

# PVA 모드를 이용한 반투과형 액정디스플레이의 전기광학 특성

전연문, 임영진, 김연식, 김상균, 유재진, 이승희  
전북대학교

## Electro-optical Characteristics of Transflective Liquid Crystal Display using the PVA mode

Yeon Mun Jeon, Young Jin Lim, Youn Sik Kim, Sang Gyun Kim, Jae-Jin Lyu, Seung Hee Lee  
Chonbuk National University

A single-gap and single-gamma transflective liquid-crystal (LC) display using patterned vertical alignment (PVA) mode was designed. In the device, a vertical electric field drives a vertically aligned LC to tilt down to optimize polarization efficiency. Electrodes of transmissive and reflective area were patterned 22.5° and 45° with respect to the polarizer so that a tilt-down direction of the LC director was 22.5° and 45° in the reflective and transmissive regions, respectively. In the device, the cell gap was the same for both regions, and the gamma curve matched each other in both regions because tilt angle of LC director was the same according to the applied voltage. Moreover, the dark state was irrespective of the cell retardation value at normal direction, which was highly important in massive fabrications. The switching principle and electro-optic characteristics of the device are reported herein.

**Key Words :** transflective LCD, patterned vertical alignment, single gap, single gamma

### 1. 서론

반투과형 액정 디스플레이는 외부 광원이 강한 실외나 외부 광원이 약한 실내에서도 좋은 시인성을 보이고 소비 전력이 적어 휴대용 디스플레이에 많이 사용되고 있다.[1] Twisted Nematic (TN) 모드나 Electrically Controlled Birefringence (ECB) 모드를 이용하여 제안된 구조는 투과 영역과 반사 영역의 셀 갭을 다르게 해야 하거나 구동 회로를 두 영역에 각각 따로 두어야 하기 때문에 추가 제조 비용이 필요한 문제가 있다. 따라서 In-Plane Switching (IPS)[2]모드와 Fringe-Field Switching (FFS)[3]모드를 이용하여 단일 갭 및 단일 감마 특성을 보이는 반투과형 액정 디스플레이가 제안되었다[4,5]. 그러나 IPS 모드와 FFS 모드를 응용한 반투과형 디스플레이는 적절한 광효율과 단일 감마를 얻기 위해서 내장형 위상자가 하부 전극위에 필요하다는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 종래의 Patterned Vertical Alignment (PVA)[6]모드의 공정을 그대로 적용한 단일 갭 단일 감마 특성을 보이는 반투과형 디스플레이를 제안하였다.

### 2. 시뮬레이션

#### 2.1 시뮬레이션 조건

본 논문의 컴퓨터 시뮬레이션은 LCD Master(Japan, Shintech)와 TechWiz(Korea, Sanayi System)에 의해서 행해

졌으며, 계산 방법은 2×2 Jones matrix 방식을 사용하였다 [7].

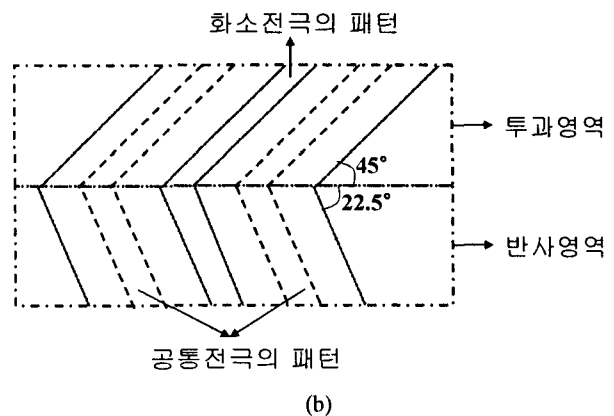
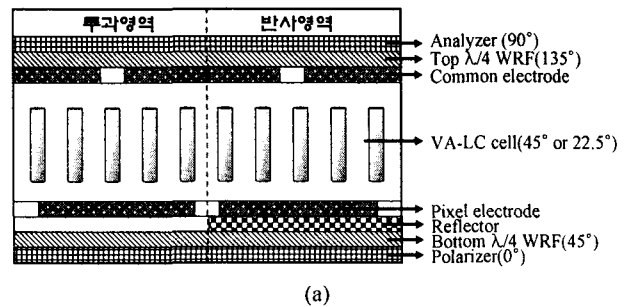


그림 1. 반투과 PVA 셀의 구조: (a) 단면도 (b) 평면도

PVA 모드를 이용한 반투과형 액정 디스플레이의 구조는 전압 무 인가시 어둡 상태를 보이는 구조로 그림 1과 같다. 그림 1의 (a)는 반투과 PVA셀의 단면도로 투과 영역에서는 위상 지연 필름의 위상 지연축이 서로 수직으로 배치되고, 반사 영역에서는 하부 위상 지연 필름과 화소 전극 사이에 반사판을 배치하였다. 그림 1의 (b)는 평면도로써 투과 영역의 공통 전극과 화소 전극의 패턴 각은 45°이고, 반사 영역의 공통 전극과 화소 전극의 패턴 각은 22.5°이다. 액정 셀의 셀 갭은 투과 영역과 반사 영역 모두 4 μm로 같게 하였고, 위상지연 값(dΔn)은 입사광이 550 nm 일 때, 0.36 μm로 설정 하였다. 액정의 유전율 이방성(Δε)은 -4.2, 회전 정도는 110 mPa.s으로 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 전압인가 시의 투과율 및 반사율 분포로 화소 내부에서는 액정 방향자들의 충돌없이 안정적으로 구동되는 것을 알 수 있다.

그림 3은 전압 인가에 따른 투과율 및 반사율 그래프로 투과율과 반사율 곡선의 문턱 전압과 구동 전압이 같고 또한 그래프의 기울기가 거의 일치한다. 이것은 투과 영역과 반사 영역의 액정 방향자들의 눕는 방향은 다르지만 전압 인가에 따라 눕는 정도는 같기 때문에 이러한 단일 감마 특성을 보인다.

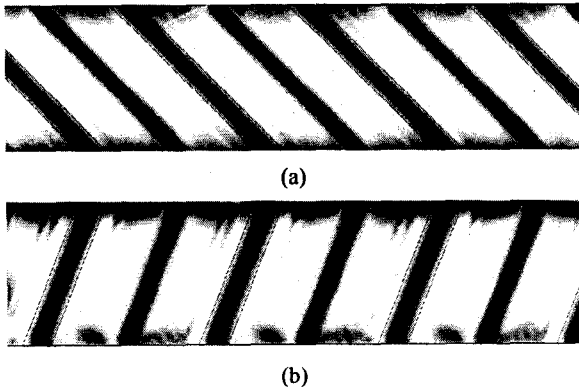


그림 2. 전압인가 시의 투과율 및 반사율 분포. (a) 투과 영역 (b) 반사 영역.

### 4. 결론

본 연구에서는 PVA 모드를 이용하여 단일 갭 단일 감마 특성을 보이는 반투과형 액정 디스플레이의 구조를 제안 하였다. 그 결과 화소 내부에서 액정 방향자들의 충돌 없이 안정적으로 구동되었고, 전압 인가에 따른 투과율과 반사율 곡선의 기울기가 거의 같아 단일 갭 단일 감마의 특성을 보였다. 실제 셀 구조에서는 투과 영역과 반사 영역의 경계 부분에서 액정 방향자들의 눕는 방향이 달라 충돌할

가능성이 있고, 데이터 신호 배선과 게이트 신호 배선에 의한 전기장 간섭이 발생할 가능성이 있다. 앞으로 이러한 가능성에 대해 연구하여 개선 시키면 반투과형 디스플레이로서 응용될 수 있을 것으로 예상된다.

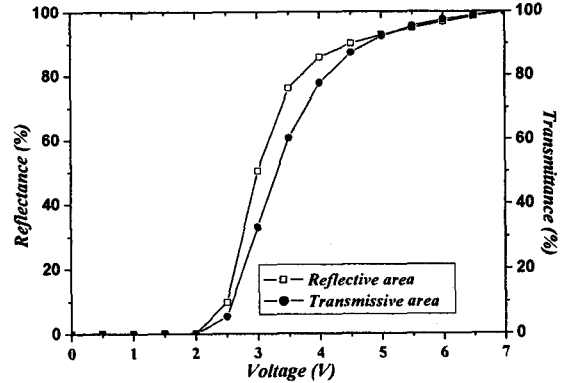


그림 3. 반투과형 PVA 모드의 전압 인가에 따른 투과율 및 반사율 그래프.

### 감사의 글

본 연구는 삼성전자 LCD의 지원에 의해 수행되었습니다.

### 참고 문헌

- [1] R. Watanabe and O. Tomita: *Proc. 9th IDW 2002* (International Display Workshops), p.397, 2002.
- [2] M. Oh-e, and K. Kondo, *Appl. Phys. Lett.* **67**, 3895, 1995.
- [3] S. H. Lee, S. L. Lee, and H. Y. Kim, *Appl. Phys. Lett.* **73**, 2881, 1998.
- [4] J. H. Song, and S. H. Lee, *Jpn. J. Appl. Phys.* **43**, 9/AB, p. L1130, 2004.
- [5] Y. J. Lim, J. H. Song and S. H. Lee, *Jpn. J. Appl. Phys.* **44**, 5A, p. 3080, 2005.
- [6] K. H. Kim, K. Lee, S. B. Park, J. K. Song, S. N. Kim and J. H. Souk, *Asia Display 98*, p. 383, 1998.
- [7] A. Lien, *Appl. Phys. Lett.* **57**, p. 2767, 1990.