

Efficiency of the optical Kerr-gate spectroscopy Optical Kerr-gate 방법의 효율 분석

김지훈, 김광석*

부산대학교 물리학과, *부산대학교 유전체 물성연구소

junyune@pusan.ac.kr

Optical Kerr effect가 1964년 발견된 이래로 Optical Kerr Gate Spectroscopy 방법은 Time-resolved spectroscopy의 가장 효율적인 방법 중 하나로 자리매김 하였고 최근에는 photoimaging 분야에서 까지 이용되고 있다. CS₂는 Kerr medium 중 가장 많이 사용되는 물질이며 이는 높은 비선형성과 빠른 반응 속도 때문이다¹. 액체인 CS₂는 Raman-induced된 Kerr 효과로서 유전상수의 molecular reorientational motion과 nuclear modulation이 효율적인 Kerr 반응을 가능하게 한다 하지만 이러한 효과는 긴 완화시간 때문에 낮은 시간 분해능을 가진다. 고체인 glass material에서는 전기적 반응이 Kerr 효과의 주된 요인이며 이것은 아주 순간적이어서 높은 시간 분해능을 보인다. heavy element doped lead-bismuth-gallium (LBG) oxide glass는 아주 빠른 시간 분해능을 보이지만 600nm 이하에서 흡수를 가져 visible 영역에 사용하기 어렵다². 따라서 이러한 optical kerr medium을 선택함에 있어 고려해야 할 사항은 높은 효율, 빠른 반응 속도, 광범위한 투과성, 높은 손상 임계값 등이다. 이 실험에서는 여러 가지 물질에 대한 Optical Kerr-gate 방법의 효율에 대해 연구하였다.

그림 1은 본 실험에 이용된 Optical Kerr-gate 실험 장치를 보여준다. 800nm의 중심파장을 가지는 Ultrafast Ti:Sapphire Laser는 regenerative amplifier에 의해 1kHz로 동작하며 150fs의 시간 폭을 가진다. Beam splitter를 지나 두 개로 나누어진 레이저 펄스는 BBO crystal에 의해 조화파 발생되어 400nm의 중심파장을 가지는 펄스와 delay line에 의해 시간 지연된 gating 펄스로 각각 이용된다. Kerr medium은 액체인 D₂O와 고체인 Sapphire가 이용되었다. 각각의 샘플은 1mm 두께를 가졌다. Kerr 효과에 의한 신호는 monochromator에 부착된 질소로 냉각된 CCD(Triax 320+Symphony)로 측정 하였다.

그림 2는 CCD로 측정된 Kerr-gate 신호이다. 400nm의 펄스가 Kerr-effect에 의해서 D₂O와 Sapphire의 경우 모두 gating이 일어남을 알 수 있다. 두 개의 교차된 편광판에 의해 400nm의 펄스는 CCD에 측정되지 않으나 실험 시 이용한 400nm의 펄스가 아주 강할 때 자체적인 kerr 효과를 가짐으로 noise가 생긴다. 하지만 펄스의 세기를 낮추면 noise는 생기지 않는다.

그림 3은 측정된 Kerr 신호의 400nm의 최대값을 delay line으로 주어진 시간 지연차 마다 측정한 결과로 Kerr 효과의 시간 분해능을 나타낸다. 액체인 D₂O의 경우 높은 효율의 Kerr 효과를 가지지만 Sapphire와 비교시 상대적으로 큰 시간 분해능을 가지며 아주 좋은 투과성을 가진 고체인 Sapphire의 경우에 Kerr 효과는 낮지만 좋은 시간 분해능을 가진다.

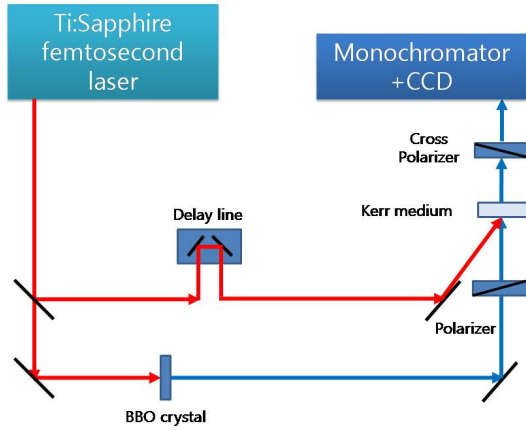


그림 1 Optical Kerr-gate의 장치 개략도

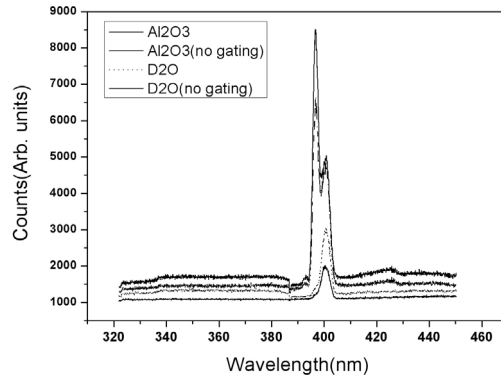


그림 2 400nm 펄스의 Kerr-effect 신호

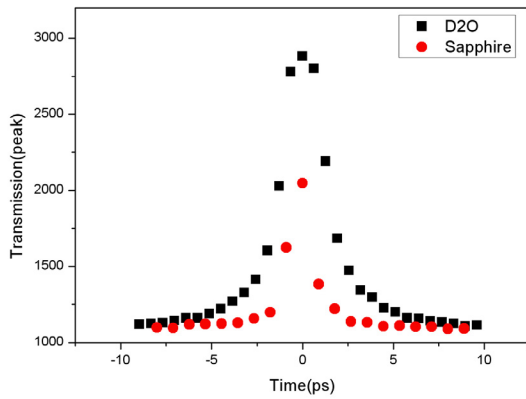


그림 3 Optical Kerr-gate의 시간 분해능

참고 문헌

1. P. P. Ho and R. R. Alfano. Phys. Rev. A. **20**. 5 (1979)
2. B.L. Yu, A.B. Bykov, T. Qiu, P.P. Ho, R.R. Alfano, N. Borrelli Opt. Comm. **215**. 407-411 (2003)