

Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te₃/Bi₂Te_{2.4}Se_{0.6} 접합 박막열전재의 특성
(Properties of Thin Film Thermoelectrics
with Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te₃/Bi₂Te_{2.4}Se_{0.6} Junction)

김 일 호 이 동 희
 연세대학교 금속공학과

1. 서 론

반도체 소자의 소형 및 고집적화에 장애가 되고 있는 발열로 인한 열적 안정성을 극복하기 위한 연구의 일환으로, 상온 부근에서 열전 성능이 가장 우수한 (Bi, Sb)₂(Te, Se)₃ 계를 택하여 국소 냉각(가열)에 의한 미세 온도조절 및 감지용 소자를 제조하고자 한다. 현재 microchip 등의 전자부품을 냉각시키기 위해서 자기 부피의 수배 내지 수십배 크기의 AI 방열판을 설치하거나 냉각 fan을 사용하여 강제대류를 유도하고 있다. 따라서 소자를 보다 소형화 및 고집적화하기 위해서는 냉각방식 자체도 소형화되어야 한다. 이를 위한 해결책의 한 방법으로 열전소자를 박막화하여 응답속도와 신뢰성을 향상시키고, 소형화 및 집적화함으로써 국부온도 감지 및 조절용 sensor device로서 응용할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 진공증착법에 의해 (Bi, Sb)₂(Te, Se)₃계 열전재를 박막화하고 이에 대한 열전물성을 조사하고자 한다.

2. 실험방법

순도 99.99 %의 Bi, Sb, Te, Se를 정량하여 800 ℃에서 24시간 동안 진공용해한 후 파쇄한 분말을 진공증착하여 박막을 제조하였다. 이때 각 성분간의 증기압의 차이로 인한 조성의 변화를 최소화하기 위하여 순간증착법(flash evaporation)을 이용하였다. substrate로는 Corning glass 2865와 2935를 사용하였고, substrate holder는 최대 10개의 substrate를 동시에 장착할 수 있도록 설계하였으며, 각 시편의 조성 및 두께 균일화를 위해 60 rpm의 속도로 회전시켰

다. p형($\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$)과 n형($\text{Bi}_2\text{Te}_{2.4}\text{Se}_{0.6}$) 박막의 각각에 대하여 열전물성의 중요 인자인 전기전도도와 Seebeck 계수를 측정하였고, 열처리에 따른 물성의 변화를 비교하여 열전소자를 구성하기 위한 p-n 접합용 박막의 최적조건을 조사하였다.

3. 실험결과

EMFP(effective mean free path) model에 의해 size effect를 조사한 결과, mean free path와 Fermi energy는 각각 p형 박막의 경우 3070 Å, 74 meV로, n형 박막의 경우 5120 Å, 46 meV로 나타났다. 이로부터 $(\text{Bi,Sb})_2(\text{Te,Se})_3$ 계 열전 박막소자를 구성하기 위한 최소한의 두께를 설정하였다. 한편, 200 °C에서 1 시간 동안 열처리한 결과 두께가 1 μm인 p형 및 n형 박막 공히 전기비저항과 Seebeck 계수 모두 증가하여 열전 성능지수가 향상되었다. 이는 열처리에 의해 박막내의 구조결함이 감소하고 결정성(방향성)이 향상되었기 때문으로 생각된다. Harman method에 의해 측정, 보정한 열전 성능지수는 p형 박막의 경우 $1.50 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, n형 박막의 경우 $1.92 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ 를 나타내었다.

4. 참고문헌

- 1) J.Przyluski and K.Borkowski, 6th. ICTEC, p.100 (1986)
- 2) V.Damodara Das and N.Soundararajan, Phys.Rev.B37(9), p.4552 (1988)
- 3) J.George and B.Pradeep, Solid State Comm. 56(1), p.117 (1988)