

(52) CPC특허분류

H01L 27/322 (2013.01)

H01L 27/323 (2013.01)

H01L 27/3246 (2013.01)

H01L 51/5246 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 화소를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서,

상기 복수의 화소는, 각 화소에 배치된 제1 전극; 상기 복수의 화소에 공통으로 배치된 제2 전극, 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치된 유기 발광층을 포함하고,

상기 복수의 화소에서, 상기 제1 전극 외곽을 둘러싸며 원형의 제1 개구를 갖는 화소 정의막;

상기 제2 전극 상에 배치된 봉지층;

상기 봉지층 상에 배치되고, 각 화소에서 상기 제1 개구와 중첩되는 원형의 제2 개구를 갖는 블랙매트릭스; 및

상기 제2 개구와 중첩되도록 배치된 복수의 컬러필터;를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 화소 정의막은 광차단 물질을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 광차단 물질은 카본 블랙, CNT(탄소나노튜브) 및 블랙 염료 중 적어도 하나를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 개구는 상기 제1 개구보다 큰 유기 발광 표시 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 블랙매트릭스는 광차단 물질을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 광차단 물질은 카본 블랙, CNT(탄소나노튜브) 및 블랙 염료 중 적어도 하나를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 블랙매트릭스는 상기 복수의 화소가 배치된 표시 영역의 외곽에 더 배치된 유기 발광 표시 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 봉지층은 적어도 하나의 무기막과 적어도 하나의 유기막을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 봉지층과 상기 컬러필터 사이에 배치된 터치 감지층을 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 컬러 필터는 서로 다른 대역의 색을 필터링하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 11

복수의 화소를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서,

상기 복수의 화소는, 각 화소에 배치된 원형 형상의 제1 전극, 상기 복수의 화소에 공통으로 배치된 제2 전극, 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치된 유기 발광층을 포함하고,

상기 복수의 화소에서, 상기 제1 전극 외곽을 둘러싸며 제1 개구를 갖는 화소 정의막;

상기 제2 전극 상에 배치된 봉지층;

상기 봉지층 상에 배치되고, 각 화소에서 상기 제1 전극과 중첩되는 원형의 제2 개구를 갖는 블랙매트릭스; 및

상기 제2 개구와 중첩되도록 배치된 복수의 컬러필터;를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 전극은 반사 물질을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 화소 정의막은 광 투과성 물질을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 제2 개구는 상기 제1 전극보다 큰 유기 발광 표시 장치.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 블랙매트릭스는 광차단 물질을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 블랙매트릭스는 상기 복수의 화소가 배치된 표시 영역의 외곽에 더 배치된 유기 발광 표시 장치.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 제1 개구는 원형인 유기 발광 표시 장치.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 봉지층은 적어도 하나의 무기막과 적어도 하나의 유기막을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 봉지층과 상기 컬러필터 사이에 배치된 터치 감지층을 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 20

제11항에 있어서,

상기 컬러 필터는 서로 다른 대역의 색을 필터링하는 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로서, 더 상세하게는 외광의 반사 색 분리를 줄일 수 있는 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 발광 표시 장치는 정공 주입 전극과 전자 주입 전극 그리고 이들 사이에 형성되어 있는 유기 발광층을 포함하는 유기 발광 소자를 구비하며, 정공 주입 전극에서 주입되는 정공과 전자 주입 전극에서 주입되는 전자가 유기 발광층에서 결합하여 생성된 엑시톤(exciton)이 여기 상태(excited state)로부터 기저 상태(ground state)로 떨어지면서 빛을 발생시키는 자발광형 표시 장치이다.

[0003] 자발광형 표시 장치인 유기 발광 표시 장치는 별도의 광원이 불필요하므로 저전압으로 구동이 가능하고 경량의 박형으로 구성할 수 있으며, 시야각, 콘트라스트(contrast), 응답 속도 등의 특성이 우수하기 때문에 MP3 플레이어, 휴대폰 등과 같은 개인용 휴대기기에서 텔레비전(TV)에 이르기까지 응용 범위가 확대되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나 유기 발광 표시 장치는 외부로부터 입사된 외광이 소자 내부에서 반사되어 외부로 방출되는 광의 색이 분리되거나 퍼지는 현상으로 인해, 표시 품질이 저하되는 문제가 있다.

[0005] 본 발명은 외부광의 반사색 분리를 줄일 수 있는 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 복수의 화소를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 복수의 화소는, 각 화소에 배치된 제1 전극; 상기 복수의 화소에 공통으로 배치된 제2 전극, 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치된 유기 발광층을 포함하고, 상기 복수의 화소에서, 상기 제1 전극 외곽을 둘러싸며 원형의 제1 개구를 갖는 화소 정의막; 상기 제2 전극 상에 배치된 봉지층; 상기 봉지층 상에 배치되고, 각 화소에서 상기 제1 개구와 중첩되는 원형의 제2 개구를 갖는 블랙매트릭스; 및 상기 제2 개구와 중첩되도록 배치된 복수의 컬러필터;를 포함하는 유기 발광 표시 장치를 제공한다.

[0007] 일 실시예에 따르면, 상기 화소 정의막은 광차단 물질을 포함할 수 있다.

[0008] 일 실시예에 따르면, 상기 광차단 물질은 카본 블랙, CNT(탄소나노튜브) 및 블랙 염료 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0009] 일 실시예에 따르면, 상기 제2 개구는 상기 제1 개구보다 크게 형성할 수 있다.

[0010] 일 실시예에 따르면, 상기 블랙매트릭스는 광차단 물질을 포함할 수 있다.

[0011] 일 실시예에 따르면, 상기 광차단 물질은 카본 블랙, CNT(탄소나노튜브) 및 블랙 염료 중 적어도 하나를 포함할

수 있다.

- [0012] 일 실시예에 따르면, 상기 블랙매트릭스는 상기 복수의 화소가 배치된 표시 영역의 외곽에 더 배치될 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 따르면, 상기 봉지층은 적어도 하나의 무기막과 적어도 하나의 유기막을 포함할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에 따르면, 상기 봉지층과 상기 컬러필터 사이에 배치된 터치 감지층을 더 포함할 수 있다.
- [0015] 일 실시예에 따르면, 상기 컬러 필터는 서로 다른 대역의 색을 필터링할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 다른 측면에 의하면, 복수의 화소를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 복수의 화소는, 각 화소에 배치된 원형 형상의 제1 전극, 상기 복수의 화소에 공통으로 배치된 제2 전극, 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치된 유기 발광층을 포함하고, 상기 복수의 화소에서, 상기 제1 전극 외곽을 둘러싸며 제1 개구를 갖는 화소 정의막; 상기 제2 전극 상에 배치된 봉지층; 상기 봉지층 상에 배치되고, 각 화소에서 상기 제1 전극과 중첩되는 원형의 제2 개구를 갖는 블랙매트릭스; 및 상기 제2 개구와 중첩되도록 배치된 복수의 컬러필터;를 포함하는 유기 발광 표시 장치를 제공한다.
- [0017] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 전극은 반사 물질을 포함할 수 있다.
- [0018] 일 실시예에 따르면, 상기 화소 정의막은 광 투과성 물질을 포함할 수 있다.
- [0019] 일 실시예에 따르면, 상기 제2 개구는 상기 제1 전극보다 크게 형성할 수 있다.
- [0020] 일 실시예에 따르면, 상기 블랙매트릭스는 광차단 물질을 포함할 수 있다.
- [0021] 일 실시예에 따르면, 상기 광차단 물질은 카본 블랙, CNT(탄소나노튜브) 및 블랙 염료 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0022] 일 실시예에 따르면, 상기 블랙매트릭스는 상기 복수의 화소가 배치된 표시 영역의 외곽에 더 배치될 수 있다.
- [0023] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 개구는 원형일 수 있다.
- [0024] 일 실시예에 따르면, 상기 봉지층은 적어도 하나의 무기막과 적어도 하나의 유기막을 포함할 수 있다.
- [0025] 일 실시예에 따르면, 상기 봉지층과 상기 컬러필터 사이에 배치된 터치 감지층을 더 포함할 수 있다.
- [0026] 일 실시예에 따르면, 상기 컬러 필터는 서로 다른 대역의 색을 필터링할 수 있다.
- [0027] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점은 이하의 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용, 특허청구범위 및 도면으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

- [0028] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는, 광차단 물질을 포함하는 화소 정의막에 원형의 제1 개구를 형성하고, 제1 개구와 중첩되는 위치에 제1 개구보다 큰 원형의 블랙매트릭스를 배치함으로써, 외광의 반사 색 분리 현상을 줄여 표시 품질을 개선할 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는, 원형의 화소 전극을 형성하고, 원형의 화소 전극과 중첩되는 위치에 화소 전극보다 직경이 큰 원형의 블랙매트릭스를 배치함으로써, 외광의 반사 색 분리 현상을 줄여 표시 품질을 개선할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는, 편광필름을 사용하지 않아도 되기 때문에 가요성 표시장치의 두께를 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(100)의 일부를 개략적으로 도시한 평면도이다.
- 도 2는 도 1에 도시한 유기 발광 표시 장치(100)의 II 부분을 개략적으로 도시한 단면도이다.
- 도 3은 도 2의 제1 화소(PX1)의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- 도 4는 도 2의 제1 화소(PX1)의 일부를 개략적으로 도시한 사시도이다.
- 도 5a는 비교예로서, 화소 정의막(115)의 개구 형상을 마름모 또는 사각형으로 설계한 도면이다.

도 5b는 도 5a의 반사 광의 회절 분포를 나타낸 도면이다.

도 6a는 본 실시예로서, 화소 정의막(115)의 개구 형상을 원형으로 설계한 도면이다.

도 6b는 도 6a의 반사 광의 회절 분포를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(200)의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 8은 도 7의 제1 화소(PX1)의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 9는 도 7의 제1 화소(PX1)의 일부를 개략적으로 도시한 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0034] 이하의 실시예에서 층, 막, 영역, 판 등의 각종 구성요소가 다른 구성요소 "상에" 있다고 할 때, 이는 다른 구성요소 "바로 상에" 있는 경우뿐 아니라 그 사이에 다른 구성요소가 개재된 경우도 포함한다. 또한 설명의 편의를 위하여 도면에서는 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(100)의 일부를 개략적으로 도시한 평면도이고, 도 2는 도 1에 도시한 유기 발광 표시 장치(100)의 II 부분을 개략적으로 도시한 단면도이고, 도 3은 도 2의 제1 화소(PX1)의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이고, 도 4는 도 2의 제1 화소(PX1)의 일부를 개략적으로 도시한 사시도이다.
- [0036] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(100)는 복수의 화소(PX1, PX2, PX3)를 포함하고, 원형의 제1 개구(C11, C12, C13)를 가진 화소 정의막(115), 봉지층(160), 원형의 제2 개구(C21, C22, C23)를 가진 블랙매트릭스(180), 및 컬러필터(190)를 포함한다.
- [0037] 본 실시예에서 복수의 화소(PX1, PX2, PX3)에 형성되고 원형의 제1 개구(C11, C12, C13)를 가진 화소 정의막(115)과, 제1 개구(C11, C12, C13)에 중첩되도록 배치되고 원형의 제2 개구(C21, C22, C23)를 가진 블랙매트릭스(180)는, 유기 발광 표시 장치(100)의 외부로부터 입사된 광이 소자 내부에서 반사되어 외부로 방출될 때, 반사광의 색이 분리되거나 퍼지는 현상을 감소시킬 수 있다.
- [0038] 이하 본 실시예의 유기 발광 표시 장치(100)를 상세히 설명한다.
- [0039] 도 1을 참조하면, 유기 발광 표시 장치(100)는 기판(110) 상에 표시 영역(DA)과, 표시 영역(DA) 외곽에 위치한 비표시 영역인 주변 영역(PA)이 구비된다. 표시 영역(DA)에는 복수의 화소(PX1, PX2, PX3)가 포함되고, 복수의 화소(PX1, PX2, PX3)에 전기적으로 연결된 스캔선, 데이터선과 같은 신호선, 및 구동 전압선과 같은 전원선을 포함하는 배선부(127)가 패드전극(128)에 전기적으로 연결된다.
- [0040] 도 2를 참조하면, 기판(110) 상에 복수의 박막 트랜지스터(TFT1, TFT2, TFT3)가 배치된다.
- [0041] 기판(110)은 글라스재, 금속재 또는 플라스틱재 등과 같은 다양한 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 기판(110)은 폴리에테르술폰(polyethersulphone), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리에테르 이미드(polyetherimide), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylenenapthalate), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethyleneterephthalate), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide), 폴리아릴레이트(polyallylate), 폴리이미드(polyimide), 폴리카보네이트(polycarbonate) 또는 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(cellulose acetate propionate)와 같은 고분자 수지를 포함하는 플렉서블 기판일 수 있다.
- [0042] 표시 영역(DA)은 화상을 표시하는 영역으로서, 복수의 박막트랜지스터(TFT1, TFT2, TFT3) 및 복수의 박막트랜지스터(TFT1, TFT2, TFT3)에 각각 전기적으로 연결된 복수의 화소(PX1, PX2, PX3)가 배치될 수 있다. 도 2에는 상세히 도시하지 않았으나, 각 화소는 적어도 두 개의 박막트랜지스터와 적어도 하나의 커패시터를 포함할 수

있다.

- [0043] 제1 박막트랜지스터(TFT1)와 기판(110) 사이에는 실리콘옥사이드, 실리콘나이트라이드 및/또는 실리콘옥시나이트라이드 등과 같은 무기물을 포함하는 버퍼층(111)이 개재될 수 있다. 버퍼층(111)은 기판(110) 상면의 평활성을 높이거나 불순물이 기판(110)을 통하여 반도체층(121)으로 침투하는 것을 방지하거나 감소시키는 역할을 할 수 있다.
- [0044] 제1 박막트랜지스터(TFT1)는 반도체층(121), 게이트 전극(123), 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124)을 포함할 수 있다.
- [0045] 반도체층(121)은 비정질실리콘, 다결정실리콘 또는 유기반도체물질을 포함할 수 있다.
- [0046] 반도체층(121)의 상부에는 게이트 전극(122)이 배치된다. 게이트 전극(122)에 인가되는 신호에 따라 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124)이 전기적으로 소통된다. 게이트 전극(122)은 인접층과의 밀착성, 적층되는 층의 표면 평탄성 그리고 가공성 등을 고려하여, 예컨대 알루미늄(Al), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 금(Au), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd), 이리듐(Ir), 크롬(Cr), 리튬(Li), 칼슘(Ca), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 텅스텐(W), 구리(Cu) 중 하나 이상의 물질로 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다.
- [0047] 반도체층(121)과 게이트 전극(122) 사이의 절연성을 확보하기 위해, 실리콘옥사이드, 실리콘나이트라이드 및/또는 실리콘옥시나이트라이드 등의 무기물을 포함하는 게이트 절연막(112)이 반도체층(121)과 게이트 전극(122) 사이에 개재될 수 있다.
- [0048] 게이트 전극(122)의 상부에는 실리콘옥사이드, 실리콘나이트라이드 및/또는 실리콘옥시나이트라이드 등의 무기물을 포함하는 층간 절연막(113)이 배치된다.
- [0049] 층간 절연막(113) 상에 소스 전극(123)과 드레인 전극(124)이 배치된다. 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124)은 층간 절연막(113)과 게이트 절연막(112)에 형성되는 콘택홀을 통하여 반도체층(121)에 각각 전기적으로 연결된다.
- [0050] 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124)은 알루미늄(Al), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 금(Au), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd), 이리듐(Ir), 크롬(Cr), 리튬(Li), 칼슘(Ca), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 텅스텐(W), 구리(Cu) 중 하나 이상의 물질로 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다.
- [0051] 제2 화소(PX2)에 배치된 제2 박막트랜지스터(TFT2) 및 제3 화소(PX3)에 배치된 제3 박막트랜지스터(TFT3)는, 전술한 제1 박막트랜지스터(TFT1)와 동일한 재료 및 동일한 구조로 형성될 수 있다. 또한, 제2 박막트랜지스터(TFT2) 및 제3 박막트랜지스터(TFT3)는, 전술한 제1 박막트랜지스터(TFT1)와 상이한 재료 및 상이한 구조로도 형성될 수 있다. 그리고, 본 실시예는 도 2에 도시된 박막트랜지스터(TFT1, TFT2, TFT3)의 구조에 한정되지 않는다.
- [0052] 기판(110)의 주변영역(PA)에 다양한 구조물과 배선이 배치될 수 있다. 예시적으로, 도 2에는 유기 발광 소자에 저전압 전원을 인가하는 제1 전원 공급배선(125)과, 유기 발광 소자에 고전압 전원을 인가하는 제2 전원 공급배선(126)이 도시되어 있다.
- [0053] 박막트랜지스터(TFT1, TFT2, TFT3) 상에는 평탄화막 역할을 하는 평탄화층(114)이 배치된다. 평탄화층(114)은 유기 절연물 또는 무기 절연물을 포함하거나 유기 절연물과 무기 절연물의 복합 형태로 구성될 수 있다. 예컨대 아크릴, BCB(Benzocyclobutene), 폴리이미드(polyimide) 또는 HMDSO(Hexamethyldisiloxane) 등과 같은 유기물로 형성될 수 있다.
- [0054] 표시 영역(DA)에서, 평탄화층(114) 상에는, 제1 화소전극(131), 제2 화소전극(132), 제3 화소전극(133)이 배치된다. 각 화소전극(131, 132, 133)은 평탄화막(114)에 형성된 비아홀(미도시)을 통해 박막트랜지스터(TFT1, TFT2, TFT3)의 드레인 전극(124)과 연결된다.
- [0055] 각 화소전극(131, 132, 133)은 반사형 전극 또는 반투과형 전극으로 형성될 수 있다. 반사형 전극으로 형성될 때에는 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr 및 이들의 화합물 등으로 형성된 반사막과, 반사막의 상부 및/또는 하부에 배치된 투명 도전층을 포함할 수 있다. 투명 도전층은 IT0, IZO, ZnO, In2O3, IG0, 및 AZO를 포함하는 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [0056] 각 화소전극(131, 132, 133) 위에 유기 발광층(141, 142, 143)을 포함하는 중간층(미도시)이 형성된다.

- [0057] 중간층은 저분자 또는 고분자 물질을 포함할 수 있다. 중간층이 저분자 물질을 포함할 경우, 중간층은 홀 주입층(Hole Injection Layer), 홀 수송층(Hole Transport Layer), 전자 수송층(Electron Transport Layer), 전자 주입층(Electron Injection Layer) 등이 단일 또는 복합의 구조로 적층된 구조일 수 있다. 중간층은 구리 프탈로시아닌(copper phthalocyanine), N,N-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐-벤지딘(N,N'-Di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine: NPB), 트리스-8-하이드록시퀴놀린 알루미늄(tris-8-hydroxyquinoline aluminum)(Alq3) 등을 비롯해 다양한 유기물질을 포함할 수 있다. 중간층은 진공 증착 등 다양한 방법으로 형성될 수 있다.
- [0058] 중간층이 고분자 물질을 포함할 경우에는 대개 홀 수송층을 포함할 수 있다. 이 때, 홀 수송층은 PEDOT을 포함하고, 발광층은 PPV(Poly-Phenylenevinylene)계 및 폴리플루오렌(Polyfluorene)계 등 고분자 물질을 포함할 수 있다. 이러한 중간층은 스크린 인쇄나 잉크젯 인쇄방법, 레이저열전사방법(LITI; Laser induced thermal imaging) 등 다양한 방법으로 형성할 수 있다.
- [0059] 중간층은 복수의 화소 전극(131, 132, 133)에 걸쳐서 일체로 형성된 층일 수도 있고, 복수의 화소 전극(131, 132, 133) 각각에 대응하도록 패터닝 된 층일 수도 있다.
- [0060] 각 화소(PX1, PX2, PX3)의 유기 발광층(141, 142, 143) 상에는 모든 화소에 일체(一體)로 형성된 공통 전극(150)이 형성된다.
- [0061] 공통 전극(150)은 투과형 전극으로 형성될 수 있다. 공통 전극(150)이 투과형 전극으로 형성될 때에는 Ag, Al, Mg, Li, Ca, Cu, LiF/Ca, LiF/Al, MgAg 및 CaAg에서 선택된 하나 이상의 물질을 포함할 수 있으며, 수 내지 수십 nm의 두께를 갖는 박막 형태로 형성될 수 있다.
- [0062] 각 화소(PX1, PX2, PX3)의 화소 전극들(131, 132, 133)과 공통 전극(150) 사이에는 화소 정의막(115)이 형성된다.
- [0063] 화소 정의막(115)은 각 화소 전극(131, 132, 133)의 가장자리를 둘러싸고 중앙부를 노출시키는 제1 개구(C11, C12, C13)를 가진다. 제1 개구(C11, C12, C13)들은 서로 다른 직경을 가질 수 있다.
- [0064] 화소 정의막(115)은 화소 전극(131, 132, 133)의 가장자리와 공통 전극(150) 사이의 거리를 증가시킴으로써, 화소 전극(131, 132, 133) 가장자리에서의 아크 발생을 방지할 수 있다.
- [0065] 화소 정의막(115)은 예컨대 폴리이미드 또는 HMDSO(hexamethyldisiloxane) 등과 같은 유기물로 형성될 수 있다. 본 실시예에서 화소 정의막(115)은 각 화소 전극(131, 132, 133)의 외곽을 둘러싸며 원형의 제1 개구(C11, C12, C13)를 가지는 광차단 물질을 포함하도록 형성된다. 광차단 물질은 카본 블랙, CNT(탄소나노튜브) 및 블랙 염료 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 화소 정의막의 형상, 재료 및 개구의 크기에 대해서는 후술할 것이다.
- [0066] 공통 전극(150) 상에 표시 영역(DA)을 커버하는 봉지층(160)이 배치된다. 봉지층(160)은 유기 발광 소자를 밀봉하여 외기에 포함된 수분과 산소에 의한 유기 발광 소자의 열화를 억제한다. 봉지층(160)은 도 2에 도시된 것과 같이 제1 무기층(161), 유기층(162) 및 제2 무기층(163)을 포함할 수 있다.
- [0067] 제1 무기층(161)은 실리콘옥사이드, 실리콘나이트라이드 및/또는 실리콘옥시나이트라이드 등을 포함할 수 있다.
- [0068] 유기층(162)은 평탄하지 않은 제1 무기층(161)을 덮고, 유기층(162)의 상면은 실질적으로 평탄할 수 있다. 유기층(162)은 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리카보네이트, 폴리이미드, 폴리에틸렌설포네이트, 폴리옥시메틸렌, 폴리아릴레이트, 폴리아크릴레이트 헥사메틸디실록산으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상의 재료를 포함할 수 있다.
- [0069] 제2 무기층(163)은 유기층(162)을 덮으며, 실리콘옥사이드, 실리콘나이트라이드 및/또는 실리콘옥시나이트라이드 등을 포함할 수 있다.
- [0070] 이와 같이 봉지층(160)은 제1 무기층(161), 유기층(162) 및 제2 무기층(163)을 포함하는 다층 구조이기 때문에 봉지층(160) 내에 크랙이 발생하는 경우, 제1 무기층(161)과 유기층(162) 사이에서 또는 유기층(162)과 제2 무기층(163) 사이에서 크랙이 서로 연결되지 않도록 할 수 있다. 이를 통해 외부로부터의 수분이나 산소 등이 표시 영역(DA)으로 침투하게 되는 경로가 형성되는 것을 방지하거나 감소시킬 수 있다.
- [0071] 한편, 도 2에는 도시하지 않았으나, 공통 전극(150)과 봉지층(160) 사이에 광 효율을 개선하고 유기 발광 소자를 보호하는 캡핑층(미도시)이 더 구비될 수 있다.

- [0072] 봉지층(160) 상에 터치 감지층(170)이 구비된다. 터치 감지층(170)은 제1 절연층(171)과, 제1 절연층(171) 상에 형성된 제2 절연층(172)과, 제1 절연층(171)과 제2 절연층(172) 사이에 형성된 복수의 터치 전극(173)을 포함한다. 터치 전극(173)은 도 2에 도시된 구조에 한정되지 않고, 메쉬 전극 패턴, 투명 세그먼트 전극 등 다양한 전극 구조를 포함할 수 있다.
- [0073] 터치 감지층(170)은 터치 입력에 의해 유발되는 상호 커패시턴스 변화에 기초하여 터치 입력을 감지할 수 있다. 즉, 터치 입력이 인가되면, 터치 입력에 의해 상호 커패시턴스가 변화되고, 터치 감지층(170)과 연결된 터치 감지부(미도시)에서 상호 커패시턴스의 변화된 위치를 검출함으로써 터치 입력이 감지될 수 있다. 다만, 본 실시예에는 특정한 터치 감지 방식에 한정되지 않는다.
- [0074] 터치 감지층(170) 상에 블랙매트릭스(180)과 컬러 필터(190)가 배치된다.
- [0075] 블랙매트릭스(180)는 광을 차단시킬 수 있는 물질을 포함한다. 예컨대, 블랙매트릭스(180)는 카본 블랙, CNT(탄소나노튜브), 블랙 안료, 및 블랙 염료 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 블랙매트릭스(180)는 감광성 유기 물질을 포함하며, 안료 또는 염료 등의 착색제를 포함할 수 있다. 블랙매트릭스(180)는 단층 또는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0076] 표시 영역(DA)의 블랙매트릭스(180)는 각 화소(PX1, PX2, PX3)의 발광 영역을 개구시키는 원형의 제2 개구(C21, C22, C23)를 갖는다. 블랙매트릭스(180)의 제2 개구(C21, C22, C23) 각 화소(PX1, PX2, PX3)의 화소 정의막(115)에 형성된 제1 개구(C11, C12, C13)와 중첩되도록 배치되며, 화소 정의막(115)에 형성된 제1 개구(C11, C12, C13) 보다 크게 형성된다.
- [0077] 예를 들어, 도 3 및 도 4를 참조하면, 제1 화소(PX1)에서, 블랙매트릭스(180)의 제2 개구(C21)의 직경(L12)은 화소 정의막(115)에 형성된 제1 개구(C11)의 직경(L11)보다 크게 형성된다. 블랙매트릭스(180)의 제2 개구(C21)의 크기를 크게 할수록 유기 발광 표시 장치(100)의 측면 시인성이 좋아진다.
- [0078] 주변 영역(PA)의 블랙매트릭스(180)는 개구 없이 주변 영역(PA) 전체를 둘러쌀 수 있다. 주변 영역(PA)을 둘러싸는 블랙매트릭스(180)는 주변 영역(PA)에 배치된 다양한 배선들에 의한 외광의 반사를 저감시킬 수 있다.
- [0079] 각 화소(PX1, PX2, PX3)의 발광 영역에는 컬러필터(190)가 배치된다.
- [0080] 컬러필터(190)는 각 화소의 발광 영역에 대응하는 복수의 컬러를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 화소(PX1)가 적색광을 방출하는 경우, 제1 컬러 필터(191)는 적색광을 필터링하고, 제2 화소(PX2)가 녹색광을 방출하는 경우, 제2 컬러 필터(192)는 녹색광을 필터링하고, 제3 화소(PX3)가 청색광을 방출하는 경우, 제3 컬러 필터(193)는 청색광을 필터링 할 수 있다.
- [0081] 컬러필터(190)는 유기 발광 소자로부터 생성된 광을 필터링하여 외부로 투과시킬 뿐만 아니라, 외부로부터 입사된 광의 반사율도 감소시킬 수 있다. 외광은 컬러필터(190)를 통과함에 따라 광량 중 약 1/3로 감소된다.
- [0082] 반사된 외광은 각 화소(PX1, PX2, PX3)의 컬러필터(191, 192, 193)로 입사되고, 반사된 외광은 컬러필터(191, 192, 193)를 통과하면서 휘도가 감소된다. 결과적으로 외광 중 일부만이 표시 장치(100)로부터 반사되어 방출되기 때문에, 외광 반사를 줄일 수 있다.
- [0083] 도 2에는 컬러필터들(191, 192, 193)이 블랙매트릭스(180)의 일부를 커버하는 것으로 도시되어 있으나, 블랙매트릭스(180)와 컬러필터들(191, 192, 193)의 형성 순서에 따라 블랙매트릭스(180)가 컬러필터들(191, 192, 193)이 일부를 커버할 수 있고, 컬러필터들(191, 192, 193)이 블랙매트릭스(180)의 일부를 커버할 수 있다.
- [0084] 일반적으로 외광 반사를 줄이기 위해 사용하는 상당한 두께의 편광 필름을 사용하는데, 본 실시예에는 컬러필터(190)를 이용하여 외광 반사를 줄이기 때문에 편광 필름을 사용할 필요가 없으므로 유기 발광 표시 장치(100)의 두께를 줄일 수 있다. 이와 같은 박형의 표시 장치는 폴더블 또는 벤더블 표시 장치에 적용하기가 유리하다.
- [0085] 상술한 바와 같이 컬러 필터(190)를 이용하여 외광 반사를 줄일 수는 있으나, 화소 설계 시 많이 사용되는 마름모나 사각형의 화소 전극과, 이러한 화소 전극의 모양을 따라 마름모나 사각형 형상의 개구를 갖는 화소 정의막은, 특정한 방향으로 강화된 특정 대역의 광이 강하게 반사되어 외광의 색 분리 현상이 발생한다.
- [0086] 도 5a는 비교예로서, 화소 정의막(115)의 개구 형상을 마름모 또는 사각형으로 설계한 도면이고, 도 5b는 도 5a의 반사 광의 회절 분포를 나타낸 도면이다.
- [0087] 도 5a를 참조하면 화소 정의막(115)의 각 개구에 제1 내지 제3 발광층(141, 142, 143)이 배치되어 있다. 도면에

도시되어 있지는 않으나 화소 정의막(115) 상에 전체적으로 공통 전극(150)이 배치되어 있다.

- [0088] 비교예와 같이 화소 정의막(115)의 개구 형상을 마름모 또는 사각형으로 설계한 경우, 각 도형의 꼭지점 부근에 입사한 외광은 반사 각이 특정한 방향으로 강화되어 특정 대역의 광이 강하게 반사된다. 그 결과, 복수의 반사 광이 혼합되더라도 백색광이 아닌 특정 파장대의 광이 방출되어 표시 화면이 특정한 색감을 띄게 된다.
- [0089] 도 6a는 본 실시예로서, 화소 정의막(115)의 개구 형상을 원형으로 설계한 도면이고, 도 6b는 도 6a의 반사 광의 회절 분포를 나타낸 도면이다.
- [0090] 도 6a를 참조하면 화소 정의막(115)의 각 개구에 제1 내지 제3 발광층(141, 142, 143)이 배치되어 있다. 도면에 도시되어 있지는 않으나 화소 정의막(115) 상에 전체적으로 공통 전극(150)이 배치되어 있다.
- [0091] 본 실시예와 같이 화소 정의막(115)의 개구 형상을 원형으로 설계한 경우, 반사 각이 무정형이 되므로 특정 방향으로 강화되지 않고, 여러 대역의 파장이 혼합되어 백색광으로 방출된다. 따라서, 화상을 표시하기 위하여 유기 발광 소자에서 방출되는 이미지에 영향을 주지 않는다.
- [0092] 상술한 바와 같이 외부로부터 입사하여 컬러필터(190)를 통과한 광의 일부는 소멸되고, 일부는 컬러필터(190) 아래에 배치된 금속 구조물들, 예를 들어 본 실시예의 경우 화소 정의막(115) 상에 배치된 공통 전극(150)에 의해 반사된다.
- [0093] 한편, 본 실시예의 경우, 화소 정의막(115)이 블랙매트릭스(180)와 마찬가지로 광차단 물질을 포함하기 때문에, 화소 정의막(115) 하부에 배치된 금속 구조물들, 예를 들어 화소 전극(PX1, PX2, PX3), 박막 트랜지스터(TFT1, TFT2, TFT3), 커패시터(미도시)와 같은 구조물에 의한 외광 반사는 영향이 적다.
- [0094] 따라서, 본 실시예에서는 광차단 물질을 포함하는 화소 정의막에 원형의 제1 개구를 형성하고, 제1 개구와 중첩되는 위치에 제1 개구보다 큰 원형의 블랙매트릭스를 배치함으로써, 외광의 반사 색 분리 현상을 줄여 표시 품질을 개선할 수 있다.
- [0095] 여기서 원형이 의미는 이상적으로는 중심에서 원주까지의 거리가 일정한 도형을 의미하지만, 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니다. 다각형의 이웃하는 변의 교차점의 중심각이 상당히 작게 형성되어, 반사광이 특정 대역으로 강화되는 것을 방지할 수 있을 정도라면, 본 실시예의 원형의 형상에 대응된다고 해석될 수 있다.
- [0096] 이하, 도 7 내지 도 9를 참조하여 본 발명의 제2 실시예를 설명한다.
- [0097] 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(200)의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이고, 도 8은 도 7의 제1 화소(PX1)의 일부를 개략적으로 도시한 단면도이고, 도 9는 도 7의 제1 화소(PX1)의 일부를 개략적으로 도시한 사시도이다.
- [0098] 전술한 제1 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(100)와 비교 시, 차이점을 중심으로 설명할 수 있다. 제1 실시예의 유기 발광 표시 장치(100)와 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 나타낸다.
- [0099] 도 7 내지 도 9를 참조하면, 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(200)는 복수의 화소(PX1, PX2, PX3)를 포함하고, 원형의 제1 화소 전극(131, 132, 133), 제1 개구(C11, C12, C13)를 가진 화소 정의막(115), 봉지층(160), 원형의 제2 개구(C21, C22, C23)를 가진 블랙매트릭스(180), 및 컬러필터(190)를 포함한다.
- [0100] 본 실시예에서 복수의 화소(PX1, PX2, PX3)에 형성되고 원형의 제1 화소 전극(131, 132, 133)과, 제1 화소 전극(131, 132, 133)에 중첩되도록 배치되고 원형의 제2 개구(C21, C22, C23)를 가진 블랙매트릭스(180)는, 유기 발광 표시 장치(200)의 외부로부터 입사된 광이 소자 내부에서 반사되어 외부로 방출될 때, 반사광의 색이 분리되거나 퍼지는 현상을 감소시킬 수 있다.
- [0101] 본 실시예의 유기 발광 표시 장치(200)는 기판(110) 상에 표시 영역(DA)과, 표시 영역(DA) 외곽에 위치한 비표시 영역인 주변 영역(PA)이 구비되고, 기판(110) 상에 복수의 박막 트랜지스터(TFT1, TFT2, TFT3)가 배치된다.
- [0102] 제1 박막트랜지스터(TFT1)는 반도체층(121), 게이트 전극(122), 소스 전극(123)과 드레인 전극(124)을 포함하고, 반도체층(121)과 게이트 전극(122) 사이에 게이트 절연막(112)이 위치한다. 게이트 전극(122)과 소스 전극(123) 사이, 게이트 전극(122)과 드레인 전극(124) 사이에는 층간 절연막(113)이 위치한다. 소스 전극(123)과 드레인 전극(124) 상에 평탄화층(114)이 위치한다.
- [0103] 표시 영역(DA)에서, 평탄화층(114) 상에는, 제1 화소전극(131), 제2 화소전극(132), 제3 화소전극(133)이 배치된다. 각 화소전극(131, 132, 133)은 평탄화막(114)에 형성된 비아홀(미도시)을 통해 박막트랜지스터(TFT1,

TFT2, TFT3)의 드레인 전극(124)과 연결된다.

- [0104] 각 화소전극(131, 132, 133)은 반사형 전극 또는 반투과형 전극으로 형성될 수 있다. 반사형 전극으로 형성될 때에는 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr 및 이들의 화합물 등으로 형성된 반사막과, 반사막의 상부 및/또는 하부에 배치된 투명 도전층을 포함할 수 있다. 투명 도전층은 IT0, IZO, ZnO, In2O3, IG0, 및 AZO를 포함하는 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [0105] 본 실시예에서 제1 화소전극(131), 제2 화소전극(132), 제3 화소전극(133)은 각각 원형으로 형성된다. 원형으로 형성된 각 화소전극(131, 132, 133)의 직경은 서로 상이할 수 있다.
- [0106] 각 화소전극(131, 132, 133) 위에 유기 발광층(141, 142, 143)을 포함하는 중간층(미도시)이 형성되고, 각 화소(PX1, PX2, PX3)의 유기 발광층(141, 142, 143) 상에는 모든 화소에 일체(一體)로 형성된 공통 전극(150)이 형성된다. 공통 전극(150)은 투과형 전극 일 수 있다.
- [0107] 화소 정의막(115)은 각 화소 전극(131, 132, 133)의 가장자리를 둘러싸고 중앙부를 노출시키는 제1 개구(C11, C12, C13)를 가지고, 제1 개구(C11, C12, C13)들은 서로 다른 직경을 가질 수 있다.
- [0108] 제1 실시예와 달리, 본 실시예의 화소 정의막(115)은 광 투과성 물질로 구성된다. 즉, 제1 실시예와 같이 광차단 물질을 포함할 필요가 없다. 또한, 화소 정의막(115)에 형성된 제1 개구(C11, C12, C13)의 형상이 반드시 원형일 필요는 없다.
- [0109] 공통 전극(150) 상에 유기 발광 소자를 밀봉하여 외기에 포함된 수분과 산소의 침투를 방지하는 봉지층(160)이 형성된다. 봉지층(160)은 제1 무기층(161), 유기층(162) 및 제2 무기층(163)을 포함한다.
- [0110] 봉지층(160) 상에, 1 절연층(171)과, 제1 절연층(171) 상에 형성된 제2 절연층(172)과, 제1 절연층(171)과 제2 절연층(172) 사이에 형성된 복수의 터치 전극(173)을 포함하는 터치 감지층(170)이 구비된다.
- [0111] 터치 감지층(170) 상에 블랙매트릭스(180)과 컬러 필터(190)가 배치된다.
- [0112] 블랙매트릭스(180)는 전술한 실시예와 마찬가지로 광을 차단시킬 수 있는 물질을 포함한다. 표시 영역(DA)의 블랙매트릭스(180)는 각 화소(PX1, PX2, PX3)의 발광 영역을 개구시키는 원형의 제2 개구(C21, C22, C23)를 갖는다. 블랙매트릭스(180)의 제2 개구(C21, C22, C23) 각 화소(PX1, PX2, PX3)의 화소 정의막(115)에 형성된 제1 개구(C11, C12, C13)와 중첩되도록 배치되며, 원형의 제1 화소 전극(131, 132, 133) 보다 크게 형성된다.
- [0113] 예를 들어, 도 8 및 도 9를 참조하면, 제1 화소(PX1)에서, 블랙매트릭스(180)의 제2 개구(C21)의 직경(L12)은 원형의 제1 화소 전극(131)의 직경(L11)보다 크게 형성된다. 블랙매트릭스(180)의 제2 개구(C21)의 크기를 크게 할수록 유기 발광 표시 장치(100)의 측면 시인성이 좋아진다.
- [0114] 주변 영역(PA)의 블랙매트릭스(180)는 개구 없이 주변 영역(PA) 전체를 둘러쌀 수 있다. 주변 영역(PA)을 둘러싸는 블랙매트릭스(180)는 주변 영역(PA)에 배치된 다양한 배선들에 의한 외광의 반사를 저감시킬 수 있다.
- [0115] 각 화소(PX1, PX2, PX3)의 발광 영역에는 컬러필터(190)가 배치된다. 예를 들어, 제1 화소(PX1)가 적색광을 방출하는 경우, 제1 컬러 필터(191)는 적색광을 필터링하고, 제2 화소(PX2)가 녹색광을 방출하는 경우, 제2 컬러 필터(192)는 녹색광을 필터링하고, 제3 화소(PX3)가 청색광을 방출하는 경우, 제3 컬러 필터(193)는 청색광을 필터링 할 수 있다.
- [0116] 전술한 바와 같이 컬러필터(190)은 외광 반사를 줄일 수 있으나, 본 실시예와 같이 화소 정의막(115)이 광 투과성 물질로 구성된 경우, 화소 정의막(115)의 형상이나 공통 전극(150)에 의한 반사 광의 영향에 비하여, 반사 전극으로 기능하는 화소 전극(131, 132, 133)에서 반사된 광의 영향이 매우 크다.
- [0117] 본 실시예에서는 화소 설계 시 많이 사용되는 마름모나 사각형의 화소 전극 대신 원형의 화소 전극(131, 132, 133)을 형성하고, 화소 전극(131, 132, 133)과 중첩되는 위치에 화소 전극(131, 132, 133)의 직경보다 큰 원형의 블랙매트릭스(180)를 배치함으로써, 외광의 반사 색 분리 현상을 줄여 표시 품질을 개선할 수 있다.
- [0118] 이와 같이 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

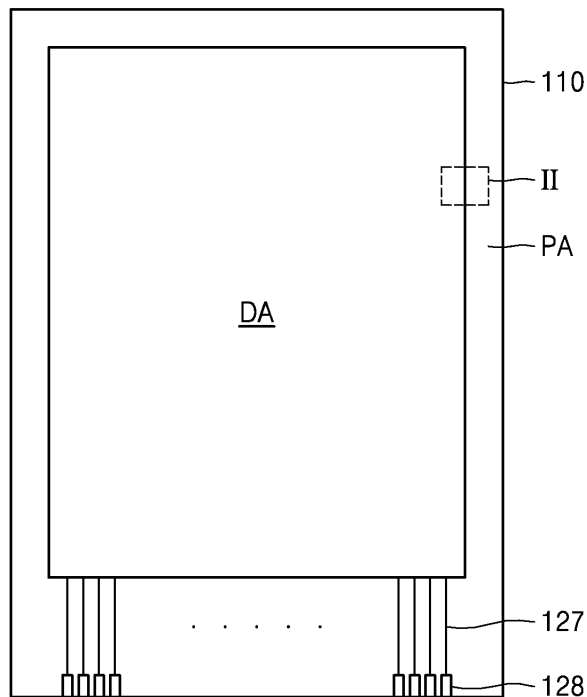
부호의 설명

[0119]

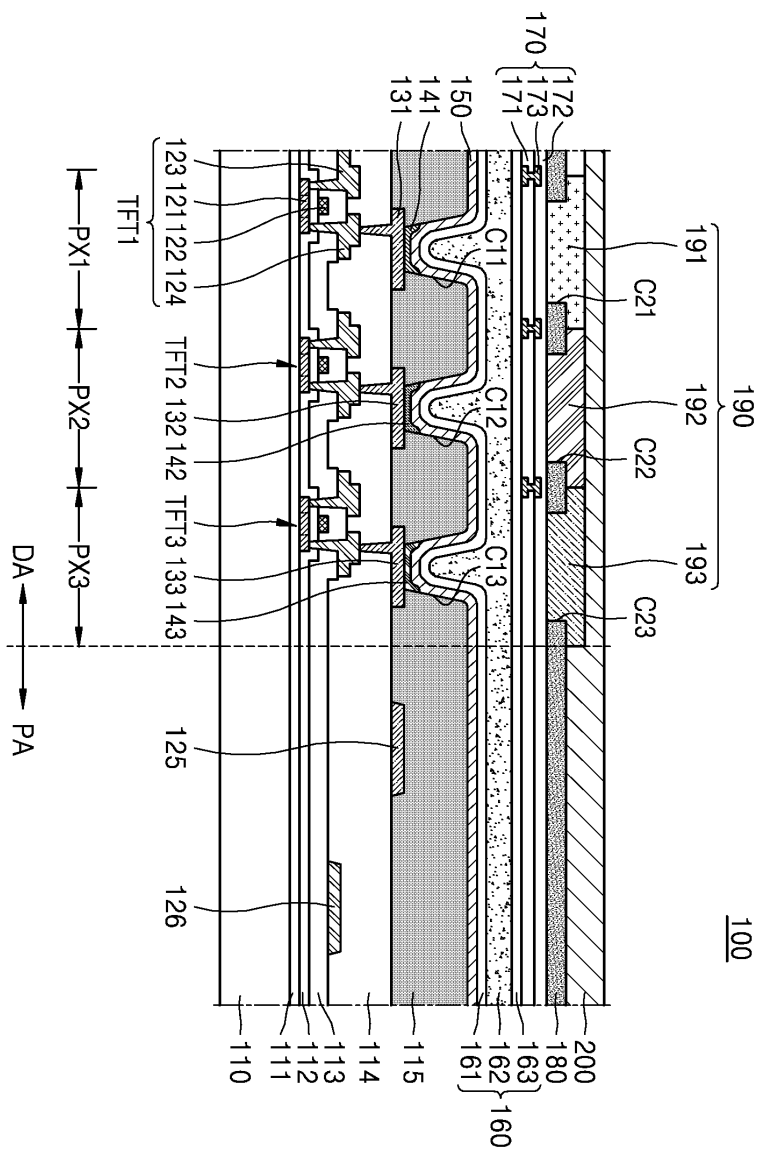
100: 유기 발광 표시 장치 110: 기판
 111: 버퍼층 112: 게이트 절연막
 113: 층간 절연막 114: 평탄화층
 115: 화소정의막 121: 반도체층
 122: 게이트 전극 123: 소스 전극
 124: 드레인 전극 125: 제1 전원 공급배선
 126: 제2 전원 공급배선 127: 배선부
 128: 패드 전극 131: 제1 화소 전극
 132: 제2 화소 전극 133: 제3 화소 전극
 141: 제1 유기 발광층 142: 제2 유기 발광층
 143: 제3 유기 발광층 150: 공통 전극
 160: 봉지층 170: 터치 감지층
 180: 블랙매트릭스 190: 컬러 필터
 DA: 발광 영역 PA: 주변 영역
 PX1, PX2, PX3: 화소 C11, C12, C13: 제1 개구
 C21, C22, C23: 제2 개구

도면

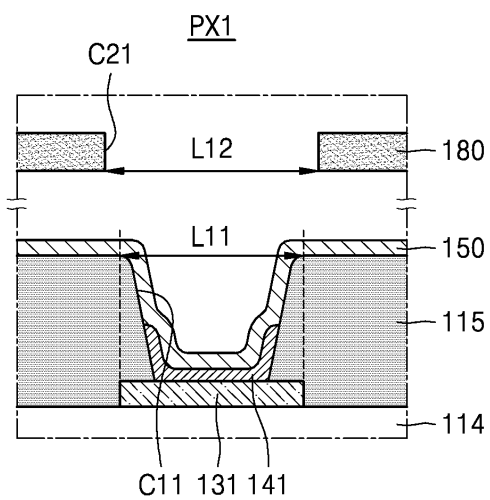
도면1



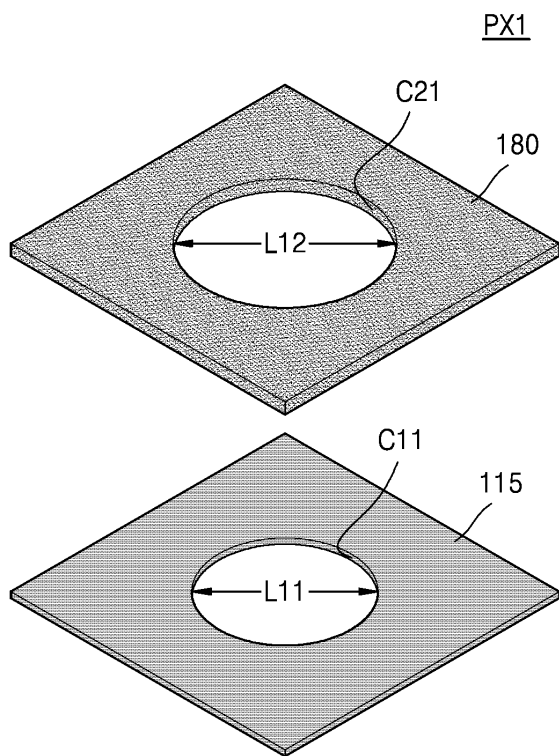
도면2



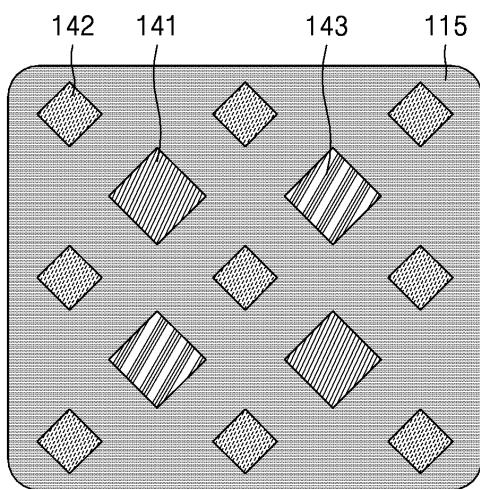
도면3



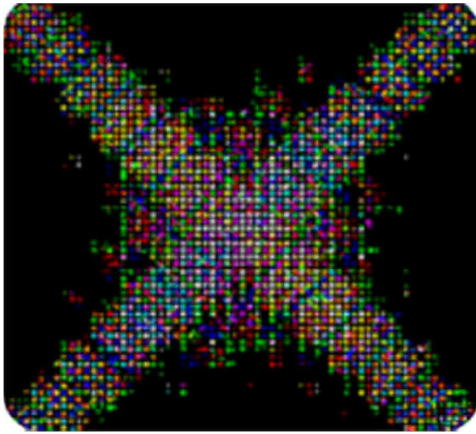
도면4



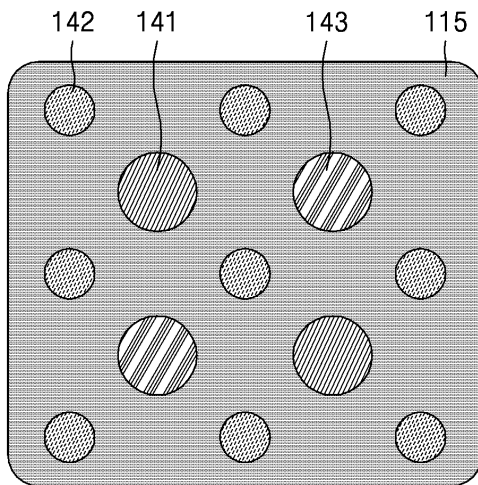
도면5a



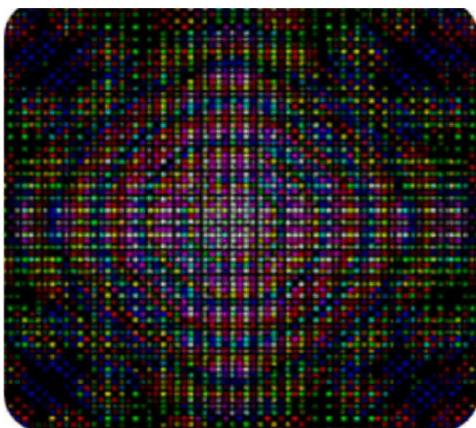
도면5b



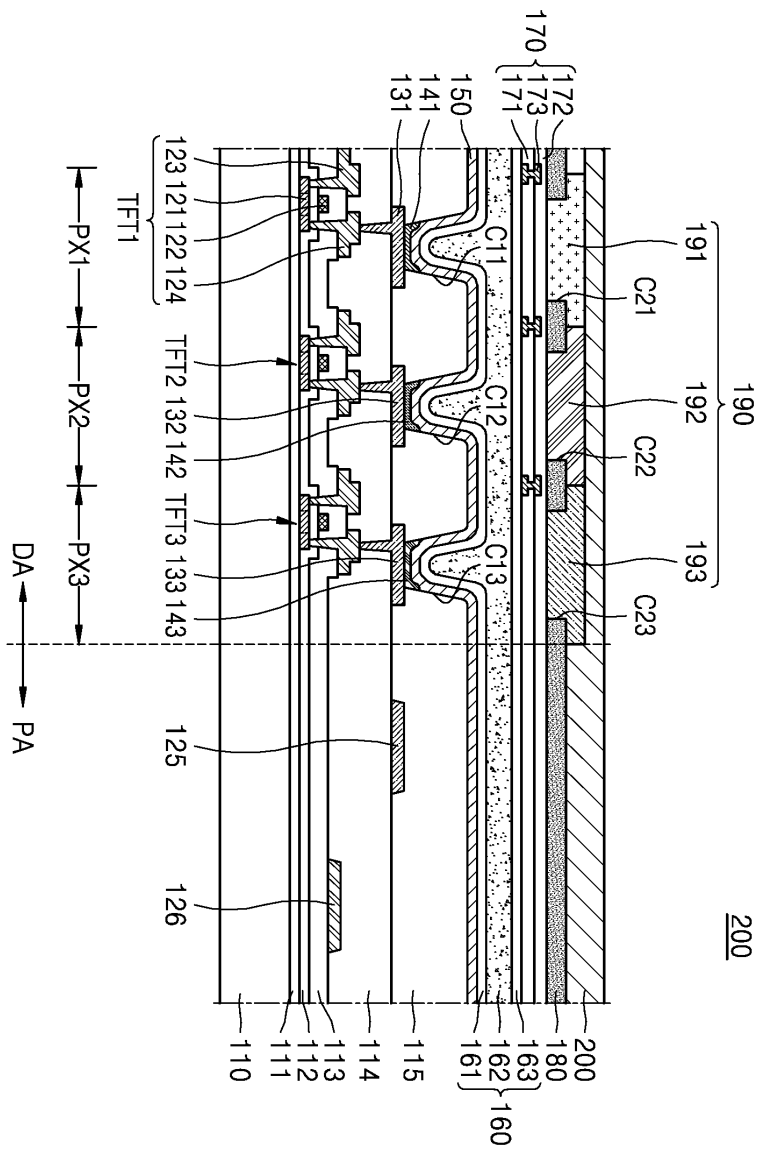
도면6a



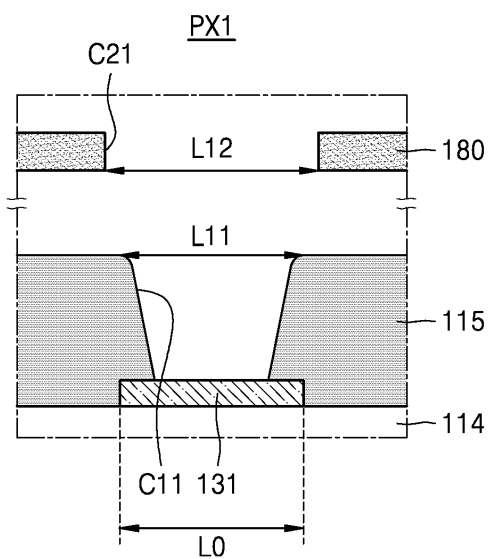
도면6b



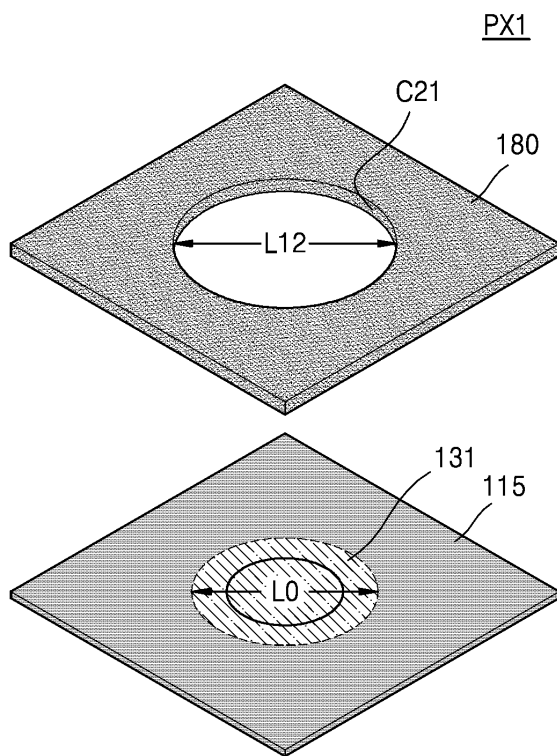
도면7



도면8



도면9



This cross-sectional diagram illustrates a multi-layered semiconductor device. The top surface features three distinct regions labeled 190, 191, 192, and 193, which are part of a larger structure 100. Below these, there are several horizontal layers, including a patterned layer 170 with sub-layers 171, 172, and 173. A central core region contains three U-shaped structures labeled C11, C12, and C13, which are surrounded by a material 160. These structures are supported by a base layer 150. Below the base layer, there are additional layers 141, 142, and 143, followed by a series of vertical pillars or vias labeled TFT1, TFT2, TFT3, TFT4, and TFT5. The bottom-most layer consists of a substrate 110 with various conductive and insulating layers 111 through 116. Arrows at the bottom indicate directions DA (downward) and PA (parallel to the surface).