아조 고분자의 표면 부조격자 형성

Surface Relief Grating Formation on Azo-Polymer

황의중, 김정성, 여세연, 이현기, 오차환, 송석호, 김필수, 한양규*
한양대학교 물리학과, * 한양대학교 화학과
ujunghwang@ihanyang.ac.kr

아조벤젠 고분자는 광 정보저장 및 광 스위치 소자 등의 응용가능성 때문에 많은 연구가 진행되어왔다. 이것은 바로 아조 분자가 가지고 있는 두 이성체 간의 광 이성화 과정에 의한 아조 분자의 정렬과 이 때문에 야기되는 광 유도 anisotropy가 생기는 특성 때문이다. 이와 더불에 아조 분자 필름에 빛을 쪼여 주었을 때 표면에 주기적인 부조 격자(SRG)가 형성됨이 보고 된 이후에[(1),(2)] 광 정보 저장은 물론 액정의 anchoring 이나 phase mask로의 응용, 특히 photonic band gap(PBG) 효과를 기대 할 수 있는 주기 구조 형성에의 응용성 때문에 더욱 관심이 집중되고 있다.

표면 부조격자의 형성은 아조 분자의 정렬과는 다른 과정으로 이해되며, 아조분자의 직접적인 이동에 의해 형성된다고 할 수 있다. 현재까지 격자 형성을 설명하는 모델로 free volume expansion, gradient force, concentration gradient and mean-field theory등 이 제안되었으나 이러한 모델로도 아직까지는 격자 형성을 정확하게 설명할 수 없는 실정이다.[(5)]

본 연구에서는 두 빔의 간섭무늬를 이용 아조 고분자의 표면에 부조격자를 형성시켰다. 격자를 형성시키기 위한 빔으로 아조 고분자의 광 유도이성화가 활발히 일어나게 하는 파장인 532 nm의 Nd:YAG 레이저를 사용하였고, 633 nm의 He-Ne 레이저를 사용하여 회절효율을 동시에 측정하였다. 633 nm에서는 아조고분자의 흡수가 거의 없으므로 아무런 영향을 주지 않는다고 볼 수 있다. 형성된 표면 부조격자는 원자 현미경(AFM)으로 관찰하였다. 새겨진 격자의 간격은 약 1 ㎛ 이었다.

간섭시키는 두 레이저 빔의 편광상태를 여러 가지로 바꿔 가면서 격자를 형성 시킨 결과, 격자의 표면 높이는 입사빔의 편광상태에 민감하게 변화함을 알 수 있었다. 특히 s와 s 편광의 간섭과 p와 p 편광의 간섭에 의한 부조격자의 형성은 optical gradient force 모델로 잘 설명할 수 있었다. 이외의 다른 편광상태에서의 힘은 gradient force 모델에 electric susceptibility의 공간적인 변화를 함께 고려하여 생각하였다.

p와 p 편광 조건에서 조사 시간이 증가함에 따라 새겨진 부조격자의 높이도 증가함을 관측하였고, 동시에 측정된 시간에 따른 회절효율도 같이 증가함을 관측하였다. 부조격자를 하나의 얇은 위상격자로 가정하였을 때, 격자의 높이에 따른 회절광의 세기에 대한 식으로부터 회절효율을 계산하였고, 측정된 회절효율과 비교하였다.

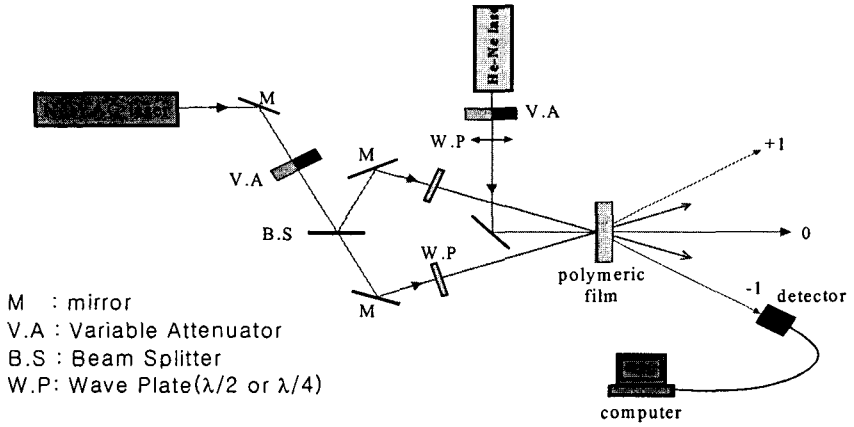

Fig. 1. 실험장치도.

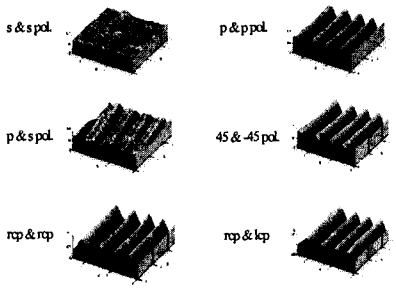

Fig. 2. 여러 가지 편광조건에 따른 표면 부조격자.

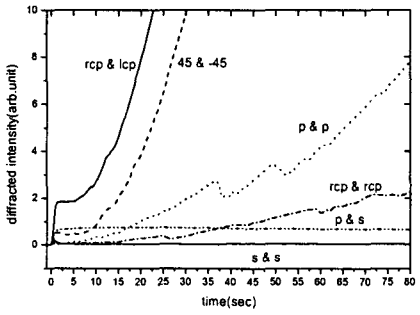

Fig. 3. 여러 가지 편광조건에서 시간에 따른 회절효율 변화.

참고문헌

1. P. Rochon, E. Batalla, A. Natansohn, "Optically induced surface gratings on azoaromatic polymer films", Appl. Phys. Lett. 66, 136(1995).
2. D.Y. Kim, S. K. Tripathy, L. Li, J. Kumar, "Laser-induced holographic surface relief gratings on nonlinear optical polymer films", Appl. Phys. Lett. 66, 1166(1995).
3. Shaoping Bian, J. M. Williams, D.Y. Kim, L. Li, S. Balasubramanian, J. Kumar, S. Tripathy, "Photoinduced surface deformations on azobenzene polymer films", J. Appl. Phys., Vol.86, 1498(1999).
4. D.K. Yi, E.M. Seo, and D.Y. Kim, "Surface - modulation - controlled three - dimensional colloidal crystals", Appl. Phys. Lett., Vol.80, 225(2002).
5. F. Lagugne Labarthet, T. Buffeteau, and C. Sourisseau, "Azoolymer holographic diffaction gratings: time dependent analyses of the deffraction efficiency, birefringence, and surface modulation induced by two linearly polarized interfering beams", J. Phys. Chem. B, 103, 6690(1999).