

용융탄산염형 연료전지 전극반응 특성해석

Characteristics of Electrode Reaction in Molten Carbonate Fuel Cell

이충곤, 강병삼, 서혜경, 유영성, 임희천
한국전력공사, 전력연구원

용융탄산염형 연료전지(MCFC)의 실용화에는 보다 세밀한 이해가 요구되고 있다. 이러한 이해를 위하여 특히 전극반응에 관한 연구가 심도있게 진행되어 왔다. 이러한 용융탄산염에서의 전극반응에 관한 연구결과, anode 및 cathode 양 쪽모두 물질전달 율속과정의 빠른 속도론적 특성을 가지고 있으나, 수소에 비해 상대적으로 낮은 산소용해도 등에 의해 cathode에서의 농도분극이 크게 나타나는 것 등이 보고되어 있다^{1,2)}. 그러나 이러한 특성은 벌크 전해질에서의 단순형태의 전극을 사용한 반쪽전지의 경우의 연구결과로서, 다공질 전극을 사용하는 실제전지와는 다른 조건에 기초한 결과라고 할 수 있다.

MCFC의 다공질 전극에서는 기-액-고 삼상계면이 형성된다. 이러한 조건에서 anode에는 주로 Ni 합금을, cathode에는 NiO 산화물을 이용하는데, 금속 및 산화물의 탄산염과의 접촉각의 실험 결과로부터, 금속의 경우가 산화물의 경우보다 훨씬 큰 접촉각을 가지는 것이 보고되어 있다³⁾. 이러한 접촉각 특성으로부터 anode에 비해 cathode는 두꺼운 전해질 막을 형성하는 것으로 생각할 수 있다. 이상과 같은 anode에서와 cathode에서의 막의 형상 및 벌크상태의 반응속도의 차이로부터 다공질 전극을 사용한 반응특성이 두 전극에서 다를 수 있는 가능성이 존재할 수 있다.

본 연구에서는 실제 다공질 전극을 사용한 MCFC의 두 전극의 반응특성을 실험적으로 해석하여 보았다. 방법은 불활성 가스를 anode 및 cathode 반응물에 첨가하여, 반응물의 흐름을 교란하는 것이었으며, 이때 발생하는 전압변화를 해석하여 수행하였다.

이 결과로부터 anode는 기상에서의 물질전달에 크게 영향을 받는 것을, 이에 비해 cathode는 액상에서의 물질전달에 의존하는 것을 알았다. 더욱이 이 결과는 물질전달 영향의 정량적 해석을 가능하게 하여, anode에서의 기상의 물질전달저항의 발생 부분의 추적을 가능하게 했다. 이러한 물질전달저항 발생가능영역으로 전지내의 가스유로 및 다공질 전극부를 대상으로하여 세밀한 검토를 수행하였다. 그것은 가스유로부분의 영향을 살피기 위해 가스유로 단면적이 다른 두 전지를 이용해 다른 가스유속 조건에서의 물질전달의 영향을 평가하는 것이었으며, 또한 다공질 전극부분의 영향을 살펴보기 위해 상대적인 확산거리를 나타내는 다공질 전극의 두께를 달리하여 물질전달의 영향을 평가하는 것이었다. 이상의 실험결과, MCFC 단위전지에서의 기상물질전달 저항은 주로 anode의 다공질 전극부분에서 발생하는 것을 알았다.

참고문헌

1. I. Uchida, T. Nishina, Y. Mugikura and K. Itaya, *J. Electroanal. Chem.*, 206, 229 (1986).
2. T. Nishina, M. Takahashi and I. Uchida, *J. Electrochem. Soc.*, 137, 1112 (1990).
3. G. K. Moiseev and G. K. Stepanov, in "Electrochemistry of Molten and Solid Electrolytes", A. N. Baraboshikin, Editor, Vol. 5, pp 101-109, Consultants Bureau, NewYork (1967).