

## 방전플라즈마 소결법을 이용한 ZnO계 나노열전재료 제조

## Fabrication of Nano-structured ZnO-based Thermoelectric Materials Using a Spark Plasma Sintering Process

김경훈, 권용재,\* 채재홍,\*\* 임창성,\*\*\* 심광보

한양대학교 세라믹공학과

\*한양대학교 나노공학과

\*\*한국요업기술원

\*\*\*한서대학교 재료공학과

Polymerized complex법으로 합성된 in-situ metal-doped  $Zn_{1-x}M_xO$  ( $M=Al, Ni, x=0.005-0.02$ ) 나노 분말을 방전플라즈마 소결법으로 850-900°C의 온도에서 완전 치밀 소결체를 제조하여 소결 특성, 미세구조 및 열전 특성을 평가하였다. Al-doped ZnO 소결의 경우 잉여의 Al에 의한 결정립계 내에  $ZnAl_2O_4$ 상의 형성으로 인한 소결 지연 현상이 나타났고 결정립 성장이 억제되었다. 하지만 Ni-doped ZnO의 경우 ZnO 결정 격자 내로 Ni의 높은 용해도로 인하여 pure ZnO 보다 낮은 온도에서 소결이 시작되었으며 결정립 성장이 일어남을 확인할 수 있었다. Al 및 Ni의 doped-ZnO는 pure한 경우보다 우수한 전기 전도도를 나타내었는데 이는 ZnO 결정 격자 내에  $Zn^{2+}$  이온과 치환을 함으로써 잉여의 전자를 형성하기 때문으로 평가하였다. Al-doped ZnO의 경우는 결정립계에  $ZnAl_2O_4$ 를 형성함으로써 Al의 첨가량이 증가할수록 전기전도도는 감소되었다. 또한 Al 및 Ni의 첨가는 ZnO 내에 결정 격자 결함 및 이차상을 형성함으로써 phonon scattering을 유발하여 열전도도의 감소를 가져왔다. 특히 Al과 Ni를 동시에 첨가한 경우에 결정립 성장을 억제하여 균일한 미세구조를 나타내었고, 높은 전기전도도와 낮은 열전도도를 가지기 때문에 가장 우수한 열전특성을 나타내었다.

DC Magnetron Sputter로 증착한  $(HfO_2)_{1-x}(Al_2O_3)_x$  박막의 열처리에 따른 물리적, 전기적 특성 연구Thermal Stability of  $(HfO_2)_{1-x}(Al_2O_3)_x$  Thin Films by DC Magnetron Sputtering

홍영익, 김용석, 이동원, 고대홍

연세대학교 세라믹공학과

반도체 소자의 집적도가 증가됨에 따라 현재 gate dielectric 물질로 사용되는  $SiO_2$ 는 두께감소로 인한 과도한 leakage current의 문제점을 가지게 되었으며, 이의 대체 방안으로 high-k 물질이 활발하게 연구되고 있다. 여러 high-k 물질 중  $HfO_2$ 는  $Si$  기판 위에서 열역학적으로 안정하게 생성되고, 약 25의 높은 유전상수 그리고 5.6 eV의 높은 energy gap 등의 장점을 가지고 있다. 그러나  $HfO_2$ 는 열처리 후 비정질이 결정화되어 grain boundary를 통한 leakage current 증가와 열처리시  $HfO_2$  박막을 통한 산소확산으로  $Si$  기판과  $HfO_2$  박막 사이에 불규칙한 계면이 형성되는 문제점을 가지고 있기도 하다. 이를 개선하기 위해 높은 열 안정성과 낮은 산소확산의 성질을 갖는  $Al_2O_3$  박막이 첨가된  $HfO_2$  박막이 high-k gate dielectric 재료로서 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 P형 (100) 실리콘 기판위에 reactive dc magnetron sputtering 방법으로 target의 power를 조절하여  $Al_2O_3$ 가 첨가된  $HfO_2$  박막을 증착하고 질소 분위기 500-700°C 온도로 열처리하였으며, Pt 전극을 증착 후 전기적 특성 변화를 관찰하였다.