

PNN-PT-PZ 3 성분계의 MPB 영역에서의 유전 및 압전특성

윤 만순(*), 장 현명, 김 선욱
포항공과대학교 재료공학과 및 산업과학기술연구소 무기재료분야

PNN [$\text{PbNi}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$] 계 전왜재료는 Curie 온도가 -120°C 이며 PMN [$\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$], PZN [$\text{PbZn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$] 재료에 비하여 유전 특성이 떨어지는 이유로 전왜 재료로서의 연구는 그다지 활발히 진행되고 있지 않다. 그러나 PZT 계 압전 재료에 PNN을 약 30 mol% 까지 첨가할 경우 소결온도를 $100 \sim 200^\circ\text{C}$ 정도 낮출 수 있으며, domain mobility가 증가됨으로써 비교적 높은 압전 상수와 경방향 전기기계 결합계수를 갖는 우수한 압전재료의 제조가 가능하다. 따라서 본 연구에서는 DPT (diffuse phase transition) 현상을 보이는 PNN계에 NPT (normal phase transition) 성질을 보이는 PZT 계를 고용시킴으로써 우수한 유전 및 압전 특성을 가지는 복합체를 제조하고자 하였으며, 미소 변위 제어용 액츄에이터로서의 응용 가능성을 조사하였다.

$x\text{PNN}-y\text{PZ}-z\text{PT}$ ($x+y+z=1$) 삼성분계에서 PNN의 첨가량을 10 ~ 60 mol%까지 변화시키면서 각각의 PNN 양에 대한 압전 및 유전 특성을 조사하여 최적의 PZ 와 PT 양을 결정하였다. 시편의 전기적 특성은 LCR meter, Sawyer-Tower circuit, d_{33} meter, 그리고 Non-contact displacement measuring system을 이용하여 측정하였다. $x\text{PNN}-y\text{PZ}-z\text{PT}$ 삼성분계의 MPB 영역에서 PNN 첨가량이 30 mol% 이상일 때 NPT에서 DPT로의 상전이가 일어났다. 유전 특성은 상전이점을 기준으로 하여 30 mol% 이상에서 급격히 증가하여 PNN의 첨가량이 60 mol%인 MPB에서 최대값인 12000을 나타내었으며 압전 상수는 950 pC/N 의 최대값을 나타내었다. 또한 E_c (coercive field)는 PNN 첨가량에 비례하여 증가하여 30 mol% PNN에서 최대값을 나타내고 그 이후 급격히 감소하였다. Electric field에 따른 변위 발생량을 MPB 영역에서의 PNN 양에 따라 측정한 결과, PNN이 60 mol%인 MPB 영역에서 1 kV의 전계에 대하여 $1.33 \mu\text{m/mm}$ 의 변위가 발생하였으며 PNN 고용량이 증가할수록 변위가 증가하였다.