

# BST 박막 표면의 프랙탈 분석 및 3D 이미지 특성

## A Study on Fractal Analysis and 3D Images of Surface on BST Thin Films.

홍경진\*, 민용기\*, 조재철\*\*

(Kyung Jin Hong\*, Yong Ki Min\*, Jae Cheol Cho\*\*)

### Abstract

The applicability of models based on fractal morphology to characterize (Ba Sr)TiO<sub>3</sub> thin film surfaces was investigated. The fractal morphology of coated barium strontium titan oxide thin film surfaces was described using fractal dimension from scanning electro microscopy image. The (Ba Sr)TiO<sub>3</sub> coating were deposited on silicon wafers using (Ba Sr)TiO<sub>3</sub> solution and spin coater. BST solution was composited by mol ratio, and then spin-coated from 3 times to 5 times coating on Pt/SiO<sub>2</sub>/Si substrate. Qualitative thin film analysis was performed with scanning electro microscopy (SEM), and surfaces parameters such as average grain diameter, roughness exponent and fractal dimension were determined.

**Key Words** - Fractal morphology, Fractal dimension, spin-coater, BST

### 1. 서 론

광산업의 발전과 더불어 광을 이용한 정보를 저장하는 메모리 소자에 대한 연구가 진행되고 있다. 특히, 반도체 산업이 발달하면서 소자의 고집적화가 이루어짐에 따라 반도체 메모리 소자는 페로브스카이트 구조인 강유전체를 이용하여 높은 유전특성과 낮은 누설전류 특성이 요구되어지고 있다. 이러한 높은 유전특성을 갖는 메모리 소자인 박막 커패시터는 Pb, Ba, Sr등을 이용하여 연구되고 있다.[1~5] 메모리 소자용 박막 커패시터 제작법중에서 Sol-Gel법은 대규모의 증착 장치나 고가의 진공장치 등이 필요하지 않으면서도 복잡한 조성의 박막을 쉽게 얻을 수 있으며, 균일한 조성의 박막의 조

성이 가능하다.

본 연구에서는 Sol-Gel법으로 Ba와 Sr의 조성비를 변화시켜 (Ba<sub>x</sub> Sr<sub>1-x</sub>)TiO<sub>3</sub> 박막 커패시터를 제작하여 박막 표면의 형상과 균일도의 구조적 특성에 대하여 연구하였다.

### 2. 실험 및 방법

BST 박막 소자는 조성식 (Ba<sub>x</sub> Sr<sub>1-x</sub>)TiO<sub>3</sub>에 의하여 몰 비 0.7≤x≤0.9 에 따라 변화시켜가면서 코팅 용액을 제조하였다.

표 1은 몰비에 따른 시료의 조성비이다. 그림 1은 제조된 BST 박막 커패시터의 구조이다. spin coating한 시료는 Sol-Gel 박막에서 치밀화를 유도하기 위해서 중합보다는 증발 속도를 빠르게 유지하여 크랙방지를 위하여 Hot Plate에서 150[°C], 10[min]의 조건으로 건조하여 소결하였다.

제조된 용액은 Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si 기판 위에 4000[rpm]

\* 광주대학교 컴퓨터전자통신공학부

(광주광역시 진월동 광주대학교)

\*\* 초당대학교 전자공학과

(전남무안군 무안읍 초당대학교)

30초간 spin-coating하여 750[°C] 1[hr]동안에서 열처리하였다. 소결된 각 시료의 전기적 특성을 고찰하기 위해서 상부전극으로 은 페이스트를 바르고 200[°C]에서 20분간 열처리를 하여 전극을 부착하였다. BST박막의 표면 미세 구조와 박막과 코팅 상태를 관찰하기 위해 SEM 측정 장치를 사용하였다.

Table 1. Composition rate of BST specimens  
mol ratio

Specimen	Component		
	Ba	Sr	Ti
BST1	0.9	0.1	1
BST2	0.8	0.2	1
BST3	0.7	0.3	1

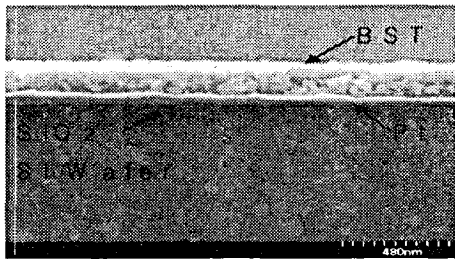


Fig. 1. Structure of BST thin film.

### 3. 결과 및 검토

박막 표면의 입자크기와 박막의 두께를 관찰하는 방법으로는 선형교차기법, 회절분석기, TEM 등을 이용하지만 입자의 크기를 측정하는 선형교차기법은 측정자의 오차에 따라 정확성의 문제가 발생하게 된다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 SEM에서 얻어진 박막의 표면과 단면사진을 bmp 파일로 변환시킨 후, 이미지의 화소를 구하여 박막 표면에서의 증착정도, 입자의 크기와 기공율을 측정하였다. 그림2은 BST1과 BST2 이미지의 화소를 플로트한 결과이다. 그림에서 BST 소자의 표면 영상 이미지가 선형적인 관계를 만족하여 정성적인 분석이 가능하다는 것을 의미한다.

그림3은 SEM에 의해 얻어진 소자의 표면을 300×300[nm] 영역에서 화소의 컬러값을 계산하여 표면

의 굴곡을 계산한 이미지이다. Sr의 첨가량이 증가할수록 표면의 밀도가 증가하였다.

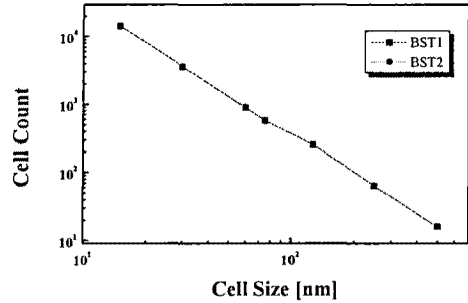
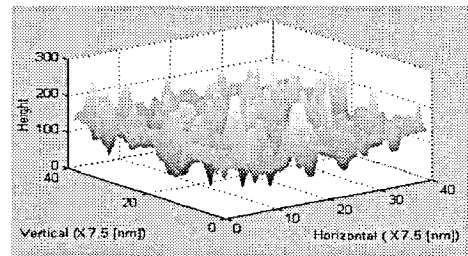
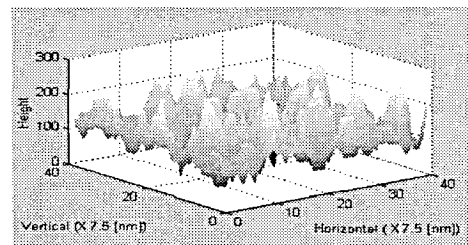


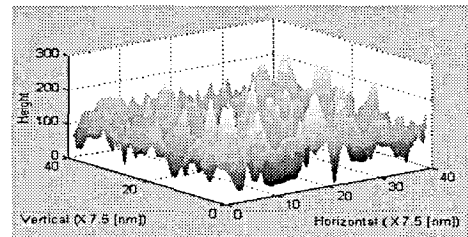
Fig. 2. Pixel count of surface image of BST thin film.



(a) BST1

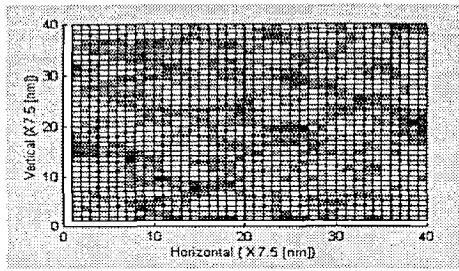


(b) BST2

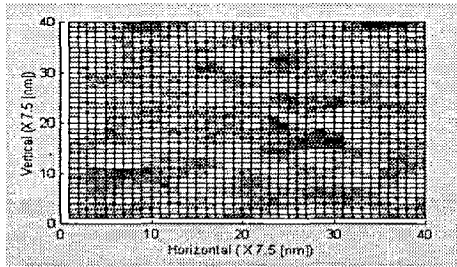


(c) BST3

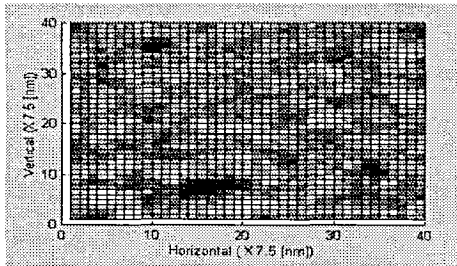
Fig. 3. Surface morphology of the SEM image.



(a) BST1



(b) BST2



(c) BST3

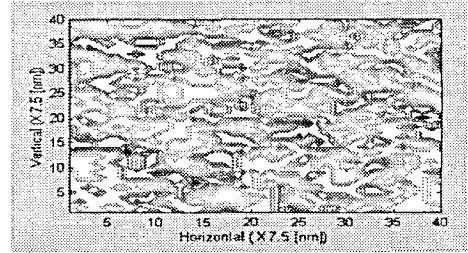
Fig. 4. Color map of surface morphology of the SEM image(300×300 nm surface plots).

그림4는 BST 박막 소자 표면의 컬러맵이다. 그림에서 Sr의 첨가량이 증가할수록 검은색 부분이 증가하였는데 이는 시료 표면을 구성하고 있는 입자간의 경사도가 증가하기 때문이다. BST3은 표면의 균일도가 가장 우수하였지만 입자간의 요철이 심하다는 것을 의미한다. 이는 전계가 가해질 경우 특정부분에 전계가 집중되므로 누설전류가 증가하는 요인이 될수 있다.

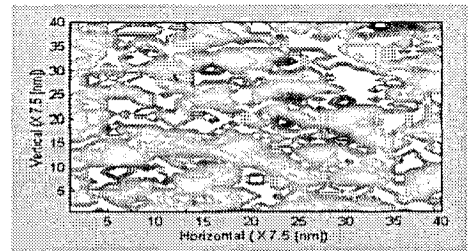
그림5는 BST 박막 소자 표면의 이미지를 등고선으로 표현한 것이다. 그림에서 BST3 시료의 표면 균일도가 가장 우수하지만, 검은색으로 나타난 등고선의 밀집도가 많아서 표면을 구성하고 있는 입자간의 경사가 크다는 것을 알 수 있다.

그림6은 3D 이미지의 결과를 정성적으로 표현하기

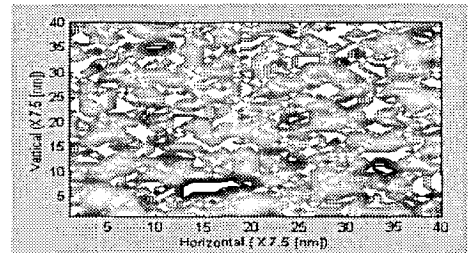
위한 프랙탈 차원이다. 프랙탈 차원은 물체의 복잡한 특성을 정성적인 표현이 가능하다는 장점이 있다.



(a) BST1



(b) BST2



(c) BST3

Fig. 5. Contour plot of surface morphology of the SEM image.

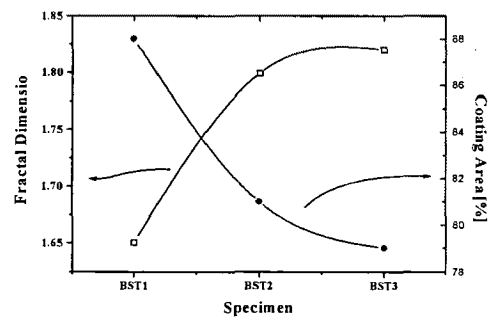


Fig. 6. The fractal dimension and coating area of BST thin films.

프랙탈 차원의 값을 조사한 결과 BST3의 시료가 1.825로서 표면의 균일하게 코팅되었다. BST3의 균일도가 증가하였지만 입자간의 경사도가 크기 때문에 향후 표면의 균일도와 입자의 균일한 성장에 관하여 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

몰비의 변화에 따른 BST 박막 커패시터의 입자는 Ba와 Sr의 몰비가 7:3인 시료가 가장 균일하게 코팅되었다.

Ba와 Sr의 몰비 변화에 의해 BST1의 시료는 코팅면적이 높게 나타났으나 프랙탈 차원이 낮아서 입자와 입계의 형성이 불완전하였다.

BST3의 시료는 입자와 입계의 구별이 명확하게 구분되었으나 코팅 면적의 감소로 인하여 기판 위에 BST 입자의 경사도가 심하기 때문에 표면의 균일도가 저하되었다.

#### 참고 문헌

- [1] M.Azuma, et al., "Electrical Characteristics of High Dielectric Constant Materials for Integrated Ferroelectrics", *Proc. 4th ISIF*, pp.109-117 (1992)
- [2] S. O. Park, "A stack Capacitor Technology with (Ba,Sr)TiO<sub>3</sub> Dielectrics and Pt Electrodes for 1 Giga-bit Density DRAM", *VLSI 96*, pp.24-25, 1996.
- [3] M. De Keijser, G. J. Dormans, P. j. Van Veldhoven, and P.K, Larsen, "Intergrated Ferroelectrics", p.131, (1993)
- [4] 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.
- [5] K. J. Hong, J. C. Cho, "Sol-Gel 방법에 의한 BST 박막의 전기적특성" *KIEEM*, 2002.6 (예정)