

금속사출성형한 W-Cu 나노복합분말의 소결거동 Sintering Behavior of MIMed W-Cu Nanocomposites

한양대학교 윤의식*, 유지훈, 이재성

1. 서론

최근 마이크로전자패키지 분야에서는 W-Cu 합금을 이용하여 방열재료로 이용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 큰 비중차와 함께 상호 비고용 특성을 갖는 W-Cu 합금은 일반적인 소결공정으로는 제조가 용이하지 못하므로, 본 연구진에서는 이를 나노복합화하여 금속사출성형공정을 통해 복잡한 형상을 갖는 방열재료에 적용하려는 연구를 계속적으로 수행하여 왔다. 금속산화물을 불밀한 후, 수소환원하여 제조되는 W-Cu 나노복합분말은 미세한 금속산화물입자들이 균질하게 혼합되어, 고상소결만으로도 높은 치밀화를 얻을 수 있다. 이러한 W-Cu 나노복합분말을 이용하여 금속사출성형공정에 응용하는데 있어 가장 큰 문제는 결합제 제거후 결합제가 차지하던 부분들이 모두 기공으로 존재하게 되며, 또한 수지결합제의 성분(C, O)이 잔류함으로써 치밀화와 미세구조, 재료 물성에 영향을 미친다는 점이다.

본 연구에서는 나노복합분말을 이용한 금속사출성형공정이 최종 소결단계에서 치밀화 및 입자성장에 미치는 영향을 미세구조적 관점에서 조사하고, 또한 결합제 제거후 잔류하는 수지결합제 성분이 나노복합분말의 소결거동에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 실험방법

Mechano-chemical 공정¹⁾(볼밀링과 2단계수소환원공정)에 의해 제조된 W-15wt.%Cu 나노복합분말을 30PE-45PW-15BW-10SA의 복합수지결합제와 부피비로 4:6이 되게 혼합하여 granule 형태로 제조하였다. 이를 110℃에서 12.5MPa의 압력으로 성형한 후, wick재에 묻어 120℃/1시간-290℃/2시간-480℃/2시간-650℃/1시간의 다단계공정을 통하여 수지결합제를 제거하여 MIM 시편을 제조하였다. 비교를 위해 나노복합분말을 12.5MPa의 압력으로 40%의 상대밀도를 갖는 성형체를 제작한 후, 상기한 debinding 열처리 공정을 거쳐 PM 시편을 제작하였다. 이들 시편을 1050℃의 온도에서 2, 5, 10시간동안 고상소결한 후, 소결밀도를 통한 치밀화와 Scherrer공식을 이용하여 W 입자성장을 조사하였다. Debinding과 소결후에 잔류하는 탄소와 산소의 양은 CS 분석기와 NO 분석기를 이용하여 측정하였다. SEM-EDX를 이용하여 미세구조와 조성의 균질성을 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

밀도(%R.D.)/W입자크기(nm)는 소결전 MIM이 37/26, PM이 40/25이었으며, 10시간 소결후에는 83/31, 73/32로 각각 증가하였다. 소결전 시편의 파면을 SEM으로 관찰한 결과, MIM이 PM에 비해 비교적 균일한 구조를 하고 있었다. 소결전과 2시간소결후의 잔류탄소의 양(wt%)은, MIM에서는 0.161, 0.018, PM에서는 0.015, 0.013이었고, 잔류산소(wt%)는 MIM은 4.26, 0.134, PM은 3.27, 0.127이었으며, 각각 소결시간에 따라 약간씩 감소했다. MIM과 PM공정에서 치밀화와 입자성장의 차이는 서로 다른 미세구조와 소결전 잔류하는 탄소와 산소량에 기인함을 알 수 있었다.

4. 참고문헌

1. J. S. Lee and T. H. Kim, Solid State Phenomena, **25&26** (1992) 143