

Microstructure and Electrical Properties of ZnO-ZrO₂-Bi₂O₃-M₃O₄ (M=Co, Mn) Varistors

Chul-Hong Kim, Dong-Chan Woo*, Jin-Chae Park*, Chung-Kook Lee*, Jin-Ho Kim
Department of Inorganic Materials Engineering, Kyungpook National University
*Lattron Co., Ltd.

Phase evolution, microstructure and the electrical properties of ZrO₂-added pyrochlore-free ZnO-Bi₂O₃-M₃O₄ (M=Co, Mn) varistors have been studied as functions of ZrO₂ content and the sintering temperature. Zirconia remained as intergranular second phase particles up to 1100°C, which retarded densification and inhibited the grain growth of ZnO. At higher temperatures, on the contrary, ZrO₂ particles began to be entrapped in ZnO grains and irreversibly transform from monoclinic to stable cubic phase dissolving transition metal ions. Breakdown voltage depended on both ZrO₂ content and the sintering temperature, and this result was closely related to the grain growth of ZnO. Nonlinear coefficient depended primarily on the sintering temperature. It increased to >40 up to 1000°C, and significantly decreased to <30 at higher temperatures, probably due to the volatilization of Bi₂O₃. ZrO₂ content of 0.5~5.0 vol% and specimens sintered below 1200°C revealed low leakage current of ≤20 μA/cm² and clamping ratio well below 2.0.

In spite that varistor characteristics of ZrO₂-added system was not able to match those of commercial ZnO varistors, its low temperature sinterability and ease of breakdown voltage control via ZrO₂ content without a serious loss of its figures of merit are worth noticing, particularly for Multi-Layered chip Varistor(MLV) application.

제일원리적 계산에 의한 격자 변형된 SrTiO₃ 격자에서의 Optical Phonon Softening First-principle Study of Optical Phonon Softening in Strained SrTiO₃ Lattice

김이준*, 김주호, 정동근*, 김용성, 이재찬
성균관대학교 재료공학과
*성균관대학교 물리학과

BaTiO₃(BTO)/SrTiO₃(STO) 산화물 인공격자를 Pulsed Laser Deposition(PLD)법으로 (La,Sr)CoO₃ 전극이 코팅된 MgO (100) 단결정 기판위에 증착시켰다. 적층 주기에 변화를 주어 BTO와 STO 각각 1.01~1.095와 0.925~1.003의 단일막에서는 얻을 수 없는 격자 변형도를 얻었다. 이 실험적 데이터를 기초로 하여 Density Functional Theory(DFT)라고 불리는 범함수밀도론을 기초한 제일원리적 계산 방법을 통하여 격자 변형된 SrTiO₃의 구조적, 전기적 특성을 계산하였다. SrTiO₃ 격자의 안정성을 분석하기 위하여 Vienna *Ab-initio* Simulation Package(VASP) code가 사용되었다. SrTiO₃ 산화물 격자의 안정성 분석 후, frozen-phonon 계산 방법을 사용하여 zone-centered optical phonon mode가 계산되었으며, mode effective charge는 berry-phase polarization으로부터 얻어졌다. 이를 통하여 제일원리적 계산에 의한 격자 변형된 SrTiO₃ 산화물 격자의 유전 상수가 계산되었다. SrTiO₃ 격자가 격자변형이 일어나지 않은 상태에서부터 $c/a=0.985$ 로 격자 변형이 일어남에 따라 optical phonon mode는 점차 softening되어 유전 상수 값을 크게 증가시켰다. 또한, 격자변형이 더 진행됨에 따라 optical phonon mode는 점차 hardening되었으며, 유전상수의 감소를 가져왔다.