

Bi가 doping된 PbTe 박막의 표면 반응이 열전 특성에 미치는 영향.
(Effects of surface reaction on thermoelectric properties
of Bi doped PbTe thin film)

조항석, 이동희
연세대학교 금속공학과

중온용 열전재료로 잘 알려진 PbTe계 화합물 반도체는 400°C 정도까지 화학적으로 안정하며 높은 열전성능을 나타낸다. 열전재료를 박막화할 경우, 국소부위의 냉각(가열) 또는 소형 전원(발전)으로 응용함에 유리하며, bulk재에 비해 한정된 공간에서 많은 p-n 접합을 이룰 수 있어 발전시 높은 전압을 얻을 수 있는 장점을 갖는다. 그러나 지금까지의 연구에 의하면, bulk 상태와는 달리 n 형 박막의 경우, carrier 농도에 변화가 생기고, 증착후의 열처리시 조건에 따라 p 형의 성질을 나타내기도 한다. 이는 박막 표면에서 증기압의 차이, 또는 기상(O₂) 반응에 의해 조성에 변화를 일으키기 때문으로 생각된다.

본 실험에서는 n 형 dopant인 Bi를 첨가한 PbTe 반도체를 진공증착 방법으로(W boat, 10⁻⁵ torr) 두께 1 μm 정도의 박막을 Pyrex 기판 위에 제조한 후, 여러 조건의 후처리를 통해 박막의 성질 변화를 관찰·조사하였다. 후처리는 진공중 열처리와 대기중의 반응을 행하고, 이때 동일 박막에 대해 열처리의 온도 및 시간에 따라 열전특성의 변화를 조사하였다. 열전특성의 측정은 여러 조건별로 제작, 후처리한 시편에 대해 상온에서 측정하였다. 이를 위해 Seebeck 계수는 일정온도구배법, 전기전도도와 Hall 계수는 Van der Pauw 측정법을, 그리고 표면 분석은 AES를 이용하였다. 특히 여러 박막시편의 표면 분석 결과와 열전특성 변화를 carrier 농도의 변화와 관련하여 살펴보았다.

증착후 박막을 대기에 방치한 시간이 길어질수록 정공(p 형 carrier) 농도의 증가와 함께 박막 내부의 산소 농도가 증가함을 알 수 있었다. 이로부터 n 형 재료가 p 형 dopant인 산소의 표면 반응 및 내부 확산에 의해 p 형 성질을 나타내는 것으로 분석되었다. 진공 열처리에 의해 표면 산소 농도와 동시에 Te의 농도가 감소되었으며, 열전특성의 측정 결과와 비교할 때, 전자(n 형 carrier) 농도를 증가시키는 것으로 나타났으며 이를 PbTe계의 defect 생성과 관련시켜 고찰하였다.

[참고 문헌]

- 1) 김일호, 이동희, "(Bi,Sb)₂(Te,Se)₃ 열전박막소자의 작동특성", 한국진공학회지 3, 3 (1994) 309
- 2) Il-Ho Kim, Seung-Wook Han and Dong-Hi Lee, "Effects of geometry of p/n Junctions on the performance of thin film thermoelectric modules of (Bi,Sb)₂Te₃ and Bi₂(Te,Se)₃ system", Proc. of the 3rd International Conference in Asia (IUMRS) (1995) 71
- 3) 조항석, 민병규, 이동희 "진공 증착된 PbTe 박막의 열전성질", 한국진공학회 1996년 추계학술대회 초록집
- 4) Yu.A.Boikov et al., "Thermoelectric properties of PbTe thin films: dependence from surface layer conductance", Proc. 14th ICT (1995) 174