

# 펄스 레이저 조사에 의한 Sm이 도핑된 Sodium Borate Glass에서의 미세패턴 형성 및 광특성 변화

## Femto-Second Laser Induced Patterning and Optical Property Change in Sm-doped Sodium Borate Glass

임진형, \*김은경, \*\*이선균, \*\*임기수, 이명규

연세대학교 신소재공학부, \*한국화학연구원, \*\*충북대학교 물리학과

lizz77@yonsei.ac.kr

Glass는 우수한 투과성 및 열적, 화학적 안정성을 갖고 있을 뿐 아니라 전이금속이나 희토류 원소의 도핑에 따른 물성 변화가 용이하기 때문에 광학적으로 널리 이용되어 왔다. 빛에 의한 Glass의 가공이나 특성변화에 있어서는 그동안 주로 UV 또는 X-Ray등이 이용되어 왔으나, femto-second laser의 개발은 multi-photon absorption의 비선형 효과에 의해서 빛과 재료의 상호작용이 threshold power이상의 영역에서만 일어나게 함으로써 재료내부에 3D pattern을 형성을 가능케 하였다.<sup>1,2)</sup>

본 연구에서는 Sm 이온이 첨가된 Sodium Borate Glass [95(0.85B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-0.15Na<sub>2</sub>O)-5Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (mol%)]에서 femto-second pulsed laser (Ti:Sapphire laser,  $\lambda = 800$  nm, 20 kH pulse ; Quantronix)의 조사에 의해 micro-scale의 2D/3D pattern을 형성하고 조사된 영역의 물성 변화를 이용하여 이를 정보저장에 응용하려는 연구를 진행하고 있으며, 형성된 pattern의 예를 그림 1에 나타내었다. 그림 1(a)는 glass 표면에 형성된 2D pattern이며, (b)는 zigzag 형태의 multi-layer (전체 4 layer, layer 사이의 간격 20  $\mu$ m) dot pattern을 focussing 위치를 달리하여 편광 투과현미경으로 관찰한 것이다.

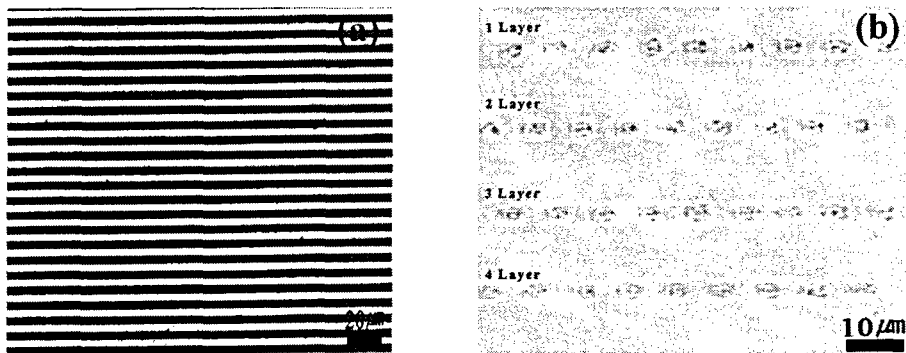


그림 1. (a) 2D Line pattern, (b) Multi-layer dot pattern

Femto-second pulsed laser의 조사에 따른 광 흡수율과 Ar ion laser ( $\lambda = 488$  nm)를 pump beam으로 사용한 photoluminescence (PL)의 변화를 관찰하였는데, 그림 2에 그 결과를 나타내었다. 조사 후

광 흡수율은 가시광 및 근적외선 영역에 걸쳐 전반적으로 약간 증가하였으며, PL에서는 680 nm 부근에서 새로운 peak이 발견되었다. 이는  $\text{Sm}^{3+}$  이온의 일부가 photoreduction에 의해서  $\text{Sm}^{2+}$ 로 변했기 때문으로 여겨진다.<sup>3)</sup>

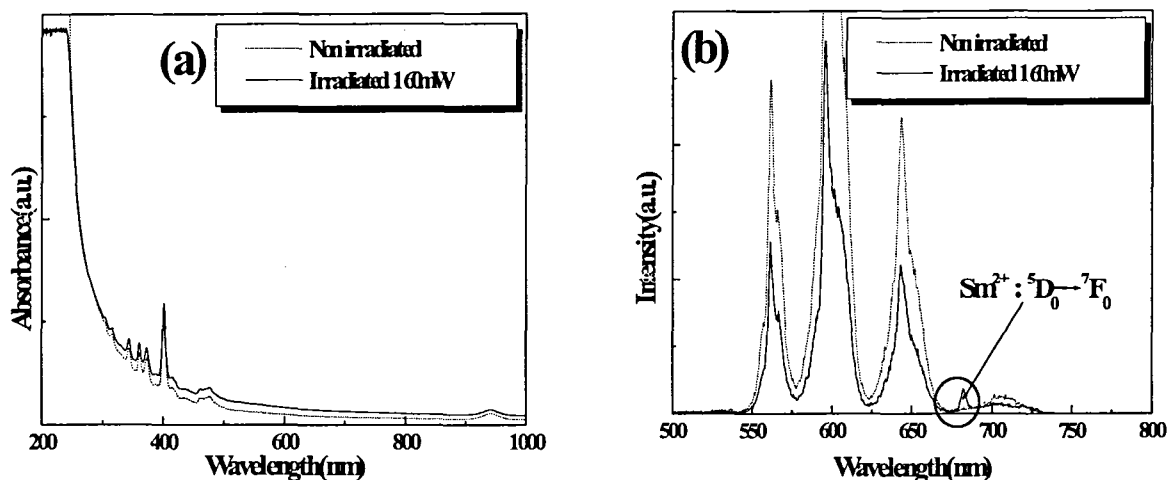


그림 2. (a) 광 흡수율 변화, (b) PL emission peak의 변화

기본적인 연구결과를 바탕으로 680 nm 파장부근의 PL emission peak을 신호로 하여 레이저 조사에 의한 정보저장이 가능할 것이라고 판단된다. 또한 그림 2(a)에서 보여진바와 같이 laser의 조사 전·후의 광 흡수율이 크게 변하지 않았기 때문에 multi-layer로 저장이 가능하고, 각 layer의 PL의 변화를 감지하는 데 용이하다. 따라서, femto-second pulsed laser를 이용하여 Sm이 첨가된 Sodium Borate Glass 미디어에 3차원의 dot pattern을 저장할 경우 현재의 표면에만 저장하는 CD나 DVD에 비해서 혁신적으로 저장용량을 늘릴 수 있을 것으로 기대하고 있다. 현재 Sm이 첨가된 여러 Glass를 미디어로 하여 정보 저장에 관한 연구를 진행 중에 있다.

#### 참고 문헌

- 1) K.Hirao, T.Mitsuyu, J.Si, J.Qiu, "Active Glass for Photonic Devices", Springer (2000)
- 2) Miura K., Qui J.,Inoue H., Mitsuyu T., Hirao K., "Femtosecond laser-induced three-dimensional bright and long-lasting phosphorescence inside calcium aluminosilicate glasses doped with rare earth ions" Appl. Phys. Lett. 73, 1763 (1998)
- 3) Koji Fujita, Chikafumi Yasumoto, Kazuyuki Hirao, "Photochemical reactions of samarium ions in sodium borate glasses irradiated with near-infrared femtosecond laser pulses" J. Luminescence 98, 317 (2002)