

# 광경화성 단분자를 이용한 pattern free vertical alignment 모드의 전기 광학 특성 연구

조인영, 황성진, 김성민, 황지혜, 이승희  
전북대학교

## Study on electro optic characteristic of pattern free vertical alignment (PFVA) mode using the uv curable reactive mesogen (RM)

In Young Cho, Seong Jin Hwang, Sung Min Kim, Hwang Ji Hye and Seung Hee Lee  
Chonbuk National Univ.

**Abstract:** The conventional biased vertical alignment (BVA) mode has several advantages such as rubbing- and protrusion-free, wide-viewing angle and stable LC dynamics against external pressure. However manufacturing process of BVA mode is difficult task because the pixel and bias electrode signal are different in each frame. To solve this problem, we investigated the pattern free vertical alignment (PFVA) by using the UV-curable reactive mesogen (RM), in which the LC molecules were made to be pre-tilted. Eventually transmittance and response time in PFVA mode were found to be improved as compared to BVA mode.

**Key Words :** PFVA, BVA, pretilt, RM,

### 1. 서론

현재 액정 디스플레이 시장은 in-plane switching (IPS)[1], fringe-field switching (FFS)[2], patterned vertical alignment (PVA)[3] 와 같은 광 시야각 모드들의 경쟁으로 화질이 개선되어 상당히 발전되었다. 특히 PVA 모드의 경우 광 시야각, 빠른 응답속도, 정면에서의 높은 명암 대비율 등 많은 장점이 있다. 그러나 다중 도메인을 형성하기 위해서는 상부기판의 공통 전극에 패턴을 형성해야 한다. 이것은 다른 모드에서는 하지 않는 공정으로 PVA 모드에만 추가되는 공정이고 이에 따라 추가 비용, 상하부 기판 합착 시 불량 발생 등과 같은 문제로 이어져 생산성 저하를 유발한다. 이는 PVA 모드의 근본적인 문제라 할 수 있는데 이러한 문제를 해결하기 위해 공통 전극을 패턴 하지 않고, 다중 도메인을 형성하기 위한 Biased Vertical Alignment (BVA) 모드[4]가 제안 되었다. 하지만 BVA모드의 구동전압 조건에 대해 살펴보면 posi-frame과 nega-frame에서의 공통 전극 ( $V_{com}$ )과 화소 전극 ( $V_{pixel}$ ), 그리고 bias 전극 ( $V_{bias}$ )의 전압 조건이 각각  $V_{com} < V_{pixel} < V_{bias}$ ,  $V_{com} > V_{pixel} > V_{bias}$  의 조건을 만족시켜야 한다. 따라서 이 조건을 만족시키기 위해서는 화소 전극과 bias 전극에 신호가 frame 마다 다르게 입력되어야 하고 이는 전압 조건을 복잡하게 되는 원인이 된다. 따라서 본 연구에서는 상부기판의 공통전극에 패턴을 형성하지 않고, BVA 모드의 단점인 복잡한 전압 조건을 개선시키고, 기존의 PVA 모드보다 개선된 성능을 보이는 UV 경화성 단분자를 이용한 PFVA (pattern free vertical alignment) 모드를 제안하였다.

### 2. 동작원리 및 시뮬레이션

본 논문의 컴퓨터 시뮬레이션은 TechWiz(Korea, Sanayi System) 의해서 행해졌으며, 계산방법은  $2 \times 2$  Jones matrix 방식을 사용하였다[5]

PFVA 모드의 전기광학 특성을 알아보기 위해 그림 1과 같이 Z-shape으로 시뮬레이션 하였고, bias 전극의 폭은  $4 \mu m$ , 화소 전극간 거리는  $8 \mu m$ , 그리고 화소 전극과 bias 전극은  $2 \mu m$  정도 겹치도록 배치하였다. 그리고 한 화소의 전체 크기는  $88 \mu m \times 264 \mu m$ 이다. 액정은 유전율 이방성이  $-4.2$ 이며 굴절률 이방성이  $0.079$ 인 액정을 사용하였고, Cell gap은  $4.0 \mu m$ 이고  $d\Delta n = 0.316 \mu m$ 이다. 그리고 셀 내에 주입된 액정에 혼합된 광경화성 단분자를 경화시킴으로써 초기시 놓는 방향으로 선경사각을 갖는 것과 같은 효과 위해 표면에 최적으로 정의된 선경사각을 갖게 하였다.

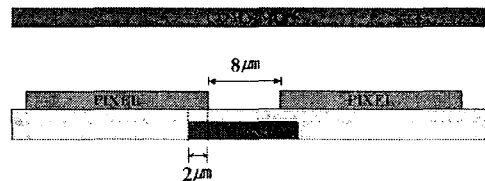


그림 1. 광경화성 단분자를 이용한 PFVA 모드의 시뮬레이션 전극 구조

PFVA의 기본 동작원리는 그림 2에서 보는 것과 같다. 우선 BVA의 전극 구조를 갖는 셀 안에 광경화성 단분자를 소량 혼합한 액정을 사용하여 문턱 전압 이상의 특정 전압

(pixel 전압 : bias 전압 = 1 : 2)을 형성하고 UV를 패널에 조사하여 액정에 혼합된 광경화성 단분자를 경화시킴으로써 초기 수직 배향된 액정들이 구동 시 눕는 방향으로

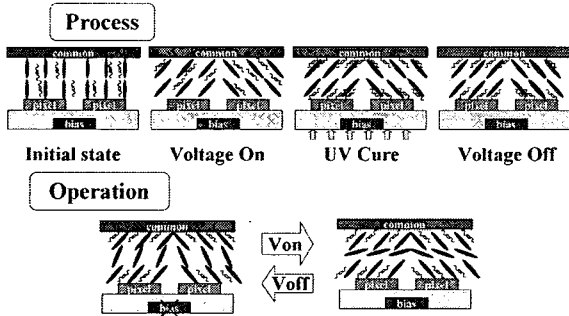


그림 2. (a) 광경화성 단분자를 이용한 선경사각 형성과정 (b)전압인가 전, 후의 액정과 광경화성 단분자 들의 배열상태

선경사각을 갖도록 하였다. 따라서 UV 경화시 bias 전극에는 일정한 전압만 인가되기 때문에 별도의 Transistor가 필요하지 않고 외부에서 적절한 전압을 인가해준 후, 실제 셀 구동 시에는 bias 전극에 전압을 인가하지 않는다. 즉, 기존의 BVA 모드의 경우, Two-Transistor Type의 구동 방식과 위에서 설명한 다소 복잡한 전압 조건을 사용하여 구동하는 반면 본 연구에서 제안된 PFVA 모드는 한 픽셀에 하나의 Transistor가 사용 되고 전압 조건 또한 단순하다는 것이다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 3은 3차원 시뮬레이션 결과로써 투과율 분포를 나타낸다. 그림의 상부는 기존 BVA 모드의 시간에 따른 투과율 분포이고 하부는 PFVA 모드의 시간에 따른 투과율 분포이다. 이 그림을 수치적으로 확인해 보면, 기존 BVA 모드의 경우 투과율은 0.1136이고 응답 시간은 9.8ms이다. PFVA 모드는 투과율이 0.1189이며 응답 시간은 5.8ms이다. 상기의 측정 결과는 전압인가 초기부터 투과율이 90%까지 증가할 때 측정된 수치이다. 즉 PFVA

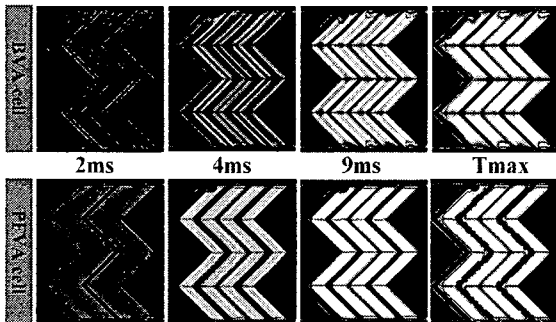


그림 3. 기존 BVA 모드와 광경화성 단분자를 이용한 PFVA모드의 투과율 분포.

모드는 기존 BVA 모드에 비하여 투과율은 최대4.7%정도 상승하였고 응답 시간은 4ms정도 감소하였다. 또한 선경사각을 형성하는 경우 표면에서 이미 기울기를 가지고 있는 액정들에 의해 보다 쉽게 액정들이 전기장에 반응함으로써 기존의 BVA에 비해 상대적으로 전기장의존성이 작아지고 그림 4에서의 전압-투과율 곡선에서 보여주는 것처럼 전압-투과율 곡선이 좌측으로 이동하여 투과율 증가 및 응답 속도가 감소되었다는 것을 확인할 수 있다.

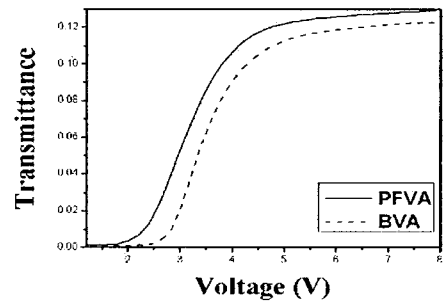


그림 4. 기존 BVA 모드와 광경화성 단분자를 이용한 PFVA 모드의 v-t curve.

### 4. 결론

본 연구에서는 상부기판의 공통전극에 패턴 하지 않고, BVA 모드의 단점인 복잡한 전압 조건을 개선시키고, 기존의 PVA 모드보다 개선된 성능을 보이는 UV 경화성 단분자 (RM)를 이용한 PFVA (pattern free vertical alignment) 모드를 제안하였다. PFVA 모드는 UV 경화시 bias 전극에 일정한 전압을 인가하고 실제 구동 시에는 bias 전극을 구동시키지 않으므로써 간단한 구동 조건과 패턴 되지 않는 공통 전극을 갖기 때문에 공정이 간단하며 표면 선경사각에 의한 영향으로 투과율 증가 및 응답 속도의 감소를 확인할 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 삼성전자 LCD의 지원에 의한 것입니다.

### 참고 문헌

- [1] M. Oh-e, and K. Kondo, Appl. Phys. Lett. Vol. 67, p. 3895, 1995.
- [2] S. H. Lee, S. L. Lee, and H. Y. Kim, Appl. Phys. Lett. Vol. 73, p. 2881, 1998.
- [3] K. H. Kim, K. H. Lee, S. B. Park, J. K. Song, S. N. Kim and J. H. Souk., Asia Display 98, p. 383, 1998.
- [4] P-S. Shih, K-T. Chen, W-H. Wang, H-L. Pan, P-Y. Chen, C-Y. Lin, S-H. Lin, and K-H. Yang, SID '06 Digest, p. 1067, 2006.
- [5] A. Lien, Appl. Phys. Lett. Vol. 57, p. 2767, 1990.