

논문 2004-41SD-8-9

새로운 Pseudo-TN IPS 모드 액정 셀에 대한 특성 해석 연구

(A Study on the Characteristics of Novel Pseudo-TN IPS Mode LC Cell)

윤형진*, 윤석인*, 윤상호*, 원태영**

(Hyung-Jin Youn, Suk-In Yoon, Sang-Ho Yoon, and Taeyoung Won)

요약

본 논문에서는 IT(In-plane switching Twisted nematic) 모드를 기반으로 광 투과 특성을 개선시킨 Pseudo-TN IPS(Pseudo-Twisted Nematic In-Plane Switching) 모드를 새롭게 제안하고 그 광 투과 특성을 분석하였다. PTN-IPS 모드의 경우 개구율을 향상시켜 투과율 면적을 향상시킴으로써 종래의 IT 모드보다 약 25%정도의 높은 광 투과 특성을 나타내었으며, 전압인가에 따른 광 투과율의 변화가 선형적이므로, 광 투과율 조절을 위한 액정의 제어가 IT 모드에 비해 용이함을 확인하였다. 또한, IT 모드에 비해 수평방향 대비비는 약 8%정도 특성이 열화 되었으나 수직 방향에 있어서는 약 20%이상의 특성 개선을 확인 할 수 있었다. 이와 더불어, 기존 IT 모드가 가지고 있는 셀 갭에 대한 특성 및 장점을 가지고 있어, 차세대 액정 셀을 개발하는데 유용하게 사용될 것이라 생각된다.

Abstract

In this paper, we propose Pseudo-TN IPS mode(Pseudo-Twisted Nematic In-Plane Switching mode) based on IT(In-plane switching Twisted nematic) mode that increase contrast ratio from improving optical characteristics and analyze the characteristics of Pseudo-TN IPS mode. Optical transmittance is 25% higher for the PTN-IPS mode than for the IT mode. Because aperture ratio of the PTN-IPS is increased. And the control of Liquid Crystal for adjusting optical transmittance is more easier than IT mode, because optical transmittance variation is linear with applying voltage. Contrast ratio is 8% lower for the PTN-IPS mode than for the IT mode in the horizontal direction. But, Contrast ratio is 20% higher for the PTN-IPS mode than for the IT mode in the vertical direction. It has also cell gap margin and many benefits of IT mode, this may be used very well in the future LC Cell design.

Keywords : IPS(In-Plane Switching), IT(In-Plane switching Twisted nematic), PTN-IPS(Pseudo-Twisted Nematic In-Plane Switching), LCD

I. 서론

TFT-LCD는 다양한 디스플레이 패널에 사용되고 있는데, 전극 구조의 변경이나 물질 특성 등의 최적화를 통하여 액정 화소의 동작 모드들이 가지고 있는 단점을 보완하는 것뿐만 아니라 새로운 액정 동작 모드 개발 연구에도 관심이 많은 상황이다. 즉, 새로운 전극 구조

에 따른 전기장 분포와 액정의 특성 파라미터 최적화를 통해 시야각 및 구동 특성을 개선시키기도 하지만 이러한 구조의 개선을 통한 단위 셀의 특성 개선은 액정 동작 모드 자체가 가지고 있는 문제점을 모두 해결 할 수는 없다. 그러므로 새로운 액정 동작 모드들이 지속적으로 개발되고 검증되어야 한다.

IPS 모드 액정 셀에서 특정 시야각 방향으로의 광투과율을 저하 문제를 해결하기 위하여 액정 셀의 상부에서는 45°의 각도를 이루고 하부에서는 -45°의 각도를 이루는 형태의 전극 구조가 개발되었고, 이 경우 한 화소 안에 있는 액정 분자들이 시계 방향 및 반시계 방향으로 서로 다르게 회전하게 된다. IPS 모드는 전압이

* 학생회원, ** 정회원, 인하대학교 전기공학과
(Department of Electrical Engineering, Inha University)
※ 본 연구는 정보통신연구진흥원의 대학IT연구센터
육성지원사업의 연구결과로 수행되었음.
접수일자: 2004년2월19일, 수정완료일: 2004년7월30일

인가되지 않았을 경우에 광 투과율은 완벽하게 어두운 상태를 유지하는 경향을 보여주고 있다. 그러나 전압이 인가되어 광 투과율이 높은 상태로 바뀌었을 경우에는 불투명 전극이 위치한 영역에서는 빛이 투과되지 않아 다른 액정 동작 모드에 비하여 대비비(contrast ratio) 특성이 좋지 않은 경향을 나타낸다.

IPS 모드의 단점을 보완하기 위하여 다양한 액정 동작 모드들이 개발되었는데 그 중 하나가 IT 모드이다^[12]. IT 모드를 IPS 모드와 비교하면 기본적인 전극 배치와 상·하판의 편광축 방향의 변화는 없으나, IT 모드는 TN 모드와 같은 액정 초기 배향을 한다. 즉, 상판의 러빙은 90° 하판의 러빙은 0° 의 초기 배향을 주어 액정이 90° 꼬여있게 배향을 한다. 또한, 음액정을 사용하는 것이 IPS 모드와의 차이점이다. 이와 같은 IT 모드에서는 IPS 모드와는 달리 초기에 꼬임 변형 분포를 하고 있는 액정에 전기장을 인가하여 꼬임 변형 분포를 푸는 변형이 발생시키는 방식이므로 셀갭(cell gap) 변화에 따른 광 투과 특성의 변화가 적다^[13]. 이로 인하여 패널의 휨과 같은 변형에 따른 광 투과 특성의 변화가 적으므로 출력되는 이미지의 변화 또한 적게 된다. 이와 더불어 IPS 모드의 장점인 광 시야각 특성 또한 가지고 있으며, 작은 색 변화(color shift) 특성을 가지고 있어 보상필름을 사용하지 않고도 우수한 색 재현성을 나타낸다^[14]. 그러나 IT 모드는 IPS 모드와 마찬가지로 불투명 전극을 사용하므로 전압이 가해지지 않았을 경우 밝은 상태에서 빛이 투과되는 면적 즉, 개구율이 작다는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 셀갭의 변화에 대한 특성이 좋고, 기존 IPS모드^[5]와 같은 광 시야각 특성을 갖는 IT 모드의 구동 원리를 바탕으로 밝은 상태의 광 투과율 특성을 향상시키기 위한 새로운 Pseudo-TN IPS 모드를 제안하고자 한다. 이하 본 논문에서는 Pseudo-TN IPS 모드를 간단히 PTN-IPS 모드로 명명하고자 한다. 제II장에서는 PTN-IPS 모드의 구동원리 및 장단점을 IT 모드와 비교하여 설명한다. 제III장에서는 새로 제안된 PTN-IPS 모드의 특성 검증을 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하여 분석한 결과에 대하여 논의 한다.

II. 본 론

1. PTN-IPS 모드의 동작 원리 및 특성

IT 모드와 PTN-IPS 모드 액정 셀의 전극 구조와 초기 액정 배향 분포를 그림 1에 도시하였다. 그림 1(a)에

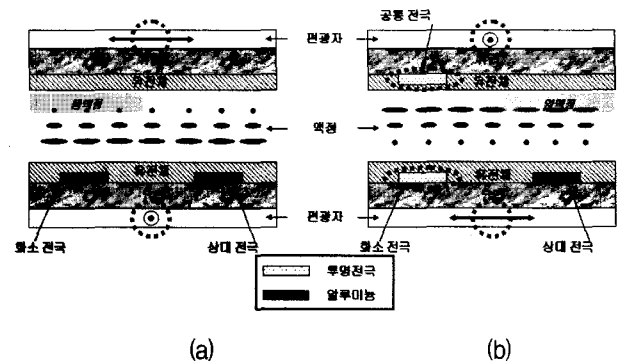


그림 1. IT 모드와 PTN-IPS 모드 액정 셀의 구조와 초기 액정 배향 분포: (a) IT 모드, (b) PTN-IPS 모드

Fig. 1. Structure and initial director distribution of the IT mode and PTN-IPS mode: (a) IT mode, (b) PTN-IPS mode.

도시한 IT 모드 액정 셀과 그림 1(b)에 도시한 PTN-IPS 모드 액정 셀을 비교하면서 새롭게 제안하는 PTN-IPS 모드의 구동원리를 설명한다. IT 모드 액정 셀에서는 음 액정을 사용하는 반면 PTN-IPS 모드의 경우에는 양 액정을 사용하고, IT 모드 액정 셀의 경우 하판에서는 90° 상판에서는 0° 의 편광축 방향을 배치하였고^[6], PTN-IPS 모드의 경우에는 하판에서 0° 상판에서는 90° 로 IT 모드와 반대로 배치하였다. 또한, 액정의 러빙 방향도 IT 모드와 반대로 상판에서 0° 하판에서 90° 로 배향하였다. 무엇보다 가장 다른 점은 PTN-IPS 모드의 경우 IT 모드에는 없는 공통 전극을 상판에 배치시킨 점이다. 이는 TN 모드의 구동원리를 이용하여 하판의 화소 전극과 상판의 공통전극에 전압이 인가되었을 때 수직 전계가 형성되어 화소 전극 상부의 액정들을 높이 방향으로 회전시키는 효과를 나타내게 된다. 이 때 화소 전극과 공통 전극은 투명 전극(ITO)을 사용하여 초기 화소 전극에 전압이 인가되지 않았을 때도 하판에서 투과된 빛이 투명한 화소 전극을 지나 상판에 다다르게 되어 빛이 투과되게 된다. 이렇게 빛이 투명 전극을 투과하게 됨으로써 IT 모드와는 다르게 빛이 투과되는 면적 즉, 개구율이 높아지게 되고 이로 인하여 광 투과율 또한 높아지게 된다.

그림 2는 IT 모드와 PTN-IPS 모드 액정 셀에 전압이 인가되었을 때 액정의 거동 모습을 설명하고 있다. 그림 2(b)에 도시한 바와 같이 PTN-IPS 모드 액정 셀에서는 화소 전극에 전압이 인가되면 하판에 존재하는 화소 전극과 상대 전극(counter electrode) 사이에서 형성되는 수평 전계 분포에 의하여 액정이 횡 방향으로 회전하게 된다. 이 때 하판에서 투과된 빛이 이 두 전

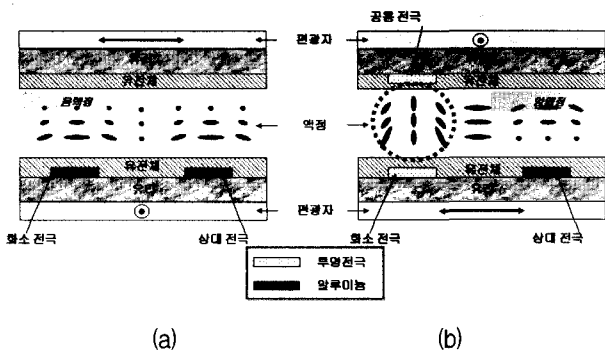


그림 2. IT 모드와 PTN-IPS 모드 액정 셀의 구조와 전압 인가에 따른 액정 분포: (a) IT 모드, (b) PTN-IPS 모드
 Fig. 2. Structure and director distribution of the IT mode and PTN-IPS mode: (a) IT mode, (b) PTN-IPS mode.

극 사이의 액정층을 지나면서 액정의 편광 상태가 바뀌어 결국 상판의 편광판에 의해 차단되므로 화소 전극과 상대 전극 사이 영역에서 어두운 상태를 얻을 수 있다. 이와는 달리, 하판의 화소 전극과 상판의 공통 전극 사이의 액정들은 생성된 전계에 의해 수직 회전 거동을 하게 되나, 이러한 액정들을 통과한 빛도 결국 상판의 편광판에 의해 차단되어 어두운 상태를 나타내게 된다.

PTN-IPS 모드에서는 화소 전극과 상대 전극에 의한 횡 방향 전계 분포와 화소전극과 공통전극에 의한 종 방향 전계 분포를 모두 형성하게 된다. 이와 같은 PTN-IPS 모드의 특징을 살펴보면, 우선 IT 모드가 가지는 장점을 그대로 수용한다는 것이다. 즉, IT 모드가 IPS 모드에 기반한 모드이므로 PTN-IPS 모드 또한 광시야각의 특성을 가지고, 셀갭 특성이 좋으며, 적은 색 변화 특성을 가질 것이다⁷⁾. 그러나 PTN-IPS 모드의 경우에는 IT 모드와는 달리 화소 전극과 공통 전극이 모두 투명전극이므로, 개구율이 IT 모드에 비하여 크기 때문에 투과율 상승효과를 얻을 수 있고, 이로 인하여 대비비가 상승되어 보다 선명한 이미지를 구현 할 수 있게 된다. PTN-IPS 모드에 대한 특성 검증을 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였고, 결과 분석을 통해 새로 제안된 PTN-IPS 모드에 대한 이해 및 특성을 분석하였다.

III. 시뮬레이션 결과 및 논의

1. 시뮬레이션 알고리즘

액정분자거동 해석을 위한 수치해석 방법으로 상용 툴에서는 주로 3차원 유한차분법(Finite Differential

Method : FDM) 혹은 2차원 유한요소법(Finite Element Method : FEM) 이 사용되어 왔다. 유한차분법은 계산 속도가 빠른 장점을 가지고는 있으나, 경사 구조를 가지는 액정 셀을 해석하는데 있어 과도한 노드를 생성해야 하는 문제점을 가지고 있고, 또한, 유한차분법은 지배 방정식에 대하여 단순히 미분항에 대한 간략화로 지배 방정식이 갖는 물리적인 의미를 잃어버릴 수 있는 문제점을 가지고 있다. 기존의 상용 툴에서 사용되던 2차원 유한요소법은 2차원이라는 한계점에 의해 실제 셀에서 발생하는 전경선이나 액정 배향 분포에 대해 정확히 예측하는데 어려움이 있다

따라서 본 논문에서는 제시된 새로운 구조에 대한 전기·광학적 특성을 해석함에 있어 SANAYI system의 TFT-LCD 해석용 3차원 시뮬레이터인 TechWiz LCD⁸⁾를 사용하였다. TechWiz LCD는 3차원 유한 차분법과 3차원 유한요소법을 사용하여 액정 셀에 대한 전기 광학적 특성을 해석하고 있는데, 이 중 구조에 구애받지 않으면서도 적은 메쉬 개수로도 정확한 예측이 가능한 3차원 유한 요소법을 선택하여 시뮬레이션을 수행하였다.

TechWiz LCD의 액정 셀에 대한 전기·광학적 특성 해석 알고리즘에 대해 소개하자면 우선, 라플라스방정식을 통해 단위 액정 셀 내의 전압 및 전계 분포를 계산한다. 이 때, 액정 물질은 비등방성 특징을 가지고 있으므로 액정의 유전율은 텐서 형태로 나타낸다.

또한, 액정분자거동을 해석하기 위해 프랭크 오신(Frank-Oseen) 자유 에너지에 대한 오일러 라그랑지(Euler-Lagrange) 방정식인 에릭슨-레슬리 방정식을 연속체 이론을 기반으로 한 벡터모델 방법으로 액정 분자의 거동을 해석한다. 이러한 액정 거동 해석을 기반으로 확장된 존스 행렬 법을 사용하여 액정 셀의 광학적 특성을 해석한다.

3차원 액정 패널 해석 소프트웨어인 TechWiz LCD는 그동안 복잡하고 다양한 구조에 대한 시뮬레이션 결과를 저널지뿐만 아니라 해외 유명 학술 대회에서 발표⁹⁻¹¹⁾함으로써 시뮬레이터의 객관성을 널리 인정받은 바 있다.

2. IT모드 및 PTN-IPS모드 셀의 액정 거동 해석

그림 3은 IT 모드 및 PTN-IPS 모드 액정 셀에 대한 마스크 레이아웃 구조와 마스크 레이아웃을 통하여 생성된 입체적인 전극 구조를 보여주고 있다. 그림 3의 (b) 및 (d)에서 PTN-IPS 모드의 특징인 상판 공통 전

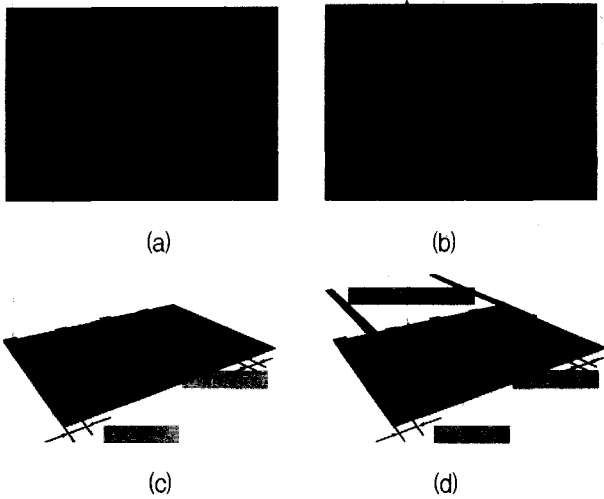


그림 3. 전극 구조에 대한 마스크 레이아웃 및 전극의 3차원 구조: (a) IT 모드 액정 셀의 전극 마스크 레이아웃, (b) PTN-IPS 모드 액정 셀의 전극 마스크 레이아웃, (c) IT 모드 액정 셀의 전극 구조, (d) PTN-IPS 모드 액정 셀의 전극 구조

Fig. 3. Mask layout and 3-D structure: mask layout of the (a) IT mode, (b) PTN-IPS mode and 3D structure of the (c) IT mode, (b) PTN-IPS mode.

극을 확인 할 수 있다.

시뮬레이션 수행을 위한 액정 및 편광판과 전압 인가 조건을 살펴보면, IT 모드의 경우 액정은 $\Delta\epsilon = -11.2$, $k_{11} = 16.7 \times 10^{-12}$, $k_{22} = 7.3 \times 10^{-12}$, $k_{33} = 18.1 \times 10^{-12}$ 의 특성을 가지며, 회전 점성도는 $\gamma_1 = 0.1$, 굴절률은 $N_e = 1.5578$, $N_o = 1.4788$ 을 사용하였다. 액정의 선경사각(pre-tilt)은 1° , 상판의 러빙 회전각은 90° , 하판의 러빙 회전각은 0° 로 설정하였다. PTN-IPS 모드의 경우 액정은 $\Delta\epsilon = 11.2$, $k_{11} = 16.7 \times 10^{-12}$, $k_{22} = 7.3 \times 10^{-12}$, $k_{33} = 18.1 \times 10^{-12}$ 의 특성을 가지며, 회전 점성도는 $\gamma_1 = 0.1$, 굴절률은 $N_e = 1.5578$, $N_o = 1.4788$ 을 사용하였다. 액정의 선경사각은 1° , 상판의 러빙 회전각은 0° , 하판의 러빙 회전각은 90° 를 사용하였다.

IT 모드와 PTN-IPS 모드 액정 셀에 대하여 셀 갭은 $4\mu\text{m}$ 로 설정하였고, 상판과 하판에 설치된 편광판의 굴절율은 $N_e(\text{real}) = 1.5$, $N_e(\text{imaginary}) = 0.001929$, $N_o(\text{real}) = 1.5$, $N_o(\text{imaginary}) = 4.535 \times 10^{-5}$ 로 설정하였다. 공통 전극과 상대 전극에는 0V 전압을 인가한 상태에서 화소 전극에는 0V에서 10V까지 1V간격으로 전압을 인가하면서 계산을 수행하였고, 각 전압 조건에 대하여 100ms까지 계산을 수행하였다.

그림 4는 화소 전극에 10V, 상대 전극에 0V의 전압을 인가한 후 시간이 0ms일 때의 액정의 방향자(direc-

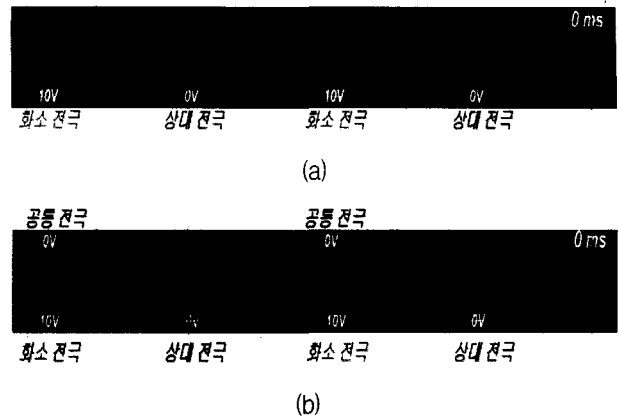


그림 4. 전압 인가 후 0ms의 액정분포 (a) IT 모드, (b) PTN-IPS 모드

Fig. 4. Director distribution at 0ms (a) IT mode, (b) PTN-IPS mode.

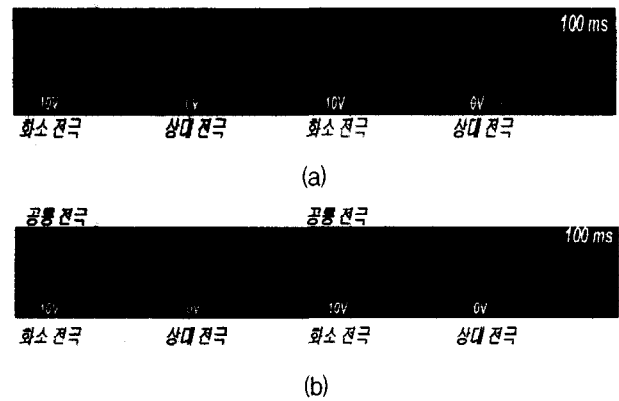


그림 5. 전압 인가 후 100ms의 액정분포 (a) IT 모드, (b) PTN-IPS 모드

Fig. 5. Director distribution at 100ms (a) IT mode, (b) PTN-IPS mode.

-tor) 분포를 보여준다. 시간이 0ms이기 때문에 초기 액정의 배향 모습을 볼 수 있으며, IT 모드와 PTN-IPS 모드가 초기에 상판과 하판에서 액정의 배향 상태가 서로 반대인 것을 확인 할 수 있다.

그림 5에 도시한 것은 화소 전극에 10V, 상대전극에 0V 전압을 인가하고 100ms의 시간이 경과된 후의 액정 방향자 분포 시뮬레이션 결과이다. IT 모드의 경우에는 그림 5(a)에 나타난 바와 같이 화소 전극과 상대 전극 사이에서 횡 방향 전계가 형성되고, 이 전계에 의하여 음 액정들이 90° 방향으로 회전하여 점의 형태로 보이고 있다. PTN-IPS 모드의 경우에는 그림 5(b)에 나타난 바와 같이 하판의 화소전극과 상대전극 사이에서 형성된 횡 방향 전계에 의하여 양액정이 0° 방향으로 회전된 방향자 분포를 볼 수 있으며, 하판의 화소 전극과 상판의 공통 전극 사이에 형성된 수직 전계로 인하여 액정 방향자의 거동은 주변부와 다르게 수직 회전 거동을 하

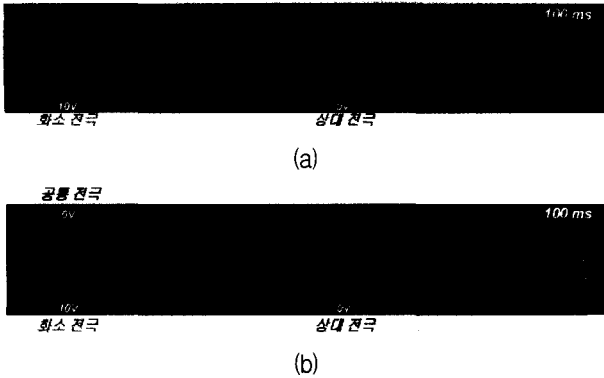


그림 6. 그림 5를 확대한 액정 분포 (a) IT 모드, (b) PTN-IPS 모드

Fig. 6. Director distribution of magnified figure 5 (a) IT mode, (b) PTN-IPS mode.

였음을 볼 수 있다.

수직전계의 영향을 받은 액정 방향자의 거동을 살펴 보기 위해 그림 5의 화소전극과 상대전극, 공통전극이 포함되도록 일부분을 확대한 그림을 그림 6에 도시하였다. 그림 6(b)에서 화소 전극과 공통 전극 사이의 전계에 의해 이 영역의 액정은 수직 방향을 향하고 있는 것을 관찰할 수 있다. 그림 6(a)의 IT모드에서는 화소 전극위의 액정들이 수평 상태를 유지하고 있으나 그림 6(b)의 PTN-IPS 모드의 화소 전극 위의 액정들은 수직 거동 상태를 나타낸다. 그러나 하판의 상대 전극 위에서는 전계의 영향보다는 주변 액정 분자들의 영향이 크기 때문에 수평 회전 거동 상태를 보이고 있다.

3. IT 모드 및 PTN-IPS 모드 액정 셀의 광 특성 해석

그림 7은 모든 전극에 0V 전압을 인가했을 때의 광 투과 특성을 보여주고 있다. 초기에 밝은 상태를 나타내게 되나 IT 모드의 경우 불투명한 금속을 사용하는 화소 전극과 상대 전극에 의해 빛이 차단되어 전극이 배치된 곳에서는 어두운 상태를 나타내고 있다. PTN-IPS 모드의 경우 화소 전극과 공통 전극에 ITO 물질을 사용하므로 IT 모드에 비하여 어두운 영역의 면적이 작은 것을 확인 할 수 있으며, 결과적으로 전체적인 개구율이 향상되었음을 확인 할 수 있다.

그림 8은 화소 전극에 4V의 전압을 인가하였을 때 광 투과 특성을 보여주며, PTN-IPS 모드와 IT 모드가 비슷한 경향을 나타내면서 전체적으로 어두운 상태로 변해 가는 모습을 볼 수 있다. 그림 9는 화소전극에 10V의 전압, 공통전극과 상대전극에 각각 0V의 전압을 인가했을 때 시뮬레이션 결과로서 IT 모드와 PTN-IPS 모드 모두 균일한 어두운 상태가 얻어짐을 확인 할 수

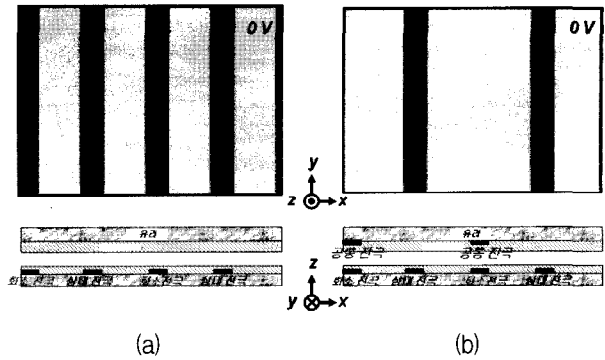


그림 7. 0V전압 인가 시 광 투과 특성 (a) IT 모드, (b) PTN-IPS 모드

Fig. 7. Optical transmittance characteristics when 0V is applied (a) IT mode, (b) PTN-IPS mode.

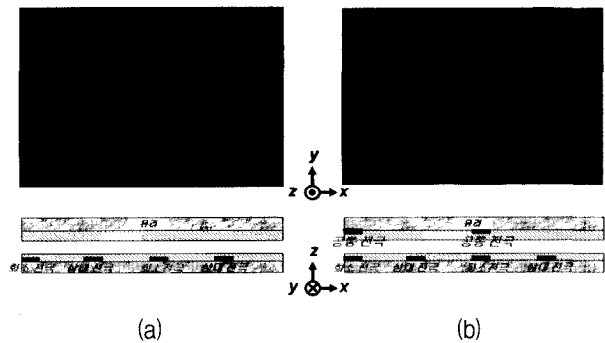


그림 8. 4V전압 인가 시 광 투과 특성 (a) IT 모드, (b) PTN-IPS 모드

Fig. 8. Optical transmittance characteristics when 4V is applied (a) IT mode, (b) PTN-IPS mode.

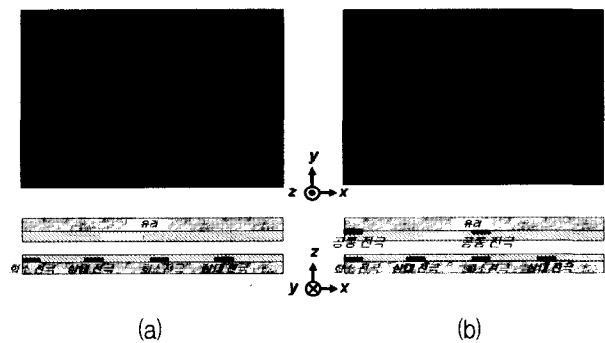


그림 9. 10V전압 인가 시 광투과 특성 (a) IT 모드, (b) PTN-IPS 모드

Fig. 9. Optical transmittance characteristics when 10V is applied (a) IT mode, (b) PTN-IPS mode.

있다. 즉, PTN-IPS모드와 IT모드가 화소전극에 10V의 전압을 가해 얻은 어두운 상태는 비슷한 경향을 보이나 초기에 0V의 전압을 인가하였을 경우에는 PTN-IPS가 IT모드보다 더욱 밝은 상태를 얻을 수 있으므로 결과적으로 대비비 특성이 좋아지게 된다.

그림 10은 시야각 방향에 따른 대비비를 나타낸 것이고, IT 모드의 경우는 수평 방향으로 광 시야각 특성을

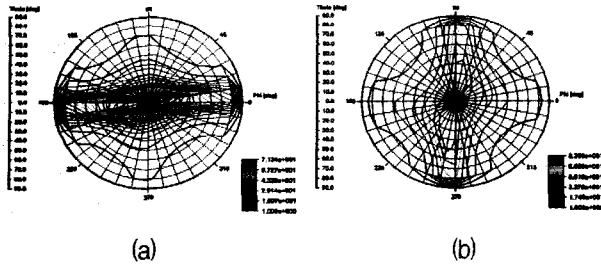


그림 10. 시야각 방향에 따른 대비비 시뮬레이션 결과
(a) IT 모드, (b) PTN-IPS 모드

Fig. 10. Simulation results of the contrast as a function of viewing angle (a) IT mode, (b) PTN-IPS mode.

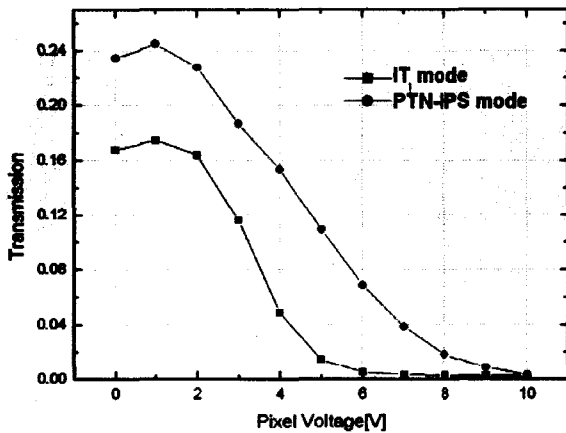


그림 11. 전압 인가에 따른 광 투과율 그래프

Fig. 11. Optical transmittance graph as a function of voltage.

나타내고, PTN-IPS 모드의 경우는 수직 방향으로 광 시야각 특성을 나타낸다. 이는 초기 액정의 배향이 IT 모드와 PTN-IPS 모드가 반대로 되어있고, 전압 인가 후 액정의 장축이 IT 모드의 경우 90, PTN-IPS 모드의 경우 0로 이동되어 광 시야각의 방향이 서로 수직을 이루게 되기 때문이다. PTN-IPS 모드의 대비비 특성은 IT 모드에 비하여 수평방향에 있어서는 약 90°에서 약82°로 약 9%정도 특성이 열화 되었으나 수직 방향에 있어서는 약70°에서 약88°로 대략 20%이상 특성이 개선되었음을 확인할 수 있다.

그림 11은 인가전압 변화에 따른 광 투과율의 변화를 보여주는 그래프이다. PTN-IPS 모드의 경우 개구율을 향상시켜 투과율 면적을 향상시켰으므로 IT 모드보다 전체적으로 약 25%정도의 높은 광 투과율 특성을 나타내었다. IT 모드의 경우 인가 전압 상승에 따른 투과율 변화가 급격한 반면, PTN-IPS 모드는 투과율 변화가 인가전압 상승에 따라 완만히 감소하기 때문에 액정 셀의 투과율을 제어하는데 있어서 PTN-IPS 모드가 좀더

쉽게 제어 가능하게 된다.

IV. 결 론

TFT-LCD가 여러 분야에 사용됨에 따라 초기에 개발되었던 TN 모드를 시작으로 다양한 연구가 진행되어 IPS, MVA와 같은 모드들이 개발되어 왔다. 본 논문에서는 IT 모드에 기반을 두면서 IT 모드에 비하여 광 투과 특성을 개선시킨 새로운 PTN-IPS 모드를 제안하였다.

IT 모드와 PTN-IPS 모드 액정 셀에 대한 시뮬레이션 결과 비교를 통해 제안한 PTN-IPS 모드 액정 셀에서 액정 거동 상태를 얻을 수 있었고 이로부터 광 투과 특성을 계산, 비교하여 PTN-IPS 모드의 장점 등을 검증 해볼 수 있었다. 본 논문에서 제안하는 PTN-IPS 모드는 IT 모드의 특징인 광 시야각 특성과 셀 갭 변화에 유연한 특성을 가질 뿐만 아니라 IT모드에서 실현하지 못했던 개구율 향상의 결과를 얻을 수 있었다. 개구율 향상에 따른 광 투과 특성은 전체 전압 영역에서 IT 모드보다 25%이상의 높은 향상을 가져 올 수 있었다. 또한 대비비는 IT 모드에 비하여 수평방향에 있어서는 약 90°에서 약82°로 9%정도 특성이 열화 되었으나 수직 방향에 있어서는 약70°에서 약88°로 대략 20%이상 특성이 개선되었음을 확인할 수 있었다.

본 논문에서는 IT 모드의 광 투과 특성 개선을 위해 상판에 공통 전극을 추가시키고 양 액정을 사용하는 방법으로 새로운 PTN-IPS 모드를 제안하였다. 결과적으로 전체적인 특성을 개선시킬 수 있었으나 하판의 화소 전극과 상판의 공통 전극 사이에 형성된 종 방향 전계가 하판의 화소 전극과 상대 전극 사이에 형성된 횡 방향 전계의 영향을 받아 일부에서 복잡한 형태의 액정 분포 상태를 나타냄을 확인 할 수 있었다. 이 부분에 있어서는 추가의 연구가 수행되어져야 할 것으로 본다.

참 고 문 헌

- [1] S. H. Lee and M-H. Lee, "Liquid Crystal Displays with High Image Quality and Fast Response Time", J. Korean Phys. Soc., Vol. 39, pp. S42-S48, December 2001.
- [2] S. Oka, K. Kobayashi, Y. Toko, M. Kimura and T. Akahane, "Electro-optical characteristics of in-plane switching twisted nematic mode", IDW'02, pp.189-192, Hiroshima, Japan, December 2002.

- [3] S. Oka, K. Kobayashi, and T. Akahane, "Evaluation of Novel Driving Mode of Liquid Crystal Display", Asia Display/IDW'01, pp. 245-248, Nagoya, Japan, October 2001.
- [4] S. Oka, M. Kimura, and T. Akahane, "Electro-optical characteristics of in-plane switching twisted nematic mode", Akahane, Appl. Phys. Lett., Vol 80, no 10, pp. 1847-1849, March 2002.
- [5] Fabrizio Di Pasquale, et al, "Theoretical and Experimental Study of Nematic Liquid Crystal Display Cells Using the In-Plane Switching Mode", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 46, no. 4, pp. 661-668, April 1999.
- [6] T. Suzuki, S. Nishida, M. Suzuki, and S. Kaneko, "Analysis and Control of Extraordinary Domains in Wide-Viewing-Angle In-Plane-switching Mode TFT-LCDs", SID 97 DIGEST, pp. 184-187, Boston, USA, May 1997.
- [7] T. Satake, T. Nishioka, T. Saito and T. Kurata, "Electro-optical study of an in-plane switching mode using a uniaxial medium model", ICDL'99, pp. 634-637, Nara, Japan, July 1999.
- [8] TechWiz LCD User's guide.
- [9] S.H. Yoon, J.S. Jung, C.S. Lee, I.T. Yoon, T.Y. Won, "Multi-Dimensional Dynamic Simulation of Chiral Nematic LCDs", IDMC 2002, pp. 343-346, Seoul, Korea, January 2002.
- [10] C.S. Lee, S.H. Yoon, S.I. Yoon, J.H. Lee, H.J. Yoon, M.W. Choi, T.Y. Won, "TechWiz LCD: Simulation System for Optimization of AMLCD Panel", IDMC 2003, p.557, Taiwan, February 2003.
- [11] S.H. Yoon, S.I. Yoon, C.S. Lee, H.J. Yoon, M.W. Choi, J.W. Kim, T.Y. Won, "Numerical Study on the Dynamic Response of Directors for Vertically Aligned Liquid Crystal", IDW 2003, pp. 45-48, Fukuoka, Japan.

저 자 소 개



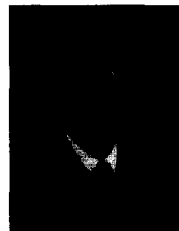
윤형진(학생회원)
 1996년 인하대학교 반도체공학과
 학사 졸업.
 2002년~현재 인하대학교
 전기공학과 석사과정.
 <주관심분야: 반도체, 디스플레이
 CAD, 시뮬레이션>



윤석인(학생회원)
 1998년 인하대학교 전자재료공학과
 학사 졸업.
 2000년 인하대학교 전자재료공학과
 공학석사 졸업.
 2004년 ~ 현재 인하대학교
 전기공학과 박사과정
 <주관심분야: 반도체 소자 및 공정, 인터넷 시
 뮬레이션, TCAD와 ECAD의 인터페이싱>



윤상호(학생회원)
 1995년 인하대학교 전자재료공학과
 학사 졸업.
 1997년 인하대학교 전자재료공학과
 공학석사 졸업.
 1997년~현재 인하대학교
 전자재료공학과 박사과정.
 <주관심분야: 반도체 소자 및 공정 시뮬레이션, 메
 쉬 generation, LCD 모델링>



원태영(정회원)
 1981년 서울대학교 전자공학과
 학사 졸업.
 1983년 한국과학기술원 전기 및
 전자공학과 공학석사 졸업.
 2004년 미국 University of Illinois
 at Urbana Champaign
 전자공학과 공학박사 졸업.
 1989년~1990년 State University of New York 조
 교수.
 1991년~ 인하대학교 공과대학 전기공학과 교수.
 <주관심분야: 반도체 소자 및 공정, 시뮬레이션>

