

Y₂O₃와 MnO₂를 첨가한 SrBi₂Nb₂O₉ 세라믹스의 강유전 특성

석종민,이용현,노종호,조정호,전명표,김병익,고태경*

요업(세라믹)기술원, 인하대학교*

Ferroelectric properties of Y₂O₃ and MnO₂ doped SrBi₂Nb₂O₉ ceramics

Jong-Min Suk, Yong-Hyun Lee, Jong-Ho Noh, Jeong-Ho Cho, Myoung-Pyo Chun, Byung-Ik Kim,

Tae-Gyung Ko *

Advanced Materials and Components Lab, Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology, Seoul 153-023,

*Smart Funtional Materials Lab, Inha University, Inchon 402-751, Korea

Abstract : 기계적 품질계수(Qm)를 향상시키기 위해 Y₂O₃와 MnO₂를 첨가함에 따른 SrBi₂Nb₂O₉ 세라믹스의 강유전 특성을 알아보았다. 합성분말의 입도를 분석 한 결과 SrBi₂Nb₂O₉의 경우 781.27nm였고, Y₂O₃와 MnO₂를 첨가한 경우 각각 830.4nm와 981.1nm로 particle size는 증가하였고, 소결 후 소결밀도는 차이가 거의 없었으며, grain size는 SrBi₂Nb₂O₉과 Y₂O₃를 첨가했을 경우 1μm이하이며 반면, MnO₂를 첨가하였을 때 결정립이 성장하여 3~4μm로 나타났다. 또한, 모두가 450℃ 이상의 상전이온도를 갖었다.

Key words : Bismuth layered structure, SrBi₂Nb₂O₉ (SBN)

1. 서 론

PZT계 압전 세라믹스 재료는 우수한 압전 특성으로 현재 압전 변압기, 액츄에이터, 트랜스듀서, 센서, 레조네이터, 필터 등의 용도로 매우 광범위하게 응용되고 있다. 그러나 현재 압전 세라믹 부품으로 널리 이용되고 있는 PZT, PT 등의 소재는 다량의 Pb를 함유하고 있어 환경오염의 원인이 될 수 있으며, 최근 선진국을 중심으로 환경 친화적인 전자재료의 개발에 대하여 관심이 고조되고 있어 대체 소재인 lead-free 개발에 대한 중요성이 높아지고 있다. 그 중 Bismuth layered structure의 압전 세라믹는 유전손실이 적으며, 상전이온도가 높고, 공진주파수의 온도계수가 작은 장점을 가지고 있다.⁽¹⁾⁽²⁾ 따라서 본 연구는 bismuth layered structure를 갖는 조성 SrBi₂Nb₂O₉ (SBN)을 택하여 Bi₂(Sr_{1-x}Y_x)Nb₂O₉ (BSYN)과 Bi₂(Sr_{1-x}Y_x)Nb₂O₉+ywt%MnO₂ (BSYNM)의 첨가에 따른 강유전 특성을 비교하였다.

2. 실험

합성은 일반 산화물 합성법으로 하였다. 사용원료는 Bi₂O₃, SrCO₃, Nb₂O₅, Y₂O₃, MnO₂ 이며, 조성식은 다음과 같다.

조성 1	SrBi ₂ Nb ₂ O ₉
조성 2	Bi ₂ (Sr _{1-x} Y _x)Nb ₂ O ₉
조성 3	Bi ₂ (Sr _{1-x} Y _x)Nb ₂ O ₉ + ywt%MnO ₂

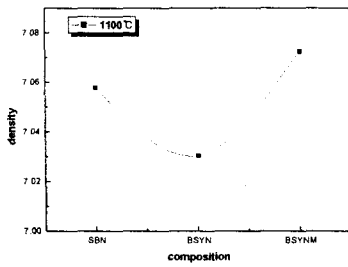
평량 후 지르코니아 Ball 과 에틸 알콜을 사용하여 24시간 ball-milling 한 후 건조하여 알루미나 도가니에서 900℃~950℃로 2시간 동안 하소하였다.

하소 후 10%의 PVA 수용액을 15% 첨가하여 조립화한 후 1 ton/cm²의 압력으로 성형하여 알루미나 플레이트 위에 시편을 놓고 알루미나 도가니뚜껑을 덮어 1070℃~1200℃에서 2시간 소결하였다. 소결체는 연마 후 lead-free용 Ag로 전극을 부착하고, 150℃의 실리콘 오일에서 외부전압을 7~10 kv/mm 20분간 인가하여 분극 처리를 하였다.

상(phase) 형성과 미세구조 관찰은 XRD(X-ray Diffraction meter) 회절 패턴과 SEM(Scanning Electron Microscope)등을 사용하였고, 임피던스 analyzer를 사용하여 공진-반공진 법으로 전기기계 결합계수(Kt)와 기계적 품질계수(Qm), 유전율 등을 측정하였다. 유전상수의 온도의존성은 Agilent 4284A LCR meter와 고온용 Tc 챔버를 이용하여 측정하였다.

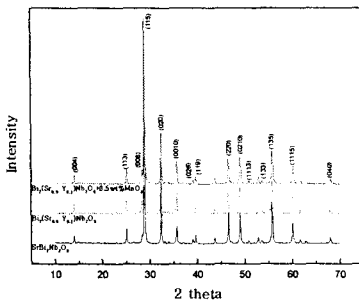
3. 결과 및 고찰

그림 1은 조성에 따른 소결밀도를 나타내었다. 조성에 상관없이 온도가 1100℃일 때 모든 조성에서 높은 밀도를 보였으며, 소결밀도는 유사하였다.



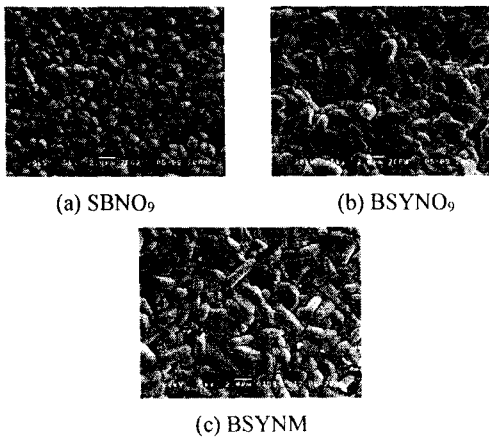
<그림1. 조성에 따른 소결밀도>

그림2는 1100°C에서 소결 후 측정된 XRD 패턴이다. SBN에 Y₂O₃과 MnO₂의 첨가와 상관없이 2차상이 나타나지 않았으므로 상 합성이 잘 되었다.



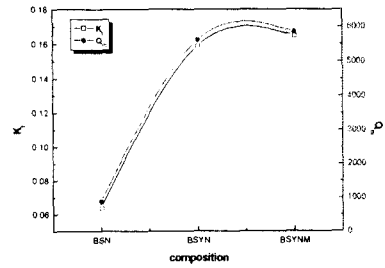
<그림 2. 조성에 따른 XRD 회절 패턴>

그림3은 1100°C에서 소결한 조성에 따른 미세구조 사진이다. (a)의 grain size는 약 0.5~1μm로 나타났으며, (b)의 grain size는 약 1~2μm 정도였으며, (c)의 경우 0.5wt% MnO₂를 첨가했을 때 grain growth를 일으켜 grain size는 3~4μm 정도였다. MnO₂가 첨가 될 경우 산소 공공이 산소 확산속도를 증가시켰기 때문으로 생각 된다.⁽³⁾



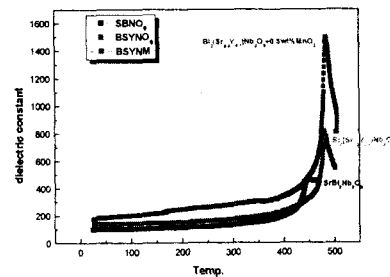
<그림3. 조성에 따른 미세구조>

그림4에 조성에 따른 전기기계 결합계수와 기계적 품질계수를 나타내었다. SrBi₂Nb₂O₉의 전기기계 결합계수(Kt)는 0.07정도였으며, Y₂O₃를 첨가했을 때 (Kt)는 0.16이었고, MnO₂를 첨가했을 때 (Kt)는 0.17이었으며, SrBi₂Nb₂O₉의 기계적 품질계수는 1000정도였고, 반면 Y₂O₃와 MnO₂를 첨가하였을 때 기계적 품질계수는 각각 5000과 6000으로 증가하였다.



<그림4. 조성에 따른 전기기계 결합계수와 기계적 품질계수>

그림5에 온도에 따른 유전율을 측정하였다. SrBi₂Nb₂O₉의 유전율은 500정도였으나, Y₂O₃와 MnO₂를 첨가했을 경우 유전율은 각각 900과 1500으로 증가하였다.



<그림5. 고온에서의 유전율 변화>

4. 결론

본 연구에서는 SrBi₂Nb₂O₉에 Y₂O₃와 MnO₂를 첨가했을 때 유전율과 전기기계 결합계수(Kt)와 기계적 품질계수(Qm) 모두 증가하였다.

참고문헌

- [1]. Journal of the European Ceramics Society 25 (2005) 2723
- [2]. Xiaofeng Du and I-Wei Chen : J. Am. Ceram. Soc. 81 (1998) 3265
- [3] Journal of the Korean Ceramic Society Vol.32 , No.3 (1995) 378