

기계적합금화된 산화물 분산강화 텅스텐 중합금의 제조 및 특성평가

(Fabrication and Characterization of Mechanically Alloyed ODS Tungsten Heavy Alloy)

한국과학기술원 *류호진, 홍순형
국방과학연구소 백운형

1. 서론 : 텅스텐 중합금은 90~97wt%의 W을 포함하고 있으며, BCC구조의 W입자가 FCC구조의 W-Ni-Fe 기지에 분포되어 있는 2상 조직으로서, 높은 밀도와 강도 및 높은 연신율로 인해 장갑판 파괴용 탄두로서 널리 사용되고 있다. 텅스텐 중합금은 1460°C 이상의 온도에서 액상 소결법에 의해 제조되고 있으며, 현재 관통력을 향상시키기 위해 self sharpening 거동을 보이는 텅스텐 중합금을 제조하기 위한 연구가 전세계적으로 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 고온에서의 강도 향상과 연신을 감소로 self-sharpening 거동을 일으킬 것으로 예상되는 산화물 분산강화 텅스텐 중합금을 제조하기 위하여 기계적합금화법을 도입하였으며, 그에 따른 산화물 분산 강화 텅스텐 중합금의 미세조직 및 기계적 성질의 변화를 분석하였다.

2. 실험방법 : 93W-5.6Ni-1.4Fe 조성으로 혼합된 분말에 2 μ m의 평균입도를 갖는 99.9% Y₂O₃를 0.1wt%, 1.0wt% 첨가한 후 75rpm의 milling 속도, 20:1의 ball-to-powder ratio, 15%의 ball filling ratio의 조건으로 15ℓ의 tumbler ball mill에서 72시간동안 기계적 합금화하였다. 산화물 분산강화가 텅스텐 입자의 미세화에 미치는 영향을 분석하기 위하여 기계적 합금화된 산화물 분산강화 텅스텐 중합금을 1300°C의 온도로 1시간동안 고상소결한 후 1470°C의 온도에서 4분에서 90분동안 급속 액상소결하여 텅스텐 입자의 조대화 거동을 관찰하였다. 또한 반복열처리 후 재소결이 산화물 분산강화 텅스텐 중합금의 치밀화 거동에 미치는 영향을 분석하기 위해 1485°C에서 1시간 동안 액상소결된 텅스텐 중합금에 대해 1100°C와 25°C 사이의 온도구간에서 급속온과 급랭을 반복하는 반복열처리를 20회까지 실시한 후 1485°C에서 1시간동안 재소결한 후 미세조직 및 상대밀도, 인장강도, 연신율을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰 : 기계적 합금화된 93W-5.6Ni-1.4Fe 텅스텐 중합금을 1485°C의 온도에서 1시간 동안 액상소결한 결과, 500nm정도 크기의 산화물이 기지/텅스텐입자 계면에 존재하는 것이 관찰되었다. 고상소결 후 급속 액상소결에 의해 산화물 분산강화에 따른 텅스텐 입자의 조대화에 미치는 영향을 관찰한 결과 산화물 분산강화 텅스텐 중합금은 기존 텅스텐 중합금보다 낮은 조대화 속도를 가지고 있었으며 첨가된 산화물의 무게분율이 증가할수록 조대화속도는 감소하였기에 산화물 첨가가 텅스텐 중합금의 미세화에 효과적임을 알 수 있었다. 산화물 분산강화 텅스텐 중합금을 1485°C의 온도에서 1시간 동안 액상소결한 후 98%의 상대밀도와 828MPa의 인장강도 및 14.8%의 연신율을 나타내어 산화물 첨가가 치밀화를 방해하는 것으로 나타났으나 20회 반복열처리 후 재소결한 결과 99%이상의 상대밀도, 883MPa의 인장강도와 18.4%의 연신율을 보여 반복열처리 후 재소결에 의해 치밀화가 증가됨을 나타내었다.

4. 참고문헌

- 1) J.S. Benjamin, *Metall. Trans.* 1 (1970) 2943.
- 2) H.J. Ryu, S.H. Hong and W.H. Baek, *J. of Mater. Process. Technol.*, 63 (1997) p.292.
- 3) S.H. Hong, H.J. Ryu, E.P. Kim and W.H. Baek, *Key Eng. Mater.* 141-143 (1998) p.453.
- 4) H.S. Song, J.W. Noh, W.H. Baek, S.J.L. Kang and B.S. Chun, *Metall. Trans. A.* 28 (1997) p.485.