

MCFC 의 분극특성에 관한 연구

엄 승 옥*, 김 귀 열, 윤 문 수
한국전기연구소

A Study on Polarization of MCFC

S.W. Eom*, G.Y. Kim, M.S. Yun
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract

As increasing of Internal resistance value at MCFC electrode, out voltage of battery is decreased currently.

We measured overpotential and IR drop which consist of resistance factors in MCFC electrode, and calculated out voltage from open circuit voltage.

I. 서론

최근 대체 에너지원으로 주목받고있는 연료전지는 발전효율이 높고, 발전시의 발생열을 사용하여 열병합 발전이 가능하고, 소음등의 공해가 거의 없는등 유리한 점이 많다.

이중 용융탄산염형 연료전지 (MCFC) 는 대형 프랜트에 이용될 수 있는 발전 시스템이라고 볼 수있다.

본 연구에서는 MCFC 전극의 저항요소중 과전압 (over voltage) 과 내부저항을 측정하여, 전지 개로전압 (open circuit voltage) 에서의 실제 출력되는 전지출력 전압을 계산하였다.

II. 전극제조

Ni powder (Inco. 255) 를 결합제인 PVB (10-20%), 가소제 PEG (1-10%) 와 약간의 첨가물을 혼합하고, 여기에 전극의 내구성 및 소결방지제로서 Cr powder (325 mesh, Aldrich Chemical Company, Inc.), Al powder (國産化學) 등을 조성비를 약간씩 달리하며 첨가하여, Ethanol 용매중에서 Ballmill 로 24 시간 이상 잘 혼합한 후, 기포제거 공정을 거쳐서 두께 0.5-1.0mm 의 박막을 제조하였다.

시편은 건조 후 1cm² 의 크기로 절단하여 사용하였다. Anode 전극으로 사용된 시편의 조성과 조성비율 다음의 Table.1 에 나타내었다.

Table. 1 Component ratio

Sample	Ratio of component (w/o)		
	Ni	Cr	Al
# 1	100	-	-
# 2	90	10	-
# 3	85	15	-
# 4	95	-	5
# 5	90	-	10

한편, cathode 전극으로는 Ni 을 산화시킨 NiO 전극을 사용하였으며, anode 및 cathode 전극제조공정을 Fig. 1 에 나타내었다.

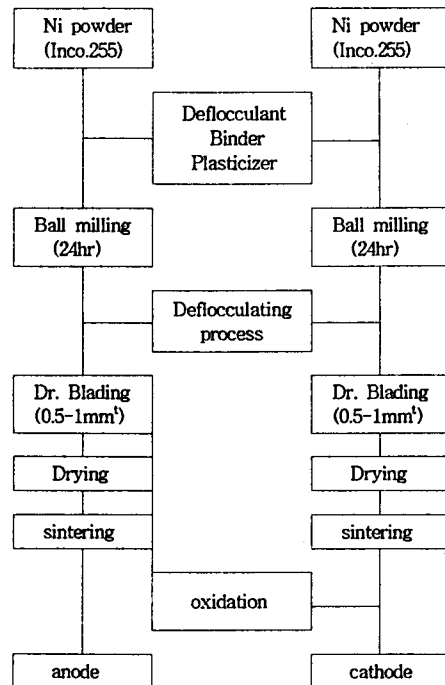


Fig. 1 Process for fabricating of electrode

전해질 합침과 이온 전도체의 역할을 해주는 Matrix 재료로는 γ -LiAlO₂ 를 이용해서 두께 1mm 의 박막을 제조 하였으며, 전해질은 62Li/38K (m/o) 을 사용하였다.

III. 장치설계

1. 기준전극

모든 전위의 기준을 잡기위해서 기준전극을 제작하였다. 기준전극으로는 본 연구실에서 자체 제작한 것으로 한쪽 끝이 밀봉된 Mullite tube 의 한쪽 끝을 연마해 이온이 통과 할 정도의 박막으로 하였다.

기준전극재료로는 고순도의 Au 를 얇은판 ($1 \times 1 \times 0.05 \text{ cm}^2$) 을 구부러서 사용하였고, Mullite tube 내에 62 m/o Li₂CO₃ - 38 m/o K₂CO₃ 을 분말상으로 넣어서, 작동온도인 650°C 에서 액체로 용융되게 하였다. 가스의 조성은 O₂ / CO₂ 혼합가스로, O₂ 분압이 1/3 기압, CO₂ 분압이 1/3 기압이되게 하였다.

2. Half Cell

실험에 사용된 반쪽전지는, 자체제작한 것으로써, MCFC 의 작동온도인 650°C 를 유지하고, air cylinder를 이용하여 cell 에 약 1.5기압을 가해줌으로써, 접촉저항을 줄이도록 설계하였다.

이러한 장치의 모식도를 Fig. 2 에 나타내었다.

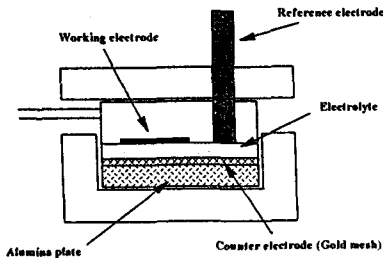


Fig. 2 Half Cell

IV. 실험 및 결과

Fig. 2 에서와 같이 cell 안쪽에 제작된 면적 1cm², 두께 1mm 정도의 전극을 설치하고 Matrix electrolyte 와 접촉하도록 하였다. 또한 대극 (counter electrode) 으로는 Gold mesh 를 사용하였고, cell에 hole 을 뚫어 기준전극이 설치되도록 하였다. 사용된 작용전극 (working electrode) 은 Ni-Cr, Ni-Al 의 anode 및 NiO 의 cathode 이다.

anode 로 사용된 전극은 수소분위기 900°C 에서 30분간 소결하여 기공도 50-70% , pore size 4-10 μ m 가 되게 하였다. 전해질로 사용되는 62Li/38K (m/o) 는 전기 작동중에 matrix 에 바로 합침시키는 in-situ 방식으로 하였고, cathode 로 사용된

NiO 전극역시 작동중에 산화가스를 공급하여 Ni \rightarrow NiO 로 산화시켜 사용하였다.

실험 방법은 전기 개로전압 (open circuit voltage) 에서, 전지 출력전압으로 출력되기 까지 전극자체의 과전압과, 내부저항에 의해서 손실되는 δV 값을 측정 계산하였다. 과전압을 측정하는 방법은 Potentiodynamic polarization 으로 하였고, IR drop 은 일정 전류를 공급하다가 순간적으로 단락 시켜주는 current interruption method 법으로 측정하였다.

Fig. 3 과 Fig. 4 는 Ni-10%Cr 과 Ni-15%Cr anode 에 대해서 과전압을 측정한 그림이다.

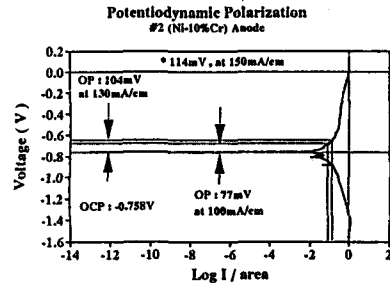


Fig. 3 Overpotential of anode (# 2)

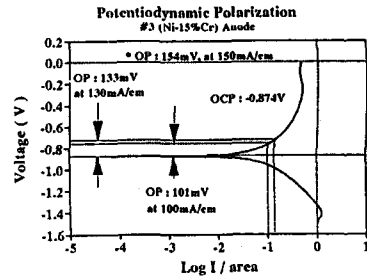


Fig. 4 Overpotential of anode (# 3)

그림에서 볼 수 있듯이, 150mA/cm² 의 전류밀도에서 anode 과전압이 Ni-10%Cr 의 경우 114mV, Ni-15%Cr 의 경우 154mV 로서 외국의 50mV 정도보다는 크게 나타나 전압 손실이 많은 것으로 판명된다. 이러한 문제는 기공의 분포, 전극의 두께, 기공의 크기등을 조절해 줌으로써 해결 할 수 있을 것으로 보여진다.

V. References

1. Mark Franke, et al. J. App. Electrochem., 19 1989
2. R.H. Arendt, J. Electrochem. Soc., Vol 129, No 5 1982
3. N. Giorclano et al, Vol 135, No 4, p911-913 1988

4. T.Yoshida et al, J. Hydrogen Energy Vol 13, No 10,
p 625-632 1988
5. P.A.Lessing et al, J. Electrochem. Soc., Vol 133,
No.8 1988
6. A.F Sammels, J. Electrochem. Soc., Vol 127, No 2, 1980
7. S.H.Lu et al, J. Electrochem. Soc., Vol 131, No 12,
1984

본 연구는 상공자원부의 대체에너지 기술개발사업으로 수행되었
으며, 재정적 지원을 해준 에너지관리공단에 감사드립니다.