

**W-CuO 혼합물을 이용해 제조된 W-15wt%Cu
나노복합분말의 고상소결거동**
Solid State Sintering Behavior of W-15wt%Cu Nanocomposite Powder
Produced from W-CuO Mixture

한양대학교 김대건* 이강원 · 김영도 · 문인형
한국항공대학교 장시영

1. 서 론

W과 Cu 산화물들을 볼 밀링한 후 수소환원하는 방법으로 제조된 W-Cu 나노복합분말은 소결성이 매우 우수하지만, W 산화물은 환원온도가 매우 높을 뿐만 아니라 미세한 W 입자를 제조하기 위해서는 환원공정에서 많은 공정변수를 잘 조절해야 하는 어려움이 있다. 또한 화학증기수송기구에 의한 W 산화물의 환원과정에서 Cu 표면은 W의 핵생성 자리로 제공되기 때문에, 충분한 혼합과 분쇄가 이루어지지 않을 경우에는 조대한 Cu 입자가 형성되고 Cu를 둘러싸면서 W 입자가 핵생성 및 성장하여 분말 내부에는 Cu, 외부에는 W 입자가 분포하게 되어 소결성을 저하시킬 수 있다. 이에 본 연구에서는 W 산화물의 환원공정을 배제하기 위해 W 산화물 대신 금속 W 분말을 이용하여 W-Cu 나노복합분말을 제조하였고 소결성을 평가하였다. 특히, Cu 용점 이하에서의 고상소결 거동에 대해서 논의하였다.

2. 실험방법

W-Cu 나노복합분말을 제조하기 위하여 평균입도 1.87 μ m의 W 분말과 10 μ m의 CuO 분말을 수평식 어트리터에서 400rpm의 속도로 20시간 동안 볼 밀링한 후 300 $^{\circ}$ C에서 30분간 수소환원하였으며 XRD, SEM과 TEM으로 분말의 특성을 분석하였다. 제조된 W-Cu 나노복합분말은 100MPa의 압력으로 l/d비가 1, 성형밀도는 이론밀도의 50% 정도가 되도록 성형하였다. 성형체는 dilatometer에서 수소분위기로 분당 5, 10과 20 $^{\circ}$ C/min의 승온속도로 1200 $^{\circ}$ C까지 승온하며 선수축을 측정하였고 SEM으로 소결체의 미세조직을 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

제조된 W-Cu 복합분말은 30-40nm 크기로 쌀알모양의 W 입자가 Cu를 기지 내부에 박혀있는 형태로 관찰되었다. 환원한 후의 W-Cu 나노복합분말의 미세조직은 볼 밀링한 W-CuO 혼합물의 미세조직과 큰 차이를 나타내지 않았다. 이러한 W-Cu 나노복합분말은 소결시 각각의 승온속도 5, 10과 20 $^{\circ}$ C/min에서 약 750, 830과 970 $^{\circ}$ C부터 확연한 고상소결로 치밀화되다가 Cu의 용융점에서

수축율이 급격하게 증가되는 2단계의 소결거동을 나타내었다. 이러한 W-Cu 복합분말의 고상소결은 제조된 복합분말의 미세조직에 기인한 것으로 판단되며 고상소결단계에서 응집체간 Cu의 목형성 및 성장을 관찰할 수 있었다. 고상소결단계에서의 수축율과 소결이 시작되는 온도는 승온속도가 증가될수록 높아졌고, 액상소결단계에서의 수축율 변화는 승온속도에 따라 크게 변화되지 않았다.

4. 결 론

W-CuO 혼합물을 불 밀링한 후 환원하여 30-40nm 크기의 W 입자가 Cu 기지 내부에 박혀있는 W-Cu 나노복합분말을 제조하였다. 이러한 미세구조의 W-Cu 나노복합분말은 고상소결단계에서 뚜렷한 수축거동을 나타내었다. 고상소결이 시작되는 온도와 수축율은 승온속도가 증가할수록 높아졌으며 Cu 용융점부근에서 수축율이 급격히 증가하면서 액상소결거동을 나타내었다.