

스퍼터링을 이용한 Bi-Te계 열전박막의 제조와 그 특성 연구

Preparation of Bi-Te thermoelectric thin films with sputtering and their characteristic properties

김동호^{a*}, 이건환^a, 김옥중^b^a한국기계연구원 재료기술연구소 표면기술연구센터 · ^b한국기계연구원 에너지시스템연구센터

1. 서론

고집적 반도체소자나 광통신소자의 정밀하고 안정된 온도제어를 위해서 박막형 열전 냉각소자(thermoelectric cooling devices)에 대한 관심이 부각되고 있다. 열전소자에 사용되는 재료로는 열전도도가 낮고 전기전도도가 높은 반도체재료가 주로 사용되는데, Bi_2Te_3 는 비교적 좁은 밴드갭(약 0.2 eV)을 지닌 층상 구조의 물질로 상온에서 가장 우수한 열전 특성을 지닌 재료로 알려져 있다 [1]. 본 연구에서는 co-sputtering 공정을 적용하여 비스무스 텔루라이드 박막을 제조하고, 증착공정 중 기판 온도에 따른 박막의 표면형상과 미세구조 변화를 관찰하였다. 한편, 열처리를 통한 그 열전 특성의 향상을 파악하였다.

2. 본론

Bi-Te계 열전박막은 그 조성에 따라 결정학적 특성과 열전 특성이 매우 민감하게 변화를 보이는 것으로 알려져 있는데 [2], alloy물질을 증착원으로 사용할 경우 두 구성물질간의 큰 증기압 차이로 인하여 정확한 조성비를 지닌 박막을 제조하기가 어렵다. 본 연구에서는 두 개의 증착원을 동시에 co-sputtering하는 방식을 적용하여 원하는 조성비(Bi:Te=2:3)를 지닌 박막합성조건을 결정하고, 증착온도에 따른 박막의 특성변화를 관찰하였다.

3. 결과

전자현미경을 이용한 표면형상 관찰과 X선 회절 분석을 통하여, 290 °C 이상의 증착온도에서 rhombohedral구조를 가진 Bi_2Te_3 대신에 hexagonal 구조의 BiTe가 주된 결정상으로 존재한다는 것을 확인하였다. 이는 Te원소의 비교적 높은 증기압 때문에 나타나는 조성변화와 관계된 것으로, 이러한 조성변화와 결정상의 변화는 열전박막의 전기적 특성과 열전 특성에 많은 영향을 미치게 되었다. 본 실험에서 제조된 모든 비스무스 텔루라이드 박막 시편은 n 타입의 열전재료로 확인되었으며, 급속열처리(RTA)공정을 거침으로써 비교적 우수한 열전특성(제벡계수 $-128 \mu\text{V/K}$, 열전성능인자 $9 \times 10^{-4} \text{ W/K}^2\text{m}$)을 지닌 다결정 비스무스 텔루라이드 열전박막을 제조할 수 있었다.

참고문헌

1. B. C. Sales, Science 295, 1248 (2002).
2. S. Cho, Y. Kim, A. DiVenere, G. K. Wong, J. B. Ketterson, R. Meyer, Appl. Phys. Lett., 75, 1401 (1999).