

Voronoi Diagram을 이용한 W-Cu 복합재료의 전도도에 미치는 위상학적 영향에 대한 예측

(The Estimation of Topological Effect on Conductivity of W-Cu Composite using Voronoi Diagram)

한양대학교 *이영중, 김길수, 김대건, 김덕수, 김영도

1. 서론

미소전자부품의 고집적 및 소형화에 따른 열 소산재료로 크게 주목받고 있는 W-Cu 복합재료는 우수한 열적 물성 및 전기적 물성이 요구된다. 이러한 열적 물성 및 전기적 물성에 영향을 미치는 요소들은 불순물, 기공도와 contiguity 등 위상학적 요소에 의한 영향 등을 들 수 있는데 이 중에서 같은 조성에서 불순물과 기공도를 제어했을 경우, 미세조직내의 contiguity 등 위상학적인 인자에 대한 의존성을 예측하려는 노력들이 있어왔다 [1-2]. 이에 본 연구에서는 Voronoi Diagram을 이용하여 미세조직의 위상학적 인자들이 W-Cu 복합재료의 전도도에 미치는 영향에 대해 고찰하고자 하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 W-CuO (W-15wt.%Cu)의 혼합분말을 이용하여 불밀링한후 300℃에서 30분간 유지시켜 환원하였다 [3]. 이렇게 환원한 분말을 200MPa의 압력으로 일축성형한 후 승온속도(5℃/min, 20℃/min)를 달리하여 수소분위기로 1200℃에서 1시간 동안 유지시켜 소결하였다 [3]. 이렇게 제조된 소결체의 미세조직의 균일도를 평가하기 위하여 경도를 측정하였고, SEM으로 미세조직을 관찰하였다. 또한 Voronoi Diagram을 이용하여 위상학적 인자를 계산하였으며 전기비저항과 열확산계수를 측정하고 이를 통해서 전기전도도와 열전도도를 구하여서 비교 평가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 승온속도(5℃/min, 20℃/min)에 따른 소결체의 미세조직 사진이다. 아래에서 보는바와 같이 20℃/min으로 승온한 시편의 조직이 더 균일한 것을 알 수 있다. 이러한 미세조직의 균일도는 경도 측정으로부터 얻은 Homogeneity Index를 통하여 확인할 수 있었고, Voronoi Diagram를 이용하여 평가한 결과와 잘 일치하였다. 전자이동의 Mean Shortest Path 중 20℃/min의 경우가 5℃/min의 경우보다 contiguity가 작고 Cu 입자를 지나는 길이가 더 긴 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 20℃/min의 경우가 열전도도 및 전기전도도가 더 우수할 것으로 예측되었으며, 실제 측정한 전도도와 일치함을 알 수 있다.

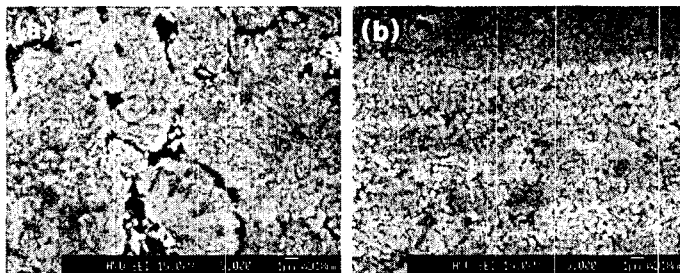


Fig. 1. SEM microstructures of W-Cu composite sintered at 1200℃ for 1h with heating rate of (a) 5℃/min and (b) 20℃/min.

4. 참고문헌

- [1] R. M. German, Metall. Trans, 24A (1993) 1745
- [2] Z. Fan, Acta Metall. Mater., 43 (1994) 43
- [3] D. G. Kim, Materials Letters, 58(2004) 578