

Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O₃ - BaTiO₃ - PbTiO₃ 세라믹의 압전 특성에 관한 연구
 (Piezoelectric Properties of Ceramics in the Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O₃ -
 BaTiO₃ - PbTiO₃ System)

이 성 갑*	강원대학교 전자재료 공학과
배 선 기	인천대학 전기공학과
이 영 희	강원대학교 전자재료 공학과
Sung - Gap Lee*	Dep. of Electronic Mat. Eng. Kwang Woon Univ.
Seon - Gi Bae	Dep. of Electrical Eng. In Cheon Univ.
Young - Hie Lee	Dep. of Electronic Mat. Eng. Kwang Woon Univ.

1. 서 론

3성분계 압전 세라믹은 PZT 계와 비교하여 조성 변태 상경계 영역이 확대됨에 따른 특성의 선택폭이 넓은 장점을 가지고 있으며, PZT 계와 마찬가지로 각종의 미량 첨가물을 가함으로써 전기기계 결합계수 (Kp), 기계적 품질계수 (Qm), 온도 및 시간 변화에 따른 특성등의 향상을 기대할수 있다. 그러나 복합 3성분계 세라믹에서는 100% 고용체 형성에 어려움이 있으며 제 2상으로써 Pyrochlore 상이 나타나게 된다. 본 연구는 Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃ 세라믹에 BaTiO₃ 를 고용시켜 유전적, 압전적 특성을 저하시키는 Pyrochlore 상의 형성을 억제시키고, 온도 및 시간 변화에 따른 특성을 향상시켜 온도 보상용 캐패시터 및 압전 진동자, 압전 착확소자등으로의 응용 가능성에 대해 조사하고자 한다.

2. 실험방법

본 실험에서는 그림1의 PZN - PT - BT 세라믹의 상도로 부터 PbTiO₃ 의 양을 5 - 20 mol% 까지, BaTiO₃ 의 양을 5 - 10 mol% 까지 변화시켜 첨가하여 시편을 일반 소성법으로 제작

하였다. 각 시료는 조성식 (1-x-y)PZN - xPT - yBT 에 따라 평량을 한후 ballmill 을 이용하여 24시간 동안 혼합 분쇄하였다. 혼합 분쇄된 분말을 완전 건조시킨후 전기로 내에서 850 °C 에서 2시간 동안 하소시켰으며, 하소된 분말을 알루미늄 유발에 넣어 다시 분쇄시킨후 원통형 금형에 넣어 1 (ton/cm²) 의 압력으로 성형하였다. 성형된 시료는 2중 도가니 구조를 사용하여 900 - 1000 (°C) 에서 1시간 동안 소결하였으며, 소결시 분위기 분말로는 PbZrO₃ + PbO₂ (5wt%) 를 사용하였다. 소결된 시편의 표면을 연마한후 전극을 도포하여 분극처리를 한후 각 특성을 조사하였다.

3. 측 정

(1) 비유전 상수

분극된 시편을 LCR - meter (ANDO, type AG - 4 301B) 를 사용하여 상온에서의 정전용량 C를 측정한다 다음 IRE 규정에 따라 ε% 를 계산하였다.

$$\epsilon\% = C \cdot T / S$$

여기서, ε^T: 외부 변형력이 0 일때 유전율,
 ε⁰: 잔공중의 유전율, T: 시편의 두께, S: 전

극의 면적이다.

사용된 주파수는 1 (kHz)로 LCR meter 의 내부 신호를 이용하였으며, 온도에 따른 비유전 상수의 변화를 상온에서 300°C 까지 10°C 의 간격으로 측정 관찰하였다.

(2) 전기기계 결합계수

제작된 시편의 전기기계 결합계수는 IRE 규정에 따라 정전압 회로를 구성하여 공진, 반공진 주파수를 측정한후 k_p 이 제시한 근사식을 이용하여 계산하였다.

$$\frac{1}{k_p^2} = a \cdot \frac{f_r}{f_c} + b$$

여기서, f_r : 공진 주파수, f_c : 반공진 주파수, $a = 0.395$, $b = 0.574$ 이다.

또한, 공진 주파수의 온도 변화를 측정하여 실용소자로서의 응용 가능성을 조사하였다.

(3) 미세구조

제작된 시편에 대해 $BaTiO_3$ 의 첨가량이 Pyrochlore 상의 제어 및 강유전 특성에 미치는 영향을 관찰하기 위해 시편을 연마한후 열적 에칭법을 이용하여 미세구조를 관찰하였다.

4. 결과 및 고찰

그림 2는 제작된 시편에 대한 분극전의 비유전 상수를 나타낸 것이다.

$BaTiO_3$ 의 첨가량을 일정하게 한후 $PbTiO_3$ 의 첨가량이 증가할수록 비유전 상수는 점차 감소하였다. 이는 $PbTiO_3$ 의 첨가량이 증가할수록 큐리온도는 상승하며, 확산형 상전이이 다른 실온에서의 비유전 상수가 증가하는 것으로 생각된다.

또한, $BaTiO_3$ 를 10 mol% 첨가한 시편의 경우가 5 mol% 첨가한 것 보다 큰 비유전 상수를 나타내었으며 이는 $BaTiO_3$ 첨가량이 증가할수록 유전적, 압전적 특성을 저하시키는 Pyrochlore 상의 형성을 억제 시키기 때문이다.

제작된 시편의 유전손실은 0.02 의 낮은 값을 나타내었다.

Reference

1. A. Halliyal et al. , J. Am.Ceram.Soc.,

70, 119, 1987

2. S.L Swartz, T.R.ShROUT, Mat.Res.Bull., 17, 1245, 1982

3. S. Nomura, H.Arima, Jap.J.Appl.Phys., 11, 358, 1972

4. M.A. Ugryumova, A.A.Ananeva, Soviet Physics, 16, 767, 1972

5. B.Jaffe et al. , Piezoelectric Ceramics, Academic Press, 1971

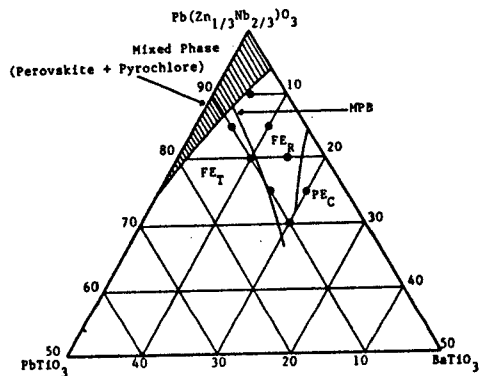


그림1. $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $BaTiO_3$ - $PbTiO_3$ 세각막의 상도

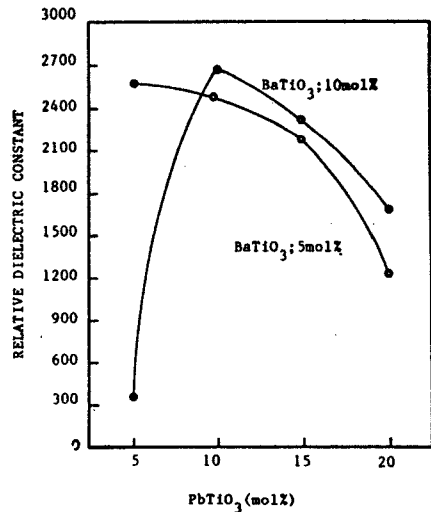


그림2. $PbTiO_3$ 첨가량에 따른 시편의 비유전 상수