

## SPS on/off Pulse Time 조건에 따른 SiC-ZrB<sub>2</sub> 복합체 특성

### Properties of a SiC-ZrB<sub>2</sub> Composite by condition of SPS on/off Pulse Time

신용덕<sup>†</sup>, 주진영<sup>\*</sup>, 이희승<sup>\*\*</sup>, 박진형<sup>\*\*\*</sup>, 김인용<sup>\*\*\*</sup>, 김철호<sup>\*\*\*</sup>, 이정훈<sup>\*\*\*</sup>  
Yong-Deok Shin, Jin-Young Ju, Hee-Seung Lee, Jin-Hyoung Park, In-Yong Kim,  
Cheol-Ho Kim, Jung-Hoon Lee

원광대학교<sup>†</sup>, (주)장일엔지니어링<sup>\*</sup>, 군장대학<sup>\*\*</sup>, 원광대학교<sup>\*\*\*</sup>  
Wonkwang University<sup>†</sup>, Jang-IL Engineering, Kunjang college, Wonkwang University<sup>\*\*\*</sup>

**Abstract :** The SiC-ZrB<sub>2</sub> composites were fabricated by combining 40vol.% of Zirconium Diboride(hereafter, ZrB<sub>2</sub>) powders with Silicon Carbide(hereafter, SiC) matrix. The SiC+40vol.%ZrB<sub>2</sub> composites were manufactured through Spark Plasma Sintering(hereafter, SPS) under argon atmosphere, uniaxial pressure of 50MPa, heating rate of 100°C/min, sintering temperature of 1,500°C and holding time of 5min. But one on/off pulse sequence(one pulse time : 2.78ms) is 10:9(hereafter, SZ10), and the other is 48:8(hereafter, SZ48). The physical and mechanical properties of the SZ12 and SZ48 were examined. Reactions between  $\beta$ -SiC and ZrB<sub>2</sub> were not observed via X-Ray Diffraction(hereafter, XRD) analysis. The apparent porosity of the SZ10 and SZ48 composites were 9.7455 and 12.2766%, respectively. The SZ10 composite, 593.87MPa, had higher flexural strength than the SZ48 composite, 324.78MPa, at room temperature. The electrical properties of the SiC-ZrB<sub>2</sub> composites had Positive Temperature Coefficient Resistance(hereafter, PTCR).

**Key Words :** SiC(Silicon Carbide), ZrB<sub>2</sub>(Zirconium Diboride), Spark Plasma Sintering (SPS), Positive Temperature Coefficient Resistance (PTCR), on/off pulse sequence,

## 1. 서 론

SiC세라믹은 일반적으로 고상소결방식을 통하여 약 1,950~2,100°C에서 고온가압소결방식으로 제조되고 있으며, 높은 소결 온도를 낮추기 위해 액상 소결 제조 방법이 도입되고 있다[1]. 방전플라즈마소결법인 SPS는 고온가압 소결법인 HP(Hot Pressing)에 비해 분체입자의 표면이 청정화로 인해 활성화가 쉽게 일어나고, 고속물질이동(확산), 고효율 가열 및 소성변형의 촉진, 고밀도 에너지의 공급 등으로 저온, 단시간에 고품위 소결체를 얻을 수 있다. SPS는 고온가압소결방식과 유사하지만 상하 전극에 전계가 인가되고 분말에 직접적인 가열로 소결되는 것이 차이점이다.[2] 그러나 많은 실험 결과의 문헌에 의하면 소결체의 밀도 parameter은 아직도 불분명하고 체계적인 조사에 한계성을 나타내고 있다.[3] 본 연구에서는 SiC-ZrB<sub>2</sub>의 세라믹 복합체를 제조하기 위해서 고온가압소결의 1,950~2,100°C보다 450~600°C 낮은 온도인 1,500°C에서의 급속소결과 높은 치밀화 소결체를 얻기 위해 아르곤 분위기의 SPS법을 이용하였다.

## 2. 결과 및 토의

SiC-ZrB<sub>2</sub> 복합체를 제조하기 위한 SiC와 ZrB<sub>2</sub>의 분말은 각각 60Vol.%, 40Vol.%혼합하였고, SPS법을 이용하여 Argon 분위기에서 압력50MPa으로 일축가압하고, 분당 25°C씩 승온시켜 1500°C까지 상승시킨 후 5분간 유지시켜 제조하였다. SPS소결 조건 중 On/off pulse time (one pulse time : 2.78ms)은 10:9와 48:8로 각각 SZ10, SZ48로 명명하였다. SZ10과 SZ48 복합체의 겉보기 기공률은 각각 9.7455%와 12.2766%이다. XRD측정결과  $\beta$ -SiC와 ZrB<sub>2</sub> 사이에 반응은 일어나지 않았다. 그리고 SZ10 복합체는 상온에서 곡강도가 593.87MPa로 324.78MPa인 SZ48 복합체보다 더 높게 나타났다. 전기저항률 측정결과 SiC-ZrB<sub>2</sub>의 복합체 SZ10과 SZ48모두 PTCR특성을 나타내고 있다.

## 참고 문헌

- [1] Y. D. Shin, J. Y. Ju and T.H. Ko " Effects of In Situ YAG on Properties of the Pressureless-Sintered SiC-TiB<sub>2</sub> Electroconductive Ceramic Composites" *Trans.KIEE*, Vol.57, No.5, pp.808 ~ 815, 2008.
- [2] Y. D. Shin, W. S. Choi, T. H. Ko, J. H. Lee and J. Y. Ju, " Development of Electroconductive SiC Ceramic Heater by Spark Plasma Sintering" *Trans. KIEE*, Vol. 58, No. 4, pp. 770-776, 2009.
- [3] Shu-Qi Guo, w,z Toshiyuki Nishimura, y Yutaka Kagawa, z,z and Jenn-Ming YangJ, "Spark Plasma Sintering of Zirconium Diborides" *J.Am.Ceram.Soc.*, 91[9], pp.2848 - 2855, 2008.

<sup>†</sup> 교신저자) 신용덕, e-mail: ydshin@wonkwang.ac.kr, Tel:063)850-6736  
주소: 전북 익산시 신원동 344-2 공과대학 2203호