

Al-Fe-V-Si 합금내 2차상 특성분석

고향진, 박우진, 김낙준
포항공과대학교 재료금속공학과

1. 서론

알루미늄 합금을 현재 Ti 합금이 사용되고 있는 온도영역인 150°C 이상의 고온에 응용하고자 개발된 고온 알루미늄 합금중에서 상온 및 고온 물성이 가장 우수한 합금은 Allied Signal 사에서 개발된 Al-F-V-Si 합금이다. 이 합금의 우수한 물성은 50~100nm 크기의 미세한 열적으로 안정한 공간군 Im3의 실리사이드 상이 미세조직내에 고르게 분포함으로써 얻어졌다. 이 합금은 통상 주조법으로는 제조가 불가능하여, 급냉응고/분말야금 법이라는 공정을 도입하였으며, 이에 따른 가격상승이 이 합금의 응용을 제한하고 있다. 최근 이 합금을 용사주조법(Spray Casting) 혹은 박판주조법(Strip casting)로 제조함으로써 위의 단점을 극복하고자 하는 연구가 진행되고 있다.

새로운 주조법을 도입하는 경우, 급냉응고법과는 다른 미세조직을 보이게 된다. 특히 용사주조법에 의해 제조한 이 합금의 미세조직내 주요 2차상은 급냉응고법에 의해 제조된 미세조직에서 관찰되지 않았던 hexagonal 구조를 갖고 있다. 한편, 박판주조법에 의해 제조한 합금의 경우 hexagonal 상과 Icosahedral 상이 관찰된다.

2. 결과 및 고찰

2차상 분석

용사주조법 및 박판주조법에 의해 제조된 합금의 미세조직내에 존재하는 2차상들은 hexagonal 상(H1 상으로 명명), Icosahedral 상 및 실리사이드 상이다. Icosahedral 상은 급냉응고법으로 제조한 Al-TM (transition metal)계 합금에서 자주 보고되고 있으며, 상의 점군은 m35이다. 급냉응고 합금의 주요 강화상인 실리사이드 상은 기존의 연구결과 Icosahedral의 집합체로 9개의 icosahedra가 각 격자점에 동일한 방위로 위치하는 Im3의 공간군을 갖는다. H1상은 CBED 분석결과 공간군이 P6/mmm으로 분석되었으며, 성분분석 결과 실리사이드 상과 유사한 조성을 보였다. 각 상들간에는 특정한 결정학적 방위관계가 존재하고 있었으며, 이를 토대로

H1 상의 결정구조를 고찰하였다. 아울러 컴퓨터 모사실험(Mac Tempas)을 토대로 실리사이드 상 및 H1 상의 결정구조를 검증하였다. 상분석 결과 실리사이드 상과 H1 상은 모두 icosahedra를 각 격자점에 위치시킨 결정으로 이해되었다. 따라서 각, 2차상들 사이에는 결정학적 측면에서 매우 밀접한 연관성을 보이게 된다.

열적안정성

합금의 열적안정성을 조사하고자 각 2차상들의 상분해 과정을 관찰하였다. 450°C 이상의 고온에 노출시 H1 상 및 Icosahedral 상은 실리사이드 상으로 상변태 하였다. 이 각 상변태 과정을 이해하고자 in-situ 가열 TEM 지지대를 이용하여, 상변태 과정을 직접 관찰하였다. Icosahedral 상의 실리사이드 상으로의 상변태과정은 Si 원자의 확산에 의해 지배되는 과정이었으며, H1 상의 경우 확산에 지배되는 상변태 과정이 아니며, 각 격자점에 위치하는 icosahedra의 재배열의 결과로 이해된다. 반면, 2차상의 상변태를 제외하고는 실리사이드 상의 성분해 혹은 조대화가 일어나지 않았으며, 이는 실리사이드 상의 높은 열적안정성에 기인한 것이다.