

Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb₂O₉ 박막의 구조적인 특성

김진사, 최영일, 조춘남*, 최운식**, 김충혁*
 조선이공대학, *광운대학교, **대불대학교

Structural Properties of Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb₂O₉ Thin Film

Jin-sa Kim, Yong-il Choi, CHoon-nam Cho*, Woon-shick Choi**, Chung-hyeok Kim*
 Chosun Col. of Science & Technology, *Kwangwoon Univ. **Daibul Univ.

Abstract : The Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb₂O₉(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 roughness showed about 4.33[nm]. Deposition rate of SBN thin films was about 4.17[nm/min]. The capacitance of SBN thin films were increased with the increase of substrate temperature.

Key Words : Optimum conditions, Deposition rate, Capacitance

1. 서 론

강유전성을 이용한 비휘발성 기억소자는 컴퓨터 주변 기기, 정보통신기기, 가전제품, ID 카드 등 여러 가지 용도로 이용이 가능하다. 특히 강유전체 물질중 SrBi₂Nb₂O₉(SBN)와 같은 강유전체는 기존의 Pb(Zr_xTi_{1-x})O₃(PZT), Nb₂O₅가 도핑된 Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O₃(PNZT)에 비해 높은 유전율을 가지며 누설전류를 방지할 수 있어서 유망한 것으로 알려져 있다.[1-2] 이전까지 강유전체로 가장 널리 연구되었던 PZT계 재료는 Pt 전극 하에 10⁸ cycle 전후에서 심각한 피로특성(fatigue property)이 일어나 FRAM(Ferroelectric Random Access Memory)의 피로특성 요구조건인 10¹²회 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_r값의 의존도가 거의 없어 고집적화에 유리한 특성을 가지고 있다.[3] 따라서 본 연구에서는 RF-magnetron sputtering 장비를 이용하여 Pt/Ti/SiO₂/Si(100) 웨이퍼 위에 Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb₂O₉(SBN) 박막을 증착하여 구조적인 특성에 대하여 고찰하고자 한다.

2. 실험

본 연구에서는 구조적인 특성이 안정하고 우수한 것으로 알려진 SrBi₂Nb₂O₉계 세라믹 Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb₂O₉(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	50 ~ 80 [W]
Ar / O ₂	50/50 ~ 80/20
Substrate temperature	100 ~ 400 [°C]
Deposition time	60 [min]

시편 표면의 거칠기 분석은 AFM(Atomic Force Microscope)를 사용하였다. 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 1에 RF power 60[W]에서 증착된 SBN 박막의 Ar/O₂비에 따른 두께 변화를 나타내었다. Ar 가스의 분압비가 증가함에 따라 SBN 박막의 두께는 증가되었으며, 이것은 스퍼터링 가스인 Ar의 양이 증가함에 따라 스퍼터링되는 분자의 수가 증가되기 때문이라 생각되며, Ar/O₂

비가 70/30에서 증착된 박막의 두께는 약 250[nm] 이었다

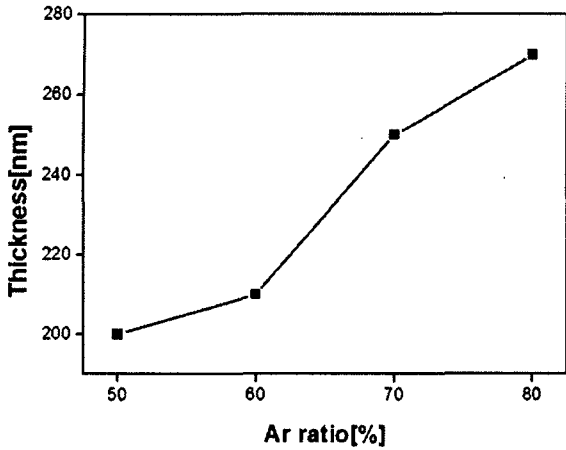


그림 1. Ar/O₂비에 따른 SBN 박막의 두께

그림 2에서는 Ar/O₂비가 70/30에서 증착된 SBN 박막의 RF power에 따른 증착률의 변화를 나타내었다. RF power가 증가함에 따라 증착률이 증가됨을 알 수 있었으며, RF power가 60[W]에서 가장 큰 증가폭을 나타내었다. 이것은 SBN 박막에 있어 60[W]가 가장 안정된 PF power라 사료된다. 이 때 SBN 박막의 증착률은 4.17 [nm/min]를 나타내었고, 60분 동안 증착된 SBN 박막의 두께는 약 250[nm]이었다.

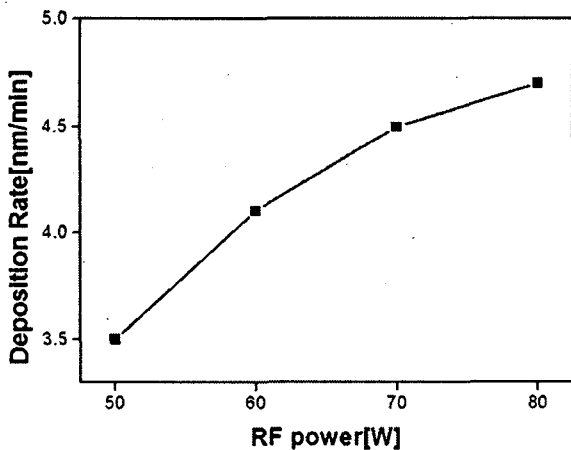


그림 2. RF power에 따른 SBN 박막의 증착률

그림 3는 기판온도에 따른 SBN 박막의 표면 거칠기를 조사하기 위해 AFM를 이용하여 거칠기를 나타내었다. 기판온도 300[°C]에서는 표면의 거칠기가 5.64[nm]에서 4.33[nm]으로 감소하여 매끄러운 표면을 나타냄을 확인하였다. 이는 증착시 기판온도가 증가함에 따라 원자의 이동성에 필요한 열적에너지를 보상 받음으로써 보다 안정된 표면 에너지를 가지기 때문이라 사료된다. 하지만 400[°C]에서는 다시 6.04[nm]로 다시 거칠기가 상승하는 경향을 나타내었다. 이는 grain 크기가 과성장 함으로 인하여 박막 전체의 표면 균일성이 저하되어지는 것으로 판

단된다.

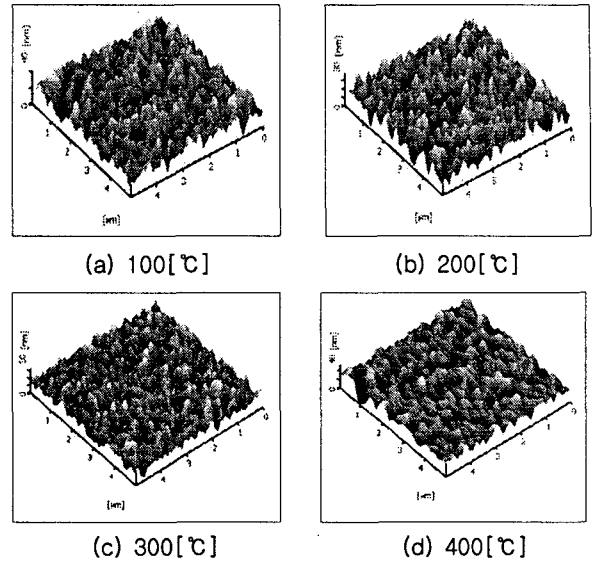


그림 3. 기판온도에 따른 SBN 박막의 AFM

4. 결론

RF 마그네트론 스퍼터링법으로 SBN 박막을 증착하여 구조적 특성에 대하여 측정된 결과는 다음과 같다.

- (1) SBN 박막의 최적 증착조건은 RF power 60[W], Ar/O₂비가 70/30임을 확인할 수 있었다. 이 경우 증착률은 4.17[nm/min]이었으며, 60분 동안 증착한 박막의 두께는 약 250[nm]이었다.
- (2) SBN 박막의 표면 거칠기는 기판온도 300[°C]에서 4.33[nm]으로 아주 매끄러운 표면을 나타냄을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] Nobuyuki Soyama, Kazunari Maki, Satoru Mori and Katsumi Ogi, Jpn. J. Appl. Phys. Vol.39, Pt.1, No.9B, pp.5434-5436, 2000.
- [2] 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.
- [3] 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.