

코팅 조건에 따른 BST 박막의 표면 이미지 특성

The Surface Image Properties of BST Thin Film by Depositing Conditions

홍경진*, 기현철**, 오수홍***, 조재철****

(Kyung Jin Hong*, Hyun Cheol Ki**, Soo Hong Ooh***, Jae Cheol Cho****)

Abstract

The optical memory devices of BST thin films to composite (Ba_{0.7} Sr_{0.3})TiO₃ using sol-gel method were fabricated by changing of the depositing layer number on Pt/Ti/SiO₂/Si substrate. The structural properties of optical memory devices to be ferroelectric was investigated by fractal analysis and 3-dimension image processing. The thickness of BST thin films at each coating numbers 3, 4 and 5 times was 2500[Å], 3500[Å] and 3800[Å]. BST thin films exhibited the most pronounced grain growth. The surface morphology image was roughness with coating numbers. The thin films increasing with coating numbers shows a more textured and complex configuration.

Key Words : optical memory devices(광메모리소자), sol-gel method(졸-겔 법), ferroelectric(강유전체), depositing layer number(증착 층수), fractal analysis(프랙탈분석), 3-dimension image processing(3차원 영상처리)

1. 서 론

강유전체 박막소자는 비휘발성 메모리 특성으로 광을 이용한 정보의 특성을 저장하는 광메모리 소자로 이용할 수 있으며 기판의 종류, 기판온도 설정, 증착 속도 등의 조건에 의해서 전기적으로 다양한 특성을 갖는다.

강유전체(FE) 특성을 갖는 BST는 높은 유전율과

낮은 유전손을 가지며, Sr의 조성비에 따라 메모리 소자의 동작온도 범위에서 상유전체로 존재하여 잔류분극의 크기를 조절할 수 있다.[1] 이러한 특성을 갖으면서 광메모리 소자로 이용될 수 있는 BST는 분극이 반전할 때의 피로특성을 개선할 수 있으며, 고주파와 온도에 따른 유전특성 및 절연특성이 우수하여 2~3[GHz]의 높은 주파수 영역에서도 높은 유전율을 유지할 수 있으므로 광메모리 소자의 특성을 만족하는 커패시터로 사용이 가능하다.[2]

광메모리 소자로 이용될 수 있는 BST 박막의 제조 방법은 RF magnetron sputtering, Laser ablation, Multi Ion Beam Reactive Sputtering, Metal Organic Chemical Vapor Deposition, Sol-Gel 등과 같이 다양한 방법으로 연구되고 있다.[3,4,5]

본 연구에서는 광메모리 소자로 이용할 수 있는 박막 표면의 구조적 특성을 고찰하기 위하여 (Ba_x Sr_{1-x})TiO₃ 용액을 Sol-Gel법으로 제조하고 Pt/Ti/SiO₂/Si의 기판에 회전 코팅법으로 증착 후

* 광주대학교 컴퓨터전자통신공학부
(광주광역시 진월동 광주대학교)
** 전남대학교 전기공학과
(광주광역시 용봉동 전남대학교)
*** 광주기능대학
(광주광역시 용봉동 광주기능대학)
**** 초당대학교 전자공학과
(전남무안군 무안읍 초당대학교)

를 변화시켜 박막 커패시터를 제조하였으며, 제조된 박막의 표면은 SEM 촬영하여 박막 표면의 특성을 프랙탈 현상을 이용하여 정성적인 정보 및 3D영상으로 표현하여 분석하였다.

2. 실험 및 방법

BST 박막 소자는 Ba과 Sr은 조성비율에 따라 각각 0.7[mol]과 0.3[mol]을 Acetate Acid에 용해시켰다. TiO₂는 diisopropoxide를 이용하여 공기 중에서 acetylacetonate에 용해되는 TiO₂를 사용하였다.

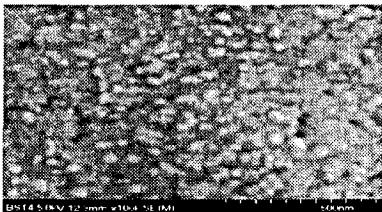
혼합할 각 용액은 pH2~3으로 점도를 조정하기 위하여 Isopropyl Alcohol을 첨가하여 코팅 용액을 만들었다.

제조된 용액은 Pt/Ti/SiO₂/Si 기판 위에 4000[rpm] 30초간 spin-coating하여 750[°C] 1[hr]동안에서 열처리하였다. 이러한 과정을 3회~5회 걸쳐 코팅하였으며, 코팅된 박막은 700[°C]에서 30분 열처리 하여 광메모리 소자용 BST 박막 커패시터를 제조하였다.

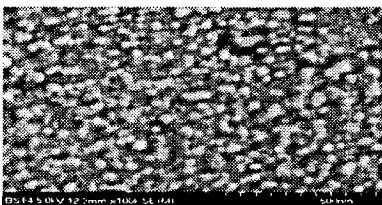
광메모리 소자를 제작하기 위해 Pt/Ti/SiO₂/Si 기판 위에 sol-gel 용액을 코팅한 횟수는 3회, 4회 및 5회로서 BST3, BST4 및 BST5로서 시료를 명명하였다.

광메모리 소자용 BST 박막의 표면 미세 구조와 박막과 코팅 상태는 SEM 측정 장치를 사용하였다. 또한, 박막 표면의 정량적인 분석과 표면 특성을 고찰하기 위하여 프랙탈 분석과 영상처리를 하였다.

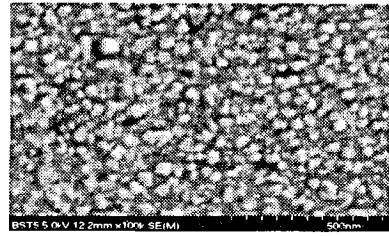
3. 결과 및 검토



(a) BST3



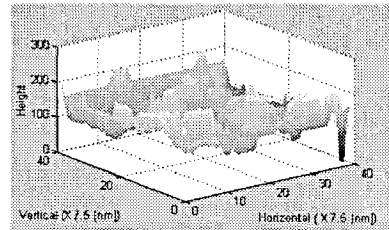
(b) BST4



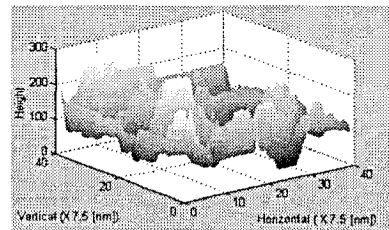
(c) BST5

Fig.1. Surface SEM photograph of BST thin films.

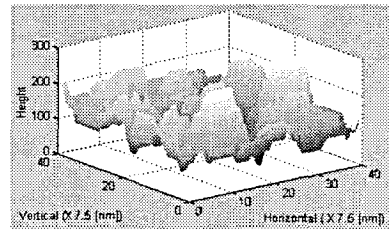
그림 1은 광메모리 소자용 BST 박막 커패시터 표면이다. 그림에서 BST 박막의 입자는 균일하게 성장하여 형성되었다. 광메모리 소자용 BST 박막 커패시터의 입자 크기는 40~50[nm]정도이었다.



(a) BST3



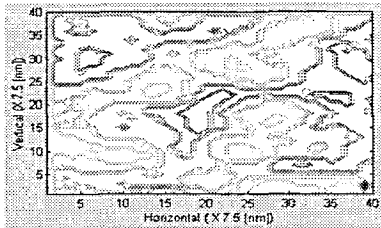
(b) BST4



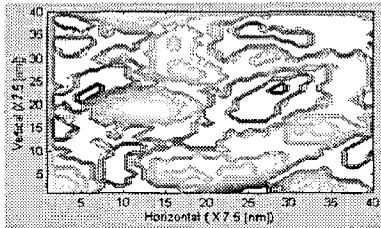
(c) BST5

Fig.2. Surface 3D image of BST thin films.

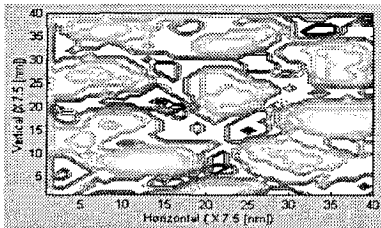
그림2는 표면의 코팅 정도를 정량화하기 위해 SEM에서 얻어진 이미지를 영상화 한 것이다. Ba와 Sr의 몰비가 7:3인 BST3의 박막이 가장 균일하게 증착되었다. BST3의 조성비를 기본으로하여 코팅 회수를 증가시킬수록 박막의 표면은 불규칙하게 증착되었다.



(a) BST3



(b) BST4



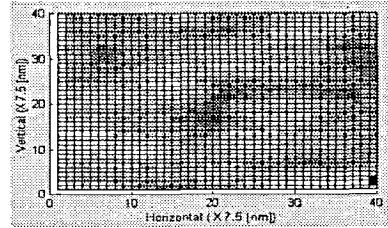
(c) BST5

Fig.3. Contour plot of surface morphology.

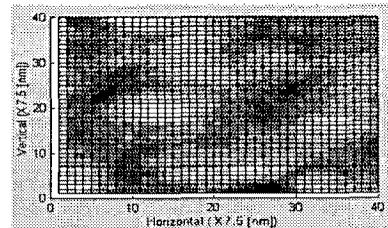
그림3은 광메모리 소자용 BST 박막 표면의 등고선 표현이다. 코팅 회수가 증가할수록 등고선의 경사가 급하여 표면이 불규칙하게 증착되었음을 알 수 있다. 그림에서 등고선의 밀집도가 높을수록 표면은 요철이 심하게 되기 때문에 전기적 특성에 영향을 줄 것으로 사료된다.

그림4는 광메모리 소자용 BST 박막의 표면을 256 색상으로 나타낸 칼라(color) 지도(map)이다. 검은색으로 나타난 부분은 표면의 거칠기가 크고 입자간

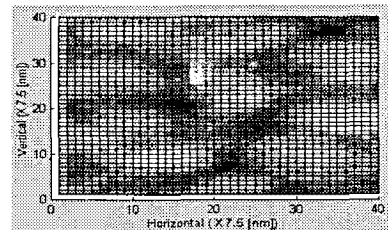
의 경사도가 급하게 되는 것을 의미한다. 그림에서 코팅회수가 증가할수록 검은색의 영역이 증가하여 표면의 균일도가 저하되었다.



(a) BST3



(b) BST4



(c) BST5

Fig.4. Color map of surface morphology of BST thin film images(300×300 nm surface plots).

그림5는 BST 박막의 표면을 2진화 하여 표면을 정성적으로 나타낸 프랙탈 분석과 입자간의 균일도이다. 그림에서 코팅회수가 증가할수록 프랙탈 차원은 감소하여 표면의 특성이 불규칙하게 형성되었다.

4. 결 론

광메모리 소자로 이용될수 있는 고유전율 ($Ba_x Sr_{1-x}$)TiO₃ 박막 커패시터 소자의 코팅횟수 변화에 따른 구조 및 전기적 특성을 고찰한 결과 다

음과 같은 결론을 얻었다.

BST 박막 커패시터의 입자는 균일하게 성장하여 형성되었으며 입자 크기는 40~50[nm]정도이었다. 코팅 회수가 증가할수록 입자간 경사가 급하여 표면이 불규칙하게 증착 되었다. 또한 표면의 균일도를 나타내는 프랙탈 차원은 3회 코팅한 BST의 경우 1.86으로 가장 표면 특성이 양호하였다.

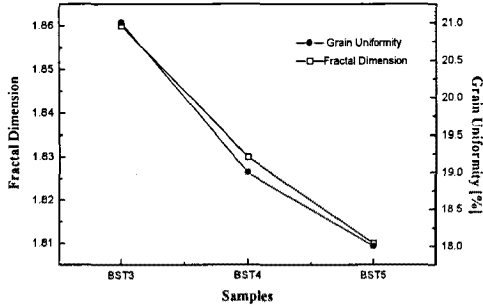


Fig.5. Fractal dimension and grain uniformity of surface morphology of BST thin film images

참고 문헌

- [1] C. S. Hwang, et al., "Deposition and Electrical Characterization of Very Thin SrTiO₃ Films for Ultra Scale Integrated Dynamic Random Access Memory Application", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 34, pp.5178-5183, 1995.
- [2] S. O. Park, "A stack Capacitor Technology with (Ba,Sr)TiO₃ Dielectrics and Pt Electrodes for 1 Giga-bit Density DRAM", VLSI 96, pp.24-25, 1996.
- [3] K. J. Hong, Y. K. Min and J. C. Cho, "Fractal Surface Morphology of Nanostructured BST Thin Films" KIEE International Transaction on EA, 12C-1, pp.47-51, 2002.
- [4] E. Fujii, et al., "ULSI DRAM Technology with Ba_{0.7}Sr_{0.3}TiO₃ Film of 1.3nm Equivalent SiO₂ Thickness and 10⁻⁹ A/cm² Leakage Current", IEDM 92, pp.267-270, 1992.
- [5] K. Koyama, et al., "A Stacked Capacitor with (Ba_xSr_{1-x})TiO₃ for 256M DRAM", IEEM 91, pp.823-826, 1991