

방전플라즈마 소결에 의한 SiC-ZrB₂ 복합체 개발

김철호, 신용덕, 주진영, 이정훈, 이희승, 김재진, 이종석*
원광대학교, *원광보건대학

Abstract : The composites were fabricated by adding 30, 40, 50, 60[vol.%] Zirconium Diboride(hereafter, ZrB₂) powders as a second phase to Silicon Carbide(hereafter, SiC) matrix. SiC-ZrB₂ composites were sintered by Spark Plasma Sintering(hereafter, SPS) in argon gas atmosphere. The relative density SiC+30[vol.%]ZrB₂, SiC+40[vol.%]ZrB₂, SiC+50[vol.%]ZrB₂ and SiC+60[vol.%]ZrB₂ composites are 94.98[%], 99.57[%], 96.58[%] and 93.62[%] respectively.

Key Words : Spark Plasma Sintering, Silicon Carbide, Zirconium Diboride

1. 서론

2,800[°C]의 고 용점을 지닌 SiC는 열화학적으로 안정한 IV-IV화합물 반도체로 약 $4.36 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 의 낮은 열팽창계수(20~1000°C), 열전도성, 열 충격저항성, 강도와 내산화성이 우수하지만[1], 강한 공유결합으로 인한 낮은 확산율 때문에 소결 원 조제 없이 소결의 치밀 화가 어렵다.

천이 금속의 붕화물인 ZrB₂는 일반적으로 3,200[°C]의 고 용점, 높은 경도, 금속적인 도전성과 주조된 철과 slag에 뛰어난 부식저항을 지녔다. 따라서 SiC와 ZrB₂를 복합화 함으로써 도전성, 내산화성 및 높은 기계적 강도 등의 특성을 지닌 SiC-ZrB₂의 복합체를 개발할 수 있다[2].

본 논문에서는 SiC-ZrB₂의 세라믹 복합체를 제조하기 위해서 고온가압소결의 1,950~2,100[°C]보다 450~600[°C] 낮은 온도인 1,500[°C]에서 SPS(Spark Plasma Sintering)법을 이용하여 급속 소결하였으며[3], 복합체의 특성분석을 위해 상대 밀도, 미세구조를 조사하였다.

2. 실험 과정

2.1 Powder 준비

본 실험에서 사용된 β-SiC와 ZrB₂는 독일의 H. C. Starck Inc, 사의 등급 BF12와 등급 B 제품이다. 출발원료인 β-SiC와 ZrB₂의 첨가 비율은 각각 70 : 30, 60 : 40, 50 : 50, 40 : 60[vol.%]로 혼합했으며, 이는 각각 SZ30, SZ40, SZ50, SZ60으로 명명한다. 이렇게 준비된 시료는 증류수로 polyurethane 용기에서 SiC 볼(10φ, 20φ), 1 : 5 비율을 사용하여 24시간 동안 planetary 볼 밀링을 시킨 후 100[°C]에서 12시간 동안 잘 건조시키고 60mesh로 체가름을 하였다.

2.2 소결과정

graphite foil로 둘러싼 내경 15mmφ의 graphite die에 건조된 분말을 넣은 후 Dr. Sinter SPS-515S 장치(Sumitomo Coal Mining Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 Argon gas분위기에서 1500°C, 50MPa의 일축 가압상태에서 소결하였다.

소결 조건은 100°C/min의 승온 속도로 가열한 뒤 5분간 유지하였다. 압력은 시작부터 50MPa로 유지 하였고, on/off pulse time은 12:2[ms]이며, 소결이 끝난 후 압력을 풀어주고, 전류를 차단하였다.

2.3 물성측정

SiC-ZrB₂ 복합체의 이론밀도는 혼합법칙에 의해서 구해졌고, 상대밀도는 증류수를 이용한 Archimedes법으로 시편당 5회 측정하였다. 미세구조는 SEM(S-4800 Hitachi, Japan)을 이

용하여 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

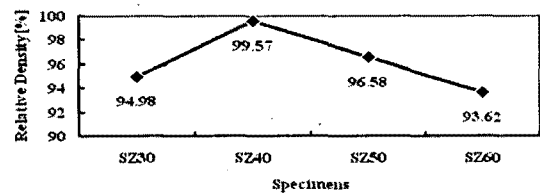


그림 1. SiC-ZrB₂ 복합체의 상대밀도

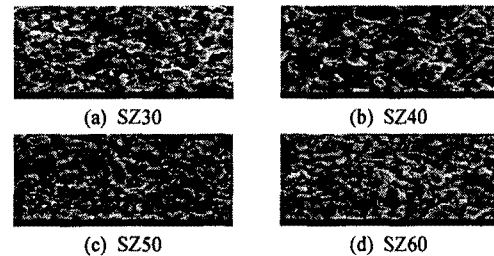


그림 2. SiC-ZrB₂ 복합체의 SEM(×5000)

4. 결론

ZrB₂ 40[vol%]를 첨가한 복합체에서 상대밀도가 99.57[%]로 가장 높고, SZ30, SZ40, SZ50, SZ60의 기공율은 각각 5.02, 0.43, 3.42, 6.38[%]이며, SEM으로 관찰한 미세구조에서도 확인할 수 있다. 따라서 치밀 화 된 SZ40의 복합체 개발에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] Patricia A. Hoffman, "Thermo Elastic Properties of Silicon Carbide-Titanium Diboride Particulate Composites" M. S Thesis, Pennsylvania State University, 1992.
- [2] Y. D. Shin, J. Y. Ju, H. S. Lee, S. M. Jo, J. H. Lee, J. H. Park and C. H. Kim, "Properties of SiC-ZrB₂ Electroconductive Ceramic Composites by Spark Plasma Sintering" Trans. KIEE, Vol. 58C, No. 9, pp. 1757-1763, 2009
- [3] Ipek Akin, Mikinori Hotta, Filiz Cinar Sahin, Onuralp Yucel, Gultekin Goller, Takashi Goto, "Microstructure and densification of ZrB₂-SiC composites prepared by spark plasma sintering". Journal of the European Ceramic Society, 29, pp.2379-2385, 2009