

**Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te₃/Bi₂Te_{2.4}Se_{0.6} 열전박막소자의
두께변화와 열전특성**
(Thermoelectric Property variations of Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te₃/
Bi₂Te_{2.4}Se_{0.6} Thin Film Modules with film thickness)

한 송 욱 이 동 회
연세대학교 금속공학과

반도체소자의 고집적화에서 발열(승온)은 기능의 신뢰성 및 안정성에 큰 저해요인이 되고 있다. 방열핀이나 냉각 fan 등 기존의 냉각장치는 효율성뿐만 아니라 그 크기 때문에 냉각에 한계를 갖고 있다. 이를 위한 해결책의 한 방법으로 열전소자를 박막 소형화 또는 집적화 함으로써 국부온도 감지 sensor 및 조절용 device로서 응용할 수 있다. 본 연구에서는 상온 부근에서 열전 성능이 가장 우수한 것으로 알려진 (Bi,Sb)₂(Te,Se)₃ 계열 택하여 국소부위의 온도조절 및 감지용 소자를 제조하여 성능을 조사하였다. 이를 위해 순간증착법(flash evaporation)으로 박막을 제조하여 조성변화를 극소화하였으며, 뒤이은 열처리 및 시효에 의한 p/n 접합부(junction)의 diffusion barrier로 알루미늄을 사용하여 1쌍~5쌍까지의 열전소자를 제조하였고, 박막의 두께변화에 따른 상온에서의 열전특성을 조사하였다.

순도 99.999 %의 Bi,Sb,Te 및 Se를 정량하여 모합금을 제조함에 있어서, 조성의 균일성을 위해 800 °C에서 24시간 동안 기계적 진동을 주며 진공용해하였다. 이 모합금을 순간증착용 분말로 파쇄하여 ≈200μm의 입도로 분급하여 박막제조에 사용하였다. 기판(substrate)으로는 ① 비절질 무기재료인 두께 ≈150μm의 Corning glass 2865와 2935, ② 유연성을 지닌 고분자 재료인 두께 ≈200μm의 Teflon, 그리고 ③ 단결정재료인 반도체용 Si-wafer를 사용하였다. 진공 chamber 내의 substrate holder는 최대 10개의 기판을 동시에 장착할 수 있으며 기판의 온도를 제어할 수 있도록 설계되었다. 그리고 각 기판상의 시편 조성 및 두께 균일화를 위해 증착시에 최대 60 rpm의 속도로 증발원 주위로 회전하도록 하였다. 박막증착후, 잔류응력제거 및 균질화를 위한 열처리는 물론, 사용중의 시효(aging)의 원인인 p/n 접합부에서 일어나는 p 및 n형분간의 상호확산을 막기 위해, 알루미늄 증착박막(두께 ≈1μm)을 p 및 n형박막사이에 삽입되도록 하여 diffusion barrier로 하였다. p형 (Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te₃)과 n형 (Bi₂Te_{2.4}Se_{0.6}) 박막의 각각에 대하여 열전특성의 중요 인자인 전기전도도와 Seebeck 계수를 측정하여, 박막의 두께(1μm~4μm) 변화와 함께 비교하였다. 또한 1쌍~5쌍의 p/n접합부를 가진 박막소자의 열전성능을 조사하여 제조변수와 관련시켜 분석하였다.

200 °C에서 1 시간 동안 열처리한 p형 및 n형 박막과 이들로로부터 만들어진 열전소자에 있어서, 두께가 1μm에서 4μm까지 증가함에 따라 전기전도도와 Seebeck 계수가 모두 증가하여 열전 성능지수가 향상되는 경향을 나타내었다. 이는 열처리에 의해 박막내의 구조결함이 상대적으로 감소하고 결정성(방향성)이 향상되었을 뿐만 아니라, carrier의 이동 단면적의 증가로 인해 이들의 이동도에 영향을 주는 소위 표면효과가 적어져 mean free path가 길어지는 효과를 가져왔기 때문으로 생각된다. 두께가 4μm인 p형 및 n형 박막에 대해 200 °C전후에서 1시간이내로 열처리한 경우가 그 중 성능이 우수하였으며 이때 Seebeck 계수와 전기전도도는 각각 210 μV/K, 615 Ω⁻¹·cm⁻¹ 및 -250 μV/K, 520 Ω⁻¹·cm⁻¹였다.

- 1) J. Przyłuski and K. Borkowski, Proc. 6th. ICTEC, p.100 (1986)
- 2) Il-Ho and Dong-Hi Lee, 13th. ICTEC C3-4 (1994)
- 3) Il-Ho and Dong-Hi Lee, 12th. ICTEC p.328 (1993)
- 4) Y. A. Boikov, Proc. 8th ICTEC p18 (1989)
- 5) K. W. Jang, Ph.D. thesis, Yonsei University, Korea (1994)