

적외선 감지 소자를 위한 BaTiO₃계 어레이 후막의 구조 및 전기적 특성

노현지¹, 남성필¹, 이성갑¹, 김대영¹, 배선기², 이영희³

¹경상대학교, ²인천대학교, ³광운대학교

Structure and electrical Properties of BaTiO₃ System Array Thick Films for Infrared Detector Device

Hyun-ji Noh¹, Sung-pill Nam¹, Sung-gap Lee¹, Seon-Gi Bae², Young-hie Lee³

¹Gyeongsang Nat'l Univ., ²Incheon Univ., ³Kwangwoon Univ.

Abstract : (Ba_{0.6}Sr_{0.3}Ca_{0.1})TiO₃ powders, which were prepared by sol-gel method using a solution of Ba-acetate, Sr-acetate and Ca-acetate and Ti iso-propoxide. (Ba_{0.60}Sr_{0.30}Ca_{0.10})TiO₃ array thick films doped with 0.1 mol% MnCO₃ and Yb₂O₃ (0.1~0.7 mol%) were fabricated by the screen printing method on the alumina substrate. And the structural and electrical properties as a function of Yb₂O₃ amount were investigated. The thickness of all (Ba,Sr,Ca)TiO₃ thick films was approximately 60nm. The Curie temperature of doped with 0.1 mol% Yb₂O₃ specimen was 45°C, and the dielectric constant at this temperature was 1062.

1. 서론

적외선 검출기는 반도체재료를 이용한 양자형과 강유전체 세라믹을 이용한 초전형으로 분류할 수 있다. 양자형 적외선 센서는 감도 특성과 응답속도가 매우 빨라 군사용과 의학용으로 이용되고 있으나 감도의 파장 의존성과 고가격, 센서 자체의 냉각 등의 단점을 가지고 있다. 이에 대해 온도변화에 대한 자발분극의 변화를 검출하는 초전형 적외선 검출기는 감도 및 응답속도가 양자형에 비해 다소 떨어지지만 실온에서 동작이 가능하고 감도의 파장 의존성이 없으며 가격이 저렴하고 조작성이 간편한 장점을 가지고 있다. 또한 발광소자가 필요 없이 온도를 갖는 모든 물체를 검지할 수 있고, 높은 신뢰성과 저자극화, 저잡음 및 전원전압을 필요로 하지 않는다는 특징을 가지고 있어 사무자동화와 home automation의 분야에서부터 산업용, 의료용, 군사용, 우주용에 이르기까지 그 활용범위가 확산되어 가고 있다.

본 연구에서는 BaTiO₃ 세라믹의 온도에 따른 전기적 특성의 안정성을 얻기 위해 Ba²⁺ 이온에 대해 Sr³⁺와 Ca³⁺ 이온을 치환하여 상전이온도를 상온부근으로 낮추었다. 다양한 전자기적 소자의 응용을 위해 스크린 프린팅법을 이용하여 array 패턴의 후막을 제작하고 구조적 특성과 전기적 특성을 측정하였다.

2. 실험

본 연구에서 BaTiO₃ 세라믹의 상전이 온도를 실온 부근으로 낮추기 위해 Ba 이온에 대해 Sr과 Ca 이온을 고용시킨 (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 분말을 sol-gel 법으로 제작하였다. Ba,Sr,Ca의 조성비는 몰비로써 60/30/10의 비율로 합성하였다. Ba acetate, Sr acetate, Ca acetate 와 acetic acid (CH₃COOH)를 115°C에서 교반하여 수분을

제거하고 완전 용해시켰다. 그 후, 반응조의 온도를 60°C 까지 냉각하고, 2-methoxyethanol 에 Ti iso-propoxide 를 용해시킨 용액을 처음의 용액에 첨가하여 60°C에서 2 시간동안 교반하였다. 안정화와 가수 분해를 위해 미리 교반된 H₂O와 2-methoxyethanol 혼합액을 상기 용액에 첨가하였다. Gel화 된 상태의 (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 분말을 건조시키고 분쇄하여 알루미늄이나 도가니에 담고 800°C에서 2 시간 30분 하소하였다. 하소한 분말에 엑셉터로 MnCO₃ 를 첨가하고 도너 불순물로 Yb₂O₃ 를 0.1~0.7 mol% 첨가하여 organic vehicle 과 함께 혼합탈포기로 혼합하여 페이스트를 준비하였다. 알루미늄 기판에 준비된 페이스트를 2x8 배열의 array 구조로 screen-printing 한 후, 1420°C에서 2시간동안 소결하여 후막을 제작하여 구조 및 전기적인 특성을 관찰하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1은 (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 어레이 구조 후막의 XRD를 분석한 결과 그래프이다. Yb₂O₃가 첨가된 모든 시편에서 전형적인 페로브스카이트 구조를 나타내는 것을 알 수 있었다.

그림 2는 (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 후막의 표면 미세구조를 관찰한 것이다. 평균 결정립의 크기는 Yb₂O₃첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 0.1 mol%에서 0.7 mol%까지 첨가량을 변화하였을 때 평균 결정립의 크기는 1.5µm에서 0.8µm으로 감소하였다.

그림 3은 Yb₂O₃를 첨가한 (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 어레이 후막의 온도변화에 따른 유전특성을 측정한 결과를 나타내는 것이다. 불순물의 첨가량이 증가함에 따라 상전이 온도인 큐리온도는 저온측으로 이동하였으며, 큐리온도에서의 유전상수도 감소하는 특성을 나타내었다. 이는 미세구조에서 고찰한 바와 같이 불순물의 첨가량이 증가할수록 강유전성 고유전율상인 결정립의 크기가 감소함에 따라 상대적으로 저유전율의 상유전상인 결정입계상의 체적비가 증

가하였기 때문인 것으로 사료된다. Yb_2O_3 가 0.1mol% 첨가된 어레이 후막 구조는 45°C에서의 유전상수는 1062의 매우 우수한 특성을 나타내었다.

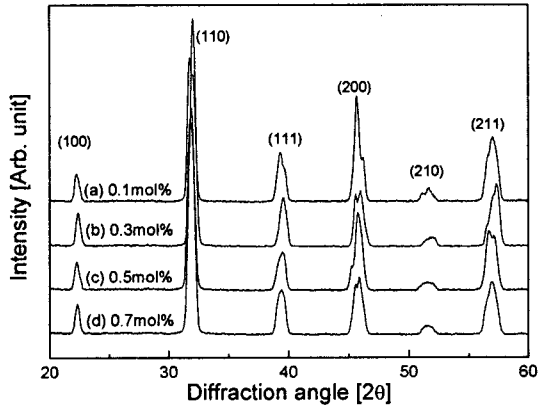


그림 1. (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 어레이 후막의 Yb₂O₃ 첨가에 따른 XRD 회절 패턴.

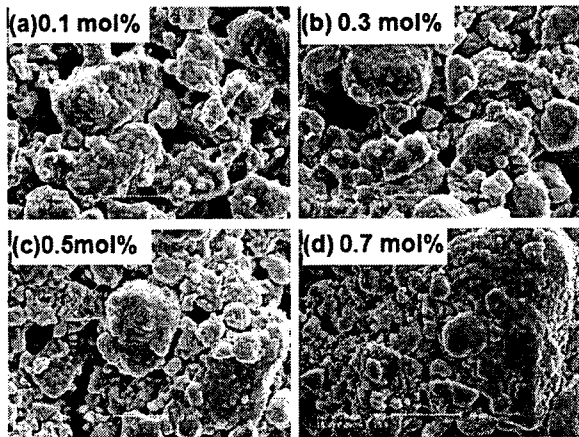


그림 2. (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 어레이 후막의 Yb₂O₃ 첨가에 따른 SEM 표면 미세구조.

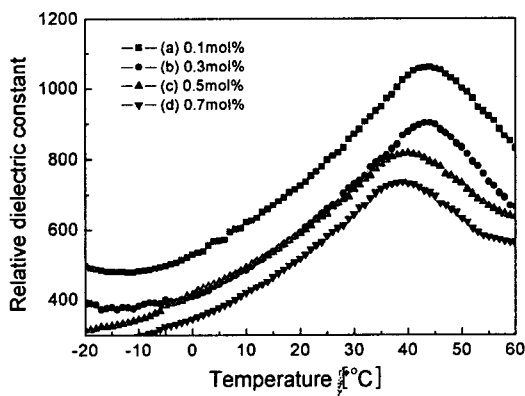


그림 3. (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 어레이 후막의 온도변화에 따른 유전상수.

그림 4는 Yb_2O_3 0.1 mol%첨가한 2×8 어레이 구조의 후막에 열원이 차례로 이동할 때의 유전율의 변화를 관찰하여 나타낸 유전상수 그래프이다. 열원이 A에서 B로 이동할 때에 유전상수가 확연하게 변화하는 것을 알 수 있었다.

4. 결론

Sol-gel 방법을 이용하여 제작한 (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 분말에 Yb_2O_3 를 첨가하여 첨가량에 따른 구조적, 전기적 특성을 관찰하였다. 1420°C에서 소결한 모든 시편에서 페로브스카이트상이 형성된 것을 관찰할 수 있었으며 결정립의 크기는 Yb_2O_3 0.1에서 0.7 mol% 감소할 때 평균 0.7μm 만큼 감소하였다.

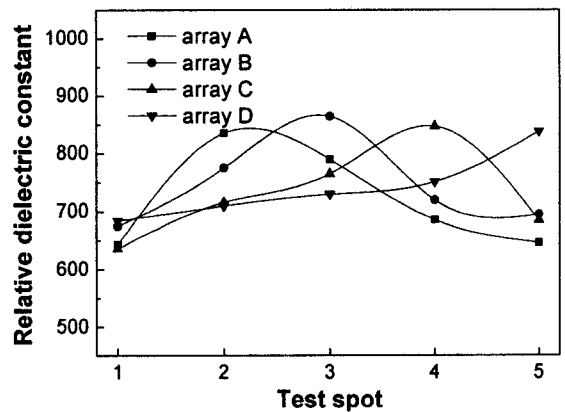


그림 4. 열원의 이동에 따른 Yb₂O₃ 0.1 mol%첨가된 (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 어레이 후막의 유전상수.

큐리온도는 Yb_2O_3 0.1 mol%일 때 45°C에서 나타났으며 이 때의 유전상수는 1062 이었다. 열원의 이동이 이동하면 유전율도 함께 변화하는 것을 알 수 있었으며, 적외선 센서는 미소한 열신호의 변화를 감지하여야 하는데, 제작한 (Ba,Sr,Ca)TiO₃ 어레이 후막 구조에서도 그것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

This work has been supported by KESRI (R-2005-7-094) which is funded by MOCIE (Ministry of commerce, industry and energy).

참고 문헌

- [1] S. S. Kim, J. K. Chung, I. S. Kim, J. S. Song, C. J. Kim and W. J. Kim, "Dielectric properties of ferroelectric (Ba_{0.6}Sr_{0.4})TiO₃ thick films prepared by tape-casting", J. Electroceram., Vol. 17, p. 451, 2006.
- [2] H. J. Noh, S. G. Lee and Y. H. Lee, "Pyroelectric properties of BSCT thick films for uncooled infrared detectors", J. Ceram. Proc. Res., Vol.17, No. 2, p. 172, 2008.