

**방전플라즈마소결법에 의한 W-Cu 연속경사기능재료의
제조와 특성에 관한 연구**
(A Study on the Fabrication and Characteristics of Continuous
W-Cu FGM by Spark Plasma Sintering)

울산대학교 신철균, 강태훈, 권영순, 김지순, 김환태
삼척대학교 석명진

W-Cu 합금은 우수한 전기적, 열적 특성으로 인하여 열소산재료(Heat sink)로 많이 응용되고 있다. 첨단 전자부품 이외에도 핵융합로의 Divertor가 그 예로서, 내부는 고강도와 고융점의 특성을 요구하는 반면, 외부는 높은 열전도성을 필요로 한다. 그래서 동일한 조성의 일반적인 W-Cu 합금보다 W과 Cu의 조성이 점차적으로 변화하는 경사기능재료(Functionally Graded Materials)가 냉각효율이 클 것으로 기대된다. 현재, W-Cu FGM에 대한 많은 연구가 진행되고 있지만, 그 조성이 연속적으로 변화하는 W-Cu FGM에 대한 연구는 전무한 실정이다. 본 연구에서는 방전플라즈마 소결장치(Spark Plasma Sintering System)와 용침공정을 이용하여 연속적인 조성변화를 갖는 W-Cu FGM을 제조하고 그 특성에 관해 분석하고자 하였다.

소결체가 밀도 변화를 갖게 되도록 제작한 특수 경사기능 볼드에 W분말을 장입한 후, 15MPa의 압력하에서 SPS를 이용하여 W소결체를 제조하였다. 제조된 W소결체는 수평관상로에서 수소분위기 하에 Cu 용침을 실시하여 W-Cu FGM을 제조하였다. SEM을 이용한 각 위치별 조직관찰과 Image Analyzer를 이용한 W과 Cu의 면적비, 그리고 비커스경도계에 의한 경도 측정을 실시하였다. 또 열기계적 분석기를 이용하여 측정된 선팽창률로부터 열팽창계수를 구하였다. 800℃에서 퀘칭하는 반복적인 사이클을 통해 열충격시험을 실시하였고, Laser flash method로 열확산계수를 측정하였다.

W분말을 원통형 몰드에서 2000℃까지 소결했을 때, 각각의 시편의 상대밀도는 대략 1000℃에서 2000℃까지 거의 직선적으로 변화하였다. 파단면 관찰결과, SPS 소결했을 때, 동일한 온도의 수평관상로에서 소결했을 때 보다 강한 Neck 형성과 높은 상대밀도를 나타내었다. 경사기능 몰드에서는 위치에 따라 W의 상대밀도가 직선적으로 변화하는 W소결체를 얻을 수 있었고, 이 W소결체에 Cu를 용침했을 때, W과 Cu의 조성이 위치에 따라 연속적으로 변화하는 것을 확인하였다. 경도값 역시, 위치에 따라 일정하게 변화하였다. 또, 전체 조성이 W 36vol%Cu인 연속경사기능재료와 시편전체에 걸쳐 동일한 조성을 갖도록 제조한 일반적인 W-Cu합금과의 열팽창계수와 열확산계수를 비교 측정한 결과, 그 값이 거의 유사하게 나타났다.