

**기계적 합금화된  $Al_3Nb$  금속간화합물의 규칙화에  
미치는 열처리의 영향**  
(Effect of Thermal Treatment on the Ordering of  
Mechanically Alloyed  $Al_3Nb$  Intermetallics)

전남대학교 이지성\*, 이광민  
경상대학교 안인섭, 김상식  
경성대학교 박민우

### 1. 서론

$Al-Nb$  합금중  $Al_3Nb$  금속간화합물은 낮은 확산계수와 높은 탄성계수, 산화저항성 및 밀도가 낮기 때문에 고온용 구조재료로 적합한 재료이다<sup>1)</sup>. MA에 의해 제조된 금속간 화합물은 나노 크기의 결정립을 가지고 있어 그들의 취성을 극복할수 있다. 그러나 공정중에 심각한 소성변형력 때문에 규칙화의 파괴, 결정립크기의 감소, 결함과 격자 스트레인의 증가가 분말내에 존재하게 된다. MA된 금속간화합물의 규칙화 정도는 분말내의 불규칙 원자의 존재와 규칙화 되는 열적활성화에너지로 평가된다. 따라서 본 연구에서는 MA된  $Al_3Nb$  금속간화합물의 규칙화에 미치는 열처리의 영향에 대하여 조사하고자 하였다.

### 2. 실험방법

본 연구에서는  $Al_3Nb$  및  $Al_3(Nb,X)$  금속분말을 제조하기 위해서 Al분말(-200mesh, 99.8%), Nb분말(-325mesh, 99.8%)와 Zr분말(-325mesh, 99.7%)을 사용하였다. batch attritor를 사용하여 기계적합금화를 수행하고 이때 분말의 과잉압력과 chamber내벽에 응집되는 것을 방지하기 위해서 가공제어제인 stearic acid를 3wt.%(0.6g)정도 첨가하였다. ball과 powder의 비를 80:1로 행하였고 임펠러의 회전속도는 300rpm으로 하였고, 기계적 합금화 과정 중 합금분말의 산화를 방지하기 위해서 chamber내에 불활성 가스인 Ar을 주입하였다

조성과 시간에 따른 혼합분말의 상변화 확인을 위하여 X-선 회절 시험을 하였다. 분말내의 미세분산거동을 알아보기 위해 투과전자현미경(TEM)과 고분해전자현미경(HRTEM)으로 관찰하였다. 또 분말의 규칙화와 활성화 에너지를 조사하기 위하여 승온속도를 5, 10, 20, 40K/min으로 달리하여 DTA분석을 행하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

MA 40시간의 분말을 고분해전자현미경으로 관찰한 결과, 대부분  $Al_3Nb$ 상이 보였으면, 부분적으로  $Nb_2Al$ 상이 관찰되었다. DTA 결과 승온속도가 5에서 40K/min으로 빨라질수록 발열peak의 온도 영역이 더 높은 온도영역으로 이동하며, 각 발열반응 피크의 면적도 증가함을 알 수 있었다.  $Al_3Nb$ 의 규칙화에 필요한 활성화 에너지는 MA시간이 증가함에 따라 증가하여 MA 40시간에서의  $Al_3Nb$ 의 규칙화에 필요한 활성화 에너지는 153kJ/mol이었다. 이는 MA시간이 증가함에 따라 분말의 내부에너지가 증가하여  $Al_3Nb$  화합물상의 규칙화를 위해서는 더 큰 값의 활성화에너지가 필요하게 된 것으로 생각되어진다.

### 4. 참고문헌

- 1) K. S. Kumar, Intern. Mater. Rev., 1990, 35, 293.