

기계적 합금화한 NiAl 합금의 마르텐사이트 변태에 미치는 인자 (The affecting parameter on martensite transformation of MA NiAl alloy)

한양대학교 재료공학과 김성욱*, 김영도
경상대학교 금속재료공학과 안인섭
울산대학교 재료공학과 김지순

1. 서론

알루미늄이드계 금속간 화합물중에서도 β -NiAl 합금은 용점이 높고 밀도가 낮으며 산화 및 고온 변형에 대한 저항성이 좋으므로 고온에서의 구조물로서 사용이 가능한 재료로 최근 관심을 갖는 재료이다. 본 연구에서는 기계적 합금화법으로 나노크기의 결정립을 갖는 NiAl 합금을 제조하여, 결정립 극초미세화에 따른 격자 상수와 미세구조를 관찰하였고, 합금의 조성, 열처리 온도와 열처리 시간에 따른 마르텐사이트 변태 양상을 조사하였다.

2. 실험 방법

본 실험에 사용된 Al 원료분말은 평균입도가 -350mesh, 순도 99.9%이고 Ni 원료분말은 평균입도가 $5\mu\text{m}$, 순도 99.9%이다. Ni-37.5~36.0at.%Al의 조성으로 독일 Zoz사에서 제작한 Simoloyer를 사용하여 기계적 합금화 분말을 제조하였다. 이때 분말과 볼의 장입비는 40 : 1, 임펠러 회전속도는 600rpm이며 기계적 합금화과정중 분말의 산화를 방지하기 위해 아르곤 가스를 유입하였고 분말이 압접과 파괴, 재압접 과정에서 분말이 용기벽이나 임펠러에 응집되는 현상을 방지하기 위해 공정제어제를 첨가하였다. 이렇게 제조된 분말로 방진 플라즈마 소결법으로 소결체를 제조하였는데 공정 조건은 진공 분위기에서 50MPa의 압력으로 승온속도를 분당 100°C 으로 고정시키고 1100°C 에서 5분 유지하였다. 제조된 분말 및 소결체를 1200°C , 1280°C 에서 진공 분위기로 각각 1, 10, 24, 72, 150시간 유지한 후 냉각속도를 달리하여 미세조직, 상변화, 조성 및 상분석을 광학 현미경, SEM, XRD, DSC 와 ICP를 이용하여 조사하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

i) Ni-36.0at.%Al 합금분말을 1200 , 1280°C 에서 10, 24시간 열처리후 수냉시킨 시편에서는 NiAl+Ni₃Al 혼합상이 나타났고, 1280°C 에서 10분, 1시간 열처리후 액화질소에서 냉각시킨 시편 또한 같은 결과를 나타내고 있었으나 150시간 열처리후 액화질소에서 냉각시킨 시편에서는 마르텐사이트상이 Ni₃Al상과 혼재하여 나타났다. 150시간 열처리한 합금분말의 경우 마르텐사이트상의 격자상수는 $a=3.719$, $c=3.216\text{nm}$ 이고 마르텐사이트상의 c/a 비는 0.864이며 결정립 크기는 광학현미경 관찰 결과 $30\mu\text{m}$ 으로 나타났다.

ii) Ni-36.0at.%Al 소결체의 경우 1280°C 에서 24시간 열처리후 수냉시킨 것과 1, 2시간 열처리후 액화 질소에서 냉각시킨 시편에서는 NiAl+Ni₃Al 혼합상이 나타났으나 72시간 열처리후 액화질소에서 냉각시킨 시편에서 마르텐사이트 상이 나타나기 시작하여 150시간 열처리 시편에서는 XRD의 intensity가 보다 증가하였다. 150시간 열처리한 소결체에서 관찰되는 마르텐사이트의 격자상수는 $a=3.757$, $c=3.248\text{nm}$ 이며 마르텐사이트상의 c/a 비는 0.864이다. 결정립크기는 광학 현미경으로 관찰한 결과 약 $25\sim 30\mu\text{m}$ 이다.