

**기계적 합금방법으로 제조한 극초미세 조직의  
W-Cu 복합분말의 금속사출성형**  
(Metal Injection Molding of Nanostructured W-Cu Composite Powder  
Prepared by Mechanically Alloying)

한양대학교 재료공학과 이 혁\*, 류성수, 김진천, 문인형

### 1. 서 론

W-Cu 합금은 우수한 전기전도도와 열전도도 그리고 우수한 내마모성 및 내아크성 때문에 전기접점재료에 널리 사용되어 왔으며, 최근에는 고출력 IC의 방열(heat sink)재료와 같은 microelectronic device 분야의 응용에 크게 주목받고 있다. 특히 W-Cu 합금이 방열재료로 사용되기 위해서는 복잡한 형태로 제조되어야 할뿐만 아니라 그에 요구되는 열적 및 기계적 특성을 보장하기 위해서 복합상의 균일한 혼합이 이루어져야 한다. 새로운 분말야금공정 중의 하나인 금속사출성형 방법을 적용한다면 이러한 조건들을 충족시켜 줄 수 있을 것이다. 그러나, W-Cu 계를 MIM에 적용하기 위해서는 W와 Cu 분말이 균일한 혼합이 선행되어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 구성원소의 균일한 혼합상태를 갖는 극미세조직의 분말을 얻을 수 있는 방법인 기계적합금화(mechanical alloying, MA) 방법을 사용하여 nanostructured W-Cu 복합분말을 제조한 후 이렇게 제조된 분말을 MIM에 적용함으로써 고밀도를 갖는 복잡한 형태의 W-Cu 합금을 제조하는 것을 그 목적으로 한다.

### 2. 실험방법

본 연구에서 사용된 W 분말은 평균입도가  $4.80\mu\text{m}$ 의 대한중석제품이었고 Cu 분말은 99.5%의 순도를 가지는 (주)창성의 -325mesh(평균입도  $50.42\mu\text{m}$ )의 분사분이었다.

기계적합금화는 W와 Cu를 W-30wt.%Cu의 조성이 되도록 칭량한 뒤 attrition mill(attritor)을 사용하여 불과 분말의 장입비를 약 60:1(1200g:20g)로 하고 400rpm의 속도로 50시간동안 진행하여 W-Cu 복합 분말을 제조하였으며, 밀링 도중에 분말의 산화를 방지하기 위하여 Ar 가스를 계속 유입시켜 주었다. 이렇게 제조된 MA 분말(A 분말)을 다성분계의 결합제와 혼합하여 사출성형하였다. 사출성형체의 결합제는 wicking & thermal debinding 방법으로 제거하였으며, 결합제가 제거된 brown part는 수소분위기, 1000~1300°C의 온도범위에서 1 시간동안 소결하였다. 소결특성조사는 밀도측정과 미세조직 분석을 행하였다.

한편, MA 도중에 생긴 여러 불순물들을 제거하기 위하여 MA 분말을 수소분위기, 600°C에서 1 시간동안 열처리한 분말(B 분말)을 MIM에 적용함으로써 MA 분말의 MIM 거동과 비교하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

A 분말과 B 분말의 임계분말부피충진율은 각각 50, 45vol.% 였다. MA 공정으로 생긴 분말내부의 기공 및 strain 등의 분말특성이 사출성형 및 탈지거동에 영향을 주었다. 사출성형체는 다단계의 wicking & thermal debinding 방법에 의해 결합제가 완전히 제거되었고 결합이 없는 완전한 brown part를 얻을 수 있었다. A 분말과 B 분말로 제조된 MIM 성형체의 brown part의 밀도는 이론밀도의 50%이하로 매우 낮았으나 1200°C, 1시간동안 수소분위기에서 소결한 결과, 각각 95%, 96% 높은 소결밀도의 소결체를 제조할 수 있었다. 이러한 높은 소결밀도는 MA 공정으로 인해 미세하고 균일한 혼합특성을 가진 W-Cu 복합분말의 특성에 기인한다.