

기계적 합금화 방법으로 제조된 Nanostructured W-Cu 합금의
소결거동
(Sintering Behaviour of Nanostructured W-Cu Alloys Prepared
by Mechanical Alloying)

한양대학교 김진천, 류성수, 이 혁, 문인형

1. 서론

최근 기계적 합금화 방법을 이용한 극미세 결정립재료(nanostructured materials; NS materials)에 대한 제조 및 특성에 관한 연구가 매우 활발하게 진행되고 있으며,⁽¹⁾ 특히 상호 용도가 없는 합금계에서의 연구결과가 주목 받고 있다. 그러나 이들 연구의 대부분은 NS 분말의 제조공정과 분말특성 연구에 한정되어 있을 뿐 최종 소결체를 제조할 때 극미세 조직의 변화에 따른 소결거동의 조사는 전무한 실정이다. 본 연구그룹은 지난 춘계 학술대회에서 열소산 재료등의 반도체 주변재료로서 큰 관심을 끄는 상호 불용성의 W-Cu계를 선택하여 MA방법으로 NS-구조의 합금분말을 제조하고 일부 물성을 평가한 바 있다. 본 연구는 앞선 연구의 후속 연구로 나노크기 상태로 매우 균질하게 분포하는 NS W-Cu 합금분말을 이용하여 최종 소결체를 제조할 때 고상 및 액상소결 단계에서의 소결거동에 대하여 조사하고자 하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 99.9%의 순도를 갖는 평균 입도 4.28 μ m의 텅스텐 분말에 99.5%의 순도를 갖는 -325mesh의 Cu분말을 사용하여 NS W-Cu 합금분말을 제조하였다. 합금분말의 미세구조 및 물리적 특성평가로 400rpm으로 50시간 이상 기계적 합금화를 진행하였을 때 정상상태의 금속복합분말을 제조할 수 있었다. 이러한 정상상태 분말을 일반적인 냉간 압축성형 방법으로 성형체를 제조한후, 고상소결과 액상소결 단계에서의 미세 조직을 관찰하기 위하여 900~1400 $^{\circ}$ C 온도 범위에서 소결을 행하였다. 합금분말의 극미세 조직에 따른 소결체 조직의 변화를 조사하기 위하여 합금분말을 900 $^{\circ}$ C에서 10min.~5hr.동안 열처리를 하였으며, 이렇게 제조한 소결체 및 열처리한 분말의 조직변화는 광학현미경과 SEM으로 조사하였다. 한편, 합금화 공정중에 혼입될 수 있는 불순물은 EDS로 분석하였다. 기계적합금화한 합금분말과 열처리한 분말의 극미세구조 분석은 300mesh Cu-grid에 분말을 부착하여 TEM으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

기계적 합금화 방법에 의해 성분원소가 극미세하고 균일하게 분포하는 NS W-Cu 합금분말을 이용하여 소결할때 Cu액상이 출현(1083 $^{\circ}$ C)하기 이전의 고상소결 단계에서 매우 급격한 소결체 밀도의 증가를 보였으며, 액상이 막 출현하는 1100 $^{\circ}$ C에서 95%이상의 비밀도를 얻을 수 있었다. 완전 액상소결단계인 1200 $^{\circ}$ C의 온도이상에서는 98%이상의 비밀도를 얻을 수 있었으며, 1300 $^{\circ}$ C에서 소결한 시편에서는 미세한 1 μ m이하의 W의 입자가 매우 균일하게 분포함을 확인하였다. 이러한 미세하고 균일한 조직의 소결체는 기계적 합금화 방법에 의한 W과 Cu상의 균일한 혼합상태로 기인하며, 특히 고상소결 온도범위에서 합금분말내에서 급격하게 발생하는 두 성분원소 사이의 극미세 소결(nanosintering)⁽²⁾이 중요한 역할을 하였다.

4. 참고문헌

- 1) C.C. Koch, Nanostructured Materials, 2 (1993) 109
- 2) J.C. Kim and I.H. Moon, to be submitted in Scripta Metal. Mater.,(1996)