

마이크로 튜브 및 나노 입자를 이용한 급속기동용 SOFC  
Quick-Start Microtube SOFC with Nanoelectrolyte

송락현 · 손희정 · 신동원 · 김종희 · 백동현 · 정두환 · 신동열  
한국에너지기술연구원

고온에서 운전되는 고체산화물 연료전지는 고효율과 사용연료의 다양성 등의 장점을 가지고 있지만 초기 운전 시간이 길어지는 단점을 가지고 있다. 따라서 고체산화물 연료전지의 초기 운전 시간을 단축하고 고온에서 안정적인 물리적 특성을 나타낼 수 있는 급속기동이 가능한 SOFC를 개발하고자 하였다. 이론적으로 원통형 셀의 경우 단위부피당 전력밀도는 원통관의 직경에 반비례하기 때문에 SOFC의 전력밀도를 증가하기 위해 직경이 작은 마이크로 tube의 개발이 필요하며, 스택 부피에 비해서 높은 성능을 얻을 수 있는 장점이 있다. 또한 고출력을 위해 얇고 치밀한 전해질의 개발을 위해 나노 입자를 이용한 전해질을 개발하고자 하였다. 나노 입자를 사용함으로써 5  $\mu\text{m}$ 이하의 전해질을 만들 수 있어 전해질이 갖는 저항을 최소화시켜 고출력의 SOFC의 개발을 가능하게 되고, 이러한 기술 개발이 성공적으로 이루어질 경우 휴대용 및 이동전원 분야에 고체산화물 연료전지의 적용가능성을 높일 수 있다. 마이크로 튜브형 연료극 지지체를 제조하기 위하여 NiO와 8YSZ 분말을 각각 정량하여 혼합하고, 혼합된 분말에 기공형성제로 활성탄과 증류수 및 유기바인더 등을 첨가하여 24hr동안 혼합하여 압출 페이스트를 제조한 후 압출기를 사용하여 직경 2~3mm의 연료극 지지체를 제조하였다. 나노 입자를 이용한 치밀한 미세구조와 높은 소결밀도를 얻기 위해서는 분산제와 수소이온농도의 조절을 통한 안정한 분산조건을 결정하였다.

나노 입자의 응집을 방지하고 서스펜션의 안정성을 확보하기 위해 Homogenizer와 초음파 분쇄기를 이용하여 응집된 나노 분말의 응집을 최대한 방지하였으며, 고분자 분산제 및 수계 바인더를 첨가하여 분산 안정한 나노 서스펜션을 제조하였다. 이렇게 제조되어진 나노 YSZ 수계 슬러리를 마이크로 튜브에 dip coating법으로 10sec동안 코팅 한 후 건조 및 소결과정을 실시하였다. 급속 기동형 SOFC는 상용 부탄가스를 연료로 운전되도록 하였으며, 운전온도는 가스버너에 의해 급속히 온도가 상승할 수 있도록 설계하였다. 공기는 특별히 공급하지 않았으며, 이렇게 구성된 전지를 가스버너로 이러한 방법으로 제조된 긴급 기동형에 부탄가스를 공급한 후 가스버너를 점화시켰을 때 electric fan의 구동으로 약 1분 이내에 전지 출력을 확인할 수 있었으며, 약 1시간 정도의 연속운전을 수행하였다. 운전후 셀 내를 관찰한 결과 Carbon deposition이 매우 많이 발생하였으며, 이것은 연료직접 주입 시스템의 경우 탄소 코킹 문제가 시급히 해결되어야함을 의미한다.