

## 표면 고분자 안정화를 이용한 고 광효율 VA 디스플레이 연구

김우일, 김성민, 조인영, 김대현, 권동원, 정연학, 류재진, 김경현, 이승희\*

전북대학교, 삼성전자

### Investigation on High Transmittance Vertical Alignment (VA) display associated with Surface Polymer Stabilization

Woo Il Kim<sup>1</sup>, Sung Min Kim<sup>1</sup>, In Young Cho<sup>1</sup>, Dae Hyun Kim<sup>1</sup>, Dong Won Kwon<sup>1</sup>, Yeon Hak Jeong<sup>2</sup>, Jae Jin Ryu<sup>2</sup>, Kyeong Hyeon Kim<sup>2</sup> and Seung Hee Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Polymer BIN Fusion Research center, Department of Polymer Nano Science and Engineering, Chonbuk National Univ., Chonju, Chonbuk, 561-756, Korea.

<sup>2</sup>LCD R&D Center, LCD Business, Samsung Electronics Corporation, Giheung, Gyeonggi-Do, Korea.

**Abstract:** The patterned vertical alignment (PVA) display showed good electro-optic properties such as wide viewing angle, fast response time, high Contrast Ratio. However, the device has patterned electrode on both top and bottom electrodes which requires high accuracy of assembling of top and bottom substrates in order to exhibit a high performance. So, they have disadvantage about low yield. In order to resolve these problem, in this paper, we studied about top substrate pattern free vertical alignment device associated with surface polymer stabilization using the UV curable monomer. This method shows simple progress, low cost and good electro-optic properties such as high transmittance and fast response time.

**Key Words :** VA, surface polymer stabilization, high transmittance

#### 1. 서 론

현재 LCD는 모바일, 노트북, 모니터, TV 등과 같이 여러 디스플레이 분야에서 이용되고 있다. 이에 소비자의 욕구를 만족시키기 위해서 더 선명한 화질을 가지고 있고 전기 광학 특성이 뛰어난 in-plane switching (IPS)[1], fringe-field switching (FFS)[2], patterned vertical alignment (PVA)[3], multi-domain vertical alignment (MVA)[4]등과 같은 광 시야각 LCD display를 개발하게 이르렀다. 이 중 PVA는 전극 패턴을 통하여 액정 cell에 전압이 인가될 때 패턴 된 전극의 가장자리에서 발생하는 경사 전기장을 이용하여 액정 방향자를 여러 방향으로 배열시켜 white 및 중간 계조 상태에서의 시야각에 따른 휘도 및 색 변화를 보상하여 광 시야각을 구현한다. 하지만 PVA는 상, 하부 전극을 패턴한다. 이 공정은 다른 display 방식에서 하지 않는 공정으로 추가 비용, 상하부 기판 합착 시 불량 발생 등과 같은 문제가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제들을 해결하기 위하여 상부기판의 공통전극에 패턴 또는 돌기를 형성하지 않고, 기존의 Chevron구조[3]의 PVA보다 개선된 성능을 보이는 surface polymer stabilization[5]을 이용한 T-pattern[6] VA display(T-VA)를 제안하고자 한다. 그리고 이러한 효과를 간접적으로 확인하기 위해 3차원 시뮬레이션을 이용하여 실험을 진행하였다.

#### 2. 시뮬레이션

유전율 이방성이 -4이며 굴절률 이방성이 0.09인 액정을 사용하였고, cell gap은 4.0 $\mu$ m인 조건으로 실시하였다. 전극

조건은 화소 전극에 AC 6V를 인가하였고 공통 전극은 0V로 고정하여 3차원 시뮬레이션(Techwiz LCD, Sanayi System Co.)을 실시하였다. 또한, 그림 1과 같이 전극은 Chevron구조(a)와 투과율과 빠른 응답속도를 나타내는 T-pattern구조(b)의 화소구조를 이용하였다[6]. T-pattern구조의 투과율을 극대화하기 위하여 전극 폭(w)의 길이는 3 $\mu$ m, 전극과 전극 사이의 거리(l)는 3 $\mu$ m로 하였고, surface polymer stabilization을 이용하여 초기 수직 배향된 액정들에게 선경사각의 효과를 주기 위해 시뮬레이션 조건상으로 4 방향의 멀티 러빙 조건을 설정하여 선경사각을 갖게 하여 시뮬레이션을 수행하였다.

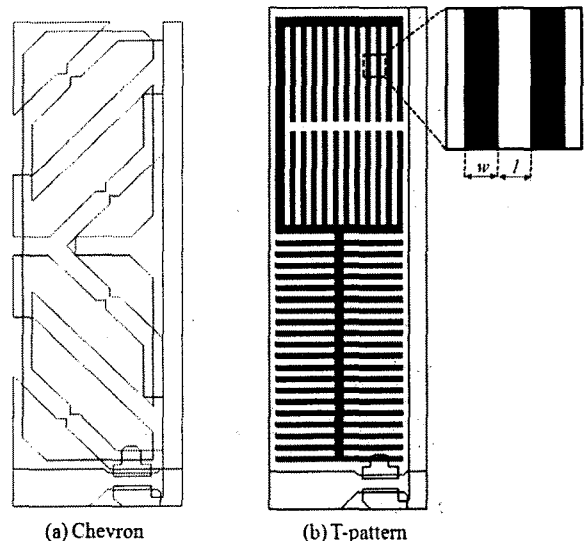


그림 1. Chevron과 T-pattern 화소구조

그림 2는 전압 구동 시 T-pattern 구조에 선경사각을 부여

하기 위한 제작과정을 나타내는 순서이다. 액정에 일정량의 광경화성 monomer를 혼합(A)하여 문턱 전압이상의 전압을 인가한 상태(B)에서 자외선을 조사하여 광경화성 monomer들이 표면으로 이동해 경화될 수 있도록 한다(C). 이 과정을 통해 최종적으로 전압을 제거하여도 특정 전압에서의 기울림 각과 같은 선경사각을 나타내게 된다(D)[5].

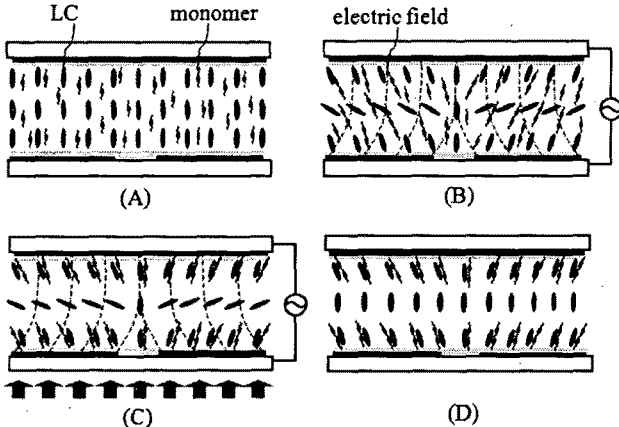


그림 2. 표면 선경사각을 형성하는 과정

### 3. 결과 및 고찰

그림 3은 PVA Chevron(a)과 T-VA(b)의 계조별 텍스처를 나타낸다. 그림 3(b)는 저 계조에서 전 영역에서 투과율을 나타내지만, 3(a)는 액정 충돌영역이 생겨서 부분적인 영역에서만 투과율을 나타낸다. 이는 그림 3(b)가 (a)보다 저 계조에서 상대적으로 액정 방향차가 안정적으로 구동되었음을 나타낸다. 그리고  $T_{max}$ 에서 T-pattern구조가 Chevron 구조보다 액정 충돌영역이 적기 때문에 더 높은 투과율을 나타낼 것으로 예상할 수 있다.

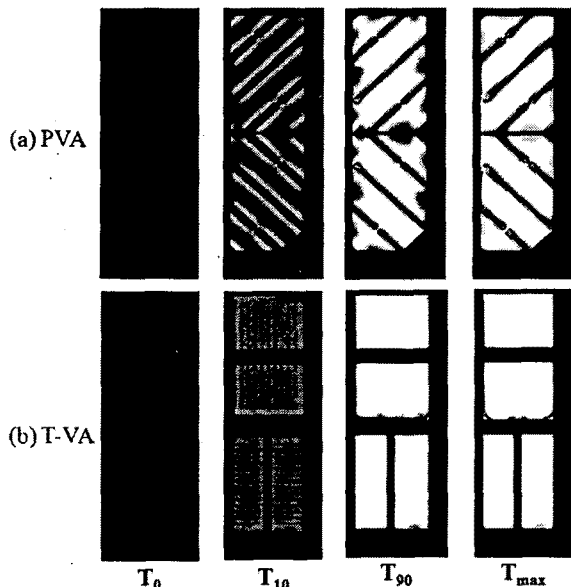


그림 3. Chevron과 T-pattern 구조의 투과율 텍스처

그림 4는 PVA chevron 구조와 T-pattern구조의 시간에 따른 투과율을 나타낸 그래프이다. 그림과 같이 T-pattern의

최대 투과율은 0.17993이고, Rising Time은 3.62ms이다. 이는 PVA chevron 구조보다 투과율은 14%, Rising Time의 특성은 44% 정도 향상 되었다. 이는 그림 3에서 보는 것과 같이 T-VA가 도메인의 경계영역이 PVA에 비해 적기 때문에 액정 충돌로 인한 투과율 감소를 최소화 하여 투과율 상승을 나타내었고, 광경화성 monomer의 셀 내 표면에서의 선경사각을 형성하였기 때문에 기존 PVA chevron 구조에 비하여 응답속도가 향상 되었다.

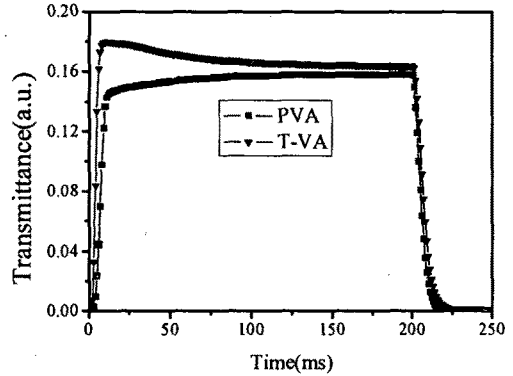


그림 4. PVA 모드와 T-VA 모드의 T-T curve

### 4. 결론

본 연구는 상부기판의 공통전극을 패턴 하지 않고 surface polymer stabilization을 이용해 선경사각을 형성한 VA display의 고 광 효율 기술에 대해 3D simulation Tool을 이용하여 구현하였다. 이 제안한 T-VA 모드는 상부기판의 공통전극을 패턴 할 필요가 없기 때문에 공정의 단순화, 비용 절감 효과와 기존 PVA chevron 구조에 비해 14%의 투과율 향상, 44%의 응답속도 특성 향상 (Rising Time)을 나타내는 장점을 지닌다.

### 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] A. Takeda et al., Digest of SID 98, p. 1077 1998.
- [5] S. G. Kim, S. M. Kim, Y. S. Kim, H. K. Lee, S. H. Lee, G. -D. Lee, J. -J. Lyu and K. H. Kim, Appl. Phys. Lett. Vol. 90 p. 261910, 2007
- [6] S. -K, Jun, W, -Y, Park, I, -G, Lee, J, -H, Souk Digest of SID 02, P. 208, 2002.