

색소가 주입된 Zeolite의 거시적 제 2 차 비선형 특성 및 색소분자의 초분극률 연구

Study of the macroscopic second order nonlinearity of zeolite doped with chromophore and the hyperpolarizability of chromophore

주미영, 정찬수, 김도석, 하광*, 윤경병*, 이범구

서강대학교 물리학과, *서강대학교 화학과

s3a80029@ccs.sogang.ac.kr

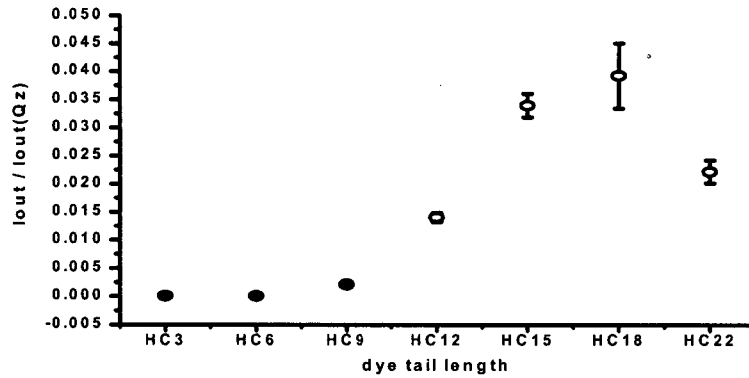
비선형성이 큰 물질로 알려진 색소분자를 주입시킨 제올라이트 박막⁽¹⁻²⁾에 1064nm의 피코초 Nd:YAG 펄스 레이저를 입사시켜 2차 조화파의 Maker 무늬⁽³⁻⁶⁾를 관찰하고, Hyper - Rayleigh Scattering⁽⁷⁻¹⁰⁾ 실험을 통하여 색소분자들의 초분극률의 측정하였다.

제올라이트 자체는 반전 대칭성이 있는 물질로 2차 비선형 광학 특성을 볼 수 없으므로 2차 비선형성이 큰 색소분자를 주입하여 비선형 광학특성을 갖게 할 수 있다. 종류가 다른 색소분자(Disperse Red 1, Disperse Orange 3)와 알킬기가 부착된 색소분자(Disperse Orange + C₁₂H₂₅, Hemicyanine 계열)를 주입시킨 제올라이트 박막을 시료로 사용하였을 때, Disperse Red 1과 Disperse Orange 3 가 주입된 제올라이트 박막에서는 2차 조화파가 관찰되지 않았으나 꼬리가 부착된 Disperse Orange 3 와 Hemicyanine 계열이 주입된 제올라이트 박막에서는 2차 조화파가 관찰되었다. [그림 1]은 Hemicyanine 계열이 주입된 제올라이트 박막에 p파를 입사시켰을 때 약 68 °의 입사각에 위치하는 2차 조화파의 최대값들을 색소 분자의 꼬리길이의 함수로 정리한 것으로 주입된 색소의 꼬리길이에 따라 2차 조화파의 세기가 크게 달라짐을 알 수 있었다.

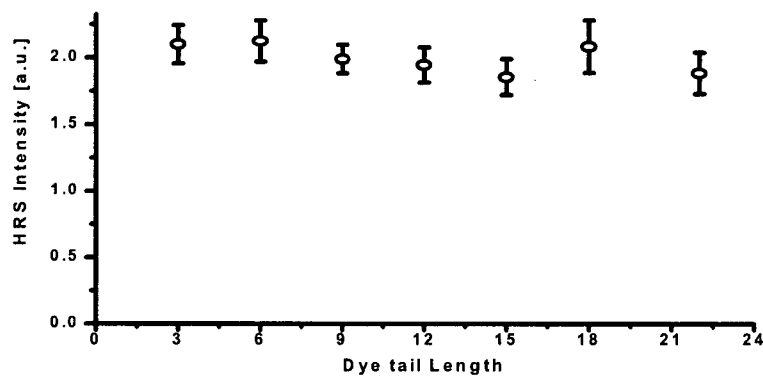
또 Hemicyanine 계열의 색소를 메탄올에 녹여 만든 용액에 Hyper - Rayleigh Scattering 실험을 실시하여 [그림 2]와 같은 결과를 얻었는데 이로부터 Hemicyanine 계열 색소분자의 초분극률은 색소분자의 꼬리길이에 무관함을 알 수 있었다. 그런데 꼬리가 짧아지면 상대적으로 제올라이트 내 색소분자의 밀도가 커지므로 꼬리가 가장 짧은 Hemicyanine 3가 주입된 시료에서 거시적 2차 조화파 세기는 가장 클 거라 예상되지만, [그림 1]과 같은 결과가 나타난 것으로부터 꼬리길이가 다르면 분자들의 정렬정도가 달라진다고 판단되고, 가장 잘 정렬되는 꼬리길이의 값이 존재함을 알 수 있었다.

Hemicyanine 계열이 주입된 제올라이트 박막에 p 편광된 기본파와 s 편광된 기본파를 입사시켜 2차 조화파의 세기를 비교한 결과 p 편광된 기본파를 입사시켰을 때가 s 편광된 기본파를 입사시켰을 때보다 조화파의 세기가 약 10³배 이상 크다는 것을 알아내었고, 이로부터 색소분자들은 기판에 거의 수직하게 배향되어 있음을 확인하였는데, 제올라이트 박막은 이뿐 아니라 높은 안정성도 지닐 것으로

예상되므로 좋은 비선형 광학 물질이 될 수 있을 것으로 기대된다.



[그림 1] 색소의 꼬리 길이에 따른 2차 조화파.



[그림 2] 색소의 꼬리길이에 따른 HRS신호

1. K. Ha, Y. J. Lee, Y. S. Chun, Y. S. Park, G. S. Lee, and K. B. Yoon, *Adv. Mater.* **13**, 8 (2001).
2. K. Ha, Y. J. Lee, and D. Y. Jung, *Adv. Mater.* **12**, 21 (2000).
3. P. D. Maker, R. W. Terhune, M. Nisenoff, and C. M. Savage, *Phys. Rev. Lett.* **8**, 1 (1962).
4. N. Bloembergen and P. S. Pershan, *Phys. Rev.* **128**, 2 (1962).
5. J. Jerphagnon and S. K. Kurtz, *J. Appl. Phys.* **41**, 4 (1970).
6. M. Savage, *J. Opt. Soc. Am. B.* **12**, 3 (1995).
7. R. W. Terhune, P. D. Maker, and C. M. Savage, *Phys. Rev. Lett.* **14**, 17 (1965).
8. K. Clays and A. Persoons, *Phys. Rev. Lett.* **86**, 23 (1991).
9. K. Clays and A. Persoons, *Rev. Sci. Instrum.* **63**, 6 (1992).
10. W.M. Laidlaw, R. G. Denning, T. Verbiest, E. Chauchard, and A. Persoons, *Nature.* **363**, 6 (1993).