

## 금속사출성형을 위한 W-10wt.%Cu 복합분말의 제조에 관한 연구 (A Study on the Fabrication of W-10wt.%Cu Composite Powder for MIM Application)

한양대학교 손찬현\*, 김순옥, 김영도, 문인형

### 1. 서론

W-10~20wt.%Cu 합금은 뛰어난 열적 및 전기적 우수한 물성으로 인하여 첨단 미소전자부품의 열소산재로 많이 응용되고 있으며, 형태 특성상 금속사출성형(Metal Injection Molding; MIM) 방법이 제조방법으로 적합하다. MIM 공정으로 제조하기에 앞서 우수한 물성과 달리 나쁜 소결성을 갖는 W-10wt.%Cu 조성에서 완전한 치밀화를 이루는 것이 요구된다. W-Cu 합금은 상호 불용계로 액상소결시 수축기구가 주로 액상 등장에 따른 입자 재배열에 의존한다는 점에서 W-Cu 소결성은 구성성분의 혼합상태와 입자크기에 따라 크게 달라지게 된다. 즉, W와 Cu 분말이 미세하고 균일하게 혼합되면 입자 재배열에 의한 수축을 증가시키며 고상소결 단계의 조밀화도 향상되어 높은 소결성의 갖게 된다. 따라서, 본 연구에서는 이와 같이 활성제 첨가 없이 높은 소결성을 얻을 수 있도록 초기 높은 혼합상태를 가지는 동시에 미세한 W-Cu 복합분말을 제조하여 MIM 공정으로 적합한 W-10wt.%Cu 분말을 만들고자 한다.

### 2. 실험방법

본 실험은 높은 소결성을 갖는 W-10wt.%Cu 복합분말을 제조하기 위한 기초 연구로서 W-Cu, W-CuCl<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>-Cu와 WO<sub>3</sub>-CuCl<sub>2</sub>의 4가지 출발 혼합분말에서 W-10wt.%Cu 복합분말을 제조하였다. 이때, 사용한 원료분말은 대한중석의 평균입도 0.57 $\mu$ m인 W 분말, 평균입도 17 $\mu$ m인 W 산화물과 (주)창성의 분사분으로 평균입도 50.42 $\mu$ m(-325mesh)인 Cu 분말이며 염용액 혼합에 사용된 염은 일본 (주)약리화학의 CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O(분자량 170.48, 순도 97%이상)이었다. W-Cu 혼합분말은 3차원 혼합기에서 62rpm으로 10시간 건식혼합을 하였다. W-CuCl<sub>2</sub>의 혼합은 에틸 알코올을 매질로 Cu 염을 W에 염용액 혼합을 하였다. WO<sub>3</sub>-Cu 복합분말은 3차원 혼합기에서 62rpm으로 10시간 동안 에틸 알코올을 매질로 습식으로 불밀링하였다. WO<sub>3</sub>-CuCl<sub>2</sub> 복합분말은 WO<sub>3</sub>를 먼저 습식으로 10시간 불밀링한 후 Cu 염을 W-10wt.%Cu 조성이 되도록 첨가하여 염용액 방법으로 혼합하였다. 이렇게 혼합한 분말의 환원공정 확립을 위해 전자식 습도 분석기(vaisala HMI 36)와 XRD를 사용하였으며, 복합분말의 미세구조 변화, 형태변화, 분포상태, 평균입도는 XRD, SEM, EDS, laser 입도분석기로 조사하였다. 4가지 출발분말에서 제조된 W-10wt.%Cu 분말의 성형체를 수소분위기에서 5 $^{\circ}$ C/min.의 승온속도 1400 $^{\circ}$ C까지 수축거동을 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

W 산화물의 승온단계에서 humidity는 630 $^{\circ}$ C와 750 $^{\circ}$ C에서 높은 방출량을 나타내었고, Cu 염의 각 온도별 XRD 상분석 결과 수소분위기에서 600 $^{\circ}$ C 1시간 열처리하여 완전히 Cu로 환원되었다. 따라서, W 산화물이 출발 분말인 WO<sub>3</sub>-Cu, WO<sub>3</sub>-CuCl<sub>2</sub>은 800 $^{\circ}$ C에서 1시간 열처리하고, W-CuCl<sub>2</sub>은 600 $^{\circ}$ C에서 1시간 열처리하는 공정으로 환원하였다. W-CuCl<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>-CuCl<sub>2</sub> 출발분말에서 제조된 W-10wt.%Cu 분말은 SEM과 EDS로 관찰하면 1~2 $\mu$ m의 구형 Cu 분말과 1 $\mu$ m 미만의 수 $\mu$ m W 응집체가 균일하게 분포하였으며, WO<sub>3</sub>-Cu에서 제조된 W-10wt.%Cu 분말은 조대한 Cu 분말에 1 $\mu$ m 미만의 W이 박혀있는 것을 관찰할 수 있었다. W-10wt.%Cu 성형체는 5 $^{\circ}$ C/min. 승온단계의 수축거동에서 800 $^{\circ}$ C 부근에서부터 수축을 시작하여 액상출현 온도 1083 $^{\circ}$ C 이후로 급격한 수축을 나타내었으며, 1300 $^{\circ}$ C부터는 일정한 선수축율을 나타내었다. 그리고, 소결체 밀도에 있어서는 W-CuCl<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>-CuCl<sub>2</sub> 복합분말이 W-Cu, WO<sub>3</sub>-Cu 복합분말보다 더 높은 소결 밀도를 가졌다. 즉, Cu를 염으로 균일하게 혼합된 W-10wt.%Cu가 높은 혼합상태와 미세한 구조를 가진다는 것을 알 수 있었다.