

수직배향 액정 디스플레이의 시야각 스위칭

임영진, 정은, 최민오, 이승희
전북대학교

Viewing Angle Switching of Vertical Alignment Liquid Crystal Display

Young Jin Lim, Eun Jeong, Min Oh Choi, and Seung Hee Lee
Chonbuk National University

Abstract: We have developed vertical alignment liquid crystal display (VA-LCD), of which the viewing angle can be controlled. The VA-LCD has the function of switching between the wide viewing mode and narrow viewing angle mode using one homogeneous aligned (HA) LC layer and one compensation film with a negative C-plate. The retardation of the HA layer at off axis can be controlled by applying an electric field while keeping the retardation value to be zero at normal direction. Consequently, the device exhibits a viewing mode over 170° in terms of CR = 10 in wide viewing mode and about 60° in terms of CR = 2 in narrow viewing angle mode in horizontal direction.

Key Words : Viewing angle switching, vertical alignment, wide viewing angle, narrow viewing angle

1. 서 론

최근 노트북이나 모바일폰, PDA, 테이블 PC와 같은 휴대용 디스플레이는 개인의 프라이버시 보호가 매우 중요하다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 좁은 시야각 특성을 갖는 액정 디스플레이가 요구되지만 개인용 디스플레이일 지라도 상황에 따라 여러 사람이 같이 액정디스플레이를 보는 경우가 있기 때문에 광시야각 특성 또한 요구된다. 따라서 현재 이러한 문제들을 해결하기 위한 시야각 조절 액정 디스플레이들이 연구되고 있다.¹⁻⁴

현재 광 시야각 특성을 갖는 대표적인 액정모드들은 In-Plane Switching (IPS)⁵, Fringe Field Switching (FFS)⁶, Multi-domain VA⁷가 있다. 이 중에서도 VA모드는 정면에서는 광효율이 높지만 다른 모드와 달리 보상필름 없이는 광시야각 효과를 내기가 어렵다. 따라서 광시야각 효과를 주기 위해 MVA나 PVA모드에 네가티브(negative) C-plate와 파지티브(positive) A-plate와 같은 보상필름을 적용시켜 시야각 특성을 향상시켰다.⁸ 그림 1은 이러한 보상필름을 사용한 VA모드의 광학구조를 보여준다.

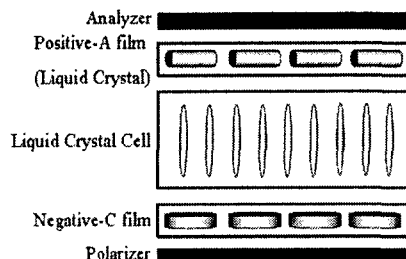


그림 1. 필름 보상된 VA모드의 광학구조.

본 논문에서는 그림 1에서 보는 바와 같이 액정셀 상부에 위치한 파지티브 A-plate를 수평배향된 액정 셀로 대

체하여 시야각 조절이 가능한 VA-mode의 액정디스플레이에 대해 연구하였다.

2. 셀구조와 스위칭원리

본 논문에서 제안한 구조를 좀 더 자세히 설명해 보면 두 장의 교차된 편광판 사이에 화소를 표현하는 VA-mode의 액정셀을 위치시키고, 이 VA셀 상부에 시야각을 조절하는 HA 액정 셀을, 하부에는 네가티브 C-plate를 위치시킨다. 수직 배향된 VA셀의 액정분자들은 전압인가시 45° 방향으로 눕는다. 시야각을 조절하기 위해 위치한 HA셀의 액정 방향자와 위상지연 값은 수직전기장으로 조절한다. VA셀의 위상지연 값은 0.35um이고, 선경사각은 88°이고, HA 액정 셀의 위상지연 값은 0.60um이고, 선경사각은 2°이고 네가티브 C-plate의 위상지연 값은 0.279um 이다. 광시야각 모드일 때는 HA 액정셀에 전압을 인가하지 않은 상태로 파지티브 A-plate와 같은 역할을 하고, 협시야각 모드일 때는 HA 액정셀에 전압을 인가하여 액정분자를 틸트시켜 결과적으로 좁은 시야각 특성을 나타낸다.

3. 결과 및 고찰

본 논문에서 제안한 시야각 조절용 액정 디스플레이의 전기광학특성에 대해서 2×2 Jones extended matrix 방법에 의해서 컴퓨터 시뮬레이션을 하였다.⁹

그림 3은 넓은 시야각 특성을 갖는 경우와 좁은 시야각 특성을 갖는 경우의 어둡상태와 밝은 상태일 때의 시야각에 따른 등 휘도곡선과 등 명암대비율 곡선을 보여준다. 밝은상태와 어둡상태의 등휘도 곡선은 최대 투과율 기준으로 30%, 50%, 70%를 나타내고 있다. 넓은 시야각 특성을 갖는 경우 등 명암 대비율 2:1 곡선이 좌우 상하 방향에서 극각 80°를 넘는 것을 볼 수 있었다. 좁은 시야각

특성을 갖는 경우 밝은 상태일 때 좌우방향으로 휘도가 균일하게 발생하지 않고, 어둡 상태일 때 좌우 방향에서 빛샘이 크게 발생하여 등 명암대비율곡선이 명암대비율 2:1 기준으로 좌우 방향에서 극각이 30°인 매우 좁은 시야각 특성을 보여준다.

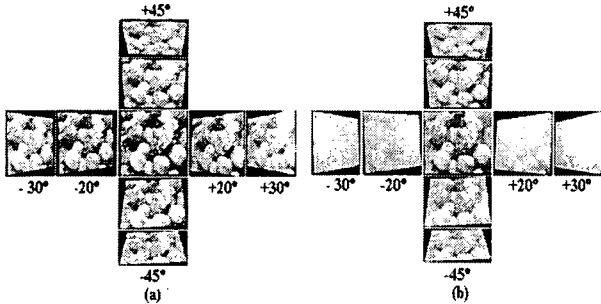


그림 3. 좌우 상하에서의 디지털 카메라 사진:(a) 광시야각 모드, (b) 협시야각 모드

그림 3은 시뮬레이션을 통해 얻은 결과를 확인하기 위해 실제 액정모니터에 HA셀을 올려놓고 이미지를 띄워 디지털 카메라로 정면과 상하 좌우에서 찍은 사진이다. 그림 3(a)는 넓은시야각 특성일 때의 사진으로 컴퓨터 시뮬레이션 결과에서 예측했듯이 좌우 방향에서 이미지가 선명하게 보이는 것을 볼 수 있었다. 그림 5(b)는 좁은 시야각 특성일 때의 사진으로 시뮬레이션 결과와 같이 정면과 상하에서는 이미지가 선명하게 잘 보이는 것에 반해 좌우 방향에서 이미지가 거의보이지 않는 것을 확인하였고 어둡상태에서도 좌우에서는 어둡상태를 띠지 않고 빛이 세는 것을 볼 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 기존의 필름 보상 VA-LCD에 필름대신 HA셀을 이용해서 시야각조절이 가능한 VA-LCD를 제안하였다. 광시야각 모드일 경우 화상이 좌우에서 선명하게

보였던 것이 협시야각 모드일 경우 명암대비율이 급격하게 떨어져 이미지 구분이 불가능 하였다. 시야각 조절이 가능한 이러한 새로운 구조는 앞으로 개인용 컴퓨터를 사용하는 이용자들의 개인 정보 누출이나 사생활보호를 해 줄 뿐만 아니라 개인 상황에 따라 원하는 데로 시야각을 조절할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금 및 보조금으로 수행한 최우수실험실지원사업의 연구결과입니다.

참고 문헌

- [1] Hstatake. Y, Kawata. Y, Murayama. A, SID'05 Digest, p. 1218, 2005.
- [2] M. Adachi, and M. Shimura, SID'06 Digest, p. 705, 2006.
- [3] H. S. Jin, H. S. Chang, J. K. Park, S. K. Yu, D. S. Lee, I. J. Chung, SID'06 Digest, p. 729, 2006
- [4] Y. J. Lim, M. O. Choi, E. Jung, M-H. Lee, and S. H. Lee, IMID'06, p. 699, 2006.
- [5] M. Oh-e and K. Kondo, Appl. Phys. Lett., Vol. 67, p. 3895, 1995.
- [6] S. H. Lee, S. L. Lee and H. Y. Kim, Appl. Phys. Lett., Vol. 73, p. 2881, 1998.
- [7] K. H. Kim, K. Lee, S. B. Park, J. K. Song, S. N. Kim and J. H. Souk, Asia Display, p. 383, 1998.
- [8] T. Seki, G. Suzaki, A. Mutou, T. Uesaka, S. Nishimura and H. Mazaki, IDW'05, p.1333, 2005.
- [9] A. Lien, Appl. Phys. Lett., Vol. 57, p. 2767, 1990.

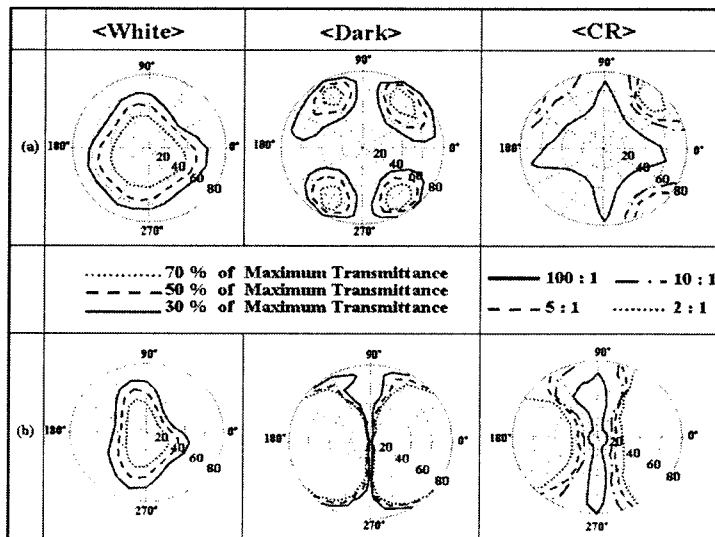


그림 2. 어둡상태와 밝은 상태의 등 투과율과 등 명암 대비율 곡선: (a) 광시야각 모드, (b) 협시야각 모드.