

# 광경화성 단분자를 이용한 새로운 수직배향 액정 디바이스의 전기 광학적 특성연구

김대현, 김성민, 조인영, 김우일, 권동원, 손정호, 류재진, 김경현, 이승희  
전북대학교 고분자 나노 공학과

## Electro-optic characteristics of novel biased vertical alignment device using the polymerized reactive mesogen

Dae Hyun Kim ,Sung Min Kim ,In Young Cho, Woo Il Kim , Dong Won Kwon, Jong Ho Son<sup>2</sup>, Jae Jin Ryu<sup>2</sup>, Kyeong Hyeon Kim<sup>2</sup> and Seung Hee Lee<sup>2</sup>

Department of Polymer, Nano Science and Technology, Chonbuk National University  
LCD R&D Center, LCD Business, Samsung Electronics Corporation, Giheung, Gyeonggi-Do, Korea

**Abstract :** The biased vertical alignment (BVA) liquid crystal (LC) mode shows a has a distinct advantage of lower manufacture cost due to the elimination of a lithographic process step to form either ITO-patterning or protrusions on the color-filter substrates. However, those devices have complex voltage conditions which is the respective induce voltage on common electrode, pixel electrode and bias electrode when positive and negative frame. In order to overcome the complex voltage condition, the pretilt angles is controlled by photo polymerization of the UV-curable reactive mesogen (RM). According to our studies, voltages to the cell are critical to achieve an optimized surface-modified quality BVA (Q-BVA) mode which provides the well defined reorientation of the LCs with respect to an electric field.

**Key Words :** Q-BVA, BVA, Pretilt, RM, PVA

### 1. 서론

PVA[1] 모드는 광 시야각, 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)[2] 모드가 제안 되었다. BVA의 기본 구조는 그림 1.과 같고 구동 전압 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

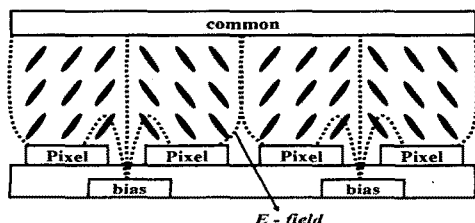


그림 1. 기존 BVA의 기본 구조.

이는 전압 조건을 복잡화하게 되는 원인이 된다. 따라서 본 연구에서는 광경화성 단분자(RM)[3]를 이용하여 기존 BVA모드의 복잡한 전압조건을 단순화 시키면서 더욱 향상된 전기 광학적 특성을 나타내는 Q-BVA(Quality - Biased Vertical Alignment)모드를 제안하였다.

### 2. 시뮬레이션

Q-BVA 모드의 전기광학 특성을 알아보기 위해 컴퓨터 시뮬레이션은 Tech wiz (Korea, Sanayi System )에 의해서 행해졌으며 계산방법은  $2 \times 2$  Jones matrix 방식을 사용하였다[4]. Q-BVA 모드의 전기광학 특성을 알아보기 위해 그림 2와 같이 Z-shape으로 시뮬레이션 하였고, bias 전극의 폭은  $7 \mu m$ , 화소 전극간 거리는  $3 \mu m$ , 그리고 화소 전극과 bias 전극은  $2 \mu m$ 정도 겹치도록 배치하였다.

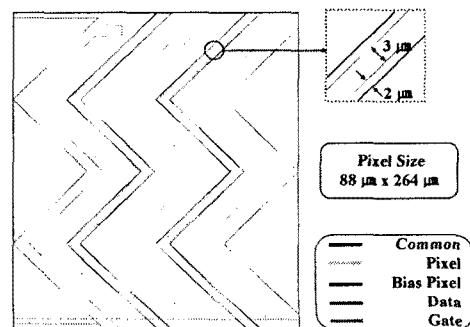


그림 2. 시뮬레이션 전극구조

액정은 유전을 이방성이  $-4.20$ 이며 굴절을 이방성이  $0.079$ 인 액정을 사용하였고, Cell gap은  $4.0 \mu\text{m}$ 이다. 또한 셀 내에 주입된 액정에 혼합된 광경화성 단분자를 경화시킴으로써 초기 수직 배향된 액정들이 구동 시 눕는 방향으로 선경사각을 갖는 것과 같은 효과를 주기 위해 표면에 최적으로 정의된 선경사각을 갖도록 시뮬레이션 하였다.

Q-BVA의 기본 동작원리는 그림 3.에서 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 인가하고 UV를 조사

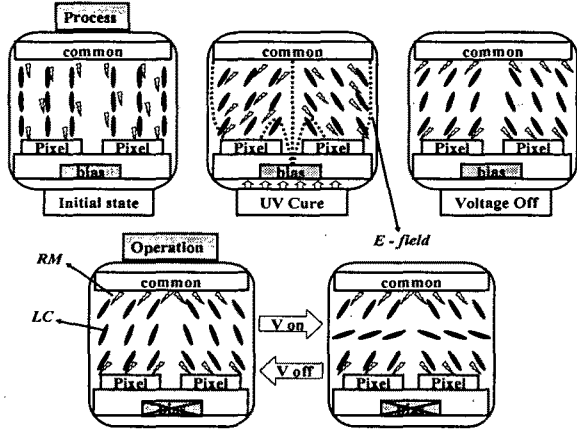


그림 3. Q-BVA의 제조공정 및 구동원리

하여 액정에 혼합된 광경화성 단분자를 경화시킴으로써 초기 수직 배향된 액정들을 구동 시 눕는 방향으로 선경사각을 갖도록 하였다. 따라서 UV 경화 시 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 복잡한 전압 조건을 사용하여 구동하는 반면 본 연구에서 제안된 Q-BVA 모드는 한 픽셀에 하나의 Transistor가 사용 되어 단순한 전압조건을 형성하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 4.의 상부는 기존 BVA 모드의 시간에 따른 투과율 분포이고 하부는 Q-BVA 모드의 시간에 따른 투과율 분포를 나타낸 그림이다. 이 그림을 수치적으로 확인해 보면, 기존 BVA 모드의 경우 투과율은  $0.1136$ 이고 응답 시간은  $9.8\text{ms}$  이다. Q-BVA 모드는 투과율이  $0.1189$ 이며 응답 시간은  $5.8\text{ms}$ 이다. 상기의 측정 결과는 전압인가 초기부터 투과율이 90%까지 증가할 때 측정된 수치이다. Q-BVA 모드는 기존 BVA 모드에 비하여 투과율은 최대 4.7%정도 상승하였고 응답 시간은  $4\text{ms}$ 정도 감소하였다. 또한 선경사각을 형성하는 경우 표면에서 이미 기울기를 가지고 있는 액정들에 의해 보다 쉽게 액정들이 전기장에 반응함으로써 기존의 BVA에 비해 상대적으로 전기장 의존성이 작아지고 그림 5에서의 전압-투과율 곡선에서 보여

주는 것처럼 전압-투과율 곡선이 좌측으로 이동하여 투과율 증가 및 응답 속도가 감소되었다는 것을 확인할 수 있다.

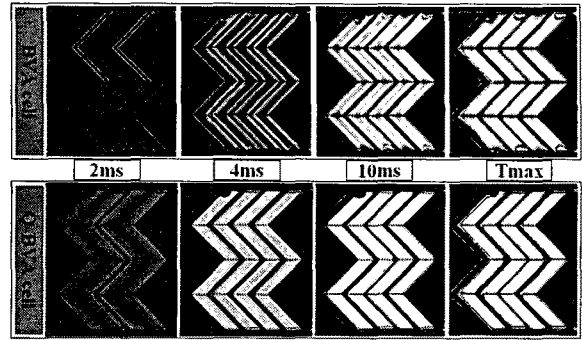


그림 4. 기존 BVA 모드와 광경화성 단분자를 이용한 Q-BVA모드의 투과율 분포.

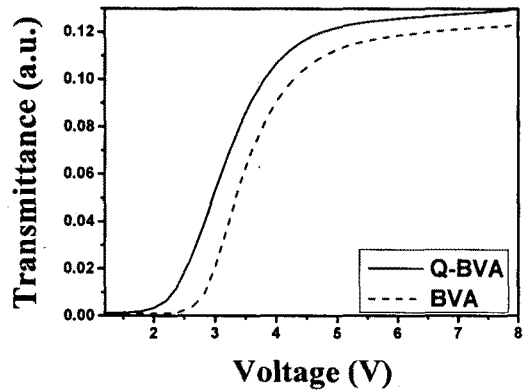


그림 5. BVA 와 Q-BVA의 V-T curve

### 4. 결론

Q-BVA 모드는 UV경화 시 bias 전극에 일정한 전압을 인가하고 실제 구동 시에는 bias 전극을 구동시키지 않음으로써 간단한 전압 조건을 갖으며 패턴 되지 않는 상판 공통 전극을 사용하기 때문에 공정이 간단하며 RM 에 의한 표면 선경사각에 의한 영향으로 투과율 증가 및 응답 속도의 감소를 가져왔다.

### 감사의 글

본 연구는 삼성전자 LCD의 지원에 의한 것입니다.

### 참고 문헌

[1] K. H. Kim, K. Lee, S. B. Park, J. K. Song, S. N. Kim and J. H. Souk., Asia Display 98, p. 383, 1998. P-S. Shih, [2] 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 [3] S. K. Kim, S. M. Kim, Y. S. Kim, H. K. Lee, and S. H. Lee, Appl. Phys. Lett., 90, 261910, 2007 K. Sueoka, H. [4] A. Lien, Appl. Phys. Lett. Vol. 57, p. 2767, 1990.