

93W-5.6Ni-1.4Fe 텅스텐 중합금의 기계적 합금화 공정
(Mechanical Alloying Process of
93W-5.6Ni-1.4Fe Tungsten Heavy Alloy)

한국과학기술원 류호진*, 홍순형

1. 서론

텅스텐 중합금은 90wt%이상의 W과 함께 Ni, Fe등이 혼합된 조성을 가지며 30-50 μ m크기의 구상의 W입자가 W-Ni-Fe 기지에 분포되어 있는 2상 조직으로서, 높은 밀도와 강도 및 높은 연신율로 인하여 항공기 균형지지대, 진동 감쇄 장치, 장갑판 파괴용 탄두로서 널리 사용되고 있다. 기존의 텅스텐 중합금은 1460°C 이상의 온도에서 액상 소결에 의해 제조되고 있으며, 현재 관통력을 향상시키기 위해 단열 전단 변형 거동을 일으키는 텅스텐 중합금을 제조하기 위한 연구가 전세계적으로 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 기존의 제조 공정 대신 기계적 합금화의 방법으로 텅스텐 복합재료를 제조하고 기계적 합금화의 제조 공정 변수가 텅스텐 중합금의 미세조직 및 기계적 성질의 변화에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

2. 실험방법

93W-5.6Ni-1.4Fe 조성의 텅스텐 중합금을 직경 255mm의 고에너지 ball mill과 직경 8mm의 tool steel ball을 이용하여 75 rpm, ball-to-powder ratio 20:1, ball filling ratio 15%의 조건으로 기계적 합금화 하였다. 기계적 합금화 시간에 따른 분말의 평균 크기, lamellar spacing을 측정하였으며 XRD peak broadening 분석을 통해 결정립 크기를 측정하였다. 기계적 합금화된 분말을 CIP를 이용하여 100MPa의 압력으로 compaction한 후 1200 - 1485°C의 소결온도에서 수소 분위기로 소결하여 텅스텐 입자 크기와 소결 밀도 및 미소 경도값을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

93W-5.6Ni-1.4Fe 텅스텐 중합금은 기계적 합금화 시 75rpm, 20:1의 ball-to-powder ratio, 15%의 ball filling ratio 조건에서 시간에 따라 초기단계, 압접지배단계, 구상입자 형성단계, 입의방향 lamellar형성단계, 정상상태의 5단계로 구분되었으며, 48시간이후의 정상상태에서 0.2 μ m의 lamellar spacing과 16nm의 결정립크기를 가지고 있었다. 1485°C의 액상소결에서 산화물의 환원에 의한 부풀음 현상으로 인해 기계적 합금화 시간이 증가할수록 소결밀도는 감소하였다. 1300-1400°C의 고상소결에서는 기계적 합금화 시간이 증가할수록 97%이상의 밀도를 유지하며 텅스텐입자의 크기가 미세해져 72시간 기계적 합금화한 후 1300°C에서 고상소결 시 3 μ m로 기존 제조 공정에 의한 30-50 μ m보다 미세한 크기를 가지고 있었다. 미소경도 측정 결과 기계적 합금화 후 고상 소결된 텅스텐 중합금이 기존 제조 공정에 의한 것보다 높은 값을 나타내었다.

참고문헌

1. A. Bose, H. Conque and J. Lankford, Jr., Tungsten and Tungsten Alloys (1992) 291
2. B. H. Rabin and R. M. German, Metall. Trans. A, 19 (1988) 1523
3. D. Chaiat, E. Y. Gutmanas and I. Gotman, Proc. 2nd Inter. Conf. on Tungsten and Refractory Metals (1994) 57