

반도성 분말을 이용하여 제조된 SrTiO₃ 세라믹스의 소결분위기에 따른 입계 결합 화학 및 전기적 특성

Effect of Sintering Atmosphere on the Defect Chemistry and Electrical Features of the Grain Boundaries of SrTiO₃ Ceramics Prepared from Semiconducting Powders

박명범, 조남희
인하대학교 재료공학부

1. 서론

다결정 세라믹스 소자의 특성은 소결체 내의 입계 존재와 이들의 독특한 전기적 특성에 크게 의존한다. 소결중 편석(segregation)이나 소결후 이차 열처리에 의한 다결정 세라믹스 재료 내의 입계 구조와 화학의 제어는 한계를 가지고 있다. 이를 해결하기 위해서, 표면 코팅된 분말을 이용하여 세라믹스를 제조함으로써, 입계를 제어하는 실험적인 접근이 시도되고 있다. 이 방법을 이용하여 소결체를 제조함에 있어서 가압 소결 기법을 이용한 연구가 주로 수행되고 있다. 그러나, 산업적으로 적용 가능성이 높은 상압 소결에 의한 소결체 제조에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 또한, 반도성 분말 제조가 산업체의 생산 공정에 유용하게 이용되기 위해서는, 그 공정이 보다 간단하고 저렴하여야 한다.

본 연구에서는, 분말 코팅 및 가압 소결 과정을 거치지 않고서, 소결체 입계의 전기적, 화학적 특성을 효과적으로 제어하는 세라믹 제조 기법을 개발하고자 하였다. 특히 지금까지 보고된 공정과 비교시 매우 간단하게 하소공정만을 이용하여 반도성 분말을 제조하였다. 즉, 출발 물질로서 반도성 SrTiO₃ 하소분말을 이용하였으며, 상압에서 소결 분위기 조건에 따라 소결체를 제조하였으며, 제조된 세라믹스 입계의 전기적 특성을 고찰하였다.

2. 실험 방법

SrTiO₃ 소결체를 1550°C에서 4시간 동안 질소-수소분위기에서 제조한 후, 이들 소결체를 분쇄 및 크기별로 분리하여 반도성 소결체 분말을 제조하였다. 또한 반도성 SrTiO₃ 하소분말을 얻고자, 일반적인 하소 온도 (900 ~ 1150°C) 보다 높은 온도인 1400°C에서 4시간 동안 질소-수소 분위기 (N₂:H₂=9:1)에서 하소하였다. 반도성 분말을 1000 kg/cm²의 성형 압력으로 일축 가압 성형한 후 1400°C에서 2시간 동안 공기, 질소, 질소-수소 분위기에서 각각 소결하여 반도성 SrTiO₃ 세라믹스를 제조하였다. 분말의 크기와 소결체의 미세구조 및 화학분포를 분석하기 위하여 TEM, STEM, PCS, SEM 등을 이용하였다. 소결체의 전기적 특성을 전위계와 임피던스분석기를 사용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

소결 과정에서 제조된 세라믹 입자의 크기분포는 원료 분말의 평균 크기와 거의 일치하여, 세라믹스의 입자분포를 잘 제어할 수 있었다. 제조된 SrTiO₃ 세라믹스의 전기적 특성 분석 결과, 질소-수소, 질소, 공기의 소결 분위기에서 제조된 세라믹스의 문턱 전압, 입계 저항 및 전위 장벽이 증가하는 일정한 경향성을 나타냈다. 즉, 소결 분위기 제어에 의하여 반도성 분말로부터 제조된 소결체의 입계전위 장벽높이를 변화시킴으로서 소결체의 전기적 특성을 제어할 수 있었다.