

SPS에 의한 SiC-ZrB₂ 복합체의 특성에 미치는 분위기 영향

김철호, 신용덕, 주진영, 이정훈, 박진형, 조성만, 김인용
원광대학교

Abstract : The composites were fabricated by adding 30, 35, 40, 45[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 vacuum or argon gas atmosphere. The relative density of SiC+40[vol.%]ZrB₂ composites reveal high 99.57[%] in argon gas atmosphere and pressure 50MPa.

Key Words : Spark Plasma Sintering, Vacuum or Argon gas atmosphere

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 어렵고, 1,000[°C] 이하에서는 전기 저항률이 負(-)저항온도계수로 온도 상승과 함께 전류를 억제할 수가 없어 과열이 발생한다.

천이 금속의 붕화물인 ZrB₂는 일반적으로 3,200[°C]의 고 용점, 높은 경도, 금속적인 도전성과 주조된 철과 slag에 뛰어난 부식저항을 지녔지만, 1000[°C]이상의 고온의 도전재료로 사용할 경우 강도 및 내산화성 등의 부족점이 문제가 된다. 따라서 SiC와 ZrB₂를 복합화 함으로써 도전성, 내산화성 및 높은 기계적 강도 등의 특성을 지닌 SiC-ZrB₂의 복합체를 개발할 수 있다[2-3].

본 논문에서는 SPS(Spark Plasma Sintering)로 SiC-ZrB₂의 세라믹 복합체를 진공과 아르곤가스 분위기에서 제조하였고, 소결 분위기에 따른 복합체의 특성을 분석하였다.

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, 65 : 35, 60 : 40, 55 : 45[vol.%]로 혼합했으며, 혼합된 시료는 증류수로 polyurethane 용기에서 SiC 불(10Φ, 20Φ), 1 : 5 비율을 사용하여 24시간 동안 planetary 불 밀링을 시킨 후 100[°C]에서 12시간 동안 잘 건조시키고 60mesh로 체가름을 하였다. 진공과 Argon gas의 소결분위기에 따라 각각 SZ30V, SZ35V, SZ40V, SZ45V와 SZ30A, SZ35A, SZ40A, SZ45A로 명명한다.

2.2 소결 과정

graphite foil로 둘러싼 내경 15mmφ의 graphite die에 건조된 분말을 넣은 후 Dr. Sinter SPS-515S 장치(Sumitomo Coal Mining Co. Ltd., Tokyo, Japan)을 사용하여 소결온도 1500°C에서 진공과 아르곤가스 분위기로 각각 30, 50MPa의 일축 가압상태에서 소결하였다.

소결 조건은 (i) 상온에서 최종 소결 온도까지 100°C/min의 승온 속도로 가열한 뒤 5분간 유지하였다. (ii) 압력은 시작부터 30과 50Mpa로 유지 하였다. (iii) on/off

pulse time은 12:2[ms]이고, 소결이 끝난 후 압력을 풀어주고, 전류를 차단하였다. SiC-ZrB₂ 복합체의 시편 크기는 직경 15mm, 두께 5mm이다

2.3 물성측정

SiC-ZrB₂ 복합체의 이론밀도는 혼합법칙에 의해서 구해졌고, 상대밀도는 증류수를 이용한 Archimedes법으로 시편당 5회 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

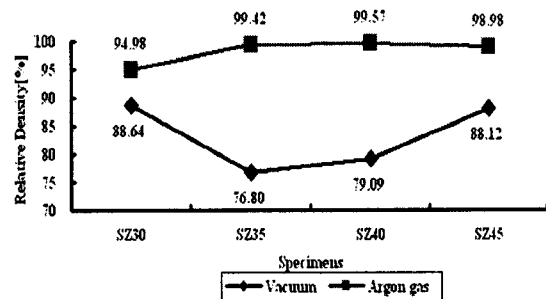


그림 1. SiC-ZrB₂ 복합체의 상대밀도

4. 결론

상대밀도 측정결과 50[MPa]의 압력과 Argon gas 분위기에서 치밀화된 소결체를 얻을 수 있고, ZrB₂를 40[vol.%] 첨가한 복합체에서 99.57[%]로 가장 높은 밀도특성을 나타내었다.

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