

Fe₂O₃ 첨가에 따른 (K_a,K)NbO₃ 세라믹스의 유전 및 압전 특성

서 병호*, 류 주현¹, 김 인성¹, 송 재성¹
 세명대학교, ¹전기연구원

Abstract : Lead-free (K_{0.5}Na_{0.5})(Nb_{0.96}Sb_{0.04})O₃ + 1.2 mol% K₄CuNb₈O₂₃ + x mol% Fe₂O₃ ceramics were manufactured by a conventional solid state reaction method. And then, their piezoelectric and dielectric properties were investigated. At the 0.2 mol% Fe₂O₃ doped ceramics, the values of K_p=0.436 and Q_m=696.36 were obtained, respectively, which were suitable for piezoelectric transformer application.

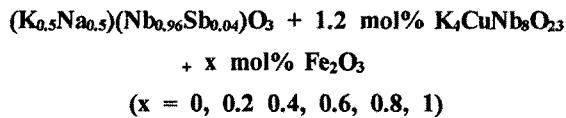
Key Words : lead-free, piezoelectric and dielectric properties, Fe₂O₃-doped, piezoelectric transformer

1. 서론

Perovskite형을 가진 (Na_{0.5}K_{0.5})NbO₃ (이하 NKN)은 Lead를 기본으로 한 PZT계 세라믹에 근접한 압전특성을 가져 유망한 압전재료 후보자로 많은 연구가 진행되고 있다. 특히, 압전변압기나, 초음파모터로 응용할 때에는 기계적품질계수가 높아야 높은 진동속도에서도 소자의 발열을 줄여 파괴를 방지할 수 있게 된다. 또한 상전이온도(T_{o-t})와 큐리온도(T_c)가 높아야 압전특성의 열화가 없게 된다. 그런데, NKN 세라믹스는 우수한 압전 특성, 높은 Curie온도와 낮은 이방성 때문에 이와 같은 요구조건을 갖추고 있어서 무연 압전 세라믹 재료로서 많은 응용이 기대되고 있다. 본 실험에서는 Fe₂O₃의 Fe³⁺ 이온이 NKN세라믹스의 ABO₃구조에서 치환되어 B-site에 산소공백을 만들어 하드너 효과를 예상할 수 있다. 따라서, 본 연구는 일반적인 소결 방법을 이용하여 (Na_{0.5}K_{0.5})NbO₃ 에 K₄CuNb₈O₂₃ (KCN)과 Fe₂O₃를 첨가하여 Fe₂O₃의 첨가량 변화에 따른 압전 및 유전 특성을 조사하였다.

2. 실험

본 실험은 다음의 조성식에 따라 일반적인 산화물 혼합법으로 시편을 제작하였다.



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%Fe₂O₃로 몰비에 맞추어 파우더로 제작하였다. 제작된 시편은 1060℃에서 5시간 소결하였으며 4KV/mm으로 30분 분극 후 측정하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1에서 알수있는것 처럼 Fe₂O₃의 첨가량이 0.2mol%일 때 전기기계 결합계수 K_p와 전기기계 품질계수 Q_m이 가장 높았으며 그 이상 첨가하였을 때 하락하는 것을 알 수 있다. 즉 Fe₂O₃가 0.2mol 일때 응용 디바이스를 제작하기에 최적 조건으로 사료된다. 결과로서 작은 양의 Fe₂O₃는 NKN세라

믹에 소결을 크게 개선시킬 수 있으며 Fe³⁺이온의 첨가는 격자에 산소 공백을 만들어 밀도를 향상시키는 것으로 사료된다.

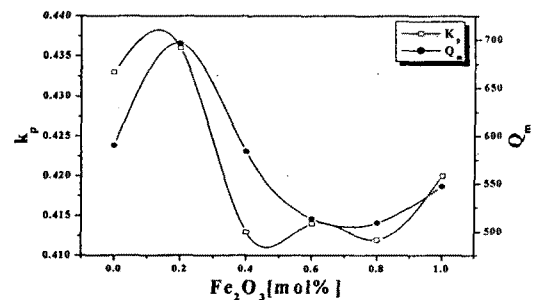


그림 1. Fe₂O₃ 첨가에 따른 시편의 k_p 와 Q_m.

Fig. 1. Mechanical quality factor (Q_m) and Electromechanical coupling factor (K_p) with the amount of Fe₂O₃ addition

표 1. 시편의 물성

Table 1. Physical characteristics of specimens.

| Sintering Temp. [°C] | Fe ₂ O ₃ [mol%] | Density [g/cm ³] | Dielectric constant | k _p | Q _m | d ₃₃ [pC/N] |
|----------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|----------------|----------------|------------------------|
| 1060℃ | 0 | 4.366 | 445.87 | 0.433 | 589.96 | 80.93 |
| | 0.2 | 4.391 | 477.30 | 0.436 | 696.36 | 131.67 |
| | 0.4 | 4.443 | 473.35 | 0.413 | 583.71 | 130.13 |
| | 0.6 | 4.447 | 502.20 | 0.414 | 513.48 | 130.60 |
| | 0.8 | 4.430 | 499.18 | 0.412 | 509.20 | 131.27 |
| | 1 | 4.456 | 478.69 | 0.420 | 547.42 | 131.00 |

4. 결론

1. 일반적인 고상 방법으로 소결하기 힘든 NKN세라믹을 Fe₂O₃를 첨가함으로써 비교적 높은 밀도의 세라믹이 제작됨.
2. Fe₂O₃의 첨가량이 0.2mol% 일때 K_p=0.436, Q_m=696.36으로 가장 이상적인 제작조건이라 사료되며 0.2mol % 이상의 첨가를 하였을때 압전특성이 하락하는 것을 나타내었다.

참고 문헌

- [1]이유형 ; 김도형 ; 류주현 Journal of the Korean institute of electronic material engineers ,v.22no.6,2009 ,pp.489-494
- [2] R. Wang, R. Xie, K. Hanada, K. Matsusak, H. Bando, and M. Itoh, Phys. Stat. Sol. Vol. 202[6], p.R57, 2005.