

Magnetic and electrical properties of Cu-doped Bi_2Te_3 and Sb_2Te_3 single crystals

Jeongyong Choi¹, Hee-Woong Lee², Bong-Seo Kim², Yongsup Park³, Hyun-Min Park³
and Sunglae Cho¹

¹ Department of Physics, University of Ulsan, 680-749, South Korea

² Advanced Electrical Materials Group, Korea Electrotechnology Research Institute, South Korea

³ Materials Evaluation Center, Korea Research Institute of Standards and Science, Taejeon, 305-600,
South Korea

1. 서론

비자성반도체에 전이금속이나 희토류 원소의 양이온을 첨가하여 치환 시켰을 경우 광학적, 자기적으로 새로운 기능성을 보여주는 물질을 희자성반도체(Diluted Magnetic Semiconductors)라고 하며, 최근에 활발히 연구되고 있다 [1]. 실온에서 열전냉각과 열전발전의 분야에 적합한 특성을 보이는 V₂-VI₃족 화합물은 narrow band-gap을 가지는 비자성반도체이다 [2]. 이 중에서 Sb_2Te_3 과 Bi_2Te_3 은 대표적인 열전물질이다. 이미 Fe을 치환한 Bi_2Te_3 가 강자성 현상($T_C \approx 12$ K)을 보인다는 것이 보고되었다 [3]. 또한 Mn을 치환한 Bi_2Te_3 , Sb_2Te_3 단결정을 성장시키고, 이 물질들이 강자성(Ferromagnetic) 특성을 가지는 것을 실제로 확인하였다 [4]. 본 연구에서는 Cu가 치환된 Bi_2Te_3 와 Sb_2Te_3 의 단결정을 성장시키고, 이 물질의 구조적, 전기적, 자기적 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

Cu가 치환된 Bi_2Te_3 와 Sb_2Te_3 단결정을 성장시키기 위해서, 고순도(≥ 99.999 %)의 Cu, Bi, Sb, Te powder를 준비하였다. 준비된 powder를 몰비로 칭량하여 미리 세척해둔 석영관(Quartz tube)에 넣어주고, 본 실험실에서 직접 제작한 수직형 진공장치(Vacuum pump system)에 석영관을 끼우고, 진공펌프를 이용하여 석영관 내부를 10^{-6} Torr 이하로 만들어준다. Cu를 치환시킨 Bi_2Te_3 는 800 °C에서 4일 동안 유지한 후에, 800 °C에서 500 °C까지 1 °C/h로 온도를 내려주었고, Sb_2Te_3 의 경우에는 마찬가지로 800 °C에서 4일 동안 유지한 후에 600 °C까지 1 °C/h로 온도를 내려주었다. 제작된 시료들은 XRD(X-ray diffraction), EPMA(Electron Probe Micro Analyzer)를 이용하여 구조와 성분을 확인하였고, PPMS(Physical Property Measurement System)을 통하여 전기적 특성을 측정하였다.

3. 실험결과

Cu를 치환한 Bi_2Te_3 과 Sb_2Te_3 단결정은 XRD 측정을 통해서 격자상수가 $a = 4.371 \text{ \AA}$, $c = 30.455 \text{ \AA}$ 과 $a = 4.248 \text{ \AA}$, $c = 30.346 \text{ \AA}$ 인 능방정계(Rhombohedral) 구조를 가지고, 각자 Cu가 1.5 %와 1.2 %가 치환되었음을 EPMA 측정으로 확인하였다. 그리고 $\text{Bi}_{1.985}\text{Cu}_{0.015}\text{Te}_3$ 의 전기저항은 300 K에서 $1.82 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ 이었다.

4. 참고문헌

- [1] S. Koshihara *et al.*, Phys. Rev. Lett. **78**, 4617 (1997)
- [2] H. J. Goldsmid *et al.*, Thermoelectric Refrigeration, Plenum Press, 1964.
- [3] V. A. Kulbachinskii *et al.*, Physica B, **311** (2002)
- [4] Jeongyong Choi, Sungyoul Choi, Jiyoun Choi, Yongsup Park, Hyun-Min Park, Hee-Woong Lee, Byung-Chul Woo, and Sunglae Cho, Phys. Status Solidi (in press).