

RF 스퍼터링법에 의한 세라믹 박막의 표면형상 및 구조

김진사*, 조춘남**, 최운식***, 송민중****, 소병문*****, 김충혁**

조선이공대학*, 광운대학교**, 대불대학교***, 광주보건대학****, 전북대학교*****

Surface Morphology and Structure of Ceramic Thin Film by RF Sputtering Method

Jin-sa Kim*, Choon-nam Cho**, Woon-shick Choi***, Min-jong Song****, Byeong-mun So*****, Chung-hyeok Kim**
Chosun College University of Science & Technology*,
Kwangwoon University**, Daibul University***, Kwangju Health College****, Chonbuk University*****

Abstract - The $Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb_2O_9$ (SBN) thin films are deposited on Pt-coated electrode(Pt/Ti/SiO₂/Si) using RF sputtering method with RF power and Ar/O₂ ratio. The size of grain of SBN thin films were increased with the increase of Ar/O₂ ratio and RF power, respectively. Also, the crystallinity of SBN thin films were increased remarkably at RF power and Ar/O₂ ratio were 80[W] and 80/20, respectively.

1. 서 론

최근 전기전자기기의 소형화, 고밀도화 및 집적화로 박막에 대한 연구에 초점이 모아지고 있으며 산화물 강유전체의 유전성, 압전성 및 초전성 등의 우수한 특성을 이용하는데 노력하고 있다.[1] 또한 전원의 공급이 없어도 데이터가 손상되지 않는 비휘발성 메모리로서 FRAM에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.[2] FRAM은 비휘발성 특성과 더불어 저전압 동작 특성, 빠른 동작 속도, 10¹²이상의 기록가능 횟수 등의 많은 장점이 있다. 이러한 강유전성을 이용한 비휘발성 기억소자는 컴퓨터 주변기기, 정보통신기기, 가전제품, ID 카드 등 여러 가지 용도로 이용이 가능하다. 이전까지 강유전체로 가장 널리 연구되었던 PZT계 재료는 Pt 전극 하에 10⁸ cycle 전후에서 심각한 피로특성(fatigue property)이 일어나 FRAM 피로특성의 요구조건인 10¹²회 cycle 이상을 만족시키지 못하였다. 이러한 특성을 보완하기 위하여 SBT 및 SBN과 같은 Bi 층상구조를 가진 새로운 강유전성 물질을 연구한 결과 PZT에 비해 잔류분극(remnant polarization: P_r) 값은 작지만 비스무스 산화물 층이 완충층 역할을 하여 피로특성이 우수하다고 알려져 있으며, 동작전압이 작고 박막두께에 대한 Pr값의 의존도가 거의 없어 고집적화에 유리한 특성을 가지고 있다.[3] 한편 SBT는 공정온도가 800[°C] 이상으로 기존의 반도체 라인을 이용하기가 너무 높아 이보다는 결정화 온도가 낮은 SBN이 차세대 유전 박막 재료로 많은 관심이 모아지고 있다.[4] 따라서 본 연구에서는 증착 및 조성제어가 용이한 RF sputtering법을 이용하여 SBN 세라믹 박막을 증착하여 표면형상 및 구조에 대하여 고찰하고자 한다.

2. 실험

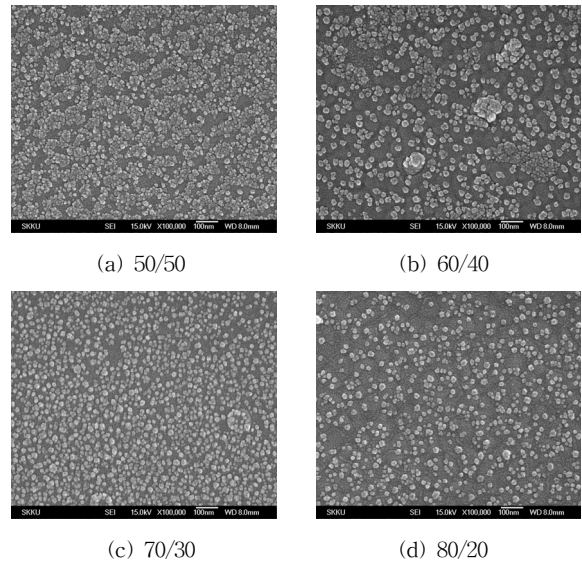
본 연구에서는 구조적인 특성이 안정하고 우수한 세라믹 타겟 Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb₂O₉(SBN)를 RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 Ar/O₂비와 RF Power에 따라 증착하였다. 실험에 사용된 기판은 P-type Pt/Ti/SiO₂/Si(100) 실리콘 웨이퍼이며, 사양은 SiO₂-300[nm], Ti-10[nm], Pt- 150[nm] 등이다. 실리콘 웨이퍼는 10×10[mm]으로 절단하여 깨끗이 초음파 세척함으로써 표면에 잔류하는 불순물을 완전히 제거하였으며, 표 1에 증착시 SBN 박막에 대한 스퍼터링 조건을 나타내었다. 증착하여 얻은 SBN 박막에 대한 결정립의 크기 및 성장거동 등을 관찰하기 위하여 주사전자 현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM)을 이용하여 관찰하였다. 또한 증착된 박막의 결정구조의 변화를 관찰하기 위하여 X-선 회절분석법(X-ray Diffraction, XRD)을 이용하여 분석하였다.

<표 1> SBN 박막의 스퍼터링 조건

Target(2inch)	SBN
Substrate	P-type Pt/Ti/SiO ₂ /Si(100)
Base pressure	2 × 10 ⁻⁶ [Torr]
Working pressure	5.5 × 10 ⁻³ [Torr]
RF power	50 ~ 80 [W]
Ar / O ₂	50/50 ~ 80/20
Substrate temperature	300 [°C]
Deposition time	60 [min]

3. 결과 및 고찰

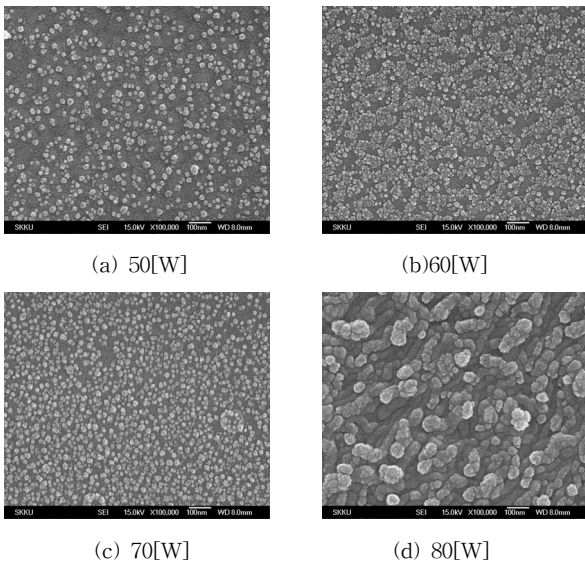
그림 1은 Ar/O₂비에 따라 증착된 SBN 박막의 미세구조를 나타내었다. 모든 시편이 매우 미세하고 치밀한 결정립을 이루고 있다. Ar/O₂비가 증가되면서 결정립의 크기가 조금씩 증가됨을 알 수 있었으며, Ar/O₂비가 70/30 이상에서 결정립이 뚜렷해짐을 관찰할 수 있었다.



<그림 1> Ar/O₂비에 따른 SBN 박막의 SEM 사진

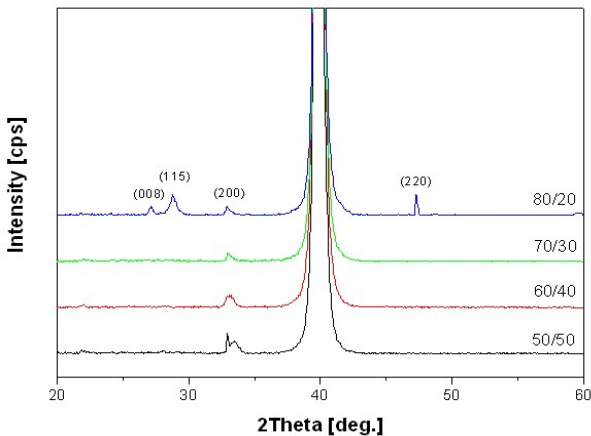
그림 2은 RF Power에 따라 증착된 SBN 박막의 미세구조를 나타내었다. 모든 시편이 매우 치밀한 결정립을 이루고 있으며 RF Power가 증가됨에 따라 결정립의 크기가 조금씩 증가됨을 알 수 있었다. 또한 80[W]에서는 결정립이 아주 크게 성장되고 뚜렷해짐을 관찰할 수 있었다. 이것은 RF Power의 증가에 따라

타겟으로부터 스퍼터링되는 분자의 수가 증가되기 때문이라 사료된다.[5]



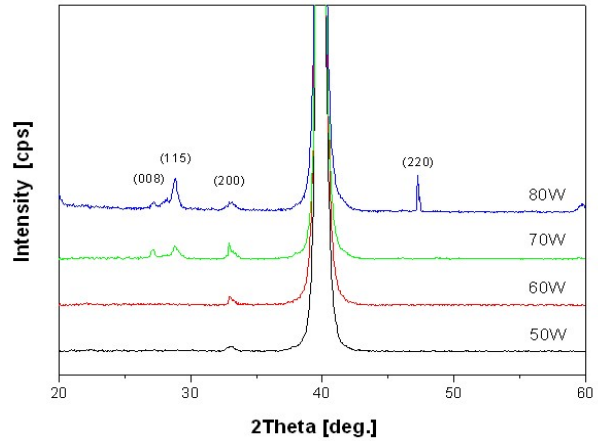
〈그림 2〉 RF Power에 따른 SBN 박막의 SEM 사진

그림 3에 Ar/O₂비에 따라 증착된 SBN 박막의 XRD 형태를 나타내었다. 모든 SBN 박막에서 (200) 피크를 관찰할 수 있었으며, Ar/O₂비가 80/20에서는 (200) 피크의 회절강도가 약간 감소한 반면, (008) (115) (220) 피크가 새로이 관찰되었다. SBN 박막은 Ar/O₂비가 80/20일 때 가장 좋은 결정성을 나타내었다. 이러한 현상은 Ar/O₂비가 증가함에 따라서 기판에 도달하는 원자량이 증가되어 결정화를 상승시키기 때문으로 사료된다.[6]



〈그림 3〉 Ar/O₂비에 따른 SBN 박막의 XRD

그림 4는 RF power에 따른 SBN 박막의 XRD 형태를 나타내었다. 모든 SBN 박막에서 (200) 피크를 관찰할 수 있었으며, RF power가 70[W] 이상에서 (008) (115) 피크가 성장되었다. 또한 80[W]에서는 (115) 피크가 크게 증가되었으며, (220) 피크도 관찰되었다. 따라서 SBN 박막은 RF power가 80[W]일 때 가장 좋은 결정성을 나타내었다. 이러한 현상은 RF power가 증가함에 따라서 기판에 도달하는 원자들의 이동도를 증가시켜 이들로 하여금 안정된 자리로 이동할 수 있도록 하여 결정화를 상승시키기 때문이다.[7]



〈그림 4〉 RF power에 따른 SBN 박막의 XRD

4. 결 론

RF 스퍼터링법으로 Ar/O₂비와 RF Power에 따라 SBN 박막을 증착하여 표면형상 및 구조에 대하여 고찰한 결과는 다음과 같다.

- (1) Ar 가스의 분압비와 RF Power가 증가함에 따라 SBN 박막의 결정립의 크기가 조금씩 증가됨을 알 수 있었으며, Ar/O₂비 70/30 이상과 RF Power 80[W]에서 결정립이 뚜렷해짐을 관찰할 수 있었다.
- (2) 모든 SBN 박막에서 (200) 피크를 관찰할 수 있었으며, Ar/O₂비가 80/20에서는 (200) 피크의 회절강도가 약간 감소한 반면, (008) (115) (220) 피크가 새로이 관찰되었다. 또한 RF power가 80[W]에서는 (115) 피크가 크게 증가되었고 (220) 피크도 관찰되었다.

[참 고 문 헌]

- [1] Dinghua Bao, Naoki Wakiya, Kazuo Shinozaki and Nobuyasu Mizutani "Ferroelectric properties of sandwich structured (Bi, La)₄Ti₃O₁₂ /Pb(Zr, Ti)O₃/(Bi, La)₄Ti₃O₁₂ thin films on Pt/Ti/SiO₂/Si substrates", J. Phys. D: Appl. Phys. 35 No.3, L1-L5, 2002.
- [2] Y. Chang, Z. Yang, L. Wei and B.Liu " Effects of AETiO₃ additions on phase structure, microstructure and electrical properties of (K_{0.5}Na_{0.5})NbO₃ ceramics", Materials Science and Engineering A, Vol. 427, pp.301, 2006.
- [3] M. L. Cui, X. M. Wu, L. J. Zhuge, and Y. D. Meng, "Effects of annealing temperature on the structure and photoluminescence properties of ZnO films", Vacuum, Vol. 81, No. 28, pp897~899, 2007.
- [4] Neung-Ho Cho, Seunf-Hee Nam, "Preparation of strontium titanate thin film on Si substrate by radio frequency magnetron sputtering", J. Vac. Sci. Technol., A 10(1), pp.87~91, 1992.
- [5] Peng. C. J., "Processing/Structure/Property relationships of Barium Strontium Titanate thin films for Dynamic Random Access Memory Application", U. M. I Dissertation services, A Bell & Howell Compony, p.27, 1994.
- [6] Toshiyuki Kato, Hideki Sugiyama, Minoru Noda and Masanori Okuyama, "Low-Temperature Preparation of Sr₂(Ta_{1-x}, Nb_x)₂O₇ Thin Films by Pulsed Laser Deposition and its Electrical Properties", Jpn. J. Appl. Phys. Vol.39, Pt.1, No.9B, pp.5517~5520, 2000.
- [7] M. L. Cui, X. M. Wu, L. J. Zhuge, and Y. D. Meng, "Effects of annealing temperature on the structure and photoluminescence properties of ZnO films", Vacuum, Vol. 81, No. 28, pp.889, 2007