

# 두 액정 층의 광학적 보상을 이용한 비틀린 네마틱 액정 셀의 시야각 조절

최민오, 임영진, 정은, 이승희  
전북대학교

## Viewing angle control of TN-LCD using optical compensation of two LC layers

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

**Abstract** : We have studied the viewing angle control of a twist nematic liquid crystal display (TN-LCD). The TN-LCD exhibits a bad image quality along vertical direction, due to characteristics such as low contrast ratio and gray scale inversion. The proposed new TN-LCD has the function of switching between the wide viewing mode and narrow viewing angle mode using two tilted LC layers at both sides of a TN-cell. Tilt angles of the two LC layers, 14° and 60° were required in both wide viewing angle and narrow viewing angle modes, respectively.

**Key Words** : TN-LCD, wide viewing angle, Narrow viewing angle

### 1. 서론

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.<sup>1,2</sup> 하지만 TN모드는 사용자의 보는 방향에 따라 화질의 변화가 심하며 특히 상하방향에서의 화질이 크게 떨어지는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 극복하고자 WV-A와 WV-SA 등의 보상 필름을 이용하여 TN모드의 시야각에 따라 화질의 변화가 적은 광시야각 기술이 제안되었다.<sup>3,5</sup>

하지만 위에서 언급한 보상필름을 이용한 광시야각 기술 이외에 근래에는 노트북이나 PDA 등 중소형 액정 디스플레이에 표시되는 사적인 정보를 사용자의 사용 환경이나 의지에 따라 보호할 수 있는 액정 디스플레이의 필요성이 대두되고 있다.

본 연구는 TN액정 셀 상하에 수평 배향된 액정 층을 위치시킴으로써 이 액정 층의 tilt각에 변화에 의해 광시야각 화질 특성을 가지거나 협소한 시야각화질 특성을 가지는 액정 디스플레이를 연구하였다.

### 2. 실험

그림 1은 본 논문에서 새롭게 제안한 시야각조절 기능을 가진 TN-LCD의 셀 구조이다. TN셀의 구조는 상부 기판의 러빙 방향이 135이며 액정 방향자가 90되어 있는 구조이다. TN셀의 상부와 하부기판 외부에 각각 위치하는 수평 배향된 액정 층이 TN셀의 러빙 방향에 각각 90만큼 틀어져 있는 구조를 가진다. 편광판의 투과축의 방향은 TN 셀의 러빙 방향과 90만큼 차이가 나는 O-mode로 설

계하였다. 본 연구는 LCD Master(TechWiz)을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 본 연구는 TN셀의 상부와 하부에 각각 위치하는 수평 배향된 두 액정 층의 tilt각을 조절하면서 시야각에 따른 화질을 비교하였다. 시뮬레이션 조건으로는 수평 배향된 두 액정 층과 TN셀에서의 액정의 굴절률 이방성( $\Delta n$ )은 0.099이며 유전률 이방성( $\Delta \epsilon$ )은 4.0, 탄성 상수는  $K_{11}$ 은 11.7pN,  $K_{22}$ 는 5.1pN,  $K_{33}$ 는 16.1pN이다. TN셀의 셀갭(d)은 4.8 $\mu$ m이며 pretilt각은 2도 하였고 수평 배향된 두 액정 층의 두께(ECB 1,2)는 1.7 $\mu$ m로 동일하게 설계하였다.

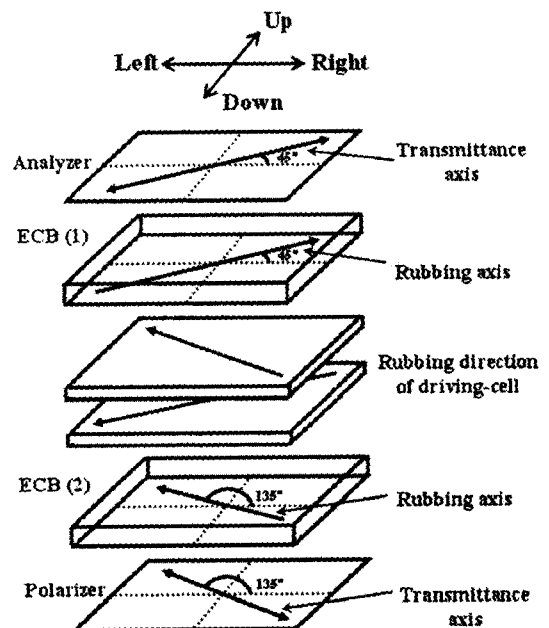


그림 1. 본 논문에서 제안된 시야각조절 기능을 가진 TN-LCD의 셀 구조

### 3. 결과 및 검토

본 연구 결과, TN셀 상부와 하부에 위치하는 수평 배향된 두 액정 층의 tilt각이 14와 60일 때 각각 광시야각의 화질 특성과 협소한 시야각 화질 특성을 보여준다. 수평 배향된 두 액정 층의 tilt각 변화는 특정 전압에서 발생하는 수직전기장의 세기에 따라서 액정 층의 액정 방향자가 수직방향으로 정렬하는 방식으로 변화시킬 수 있다.

그림2는 550nm의 파장에서 수평 배향된 두 액정 층의 tilt각이 각각 14와 60도 일 때 시야각에 따른 등명암 곡선과 밝음 상태의 휘도와 어둡상태의 빛샘을 나타낸 그림이다. 등휘도 곡선은 광시야각 모드 기준으로 최대 투과율의 70%, 50%, 30%를 나타낸다. 그림2의 (a)는 수평 배향된 두 액정 층의 tilt각이 14일 때 나타나는 광시야각 모드로서 밝음 상태의 휘도는 모든 시야각 방향에서 고른 휘도분포를 보여주며 어둡상태에서는 상하, 좌우 방향에서 빛 샘이 발생함을 보여 주고 있다. 그림 2의 (b)는 수평 배향된 두 액정 층의 tilt각이 60일 때 나타나는 협소한 시야각 모드로서 밝음 상태의 휘도는 광시야각 모드에 비해 상부에서 불균일한 휘도 분포를 가지고 있으며 어둡상태에서는 전 시야각 방향에서 광시야각 모드에 비해 상대적으로 많은 빛 샘이 발생하는 것을 알 수 있다. 따라서 수평 배향된 두 액정 층의 tilt각이 14일 경우 TN의 어둡상태를 광학적으로 보상해 주어 빛 샘이 적고 균일한 밝음 상태를 보여주기 때문에 명암 대비율이 5대 1인 영역이 전 시야각 방향에 걸쳐 polar각 60이상인 광시야각 화질 특성을 갖는다. 또한 수평 배향된 두 액정 층의 tilt각이 60일 경우 TN의 어둡 상태에서의 빛 샘이 증가하기 때문에 명암 대비율이 5대 1인 영역이 polar각 기준으로 좌우, 상하 방향에서 40에 미치지 못하는 협소한 시야각 특성을 갖는다.

### 4. 결론

본 논문은 수평 배향된 두 액정 층을 이용하여 시야각에 따른 화질 특성을 조절하는 TN 액정 디스플레이를 제안하였다. 이 수평 배향된 두 액정 층은 기존의 협소한 시야각 특성을 가지는 TN셀에서 광학 필름을 이용하여 보상하는 기존의 방식과는 다르게 두 수평 배향된 액정 층을 이용하여 보상하였다. 또한 이 수평 배향된 두 액정 층에 tilt각을 다르게 하여 시야각에 다른 화질 특성을 조절하는 방식이다. 본 논문에서 제안된 수평 배향된 두 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 디스플레이으로써 각광 받을 것이다.

### 감사의 글

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

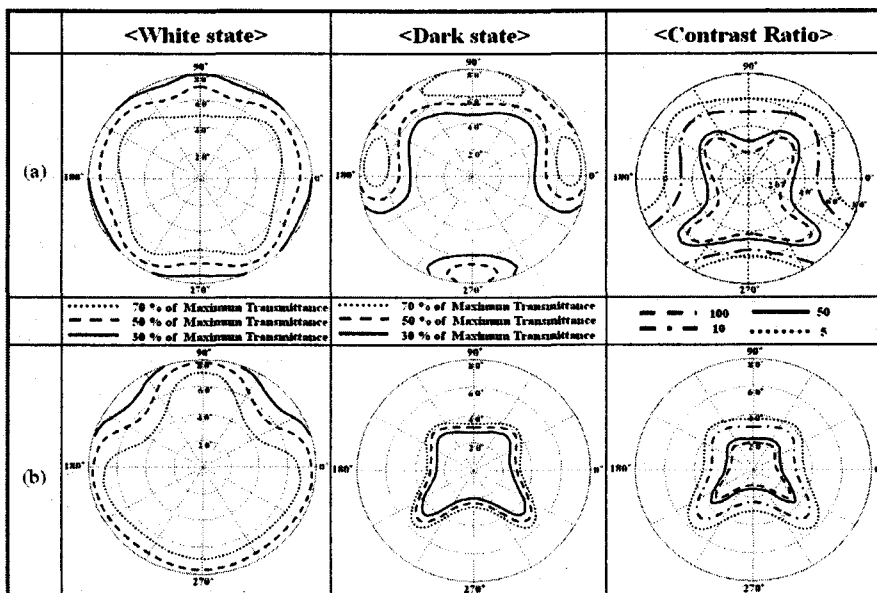


그림 2. 550nm의 파장에서의 밝음 상태와 어둡상태의 등휘도 곡선과 등명암대비율 곡선. (a) 광시야각 모드, (b) 협소한 시야각 모드