

# NiO 첨가가 PNN-PZT계 세라믹스의 소결 온도 및 압전 특성에 미치는 영향 NiO Effects on Sintering Temperature and Piezoelectric Properties of PNN-PZT

정지현, 김성진\*, 박은혜, 류성림, 권순웅†  
Ji Hyun Jeong, Sung Jin Kim\*, Eun Hye Park, Sung Lim Ryu, Soon Yong Kweon†

충주대학교/친환경에너지 부품소재센터, (주)제닉스\*  
Chungju National University/ReSEM, ZENIXON Co.\*

**요약 :** PNN-PZT계 세라믹스를  $Pb(Ni_{1/3}Nb_{2/3})_{0.4}(Zr_{0.48}Ti_{0.52})_{0.6}O_3$  조성으로 설계하고, 이에 낮은 용점의 NiO를 1wt% 첨가하여 저온소결 특성을 평가하였다. 일반적인 세라믹 분말 소결법을 이용하여 시편을 제작하였으며, 이때의 소결온도는 850~1050°C 범위에서 변화시켰다. 소결체의 압전 및 유전적 특성을 평가를 하고, SEM 및 XRD를 이용한 미세구조 및 상 분석도 수행하였다. 이러한 실험 결과, PNN-PZT 세라믹은 NiO의 첨가로 1000°C 정도에서도 저온소결이 가능한 것을 확인하였다.

**Key Words :** PNN-PZT, Low temperature sintering, NiO additive, Piezoelectric properties

## 1. 서 론

페로브스카이트 결정구조의 PZT계 압전체는 일반적인 분말 소결법에서는 1250°C 이상의 소결온도를 갖는다. 이 소결 과정에서 휘발되는 PbO는 환경오염의 문제를 초래하며, 고온 소결 시 발생하는 높은 에너지소비, 조성의 변동 등을 방지하기 위하여 여러 가지 저온소결법들이 개발되고 있다. 저온소결에 사용되는 방법으로는 낮은 용점의 단일 산화물 또는 복합 산화물을 첨가하는 방법, 소결 시 승온 속도를 빠르게 하여 입성장을 억제하여 소결을 촉진 시키는 방법,  $Pb^{2+}$  자리에  $Bi^{3+}$ 를 치환하거나,  $Zr^{4+}/Ti^{4+}$  자리에  $Nb^{5+}$ 를 소량 치환 시키는 고상소결법 등의 다양한 방법들이 보고되고 있다. 본 연구에서는 낮은 용점의 NiO를 소량 첨가하여 PNN-PZT 세라믹의 저온소결 특성을 평가하고자 하였다.

## 2. 결과 및 토의

높은 전기기계결합계수 특성을 갖는 PNN-PZT계 세라믹스를  $Pb(Ni_{1/3}Nb_{2/3})_{0.4}(Zr_{0.48}Ti_{0.52})_{0.6}O_3$  조성으로 설계 하였다. 이에 낮은 용점의 산화물인 NiO(용점: 600°C)를 1wt% 첨가하였다. 800°C에서 2시간동안 하소 공정을 거쳐 원하는 압전 세라믹 분말을 합성 하였으며, 디스크 형태로 성형한 후 850~1050°C 사이의 여러 온도에서 소결 하였다. 소결된 시편을 양면 연마기로 연마한 후, 은(Ag) 전극을 도포하고 650°C에서 20분간 열처리하여 전극을 형성하였다. 전극이 형성된 시편을 70°C의 실리콘 오일 항온조에서 25분간 2 kV/mm의 전계를 가해 분극 공정을 실행한 후 압전 및 유전적 특성을 평가를 하였고, SEM 및 XRD를 사용한 미세구조 및 상 분석도 수행하였다. 소결체의 상대밀도 측정결과, 900°C 이하의 열처리 온도에서는 90% 이하로 측정되었지만, 930°C 이상의 소결온도에서는 96% 이상의 양호한 소결체를 제작할 수 있었다. 1050°C에서 소결한 시편에서 임피던스 측정기로 측정한 전기기계결합계수( $k_p$ ) 및 기계적품질계수( $Q_m$ ) 값은 각각 0.45 및 100 정도의 양호한 값을 보였고, 온도가 감소함에 따라서 감소함을 확인할 수 있었다. 이상의 실험 결과로부터 PNN-PZT 세라믹은 NiO의 첨가로 1000°C 정도에서도 저온소결이 가능한 것을 확인하였다.

## 감사의 글

본 연구는 지식경제부의 지역혁신센터사업(RIC)의 지원으로 수행된 연구결과입니다.

## 참고 문헌

- [1] Kosuke Shiratsuyu, Koichi Hayashi, Akira Ando and Yukio Sakabe, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 39 (2000) pp. 5609-5612
- [2] D. L. Corker, R. W. Whatmore, E. Ringgaard, W. W. Wolny, J. Eur. Ceram. Soc., Vol. 20 (2000) pp. 2039-2045

† 교신저자) 권순웅, e-mail: sykweon@cju.ac.kr, Tel: 043-841-5389  
주소: 충북 충주시 대학로 72번지 충주대학교 신소재공학과