

광에 의해 유도된 Azo film에서의 이방성

Photoinduced Anisotropy of Azobenzene Films

최현희*, 장혜정, 우정원
이화여자대학교 물리학과
bluesky@mm.ewha.ac.kr*

Azo dye가 함유된 polymer나 Azo dye가 도핑 되어 있는 주인 손님계의 polymer 필름에 대한 연구가 최근 몇 년간 발견된 연구 성과로 인하여 활발히 진행되고 있다⁽¹⁻⁴⁾. 그 대표적인 것들 중에 하나가 film 표면에서 보이는 광에 의해 유도되는 표면격자이고⁽¹⁾ 나머지는 필름 내부에서 일어나는 복굴절효과와 거시적인 chirality의 형성이다⁽²⁾. 특히 홀로그래프 방식으로 광의 세기나 편광을 변조하여 내부나 외부 투과 격자를 얻는 경우에는 선편광인 P편광이나 원편광을 주로 사용하여 표면격자를 관찰하였고 내부 복굴절에 대해서는 Jones matrix 방법을 사용하여 분석된 연구 결과가 발표되었다⁽³⁾. 그리고 최근 들어 반사형 홀로그래프 격자의 제작이 시작하면서 원편광을 이용하여 거시적인 chirality가 형성되어 질 수 있음이 발견되었다⁽⁴⁾.

이러한 일련의 활동에서 보면 Azo polymer 내부에서는 복굴절과 광학활성으로 인한 원형 복굴절이 동시에 있을 가능성이 있다는 것을 알 수 있다. 이러한 가능성은 서로 수직인 SP편광으로 제작되어진 홀로그래프 반사격자에서 볼 수 있다. 그림 1에서 보면 서로 수직 편광인 SP편광이 반대방향으로 진행할 경우의 빛의 편광을 보여주고 있는데 45도로 서로 기울어진 두개의 정상파로 인해 거리에 따라 타원편광과 선편광이 교대로 존재하는 상태이다. 이 경우 광이성질체화 현상에 따라서 분자가 배열한다고 가정할 경우 위에서 언급한 것처럼 선편광에 의한 분자배열로 인한 복굴절 있는 polymer 층과 원편광이나 타원편광에 의해서 야기되는 타원복굴절 층이 각도를 달리한 채 교대로 존재함을 알 수 있다. 본 연구에서는 이 복굴절과 원형 복굴절 층이 교대로 있는 반대방향으로 진행되는 SP편광으로 만들어진 내부 격자를 gyration matrix를 도입하여 coupled mode 방식을 이용하여 계산하여 실험 결과를 설명하였다.

본 실험에서 기록파장의 세기는 $100-200 \text{ mw/cm}^2$ 인 514.5 nm 였고 시료의 두께는 약 $1 \mu\text{m}$ 미만의 poly(Disperse Red 1 Methacrylate-co-Methyl Metacrylate)인데 이는 azobenzene이 결사슬로 달려 있는 polymer로 dye함유율은 약 24 wt%이고 회절 효율은 약 0.1% 정도이다. 회절광을 측정할 때에는 632.8 nm He-Ne 레이저를 사용하여 측정하였다. 이 경우 기울어진 내부 격자를 생성하였으므로 시료 면에서의 경계조건으로 인하여 회절 반사광인 0차 이외에 +1와 -1차를 얻을 수 가 있다. 그림2와 그림 3에서 이를 확인할 수 있다. 그림 3은 회절광과 입사광의 편광상태를 보여주는 실험 결과로 입사한 광과 회절된 광들을 비교해 보았을 경우 입사한 광에 대해서 회절광들은 편광이 모두 회전되었음을 볼 수 있다. 이는 투과 차수의 경우에는 normal mode들 사이에 coupling이 일어났음을 의미하며 반사회절광의 경우에는 일반적인 Bragg reflection 과는 다른 exchange Bragg coupling이 일어남으로써 편광상태가 다른 두 normal mode사이에 power의 상호교환도 서로 일어나고 있음을 의미한다.

이 논문은 KOSEF의 ABRL 과제 수행의 일환으로 이루어졌습니다.

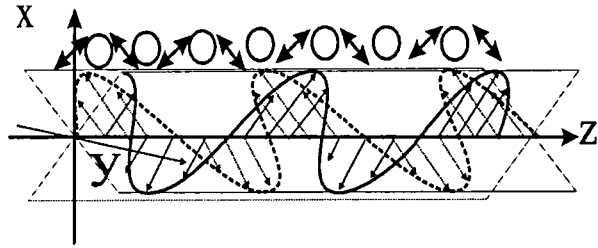


그림. 1 film 내부에서의 기록광의 편광의 변화

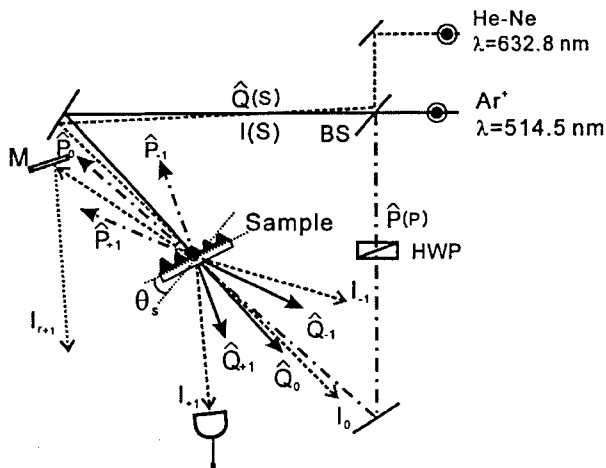


그림 2 실험 setup

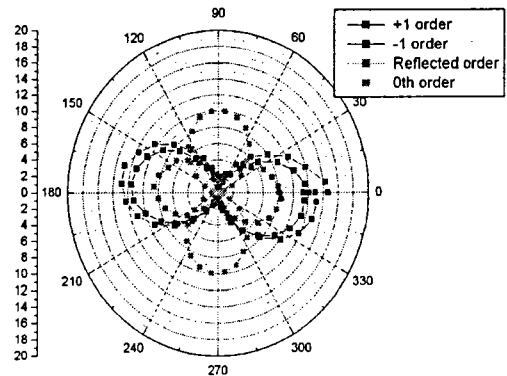


그림. 3 굴절된 회절차수들의 편광상태 표현

Reference

1. D. Y. Kim, S. K. Tripathy, L. Li, and J. Kummar, "Laser-induced holographic surface relief gratings on nonlinear optical polymer films", Appl. Phys. Lett. **66**, 1166(1995)
2. Dennis Hore, Yiliang Wu, Almeria Natansohn, Paul Rochon, "Investigation of circular Bragg reflection in an azo polymer with photoinduced chirality", J. Appl. Phys. **94**, 4, 2162-2166(2003)
3. F. Lagugne Labarthe and P. Rochon, "Polarization analysis of diffracted orders from a birefringence grating recorded on azobenzene containing polymer" Appl. Phys. Lett. **75**, 1377(1999)
4. Ludmila Nikolova, Todor Todorov, Violeta Dragostinova, Tzvetza Petrova and Natalia Tomova, "Polarization reflection holographic gratings in azobenzene-containing gelatine films", Opt. Lett. **27**, 92(2002)

