

# (Na,K)NbO<sub>3</sub> 계의 무연 압전체에서 Cu 산화물 도핑에 따른 특성 평가 Characterization of (Na,K)NbO<sub>3</sub>-Based Pb-free Piezoelectrics Doped with Cu-oxides

이윤기, 류성림, 어순철, 권순웅†  
Yun Gee Lee, Sung Lim Ryu, Soon Chul Ur, Soon Yong Kweon

충주대학교/친환경에너지 부품소재센터  
Chungju National University/ReSEM

**요약 :** 최근에는 압전체의 환경오염 문제의 해결 및 가격경쟁력을 갖추기 위해서 비납계 압전체에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. (Na,K)NbO<sub>3</sub> 계는 페로브스카이트 구조를 가지는 비납계 세라믹스로 현재 가장 많이 연구되고 있는 물질 중의 하나이다. 본 연구에서는 압전성이 우수한 (Na<sub>0.44</sub>K<sub>0.52</sub>Li<sub>0.04</sub>)(Nb<sub>0.9</sub>Ta<sub>0.04</sub>Sb<sub>0.06</sub>)O<sub>3</sub> 조성에 CuO, Cu<sub>2</sub>O 등의 Cu 산화물을 첨가하였을 때의 전기기계결합계수, 기계적품질계수, 비유전율, 압전전하상수, 분극-전계 이력곡선 (P-E hysteresis curve) 등을 변화를 평가하고자 하였다.

**Key Words :** (Na,K)NbO<sub>3</sub> ceramics, Piezoelectric properties, Cu oxides, doping effects

## 1. 서 론

우수한 압전성을 가지는 PZT는 인체에 유해한 다량의 PbO를 함유하여 심각한 환경문제를 야기한다. 이로 인하여 유럽연합의 유해물질 사용지침에서는 환경규제 대상으로 지정되었다. 또한 제조 공정 중 PbO 휘발 억제 시설 구비에 따른 경제적 부담 등도 큰 문제점으로 지적되고 있다. 따라서 최근에는 압전체의 환경오염 문제의 해결 및 가격경쟁력을 갖추기 위해서 비납계 압전체에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근 주로 연구되고 있는 비납계 압전체는 크게 비스무스-레이어드 (Bi-layered) 구조와 페로브스카이트(perovskite) 구조를 갖는 물질로 구별할 수 있다. 이 중에서 (Na,K)NbO<sub>3</sub> 계는 페로브스카이트 구조를 가지는 비납계 세라믹스로 현재 가장 많이 연구되고 있는 물질 중의 하나이다. 이 물질은 PZT계와 유사하게 조성 변화에 따른 상 경계 영역(morphotropic phase boundary)을 가지고 있으며, 이러한 상 경계 영역에서 가장 높은 압전 특성을 나타낸다. 최근 LiTaO<sub>3</sub>나 LiSbO<sub>3</sub> 등의 물질을 치환하여 우수한 압전 특성을 지니는 조성이 개발되고 있지만, 보통 소결법으로 제조된 PZT계 세라믹스와 비교하여 특성이 다소 부족하여 추가적인 연구가 필요한 현실이다.

## 2. 결과 및 토의

본 연구에서는 압전성이 우수한 (Na<sub>0.44</sub>K<sub>0.52</sub>Li<sub>0.04</sub>)(Nb<sub>0.9</sub>Ta<sub>0.04</sub>Sb<sub>0.06</sub>)O<sub>3</sub> 조성에 CuO, Cu<sub>2</sub>O 등의 Cu 산화물을 첨가하였을 때의 전기기계결합계수, 기계적품질계수, 비유전율, 압전전하상수, 분극-전계 이력곡선 (P-E hysteresis curve) 등을 변화를 평가하고자 하였다. 압전체의 제조는 일반적인 세라믹 분말 소결법(sintering)에 따라 수행하였다. 분쇄와 혼합은 직경 3mm의 지르코니아 볼(zirconia ball)을 사용하여 불밀 하였다. 850℃에서 5h 하소한 분말을 1100~1200℃의 범위에서 여러 온도에서 소결하고 두께 1 mm로 연마한 다음, 은 페이스트(silver paste)를 650℃에서 열처리하여 전극을 형성하였다. 제작된 시편은 90℃의 실리콘유에서 3~4 kV/mm의 전계를 가해 40분간 분극 처리를 수행하였다. 제작된 시편의 압전전하상수 값은 d33-meter(APC-8000)를 이용하여 측정하였고, 유전율, 전기기계결합계수 및 기계적품질계수 등은 임피던스 분석기(impedance/gain phase analyzer)를 이용하여 특성을 측정 하였다. 또한 전압-분극 특성의 평가에는 강유전특성 측정기(ferroelectric tester: Precision-LC, Radiant Technologies, USA)를 이용하였다.

## 감사의 글

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

## 참고 문헌

- [1] 이미영, 류성림, 류주현, 정광현, 정영호, 홍재일, 윤상현, "MnO<sub>2</sub> 첨가에 따른 무연 Bi(NaK)TiO-SrTiO<sub>3</sub> 세라믹스의 유전 및 압전 특성" 전기전자 재료학회 논문지, 17권, 10호, p. 1056, 2004.
- [2] Guo, Y., Kakimoto, k., Ohsto, H., "(Na<sub>0.5</sub>K<sub>0.5</sub>)NbO<sub>3</sub>-LiTaO<sub>3</sub> lead-free piezoelectric ceramics", Materials letters, 59.2, p.241-244, 2005..
- [3] Takenka. T, Sakata. K "Grain orientation and electrical properties of hot-forged Ba<sub>4</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub> ceramics, Jpn. j. Appl. phys 19, p.31-39 (1980)

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