

La₂O₃ 첨가에 따른 (K_a,K)NbO₃ 세라믹스의 미세구조 및 압전 특성.

서병호¹, 성금현¹, 노정래¹, 이상호¹, 류주현¹, 김인성², 송재성²

¹ 세명대학교, ² 한국전기 연구원

Abstract : The piezoelectric properties of (K_{0.5}Na_{0.5})(Nb_{0.96}Sb_{0.04})O₃+ 1.2mol%K₄CuNb₈O₂₃+ xmol%La₂O₃ lead-free piezoelectric ceramics were investigated as a function x. These ceramics were fabricated by conventional ceramics processing. Piezoelectric constant (d₃₃) and piezoelectric charge coefficient (g₃₃) of x=0.2 mol% composition exhibited good properties of 160.3pC/N and 37.4(10⁻³Vm/N), respectively.

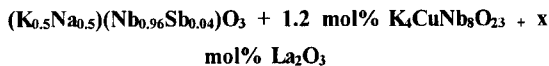
Key Words : lead-free, Dielectric constant, Mechanical quality factor

1. 서론

최근 들어 화석연료의 고갈로 인한 에너지 확보에 대한 연구는 여러 분야에서 많이 진행되고 있다. 특히 압전 에너지 하베스트는 주변에서 버려지는 운동에너지를 압전 소자의 특성을 사용하여 전기적인 신호로 재생시키는 분야중 하나이다. 하지만 현재 응용되는 대부분의 압전 하베스팅 디바이스는 Pb(Zr,Ti)O₃를 기초로 하고 있어 환경적이나 인간 신체에 많은 영향을 주고 있다. 그래서 PbO가 첨가되지 않은 무연 압전 재료의 연구가 많이 진행되고 있다. 다양한 무연 압전 재료 중 (K,Na)NbO₃는 압전계수(d₃₃), 전기기계결합계수(kp)가 각각 80pC/N, 36%로 Pb를 기초로 한 물질을 대신할 잠재성있는 재료로 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 La₂O₃는 그레이를 조밀하게 하여 빈공간을 없애줄 뿐 아니라 그 특성은 대표적인 소프트너 효과가 있는 물질 중 하나이다. 본 연구에서는 ABO₃ 구조를 가지는 (K,Na)NbO₃ 세라믹스의 A-site에 La³⁺를 치환함으로써 소프트너 효과를 예상하고 있다. 따라서 일반적인 소결 방법을 이용하여 (K,Na)NbO₃ 세라믹스에 K₄CuNb₈O₂₃(KCN)과 La₂O₃를 첨가함으로써 미세구조 및 결정 구조를 조사하였다.

2. 실험

본 실험은 다음의 조성식에 따라 일반적인 산화물 혼합법으로 시편을 제작하였다.



$$(x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1)$$

모든 조성은 순도 99% 이상의 원료를 사용하여 평량 한 후 아세톤을 분산매로 사용하여 24시간 1차 ball mill을 하였으며 900℃의 온도에서 6시간 하소하였으며 하소된 시료는 조성식에 따라 1.2mol% KCN, x mol%La₂O₃로 물비에 맞추어 일반적인 벌크 방식으로 시편을 제작하였다. 제작된 시편은 1050℃에서 시작하여 1140℃까지 30℃씩 증가하여 각각 5시간 소결하였으며 3KV/cm으로 30분 분극 후 측정하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1은 La₂O₃의 첨가량에 따른 압전 계수(d₃₃)와 압전 전하 계수(g₃₃)를 보여준다. 압전 계수는 La₂O₃의 첨가량의 증가에 따라 차차 증가하다가 0.6mol% 이상 첨가시 감소하는 것을 볼 수 있다. 이때 최고 값은 0.6mol%에서 176 pC/N으로 나타났다. 반면 압전 전하 계수는 0.2mol%까지 상승하

다가 차차 감소하는 경향을 보였으며 0.2mol%에서 37.4(10⁻³Vm/N)으로 나타났다. 이러한 결과는 ABO₃구조를 가지는 (K,Na)NbO₃ 세라믹의 A-site안에 La³⁺이온이 안정적으로 치환되어 나타나는 현상으로 사료된다.

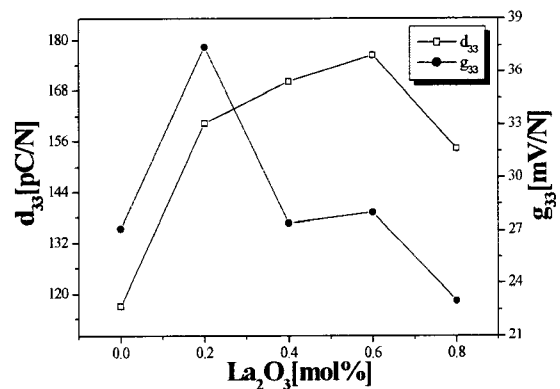


그림 1. La₂O₃ 첨가에 따른 시편의 d₃₃와 g₃₃.

Fig. 1. Piezoelectric constant (d₃₃) and Piezoelectric charge coefficient (g₃₃) with the amount of La₂O₃ addition

4. 결론

본 연구는 에너지 하베스팅 소자에 응용할 조성을 개발하고자 소프트너 효과를 나타내는 La₂O₃를 첨가하여 그 특성을 조사하였다. La₂O₃의 첨가량의 증가에 따라 압전 계수는 차차 증가하였으며 최고 값은 0.6mol% La₂O₃가 첨가 되었을 때 176 pC/N으로 나타났다. 압전 전하계수는 첨가량의 증가에 따라 0.2mol%까지 증가하다가 그 이상 첨가시에는 감소하는 경향을 보였다.

참고 문헌

- [1] 김도형, 류주현, 정영호, "Ag₂O 첨가량에 따른 0.9(K_{0.5}Na_{0.5})NbO₃-0.05Li(Sb_{0.8}Nb_{0.2})O₃ 무연 세라믹스의 유전 및 압전 특성", 전기전자재료학회논문지, 22권 11호, P.925-929, 2009
- [2] 김도형, 류주현, 김인성, 송재성, "Dielectric and piezoelectric properties of Bi₂O₃ added (Pb,Ca,Sr)(Ti,Mn,b)O₃ ceramics sintered at low temperature", Journal of Applied Physics 105.06, P.061642-1-4, 2009