

MnO₂ 가 PSN-PNN-PZT 세라믹스에 미치는 영향

남승현, 류주현, 이수호, 김현기, 배선기
세명대학교, 진성피에조텍(주), 인천대학교

Effect of MnO₂ on the PSN-PNN-PZT Ceramics

Seung-hyon Nam, Ju-hyun Yoo, Su-Ho Lee, Hyun-ki Kim, and Sen-ki Bah
Semyung Uni., Jinsung Piezo-Tech, Incheon Uni.

Abstract

In this study, to develop the low temperature sintering ceramics for piezoelectric transformer, PSN-PNN-PZT system ceramics were manufactured as a function of MnO₂ addition. Its dielectric and piezoelectric characteristics were investigated. With increasing the amount of MnO₂ addition, electromechanical coupling factor(kp) were increased until 0.3wt% MnO₂ and that after decreased. mechanical quality factor(Qm) showed the maximum value at 0.5wt% MnO₂. For piezoelectric transformer application, the 0.5wt% MnO₂ added specimen sintered at 1,000°C showed the proper value of $\epsilon_r=1,646$, $k_p=0.55$ and $Q_m=439$

Key Words : low temperature, sintering, piezoelectric, MnO₂ addition

1. 서 론

최근들어, 형광등용 안정기에 압전트랜스포머를 적용시키는 연구가 활발히 진행되고 있으며, 더불어 PDA, Camcorder, 노트북 등에 사용되는 LCD Backlight에 사용되는 인버터에도 소형이고, 경량이며 박형화가 가능한 압전트랜스포머의 채용이 확산됨에 따라, 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1-3]. 또한, 압전트랜스포머의 출력전력을 높이기 위해서 적층화 방향으로 연구가 진행되고 있다. 적층화를 위해서는 내부전극(Ag/Pd)과 함께 세라믹스를 소결하여야 한다. 내부전극 Ag/Pd 전극의 비율에 따라 소결온도가 달라지기 때문에 값비싼 Pd비율을 낮추기 위해서는 소결온도가 낮을수록 좋다. 더불어, Pb를 70%이상 포함하고 있는 대부분의 PZT계 압전소자를 제조할때에 1,000°C 이상에서 상당한 양의 PbO가 휘발되므로 이 휘발로 인한 대기환경오염이 산성비의 원인이 밝혀짐에 따라, Pb-free 압전재료와 함께 1,000°C 이하의 온도에서 소결되는 저온소결 압전세라믹스 개발에

관한 관심이 고조되고 있다[4].

본 연구에서는 Bi, Fe₂O₃, Pb(Co_{1/2}W)₃ 등의 복합 산화물을 첨가하여 MnO₂ 첨가에 따른 유전 및 압전특성을 조사하여 압전트랜스포머용 조성 재료로서의 응용가능성을 검토하고자 한다.

2. 실험

2.1 실험장치

본 연구에서는 조성식 0.91[Pb(Sb_{1/2}Nb_{1/2})_{0.02}(Zr_{0.48}Ti_{0.52})_{0.85}(Ni_{1/3}Nb_{2/3})_{0.13}O₃]+0.05[Bi, Fe₂O₃]+0.04Pb(Co_{1/2}W_{1/2})₃+ Xwt% MnO₂ + 0.1% CuO, MnO₂ (X= 0, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.2)을 사용하여, 조성에 따라 시료를 10⁻⁴g까지 평량하여 아세톤을 분산매로 볼밀에서 Pb(Co_{1/2}W_{1/2})₃를 먼저 24시간 혼합 분쇄하였고, 건조 후 알루미늄 도가니로 880°C에서 2시간 하소하였다. 하소 후 나머지 평량한 시료들과 함께 24시간 혼합 분쇄하였고, 건조 후 알루미늄 도가니로 850°C에서 2시간 하소하였다. 하소 후

CuO 를 첨가하여 혼합 분쇄하여 건조한 시료에 PVA(5wt% 수용액)을 첨가하여 1,000 [kg/cm²]의 압력으로 성형하였고, 1000℃에서 2시간 소결하였다. 특성 측정을 위해 두께 1mm로 연마해 Ag paste를 도포하고 600℃에서 10분간 열처리하였다. 전극이 형성된 시편들은 120℃ 실리콘유 속에서 30[kV/cm]의 전계를 인가하여 분극하였고, 24시간 후 제특성을 측정하였다. 유전특성을 조사하기 위하여 LCR meter(ANDO AG-4304)로 1kHz에서 정전용량을 측정하여 유전상수를 계산하였고, 압전 특성을 조사하기 위하여 전기기계결합계수 및 기계적 품질계수 등을 IRE 규정에 따라 Impedance Analyzer (Agilent 4294)로 공진 및 반공진 주파수를 측정하여 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

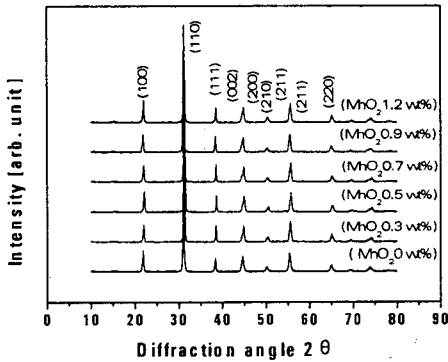
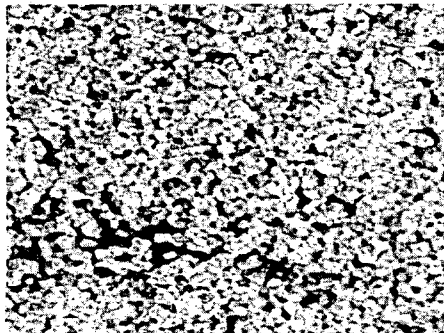
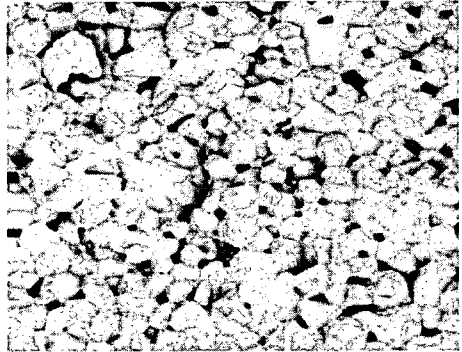


그림 1. X 선 회절 패턴.

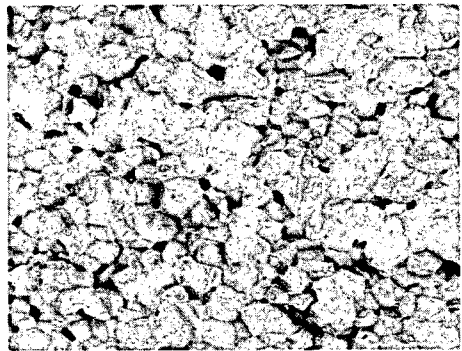
그림 1은 MnO₂에 따른 X선 회절 패턴을 나타낸 것이다. MnO₂에 따른 X선모양은 큰 변화가 나타나



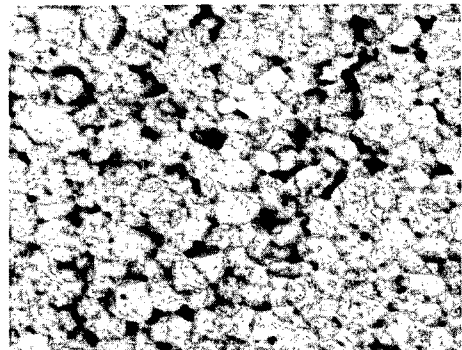
(a) MnO₂ 0wt%



(b) MnO₂ 0.3wt%



(c) MnO₂ 0.5wt%



(d) MnO₂ 0.7wt%

그림 2. MnO₂ 에 따른 미세구조 (SEM)

지 않은 것으로 보아, 결정구조에 크게 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다.

그림 2은 MnO₂에 따른 미세구조를 나타낸 것이다. MnO₂가 증가함에 따라 그래인은 크게 성장하고 있음을 알 수 있었다.

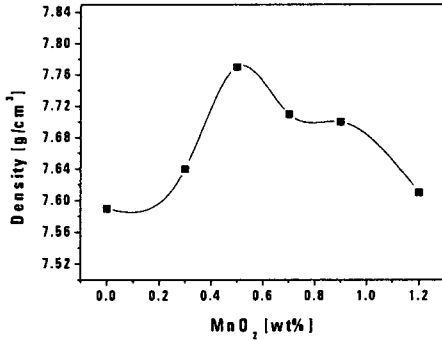


그림 3. MnO₂에 따른 밀도

그림3은 MnO₂에 따른 밀도를 나타낸 것이다. MnO₂에 wt%가 증가함에 점차 증가하였으나, 0.7wt% 부터는 점차 감소하는 경향을 보였다. 0.7wt% 이후에는 과잉으로 첨가되어 고용한계를 지나 소결성이 떨어지기 때문으로 생각된다.

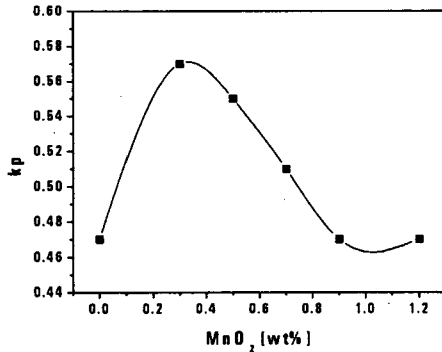


그림 4. MnO₂에 따른 전기기계결합계수 (Kp)

그림 4은 MnO₂에 따른 전기기계결합계수 (kp)를 나타낸 것이다. 소결성이 우수한 0.3wt%에서 최대값을 보였으며, 그 이후에는 감소함을 알 수 있었다.

그림 5은 MnO₂에 따른 기계적품질계수 (Qm)을

나타낸 것이다. 이는 MnO₂가 첨가되면서 Mn³⁺ 이온이 치환되어 들어감에 따라 억셉터로 작용하여 공간전하중성을 유지하기 위하여 산소공공을 유발

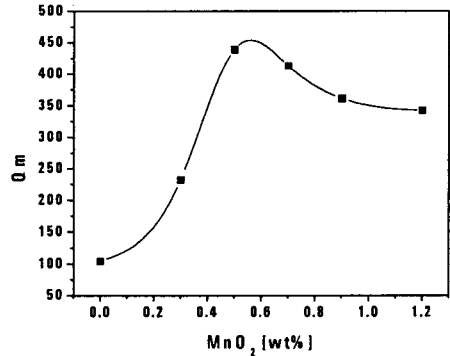


그림 5. MnO₂에 따른 기계적 품질계수 (Qm)

하고, 이 산소공공이 분역벽의 움직임을 감소시켜 기계적품질계수 (Qm)를 증가시키는 것으로 보인다. 역시, 0.7wt% 이후에는 과잉으로 첨가되어 고용한계를 지나 소결성이 떨어지기 때문으로 생각된다.

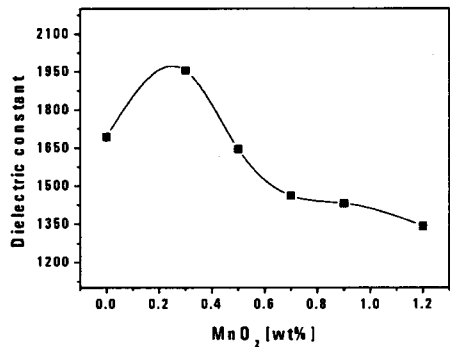


그림 6. MnO₂에 따른 유전상수 (ε_r)

그림 6은 MnO₂에 따른 유전상수 (ε_r)를 나타낸 것이다. 소결성이 우수한 0.3wt%에서 최대값을 보였으며, 그 이후에는 감소함을 알 수 있었다.

즉, 너무 많은 MnO₂양이 첨가되면 결정 내부로 충분히 고용되지 못하고 입계에 편석되면서 유전

상수는 감소하였다.이 역시 고용한계와 관련이 있는 것으로 생각된다.

표1. PSN-PNN-PZT 세라믹스의 유전 및 압전특성

MnO ₂ wt%	Kp	Qm	ε _r	density
0	0.47	104	1693	7.59
0.3	0.57	232	1954	7.64
0.5	0.55	439	1646	7.77
0.7	0.51	413	1462	7.71
0.9	0.47	361	1432	7.7
1.2	0.47	342	1342	7.61

4. 결론

본 연구에서는 저온소결가능하고, 유전상수, 전기기계 결합계수 및 기계적 품질계수가 큰 압전트랜스포머용 압전세라믹스를 개발하기 위하여 PSN-PNN-PZT계에 MnO₂ 변화에 따른 유전 및 압전 특성을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. MnO₂ 증가에 따라, 전기기계 결합계수 Kp와 기계적 품질계수 Qm은 유전상수 ε_r은 0.5wt%에서 가장 좋은 특성을 나타내었다.
2. MnO₂ 5wt%에서 Kp 0.55, 기계적 품질계수 Qm 1646으로 세라믹 조성을 나타내었다.

본 연구를 통하여, 1000℃에서 저온소결가능한 조성세라믹스를 개발하였으며, 기계적 품질계수 Qm를 다소 상승시키는 연구를 추후에 보완 하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 전력산업연구개발사업(과제번호 : R-2002-B-249)로 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

[1] 이용우, 류주현, 윤광희, 정희승, 서성재, 김종선, "PSN-PZT계 세라믹스를 이용한 고풍력 압

전트랜스포머의 전기적 특성", 전기전자재료학회 논문지, 13권, 4호, p. 286, 2000

[2] O. Ohnishi, H. Kishie, A. Iwamoto, Y. Sasaki, T. Zaitu and T. Inoue, "Piezoelectric ceramic transformer operating in thickness extensional vibration mode for power supply", IEEE Ultrasonics Symposium Proc., p. 483, 1992

[3] J. H. Yoo, Y. W. Lee, K. H. Yoon, S. J. Suh, J. S. Kim, and C. S. Yoo, "Electrical characteristics of the contour-vibration-mode piezoelectric transformer with ring/dot electrode area ratio", J. Appl. phys. Vol. 39, p. 2680, 2001

[4] T. Takenaya, K. Maruyama and K. Sakata, "(Bi_{1/2}Na_{1/2})TiO₃-BaTiO₃ System for lead-free piezoelectric ceramics", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 30, No. 9B p.2236, 1991