

BFB8

메탄 또는 부탄 연료가스에 대한 연료극 지지체형 SOFC의 성능 특성

Performance of Anode-supported Solid Oxide Fuel Cells with Methane and Butane Fuels

유영성 · 고준호 · 박진우 · 임희천
한전 전력연구원 발전연구실

다른 형태의 연료전지와 마찬가지로 고체산화물 연료전지(혹은 고체전해질 연료전지, Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)는 연료가스와 산화제의 전기화학적 반응에 의해 직접 전기를 생산하는 방식으로서 연소과정에 의한 에너지로 변환을 거치지 않으므로 높은 전력전환효율(50-65%)을 갖는다. 더욱이 연소할 때 발생하는 환경오염물질(NO_x , SO_x)의 생성을 억제할 수 있어 저공해, 저소음의 특징이 있다. 특히 SOFC외의 다른 연료전지에서는 수소가스(H_2)를 기본연료로 사용하기 때문에 천연가스 등의 탄화수소계 연료를 직접 사용하지 못하고 별도의 개질기(reformer) 설비를 갖추어야 하나, SOFC는 천연가스는 물론 CH_4 , C_3H_8 , C_4H_{10} 등의 탄화수소계 연료를 별도의 스팀개질(steam reforming)이나 부분산화 개질반응(partial oxidation reforming)없이도 전지내에서 직접 전기화학적 산화반응(direct electrochemical oxidation)에 의해 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

한편 최근에는 800°C 이하에서 운전될 수 있는 소위, 중저온형(intermediate temperature) SOFC에 관한 연구가 활발한데, 이는 대개 연료극 지지체위에 약 $20 \mu\text{m}$ 두께로 지르코니아(8YSZ) 전해질 입힌 연료극 지지체형 구조를 갖는다. 본 연구에서는 이러한 중온 평판형 SOFC를 개발할 목적으로, 먼저 연료극으로써 다공성 NiO-YSZ 지지체를 만들고, 여기에 약 $20 \mu\text{m}$ 의 두께로 치밀한 8YSZ 전해질 후막층과 다공성의 공기극(LaSrMnO_3 -YSZ)을 형성시킨 $5 \times 5 \text{ cm}^2$ 크기의 단전지를 제조하고, 이의 성능을 측정하였다. 이러한 $5 \times 5 \text{ cm}^2$ 연료극 지지체형 단전지의 성능은 중저온인 750°C 에서 수소(H_2)를 연료로 이용하는 경우($U_f=0.4$) 최대 360 mW/cm^2 이었으며, 메탄(CH_4)을 이용한 경우($U_f=0.6$)는 약 220 mW/cm^2 , 부탄(C_4H_{10})인 경우 약 210 mW/cm^2 의 최대출력밀도를 나타냈다. 수소를 연료로 이용한 경우 750°C 에서 200 mA/cm^2 의 전류밀도로 약 7,000 시간 운전되는 동안 안정된 성능을 보였으며, 또한 이들 단전지를 수직으로 적층하여 15단(15-cell) 소형 스택(약 60W급)을 제작하여 3,000여시간 동안을 운전하였다. 특히 메탄(부탄) 연료가스를 이용하여 연료극 지지체형 단전지를 운전하는 경우, 탄소석출(carbon deposition)이 발생하는 실험변수와 이의 열역학적인 관계를 고려하였으며, 이를 임피던스 분석법 및 I-V 특성으로부터 전지반응 또는 성능에 미치는 영향을 살펴보았다.