

BaTiO₃계 후막의 유전특성

노현지¹, 이성갑^{1*}, 배선기²

¹경상대학교, ²인천대학교

Dielectric properties of BaTiO₃ system thick films

Hyun-Ji Noh¹, Sung-Gap Lee^{1*}, Seon-Gi Bae²

¹Gyeongsang National Univ., ²Incheon Univ.

Abstract : 페로브스카이트 구조의 (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 분말에 Y₂O₃ 불순물을 첨가하여 첨가량에 따른 영향을 연구하였다. 시편의 제작은 Screen-printing을 이용하여 후막으로 제작하였으며, 구조적인 특성과 함께 유전적 특성을 관찰하였다. XRD 회절 분석을 통하여 Y₂O₃가 첨가된 모든 시편에서 전형적인 페로브스카이트 구조를 나타내는 것을 알 수 있었다. 시편의 미세구조를 관찰한 결과 grain size는 Y₂O₃ 첨가량이 증가 할수록 감소하였으며, 기공은 증가하는 것을 알 수 있었다. 후막의 두께는 Y₂O₃ 첨가량에 영향을 받지 않았으며 평균 두께는 60 μm이었다. 유전상수는 Y₂O₃ 첨가량에 따라 감소하였으며, 유전손실은 모든 시편에서 1%이하의 양호한 값을 나타내었다.

1. 서 론

ABO₃ 구조의 페로브스카이트형 물질은 전자재료용 세라믹으로써 가장 일반적으로 알려져 있는 재료이다. 페로브스카이트 구조가 가지는 고유전 특성을 이용하여 커패시터, DRAMs, 압전 액추에이터, 적외선 검출기, 비선형 광학 소자 등에 응용되고 있다[1].

특히 강유전성의 BaTiO₃ 세라믹은 다양하고 우수한 전기적 특성을 활용하여 적층형 세라믹 커패시터, PTC 서미스터, 압전 변환재료, 비냉각 적외선 검출소자, 가변 공진기 등의 다양한 분야에 응용되는 재료이다[2].

한편, 유전 특성과 결정립 크기의 영향에 대한 많은 연구가 진행되고 있으며, 결정립의 크기는 실험 조건과 합성 방법 등에 따라 영향을 받기가 쉽다. BaTiO₃의 유전특성에 관하여 fine-grained 다결정 세라믹이 단결정보다 높은 유전 상수를 가진다는 보고가 있다[3]. 본 연구에서는 BaTiO₃의 Ba²⁺ 이온자리에 Sr²⁺ 이온과 Ca²⁺이온을 치환시킨 (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 분말에 불순물 Y₂O₃의 양을 변화하여 첨가하고 그에 따른 구조적 특성과 전기적 특성을 연구하였다.

2. 실험

(Ba_{0.57}Sr_{0.336}Ca_{0.10})TiO₃ (이하 BSCT(57/33/10))분말과 (Ba_{0.54}Sr_{0.36}Ca_{0.10})TiO₃ (이하 BSCT(54/36/10))분말을 sol-gel 법에 따라 합성하였다. Ba acetate, Sr acetate, Ca acetate 와 acetic acid (CH₃COOH) 를 117 °C 에서 교반하여 수분을 제거하고 완전 용해시킨다. 60 °C까지 냉각후 2-methoxyethanol 에 Ti iso- propoxide를 용해시킨 용액을 상기 용액에 첨가하여 2시간동안 교반한다. 안정화와 가수 분해를 위하여 교반된 H₂O와 2-methoxyethanol 혼합액을 상기 용액에 첨가한다. Gel

화 된 상태의 BSCT 용액을 건조시키고 분쇄하여 알루미늄이나 도가니에 담고 800 °C에서 하소하였다. 하소 된 분말에 Acceptor로서 0.1 mol%의 MnCO₃ 를 첨가하고 ethyl alcohol에 넣어 24시간 불밀 하였다. 불밀 된 분말을 건조하여 분쇄하고 lanthan 계열의 Y₂O₃ 를 Donor로서 각각 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 mol% 첨가하여 organic vehicle 과 함께 무거품 혼합기에서 혼합하여 페이스트를 준비하였다. Pt 하부 전극을 도포한 알루미늄 기판에 준비된 페이스트를 screen-printing한다. 1420 °C에서 2시간동안 소결하여 후막을 제작하였다. 소결을 마친 시편에 상부전극으로 Ag 페이스트를 도포하여 유전적 특성을 측정하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1은 소결 후의 BSCT 후막의 조성비에 따른 X-ray 회절 패턴을 분석한 결과이다. 모든 후막에서 다결정성의 회절패턴을 나타내었으며, 결정상은 전형적인 입방정계의 페로브스카이트 구조를 형성하였음을 알 수 있다.

그림 2는 BSCT(57/33/10)과 BSCT(54/36/10)의 Y₂O₃첨가량에 따른 후막의 표면 미세 구조를 나타낸 그림이다. 우선 기공의 분포를 살펴보면 BSCT(57/33/10) 기공이 적고 더욱 치밀한 것을 알 수 있었다. 그리고 Y₂O₃ 첨가량에 따라 기공의 분포가 증가하는 것을 알 수 있었다. 모든 시편이 같은 소결온도를 거친 것으로 볼 때, 불순물의 첨가가 세라믹 소결체의 grain과 기공의 형성에 영향을 준 것으로 판단된다. BSCT(57/33/10) Y₂O₃ 0.1 mol% 첨가한 시편이 가장 치밀한 구조를 보였다.

그림 3은 BSCT 후막의 Y₂O₃ 첨가량에 따른 유전 상수를 나타낸 그래프이다. 그래프에서 BSCT(57/33/10) 후막의 유전상수가 BSCT(54/36/10) 보다 큰 것을 알 수 있다. 이것은 미세구조의 기공율의 증가와 관련이 있는 것으로 판단된다. 또 한 Y₂O₃의 첨가량이 증가할수록 유전상수는

감소하는 것을 알 수 있는데, 이것은 기공의 증가와 함께 grain size의 감소에 기인하는 것으로 사료된다.

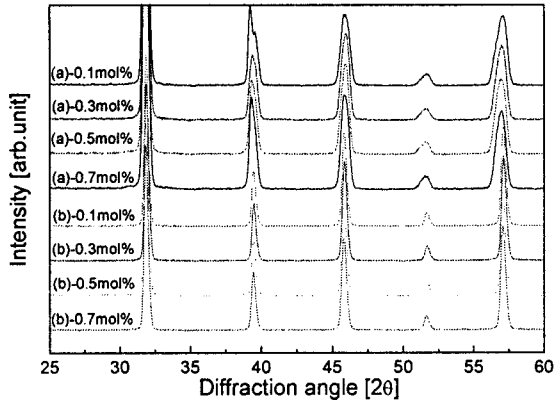


그림 1. BSCT 후막의 Y_2O_3 첨가량에 따른 X-ray 회절 분석. (a)BSCT(57/33/10), (b)BSCT(54/36/10).

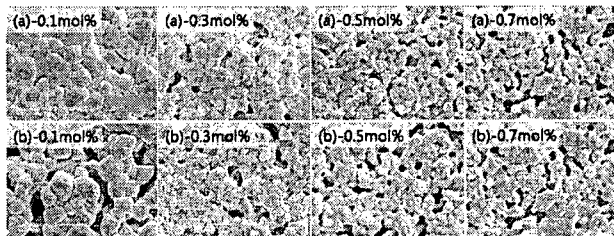


그림 2. BSCT 후막의 Y_2O_3 첨가량에 따른 SEM 미세구조. (a)BSCT(57/33/10), (b)BSCT(54/36/10).

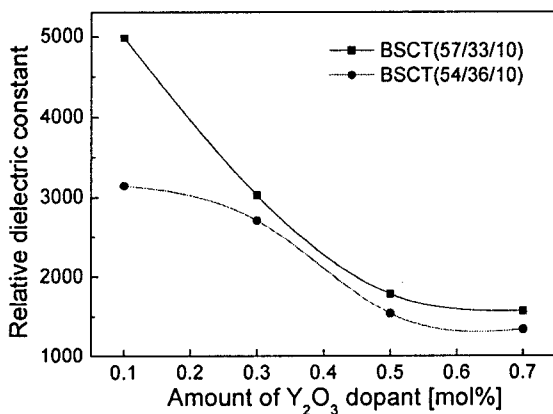


그림 3. Y_2O_3 첨가량에 따른 BSCT 후막의 유전상수 변화.

그림 4는 BSCT 후막의 Y_2O_3 불순물 첨가량에 따른 유전손실을 나타낸 그래프이다. BSCT(54/36/10) 후막이 대체로 BSCT(57/33/10)의 후막 보다 낮은 값을 나타내었으며, 모든 후막이 1% 이하의 양호한 유전손실을 나타내었다.

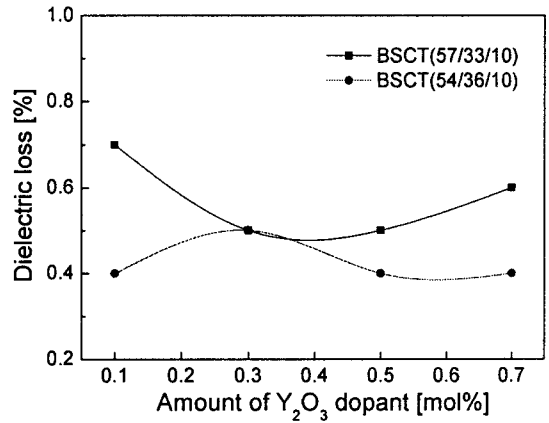


그림 4. Y_2O_3 첨가량에 따른 BSCT 후막의 유전손실 변화.

4. 결론

본 연구에서는 sol-gel 법으로 BSCT 분말을 제작하고 Ba,Sr,Ca 의 조성비에 따른 특성과 Y_2O_3 불순물 첨가량에 따른 특성을 관찰하였다.

Y_2O_3 의 첨가에 따른 모든 BSCT 후막은 페로브스카이트 구조를 나타내었다. SEM을 이용한 미세구조 관찰에서 BSCT(57/33/10) Y_2O_3 0.1 mol% 를 첨가한 후막 시편의 표면이 가장 균일하고 치밀함을 보였다. 유전 특성 관찰에서는 BSCT(57/33/10) 후막의 유전 상수 값이 BSCT(54/36/10) 보다 높게 나왔으며, 미세구조에서 가장 치밀함을 보인 BSCT(57/33/10) Y_2O_3 0.1 mol% 의 시편이 가장 우수한 유전상수 값을 나타내었다. 유전손실은 모든 후막 시편에서 1% 이하의 양호한 값을 나타내었다.

감사의 글

This work has been supported by KESRI (R-2005-7-094) which is funded by MOCIE (Ministry of commerce, industry and energy). Ms. Noh is grateful to the second stage of BK 21 program for supporting a fellowship.

참고 문헌

- [1] P. C. Joshi and M. W. Cole, "Mg-doped $Ba_{0.6}Sr_{0.4}TiO_3$ thin films for tunable microwave applications", Appl. Phys. Lett., Vol. 77, p. 289, 2000.
- [2] L. C. Sengupta, U. S. Patent, Vol. 5, p. 486, 1996.
- [3] A. J. Bell, Proc. of the 11th IEEE Int. Symp. On Application of Ferroelectrics, p. 14, 1995.