

# 차세대전지

글 \_ 박정기 KAIST 생명화학공학과 교수 pjg@mail.kaist.ac.kr



### 기획연재순서

- ① DNA
- ② 반도체
- ③ 자동차
- ④ 항공
- ⑤ 로봇
- ⑥ 차세대 전지
- ⑦ 디지털 TV
- ⑧ 지능형 홈네트워크
- ⑨ 바이오신약
- ⑩ 디지털콘텐츠, SW솔루션
- ⑪ 토목

국가의 경제발전을 주도할 수 있는 차세대 핵심 성장동력산업으로 지정된 전지는 환경친화적 에너지원으로 산업, 가전, 레저용 휴대정보통신기기에서 전기자동차, 항공우주산업에 이르기까지 신에너지원 대체기술개발의 핵심기술을 제공하는 중요한 분야이다.

최근 정보통신 기술의 급속한 고도화와 더불어 급격히 성장하고 있는 핸드폰, 노트북 PC, PDA와 같은 모바일 IT관련 전자기기의 필수적인 전원으로 사용되고 있는 이차전지는 흔히 정보화시대의 생명을 불어넣는 심장에 비유된다. 이차전지는 내부에 들어있는 화학물질의 화학에너지를 전기에너지로 저장하였다가 필요할 때 편리하게 사용할 수 있기 때문에 우리 생

활의 필수적인 존재로 자리잡고 있다. 이들 이차전지는 가까운 미래에 인류의 고령화 사회의 복지화를 실현할 것으로 기대되는 휴머노이드형 로봇인 혼다의 아시모(ASIMO)와 복지보조기구인 자율행동 애완 로봇강아지인 소니의 아이보(AIBO)와 같은 차세대 로봇의 구동전원으로도 적용되고 있다. 그러나 현재 상용화되어 있는 전지 단독으로는 30분~1시간 정도 밖에 작동할 수 없어 전지기술의 혁신 없이는 완전한 코드리스(cordless)화가 어렵다.

### 고체 고분자 전해질 소재 개발이 관건

현재 세계적으로 가장 각광받고 있는 이차전지 중의 하나인 리튬 이차전지는

차세대 전지는 우주선, 인공위성, 전기자동차, 고령자를 지원할 수 있는 로봇, 최첨단 모바일형 또는 신체부착형 정보통신기기 및 마이크로 스케일의 의료용 기기에 이르기까지 다양한 시스템의 구동을 위한 전원으로 인류사회의 발전에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.



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

납축전지, 니켈-카드뮴 전지 및 니켈수소 합금전지와 같은 다른 이차전지에 비해 에너지 밀도가 높아 고기능 정보통신기기의 전원으로 널리 사용되고 있다. 최근에는 액체전해질을 고분자 전해질로 대체하여 전지의 박형화, 유연성 및 안전성을 향상시킨 리튬고분자 이차전지의 기술개발이 이루어지고 있다. 향후 시각장애인이 자유로이 활동할 수 있도록 도와주는 개인용 음성 네비게이션 시스템과 같은 신체부착(wearable)형 전자기기가 실현되기 위해서는 기기의 전원으로 쓰이는 전지 또한 경량이면서 형상 자유도가 높아야 실제로 의복처럼 입을 수 있기 때문에 얇고 유연하고 안전성이 향상된 완전 고체형 이차전지가 개발되어야 한다. 이러한 전

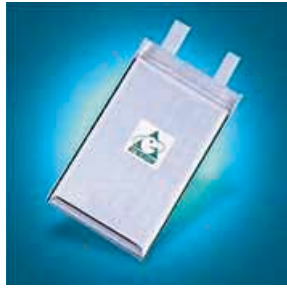
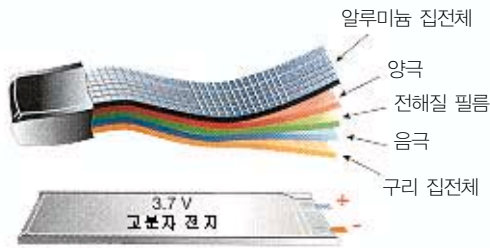
지가 실현되기 위해서는 고이온 전도도의 고체 고분자 전해질 소재의 개발이 이루어져야 한다.

음극에 아연, 전해액으로 알칼리 금속 수용액, 양극에 공기 중의 산소를 이용하는 공기-아연전지는 단위부피와 단위 무게당 높은 에너지를 생산할 수 있어서 초소형화하더라도 다른 전지에 비해 수명이 길다. 이와 같은 전지는 이미 실용화되어 보청기나 무선호출기 등의 소형전원으로 사용되고 있으나 아직까지는 재충전되지 않는 일차전지로서의 응용에 머무르고 있다. 공기-아연전지는 기존의 이차전지와는 달리 재충전하기 위해서는 아연음극을 새로운 것으로 교체해야 하는 번거로움이 있으나 높은 에너지 밀도를 얻을 수 있다

는 장점으로 인하여 차세대 이차전지로서의 가능성이 기대되고 있다.

#### 연료전지는 일종의 직류발전장치

높은 효율과 공해물질 배출이 적다는 장점으로 인해 미래형 전지로 부각되고 있는 연료전지는 연료(석유에너지가 아닌 메탄올, 에탄올, 천연가스 등의 대체에너지) 및 공기의 화학에너지를 전기화학적 반응에 의해 전기에너지로 직접 변환시켜 주는 일종의 직류발전 장치이다. 기존의 발전기술(연료의 연소·증기발전·터빈 구동·발전기구동)과는 달리 연소장치나 구동장치가 필요하지 않으므로 효율이 높을 뿐만 아니라 환경문제(대기오염, 진동, 소음 등)를 유발하지 않는 새로운 개념의



보청기에 사용되고 있는 공기-아연전지

리튬고분자 이차전지

발전기술이다. 최근에 전세계적으로 지구 환경문제가 중요한 관심사로 떠오르고 있고, 이를 해결하기 위한 여러 가지 규제들이 국제적으로 제정되어 환경 보호를 위해 시행되고 있다.

공해발생에 대응하기 위하여 선진 각국이 저공해 자동차(전기자동차, 축전지와 내연기관의 하이브리드 자동차, 연료전지 자동차 등)의 실용화를 위한 연구개발이 추진중에 있다. 한편 최근 IT용 소형 전원으로서 연료전지의 활용도 크게 기대되고 있는데 이차 전지처럼 충전할 필요가 없으며 사용시간에 거의 제한이 없고, 수명이 길며, 폐기 시 공해물질을 발생시키지 않는 장점으로 인하여 휴대용 연료전지가 이차 전지를 대체할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

고분자 전해질 연료전지는 수소이온 전도특성을 갖는 고분자막을 전해질로 사용하는 연료전지로, 다른 형태의 연료전지에 비하여 작동온도가 낮고, 효율이 높으며, 전류밀도 및 출력밀도가 크고, 시동시간이 짧은 동시에 부하변화에 대한 응답특성이 빠르다.

따라서 고분자 전해질 연료전지는 무공해 차량의 동력원, 현지설치형 발전, 우주선용 전원, 이동용 전원, 군사용 전원 등 매우 다양한 분야에 응용될 수 있다. 고분

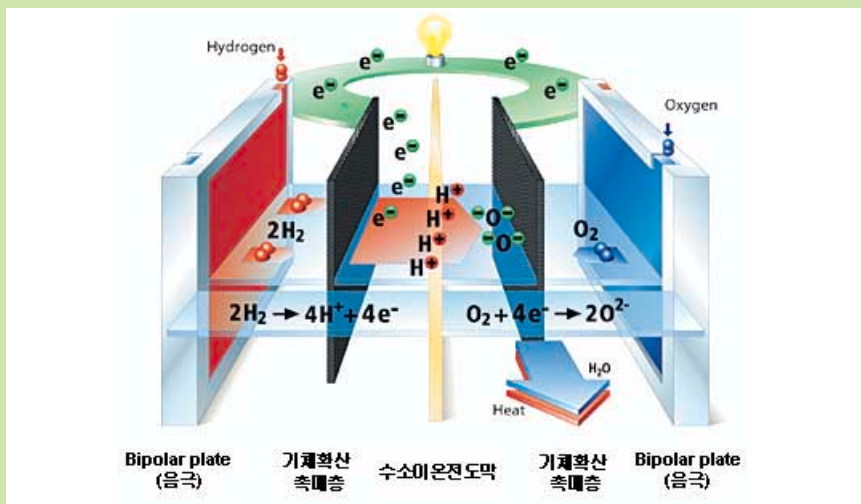
자 전해질 연료전지 중, 직접 메탄올 연료전지(Direct Methanol Fuel Cell)는 개질장치가 없고, 낮은 온도에서 작동이 가능하며, 부피가 작은 액체 메탄올을 직접 사용하기 때문에 소형화할 수 있어 고용량의 에너지원을 요구하는 휴대기기용 전원으로서의 기대가 높지만, 메탄올에 대한 내구성이 높은 고분자 전해질막이나 촉매의 개발이 시급한 과제로 남아있다.

#### 우주선, 로봇 등 전원으로 사용

1839년 프랑스 물리학자 베크렐(Edmond Becquerel)이 금속전극과 전해질로 구성된 셀이 빛을 받을 때 적은 양의

전류가 발생된다는 광기전효과(photovoltaic effect)를 발견하였는데 이것이 태양전지의 시초가 되었다. 'Photovoltaic'의 'photo'는 빛을 의미하는 그리스어 'phos'로부터 유래되었으며, 'volt'는 볼타전지를 발명한 'Alessandro Volta'의 이름을 따온 것이다.

태양전지의 전원인 태양빛 에너지는 무공해이고 고갈될 염려가 없으므로 매우 훌륭한 에너지원이다. 초기에는 전기를 만들어 내는데 드는 비용이 높아서 우주선, 인공위성 등과 같은 특수한 용도를 위해 사용되었다. 그러나 기술의 발달로 현재는 태양전지를 집의 벽이나 지붕으로



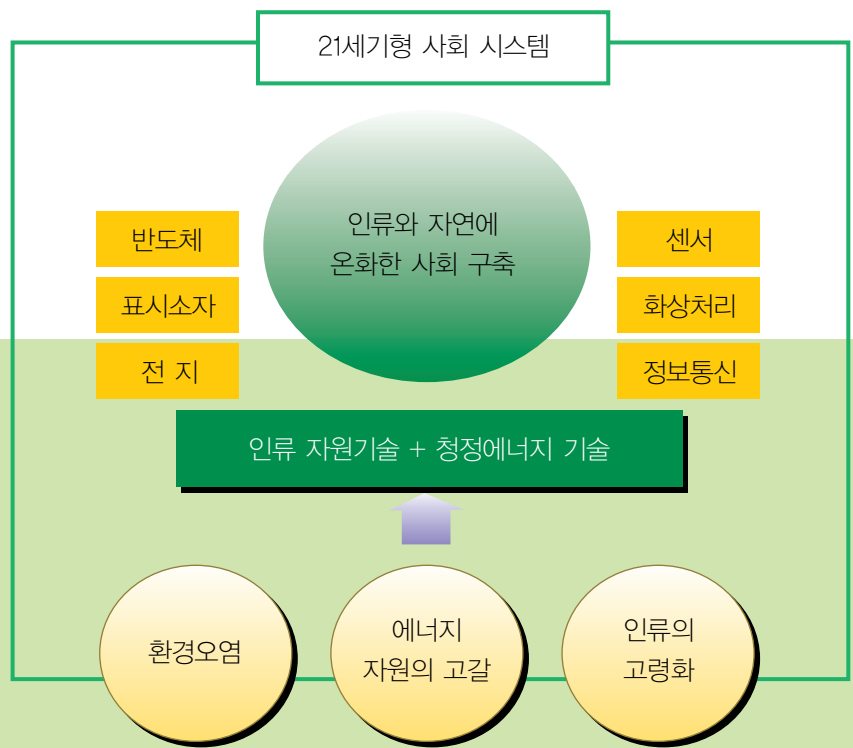
연료전지의 반응 및 구성도



고유연성 태양전지와 태양전지로 작동되는 휴대폰

쓰거나, 가로등, 일상생활 용품인 손목시계, 소형 계산기 등의 전원으로도 쓰고 있다. 최근 유가 급등, 화석연료의 고갈 위기, 이산화탄소 배출규제 등은 태양전지와 같은 무공해 대체에너지의 필요성을 더욱 부각시키고 있다.

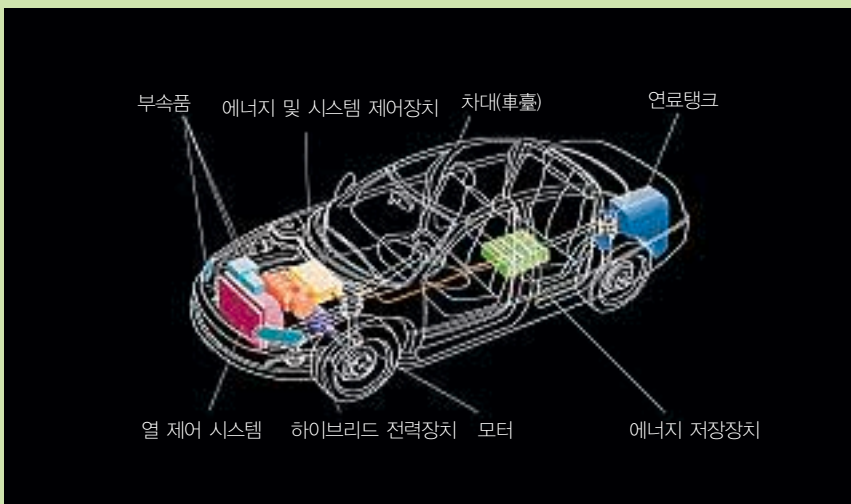
금세기는 이전 세기가 남긴 지구 환경 오염, 화석 에너지 자원의 고갈 등 인류 공통의 문제를 해결하여 인간과 자연이 조화로운 사회를 구축해야 한다. 이를 위해서는 재생 가능한 자연 에너지의 도입, 고효율 사회의 복지화, 청정에너지 자동차 등 라이프스타일의 변혁과 그것을 지탱하는 과학기술의 비약적인 발전이 요구된다.



다. 이를 실현하기 위한 필수적인 기술 중의 하나인 전지가 인간생활 속에 더욱 밀착되기 위해서는 나노테크놀로지에 의한 원자, 분자수준에서의 재료설계를 바탕으

로 한 소형화, 경량화, 장수명화, 안전성 및 신뢰성 향상이 요구된다.

또한 앞서 언급한 이차전지, 연료전지, 그리고 태양전지는 현재까지 용도별로 구분해 독자적으로 개발되어 왔으나 앞으로는 기술의 융합 및 하이브리드화가 요구된다. 차세대 전지는 우주선, 인공위성, 전기자동차, 고효율을 지원할 수 있는 로봇, 최첨단 모바일형 또는 신체부착형 정보통신기기 및 마이크로 스케일의 의료용 기기에 이르기까지 다양한 시스템의 구동을 위한 전원소자로 인류사회의 발전에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. ④



하이브리드형 전기자동차의 내부구조도



글쓴이는 서울대학교 화학공학과 졸업, KAIST 석사, 미국 스탠퍼드대학에서 박사학위를 받았다.