

고체전해질형 연료전지의 성능평가에 관한 연구
Study of performance evaluation method for SOFC

김 귀 열* 한국전기연구소 전지기술연구팀
엄 승 옥 한국전기연구소 전지기술연구팀
문 성 인 한국전기연구소 전지기술연구팀

G.Y.Kim* Korea Electrotechnology Research Institute
S.W.Eom Korea Electrotechnology Research Institute
S.I.Moon Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract

The object of this study is to develop various composing material for SOFC generation system, and to test unit cell performance manufactured. So we try to present a guidance for developing mass power generation system. We concentrated on development of manufacturing process for cathode, anode and electrolyte.

1.서론

연료전지는 연료가 갖는 화학에너지를 직접 전기에너지로 바꾸어 쓸 수 있는 발전장치 이기때문에 기존의 발전장치에 비하여 발전효율이 높고, 공해를 거의 유발하지 않으며, 수요지 부근에 설치 할 수 있기 때문에 송전설비를 줄일 수 있다는 다양한 장점을 가지고 있다.

한편, 연료전지는 전해질의 종류에 따라 인산형 연료전지(PAFC), 용융탄산염형 연료전지(MCFC), 고체전해질형 연료전지(SOFC), 고체고분자형 연료전지(PEFC)로 크게 분류된다. PAFC를 제 1세대 연료전지, MCFC를 제 2세대 연료전지, SOFC를

제 3세대 연료전지라 부르고 있다. 이 가운데 인산형 연료전지의 개발이 가장 빨리 진행되어 크고 작은 발전시스템을 각각 실증 시험할 수 있는 단계에 이르고 있다. 고온형 연료전지인 MCFC와 SOFC는 작동온도가 높기때문에 인산형보다 높은 성능을 기대할 수 있지만, 기술적인 과제가 많아 활발한 개발이 진행중이다.

고체전해질형 연료전지(SOFC)는 연료극, 고체전해질, 공기극, 연결소자(Interconnect) 등 4가지의 기본재료로 구성되어, 고효율이며 한층 깨끗한 연료전지 발전시스템으로서 주목되고 있다.

본 연구에서는 현재 여러 가지 형태의 연료전지중 1000℃에서 작동하며, ceramic

을 고체전해질로 사용하는 고체전해질형 연료전지(Solid Oxide Fuel Cell)를 개발하고 있다.

고체전해질형 연료전지의 개발은 이미 대형화의 단계까지 도달했지만, 실용화까지는 출력밀도 향상, 장기운전에 대한 안전성등 문제점이 남아있다. 또 고체전해질형 연료전지는 고온 작동을 필요로함으로 구성재료의 선택에 많은 제약이 따르며, 이것이 연료전지 실용화의 큰 장애로 된다. 이와같은 문제를 해결하기 위하여 구성재료, 제작법, 설계등에 관한 기초적인 문제점을 명확히 할 필요가 있다. 한편 본 연구는 단위 cell의 출력향상과 성능평가에 적용되는 전류-전압특성의 측정, 교류임피던스법에 의한 분극저항측정등의 전기적측정법을 이용하여 정확한 특성평가를 시도하였다.

2. 실험장치

소형cell은 전해질에 대표적인 산소 이온 도전체인 이트리아 안정화 지르코니아를 사용하였고, 그 제작은 간편하며 신뢰성이 높은 doctor blade법에 의하여 제작된 YSZ 막 양쪽에 산소극, 연료극을 각각 도포하여 소형cell을 구성하고, 그 재료는 산소극에 LSM, 연료극에 Ni-YSZ cement를 사용하였다. 특성평가용 소형cell 장착장치는 셀홀다를 별도로 제작하여 사용하였다. 연료가스와 산화가스는 내부 홀다의 안쪽관을 따라 셀에 공급하고, 반응한 후 남은 가스는 홀다사이의 틈으로 흘러 밖으로 배출이 가능하도록 하였다. 그리고 정전류에서 연속 운전중에 전압의 변화를 확인하고, 교류임피던스법과 전류차단법을 이용하여 저항을

측정하며 특성저하의 원인을 파악하였다.

3. 실험결과 및 검토

전극등 구성요소의 제조조건을 변화시켜 소형셀의 특성평가를 연구하였으며, 이러한 연구를 통하여 소형셀의 성능을 개선시키고 대형셀의 제작을 위한 기술을 축적하고자 노력하였다. 그림1에서 보는 바와 같이 소형셀의 성능은 $150\text{mA}/\text{cm}^2$ 에서 0.893V 이었다. 그림2은 LSM/8YSZ/Ni-YSZ의 조성으로 제작된 셀을 이용하여 운전시간에 따른 과전압의 변화를 살펴보았는데, 공기극의 시간-과전압 곡선에서는 약 수백시간을 운전한 이후에도 초기의 80mV 에 비해 약 20mV 밖에 증가하지 않는 특성을 보였다.

한편 그림3의 연료극측 변화를 보면 초기과전압은 150mV 정도로 비교적 낮은 특성을 보였으나 약300시간의 운전시간이 경과함에 따라 초기성능에 비하여 약 110mV 정도의 과전압이 증가하는 경향을 보였다. 그림4의 임피던스 측정은 5mHz - 2MHz 의 주파수 범위에서 행하였으며, 측정온도는 작동온도인 1000°C 였다. 가령 연료극의 조성을 변화시켰을 때 임피던스의 결과에서 Ni함량이 $40\text{vol}\%$ 보다 많아질수록 분극저항이 크게 증가하는 경향을 알 수 있고, 특성을 예측할 수 있다.

4. 결 론

고체전해질형 연료전지의 조기 국산화 기술개발을 위해서 구성요소들의 제조공정을 확립할 수 있는 기술수준과 성능의 재현성 및 신뢰할 수 있는 평가기술이 필요하다

전압 0.7V에서 전류밀도가 850mA/cm² 로 매우 높게 측정되었다.

참 고 문 헌

- 1).김귀열, "SOFC 구성요소의 기술개발 동향", 대한전기학회지, Vol.45, No.9, pp.31-36, 1996
- 2).N.Q.Minh and T.Takahashi, "Science and Technology of Ceramic Fuel Cell", Elsevier, pp.147-161, 1995
- 3).Dokiya et al, "Solid Oxide Fuel Cells", The Electrochemical Society, pp.639-778, 1995
- 4).S.C.Singhal and H.Iwahara, "Solid Oxide Fuel Cells", The Electrochemical Society, pp.171-300, 1993
- 5).Leo J.M.J.Blomen and Michael N.Mugerwa, "Fuel Cell Systems", Plenum, pp.465-489, 1993
- 6).G.Y.Kim et al, "Fabrication and Characteristics of Unit Cell for SOFC", Florida, 1996 Fuel Cell Seminar

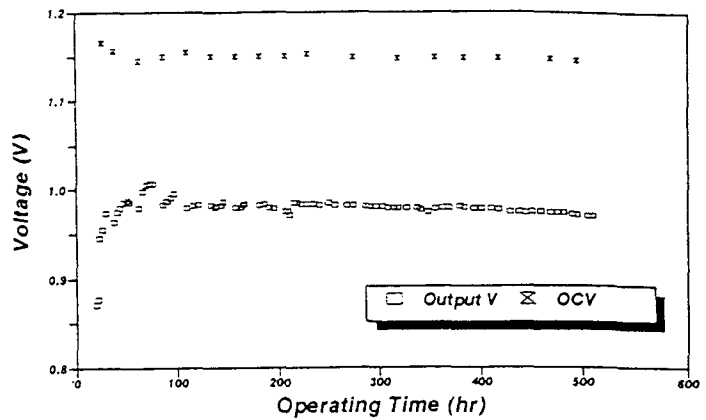


그림1 운전시간 경과에 따른 전압의 변화

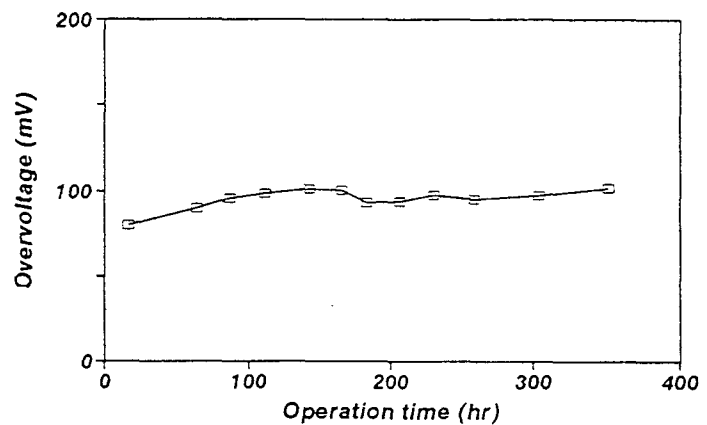


그림2 운전시간 경과에 따른 공기극의 과전압변화

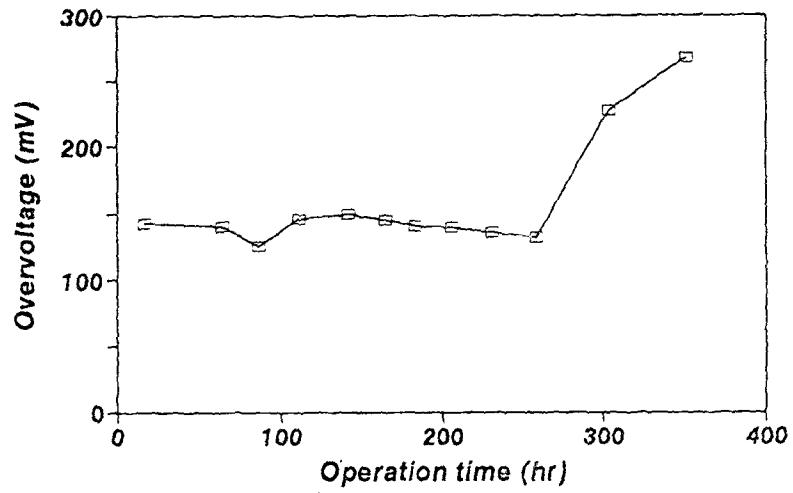


그림3 운전시간 경과에 따른 연료극의 과전압변화

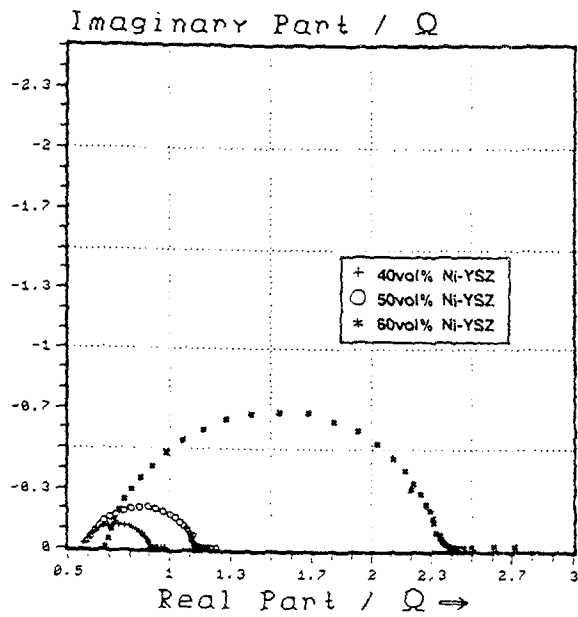


그림4 연료극중 Ni 함량에 따른 Impedance