

## NiO를 첨가한 PMS-PZT계압전사기재료의 상구조와 압전성질

리현철, 허성

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학기술을 발전시켜 우리 경제의 주체성을 더욱 강화하여야 합니다.》(《김정일선집》  
증보판 제22권 22페이지)

최근 PZT계재료를 비롯한 3성분, 4성분계압전사기재료들이 각종 수증음향변환자와  
압전수행기구들에 널리 리용되고있다. 그중에서 NiO를 첨가한 PMS-PZT  
( $\text{Pb}(\text{Mn}_{1/3}\text{Sb}_{1/3})-(\text{Zr}_{1/2}\text{Ti}_{1/2})\text{O}_3$ )계압전사기재료는 다른 압전사기재료와는 달리 압전 및 유전특  
성에서 전기력학적결합계수와 유전률, 압전상수가 큰것으로 하여 주목을 끌고있다.[1-4]

우리는 NiO의 첨가가 PMS계압전사기재료의 상구조와 압전성질에 주는 영향을 고찰  
하였다.

출발원료로는 순도가 99%이상인 산화물들( $\text{PbO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{NiO}$ )과  
 $\text{SrCO}_3$ 을 리용하였다. 평량한 시료와 불알, 증류수를 1:1:1의 질량비로 혼합하여 24h동안  
불밀분쇄하였다. 1차소성은  $870^\circ\text{C}$ 에서 2h동안 유지하였으며 2차소결은  $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 의 속도  
로  $1220^\circ\text{C}$ 까지 온도를 올려 2h동안 유지하고 다시  $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 의 속도로 천천히 식혔다. 직  
경  $\phi=14\text{mm}$ , 두께  $t=1\text{mm}$ 인 시편을 초음파세척기를 리용하여 10min정도 깨끗이 세척한 다  
음 은전극을 입혔다. 이것을  $150^\circ\text{C}$ 의 규소유속에서  $3\text{kV}/\text{mm}$ 의 직류전압으로 20min동안  
편극시키고 24h 지난 다음 측정하였다.

측정장치로는 함수발진기(《DG1022》), 오실로스코프(《YLDS 1061D》), LRC측정계  
(《ZX8511D》),  $d_{33}$ 측정계(《YE2730A》), X선분석장치(《YPC-50》)를 리용하였다.

먼저  $\text{Pb}_{0.98}\text{Sr}_{0.02}(\text{Mn}_{1/3}\text{Sb}_{2/3})_{0.05}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})_{0.95}\text{O}_3-0.2\text{CeO}_2-x\text{NiO}$ 에서 NiO의 첨가량을 변화시  
키면서 X선구조분석을 진행하였다.

NiO의 첨가량에 따르는 PMS-PZT계압전  
사기재료의 XRD도형은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 NiO의 첨가량  
이 증가할수록 정방상인 (002)봉우리는 점점  
작아지며 NiO의 첨가량이 0.50질량%이상일 때  
에는 삼방상인 (200)봉우리가 더 우세해진다.

또한 NiO의 첨가량이 0~0.20질량%일 때  
회절각  $43.9^\circ\sim 44.8^\circ$ 범위에서 정방상인 (002)봉  
우리와 삼방상인 (200)봉우리가 둘 다 나타난  
다. 따라서 이 조성이 정방상과 삼방상이 공  
존하는 상경계조성이라는것을 알수 있다.

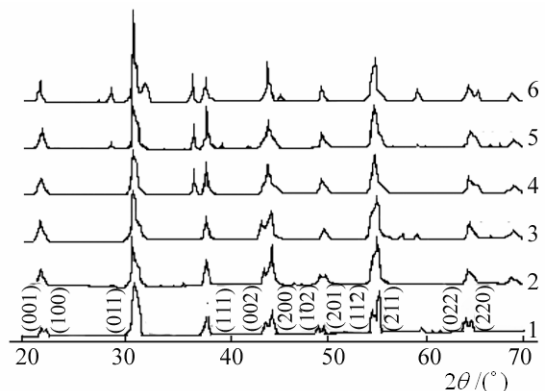


그림 1. NiO의 첨가량에 따르는 PMS-PZT계  
압전사기재료의 XRD도형  
1-6은 NiO의 첨가량이 각각 0, 0.02, 0.20, 0.50,  
0.80, 1.00질량%인 경우

다음으로 NiO의 첨가량이 0.20질량%일 때 소결온도에 따르는 압전사기재료의 유전 및 압전특성을 고찰하였다.(그림 2)

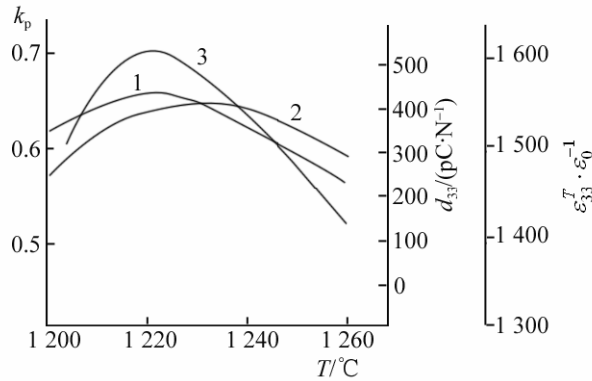


그림 2. NiO의 첨가량이 0.20질량%일 때 소결온도에 따르는 압전사기재료의 유전 및 압전특성  
1— $k_p$ , 2— $d_{33}$ , 3— $\epsilon_{33}^T \cdot \epsilon_0^{-1}$

그림 2에서 보는바와 같이 NiO의 첨가량이 0.20질량%인 경우 소결온도가 1 220°C일 때 사기재료의 압전 및 유전특성이 제일 좋았다.

NiO의 첨가량이 0.20질량%인  $\text{Pb}_{0.98}\text{Sr}_{0.02}(\text{Mn}_{1/3}\text{Sb}_{2/3})_{0.05}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})_{0.95}\text{O}_3\text{-}0.2\text{CeO}_2\text{-}0.2\text{NiO}$ 의 유전 및 압전특성은 표와 같다.

표.  $\text{Pb}_{0.98}\text{Sr}_{0.02}(\text{Mn}_{1/3}\text{Sb}_{2/3})_{0.05}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})_{0.95}\text{O}_3\text{-}0.2\text{CeO}_2\text{-}0.2\text{NiO}$ 의 유전 및 압전특성

	밀도/( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	$k_p$	$\epsilon_{33}^T \cdot \epsilon_0^{-1}$	$d_{31}/(\text{pC} \cdot \text{N}^{-1})$	$d_{33}/(\text{pC} \cdot \text{N}^{-1})$	$Q_m$	$T_c / ^\circ\text{C}$
실험값	7.8	0.65	1 600	-180	420	1 100	320
선행값[1]	—	0.613	1 650	—	380	1 200	280

표에서 보는바와 같이 NiO의 첨가량이 0.20질량%인 PMS재료의 전기력학결합계수( $k_p$ )와 압전상수( $d_{33}$ )는 선행연구[1]에 비하여 개선된 고결합, 고우량도재료라고 볼수 있다.

## 맺 는 말

PMS-PZT 3성분계재료에서 NiO의 첨가량이 0.20질량%일 때 정방상과 삼방상이 공존하는 상경계가 존재한다. 이때 전기력학결합계수와 압전상수, 력학적우량도가 각각 0.65, 420pC/N, 1 100으로서 압전특성이 매우 좋았다.

## 참 고 문 헌

- [1] L. D. Hong et al.; Key. Eng. Mater., 286, 421, 2006.
- [2] L. Cuimin et al.; Rare Met. Mater. Eng., 35, 8, 96, 2006.
- [3] Z. Yang et al.; J. Europ. Ceram. Soc., 26, 3197, 2006.
- [4] K. Oka et al.; e-J. Surf. Sic. Nanotech., 12, 40, 2014.

## **On the Phase Structure and Piezoelectric Properties of the PMS-PZT Piezoelectric Ceramics Material with Doped NiO**

*Ri Hyon Chol, Ho Song*

We investigated the influence of NiO content on the phase structure and piezoelectric properties of PMS-PZT ceramics. When the content of NiO is 0.20wt%,  $k_p$  and  $d_{33}$  is 0.65 and 420pC/N respectively.

Key words: PMS-PZT, piezoelectric ceramics