

고체 산화물 연료전지의 연결재로써 LaCrO_3 가 분산된 Cr합금 제조 및 특성 연구

(Fabrication and Characteristics for LaCrO_3 -dispersed Cr Alloys
for an Interconnection Materials of Solid Oxide Fuel Cell)

전광선, 송락현*, 신동열*, 조중열
아주대학교 전기전자공학부
*한국에너지기술연구소

초록

고체 산화물 연료전지에서 연결재는 음극, 전해질 및 양극으로 이루어진 단위전지를 전기적으로 서로 연결시켜주는 역할뿐만 아니라 단위전지사이의 가스혼합을 방지하는 가스 분리판의 역할을 한다. 고체산화물 연료전지는 통상적으로 1000 °C의 고온에서 수소 및 산소를 연료로 하여 작동되기 때문에 극한적인 산화, 환원 분위기 하에 놓이게 된다. 그래서 연결재는 이러한 산화 및 환원 분위기에서 화학적으로 안정해야 하고, 높은 전기 전도도와 열 전도도, 전해질과 조화된 열팽창율, 높은 기계적 강도, 좋은 제조성, 그리고 가스 밀폐성을 가져야 한다. 지금까지 고체 산화물 연료전지의 연결재로는 Sr, Ca, Mg 등이 doping된 LaCrO_3 계 페로브스카이트 구조의 세라믹이 주로 사용되어 왔다. 그러나 세라믹 재료는 기계적 강도가 매우 약하고 낮은 전기전도도 및 낮은 열전도도, 대면적 제조의 어려움 등의 단점을 갖고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근에 연결재로써 금속재료를 사용하고자 하는 노력이 있어 왔다. 세라믹 재료에 비해 금속은 기계적 특성, 열 및 전기전도도 등의 특성이 우수하나, 내산화성 및 열팽창율 등에서 있어 문제점을 갖고 있다. 지금까지 금속 연결재로는 페라이트계 스테인레스강 등 Fe 합금, Al_2O_3 가 분산된 Inconel 600 cermet, $(\text{LaSr})\text{CoO}_3$ 가 코팅된 Ni-20Cr 합금 등 Ni 합금, Y_2O_3 또는 La_2O_3 이 분산된 Cr합금 등, 3가지 금속 합금계가 주로 연구되어져 왔다. Fe합금 및 Ni 합금은 고체산화물 연료전지의 전해질에 비해 열팽창율이 너무 크고 고온에서 내산화성이 작다는 단점을 갖고 있다. 이에 비해 Cr 합금은 제조 및 가공이 어려우나 고온 내산화성이 우수하고 열팽창율이 고체산화물 연료전지에 적합하다. Cr합금의 문제점으로는 Cr합금에 첨가된 Y_2O_3 , La_2O_3 의 낮은 전자전도도로 인해 산화피막의 전기전도도가 매우 작고 이로 인해 연료전지의 성능이 저하되고, Cr표면에 형성된 크롬산화물의 높은 휘발성으로 인해 공기극의 성능이 급속히 퇴화된다는 것이다.

본 연구에서는 금속 연결재로 유망한 Cr합금의 이러한 문제를 해결하기 위하여 고체산화물 연료전지의 금속 연결재로 LaCrO_3 가 분산된 Cr합금을 연구하였다. LaCrO_3 는 전자전도도가 비교적 좋고, 열기계적 특성이 우수하며, Cr 금속은 열팽창율이 비교적 낮기 때문에 LaCrO_3 이 분산된 Cr은 금속 연결재로서 유망할 수 있다. 이를 위하여 5~25 vol.%함량의 LaCrO_3 가 분산된 Cr 합금을 제조하였으며, 시료 제조시 산화 억제를 위하여 $\text{Ar}+\text{H}_2$ 분위기 하에서 소결하였으며, 각 시료의 소결 특성, 전기전도도, 내산화성 등을 조사하였으며, 이를 근거로 연결재의 요구조건의 만족도를 평가하였다. 이러한 연구를 통하여 다음과 같은 결과가 얻었다. ① 1-5vol.% H_2 가 함유된 Ar 가스 분위기에서 소결온도 1500°C에서 함량별 소결된 시편은 고온 소결 거동 및 전기전도도를 측정한 결과 상대밀도가 우수하였다. ② 전기전도도는 현재 상용되고 있는 Ducrolloy($\text{Cr}_5\text{Fe}_1\text{Y}_2\text{O}_3$) 연결재와 비슷한 값을 나타내고 있으며 연결재의 요구조건을 만족하였다. ③ LaCrO_3 가 분산된 Cr합금의 미세조직 및 조성 분포를 관찰한 결과 LaCrO_3 의 함량 증가에 따라 결정크기가 증가하고 La, Cr, Fe가 균일하게 분포됨을 확인하였다. ④ 8mol의 YSZ 전해질과 LaCrO_3 가 분산된 Cr합금의 측정된 열팽창이 거의 조화되었다. ⑤ 산화측정에서 보듯 LaCrO_3 가 분산된 Cr합금은 공기중에서 매우 높은 산화저항을 갖는 것을 확인하였다. 이러한 결과를 볼 때, LaCrO_3 가 분산된 Cr합금이 평판형 고체산화물 연료전지의 금속 연결재의 유용함을 알 수 있었다.

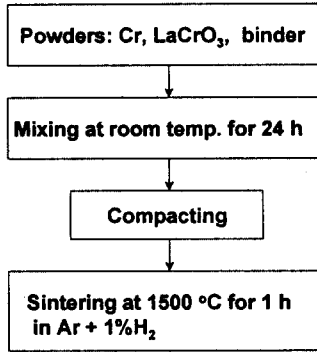


Fig.1 Manufacturing process of LaCrO₃-dispersed Cr.

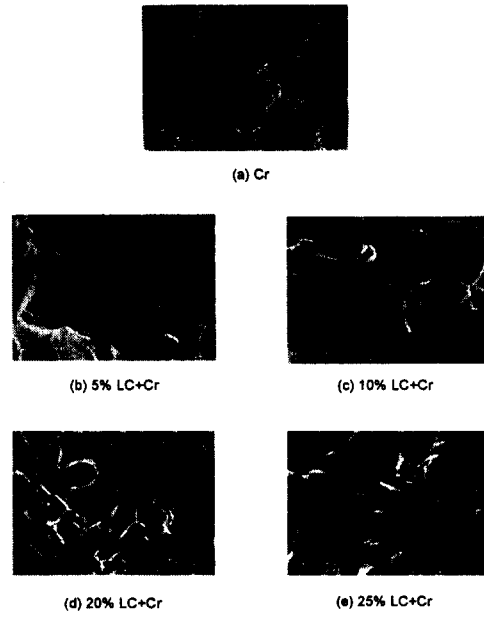


Fig.2 SEM micrographs of pure Cr and 5- 25 vol.% LaCrO₃-dispersed Cr.