

SBN 세라믹 박막의 기판온도에 따른 영향

김 진사, 오용철*, 신철기**, 김응권***, 소병문****, 송민중*****, 김충혁*
 조선이공대학, *광운대학교, **부천대학, ***성균관대학교, ****전북대학교, *****광주보건대학

Influence of Substrate Temperature of SBN Ceramic Thin Film

Jin-sa Kim, Yong-cheul Oh*, Cheol-gi Shin**, Eung-Kwon Kim***,
 Byeong-mun So****, Min-jong Song*****, Chung-hyeok Kim*
 Chosun Col. of Science & Technology, *Kwangwoon Univ. **Bucheon Col.
 Sungkyunkwan Univ. *Chonbuk Univ. *****Kwangju Health Col.

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 at various substrate temperature. The optimum conditions of RF power and Ar/O₂ ratio were 60[W] and 70/30, respectively. The crystallinity of SBN thin films were increased with increase of substrate temperature in the temperature range of 100~400[°C]. The capacitance of SBN thin films were increased with the increase of substrate temperature.

Key Words : sputtering method, substrate temperature, crystallinity

1. 서 론

최근에는 전자기기의 소형화 및 집적화로 bulk 보다는 박막에 연구의 초점이 모아지고 있으며 산화물 강유전체의 강유전성, 압전성 및 초전성 등의 우수한 특성을 이용하는데 노력하고 있다.[1-2] 강유전성을 이용한 비휘발성 기억소자는 컴퓨터 주변기기, 정보통신기기, 가전제품, ID 카드 등 여러 가지 용도로 이용이 가능하다. 특히 강유전체 물질중 $SrBi_2Nb_2O_9$ (SBN)와 같은 강유전체는 기존의 $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ (PZT), Nb_2O_5 가 도핑된 $Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$ (PNZT)에 비해 높은 유전율을 가지며 누설전류를 방지할 수 있어서 유망한 것으로 알려져 있다.[3-4] 이전까지 강유전체로 가장 널리 연구되었던 PZT계 재료는 Pt 전극 하에 10^8 cycle 전후에서 심각한 피로특성(fatigue property)이 일어나 FRAM(Ferroelectric Random Access Memory)의 피로특성 요구조건인 10^{12} 회 cycle 이상을 만족시키지 못한다. 그러나 SBN은 PZT에 비해 잔류분극(remnant polarization: p_r)값은 작지만 비스무스 산화물층이 완충층 역할을 하여 피로특성이 우수하다고 알려져 있으며, 동작 전압이 작고 박막두께에 대한 p_r 값의 의존도가 거의 없어 고집적화에 유리한 특성을 가지고 있다.[5] 따라서 본 연구에서는 증착 및 조성제어가 용이하고 안정성과 재현성이 뛰어나 양질의 박막을 얻을 수 있는 RF-magnetron sputtering 장비를 이용하여 Pt/Ti/SiO₂/Si(100) 웨이퍼 위에 $Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb_2O_9$ (SBN) 박막을 증착하여 기판온도의 영향에 대하여 고찰하고자 한다.

2. 실험

본 연구에서는 구조적인 특성이 안정하고 우수한 것으로 알려진 $SrBi_2Nb_2O_9$ 계 세라믹 $Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb_2O_9$ (SBN)를 RF

마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 증착온도에 따라 SBN 박막으로 제조하였다. 박막 제조시 Ar/O₂비와 RF power 등의 조건을 변화시켜 최적 증착조건을 조사하였다. 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[mm²]으로 절단하여 깨끗이 초음파 세척함으로써 표면에 잔류하는 불순물을 완전히 제거하였으며, 표 1에 증착시 SBN 박막에 대한 스퍼터링 조건을 나타내었다. 상부전극(top electrode)은 스퍼터링법을 이용하여 직경 300[μm]로 백금(Pt)을 200[nm]의 두께로 증착하여 사용하였다.

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	60 [W]
Ar / O ₂	70/30
Substrate temperature	100 ~ 400 [°C]
Deposition time	60 [min]

증착하여 얻은 SBN 박막에 대한 결정립의 크기 및 성장거동 등을 관찰하기 위하여 주사 전자 현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM)을 이용하여 관찰하였다. 증착된 박막의 기판온도에 따른 결정구조의 변화를 관찰하기 위

하여 X-선 회절분석법(X-ray Diffraction, XRD)을 이용하여 분석하였다. 또한 증착된 시편의 유전상수(Dielectric Constant)는 HP 4192A impedance analyzer를 이용하여 1[kHz], 1[V_{rms}]에서 정전용량을 측정하였고, 시편의 두께는 α -step를 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1은 SBN 박막의 기판온도에 따른 미세구조를 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 모든 시편이 매우 미세하고 치밀한 결정립을 이루고 있다. 기판온도가 증가되면서 결정립의 크기가 조금씩 증가됨을 알 수 있었으며, 기판온도 300[°C]이상에서 결정립이 크게 성장되고 뚜렷해짐을 관찰할 수 있었다. 이것으로부터 기판온도 300[°C]가 SBN 시편의 결정립 성장이 활성화되는 온도임을 알 수 있다.

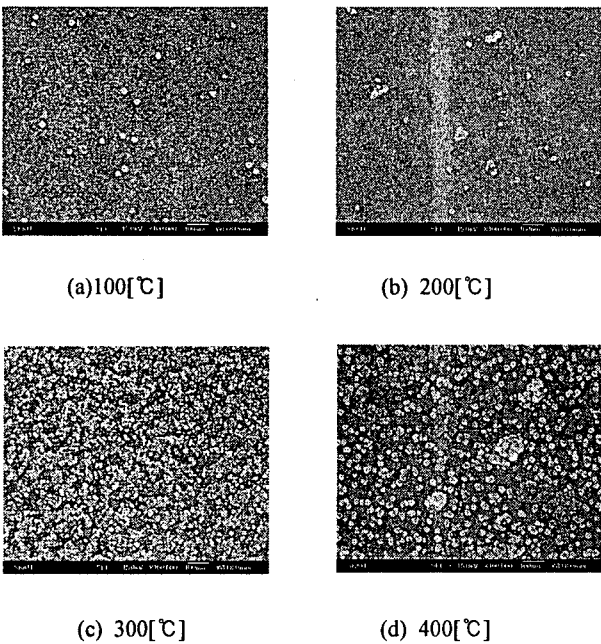


그림 1. 기판온도에 따른 SBN 박막의 전자 현미경 사진

그림 2에 RF power 60[W], Ar/O₂비가 70/30에서 증착된 SBN 박막의 기판온도에 따른 XRD 형태를 나타내었다. 기판온도에 따라 XRD 피크의 커다란 변화는 관찰할 수 없었으며, XRD 피크의 상대적 세기를 볼 때 박막의 결정성은 기판온도가 증가함에 따라 배향성이 같은 방향으로 향상되었음을 알 수 있었다. 이러한 원인은 기판온도가 증가할수록 증착되는 원자가 안정한 위치로 이동하기 위한 활성화 에너지가 증가되어 결정화가 증가하는 원인 때문이다.

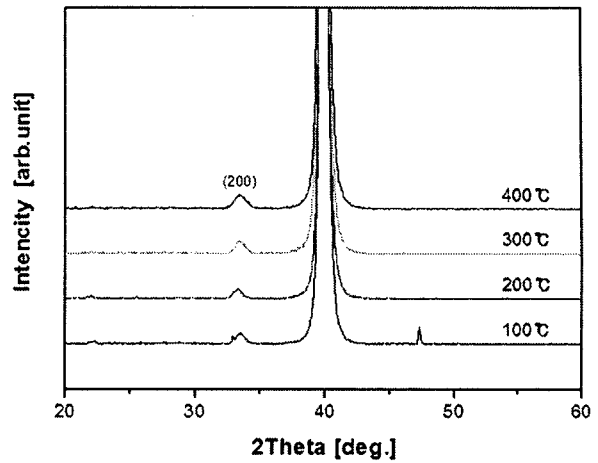


그림 2. 기판온도에 따른 SBN 박막의 XRD

4. 결론

RF 마그네트론 스퍼터링법으로 SBN 박막을 증착하여 기판온도의 영향에 대하여 측정한 결과는 다음과 같다.

- (1) 기판온도가 증가되면서 결정립의 크기가 조금씩 증가됨을 알 수 있었으며, 기판온도 300[°C]이상에서 결정립이 크게 성장되고 뚜렷해짐을 관찰할 수 있었다.
- (2) XRD 분석으로부터 피크의 상대적 세기를 볼 때 박막의 결정성은 기판온도가 증가함에 따라 배향성이 같은 방향으로 향상되었음을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] Dinghua Bao, Naoki Wakiya, Kazuo Shinozaki and Nobuyasu Mizutani, J. Phys. D: Appl. Phys. 35 No.3, L1-L5, 2002.
- [2] Tsuyoshi Hioki, Masahiko Akiyama, Tomomasa Ueda, Yutaka Onozuka, Yujiro Hara and Kouji Suuki, Jpn. J. Appl. Phys. Vol.39, Pt.1, No.9B, pp.5408-5412, 2000.
- [3] Nobuyuki Soyama, Kazunari Maki, Satoru Mori and Katsumi Ogi, Jpn. J. Appl. Phys. Vol.39, Pt.1, No.9B, pp.5434-5436, 2000.
- [4] C Bedoya, Ch Muller, F Jacob, Y Gagou, M-A Fremy and E Elkaim, J. Phys.: Condens. Matter 14, No.45 pp.11849-11857, 2002.
- [5] Tetsuya Osaka, Tomohisa Yoshie, Takeshi Hoshika, Ichiro Koiwa, Yoshihiro Sawada and Akira Hashimoto, Jpn. J. Appl. Phys. Vol.39, Pt.1, No.9B, pp.5476-5480, 2000.