

## 광시야각을 위한 반투과형 듀얼 모드의 광학설계

### Design for optical Configuration of Transflective Dual Mode for Wide Viewing Angle

전철규\*, 진초평\*, 이중하\*, 윤태훈\*, 김재창\*

\*부산대학교 전자공학과

there@pusan.ac.kr

액정 디스플레이에 관한 기술은 안정성을 기준으로 단안정 특성을 가지는 액정 모드와 쌍안정 특성을 가지는 액정 모드에 관한 기술로 양분된다.<sup>1</sup> 단안정 특성을 가지는 액정 모드들은 이미 상업화되어 빠른 응답특성을 장점으로 핸드폰, 모니터, TV 등에 적용되고 있다.<sup>2,3</sup> 반면 메모리 특성을 가진 쌍안정 액정 모드는 전자책과 전자종이에 적용하기 위하여 개발되고 있으며 상품화를 준비하는 단계에 있다.<sup>4</sup> 최근 우리는 스피레이 상태, 트위스트 상태, 밴드 상태의 세 가지 상태사이를 동시에 스위칭시킬 수 있는 액정 모드를 개발하였다.<sup>5</sup> 듀얼 모드 (dual mode)는 스피레이 상태와 트위스트 상태를 이용하여 쌍안정 특성을 구현할 수 있고, 낮은 밴드 상태와 높은 밴드 상태 사이를 스위칭하여 고속응답의 단안정 특성을 동시에 구현할 수 있는 액정 모드이다. 이 논문에서는 반투과형 듀얼 모드의 광학구조를 살펴보았다.

메모리 모드를 반사형으로 동작시킬 경우, 액정 패널의 메모리 효과와 더불어 배면광원이 불필요하기 때문에 액정 디스플레이의 소비전력을 최소화시킬 수 있다. 따라서 그림 1에서와 같이 하나의 픽셀을 반사부와 투과부로 나누어 메모리 모드는 반사형으로 다이내믹 모드는 투과형으로 설계하였다. 반사부와 투과부의 위상지연 값을 최적화하기 쉬운 이중 셀갭 구조를 선택하였으며 메모리 모드의 색분산 특성의 저하를 막기 위해 반사부의 셀 갭을 투과부보다 낮게 설계하였다. 다이내믹 모드와 메모리 모드의 셀 갭은 각각 6  $\mu\text{m}$ 와 4.5  $\mu\text{m}$ 이다. 다이내믹 모드는 normally white로 설계되어 높은 전압이 인가되면 액정 디렉터가 높은 밴드 상태로 배열되고 이때 잔류 위상지연 값이 액정 셀 아래 배치된 A-plate ( $R_o = 40 \text{ nm}$ )에 의해 상쇄되어 어두운 상태가 구현된다. A-plate 아래 놓인 C-plate ( $R_{th} = 270 \text{ nm}$ )는 비스듬히 입사하는 빛의 위상지연 값을 보상하여 광시야각을 구현하기 위해 사용되었다.

광특성 계산을 위해 사용된 액정 파라미터는 표 1에 나타내었으며 전기광학 특성은 상용 프로그램인 DIMOS를 이용하여 계산하였다. 다이내믹 모드의 전기광학 특성을 그림 2에 나타내었다. 전압에 따른 광투과 곡선으로부터 6 V에서 가장 어두운 상태가 나타났으며 2.1 V를 인가한 경우 가장 밝은 상태가 얻어졌다. 수평 방향으로 180° 수직 방향으로 140° 이상의 광시야각 특성을 가짐을 확인 할 수 있다. 메모리 모드의 분광특성은 그림 3에 나타내었다. 180° 트위스트 상태는 백색으로 나타나고 스피레이 상태는 녹색에 가까운 파란색으로 나타나 두 안정한 상태는 광학적으로 확실히 구별되었다.

하나의 픽셀을 투과부와 반사부로 나누어 메모리 모드는 반사형 구조로 다이내믹 모드는 투과형 구조로 하는 이중 셀갭 구조의 반투과형 듀얼모드를 설계하였다. 투과형 다이내믹 모드에서는 광시야각 특성을 확보할 수 있었으며 반사형 메모리 모드의 두안정한 상태는 광학적으로 구별되었다.

Reference

- 1 Peter J. Collings and Jay S. Patel: Handbook of Liquid Crystal Research (Oxford University Press, 1997) Chap. 15, p. 567
- 2 K. A. Crandall, M. R. Fisch, R. G. Petschek and C. Rosenblatt, *Appl. Phys. Lett.* **65**, 118 (1994).
- 3 M. Oh-e and K. Kondo, *Appl. Phys. Lett.* **67**, 3895 (1995).
- 4 I. Dozov, *SID'03 Dig.*, (2003) p. 946.
- 5 C. G. Jhun, C. P. Chen, U. J. Lee, S. R. Lee, T.-H. Yoon, and J. C. Kim, *Appl. Phys. Lett.* **89**, 123507-1 (2006).

표 1. 광학계산에 사용된 액정 파라미터

파라미터	값	파라미터	값
$K_{11}$ (pN)	12.5	$n_o$	1.4991
$K_{22}$ (pN)	7.3	$n_e$	1.6321
$K_{33}$ (pN)	17.9	$\epsilon_o$	4.1
Chiral pitch (um)	34.61	$\epsilon_e$	14.1
Pretilt angle (deg.)	5		

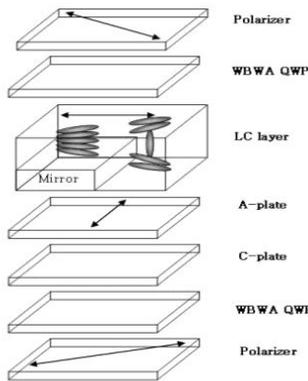


그림 1. 반투과형 듀얼 모드의 광학구조

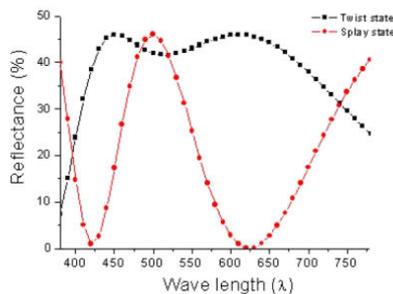
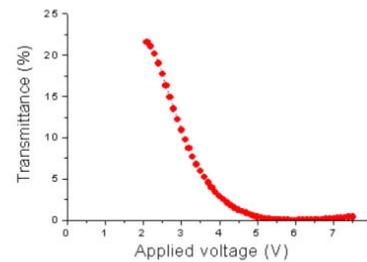
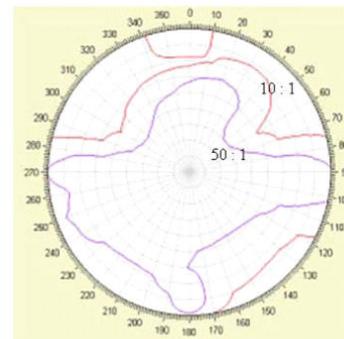


그림 3. 반사형 메모리 모드의 분광특성



(a)



(b)

그림 2. 투과형 다이내믹 모드의 광특성:  
(a) V-T 곡선과 (b) 시야각 특성

Acknowledgment

This research was supported by a grant (F0004052) from the Information Display R&D Center, one of the 21<sup>st</sup> Century Frontier R&D Programs funded by the Ministry of Commerce, Industry and Energy of the Korean Government and supported in part by BK21 Program of the Ministry of Education & Human Resources Development, Korea.