

## RF 스퍼터링법에 의한 $Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb_2O_9$ 박막의 특성

김진사, 최영일, 김형곤, 오용철\*, 김기준\*, 김상진\*  
 조선이공대학, \*시립인천전문대학

### Properties of $Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb_2O_9$ Thin film by RF Sputtering Method

Jin-sa Kim, Young-Il Choi, Hyung-Gon Kim, Yong-Cheul Oh\*, Ki-Joon Kim\*, Sang-Jin Kim\*  
 Chosun College University of Science & Technology, \*Incheon City College

**Abstract :** The  $Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb_2O_9$ (SBN) thin films are deposited on Pt-coated electrode(Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si) using RF sputtering method at various deposition conditions. Thickness of SBN thin films was about 250[nm] in 70/30 of Ar/O<sub>2</sub> ratio. The thickness and deposition rate of SBN thin films were increased with increase of RF power. The capacitance of SBN thin films were increased with the increase of deposition temperature.

**Key Words :**  $Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb_2O_9$ (SBN), Thickness, deposition, capacitance

### 1. 서론

현대에는 소형화 및 집적화로 bulk 보다는 박막에 연구의 초점이 모아지고 있으며, 산화물 강유전체의 강유전성, 압전성 및 초전성 등의 우수한 특성을 이용하는데 노력하고 있다.[1] 강유전성을 이용한 비휘발성 기억소자는 컴퓨터 주변기기, 정보통신기기, 가전제품, 오락기, ID 카드 등 여러 가지 용도로 이용이 가능하다. 특히 강유전체 물질중 FRAM(Ferroelectric Random Access Memory)의 캐패시터로는 Pb(ZrTi)O<sub>3</sub>(PZT), (SrBa)TiO<sub>3</sub> (SBT), SrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub>(SBT) 및 SrBi<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>9</sub>(SBN) 등의 물질이 주목을 받고 있다.[2] 이전까지 강유전체로 가장 널리 연구되었던 PZT계 재료는 Pt 전극 하에 10<sup>8</sup> cycle 전후에서 심각한 피로특성(fatigue property)이 일어나 FRAM의 피로 특성 요구조건인 10<sup>12</sup>회 cycle 이상을 만족시키지 못한다. 그러나 SBT와 SBN은 PZT에 비해 잔류분극(remnant polarization: p<sub>r</sub>)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. 한편 SBT는 공정온도가 800[°C] 이상으로 기존의 반도체 라인을 이용하기가 너무 높아 이보다는 결정화 온도가 낮은 SBN이 차세대 유전체 박막 재료로 많은 관심이 모아지고 있다.[3]

따라서 본 연구에서는 RF magnetron sputtering법을 이용하여 실리콘 웨이퍼 위에  $Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb_2O_9$ (SBN) 박막을 증착하여 특성에 대하여 고찰하고자 한다.

### 2. 실험

본 실험에서는  $Sr_{0.7}Bi_{2.3}Nb_2O_9$ (SBN) 세라믹 타겟을 RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 SBN 박막으로 제조하

였다. 실험에 사용된 기판은 P-type Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si(100) 실리콘 웨이퍼이며, 사양은 SiO<sub>2</sub>-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. 상부전극은 스퍼터링법을 이용하여 직경 300[μm]로 백금(Pt)을 200[nm]의 두께로 증착하여 사용하였다. 시편의 두께는 α-step를 사용하였고, 정전용량은 4294A impedance analyzer를 이용하여 측정하였다.

표 1. SBN 박막의 스퍼터링 조건

Target(2inch)	SBN
Substrate	P-type Pt/Ti/SiO <sub>2</sub> /Si(100)
Base pressure	2 × 10 <sup>-6</sup> [Torr]
Working pressure	5.5 × 10 <sup>-3</sup> [Torr]
RF power	50 ~ 80 [W]
Ar / O <sub>2</sub>	50/50 ~ 80/20
Substrate temperature	100 ~ 400 [°C]
Deposition time	60 [min]

### 3. 결과 및 검토

그림 1에 Ar/O<sub>2</sub>비에 따라 증착된 SBN 박막의 두께와 증착률의 변화를 나타내었다. Ar 가스의 분압비가 증가함에 따라 SBN 박막의 두께와 증착률이 증가되었으며, 이것은 스퍼터링 가스인 Ar의 양이 증가함에 따라 스퍼터링되는 분자의 수가 증가되기 때문이라 생각되며, Ar/O<sub>2</sub>비가 70[%]에서 증착된 박막의 두께는 약 250[nm] 이었

다.

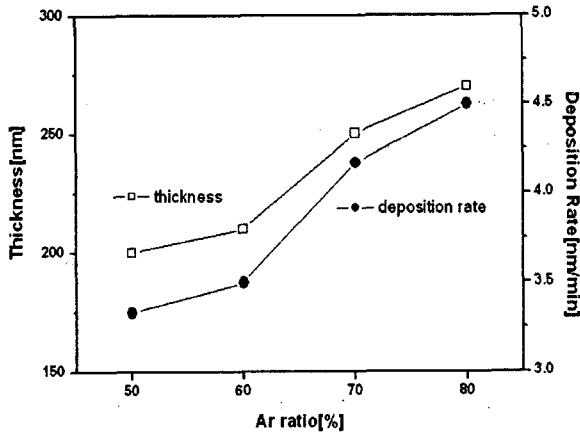


그림 1. Ar/O<sub>2</sub>비에 따른 SBN 박막의 두께와 증착률

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

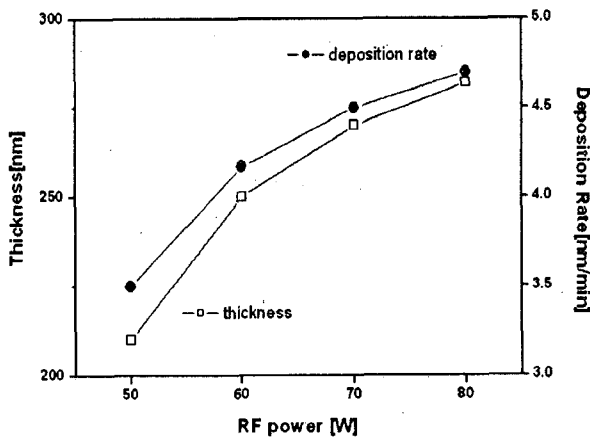


그림 2. RF power에 따른 SBN 박막의 두께와 증착률

그림 3은 증착온도에 따른 SBN 박막의 정전용량 변화를 나타낸 것이다. 증착온도가 증가함에 따라 정전용량이 증가함을 알 수 있었고, 300[°C]에서 가장 큰 증가 폭을 나타내었다. 이러한 정전용량의 증가는 증착온도가 증가함에 따라 박막의 결정성이 향상되었기 때문이라 생각된다.

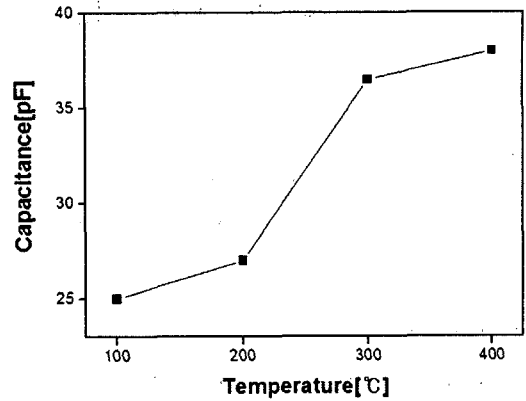


그림 3. 증착온도에 따른 정전용량

#### 4. 결론

Ar 가스의 분압비가 증가함에 따라 SBN 박막의 두께와 증착률이 증가되었고, Ar/O<sub>2</sub>비가 70/30에서 증착된 박막의 두께는 약 250[nm] 이었다. RF power가 증가함에 따라 박막 두께와 증착률이 증가됨을 알 수 있었으며, RF power가 60[W]에서 가장 큰 증가폭을 나타내었다. 이 때 SBN 박막의 증착률은 4.17 [nm/min]를 나타내었고, 60분 동안 증착된 SBN 박막의 두께는 약 250[nm]이었다. 또한 증착온도에 따른 SBN 박막의 정전용량 변화는 증착온도가 증가함에 따라 증가함을 나타내었지만 300[°C]에서 가장 큰 증가 폭을 나타내었다.

#### 참고 문헌

- [1] Tsuyoshi Hioki, Masahiko Akiyama, Tomomasa Ueda, Yutaka Onozuka, Yujirō Hara and Kouji Suuki, "Measurement of electric-Field-Induced displacements in (Pb, La)/TiO<sub>3</sub> Thin Films Using Scanning Probe Microscopy Preparation of Pb(Zr, Ti)O<sub>3</sub> Thin Films on Glass Substrates" Jpn. J. Appl. Phys. Vol.39, Pt.1, No.9B, pp.5408-5412, 2000.
- [2] Dinghua Bao, Naoki Wakiya, Kazuo Shinozaki and Nobuyasu Mizutani "Ferroelectric properties of sandwich structured (Bi, La)<sub>4</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub> /Pb(Zr, Ti)O<sub>3</sub> / (Bi,La)<sub>4</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub> thin films on Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si substrates", J. Phys. D: Appl. Phys. 35 No.3, L1-L5, 2002.
- [3] Nobuyuki Soyama, Kazunari Maki, Satoru Mori and Katsumi Ogi, "Preparation and Evaluation of Pb(Zr, Ti)O<sub>3</sub> Thin Films for Low Voltage Operation" Jpn. J. Appl. Phys. Vol.39, Pt.1, No.9B, pp.5434-5436, 2000. Film Thickness", J. Appl. Phys. Vol. 36, pp. 5175-5178, 1997.