

**p/n 접합  $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3/\text{Bi}_2\text{Te}_{2.4}\text{Se}_{0.6}$  열전박막의 성질**  
**(p/n Junction Properties of  $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3/\text{Bi}_2\text{Te}_{2.4}\text{Se}_{0.6}$**   
**Thermoelectric Thin Films)**

연세대학교 김 일 호, 이 등 희

### 1. 서 론

Peltier 효과를 이용한 열전냉각소자를 전자기기의 내부에서 발생하는 열을 방출하는 데 응용하려는 여러가지 시도가 연구되고 있다. 특히 열전냉각소자를 박막화할 경우 전자기기의 열적 안정성과 더불어 소형화에 기여할 수 있음이 기대된다.

상온영역에서 냉각특성이 우수한  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 계 재료에 대해서, 여러가지 방법으로 제조한 박막 및 박막소자의 특성에 대해 적잖은 실험적인 자료가 보고되고 있다. 그러나 다성분계 박막을 재현성 있게 제조하는 것은 쉬운 일이 아니며, 특히  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 계와 같이 chalcogenide 열전재료는 각 성분원소의 휘발성이 상당히 다르므로 박막의 조성을 조절하기가 쉽지 않다. 이러한 문제점을 극복하는 한가지 수단으로 순간증착법이 이용되고 있다. 본 연구에서는 조성 제어가 까다로우나 열전냉각특성이 우수한 것으로 알려진  $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3/\text{Bi}_2\text{Te}_{2.4}\text{Se}_{0.6}$ 을 택하여 순간증착법으로 p/n 접합을 만들고, 이에 대한 화학조성 및 흡열량, 최대 온도차를 비롯한 열전특성들을 조사하였다.

### 2. 실험방법

고순도(99.999 %)의 Bi, Sb, Te, Se를 칭량하여 석영관 안에서 진공 용해하였다. 이때 조성의 균질화를 위해 1073 K에서 24 시간 동안 용융체를 기계적으로 진동시켰다. 순간증착용 분말시료를 만들기 위해 이렇게 제조된 잉곳을 glove box안에서 파쇄하여 입도 약 250  $\mu\text{m}$ 의 분말로 만들었다. 증착용 substrate로는 Corning glass #2865와 Si (111)를 사용하였고, 증착시 423 K의 온도를 유지하였다. 전극 부위와 p형 및 n형 박막의 증착을 위한 mask

는 두께 200  $\mu\text{m}$ 의 청동판을 이용해 통상적인 photoetching 방법으로 제조하였다. 이렇게 제작된 p/n 접합부에서 발생하는 Peltier cooling의 효과를 열전달 방정식을 이용하여 해석하였다.

### 3. 실험결과

제조된 박막의 조성을 EDS로 분석하여  $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ 와  $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.4}\text{Se}_{0.6}$ 이 된 것을 확인한 후, 열전특성의 향상을 위해 473 K에서 1 시간 동안 진공 어닐링하였다. 일정온도 구배법과 4-단자법으로 측정된 p형과 n형 박막의 Seebeck 계수와 전기전도도는 각각  $160 \mu\text{V/K}$ ,  $610 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$  및  $-200 \mu\text{V/K}$ ,  $510 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ 이었다. p/n 접합부의 단면을 SEM으로 관찰한 결과 CSE (conventional secondary electron) imaging으로는 쉽게 관찰되지 않았다. 이는 p형과 n형 박막의 격자상수 및 결정구조가 서로 비슷하기 때문이라고 생각된다. 그러나 BSE (backscattered electron) imaging으로 관찰한 결과, p형과 n형의 조성 차이로 인해 p/n 박막의 경계가 분명하게 구별되었다.

소자길이 20 mm, 단면적  $1 \text{ mm} \times 1 \mu\text{m}$ 인 단일 p/n 접합에서 나타나는 최대 온도차는 7 K이었다. 이 때 흘려준 최적전류는 1.1 mA, 전력은 0.87 mW이었다. 그러나  $\Delta T = 7 \text{ K}$ 의 온도차를 유발하기 위한 최적 전류를 1차원 열전달 방정식으로 구한 결과 0.5 mA로 나타나 실험치와 차이를 보였다. 이는 substrate와 lead wire를 통한 열의 전도를 고려하지 않음에 의한 것으로 분석되었다.

### 4. 참고문헌

- [1] E. Charles et al., J. Mat. Sci. Lett. 7, 575 (1988).
- [2] Il-Ho Kim and Dong-Hi Lee, Proc. 12th ICT 328 (1993).
- [3] 이상엽, 이동희, 대한금속학회지 28, 627 (1990).
- [4] F. Volklein et al., Thin Solid Films 187, 253 (1990).
- [5] J. George and B. Pradeep, Solid State Comm. 56, 117 (1985).
- [6] J. Przyluski and K. Borkowski, Proc. 6th ICTEC, 100 (1986).