

민, 명규, 이 동희

연세대학교 금속공학과

서론

열에너지와 전기에너지의 상호변환이 가능한 열전재료 중 β -FeSi₂는 우수한 열전특성과 저렴한 재료비용 및 뛰어난 내산화성으로 고온 열전재료로서 주목을 받고 있다. 그러나 용융·주조에 의해 제조될 경우 porous한 조직 및 취성에 의해 성형에 문제가 되는 바 소결법에 의한 제조가 불가피하다. 소결법의 경우 소결온도가 1100°C 이상에서 가능하고 이의 경우 α -Fe₂Si₅ + ϵ -FeSi 공성 조직을 이루게 되어 열처리를 통한 β -FeSi₂ 형성이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 β -FeSi₂ 합성의 속도론적 고찰을 위하여 Fe₂Si₅ 분말과 FeSi 분말을 혼합하여 소결한 후 열처리 조건에 따른 상 변태 양상을 조사하였다.

실험방법

99% 전해철과 98% 금속 Si를 흑연 도가니에서 진공용해하여 α -Fe₂Si₅와 ϵ -FeSi 합금을 각각 제조하였다. 이를 파쇄·분쇄하여 10 μ m 이하의 분말을 분급한 후 FeSi₂ 조성에 맞도록 혼합하였다. 이 혼합 분말을 흑연(die)에 전류를 흘려 가열하면서 동시에 압력을 가하는 통방전 가압소결법에 의해 이론밀도(4.9 g/cm³)의 90%인 소결체를 제조하였다. 제조된 시편은 silica 관에 진공 밀폐하여 800~1000°C에서 열처리하였다. 이를 XRD로 분석하여 각 상의 분율을 계산하였으며 전기전도도를 측정하여 상의 변화를 고찰하였다.

결과 및 고찰

소결온도를 1150°C로 하여 35MPa 압력하에서 2분간 소결을 행하였다. 이때의 상은 원래의 혼합 분말의 α -Fe₂Si₅와 ϵ -FeSi의 혼합상이었다. XRD 분석으로 부터 열처리온도와 열처리시간 증가에 따라 β -FeSi₂의 분율이 증가함을 확인할 수 있었으며 β 분율이 증가함에 따라 전기전도도가 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 동일한 시간 동안 여러 온도에서 열처리한 경우 열처리온도에 따른 전기 전도도의 관계에서 불연속이 나타났으며, β 상의 변태기구에 온도에 따른 변화가 있음을 예측할 수 있었다. 이는 불연속점 이상의 열처리 온도 이상에서는 ϵ 과 α 의 peritectoid 반응에 의한 것($\epsilon + \alpha \rightarrow \beta$)과 그 이하에서의 $\alpha \rightarrow \beta + \text{Si}$ 의 분해 후 $\epsilon + \text{Si} \rightarrow \beta$ 상이 형성되는 2단 반응으로 설명되었다.

참고문헌

1. I.Nishida, K.Masumoto, M.Okamoto and T.Kojima: Trans. Japan Institute of Metals, v26, n5, (1985), p369
2. I.Yamauchi, I.Ohnaka and S.Ueyama: 12th ICT, C-III-II