

첨가제에 의한 PZT세라믹의 전기적 특성에 관한 연구

(A study on the electrical characteristic of PZT ceramics with additive.)

김현철, 김진섭, 김혁동, 배선기

(Kim Hyun-Chul, Kim Jean-Shop, Kim Huyk-Dong, Bae Seon-Gi)

인천대학교 전기공학과

(Department of Electrical Engineering University of Incheon)

ABSTRACT

This paper is the study for electrical characteristic of PZT ceramics with Sb_2O_3 , CoO additive. Effect of Sb_2O_3 , CoO additive ranged from 0.0wt% to 1.2wt% on the electrical characteristic of the PZT ceramics have been investigated. In the case of Sb_2O_3 0.6wt%, the maximum value of mechanical quality factor(Qm) was obtained 124.11 at 1150℃. And, additive CoO 1.2wt% was obtained 184.12 at 1150℃. The electromechanical coupling factor(kp) was increased by increasing the amount of Sb_2O_3 , CoO additive. The maximum value of electromechanical coupling factor(kp) was obtained 58.35 with Sb_2O_3 1.2wt% additive at 1150℃. Dopped with additive CoO 0.9wt%, electromechanical coupling factor(kp) was obtained 47.84 at 1150℃.

1.서론

고용체 PZT는 상경계(MPB: morphotropic phase Boundary)의 특성을 이용한 압전세라믹으로써¹⁾ BaTiO₃의 발견으로부터 시작하여 많은 고용체세라믹의 기초연구가 되어왔다. 澤口에 의해서 PbZrO₃와 PbTiO₃의 고용체에 관한 상도를 나타내었다.

그 후 압전체로써의 PZT는 Bernard Jaffe등에 의하여 발표되었으며 특정한 조성비에서 유전율과 전기기계결합계수가 극대치를 나타낸다는 사실이 보고되었다. 이 부분을 조성변태라고 하며 큐리온도

이하에서 두상을 나누는 경계는 온도변화가 적어서²⁾ 우수한 물성을 지니고 있다. PZT세라믹은 조성비에 따라 전기기계결합계수(Kp), 유전율, 기계적품질계수(Qm)등의 특성을 크게 변화시킬 수 있고 미량의 첨가제에 의해 제정수들을 조절할 수 있어 사용 목적에 따라 많은 응용재료를 얻을 수 있다³⁾.

압전세라믹의 응용에는 압전변압기, 압전점화기, 표면파 필터기, 각종 초음파 발생과 검출기, 초전형 적외선 센서등에 널리 이용되고 있다⁴⁾.

최근에 유전, 압전특성을 이용한 응용분야가 증가하고 있지만 유전 및 압전특성이 온도에 따라 민감하게 나타나는 문제점이 있다.

따라서, 본 연구에서는 PZT의 온도 안정성 및 전기적인 특성을 개선하기 위해 Sb_2O_3 , CoO 를 첨가하여 시편을 제작한 후 첨가량이 시편의 전기적인 특성에 미치는 영향을 고찰하고자 한다.

2. 실험방법

기본조성으로 $Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$ 를 선택한 후 첨가물 Sb_2O_3 및 CoO 를 0.0 ~ 1.2wt%까지 0.3wt%간격으로 첨가하였다. 전자천평으로 평량된 시료는 아세톤을 분산매로하여 ball-mill로 24시간 혼합 분쇄하였으며 혼합분쇄가 끝난 시료는 건조로 속에서 12시간 동안 건조시킨 후 850°C에서 2시간 동안 하소하였다. 1차 하소된 시료를 동일한 조건으로 2차 하소를 하여 재분쇄하였다.

모든 하소과정이 끝난 시료는 PVA용액 2wt%를 첨가하여 1[ton/cm²]의 압력으로 성형하였다.

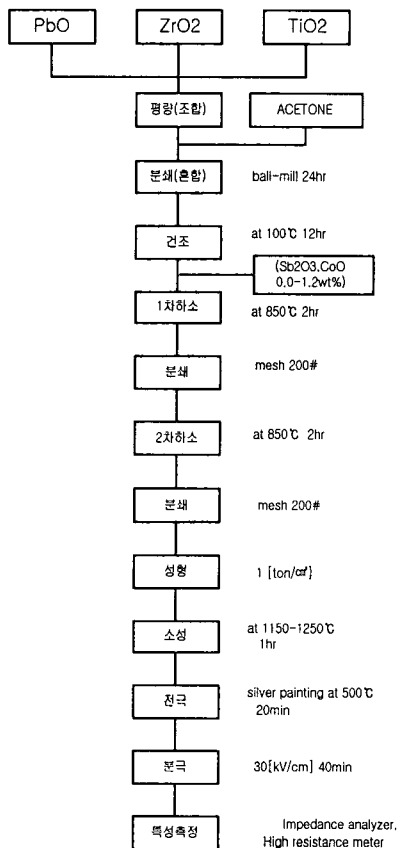


그림 1. PZT압전세라믹의 제조공정도
Fig 1. Flow sheet for the manufacture of PZT piezoelectric ceramics

분위기 소성법으로 1150, 1200, 1250°C에서 1시간 동안 각각 소성하여 두께를 1[mm]정도로 연마하였다. 초음파 세척기로 깨끗이 세척한 후 은전극을 프린팅하였다. 500°C에서 20분간 열처리과정을 걸친 시편은 30[kV/cm]의 직류전압을 40분간 인가하여 분극처리 한 후 Impedance analyzer(HP-4194A)로 특성을 측정하였다. 그림 1은 시편제조 공정도를 나타낸 것이다.

3. 결과 및 고찰

3.1 기계적 품질계수(Qm)

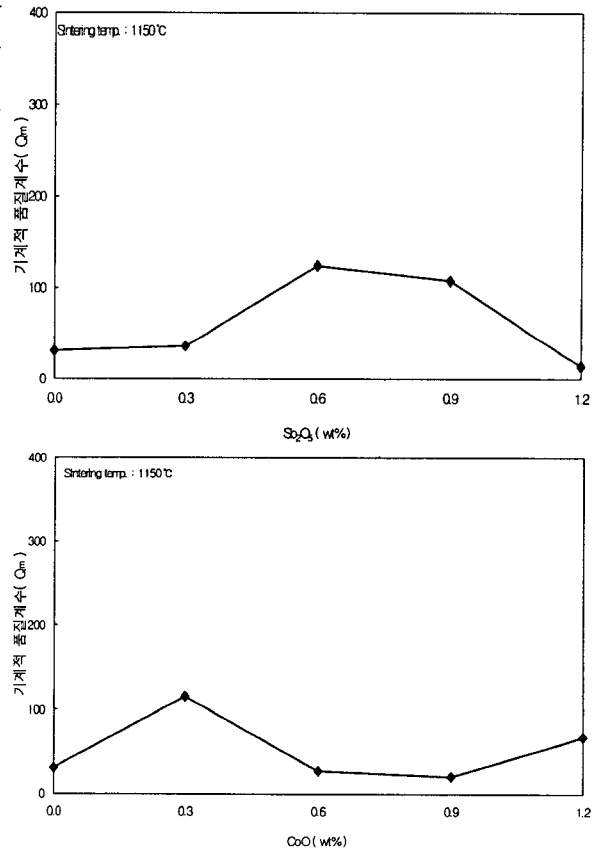


그림 2. Sb_2O_3 , CoO 첨가량에 따른 기계적 품질계수(Qm)

Fig. 2. The variation of mechanical quality factor(Qm) with Sb_2O_3 , CoO additive.

그림 2는 분극 후 Sb_2O_3 , CoO 첨가량과 소결온도에 따른 기계적 품질 계수(Qm)값을 나타낸 것이다. 첨가량이 많아짐에 따라 기계적품질계수값이 대체적

으로 감소함을 보이고 있으며, 첨가량이 고용한계점에 도달했을때는 감소폭이 적게 나타났다⁵⁾.

Sb₂O₃를 1150℃에서 0.6wt%첨가한 경우에는 Qm의 최대값을 나타내며 그 이후로는 감소하는 곡선을 나타내었다. 이때의 최대값은 124.11였으며 CoO를 1150℃에서 0.3wt%첨가한 경우에 115.81의 최대값을 나타내었다.

3.2 전기기계결합계수(kp)

소결온도와 Sb₂O₃, CoO첨가량에 따른 전기 기계결합계수(Kp)의 변화를 그림3에 나타내었다.

Sb₂O₃, CoO가 증가하면 대체적으로 kp는 증가하였다. 이것은 첨가제에 의해 전기 저항율이 증가하고 Pb-site에 기공이 발생하여 분역벽 이동이 용이하게 되므로 분극이 쉽고 전기기계결합계수가 증가하는

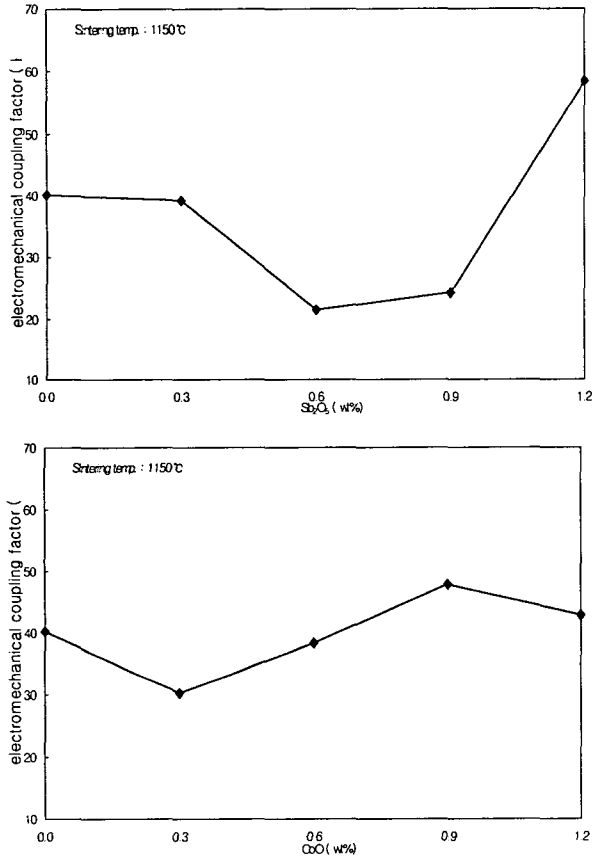


그림 3. Sb₂O₃, CoO첨가량에 따른 전기기계결합계수

Fig. 3. The variation of electromechanical coupling factor(kp) with Sb₂O₃, CoO additive.

것으로 보고되었다⁶⁾. 소결온도 1150℃에서 Sb₂O₃ 1.2wt%, CoO 0.9wt%각각 첨가한 경우에는 kp의 최대값을 나타내었다. 이때 각각의 최대값은 58.35, 47.84였다.

3.3 공진주파수에 대한 온도안정성(TCFr)

공진주파수의 온도안정성을 나타내는 TCFr은 첨가제에 따라서 각각 다른 특성을 나타냈으며 Sb₂O₃ 첨가제를 첨가하지 않았을 때가 가장 온도안정성이 좋았으며, CoO첨가제를 0.9wt% 첨가했을 때 가장 좋은 특성을 보였다.

4. 결론

본 연구에서는 Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O₃를 기본조성으로 하여 Sb₂O₃, CoO첨가제가 전기전인 특성에 미치는 영향에 대하여 고찰하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 소결온도 1150℃에서 Sb₂O₃0.6wt%를 첨가한 경우 Qm은 124.11을 얻었다. 동일한 소결조건에서 CoO0.3wt%를 첨가한 경우 Qm은 115.81였다.
- 2) kp는 첨가제를 증가할수록 대체적으로 증가곡선을 나타냈으며 소결온도 1150℃에서 Sb₂O₃ 1.2wt%, CoO0.9wt%첨가한 경우에 최대값을 나타냈다. kp의 최대값은 58.35, 47.84였다.
- 3) 공진주파수에 대한 온도안정성은 Sb₂O₃ 0.0wt%, CoO0.9wt%에서 온도안정성이 좋게 나타났다.

참고문헌

- 1) B. Jaffe, R.S.Roth, and S.Marzullo, "Properties of Piezoelectric Ceramics in the Solid-Solution Series Lead Titanate-Lead Zirconate-Lead oxide : Tin Oxide and Titanate - Lead Hafnate", J. Res. Natl. Std., Vol. 55, pp.239, 1955
- 2) B. Jaffe, W.R. Cook and H. Jaffe, Piezoelectric Ceramics, Academic Press Inc., London, 1971.
- 3) 박창엽 - "압전세라믹스", 김영출판사, 1987

- 4) 岡崎清 - “세라믹유전체공학”, 大光文化社, 1994
- 5) R. Gerson, J. Appl. Phys., 31[7] pp188-194
1960
- 6) 이수호, 조현철, 류주현, 사공건 - “용융염 합성
법에 의해 제조된 압전 세라믹(PZT)의 미세구조
및 첨가물의 효과”, 전기전자재료학회 논문지,
Vol. 5, pp378-383, 1998