

P형 β -FeSi₂의 제조 및 열처리
(Fabrication and Heat Treatment of P-type β -FeSi₂)

연세대학교 금속공학과 민병규, 은영효, 이동희

β -FeSi₂계 열전재료는 약 500°C에서 최대의 성능을 발휘하며 900°C까지 사용할 수 있는 것으로 알려져 있다. 특히 고온 열전 발전용 재료로써 주목받고 있으며, 고온안정성 외에 저렴한 재료 비용으로 인해 대용량의 실용화가 기대되고 있다. 그러나 주조재는 α 와 ϵ 상이 함께 존재하는 공정조직이므로 이를 β 상으로 변태시키는 후차적인 열처리가 필요하다. 또한 일반적인 주조법으로 제조하는 경우 기공 및 crack의 발생으로 기계적 취약성이 크기때문에 소결법을 적용하는 것이 바람직하다. 그러나 이 경우에도 주조법과 마찬가지로 소결 과정이 α 상과 ϵ 상 안정 구역에서 행하여지는 관계로 반드시 β 상으로의 변태를 위한 후속 열처리가 불가피하다.

따라서 본 연구는 α 상과 ϵ 상의 공정조직인 주조재료로부터 얻은 분말을 일반적인 소결법에 비해 소결시간의 단축 및 치밀화가 우수한 통·방진 가압 소결법을 적용하여 소결체를 제조하고 이의 열처리를 통한 상변태 양상을 정량 분석하였다. 기존의 몇몇 연구가 상변태에 따른 열전특성의 분석이 미미하였던 바와 달리 본 연구는 열전특성에 미치는 β 상의 분율과 변태에 따른 미세조직의 변화 영향, 그리고 dopant가 변태에 미치는 영향을 고찰하여 β -FeSi₂계 열전재료의 제조에 대한 기초적인 data를 얻고자 하였다.

2N 정도의 공업용 Fe, Si, Mn 및 Al을 사용하여 FeSi₂, MnSi₂, FeAl₂ 조성이 되도록 플라즈마 아크용해로 각각의 잉곳을 제조하고 이를 파분쇄하여 37 μ m 이하의 분말을 제조하였다. 그리고 Fe_{1-x}Mn_xSi₂와 FeSi_{2-y}Al_y의 조성 변화를 주어 혼합한 분말을 35MPa, 약 1100°C의 소결조건에서 2분간 통·방진 가압 소결장치를 이용하여 원주형 소결시편을(h 8mm \times ϕ 10mm)제조하였다. 제조된 시편에 대하여 온도(800°C~920°C) 및 시간(1hr, 4hr, 6hr, 12hr)을 달리하여 열처리 하고 XRD 정량분석을 통하여 β 상의 분율을 분석하고 미세조직이 열전물성에 미치는 영향을 조직 사진을 이용하여 관찰하였다.

조건을 달리하여 열처리한 시편의 조직 관찰로부터 지금까지 확실시되어 있지 않았던 포석반응 온도가 추정되었으며, 이 온도를 전후하여 변태 기구의 차이가

관찰되었다. 또한 Mn과 Al을 doping한 소결시편에서 전기전도도의 향상이 확인되었음과 동시에 포석반응의 변태거동이 doping되지 않은 시편과는 달랐다. 이 시편의 상은 Seebeck 계수는 소둔 온도 및 시간의 차이에서 발생하는 β 상의 분율 뿐만 아니라 미세 조직의 차이에도 기인하여 Seebeck 계수가 변화하는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. I. Nishida, K. Masumoto, M. Okamoto and T. Kojima: Trans. of the Japan Inst. of Metals, 26(5), pp.369~374 (1985)
2. Y. Isoda, M. A. Okamoto, T. Ohkoshi, and I. A. Nishida: 12th Inter. Conf. on Thermoelectrics, pp.192~196 (1993)
3. I. Yamauchi, I. Ohnaka and S. Ueyama: 12th Inter. Conf. on Thermoelectrics, pp.289~294 (1993)