

유기물에서 비선형흡수의 sub-ns 거동 연구

Sub-ns dynamics of nonlinear absorption in organic materials

최혜영*, 이종협**, 이광섭**, 차명식*

*부산대학교 유전체 물성연구소/물리학과, **한남대학교 고분자 공학과
mcha@pnu.edu

최근 강한 레이저광에 의한 광소자의 보호를 목적으로 이광자 흡수(two photon absorption)가 강한 유기 화합물에서의 광제한에 관한 연구가 상당히 활발히 이루어 지고 있다. 광제한은 역포화흡수(reverse saturable absorption), 이광자흡수, 비선형 광굴절등 의 몇몇 다른 비선형 흡수과정에 의해 설명되어진다. 본 연구에서는 fluorene(Flu)이나 dithienothiophene(DTT)을 π -center 로 하여 분자의 양단에 전자주개(D)를 조합한 D- π -D구조를 이루는 화합물[1]에서 광제한을 관측하고 광제한 과정을 여기준위흡수(excited state absorption)에 의한 역포화흡수로 설명하였다.

먼저 Nd:YAG Laser로 펌핑한 BBO-OPO(optical parametric oscillator)를 광원으로 각 시료의 이광자 여기 형광을 측정하여 이광자 흡수 공명파장을 구하였으며 이 공명파장에서 $2/\lambda$ plate와 편광자를 이용하여 0~수100MW/cm²까지 변화시키면서 비선형 투과를 측정하였다.(그림2). 시료 모두 비선형흡수 현상을 보이며 시료3의 경우 가장 큰 흡수율의 변화를 보인다. 그림3은 서로 다른 크기의 펄스광(8ns pulse와 35nsec)에서 시료3의 비선형투과를 측정하여 비교한 그림이다. 이광자흡수를 고려하면 펄스광의 세기에 따른 투과의 변화는 $T=1/(1+\beta LI_{in})$ (식1)로 나타나며 이때 I_{in} 은 펄스광의 세기, L은 시료의 두께, β 는 이광자 흡수계수, 그리고 T는 투과를 나타낸다. ps-pulse로 펌핑하여 측정한 결과는 이광자 흡수 과정을 통한 이론식(식1)으로 fitting하면 아주 잘 일치하는 것을 볼 수 있었으며 fitting 결과로부터 이광자 흡수계수를 산출할 수 있었다. 그러나 ns-pulse로 펌핑한 경우는 이광자 흡수 이외에 복잡한 비선형 흡수 과정을 포함하여 흡수가 더욱 증가됨을 볼 수 있었다. 이와같은 현상을 여기 준위흡수를 가지는 이광자 흡수현상으로 설명할 수 있는데 pulse가 길어지면 여기상태의 확률이 높

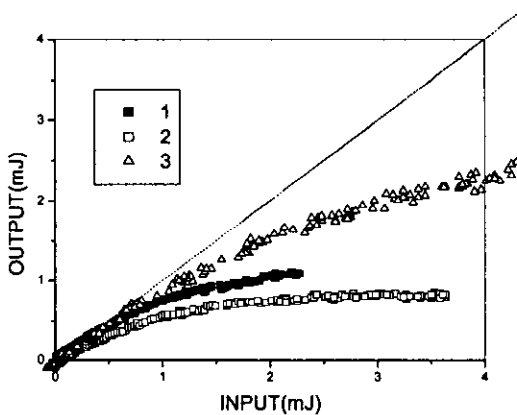


그림 1 ns-pulse에서의 광제한 효과

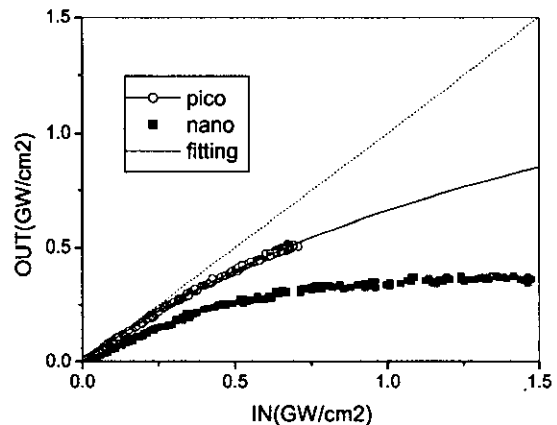


그림 1 ps-와 ns-pulse에서 광제한효과 비교



아 여기준위흡수가 용이해지므로 ns-pulse의 경우 흡수가 더욱 커지게 된다. 여기준위흡수율을 측정하기 위해 pump-probe법으로 여기준위의 시간적 거동을 측정하였다.[2] 그림3은 pump-probe 실험의 장치도이다. 35ps Nd:YAG Laser로 펌핑한 BBO-OPG/A(optical parametric generator/amplifier)를 probe광으로 하고 355nm(Nd:YAG Laser THG)광을 펌프광으로 하여 시간적 공간적으로 광을 일치시켜 시료에 조사하였다. pump 광과 probe광의 시간지연에 따른 probe광의 비선형투과를 측정하여 여기준위의 이완시간을 구할 수 있었다. 그림4는 각 시료의 여기준위의 시간적 거동이며 수백 psec의 긴 이완시간을 가지는 것을 볼 수 있다. 이는 여기준위흡수를 기대할 수 있을 정도의 충분히 긴 시간이다. 시료3의 경우 이완시간이 가장 짧아 여기준위흡수가 크지 않으므로 ns-pulse에서 측정된 광제한 흡수가 다른 시료에 비해 크게 늘어나지 않는 것을 관측할 수 있었다. 이상의 결과로부터 thiophene과 fluorene화합물에서의 광제한 과정은 여기준위흡수를 가지는 이광자흡수 현상으로 설명할 수 있다. 그러나 본 결과는 선형흡수에 의한 여기상태에서 측정된 결과이므로 정확한 광제한 과정을 이해하기 위하여서는 이광자 여기에 의한 pump-probe 실험을 행하여 비교하는 것이 필요하다. 이와 같은 방법으로 광제한에 관여하는 에너지 준위를 밝히는 연구는 효율적인 광제한효과를 가지는 분자구조를 설계하는데 유용한 정보를 줄 수 있을 것으로 기대한다.

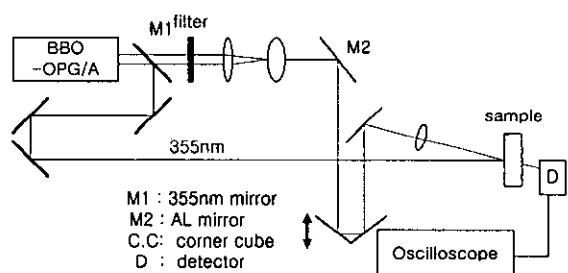


그림 3 pump-probe 실험의 장치도

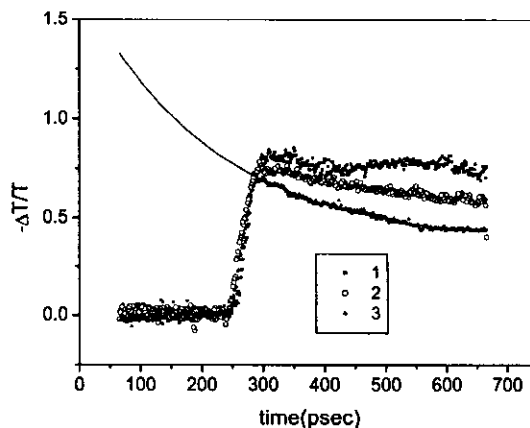


그림 4 여기준위의 시간적 거동

References

1. O.Kim, K.Lee, H.Woo, F.S.He, F.Swistkiewicz, and P.N.Prasad, Chem.Mater., 12, 284, (2000)
2. P.Dumont, G.Honusauskas, F.Dupuy, P.Pée, C.Rullière, J.F.Létard, R.lapouyade, J. Chem. Phys. 98 10391 (1994)