

# 적층 칩 캐패시터 제작에 있어 BaTiO<sub>3</sub> 분말 크기에 따른 유전 특성

윤 중 략, 이 현 용

삼화콘덴서공업(주), \*영지대학교 전기공학과

## Dielectric properties of BaTiO<sub>3</sub> Ceramic for Multilayer Ceramic Capacitor

Jung Rag Yoon, Heun Young Lee\*

SAMWHA CAPACITOR Co. LTd. \*MyoungJi Univ.

**Abstract** : Barium titanate (BaTiO<sub>3</sub>) is one of the most important dielectric materials for the electronic devices, such as MLCC (Multilayer Ceramic Capacitor). The thickness of the dielectric thin film in MLCC has become thinner and reached about 0.8 μm. Further down sizing is required for the higher performance. For this reason, we should take into account for the size effect of Barium titanate powders. In this study, we demonstrated that size effect for BaTiO<sub>3</sub> (0.2 ~ 0.5 μm, hydrothermal BT) could be estimates by using dielectric properties analysis together with the powder properties.

**Key Words** : BaTiO<sub>3</sub>, ceramics, MLCC, Dielectric properties

### 1. 서 론

최근 휴대용 전화기나 노트북과 같은 휴대용 전자기기의 수요 증가와 함께 부품의 소형화, 고성능화, 저 소모 전력 부품의 요구가 증가되고 있다. 캐패시터의 경우 소형이면서 고용량을 얻기 위해 적층형 구조를 하고 있으며 세라믹 유전체, 내부 전극, 외부 전극으로 구성된다. 고용량 적층 칩 캐패시터를 얻기 위해서는 높은 유전율을 가지는 유전체를 적용하거나 또는 유전체 두께를 얇게 하거나 내부 적층수를 증가시켜야 한다. 특히, 최근에는 고용량의 경우 BME MLCC (Base Metal Electrode MLCC)의 지속적인 신뢰성 향상에 따라 내부 전극으로 Pd와 Ag-Pd와 같은 고가의 귀금속 대신 Ni와 Cu등과 같은 저가의 비금속을 적용함으로써 가격 경쟁력이 우수한 적층 칩 세라믹 캐패시터를 생산하고 있다. [1,2,3] 고용량의 MLCC 제작을 위해서는 전극과 전극간의 유전체의 두께의 박막화가 요구될 뿐만 아니라 고 유전율화도 필요하다. 유전체 박막의 두께를 줄이기 위해서는 분말의 크기가 작을수록 유리하며 최근에는 BaTiO<sub>3</sub>의 크기가 50 nm인 원료를 적용한 개발도 진행되고 있다. 반면, BaTiO<sub>3</sub> 분말의 크기가 작아지면서 유전특성이 달라지므로 적층 칩 캐패시터 제작에 있어 분말의 크기에 따른 유전특성을 고려하여 고용량 적층 칩 캐패시터의 설계가 필요하다. 따라서, 본 논문에서는 수열합성법(Hydro thermal method)로 제작된 원료의 크기에 따른 유전 특성을 조사하였으며 적층 칩 캐패시터 제작시 적절한 원료 크기를 선정하는 데 필요한 데이터를 제공하고자 한다.

### 2. 실험

본 실험에서 사용한 분말은 수열합성법(Hydro thermal method)로 제조된 BaTiO<sub>3</sub> (Sakai. BT-02, BT-03, BT-04, BT-05)를 사

용하였으며 첨가제로는 MgO, MnO<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>를 첨가 하였으며 적층 칩 캐패시터에서 X5R 온도특성을 만족하는 조성으로 하였다. 첨가제는 50 ~ 100nm 크기를 적용하였으며 분산에는 에탄올을 이용하였다. 먼저, 조성식에 맞게 평량한 다음, 폴리프로필렌 용기에 지르코니아 볼을 이용하여 24시간 습식혼합 하였다. 그 후, 100℃의 건조 오븐에서 24시간 동안 충분히 건조시키고, PVA를 1.5wt% 첨가하여 200mesh로 체가름하여 조립하였다. 조립된 분말은, 성형한 다음 H<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O를 이용하여 Po<sub>2</sub> = 10<sup>-11</sup> MPa 분압 하에서 1220 ~ 1280℃에서 2시간동안 소결하였다. 절연저항 향상을 위하여 재산화 열처리 900℃, Po<sub>2</sub> = 10<sup>-7</sup> MPa 분위기에서 2시간 행하였다. Ni를 이용하여 전극을 형성하여 소결한 후 유전율과 손실은 1 kHz, 1 V<sub>rms</sub> 조건으로 LCR 측정기 (HP4278A, HP, USA)를 이용하여 캐패시턴스 값을 측정 한 후 유전율을 계산하였다.

### 3. 결과 및 검토

그림 1(a)은 수성 합성법에 의해 제조된 원료의 분말의 사진을 나타낸 그림이고 (b)는 비표면적을 나타낸 그림이다. 그림에서 보듯이 BaTiO<sub>3</sub> 원료의 크기는 0.2 ~ 0.5 μm로서 균일함을 볼 수 있으며 원료의 비표면적은 0.2 μm에서 크게 나타남을 볼 수 있으며 0.4μm 부터는 2.5[m<sup>2</sup>/g]이하를 보여주고 있다. 그림 (2)는 0.2 μm BaTiO<sub>3</sub> 원료에 대한 XRD 결과로서 결정구조의 유의차를 볼 수 없으며 결정성 또한 유사함을 볼 수 있다. 그림 3의 소결온도에 따른 유전율을 나타낸 그림으로서 고온에서는 유전율 차이가 크게 나타나지 않는 반면 저온에서는 소결밀도는 소결성에 따라 큰 유의차를 보이고 있다. 유전손실 및 절연저항은 소결온도에 따라 차이가 있으며 분말의 크기에 따른 영향을 확인 할 수 있다. 이에 대한 자세한 분석이 필요하며 발표시에 할 예정이다.

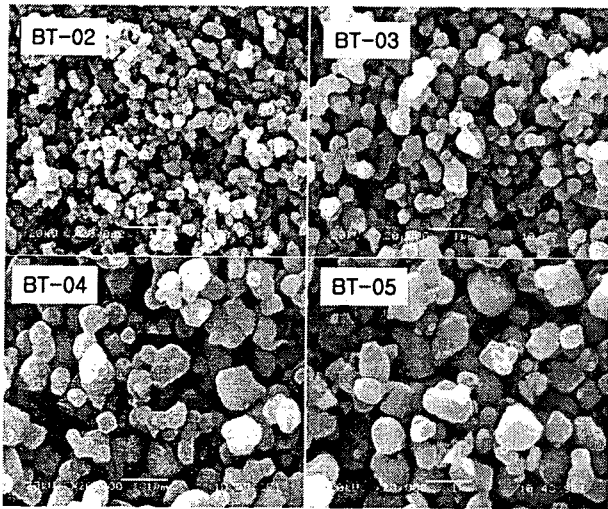


그림 1. 분말의 미세구조 및 BET

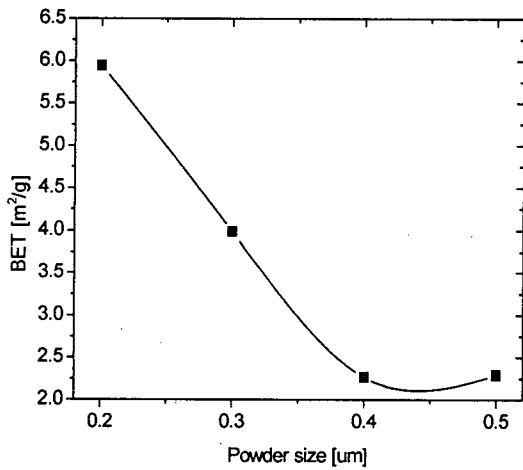
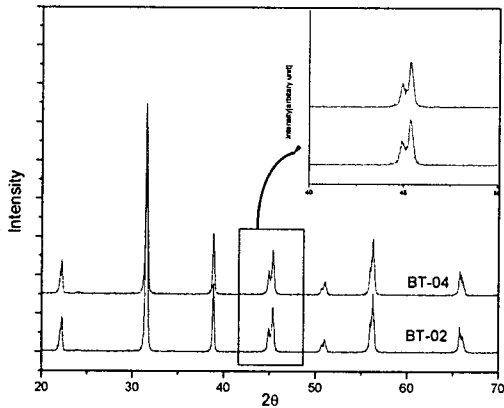


그림 2. XRD 분석 결과

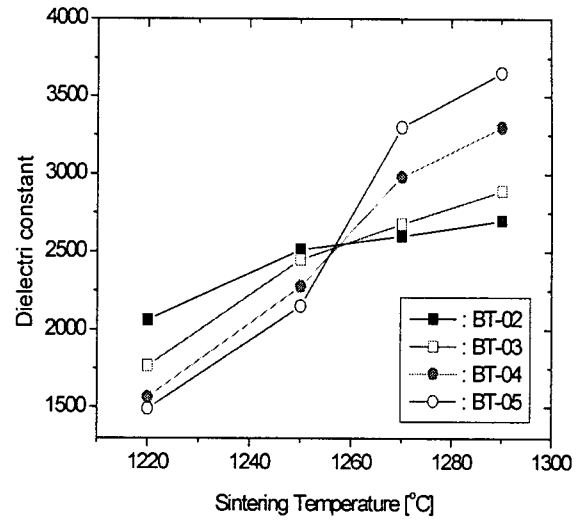


그림 3. 소결온도에 따른 유전율

#### 4. 결론

본 연구에서는 BaTiO<sub>3</sub> 분말의 크기에 따른 유전율 및 결정구조 분석을 하였다. 유전율의 경우 소결온도 및 분말의 크기에 따라 유의차를 나타내고 있다. 특히, 분말의 크기가 작을수록 저온에서 소결성이 우수하여 높은 유전율을 나타냄을 확인 할 수 있었다. 유전체 분말의 분석에서는 분말의 크기에 따라 BET가 급격히 증가되는 크기가 있음을 확인 하였으며 향후 적층 칩 캐패시터 제작시 고려하여야 한다.

#### 참고 문헌

- [1] Kenji Ishikawa and Takatosho Uemori, "Surface relaxation in ferroelectric perovskites", Phys. Rev., **B60**, pp.11841-11845 (1999)
- [2] Kenji Uchino, Eiji Sadanaga and Terukiyo Hirose, "Dependence of the Crystal Structure on Particle Size in Barium Titanate", J. Am. Ceram. Soc., **72**, pp.1555-1558, (1989)
- [3] Domenico, M., S. H. Wemple, S. P. S. Porto and R. P. Bauman: "Raman Spectrum of Single-Domain BaTiO<sub>3</sub>" Phys. Rev. **174**, 522 (1968)
- [4] Zhong, W. L., Y. G. Wang, P. L. Zang and B. D. Qu: "Phenomenological study of the size effect on phase transitions in ferroelectric particles" Phys. Rev. **B50**, 698 (1994)