

열간압축 성형법으로 제조한 Zn_4Sb_3 의 저온 열전특성

Low-Temperature Thermoelectric Properties of Zn_4Sb_3

Prepared by Hot Pressing

박종범, 어순철, 김일호[†]

충주대학교 신소재공학과/친환경 에너지 변환·저장소재 및 부품개발 연구센터(ReSEM)

(ihkim@chungju.ac.kr[†])

열-전기 직접 에너지 변환재료인 열전재료의 실용화를 목표로 열전 변환효율의 향상과 더불어 신소재의 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. Zn_4Sb_3 는 450K-650K의 중온영역에서 우수한 열전 성능지수를 나타내는 재료로 대두되어, 이에 대한 합성공정 및 특성평가에 대한 연구가 진행중이다. Zn_4Sb_3 에는 α 상(263K 이하에서 안정), β 상(263K-765K에서 안정) 및 γ 상(765K 이상에서 안정)의 3가지 상이 존재하며, 이중 β - Zn_4Sb_3 (ϵ - Zn_4Sb_3 라 칭하는 연구자도 있음)는 육방능면체(hexagonal rhombohedral) 결정구조를 갖고 있고, 격자상수가 $a=12.231\text{\AA}$, $c=12.428\text{\AA}$ 로 공간군 R3C에 속하는 물질로서, 우수한 열전특성을 보이는 반도체상이다. β 상에 대한 연구는 상온에서 중온영역까지의 열전특성 최적화에 관한 것이 대부분이고, α 상과 β 상의 상변태 온도(263K)를 고려한 300K 이하의 저온 특성에 관한 연구는 거의 없다. 따라서 Zn_4Sb_3 의 상온 및 저온 응용 가능성 검토 및 기초 물성자료의 확보차원에서 이에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

본 연구에서는 열간압축 성형법으로 제조된 Zn_4Sb_3 에 대하여 4K-300K의 저온 열전특성을 조사하였으며, α - Zn_4Sb_3 와 β - Zn_4Sb_3 의 상변태에 따른 열전특성의 변화를 비교 평가하였다. 열간압축 공정중 발생하는 Zn의 휘발손실을 보전하기 위하여 12 at%Zn를 추가한 혼합분말을 사용하여 β - Zn_4Sb_3 단상을 합성하는데 성공하였다. 미세균열이 없고 이론밀도의 98.5%에 해당하는 소결밀도를 갖는 아주 건전한 소결체를 얻을 수 있었으며, 상온에서의 열전특성과 이동특성이 타 연구자들이 발표한 연구결과와 유사하여 합성공정과 측정장비의 신뢰성을 확보하였다. 4K에서 300K까지 열전특성의 온도 의존성을 조사한 결과, Seebeck 계수, 전기전도도, 열전도도, 성능지수 모두 242K 불연속(peak)이 나타났으며, 이는 α - β 상변태에 기인한 결과이다. Zn_4Sb_3 의 열전도도는 포논에 의한 격자 열전도도가 지배적이기 때문에 도핑, 고용 등 격자산란을 유도하여 격자 열전도도의 감소에 의한 열전특성의 향상이 기대된다.

Acknowledgement:

본 연구는 산업자원부의 지역협력연구센터 육성사업의 지원에 의해 수행되었습니다.