

MCFC 의 단위전지 발전특성 Generation characteristics of unit cell for MCFC

김귀열 한국전기연구소 전지기술연구팀
엄승욱 한국전기연구소 전지기술연구팀
문성인 한국전기연구소 전지기술연구팀
윤문수 한국전기연구소

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

Abstract

Molten Carbonate Fuel Cell are expected as an electric and thermal power source of the urban cogenerating system because MCFC have higher electric power efficiency and better thermal power quality.

This study has examined generation characteristics of unit cell for MCFC.

1. 서론

에너지 수요는 인구증가, 생활수준의 향상등에 수반하여 점차적으로 증대되고 있으며, 에너지 자원의 고갈, 근년 지구규모로 심각한 사회문제로 되고 있는 공해문제와 밀접하게 관련하여 조속한 해결이 요망된다.

그중에서도 전기에너지는 우리의 생활에 가장 심각히 관련되고 있는 에너지중 1가지이며, 고효율로 깨끗한 발전 system 의 개발이 필요하다.

현재의 주된 발전 시스템은 화력발전소, 원자력발전소이며 대용량 발전 system 으로서 가장 일반적인 증기터빈의 발전효율은 여러가지 연구가 진행되고 있지만, 그것도 45%에 미치지 못하고, 또 대기오염, 혹은 열공해등 문제가 있다.

장래적으로는 한정된 화석연료를 중심으로한 에너지 사회로부터 다른 에너지를 이용할 사회로 변모하지 않으

면 않되지만, 아직 실용화까지는 멀고, 현재 화석연료의 효율을 잘 이용할 기술개발이 급선무이다.

연료전지 (Fuel Cell) 는 반응물이 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환하는 발전장치이다.

연료전지의 특징은 **활물질** (연료 gas, 산화성 gas) 을 각각, 부극·정극에 연속적으로 공급하고 계속하여 전기를 얻는것이다. 연료전지는 이론적으로는 연료 gas 와 산화성 gas 를 공급하고 계속하여 무한한 전기를 얻을 수 있으며, 에너지 변환기로서 의미가 강하다.

용융탄산염형 연료전지 (Molten Carbonate Fuel Cell) 는 제 2세대의 위치에 있으며, 현재 가장 연구개발이 활발히 진행되고 있다. MCFC 는 비교적 고온에서 용융한 알칼리 금속 탄산염 전해질로서 사용한다. 그러나, MCFC 발전시스템을 실용화 하기위하여는 현행보다 더욱 고출력 밀도, 전지의 장수명화, 고성능인 전지를 제작하지 않으면 안된다.

따라서, 본 연구에서는 MCFC 개발기술의 조기 국산화를 위해서 긴급히 요구되는 성능향상에 밀접한 관련이 있는 단위전지 운전을 통한 용융탄산염형 연료전지의 기술 확립을 목적으로 하고 있다.

2. 단위전지의 운전특성평가

2.1 단위전지의 구성요소

단위전지의 각 구성요소는 tape casting 방법에 의해 제작하였고, 각각 재료는 연료극이 Ni-Co, 산소극이 NiO, 전해질판이 LiAlO₂ 이며, SUS310 으로 제작한 separator 를 사용하였다.

한편, 실험에 사용한 전극면적의 크기는 100cm² (10×10cm) 이었다. 그리고, 그림. 1은 cell 에 공급되는 gas 배관의 배치도를 나타낸다.

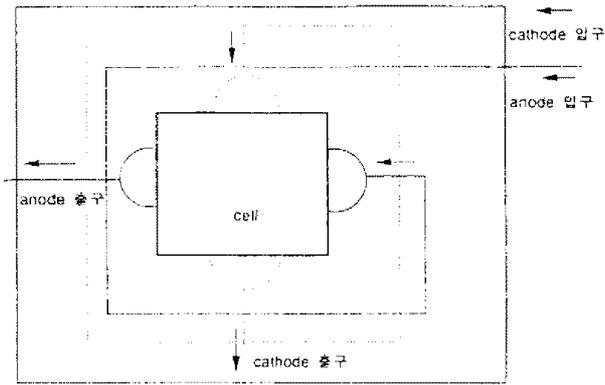


그림. 1 공급 gas 배관의 배치도

2.2 운전특성평가

그림. 2 는 온도 650℃, 상압, 전류밀도 150mA/cm² 에서 연료가스 H₂/CO₂=80/20, 산소극 가스 Air/CO₂=70/30 비율로 공급한 단위전지 성능의 발전특성을 나타내고 있는데, 이 결과에서 보는바와 같이 2,400 시간 이상의 운전에서도 cell 전압은 크게 변하지 않고, 0.7V 이상의 성능을 유지하고 있음을 알 수 있다.

연료전지의 발전특성은 cell 전압과 전류밀도와의 관계, 즉 V-I 특성으로 표시되는데, 본 연구에 사용한 단위전지에서 V-I 특성의 결과를 그림. 3 에 나타낸다.

전압-전류 특성을 측정하는 경우에는 보통 공급 gas 의 유량을 일정한 상태로 전류밀도를 변화시켜 측정한다.

그림. 3 은 연료이용율을 40%, 산화제이용율을 40% 로 고정하고 온도를 610℃ 에서 670℃ 까지 변화시키면서 단위전지의 온도의존성을 측정한 결과인데, 이 그림에서 보는바와 같이 온도가 상승할 수록 그 성능은 우수하며 또한 온도에 매우 의존하고 있음을 알 수 있다.

이 실험결과에서 온도 610℃ 일때 cell 전압이 650mV 이며, 온도를 670℃ 까지 상승하면 cell 전압은 750mV 까지 향상됨을 알 수 있다.

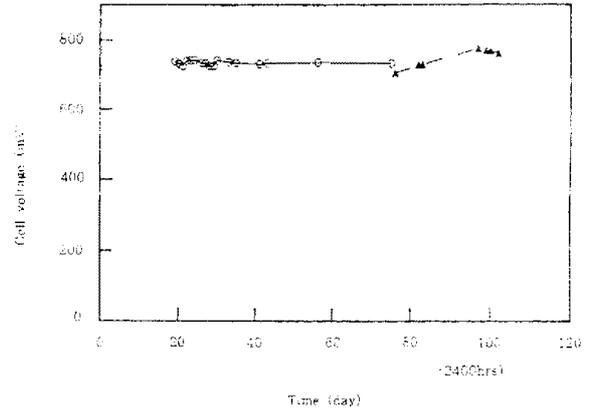


그림. 2 단위전지 성능의 발전특성 (650℃, 150mA/cm²)

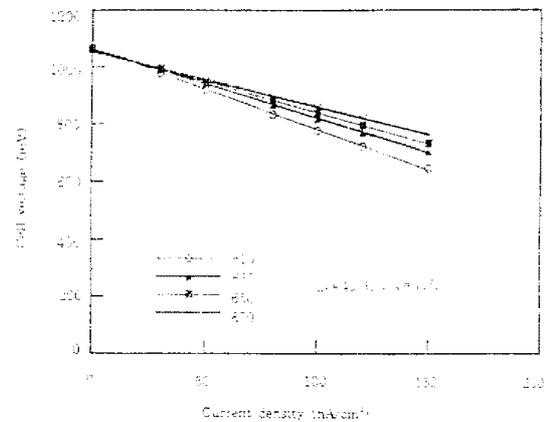


그림. 3 단위전지 성능의 온도 의존성

전지의 출력전압은 일반적으로 동작온도가 높은만큼 높게되고, system 의 발전효율도 높게된다. 그러나, 구성재료의 부식, 변형등의 문제로 부터 동작온도의 한계치가 존재한다. 특히, cell 면적 및 stack 규모가 크게되면, cell 및 stack 내에서 온도분포가 크게되기 때문에, 모든 부분에서 허용치의 범위내에서 안정되도록 system 구성 및 운전방법을 검토할 필요가 있다.

연료이용율이 높게되면 발전에 필요한 연료의 양이 적게되지만, cell 면내의 하류(下流) 영역에서 수소농도가 낮아지고, cell 전압이 저하한다. 반대로, 연료이용율을 낮게 하면 cell 전압은 높게되지만 stack 으로서 발전효율은 낮아지게 된다.

System 적으로는 천연가스, naphtha 등을 원료로 하는 연료전지 plant 는 연료개질기를 필요로하고, 개질기의 가열 연료에서는 전자분체의 anode 에서 이용하고 남은 gas 를 활용하기 위하여 stack 운전에 있어서 연료이용율은 가장 알맞은 값이 존재한다. 종래의 system 검토에 의하면, 외부개질방식 system 에서는 연료이용율이 80%

부근에서 발전효율이 가장높게 되는 것을 표시하고 있다.

한편, 단위전지의 전류-전압 특성은 cell 의 연료극, 산소극, 전해질판등의 구성부품 성능에 의존함과 더불어 운전온도, gas 조성, 압력 및 연료이용율이나 산화제 gas 이용율등 영향을 받는다.

3. 결론

용융탄산염형 연료전지 (MCFC) 발전시스템을 개발하기 위해서 그 성능향상에 기초가 되는 단위전지 운전평가에 대한 연구를 요약하면,

1. 100cm^2 ($10\times 10\text{cm}$) 의 단위전지를 장시간 운전한 결과, 2,400 시간 이상의 운전을 유지함으로써 우수한 특성을 나타내었다.
2. 단위전지의 출력되는 전류밀도를 $150\text{mA}/\text{cm}^2$ 로 고정하였을때, 출력단자전압은 0.8V 를 나타내었다.

참고문헌

1. P.G.P. Ang, and A.F.Sammells, J. Electrochem. Soc., 127, p1287 (1980)
2. S.H.Lu, and J.R.Selman, ibid, 131, p2827 (1984)
3. T.Nishina, M.Takahashi, and, I.Uchida, J. Electrochem. Soc., 137, p1112 (1990)
4. A.J.Appleby, and S.B.Nicholson, J. Electroanal. Chem., 83, p309 (1977)
5. A.J.Appleby, and S.B.Nicholson, J. Electroanal. Chem., 112, p71 (1980)
6. I.Uchida, T.Nishina, Y.Mugikura, and k.Itaya, J. Electroanal. Chem., 206, p229 (1986)
7. H.Urushibata, K.Sato, T.Murahashi, and E.Nishiyama, Molten Carbonate Fuel Cell Technology Development, Abstract of Fuel Cell Seminar, p399-402 (1988)
8. J.L.Smith, G.H.Kucera, and A.P.Brown, Argonne MCFC Cathode Development, Proc. of 21st IECEC, p183-187 (1988)