

기계적 합금화법을 이용한 $L1_2$ $(Al+X)_3Ti$ ($X=Cu, Co, Ni$) 초미립 금속간 화합물의 제조에 관한 연구

A Study on the Fabrication of Mechanically Alloyed $L1_2$ $(Al+X)_3Ti$ ($X=Cu, Co, Ni$) Nanocrystalline Intermetallic Compounds

한양대학교 이용우, 최재웅, 강성군

1. 서론

금속간 화합물이 낮은 연성을 갖는 이유는 일반적으로 약한 입계 결합력, 제한적인 교차 슬립(cross slip), 불순물에 의한 전위 고착 때문이며, 특히 Al_3X 계의 경우 낮은 대칭성의 tetragonal DO_{22} 구조와 DO_{23} 구조를 갖기 때문에 낮은 연성을 나타낸다.

Al_3Ti 금속간화합물은 높은 용점과 고온강도, 우수한 내산화성을 갖고있어 고온 구조용 재료로서의 사용이 기대되고 있으나 이와같이 낮은 온도에서의 연성이 거의 없다는 점이 실용화의 문제점으로 지적되어지고 있다. 이러한 경우 적은 슬립계를 갖는 tetragonal DO_{22} 또는 DO_{23} 결정구조를 보다 많은 슬립계를 갖는 cubic $L1_2$ 구조로 변화시켜 연성을 증가시킬수 있을것으로 연구가 진행되어 왔으며, 고상반응에 의해 합금화를 이루는 기계적합금화를 이용한다면 균일한 화학조성을 가지면서 $L1_2$ 구조를 갖는 금속간화합물을 제조할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 결정립의 nano화를 통해 벽개취성을 억제하고 결정립계를 통한 diffusional creep을 활성화시킨다면 재료의 연성을 추가적으로 증가시킬 수 있을 것으로 기대된다.

기계적 합금화법이 기존의 주조법에 비해 가지는 장점은 기지 조직의 극미세화 및 균질한 조성이 가능하다는 것과 미세한 석출물을 합금 기지내에 분산시켜 결정립 성장과 강도의 추가적인 조절이 가능하다는 것이다. 또한, 기계적 합금화법은 nanocrystalline 형성에 강력한 방법이므로 MA시 $L1_2$ 구조가 형성되지 않았거나, 또는 MA시에 $L1_2$ 구조가 형성되었으나 소결시 다시 안정상인 DO_{22} 구조로 변경된 경우에도 nano 구조를 유지할 수 있어 연성이 증가할 가능성이 높으며 따라서 금속간 화합물 연구에 대한 새로운 방향을 제시해주리라 판단된다.

본 연구에서는 합금조성을 변경하면서 기계적 합금화법을 이용해 $L1_2$ 구조를 갖는 nanocrystalline $(Al+X)_3Ti$ ($X=Cu, Co, Ni$) 금속간 화합물의 제조를 목표로 하였다.

2. 실험방법

기계적합금화는 Spex8000D를 이용하여 ball 대 powder 비를 4:1로 하여, 20시간동안 milling을 실시하였다. milling시 과도한 압접의 방지를 위해 공정제어제(PCA)로 stearic acid를 0.5wt.% 첨가하였으며, 수거된 합금분말의 상형성거동과 열적안정성의 조사를 위해 XRD, SEM, DSC등으로 분석하였다.

3. 참고 문헌

1. K. S. Kumar; Int. Mater. Rev., 35 (1990) p.293
2. G. Sauthoff; Intermetallics, VCH (1995) p.30
3. S. Srinivasan, P. B. Desch, and R. B. Schwarz; Scripta Metall. 25 (1991) p.2513
4. A. E. Carlsson and P. J. Meschter; J. Meter Res., 4 (1989) p.1060