

Screen-printing법으로 제작한 BSCT 후막의 구조적 특성

The Structural properties of BSCT thick films fabricated by screen-printing method

허영식*, 이성갑*, 박상만*, 이영희**

(Young-sik Heo*, Sung-gap Lee*, Sang-man Park*, Young-hie Lee**)

Abstract

(Ba_{0.6-x}Sr_{0.4}Ca_x)TiO₃ (BSCT) (x=0.10, 0.15, 0.20) powders were prepared by the sol-gel method and BSCT thick films were fabricated by the screen-printing method. The structural properties as a function of the composition ratio were studied. As a result of the differential thermal analysis (DTA), exothermic peak was observed at around 860°C due to the formation of the polycrystalline perovskite phase. The BSCT thick films sintered at 1350°C for 2h showed the average grain size of 2~7 μm. The average thickness of BSCT thick films, obtained by 3 times of screen-printing, was approximately 85 μm.

Key Words : sol-gel method, composition ratio, differential thermal analysis, screen-printing, thick films

1. 서 론

지난 수십년 동안 강유전성 후막에 대한 연구는 microelectronic 그리고 micromechanical 분야로의 응용을 위해 광범위하게 진행되어 왔으며[1,2], 강유전성 박막의 우수한 유전성, 압전성 그리고 초전성을 이용하여 고주파 강유전성 SONAR 변환기, SAW 필터, 초전성 적외선 검출기, microelectro-mechanical system 소자, torque 센서 및 습도센서와 같은 다양한 전자기 소자로서 응용되어 왔다[3,4].

이러한 후막재료는 bulk 재료와 박막재료의 장점을 모두 가지고 있다[5]. 또한 후막 소자는 저전압과 고

주파 동작뿐만 아니라 반도체 집적회로에 적용가능하며, bulk 소자의 특성에 근접한 우수한 특성을 나타낸다. 따라서 최근에는 스크린 프린팅법을 이용하여 일반적으로 10~30 μm 정도의 두께를 가지는 후막을 제조하고 있으며[6,7], 스크린 프린팅법은 박막의 제작과 패턴형성이 동시에 진행되어 재료의 손실이 없으며, 높은 재현성과 제조단가가 저렴한 장점을 가진다. 그 외에도 tape casting과 evaporation/sputtering법 등이 사용되지만 제조공정이 복잡하고 많은 결함의 발생 그리고 고가의 장비와 많은 시간이 요구되는 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 sol-gel법을 이용하여 강유전성 (Ba, Sr, Ca)TiO₃ 분말을 제작한 후, 스크린 프린팅법으로 후막을 제작하였으며, 조성비와 소결조건에 따른 구조적 특성을 측정하여 전자기 소자로서의 응용가능성을 조사하였다.

* 서남대학교 전자전기공학부

전북 남원시 광치동 720

FAX : 063-620-0211

E-mail : lsgap@tiger.seonam.ac.kr

** 광운대학교 반도체 및 신소재공학과

2. 실험

본 연구에서는 상온에서 상유전상이며 낮은 유전손실 특성을 갖는 BaTiO₃계 시편을 얻기 위해 sol-gel 법을 이용하여 (Ba_{0.6-x}Sr_{0.4}Ca_x)TiO₃ (x=0.10, 0.15, 0.20) 조성의 분말을 합성하였다.

먼저 Ba-acetate, Sr-acetate, Ca-acetate 시료를 3-neck 플라스크를 이용하여 acetic acid에 완전 용해시킨 후, 2-MOE 용액에 2-MOE와 H₂O를 서서히 첨가하여 가수분해를 시킴에 따라 혼합용액은 점차 겔화되기 시작하였으며, 100°C의 오븐에서 7일간 충분히 건조시킨 후 재 분쇄하여 1100°C에서 2시간 동안 하소하였다. 하소된 분말은 알루미나 유발을 사용하여 분쇄한 후 #325 mesh로 체가름 하였다.

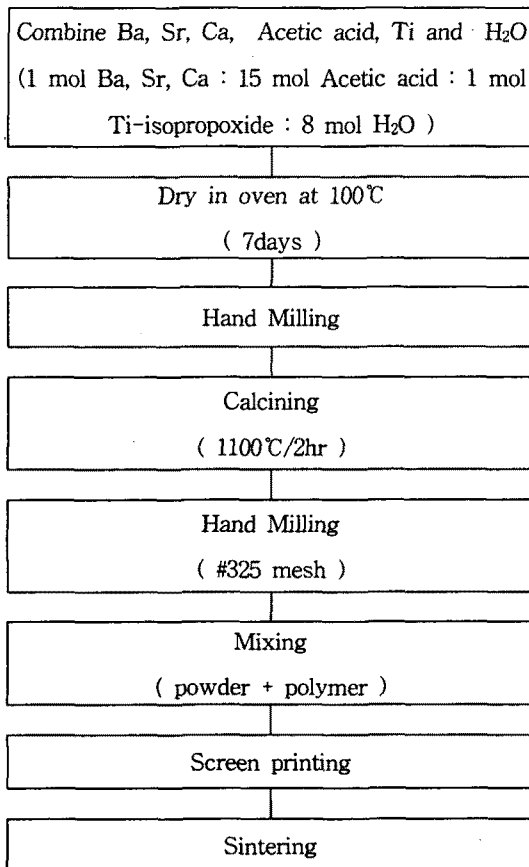


그림 1. BSCT 후막의 제조과정

Fig. 1. Flowchart for the preparation of BSCT thick films.

체가름한 분말은 polymer(Ferro. B75001)와 혼합하여, paste상으로 만든 후, Pt 하부전극을 형성시킨 알루미나 기판에 스크린 프린팅법을 이용하여 후막으로 제작하였다. 450°C에서 2시간 동안 burn-out 공정을 행한 후 1290~1380°C에서 2시간 동안 소결하였다. 이상의 제조과정을 그림 1에 나타내었다.

제작된 분말의 온도변화에 따른 물리적, 화학적 변화를 관찰하기 위해 DTA 열분석을 행하였으며, 조성 및 소결 온도에 따른 결정상의 형성과 변화를 관찰하기 위해 X-선 회절분석을 하였다. X-선 회절은 CuK α 1($\lambda=1.542\text{\AA}$)을 사용하였으며, 스텝 폭과 주사속도는 각각 0.02deg., 4deg./min으로 하였다. 전자현미경(SEM)을 이용하여, 시편의 표면과 단면의 미세구조를 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 1100°C에서 2시간 동안 하소한 BSCT(50/40/10) 분말의 DTA 분석 결과이다. 약 350°C 부근에서 큰 발열피크가 발생하였으며, 이는 하소 후 불-밀 과정 중 혼입된 유기물의 연소에 의한 것이며, 약 860°C 부근에서 작은 발열피크는 BSCT상의 형성에 기인한 것으로 사료된다[8].

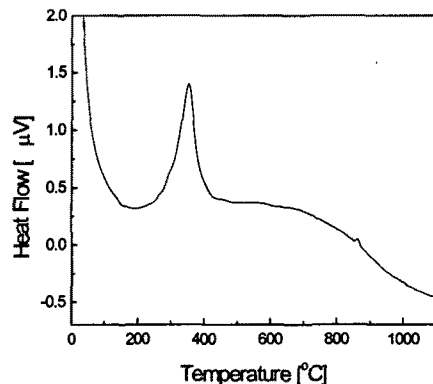


그림 2. BSCT 분말의 DTA 분석 (하소)

Fig. 2. DTA analysis of BSCT powder. (calcined)

그림 3은 하소된 BSCT 분말과 1350°C에서 2시간 동안 소결한 BSCT 후막의 X-선 회절분석을 한 결과이다. 그림 2의 DTA 분석에서 고찰한바와 같이 BSCT상의 형성은 약 860°C 부근에서 발생하며, 본 연구에서의 하소온도는 1100°C이다. 따라서 하소된

분말과 소결된 시편에서 완전한 BSCT상의 형성이 이루어졌음을 관찰할 수 있었으며, BSCT 후막의 경우에는 알루미늄 기판의 피크가 검출되었다.

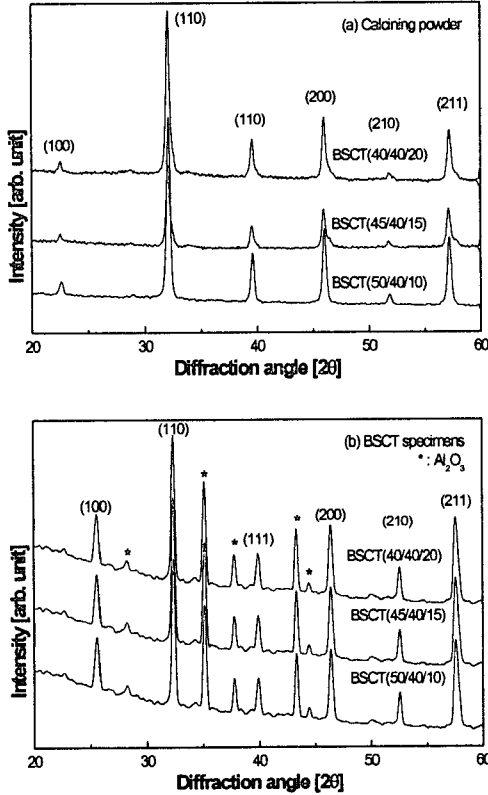


그림 3. BSCT 시편의 X-선 회절모양 : (a) 하소한 분말, (b) 알루미늄 기판상에서 소결한 후막

Fig 3. X-ray diffraction patterns of BSCT specimens : (a) Calcined powder, (b) thick films sintered onto alumina substrate.

그림 4는 1350℃에서 2시간동안 소결한 BSCT 후막의 표면 및 단면의 미세구조를 관찰한 결과이다. 평균 결정립의 크기는 BSCT 시편의 조성비 변화에 대한 의존성을 나타내지 않았으며, 약 2~7μm의 크기를 나타내었다.

일반적으로 모든 시편에서 많은 기공들이 관찰되었으며, 미세한 결정립과 거대한 결정립이 혼재되어 분포된 미세구조를 나타내었다. BSCT 후막의 전기적 특성 측정 시 단락 현상을 방지하기 위해 3번

screen-printing 하였으며, 이때 후막의 평균 두께는 약 85μm이었다.

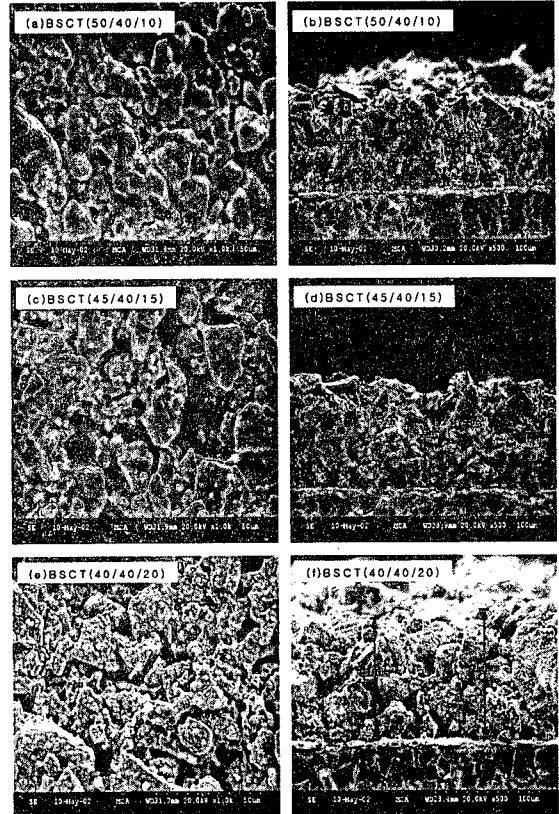


그림 4. BSCT 후막의 미세구조 :

- (a)BSCT(50/40/10)표면, (b)BSCT(50/40/10)단면,
- (c)BSCT(45/40/15)표면, (d)BSCT(45/40/15)단면,
- (e)BSCT(40/40/20)표면, (f)BSCT(40/40/20)단면

Fig. 4. Micro-structure of BSCT thick films :

- (a) BSCT(50/40/10) surface,
- (b) BSCT(50/40/10) cross-section,
- (c) BSCT(45/40/15) surface,
- (d) BSCT(45/40/15) cross-section,
- (e) BSCT(40/40/20) surface,
- (f) BSCT(40/40/20) cross-section.

4. 결론

본 연구에서는 sol-gel법을 이용하여 (Ba_{0.6-x}Sr_{0.4}Ca_x)TiO₃ (x=0.10, 0.15, 0.20) 분말을 제조한 후, 스크린 프린팅법으로 후막을 제작하였으며, 조성비에 따른 구조적 특성을 관찰하였다. 본 연구에서 선택한 조성의 BSCT 재료는 약 860℃ 부근에서 ABO₃ 페로

브스카이트상이 형성되는 것으로 관찰되었으며, 135 0°C에서 소결한 후막의 X-선 회절분석 결과 BSCF 결정상과 하부 기판의 Al₂O₃ 피크가 관찰되었다.

28, No. 9, 1990

- [8] 임성수, 한명수, 김태훈, 정민석, 한석룡, 이성갑, 이영희, "산화물 혼합법과 Sol-Gel법으로 제작된 (Ba,Sr)TiO₃ ceramics의 유전 및 초전특성", 새물리, vol.41, pp210~216, 2000.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (2000-1-30200-016-2) 지원으로 수행되었음

참고 문헌

- [1] M.E. Bialkowski and N.C. Karmakar, "A Two-Ring Circuit Phased-Array Antenna for Mobile Satellite Communications" IEEE Antennas Propag., Vol. 41, pp. 14-23, 1999.
- [2] Tomoaki Futakuchi, Yoshinari Matsui and Masatoshi Adachi, "Preparation of PbZrO₃-PbTiO₃-Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃ Thick Films by Screen Printing", Jpn. J. Appl. Phys. Vol.38(1999) 5528-5530
- [3] G. W. Dietz, M. Schumacher, R. Waser, S. K. Streiffer, C. Basceri, C. Basceri, and A. I. Kingon, "Leakge Currents in Ba_{0.7}Sr_{0.3}TiO₃ Thin Films for Ultrahigh Density Dynamic Random Access Memories", J. Appl. Phys., 82 [5] 2359-64
- [4] R. W. Whatmore, P. C. Osbond, and N. M. Shorrocks, "Ferroelectric Materials for Thermal IR Detctors", 76, 351-67 (1987)
- [5] Yongbae Jeon, Dong Goo Kim, Kwangsoo No, Seong-Jin Kim and Jaewoo Chung, "Residual Stress Analysis of Pt Bottom Electrodes on ZrO₂/SiO₂/Si and SiO₂/Si Substrates for Pb(ZrTi)O₃ Thick Films", Jpn. J. Appl. Phys. Vol.39 (2000) 2705-2709
- [6] Tomoaki Futakuchi, Yoshinari Matsui and Mastoshi Adachi, "Preparation of 0.92PbZrO₃-0.03PbTiO₃-0.05Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O₃ Pyroelectric Thick Films by Screen Printing", Jpn. j. Appl. Phys Vol. 37 pp. 5158-5161, 1998
- [7] Ho-Jung Chang, Yasuhiro Watanabe, Yukata Doshira, Kenji shimizu, Ryoza Akihama and Jin-Tae Song, "Preparation of YBa₂Cu₃O_{7-x}/Ag Superconduction Composite Thick Films by the Screen Printing Method", 대한금속학회지, Vol.