

Heat Sink 소재용 Cu/SiC 분말복합재료 제조연구

(Fabrication of Cu/SiC powder composite for heat sink application)

*김용진¹, 정형식²

¹ 한국기계연구원, ² 아주대학교

1. 서론

현재 가장 일반적으로 사용되고 있는 heat sink소재는 Cu나 Al이며 이들 금속은 열발산 능력은 크지만 열팽창 계수가 Si나 GaAs계열의 반도체 소자에 비해 3~6배 정도 높아 소자에 직접 접합시키지 못하는 단점이 있다. 또한 반도체 패키징 소재로는 Kovar나 Invar를 주로 사용하고 있는데 이 재료들은 열팽창 계수는 반도체 소자와 유사하나 열발산 능력이 매우 낮은 문제점이 있다. 따라서 현재 사용되고 있는 패키징용 소재는 고집적 반도체용으로서의 한계성을 가지기 때문에 새로운 소재의 개발이 요구된다. 금속기지 복합재료(Metal Matrix Composites; MMCs)는 높은 열전도성을 가진 금속과 낮은 열팽창성을 가진 강화재를 상호 조합시킴으로써 재료의 물리적 특성을 인위적으로 조절할 수 있는 장점이 있어 새로운 heat sink 재료로 많은 주목을 받고 있다. 본 연구는 금속복합재료 중 현재 부분적으로 상품화되어 있는 Al/SiC나 Cu/W등의 복합재료보다 우수한 열적·기계적 특성을 가질 수 있는 Cu/SiC 복합재료를 분말법에 의해 제조하는 기초연구를 수행하였다.

2. 실험방법

Rule of mixture, Turner's model에 의한 열팽창계수와 Maxwell's model을 이용한 열전도도 계산을 근거로 복합재료의 기본 조성을 조성설계하였다. 전해동분과 8. 29, 44 μ m의 SiC 분말을 각각 혼합한 후, 성형하여 분산강화재 함량에 따른 성형성을 조사하였다. 소결조건을 확보하기 위해 소결온도 900-1150 $^{\circ}$ C사이의 여러 조건 하에서 소결실험을 하였다. 소결된 복합재료 시편은 냉간 압연기를 이용해서 압연 혹은 열간 압축실험을 하여 고밀도화 조건을 확보하였다. 소결→냉간 혹은 열간 압축에 의해 제조된 시편의 열적특성을 열전도도 측정장치, 열팽창계수 측정장치를 사용하여 특성을 분석하였다.

3. 연구결과

성형압 6ton/cm²의 조건 하에서 20-40vol%SiC를 함유한 혼합분말의 성형성은 상대밀도 85-87%범위를 가지며 60vol%SiC인 경우 성형밀도는 상대밀도 75%로 상대적으로 매우 낮아졌다. 성형 후 적정 소결조건을 정하기 위해 소결온도의 변화와 수소+질소의 혼합비율에 대한 연구를 한 결과 적정 소결온도는 1000-1100 $^{\circ}$ C, 질소 : 수소 비율은 95:5가 적정함을 밝힐 수 있었다. 소결 후 밀도는 SiC함량이 작을수록 성형밀도에 비해 밀도 증가가 높았다. 그러나 전체적으로 소결에 의한 밀도증가 효과는 크지 않았다. 동일한 SiC함량서도 SiC입자크기가 크면 성형성은 증가하는 경향이 있지만, 그 차이는 상대밀도 2%이하이기 때문에 특성에 큰 영향을 미치지 않았다. 소결된 복합재료 시편을 냉간압연기에서 압연한 결과 20vol%SiC복합재료는 최대 압연 가능량이 34-40%, 40vol%인 경우에는 30-33%범위였다. 그러나 강화재 함유량이 60vol%인 시편은 냉간압연이 불가능하였다. 또한 소결된 복합재료의 고밀도화를 위해 500 $^{\circ}$ C, 400MPa의 조건으로 열간 압축을 한 결과 40vol% SiC까지 상대밀도 95%이상을 얻을 수 있었고, 60vol%인 경우 열간압축에 의해서 87%정도의 밀도를 얻을 수 있었다. 복합재료 시편의 열전도도는 시편의 밀도에 크게 민감하고, 열팽창계수는 밀도에 큰 영향을 받지 않았다.

4. 결론

본 연구는 Cu/SiC 분말복합재료를 heat sink용 소재로 응용하기 위한 기초연구로서 소결 및 열간 압축공정을 거쳐 95%이상의 고밀도화가 가능하였고, 열적특성도 일반적으로 요구되는 heat sink소재특성을 만족시키는 시편의 제조가 가능하였다. 그러나 열적특성을 보다 향상시키고 제조공정의 개선을 위해 새로운 합금분말 및 소결공정개발이 요구된다.