

고분자 안정화 강유전성 액정 계에서 고분자의 탄성에 의한 Grayscale의 구현

Grayscale Configuration of Polymer-Stabilized Ferroelectric Liquid Crystal by Polymer Flexibility

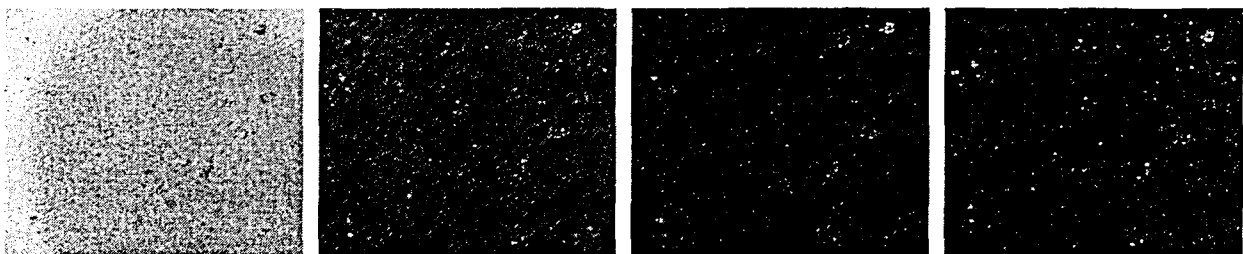
이지훈, 임동건

고려대학교 물리학과

tonklim@korea.ac.kr

FLC(Ferroelectric Liquid Crystal)는 빠른 응답, 낮은 구동전압, 넓은 시야각과 같은 우수한 특성을 바탕으로 차세대 디스플레이 소재로서 많은 연구가 이루어져 오고 있다. FLC를 active matrix에 적용시키기 위해 필수적인 grayscale 구현 능력을 얻기 위해 Clariant사에서 개발한 CDR(Continuous Director Rotation) mode를 갖는 FLC를 이용하는 방법⁽¹⁾과 polymer network와 FLC molecule 간의 interaction을 이용하는 PSFLC(Polymer Stabilized Ferroelectric Liquid Crystal) mode⁽²⁾, PDFLC(Polymer Dispersed Ferroelectric Liquid Crystal) mode, local field와의 interaction을 이용하는 방법⁽³⁾ 등이 다양하게 제시되어 왔다. 그 중에서도 특히 PSFLC mode는 적은 양의 polymer로서 FLC 배향의 기계적 충격에 대한 안정성을 동시에 확보할 수 있는 장점을 가짐으로써 최근들어 활발히 연구가 이루어지고 있다.

본 연구에서는 기존에 알려져 있던 PSFLC mode의 grayscale configuration과는 다른 새로운 형태에 대하여 보고하고자 한다. 기존에 보고된 결과들에 따르면 PSFLC mode의 grayscale은 polymer의 anchoring force가 각각 다른 domain들의 threshold voltage spatial distribution에 의하여 이루어진다고 보았다⁽⁴⁾. 그러나 본 연구에서는 특정한 조건(polymer의 composition 및 concentration, UV curing condition)하에서 만들어진 sample에 대하여 bistable mode를 갖는 FLC가 polymer와의 interaction에 의하여 CDR mode로 전환됨을 발견하였고 이를 이용하여 grayscale을 구현할 수 있음을 확인하였다.



(a) White (+5V)

(b) Gray (+2V)

(c) Dark (-5V)

(d) (b)를 회전시킨 후

그림 1. 각 구동전압에서 sample의 편광현미경 사진

그림 1-(b)와 같은 gray상태에서 crossed polarizer를 sample에 대하여 5도 회전시켰을 때 그림 1-(d)와 같은 dark state가 얻어졌는데(1-(c) dark 상태의 transmittance와 1.05%의 차이), 기존의 domain distribution에 의한 모델로써 계산한 birefringence의 이론값은 실제의 실험값과 40%의 차이를 보임으로써 실험결과를 설명할 수 없었으며, 이는 FLC molecule의 CDR motion에 의한 grayscale configuration

하에서 이론값과 실험값이 일치한다. 그림 2는 FLC molecule의 CDR motion model에 따라 예측한 각 전압에서의 이론적인 transmittance와 실제 실험에서 얻어진 값을 보여주는데 두 수치가 매우 잘 일치함을 알 수 있다. 그림 3은 각 전압에서 polarizer를 적절하게 회전시켜서 얻은 maximum & minimum transmittance로서, FLC molecule의 CDR motion을 잘 뒷받침하고 있다.

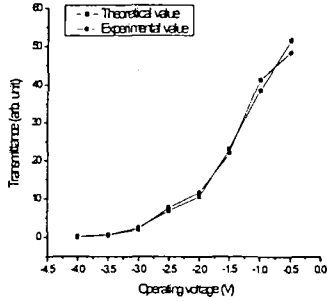


그림 2. CDR motion model 하에서의 Transmittance의 이론값과 실험값

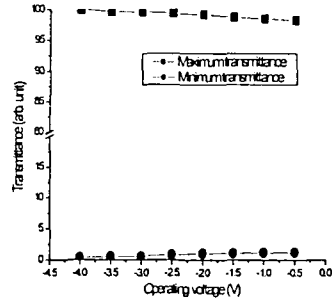
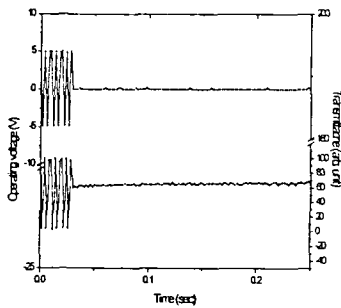
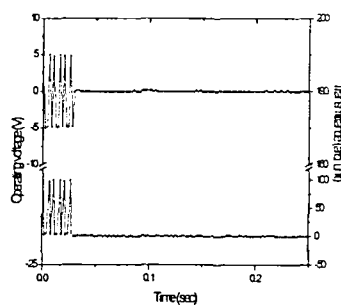


그림 3. 각 구동전압에서 Polarizer를 적절히 회전시켜 얻을 수 있는 Transmittance의 최대값과 최소값

본 연구에서는 PSFLC system의 동적인 특성 이외에, 전기장이 인가되지 않은 memory state에서의 relaxation process 역시 uniform하게 이루어짐을 확인하였다. 이를 이용하여 polarizer의 위치를 적절히 조절하여 memory state에서 100:1의 높은 대비비를 얻은 결과가 그림 4에 나타나 있다. 그림 5는 최종적으로 인가한 전압에 따른 FLC molecule의 relaxation angle을 도시한 것인데 전압의 크기에 대한 함수로 주어짐을 알 수 있으며 이것은 polymer network의 imprinting 후의 relaxation에 의한 효과로 판단된다.



(a) white memory state



(b) dark memory state

그림 4. Memory state에서의 transmittance

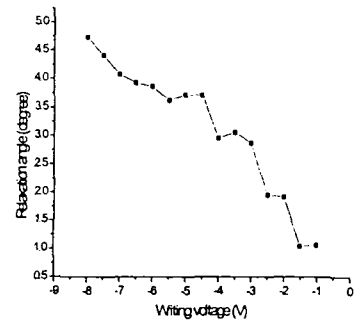


그림 5. 최종 인가 전압에 대한 FLC molecule의 relaxation angle

이 연구는 과학기술부의 21세기 프론티어연구개발사업인 차세대정보디스플레이기술개발사업단의 연구비(M1-02-KR-01-0001-03-K18-01-005-2-0)지원으로 수행되었습니다.

1. Toshiaki Nonaka, Ji Li and Ayako Ogawa, *Liq. Cryst.* 26, 1599-1602 (1999)
2. R. A .M. Hikmet and J. Lub, *Prog. Polym. Sci.* 21, 1165-1209 (1996)
3. Yukio Tanaka, Akio Takimoto and Hisahito Ogawa, *Jpn. J. Appl. Phys.* 33, 3469-3477 (1994)
4. Hideo Fujikake and Hiroshi Kikuchi, *Jpn. J. Appl. Phys.* 36, 6449-6454 (1997)