

분말사출성형에 의한 W-15wt%Cu의 분말제조공정에 따른 특성

(Densification behavior and thermal properties of the PIMed W-15wt%Cu composite according to powder processing route)

베스너(주) 윤태식*, 엄태영, 김병기
한양대학교 윤의식, 이재성
포항산업과학연구원 성환진, 안상호

1. 서론

W-Cu 합금 중에 Cu의 조성이 10-20wt%인 합금계는 우수한 열전도도와 낮은 열팽창계수의 조합이 가능하여 미소전자 소자(microelectronic device)용 heat sink로 사용되고 있다. 최근 광통신 산업의 증가로 heat sink의 수요가 증가하고 있으며 또한 무선통신 산업도 증가 추세에 있어 향후 매우 큰 시장 확대가 예상되고 있다. 그러나 현재까지 W-Cu heat sink 제조는 대부분 용침 후 기계가공으로 제조되어 제조 단가가 높고 특히 용침법의 경우 조성의 편차도 2wt%로 크기 때문에 전자소자의 신뢰성에도 영향을 줄 수 있다.

본 연구에서는 정형으로 부품 제조가 가능한 분말사출성형 기술에 W-Cu 합금의 조성 편차를 최소화 할 수 있는 복합분말을 사용하는 경우에 있어 분말의 종류 및 분말제조 공정에 따른 치밀화 거동, 치수정밀도 및 열 물성을 비교하고자 하였다.

2. 실험방법

W-15wt%Cu 분말제조는 두 가지 방법을 사용하였다. 첫 번째 방법은 원소금속분말을 수평식 볼밀에 의하여 제조하는 방법으로서 W의 경우 평균입경이 1.1 μm 을 사용하였으며, Cu의 경우 평균입경이 각각 3 μm 및 17 μm 인 두 종류를 사용하였다. 밀링은 건식으로 100시간 수행하였다. 결합제는 왁스계 열가소성 고분자계를 사용하였다. 사출성형체는 용매추출 후 열분해하였으며, 소결은 순수한 수소분위기에서 1350 $^{\circ}\text{C}$ 에서 실시하였다. 두 번째 방법은 W 및 Cu 산화물을 이용한 나노복합분말을 mechano-chemical 공정으로 준비하였고 PIM 공정¹⁾은 기존의 방법을 사용하였다. 제조된 원료분말은 입도분석, 형상관찰 및 불순물 유입을 조사하였으며, 소결체는 조직, 치수정밀도를 분석하였으며, 열전도도는 laser flash법으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

원소분말을 이용한 경우의 분말특성은 볼 밀링 전후의 평균입경 차이는 거의 없었으나 입도 분포의 폭이 밀링 후에 좁아졌으며 특히 탭 밀도의 경우에는 큰 증가를 나타내어 분말충전률은 단순혼합시에는 48vol%였으나 볼밀링 후에는 53vol%까지 가능하였다. 밀링 후의 오염도를 조사하기 위하여 탄소, 산소, Fe, Co, Ni를 조사하였으나 산소량만 3 μm Cu의 경우 0.15wt%에서 0.25wt%로 증가하였으며 17 μm Cu의 경우 0.2wt%에서 0.3wt%로 증가하였다. 소결 상대밀도의 경우 17 μm Cu 소결체는 1350 $^{\circ}\text{C}$, 1시간 소결 후 93% 정도였으며 4시간 소결 후에는 94% 정도로 상승하였다.

3 μm Cu의 경우에는 1350 $^{\circ}\text{C}$, 1시간 소결 후 95.5%로 17 μm Cu보다 높았으며 4시간 소결 후에는 96.5%로 치밀화가 진행되었다. 치수정밀도는 pump LD를 일체형으로 제조하여 측정하였으며 규격보다 우수한 정밀도를 나타내었다.

한편 mechano-chemical 공정으로 제조된 W-Cu 나노복합분말의 경우 W 입자가 20nm 이하로 제조되었으며, W-Cu aggregate는 170-350 nm로 좁은 분포를 나타내었다. 분말충전률은 39vol%로 원소분말 공정에 비하여 낮았다. 그러나 탈지체를 소결한 결과 1250 $^{\circ}\text{C}$ 에서 거의 완전한 치밀화를 나타내었다. 치수 정밀도의 경우 53vol%의 수축이 진행되었으나 폭변화율 대비 높이변화율 ($\Delta D/D$)/($\Delta H/H$)는 거의 1에 근접하여 등방수축이 진행됨을 나타내었다.

열전도도는 불 밀링한 3 μm Cu의 1350 $^{\circ}\text{C}$, 4시간 소결체는 141 W/m-K였으며, 나노복합분말의 경우에는 203 W/m-K로 매우 높은 값을 나타내었다.

4. 참고문헌

1. E. S. Yoon, J. H. Yu and J. S. Lee, J. of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy, 46 (1999) 898.