

비선형 광학 색소 분자를 첨가한 네마틱 액정에서의 광굴절 효과

Photorefractive Effect in Nematic Liquid Crystals Doped with Nonlinear Optical Chromophore

정수호, 문준호, 윤춘섭, 김현욱*, 김종득*
KAIST 물리학과, *KAIST 화학공학과
csyoon@mail.kaist.ac.kr

전하 발생자가 포함된 네마틱 액정에 빛이 입사되면 전하가 발생해 공간 전하 전기장이 형성된다. 이로 인해 액정 분자가 재정렬하면서 굴절을 변화가 생기게 되어 광굴절 효과가 발생한다[1,2]. 외부 전기장을 가하지 않았을 때 네마틱 액정은 분역을 형성하고[3] 이로 인해 작동 전압이 높아진다. 이러한 액정 시료에 비선형 광학 유기분자를 첨가하여 작동 전압이 크게 감소되는 것을 관찰하였고, 이에 대한 기작을 조사하였다.

Fig. 1은 시료의 구조이다. E7 네마틱 액정층과 광전도 고분자층인 poly(N-vinylcarbazole) (PVK) 층에는 전하발생자로 C₆₀가 각각 0.05 wt %씩 첨가되었다. 비선형 광학 물질로는 전기 쌍극자 모멘트가 큰 3-methyl-4-methoxy-4'-nitrostilbene (MMONS: Fig. 2)가 사용되었다. MMONS의 영향을 조사하기 위해 MMONS의 농도가 0 wt %, 1 wt %, 10 wt %인 시료에 대해 1차 Raman-Nath 회절 효율을 인가 전압의 함수로 측정하였다.

MMONS를 첨가하지 않은 시료에서 최대 회절효율이 나타나는 전압은 4.5 V였다 (Fig. 3). MMONS를 1 wt %, 10 wt % 첨가한 시료에서는 각각 1.4 V와 1.5 V의 전압에서 최대 회절 효율이 측정되었는데 이는 MMONS를 첨가하지 않은 경우의 1/3에 해당된다 (Figs. 4 & 5). 실험 결과로부터 MMONS 분자는 낮은 전압에서도 다음과 같은 기작을 통해 액정 분자의 정렬을 돕는 것으로 해석된다.

외부 전기장이 가해지지 않을 때 액정 분자는 분역을 형성하게 되고 이로 인해 분역의 구속력을 극복할 수 있는 만큼의 외부 전기장이 가해져야 액정 분자들이 정렬을 하게 된다. MMONS 분자는 쌍극자 모멘트가 크기 때문에 낮은 전기장 하에서도 외부 전기장에 쉽게 반응하여 E7 액정 분자들이 외부 전기장 방향으로 쉽게 정렬할 수 있도록 도와주는 역할을 하며, 약간 더 높은 전압에서는 분역을 깨고 액정 분자들이 정렬하는 것으로 해석된다.

[1] E. V. Rudenko and A. V. Sukhov, JETP **78**, 875 (1994)

[2] I. C. Khoo, H. Li, and Y. Liang, Opt. Lett. **19**, 1723 (1994).

[3] M. H. Jung, Y. H. Kim, and J. J. Kim, J. Korean Phys. Soc. **35**, S1148 (1999).

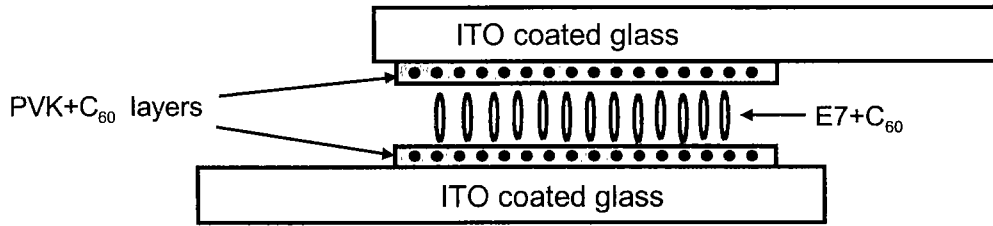


Fig. 1. Sample structure (thickness of E7 layer: 12 μm).

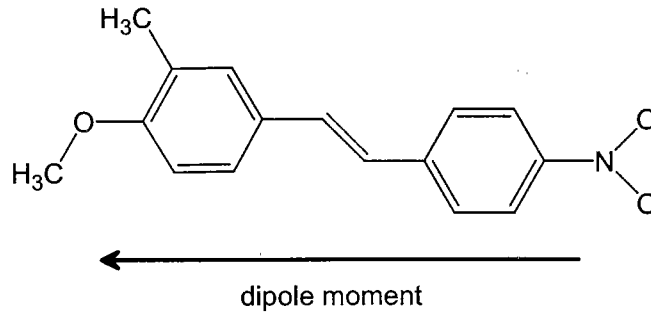


Fig. 2. Molecular structure of 3-methyl-4-methoxy-4'-nitrostilbene (MMONS).

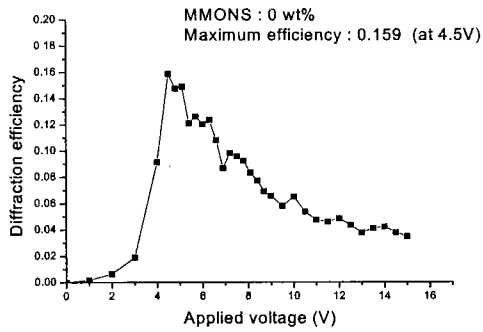


Fig. 3. Diffraction efficiency as a function of applied voltage (MMONS: 0 wt %).

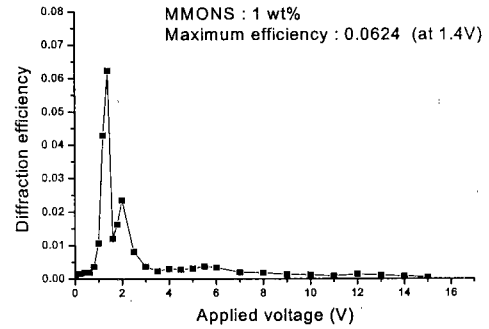


Fig. 4. Diffraction efficiency as a function of applied voltage (MMONS : 1 wt %).

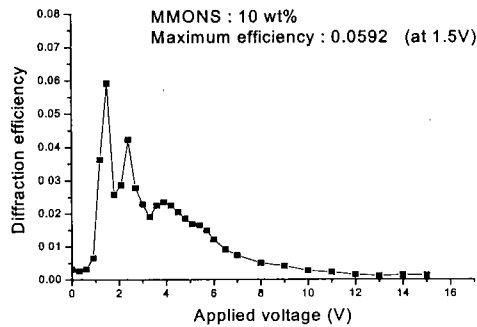


Fig. 5. Diffraction efficiency as a function of applied voltage (MMONS : 10 wt %).