

## 스퍼터링법을 이용한 Bismuth Zinc Niobate 박막의 제작 및 특성

김재현, 정상현, 정순원\*, 최행철, 김광호\*\*  
 청주대학교, 영동대학교\*, 청주대학교\*\*

### Fabrications and properties of Bismuth Zinc Niobate Thin Films by Sputtering

Jae-Hyun Kim, Sang-Hyun Jeong, Soon-Won Jung\*, Haeng-Chul Choi, Kwang-Ho Kim\*\*  
 Cheongju Univ., Youngdong Univ.\*

**Abstract :** The bismuth zinc niobate(BZN) pyrochlore thin films were fabricated on Pt(111)/Ti/SiO<sub>2</sub>/p-Si(100) substrates using a reactive rf magnetron sputtering method at the conditions of working gas ratio Ar:O<sub>2</sub>=90:10, substrate temperate R.T~600 °C, rf power 50 W. The dielectric constant, tunability, leakage current density and crystallinity of thin films changed with a substrate temperate. The BZN pyrochlore thin films sputtered with a substrate temperature of 600 °C and RTA at 800 °C showed a leakage current density lower than 10<sup>-8</sup> A/cm<sup>2</sup> at the range of ±300 kV/cm.

**Key Words :** BZN, pyrochlore, tunability

### 1. 서론

강유전체의 비선형특성은 마이크로파 대역에서 빠른 동조 속도, 낮은 마이크로파 손실, 저가격의 동조소자(tunable microwave device)의 실현을 가능하게 한다.<sup>[1-2]</sup> 고주파 수동소자의 크기를 작게 하고 큰 동작파워, 안정된 주파수 특성을 갖게 하기 위해서는 유전상수가 크며, 유전손실이 작고, 온도변화에 따른 그 특성변화가 작은 유전체 재료가 필요하다.<sup>[3]</sup>

강유전체 물질인 Barium Strontium Titanium(BST)는 높은 유전상수를 갖지만 비교적 높은 유전 손실을 가지고 있으며, 특히 microwave 주파수 대역에서는 더욱 심한 손실을 가진다. 이러한 유전 손실을 줄이기 위해 유전상수는 BST에 비해 높지 않지만 BST의 가장 취약했던 유전손실을 줄일 수 있는 Bismuth Zinc Niobate(BZN) 박막을 증착하여 막의 특성을 연구하였다.<sup>[4-6]</sup>

### 2. 실험

본 연구를 위한 BZN 박막의 형성에는 Pt(111)/Ti/SiO<sub>2</sub>/p-Si(100)의 기판을 사용하였으며 준비된 기판은 유기 세정을 실시하였다. BZN 박막의 형성 방법으로는 반응성 RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용하였다. 스퍼터링 조건은 다음의 표 1에 나타내었다. 스퍼터링에 사용된 타겟은 TOSHIMA MFG Co.,Ltd사의 제품을 사용하였으며, 반응 가스는 Ar:O<sub>2</sub>=90:10 sccm을 유지하였으며 성막이 시작되기 전 타겟의 깨끗한 상태를 유지하기 위하여 셔터를 닫은 상태에서 10분간 pre sputtering을 실시하였다. 공정변수로는 기판 가열 온도를 실온에서 400 °C, 500 °C, 550 °C, 600 °C까지의 변화를 통하여 cubic pyrochlore의 결정상을 갖는 박막을 제작하였다. 이렇게 제작된 시편들은 직경

200 μm의 원형 금속 마스크를 이용하여 E-beam evaporator로 Pt를 상부 전극으로 증착하였으며 post- metalization anneal 질소분위기 400 °C에서 수행하였다.

제작된 시편들에 대해서는 XRD(X-Ray Diffraction) 분석을 통하여 구조적 특성 평가와, HP 4156A와 HP4192A를 이용한 전기적 특성 평가를 수행하였다.

표 1. 스퍼터링 조건.

Parameter	BZN
Target form	Bi <sub>1.5</sub> ZnNb <sub>1.5</sub> O <sub>7</sub>
RF input power	50 W
Base pressure	1 × 10 <sup>-6</sup> Torr
Working pressure	10 mTorr
Deposition rate	1.5 nm/min
gas ratio	Ar:N <sub>2</sub> =90:10
Substrate temp.	R.T. ~ 600 °C

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 기판 가열온도에 따른 각 증착온도별 상태의 BZN 박막의 XRD를 나타내었다. 기판의 가열 온도가 550 °C일 때 결정화되기 시작하여 600 °C에서는 완전히 결정화 된 BZN 박막을 얻을 수 있었다. 또한 기판 온도 600 °C에서 박막을 증착한 후, 800 °C, 질소(N<sub>2</sub>)분위기에서 1분간 급속 열처리를 수행한 BZN 박막의 경우 양호한 cubic pyrochlore상의 결정화가 이루어져 우수한 BZN 박막을 얻을 수 있었다.

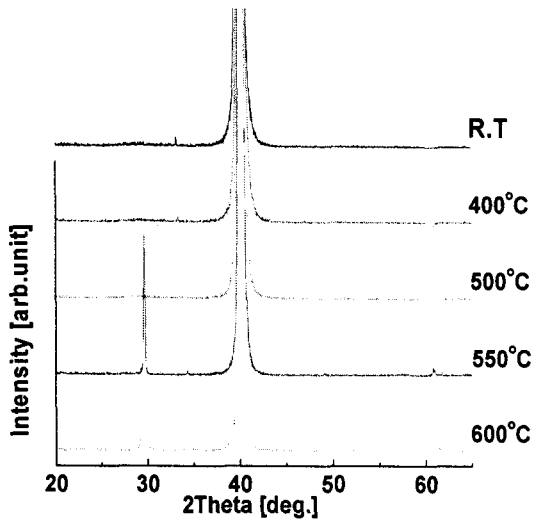


그림 1. 기판온도에 따른 XRD 회절 패턴

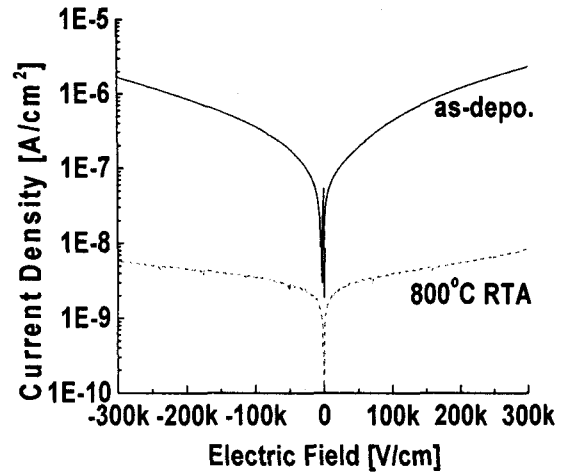


그림 3. 기판온도 600 °C, as-depo. & N<sub>2</sub> atm. 800 °C에서 열처리한 시료의 인가전계에 따른 누설전류 특성

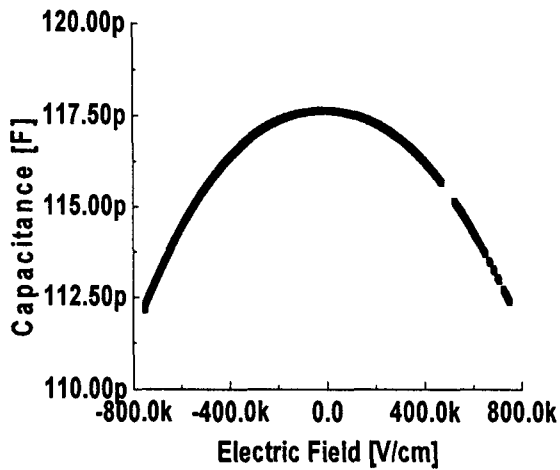


그림 2. 기판온도 600 °C, N<sub>2</sub> atm. 800 °C에서 열처리한 시료의 인가전계에 따른 capacitance 특성

그림 2는 기판온도 600 °C에서 증착한 후, 800 °C, 질소(N<sub>2</sub>)분위기에서 1분간 급속 열처리를 수행한 sample의 C-V 특성을 나타내었으며 capacitance의 변화율은 약 4.68%를 나타내고 있다.

그림 3은 BZN 박막의 최적화된 조건으로 기판온도 600 °C, 800 °C RTA를 수행한 sample의 누설전류특성을 보이고 있으며 함께 나타낸 600 °C, as-depo의 sample보다 양호한 특성을 나타내고 있다. 이것은 앞서 언급했듯이 RTA를 통해 보다 나은 양질의 BZN 박막을 얻을 수 있음을 나타내고 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 유전 손실 및 온도에 따른 그 특성변화가 작은 유전체 물질인 BZN 박막을 Pt(111)/Ti/SiO<sub>2</sub>/p-Si(100)의 기판위에 제작한 후 그 특성을 연구하였다. 기판온도 600 °C에서 증착한 후 800 °C, 질소(N<sub>2</sub>)분위기에서 1분간 급속 열처리를 수행한 sample이 가장 양호한 특성을 나타내었다.

#### 참고 문헌

- [1] Ferroelectrics at Microwaves, ed. by O G Vendik (Soviet Radio, Moscow, in Russian)
- [2] M.DiDomennico, D. Jonson and F. Pantell, J Appl. Phys. 33,1697
- [3] Deborah J Taylor, "Ferroelectric Film Devices" p113-122
- [4] G. Rupperecht, R. Belland B.Silverman, Phys. Rev.,123.97 (1961).
- [5] G. Rupperecht, R.Bell, Phys. Rev.,125. 1915, (1962).
- [6] B. Silverman, Phys. Rev., 125. 1921, (1962).