

## NKLN계무연압전사기재료의 2차상발생과 그 제거방법

임학철, 엄성진

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《새 재료부문의 과학자, 기술자들은 전자공업에 절실히 필요한 화합물반도체와 정밀사기재료를 개발하고 그 생산을 공업화하기 위한 연구사업을 다그치며 초전도재료와 금속수지복합재료를 비롯한 새 재료들과 우리 나라에 없는것을 대신할수 있는 재료를 개발하기 위한 연구사업도 전망성있게 밀고나가야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 487페이지)

PZT계압전사기[2]에는 많은 량의 Pb가 들어가는것으로 하여 제조과정에 환경오염을 일으키며 그것을 리용한 압전변환자들의 사용온도도 250℃이하에 머무르고있다. 이로부터 환경에 리로우면서도 높은 온도에서 사용할수 있는 새로운 압전사기재료들이 개발되고있다.[1, 3]

최근 NKLN계압전사기재료는 PZT를 대신할수 있는 대표적인 무연압전사기재료로서 그 특성개선을 위한 연구가 광범히 진행되고있다.[4]

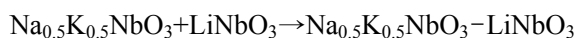
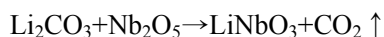
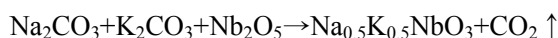
우리는 NKLN계무연압전사기재료제조과정에 나타나는 2차상의 발생원인과 그것을 제거하기 위한 방법을 논의하였다.

### 실 험 방 법

실험에서 리용된 NKLN계무연압전사기의 조성은  $\text{Na}_{0.47}\text{K}_{0.47}\text{Li}_{0.06}\text{NbO}_3$ 이며 여기에  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$ 을 일정한 량 첨가하였다. 출발물질들은 99.2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 99%  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , 99%  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , 99.5%  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 이다. 평량한 시료를 수지불통속에서 에타놀용액과 함께 지르코니아불알로 24h 동안 혼합분쇄하였다. 혼합니장물을 건조시키고 0.5t/cm<sup>2</sup>에서 성형한 다음 900℃에서 4h 동안 합성하였다. 합성품을 다시 불밀하고 건조시켜 1t/cm<sup>2</sup>에서 직경과 두께가 각각 22, 1.5mm 인 원판형성형품을 제조하였다. 이 성형품을 1 080℃에서 2h동안 소결하여 시험시편을 준비하였다. 실험에서는  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$ 의 함량을 변화시키면서 시편의 상구조를 관측하였다.

### 실 험 결 과

NKLN계무연압전사기는 다음의 반응과정을 거쳐 합성된다.



NKLN계무연압전사기재료의 열무게분석곡선은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 465℃까지는 곡선이 서서히 감소하며 465℃부터 745℃까지는 급격히 감소하였다. 이것은 465℃까지는 시편속에 들어있는 습기 등이 빠져나가며 그 이

상의 온도에서부터는  $\text{CO}_2$ 이 방출되어 나간다는 것을 보여준다.  $745^\circ\text{C}$  이상에서는 곡선 변화가 관측되지 않았으며 이때부터 페로브스카이트 구조가 형성되기 시작한다. 페로브스카이트 구조 형성은  $900^\circ\text{C}$ 에서 완전히 이루어지며 이 과정에 K의 증발이 일어난다. 이것을 방지하기 위하여 시편에  $\text{K}_2\text{CO}_3$ 을 파임 첨가하였다.

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$ 의 함량에 따르는 NKLN계 무연 압전 사기 재료의 XRD도형은 그림 2와 같다.

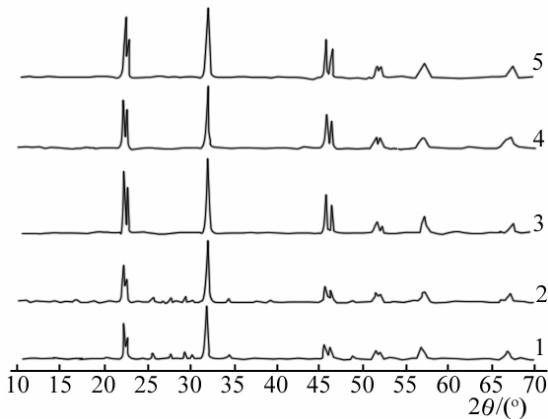


그림 2.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$ 의 함량에 따르는 NKLN계 무연 압전 사기 재료의 XRD도형  
1-5는 함량이 각각 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0인 경우

이 존재한다.

## 맺는 말

$745^\circ\text{C}$ 의 합성 온도에서부터 페로브스카이트상이 형성되기 시작하며  $900^\circ\text{C}$ 에서 완전히 끝난다.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$ 이 1질량%일 때 2차상은 완전히 제거되며 시편에는 순수한 페로브스카이트상만이 존재한다.

## 참고 문헌

- [1] 리상길; 압전학, 김일성종합대학출판사, 182~190, 주체99(2010).
- [2] Guo-Zhong Zang et al.; J. Electroceram., 25, 85, 2010.
- [3] K. Chandramani Singh et al.; Int. J. ChemTech. Res., 7, 2, 637, 2015.
- [4] Song-Ling Yang et al.; J. Eur. Ceram. Soc., 32, 1643, 2012.

주체106(2017)년 7월 5일 원고접수

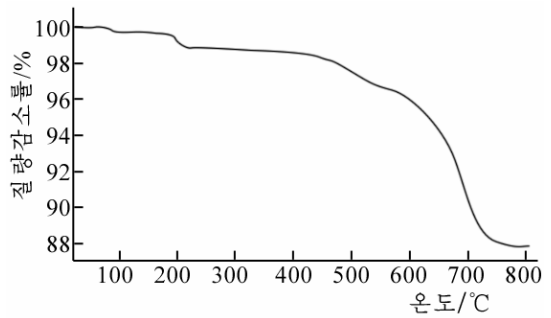


그림 1. NKLN계 무연 압전 사기 재료의 열무게분석곡선

그림 2에서 보는바와 같이 NKLN계 무연 압전 사기 재료는 정방형 페로브스카이트 구조를 가지며 조성상 경계는 관측되지 않았다.

함량이 0, 0.5일 때  $30^\circ$  근방에서 상대 세기가 비교적 작은 봉우리들이 나타났다. 이 새로운 봉우리들은 합성 및 소결 과정에 K의 증발에 의한  $\text{K}^+$ 의 결핍으로 2차상인  $\text{K}_3\text{Li}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$ 이 생겨난 것과 관련되어 있다.  $\text{K}_3\text{Li}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$ 은 강유전체로서의 NKLN계 무연 압전 사기의 유전 및 압전 특성을 감소시킨다. 또한 함량이 증가함에 따라 2차상의 상대 세기는 점차 감소하여 함량이 1일 때 완전히 없어져 시편에는 순수한 페로브스카이트상만

## **On the Second Phase Generation of NKLN Lead Free Piezoelectric Ceramics Material and its Removal**

*Im Hak Chol, Om Song Jin*

The perovskite phase began to be formed from the synthesis temperature of 745°C and completed at 900°C. When  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$  was 1wt%, the second phase was removed and then only pure perovskite phase left on the specimen.

Key words: lead free piezoelectric ceramics, perovskite, NKLN