

연료전지의 개발 동향

김귀열
울산대학교

Status of Fuel Cell Technology

Gwi-yeol Kim
University of Ulsan

Abstract : Many electrochemical power devices such as solid state batteries and solid oxide fuel cell have been studied and developed for solving energy and environmental problems. Fuel cell is a modular, high efficient and environmentally energy conversion device, it has become a promising option to replace the conventional fossil fuel based electric power plants. This paper offers some new perspectives on fuel cell development and commercialization which come from the broad consideration of the commercialization efforts of the entire fuel cell industry.

Key Words : Fuel cell, Research trend, Technical status

1. 서 론

우리는 깨끗하고 환경적으로 우수한 발전에너지원의 보급을 갈망하고 있으며, 태양광, 태양열, 풍력, 소수력, 연료전지 발전과 같은 신재생에너지를 생각해 볼 수 있다. 이와 같이 다양한 기술 분야 중에서 연료전지는 지역의 여건에 제약 없이 광범위하게 활용이 예상되는 발전기술 분야이다.

한편 연료전지는 연료가 가지고 있는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 장치로서 발전효율이 기존의 발전장치보다 10-25% 더 높으며, 운전 중에 소음이 없고, 저공해발전설비이기 때문에 환경문제를 해결할 수 있으며, 다양한 용량으로 제작이 가능하여 적용범위가 넓다.

연료전지가 일반화되는 2010년대 경에는 대량 보급되어 우리의 생활의 많은 분야에서 연료전지가 중요한 역할을 할 것이다. 각 가정, 상가, 호텔, 병원 등에서 연료전지를 사용하여 자가발전 및 온수 등을 공급하게 될 것이다. 또한 현재의 내연기관 자동차를 대체하여 연료전지 자동차를 쉽게 접하게 될 것이다

그리고 정보통신 분야 즉 노트북, 휴대폰, PDA 등과 같은 정보기기에 사용되는 전원이 연료전지로 대체 될 것이다.

따라서 미래의 첨단 기술 분야로 여겨지는 연료전지 기술동향에 대하여 살펴보기로 한다.

2. 연료전지의 작동원리

연료전지의 구성은 연료극(음극)과 공기극(양극)이 있고, 이 사이에 이온을 통과시키는 전해질이 있으며, 이 전해질 안에 수소이온, 수산이온, 탄산이온 또는 산소이온이 통과하며 동시에 전극을 연결하는 도선에 전자가 이동하여 전기에너지를 발생하게 된다. 따라서 물의 전기분해 역반응으로 전기화학반응이 진행되어 전기, 열, 물이 발생하게 된다.

연료전지 발전시스템은 연료전지 본체이외에 수소를 만

들어내는 연료 개질기, 공기공급 장치, 그리고 연료전지에서 생산된 직류전기를 교류전기로 바꿔주는 전력 변환기, 발전기 제어장치 등으로 구성된다.

3. 연료전지의 종류

연료전지는 사용하는 전해질에 따라 인산형 연료전지(Phosphoric Acid Fuel Cell: PAFC), 고분자 전해질 연료전지(Proton Exchange Membrane Fuel Cell: PEMFC), 직접메탄올 연료전지(Direct Methanol Fuel Cell: DMFC), 알카리 연료전지(AFC) 등 일명 저온형 연료전지와 고온형으로 불리는 용융 탄산염형 연료전지(Molten Carbonate Fuel Cell: MCFC)와 고체 산화물 연료전지(Solid Oxide Fuel Cell: SOFC) 등으로 분류된다.

또 MEMS 기술 등을 활용한 극소형 마이크로연료전지가 있다. 각 연료전지는 근본적으로 같은 원리에 의해서 작동하지만, 서로 다른 점은 연료의 종류, 운전온도, 촉매와 전해질이다.

저온형 연료전지는 분산형 열병합발전원이나 자동차용 동력원으로 적용되며, 고온형 연료전지는 중규모 발전 Plant로서 이용되는 경우가 많다. 직접메탄올 연료전지는 휴대전화나 컴퓨터용 전원으로 이용이 가능하다.

4. 연료전지의 특징

연료전지는 수소와 산소를 전기화학적으로 반응시켜 전력을 발생하는 발전 장치이기 때문에 발생하는 것은 전력과 물 그리고 열 뿐이다. 프로세서 중에 고온연소를 포함하지 않기 때문에 질소산화물의 발생은 전혀 없고, 황산화물의 배출도 거의 없다.

또한 수소와 산소의 반응이 전기화학 반응이기 때문에 내연기관에서 보는 것과 같은 폭발현상이 없는 조용한 변환기이다. 그리고 연료전지는 출력크기에 상관없이 일정한 높은 효율을 얻는다.

량화, 시스템 신뢰도 등에 대한 연구가 필요하다.

5. 시장전망

2002년 12월 도요타자동차와 혼다기연공업이 세계 최초로 연료전지 자동차의 판매를 시작했다. 이것을 시작으로 2003년부터 닌자, 클라이슬러, 포드, 닛산 자동차 등 경쟁사들도 연료전지 자동차를 판매했거나 향후 판매할 예정이다. 모든 기업이 PEMFC를 채용하고 있으며, 고압가스 탱크내에 저장한 수소를 연료로 사용하는 형태이다.

2010년 연료전지 자동차는 5만대 정도 판매될 것으로 예상되고, 2030년에는 1,500만대의 황금시장을 예상하고 있다.

2005년에 도요타는 가정용 열병합 연료전지 시스템을 상용화하기 시작했다. 가정용 열병합 연료전지 시스템의 해결과제는 가격과 수명이다. 연료전지는 가격이 kW당 약 500만원, 수명 10년 이상을 목표로 하고 있다. 그러나 현재 가격이 수 천만원 이상, 수명은 수 년 밖에 안 되는 상황으로 지속적인 개발이 요구된다. 가정용 연료전지는 2010년 총 120만대를 보급하여 총 220만kW를 보급할 것으로 예상하고 있다.

2000년의 경우 총 발전시장이 82,114 MW이며, 이 가운데 연료전지가 적용 가능한 분산전원용, 산업용 등의 부분이 25%를 차지할 경우 20,528MW의 시장이 형성된다. 이 시장영역에서 연료전지가 실제로 적용 가능한 발전시스템 분야인 1.5MW이하의 영역이 33%이기 때문에 6,843MW의 시장이 형성된다. 이 가운데 15%정도를 연료전지가 점유할 경우 1,026MW의 실제 시장이 전망된다.

북미 지역에서는 쇼핑몰, 할인매장, 병원, 기업, 교육기관, 관공서등의 상업, 또는 산업 전력으로의 수요가 예측되며, 일본정부는 정보기술, 생명공학, 연료전지를 21세기 산업기술의 3대 산업으로 선정하고 연구개발에 심혈을 기울이고 있다.

6. 기술현황

세계의 많은 나라들은 연료전지의 지속적인 연구개발로 주택용, 분산용, 자동차용 전원으로 개발이 이루어진 상태로 이미 일부분야에서 시제품이 운전되고 있다.

가령 자동차용으로 사용되는 고분자 연료전지에 대하여 살펴보면, 우리나라는 1990년대 대학에서 기초연구를 시작으로 1996년부터 한국에너지기술연구소, LG에서 연구를 시작하여 5kW 고분자 연료전지 시스템 개발에 성공하였다.

또 1999년부터 현대자동차와 대우자동차를 중심으로 KIST와 한국에너지기술연구소가 10KW 고분자 연료전지-بات데리 연계형 전기자동차를 개발하였으며, 또한 현대자동차는 25kW고분자 연료전지-بات데리 연계형 전기자동차를 개발하였다.

그러나 국내의 연구개발 수준은 아직은 구성요소나 스택 제작기술의 부족 등으로 인해 선진국 수준에 많이 뒤떨어져 있다. 실용화에 필요한 저 가격화, 소재의 국산화, 경

7. 결론

연료전지는 발전기의 일종으로서 차세대의 전력원으로 각광을 받고 있다. 현재 자동차용 엔진의 대체, 열병합 시스템용, 휴대기기용 전지를 대체하기 위한 개발이 행해지고 있다.

분산전원, 소형열 병합 및 자동차등 연료전지 기술이 실용화 가시권에 접어들고 있으며, 2012년이면 분야에 따라서 어느 정도 경제성이 확보되기 시작할 것으로 예측된다.

우리나라의 연료전지산업은 재료, 본체, 계측장비, 연료 개질기, 제품 등 연료전지 전 기술 분야에 걸쳐 미국, 일본, 유럽 등에 비해 많이 뒤떨어져 있는 상황이다.

그렇지만 세계적으로 우위에 있는 기반산업과 연관하여 선택과 집중으로 기술개발과 실용화 제품을 우선시 출하할 수 있는 전략을 구상한다면 차세대 신성장 산업으로 발전이 가능 할 것이다.

다만 여기에는 민간기업체의 리드와 정부의 지원, 학계와 연구계의 기술개발 선도 등이 필요한 것으로 생각된다.

참고 문헌

- [1] K. Kordesch and G. Simader, "Fuel Cells and Their Applications", VCH, p. 85, 1996.
- [2] Leo J. M. J. Blomen, and Michael N. Mugerwa, "Fuel Cell Systems", Plenum, p.465, 1993.
- [3] N. Q. Minh and T. Takahashi, "Science and Technology of Ceramic Fuel Cell", Elsevier, p. 147, 1995.
- [4] W. Vielstich, A. Lamm, and H. A. Gasteiger, "Handbook of Fuel Cells", John Wiley & Sons, p. 219, 2003.
- [5] A. J. Appleby, "Fuel cell technology: status and future prospects", Energy, Vol. 21, p. 521, 1996.
- [6] US Department of Energy, "Fuel Cell Handbook", John Wiley & Sons, 5th edition, p. 110, 2000.