



등록특허 10-2091478



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월20일  
(11) 등록번호 10-2091478  
(24) 등록일자 2020년03월16일

- (51) 국제특허분류 (Int. Cl.)  
*G02F 1/1343* (2006.01) *G02B 27/01* (2006.01)  
*G02F 1/1335* (2019.01)
- (52) CPC특허분류  
*G02F 1/134363* (2013.01)  
*G02B 27/01* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0112885
- (22) 출원일자 2018년09월20일
- 심사청구일자 2018년09월20일
- (56) 선행기술조사문헌  
KR1020090077721 A\*  
KR1020130004402 A\*  
KR1020160127856 A\*
- \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
전북대학교 산학협력단  
전라북도 전주시 덕진구 백제대로 567 (덕진동1  
가)

(72) 발명자  
이승희  
전라북도 전주시 덕진구 송천3길 50, 102동 604  
호(송천동1가, 제일아파트)  
임영진  
전라북도 전주시 덕진구 가리내로 550, 111동 80  
3호(송천동1가, 한양아파트)

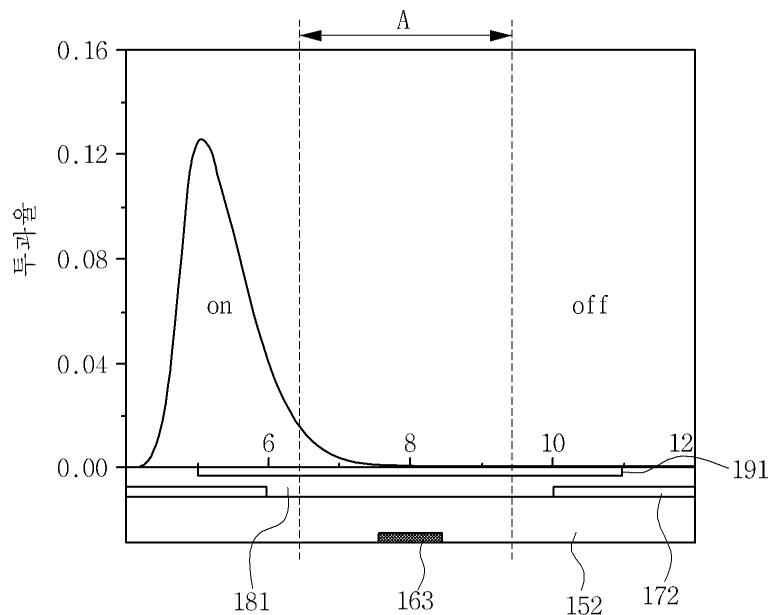
(74) 대리인  
특허법인세원

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 한상일

(54) 발명의 명칭 **블랙매트릭스가 없는 초고화질 액정표시장치****(57) 요약**

능동구동형 액정표시장치에 있어서, 액정은 양성 액정이고, 초기 액정 배향이 수직 배향 상태가 되도록 이루어지고, 화소 영역에서 하부 기판에는 평판형 화소전극 위로 절연층을 사이에 두고 통과 구멍을 형성하는 제1 공통 전극이, 상부 기판에는 제1 공통 전극과 같은 극성으로 운영되는 제2 공통 전극이 구비되어 화소전극과 제1 공통 (뒷면에 계속)

**대 표 도** - 도5

전극 및 제2 공통전극 사이에 전위차가 발생할 때 통과 구멍의 프린지 주변의 액정 배열이 수직에서 경사 상태로 전환되어 빛을 통과하게 하도록 이루어지며, 상부 기판에서 화소 사이의 경계부에는 블랙매트릭스로서 투과광을 차단하는 불투광층이 없이 투광층 혹은 반투광층만으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 블랙매트릭스가 없는 액정표시장치가 개시된다.

본 발명에 따르면 액정표시장치의 응답 속도를 높여 초고해상도 액정 판넬에서도 주사율 120Hz 고속 구동을 할 수 있으므로 초고화질 고속 응답을 가능하게 하여 게임이나 가상현실 화면에 적합한 HMD를 구현할 수 있으면서 광투과가 중앙 슬릿의 프린지 위치에 집중되는 것을 이용하여 블랙매트릭스 형성을 위한 공정 시간과 비용을 절약할 수 있다.

(52) CPC특허분류

*G02F 1/1335* (2019.01)

*G02F 2201/121* (2013.01)

*G02F 2201/123* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 편광판이 설치된 하부 기판, 제2 편광판이 설치된 상부 기판, 이를 상부 기판과 하부 기판 사이에 위치하는 액정, 하부 기판에 설치되는 박막트랜지스터 및 이를 구동하기 위해 박막트랜지스터의 게이트전극에 연결되는 게이트라인, 소오스전극에 연결되는 데이터라인, 드레인전극에 연결되는 화소전극을 구비하는 액정표시장치에 있어서,

각 화소 영역에서 하부 기판에 평판형 화소전극 위로 절연층을 사이에 두고 통과 구멍을 형성하는 제1 공통 전극이, 상부 기판에는 공통 전극과 같은 극성으로 운영되는 제2 공통 전극이 구비되어 화소전극과 공통전극들 사이에 전압이 인가되면 통과 구멍의 프린지 주변의 액정 배열이 수직 혹은 수평에서 경사 상태로 전환되어 빛을 통과하고,

상기 상부 기판에서 화소 사이의 경계부는 별도의 불투과성 물질막 없이 투과성막 혹은 반투과성막으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 블랙매트릭스가 없는 초고화질 액정표시장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 액정은 양성 액정이고,

초기 액정 배향이 수직 배향 상태가 되도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 블랙매트릭스가 없는 초고화질 액정 표시장치.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

화소 피치 8마이크로미터 이하의 HMD(head mounted display)에 사용되는 액정표시장치이고,

상기 제1 공통전극은 화소마다 중앙에 상기 통과 구멍으로서 하나의 선형 슬릿 또는 직사각형 슬릿을 가지는 것이며,

화소에 투광 전압이 인가될 때의 광투과율(transmittance) 분포에 있어서, 화소 내 최대 광투과율의 10%의 광투과율을 가지는 점이 화소 사이의 경계에서 최소  $1\mu\text{m}$  벗어난 위치에 있도록 이루어진 것을 특징으로 하는 블랙매트릭스가 없는 초고화질 액정표시장치.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

화소 사이의 경계부에는 액정층에 폴리머 반응을 통해 이루어진 고분자 네트워크가 설치되어 전압에 따른 액정 분자의 방향 전환이 제한되도록 이루어진 것을 특징으로 하는 블랙매트릭스가 없는 초고화질 액정표시장치.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 상부 기판에는 측방에서 볼 때의 빛 샘의 문제를 해소하기 위한 보상필름이 더 구비되고,

상기 제1 편광판과 상기 제2 편광판은 선형 편광판으로 서로 수직한 편광 방향을 가지도록 설치되며,

상기 제1 공통 전극과 상기 제2 공통 전극은 같은 전압으로 연동되어 구동되는 것을 특징으로 하는 블랙매트릭스가 없는 초고화질 액정표시장치.

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 능동구동형 액정표시장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 단위 면적당 화소수를 초집적으로 하고 빠른 구동을 하는 경우에 적합한 초고화질 액정표시장치에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 기존의 액정의 배향과 전압에 따른 스위칭 구동에 따라 액정 스위칭 방식은 TN(twisted nematic) 방식, IPS(in plane switching) 방식, VA(vertical alignment) 방식, FFS(fringe field switching) 방식 등으로 크게 구분될 수 있다.

[0003] 구동 방법에 따라 LCD의 화소 구조도 다르다 TN 방식, VA 방식의 LCD의 화소에서는 한 쌍의 기판 중 한쪽에 화소 전극이 형성되고 다른 쪽에 공통 전극이 형성되고, 화소 전극과 공통 전극 사이에 2개의 기판 면에 수직인 전계를 형성하여 액정분자의 배향을 제어함으로써, 화소의 투과율을 제어한다.

[0004] FFS 방식은 하부 기판 내에서 절연막을 사이에 두고 화소 전극과 공통 전극이 대향하여 형성된다. FFS 방식에서 대개 공통 전극은 아래쪽에 평면으로 설치되고 화소 전극은 복수 패턴이 슬릿을 두고 서로 평행하게 형성되며, 화소 전극과 공통 전극 사이에 형성되는 전계(프린지 필드)에 의하여 액정 분자의 배열이 기판에 거의 평행하게 제어되기 때문에, FFS 모드의 LCD는 시야각이 넓고, 투명전극을 사용하여 IPS에 비해 투과율이 높다는 특징이 있다.

[0005] 그런데, 액정표시장치에서 현재 가장 큰 한계가 될 수 있는 것이 화상이 매우 빠르게 변할 수 있는 동영상이나 게임용 디스플레이와 관련된 것이다. 액정표시장치는 다양한 용도로 개발되고 있으며, 가상현실을 구현하기 위한 헤드 마운티드 디스플레이(Head Mounted display: 이하 'HMD'라 함)와 같은 경우도 유기EL 등과 함께 표시장치로 개발되고 있다. HMD의 표시소자로 쓰이는 액정 판넬은 실제로 현실처럼 느끼려면 최소 4K, 일반적으로 8K 정도의 해상도가 필요로 하다. 또한 HMD와 같은 3inch 이하의 디스플레이에서 1000ppi 이상의 고해상도를 구현하기 위해서는 단위 픽셀 피치가 8마이크로미터 이하여야 한다.

[0006] CRT나 OLED 등의 여타 표시장치와 비교할 때 액정표시장치는 아래 수학식 1 및 2에서 알 수 있는 바와 같이, 액정의 고유한 점성과 탄성 등의 특성에 의해 응답속도가 느린 단점이 있다.

[0007] LCD의 응답 속도란 일반 백색광에서 입력 편광판과 액정 셀(Cell), 그리고 출력 편광판을 통과한 후 빛의 투과율을 100%라 할 때 화면이 어두워 질 때와 밝아질 때 투과율이 10%와 90% 사이로 변화하는 시간의 합을 말하는 것으로 10%에서 90%까지 변했을 때 걸린 시간을 상승 시간(Rising Time), 90%에서 10%까지 변했을 때 걸린 시간을 하강 시간(Falling Time)이라 말하며 이를 화이트 투 블랙(White to Black) 응답 속도 혹은 응답 시간이라 한다.

[0008] (수학식1)

$$\tau_r \propto \frac{\gamma d^2}{\Delta \epsilon |V_a^2 - V_F^2|}$$

[0009] 여기서,  $\tau_r$ 는 액정에 전압이 인가될 때의 상승 시간(rising time)을,  $V_a$ 는 인가전압을,  $V_F$ 는 액정분자가 전압에 이해 반응을 시작하는 프리드리크 전이전압(Freederick Transition Voltage)을,  $d$ 는 액정 셀의 셀캡(cell gap)을,  $\gamma$  (gamma)는 액정분자의 회전점도(rotational viscosity)를 각각 의미한다.

[0010] (수학식2)

$$\tau_f \propto \frac{\gamma d^2}{K}$$

[0011] 여기서,  $\tau_f$ 는 액정에 인가된 전압이 오프된 후 액정이 탄성 복원력에 의해 원위치로 복원되는 하강 시간(falling time)을,  $K$ 는 액정 고유의 탄성계수를 각각 의미한다.

[0012] 즉, 액정표시장치에서 응답 속도  $\tau_f$ 는 액정 자체의 특성인 회전점도 및 탄성계수에 크게 영향받으며, HMD에 디

스플레이로 채택되기 위해 이런 응답 속도의 문제를 해결하는 것이 절실히 요청된다.

[0015] 컬러 필터를 불요(不要)로 하는 필드 시퀀셜 풀컬러 표시 방식은, 「적→녹→청」으로 순차 점등하는 백라이트를 사용하는 것에 특징이 있다 통상의 CRT나 액정 디스플레이에서는, 프레임 시간이 16.7ms이지만, 필드 시퀀셜 풀컬러 표시 방식에서는, 프레임 시간이 5.6ms로, 고속 응답성이 요구된다.

[0016] 고속 응답성을 나타내는 지표로서, 위에서 살펴본  $\tau_f$ 와  $\tau_r$ 의 합을 들 수 있다.  $\tau_f$ 는 액정의 하강 응답 시간이고,  $\tau_r$ 은 액정의 상승 응답 시간이다. 필드 시퀀셜 풀컬러 표시 방식에 있어서의 고속 응답성을 만족시키기 위해서는,  $\tau_f$ 와  $\tau_r$ 가 각각 1.5ms 미만인 것이 요망되고 있다.

[0017] 통상의 컬러 필터 LCD에서도 고속 게임의 고정밀도 화면을 잔상효과를 최대한 줄이면서 주사율(frame rate) 120Hz 정도로 구현하기 위해 액정의 응답 시간 혹은 응답 속도는 4ms 이하가 되어야 한다고 알려져 있으며, 현재 흔히 사용되는 액정표시장치로는 이런 초고화질 고해상도 화면에서 이런 120hz 정도의 구동을 이루기가 어려움이 있었다.

[0018] 액정표시장치의 액정은 탄성 계수를 가지는 것에서 알 수 있듯이 탄성체와 같은 거동을 하는 데, 통상적으로 탄성계수가 클수록 응답속도가 크게 되므로 액정 구동에서 액정의 스위칭 변형이 큰 탄성계수를 가지는 변형이 되도록 하는 것이 중요하게 된다.

[0019] 그런데, 액정의 탄성 변형은 하나의 종류로 이루어지는 것이 아니고, 스플레이형, 트위스트형과 밴드형 탄성변형으로 구분될 수 있는데, 이 가운데 밴드형 탄성변형이 가장 큰 수치를 가져 액정 구동에 밴드형 탄성 변형을 시키고 복원시키는 형태를 이용하면 액정 응답시간을 줄이고 구동 프레임수를 늘릴 수 있다.

[0020] 한편, 일반적으로 높은 해상도를 가지는 디스플레이의 경우, 하나의 화소가 차지하는 면적이 작고 화소 사이의 거리가 가까워 노이즈(noise) 전압이 형성되고 이 전압에 의해 원하지 않는 영역에서 액정이 반응하여 투과율 간섭 현상(crosstalk:크로스토크)이 발생할 위험성을 더 커지는 것으로 생각된다. 액정표시장치에서는 화소간 크로스토크 현상을 방지하여 선명한 화면, 색상 표현이 명료한 화면을 구성하기 위해 통상적으로 화소 사이의 경계부에 불투과성 물질의 망을 형성하는 블랙 매트릭스를 설치한다.

[0021] 이런 블랙 매트릭스를 하부 기판에 형성하는 경우, 하부 기판에서 나온 빛이 상부 기판을 투과할 때까지 구간에서 다시 화소간 경계를 넘어 혼색되는 위험이 있으므로 통상 상부 기판에 형성하는 경우가 많다. 또한, 블랙 매트릭스는 액정표시장치 층상 구조에 있어서 컬러 필터층과 함께 혹은 컬러 필터층과 인접한 층에 불투과성 물질 막 패턴을 형성함으로써 형성하는 경우가 많다.

[0022] 그러나, 이런 블랙 매트릭스를 기판에 설치하기 위해서는 블랙 매트릭스를 위한 별도의 불투과성 물질막을 형성하고 이 물질막에서 화소 부분을 선별적 제거하는 패터닝 작업이 이루어져야 하므로 공정 시간 및 공정 비용이 증가하고, 그 과정에서 불량 및 수율 저하도 발생할 수 있으므로 전체적 공정 부담은 당연히 늘어나게 된다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0023] (특허문헌 0001) 대한민국 특허등록 제10-0494706호

(특허문헌 0002) 대한민국 특허공개 제10-2016-0127856호

(특허문헌 0003) 대한민국 특허등록 제10-0966230호

(특허문헌 0004) 대한민국 특허등록 제10-0476044호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0024] 본 발명은 상술한 능동구동형 액정표시장치의 고속 응답의 문제점을 개선 혹은 해결하기 위한 것으로서, 초고해상도 액정 패널에서 응답 시간을 줄여 120Hz 고속 구동을 가능하게 하는 액정표시장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

- [0025] 본 발명은 바람직하게는 초고화질 고속 응답 특성을 가지는 HMD에 적용을 위해, 3인치(inch)급 디스플레이에서 1000~2000ppi 또는 그 이상의 해상도와 주사율 120Hz 이상을 가능하게 하는 빠른 응답 시간을 가지는 프린지 필드 스위칭 방식, 액정표시장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0026] 본 발명은 또한, 고해상도로 형성되고 상부 기판에서 블랙 매트릭스가 없어 간단한 구성을 가지면서도 크로스토크(crosstalk)의 위험이 없거나 적은 액정표시장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0027] 본 발명은 보다 구체적으로, 전압 인가를 통해 수직 혹은 수평 배향된 액정의 움직임을 조절하되, 화소전극 상부에 슬릿 패턴을 가진 하부 공통전극과 그 위의 상부 공통전극 사이의 간격에 따라 5마이크로미터 정도의 매우 좁은 영역에서 액정의 거동을 정밀하게 조절하고 투과광의 정도를 조절하여 초고해상도 디스플레이를 구현하면서, 그 구성을 통해 매우 좁은 영역에서 액정의 거동을 정확히 조절할 수 있어서, 원하지 않는 영역에서 액정이 반응하여 일어나는 크로스토크를 블랙매트릭스 없이도 방지할 수 있고, 그럼으로써 블랙매트릭스 형성에 따라 발생하는 공정 시간 및 비용을 절감하고 수율을 높일 수 있는 액정표시장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0028] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 액정표시장치는,
- [0029] 제1 편광판이 설치된 하부 기판, 제2 편광판이 설치된 상부 기판, 이를 상부 기판과 하부 기판 사이에 위치하는 액정, 하부 기판에 설치되는 박막트랜지스터 및 이를 구동하기 위해 박막트랜지스터의 게이트전극에 연결되는 게이트 라인, 소오스전극에 연결되는 데이터 라인, 드레인전극에 연결되는 화소전극을 구비하는 액정표시장치에 있어서,
- [0030] 각 화소 영역에서 하부 기판에 평판형 화소전극 위로 절연층을 사이에 두고 통과 구멍(슬릿)을 형성하는 제1 공통 전극이, 상부 기판에 공통 전극과 같은 극성으로 운영되는 제2 공통 전극이 구비되어 화소전극과 제1 공통전극 및 제2 공통전극 사이에 전압이 인가되면 통과 구멍의 프린지(경계선) 주변의 액정 배열이 수직 혹은 수평에서 경사 상태로 전환되어 빛을 통과시키고,
- [0031] 상기 상부 기판에서 화소 사이의 경계부는 별도의 불투과성막 없이 투과성막 혹은 반투과성막으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 본 발명에서 액정은 유전율 이방성이 양인 양성 액정을 채용하며, 초기 액정 배향은 수직 혹은 수평 배향 상태를 이루는 것일 수 있다.
- [0033] 본 발명의 화소 사이의 경계부에는 액정층에 폴리머 반응을 통해 고화되어 고분자 네트워크를 구성함으로써 전압에 따라 액정 문자의 배향이 바뀌지 않도록 하고 이로써 화소간 크로스토크를 방지하도록 할 수 있다.
- [0034] 본 발명은 화소 피치 8마이크로미터 이하의 HMD에 사용되는 액정표시장치일 수 있고, 이런 경우, 제1 공통전극은 화소마다 중앙에 통과 구멍으로서 하나의 선형 슬릿을 가지거나 직사각형 슬릿을 가지는 것일 수 있다.
- [0035] 본 발명은, 통과 구멍이 화소의 중앙에 위치하며, 화소에 투광 전압이 인가될 때의 광세기 분포가, 통과 구멍의 프린지가 되는 화소 내 최대 광투과율 위치에서의 광투과율의 10%의 광투과율을 가지는 점이 화소 사이의 경계에서 최소 1um 벗어난 위치에 있도록 이루어진 것일 수 있다.
- [0036] 본 발명에서 제1 공통 전극과 제2 공통 전극은 같은 전압으로 연동되어 구동되는 것일 수 있다.
- [0037] 본 발명에서 상부 기판에는 측방에서 볼 때의 빛 샘의 문제를 해소하기 위한 보상필름이 더 구비될 수 있으며, 제1 편광판과 제2 편광판은 선형 편광판으로 서로 수직한 편광 방향을 가지도록 설치될 수 있다.

### 발명의 효과

- [0038] 본 발명에 따르면 액정표시장치의 응답 속도를 높여 초고해상도 액정 판넬에서도 주사율 120Hz 고속 구동을 할 수 있다.
- [0039] 본 발명에 따르면 초고화질 고속 응답을 가능하게 하여 게임이나 가상현실 화면에 적합한 HMD를 구현할 수 있고, 바람직하게는 1000~2000ppi 이상 고해상도와 주사율 120Hz 이상을 가능하게 하는 빠른 응답 시간을 가지는 HMD를 구현할 수 있다.
- [0040] 본 발명에 따르면 상판에 블랙 매트릭스를 구비하지 않으면서도 화소에서 광세기가 통과 구멍 프린지에 집중되고 화소 사이의 경계부에서는 0에 가깝게 되므로 블랙 매트릭스 없이도 크로스토크 현상이 최소화되고, 따라서

블랙 매트릭스 형성을 위한 비용과 시간, 수고를 절약할 수 있고, 따라서 전체적으로 액정표시장치 제조 공정 비용을 낮추고 공정 효율을 높일 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0041]

도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 액정표시장치의 화소부를 위에서 본 평면도로, 제1 공통전극의 슬릿 패턴이 개시된 평면도,

도2는 도1의 AA'라인에 따른 단면을 통해 본 발명의 일 실시예에 따른 액정표시장치의 화소부 단면을 나타내는 단면도,

도3 및 도4는 본 발명의 수직 배향형 액정표시장치의 제1 공통 전극의 1자형 슬릿 주변에서의 액정 배열을 나타내기 위해 슬릿 방향과 수직한 단면을 나타내는 단면도로서, 도3은 화소 전극에 전압이 인가되지 않은 초기 상태, 도4는 화소 전극에 전압이 인가된 점등 상태를 나타낸다.

도5는 본 발명의 일 실시예에서 횡으로 인접한 두 화소의 하나의 중앙부터 다른 하나의 중앙까지 구간에서 한 화소만 점등될 때 광세기 분포를 나타내는 그래프로서, 횡방향으로 화소 피치가 8um이고, 점등 화소 중앙에서 화소 사이의 경계부로 가면서 밝기가 변화되는 양상을 나타내는 그래프이다.

도6은 도5의 실시예의 액정표시장치와 비교례들에 대해 화소 전극에 일정 전압을 인가 및 차단하면서 시간에 따른 투과율 변화를 나타내는 비교 그래프이다.

도7은 도6의 그래프에 따른 상승 시간과 하강 시간의 차이를 나타내는 막대그래프이다.

도8은 다른 실시예의 화면 일부에 대한 화소 배열 및 시뮬레이션을 통한 화소 내의 면적에서의 투과광 분포를 나타내는 개념적 평면도이다.

도9는 하부기판 컬러필터를 채택한 본 발명 실시예의 화소부 측단면을 나타내는 단면도,

도10은 하부기판 컬러필터를 채택하고, 액정층 화소 경계부에 고분자 네트워크가 형성된 본 발명 실시예의 화소부 측단면을 나타내는 단면도이다.

도11은 도10과 달리 액정이 초기에 수평 배향되는 경우에서 액정층 화소 경계부에 고분자 네트워크가 형성된 본 발명 실시예의 화소부 측단면을 나타내는 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042]

이하 도면을 참조하면서 구체적 실시예를 통해 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0043]

도1은 본 발명의 하나의 실시예인 저온폴리실리콘 박막트랜지스터(low temperature polysilicon TFT)를 적용한 액정표시장치의 화소부에 대한 평면도이며, 도2는 도1의 II'선을 따라 절단한 단면에서의 적층구조를 나타내는 단면도이다.

[0044]

여기서 하부 기판(100)은 기판(111) 위에 저온 박막 적층 및 패터닝을 통해 도면상 점선으로 표시되는 폴리실리콘 반도체막(121)이 형성되고, 그 위로 게이트 절연막(131)이 전반적으로 형성되고, 다시 그 위로 게이트 전극(141a)을 겹하면서 도면상 수평 방향으로 이루어지는 게이트라인(141)이 형성된다. 그 위로 제1 절연막(151)이 형성된 뒤 패터닝을 통해 반도체막(121)의 소오스와 드레인 영역 일부를 드러내는 콘택홀이 형성된다. 이 상태에서 도전층 적층과 패터닝을 통해 콘택홀을 채우는 소오스 콘택(161) 및 여기에 연결된 소오스 전극단자, 드레인 콘택(162) 및 여기에 연결된 드레인 전극단자, 소오스 전극단자와 연결되며 도면상 수직 방향으로 이루어진 데이터라인(163)이 형성된다. 이로써 하부 기판에 박막트랜지스터(TFT)의 기본 구성이 이루어진다.

[0045]

물론, 박막트랜지스터의 구체적 구성은 저온폴리실리콘 박막트랜지스터(LTPS TFT) 외에도 기존에 알려진 여타 방식으로 다양한 형태로 이루어질 수도 있다. 가령, a-Si TFT는 물론, Oxide TFT 등 다른 구조의 박막트랜지스터로 대체 적용이 가능하다.

[0046]

데이터라인(163) 위로 다시 제2 절연막(152)이 적층되고, 드레인 전극단자를 드러내는 콘택홀을 형성하는 패터닝이 이루어진 뒤, 화소전극층을 적층하고 패터닝하여 드레인 전극단자와 연결되는 콘택플러그 혹은 비아(via:171) 및 화소전극(172)이 형성된다.

[0047]

화소전극(172) 위로 절연막인 보호막(181)이 형성되고 그 위로 제1 공통전극층 적층 및 패터닝을 통해 화소 중

양에 통과 구멍 혹은 1자형 슬릿(192)을 가진 제1 공통전극(191)이 형성된다.

[0048] 한편, 상부 기판(200)의 기판(211)의 하면에는 종래와 달리 블랙 매트릭스가 없는 컬러 필터층(221), 오버코트 막(231), 제2 공통 전극(241)이 차례로 형성되어 도면상 제2 공통 전극(241)이 가장 아래쪽에 형성되어 있다.

[0049] 도시되지 않지만 액정과 닿는 하부 기판 내측 표면과 상부 기판 내측 표면에는 배향을 위한 처리가 이루어질 수 있다. 수직하게 액정을 배향시키는 방법은 기준에 알려진 여러 가지 방법을 사용할 수 있다. 여기서는 액정의 초기 수직 배향을 위한 배향층 형성, 수직 배향을 위한 물질 처리 등이 이루어질 수 있고, 이런 물질 처리에서 배향을 위한 리빙은 별도로 이루어지지 않을 수 있다. 배향층으로는 통상 폴리아미드 재질의 막이 사용될 수 있다. 여기서는 수직 배향이 이루어지는 것으로 하며, 배향과 관련하여 사전틸트 각(pretilt angle)은 90도가 된다.

[0050] 상부 기판(200)과 하부 기판(100)은 각각 형성된 뒤 주변부에 프릿 그래스와 같은 실링재를 개재한 상태로 정렬 되고, 실링을 통해 결합된다. 이때 일부에는 액정(300)을 유입시킬 수 있는 주입구가 형성되고, 액정이 채워진 후에는 주입구도 실링재로 밀봉되어 액정표시장치 패널이 만들어진다.

[0051] 이상과 같은 액정표시장치 기판 구조의 대부분은 기준에 알려진 통상적인 것과 같은 재질 및 방법으로 이루어질 수 있다. 단, 가장 하부의 평판형 화소 전극(172)과 그 위에 형성되는 슬릿(192) 패턴을 가지는 제1 공통 전극(191)과 상부 기판 하부의 평판형 제2 공통 전극(241)의 조합과 제1 공통 전극과 제2 공통 전극에 같은 극성의 전압 혹은 같은 극성 같은 크기의 전압을 인가하는 운영은 본 발명의 특징적인 구성을 이룬다.

[0052] 여기서 액정은 양성 액정을 사용하며, 초기 액정 배열은 수직형이지만, 배향막 형성 방법에 따라 수평형이 될 수도 있다. 도1에는 비록 도시되지 않지만, 하부 기판 외측면의 제1 편광 필름과 상부 기판 외측면의 제2 편광 필름, 시야각 보상을 위한 보상필름 등도 통상의 액정 표시 장치와 같이 형성될 수 있다. 통상 제1 편광 필름과 제2 편광 필름은 편광 방향이 서로 90도 각도를 이루도록 설치되며, 보상필름 혹은 위상차판은 정면보다 측방에서 액정표시장치를 볼 때 보는 방향과 액정 수직 배열 사이의 각도 차이로 인한 빛 샘 혹은 시야각 특성을 보완하기 위해 설치될 수 있다.

[0053] 도3 및 도4는 개략적으로 표현된 본 발명의 한 실시예에서 제1 공통 전극의 1자형 슬릿 주변에서의 액정 배열을 나타내는 것으로, 초기 상태 및 점등 상태 각각에서 슬릿 방향과 수직한 단면을 나타내는 단면도들이다.

[0054] 단, 여기서는 도1에 도시된 것과 같은 컬러필터층, 오버코트막, 데이터 라인 및 게이트 라인, 박막트랜지스터 구조 등은 별도로 나타내지 않고 상부 기판(210)이나 하부 기판(110)에 포함된 것으로 본다.

[0055] 도3을 참조하면, 화소 전극(172)에 전압이 걸리지 않아 화소 전극(172)과 제1 및 제2 공통 전극(191, 241) 사이에 전위차가 인가되지 않은 초기에는 액정(300)이 전체적으로 상하 방향 배열 혹은 수직 배열을 이루고 있다.

[0056] 도4를 참조하면, 화소 전극(172)에 전압이 걸려 화소 전극(172)과 제1 및 제2 공통 전극(191, 241) 사이에 전위차가 인가되고, 제1 공통 전극(191)의 슬릿(폭이 g로 표시됨)을 통과하는 전속선(electric flux line)을 보면 슬릿의 프린지 영역에서 경사를 이루며, 이에 따라 액정이 수직 배열에서 벗어나 수직선과 일부 경사를 이루고 있다. 점등 전압 인가시 화소 전극에서 시작된 전계 풀렉스는 슬릿을 통과하여 위로 나온 후 구부러져 일부는 제1 공통전극(191)의 상면으로 들어가게 된다.

[0057] 광투과율은 슬릿 프린지에서 최대의 수평 전계를 가지고, 액정 배열이 수평방향으로 최대로 변형되어 수직과 최대 경사각도를 이루기 때문에 최대가 된다.

[0058] 액정(300)이 수직 배열 상태에서 벗어나 일부 경사를 이루면 이런 배열 변화에 따라 이 화소의 슬릿 패턴 프린지 주변 영역에서는 액정표시장치의 백라이트 광이 제1 편광판(115)을 통과한 제1형으로 편광된 빛이 경사진 배열의 액정층을 통과하면서 편광 상태의 변화를 일으키고 따라서 광의 적어도 일부가 제2 편광판(261)을 통과하여 외부로 방출될 수 있고, 이 화소는 점등(ON) 상태가 된다.

[0059] 이러한 본 발명 실시예에서의 액정 배열의 변화는 초기 수직 배열 상태를 이용한 것이며, 액정의 3가지 탄성 변형 가운데 밴드형 변형에 해당하는 것이다. 액정 특성에서 밴드형 탄성 변형의 탄성 계수가 트위스트형 변형이나 스프레이형 변형에 비해 밴드형 변형의 탄성 계수가 크기 때문에 트위스트형 변형을 주로 이용하는 대부분의 액정의 배열 변화보다 변화 및 복원의 속도가 빨라지게 된다.

[0060] 도5는 개략화된 본 발명의 한 실시예에서 횡으로 인접한 두 화소의 하나의 중앙부터 다른 하나의 중앙까지 구간에서 한 화소만 점등될 때 광세기 혹은 광투과율 분포를 수치화하여 나타내는 그래프로서, 횡방향(x축 방향)으

로 화소 피치가  $8\text{ }\mu\text{m}$ 이고, 점등 화소 중앙에서 화소 사이의 경계부로 가면서 밝기 혹은 광투과율(transmittance)가 변화되는 양상을 나타내는 그래프이다.

[0061] 여기서는 디스플레이를 형성하면서 좌우 방향 화소 주기(pixel pitch)를  $8\text{ }\mu\text{m}$ , 화소전극 폭은  $5\text{ }\mu\text{m}$ , 슬릿 폭(g)을 대략  $2\text{ }\mu\text{m}$ 로 형성하고, 데이터라인은 화소 사이의 경계부에 위치시킨다. (도면상에는 화소전극 폭이  $4\text{ }\mu\text{m}$ 로 도시되나, 화소전극이 슬릿폭보다 충분히 커서 이는 큰 차이를 가져오는 것은 아니다.)

[0062] 화소 전극(172)에 전압을 인가하거나 차단하면서 시뮬레이션 결과(performance)를 확인하였다. 여기서 화소 전극의 폭은 도1, 도2의 실시예에서 화소 전극이 거의 화소 전체의 폭에 걸쳐 형성되는 것과 비교하여 폭이 조금 축소되어 있다. 단, 화소전극 폭은 슬릿 폭(g)의 크기와 같거나 그 이상이 되도록 한다.

[0063] 화소전극의 폭이 달라짐에 따라 화소전극과 공통전극 사이의 축적용량( $C_{st}$ )이 변화하게 되므로 이러한 화소전극의 폭에 대한 조절은 필요한 축적용량의 양에 따라 이루어질 수 있다.

[0064] 상부 기판과 하부 기판 사이의 공간(cell gap: d)은 여기서  $4\text{ }\mu\text{m}$ 로 하며 액정물질이 주입되어 액정으로 채워진다. 여기서 액정은 전계가 인가될 때 전계 방향과 평행하게 배열되는 속성을 가지는, 유전율 이방성이 양인 액정이 사용된다.

[0065] 보다 상세하게 본 실시예에서 액정(300)은  $20^\circ\text{C}$  기준으로 이상굴절율( $n_e$ ) 1.6041, 정상굴절율( $n_o$ ) 1.4893, 평행 방향 유전율( $\epsilon_{//}$ ) 12.3, 수직방향 유전율( $\epsilon_{\perp}$ ) 4.1, 스플레이 탄성계수( $K_{11}$ ) 16.9pN, 트위스트 탄성계수( $K_{22}$ ) 8.42pN, 밴드 탄성계수( $K_{33}$ ) 19.2pN, 회전점도  $\gamma$  (rotational viscosity)  $80\text{mPa}\cdot\text{s}$ 의 것을 사용하였다.

[0066] 이 그래프에 따르면, 슬릿 프린지에서 최대의 광투과율을 가지고, 화소간 경계부로 가면서 광투과율은 낮아지고, 경계와  $1\text{ }\mu\text{m}$  정도에 이르면 광투과율은 0.01이하이고 최대 광투과율의 10%에도 현저히 못미치게 되어 거의 투과광이 없어짐을 알 수 있다.

[0067] 따라서, 종래의 예에 따라 화소간 경계부에 폭  $2\sim3\text{ }\mu\text{m}$  정도의 블랙매트릭스를 형성하지 않아도 좌측 화소의 광이 우측 화소 위치로 올라가 우측 화소에서 빛이 나오는 문제는 실질적으로 없게 된다.

[0068] 도6은 도5의 실시예의 액정표시장치와 비교례로서 기존의 FFS 방식 액정표시장치 두 케이스에 대해 화소 전극에 일정 전압을 인가하고 일정 시간 후 전압을 차단하면서 시간에 따른 투과율 변화를 나타내는 비교 그래프로서 이를 통해 점등 신호에 해당하는 전압을 인가하여 얻은 응답 속도의 차이를 확인할 수 있으며, 도7은 도6의 그 래프에 따른 상승 시간과 하강 시간의 차이를 막대그래프로 나타낸 것이다.

[0069] 이들 그래프에서 본 발명 실시예의 액정표시장치와 비교례인 기존 FFS 방식 액정표시장치는 화소 구조를 달리하므로 당연히 같은 조건으로 실험될 수는 없으며, 같은 조건은 아니지만 이들 그래프를 통해 본 발명의 화소 구조에서 액정 거동을 통해 응답속도를 기준에 비해 매우 빠르게 구동할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0070] 이들 그래프에서 본 실시예는 UFS-VA로 표시되며, 비교례는 FFS로 표시되고, 비교례들은 슬릿 폭(g)과 화소 전극 너비(w)의 크기에 따라 구분하였다. 비교례들에서는 상부 기판에 제2 공통 전극 혹은 카운터 전극이 없는 FFS 방식의 전극 구조를 가지며, 액정 배향은 수평 배향을 가지고, 화소전극 혹은 공통전극에 형성된 슬릿 폭은 1, 대개는 서로 평행한 복수 개가 설치되는 화소 전극(화소 전극이 위에 있고 화소 전극에 슬릿이 형성된 경우 포함)의 너비(폭)는  $w$ 라고 표현하였다. 이런 비교례에서는 공통전극과 화소전극을 서로 바꾸어 배치하여도 (공통 전극이 위에 있고 공통 전극에 슬릿이 형성된 경우) 실질적으로 같은 결과를 얻을 수 있다.

[0071] 도7의 그래프를 표로 정리하면 화소 전극에 전압을 인가하여 얻는 응답속도는 아래와 같이 됨을 볼 수 있었다.

### 표 1

액정표시장치 종류	$\tau_r$ (rising time)	$\tau_f$ (falling time)
본 발명 ( $l=2\text{ }\mu\text{m}$ )	8.5ms	1.6ms
비교례1 ( $w=2\text{ }\mu\text{m}$ , $l=3\text{ }\mu\text{m}$ )	13.8ms	21.7ms
비교례2 ( $w=3\text{ }\mu\text{m}$ , $l=4.5\text{ }\mu\text{m}$ )	13.2ms	21.2ms

[0073] 이런 응답속도 차이는 기존의 응답속도보다 몇 배 빠른 것이며, 통상, 상승 시간은 과전압 구동을 통해 상당 부분 줄이는 것이 가능한 것을 고려하면 표시장치에서 지속적으로 변화하는 화상을 표현할 때 응답속도에서 가장

중요한 영향을 주는 부분이라고 할 수 있는  $\tau_f$ 를 10배 이상 빠르게 한 것으로, 당연히 이런 응답속도를 가지는 액정표시장치는 프레임 속도 120hz 이상의 빠른 동영상 구현, 가상현실, 게임 화면 표시에 사용될 수 있다.

[0074] 도8은 본 발명의 다른 한 실시예의 화면 일부에 대한 화소 배열 및 화소 내의 면적에서의 투과광 분포를 나타내는 개념적 평면도이다.

[0075] 여기서는 3인치 화면크기의 디스플레이를 형성하면서 좌측 도면에서 보이듯이 화소 주기(pixel pitch)를  $5\text{ }\mu\text{m}$ , 슬릿 폭(g)을  $2\text{ }\mu\text{m}$ 로 하여 수평 해상도 1700ppi를 구현하고 시뮬레이션 결과(performance)를 확인하였다. 화소 전극의 폭은 화소 주기와 거의 같게 하여 화소 전극과 인접 화소 전극 사이의 갭은 매우 작은 것으로 하였다.

[0076] 평면에서 슬릿 프린지에서만 집중하여 빛이 방출되면서 해당 화소(여기서는 우측 도면의 4, 5, 6번째 화소를 점 등시키고 있다. 대략 보아도 프린지 라인에서  $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 만 떨어지면 광의 세기는 매우 약해져 보기 어렵게 된다. 프린지에서  $1.5\text{ }\mu\text{m}$  떨어진 화소 사이의 경계 위치에서는 광을 감지할 수 없고, 경계부 폭을  $1\text{ }\mu\text{m}$ 로 정하는 경우, 이 경계부에 별도의 블랙매트릭스를 설치하지 않는다고 하여도 한 화소의 빛이 경계를 넘어 인접된 이웃 화소 영역에서 빛을 내는 문제는 없다고 보여진다.

[0077] 전체적 밝기, 개구율은 크기 않지만 헤드 마운트 디스플레이의 경우, 밝기 혹은 휙도는 눈 앞에 바로 디스플레이가 존재하므로 그리 중요하지 않고, 고해상도와 빠른 화면 전환 속도를 구현하여 가상 현실이나 게임 디스플레이용으로 적합하게 사용될 수 있다.

[0078] 도9는 블랙 매트릭스가 없는 본 발명의 또 다른 실시예를 나타내는 측단면도이다.

[0079] 여기서는 도2의 실시예와 달리 상부 기판(200)에 컬러필터층을 형성하는 대신 하부 기판(100)의 도2의 제2 절연막 위치에 블랙매트릭스 없는 컬러필터층(152')을 형성하고 있다. 따라서, 도2와 같은 실시예에서는 백라이트가 통상 백색광이고 상부 기판(200)의 컬러필터층을 거치면서 비로소 컬러필터 형광체에 의해 R, G, B와 같은 해당 화소 색광이 되지만, 여기서는 하부 기판(100)을 지날 때 이미 해당 화소 색광이 되고, 상부 기판(200)을 거칠 때 색 변화 없이 그대로 외부로 방출된다.

[0080] 하부 기판의 제2 절연막 위치에 컬러필터층(152')을 형성하는 경우는 기존에도 있으므로 그에 대한 구성 형태 및 형성 방법, 구성에 따른 효과는 기존에 잘 알려져 있고 여기서도 마찬가지로 적용될 수 있으므로 세부적 설명은 생략하기로 한다.

[0081] 도10은 블랙 매트릭스가 없는 본 발명의 또 다른 실시예를 나타내는 측단면도이다.

[0082] 여기서는 도9의 실시예와 달리 액정층(300)에 화소 사이 경계부에 고분자 네트워크(310)를 형성한다. 이런 경우, 고분자 네트워크(310) 속에서 액정이 구속되어 액정 배열이 전압에 따라 바뀌지 않도록 이루어져, 가령 초기 배열 상태를 유지하도록 하였다. 이에 따라 이 고분자 네트워크(310)가 형성된 부분을 통한 빛의 전면으로의 통과, 크로스토크 현상을 방지할 수 있다.

[0083] 이런 구성은 화소 집적도가 더욱 높아져 슬릿 프린지에서 화소 경계까지의 거리가 더 좁아져 가령 1마이크로미터보다 좁아져 도5와 같은 광세기 분포에도 불구하고 경계부(A)를 넘어 인근 화소로 빛이 빠져나가는 경우에 유용하게 될 수 있다.

[0084] 액정층(300)에 이런 고분자 네트워크(310)는 두 기판 사이에 액정을 주입할 때 액정에 광경화성 단분자 및 광개시체를 첨가한 액정혼합물을 주입하고, 화소 사이의 경계부에 한정하여 자외선을 조사하여 중합반응을 일으키는 등의 방법을 통해 형성될 수 있다. 이런 고분자 네트워크를 형성하는 방법에 대해서는 이미 선행기술로 언급된 대한민국 특허공개 제10-2016-0127856호에 잘 개시되어 있으므로 구체적 설명은 생략하도록 한다.

[0085] 한편, 이상에서는 액정이 초기 상태에서 수직 배향되는 경우를 위주로 설명하였지만 수평 배향되는 경우에도 본 발명은 동일한 방식으로 적용될 수 있다.

[0086] 특히, 도10의 실시예에서 보인 고분자 네트워크(310)를 형성하는 구성은 액정표시장치의 다른 부분은 그대로 하고 액정층(300) 초기 배향을 수평방향으로 하는 경우에 더욱 유용할 수 있다.

[0087] 부언하면, 이런 액정표시장치 구성에서 초기 수평배향의 경우, 일반적인 액정표시장치에 비해서는 빠르지만 동작 속도에서 수직 배향의 경우에 비해 다소 느리고, 광세기의 분포도 수직배향의 집중적 분포보다 더 넓은 폭으로 분포하게 되므로 수직배향에 비해 화소 경계부를 넘어 한 화소의 빛이 인접 화소 영역을 통해 빠져나갈 수 있고 크로스토크의 위험성이 높아질 수 있다.

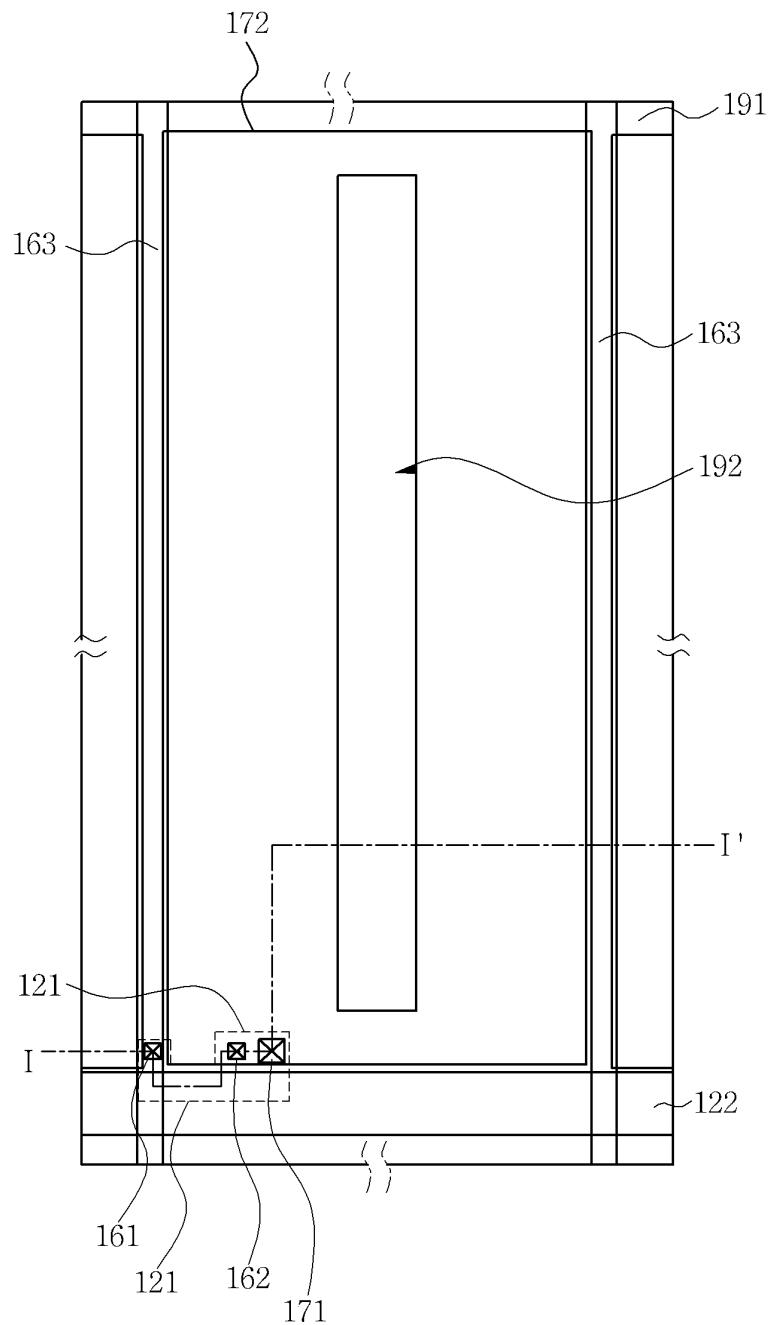
- [0088] 따라서 본 발명에서 초기 수평 배향을 할 때 액정층(300)에서 화소 경계부에 이런 고분자 네트워크(310)를 형성하면 블랙매트릭스가 형성되지 않는 경우에도 도11에서 보이는 것과 같이 액정 분자 방향은 고분자 매트릭스(310) 내에 구속되어 초기의 수평배향 상태를 유지하여 빛을 통과시키지 않고, 크로스토크를 방지하는 데 더욱 큰 의미를 가질 수 있다.
- [0089] 이상에서는 한정된 실시예를 통해 본 발명을 설명하고 있으나, 이는 본 발명의 이해를 돋기 위해 예시적으로 설명된 것일 뿐 본원 발명은 이들 특정의 실시예에 한정되지 아니한다.
- [0090] 따라서, 당해 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명을 토대로 다양한 변경이나 응용예를 실시할 수 있을 것이며 이러한 변형례나 응용예는 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

### 부호의 설명

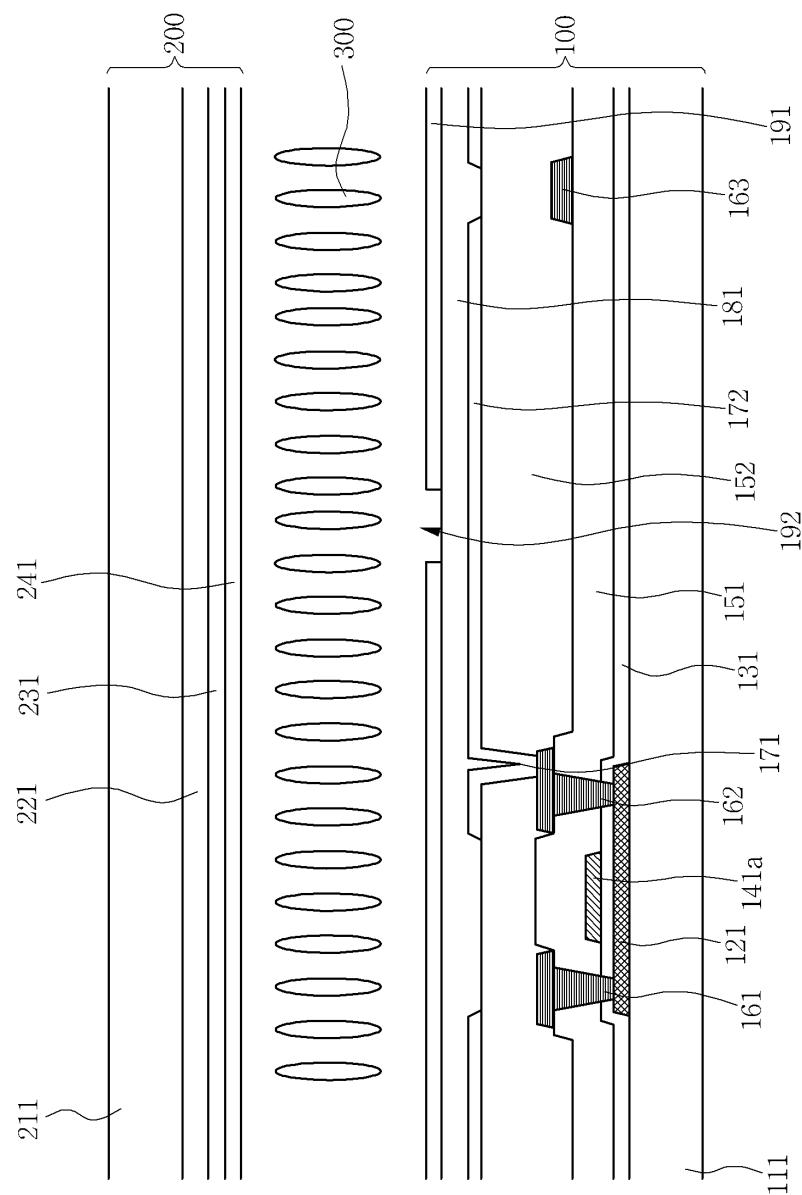
100: 하부 기판	111, 211: 기판
115: 제1 편광판	121: 반도체막
131: 게이트 절연막	141: 게이트라인
151: 제1 절연막	152: 제2 절연막
152', 221: 컬러필터층	161: 소오스 콘택
162: 드레인 콘택	163: 데이터라인
171: 비아(via)	172: 화소전극
181: 보호막(절연막)	191: 제1 공통전극
192: 슬릿(slit)	195, 271: 배향막(배향층)
200: 상부 기판	221: 컬러필터층
231: 오버코트막	241: 제2 공통전극
261: 제2 편광판	300: 액정(액정층)
310: 고분자 네트워크	

## 도면

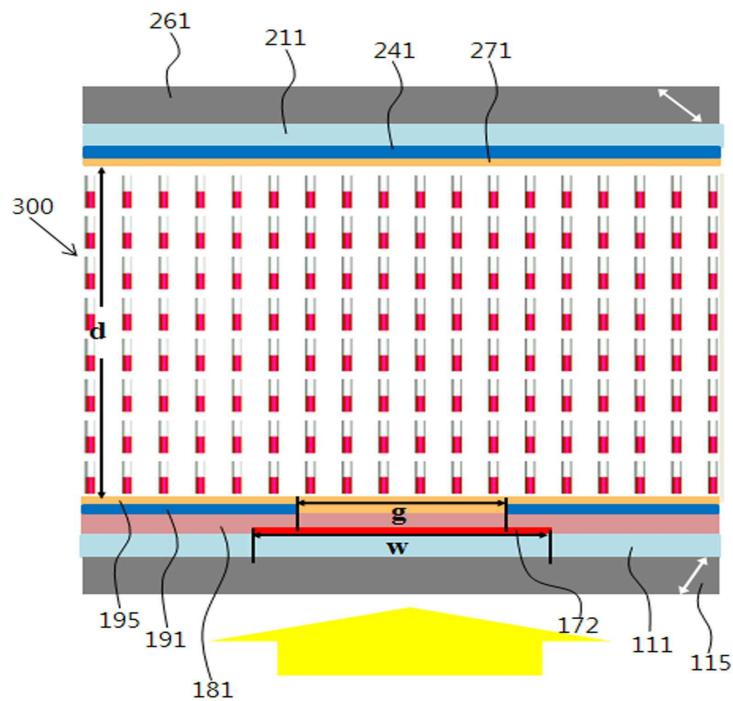
## 도면1



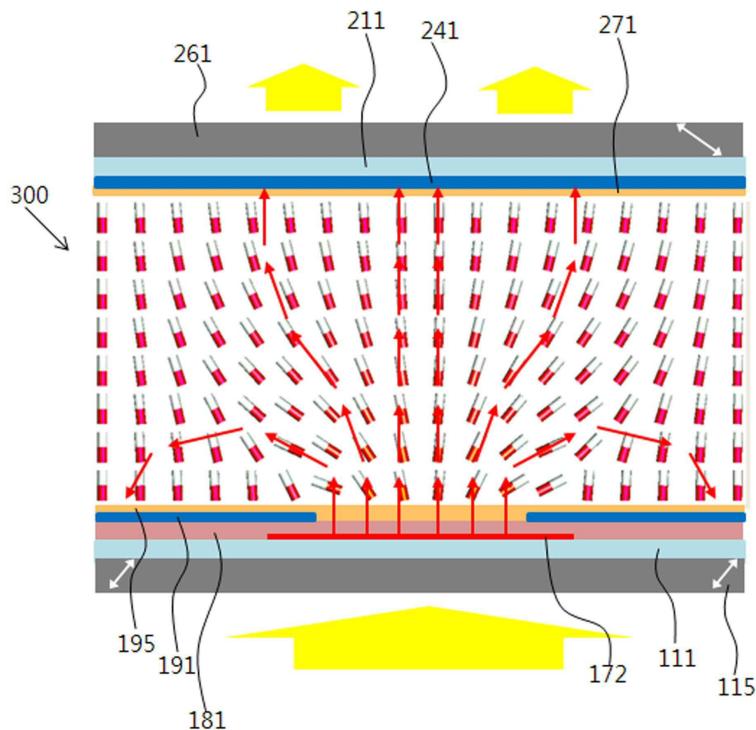
도면2



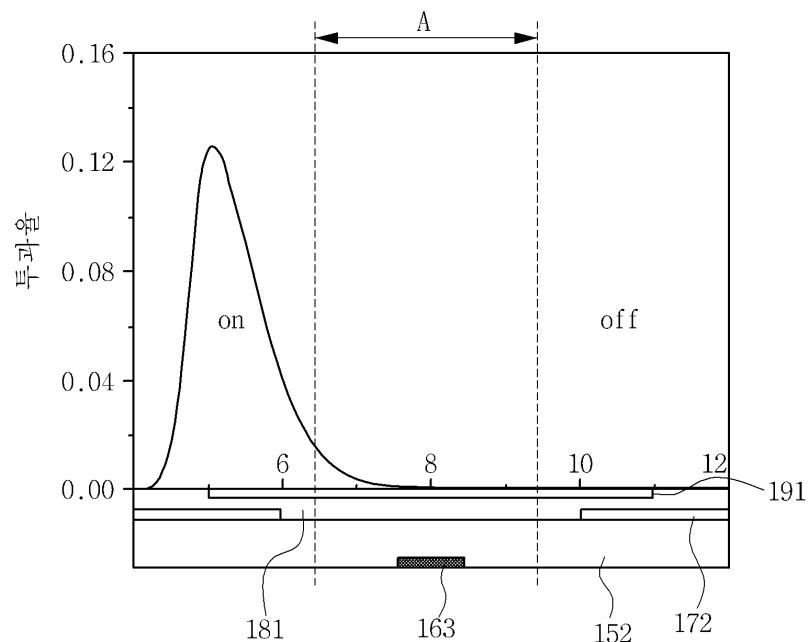
도면3



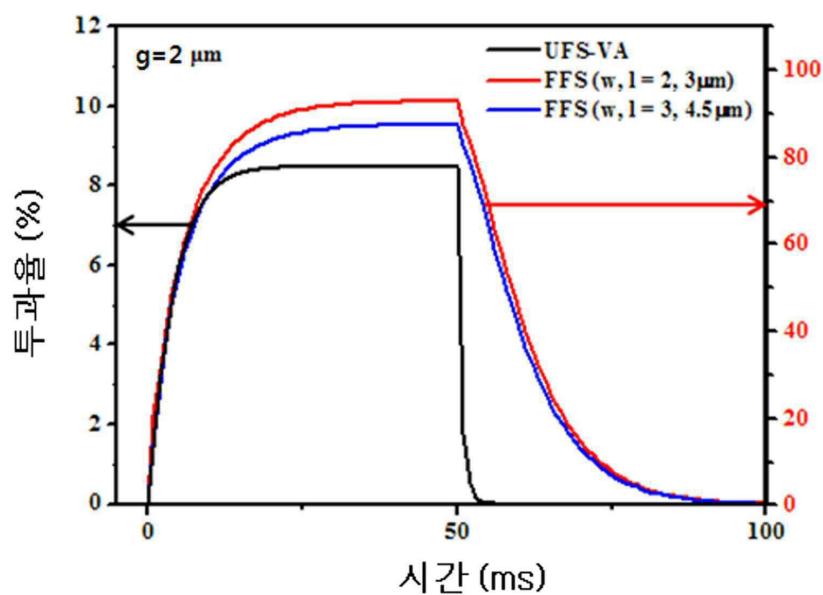
도면4



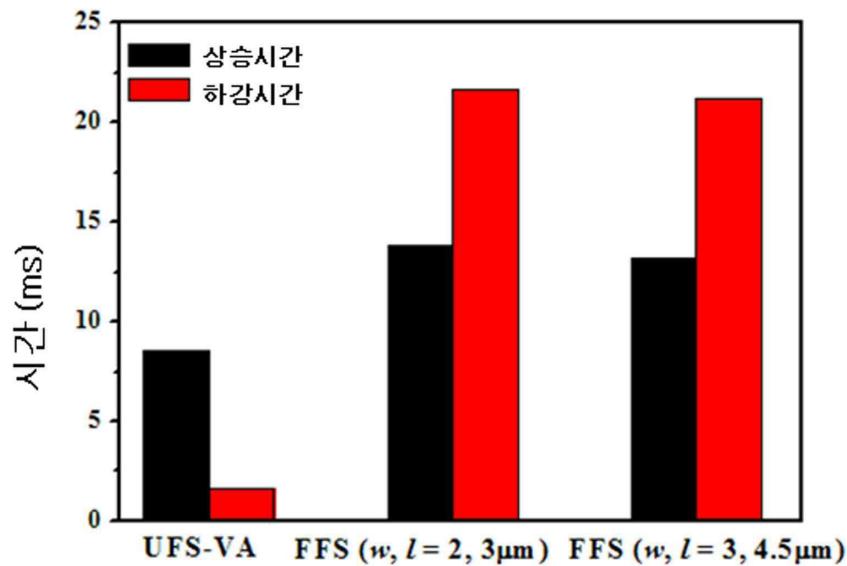
## 도면5



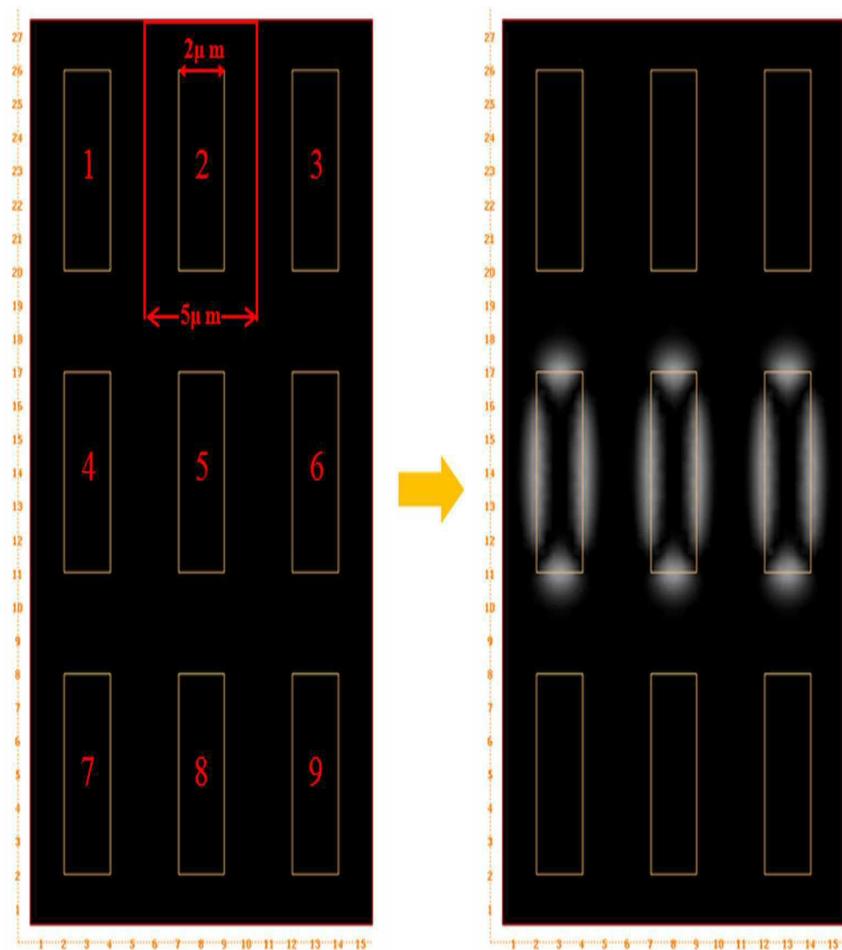
## 도면6



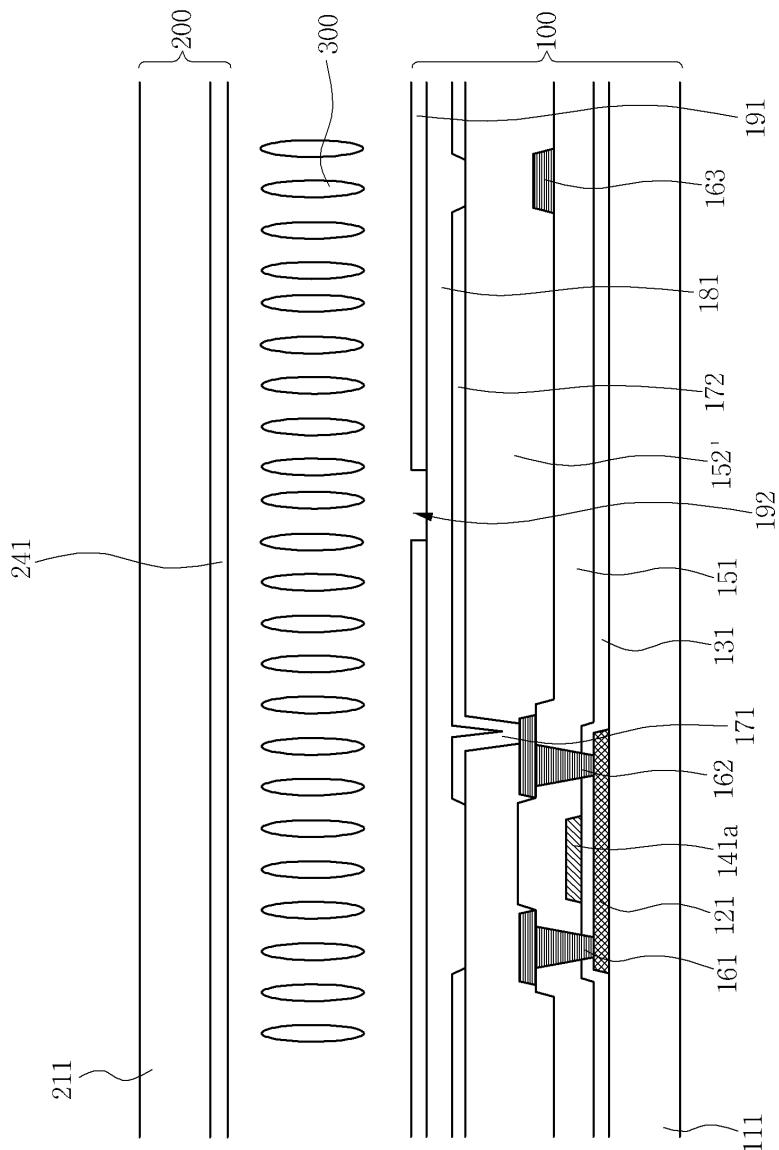
도면7



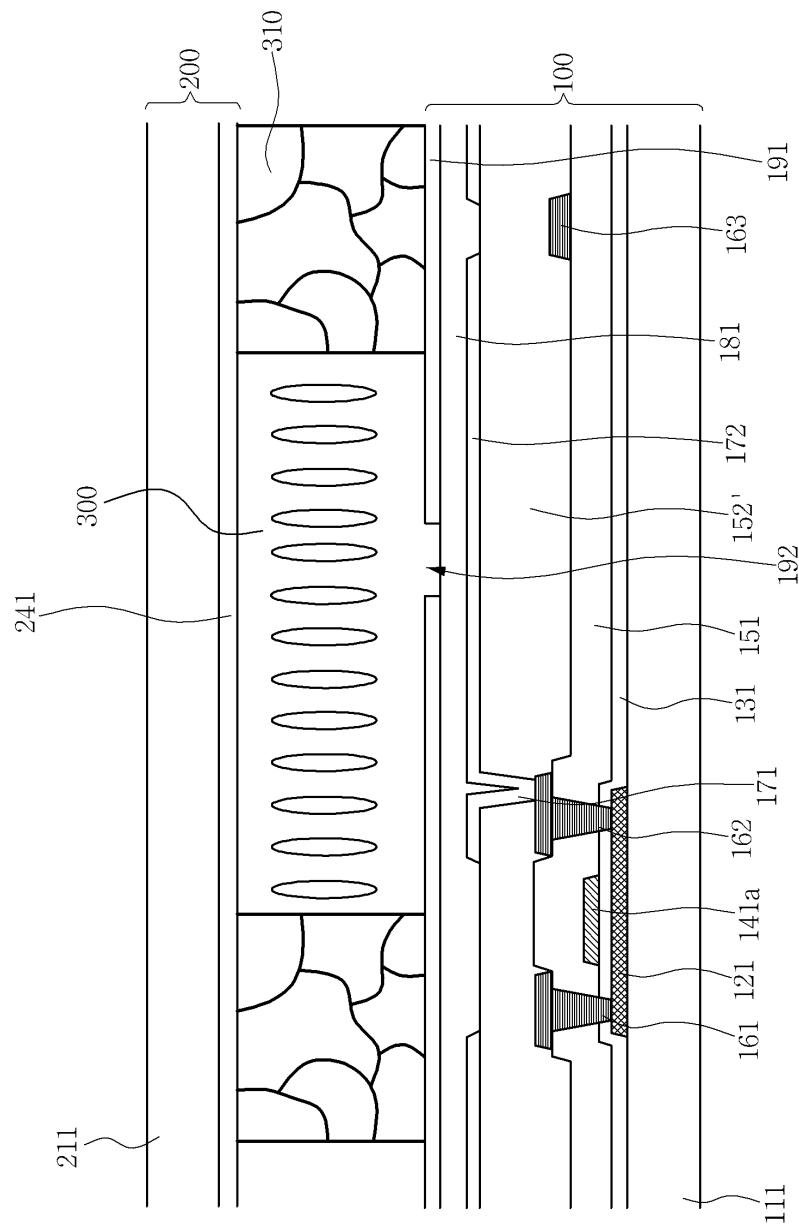
도면8



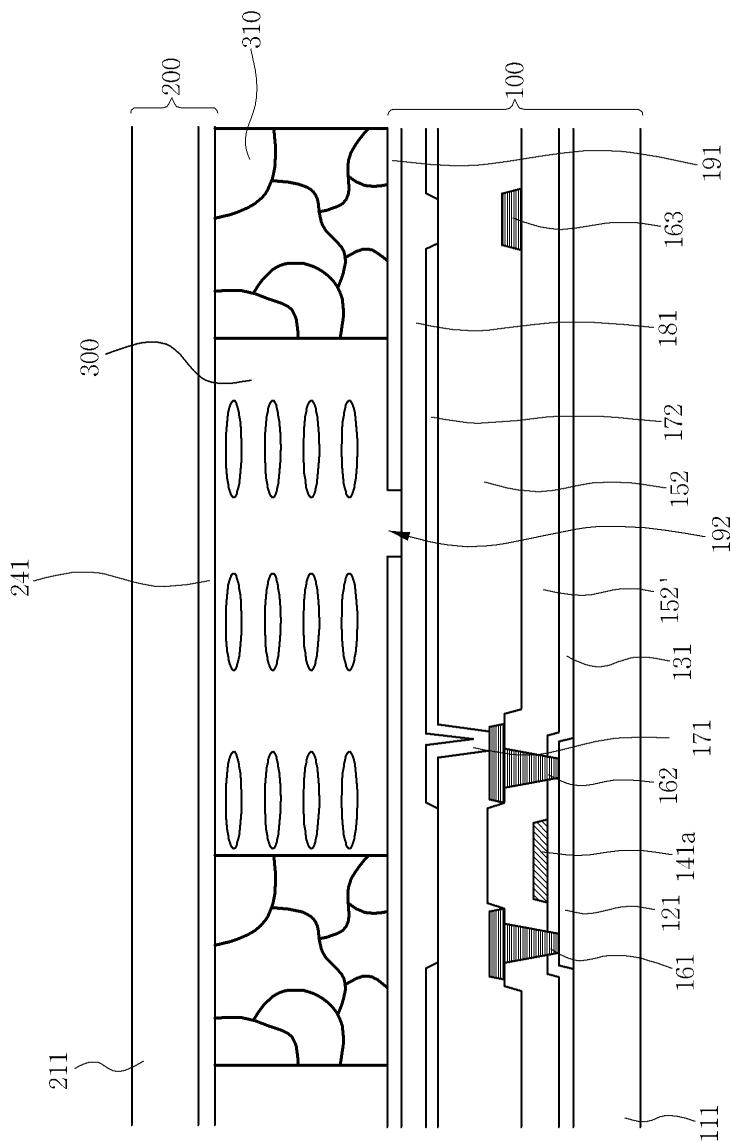
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	超高清无BM液晶显示器		
公开(公告)号	<a href="#">KR102091478B1</a>	公开(公告)日	2020-03-20
申请号	KR1020180112885	申请日	2018-09-20
申请(专利权)人(译)	전북대학교산학협력단		
当前申请(专利权)人(译)	전북대학교산학협력단		
[标]发明人	이승희 임영진 이승재		
发明人	이승희 임영진 이승재		
IPC分类号	G02F1/1343 G02B27/01 G02F1/1335		
CPC分类号	G02F1/134363 G02B27/01 G02F1/1335 G02F2201/121 G02F2201/123		
审查员(译)	Hansangil		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

### 摘要(译)

公开了一种不具有黑矩阵的液晶显示装置。对于有源矩阵液晶显示装置,液晶是正液晶,并且初始液晶取向形成为垂直取向状态。在像素区域中,在下基板中设置有在其间设置有绝缘层的板状像素电极上形成通孔的第一公共电极,并且提供了与第一公共电极具有相同极性的第二公共电极。在上基板中。当在像素电极,第一公共电极和第二公共电极之间出现电势差时,通孔的边缘周围的液晶取向从垂直状态切换为板状状态以透射光。上基板中的像素之间的边界单元仅包括透明层或半透明层,而没有用于遮挡光透射的不透明层作为黑矩阵。根据本发明,该装置提高了液晶显示装置的响应速度,并且在超高清液晶面板中执行扫描速率为120Hz的高速驱动,从而能够实现超高清和高速。响应,并实现适用于游戏或虚拟现实屏幕的HDMI。另外,本发明使用聚焦在中央狭缝的边缘位置上的光透射来减少处理时间和形成黑矩阵的成本。

