

가압소결법으로 제조한 p형 $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ 의 열전특성
(Thermoelectric Properties of p-Type $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$
Fabricated by Hot Pressing Method)

홍익대학교 **정부양, 최계식, 오태성**
 한국과학기술연구원 **현도빈**

1. 서 론

Peltier 효과를 이용한 열전냉각소자는 열응답 감도가 좋고, 선택적 냉각이 가능하며 무소음, 무진동 등의 장점으로 컴퓨터의 IC 칩, CCD 촬상소자 등 각종 전자부품의 국부냉각소자로 응용되고 있다. 또한 최근 CFC의 사용이 규제됨에 따라 열전재료를 응용한 각종 냉방시스템도 실용화될 전망이다. 전자냉각소자는 냉각효율을 크게 하기 위해 얇은 판상 형태로 제조되기 때문에 소자가공시 기계적 강도가 요구된다. 단결정 열전재료는 성능지수는 우수하나 기계적으로 취약하다는 문제점이 있기 때문에, 최근에는 다결정 열전재료에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 기계적 합금화 및 가압소결법으로 p형 $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ 다결정 합금을 제조하여, 가압소결온도 및 excess Sb 첨가량에 따른 열전특성에 관하여 연구하였다.

2. 실험 방법

순도 99.99% 이상인 granule 형상의 Bi, Sb와 Te를 $(\text{Bi}_{0.25}\text{Sb}_{0.75})_2\text{Te}_3$ 조성에 맞게 칭량하여 불과 분말의 무게비 5 : 1로 강구와 함께 공구강 vial에 장입 후, spex 8000 mixer/mill을 이용하여 기계적 합금화를 실시하였다. 기계적 합금화 공정으로 제조한 분말에 대한 X-선 회절분석과 시차열분석으로 합금화 거동을 분석하였다. 합금화가 완료된 $(\text{Bi}_{0.25}\text{Sb}_{0.75})_2\text{Te}_3$ 분말을 cold press 후, 진공 분위기에서 300℃ ~ 550℃의 온도 범위에서 30분간 가압소결하였다. 가압소결체의 carrier 농도를 조절하기 위해 $(\text{Bi}_{0.25}\text{Sb}_{0.75})_2\text{Te}_3$ 조성에 acceptor impurity인 Sb를 1 ~ 5 wt% 첨가하여 기계적 합금화 후, 400℃ 및 550℃에서 가압소결하였다. $(\text{Bi}_{0.25}\text{Sb}_{0.75})_2\text{Te}_3$ 가압소결체의 열전특성은 상온에서 측정하였다. Seebeck 계수는 재료 양단의 온도차에 의해 발생하는 기전력으로 부터 측정하였으며, 전기비저항과 열전도도는 4-point probe 법을 사용하여 측정하였다.

3. 실험결과

불과 분말의 무게비 5 : 1에서 5시간의 기계적 합금화 공정에 의해 Bi, Sb와 Te 원료 granule로 부터 $(\text{Bi}_{0.25}\text{Sb}_{0.75})_2\text{Te}_3$ 합금분말의 형성이 완료되었다. 300 K에서 $(\text{Bi}_{0.25}\text{Sb}_{0.75})_2\text{Te}_3$ 성능지수는 가압소결 온도가 300℃에서 550℃까지 증가함에 따라 $0.934 \times 10^{-3}/\text{K}$ 에서 $2.796 \times 10^{-3}/\text{K}$ 까지 증가하였다. Acceptor 불순물인 Sb의 과잉 첨가량이 증가함에 따라 $(\text{Bi}_{0.25}\text{Sb}_{0.75})_2\text{Te}_3$ 가압소결체의 carrier 농도가 증가하여 Seebeck coefficient와 전기비저항이 감소하였다. Seebeck coefficient와 전기전도도와의 관계를 분석한 결과, 기계적 합금화로 제조한 분말을 가압소결한 $(\text{Bi}_{0.25}\text{Sb}_{0.75})_2\text{Te}_3$ 의 열전특성은 intrinsic과 extrinsic의 전이 영역에 위치하였으나 acceptor 불순물인 Sb 첨가에 의해 extrinsic 영역으로 이동함을 알 수 있었다.