

## 광경화성 단분자를 이용한 PVA모드의 8-도메인 형성방안 연구

김우일<sup>1</sup>, 김성민<sup>1</sup>, 조인영<sup>1</sup>, 김미영<sup>1</sup>, 손정호<sup>2</sup>, 유재진<sup>2</sup>, 김경현<sup>2</sup>, 이승희<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>전북대학교

<sup>2</sup>삼성전자 LCD

### Study on PVA mode using the UV curable reactive mesogen (RM)

Woo Il Kim<sup>1</sup>, Sung Min Kim<sup>1</sup>, In Young Cho<sup>1</sup>, Mi Young Kim<sup>1</sup>, Jong Ho Son<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>Chonbuk National Univ

<sup>2</sup>Samsung Electronics Corporation

**Abstract:** The Conventional PVA (patterned vertical alignment) mode showed characteristics of 8-domain using T-T type or C-C type. But these methods have disadvantages such as decreasing aspect ratio and transmittance. In order to resolve these problems, in this paper, we have studied a new 8-domain method which is partially using the UV curable reactive mesogen (RM) that is a role in surface stabilization. The characteristic of off-axis color shift is decreased because the part of surface stabilized area is compensated to other area in a pixel. Consequently, the device shows improved color shift by 8-domain.

**Key Words :** PVA, Reactive mesogen, domain, color difference

### 1. 서론

현재 LCD는 모바일, 노트북, 모니터, TV 등과 같이 여러 디스플레이 분야에서 이용되고 있다. 이에 소비자의 욕구를 만족시키기 위해서 더 선명한 화질을 가지고 있고 전기광학 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 광시야각 LCD모드를 개발하게 이르렀다. 이 중 PVA 모드는 전극 패턴을 통하여 액정 cell에 전압이 인가될 때 패턴된 전극의 가장자리에서 발생하는 경사 전기장을 이용하여 액정 방향자를 여러 방향으로 배열시켜 white 및 중간 계조 상태에서의 시야각에 따른 휘도 및 색 변화를 보상하여 광시야각(4-domain)을 구현한다. 그리고 시야각을 더욱 보강한 S-PVA모드는 C-C type [5]과 T-T type [6]을 사용하여 8-domain을 형성하였다. 하지만 이는 투과율 감소와 회로의 복잡성, 제조가상승, 개구율 감소를 가져오게 되었다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 기존의 C-C type, T-T type을 사용하지 않고 광경화성 단분자(RM)[7]를 이용하여 표면에 부분적으로 선 경사각을 형성하는 PVA 모드의 광시야각 기술을 연구하였다. 그리고 이러한 효과를 간접적으로 확인하기 위해 3차원 시뮬레이션을 이용하여 연구를 진행하였다.

### 2. 실험

시뮬레이션 상의 전극 구조는 그림 1과 같이 A4[8] 구조를 이용하였다. A4구조의 한 화소를 서로 다른 선경사각을 가지고 있는 A와 B 두 개의 영역으로 나누고 화소 A와 B의 비율을 1:2로 설정하였다. 한 화소의 크기는 140 $\mu\text{m}$  × 420 $\mu\text{m}$ 이다. 유전율 이방성이 -4.2이며 굴절률 이방성이 0.09인 액정을 사용하였고, cell gap은 3.8  $\mu\text{m}$ 이다. 따라서

$d\Delta n = 0.342 \mu\text{m}$ 이다. 화소 전극에는 0~6V를 인가하였고 공통 전극은 0V로 고정하여 3D 시뮬레이션 (Techviz LCD, Sanayi System Co.)을 실시하였으며, A 영역은 문턱전압 이상에서 나타나는 특정 경사각을 선경사각으로 설정하였으며, B영역은 초기 선경사각으로 설정하였다.

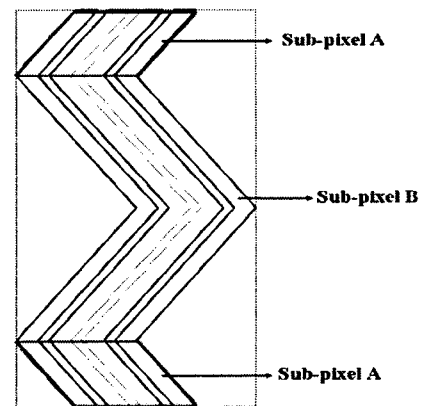


그림 1. 8-domain을 형성하기 위한 A4 모식도

그림 2는 전압 구동 시 sub-pixel A와 sub-pixel B에 서로 다른 선경사각을 부여하기 위한 제작과정을 나타내는 순서도이다. 액정에 일정량의 RM을 혼합하여 문턱 전압 이상의 전압을 인가한 상태에서 자외선을 조사하고, 자외선 조사 시 마스크를 이용하여 그림 1의 sub-pixel A영역에만 자외선을 조사하여 RM이 표면으로 이동해 경화될 수 있도록 한다(B). 그 다음 이 화소에 전압을 인가하지 않는 상태에서 화소의 전 영역에 자외선을 조사하여 잔존하는 RM을 표면으로 이동시켜 경화해준다(C). 이 과정을 통해 최종적

으로 동일 전압으로 구동 시 액정들의 눕는 방향은 같지만, 눕는 정도를 다르게 해 8-domain의 가능성을 예상할 수 있다(D).

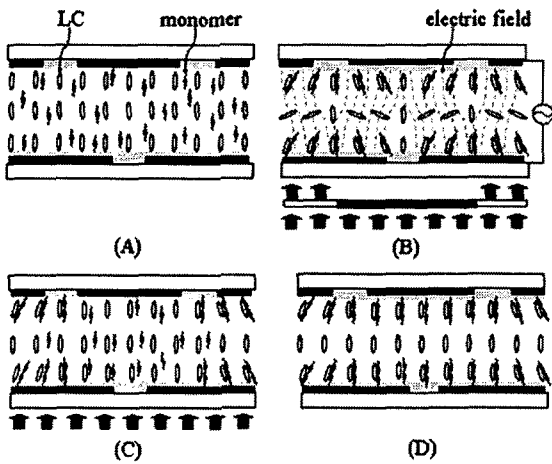


그림 2. 선경사각을 부여하는 제작 과정

### 3. 결과 및 고찰

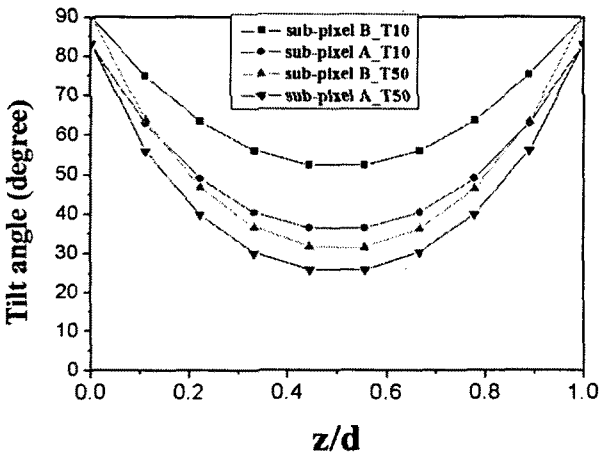


그림 3. sub-pixel A와 sub-pixel B영역에서의 계조별 경사각

그림 3은  $z/d$ 에 따른 sub-pixel A와 sub-pixel B의 계조별 경사각을 비교한 그래프이다. 여기에서  $z/d$ 는 셀 갭  $d$ 에 따른 특정 위치별  $z$ 의 값이다. 그래프를 분석해 보면, sub-pixel A는 sub-pixel B보다 더 큰 경사각의 변화를 갖는 것을 알 수 있다. 또한, sub-pixel A는 전압을 인가한 상태에서 경사가 이루어졌고, sub-pixel B 영역은 전압을 인가하지 않은 상태에서 경사가 이루어졌기 때문에 서로 다른 4-domain들을 형성하고 있다. 이는 한 화소에서 8-domain을 형성하고 있음을 알려주는 결과이다.

그림 4는 4-domain PVA모드와 제안한 PVA모드의 azimuth  $0^\circ$ 에서 polar angle에 따른 Color Difference(1976 u', v')를 나타낸 그래프이다. 이 그래프를 통하여 4-domain PVA 모드보다 제안한 PVA 모드가 좀 더 작은 color difference 값을 갖고, 낮은 계조일수록 그 차이가 더 크다

는 것을 알 수 있다. 이는 8-domain 형성에 의하여 보상효과가 더 커지기 때문이다.

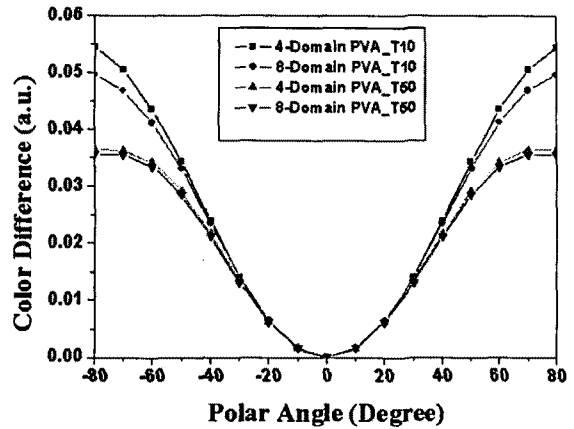


그림 4. Polar angle에 따른 Color Difference

### 4. 결론

본 연구는 4-domain PVA 모드에 광경화성 단분자와 혼합된 액정을 선택적 광 경화를 통하여 한 화소 내에 서로 다른 선경사각의 형성하는 효과를 3D simulation을 통해 8-domain을 구현하였다. 이 제안한 PVA 모드는 4-domain PVA 모드에 비하여 회로의 구조와 제조 공정이 간단하고, 시야각 방향인 polar angle  $60^\circ$ , azimuthal  $0^\circ$ 의 위치에서 투과율 10%(T<sub>10</sub>)에서 5%, 투과율 50%(T<sub>50</sub>)에서 2%의 color shift가 줄어드는 것을 알 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] A. Takeda et al., Digest of SID98, p. 1077 1998.
- [5] S. S. Kim, B. H. Berkeley, K. H. Kim, J. K. Song, Journal of the SID, Vol. 12, No. 4, 2004.
- [6] S. S. Kim, B. H. Berkeley, K. H. Kim, J. K. Song, Journal of the SID, Vol. 14, No. 2, 2006.
- [7] 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
- [8] S. S. Kim, K. H. Kim, B. H. Berkeley, T. S. Kim, IDRC'06, p.154, 2006