

## W-Cu 복합재료의 미세조직에 따른 전기적 특성 변화 (Dependence of Electrical Properties with Microstructure in the W-Cu composite)

한양대학교 박상우\*, 김순옥, 문인형

### 1. 실험목적

상호불용계인 W-Cu는 Cu 기지상에 W이 분산된 복합재료로서 주로 액상소결 방법에 의해 제조된다. 액상 소결방법에 제조된 W-Cu 복합재료는 미세조직에 대한 전기적/열적 물성에 대해 많은 연구가 진행되어 왔으며, 특히 W-Cu 복합재료의 전기적 물성은 입자크기, 혼합도, contiguity와 같은 미세조직과 기공, 불순물의 영향에 의존한다고 보고되었다. 본 실험에서는 상호불용계인 W-Cu 복합재료에서의 전기적물성에 미치는 입자 중 기공, 불순물의 영향을 최소화하고 미세조직에 따른 전기적 물성에 대한 영향을 조사하고자 한다.

### 2. 실험방법

본 실험에서 사용된 W 분말은 다각형으로 순도가 99.9 %이고, 평균입도가 0.58, 0.96, 1.82 및 4.92  $\mu\text{m}$ 이며, Cu 분말은 구형으로 순도가 99.0 %이고, 평균 입도가 3.10  $\mu\text{m}$ 인 분사분을 사용하였다. 이들 혼합분말은 W 분말과 Cu 분말을 부피비 50 : 50으로 하였으며 불에 대한 분말비는 5 : 1로 3차원 혼합기에서 62 rpm으로 2시간씩 혼합하여 불밀링 방법으로 제조하였다. 이때, 불과 용기는 불밀링에 따른 불순물의 유입을 최소화하고자 세라믹 불과 플라스틱 용기를 사용하였다. 혼합분말은 15 g을 칭량하여 20×20(mm)인 직육면체 다이에 74 MPa의 하중으로 양단성형프레스에서 성형체를 제조하였다. 소결은 수평관상전기로의 수소 분위기에서 1450  $^{\circ}\text{C}$ 로 4시간 등온소결을 수행하였다. 소결체 밀도는 시편의 치수와 질량을 측정하여 구하였으며, 전기전도도는 IACS 측정범위가 10 ~ 110 %이고 정확도  $\pm 0.5$  %인 Digital Conductivity Meter (FM-140XL, Centurion Co.)를 사용하여 측정하였다. 이때, 측정방법은 직경 1.1 cm인 탐침을 시편의 표면에 접촉하여 측정하고, 1회 측정시마다 표준시편으로 전도도값을 보정하면서 매 시편마다 5회 측정하여 그 평균값을 구하였다. 소결체의 조직관찰은 SEM으로 관찰하였으며, 조직사진에서부터 이미지 분석 프로그램을 이용하여 2차원 단면의 W 입자크기 및 contiguity를 구하였다. 소결체의 혼합도 평가를 위하여 미소경도기를 사용하여 경도를 5회 이상 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

입자크기가 감소함에 따라 전기전도도는 증가하는 경향으로 나타났다. 이는 선행연구에서 입자가 작아짐에 따라 계면의 증가로 인한 전자의 산란으로 전기적 물성이 낮아진다고 보고된 것과 반대되는 결과이다. 본 실험에서는 이에 대한 결과의 설명으로 입자크기와 전기전도도와의 상관관계에 대한 모식도를 제시하고자 한다. 또한, contiguity가 작을수록 전기전도도 값이 커지는 경향으로 나왔다. W-W contiguity의 감소는 전하이동의 지배적 경로인 Cu 상의 평균거리의 향상으로 전기전도도의 증가를 일으키므로, 분산상인 W의 미세화는 전기전도도의 향상을 가져준다고 보고되었다. 혼합도는 소결체의 입자크기가 작아짐에 따라 높은 혼합도를 가지는 것으로 나타났다. 이렇게 높은 혼합도는 분산상의 W 입자가 Cu 기지상에 균질하게 되는 것으로 전기전도도를 향상에 기여한 것으로 판단된다.

### 4. 참고문헌

- 1) J.C. Kim, B.H. Ko and I.H. Moon: Nanostructured Materials, 7 (1996) 887.
- 2) R.M. German: Metallurgical Transaction, 16A (1985) 1247.