

Nanocomposite W-Cu 분말의 승온시 치밀화과정 (Densification Process of Nanocomposite W-Cu Powder during Heat-up)

한양대학교 김태형*, 강택규, 이재성

1. 서론:

30~50nm의 W, Cu입자들이 균일하게 혼합된, nanocomposite W-Cu 분말은 통상적인 소결 방법으로 완전치밀화에 쉽게 도달할 수 있으며, 대부분의 치밀화가 승온단계 즉 고상소결온도에서 일어난다. 또한 1000℃ 3시간의 고상소결로 97%TD에 도달하는 빠른 치밀화특성을 가지고 있다. 본 연구에서는 일반적인 W-Cu 합금과 달리 고상소결에서도 빠른 치밀화를 보이는 복합분말의 승온시 일어나는 치밀화와 등온소결과정을 토대로 그 소결기구에 대하여 조사함으로써 W-Cu 복합분말의 완전치밀화를 규명하고자 하였다.

2. 실험방법:

W-Cu 복합분말은 산화물의 ball milling과 수소환원으로 제조되었으며 조성은 20wt%Cu로 조절하였다. 준비된 분말은 5mm ϕ , 3mm높이로 성형하였고 이때의 밀도는 45%TD였다. 준비된 시편을 수소분위기에서 상온으로부터 1150℃까지 5, 30, 200℃/분의 승온속도로 가열하였다. 치밀화가 활발하게 진행되는 900~1150℃ 온도범위의 여러온도에서 급랭한 시편들의 밀도를 조사하고, 시편표면에 대하여 SEM분석함으로써, 온도에 따른 치밀화 및 미세구조의 변화양상을 관찰하였다. 한편 900~1050℃의 고상소결온도에서 등온소결시 소결속도로부터 치밀화에 대한 활성화에너지를 계산하였다. 구해진 활성화에너지값을 기존의 W과 Cu의 확산자료 및 Cu 조성을 변화시킨 W-Cu 복합분말의 경우와 비교 평가하였다.

3. 실험결과 및 고찰:

모든 승온조건의 시편들은 고상단계로부터 상당한 치밀화를 나타냈으며, 느린 승온조건에서 더 큰 치밀화를 보여주었다. 소결 후 시편표면에 대한 SEM 분석결과 온도가 증가할수록 국부적으로 치밀화된 구역이 점차 확장되는 모습이 관찰되었고, 1150℃에서는 완전치밀화된 모습을 보여주었다. 이러한 빠른 치밀화는 W입자의 미세화와 균일혼합에 의한 것으로, W-Cu aggregate가 형성되고 이들이 다시 근접한 다른 부분과 결합하여 치밀화된 구역을 넓혀감으로써 진행되었기 때문으로 분석된다. 이와 동시에 nanoscale W 분말의 소결에 의한 W-agglomerate 형성 역시 치밀화에 관여하고 있음을 알 수 있었다. 고상소결에 대한 활성화에너지의 계산결과, 고상소결과정을 확산속반응이라 가정할 때, W-Cu 복합분말의 소결기구는 W의 입계자기확산과 Cu의 표면자기확산에 의해 주도되는 것으로 판단되며, 이러한 두가지 기구의 전체치밀화에 대한 기여도는 Cu 조성에 의존하는 것으로 나타났다.