

## Pt/SBN/Pt 캐패시터 박막의 유전특성

김진사\*, 오용철\*\*, 신철기\*\*\*, 배덕권\*\*\*\*

조선이공대학\*, 시립인천전문대학\*\*, 부천대학\*\*\*, 충주대학교\*\*\*\*

### Dielectric Properties of Pt/SBN/Pt Capacitor Thin film

Jin-sa Kim\*, Yong-Cheul Oh\*\*, Cheol-gi Shin\*\*\*, Duck-Kweon Bae\*\*\*\*

Chosun College University of Science & Technology\*

Incheon City College\*\*, Bucheon College\*\*\*, Chungju National University\*\*\*\*

**Abstract** - The SBN thin films are deposited on Pt-coated electrode(Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si) using RF sputtering method at various deposition conditions. The capacitance of SBN thin films were increased with the increase of Ar/O<sub>2</sub> ratio and RF power, respectively. Also, The capacitance of SBN thin films were increased with the increase of deposition temperature.

impedance analyzer를 이용하여 측정하였고, 시편의 두께는  $\alpha$ -step를 사용하였다.

### 1. 서 론

현재 사용되고 있는 메모리 소자의 응용에는 DRAM(dynamic random access memory), SRAM(static random access memory) 및 FRAM(Ferroelectric Random Access Memory) 등이 있으며, 이들은 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리로 구분된다. DRAM은 단위 셀을 하나의 트랜지스터와 캐패시터로 구성할 수 있으며, 고집적화도 가능하고 동작속도가 빠르며 기록가능횟수에 거의 제약이 없는 등 여러 가지 장점 때문에 가장 대표적인 메모리로 사용되어 왔다.[1] 그러나 DRAM은 휘발성이기 때문에 최근에는 비휘발성 메모리인 FRAM이 각광을 받기 시작하였다. 특히 유전체 물질중 SrBi<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>9</sub>(SBN)과 SrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub>(SBT)은 기존의 Pb(Zr<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>)O<sub>3</sub>(PZT), Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 도핑된 Pb(ZrTi)O<sub>3</sub>(PNZT)에 비해 누설전류를 방지할 수 있어서 많은 주목을 받고 있다.[2-3] 또한 SBN과 SBT는 PZT계 유전체에 비해 잔류분극(remnant polarization: P<sub>r</sub>)값은 작지만 비스무스 산화물층이 완충층 역할을 하여 피로특성(fatigue property)이 우수하다고 알려져 있으며, 동작전압이 작고 박막두께에 대한 P<sub>r</sub>값의 의존도가 거의 없어 고집적화에 유리한 특성을 가지고 있다.[4] 따라서 본 연구에서는 양질의 박막을 얻을 수 있는 RF magnetron sputtering법을 이용하여 실리콘 웨이퍼 위에 증착한 SBN 박막의 유전특성에 대하여 고찰하고자 한다.

### 2. 실험

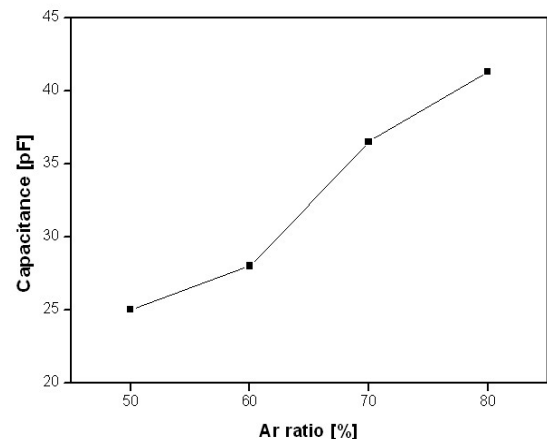
본 실험에서는 Sr<sub>0.7</sub>Bi<sub>2.3</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>9</sub>(SBN) 세라믹 타겟을 RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 SBN 박막으로 제조하였다. 실험에 사용된 기판은 P-type Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si(100) 실리콘 웨이퍼이며, 사양은 SiO<sub>2</sub>-300[nm], Ti-10[nm], Pt-150[nm] 등이다. 실리콘 웨이퍼는 10×10[mm]으로 절단하여 깨끗이 초음파 세척함으로써 표면에 잔류하는 불순물을 완전히 제거하였으며, 표 1에 증착시 SBN 박막에 대한 스퍼터링 조건을 나타내었다. 상부전극은 스퍼터링법을 이용하여 직경 300[ $\mu$ m]로 백금(Pt)을 200[nm]의 두께로 증착하여 사용하였다. 증착된 시편의 정전용량은 4294A

〈표 1〉 SBN 박막의 스퍼터링 조건

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

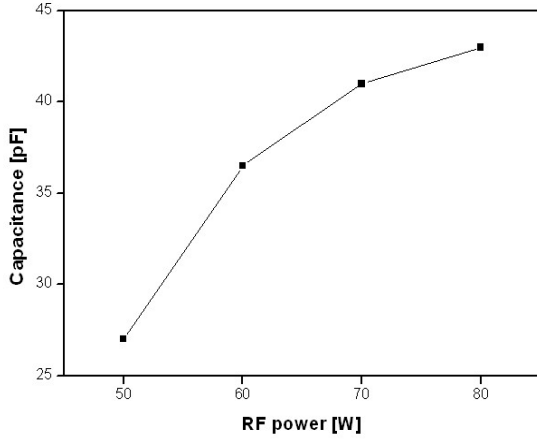
### 3. 결과 및 고찰

그림 1는 RF power 60[W]에서 Ar/O<sub>2</sub>비에 따른 SBN 박막의 정전용량 변화를 나타낸 것이다. Ar/O<sub>2</sub>비가 증가함에 따라 정전용량이 증가함을 알 수 있었고 70[%]에서 가장 큰 증가 폭을 나타내었다. 이러한 정전용량의 증가는 Ar의 이온화 에너지(15.76[eV])와 산소의 이온화 에너지(13.61[eV])의 차이에 의해 박막 형성시 활성화 에너지를 증가시켜 이차상의 생성을 억제하여 결정성이 향상되었기 때문이라 생각된다.[5]



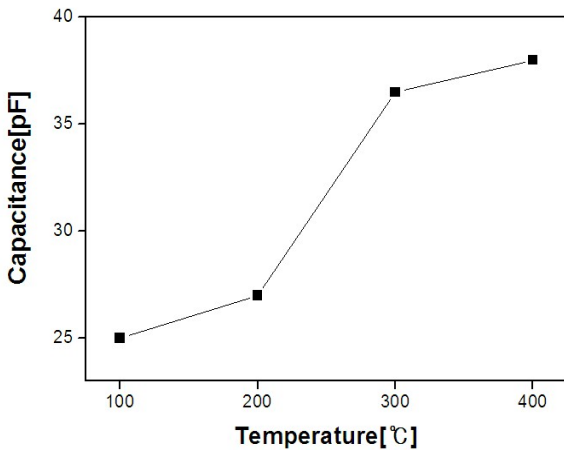
〈그림 1〉 Ar/O<sub>2</sub>비에 따른 정전용량

그림 2는 Ar 가스의 분압 70[%]에서 RF power에 따른 SBN 박막의 정전용량 변화를 나타낸 것이다. RF power가 증가함에 따라 정전용량이 증가함을 알 수 있었다. 이것은 RF power가 증가함에 따라 스퍼터링되는 분자의 수가 증가되어 SBN 박막의 두께와 박막의 결정성이 향상되었기 때문이라 생각된다.[6]



<그림 2> RF power에 따른 정전용량

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.[7]



<그림 3> 증착온도에 따른 정전용량

#### 4. 결 론

RF 마그네트론 스퍼터링법으로 SBN 박막을 증착하여 유전 특성에 대하여 측정한 결과는 다음과 같다. Ar/O<sub>2</sub>비가 증가함에 따라 정전용량이 증가함을 알 수 있었고, 70[%]에서 가장 큰 증가 폭을 나타내었으며, RF power가 증가함에 따라 정전용량이 증가함을 알 수 있었고, 60[W]에서 가장 큰 증가 폭을 나타내었다. 또한 증착온도에 따른 SBN 박막의 정전용량은 증착온도가 증가함에 따라 증가함을 나타내었

지만 300[°C]에서 가장 큰 증가 폭을 나타내었다. 따라서 SBN 박막의 최적 증착조건은 RF power 60[W], Ar/O<sub>2</sub>비가 70/30, 증착온도 300[°C]임을 확인할 수 있었다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 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.
- [2] Y. Chang, Z. Yang, L. Wei and B.Liu " Effects of AETiO<sub>3</sub> additons on phase structure, microstructure and electrical properties of (K<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>)NbO<sub>3</sub> ceramics", Materials Science and Engineering A, Vol. 427, pp.301, 2006.
- [3] D. Song, "Effects of rf power on surface morphological, structural and electrical properties of aluminium-doped zinc oxide films by magnetron sputtering", Applied Surface Science, Vol. 254, No. 1, pp.113, 2008.
- [4] C Bedoya, Ch Muller, F Jacob, Y Gagou, M-A Fremy and E Elkaim "Magnetic-field-induced orientation in Co-doped SrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub> ferroelectric oxide" J. Phys.:Condens. Matter 14, No.45 pp.11849-11857, 2002.
- [5] Keisuke Saito, Masatoshi Mitsuya, Norimasa Nukaga, Isao Yamaji, Takao Akai and Hiroshi Funakubo, "Method of Distinguishing SrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub> Phase from Fluorite Phase Using X-Ray Diffraction Reciprocal Space Mapping", Jpn.J.Appl.Phys. Vol.39 Pt.1, No.9B, pp5489-5495, 2000.
- [6] Yoshio ABE, Midori KAWAMURA, and Katsutaka SASAKI, "Dielectric Properties of SrTiO<sub>3</sub> Capacitor Using TiN Bottom Electrode and Effects of SrTiO<sub>3</sub> Film tickness", J. Appl. Phys. Vol. 36, pp. 5175~5178, 1997.
- [7] Z. Surowiak, A. M. Margolin, I. N. Zaharochenoko, and S. V. Biryukov, "The Influence of structure on the Piezoelectric properties of BaTiO<sub>3</sub> and (BaSr)TiO<sub>3</sub> Thin Films with a Diffuse Phase Transition", Thin Solid Films, Vol. 176, pp.227~246, 1989.