

높은 전기 및 열전도성을 갖는 W-(10-40)%Cu 합금의 제조 (Fabrication of W-(10-40)%Cu alloys with high electrical and thermal conductivities)

한국기계연구원 *홍성현, 김병기
(주)나노테크 김태형

1. 서 론

W-(10-15)%Cu 합금은 열창계수가 세라믹과 유사하면서 열전도성이 우수하므로 방열재료로 사용되고 있고, Cu 함량이 20-40%인 합금은 전기 전도도와 내아크성이 우수하므로 전기접점재로 사용되고 있다. 그러나, 액상소결시 Cu중에 W의 용해도가 거의 없어서 Co, Ni과 같은 소결첨가제 없이 치밀화된 합금을 제조하기가 어렵다. 본 연구에서는 W와 Cu를 함유한 염을 분무건조/염제거/환원처리에 의하여 제조된 W-(10-40)%Cu 합금의 소결성과 열적/전기적 특성을 조사하였고 Cu 함량이 낮은 경우에, 소결성을 개선하기 위한 시도를 하였고 관련분석을 하였다.

2. 실험방법

W염인 Ammonium Metatungstate[$(\text{NH}_4)_6(\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$]와 Cu 질산염 [$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$]를 초기 원료로 사용하였다. 상기 염 4000g이 W-(10-40)%Cu의 목적조성으로 녹아있는 농도 1.41g/cc인 수용액을 준비하여 교반하면서 분무건조기에 용액을 공급하면서 분무건조하였다. 분무건조된 전구체 혼합염 분말을 500°C에서 1시간 유지하여 잔류수분과 염성분을 제거하여 복합산화물 분말을 만들었다. 분무건조/염제거된 W-20%Cu계 산화물 299.7g에 단일 산화물 WO_3 (평균입도 약 22 μm , tungsten yellow oxide) 300.3 g, 초경 ball, 헥산을 알루미늄으로 된 밀링자에 장입하고 분당 100 rpm으로 6시간 동안 밀링하여 산화물을 분쇄/혼합하여 건조하였다. 밀링된 산화물 분말을 수소분위기에서 200°C에서 1시간 환원한 후 700°C에서 8시간 동안 환원을 하여 W-10%Cu계 복합분말을 얻었다.

상기의 환원된 분말들 5 g를 직경 15 mm, 두께 3.3 mm가 되도록 3 ton/cm²의 성형압력으로 일축 성형한 후 3 ton/cm²의 성형 압력으로 냉간 정수압 성형을 하였다. 성형체를 수소 분위기로에서 분당 3°C의 가열속도로 소결 온도까지 유지시간 없이 냉각하여 시편의 수축률, 소결 밀도를 측정하였다. 또한, 절단면의 연마하여 주사전자현미경으로 미세조직을 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

염의 혼합/분무건조/밀링/환원에 의하여 제조된 W-(20-40)%Cu 계 복합 분말은 소결성이 양호하여 1250°C 이상에서 액상소결에 의하여 거의 치밀화되었으며 불순물 및 기공이 없으므로 전기전도성과 열전도성이 우수하였다. 그러나 Cu 함량이 15%이하인 경우에는 액상소결후 분말응집체내에서는 W 입자들의 재배열이 용이하나 분말 응집체사이에 기공등이 잔존하였고 치밀화된 시편을 얻을 수 없었다. 분무건조후 염제거된 W-Cu계 복합 산화물분말에 WO_3 첨가후 환원된 W/(10-15)%Cu계 복합 분말은 매우 미세한 입자들로 구성되었으며 이러한 분말 성형체를 소결시 W 입자들의 재배열이 균일하게 발생하여 거의 치밀화되었다. 또한, 불순물 및 기공이 없으므로 전기전도성과 열전도성이 매우 우수하였다.

4. 결 론

염의 혼합/분무건조/밀링/환원에 의하여 제조된 W-Cu계 복합 분말의 성형체를 소결시 Cu 함량이 20%이상인 경우에 소결성이 양호였으나, Cu 함량이 15%이하인 경우는 치밀화가 어려웠다. 분무건조후 염제거된 산화물분말에 WO_3 첨가후 환원된 W/(10-15)%Cu계 복합 분말은 소결시 W 입자들의 재배열이 균일하게 발생하여 거의 치밀화되었고 전기전도성과 열전도성이 우수하였다.