

CuO와 B₂O₃를 첨가한 ZnNb₂O₆ 세라믹스의 마이크로파 유전특성

김정훈, 김지현, 박인길*, 이상현**, 배선거***, 이영희
광운대학교, 신성대*, 선문대학교**, 인천대학교***

The Microwave Dielectric Properties of ZnNb₂O₆ Ceramics with CuO and B₂O₃

Jung-Hun Kim, Ji-Heon Kim, In-Gil Park*, Sang-Heon Lee**, Sun-Gi Bae***, Young-Hie Lee
Kwangwoon Univ., Shinsung College*, Sunmoon Univ.**., Incheon Univ.***

Abstract : The ZnNb₂O₆ ceramics with 5wt% CuO and 5wt% B₂O₃ were prepared by the conventional mixed oxide method. The ceramics were sintered at the temperature of 950°C~1025°C for 3hr. in air. The structural properties were investigated with sintering temperature by XRD and SEM. Also, the microwave dielectric properties were investigated with sintering temperature. Increasing the sintering temperature, the peak of second phase (Cu₃Nb₂O₈) was increased. But no significant difference was observed as sintering temperature. In the ZnNb₂O₆ ceramics with 5wt% CuO and 5wt% B₂O₃ sintered at 975°C for 3hr, the dielectric constant, quality factor and temperature coefficient of the resonant frequency were 19.30, 14,662GHz, +4.18ppm/°C, respectively.

Key Words : ZnNb₂O₆, CuO, B₂O₃, sintering temperature

1. 서 론

최근 이동통신에서 사용되는 소자의 소형화와 경량화에 대한 요구가 급속히 증가하고 있으며, 이러한 요구를 해결하는 방법으로 LTCC를 이용한 적층 기술에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 이런 적층 기술을 적용하기 위해서는 은이나 구리와 같은 저 저항, 저 용점 전극과 동시소성이 가능한 낮은 소결온도를 가진 유전체 재료가 요구된다.[1]

복합 페로브스카이트 구조를 가진 조성의 하부성분인 ANb₂O₆(A= Mg, Ni, Ca, Mn, Zn)는 콜럼바이트(columbite) 구조를 가지고 있으며 특히 ZnNb₂O₆ 세라믹스는 우수한 마이크로파 유전특성($\epsilon_r = 25$, $Q \times f = 83,700$, $\tau_f = -56.1$ ppm/°C)을 가지는 것으로 보고되고 있으며 액상형성 물질 없이도 1150°C에서 소결가능하기 때문에 LTCC재료로 적합하다.[2]

따라서 본 연구에서는 ZnNb₂O₆ 세라믹스에 CuO와 B₂O₃를 각각 5wt% 첨가하여 일반소성법으로 시편을 제조하였고 XRD, SEM, 밀도를 통하여 소결온도에 따른 ZnNb₂O₆ 세라믹스의 구조 및 마이크로파 유전특성을 고찰하였다.

2. 실험

2.1 시편의 제조

본 연구에서는 출발원료로 ZnO(99.9%), Nb₂O₅(99%)를 사용하였다. ZnO, Nb₂O₅를 조성식에 따라 평량하고 에틸 알콜을 분산매로 사용해 지르코니아 볼로 24시간 동안 혼합분쇄하였다. 혼합 분쇄한 분말을 100°C 전기오븐에서 24시간 동안 건조한 후 알루미나 도가니에 넣어 1000°C에서 2시간 동안 하소하였다. 하소 시 전기로의 승온속도는 5°C/min로 하였고 600°C에서 1시간을 유지하였다. 하소한 분말에 5wt% CuO와 5wt% B₂O₃를 동시에 첨가하여 에틸 알콜을

분산매로 사용하고 지르코니아 볼로 12시간 동안 재분쇄하였다. 그 후 원통형 금형($\psi = 12.8$ mm)에 넣어 1000kg/cm²의 압력을 가해 일축가압 성형하였다. 성형한 시료는 950°C~1025°C의 온도범위에서 3시간 동안 소결하였다.

3. 결과 및 고찰

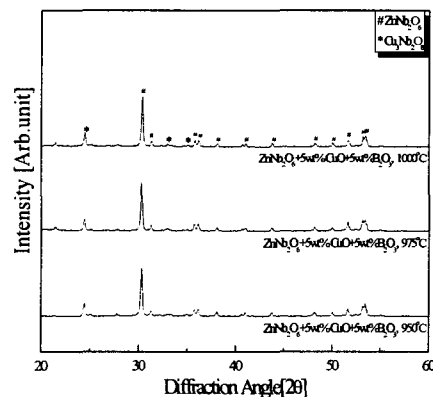


그림 1. 소결온도에 따른 ZnNb₂O₆+5wt%CuO+5wt%B₂O₃ 세라믹스의 X-선 회절모양

그림 1은 소결온도에 따른 5wt% CuO와 5wt% B₂O₃를 첨가한 ZnNb₂O₆ 세라믹스의 X-선 회절 모양이다. 주상으로 사방정(orthorhombic) ZnNb₂O₆상과 이차상으로 삼방정(triclinic) Cu₃Nb₂O₈상이 함께 나타났다. 이는 저용점 이차상의 존재로 인해 ZnNb₂O₆ 세라믹스의 소결온도보다 낮은 온도에서 ZnNb₂O₆상이 형성되는 것을 의미한다.

그림 2는 소결온도에 따른 5wt% CuO와 5wt% B₂O₃를 첨가한 ZnNb₂O₆ 세라믹스의 미세구조이다. 소결온도가 증가함에 따라 기공은 감소했고 결정립 성장이 나타났다.

이는 소결온도의 증가로 인해 각 입자간의 접촉 면적이 증가함으로써 원소간의 이동이 용이해지기 때문인 것으로 생각된다.

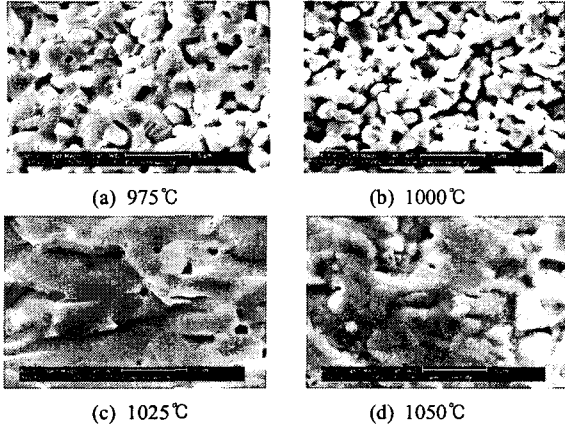


그림 2. 소결온도에 따른 ZnNb₂O₆+5wt%CuO+5wt%B₂O₃ 세라믹스의 미세구조

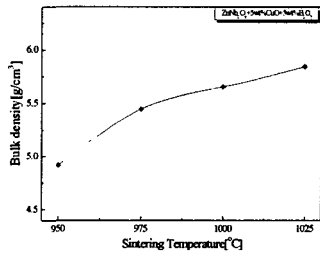
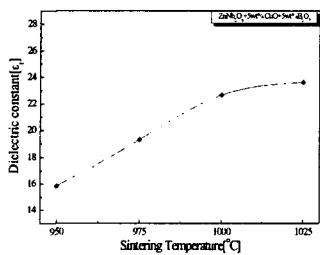
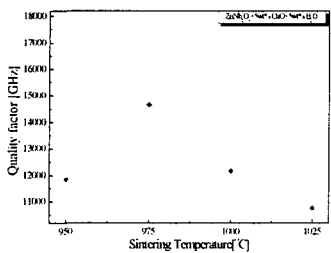


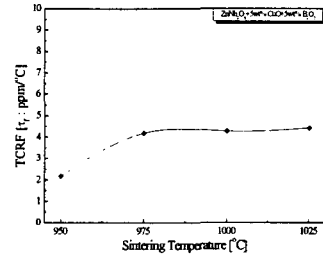
그림 3. 소결온도에 따른 ZnNb₂O₆+5wt%CuO+5wt%B₂O₃ 세라믹스의 밀도



(a) 유전율



(b) 품질계수



(c) 공진주파수의 온도계수

그림 4. 소결온도에 따른 ZnNb₂O₆+5wt%CuO+5wt%B₂O₃ 세라믹스의 마이크로파 유전특성

그림 3은 소결온도에 따른 5wt% CuO와 5wt% B₂O₃를 첨가한 ZnNb₂O₆ 세라믹스의 밀도이다. 소결온도가 증가함에 따라 밀도는 증가하였는데 이는 소결온도의 증가로 인해 분말의 활성화도가 증가하여 결정립이 성장하고 기공이 감소하기 때문인 것으로 생각된다.

그림 4는 소결온도에 따른 5wt% CuO와 5wt% B₂O₃를 첨가한 ZnNb₂O₆ 세라믹스의 마이크로파 유전특성을 나타낸 것이다. 유전율의 경우 소결온도가 증가함에 따라 증가하였는데 이는 결정립 성장으로 인한 기공의 감소 때문인 것으로 생각된다. 품질계수는 소결온도가 증가함에 따라 특정 온도에서 최고값을 나타내고 그 이상의 온도에서는 감소하였는데 이는 특정 온도 이상의 온도에서 결정이 일치하지 않아 품질계수가 감소하는 것으로 생각된다. 공진주파수의 온도계수는 일반적으로 재료의 이차상과 조성에 관련되어 있고 소결온도에는 큰 영향을 받지 않았다.

4. 결론

본 연구에서는 소결온도에 따른 5wt%CuO와 5wt%B₂O₃를 첨가한 ZnNb₂O₆ 세라믹스의 구조 및 마이크로파 유전특성을 조사하였다. 결정립 성장에 따른 기공의 감소로 인해 소결온도가 증가함에 따라 밀도와 유전율이 증가하였다. 그러나 품질계수는 특정온도에서 최고값을 나타내고 그 이상의 온도에서는 감소하였으며 공진주파수의 온도계수는 소결온도에 거의 영향을 받지 않았다. 975°C에서 소결하고 CuO와 B₂O₃를 각각 5wt%씩 첨가한 ZnNb₂O₆ 세라믹스의 유전율, 품질계수, 공진주파수의 온도계수는 19.30, 14,662GHz, +4.18ppm/°C이었다.

감사의 글

본 연구는 일부 서울시의 과학장학성장학금 지원에 의해 이루어진 것 입니다.

참고 문헌

- [1] H. Kagata, T. Inoue, J. Kato, I. Kameyama, Jpn. J. Appl. Phys., 31 part 1(93), 3152-31 55, (1992)
- [2] H. J. Lee, K. S. Hong, S. J. Kim Mater. Res. Bull., Vol 32, No. 7, pp.847-855, (1997)