

분말사출성형한 W-Cu 나노복합분말의 치밀화와 가스방출 (Gas Evolution and Densification in the PIMed W-Cu Nanocomposite Powder)

한양대학교 윤의식*, 유지훈, 이재성

1. 서론

고출력 마이크로전자 부품에 쓰이는 방열재료인 W-10~15wt%Cu 복합재료는 초소형, 복잡한 형상을 하고 있기 때문에 효율적인 가공을 위해서는 분말사출성형(PIM)기술이 필수적이다. W-Cu 계는 상호 비고용 특성과 PIM 기술적용시 결합제제거후 50%에 달하는 많은 잔류기공 때문에 소결시 균일한 수축과 완전치밀화를 얻는 것은 매우 어려운 과제이다. 이와 같은 문제 해결을 위해, W-Cu 나노복합분말을 PIM 기술에 적용하려는 연구가 활발히 진행중이다. PIM 기술의 문제중 하나는 탈지공정후 잔류결합제가 잔류한다는 것이다. 특히, 탄소는 소결과 열물성에 악영향을 주며, 나노입자구조에서 그 영향이 더욱더 클 것으로 예상된다. 최근 결과에 따르면, 승온과정에서 탄소는 환원제로 작용하여 W-Cu 나노복합분말의 고상소결 촉진과 함께 불균일한 미세구조를 초래했다¹⁾. 이와 같이 잔류탄소는 W-Cu 나노복합분말의 소결거동에 영향을 준다. 그러나, 승온과정에서 탄소와 잔류산화물 및 분위기 가스의 반응과 미세구조변화에 대한 연구는 없었다. 이것은 소결시 탄소의 영향을 효과적으로 제어하여 건전한 PIM 제품을 제조하기 위해 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 승온중 고상소결단계에서 방출되는 가스성분을 in-situ로 측정하여 소결거동에 어떠한 영향을 주는지 분석하였다. 이 결과를 토대로 탄소와 미세구조를 효과적으로 제어할 수 있는 소결방안을 제시하고자 하였다.

2. 실험방법

W-15wt%Cu 나노복합분말은 mechano-chemical 공정으로 준비하였고 PIM 공정¹⁾은 기존의 방법을 사용하였다. 수소분위기하에서 1020℃까지 50℃/min의 속도로 승온하는 고상소결중 방출되는 가스는 Quadrupol mass spectrometry(QMS)로 in-situ 측정하였다. 또한 이미 가스 분석한 시편을 재분석함으로써 고상소결단계에서 결합제 잔류불순물이 완전히 제거되는지를 조사하였다. 이때 QMS는 CO, CH₄ 측정할수 있게 설정되었고 H₂O 는 hygrometry로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

50℃/min 속도로 1020℃까지 승온소결하는 중 가스분석 결과 잔류 산화물은 수소와 탄소에 의해 환원됨을 알 수 있었다. H₂O는 약 150℃에서 부근에서 방출을 시작하여 약 650℃와 900℃에서 약 1.4 g/m³의 peak를 나타냈다. 반면, 탄소는 700~1000℃에서 잔류산소와 반응하여 CO가스를 형성하며 제거되었으며 미량은 수소에 의해 CH₄ 가스형태로 탈탄되었다. 특히, CO 가스는 850℃에서 약 300ppm의 peak를 나타내었다. 이 시편의 재소결시 CO와 CH₄는 검출되지 않았으며, H₂O 는 150℃부터 600℃까지 직선적으로 증가하여 1.2g/m³의 양을 나타냈으며 이후에는 일정한 양을 나타냈다. 이때 H₂O는 성형체 내부에 흡착된 것으로 생각된다. H₂O 분석결과 200℃부근에서는 Cu 산화물이 600℃이상에서는 W 산화물이 수소에 의해 환원됨을 알 수 있다. 탄소의 경우, 미량은 수소에 의해 탈탄되지만 대부분이 700~1000℃에서 수소에 의해 환원되지 못하는 W 잔류산화물을 환원하였다.

4. 참고문헌

1. E. S. Yoon, J. H. Yu and J. S. Lee, Proc. of 1998 Powder Metallurgy World Congress, 3 (1998) 57.