

CuO 가 PSN-PNN-PZT 세라믹스에 미치는 영향

남승현, 류주현, 이수호*, 윤현상**, 정영호***

세명대학교, (주)진성피에조텍*, 경문대학**, 전력연구원***

Effect of CuO on the PSN-PNN-PZT Ceramics

Seunghyon Nam, Juhyun Yoo, Suho Lee*, Hyonsang Yoon**, and Yeongho Jeong***,

Semyung Univ., Jinsung piezo-tech*, Kyungmoon college**, KEPRI***

Abstract

In this study, to develop the low temperature sintering ceramics for multilayer piezoelectric transformer, PSN-PNN-PZT system ceramics were manufactured as a function of CuO addition. Its dielectric and piezoelectric characteristics were investigated. With increasing the amount of CuO addition, grain size was increased and density increased until 0.3wt% CuO. Taking into consideration electromechanical coupling factor(kp) of 0.53, mechanical quality factor(Qm) of 423 and ϵ_r of 1759, it can be concluded that the CuO 0.5wt% added composition sintered at 920°C is suitable for piezoelectric transformer application if Qm is improved.

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

1. 서론

최근들어, 고강도, 고밀도 및 고출력 압전세라믹스 개발에 힘입어, 압전세라믹스의 응용이 압전트랜스포머, 압전초음파모터, 필터 및 레조네이터 등에 광범위하게 확대되고 있다. 특히, PDA, Camcorder, 노트북 등에 사용되는 LCD Backlight에 사용되는 인버터뿐만 아니라, 형광등안정기에 소형이고, 경량이며 박형화가 가능한 압전트랜스포머의 채용이 가능해짐에 따라, 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1-3]. 압전트랜스포머의 출력전력을 높이기 위해서는 입출력의 정전용량을 증가시켜야 한다. 이를 위해서 적층형으로 제작하여야 하는데, 적층화를 위해서는 내부전극(Ag/Pd)과 함께 소결하여야 한다. 내부전극 Ag/Pd 전극의 비율에 따라 소결온도가 달라지기 때문에 값비싼 Pd 비율을 낮추기 위해서는 소결온도가 낮을수록 좋다. 더불어, Pb를 70%이상 포함하고 있는 대부분의 PZT계 압전소자를 제조할때 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

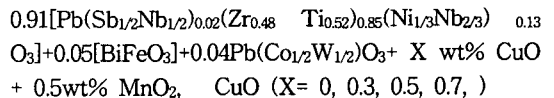
소결되는 저온소결 압전세라믹스 개발에 관한 관심이 고조되고 있다[4].

본 연구에서는 Bi, Fe₂O₃, Pb(Co_{1/2}W_{1/2})O₃ 등의 복합 산화물을 첨가하여 CuO 첨가에 따른 유전 및 압전특성을 조사하여 압전트랜스포머용 조성 재료의 응용가능성을 검토하고자 한다.

2. 실험

2.1 실험장치

본 연구에서는 조성식은 다음과 같다.



먼저, Pb(Co_{1/2}W_{1/2})O₃를 물비로 평량하여 24시간 혼합 분쇄하였고, 건조 후 알루미늄 도가니로 880°C에서 2시간 하소하였다. 하소 후 나머지 조성을 평량한 시료들과 함께 24시간 혼합 분쇄하였고, 건조 후 알루미늄 도가니로 850°C에서 2시간 하소하였다. 하소 후 CuO를 첨가하여 혼합 분쇄하여

건조한 시료에 PVA(5wt% 수용액)을 첨가하여 1,000 [kg/cm²]의 압력으로 성형하였고, 885 ~1000 °C에서 2시간 소결하였다. 특성 측정을 위해 두께 1mm로 연마해 Ag paste를 도포하고 650°C에서 10분간 열처리하였다. 전극이 형성된 시편들은 120 °C 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.

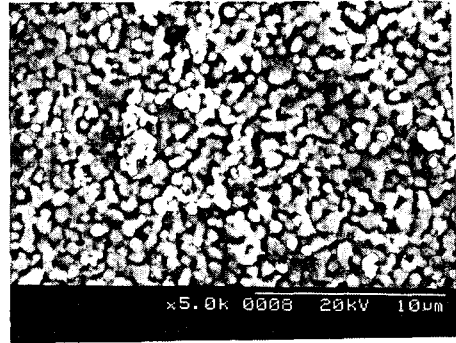
3. 결과 및 고찰

그림 1은 920°C에서 소결한 시편의 CuO 첨가량에 따른 미세구조를 나타낸 것이다. CuO가 증가함에 따라 그레인은 크게 성장하고 있음을 알 수 있었다.

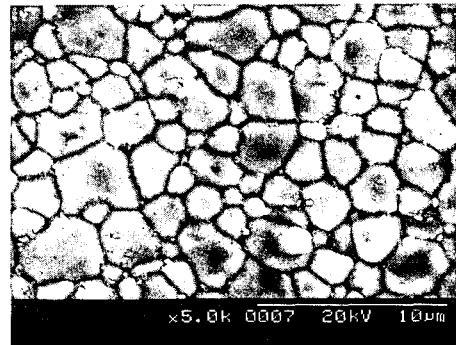
이는 CuO첨가량이 증가함에 따라, CuO가 PbO와 반응하여 액상이 많이 형성됨에 따라 소결이 촉진되어 그레인성장이 크게 발생된 것으로 생각된다.

그림2은 소결온도와 CuO 첨가에 따른 밀도를 나타낸 것이다. CuO증가에 따라, 밀도가 증가하고 있으며, 0.5wt% 이상에서는 밀도가 감소하는 것으로 보아 0.5wt% 이후에는 과잉으로 첨가되어 고용한계를 지나 소결성이 떨어지기 때문으로 생각된다. 또한, 소결온도는 CuO가 0.3wt%이후에 950°C가 920°C보다 밀도 특성에서 별차이가 없는 것으로 보아 920°C에서 소결하여도 충분한 것으로 생각된다.

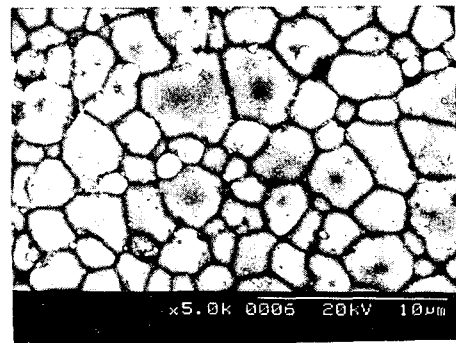
그림 3은 소결온도와 CuO 첨가에 따른 전기기계결합계수 (kp)를 나타낸 것이다. 소결성이 우수한 920°C에서 0.5wt%에서 최대값을 보였으며, 그 이후에는 감소함을 알 수 있었다.



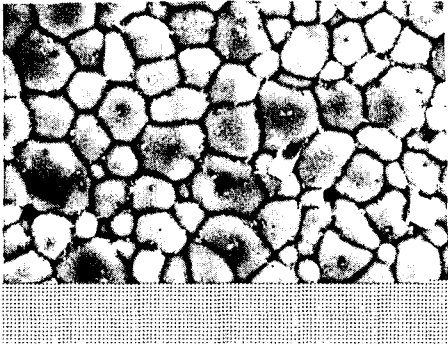
(a) CuO 0 wt%



(b) CuO 0.3 wt%



(c) CuO 0.5 wt%



(d) CuO 0.7 wt%

그림 1. CuO 첨가에 따른 미세구조(920°C소결).

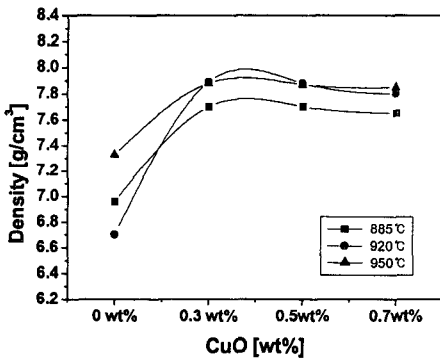


그림 2. 소결온도와 CuO 첨가에 따른 밀도

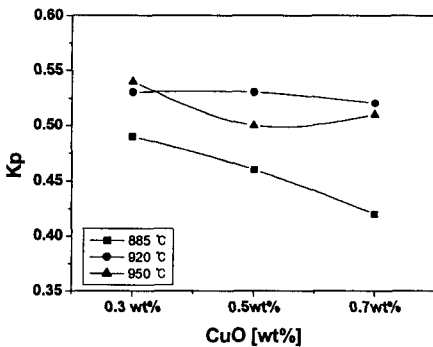


그림 3. CuO에 첨가에 따른 전기기계결합계수 (Kp)

그림 4은 소결온도와 CuO 첨가에 따른 기계적 품질계수 (Q_m)을 나타낸 것이다. CuO가 첨가 하면서 920°C 에서는 0.5wt%에서 최대를 나타내고 점차 감소함을 보아 0.5wt% 적당함을 알 수 있었다. 그림 5은 소결온도와 CuO 첨가에 따른 유전상수 (ϵ_r)를 나타낸 것이다. 소성온도가 증가하면 그레인 이 성장하여 유전상수가 증가하는 경향을 보였으며, 0.5wt%이상 첨가시에는 885°C소결시에는 유전상수가 많이 감소되었고,920°C와 950°C소결시에는 거의 일정한 특성을 보였다.이는 소결성이 떨어져, 유전상수가 감소해야하나,그레인 성장이 촉진되어 그레인 크기가 커져 쌍극자 모멘트가동이 용이해진 것으로 생각된다.

표1은 CuO 첨가에 따른 PSN-PNN-PZT 세라믹스의 유전 및 압전특성을 알기 쉽게 정리한 것이다.

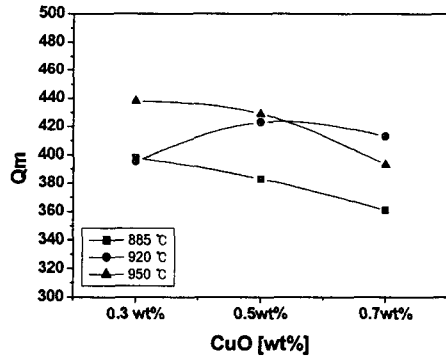


그림 4. CuO 에 첨가에 따른 기계적 품질계수 (Q_m)

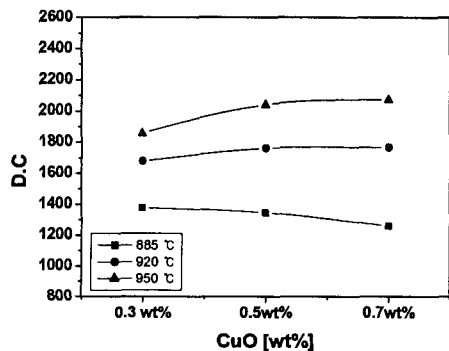


그림 5. CuO에 첨가에 따른 유전상수 (ϵ_r)

표 1. CuO 첨가에 따른 PSN-PNN-PZT 세라믹스의 유전 및 압전특성

Sintering Temp.[°C]	CuO wt%	Kp	Qm	ϵ_r	density
885	0.3	0.49	398	1378	7.7
	0.5	0.46	383	1344	7.7
	0.7	0.42	361	1258	7.65
920	0.3	0.53	395	1678	7.89
	0.5	0.53	423	1759	7.88
	0.7	0.52	413	1763	7.8
950	0.3	0.54	438	1856	7.65
	0.5	0.50	429	2041	7.8
	0.7	0.51	393	2071	7.85

4. 결론

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

1. CuO 증가에 따라,그레인크기는 증가했으며,밀도는 0.3wt%까지 증가하다가 그 후에는 점차 감소하였다.
2. 소결온도 920°C CuO 0.5wt%에서 유전상수 1759, Kp 0.53, 기계적 품질계수 Qm 423으로서, 920°C에서 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 고효율 압전트랜스포머의 전기적 특성", 전기전자재료학회 논문지, 13권, 4호, p. 286, 2000
- [2] O. Ohnishi, H. Kishie, A. Iwamoto, Y. Sasaki, T. Zaitzu 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