



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0056705
(43) 공개일자 2016년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/32 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
H01L 51/56 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0157358
(22) 출원일자 2014년11월12일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
허정행
경기도 파주시 책향기로 448, 1206동 1104호 (동
패동, 책향기마을진흥효자아파트)
한창욱
서울특별시 마포구 월드컵북로38길 53, 105동
1702호 (중동, 월드컵참누리아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 20 항

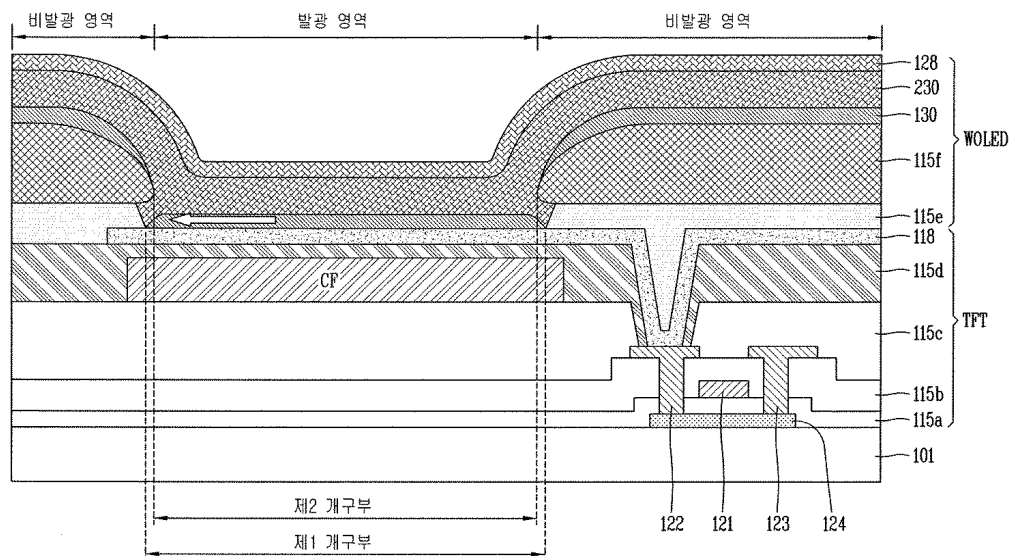
(54) 발명의 명칭 백색 유기전계발광 표시장치 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명의 백색 유기전계발광 표시장치 및 그 제조방법은 बैं크(bank) 하부에 무기 절연물질로 이루어진 버퍼층을 개재하여 발광영역과 비발광영역 사이에 단차를 만들어 주는 한편, 버퍼층을 오버 식각하여 बैं크 측면을 오버행(overhang) 형태로 만들어줌으로써 캐리어 발생층의 리튬(Li) 이동을 차단하여 인접 서브-픽셀이 발광되는 불량을 방지하는 것을 특징으로 한다.

이에 의하면, 캐리어 발생층 내에 리튬의 도핑량을 증가시킬 수 있게 되어 유기전계발광 표시장치의 수명을 개선할 수 있는 효과를 제공한다.

대표도



(72) 발명자

이재만

서울특별시 마포구 독막로 266, 111동 1101호 (대
흥동, 태양아파트)

김태식

경기도 용인시 기흥구 공세로 76, 101동 1302호 (고
매동, 세원아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

적, 녹, 청 및 백색의 서브-픽셀이 매트릭스 형태로 구획되는 기관;

상기 기관의 서브-픽셀 각각에 배치된 제 1 전극;

상기 제 1 전극이 배치된 기관 위에 배치되며, 상기 제 1 전극을 노출시키는 제 1 개구부를 갖는 버퍼층;

상기 버퍼층 위에 배치되며, 상기 제 1 전극을 노출시키는 제 2 개구부를 갖는 बैं크;

상기 बैं크가 배치된 기관 위에 적층되며, 상기 제 1 개구부와 상기 बैं크에 구분되어 적층되는 제 1 유기 발광층;

상기 제 1 유기 발광층 위에 배치된 제 2 유기 발광층; 및

상기 제 2 유기 발광층 위에 배치된 제 2 전극을 포함하며,

상기 버퍼층은 정테이퍼 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 적, 녹 및 청색의 서브-픽셀에 각각 배치된 적, 녹 및 청색의 서브-컬러필터를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 버퍼층은 실리콘질화막(SiN_x), 실리콘산화막(SiO_2) 또는 인듐-틴-징크-옥사이드(Indium Tin Zinc Oxide; ITZO)의 무기 절연물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 버퍼층은 1000 ~ 2500 Å의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 버퍼층은 상기 제 1 전극의 상면에 대해 50 ~ 90°의 경사를 갖는 정테이퍼 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 버퍼층은 상기 बैं크의 측면 가장자리보다 더 안쪽으로 들어가 상기 बैं크 측면이 오버행(overhang) 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 유기 발광층은 제 1 정공주입층, 발광층 및 제 1 전자수송층을 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 제 2 유기 발광층은 제 2 정공주입층, 발광층 및 제 2 전자수송층을 포함하고, 상기 제 1 유기 발광층과 상기 제 2 유기 발광층 사이에 캐리어 발생층을 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 제 2 유기 발광층 위에 위치하는 제 3 유기 발광층을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 제 2 유기 발광층과 제 3 유기 발광층 사이에 캐리어 발생층을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광 표시장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 제 1 개구부는 상기 제 2 개구부보다 더 큰 폭을 가지 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 12

적, 녹, 청 및 백색의 서브-픽셀이 매트릭스 형태로 구획되는 기판을 준비하는 단계;

상기 기판의 서브-픽셀 각각에 제 1 전극을 형성하는 단계;

상기 제 1 전극이 형성된 기판 위에 무기막을 형성하는 단계;

상기 무기막이 형성된 기판 위에 상기 제 1 전극의 일부를 노출시키는 유기막 패턴을 형성하는 단계;

상기 무기막을 선택적으로 식각하여 정테이퍼 형상을 가진 버퍼층을 형성하는 단계;

상기 버퍼층이 형성된 기판 위에 상기 유기막 패턴을 애싱(ashing)하여 뱅크를 형성하는 단계;

상기 뱅크가 형성된 기판 위에 제 1 유기 발광층을 형성하는 단계;

상기 제 1 유기 발광층 위에 상기 제 1 유기 발광층을 덮도록 제 2 유기 발광층을 형성하는 단계; 및

상기 제 2 유기 발광층 위에 제 2 전극을 형성하는 단계를 포함하는 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 무기막은 실리콘질화막(SiN_x), 실리콘산화막(SiO_2) 또는 인듐-틴-징크-옥사이드 (Indium Tin Zinc Oxide; ITZO)의 무기 절연물질로 형성하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서, 상기 무기막은 1000 ~ 2500Å의 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서, 상기 유기막 패턴을 형성한 후에 130℃의 온도에서 1000s 동안 큐어링(curing) 공정을 진행하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

청구항 16

제 12 항에 있어서, 상기 버퍼층은 상기 제 1 전극의 상면에 대해 50 ~ 90°의 경사를 갖는 정테이퍼 형상을 가지도록 형성되는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

청구항 17

제 12 항에 있어서, 상기 버퍼층을 오버 식각하여 상기 유기막 패턴의 측면 가장자리보다 더 안쪽으로 들어가도록 패터닝하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

청구항 18

제 12 항에 있어서, 상기 뱅크는 상기 유기막 패턴을 애싱한 후에 큐어링(curing) 공정으로 형성하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

청구항 19

제 12 항에 있어서, 상기 큐어링 공정은 230℃의 온도에서 60min 동안 진행되는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

청구항 20

제 12 항에 있어서, 상기 버퍼층은 상기 제 1 전극을 노출시키는 제 1 개구부를 가지도록 형성되며, 상기 제 1 유기 발광층은 상기 제 1 개구부와 상기 बैं크에 구분되어 형성되는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 백색 유기전계발광 표시장치 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 정보 디스플레이에 관한 관심이 고조되고 휴대가 가능한 정보매체를 이용하려는 요구가 높아지면서 기존의 표시장치인 브라운관(Cathode Ray Tube; CRT)을 대체하는 경량 박형 평판표시장치(Flat Panel Display; FPD)에 대한 연구 및 상업화가 중점적으로 이루어지고 있다.

[0003] 이러한 평판표시장치 분야에서, 지금까지는 가볍고 전력소모가 적은 액정표시장치(Liquid Crystal Display Device; LCD)가 가장 주목받는 디스플레이 장치였지만, 액정표시장치는 발광소자가 아니라 수광소자이며 밝기, 명암비(contrast ratio) 및 시야각 등에 단점이 있기 때문에 이러한 단점을 극복할 수 있는 새로운 디스플레이 장치에 대한 개발이 활발하게 전개되고 있다.

[0004] 새로운 디스플레이 장치 중 하나인 유기전계발광 표시장치는 자체발광형이기 때문에 액정표시장치에 비해 시야각과 명암비 등이 우수하며 백라이트(backlight)가 필요하지 않기 때문에 경량 박형이 가능하고, 소비전력 측면에서도 유리하다. 그리고, 직류 저전압 구동이 가능하고 응답속도가 빠르다는 장점이 있으며, 특히 제조비용 측면에서도 유리한 장점을 가지고 있다.

[0005] 이러한 유기전계발광 표시장치의 제조공정에는 액정표시장치나 플라즈마 표시패널(Plasma Display Panel; PDP)과는 달리 증착 및 봉지(encapsulation) 공정이 공정의 전부라고 할 수 있기 때문에 제조공정이 매우 단순하다. 또한, 각 서브-픽셀(sub pixel)마다 스위칭소자인 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor; TFT)를 가지는 능동 매트릭스(active matrix) 방식으로 유기전계발광 표시장치를 구동하게 되면, 낮은 전류를 인가하더라도 동일한 휘도를 나타내므로 저소비 전력, 고정세 및 대형화가 가능한 장점을 가진다.

[0006] 이하, 유기전계발광 표시장치의 기본적인 구조 및 동작 특성에 대해서 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0007] 도 1은 일반적인 유기발광다이오드의 발광원리를 설명하는 다이어그램이다.

[0008] 일반적으로 유기전계발광 표시장치는 도 1과 같이, 유기발광다이오드를 구비한다.

[0009] 이때, 유기발광다이오드는 화소전극인 양극(anode)(18)과 공통전극인 음극(cathode)(28) 및 이들 사이에 형성된 유기 발광층(30a, 30b, 30c, 30d, 30e)을 구비한다.

[0010] 그리고, 유기 발광층(30a, 30b, 30c, 30d, 30e)은 정공주입층(Hole Injection Layer; HIL)(30a), 정공수송층(Hole Transport Layer; HTL)(30b), 발광층(Emission Layer; EML)(30c), 전자수송층(Electron Transport Layer; ETL)(30d) 및 전자주입층(Electron Injection Layer; EIL)(30e)을 포함한다.

[0011] 양극(18)과 음극(28)에 구동전압이 인가되면 정공수송층(30b)을 통과한 정공과 전자수송층(30d)을 통과한 전자가 발광층(30c)으로 이동되어 엑시톤(exciton)을 형성하고, 그 엑시톤이 안정한 상태로 되면서 에너지가 빛으로 전환되며 빛을 발산하게 된다.

[0012] 유기전계발광 표시장치는 전술한 구조의 유기발광다이오드를 가지는 서브-픽셀을 매트릭스 형태로 배열하고 그 서브-픽셀들을 데이터전압과 스캔전압으로 선택적으로 제어함으로써 화상을 표시한다.

[0013] 이때, 유기전계발광 표시장치는 수동 매트릭스(passive matrix) 방식 또는 스위칭소자로서 박막 트랜지스터를

이용하는 능동 매트릭스(active matrix) 방식으로 나뉘어진다. 이 중 능동 매트릭스 방식은 능동소자인 박막 트랜지스터를 선택적으로 턴-온(turn on)시켜 서브-픽셀을 선택하고 스토리지 커패시터에 유지되는 전압으로 서브-픽셀의 발광을 유지한다.

- [0014] 이와 같이 구동되는 유기전계발광 표시장치는 빛이 방출되는 방향에 따라 전면발광(top emission) 방식과 후면 발광(bottom emission) 방식 및 양면발광(dual emission) 방식으로 구분될 수 있다.
- [0015] 유기전계발광 표시장치에는 적어도 2개의 유기 발광층을 이용하여 백색을 발광하는 백색 유기전계발광 표시장치가 있다. 백색 유기전계발광 표시장치는 유기 발광층이 백색을 발광하기 때문에 이를 적(Red; R), 녹(Green; G) 및 청색(Blue; B)의 빛으로 변환하기 위한 컬러필터가 사용된다.
- [0016] 백색 유기전계발광 표시장치에 배치된 서브-픽셀은 스위칭 트랜지스터, 구동 트랜지스터 및 커패시터를 포함하는 트랜지스터부와 구동 트랜지스터에 연결된 제 1 전극, 제 1 유기 발광층, 제 2 유기 발광층 및 제 2 전극을 포함하는 발광부를 포함한다.
- [0017] 위와 같은 구조를 갖는 백색 유기 전계발광 표시장치는 매트릭스 형태로 배치된 복수의 서브-픽셀에 스캔 신호, 데이터 신호 및 전원 등이 공급되면, 선택된 서브-픽셀이 백색을 발광하게 되고 컬러필터를 통해 적, 녹 및 청색의 빛이 출사됨으로써 영상을 표시할 수 있다.
- [0018] 이러한 백색 유기전계발광 표시장치는 구동전압을 감소시키고 효율을 증가시키기 위해 2개의 유기 발광층이 적층된 2스택(stack) 구조로 이루어져 있고, 2개의 스택, 즉 2개의 유기 발광층 사이에는 캐리어 발생층(Carrier Generation Layer; CGL)이 위치한다. 유기 발광층을 2개의 스택으로 구성하는 경우, 캐리어 발생층(CGL)은 제 1 스택과 제 2 스택 사이의 전하의 균형을 조절하게 된다. 그런데, 캐리어 발생층이 사용된 종래 백색 유기전계발광 표시장치는 모노 컬러(mono color) 점등 시 인접한 서브-픽셀도 동시에 점등되어 색 이상이 발생하게 된다.
- [0019] 도 2는 일반적인 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 발광 불량을 예를 들어 보여주는 사진이다.
- [0020] 도 2를 참조하면, 일 예로 적색(R)의 모노 컬러를 점등할 때 인접 서브-픽셀인 백색(W) 서브-픽셀도 동시에 점등되어 서브-픽셀 간의 혼색 발생은 물론 서브-픽셀 간의 간섭에 의해 표시품질이 저하되는 문제가 있다.
- [0021] 이는 캐리어 발생층에 도핑되는 리튬(Li)의 양이 증가할 경우 소자의 수명이 향상되는 효과가 있으나, 이 도핑량이 과도할 경우 많은 양의 리튬(Li)이 이동하게 되어 누설전류(leakage current)가 발생하게 된다.
- [0022] 이와 같이 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 여러 스택을 만들기 위해서는 캐리어의 전하 균형을 조절하기 위한 다수의 캐리어 발생층이 필요하다. 그러나, 캐리어 발생층 중 전자를 발생시키는 NCGL의 경우에는 리튬이라는 물질을 도핑 하게 된다. 이때, 인가된 전하는 리튬을 통해 음극으로 이동하기도 하지만, 전이를 통해 인접 서브-픽셀로 전하가 이동되어 인접 서브-픽셀을 발광시키는 불량을 야기하고 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0023] 본 발명은 상기한 문제를 해결하기 위한 것으로, 발광 불량을 방지할 수 있는 백색 유기전계발광 표시장치 및 그 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.
- [0024] 기타, 본 발명의 다른 목적 및 특징들은 후술되는 발명의 구성 및 특허청구범위에서 설명될 것이다.

과제의 해결 수단

- [0025] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 적, 녹, 청 및 백색의 서브-픽셀이 매트릭스 형태로 구획되는 기판, 기판의 서브-픽셀 각각에 배치된 제 1 전극, 제 1 전극이 배치된 기판 위에 배치되며, 제 1 전극을 노출시키는 제 1 개구부를 갖는 버퍼층, 버퍼층 위에 배치되며, 제 1 전극을 노출시키는 제 2 개구부를 갖는 बैं크, बैं크가 배치된 기판 위에 적층되며, 제 1 개구부와 बैं크에 구분되어 적층되는 제 1 유기 발광층, 제 1 유기 발광층 위에 배치된 제 2 유기 발광층 및 제 2 유기 발광층 위에 배치된 제 2 전극을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0026] 버퍼층은 정테이퍼 형상을 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 적, 녹 및 청색의 서브-픽셀에 각각 배치된

적, 녹색 및 청색의 서브-컬러필터를 추가로 포함할 수 있다.

- [0028] 버퍼층은 실리콘질화막(SiNx), 실리콘산화막(SiO_2) 또는 인듐-틴-징크-옥사이드(Indium Tin Zinc Oxide; ITZO)의 무기 절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0029] 버퍼층은 1000 ~ 2500Å의 두께를 가질 수 있다.
- [0030] 버퍼층은 제 1 전극의 상면에 대해 50 ~ 90°의 경사를 갖는 정테이퍼 형상을 가질 수 있다.
- [0031] 버퍼층은 बैं크의 측면 가장자리보다 더 안쪽으로 들어가 बैं크 측면이 오버행(overhang) 형태를 가질 수 있다.
- [0032] 제 1 유기 발광층은 제 1 정공주입층, 발광층 및 제 1 전자수송층을 포함할 수 있다.
- [0033] 제 2 유기 발광층은 제 2 정공주입층, 발광층 및 제 2 전자수송층을 포함할 수 있다.
- [0034] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 제 2 유기 발광층 위에 위치하는 제 3 유기 발광층을 추가로 포함할 수 있다.
- [0035] 이때, 제 2 유기 발광층과 제 3 유기 발광층 사이에 캐리어 발생층을 포함할 수 있다.
- [0036] 제 1 개구부는 제 2 개구부보다 더 큰 폭을 가질 수 있다.
- [0037] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법은 적, 녹색, 청 및 백색의 서브-픽셀이 매트릭스 형태로 구획되는 기판을 준비하는 단계, 기판의 서브-픽셀 각각에 제 1 전극을 형성하는 단계, 제 1 전극이 형성된 기판 위에 무기막을 형성하는 단계, 무기막이 형성된 기판 위에 제 1 전극의 일부를 노출시키는 유기막 패턴을 형성하는 단계, 무기막을 선택적으로 식각하여 정테이퍼 형상을 가진 버퍼층을 형성하는 단계, 버퍼층이 형성된 기판 위에 유기막 패턴을 애싱(ashing)하여 बैं크를 형성하는 단계, बैं크가 형성된 기판 위에 제 1 유기 발광층을 형성하는 단계, 제 1 유기 발광층 위에 제 1 유기 발광층을 덮도록 제 2 유기 발광층을 형성하는 단계 및 제 2 유기 발광층 위에 제 2 전극을 형성하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0038] 이때, 무기막은 실리콘질화막(SiNx), 실리콘산화막(SiO_2) 또는 인듐-틴-징크-옥사이드(Indium Tin Zinc Oxide; ITZO)의 무기 절연물질로 형성할 수 있다.
- [0039] 무기막은 1000 ~ 2500Å의 두께로 형성할 수 있다.
- [0040] 유기막 패턴을 형성한 후에 130℃의 온도에서 1000s 동안 큐어링(curing) 공정을 진행할 수 있다.
- [0041] 버퍼층은 제 1 전극의 상면에 대해 50 ~ 90°의 경사를 갖는 정테이퍼 형상을 가지도록 형성할 수 있다.
- [0042] 버퍼층을 오버 식각하여 유기막 패턴의 측면 가장자리보다 더 안쪽으로 들어가도록 패터닝할 수 있다.
- [0043] बैं크는 유기막 패턴을 애싱한 후에 큐어링(curing) 공정으로 형성할 수 있다.
- [0044] 이때, 큐어링 공정은 230℃의 온도에서 60min 동안 진행할 수 있다.
- [0045] 버퍼층은 제 1 전극을 노출시키는 제 1 개구부를 가지도록 형성되며, 제 1 유기 발광층은 제 1 개구부와 बैं크에 구분되어 형성될 수 있다.

발명의 효과

- [0046] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치 및 그 제조방법은 बैं크 하부에 무기 절연물질로 이루어진 버퍼층을 개재하여 발광영역과 비발광영역 사이에 단차를 만들어 주고, 버퍼층을 오버 식각하여 बैं크 측면을 오버행 형태로 만들어줌으로써 누설 전류의 누설 경로를 차단하는 효과가 있다.
- [0047] 또한, बैं크 하부의 버퍼층에 의해 인접 서브-픽셀로 캐리어 발생층의 리튬 이동을 차단하여 인접 서브-픽셀이 발광되는 불량을 방지하는 것을 특징으로 한다. 이에 따라 캐리어 발생층 내에 리튬의 도핑량을 증가시킬 수 있게 되어 유기전계발광 표시장치의 수명을 개선할 수 있는 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0048] 도 1은 일반적인 유기발광다이오드의 발광원리를 설명하는 다이어그램.
- 도 2는 일반적인 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 발광 불량을 예를 들어 보여주는 사진.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치를 개략적으로 보여주는 블록도.

도 4는 유기전계발광 표시장치의 서브-픽셀에 대한 회로 구성을 보여주는 예시도.

도 5는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 서브-픽셀의 개략적인 단면 구조를 보여주는 예시도.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치의 서브-픽셀 일부를 개략적으로 보여주는 단면도.

도 7은 도 6에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 유기발광다이오드의 적층 구조를 개략적으로 보여주는 예시도.

도 8a 내지 도 8i는 도 6에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법을 순차적으로 보여주는 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0049] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 유기전계발광 표시장치 및 그 제조방법의 바람직한 실시예를 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0050] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 도면에서 층 및 영역들의 크기 및 상대적인 크기는 설명의 명료성을 위해 과장될 수 있다.
- [0051] 소자(element) 또는 층이 다른 소자 또는 "위(on)" 또는 "상(on)"으로 지칭되는 것은 다른 소자 또는 층의 바로 위뿐만 아니라 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다. 반면, 소자가 "직접 위(directly on)" 또는 "바로 위"로 지칭되는 것은 중간에 다른 소자 또는 층을 개재하지 않는 것을 나타낸다.
- [0052] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below, beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 소자 또는 구성 요소들과 다른 소자 또는 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 소자를 뒤집을 경우, 다른 소자의 "아래(below)" 또는 "아래(beneath)"로 기술된 소자는 다른 소자의 "위(above)"에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다.
- [0053] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며, 따라서 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0054] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치를 개략적으로 보여주는 블록도이다.
- [0055] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에는 영상처리부(115), 데이터변환부(114), 타이밍제어부(113), 데이터구동부(112), 게이트구동부(111) 및 표시패널(110)이 포함될 수 있다.
- [0056] 영상처리부(115)는 RGB 데이터신호(RGB)를 이용하여 평균화상레벨에 따라 최대 휘도를 구현하도록 감마전압을 설정하는 등 다양한 영상처리를 수행한 후 RGB 데이터신호(RGB)를 출력한다. 영상처리부(115)는 RGB 데이터신호(RGB)는 물론 수직 동기신호(Vsync), 수평 동기신호(Hsync), 데이터 인에이블 신호(DES) 및 클럭신호(CLK) 중 하나 이상을 포함하는 구동신호를 출력한다.
- [0057] 데이터변환부(114)는 RGB 데이터신호(RGB)를 WRGB 데이터신호와 R'G'B' 데이터신호로 변환하고, WRGB 데이터신호와 R'G'B' 데이터신호를 교번하여 출력한다. 데이터변환부(114)에 대한 구체적인 설명은 후술하기로 한다.
- [0058] 타이밍제어부(113)는 영상처리부(115) 또는 데이터변환부(114)로부터 수직 동기신호(Vsync), 수평 동기신호(Hsync), 데이터 인에이블 신호(DES) 및 클럭신호(CLK) 중 하나 이상을 포함하는 구동신호를 공급받는다. 타이밍제어부(113)는 구동신호에 기초하여 게이트구동부(111)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 게이트 타이밍 제어

신호(GCS)와 데이터구동부(112)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 데이터 타이밍 제어신호(DCS)를 출력한다.

- [0059] 타이밍 제어부(113)는 게이트 타이밍 제어신호(GCS)와 데이터 타이밍 제어신호(DCS)에 대응하여 WRGB 데이터신호와 R'G'B' 데이터신호를 포함하는 데이터신호(DATA)를 출력한다.
- [0060] 데이터구동부(112)는 타이밍제어부(113)로부터 공급된 데이터 타이밍 제어신호(DCS)에 응답하여 타이밍제어부(113)로부터 공급되는 데이터신호(DATA)를 샘플링하고 래치(latch)하여 감마 기준전압으로 변환하여 출력한다. 데이터구동부(112)는 데이터라인들(DL1 ~ DLn)을 통해 변환된 데이터신호(DATA)를 출력한다. 데이터구동부(112)는 IC(Integrated Circuit) 형태로 형성된다.
- [0061] 게이트구동부(111)는 타이밍제어부(113)로부터 공급된 게이트 타이밍 제어신호(GCS)에 응답하여 게이트전압의 레벨을 시프트 시키면서 게이트신호를 출력한다. 게이트구동부(111)는 게이트라인들(GL1 ~ GLm)을 통해 게이트신호를 출력한다. 게이트구동부(111)는 IC 형태로 형성되거나 표시패널(150)에 게이트-인-패널(Gate In Panel; GIP) 방식으로 형성된다.
- [0062] 표시패널(110)은 광효율을 증가시키면서 순색의 휘도 저하 및 색감 저하를 방지하기 위해 백색 서브-픽셀(SPw), 적색 서브-픽셀(SPr), 녹색-서브-픽셀(SPg) 및 청색-서브-픽셀(SPB)(이하, WRGB 서브-픽셀이라 함)을 포함하는 서브-픽셀 구조로 구현될 수 있다. 즉, 하나의 픽셀(P)은 WRGB 서브-픽셀(SPw, SPr, SPg, SPb)로 이루어진다.
- [0063] 도 4는 유기전계발광 표시장치의 서브-픽셀에 대한 회로 구성을 보여주는 예시도이다.
- [0064] 이때, 도 4에 도시된 서브-픽셀은 스위칭 트랜지스터, 구동 트랜지스터, 커패시터 및 유기발광다이오드를 포함하는 2T(Transistor)1C(Capacitor) 구조로 구성된 경우를 예를 들고 있다. 그러나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 보상회로가 추가된 경우에는 3T1C, 4T2C, 5T2C 등 다양하게 구성될 수 있다.
- [0065] 도 4를 참조하면, 유기전계발광 표시장치는 제 1 방향으로 배열된 게이트라인(GL) 및 제 1 방향과 교차하는 제 2 방향으로 서로 이격하여 배열된 데이터라인(DL)과 구동 전원라인(VDDL)에 의해 서브-픽셀영역이 정의된다.
- [0066] 하나의 서브-픽셀에는 스위칭 트랜지스터(SW), 구동 트랜지스터(DR), 커패시터(Cst), 보상회로(CC) 및 유기발광다이오드(OLED)가 포함될 수 있다.
- [0067] 유기발광다이오드(OLED)는 구동 트랜지스터(DR)에 의해 형성된 구동 전류에 따라 빛을 발광하도록 동작한다.
- [0068] 스위칭 트랜지스터(SW)는 게이트라인(GL)을 통해 공급된 게이트신호에 응답하여 데이터라인(DL)을 통해 공급되는 데이터신호가 커패시터(Cst)에 데이터전압으로 저장되도록 스위칭 동작한다.
- [0069] 구동 트랜지스터(DR)는 커패시터(Cst)에 저장된 데이터전압에 따라 구동 전원라인(VDDL)과 그라운드배선(GND) 사이로 구동 전류가 흐르도록 동작한다.
- [0070] 보상회로(CC)는 구동 트랜지스터(DR)의 문턱전압 등을 보상한다. 보상회로(CC)는 하나 이상의 트랜지스터와 커패시터로 구성될 수 있다. 보상회로(CC)의 구성은 매우 다양한바 이에 대한 구체적인 예시 및 설명은 생략한다.
- [0071] 위와 같은 구성을 갖는 서브-픽셀은 전술한 바와 같이 구조에 따라 전면발광 방식, 후면발광 방식 또는 양면발광 방식으로 구현될 수 있다.
- [0072] 도 5는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 서브-픽셀의 개략적인 단면 구조를 보여주는 예시도이다.
- [0073] 도 5를 참조하면, WRGB 서브-픽셀(SPw, SPr, SPg, SPb)은 백색 유기발광다이오드(WOLED)와 컬러필터(CFr, CFg, CFb)를 사용하는 방식으로 구현되거나, 유기발광다이오드에 포함된 발광 물질을 WRGB 색으로 구분하여 형성하는 방식 등으로 구현될 수 있다.
- [0074] 이중 백색 유기발광다이오드(WOLED)와 컬러필터(CFr, CFg, CFb)를 사용하는 방식은 다음과 같다.
- [0075] RGB 서브-픽셀(SPr, SPg, SPb)은 트랜지스터부(TFT), RGB 컬러필터(CFr, CFg, CFb) 및 백색 유기발광다이오드(WOLED)를 포함한다. 반면, 백색 서브-픽셀(SPw)은 트랜지스터부(TFT) 및 백색 유기발광다이오드(WOLED)를 포함한다.
- [0076] 즉, RGB 서브-픽셀(SPr, SPg, SPb)은 백색 유기발광다이오드(WOLED)로부터 출사된 백색의 광을 적, 녹 및 청색으로 변환시키기 위해 RGB 컬러필터(CFr, CFg, CFb)가 포함된다. 반면, 백색 서브-픽셀(SPw)은 백색 유기발광다이오드(WOLED)로부터 출사된 백색의 광을 그대로 출사하면 되기 때문에 컬러필터가 포함되지 않는다.

- [0077] WRGB 서브-픽셀(SPw, SP_r, SP_g, SP_b)을 사용하는 방식은 적, 녹 및 청색 발광 물질을 독립적으로 각 서브-픽셀에 증착하는 방식과 달리 백색 발광 물질을 모든 서브-픽셀에 증착하는 방식이다. 이 때문에, 이 방식은 파인 메탈 마스크(Fine Metal Mask; FMM)를 사용하지 않고도 대형화가 가능하고 수명 연장과 더불어 소비전력을 저감할 수 있다.
- [0078] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치의 서브-픽셀 일부를 개략적으로 보여주는 단면도이다.
- [0079] 이때, 도 6은 코플라나(coplanar) 구조의 박막 트랜지스터를 이용한 후면발광(bottom emission) 방식의 유기전계발광 표시장치의 하나의 서브-픽셀을 예를 들어 보여주고 있다. 다만, 본 발명이 코플라나 구조의 박막 트랜지스터나 후면발광 방식에 한정되는 것은 아니다.
- [0080] 그리고, 도 7은 도 6에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 유기발광다이오드의 적층 구조를 개략적으로 보여주는 예시도이다.
- [0081] 도 6을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 하나의 서브-픽셀에는 기판(101) 위에 형성된 트랜지스터(TFT)와 백색 유기발광다이오드(WOLED) 및 컬러필터(CF)가 포함될 수 있다.
- [0082] 우선, 트랜지스터(TFT)로 구동 박막 트랜지스터는 반도체층(124), 게이트전극(121), 소오스전극(122) 및 드레인전극(123)을 포함한다.
- [0083] 반도체층(124)은 비정질 실리콘막이나 비정질 실리콘을 결정화한 다결정 실리콘막, 산화물(oxide) 반도체, 또는 유기물(organic) 반도체 등으로 구성될 수 있다.
- [0084] 반도체층(124)은 비정질 실리콘막이나 비정질 실리콘을 결정화한 다결정 실리콘막, 또는 산화물 반도체 등으로 구성될 수 있다.
- [0085] 이때, 기판(101)과 반도체층(124) 사이에는 버퍼층(미도시)이 더 형성될 수 있다. 버퍼층은 기판(101)으로부터 유출되는 알칼리 이온과 같은 불순물로부터 후속 공정에서 형성되는 트랜지스터(TFT)를 보호하기 위해서 형성될 수 있다.
- [0086] 반도체층(124) 위에는 실리콘질화막(SiNx) 또는 실리콘산화막(SiO₂) 등으로 이루어진 게이트절연막(115a)이 형성되어 있으며, 그 위에 게이트전극(121)을 포함하는 게이트라인(미도시) 및 제 1 유지전극(미도시)이 형성되어 있다.
- [0087] 게이트전극(121)과 게이트라인 및 제 1 유지전극은 저저항 특성을 갖는 제 1 금속물질, 예를 들면 알루미늄(Al), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 또는 이들의 합금으로 이루어진 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있다.
- [0088] 게이트전극(121)과 게이트라인 및 제 1 유지전극 위에는 실리콘질화막 또는 실리콘산화막 등으로 이루어진 층간절연막(inter insulation layer)(115b)이 형성되어 있으며, 그 위에 데이터라인(미도시), 구동전압라인(미도시) 및 소오스/드레인전극(122, 123) 및 제 2 유지전극(미도시)이 형성되어 있다.
- [0089] 소오스전극(122)과 드레인전극(123)은 소정 간격으로 이격하여 형성되어 있으며, 반도체층(124)과 전기적으로 연결된다. 보다 구체적으로는, 게이트절연막(115a) 및 층간절연막(115b)에는 반도체층(124)을 노출시키는 반도체층 콘택홀이 형성되어 있으며, 반도체층 콘택홀을 통해 소오스/드레인전극(122, 123)이 반도체층(124)과 전기적으로 접속되어 있다.
- [0090] 이때, 제 2 유지전극은 층간절연막(115b)을 사이에 두고 그 하부의 제 1 유지전극의 일부와 중첩하여 스토리지 커패시터를 형성하게 된다.
- [0091] 데이터라인, 구동 전압라인, 소오스/드레인전극(122, 123) 및 제 2 유지전극은 저저항 특성을 갖는 제 2 금속물질, 예를 들면 알루미늄(Al), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 또는 이들의 합금으로 이루어진 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있다.
- [0092] 데이터라인, 구동 전압라인, 소오스/드레인전극(122, 123) 및 제 2 유지전극이 형성된 기판(101) 위에는 보호막(또는 평탄화막)(115c)이 형성되어 있다.
- [0093] 그리고, 보호막(115c) 위에는 컬러필터(CF)가 형성된다. 컬러필터(CF)는 백색 유기발광다이오드(WOLED)로부터

출사된 백색광을 적, 녹 및 청색으로 변환하는 색 변환재료이다.

- [0094] 보호막(115c) 위에는 컬러필터(CF)를 덮으며, 드레인전극(123)의 일부를 노출시키는 오버코트층(115d)이 형성되어 있다. 오버코트층(115d)은 유기물질로 형성될 수 있으나, 무기물질 또는 유기-무기 혼합물질로 형성될 수도 있다.
- [0095] 다음으로, 백색 유기발광다이오드(WOLED)는 제 1 전극(118), 유기 발광층(130, 230) 및 제 2 전극(128)을 포함할 수 있다.
- [0096] 이러한 백색 유기발광다이오드(WOLED)는 구동 박막 트랜지스터와 전기적으로 연결된다. 보다 구체적으로, 구동 박막 트랜지스터 상부에 형성된 보호막(115c) 및 오버코트층(115d)은 구동 박막 트랜지스터의 드레인전극(123)을 노출시키는 드레인 콘택홀이 형성되어 있다. 백색 유기발광다이오드(WOLED)는 드레인 콘택홀을 통해 구동 박막 트랜지스터의 드레인전극(123)과 전기적으로 접속된다.
- [0097] 즉, 제 1 전극(118)은 오버코트층(115d) 위에 형성되고, 드레인 콘택홀을 통해 구동 박막 트랜지스터의 드레인전극(123)과 전기적으로 접속된다.
- [0098] 제 1 전극(118)은 유기 발광층(130, 230)에 전류(또는 전압)를 공급하는 것으로서, 소정 면적의 발광 영역을 정의한다.
- [0099] 또한, 제 1 전극(118)은 양극(anode)으로서 역할을 수행한다. 이에 따라, 제 1 전극(118)은 일함수가 비교적 큰 투명 도전성 물질로 이루어지고, 일 예로 인듐-틴-옥사이드(Indium Tin Oxide; ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(Indium Zinc Oxide; IZO)를 포함할 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0100] 제 1 전극(118)이 형성된 기판(101) 위에는 뱅크(bank)(115f)가 형성되어 있다. 이때, 뱅크(115f)는 제 1 전극(118) 가장자리 주변을 둘러싸서 제 2 개구부(opening)를 정의하며 유기 절연물질로 만들어진다.
- [0101] 뱅크(115f)는 또한 검정색 안료를 포함하는 감광제로 만들어질 수 있는데, 이 경우 뱅크(115f)는 차광부재의 역할을 하게 된다.
- [0102] 이때, 본 발명의 실시예는 뱅크(115f) 하부에 무기 절연물질로 이루어진 버퍼층(115e)을 개재하여 발광영역과 비발광영역 사이에 단차를 만들어 주는 것을 특징으로 한다. 이 단차에 의해 인접 서브-픽셀로 누설 전류의 이동을 방지할 수 있다.
- [0103] 추가로 버퍼층(115e)을 오버 식각하여 뱅크(115f) 측면을 오버행(overhang) 형태로 만들어주는 경우 보다 효과적으로 인접 서브-픽셀로 캐리어 발생층의 리튬 이동을 차단하여 인접 서브-픽셀이 발광되는 불량을 방지할 수 있게 된다.
- [0104] 즉, 제 1 전극(118) 위에는 제 1 전극(118)의 일부를 노출시키는 제 1 개구부를 갖는 버퍼층(115e)이 위치하고, 그 위에 버퍼층(115e)을 덮도록 제 2 개구부(이하에서는 편의상 제 1 개구부와 제 2 개구부를 포함하여 개구부라 칭한다)를 갖는 뱅크(115f)가 위치하게 된다.
- [0105] 이때, 버퍼층(115e)은 실리콘질화막(SiNx)이나 실리콘산화막(SiO₂) 또는 인듐-틴-징크-옥사이드(Indium Tin Zinc Oxide; ITZO) 등의 무기 절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0106] 버퍼층(115e)은 제 1 유기 발광층(130)의 두께와 대등한 두께를 가지도록 형성될 수 있으며, 일 예로 1000 ~ 2500Å의 두께를 가질 수 있다.
- [0107] 버퍼층(115e)은 제 1 전극(118)의 상면에 대해 약 50 ~ 90°의 경사를 갖는 정테이퍼 형상을 가질 수 있다.
- [0108] 이러한 버퍼층(115e)은 오버 식각을 통해 뱅크(115f)의 측면 가장자리보다 더 안쪽으로 들어가도록 패터닝(patterning)될 수 있으며, 이 경우 뱅크(115f) 측면은 오버행(overhang) 형태를 가질 수 있다. 이때, 제 1 개구부는 제 2 개구부보다 더 큰 폭을 가질 수 있다.
- [0109] 뱅크(115f)가 형성된 기판(101) 위에는 유기 발광층(130, 230)과 제 2 전극(128)이 순차적으로 형성되어 있다.
- [0110] 즉, 유기 발광층(130, 230)은 제 1 전극(118)과 제 2 전극(128) 사이에 형성된다. 유기 발광층(130, 230)은 제 1 전극(118)으로부터 공급되는 정공과 제 2 전극(128)으로부터 공급되는 전자의 결합에 의해 발광한다.
- [0111] 유기 발광층(130, 230)은 빛을 내는 발광층 외에 발광층의 발광 효율을 향상하기 위한 부대층(auxiliary layer)을 포함하는 다층 구조를 가질 수 있다.

- [0112] 제 2 전극(128)은 유기 발광층(130, 230) 위에 형성되어 유기 발광층(130, 230)에 전자를 제공한다.
- [0113] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 적어도 2개의 유기 발광층(130, 230), 일 예로 제 1 유기 발광층(130) 위에 제 2 유기 발광층(230)이 적층된 2스택 구조를 가지는 것을 특징으로 한다. 그러나, 본 발명은 2스택 구조 이외에 3스택이나 n스택 구조에도 적용 가능하다.
- [0114] 도 7을 참조하여 2스택 구조의 유기발광다이오드를 살펴보면, 제 1 유기 발광층(130)에는 제 1 정공주입층(130a), 제 1 정공수송층(130b), 청색(Blue) 발광층(130c), 제 1 전자수송층(130d) 및 캐리어 발생층(130f)이 포함될 수 있다. 소자의 구성에 따라 제 1 정공주입층(130a)은 생략할 수도 있으며, 제 1 정공수송층(130b)을 단일층으로 구성할 수도 있고 2개의 층으로 구성할 수도 있다. 그리고, 청색 발광층(130c) 외에 진청색(Deep Blue) 발광층 또는 스카이 블루(Sky Blue) 발광층으로 구성할 수도 있다.
- [0115] 캐리어 발생층(130f)은 전자를 발생시키기 위한 전자 발생층(130f1)과 정공을 발생시키기 위한 정공 발생층(130f2)으로 구분할 수 있다.
- [0116] 제 1 유기 발광층(130)에 포함된 각층은 제 1 전극(118) 위에 순서대로 적층 된다.
- [0117] 제 2 유기 발광층(230)에는 제 2 정공주입층(230a), 제 2 정공수송층(230b), 녹색 발광층(230c), 제 2 전자수송층(230d) 및 전자주입층(230e)이 포함될 수 있다. 소자의 구성에 따라 제 2 정공주입층(230a)은 생략할 수도 있으며, 제 2 정공수송층(230b)을 단일층으로 구성할 수도 있고 2개의 층으로 구성할 수도 있다.
- [0118] 제 2 유기 발광층(230)에 포함된 각층은 캐리어 발생층(130f) 위에 순서대로 적층 된다.
- [0119] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 2개의 유기 발광층(130, 230)이 적층된 2스택 구조로 이루어져 있고, 2개의 스택 사이에는 캐리어 발생층(130f)이 형성된 구조이다.
- [0120] 다만, 본 발명이 이에 한정된 것은 아니며, 전술한 바와 같이 2스택 구조 이외에 3스택이나 n스택 구조에도 적용 가능하다. 일 예로, 전술한 제 1 유기 발광층 위에 노란색 및 녹색(Yellow-Green) 발광층을 포함하는 제 2 유기 발광층이 적층되고, 그 위에 청색 발광층을 포함하는 제 3 유기 발광층이 적층된 3스택 구조를 가질 수도 있다. 이때에는 제 1 유기 발광층과 제 2 유기 발광층 사이뿐만 아니라 제 2 유기 발광층과 제 3 유기 발광층 사이에도 캐리어 발생층이 개재된다. 그리고, 청색(Blue) 발광층 외에 진청색(Deep Blue) 발광층 또는 스카이 블루(Sky Blue) 발광층으로 구성할 수도 있다.
- [0121] 다시 도 6을 참조하면, 캐리어 발생층을 포함하는 제 1 유기 발광층(130)은 개구부 가장자리에서 버퍼층(115e)의 단차에 의해 개구부(또는 발광영역)와 뱅크영역(또는 비발광영역)으로 상호 구분되어 증착되며, 이에 따라 서로 단선된 상태가 된다. 이와 같은 구조에 따라, 서브-픽셀간의 혼색 발생은 물론이고 서브-픽셀간의 간섭에 의해 표시품질이 저하되는 문제를 해결할 수 있게 된다.
- [0122] 제 1 유기 발광층(130) 위에는 제 1 유기 발광층(130)을 덮도록 하나의 발광층 또는 적어도 2개의 발광층이 포함된 제 2 유기 발광층(230)이 형성된다.
- [0123] 제 1 유기 발광층(130)은 버퍼층(115e)의 단차에 의해 서로 단선된 상태로 증착되지만, 제 2 유기발광층(230)은 증착되는 두께에 의해 서로 연결된 상태로 증착되게 된다.
- [0124] 이때, 누설 경로(도시된 화살표)가 버퍼층(115e) 및 뱅크(115f)의 측면에서 끊기게 되어 누설 전류의 발생이 방지된다. 이에 따라 캐리어 발생층 내에 리튬의 도핑량을 증가시킬 수 있게 되어 백색 유기전계발광 표시장치의 수명을 개선할 수 있게 된다.
- [0125] 이때, 버퍼층(115e)이 오버 식각되어 뱅크(115f) 측면이 오버행 형태를 가지는 경우에는 보다 효과적으로 캐리어 발생층의 리튬 이동을 차단할 수 있게 된다.
- [0126] 이와 같이 캐리어 발생층을 이용하는 2스택 이상의 구조에서는 1개 이상의 캐리어 발생층을 형성하게 된다. 이 경우 뱅크(115f) 하부에 버퍼층(115e)을 개재하여 발광영역과 비발광영역 사이에 단차를 만들어주고, 버퍼층(115e)을 오버 식각하여 뱅크(115f) 측면을 오버행 형태로 만들어 주게 되면, 누설 전류의 누설 경로를 차단하게 되어, 누설 전류에 의해 발생될 수 있는 인접 서브-픽셀의 점등 불량을 최소화할 수 있게 된다. 뿐만 아니라 리튬의 도핑에 대한 자유도가 높아짐에 따라 백색 유기발광다이오드의 성능을 개선할 수 있는 폭을 넓힐 수 있게 된다.
- [0127] 참고로, 백색 유기발광다이오드의 수명에 영향을 주는 부분은 상당히 많은 요소가 있다. 그 중에서도 캐리어 발

생층은 백색 유기발광다이오드의 수명에 크게 영향을 줄 수 있는 부분이다.

- [0128] 캐리어 발생층에서는 캐리어의 발생이 제대로 이루어져야 하며, 캐리어 발생층에서 문제가 생길 경우 이동되는 전하나 정공들의 이동에 제한이 발생하기 때문에 백색 유기발광다이오드의 수명에 크게 영향을 줄 수 있다. 캐리어 발생층 중 전자 발생층에 도핑으로 사용되는 재료인 리튬은 그 양에 따라서 백색 유기발광다이오드의 수명에 영향을 주기도 한다. 리튬의 많은 양이 도핑이 될 경우 백색 유기발광다이오드의 수명이 증가될 수 있다.
- [0129] 이하, 상기와 같은 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법을 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0130] 도 8a 내지 도 8i는 도 6에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치의 제조방법을 순차적으로 나타내는 단면도이다.
- [0131] 도 8a에 도시된 바와 같이, 투명한 유리재질 또는 유연성이 우수한 투명한 플라스틱이나 고분자 필름 등의 절연 물질로 이루어진 기판(101)을 준비한다.
- [0132] 그리고, 자세히 도시하지 않았지만, 기판(101)의 적, 녹, 청 및 백색의 서브-픽셀 각각에 트랜지스터와 스토리지 커패시터를 형성한다.
- [0133] 우선, 기판(101) 위에 버퍼층(미도시)을 형성한다.
- [0134] 이때, 버퍼층은 기판(101)으로부터 유출되는 알칼리 이온과 같은 불순물로부터 트랜지스터를 보호하기 위해서 형성할 수 있으며, 실리콘산화막으로 형성할 수 있다.
- [0135] 다음으로, 버퍼층이 형성된 기판(101) 위에 반도체 박막을 형성한다.
- [0136] 반도체 박막은 비정질 실리콘이나 다결정 실리콘, 또는 산화물 반도체로 형성할 수 있다.
- [0137] 이때, 다결정 실리콘은 기판(101) 위에 비정질 실리콘을 증착한 후 여러 가지 결정화 방식을 이용하여 형성할 수 있으며, 반도체 박막으로 산화물 반도체를 이용하는 경우 산화물 반도체를 증착한 후에 소정의 열처리 공정을 진행할 수 있다.
- [0138] 이후, 포토리소그래피공정을 통해 반도체 박막을 선택적으로 제거함으로써 반도체 박막으로 이루어진 반도체층(124)을 형성한다.
- [0139] 다음으로, 반도체층(124)이 형성된 기판(101) 위에 게이트절연막(115a) 및 제 1 도전막을 형성한다.
- [0140] 제 1 도전막은 게이트 배선을 형성하기 위해 알루미늄(Al), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 또는 이들의 합금과 같은 저저항 불투명 도전물질을 사용할 수 있다. 그러나, 이들은 물리적 성질이 다른 2개의 도전막을 포함하는 다중층 구조를 가질 수 있다. 이 중 한 도전막은 신호 지연이나 전압 강하를 줄일 수 있도록 낮은 비저항(resistivity)의 금속, 예를 들면 알루미늄 계열 금속, 은 계열 금속, 구리 계열 금속 등으로 만들어질 수 있다.
- [0141] 이후, 포토리소그래피공정을 통해 제 1 도전막을 선택적으로 제거함으로써 제 1 도전막으로 이루어진 게이트전극(121)을 포함하는 게이트라인(미도시) 및 제 1 유지전극(미도시)이 형성되게 된다.
- [0142] 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 반도체층(124)과 게이트전극(121)을 포함하는 게이트라인(미도시) 및 제 1 유지전극은 한번의 포토리소그래피공정을 통해 형성할 수도 있다.
- [0143] 다음으로, 게이트전극(121)을 포함하는 게이트라인 및 제 1 유지전극이 형성된 기판(101) 전면에 실리콘질화막 또는 실리콘산화막 등으로 이루어진 층간절연막(115b)을 형성한다.
- [0144] 그리고, 포토리소그래피공정을 통해 층간절연막(115b)을 선택적으로 패터닝하여 반도체층(124)의 소오스/드레인 영역을 노출시키는 반도체층 컨택홀을 형성한다.
- [0145] 다음으로, 층간절연막(115b)이 형성된 기판(101) 전면에 제 2 도전막을 형성한 후, 포토리소그래피공정을 통해 제 2 도전막을 선택적으로 제거함으로써 제 2 도전막으로 이루어진 데이터 배선(즉, 소오스/드레인전극(122, 123), 구동 전압라인(미도시), 데이터라인(미도시) 및 제 2 유지전극(미도시))을 형성한다.
- [0146] 이때, 제 2 도전막은 데이터 배선을 형성하기 위해 알루미늄(Al), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 또는 이들의 합금과 같은 저저항 불투명 도전물질을 사용할 수 있다. 그러나, 이들은 물리적 성질이 다른 2개의 도전막을 포함하는 다중층 구조를 가질 수 있다. 이 중 한 도전막은 신호

지연이나 전압 강하를 줄일 수 있도록 낮은 비저항(resistivity)의 금속, 예를 들면 알루미늄 계열 금속, 은 계열 금속, 구리 계열 금속 등으로 만들어질 수 있다.

- [0147] 이때, 소오스/드레인전극(122, 123)은 반도체층 컨택홀을 통해 반도체층(124)의 소오스/드레인영역에 전기적으로 접속하며, 제 2 유지전극은 중간절연막(115b)을 사이에 두고 그 하부의 제 1 유지전극의 일부와 중첩하여 스토리지 커패시터를 형성하게 된다.
- [0148] 다음으로, 도 8b에 도시된 바와 같이, 소오스/드레인전극(122, 123), 구동 전압라인, 데이터라인 및 제 2 유지전극이 형성된 기판(101) 위에 실리콘질화막 또는 실리콘산화막 등으로 이루어진 보호막(115c)을 형성한다.
- [0149] 이때, 보호막(115c) 위에 유기 절연물질로 이루어진 평탄화막이 형성될 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 보호막(115c)이 평탄화막의 역할을 할 수도 있다.
- [0150] 그리고, 포토리소그래피공정을 통해 보호막(115c)을 선택적으로 패터닝하여 드레인전극(223)을 노출시키는 드레인 컨택홀(H)을 형성한다.
- [0151] 이후, 보호막(115c)이 형성된 기판(101) 위에 컬러필터(CF)를 형성한다. 컬러필터(CF)는 백색 유기발광다이오드로부터 출사된 백색광을 적, 녹 및 청색으로 변환하는 색 변환재료이다.
- [0152] 다음으로, 도 8c에 도시된 바와 같이, 컬러필터(CF)가 형성된 기판(101) 전면에 오버코트층(115d)을 형성한다.
- [0153] 그리고, 포토리소그래피공정을 통해 보호막(115c) 및/또는 오버코트층(115d)을 선택적으로 패터닝하여 드레인전극(123)의 일부를 노출시키는 드레인 컨택홀(H)을 형성한다.
- [0154] 오버코트층(115d)은 유기물질로 형성될 수 있으나, 무기물질 또는 유기-무기 혼합물질로 형성될 수도 있다.
- [0155] 다음으로, 도 8d에 도시된 바와 같이, 오버코트층(115d)이 형성된 기판(101) 전면에 제 3 도전막을 형성한다.
- [0156] 이때, 제 3 도전막은 ITO 또는 IZO와 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0157] 이후, 포토리소그래피공정을 통해 제 3 도전막을 선택적으로 제거함으로써 제 3 도전막으로 이루어진 제 1 전극(118)을 형성한다.
- [0158] 양극인 제 1 전극(118)은 드레인 컨택홀을 통해 구동 박막 트랜지스터의 드레인전극(123)과 전기적으로 접속하게 된다.
- [0159] 또한, 제 1 전극(118)은 기판(101) 상부에 적, 녹, 청 및 백색의 서브-픽셀 각각에 대응하여 형성되게 된다.
- [0160] 이후, 소정의 어닐링을 진행(일 예로, 오븐에서 약 230℃의 온도로 2시간 정도 진행)한 후에 도 8e에 도시된 바와 같이, 제 1 전극(118)이 형성된 기판(101) 위에 소정의 무기막(115')을 형성한다.
- [0161] 이때, 전술한 바와 같이 무기막(115')은 버퍼층을 구성하기 위해 실리콘질화막(SiNx)이나 실리콘산화막(SiO₂) 또는 인듐-틴-징크-옥사이드(Indium Tin Zinc Oxide; ITZO) 등의 무기 절연물질로 형성할 수 있다.
- [0162] 일 예로, 무기막(115')은 스퍼터링을 통해 제 1 유기 발광층의 두께와 대등한 두께를 가지도록 형성될 수 있으며, 일 예로 1000 ~ 2500Å의 두께를 가질 수 있다.
- [0163] 이후, 무기막(115')이 형성된 기판(101) 위에 유기 절연물질을 약 1.5 ~ 2μm의 두께로 형성한 후에 선택적으로 패터닝하여 제 1 전극(118)의 일부를 노출시키는 유기막 패턴(115'')을 형성한다.
- [0164] 이때, 유기막 패턴(115'')은 완만한 경사를 가지도록 형성될 수 있다.
- [0165] 이후, 소정의 큐어링(curing) 공정을 진행하는데, 일 예로 약 130℃의 온도에서 1000s 동안 진행할 수 있다.
- [0166] 다음으로, 도 8f에 도시된 바와 같이, 습식식각을 통해 유기막 패턴(115'') 하부의 무기막(115')을 선택적으로 식각하여 버퍼층(115e)을 형성한다.
- [0167] 이때, 일 예로 버퍼층(115e)은 제 1 전극(118)의 상면에 대해 약 50 ~ 90°의 경사를 갖는 정테이퍼 형상을 가지도록 형성될 수 있다.
- [0168] 또한, 버퍼층(115e)은 오버 식각을 통해 유기막 패턴(115'')의 측면 가장자리보다 더 안쪽으로 들어가도록 패터닝(patterning)될 수 있다.

- [0169] 다음으로, 도 8g에 도시된 바와 같이, 유기막 패턴(115")을 애싱(ashing)하여 두께와 폭을 감소시킨 후에 소정의 큐어링 공정을 진행하여 버퍼층(115e)이 형성된 기판(101) 위에 बैं크(115f)를 형성하게 된다.
- [0170] 이때, 일 예로 약 230℃의 온도에서 60min 동안 큐어링 공정을 진행할 수 있다.
- [0171] 전술한 바와 같이 बैं크(115f)는 제 1 전극(118) 가장자리 주변을 둥처럼 둘러싸서 제 2 개구부를 정의하며 유기 절연물질로 만들어진다. बैं크(115e)는 또한 검정색 안료를 포함하는 감광제로 만들어질 수 있는데, 이 경우 बैं크(115e)는 차광부재의 역할을 하게 된다.
- [0172] 또한, 버퍼층(115e)이 오버 식각을 통해 बैं크(115f)의 측면 가장자리보다 더 안쪽으로 들어가도록 패터닝되는 경우 बैं크(115f) 측면은 오버행 형태를 가질 수 있다.
- [0173] 이후, 약 220℃의 온도에서 60min 동안 어닐링 공정을 진행할 수도 있다.
- [0174] 다음으로, 도 8h에 도시된 바와 같이, बैं크(115f)가 형성된 기판(101) 위에 제 1 유기 발광층(130)과 제 2 유기 발광층(230)을 형성하게 된다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명은 2스택 구조 이외에 3스택이나 n스택 구조에도 적용 가능하다.
- [0175] 자세히 도시하지 않았지만, 이를 위해 우선, 기판(101) 위에 제 1 정공주입층, 제 1 정공수송층, 청색 발광층, 제 1 전자수송층 및 캐리어 발생층을 차례대로 형성한다.
- [0176] 이때, 제 1 정공주입층과 제 1 정공수송층 중 어느 하나의 층은 생략될 수 있다. 또한, 제 1 정공수송층을 단일 층으로 구성할 수도 있고 2개의 층으로 구성할 수도 있다. 그리고, 청색 발광층 외에 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층으로 구성할 수도 있다.
- [0177] 제 1 전자수송층 상부에는 전자의 주입을 원활하게 하기 위하여 전자주입층이 더욱 형성될 수 있다.
- [0178] 캐리어 발생층은 전자를 발생시키기 위한 전자 발생층과 정공을 발생시키기 위한 정공 발생층을 포함할 수 있다.
- [0179] 이후, 제 1 유기 발광층(130) 위에는 제 1 유기 발광층(130)을 덮도록 하나의 발광층 또는 적어도 2개의 발광층이 포함된 제 2 유기 발광층(230)이 형성될 수 있다.
- [0180] 일 예로, 제 1 유기 발광층(130)이 형성된 기판(101) 위에 제 2 정공주입층, 제 2 정공수송층, 녹색 발광층, 제 2 전자수송층 및 전자주입층을 차례대로 형성한다.
- [0181] 이때, 제 2 정공주입층과 제 2 정공수송층 중 어느 하나의 층은 생략될 수 있다. 또한, 제 2 정공수송층을 단일 층으로 구성할 수도 있고 2개의 층으로 구성할 수도 있다.
- [0182] 전술한 바와 같이 본 발명이 이와 같은 2스택 구조에만 한정되는 것은 아니며, 2스택 구조 이외에 3스택이나 n스택 구조에도 적용 가능하다. 일 예로, 전술한 제 1 유기 발광층 위에 노란색-녹색 발광층을 포함하는 제 2 유기 발광층을 적층하고, 그 위에 청색 발광층을 포함하는 제 3 유기 발광층을 적층한 3스택 구조를 가질 수도 있다. 이때에는 제 1 유기 발광층과 제 2 유기 발광층 사이뿐만 아니라 제 2 유기 발광층과 제 3 유기 발광층 사이에도 캐리어 발생층이 개재된다. 그리고, 청색 발광층 외에 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층으로 구성할 수도 있다.
- [0183] 이때, 캐리어 발생층을 포함하는 제 1 유기 발광층(130)은 개구부 가장자리에서 버퍼층(115e)의 단차에 의해 개구부(또는 발광영역)와 बैं크영역(또는 비발광영역)으로 상호 구분되어 증착될 수 있으며, 이에 따라 서로 단선된 상태가 된다.
- [0184] 제 1 유기 발광층(130)은 버퍼층(115e)의 단차에 의해 서로 단선된 상태로 증착되지만, 제 2 유기발광층(230)은 증착되는 두께에 의해 서로 연결된 상태로 증착되게 될 수 있다.
- [0185] 다음으로, 도 8i에 도시된 바와 같이, 제 2 유기발광층(230)이 형성된 기판(101) 위에 스퍼터링(sputtering)에 의해 제 4 도전막으로 이루어진 제 2 전극(128)을 형성하게 된다.
- [0186] 이렇게 제조된 유기발광다이오드 위에는 소정의 박막 봉지층으로 유기발광다이오드를 밀봉한다.
- [0187] 박막 봉지층 상면에는 유기전계발광 표시장치의 외광의 반사를 줄여 콘트라스트를 향상시키기 위해 편광 필름(polarization film)이 구비될 수 있다. 이때, 편광 필름으로는 다중의 선형 편광 필름이나 위상차 필름을 접착하는 방식으로 제조된 원편광 필름이 사용될 수 있다.

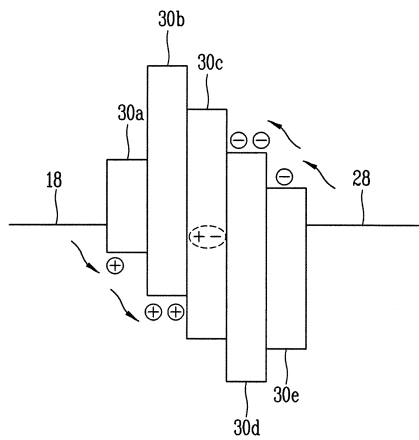
[0188] 상기한 설명에 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나 이것은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다 바람직한 실시예의 예시로서 해석되어야 한다. 따라서 발명은 설명된 실시예에 의하여 정할 것이 아니고 특허청구범위와 특허청구범위에 균등한 것에 의하여 정하여져야 한다.

부호의 설명

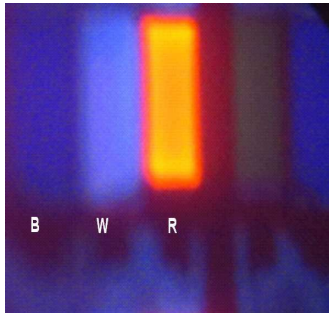
[0189] 101 : 기관 115e : 버퍼층
115f : बैं크 118 : 제 1 전극
128 : 제 2 전극 130,230 : 유기 발광층

도면

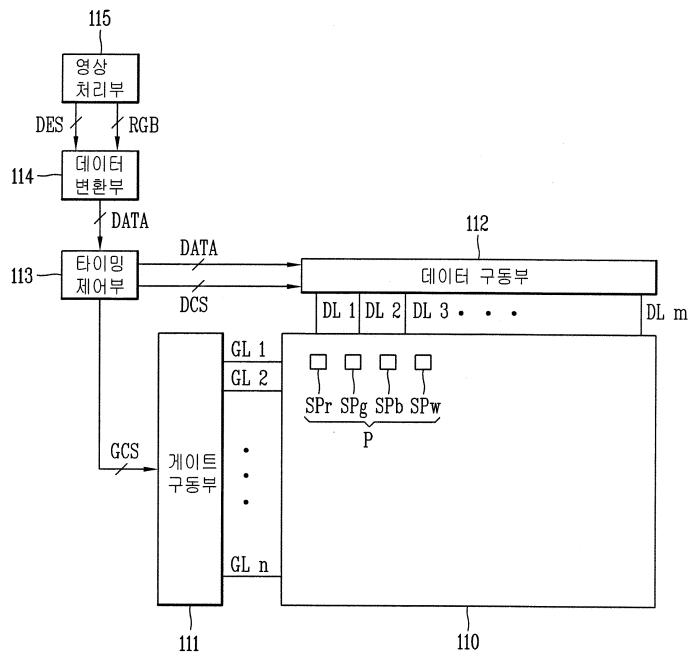
도면1



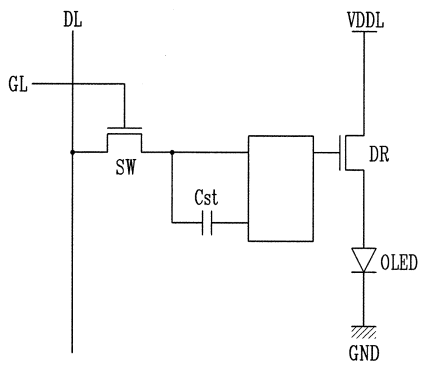
도면2



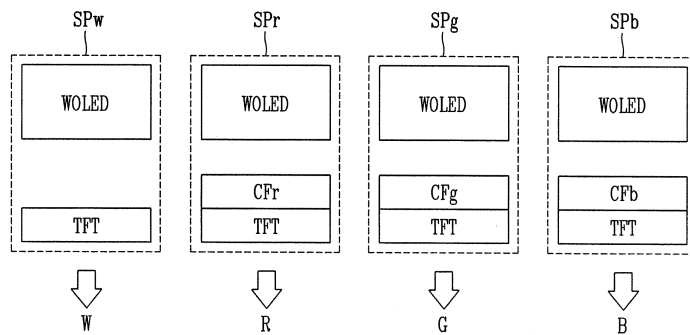
도면3



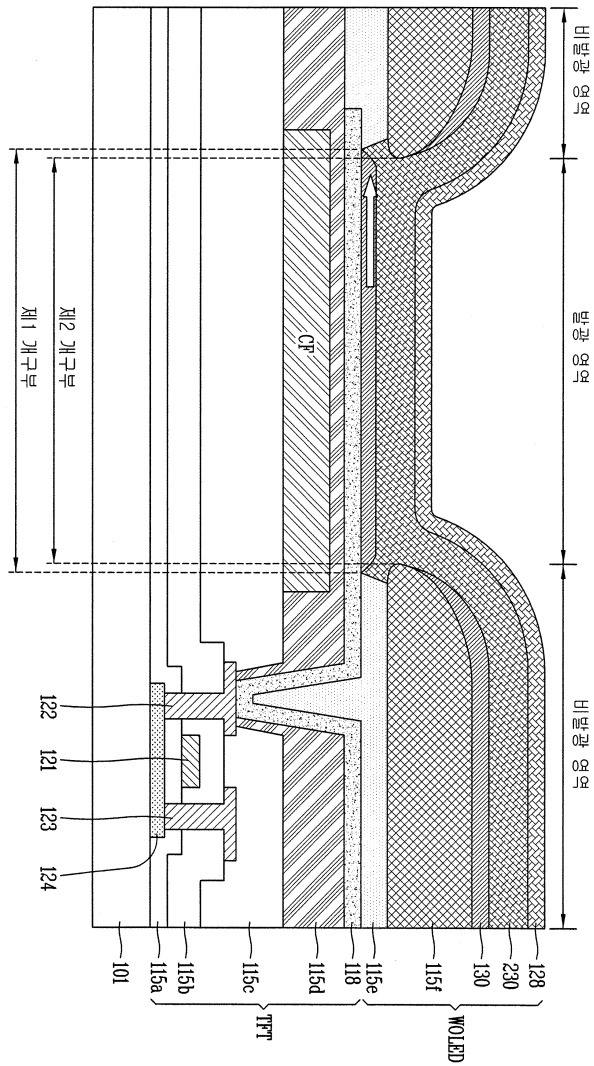
도면4



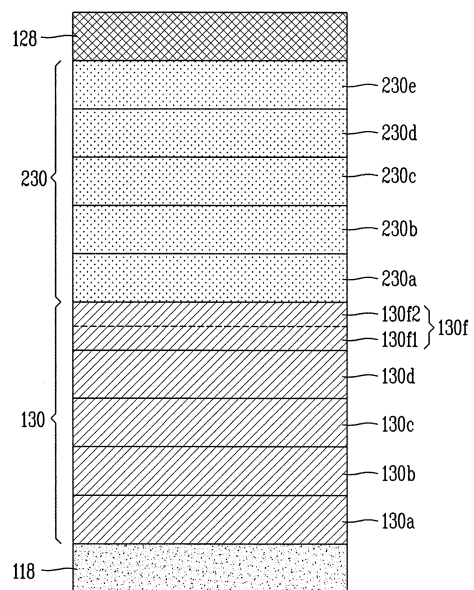
도면5



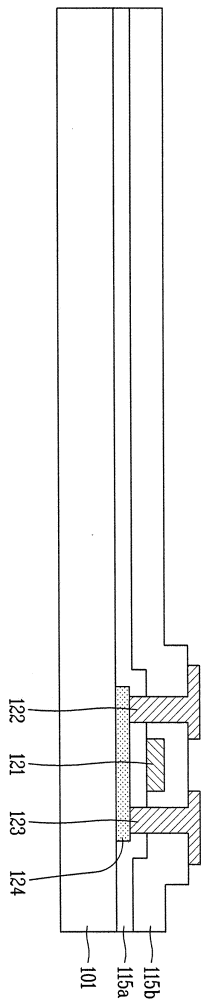
도면6



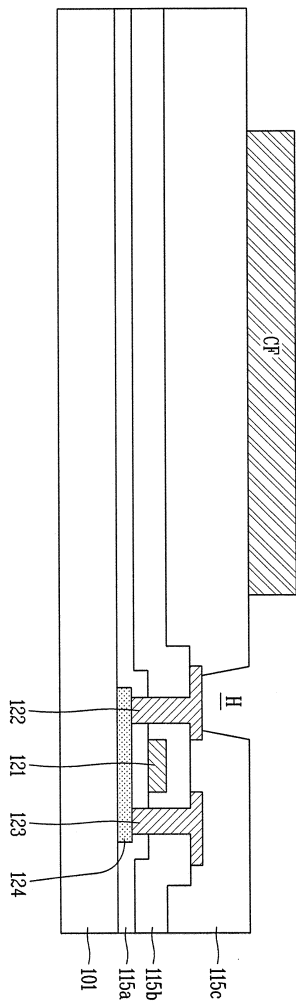
도면7



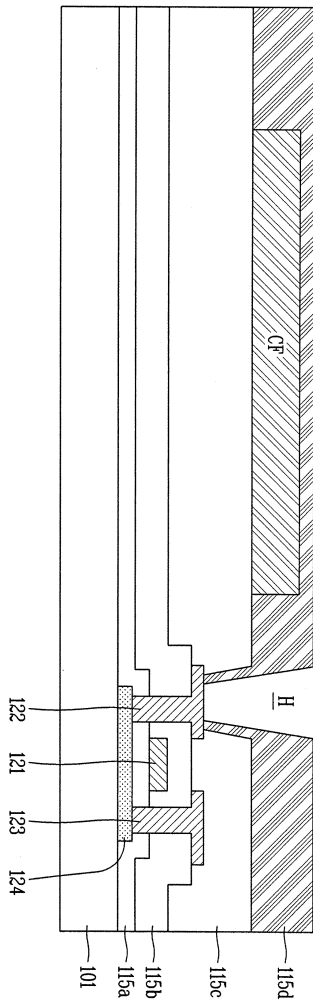
도면8a



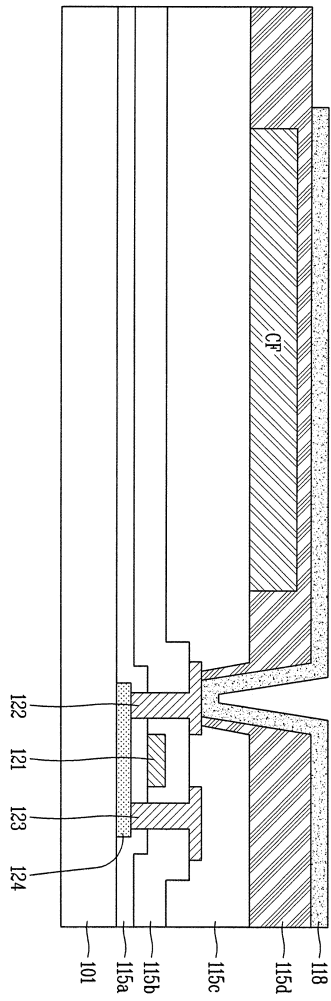
도면8b



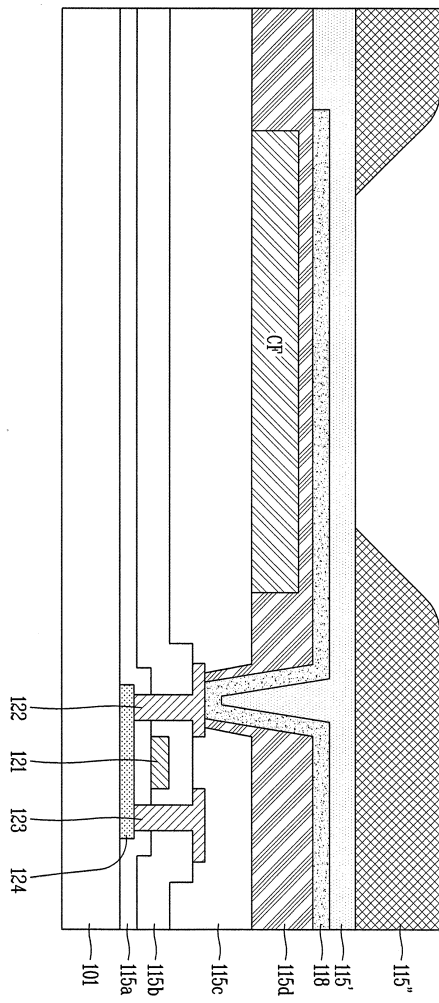
도면 8c



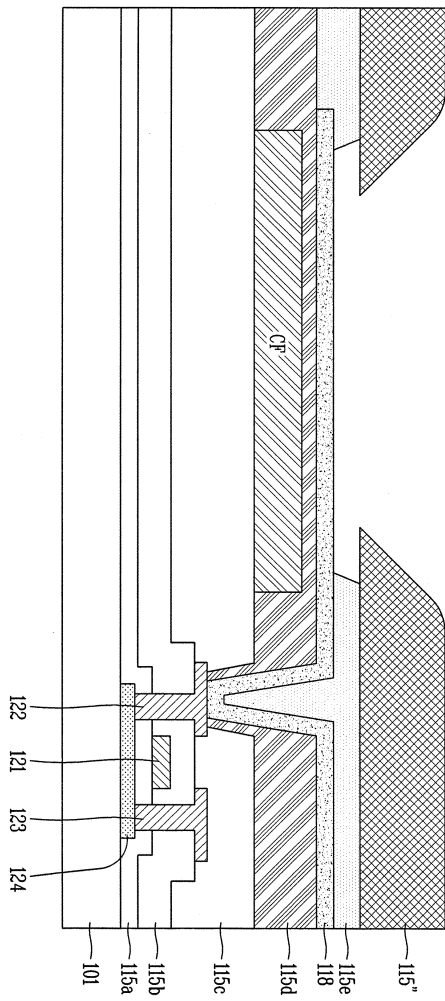
도면8d



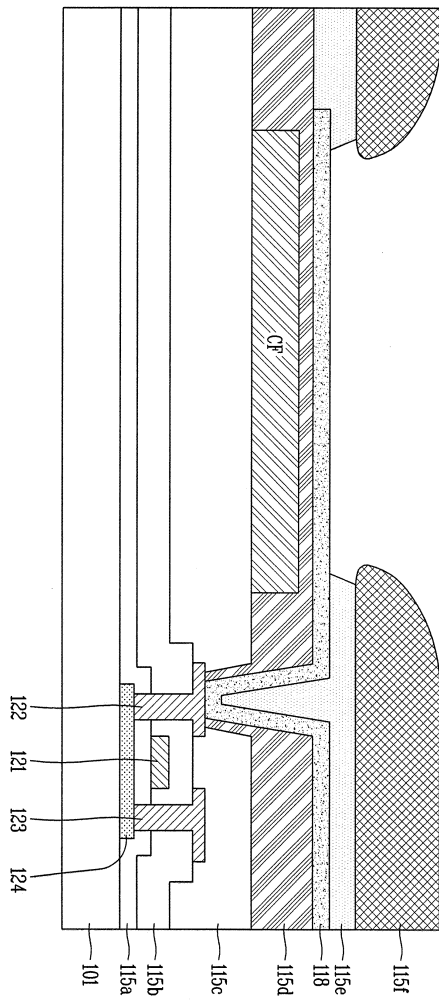
도면8e



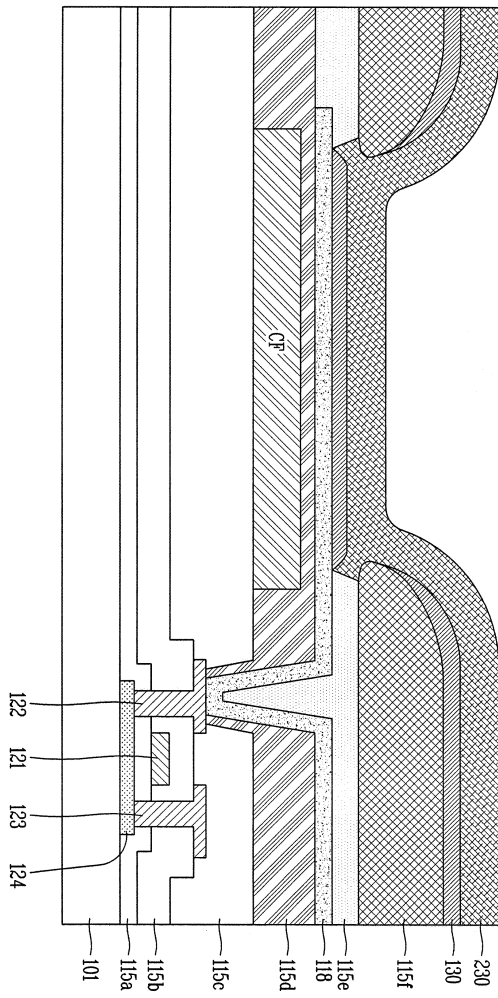
도면8f



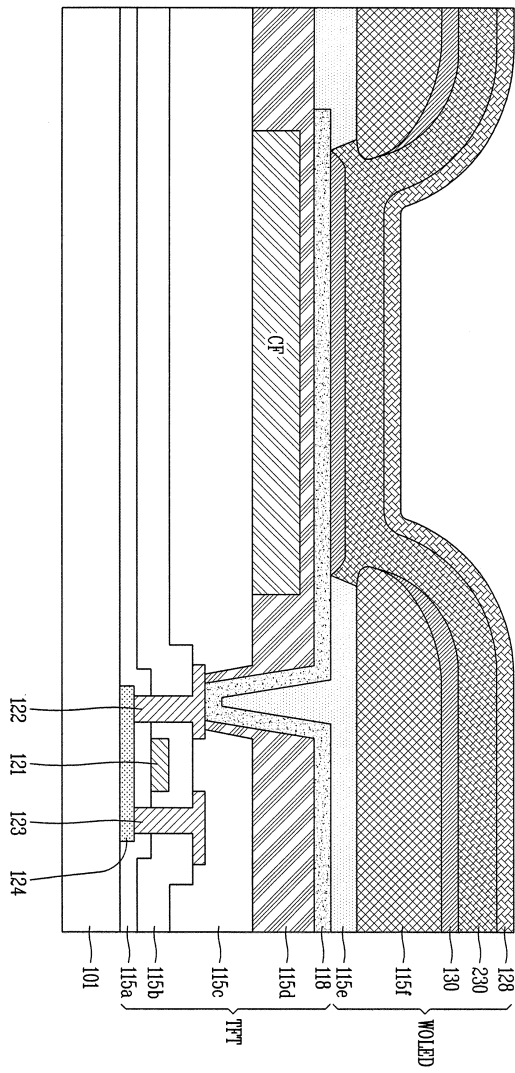
도면8g



도면8h



도면8i



专利名称(译)	标题：白色有机电致发光显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020160056705A	公开(公告)日	2016-05-20
申请号	KR1020140157358	申请日	2014-11-12
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	HEO JEONG HAENG 허정행 HAN CHANG WOOK 한창욱 LEE JAE MAN 이재만 KIM TAE SHICK 김태식		
发明人	허정행 한창욱 이재만 김태식		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/50 H01L51/56		
CPC分类号	H01L27/3246 H01L27/3211 H01L27/322 H01L51/504		
代理人(译)	PARK , JANG WON박장원		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

其中本发明的白色有机电致发光显示装置及其制造方法由堤岸下部的无机绝缘材料制成的缓冲层插入，并且在发光区域和非发光区域之间形成阶梯式滑轮。通过过度蚀刻缓冲层并使堤边形成悬垂，停止载流子产生层的锂（Li）移动，并防止邻接子像素发光的缺陷。据此，提供了增加载流子产生层中锂的剂量并且可以改善有机发光显示器的寿命的效果。图像的存在（专业参考）

