

(Bi,Sb)₂(Te,Se)₃계 박막 온도 센서의 특성에 대한 두께 및 어닐링 효과
 (Effects of Thickness and Annealing on the Thin Film Thermoelectric
 Sensors of (Bi,Sb)₂(Te,Se)₃-based system)

한승욱 김일호 이동희
 연세대학교 금속공학과

1. 서론

실용온도계로는 열전대, 저항온도계, 광학온도계, 복사온도계 등이 있지만 온도를 확인, 기록 또는 제어하기 위해서는 측정가능한 전기신호로 변환해야 한다는 점에서 열전현상을 이용한 열전대가 가장 널리 사용되고 있다. 열전대를 박막화할 경우 bulk재료에 비해 열용량이 적기 때문에 빠른 응답속도와 소형화 가능성을 기대할 수 있다. 특히 (Bi,Sb)₂(Te,Se)₃ 계 열전재료를 박막화할 경우 빠른 응답속도 이외에도 기존의 금속계 열전재료에 비해 열기전력이 크기 때문에 더욱 미세한 온도변화를 감지할 수 있다는 장점과, 또한 역으로 Peltier효과를 이용하여 미세한 전류로 국소부의 온도를 조절할 수 있는 device로도 응용할 수 있다. 본 연구에서는 일차적으로 상온 부근에서 열전 성능이 가장 우수한 것으로 알려진 Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te₃/Bi₂Te_{2.4}Se_{0.6}를 택하여 국소부위의 온도감지용 센서를 제조하고 그의 작동특성을 조사하였다.

2. 실험방법

순도 99.999 %의 Bi, Sb, Te 및 Se를 800 °C에서 진공용해하여 모합금을 제조한후, ≈250μm의 입도의 분말을 만들어 flash evaporation 법으로 여러두께의 박막을 제조하였다. substrate로는 두께 ≈150 μm의 Corning glass 2865와 2935를 사용하였다. 박막시편의 크기는 20×44 mm²이었다. 센서의 열기전력을 측정하기 위해 고온부와 저온부에 K형(직경0.1mm) 열전대를 사용하였고 온도차에 의해 발생하는 열기전력을 DMM으로 측정하였다. 저온부의 온도를 일정하게 유지하기 위해 구리 heat sink를 사용하였으며 이때 저온부와 heat sink의 접촉 열저항은 YG-611 paste를 이용 극소화하였다. 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 측정하였다. 또한 박막의 두께변화(1μm~4μm)와 어닐링이 센서특성에 미치는 영향을 조사하였다. p/n couple수를 변화시키면서 온도차에 의한 열기전력의 변화도 함께 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

박막시편의 두께가 1μm에서 4μm까지 증가함에 따라 Seebeck 계수는 증가하여 어떤 일정한 값으로 포화되는 경향을 나타내었으나 전기전도도는 반대의 경향을 보였다. 한편 어닐링에 의해 Seebeck 계수와 전기전도도가 모두 증가하였다. 이는 두께가 증가함에 따라 박막내의 carrier의 농도에 영향을 미치는 antisite 결함이 감소하면서 전기전도도가 감소하는 것으로 생각된다. 한편 어닐링후에는 antisite 결함의 감소로 carrier의 농도가 감소하지만 결정립 성장에 의한 carrier의 이동도가 크게 증가하여 전기전도도 뿐만 아니라 Seebeck도 증가하는 것으로 분석되었다. 두께가 4μm인 p형 및 n형 박막시편에 대해 200 °C 전후에서 1시간동안 열처리한 경우 p형과 n형 박막의 Seebeck 계수는 각각 186 μV/K, 및 -152 μV/K이었다. 센서는 couple 수가 증가함에 따라 열기전력도 그에 비례하여 증가하며 두께가 4μm인 센서에 대해 열기전력은 330μV/K/couple이었다. 따라서 적절한 patterning과 유연성 있는 보호재로 극소형 온도계(센서)를 만들 수 있는 가능성을 확인하였다.

4. 참고문헌

- 1) Z. Stry et al., J. Phys. Chem. Solids, 49, 1, p.29 (1988)
 - 2) Il-Ho Kim and Dong-Hi Lee, Proc. of the 13th ICTEC, p.254 (1994)
 - 3) V. Damodara Das et al., Phys. Rev. B, 37, 9, p.4552 (1988)
 - 4) Y. A. Boikov, Proc. of the 8th ICTEC, p.18 (1989)
- (기타 관련 문헌)