

Mn,Ce:LiTaO<sub>3</sub>의 성장과 이색을 이용한 홀로그램 저장특성Growth of Mn,Ce:LiTaO<sub>3</sub> and two-color holographic recording

이선균, Van-Thai Pham, 임기수, 주기태\*

충북대학교 물리학과, \*한국과학기술연구원 복합기능 세라믹연구부

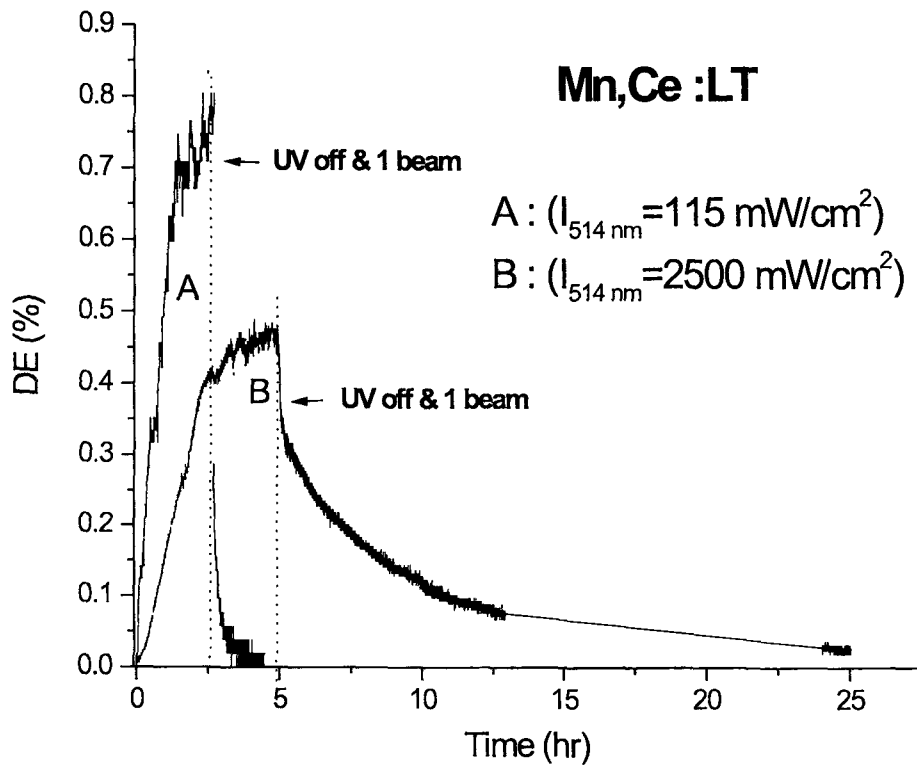
kslim@trut.chungbuk.ac.kr

불순물을 이용한 비휘발성 홀로그램저장[1,2]은 기존의 열정착을 광정착으로 대체하는 방법으로 여러 가지 희토류 혹은 전이금속이온을 첨가한 LiNbO<sub>3</sub> (LNO) 단결정 재료에서 시도되고 있다. 대표적인 재료로서 Mn,Fe:LNO 가 있으나 Mn,Ce:LNO, Cu,Co:LNO, Tb,Fe:LNO 등도 연구되고 있고 Stoichiometric LNO 경우엔 Pr:LNO, Er:LNO, Tb:LNO 등이 연구되고 있다. 그 외에 Mn:YAlO<sub>3</sub> 도 약 하긴 하지만 비휘발성이 최근 보고되었다. LiTaO<sub>3</sub> (LTO)는 밴드 갭이 4.6 eV로 LNO의 3.1eV 보다크고 홀로그램 저장시간도 훨씬 긴 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 Mn 과 Ce 이 혼합된 LTO 단결정에 대해 처음으로 이색을 이용한 홀로그램 저장을 보고하고자 한다. 이를 위해 0.015mol%Mn, 0.1mol%Ce:LiTaO<sub>3</sub> 단결정을 Czochralski 성장법으로 제조하였고 c축 방향을 정한 후 c-x-y로 절단하고 분극화를 마친 후 홀로그램 저장 실험을 위해 면을 연마하였다.

흡수스펙트럼 측정으로 기록 가능한 파장을 선정하였으며 강한 포논-전자 상호작용으로 Ce의 형광은 거의 측정될 않았다. 그리고 457 nm 혹은 514 nm 의 단일광을 이용한 실험 결과는 비휘발성 저장특성을 나타내지 않았다. 365 nm 의 자외선 gating 광과 아르곤 레이저의 514 nm의 기록광을 동시에 사용한 실험에서 약한 비휘발성 재생가능성을 보여주었다. 이 실험을 위해 자외선 광을 실린더 렌즈로 집속하여 이색 홀로그램저장 실험을 수행 하였다. 자외선은 표면에서 거의 흡수되므로 기록광 역시 표면부근에서만 비휘발성 실험을 위해 사용할 수 있었다. 자외선 광은 최대 약 300 mW/cm<sup>2</sup> 이었고 이를 ND 필터를 사용하여 세기를 변화시켰다. 기록광의 세기 역시 변화를 시키면서 자외선과 기록광의 세기의 적정비를 찾는 실험을 수행하였다. 그리고 이러한 이색 홀로그램저장은 기록과정에서나 재생과정에서 두 이온의 전하밀도가 변하므로 이를 분석하기 위해 자외선 조사 중의 기록광의 투과율의 변화를 측정하였다. 그림 1은 115 mW/cm<sup>2</sup> 와 2500mW/cm<sup>2</sup> 의 기록광을 이용한 홀로그램 저장을 보여준다. gate 광과 기록광을 모두 사용하다가 saturation에 이르는 지점에서 자외선을 차단하고 기록광의 한 빔을 제거한 상태로 재생하였다. 기록광의 세기가 큰 경우 회절효율은 증가하지만 적정 빔의 세기에서 벗어나 비휘발성은 전혀 보이지 않음을 알 수 있다. 전체적인 실험 결과와 two-center 모델을 이용한 울방정식, 광기전력을 포함하고 open/short 회로의 경계조건에 따른 전류 방정식, Poisson 방정식, Fourier 1차 근사 조건 등을 이용한 수치해석을 거쳐 이론적인 결과와 비교 검토 하였다. 그러나 기록시에 saturation 되기까지 매우 긴 시간이 소요되어 sensitivity 가 매우 낮게 나타났다. 이것은 비슷한 농도의 Mn,Ce:LNO에 비해 저장기능이 매우 약한 것이다. 일반적으로 양질의 단결정 성장면에서 LTO가 LNO 보다 어려운 사실에 기인한 것으로 보인다. 이 외에도 gate 광의 파장을 365 nm 가 아닌 325 nm 혹은 442 nm의 HeCd 레이저를 이용하고 기록광 역시 514 nm 대신 633 nm를 이용하여 파장에 따른 이색 홀로그램저장 실험을 수행하였다.

참고문헌

- [1] L. Hesselink, S. S. Orlov, A. Liu, A. Akella, D. Lande, R. R. Neurgaonkar, *Science* 282, 1089 (1998).  
 [2] K. Buse, A. Adibi, D. Psaltis, *Nature* 393, 665 (1998).



T  
A

그림 1. 0.015mol%Mn,0.1mol%Ce:LiTaO3 에 대한 비간섭성 자외선(365 nm) gate 빔과 다른 가시광(514nm) 기록 빔에 의한 홀로그래프 저장. A는 115 mW/cm<sup>2</sup>, B는 2500mW/cm<sup>2</sup> 의 기록광을 이용한 것으로 A의 경우가 훨씬 긴시간 동안 저장 될 수 있음을 보여주고 있다.