

기계적 합금화한 W-Cu 복합분말의 소결 및 열물성 평가

Sintering of mechanically alloyed W-Cu composite and evaluation of thermal properties

한양대학교 재료공학과 오남렬* 김대건 김영도 문인형

1. 서론

W-Cu 복합재료는 W의 우수한 내아크 강도를 이용하여 내아크소모성, 고부하 개폐기용 접점으로 응용되는데, 높은 내아크 특성을 나타내는 고용점 금속의 골격구조는 아크 발생에 따른 증발, 냉각과정을 통해 저용점 금속성분에 의해 보호를 받을 수 있기 때문이다. W-Cu 합금은 초 고압 전기 접점재료 뿐만 아니라 최근에는 microwave package용 차폐재료나 고출력 IC의 방열재료(heat sink)와 같은 microelectronic device 분야에서 크게 주목을 받고 있다. 특히 방열재료 설계시 고려해야 할 가장 중요한 사항은 복잡한 형상으로의 성형가공과 높은 열전도율 외에도 IC-기판재료(Al_2O_3 , BeO, AlN)와 상용하는 적절한 열팽창 특성을 유지할 수 있는 합금조성 및 미세구조의 설계이다.

본 연구에서는 기계적 합금화 방법으로 W의 결정립 내에 Cu를 균일하게 분산시킨 나노 복합 분말을 Cu의 용점 이상에서 액상 소결하여 복합체의 조밀화를 꾀하였다. 또한 방열재료와 전기 접점재료 등의 전자 부품 분야 응용을 목적으로 조성에 따른 열팽창계수와 열전도도 등의 열물성 측정을 수행하였고 이를 모사 실험한 데이터와 비교 분석을 실시하였다.

2. 실험방법

소결은 1100°C, 1150°C, 1200°C, 1300°C의 온도에서 수소분위기로 각각 1시간동안, Cu의 조성을 10, 20, 30wt.%로 변화시키면서 진행하였다. 소결체를 아르키메데스의 원리로 상대밀도를 측정하여 치밀화를 조사하였다.

열팽창계수는 열기계적 분석기(Thermo-Mechanical Analyzer, TMA)로 초기에 시편에 30mN의 압력을 가하고 상온에서 450°C까지 10°C/min의 승온 속도로 온도에 따른 길이 변화를 측정하였다. 열전도도는 레이저를 시편에 주사하여(Laser Flash) 상온에서 1000°C까지 10°C/min의 승온 속도로 Ar 분위기에서 시편의 앞부분을 가열하고 시편을 투과하여 방사된 열과 시편 후미의 열을 적외선 검파기로 측정하는 방식으로 열확산도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

분석결과 기계적 합금화한 W-Cu 복합 분말의 평균입도는 4 μ m이며, 결정립 크기는 평균 35 nm로 나타났다. 1300°C에서 소결하였을 경우 이론 밀도의 99%에 가까운 소결체를 제조하여 기계적 합금화를 통해 소결성을 최대화할 수 있다는 것을 알 수 있었다. Cu의 함량이 많아질수록 열팽창 계수와 열전도도는 증가하였다. 그러나 구형의 분산입자가 고르게 분포된 복합재료에서 단순 혼합법칙으로 예측할 수 있는 열팽창계수, 열전도도 수치와는 다소 차이가 나타났다. 미세구조상 W 입자들이 연속적으로 연결되어 있고 그 형태는 구형이 아니라 tetrakaidecahedron에 가까운 형태를 가지고 있으므로 열물성 특성 평가에 위 사항을 고려하여야 한다.