

W-Ni 분말 성형체의 방전 플라즈마 소결 (Spark Plasma Sintering of W-Ni Powder Compacts)

한양대학교 김순옥*, 문인형

1. 서론

텅스텐(tungsten, W) 및 몰리브덴(molybdenum, Mo)등의 고융점 금속에 미량의 니켈(nickel, Ni)과 같은 철족 원소를 첨가하여 소결 온도 및 시간을 현저히 저하시키는 활성소결 현상은 생산 공정의 간소화 및 에너지 절약이라는 경제적 이점으로 인하여 큰 주목을 받아왔다.¹⁾ 그러나, 그 조밀화 정도에 비해서 입계 및 삼중, 사중점에 취성이 큰 Ni-rich 상의 편석과 W 결정립의 성장으로 인하여 기계적 특성의 저하를 가져오는 단점이 있다. 이에 본 연구에서는 W-Ni 활성소결의 과정에서 일어나는 W 결정립 성장을 최대한 억제시키면서 조직이 치밀한 소결체를 얻기 위하여 급속한 승온 및 짧은 시간에 조밀화가 가능한 방전 플라즈마 소결(spark plasma sintering, SPS)법을²⁾ 이용하여 W-Ni 활성소결 현상을 고찰하고자 한다. 특히, 최근 사용이 보다 일반화되고 있는 submicron 크기의 W 분말을 사용하여 활성제 Ni 함량을 조절하여 활성효과는 얻되 그 첨가량은 최소화하고자 한다.

2. 실험방법

본 실험에서 사용된 원료 분말은 대한 중석의 평균입도 $0.58\mu\text{m}$ 인 초미립 텅스텐(submicron tungsten) 분말이다. 활성제 Ni은 W 분말에 함량을 달리하여 $\text{NiCl}_2 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$ 를 염용해 및 환원 방법으로 첨가하였다. 첨가된 Ni의 함량은 각각 0.06과 0.4wt.%Ni이었다. 이렇게 제조된 W-Ni 분말의 조밀화는 SPS를 이용하여 600°C 에서 3분간 온도보정을 하고 $100^\circ\text{C}/\text{min}$ 로 1200°C 까지 승온하여 5분 동안 등온소결하는 것으로 행하였다. 이때 chamber는 아르곤 분위기이며 W-Ni 분말 성형체는 흑연 몰드와 펀치 내에서 30MPa의 압력으로 유지되었다. Ni 첨가에 따른 영향을 비교하기 위하여 순수한 W 분말도 같은 조건으로 소결하였다.

3. 결과 및 토의

순수한 W 소결체 및 W-0.06wt.%Ni과 W-0.4wt.%Ni 소결체의 상대밀도는 각각 80.0%, 96.0%와 96.8% 이었다. 전체 소결에 소요된 시간이 14분인 것을 고려한다면 이러한 결과는 일반 소결에 비하여 상당히 빠른 소결속도를 의미한다. 이러한 새로운 소결법에 의한 소결기구에 대해서 아직까지 정확히 밝혀지지 않았으며 이에 대한 연구도 미비하다. 그러나, 본 실험결과에서 관찰한 것은 SPS에 의한 W-Ni 소결체는 Ni의 최대고용한으로 알려진 0.06wt.%Ni을 첨가하여도 0.4wt.%Ni을 첨가한 경우와 마찬가지로인 활성화 효과를 얻을 수 있다는 것이다. Ni 함량에 상관없이 높은 조밀화를 얻었으나 그 미세조직과 기계적 물성에는 차이가 있을 것으로 예측된다. 미세조직에서 Ni의 함량에 따른 W 결정립 크기의 차이와 소결 후 W 입계에 존재할 Ni-rich 상에 따른 기계적 특성의 차이에 대해 고찰하였다.

4. 참고문헌

1. 문인형 : 한국분말야금학회지, Vol. 6, No. 1, (1999) 1-17.
2. 김현태, 김지순, 권영순, 橋田正雄 : 한국분말야금학회지, Vol. 7, No. 4, (2000) 197-188.