

## W-10wt.%Cu 복합분말의 금속사출성형 적용에 관한 연구 (A Study on the Application of Metal Injection Molding to W-10wt.%Cu Composite Powder)

한양대학교 손찬현\*, 김순옥, 원동목, 문인형

### 1. 서론

미소전자부품의 방열소자로서 W-Cu 합금은 물성면에서 높은 열전도도와 세라믹스 기지층과 유사한 열팽창계수를 지녀야 하며, 제조면에서는 열 방출이 유리한 복잡한 형상으로의 가공성과 상호 불고용 및 큰 비중차로 인한 낮은 소결성을 극복하여야 한다. 방열소자로서 적합한 물성을 갖는 W-Cu 합금의 조성비는 W-10~20wt.%Cu이며 Cu 함량이 작을수록 방열소자로 적합하다고 보고되고 있다.<sup>1,2)</sup>

본 연구그룹의 선행연구에서는 초미립 W 분말과 Cu 염을 이용한 염용해 환원법으로 활성제 첨가 없이 높은 소결성을 갖는 W-10wt.%Cu 복합분말을 제조한 바 있다. 그러나, 이러한 염용해 환원법으로 제조된 W-10wt.%Cu 복합분말에서는 높은 비표면적으로 인한 금속분말의 충전율 감소 및 결합제 제거 시간의 연장 등의 문제점이 예상된다. 따라서, 본 연구에서는 염용해 환원법으로 제조된 W-10wt.%Cu 복합분말의 금속사출성형(Metal Injection Molding) 적용 가능성에 대하여 조사하고자 한다.

### 2. 실험방법

본 실험에서 사용된 원료분말은 평균입도 0.57 $\mu$ m W 분말이며 염용해 혼합에 사용된 Cu 염은 CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O이었다. 염용해 환원한 W-10wt.%Cu 복합분말과 비교분석하기 위하여 제조된 단순혼합한 W-10wt.%Cu 분말에는 평균입도 3 $\mu$ m인 Cu 분말을 사용하였다. W-CuCl<sub>2</sub> 혼합분말은 W 분말에 에틸알코올을 매질로 Cu 염을 용해시켜 slurry 혼합하였다. 이 혼합분말은 600 $^{\circ}$ C의 수소분위기에서 환원하여 W-10wt.% Cu 복합분말을 제조하였다. 반면에 단순혼합한 W-10wt.%Cu 분말은 62rpm 회전속도로 1시간 동안 혼합하여 얻었다. 두 복합분말을 PE계 결합제와 혼합한 후 사출성형하여 금속사출성형체의 결합 여부를 관찰하고, 밀도측정으로 최적의 금속분말충진율을 결정하였다. 결합제 제거는 질소와 수소분위기에서 다단계 공정으로 하였으며, 결합제 제거는 무게 감소량과 탄소분석을 통해 조사하였다. 결합제가 제거된 금속사출성형체를 수소분위기 1400 $^{\circ}$ C에서 1시간 소결하였다. 소결체의 밀도는 아르키메데스 원리를 이용한 방법과 기하학적 방법을 사용하였으며, SEM으로 미세조직을 관찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

염용해 환원하여 제조한 W-10wt.%Cu 복합분말의 경우 단순혼합한 W-10wt.%Cu 복합분말보다 낮은 겔보기 밀도와 높은 안식각을 나타내었다. 이는 염용해 환원으로 제조한 W-10wt.%Cu 복합분말이 단순혼합한 W-10wt.%Cu 복합분말에 비해 분말의 표면적이 넓은 것에 기인된다. 즉, 향상된 분말간의 마찰력으로 인해 금속사출성형체의 탈지공정동안 slumping과 shape retention에 대한 저항력이 높아 금속사출성형 적용에 보다 적합하겠다. 사출성형체의 TGA 분석 결과, 200~300 $^{\circ}$ C와 480 $^{\circ}$ C 부근에서 급격한 질량감소가 발생하였다. 이는 왁스류가 200~300 $^{\circ}$ C에서 제거되며, 폴리에틸렌이 480 $^{\circ}$ C 부근에서 제거됨을 의미한다. 따라서, 본 실험에서는 120 $^{\circ}$ C부터 290 $^{\circ}$ C까지의 승온속도를 달리하여 사출성형체의 결합제 제거여부와 형태안정성에 대하여 조사하였다. 그 결과, 승온속도 0.5 $^{\circ}$ C/min.일 때 결합제가 완전히 제거되었으며, 균열도 발생하지 않았다. 이는 점도가 낮은 왁스류의 점성유동에 의한 균열 발생을 최소화하여 최적의 탈지 공정을 확립 할 수 있었다. 1400 $^{\circ}$ C 소결 결과, W-CuCl<sub>2</sub> 혼합분말로 제조한 W-10wt.%Cu 복합분말의 소결체 밀도는 96%이며, 단순혼합한 W-10wt.%Cu 복합분말의 소결체 밀도는 91%이었다.

### 4. 참고문헌

1. J. Sepulveda and L. Valenzuela: *ibid.*, 52 (1998) 24
2. 문인형: 한국물리학회지-새물리, 38 (1998) 243