

불고용 W-Cu-Pb 삼원계의 기계적합금화 거동
(Mechanical Alloying Behavior of Immiscible W-Cu-Pb System)

류성수*, 김진천, 임정택, 문인형
 한양대 재료공학과

1. 서론

본 연구그룹은 기계적합금화(MA)방법을 상호불용계인 W-Cu, Cu-Pb 계에 적용하여 극초미 세조직을 갖는 분말을 제조한 후 이 분말들에 대한 물성에 관한 연구를 수행한 바 있다.^{1,2)} MA Cu-Pb 분말은 마이크론크기의 결정립을 가진 기존의 합금과는 다른 물성을 보였고, 특히 MA W-Cu 복합분말은 나노크기의 극미세한 결정립으로 인해 낮은 온도에서도 매우 높은 소결성을 나타내었다. 본 연구에서는 이러한 연구결과를 바탕으로 각각의 원소에 대해 상호고용도가 거의 없고 물성의 차이가 뚜렷한 차이를 보이는 W-Cu-Pb 계를 선택하여 MA 방법으로 나노크기의 결정립을 가진 분말을 제조한 후 여러 구조적특성을 분석하고자 한다.

2. 실험방법

본 연구에서 사용된 W, Cu, Pb 분말은 평균입도는 각각 $4.80\mu\text{m}$, $50.42\mu\text{m}$, $20\mu\text{m}$ 이었다. 기계적합금화는 조성을 W-20(Cu-36Pb)로 선택하였고, W, Cu, Pb 원료분말을 해당조성비로 칭량하여 혼합한 후 밀링하는 방법과 Cu와 Pb를 먼저 혼합하여 정상상태를 갖도록 12시간동안 밀링하여 Cu-36wt%Pb의 분말을 제조한 후 다시 W 분말과 다시 혼합한 후 밀링하는 방법으로 W-Cu-Pb 복합분말을 제조하였다. 불과 분말의 장입비를 약 60:1로 하고 400rpm의 속도로 밀링(milling)시간을 최대 50 시간 까지 변화시키면서 W-Cu-Pb 복합분말을 제조하였으며, 밀링도중에 분말의 산화를 방지하기 위하여 Ar 가스를 계속 유입시켜 주었다. 한편, 밀링온도가 합금화거동에 미치는 영향을 조사하기 위하여 냉각수 대신 -100°C 로 냉각된 메틸알콜을 어트리터 용기 외부로 순환시켜 저온에서 기계적합금화를 진행하였다.

기계적합금화한 분말은 밀링시간별로 채취하여 X-ray 분석, 광학현미경, 주사전자현미경(SEM), 열분석(DSC), 투과전자현미경(TEM) 등을 통하여 분말 특성과 미세조직을 조사하였다.

3. 결과

기계적합금화한 Cu-Pb 분말을 이용하여 기계적합금화한 경우가 원료분말들을 기계적합금화한 경우보다 더 균일하고 미세한 W-Cu-Pb 분말을 얻을 수 있었으나, 모든 경우에 대해 각각의 원소들의 고용도의 증가는 관찰되지 않았다. 한편, 저온에서 밀링하였을때가 FCC 금속인 Cu와 Pb의 동적회복의 억제로 인해 더 미세하고 안정적인 분말을 제조할 수 있었다. 그러나, BCC 금속인 W의 결정립크기는 상온과 저온의 차이는 거의 없었다. DSC 분석결과 약 950°C 부근에서 용융피크가 관찰됨으로써 액상소결온도를 100°C 이상의 감소가 가능하다.

4. 참고문헌

- 1) J.C. Kim, B.H. Ko, and I.H. Moon, NanoStructured Materials, 7, No. 8 (1996) 887~903
- 2) I.H. Moon, S.S. Ryu and J.C. Kim, pp.16~26 in 14th International Plansee-Seminar '97, vol. 1 : Metallic High Temperature Mateiral, May 12~16, 1997, Plansee, Austria