

분광학적 방법을 이용한 LN 및 KLN 단결정의 조성분석

Composition analysis of LN 및 KLN single crystals using by spectroscopic method

김태훈*, 유영문*, 노지현**

*한국광기술원, **부산대학교 물리학과

thkim@kopti.re.kr

선형 및 비선형 광학 특성이 뛰어난 것으로 잘 알려진 LiNbO_3 (LN) 및 $\text{K}_3\text{Li}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$ (KLN) 단결정을 원료분말의 조성등과 같은 결정성장 조건을 달리하여 Czochralski 방법으로 성장시켰다.^(1,2) LN과 KLN 단결정의 경우 성장온도가 고온이기 때문에 Li, K 이온의 휘발에 의해 성장된 결정의 조성은 원료분말의 조성과 다르다. 따라서 성장된 단결정의 조성을 분석하는 것은 응용을 위해 매우 중요한 일이다. 그러나, 화학적인 방법으로는 그 과정이 매우 복잡하며, 특히 산화물인 경우 정확하게 조성을 측정하기가 매우 어렵다. 하지만 UV 영역에서의 absorption edge나 IR 영역에서의 OH absorption 측정과 같은 분광학적인 방법을 이용하면 정량적인 것은 아니지만 정성적으로 분석이 가능하며, 화학적인 방법에 비해 성장된 단결정의 조성을 쉽게 파악할 수 있다. LN 단결정의 경우 분광학적 방법에 의해 0.02 mol% 분해능으로 조성을 정량적으로 분석할 수 있는 것으로 알려져 있다.^(3,4)

그림 1에 나타낸 것처럼 LN 단결정의 경우 흡수계수가 20 cm^{-1} 에서 absorption edge가 congruent LN인 경우는 320 nm 이었으며, stoichiometric LN에 가까운 단결정의 경우 308.5 nm이었다. 이 실험 결과를 Li/Nb 비로 환산하면 각각 0.950, 0.987이었으며, K_2O 를 self-flux로 사용하는 경우 stoichiometric LN에 가까운 단결정을 성장시킬 수 있음을 알 수 있었다. stoichiometric에 가까운 LN

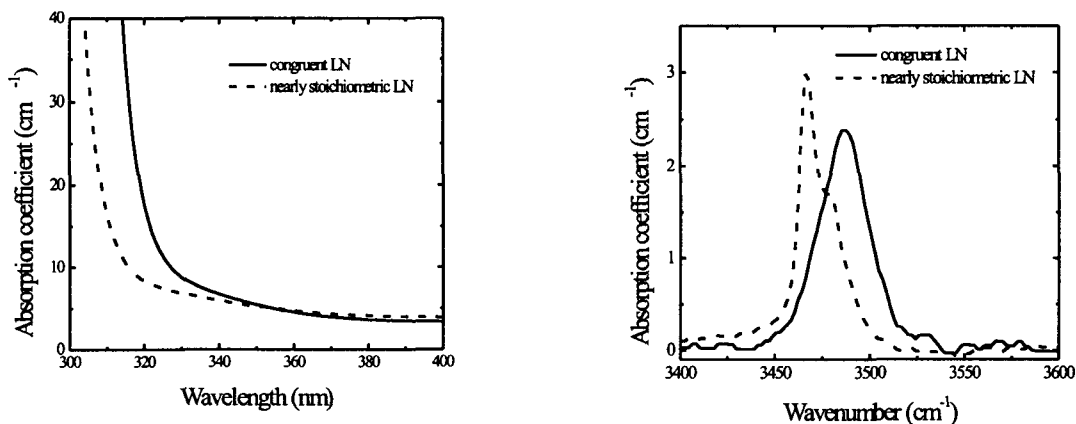


그림 1. LiNbO_3 단결정의 조성 변화에 따른 absorption edge 및 OH absorption의 변화.

단결정 일수록 absorption edge가 단파장 쪽으로 이동하는 것은 Li 결핍에 의해 형성된 전도띠 바로 밑의 inter-gap state가 Li 보상으로 줄어들기 때문이라고 생각된다. 그리고 3500 cm^{-1} 근방에서 관측되는 OH absorption peak의 반치폭 (full width at half maximum)이 31 cm^{-1} 에서 21 cm^{-1} 로 줄어듦을 Lorentz curve fitting을 통해 알 수 있었으며, Li/Nb의 비가 stoichiometric이라면 반치폭이 더 줄어들 것으로 예상된다.

KLN 단결정은 LN 단결정과 결정 구조, absorption edge 및 OH absorption 위치등이 다르지만, 그림 2처럼 조성의 변화에 따른 absorption edge 및 OH absorption의 변화 거동이 LN과 같은 양상을 나타내었다. stoichiometric KLN (KLN-1)에 가까운 조성을 가진 경우, absorption edge가 380 nm 로 non-stoichiometric KLN (KLN-2) 단결정에 비해 단파장 쪽으로 이동하였으며, OH absorption peak의 반치폭도 줄어드는 것을 실험을 통해 관측할 수 있었다.

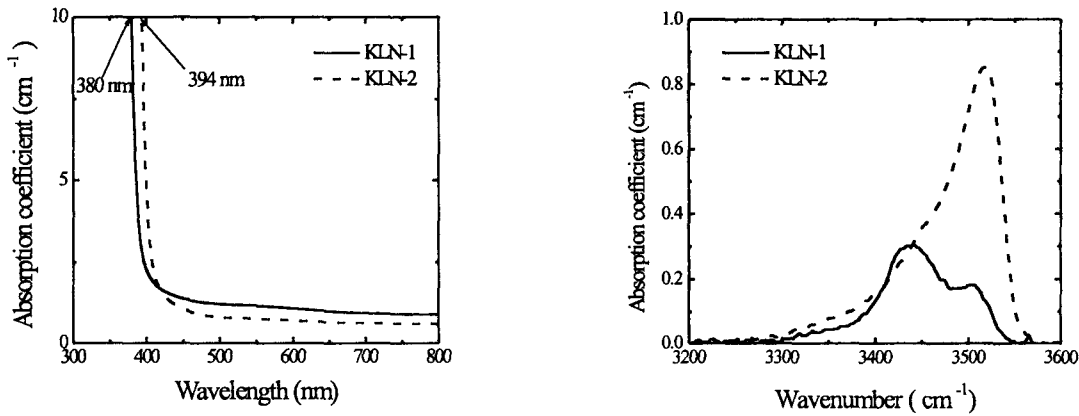


그림 2. $\text{K}_3\text{Li}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$ 단결정의 조성 변화에 따른 absorption edge 및 OH absorption의 변화.

참고문헌

1. T. H. Kim, Y. B. Kim, J. N. Kim, J. H. Ro, Cryst. Res. Technol. 35, 927(2000).
2. T. H. Kim, Y. M. Yu, O. Y. Jeon, J. H. Ro, M. Cha, J. H. Ro, J. Kor. Phys. Soc. (2002, to be published)
3. M. Wohlecke, G. Corradi, K. Betzler, Appl. Phys. B63, 323(1996).
4. K. Polgar, A. Peter, L. Kovacs, G. Corradi, Zs. Szaller, J. Crystal. Growth 177, 211(1997).