

연료극에 Functional layers 구조를 갖는

연료극 지지체형 SOFC의 성능 특성

Performance of Anode-Supported Solid Oxide Fuel Cells
with Functional-Layered Anode Structure

유영성 · 박진우 · 임희천 · 이규창* · 조남용*

한전 전력연구원 신에너지그룹, *포항산업과학연구원 금속·코팅재료연구팀

다른 형태의 연료전지와 마찬가지로 고체산화물 연료전지(혹은 고체전해질 연료전지, Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)는 연료가스와 산화제의 전기화학적 반응에 의해 직접 전기를 생산하는 방식으로 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 고체산화물 전해질(지르코니아, 8YSZ)를 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($\text{LaSrMnO}_3+8\text{YSZ}$)을 형성시킨 $5 \times 5\ \text{cm}^2$ 크기의 단전지를 제조하여 이의 성능을 측정하였다. 특히 연료극 지지체를 제조할 시에 functional layer로서 다른 조성의 연료극 층을 약 수십 μm 두께로 입힌 후에 지르코니아 전해질을 코팅한 단전지를 제조하였으며, 이들 multilayered 연료극 지지체형 단전지에서 I-V 특성 및 임피던스특성을 비교 분석하였다. 이러한 단전지는 수소를 연료로 사용할 경우 750°C 에서 약 1.1V의 개회로 전압(OCV)을 보였고, functional layer의 재료 및 조성에 따라 약 $200 \sim 400\ \text{mW/cm}^2$ 의 최대출력을 나타냈다. 또한 연료극 지지체형 단전지는 750°C 에서 $200\ \text{mA/cm}^2$ 의 전류밀도로 약 15,000 여시간을 장기 운전하는 동안에 안정된 성능을 나타냈다.