

## ZrO<sub>2</sub> 첨가량에 따른 BSCT 세라믹의 유전 특성

### Dielectric properties with variation of doped mount ZrO<sub>2</sub> of BSCT ceramics

조현무, 이성갑, 이영희\*, 배선기\*\*

Hyun-moo. Cho, Sung-gap. Lee, Young-hie. Lee\*, Seon-gi. Bae\*\*

#### Abstract

(Ba<sub>0.6-x</sub>Sr<sub>0.4</sub>Ca<sub>x</sub>)TiO<sub>3</sub> (x=0.10, 0.15, 0.20) ceramics were fabricated by the mixed-oxide method and their dielectric properties were investigated with variation of composition ratio, doped ZrO<sub>2</sub> (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 wt%) and sintered at 1450°C. The dielectric constant and loss of the x=0.10 specimen applied field were 19.86 and 0.302 % at 0 V/cm, and 25.937 and 0.339 % at 300 V/cm, respectively. Dielectric constant were increased with increased applied field and decreased with increased frequency, and dielectric loss were within 0.1% at applied 800 MHz, respectively. all specimens showed fairly good applied field. Although, dielectric constant and loss of all specimen showed to tend of nearly the same.

**Key Words** : BSCT ceramics, doped ZrO<sub>2</sub>, dielectric constant, applied field, applied frequency

#### 1. 서 론

페로브스카이트형 결정구조를 갖는 BaTiO<sub>3</sub> 세라믹은 뛰어난 다양한 전기적 특성을 가지고 있다. 이러한 특성으로 인해 DRAM 소자의 유전체 재료, 초고주파 대역의 유전체 공진기로써 응용되고 있다 [1-2]. 특히 상전이 온도에서의 유전상수와 잔류분극이 급격히 변화하는 특성을 이용하여 고감도 적외선 센서로의 응용[3]에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 상온부근에서의 유전상수가 높은 특성을 이용하여 유전체용 안테나로의 응용을 위한 연구[4-5]가 진행되고 있다. 이러한 뛰어난 특성을 각각의 목적에 맞도록 이용하기 위해 다양한 방법으로 전기적 특성

을 변화시키려는 연구가 활발히 진행중에 있지만 BaTiO<sub>3</sub> 세라믹은 120°C와 0°C에서 결정구조가 변화하는 상전이 온도를 가지고 있어 온도변화에 큰 영향을 받고 있다[6].

전기적 특성이 온도변화에 따라 크게 영향을 받는 특성을 개선하기 위해 본 연구에서는 Sr과 Ca 이온을 Ba 이온자리에 치환시켜 (Ba,Sr,Ca)TiO<sub>3</sub>(BSCT) 세라믹을 제조하였으며, ZrO<sub>2</sub>를 첨가하여 유전체 안테나로의 응용가능성을 조사하기 위해 조성비의 변화, 전계 인가, 주파수인가와 ZrO<sub>2</sub> 첨가량에 따른 유전적 특성을 측정하였다.

#### 2. 실험

본 연구에서는 조성식 (Ba<sub>0.6-x</sub>Sr<sub>0.4</sub>Ca<sub>x</sub>)TiO<sub>3</sub> (x=0.10, 0.15, 0.20)에 따라 BaCO<sub>3</sub>, SrCO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub> 및 TiO<sub>2</sub> 시료를 평량한 후, ZrO<sub>2</sub>를 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 wt%를 첨가하여 일반소성법으로 제작하였다. 12장의 본문 내용이 들어가는 자리입니다. 먼저 평량

서남대학교 전자전기공학부

\* 광운대학교 전자재료공학과

\*\* 인천대학교 전기공학과

(전북 남원시 광치동 720

Fax: 063-620-0211

E-mail : lsgap@tiger.seonam.ac.kr)

된 각 시료를 아세톤을 분산매로 지르코니아볼로 24 시간 혼합 분쇄하였으며, 혼합 분쇄된 시료를 100°C의 전기오븐에서 24시간동안 건조한 후, 재분쇄하여 1100°C에서 2시간동안 하소하였다. 하소된 분말에 PVA를 3wt% 첨가한 후, 알루미늄 유발을 이용하여 분쇄하고 #100 메쉬체로 체가름하였다. 체가름한 분말을 원통형 금형( $\phi$  12mm)에 넣고 1[ton/cm<sup>2</sup>]의 압력으로 성형한 후, 1300°C~1500°C에서 2시간 동안 소결하였다. 소결된 시편을 1[mm]의 두께로 연마한 후, 시편의 양면에 실크 스크린법으로 은전극을 부착하여 0 V/cm ~ 300 V/cm의 전계를 인가하고, HP 4294 Impedance Material Analyser를 이용하여 600 MHz ~ 1 GHz까지의 주파수인가에 따른 전기적 특성을 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1과 2는 제작된 BSCT(50/40/10) 시편에 전계와 주파수를 인가하였을 때의 비유전상수와 유전손실을 나타낸 것이다. 전계를 인가했을 경우 시편의 비유전상수가 증가하였으며, 주파수가 증가할수록 비유전상수는 감소하였다. 최고의 비유전상수는 ZrO<sub>2</sub> 첨가량이 0.5wt%이며, 300 [V/cm]의 전계를 인가한 시편에서 25.393의 값을 나타내었다. 시편의 유전손실은 전계의 값에 별 영향을 받지 않고, 주파수에 인가됨에 따라 800MHz까지는 감소하다가 다시 증가하였는데, 이는 유전분산특성에 기인된 것이라 사료된다. 800 MHz에서의 유전손실값은 모든 시편에서 0.087% 이내의 값을 나타내었다.

그림 3과 4는 제작된 BSCT(45/40/15) 시편에 전계와 주파수를 인가하였을 때의 비유전상수와 유전손실을 나타낸 것이다. 전계를 인가했을 경우 시편의 비유전상수가 증가하였으며, 주파수가 증가할수록 비유전상수는 감소하였다. 최고의 비유전상수는 ZrO<sub>2</sub> 첨가량이 0.5 wt%이며, 300 [V/cm]의 전계를 인가한 시편에서 6.481의 값을 나타내었다. 유전손실 또한 인가한 전계의 영향을 받지 않았으며, 800 MHz에서의 유전손실값은 모든 시편에서 0.084% 이내의 값을 나타내었다.

### 4. 결론

본 연구에서는 (Ba<sub>0.6-x</sub>Sr<sub>0.4</sub>Ca<sub>x</sub>)TiO<sub>3</sub> (x=0.10, 0.15, 0.20) 세라믹스를 일반 소성법으로 제작한 후, 조성

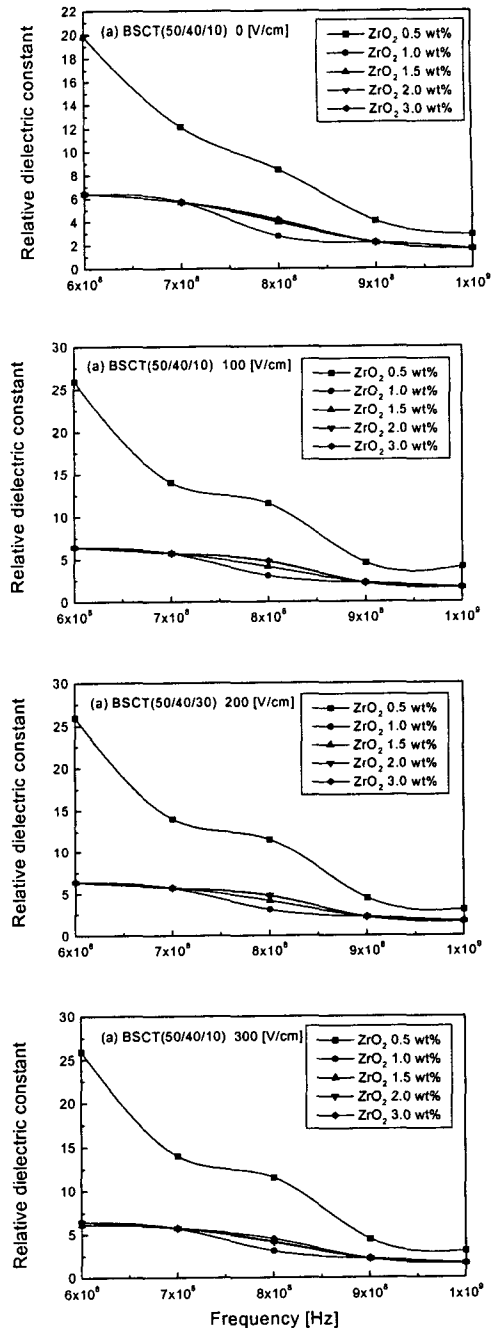


그림 1. 온도와 주파수인가에 따른 BSCT(50/40/10) 시편의 비유전상수

Fig. 1 Dielectric constant with variation of applied field and frequency of BSCT(50/40/10) specimens.

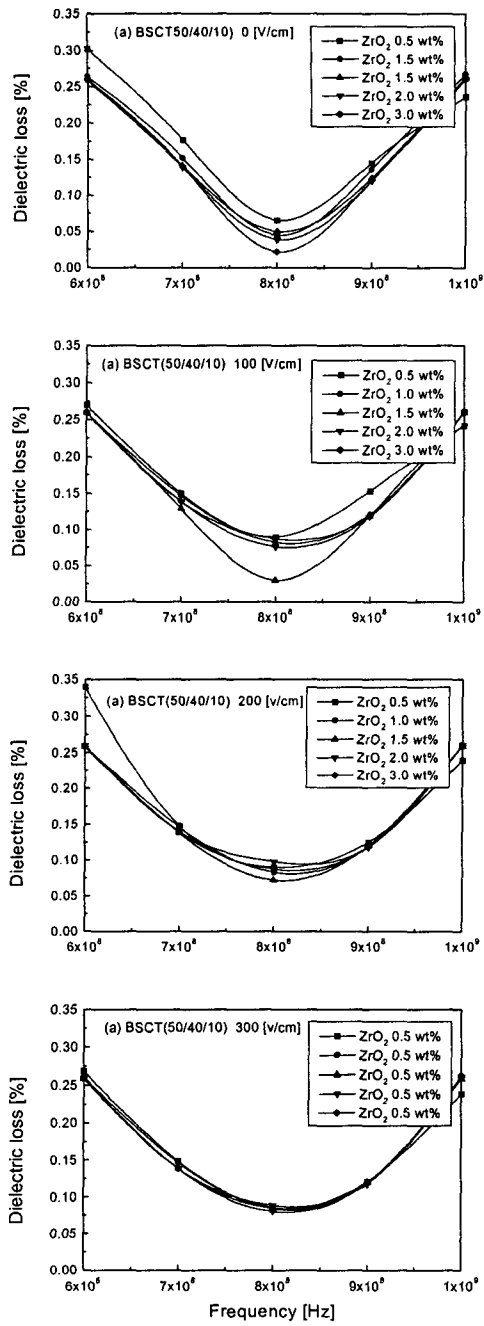


그림 2. 전계와 주파수인가에 따른 BSCT(50/40/10) 시편의 유전손실  
 Fig. 2 Dielectric loss with variation of applied feild and frequency of BSCT(50/40/10) specimens

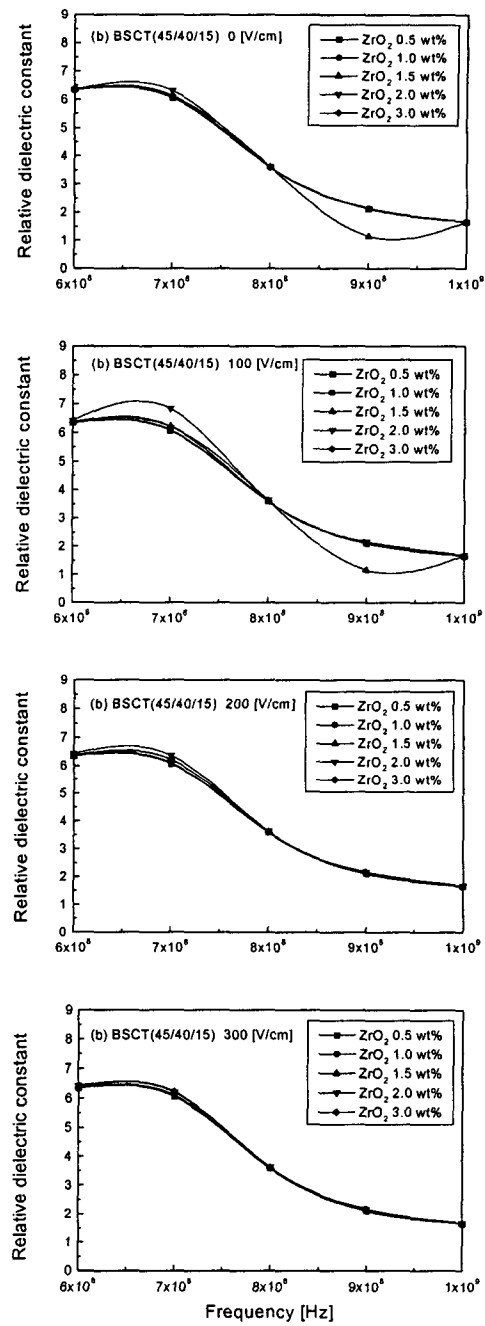


그림 3. 온도와 주파수인가에 따른 BSCT(45/40/15) 시편의 비유전상수  
 Fig. 3 Dielectric constant with variation of applied feild and frequency of BSCT(45/40/15) specimens.

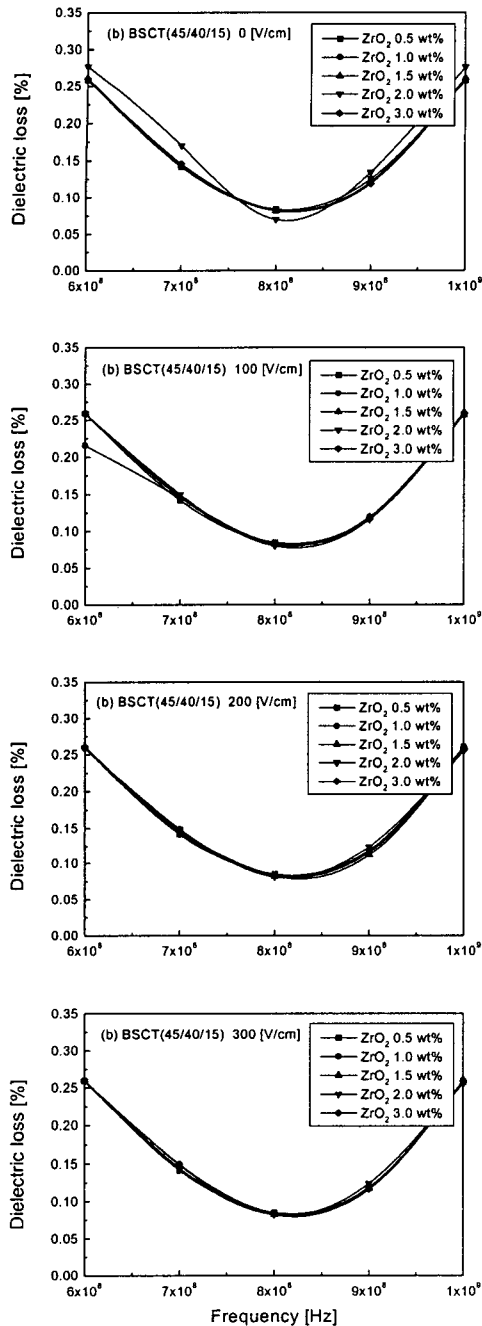


그림 4. 전계와 주파수인가에 따른 BSCT(45/40/15) 시편의 유전손실

Fig. 4 Dielectric loss with variation of applied field and frequency of BSCT(45/40/15) specimens

비와 ZrO<sub>2</sub> 첨가량에 따른 유전적 특성을 고찰하였다. 0[V/cm]~300[V/cm]의 전계와 600MHz~1GHz의 주파수를 인가하여 유전특성을 조사한 결과 ZrO<sub>2</sub>의 첨가량이 많아질수록, 주파수가 증가할수록 비유전상수는 감소하는 경향을 나타내었으며, 전계가 증가할수록 비유전상수는 증가하였다. 최대의 비유전상수는 0.5 wt%의 ZrO<sub>2</sub>를 첨가하고, 300[V/cm]의 전계를 인가한 BSCT(50/40/10)조성의 시편이 주파수 600MHz에서 25.393의 최대값을 나타내었다. 또한 유전손실은 주파수가 증가함에 따라 감소하다가 다시 증가하는 유전분산 특성을 나타내었으며, 800MHz에서 유전손실값은 모든 시편에서 0.1% 이내의 우수한 특성을 나타내었다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2000-1-30200-016-2) 지원으로 수행되었음.

#### 참고 문헌

- [1] 이영희 등, "BSST 세라믹스의 마이크로파 유전 특성에 미치는 Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 첨가효과", 한국전기전자재료학회, Vol.5, No.5, pp.439~444, 1996
- [2] T. Horikawa, N. Mikami, T. Makita, J. Tanimura, M. Kataoka, K. Sato and M. Nunoshita, "Dielectric properties of (Ba,Sr)TiO<sub>3</sub> thin films deposited by rf sputtering", Jpn. J. Appl.Phys., Vol.32, No.9, pp.4126~4130, 1993
- [3] S. S. Lim, M. S. Han, S. R. Ha, and S. G. Lee, "Dielectric and Pyroelectric Properties of (Ba,Sr,Ca)TiO<sub>3</sub> Ceramics for Uncooled Infrared Detectors", Jpn. J. Appl. Phys., Vol.39, No.8, pp.4835~4838, 2000
- [4] L. Wu, Y. C. Chen, Y. P. Chou, Y. T. Tsai and S. Y. Chu, "Dielectric Properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Doped Barium Strontium Titanate for Application in Phased Array Antennas", Jpn. J. Appl. Phys., Vol.38, No.9, pp.5154~5161, 1999
- [5] L.A. Knauss, J.M. Pond, J.S. Horwitz, and D.B. Chrisey, C.H. Mueller and R. Treece, "The effect of annealing on the structure and dielectric properties of Ba<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>TiO<sub>3</sub> ferroelectric thin films." Appl. Phys. Lett., vol. 69, No. 1, pp25~27, 1996
- [6] R. C. Buchanan, Ceramic Materials for Electronics, Dekker, 1986