

나노 크기의 W 입자를 갖는 W/Cu계 복합분말의 제조 (Fabrication of W/Cu composite powder with nano-size W particles)

한국기계연구원 홍성현, 김병기, 하국현
(주)나노테크 김태형, 우용원, 김찬영

1. 서론

W/Cu 합금을 액상소결에 의하여 제조할 때, Cu중에 W의 고용도가 거의 없으므로 치밀화가 어려워 Co, Fe 또는 Ni과 같은 천이 원소를 소량 첨가하고 있다. 이러한 경우에 Cu에 고용된 이들 원소들에 의하여 전기전도도나 열전도도가 크게 저하된다. W/Cu 합금은 고출력 IC의 방열재료, 고전압용 접점 및 전극용 소재로 응용되고 있으며, 열전도성을 저하시키는 첨가제가 없이 재료를 제조하고자 하는 노력이 계속되고 있다. 일반적으로 W/Cu 합금의 액상소결시 W 입자가 미세할수록 액상소결시 소결밀도가 높아지는 것으로 보고되고 있다.

본 연구에서는 W 입자가 나노 크기를 갖으며 W과 Cu의 혼합도가 우수한 복합 분말을 제조하는 공정에 대하여 자세히 연구하였고 제조된 복합 분말의 소결성 및 열전도성도 평가하였다.

2. 실험 방법

W염인 AMT(Ammonium Meta Tungstate)와 Cu염인 Cu(II) Nitrate를 수용액에 녹인 후 분무건조기를 이용하여 구형의 복합 염분말을 제조하였다. 복합 염분말을 분해 및 산화시켜 미세한 W과 Cu계 복합 산화물을 제조하였고 산화물의 미세조직을 조사하였다. 제조된 복합 산화물을 200℃에서 800℃에서 수소분위기에서 환원처리를 하여 환원이 완전히 되는 환원온도와 시간을 조사하였다. 환원한 W/Cu금속 혼합분말의 성형체를 수소분위기중 가열하면서 크기변화와 미세조직을 조사하였다. 제조된 소결체의 밀도 및 열전도성도 조사하였고 상용제품과 비교하였다.

3. 결과

제조된 W/Cu 계 산화물 복합분말은 매우 미세한 W 및 Cu계 복합산화물로 구성되어 있으며 중공구조를 갖고 있었다. 이러한 중공구조는 환원후에도 일부 잔류하였고 소결시 기공으로 남거나 액상 pool을 형성하여 조직의 불균일을 야기하였다. 구형의 복합 산화물을 기계적 분쇄에 의하여 중공구조를 없앨 수 있었고, 소결후의 미세조직도 균일하게 만들 수 있었다. 이러한 복합 산화물중의 Cu계 산화물은 200℃에서 환원이 시작되고 W계 산화물은 700℃-800℃에서 환원이 완전히 되었다. 환원온도가 증가할수록 W/Cu계 복합 환원분말의 비표면적은 감소하였고 W/Cu 복합분말중의 W 입자의 크기는 증가하였다. 한편, 환원온도가 증가할수록 환원에 요구되는 시간이 급격히 감소하였다. 본 방법으로 제조된 W/Cu계 복합분말의 성형체를 수소분위기에서 가열할 때, Cu가 고상 단계인 1080℃이하까지는 시편의 수축이 매우 적었고 Cu가 액상이 형성되는 1100℃에서 부터 시편의 수축이 급격히 일어나기 시작하여 재배열에 의한 치밀화가 급격히 발생하였다. W/Cu계 복합분말은 균일한 조성분포를 가지므로 소결시 시편의 위치에 따라 다른 미세조직을 보이지 않고 균일한 미세조직을 유지하면서 균일하게 수축하였다. 소결후의 미세조직도 균일하였으며 열전도성도 상용제품보다 약 20 %이상 높았다. 이는 본 복합분말의 우수한 소결성과 불순물이 없기 때문인 것으로 판단된다.

4. 결론

본 방법에 의하여 제조된 W/Cu계 복합 산화물을 환원시 환원온도가 증가할수록 비표면적이 감소하였고 W 입자 크기는 증가하였다. 환원된 W/Cu계 복합분말은 Cu가 액상이 된 후 가열 온도가 증가에 따라 급격한 재배열에 의하여 균일하게 수축하였고 소결체의 열전도성도 우수하였다.