

고체전해질형 연료전지의 단위전지 제조와 성능평가

Performance evaluation and unit cell fabrication for SOFC

김귀열*	한국전기연구소 전지기술연구팀
엄승욱	한국전기연구소 전지기술연구팀
문성인	한국전기연구소 전지기술연구팀
윤문수	한국전기연구소
임희천	한국전력공사 기술연구원
이창우	한국전력공사 기술연구원

G. Y. Kim*	Korea Electrotechnology Research Institute
S. W. Eom	Korea Electrotechnology Research Institute
S. I. Moon	Korea Electrotechnology Research Institute
M. S. Yun	Korea Electrotechnology Research Institute
H. C. Lim	KEPCO Research Center
C. W. Lee	KEPCO Research Center

Abstract

The research and development for the solid oxide fuel cells have been promoted rapidly and extensively in recent years, because of their high efficiency and future potential.

The purpose of this research is to investigate the performance evaluation and unit cell fabrication for SOFC.

1. 서론

산업의 발달과 국민경제 수준의 향상으로 전력의 수요는 폭발적으로 증가하고 있으며, 지난 석유위기와 걸프전쟁을 통하여서도 느낀바와 같이 에너지의 해외 의존성으로부터 탈피는 국가적으로 중요한 문제이다.

최근 리오 환경회의를 거치면서 깨끗한 에너지(clean energy)에 대한 관심과 사회의 고도화, 정보화의 진전에 수반하여 전력공급면에서 전원의 다양화, 효율, 경제성의 향상 및 운용의 최적화가 계속되고 있다.

연료전지는 공급된 연료가 갖는 화학에너지를 전기에너지로 직접 변환하는 화학 발전장치이며, 반응물질을 전지 내에 축적하여 전기를 만드는 1차전지나 2차전지와는 달리 반응물질의 공급이 계속되는한 전기를 발생한다.

연료전지 발전 system은 발전효율이 높고, 더욱 배열을 이용하여 복합발전, 열병합등을 행하는 것에 의하여 총합효율을 한층 향상시킬수 있으며, 환경 영향물질의 배

출이 극히 적을 뿐만 아니라 천연가스, 석유, 메탄올, 석탄가스등의 다양한 연료를 사용할수 있는 특징이 있다.

한편 연료전지의 종류는 전해질에 따라 인산형 연료전지(PAFC), 용융탄산염형 연료전지(MCFC), 고체전해질형 연료전지(SOFC)및 알카리형연료전지(AFC)로구분된다.

고체전해질형 연료전지는 단위체적당 출력밀도가 높기 때문에 분산형 전원으로서 사용하면 높은 작동온도로부터 얻어지는 열을 냉난방에도 직접 이용할 수 있고 다양한 연료를 사용 수 있는 특징이 있다. 이처럼 우수한 특징을 갖는 SOFC가 아직까지 실용화되지 못하는 것은 기대만큼의 성능을 나타내는 전지본체가 개발되지 못하고 있기 때문이다.

본 연구에서는 고체전해질형 연료전지의 단위전지를 제작하고 그 특성을 파악함으로써 기본기술을 확립하고자 한다.

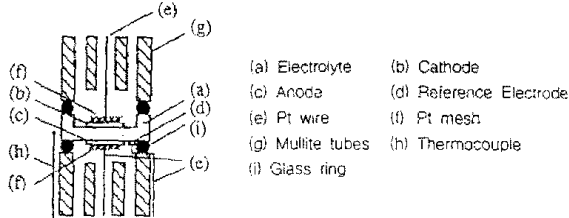
2. 단위전지 제작

본 연구에 사용한 단위전지는 전해질에 대표적인 산소이온 도전체인 이트리아 안정화 지르코니아(YSZ)를 사용하였고, 그 제작은 간편하며, 신뢰성이 높은 slip casting 법에 의하여 제작된 YSZ 막 양측에 연료극, 산소극을 각각 도포하여 단위전지를 구성하였고, 그 재료는 산소극에 LSM, 연료극에 Ni-YSZ cemet를 사용하였다.

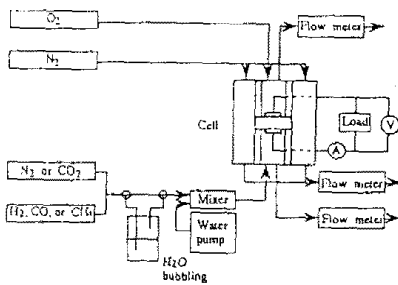
3. 단위전지 특성 평가장치

그림. 1은 단위전지의 발전특성을 평가하기 위한 셀 구조와 가스공급 시스템을 나타내고 있다.

연료극측에는 수소를 비롯한 본 실험에서 사용한 연료 가스를 공급하고 산소극측에는 순산소를 이용하였다. 또 전해질과 알루미나 관 사이에는 수소와 산소가 혼합하지 않도록 glass ring 을 이용하여 기밀성을 유지하였다.



(1) Cell structure



(2) Gas flow system

Fig. 1 Schematic views of
(1) Cell structure
(2) Gas flow system of the Fuel Cell

4. 실험 결과 및 토의

그림. 2는 YSZ 전해질, Ni-YSZ 연료극 및 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ($x=0.4$) 산소극으로 구성된 SOFC 의 단위전지에서 수소를 상온 H_2O 에 bubbling 시켜 연료극에 공급하고, 산소극에 O_2 를 공급하여 전류-전압 특성을 나타낸다.

이 실험 결과에서 알 수 있는 바와 같이 전압 0.7V 에서 전류 $400\text{mA}/\text{cm}^2$ 를 나타냄으로서 다른 연료전지, 즉, PAFC, MCFC 에 비해 2배 이상의 출력을 얻을 수 있었다.

그림. 3 은 동일한 단위전지에서 산소극의 gas 는 O_2 를 계속 공급하고, 연료극측의 gas 를 달리하면서 출력의 변화를 확인하였다. 상온 H_2O 에서 수소를 bubbling 한 후 gas 를 공급한 조건에서 가장 우수함을 알 수 있었다.

한편, 그림.4 는 current interruption 방법을 사용하여 과전압을 측정 한 결과이다.

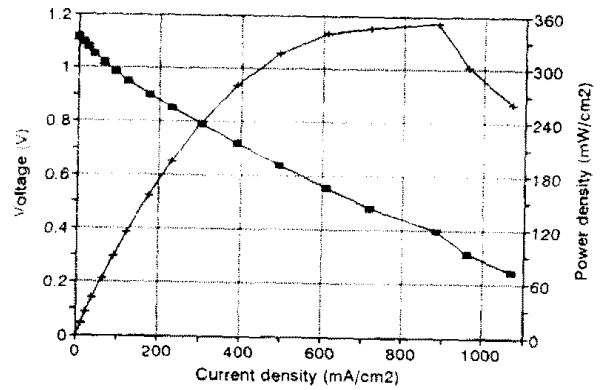


Fig. 2 I-V and I-P characteristics of SOFC
 $\text{H}_2+\text{H}_2\text{O}$ (room temp), Ni-YSZ/YSZ/ $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$, O_2

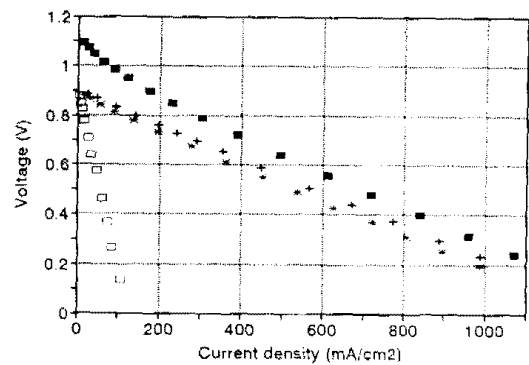


Fig. 3 I-V and I-P characteristics of SOFC
Ni-YSZ/YSZ/ $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$, O_2

■ $\text{H}_2+\text{H}_2\text{O}$ (RT) + $\text{H}_2+\text{H}_2\text{O}$ * $\text{CO}+\text{CO}_2$ □ $\text{CH}_4+\text{H}_2\text{O}$

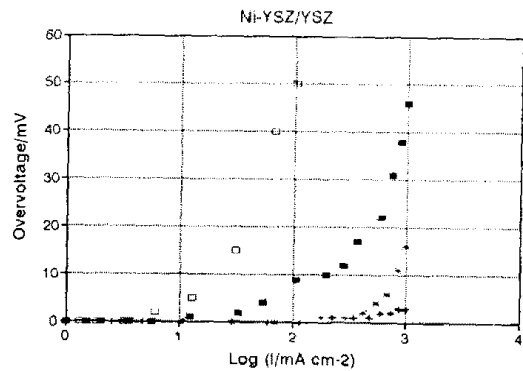


Fig. 4 Overvoltage by current interruption method
(Ni-YSZ/YSZ/LSM)

■ $\text{H}_2+\text{H}_2\text{O}$ (RT) + $\text{H}_2+\text{H}_2\text{O}$ * $\text{CO}+\text{CO}_2$ □ $\text{CH}_4+\text{H}_2\text{O}$

5. 결론

Ni-YSZ/YSZ/LSM ($x=0.4$) 고체전해질형 연료전지에서 단위전지를 제작한 후 발전실험을 통하여

1. 전압 0.7V 에서 전류밀도 $400\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 우수한 특성을 나타내었고,
2. 연료극 gas 는 상온 H_2O 에서 H_2 를 bubbling 한 조건에서 가장 좋은 특성을 나타내었다.

참고문헌

1. R.V. Wilhelm and D.S. Howarth, *Ceram. Bull.*, 58, 229
1979
L. Hench and J.K. West, " Principles of Electronic
2. *Ceramics "*, John Wiley & Sons, Singapore, p 154.
1990
3. B. Hudson and P.T. Moseley, *J. Solid State Chem.*, 9,
383, 1976
4. W. Strickler and W.G. Carson, *J. Am. Ceram. Soc.*, 47
[3], 122, 1964
5. W. Baukal, " Electrocataylsis to Fuel Cells",
University of Washington Press, Seattle, p 247, 1972
6. K. Kobayashi, H. Kuwajima and T. Masaki, *Solid State
Ionics*, 3-4, 489, 1981
7. H. G. Scott, *J. Mater. Sci.*, 12, 311, 1977
8. H. Schubert, " Zirconia Ceramics 7 " , Tokyo, 1986
9. A. J. A. Winnubst, P. J. M. Kroot and J. Burggraaf, *J.
Phys. Chem. Solids*, 44 [10], 955, 1983
10. T. Takahashi and Y. Suzuki, *Denki Kagaku*, 34, 887,
1966