

광경화성 단분자를 이용한 Z-shape PVA 모드에서의 투과율 향상에 관한 연구

조인영, 황성진, 김성민, 이승희*
전북대학교

Electro-optical characteristics of PVA (Z-shape) mode using the UV curable reactive mesogen (RM)

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

Abstract : The Conventional patterned vertical alignment (PVA) device shows a very high contrast ratio at normal direction and does not require rubbing process. However it has a disclination area in which the liquid crystal can be collision in the boundary domain region. In this paper, we studied PVA(Z-shape) device in which the liquid crystal can be tilted down in multiple directions stably because the surface pretilt angle is controlled by photopolymerization of the UV- curable reactive mesogen (RM) under a proper condition. Consequently, the device shows improved electro optical properties as compared to conventional PVA mode.

Key Words : PVA, pretilt, RM

1. 서 론

최근 몇 년 동안 LCD 시장은 많은 발전을 이룩했다. 모바일, 노트북, 모니터, TV 등 여러 분야에서 중요한 입지를 차지하고 있는 LCD 산업은 소비자들의 요구를 충족시키고자 더 선명한 화질과 우수한 전기 광학적 특성을 갖춘 디스플레이를 개발하기에 이르렀다. 이에 in-plane switching (IPS)[1], fringe-field switching (FFS)[2], patterned vertical alignment (PVA)[3], multi-domain vertical alignment (MVA)[4] 모드 등 여러 가지 광시야각 모드들이 개발되었다. 특히 PVA모드의 경우 광 시야각, 빠른 응답속도, 정면에서의 높은 명암 대비율 등 많은 장점이 있다. 그러나 도메인 간 경계 부분에서 액정의 충돌에 의한 투과율 감소 띠가 생성되는데 이를 전경선이라 하며, 이 전경선 영역의 상부와 하부에서는 서로 다른 방향의 경사전기장이 발생이 되고 이에 의해 액정이 재배열 하게 된다. 이 때 전경선의 상부와 하부의 액정들은 서로 다른 방향으로 움직이려고 하고 이 때문에 액정 방향자들 간의 충돌이 발생 하게 된다. 이는 PVA 모드의 근본적인 문제라 할 수 있는데 이러한 문제를 해결하기 위해 액정에 UV curable RM을 일정량 혼합하여 셀에 주입하고 광경화를 통해 셀 내부의 표면에 액정분자들이 선경사각을 갖도록 하였다. 본 논문에서는 이러한 효과를 간접적으로 확인하기 위해 3차원 시뮬레이션을 이용하여 실험을 진행하였다.

2. 실험

실험은 3차원 시뮬레이션 (TechWiz LCD, Sanayi System)에 의해서 행해졌으며, 계산방법은 2 × 2 Jones matrix 방식을 사용하였다[5].

시뮬레이션을 하기 위한 조건은 다음과 같다. 액정은 유전

율 이방성이 -4.20이며 $d\Delta n = 0.316 \mu\text{m}$ 인 조건을 사용하였다.

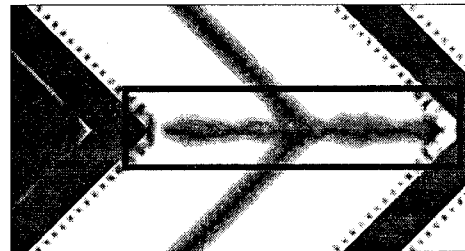


그림 1. PVA모드 Z-shape 전극 구조를 갖는 단위픽셀.

그림 1은 기존의 PVA모드(Z-shape) 전극 구조이다. 그림의 전경선 영역의 상부와 하부에서는 서로 다른 방향의 경사전기장이 발생이 되고 이에 의해 액정이 재배열 하게 된다. 이 때 전경선의 상부와 하부의 액정들은 서로 다른 방향으로 움직이려고 하고 이 때문에 액정 방향자들 간의 충돌이 발생 하게 되고 따라서 투과율 감소를 일으킨다.

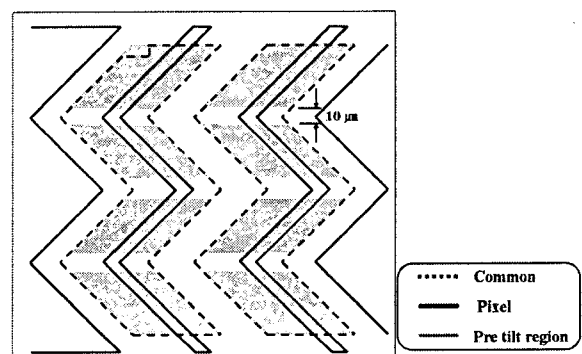


그림 2. 표면 선경사각이 형성된 PVA모드 Z-shape 전극구조

표면 선경사각이 형성된 PVA모드 Z-shape 전극 구조는 그림 2에서 보는 바와 같다. 표면 선경사각 형성은 실제의 경우와 비슷한 조건을 형성하기 위해 전극의 꺾인 부분의 상하 10 μm 영역에서는 제외하였다. 이는 전극의 꺾인 부분에서 액정 층들에 의한 투과율 감소 현상을 그대로 나타내기 위함이다. 위에서 설명한 표면 선경사각은 광경화성 단분자가 소량 함유된 액정을 주입하며, 액정에 혼합된 광경화성 단분자를 자외선에 노출시켜 경화시킴으로써 초기 수직 배향된 액정들이 구동시 눕는 방향으로 선경사각을 갖는 것과 같은 효과를 갖는다. 그리고 연구에서 제안된 광경화성 단분자를 이용한 표면 선경사각 형성은 실제와 가깝게 조건을 형성하여 3차원 시뮬레이션을 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 3은 본 PVA(Z-shape) 구조의 최대 투과율을 나타낸 그림인데 (a)는 기존의 전극구조 이고, (b)는 전경선 영역을 줄이기 위하여 상부 공통전극에 미세패턴(실선) 형성하고, 하부 화소전극에 미세패턴(점선)을 형성한 구조이며, (c)는 선택적 표면 선경사각이 형성된 전극구조이다. (c)의 경우, (a)와 (b)의 경우와 비교하여 볼 때 전극의 꺾인 부분에서와 상부 전극의 슬릿 영역 근처에서 투과율이 현저하게 상승하였다. 이는 선경사각을 가지는 액정 분자들이 액정이 충돌하는 도메인 간 경계 영역에서 액정이 충돌함으로써 발생하는 액정 배열의 흐트러짐을 단단히 잡아 주었기 때문이다.

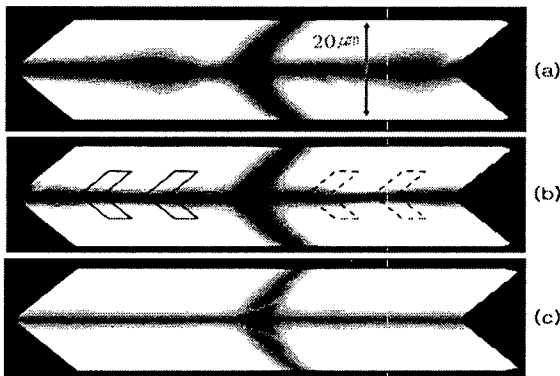


그림 3. PVA모드 Z-shape 전극 구조를 갖는 화소의 최대 투과율 분포. (a)일반적인 전극구조 (b) 미세패턴이 형성된 전극구조 (c)표면 선경사각이 주어진 전극구조

수치로서 비교를 해보면 표면에 선경사각이 정의된 액정분자를 갖는 전극구조의 경우, 전경선 영역에 미세패턴을 형성한 전극구조를 갖는 셀에 비하여 투과율이 약 3% 정도 상승하였으며 일반적인 Z-shape 전극구조를 갖는 셀의 경우보다 무려 21.7%이 투과율 상승을 보였다. 응답 시간 또한 감소하였는데, 기존의 일반적인 Z-shape 전극구조와 미세 패턴을 형성한 전극구조를 비교했을 때 거의 비슷한 수준의 응답시간을 보였지만 표면에 선경사각이 정의된 전극구조의 경우 2ms의 응답 시간 감소를 보였다. 이는 표

면에 존재하는 선경사각이 정의된 액정 분자들이 전압 인가 초기에 액정이 움직일 방향으로 약간 기울어져 있기 때문에 선경사각이 90°를 갖는 일반적인 Z-shape 전극구조의 셀이나 미세 패턴을 형성한 셀의 경우보다 액정 분자가 더 빨리 움직이려는 경향이 있기 때문이다.

4. 결론

본 연구에서는 3차원 시뮬레이션을 통하여 선택적으로 표면 선경사각을 형성하였고 이는 광경화성 단분자가 소량 함유된 액정을 주입하며, 액정에 혼합된 광경화성 단분자를 자외선에 노출시켜 경화시킴으로써 초기 수직 배향된 액정들이 구동시 눕는 방향으로 선경사각을 갖는 것과 같은 효과를 갖게 하였다. 이러한 영향으로 PVA Z-shape 구조의 단점인 도메인 간 경계 영역에서 발생하는 전경선 영역을 감소시킬 수 있었고 위의 영향으로 투과율 증가와 응답시간이 감소됨을 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] A. Takeda et al., Digest of SID98, p. 1077 1998.
- [5] A. Lien, Appl. Phys. Lett. Vol. 57, p. 2767, 1990.