

PVA-LCD의 color-shift를 줄이기 위한 전극 구조의 설계

Electrode structure for color-shift reduction of PVA-LCD

권용환*, 백종인*, 김재창*, 윤태훈*

*부산대학교 전자공학과

hermedes33@paran.com

LCD (Liquid Crystal Display)는 경량, 박형, 저 소비전력 등의 장점으로 TV, 모니터, 휴대형 기기 등의 많은 분야에서 사용되고 있다. 그 중에서도 VA (Vertical Alignment) 모드는 높은 명암비를 가지며, MVA (Multi-domain VA), PVA (Patterned VA) 모드 적용시 대칭적이며 넓은 시야각 특성이 구현 가능한 고품질의 LCD 모드 중 하나이다. PVA-LCD는 상하 기판의 전극에 패턴을 형성시켜, 전계 인가시의 전계왜곡 현상을 이용하여 대칭적인 시야각 특성을 얻을으로써, 상하 기판에 돌기를 이용해 대칭적인 시야각 특성을 얻는 MVA 모드에 비해 더 높은 명암비를 얻을 수 있는 장점이 있다.

PVA-LCD에 전계 인가 시, chevron 구조로 형성된 상하 전극 패턴의 fringe field로 액정분자의 멀티 도메인을 얻게 되어, 계조 구현 시 대칭적인 시야각 특성을 얻을 수 있다. 하지만, 수직 스위칭을 사용하는 액정 모드의 취약점인, 계조 구현 시 보는 방향에 따른 phase retardation이 정면과 달라 지게 되어, color display 구현 시 측면에서는 색이 왜곡되는 현상이 발생하는데, 이를 color-shift라 한다. 이를 해결하기 위해, PVA-LCD에 더 많은 도메인을 형성시키는 S-PVA (Super PVA) 모드가 제안되었다.^[1] S-PVA 모드는 기존 PVA 모드의 픽셀을 다시 서브픽셀로 나누어 구동함으로써, 측면에서의 color-shift 현상을 개선할 수 있다. 하지만, 추가적인 배선과 TFT, capacitor가 필요하게 됨으로써, 단가가 상승하며, 공정이 복잡해지는 단점이 발생한다.

본 논문에서는, S-PVA에서처럼 도메인을 추가한 효과를 얻기 위해 PVA-LCD의 전극 패턴 폭 변화 시 측면에서의 color-shift가 어떻게 변하는지를 알아보았다. 그림 1은 reference로 삼은 PVA cell의 전극 구조와 수정된 전극 구조를 나타낸다. 기존의 PVA-LCD의 전극 구조는 1개의 주기를 가지므로, 한쪽 방향으로 대칭적인 2도메인 구조가 얻어지는데 반해, 제안된 전극 구조에서는 그림 2와 같이 전극 폭을 변화시킴으로써 또 다른 주기를 추가적으로 얻게 되어, 전계 인가 시 한쪽 방향으로 4도메인의 액정 분포가 얻어진다. Chevron 구조 적용 시에 전계를 인가하면 기존의 PVA-LCD는 대각방향으로 4도메인의 액정 분포가 얻어지는데 반해, 제안된 전극 구조에서는 대각방향으로 8도메인의 액정 분포가 얻어짐으로써 측면에서의 color-shift가 감소할 것이라 예상하였다. 그림 3은 reference 전극 구조와 제안한 전극 구조를 적용한 구조에서의 V-T Curve를 나타내며, 그림 4는 두 가지 구조의 시야각 특성을 나타낸다. 거의 동일한 시야각 특성을 가지지만 최대 투과율 값이 6.3%에서 5.0%로 낮아짐을 알 수 있는데, 이는 전극 간격을 넓게 하여 전계에 의해 눕지 못하는 액정분자가 늘어났기 때문이며, 이는 최적화 과정을 통해 증가시킬 수 있을 것이라 예상한다. 그림 5는 reference 전극 구조와 수정된 전극 구조에서의 color-shift ($\Delta u'v'$) 특성을 나타낸다. 상하 교차된 편광판의 대각 방향에서 비교하면 0.008에서 0.005로 color-shift가 감소함을 확인하였다.

기존 PVA-LCD의 전극구조만을 변형시켜 추가 도메인을 형성시킴으로써 color-shift를 줄일 수 있음을 확인하였으며, 비록 투과율의 감소가 나타났지만 이는 최적화 과정을 통해 특성을 향상시킬 수 있으리라 예상된다.

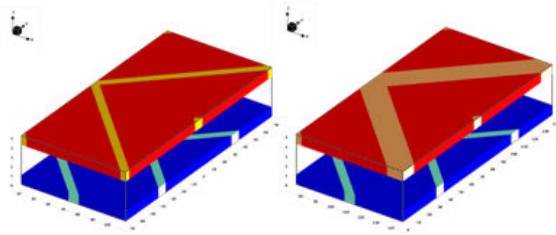


그림 1. Reference(좌)와 제안(우)된 전극구조.

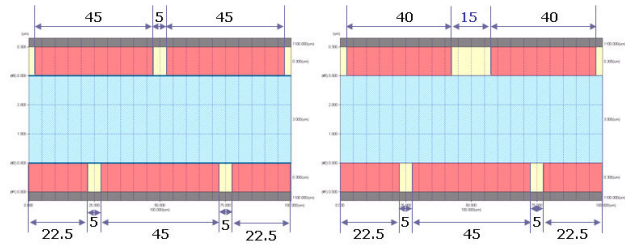


그림 2. Reference(좌)와 제안(우)된 전극구조의 단면도.

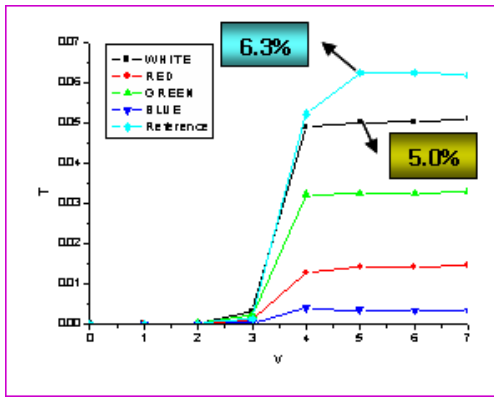


그림 3. V-T Curve 비교.

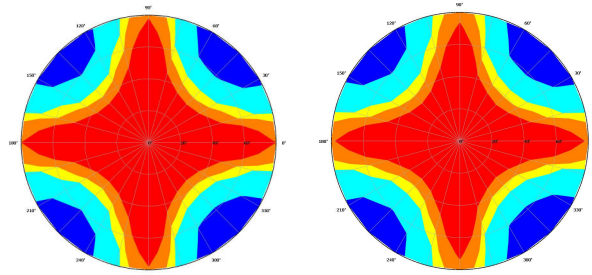


그림 4. (a) Reference 전극 구조와 (b) 제안된 전극 구조에서의 Iso-contrast ratio contour.

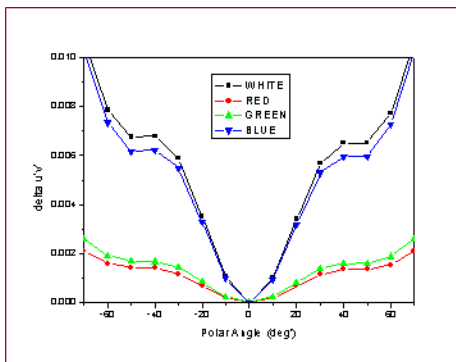


그림 7. Reference 전극구조의 편광관 대각 방향에서의 color-shift.

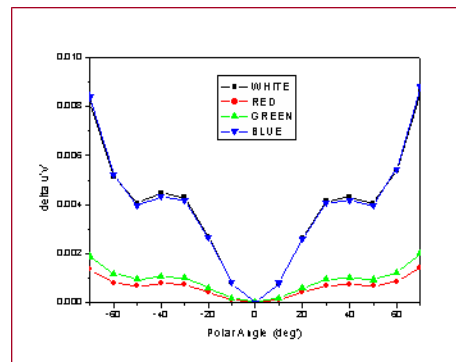


그림 8. 제안된 전극구조의 편광관 대각 방향에서의 color-shift.

Reference

[1] S. S. Kim, "The World's Largest (82-in.) TFT-LCD", Journal of the SID, pp. 1842-1847, 2005.