

기계적 합금화법에 의한 NiAl합금분말제조 및 특성연구
(The study of properties and fabrication of NiAl alloy powders
by Mechanical alloying)

경상대학교 재료공학부 및 항공기부품기술연구센터 김형범*, 안인섭,
 울산대학교 김지순, 한양대학교 김영도

1. 서론

NiAl은 간단한 결정 구조를 가지며, 넓은 조성 범위에 걸쳐서 단일상으로 존재함으로 제조가 용이할 뿐만 아니라, 저렴한 제조비용, 저밀도, 높은 열전도도, 고용점 및 우수한 내산화성 등의 장점을 가지고 있다. 그러나 NiAl은 슬립계의 수가 적고 높은 점결합과 평형농도(m.p에서 약 2.7%)를 갖고 있기 때문에 상온에서의 연성과 인성이 부족하고 고온에서 강도와 크리프 저항이 작아서 이에 대한 개선이 필요하다.

기계적 합금화법은 Ni-Al계 금속간화합물을 제조함으로써 금속간화합물 분말의 입자미세화 효과를 극대화 할 수 있으며, 분산상을 균일하게 분포시킬 수 있으므로 고온구조용 재료를 실용 가능한 금속간 화합물의 제조공정으로 응용가치가 높다.

따라서, 본 연구에서는 기계적 합금화법을 이용하여 분말의 조성, 볼과 분말의 장입비율 등에 따른 NiAl 금속간화합물의 MA시간에 따른 결정립의 미세화 및 열처리에 의한 상형성 거동을 조사하였다.

2. 실험방법

고에너지 볼밀은 zoz simolyer을 이용하여 아르곤 분위기 하에서 행하였다. 사용되어진 분말은 평균입도가 5 μ m인 Ni(99.9%)분말과 -325mesh의 Al(99.9%)분말을 이용하여 기계적합금화 하였으며, 이때 분말의 과잉압접과 내벽에 응집되는 것을 방지하기 위해서 가공조절제(stearic acid)를 0.5%정도 첨가하였다. Ball과 powder의 비를 40:1로 행하였고 임펠러의 회전속도는 600rpm으로 최고 30시간까지 행하였다.

기계적합금화 시간에 따른 혼합분말의 입자 분포를 측정하기 위해 입도분석을 하였고, 입자 형상은 SEM으로 관찰하였다. 기계적합금화 된 분말과 열처리 후의 분말의 상변화를 관찰하기 위하여, 20시간동안 기계적합금화 된 분말을 1100~1280 $^{\circ}$ C의 온도로 가열하여 일정시간(10분) 유지한 후에 얼음물에 퀘칭하였으며, XRD 및 DSC분석을 행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

기계적합금화된 Ni, Al 혼합분말의 입자크기는 초기에는 과잉압접에 의해 평균입도가 증가하는 것을 보였으나, 계속된 압접과 파괴에 의해 입자크기가 감소하였으며, 20시간이상 기계적합금화하였을 경우에는 5 μ m의 평균입도를 가지며 구형화 되어지는 것을 관찰할 수가 있었다.

시간에 따른 기계적합금된 합금분말의 XRD분석결과에 의하면 5시간 기계적합금화된 분말에서는 Al, Ni, AlNi 3개의 상을 형성되었고, 20시간의 경우 AlNi상만을 형성하였다. 5시간동안 기계적합금화된 분말의 시차열분석을 행한 결과에 의하면 3개의 발열peak을 관찰할 수가 있었으나, 기계적합금화 시간이 증가할수록 360 $^{\circ}$ C부근에 하나의 발열peak을 형성하였다.

따라서, 20시간 기계적합금화 한 분말의 시차열분석에 나타난 발열peak은 기계적합금화 과정에서 볼과 분말과 분말과 분말 사이의 충돌에 의해 분말의 내부에 도입된 잔류응력에 의한 발열반응임을 확인할 수 있으며, 분말내부의 잔류응력은 XRD분석에 의한 AlNi상의 peak의 intensity를 감소시키고 완만하게 하는 원인이 된다. EDS mapping으로부터 20시간 기계적합금화된 합금분말은 Al과 Ni가 균일하게 분포하고 있음을 관찰하였다.

20시간동안 기계적합금화 되어진 분말을 열처리하였을 경우의 분말의 상을 XRD 분석한 결과에 의하면 분말은 AlNi 금속간 화합물상을 형성하고 있음을 관찰할 수가 있다,