

기계적합금화한 Al-Ti-Zr 합금의 열적 안정성에 미치는 Zr첨가의 영향

(The effect of Zr addition on the thermal stability of mechanically alloyed Al-Ti-Zr alloy)

김준기, 오준영, 박치승*, 김선진

한양대학교 재료공학과, 한국원자력연구소*

고온고강도 Al합금의 개발은 산화물 및 금속간화합물의 분산강화에 주력하여 연구되고 있으며 이를 위해 기계적합금화 방법이 이용되고 있다. 특히 Al-천이금속 금속간화합물의 고온에서의 조대화는 고온강도에 큰 영향을 미치므로 조대화를 감소시키기 위해 이들 분산상의 계면에너지를 감소시키려는 연구가 진행되고 있다.

Al-Ti-Zr 합금계에서의 주된 금속간화합물인 Al_3Ti 과 Al_3Zr 은 모두 tetragonal로 각각 DO_{22} 구조와 DO_{23} 구조를 가지고 Ti과 Zr은 서로 치환형으로 고용될 수 있다고 알려져 있다. Al 기지상에 대한 Al_3Ti 의 overall lattice misfit은 5.3333이고 Al_3Zr 은 3.0000이다. 따라서 overall lattice misfit에 의한 계면에너지효과로 보면 Al_3Zr 구조가 조대화를 억제하는 데 효과적일 것으로 예상된다.

따라서 본 연구에서는 Al-8wt.%Ti을 기본조성으로 하여 Ti:Zr의 원자비를 3:1, 1:1로 변화시켜 기계적합금화 후 성형에 따른 금속간화합물의 생성과 고온에서의 조대화거동을 조사하였다. $Al_3(Ti_xZr_{1-x})$ 금속간화합물에서 Ti:Zr의 원자비 3:1, 1:1의 경우에 대한 계산된 overall lattice misfit은 각각 3.2325와 3.2222로 Zr 함량이 증가함에 따라 overall lattice misfit이 감소한다. 또한 $Al_3(Ti_xZr_{1-x})$ 금속간화합물의 Zr의 조성 대 격자상수 그래프에서 $Al_3(Ti_{0.5}Zr_{0.5})$ 은 Al_3Zr 구조를 갖는 데 비해 $Al_3(Ti_{0.75}Zr_{0.25})$ 은 Al_3Ti 구조에서 Al_3Zr 구조로의 천이부분이다.

Al, Ti, Zr 분말을 Al-8wt.%Ti, Al-8wt.%(3Ti+1Zr), Al-8wt.%(1Ti+1Zr)의 세 조성으로 혼합하여 가공조절제로써 스테아린산 2wt.%를 첨가하고 볼 대 분말의 중량비를 65:1로 하여 기계적합금화하였다. Al 기지내에 Ti, Zr이 균일하게 분포하는 기계적합금화 30시간의 합금분말을 100mesh 체로 sieve하여 진공열간압축방법으로 모시편을 제조하였다. 진공열간압축은 430°C에서 진공도 10^{-3} mmtorr 이하로 유지하면서 1시간 탈가스처리 후 200MPa로 1시간동안 가압하여 L/D비 1/1의 시편을 얻었으며 이때의 비이론밀도는 99% 이상이었다. 각 조성에 대한 시편을 400, 480, 550°C에서 각각 50, 100, 250, 450, 700 시간동안 등온열처리 후, 경도변화를 측정하고 미세구조의 변화를 X-ray, 광학, TEM을 이용하여 분석하였다.