

투과전자현미경에 의한 Al-Sc합금의 석출거동 관찰 (TEM Observation of Precipitation behavior in Al-Sc alloys)

*이영호, 서원선, 이명현, 최형석, 이수정, ¹문정호, ¹이갑호
 요업기술원 신뢰성평가분석센터, ¹충남대학교 금속공학과

1. 서론

Scandium을 소량 첨가한 Al합금은 용체화 처리 후 시효에 의해 강화되며, 합금의 주 강화상은 $L1_2$ type의 규칙구조를 갖는 Al_3Sc 상으로 열처리시 아주 미세한 정합의 구형 입자로 석출한다. Scandium은 Al합금에서 첨가원소의 at%에 따른 경량화 효과가 Gold 다음으로 크다. 현재까지의 Al-Sc계 합금에 대한 연구는 시효경화에 따른 기계적 특성 변화에 대해서만 이루어져 왔으나 본 연구에서는 투과전자현미경을 이용하여 열처리에 따른 미세조직의 변화, 급냉 상태에서 생성된 Al_3Sc 입자의 형성 및 계면구조, 시효에 따른 석출거동을 규명하였다.

2. 실험방법

실험에 사용된 alloy는 미국의 Ashurst사에서 제조된 Al-2wt%Sc모합금과 순도 99.9%의 Al을 혼합하여 소정의 조성대로 Arc melting 법으로 제조하였다. 제조된 Al-Sc 합금은 635°C 에서 4시간 동안 균질화 처리 후 열처리하여 고분해능 투과전자현미경을 이용하여 석출상을 관찰하였다. 투과전자현미경의 시편준비는 10% 과염소산과 90% 에탄올의 혼합액으로 -40°C 의 조건에서 twin jet법을 이용하여 제작하였으며, 고분해능 투과전자현미경은 JEOL사의 JEM-4010기종을 사용하였다.

3. 결과 및 토의

투과전자현미경 관찰결과 Primary Al_3Sc 상은 $L1_2$ type으로 응고시에 용융상태에서 먼저 핵생성되어 Al의 핵생성 site로 작용한다. 635°C 에서 용체화 처리한 시편에서는 수백 nm크기를 갖는 Al_3Sc 상이 계면과 matrix내에 구형으로 존재함을 확인하였다. 수백 nm 크기의 Al_3Sc 상의 내부에는 역위상 경계(Antiphase boundary)이 존재로 인한 특징적인 contrast가 관찰되었으며, 이 Al_3Sc 상은 응고시 생성된 작은 Al_3Sc 상들이 모여져 생성된 것으로 추측된다. 수백 nm 크기의 Al_3Sc 사와 Al matrix 사이의 계면에는 격자상수 차이에 의한 많은 edge dislocation들이 관찰된다.

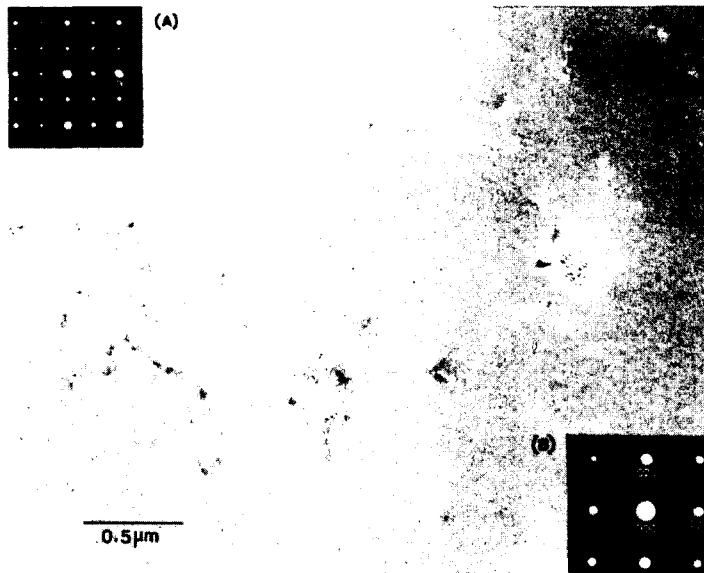


Fig. 1. TEM images of L₁₂ type Al₃Sc particles in the matrix of as-quenched Al-2wt%Sc alloy.

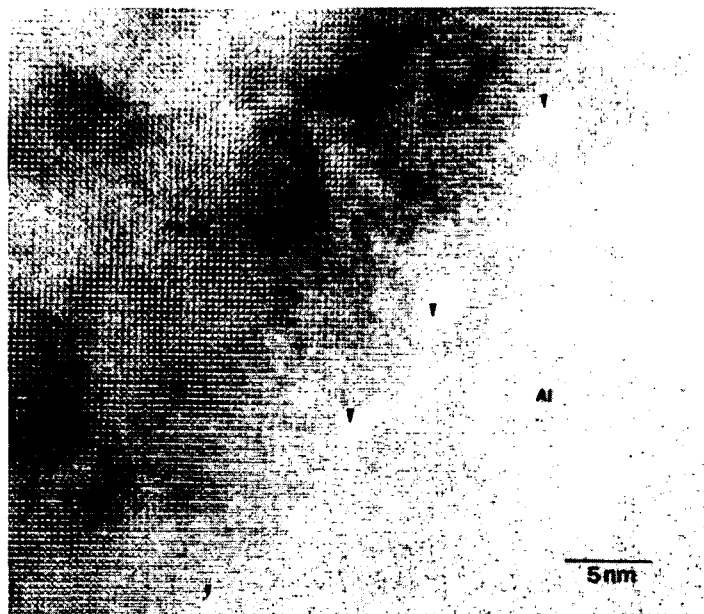


Fig. 2. HRTEM images of interface between Al matrix and large spherical L₁₂ type Al₃Sc particle.