

기울어진 두 액정 층을 이용한 비틀린 네마틱 액정 셀의 시야각 조절

최민오, 임영진, 정은, 이승희
전북대학교

The viewing angle switching of TN-LCD with two tilted LC layer

Min-Oh Choi, Young-Jin Lim, Eun Jeong, Seung-Hee Lee
Chonbuk National Univ.

Abstract : We have studied the viewing angle control using a twist nematic liquid crystal display (TN-LCDs). These TN-LCDs have the characteristics, of which is not good image quality, for examples low Contrast ratio and gray scale inversion problems at upper and down viewing direction. TN-LCDs have the function of switching between the wide viewing mode and narrow viewing angle mode using two tilted LC layers. Tilt angles of the two LC layers, 14° and 60° were required in both wide viewing angle and narrow viewing angle modes, respectively. Consequently, this device is compatible with two image performances of which the wide viewing angle mode and Narrow viewing angle mode.

Key Words : TN-LCDs, wide viewing angle , Narrow viewing angle

1. 서 론

현재 액정 디스플레이의 사용범위는 모바일 디스플레이와 같은 소형 크기에서부터 모니터나 TV와 같은 대형 크기의 디스플레이까지 매우 광범위해지고 있다. 일반적으로 노트북 PC나 휴대폰에 쓰이는 액정 디스플레이에 비교적 간단한 제조공정과 제조 시 높은 공정 마진을 가지는 TN모드가 가장 많이 사용되고 있다.^{1,2} 하지만 TN모드는 사용자의 보는 방향에 따라 화질의 변화가 심하며 특히 상하방향에서의 화질이 크게 떨어지는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 극복하고자 WV-A와 WV-SA등의 보상 필름을 이용하여 TN모드의 시야각에 따라 화질의 변화가 적은 광시야각 기술이 제안되었다.^{3,5}

하지만 위에서 언급한 보상필름을 이용한 광시야각 기술 이외에 근래에는 노트북이나 휴대폰의 액정 디스플레이의 정보를 사용자의 사용 환경과 의지에 따라 보호할 수 있도록 하는 기능을 가진 액정 디스플레이가 요구되고 있다.

본 연구는 TN액정 셀 상하에 tilt각을 갖는 액정 층을 위치시킴으로써 이 액정 층의 tilt각에 변화에 의해 사용자의 의지에 따라 광시야각 특성을 가지거나 협소한 시야각 특성을 가지는 액정 디스플레이를 연구하였다.

2. 실험

그림1은 본 논문에서 새롭게 제안한 시야각조절 기능을 가진 TN-LCD의 셀 구조이다. TN 셀의 구조는 상부 기판의 러빙 방향이 135이며 액정 방향자가 우로 90°인 구조이다. 상부와 하부기판 외부에 각각 존재하는 tilt각을 갖는 액정 층이 TN 셀의 러빙 방향에 각각 90°만큼 틀어져 있는 구조를 가진다. 편광판의 투과축의 방향은 TN 셀의 러빙 방향과 90°만큼 차이가 나는 O-mode

로 설계하였다. 본 실험은 LCD master(TechWiz)을 이용하여 시뮬레이션 하였다. 본 연구는 TN 셀의 상하부에 각각 존재하는 tilt각을 갖는 액정 층의 tilt각을 조절하면서 TN 셀의 전기 광학적 특성과 시야각에 따른 화질을 기존의 TN 셀과 비교하였다. 시뮬레이션 조건은 TN 액정 셀과 tilt각을 가진 주 액정 층의 pretilt 각은 모두 3도 하였고 TN 액정 셀의 Δn 은 0.099이고 셀갭(d)는 4.8 μm 이다. 액정의 유전률 이방성($\Delta\epsilon$)은 4.0, 탄성 상수는 K11은11.7pN, k22는5.1pN, K33는16.1pN이다. tilt각을 갖는 액정 층의 셀갭(d)는 1.7 μm 이다.

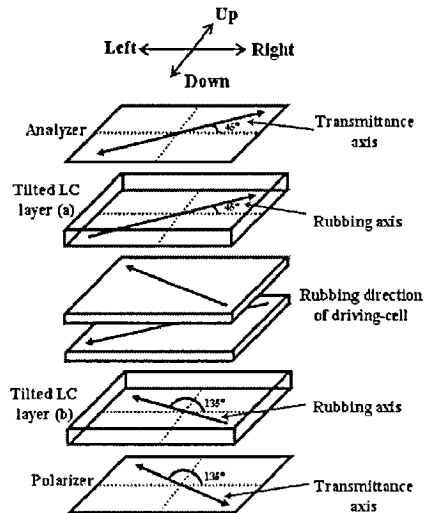


그림1. 제안된 TN-LCD의 셀 구조

3. 결과 및 검토

TN 셀 상하에 각 위치하는 두 tilt각을 갖는 액정 층의 tilt각이 14와 60일 때 각각 광시야각의 화질 특성과 협소한 시야각 화질 특성을 보여준다. 이때 액정 층의 tilt각 변화는 특정 전압에서 발생하는 수직전기장의 세기에 따라서 액정 방향자가 수직방향으로 정렬하는 형태로 변화시킬 수 있다.

그림2는 550nm의 파장에서 특정 tilt각에서의 시야각에 따른 등명암 곡선이다. 그림(a)는 tilt각을 갖는 액정 층의 tilt각이 14일 때 나타나는 등 명암 곡선이다. TN 셀의 어동상태에서 시야각에 따라 빛샘이 발생하게 되는데 TN 셀의 상하부에 위치하는 tilt각을 갖는 액정 층이 TN의 어동상태를 보상하여 넓은 등 명암 곡선을 보여준다. 좌우, 상하 방향에서 명암 대비율 기준 5대1인 영역이 polar 각 기준으로 60에 달한다. 특히 광시야각 모드에서는 대각선 방향의 명암 대비율이 매우 높음을 알 수 있다. 그림 (b)는 tilt각을 갖는 액정 층의 tilt각이 60일 때 나타나는 등 명암 곡선이다. TN 셀의 어동상태를 보상해주는 tilt각을 갖는 액정 층의 tilt각이 14도가 아닌 60이기 때문에 이 액정 층은 어동상태의 빛샘을 증가시키는 역할을 해주게 된다. 협소한 시야각 모드의 경우는 좌우, 상하 방향에서 명암 대비율 기준 5대1인 영역이 polar 각 기준으로 40도 보다 적은 영역에 존재한다.

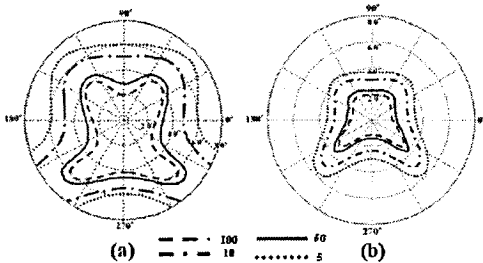


그림 2. 550nm의 파장에서의 등명암 곡선
(a) 광시야각 모드 (b) 협소한 시야각 모드

그림3은 TN 셀의 상하부에 tilt각을 갖는 액정 층의 polar 각에 따른 계조별 투과율 곡선이다. 그림3의 (a)는 tilt각을 갖는 액정층의 tilt 각도가 14인 광시야각모드일 때의 계조별 투과율 곡선이며 그림3의 (b)는 액정층의 tilt 각도 60인 협소한 시야각 모드일때의 계조별 투과율 곡선이다. 그리하여 TN 셀의 좌우 방향을 기준으로 하여 polar 각이 따른 계조간의 화질 특성을 보여주고 있다. tilt각을 갖는 액정 층의 tilt각이 14인 (a)의 경우 TN셀의 상하에 있는 두 액정 층이 TN셀의 어동 상태를 시야각에 따라 보상해주기 때문에 GL(0)가 polar 각이 커질수록 비교적 빛 샘이 적음을 볼 수 있으며 계조반전의 특징도 나타나지 않았다. 그러나 (b)의 경우에는 두 액정 층이 TN 셀의 어동상태를 보상해주지 못하며 빛 샘을 증가 시켜주

기 때문에 그림과 같이 GL(0)이 polar 각이 커짐에 따라 어동상태의 빛 샘이 급격히 증가함을 볼 수 있으며 polar 각 20도 근처에서 계조반전이 일어남을 볼 수 있다.

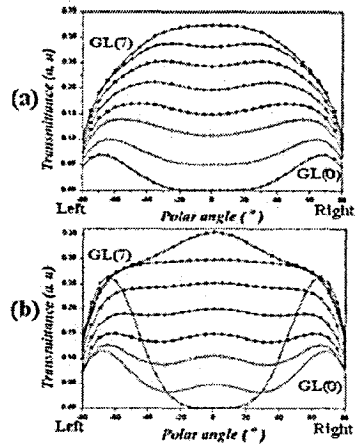


그림 3. 좌우 방향에서의 polar angle 각에 따른 계조별 투과율곡선 (a) 광시야각 모드 (b) 협소한 시야각 모드

4. 결론

본 논문은 두 개의 tilt각을 갖는 액정 층을 이용하여 시야각을 조절하는 TN 액정 디스플레이를 제안하였다. 이 tilt각을 갖는 액정 층은 기존의 협소한 시야각 특성을 가지는 TN 셀에서 필름을 이용하여 보상하는 기존의 방식과는 다른 tilt각을 갖는 액정 층을 이용하여 보상하였으며 또한 이 tilt각을 갖는 액정 층의 tilt각을 다르게 하여 협소한 시야각 특성도 가지고 있는 방식이다. 본 논문에서 제안된 tilt각을 갖는 액정 층을 이용한 TN 액정 디스플레이는 앞으로 사용자의 사용 환경과 의지에 따라 사적인 정보의 표시가 정면이 아닌 다른 측면 방향에서는 표시되지 않도록 하는 사생활 보호 기능을 가진 액정 디스플레이로써 각광 받을 것이다.

감사의 글

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

참고 문헌

- [1] H. Takano, S. Suzuki, and H. Hatoh, IBM J. Res. Develop. Vol. 36, p. 23 (1992).
- [2] B. Wang, Y. Zhang, X. Wang, and P. J. Bos, Jpn. J. Appl. Phys, Vol. 44, p. 1344, (2005)..
- [3] T. Toyooka, E. Yamanashi, Y. Kobori, Displays 20, p. 221 (1999)
- [4] M. Yamahara, I. Inoue, A. Sakai, Y. Yamada, S. Misushima, and Y. Ishii, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 42, p. 4416, (2003).
- [5]. H. Mori, IMID'05, p. 1071, (2005)