

# MgO의 첨가량에 따른 Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>의 구조적, 유전적 특성

유희욱, 안호명, 구상모, 남승민, 이영희, 고중혁  
광운대학교

## Structural and Dielectric Properties of Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub> with Addition MgO

Hee-wook You, Ho-myoungh Ahn, Sang-mo Koo, Song-min Nam, Young-hie Lee, Jung-hyuk Koh  
Kwangwoon Univ.

**Abstract :** A conventional oxide method was used to fabricate Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>(BST) ceramic plates doped by MgO from 10 to 60 wt%. The structural and dielectric properties of BST were investigated as a fraction of MgO dopant concentration. The dielectric properties of the MgO doped BST were strongly dependent on the MgO contents. The dielectric constant and dielectric loss of MgO doped BST decreased with increasing MgO content.

**Key Words :** conventional oxide method, BST, MgO

### 1. 서론

정보화 사회로 급속한 진전에 따라 개발된 이동통신의 발달로 고주파 유전체 소자에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 이에 따른 응용소자로는 varactor, filter, phase shifter, voltage controlled oscillators(VCO) 등이 있으며, 이런 응용을 위한 유전체 물질로는 SrTiO<sub>3</sub>(STO), Ba<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>TiO<sub>3</sub>(BST) 등이 있다. 마이크로파 유전체를 위한 요구조건으로는 먼저 유전 상수( $\epsilon_r$ )가 커야 한다. 또, 공진 주파수의 온도계수( $T_{cr}$ )가 낮아야 하며, 0에 가까울수록 좋다. 그리고, 품질계수( $Q \cdot f_0$ )가 높아야 한다 등의 특성이 요구된다. 특히 최근 대부분의 연구들이 SrTiO<sub>3</sub> 과 같은 저온 강유전체 물질 대신 BST와 같은 상온 강유전체 물질을 tunable microwave device에 삽입하는 것에 집중되고 있다. BST는 2~3 GHz의 높은 주파수 영역에서도 400~800의 높은 유전율을 유지하고 0.5 % 이하의 낮은 손실값 그리고 50 % 이상의 높은 튜너빌리티를 갖는다. 또한 BST는 Ba와 Sr의 몰 비의 변화로 상전이 온도를 비롯하여 전기적·유전적 특성이 변화하기 때문에 고주파 유전체 소자로 매우 각광받는 소재이다. 일반적으로 상온에서 상유전 상태의 특성을 보이는 조성인 Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>가 널리 사용되고 있다.

본 연구의 목적은 BST의 유전율과 손실값을 낮추기 위하여 안정한 물질로 알려진 MgO를 첨가하여 우수한 유전 특성을 갖는 재료를 제조하는데 목적이 있다.

### 2. 실험

본 실험에서는 Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>(BST)에 MgO를 각각 10, 20, 30, 40, 50, 그리고 60 wt%를 첨가하였고 출발 물질로 BaCO<sub>3</sub>, SrCO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, MgO를 하용하여 그림 1과 같이 세라믹 공정을 수행 하였다.

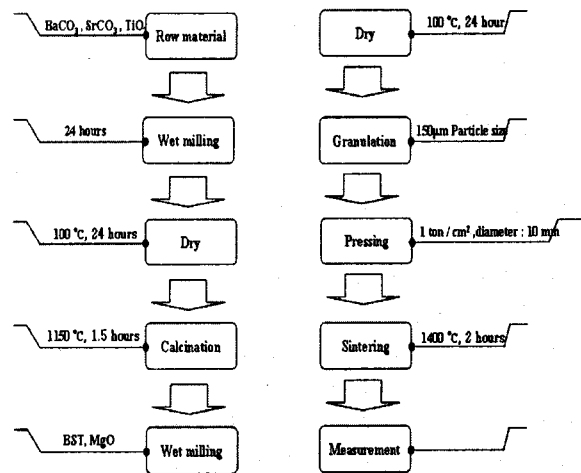


그림 1. 실험 과정.

우선 각 물질을 원하는 몰비로 평량하고 에틸알콜을 분산매로 하여 직경 3 mm의 ZrO<sub>2</sub> Ball을 사용하여 24시간 동안 wet-ballmilling을 실시하였다. 혼합된 slurry는 100 °C의 dry oven에서 훈풍으로 24시간 건조시켰다. 그 후 1150 °C에서 1.5시간 하소 하였다. 혼합된 분말은 체(100)를 사용하여 분말가루의 입자를 150 µm로 균일화한 후 이 혼합 분말을 직경 10 mm의 원통형 금형에서 1 ton/cm<sup>2</sup>의 성형 압력으로 10 sec 유지하여 성형 하였다. 성형된 시편을 Zirconia setter 위에 놓고 공기분위기에서 소결을 행하였다. 소결온도는 1400 °C로 하였으며 2시간 유지시킨 후 냉각하였다.

본 실험에서는 구조적 특성을 XRD(Rigaku)를 이용하였으며 유전 특성은 Impedance analyzer(HP 4192A)로 측정하여 주파수 특성을 알아 보았다.

### 3. 결과 및 검토

그림 2는 MgO 첨가량에 따라 제조된 시편을 1400 °C의 소결온도에서 XRD 분석한 결과이다.

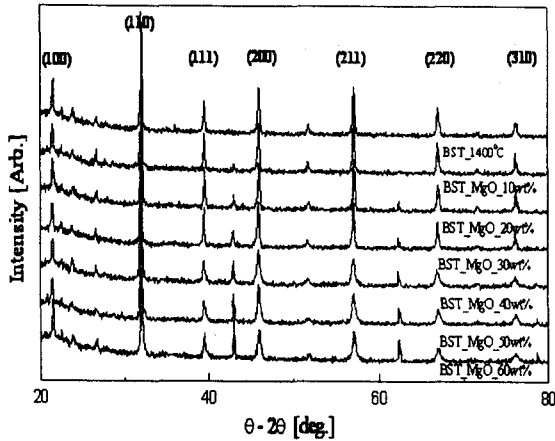


그림 2. dopant 첨가량에 따른 MgO doped (Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>)TiO<sub>3</sub> Ceramic의 XRD pattern.

44.4 그리고 73.9 degree 에서 MgO의 첨가량에 따라 회절피크의 강도가 높아 지는것을 알수 있으며, BST의 주상이 잘 나타나는 것으로 보아 결정성장이 잘 이루어졌음을 알 수 있고 또한 페로브스카이트 구조인 것을 확인 할 수 있다.

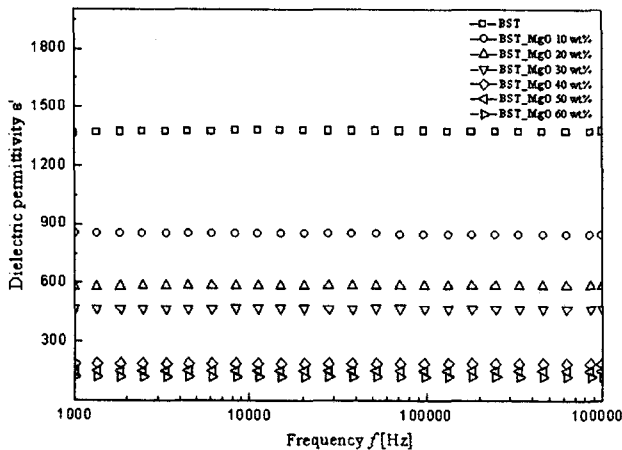


그림 3. 주파수에 따른 MgO doped (Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>)TiO<sub>3</sub> Ceramic의 유전율.

그림 3은 1400 °C 에서 소결한 시편의 주파수에 따른 유전율 값을 나타낸 것으로 MgO가 10 ~ 60 wt% 일 경우 주파수가 증가하여도 유전율의 변화가 거의 없었으며 첨가되는 MgO의 양에 따라서 유전율의 값이 감소 하였으며 유전율의 변화율은 첨가량에 따라 각각 37, 57, 65, 86, 89 그리고 91 %였다 특히 40, 50 그리고 60 wt% 인 경우

유전율의 변화율이 점점 감소 하는것을 확인 할수 있었다.

표 1. dopant 첨가량에 따른 MgO doped (Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>)TiO<sub>3</sub> Ceramic의 dielectric constants and loss tangent at 1 MHz.

BST-MgO(at 1 MHz)		
	$\epsilon_r$	$\tan \delta$
0 wt%	1377	0.0023
10 wt%	849	0.0017
20 wt%	588	0.0015
30 wt%	471	0.0014
40 wt%	188	0.0017
50 wt%	149	0.0019
60 wt%	120	0.002

표 1은 MgO의 첨가량에 따른 유전율과 손실값을 1 MHz 일때 측정 한 결과 값들이다. 손실값은 첨가량이 없는 경우 0.0023의 값을 보였고 첨가량에 따라 손실값이 감소하는 경향을 보이다 40 wt% 이상 첨가된 경우 다시 증가하는 것을 확인 하였다.

### 4. 결론

본 연구에서는 BST의 높은 유전율과 손실값의 특성 향상을 위하여 MgO를 각각 10 ~ 60 wt%를 첨가하여 구조적, 유전적 특성을 알아 보았다.

MgO의 첨가량에 따라 유전율 값은 감소하는것을 확인할수 있었고 유전손실은 30 wt% 일때 가장 적은 0.0014 값을 나타내었다 하지만 40 wt% 이상일 경우 손실값은 0.002로 다시 증가하였다.

### 감사의 글

본 연구는 대덕전자 및 서울시 산학연 협력사업 지원에 의해서 이루어졌습니다. (Grant No.10583 and 10651)

### 참고 문헌

- [1] J. Im, O. Auciello, P. K. Baumann, S. K. Streiffer, D. Y. Kaufman, and A. R. Krauss, "Composition-control of magnetron sputter-deposited (Ba<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>)Ti<sub>1+y</sub>O<sub>3+z</sub> thin films for voltage tunable devices," Appl. Phys. Lett. Vol. 75, pp. 412-414. 2000.
- [2] M.Jain, S.B. Majumder, R.S. Katiyar, D.C. Agrawal, A.S.Bhalla, "Dielectric properties of sol-gel-derived MgO:Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub> thin film composites," App. Phys. Lett., vol 81, pp.3212-3214, Oct. 2002.
- [3] 김경태, 김창일, "Sol-gel 법으로 제작된 BST박막의 Bi첨가에 따른 구조적, 유전특성" 전기전자재료학회논문지 17:852-858.