

유전함수를 이용한 ZnO-Bi₂O₃-Cr₂O₃ 바리스터의 a.c. 특성 분석

홍연우, 신호순, 여동훈, 김종희
한국세라믹기술원 미래융합세라믹본부 IT융합팀

Analysis of a.c. Characteristics in ZnO-Bi₂O₃-Cr₂O₃ Varistor Using Dielectric Functions

Youn-Woo Hong, Hyo-Soon Shin, Dong-Hun Yeo, and Jong-Hee Kim

IT Convergence Lab., Future Convergence Ceramic Div., Korea Institute of Ceramic Eng. & Tech.

Abstract : In this study, we investigated the effects of Cr dopant on the bulk trap level and grain boundary characteristics of Bi₂O₃-based ZnO (ZB) using dielectric functions such as Z*, Y*, M*, e*, and tanδ. More than two bulk traps of Zn_i and V_o probably in different ionization states could be identified in ZBCr (ZnO-Bi₂O₃-Cr₂O₃). The grain boundaries of ZBCr could be electrochemically divided into two types: sensitive to ambient oxygen and thus electrically active one and oxygen-insensitive and thus electrically inactive one.

Key Words : ZnO, Bi₂O₃, Cr₂O₃, Dielectric functions, a.c. characteristics

1. 서론

ZnO 바리스터는 일반적으로 disk type과 적층형 chip type의 다양한 제품군으로 전력계통과 전자기기에서 과전압 및 각종 써지(surge)로부터 회로 등을 보호하는 소자로 폭 넓게 사용되는 전자 세라믹스 부품이다. ZnO 바리스터를 조성 측면에서 보면 액상소결 첨가제의 종류에 따라 크게 Bi-계와 Pr-계로 대별되며, Bi-계는 입내 및 입계특성이 첨가하는 도펀트에 따라 크게 변하며 그 중 Cr₂O₃의 첨가는 입계 Bi-rich 상의 상변태를 동반하기 때문에 특별히 분석하기 어려운 계로 알려져 있다.

2. 실험

본 실험에서는 ZnO (99.9%), Bi₂O₃ (99.9%), Cr₂O₃ (99.99%)의 원료 분체를 각각 98.5 mol%, 1.0 mol%, 0.5 mol%의 비율로 혼합하여 출발원료로 이용하였다. 혼합분말은 1축 성형한 후 98 MPa로 정수압(CIP) 처리하여 1300℃에서 1시간 공기 중에서 소결하였으며, 소결된 시편은 1 mm 두께로 한 후 양면에 Ag 전극(Ohmic contact) 처리하여 각종 유전함수(dielectric functions : Z*, Y*, M*, e*, and tanδ)를 이용하여 ZnO 바리스터의 입내 및 입계 특성을 78 ~ 780 K 온도 구간에서 조사하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1은 1300℃에서 소결한 ZBCr 시편의 260 K에서의 주파수 응답도이다. Zn_i와 V_o 결함(defect)이 이 온도에서 확인되었으며, 특히 각 결함이 갖는 정전용량에 따라 복소 유전율(e*)과 복소 모듈러스(M*) 상에서의 피크 위치가 현저히 구분됨을 알 수 있다. 즉, 산소공공의 유전율이 높게 나타났다. 또한 손실값인 tanδ 피크는 두 결함에 의해 혼재한 상태로 나타났다. 그림 2는 500 K에서의 Z*, M*-logf 주파수 응답도를 나타낸 것이다. 입계는 이중 입계로 형성되어 있음을 확인할 수 있으며, 각각 1.23 eV (바리스터 발현)와 1.13 eV (누설전류항)의 활성화 에너지를 가졌다.

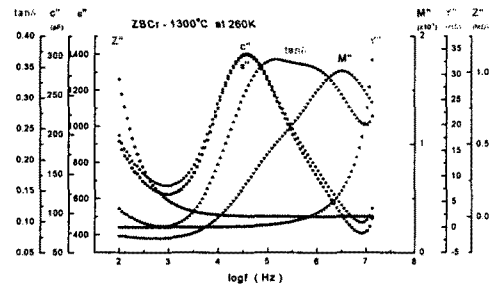


그림 1. 260 K에서 각종 유전함수에 대한 주파수 응답도.

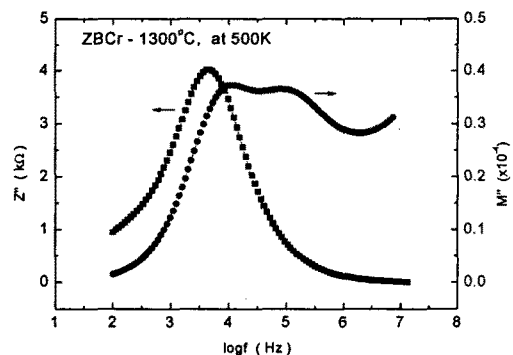


그림 2. 500 K에서 Z*과 M*에 대한 주파수 응답도.

4. 결론

본 연구를 통하여 ZBCr계는 3 종류 이상의 결함이 발견되었으며, 입계는 단일 입계에서 온도 증가에 따라 분리되는 현상이 나타났다.

참고 문헌

- [1] F. Greuter and G. Blatter, *Semicond. Sci. Technol.* Vol. 5, No. 2, p. 111, 1990.
- [2] M. Andres-Verges and A. R. West, *J. Electroceram.* Vol. 1, No. 2, p. 125, 1997.