

(Na,K)NbO₃-CdO세라믹스의 전기적 특성

유영배, 문병기*, 박종호**, 정수태

부경대학교 전자공학과, 부경대학교물리학과*, 진주교육대학교 과학교육과**

Electrical properties of (Na,K)NbO₃-CdO ceramics

Young-Bae Yoo, Byung-Kee Moon*, Jong-Ho Park**, Su-Tae Chung

PuKyung National Univ, PuKyung National Univ*, ChinJu-e Univ**

Abstract: (Na_{0.5}, K_{0.5})NbO₃ ceramics were studied as lead free piezoelectric materials. The addition of CdO were enhanced the sinterability of the NKN ceramics. The (Na_{0.5},K_{0.47}Cd_{0.02})NbO₃ ceramics show that electromechanical coupling factor(k_p) is 0.34and mechanical quality factor(Q_m) is 120.

Key Words : Lead-free piezoelectric ceramics, (Na, K)NbO₃

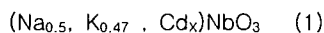
1. 서 론

PZT 압전세라믹스는 매우 큰 유전 및 압전 특성을 가지므로 압전actuator, sensor, transducers로 여러 분야에 광범위하게 응용되고 있다[1-3]. 그러나 PZT 압전세라믹스는 납을 60%이상 포함하여 환경오염문제를 야기하므로 규제가 강화되고 있다. 무연 압전세라믹스인 (Na,K)NbO₃[NKN]계의 압전세라믹스가 PZT를 대체할 만큼의 압전특성을 가짐으로 최근에 활발히 연구가 진행되고 있다[4-6]. 그러나 Potassium과 sodium의 휘발성과 조해성에 의해 양질의 세라믹스를 제조하기가 까다롭다[7]. 본실험에서는 이러한 단점을 보완하기위해 CdO를 각각 첨가하여 높은 밀도의 압전세라믹스를 제조하였고, 소결 및 유전특성을 조사하였다.

2. 실험

2.1 실험방법

본 실험은 Na₂CO₃(Aldrich, 99.5 %), K₂CO₃(Aldrich, 99 %), CdO(Aldrich, 99.5 %), Nb₂O₅(Junsei, 99.9 %)을 사용하여, 다음 조성식에 의하여 세라믹스를 제조하였다.



위의 조성에서 CdO량을 각각 0.015 mol, 0.02 mol, 0.03 mol, 0.05 mol, 첨가하여, 에탄올을 분산매로 사용하고, 지르코니아볼을 이용하여 24시간동안 볼밀후 건조로에서 15시간동안 건조하였다. 건조된 분말을 850℃에서 2시간동안 하소후, 2차 볼밀을 거쳐 건조하여 PVA 4wt %의 binder를 결합하여 granule상태를 만들고, 1000 kg/cm²의

압력을 가하여 시편을 성형하였다. 성형된 시편은 500℃에서 4시간동안 burn-out하였고, 1100 ℃, 1120 ℃에서 2시간동안 소결하였다. 소결된 세라믹스는 1 mm의 두께로 연마한 후, Ag paste를 이용하여 600℃에서 10분 동안 열처리하여 전극을 도포하였다. 이 세라믹스를 120 ℃의 실리콘이에서 DC 25~30 kV/cm의 전계를 30분 동안 가하여 분극 처리하였다.

2.2 측정방법

소결체의 결정구조를 알아보기 위하여 XRD(X'Pert MPD, Phillips)를 사용하고, 미세구조를 SEM (2-2700, HITACHI)을 통하여 분석하였다. 유전특성과 공진특성을 측정하기 위하여 LCZ METER(HP 4192A)를 사용하였고, 공진특성으로부터 전기기계결합계수(k_p)와 기계적 품질계수(Q_m)를 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

그림1은 NKN세라믹스의 X선회절곡선을 나타내었다. Cd=0인 세라믹스는 22.4 ° 와 22.5 ° 부근에서 분리된 (001),(100) 피이크가 나타나지만, Cd=0.03인 경우 합쳐진 피이크가 나타남이 차이이며, 40 ° 부근에 감소된 (111)피이크의 준정방상(pseudo-tetragonal phase) 결정구조를 보이고, 나머지는 정방정상(tetragonal phase) 결정구조를 나타내었다.

그림2는 Cd첨가량에 따른 NKN세라믹스의 미세표면을 나타낸다. Cd=0 인 경우 입자가 균일하지만, Cd의 양이 많아질수록 입자가 불균일하게 큰 것은 A site양이 증가하여 액상소결이 되었다고 생각하며 Potassium과 sodium의 휘발을 Cd이 보완함이라 사료된다.

그림 3은 Cd=0인 세라믹스와 Cd 0.02 mol 을 첨가한

세라믹스의 온도에 따른 유전상수의 곡선이다. Cd=0 인 경우 사방정상(orthorhombic phase)-정방정상(tetragonal phase)의 상경계는 184 °C ,정방정상(tetragonal phase)-입방정상(cubic phase)의 상경계는 404 °C이고, Cd 0.02 mol 인 경우 각각 168 °C 와 343 °C로 Cd를 첨가함으로써 큐리온도가 낮아졌다.

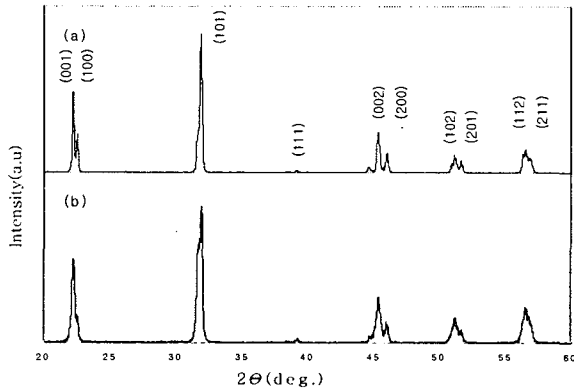


그림 1. NKN세라믹스의 XRD 곡선. (a)Cd=0, (b)Cd0.03 mol 을 첨가한 세라믹스.

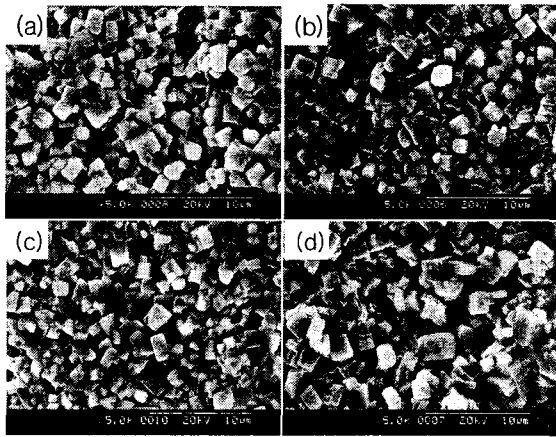


그림 2. Cd첨가량에 따른 NKN세라믹스의 미세구조. (a)Cd=0, (b)0.015 mol, (c)0.03 mol, (d)0.05 mol

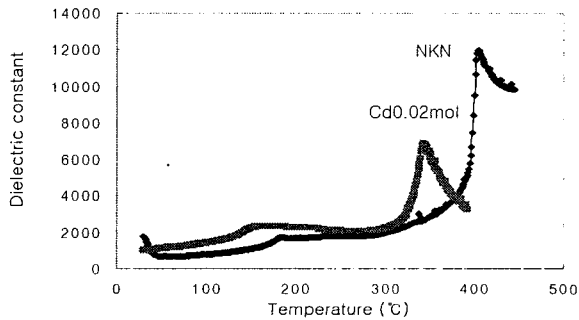


그림 3. Cd=0과 Cd=0.02 mol을 첨가시킨 NKN세라믹스의 온도에 따른 유전상수 곡선

표 1은 NKN세라믹스와 Cd를 첨가한 세라믹스의 밀도와 전기기계결합계수 (k_p), 기계적 품질계수 (Q_m)를 나타낸 것이다.

표 1. Cd첨가량에 따른 NKN세라믹스의 물성

Cd첨가량(mol)	밀도(g/cm ³)	k_p	Q_m
0	4.38	0.283	24.1
0.015	4.52	0.329	118.3
0.02	4.54	0.341	120.1
0.03	4.55	0.328	125.9
0.05	4.62	0.216	100.8

Cd=0 인 경우 밀도는 4.38 g/cm³ 으로 밀도가 낮으며, CdO를 첨가할수록 밀도가 증가됨을 보이는데, 이는 A site 의 물질이 증가하였고, Potassium과 sodium의 휘발을 Cd이 보완함이라 생각된다. 세라믹스의 전기기계결합계수 (k_p)를 보면, Cd 0.02 mol을 첨가하였을 때, 0.342 로 가장 높았고, 더이상 첨가할수록 낮아짐을 알 수 있다. 기계적 품질계수 (Q_m)를 보면, Cd 0.03 mol을 첨가하였을 때 가장 높으며, Cd를 첨가할수록 전기기계결합계수 (k_p)와 마찬가지로 향상됨을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 CdO를 첨가하여 양질의 세라믹스를 얻을 수 있었다. CdO를 첨가하면 큐리온도가 낮아짐을 보였다. CdO를 0.02 mol 첨가한 경우 전기기계결합계수 (k_p)는 0.341 , 기계적 품질계수 (Q_m)는 120.1이었다.

참고 문헌

- [1] Y. Guo, K. Kakimoto and H. Ohsato, Solide, state Com, 129, p. 279, 2004.
- [2] M. Matsubara, T. Yamagichi, K. Kikuta and S. Hirano, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 44, No. 1A, p. 258, 2005.
- [3] B. Jaffe, R. S. Roth and S. Marzullo J. Appl. Phys., Vol. 25, p. 809, 1954.
- [4] S. E. Park and T. R. Shrout, J. Appl. Phys., Vol. 82, p. 1804, 1997.
- [5] Y. Sugaya, K. Shoji and K. Sakata, Jpn. J. Appl. Phys, Vol. 42, p. 6086, 2003.
- [6] H. Nagata and T. Takenaka, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 36, p. 6055, 1997.
- [7] E. Ringgaard and T. Wurlitzer, J. Europ. Cera. Soc., Inpress, 2005.