

**기계적합금법으로 제조된 Al-xNb(x = 5, 10wt.%)합금의  
상변화 및 미세 조직 특성**  
(Characterization of Phase transformation and microstructure of  
mechanically alloyed Al-xNb(x=5,10wt.%))

경상대학교 정광철\*, 안인섭, 김상식, 이광민, 박민우

### 1. 서론

고온 경량의 알루미늄합금은 경제성이 좋고 밀도가 낮다는 장점으로 항공기 재료뿐만 아니라 자동차용 구조재료에 많이 응용된다. 그러나 본 연구에 조성 합금인 Al-Nb합금계는 높은 고온강도에도 불구하고 고온 취성으로 그 사용에 제한을 받고 있다.

이러한 문제점을 극복하고 고온인성을 증가시킬 목적으로 기계적합금법으로 나노-결정립의 Al-Nb합금계 분말을 제조하여 clustering 되지 않은 1마이크론 이하의 많은 Al-Nb합금계 분산상( $Al_3Nb$ ,  $AlNb_2$ ,  $AlNb_3$ )을 알루미늄기지내에 미세균일하게 분포시키므로 입계 전위의 이동을 억제하고, 열적안정성을 얻을 수 있다.

따라서 기계적화된 나노-결정립의 Al-Nb합금분말에서 상거동을 관찰하고, 기계적합금법의 공정조건을 제어함으로 미세균일한 분산상과 나노결정립을 형성한다. 이러한 미세 균일한 분산상과 나노결정립을 갖는 Al-Nb합금분말로 가공소결함으로 미세조직과 가공소결체 사이의 관계를 알 수 있다

### 2. 실험 방법

고에너지 볼밀은 Zoz simoloyer를 이용하여 -270mesh의 Al(99.9%)과 -325mesh의 Nb(99.8%)의 분말을 아르곤 분위기에서 Al-xNb(x=5, 10wt.%)조성으로 기계적합금화하여 나노-결정립의 Al-Nb계합금분말을 제조하였다. 이때 분말의 과잉압점을 막기 위해 가공조절제를 0.5%첨가하였다. 결정립은 Williamson-Hall식을 이용 하여 측정하였고, 미세조직을 관찰하기 위해 OM, XRD, DSC, EDS mapping을 하였다.

가공제는 SPS(Spark Plasma Sintering)을 50MPa, 500℃ 5분 조건으로 하여 소결체를 얻고 상대밀도, XRD, 결정립측정, 경도를 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

기계적 합금화된 Al-xNb(x=5, 10wt.%)합금분말은 Al기지내에 미세하고 균일한 분산체를 형성하였고, 합금화 시간이 증가할수록 결정립은 미세해졌으며 15시간 이후에 일정하게 유지하였다. XRD결과 Nb는 Al에 과용되었고, 고에너지 볼밀 중 확산에 의해서  $AlNb_2$ 상이 열처리하기전 이미 형성되었다. SPS소결체는 99%이상의 높은 상대밀도와  $AlNb_2$ 상과  $Al_3Nb$ 상이 형성되었다. 또한 경도는 고에너지 볼밀의 시간이 증가할수록 증가하는 경향을 관찰 할 수 있었다.

### 4. 결론

기계적합금화된 Al-xNb(x=5, 10wt.%)합금분말에서  $AlNb_2$ 상을 형성하였다.

SPS소결체에서는 99%이상의 상대밀도를 얻을 수 있었고,  $AlNb_2$ 과  $Al_3Nb$ 상의 미세 균일한 분산상을 형성하였다.