

# 고분자 망구조 내에서의 아조염료에 의한 액정 재정렬

## Effect of polymer networks on the reorientation of liquid crystals doped with azo-dyes

장은제, 김학린, 나유진, 이신두  
 서울대학교 전기컴퓨터공학부  
 E-mail: sidlee@plaza.snu.ac.kr

아조 염료를 포함하는 액정 시스템은 낮은 에너지의 여기광원으로 액정 분자를 광학적으로 재정렬시킬 수 있다는 장점 때문에 광학 저장 매체, 광학 스위칭 소자와 같은 응용을 위해 많은 연구가 진행되어 왔다. 액정에 아조 염료가 첨가된 경우, 아조 분자에 의한 액정 재정렬은 시편 내에서의 광이성화(photo-isomerization)에 의한 광학 토오크<sup>(1)</sup>와 기판 표면에서의 아조 분자의 흡착(adsorption)<sup>(2)</sup>을 통해 일어난다. 광학 토오크에 의한 액정 재정렬은 일시적인 현상인 반면, 흡착에 의한 재정렬은 지속적으로 유지되며 그 정도는 기판 표면 특성에 따라 다르게 나타난다.

본 논문에서는 시편 내에 형성된 고분자 망구조(polymer networks)에서의 아조 염료에 의한 액정 재배향 현상에 대한 연구를 보고한다. 망구조를 형성하기 위해 1-5 wt.% 정도의 낮은 농도로 첨가된 고분자는 액정 시스템의 광투과 특성에는 영향을 미치지 않지만, 시편 내에 아조 분자가 흡착할 수 있는 내부 계면 조건을 충분히 제공할 수 있다. 기판 표면에서 광유도 흡착이 이루어진 경우 비틀린 구조가 형성되는 것과는 달리, 이 경우 시편 전체적으로 균일한 액정 재배열을 유도할 수 있다.

본 실험에서는 액정 ZLI-2293(E. Merck Industries) 98 wt.%, 아조 염료 Methyl Red(MR, Sigma-Aldrich) 1 wt.%, 자외선 경화성 고분자 NOA65(Norland Products Inc.) 1 wt.%의 혼합물을 사용하였다. 고분자 망구조에서의 아조 분자 흡착 현상을 관찰하기 위해 망구조를 형성하는 고분자로는 아조 분자의 흡착이 잘 일어나는 NOA65를 사용하였으며, 기판 표면에서의 흡착 영향을 배제하기 위해 흡착이 거의 일어나지 않는 polyvinyl alcohol(PVA) 배향막을 표면 박막으로 사용하였다. 액정의 수평 배

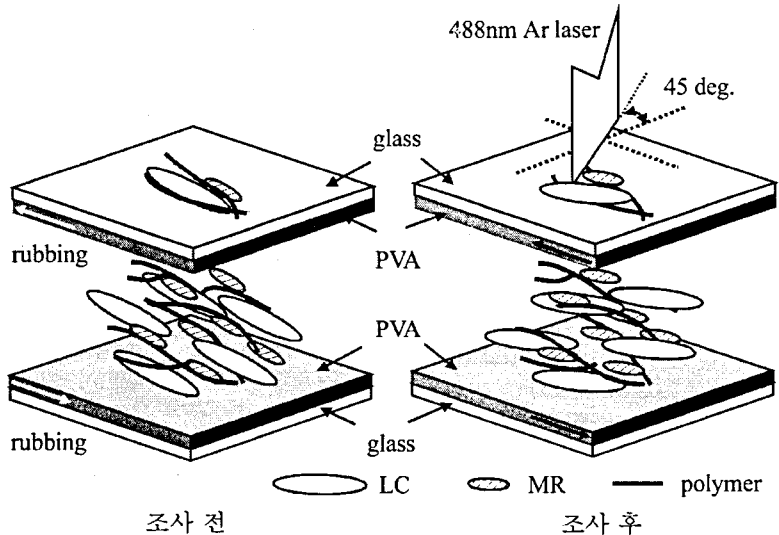


그림 1. 아조 분자에 의한 액정 재정렬을 나타내는 도식도.

향을 유도하기 위해 PVA 배향막은 반평행하게 러빙하였으며, 시편 간격은 6  $\mu\text{m}$  두께의 유리 스페이서로 유지하였다. 시편 내에 고분자 망구조는 10  $\text{mW}/\text{cm}^2$  세기의 자외선(Xe-Hg 램프)을 50 분간 조사하여 형성하였다.

그림 1은 단일 여기광원을 시편에 조사하였을 때, 아조 분자에 의한 액정의 재정렬 특성을 나타내는 도식도이다. 여기광원으로는 MR의 최대 흡수 파장대인 488 nm의 파장과 100  $\text{mW}/\text{cm}^2$ 의 세기를 갖는 Ar ion 레이저를 사용하였다. 시편의 러빙 방향과 45 도를 이루는 선편광을 조사하였을 때, 그림 1에서처럼 아조 분자에 의한 액정 재정렬은 여기광원의 편광에 수직한 방향으로 일어나며 여기광원을 차단한 후에도 유도된 광배향 효과는 유지되었다. 그림 2는 직교편광자 사이의 액정 시편을 통과하는 관측광원의 투과도로써, 광학적으로 유도된 액정 재정렬의 동적 특성을 나타낸다. 러빙 방향으로 초기 배향되어있던 액정 분자들은 여기광원을 조사함에 따라 재정렬되어 투과도는 증가하다 포화상태에 이르렀으며, 이러한 재정렬 특성은 여기광원을 차단하였을 때 거의 풀림 없이 계속 유지되었다. 그림 3의 편광 현미경 사진과 광탄성 변조기로 측정된 복굴절 값을 통해, 유도된 액정 재배향 구조가 비틀린 구조가 아니라 시편 전체적으로 균일하다는 것을 알 수 있었다. 여기광원을 90 초간 조사한 경우, 여기광원의 편광 방향에 수직한 방향으로 35 도만큼 재정렬된 광배향 효과를 얻을 수 있었으며, 유도된 광배향 효과는 수 개월 이상 계속 유지되었다. 이러한 결과는 염료가 첨가된 액정 시스템의 액정 재정렬 효과에 대한 기본 원리를 제공해줄 뿐 아니라 광조절 특성을 갖는 광학 소자로의 응용을 위한 연구에 밑바탕이 될 것이다.

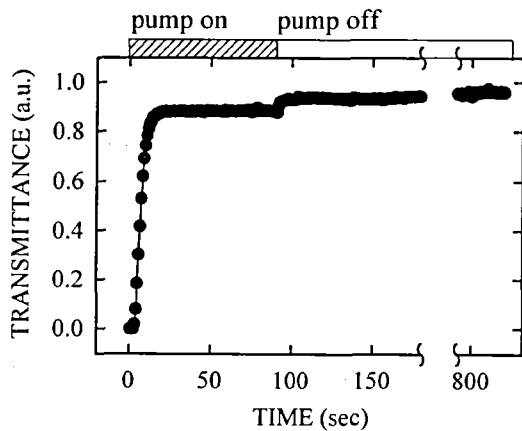


그림 2. 여기광원 조사에 따른 관측광원의 투과도 변화.

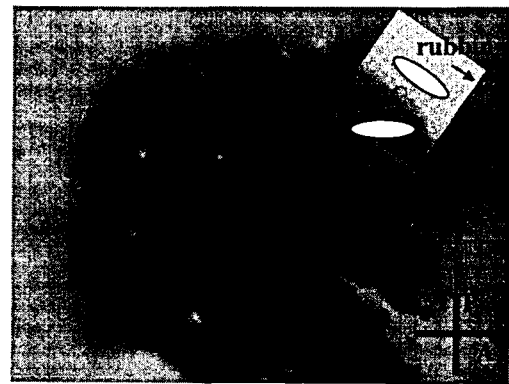


그림 3. 직교편광자에서 관측한 재정렬된 액정 시편의 현미경 사진.

1. I. Janossy et al., "Optical reorientation of nematic liquid crystals in the presence of photoisomerization", Phys. Rev. E 58, 4598-4604 (1998).
2. O. Francescangeli et al., "Light-induced surface sliding of the nematic director in liquid crystals", Phys. Rev. Lett. 82, 1855-1858 (1999).