

Fringe-Field 구동형 Hybrid Aligned Nematic 액정 디스플레이의 좁은 시야각 특성 연구

이지연, 류제우, 임영진, 이승희
전북대학교

Narrow Viewing Angle Characteristics of a Fringe-Field Driven Hybrid Aligned Nematic Liquid Crystal Display

Ji Youn Lee, Jae Woo Ryu, Young Jin Lim, and Seung Hee Lee
Chonbuk National Univ.

Abstract : We have studied the narrow viewing angle liquid crystal displays (LCDs) using a hybrid aligned nematic liquid crystal (LC) cell driven by a fringe field. The device using a LC with positive dielectric anisotropy has a relatively low transmittance. This paper describes how to improve light efficiency by optimizing electrode structure. The results show that the device exhibits a high transmittance of 90%, low driving voltage and narrow viewing angle less than 20° along horizontal direction which is highly effective for private display application.

Key Words : Fringe-Field Driven Hybrid Aligned Nematic (HAN-FFS), Viewing Angle, Liquid Crystal (LC)

1. 서론

최근 액정 모드의 발전으로 인해 액정 디스플레이(LCD)의 화질이 향상되고, LCD의 사용 분야에 따라 요구되는 특성 또한 다양해지고 있다. 일반적인 모니터나 TV와 같은 액정 디스플레이는 광시야각과 고속 응답, 고화질 특성이 요구되고, Tablet Personal Computer(PC)와 같은 pressure sensitive pen based system은 외부 압력이나 전압 증가시 액정들이 동력학적으로 안정해야 한다 [1]. 또한 사생활 보호에 대한 관심이 높아짐에 따라 협소한 시야각 특성을 갖는 디스플레이의 중요성이 대두되고 있다 [2].

Fringe 전기에 의해 구동되는 FFS 모드는 전극 위에서도 액정 방향자가 회전하기 때문에 높은 투과율과 광시야각 특성을 지닌다[3, 4]. 하지만 투과율은 여전히 TN 모드에 비해 낮기 때문에 투과율 향상을 위한 여러 연구가 이루어지고 있다. 그 예로, 화소 전극의 폭과 전극간 간격을 줄였을 때, 투과율은 많이 향상되지만, 구동전압이 증가하는 단점이 있다. 그러나 Fringe field 구동형 Hybrid aligned nematic (HAN) 모드는 투과율과 구동전압 모두 우수한 특성을 보인다 [5].

본 논문에서는 HAN-FFS 모드의 전극 구조에 따른 투과율 향상 방안과 협소한 시야각 특성에 대해 연구하였다.

2. 실험

그림 1은 양의 액정을 이용한 HAN-FFS 모드의 셀 구조를 나타낸 것이다. 상부기판은 90° 로 수직 배열을 하고, 하부 기판은 일반적인 FFS 모드와 같이 2° 의 프리틸트각을 갖고 수평으로 배열되어 있다. 초기 상하판에 hybrid 배열된 액정에 전압을 인가하게 되면 fringe 전기장이 발생된다. 이로 인해 hybrid aligned 액정 방향자가 전기장 방향으로 움직여 전극 전 영역에서 높은 투과율을 보인다

다. 본 연구의 컴퓨터 시뮬레이션은 LCD Master(Japan, Shintech)에 의해 행해졌으며, 투과율은 2×2 Jones matrix 방식에 의해 계산되었다. 사용된 액정의 유전율 이방성($\Delta \epsilon$), cell gap(d)는 각각 8.2, $4\mu\text{m}$ 이고 화소 전극의 폭(w)과 전극간 간격(l)을 달리하였을 때 전기광학 특성을 비교하였다.

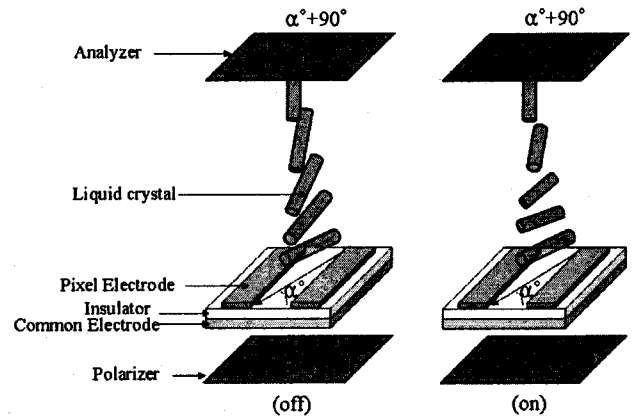


그림 1. Off 및 On 시 HAN-FFS 셀 구조.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 전극 구조를 달리 했을 때 전압 인가에 따른 투과율 그래프를 나타낸다. 화소 전극의 폭(w)이 $3\mu\text{m}$ 이고 전극 간 간격(l)이 $4.5\mu\text{m}$ 일 때 투과율은 0.76이고 구동전압은 2.8V로 일반적인 FFS 모드에 비해서 낮은 구동전압 특성을 보인다. 전극 구조를 $w=1\mu\text{m}$, $l=1.5\mu\text{m}$ 로 줄임에 따라 투과율은 0.88까지 향상되고, 구동전압은 3.3V로 나타났다. w와 l이 감소함에 따라 강한 수평전기장으로 인해 전극

위치에 의존하지 않고 거의 동일한 투과율을 나타낸다.

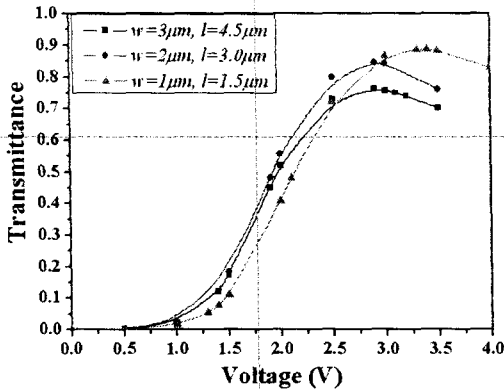


그림 2. 전극 구조별 전압인가에 따른 투과율 그래프.

w 와 l 이 감소할수록 투과율이 증가하는 이유를 살펴보기 위해 전극 위치별 twist angle 분포를 조사하였다 (그림 3). $w=3\mu\text{m}$ 인 경우, 액정 방향자의 twist angle이 전극 위치에 따라 차이가 나타났다. 하지만, $w=1\mu\text{m}$ 는 하부 기판 부근을 제외하고는 동일한 twist angle을 보였다. w 가 감소할수록 전극 위치별 twist angle 의존성이 적어지기 때문에 투과율이 향상되었다.

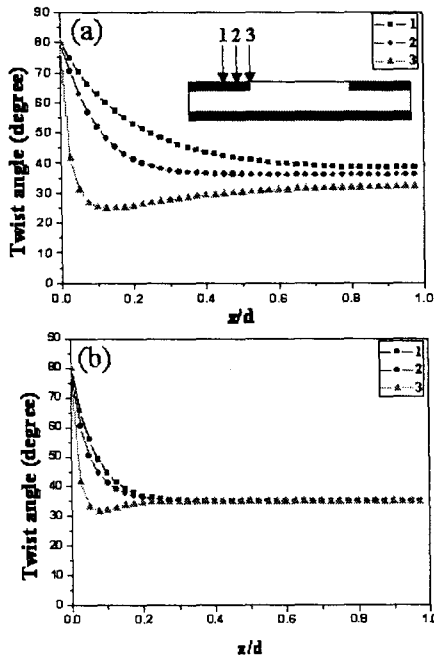


그림 3. 전극 위치에 따른 액정 방향자 분포: (a) $w=3\mu\text{m}$, $l=4.5\mu\text{m}$ (b) $w=1\mu\text{m}$, $l=1.5\mu\text{m}$.

그림 4는 전극 구조에 따른 등 명암 대비비 곡선(CR)을 나타낸다. CR이 2 이상이 좌우 30° 이하이고, CR이 10 이상은 좌우 20° 이하로 매우 협소한 시야각을 보인다.

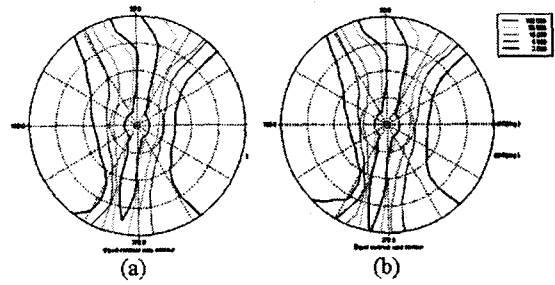


그림 4. 등 명암 대비비 곡선: (a) $w=3\mu\text{m}$, $l=4.5\mu\text{m}$ (b) $w=1\mu\text{m}$, $l=1.5\mu\text{m}$.

4. 결론

본 연구는 HAN-FFS 모드의 전극 구조에 따른 투과율 향상 방안과 좁은 시야각 특성에 대해서 연구하였다. 화소전극과 전극 간 거리를 줄였을 때 투과율이 88%로 기존의 구조에 비해 16% 향상되었다. 또한 HAN-FFS 모드는 정면에서의 높은 투과율과 협소한 시야각 특성을 지니고 있기 때문에 사생활 보호 디스플레이로서 적합한 모드로 판단되어진다.

감사의 글

본 과제는 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금 및 보조금으로 수행한 최우수실형실지원사업의 연구결과입니다.

참고 문헌

- [1] 김미숙, 신승민, 정연학, 김항율, 김서윤, 임영진, 이승희, "압력에 안정한 3분할 FFS 모드의 화소 설계에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, 18권, 7호, p. 647, 2005.
- [2] Yubao SUN, Zhidong ZHANG and Hongmei MA, "Novel Mode of Liquid Crystal Display with Narrow Viewing Angle", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 41, No. 6A, p. 3878, 2002.
- [3] S. H. Lee, S. L. Lee, and H. Y. Kim, "Electro-optic characteristics and switching principle of a nematic liquid crystal cell controlled by fringe-field switching", Appl. Phys. Lett, Vol. 73, No. 20, p. 2881, 1998.
- [4] S. H. Lee, S. M. Lee, H. Y. Kim, J. M. Kim, S. H. Hong, Y. H. Jeong, C. H. Park, Y. J. Choi, J. Y. Lee, J. W. Koh, and H. S. Park, "18.1" Ultra-FFS TFT-LCD with Super Image Quality and Fast Response Time", SID'01 Digest, 484, 2001.
- [5] W. C. Kim, Y. H. Jeong, and S. H. Lee, "Electrooptic Characteristics of a Fringe-Field Driven Hybrid Aligned Nematic Liquid Crystal Cell using a Liquid Crystal with Positive Dielectric Anisotropy", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 43, No. 2, p. 637, 2004.