

저온소결 압전변압기용 PMW-PMN-PZT 의 압전특성

이현석, 정광현, 유주현, 박창엽, 류성림*, 정영호**
세명대학교, 충주대학교*, 전력연구원**

Piezoelectric Characteristics of Low temperature sintering PMW-PMN-PZT Ceramics for Piezoelectric Transformer

Hyun-Seok Lee, Kwang-Hyun Chung, Ju-Hyun Yoo, Chang-Yub Park, Sung-Lim Ryu*,
and Yeong-Ho Jeong**
Semyung Univ., Chungju Univ.*, KEPRI**

Abstract : In this paper, in order to develop low temperature sintering piezoelectric ceramics for piezoelectric transformer, PMW-PMN-PZT ceramics using 0.25wt%CaCO₃ and 0.2wt%Li₂CO₃ as sintering aids were fabricated according to the variation of amount of PMW and Zr/Ti ratio. Specimens could be sintered at 900°C by adding sintering aids. As Zr/Ti ratio was increased, k_p was increased and Q_m was decreased by approaching MPB region, and k_p showed the largest value of 0.58 at Zr/Ti:50/50. The variation of amount of PMN substitution affected the liquid phase sintering of the ceramics using sintering aids, and decreased piezoelectric properties.

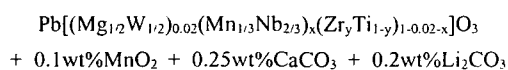
Key Words : low temperature sintering, Zr/Ti ratio, PMN substitution, piezoelectric properties

1. 서 론

LCD Back-light inverter, DC-DC converter, AC-DC converter 등의 전원기기에 압전변압기의 적용이 확대됨에 따라 실용화를 위한 연구가 여러 기업체 및 학교에서 활발히 진행되고 있다. 압전변압기는 기존의 전자식변압기에 비하여 전자기적 노이즈의 발생이 없고, 부피와 소비전력이 작아 효율이 높고, 소형화, 슬림화가 가능한 장점을 갖고 있으며, 최근에는 형광등과 같은 고출력을 요하는 기기에 적용하기 위하여 적층구조의 압전변압기에 대한 연구가 주목받고 있다. 또한, 적층형 압전변압기 제작시, 그 구조적 특성상 내부전극과 함께 소결해야 하는데, 용점이 약 960°C 정도로 낮은 Ag전극대신에 고가의 Ag/Pd전극이 사용되고 있어 경제적인 문제가 발생하게 된다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 높은 압전특성을 갖는 PZT계 세라믹스에 소결조제를 첨가함으로써 적층형 압전변압기 제작시, 내부전극으로 Ag전극만을 사용할수 있는 저온소결 세라믹스에 관하여 연구하였다.

2. 실험

본 실험의 기본조성식은 다음과 같으며 산화물 혼합법으로 시편을 제조하였다.



Pb(Mn_{1/3}Nb_{2/3})O₃의 변화는 5~11mol%로 하였으며, Zr/Ti 변화는 48/52~50/50으로 하였다. 조성에 따른 시료는 10⁻⁴g까지 평량하여 아세톤을 분산매로 3mm zirconia ball을 사용하여 24시간동안 혼합, 분쇄 후 건조한 뒤, 알루미늄 도가니에서 850°C에서 2시간 하소하였다. 하소한 분

말에 소결조제로서 0.25wt% CaCO₃ 와 0.2wt% Li₂CO₃를 첨가하고 24시간동안 재 혼합, 분쇄 후 건조하여, PVA(5% 수용액) 8%를 첨가하고 21mmφ 몰더로 1ton/cm²의 압력으로 성형하였다. 성형된 시편을 600°C에서 3시간 동안 결합제를 휘발시킨 뒤, 900°C의 온도에서 1시간 30분간 소결하였다. 시편의 전기적 특성을 측정하기 위하여 1mm의 두께로 연마하고 Ag전극을 도포한 뒤, 열처리 후 120°C의 절연유 속에서 30kV/cm의 직류전계를 30분간 인가하여 분극처리를 하였으며, 24시간 후에 재 특성을 측정하였다. 유전특성을 조사하기 위하여 LCR meter(ANDO AG-4304)를 사용하였고, IRE 규정에 따라 Impedance Analyzer(Agilent 4294A)로 공진 및 반공진 주파수와 공진저항을 측정하여 전기기계결합계수(k_p)와 기계적품질계수(Q_m)를 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 Zr/Ti비의 변화와 PMN치환량의 변화에 따라 제작된 시편의 밀도를 나타낸 것이다. 7mol%PMN을 치환한 시편의 밀도는 Zr/Ti비가 증가함에 따라 증가하는 특성을 나타냈고, Zr/Ti비가 48/52일때 PMN치환량이 증가함에 따라 밀도는 감소하다가 11mol%첨가시에는 다시 증가하여 7.91g/cm³으로 최대밀도를 나타내었다. 이러한 결과는 조성비의 변화에 따라 소결조제와의 반응이 달라지는 것으로 생각할 수 있다. 그림 2는 7mol%PMN을 치환한 시편의 Zr/Ti비에 따른 압전특성을 나타낸 것이다. 전기기계결합계수(k_p)는 Zr/Ti비의 증가에 따라 증가하는 특성을 나타냈으며, 기계적품질계수(Q_m)는 반대로 감소하는 특성을 나타냈다. 따라서, Zr/Ti비가 증가함에 따라 상경계영역(MPB)으로 접근하는 것으로 판단되며, 50/50에서 전기기계결합계수는 0.58로 최대값을 나타냈다.

그림 3은 Zr/Ti비를 48/52로 고정하고 PMN치환량에 따라 제작된 시편의 압전특성을 나타낸 것이다. PMN치환량이 증가함에 따라 전기기계결합계수는 7mol%까지 변화가 없다가 9mol%치환시 급격히 감소하는 특성을 보였으며 그 이상 첨가시 증가하는 특성을 나타냈다. 또한 기계적품질계수도 9mol%첨가시 급격히 감소하였고 7mol%첨가시에는 다소 증가하는 특성을 나타내었다. 이러한 결과는 밀도결과와 같이 조성의 변화가 소결조제와의 반응에 큰 영향을 주는 것으로 소결조제의 액상소결효과뿐만 아니라 소결반응시 발생하는 치환효과에 의한 압전특성에도 영향을 주는 것으로 판단된다. 표 1에 제작된 시편의 물성을 나타냈다.

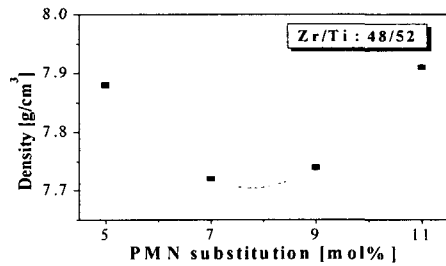
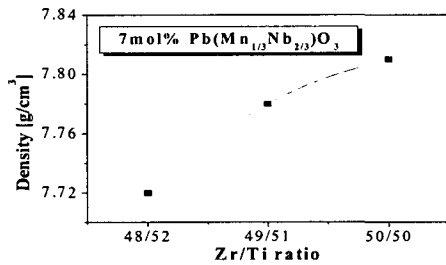


그림 1. 제작된 시편의 밀도

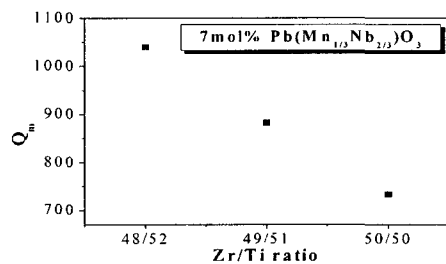
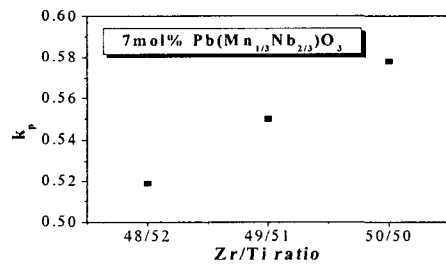


그림 2. Zr/Ti변화에 따른 압전특성

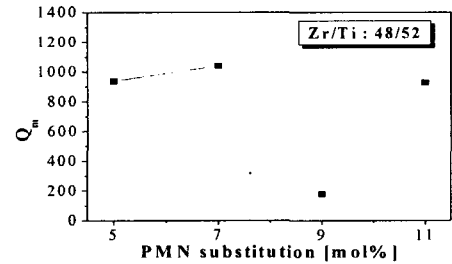
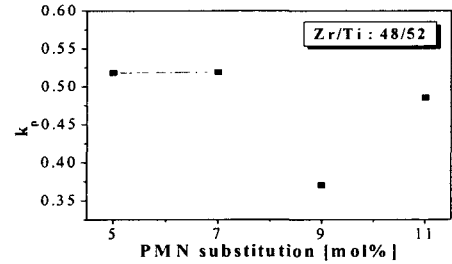


그림 3. PMN변화에 따른 압전특성

표 1. 제작된 시편의 물성

	Variation	Density [g/cm³]	k _p	Q _m	Dielectric constant
Zr/Ti ratio	48/52	7.72	0.52	1040	1296
	49/51	7.78	0.55	882	1352
	50/50	7.81	0.58	733	1257
PMN [mol%]	5	7.88	0.52	937	1271
	7	7.72	0.52	1040	1296
	9	7.74	0.37	178	974
	11	7.91	0.49	927	1466

4. 결론

본 연구에서는 적층형 압전변압기에 적용하기 위한 저온소결 압전세라믹스를 개발하기 위하여 PMW-PMN-PZT 세라믹스에 소결조제로서 CaCO₃와 Li₂CO₃를 첨가하고 PMN치환량 및 Zr/Ti비의 변화에 따른 압전특성을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Zr/Ti비가 증가함에 따라 상경계영역으로 접근하여 k_p는 증가하고 Q_m은 감소하는 특성을 나타냈다.
2. PMN치환량의 변화에 따라 소결조제와의 반응이 달라져 9mol%치환시 압전특성은 현저히 감소하는 특성을 나타냈다. 따라서, 저온소결시 우수한 압전특성을 나타내기 위해서는 우수한 소결조제의 선택과 최적의 조성비를 선택하는 것이 중요한 인자로 판단된다.

감사의 글

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