



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월27일
(11) 등록번호 10-1659935
(24) 등록일자 2016년09월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 33/18 (2006.01) H01L 51/54 (2006.01)
H05B 33/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0120712
(22) 출원일자 2008년12월01일
심사청구일자 2013년10월10일
(65) 공개번호 10-2010-0062234
(43) 공개일자 2010년06월10일
(56) 선행기술조사문헌
US20060181202 A1*
US20030170491 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(72) 발명자
이성훈
서울특별시 동작구 동작대로19길 21, 201호 (사당동)
송정배
경기도 성남시 중원구 마지로155번길 30, 성진빌라 302호 (하대원동)
이성수
경기도 수원시 영통구 매영로310번길 27, 신나무실6단지 신원미주아파트 641동 1002호 (영통동)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 25 항

심사관 : 권보람

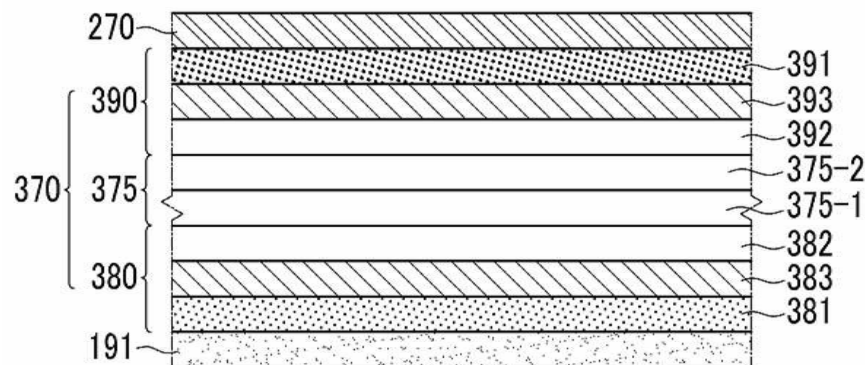
(54) 발명의 명칭 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치

(57) 요약

본 발명은 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 대한 것으로, 발광 부재가 두개 이상 중첩된 유기 발광 소자에서 유기 발광 소자의 전류 효율 특성을 최대로 유지한 상태에서도 구동 전압이 낮아지도록 할 수 있다.

이를 위하여 유기 발광 소자 내에서 p-n 접합이 이루어지는 양 발광 부재 사이에 적어도 하나의 p형 또는 n형 과도핑층을 가지도록 한다.

대표도 - 도4



명세서

청구범위

청구항 1

제1 전극,
 빛을 발산하는 제1 발광층,
 상기 제1 발광층과 접촉하는 제1 도전형의 제1 불순물층,
 상기 제1 불순물층과 접촉하는 과도핑층,
 상기 과도핑층과 접촉하는 제2 도전형의 제2 불순물층,
 상기 제2 불순물층과 접촉하며, 빛을 발산하는 제2 발광층, 및
 상기 제1 전극에 대향하는 제2 전극을 포함하며,
 상기 과도핑층의 도핑양은 이와 접하고 있는 상기 제2 도전형의 제2 불순물층 도핑양의 1.2 배 이상이며, 20배 이하이고,
 상기 과도핑층의 도핑양 및 상기 불순물층의 도핑양은 도펀트 도핑양의 중량 퍼센트(wt%)를 기준으로 판단되는 유기 발광 소자.

청구항 2

제1항에서,
 상기 제1 전극과 상기 제1 발광층 사이에 형성된 제2 도전형의 제3 불순물층, 및
 상기 제2 발광층과 상기 제2 전극 사이에 형성된 제1 도전형의 제4 불순물층을 더 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 3

제1항에서,
 상기 과도핑층은 제1 도전형의 과도핑층 및 제2 도전형의 과도핑층을 포함하며,
 상기 제1 도전형의 과도핑층은 상기 제1 도전형의 제1 불순물층과 접하며,
 상기 제2 도전형의 과도핑층은 상기 제2 도전형의 제2 불순물층과 접하는 유기 발광 소자.

청구항 4

제3항에서,
 상기 제1 도전형의 과도핑층의 호스트 및 도펀트는 접하고 있는 상기 제1 도전형의 제1 불순물층의 호스트 및 도펀트와 동일하며,
 상기 제2 도전형의 과도핑층의 호스트 및 도펀트는 접하고 있는 상기 제2 도전형의 제2 불순물층의 호스트 및 도펀트와 동일한 유기 발광 소자.

청구항 5

제3항에서,
 상기 제1 도전형의 과도핑층 또는 상기 제2 도전형의 과도핑층은 35Å 이상의 두께를 가지거나
 상기 제1 도전형의 과도핑층과 상기 제2 도전형의 과도핑층의 두께 합은 70Å 이상인 유기 발광 소자.

청구항 6

제3항에서,

상기 제1 도전형의 과도핑층의 두께와 상기 제1 도전형의 제1 불순물층의 두께의 합과 상기 제2 도전형의 과도핑층의 두께와 상기 제2 도전형의 제2 불순물층의 두께의 합이 서로 동일한 유기 발광 소자.

청구항 7

제1항에서,

상기 과도핑층은 제1 도전형의 과도핑층 및 제2 도전형의 과도핑층 중 어느 하나를 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 8

제7항에서,

상기 과도핑층은 35Å 이상인 유기 발광 소자.

청구항 9

제7항에서,

상기 과도핑층과 접하고 있는 상기 제2 도전형의 제2 불순물층은 유기 p 도핑군, 딥 루모 정공 주입층군 및 산화 금속군 중 하나에 속하는 물질로 형성되며,

상기 과도핑층과 접촉하는 상기 제1 도전형의 제1 불순물층은 유기 n 도핑군에 해당하는 물질로 형성된 유기 발광 소자.

청구항 10

제9항에서,

상기 제2 도전형 제2 불순물층으로 상기 딥 루모 정공 주입층군 및 상기 산화 금속군에 속하는 물질로 형성한 경우에 상기 과도핑층은 n형 과도핑층인 유기 발광 소자.

청구항 11

제2항에서,

상기 과도핑층의 도핑양은 이와 접하고 있는 상기 제2 도전형의 제2 불순물층 또는 상기 제1 도전형의 제1 불순물층 중 어느 하나의 도핑양의 1.2 배 이상이며, 20배 이하인 유기 발광 소자.

청구항 12

삭제

청구항 13

제11항에서,

상기 과도핑층의 도핑양은 이와 접하고 있는 상기 제2 도전형의 제2 불순물층 또는 상기 제1 도전형의 제1 불순물층 중 어느 하나의 도핑양의 1.5 배 이상이며, 5배 이하인 유기 발광 소자.

청구항 14

제1항에서,

상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층은 서로 다른 색상의 빛을 내는 둘 이상의 부발광층을 포함하며,

상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층 각각에서 상기 둘 이상의 부발광층이 내는 빛을 합성하면 흰색 빛이 되는 유기 발광 소자.

청구항 15

제1항에서,

상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층은 동일한 기본색상의 빛을 내는 유기 발광 소자.

청구항 16

제1항에서,

상기 제1 전극은 화소 전극으로 IZO 또는 ITO를 포함하며, 상기 제2 전극은 공통 전극으로 Al를 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 17

애노드, 캐소드, 그리고 상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 끼어 있는 유기 발광 부재를 포함하는 유기 발광 소자,

상기 유기 발광 소자와 연결되어 있는 구동 트랜지스터,

상기 구동 트랜지스터와 연결되어 있는 스위칭 트랜지스터,

상기 스위칭 트랜지스터와 연결되어 있는 게이트선, 그리고

상기 스위칭 트랜지스터와 연결되어 있으며 상기 게이트선과 절연되어 있는 데이터선

을 포함하며,

상기 유기 발광 부재는,

제1 발광층, 제1 n형 불순물층을 포함하는 제1 발광 부재,

제2 발광층, 제2 p형 불순물층을 포함하는 제2 발광 부재, 및

상기 제1 발광 부재 및 상기 제2 발광 부재의 사이에 형성된 과도핑층을 포함하고,

상기 과도핑층의 도핑양은 이와 접하고 있는 상기 불순물층 중 어느 하나의 도핑양의 1.2 배 이상이며, 20배 이하이고,

상기 과도핑층의 도핑양 및 상기 불순물층의 도핑양은 도펀트 도핑양의 중량 퍼센트(wt%)를 기준으로 판단되는 유기 발광 표시 장치.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

제17항에서,

상기 과도핑층은 n형 과도핑층 및 p형 과도핑층을 포함하며,

상기 n형 과도핑층은 상기 제1 발광 부재의 상기 제1 n형 불순물층과 접하며, 상기 p형 과도핑층은 상기 제2 발광 부재의 상기 제2 p형 불순물층과 접하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 21

제20항에서,

상기 n형 과도핑층의 호스트 및 도펀트는 접하고 있는 상기 제1 n형 불순물층의 호스트 및 도펀트와 동일하며,

상기 p형 과도핑층의 호스트 및 도펀트는 접하고 있는 상기 제2 p형 불순물층의 호스트 및 도펀트와 동일한 유기 발광 표시 장치.

청구항 22

제20항에서,

상기 n형 과도핑층 또는 상기 p형 과도핑층은 35Å 이상의 두께를 가지거나,

상기 n형 과도핑층 및 상기 p형 과도핑층의 두께 합은 70Å 이상인 유기 발광 표시 장치.

청구항 23

제20항에서,

상기 n형의 과도핑층의 두께와 상기 제1 n형 불순물층의 두께의 합과 상기 p형 과도핑층의 두께와 상기 제2 p형 불순물층의 두께의 합이 서로 동일한 유기 발광 표시 장치.

청구항 24

제17항에서,

상기 과도핑층은 n형 과도핑층 및 p형 과도핑층 중 어느 하나를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 25

제24항에서,

상기 과도핑층은 35Å 이상인 유기 발광 표시 장치.

청구항 26

제24항에서,

상기 과도핑층이 n형 과도핑층인 경우,

상기 제2 p형 불순물층은 유기 p 도핑군, 덩 루모 정공 주입층군 및 산화 금속군 중 하나에 속하는 물질로 형성되며,

상기 제1 n형 불순물층은 유기 n 도핑군에 해당하는 물질로 형성된 유기 발광 표시 장치.

청구항 27

제26항에서,

상기 과도핑층이 p형 과도핑층인 경우,

상기 제2 p형 불순물층은 유기 p 도핑군에 속하는 물질로 형성되며,

상기 제1 n형 불순물층은 유기 n 도핑군에 해당하는 물질로 형성된 유기 발광 표시 장치.

청구항 28

제17항에서,

상기 제1 발광 부재는 제1 p형 불순물층을 더 포함하며,

상기 제2 발광 부재는 제2 n형 불순물층을 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로서, 특히 2 이상의 복수의 층으로 중첩된 유기 발광 부재를 포함하는 유기 발광 소자 및 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 모니터 또는 텔레비전 등의 경량화 및 박형화가 요구되고 있으며, 이러한 요구에 따라 음극선관(cathode ray tube, CRT)이 액정 표시 장치(liquid crystal display, LCD)로 대체되고 있다.

- [0003] 그러나, 액정 표시 장치는 수발광 소자로서 별도의 백라이트(backlight)가 필요할 뿐만 아니라, 응답 속도 및 시야각 등에서 한계가 있다.
- [0004] 최근 이를 극복할 수 있는 표시 장치로서, 유기 발광 표시 장치(organic light emitting diode display, OLED display)가 주목받고 있다.
- [0005] 유기 발광 표시 장치는 복수의 유기 발광 소자를 포함하며, 유기 발광 소자는 애노드(anode) 및 캐소드(cathode)와 그 사이의 유기 발광 부재를 포함한다.
- [0006] 유기 발광 부재는 백색 또는 기본색(primary color)의 빛을 내며, 발광층과 부대층, 즉 전자 주입층, 정공 주입층, 전자 수송층, 정공 수송층을 포함한다. 흰 빛을 생성하는 유기 발광 부재의 경우 발광층이 삼원색, 예를 들면 적색, 녹색 및 청색 빛을 내는 발광 물질이 적층된 구조를 가지는 것이 일반적이다.
- [0007] 유기 발광 소자는 일반적으로 발광 효율이 떨어지며, 수명이 짧은 단점을 가지고 있다. 또한, 전류를 이용하여 발광하기 때문에 전류를 흐르게 하기 위하여 고전압이 사용되는 단점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0008] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 수명도 증가하며, 전류 효율도 높고, 저전압으로 구동이 가능한 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시장치를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0009] 발광 부재가 두개 이상 중첩된 유기 발광 소자 내에서 p-n 접합이 이루어지는 양 발광 부재 사이에 적어도 하나의 p형 또는 n형 과도핑층을 형성한다.
- [0010] 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 소자는 제1 전극, 빛을 발산하는 제1 발광층, 상기 제1 발광층과 접촉하는 제1 도전형의 제1 불순물층, 상기 제1 불순물층과 접촉하는 과도핑층, 상기 과도핑층과 접촉하는 제2 도전형의 제2 불순물층, 상기 제2 불순물층과 접촉하며, 빛을 발산하는 제2 발광층, 및 상기 제1 전극에 대향하는 제2 전극을 포함한다.
- [0011] 상기 제1 전극과 상기 제1 발광층 사이에 형성된 제2 도전형의 제3 불순물층, 및 상기 제2 발광층과 상기 제2 전극 사이에 형성된 제1 도전형의 제4 불순물층을 더 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 과도핑층은 제1 도전형의 과도핑층 및 제2 도전형의 과도핑층을 포함하며, 상기 제1 도전형의 과도핑층은 상기 제1 도전형의 제1 불순물층과 접하며, 상기 제2 도전형의 과도핑층은 상기 제2 도전형의 제2 불순물층과 접할 수 있다.
- [0013] 상기 제1 도전형의 과도핑층의 호스트 및 도펀트는 접하고 있는 상기 제1 도전형의 제1 불순물층의 호스트 및 도펀트와 동일하며, 상기 제2 도전형의 과도핑층의 호스트 및 도펀트는 접하고 있는 상기 제2 도전형의 제2 불순물층의 호스트 및 도펀트와 동일할 수 있다.
- [0014] 상기 제1 도전형의 과도핑층 또는 상기 제2 도전형의 과도핑층은 35Å 이상의 두께를 가지거나 상기 제1 도전형의 과도핑층과 상기 제2 도전형의 과도핑층의 두께 합은 70Å 이상일 수 있다.
- [0015] 상기 제1 도전형의 과도핑층의 두께와 상기 제1 도전형의 제1 불순물층의 두께의 합과 상기 제2 도전형의 과도핑층의 두께와 상기 제2 도전형의 제2 불순물층의 두께의 합이 서로 동일할 수 있다.
- [0016] 상기 과도핑층은 제1 도전형의 과도핑층 및 제2 도전형의 과도핑층 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 과도핑층은 35Å 이상일 수 있다.
- [0018] 상기 과도핑층과 접하고 있는 상기 제2 도전형의 제2 불순물층은 유기 p 도핑군, 딥 루모 정공 주입층군 및 산화 금속군 중 하나에 속하는 물질로 형성되며, 상기 과도핑층과 접촉하는 상기 제1 도전형의 제1 불순물층은 유기 n 도핑군에 해당하는 물질로 형성될 수 있다.
- [0019] 상기 제2 도전형 제2 불순물층으로 상기 딥 루모 정공 주입층군 및 상기 산화 금속군에 속하는 물질로 형성한 경우에 상기 과도핑층은 n형 과도핑층일 수 있다.

- [0020] 상기 과도핑층의 도핑양은 이와 접하고 있는 상기 제2 도전형의 제2 불순물층 또는 상기 제1 도전형의 제3 불순물층 중 어느 하나의 도핑양의 1.2 배 이상이며, 20배 이하일 수 있다.
- [0021] 상기 과도핑층의 도핑양 및 상기 불순물층의 도핑양은 호스트 및 도펀트의 중량 퍼센트(wt%)를 기준으로 판단될 수 있다.
- [0022] 상기 과도핑층의 도핑양은 이와 접하고 있는 상기 제2 도전형의 제2 불순물층 또는 상기 제1 도전형의 제1 불순물층 중 어느 하나의 도핑양의 1.5 배 이상이며, 5배 이하일 수 있다.
- [0023] 상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층은 서로 다른 색상의 빛을 내는 둘 이상의 부발광층을 포함하며, 상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층 각각에서 상기 둘 이상의 부발광층이 내는 빛을 합성하면 흰색 빛이 될 수 있다.
- [0024] 상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층은 동일한 기본색상의 빛을 낼 수 있다.
- [0025] 상기 제1 전극은 화소 전극으로 IZO 또는 ITO 따위로 형성되어 있으며, 상기 제2 전극은 공통 전극으로 Al 따위의 금속으로 형성될 수 있다.
- [0026] 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 애노드, 캐소드, 그리고 상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 끼어 있는 유기 발광 부재를 포함하는 유기 발광 소자, 상기 유기 발광 소자와 연결되어 있는 구동 트랜지스터, 상기 구동 트랜지스터와 연결되어 있는 스위칭 트랜지스터, 상기 스위칭 트랜지스터와 연결되어 있는 게이트선, 그리고 상기 스위칭 트랜지스터와 연결되어 있으며 상기 게이트선과 절연되어 있는 데이터선을 포함하며, 상기 유기 발광 부재는, 제1 발광층, 제1 n형 불순물층을 포함하는 제1 발광 부재, 제2 발광층, 제2 p형 불순물층을 포함하는 제2 발광 부재, 및 상기 제1 발광 부재 및 상기 제2 발광 부재의 사이에 형성된 과도핑층을 포함한다.
- [0027] 상기 과도핑층의 도핑양은 이와 접하고 있는 상기 불순물층 중 어느 하나의 도핑양의 1.2 배 이상이며, 20배 이하일 수 있다.
- [0028] 상기 과도핑층의 도핑양 및 상기 불순물층의 도핑양은 호스트 및 도펀트의 중량 퍼센트(wt%)를 기준으로 판단될 수 있다.
- [0029] 상기 과도핑층은 n형 과도핑층 및 p형 과도핑층을 포함하며, 상기 n형 과도핑층은 상기 제1 발광 부재의 상기 제1 n형 불순물층과 접하며, 상기 p형 과도핑층은 상기 제2 발광 부재의 상기 제2 p형 불순물층과 접할 수 있다.
- [0030] 상기 n형 과도핑층의 호스트 및 도펀트는 접하고 있는 상기 제1 n형 불순물층의 호스트 및 도펀트와 동일하며, 상기 p형 과도핑층의 호스트 및 도펀트는 접하고 있는 상기 제2 p형 불순물층의 호스트 및 도펀트와 동일할 수 있다.
- [0031] 상기 n형 과도핑층 또는 상기 p형 과도핑층은 35Å 이상의 두께를 가지거나, 상기 n형 과도핑층 및 상기 p형 과도핑층의 두께 합은 70Å 이상 일 수 있다.
- [0032] 상기 n형의 과도핑층의 두께와 상기 제1 n형 불순물층의 두께의 합과 상기 p형 과도핑층의 두께와 상기 제2 p형 불순물층의 두께의 합이 서로 동일할 수 있다.
- [0033] 상기 과도핑층은 n형 과도핑층 및 p형 과도핑층 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0034] 상기 과도핑층은 35Å 이상일 수 있다.
- [0035] 상기 과도핑층이 n형 과도핑층인 경우, 상기 제2 p형 불순물층은 유기 p 도핑군, 딥 루모 정공 주입층군 및 산화 금속군 중 하나에 속하는 물질로 형성되며, 상기 제1 n형 불순물층은 유기 n 도핑군에 해당하는 물질로 형성될 수 있다.
- [0036] 상기 과도핑층이 p형 과도핑층인 경우, 상기 제2 p형 불순물층은 유기 p 도핑군에 속하는 물질로 형성되며, 상기 제1 n형 불순물층은 유기 n 도핑군에 해당하는 물질로 형성될 수 있다.
- [0037] 상기 제1 발광 부재는 제1 p형 불순물층을 더 포함하며, 상기 제2 발광 부재는 제2 n형 불순물층을 더 포함할 수 있다.

효 과

- [0038] 두개 이상의 유기 발광 부재가 중첩하는 유기 발광 소자에서는 두 개의 발광층이 n형 불순물층과 p형 불순물층

을 사이에 두고 적층되어 p-n 접합을 이루는데, p-n 접합을 이루는 n형 불순물층과 p형 불순물층의 사이에 적어도 하나의 p형 과도핑층 또는 n형 과도핑층을 두어 최대의 전류효율을 유지하면서 저전압 구동이 가능하도록 한다. 또한, 두개 이상의 유기 발광 부재가 중첩하고 있어 유기 발광 소자의 수명이 증가하는 장점도 가진다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0039] 먼저 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 대하여 도 1을 참고로 상세하게 설명한다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 등가 회로도이다.
- [0041] 도 1을 참고하면, 본 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 복수의 신호선(121, 171, 172)과 이들에 연결되어 있으며 대략 행렬(matrix)의 형태로 배열된 복수의 화소(pixel)(PX)를 포함한다.
- [0042] 신호선은 게이트 신호(또는 주사 신호)를 전달하는 복수의 게이트선(gate line)(121), 데이터 신호를 전달하는 복수의 데이터선(data line)(171) 및 구동 전압을 전달하는 복수의 구동 전압선(driving voltage line)(172)을 포함한다. 게이트선(121)은 대략 행 방향으로 뻗어 있으며 서로가 거의 평행하고 데이터선(171)과 구동 전압선(172)은 대략 열 방향으로 뻗어 있으며 서로가 거의 평행하다.
- [0043] 각 화소(PX)는 스위칭 트랜지스터(switching transistor)(Qs), 구동 박막 트랜지스터(driving transistor)(Qd), 유지 축전기(storage capacitor)(Cst) 및 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode, OLED)(LD)를 포함한다.
- [0044] 스위칭 트랜지스터(Qs)는 제어 단자(control terminal), 입력 단자(input terminal) 및 출력 단자(output terminal)를 가지는데, 제어 단자는 게이트선(121)에 연결되어 있고, 입력 단자는 데이터선(171)에 연결되어 있으며, 출력 단자는 구동 트랜지스터(Qd)에 연결되어 있다. 스위칭 트랜지스터(Qs)는 게이트선(121)으로부터 받은 주사 신호에 응답하여 데이터선(171)으로부터 받은 데이터 신호를 구동 트랜지스터(Qd)에 전달한다.
- [0045] 구동 트랜지스터(Qd) 또한 제어 단자, 입력 단자 및 출력 단자를 가지는데, 제어 단자는 스위칭 트랜지스터(Qs)에 연결되어 있고, 입력 단자는 구동 전압선(172)에 연결되어 있으며, 출력 단자는 유기 발광 다이오드(LD)에 연결되어 있다. 구동 트랜지스터(Qd)는 제어 단자와 출력 단자 사이에 걸리는 전압에 따라 그 크기가 달라지는 출력 전류(ILD)를 흘린다.
- [0046] 축전기(Cst)는 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자와 입력 단자 사이에 연결되어 있다. 이 축전기(Cst)는 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자에 인가되는 데이터 신호를 충전하고 스위칭 트랜지스터(Qs)가 턴 오프(turn-off)된 뒤에도 이를 유지한다.
- [0047] 유기 발광 다이오드(LD)는 구동 트랜지스터(Qd)의 출력 단자에 연결되어 있는 애노드(anode)와 공통 전압(Vss)에 연결되어 있는 캐소드(cathode)를 가진다. 유기 발광 다이오드(LD)는 구동 트랜지스터(Qd)의 출력 전류(ILD)에 따라 세기를 달리하여 발광함으로써 영상을 표시한다.
- [0048] 스위칭 트랜지스터(Qs) 및 구동 트랜지스터(Qd)는 n-채널 전계 효과 트랜지스터(field effect transistor, FET)이다. 그러나 스위칭 트랜지스터(Qs)와 구동 트랜지스터(Qd) 중 적어도 하나는 p-채널 전계 효과 트랜지스터일 수 있다. 또한, 트랜지스터(Qs, Qd), 축전기(Cst) 및 유기 발광 다이오드(LD)의 연결 관계가 바뀔 수 있다.
- [0049] 그러면 도 1에 도시한 유기 발광 표시 장치의 상세 구조에 대하여 도 2 및 도 3을 도 1과 함께 참고하여 상세하게 설명한다.
- [0050] 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 배치도이고, 도 3은 도 2의 유기 발광 표시 장치를 III-III 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- [0051] 기판(110) 위에 복수의 구동 트랜지스터용 섬형 반도체(semiconductor island)(앞으로 "구동 반도체"라 함)(154b)가 형성되어 있다. 구동 반도체(154b)는 미세 결정질 규소(microcrystalline silicon) 및 다결정 규소(polycrystalline silicon) 따위의 결정질 반도체로 만들어질 수 있다.
- [0052] 구동 반도체(154b) 위에는 복수 쌍의 구동 트랜지스터용 저항성 접촉 부재[ohmic contact (island)](앞으로 "구동 저항성 접촉 부재"라 함)(163b, 165b)가 형성되어 있다. 구동 저항성 접촉 부재(163b, 165b)는 섬 모양이며, 인 따위의 n형 불순물이 고농도로 도핑되어 있는 n+ 미세 결정질 규소 및 다결정 규소 따위의 결정질 반도체로 만들어질 수 있다.

- [0053] 기판(110) 및 구동 저항성 접촉 부재(163b, 165b) 위에는 복수의 게이트선(gate line)(121)과 복수의 구동 트랜지스터용 입력 전극(input electrode)(앞으로 "구동 입력 전극"이라 함)(173b) 및 복수의 구동 트랜지스터용 출력 전극(output electrode)(앞으로 "구동 출력 전극"이라 함)(175b)이 형성되어 있다.
- [0054] 게이트선(121)은 기판(110) 위에 위치하고, 게이트 신호를 전달하며 주로 가로 방향으로 뻗어 있다. 각 게이트선(121)은 위로 뻗어 있는 스위칭 트랜지스터용 제어 전극(control electrode)(앞으로 "스위칭 제어 전극"이라 함)(124a)과 다른 층 또는 외부 구동 회로와의 접속을 위하여 면적이 넓은 끝 부분(129)을 포함한다.
- [0055] 구동 입력 전극(173b) 및 구동 출력 전극(175b)은 게이트선(121)과 분리되어 있으며, 각각 구동 저항성 접촉 부재(163b, 165b) 및 기판(110) 위에 위치한다.
- [0056] 게이트선(121), 구동 입력 전극(173b) 및 구동 출력 전극(175b) 및 노출된 구동 반도체(154b) 부분 위에는 산화규소(SiO₂) 또는 질화규소(SiNx) 따위로 만들어진 게이트 절연막(140)이 형성되어 있다.
- [0057] 게이트 절연막(140) 위에는 수소화 비정질 규소(hydrogenated amorphous silicon)로 만들어진 복수의 스위칭 트랜지스터용 섬형 반도체(앞으로 "스위칭 반도체"라 함)(154a)가 형성되어 있다. 스위칭 반도체(154a)는 스위칭 제어 전극(124a) 위에 위치한다.
- [0058] 스위칭 반도체(154a) 위에는 복수 쌍의 스위칭 트랜지스터용 저항성 접촉 부재(앞으로 "스위칭 저항성 접촉 부재"라 함)(163a, 165a)가 형성되어 있다. 스위칭 저항성 접촉 부재(163a, 163b)는 섬 모양이며, 인 따위의 n형 불순물이 고농도로 도핑되어 있는 nt 수소화 비정질 규소 따위의 물질로 만들어질 수 있다.
- [0059] 스위칭 저항성 접촉 부재(163a, 163b) 및 게이트 절연막(140) 위에는 복수의 데이터선(171), 복수의 구동 전압선(172) 및 복수의 전극 부재(176)가 형성되어 있다.
- [0060] 데이터선(171)은 데이터 신호를 전달하며 주로 세로 방향으로 뻗어 게이트선(121)과 교차한다. 각 데이터선(171)은 스위칭 제어 전극(124a)을 향하여 뻗은 복수의 스위칭 트랜지스터용 입력 전극(앞으로 "스위칭 입력 전극"이라 함)(173a)과 다른 층 또는 외부 구동 회로와의 접속을 위하여 면적이 넓은 끝 부분(179)을 포함한다.
- [0061] 구동 전압선(172)은 구동 전압을 전달하며 주로 세로 방향으로 뻗어 게이트선(121)과 교차한다.
- [0062] 전극 부재(176)는 데이터선(171) 및 구동 전압선(172)과 분리되어 있다. 전극 부재(176)는 각각 스위칭 트랜지스터용 출력 전극(앞으로 "스위칭 출력 전극"이라 함)(175a)과 구동 트랜지스터용 제어 전극(앞으로 "구동 제어 전극"이라 함)(124b)을 포함한다.
- [0063] 스위칭 출력 전극(175a)은 스위칭 저항성 접촉 부재(165a) 위에 위치하며 구동 제어 전극(124b)은 구동 반도체(154b) 위에 위치한다.
- [0064] 게이트선(121), 데이터선(171), 구동 전압선(172) 및 전극 부재(176)는 동일한 재료로 만들어질 수 있다.
- [0065] 데이터선(171), 구동 전압선(172), 전극 부재(176) 및 노출된 스위칭 반도체(154a) 부분 위에는 복수의 색 필터(color filter)(230)가 형성되어 있다. 그러나 유기 발광 표시 장치가 백색 화소를 포함하는 경우, 백색 화소에는 색 필터가 없거나 투명한 백색 필터(도시하지 않음)가 있을 수 있다.
- [0066] 색 필터(230)는 복수의 관통 구멍(232b, 233b, 235b)을 가진다. 관통 구멍(232b)은 구동 전압선(172)을 드러내고, 관통 구멍(233b)은 구동 입력 전극(173b)을 드러내며, 관통 구멍(235b)은 구동 출력 전극(175b)을 드러낸다.
- [0067] 색 필터(230)의 아래에는 층간 절연막(도시하지 않음)이 형성될 수 있다. 층간 절연막은 색 필터(230)의 안료가 스위칭 반도체(154a)로 유입되는 것을 방지할 수 있다.
- [0068] 색 필터(230), 데이터선(171), 구동 전압선(172) 및 전극 부재(176) 위에는 보호막(passivation layer)(180)이 형성되어 있다.
- [0069] 보호막(180)에는 데이터선(171)의 끝 부분(179)을 드러내는 복수의 접촉 구멍(182) 및 관통 구멍(232b)을 통하여 구동 전압선(172)을 드러내는 복수의 접촉 구멍(contact hole)(182b)이 형성되어 있다. 보호막(180) 및 게이트 절연막(140)에는 게이트선(121)의 끝 부분(129)을 드러내는 복수의 접촉 구멍(181), 관통 구멍(233b)을 통하여 구동 입력 전극(173b)을 드러내는 복수의 접촉 구멍(183b), 그리고 관통 구멍(235b)을 통하여 구동 출력 전극(175b)을 드러내는 복수의 접촉 구멍(185b)이 형성되어 있다.

- [0070] 보호막(180) 위에는 복수의 화소 전극(pixel electrode)(191), 복수의 연결 부재(85) 및 복수의 접촉 보조 부재(contact assistant)(81, 82)가 형성되어 있다.
- [0071] 화소 전극(191)은 접촉 구멍(185b)을 통하여 구동 출력 전극(175b)과 연결되어 있다.
- [0072] 연결 부재(85)는 접촉 구멍(182b, 183b)을 통하여 구동 전압선(172) 및 구동 입력 전극(173b)과 연결되어 있으며, 구동 제어 전극(124b)과 일부 중첩하여 유지 축전기(storage capacitor)(Cst)를 이룰 수 있다.
- [0073] 접촉 보조 부재(81, 82)는 각각 접촉 구멍(181, 182)을 통하여 게이트선(121)의 끝 부분(129) 및 데이터선(171)의 끝 부분(179)과 연결된다. 접촉 보조 부재(81, 82)는 게이트선(121) 및 데이터선(171)의 끝 부분(129, 179)과 외부 장치와의 접착성을 보완하고 이들을 보호한다.
- [0074] 화소 전극(191), 연결 부재(85) 및 접촉 보조 부재(81, 82)는 ITO 또는 IZO 따위의 투명 도전체로 만들어질 수 있다.
- [0075] 화소 전극(191) 및 연결 부재(85) 위에는 절연층(insulating layer)(361)이 형성되어 있다. 절연층(361)은 화소 전극(191) 가장자리 주변을 둘러싸서 개구부(opening)(365)를 정의한다.
- [0076] 절연층(361) 및 화소 전극(191) 위에는 백색 광을 방출하는 유기 발광 부재(370)가 형성되어 있고, 그 위에는 공통 전압(Vss)을 인가 받는 공통 전극(common electrode)(270)이 형성되어 있다.
- [0077] 유기 발광 부재(370)에 대해서는 아래에서 도 4를 설명하면서 상세하게 설명한다.
- [0078] 게이트선(121)에 연결되어 있는 스위칭 제어 전극(124a), 데이터선(171)에 연결되어 있는 스위칭 입력 전극(173a) 및 스위칭 출력 전극(175a)은 스위칭 반도체(154a)와 함께 스위칭 박막 트랜지스터(thin film transistor, TFT)(Qs)를 이루며, 스위칭 박막 트랜지스터(Qs)의 채널(channel)은 스위칭 입력 전극(173a)과 스위칭 출력 전극(175a) 사이의 스위칭 반도체(154a)에 형성된다.
- [0079] 스위칭 출력 전극(175a)에 연결되어 있는 구동 제어 전극(124b), 구동 전압선(172)에 연결되어 있는 구동 입력 전극(173b) 및 화소 전극(191)에 연결되어 있는 구동 출력 전극(175b)은 구동 반도체(154b)와 함께 구동 박막 트랜지스터(Qd)를 이루며, 구동 박막 트랜지스터(Qd)의 채널은 구동 입력 전극(173b)과 구동 출력 전극(175b) 사이의 구동 반도체(154b)에 형성된다.
- [0080] 앞에서 설명했듯이, 스위칭 반도체(154a)는 비정질 반도체로 만들어지고, 구동 반도체(154b)는 결정질 반도체로 만들어지며, 이에 따라 각 박막 트랜지스터에서 요구되는 특성을 동시에 충족할 수 있다. 그러나 구동 박막 트랜지스터(Qd)와 스위칭 박막 트랜지스터(Qs)가 포함하는 반도체의 종류는 이와 다를 수 있다. 예를 들어 두 박막 트랜지스터(Qd, Qs)가 모두 비정질 규소만을 포함하거나 결정질 규소만을 포함할 수도 있다.
- [0081] 도 2 및 도 3에 도시한 구동 박막 트랜지스터(Qd)는 상부 게이트(top gate) 구조이고, 스위칭 박막 트랜지스터(Qs)는 하부 게이트(bottom gate) 구조이다. 그러나 두 박막 트랜지스터(Qd, Qs)는 어떤 구조를 취하더라도 관계 없다.
- [0082] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 각 화소(PX)는 스위칭 트랜지스터(Qs) 하나와 구동 트랜지스터(Qd) 하나 외에도 유기 발광 다이오드(LD) 및 구동 트랜지스터(Qd)의 열화를 방지 또는 보상하는 다른 트랜지스터를 더 포함할 수 있다.
- [0083] 이하에서는 도 4를 이용하여 유기 발광 부재(370)에 대하여 상세하게 살펴본다.
- [0084] 도 4에 도시한 바와 같이, 유기 발광 부재(370)는 하부 발광 부재(380), 상부 발광 부재(390) 및 그 사이에 형성된 과도핑층(375)을 포함한다. 본 발명은 발광 부재가 2 이상이 중첩된 구조에서 적용될 수 있으며, 도 4와 같이 가장 기본적인 2중 중첩 구조를 기초로 살펴본다.
- [0085] 하부/상부 발광 부재(380/390)는 발광층(383/393) 및 그 양쪽의 불순물층(381, 382/ 391, 392)을 포함하며, 하부/상부 발광 부재(380/390)의 사이에는 과도핑층(375)이 형성되어 있다.
- [0086] 하부 발광 부재(380)의 불순물층(381, 382)은 화소 전극(191)과 접하는 p형 불순물층(381)과 그 반대쪽의 n형 불순물층(382)을 포함한다. 상부 발광 부재(390)의 불순물층(391, 392)은 공통 전극(270)과 접하는 n형 불순물층(391)과 그 반대쪽의 p형 불순물층(392)을 포함한다. 하부 발광 부재(380)의 n형 불순물층(382)과 상부 발광 부재(390)의 p형 불순물층(392)의 사이에는 과도핑층(375)이 형성되며, 하부 발광 부재(380)의 n형 불순물층(382)과 상부 발광 부재(390)의 p형 불순물층(392)는 과도핑층(375)과 함께 p-n 접합(p-n junction)을 이룬다.

이하에서는 p-n 접합을 이루는 하부 발광 부재(380)의 n형 불순물층(382)과 상부 발광 부재(390)의 p형 불순물층(392)을 각각 p-n 접합 n형 불순물층(382) 및 p-n 접합 p형 불순물층(392)으로도 명명한다.

[0087] p-n 접합 n형 불순물층(382) 및 p-n 접합 p형 불순물층(392)의 사이에 형성된 과도핑층(375)은 p-n 접합 n형 불순물층(382)과 접하고 있는 n형 과도핑층(375-1)과 p-n 접합 p형 불순물층(392)과 접하고 있는 p형 과도핑층(375-2)을 포함하며, n형 과도핑층(375-1)과 p형 과도핑층(375-2)은 서로 접하고 있다.

[0088] 여기서 n형 과도핑층(375-1)은 이와 접하고 있는 p-n 접합 n형 불순물층(382)과 동일한 호스트에 동일한 도펀트로 도핑될 수 있으며, 도핑된 도펀트의 중량 퍼센트가 p-n 접합 n형 불순물층(382)에 비하여 상대적으로 크다. n형 과도핑층(375-1)의 도핑된 도펀트의 중량 퍼센트는 p-n 접합 n형 불순물층(382)의 도핑된 도펀트의 중량 퍼센트에 비하여 1.2배 이상(바람직하게는 1.5배 이상)의 값을 가질 수 있다.

[0089] 또한, p형 과도핑층(375-2)은 이와 접하고 있는 p-n 접합 p형 불순물층(392)과 동일한 호스트에 동일한 도펀트로 도핑될 수 있으며, 도핑된 도펀트의 중량 퍼센트가 p-n 접합 p형 불순물층(392)에 비하여 상대적으로 크다. p형 과도핑층(375-2)의 도핑된 도펀트의 중량 퍼센트는 p-n 접합 p형 불순물층(392)의 도핑된 도펀트의 중량 퍼센트에 비하여 1.2배 이상의 값을 가질 수 있다.

[0090] n형 또는 p형 과도핑층(375-1, 375-2)이 너무 많이 도핑될 경우 오히려 소자의 특성이 저하될 수 있으므로, 각 과도핑층(375-1, 375-2)이 접하고 있는 불순물층(382, 392)의 도펀트의 중량 퍼센트의 20배(바람직하게는 5배)를 넘지 않을 수 있다.

[0091] 여기에서 p형 불순물층(381, 392)은 정공 주입층의 역할을 하고, n형 불순물층(382, 391)은 전자 주입층의 역할을 할 수 있다.

[0092] 두 개의 p형 불순물층(381, 392)은 동일한 물질로 만들어질 수 있지만, 서로 다른 물질로 만들어질 수도 있다. 이와 마찬가지로, 두 개의 n형 불순물층(382, 391)은 동일한 물질로 만들어질 수 있지만, 서로 다른 물질로 만들어질 수도 있다.

[0093] 본 발명의 실시예에서는 p형 불순물층(381, 392) 및 n형 불순물층(382, 391)으로 아래의 표 1과 같은 물질을 사용할 수 있으며, 표 1에서는 각 물질의 특성(접합특성, 투과도, 안정도 등)도 나타내고 있다.

[0094] [표 1]

타입	물질군	물질		접합특성	비고
		호스트	도펀트		
n형 불순물층	금속	Mg, Ag, Ca	없음	나쁨	투과도 나쁨 안정성 나쁨
	메탈 카보네이트	ETL	Cs2CO3	우수	투과도 중간 고온 안정성 나쁨
	알카리 금속	ETL	Mg, Cs, Li	우수	투과도 중간 고온 안정성 나쁨
	유기 n 도핑	ETL	NDN	우수	투과도 우수 고온 안정성 우수
P형 불순물층	금속 산화물	V2O5, WO3, ITO, MoO3	X	우수	투과도 우수 고온 안정성 좋음 단독 증착 가능
	유기 p 도핑	HTL	NDP, F4-TCNQ	우수	투과도 우수 고온 안정성 좋음
	Deep LUMO HIL	L101C	X	우수	투과도 우수 고온 안정성 좋음 단독 증착 가능
	금속	Au, Ag	X	나쁨	투과도 나쁨 안정성 나쁨

[0096] 표 1에서 "X"는 도펀트가 사용되지 않는 경우를 나타내며, "ETL"은 전자 수송층으로 전자를 수송하는 기능을 가진 물질로 형성된 층을 포함하며, 또한, "HTL"은 정공 수송층으로 정공을 수송하는 기능을 가진 물질로 형성된

층을 포함한다. 한편, "F4-TCNQ"는 테트라플루오로-테트라시아노퀴노디메탄 (tetrafluoro-tetracyanoquinodimethane)이고, L101C는 제품명이다.

[0097] 표 1에서 알 수 있는 바와 같이 n 형 불순물층(382, 391)으로는 금속군, 메탈 카보네이트군, 알칼리 금속군, 유기 n 도핑군으로 크게 분리할 수 있으며, 이 중 유기 n 도핑군의 특성이 가장 양호한 것을 알 수 있다. 이 중 메탈 카보네이트군, 알칼리 금속군은 접합 특성은 양호하지만, 안정성이 나빠서 특성이 좋지 않다. 한편, p형 불순물층(381, 392)으로는 금속 산화물군, 유기 p 도핑군, 딥 루모 정공 주입층군(Deep LUMO HIL), 금속군으로 구분할 수 있으며, 금속군을 제외하고는 모두 특성이 양호한 것을 알 수 있다.

[0098] 한편, p형 불순물층(381, 392) 및 n형 불순물층(382, 391)을 각각 다양한 물질을 사용하여 서로 연결한 경우의 특성을 정리하면 아래의 표 2와 같다.

[0099] [표 2]

[0100]

접합 구조 (p형 불순물층/n형 불순물층)	캐리어 주입 능력	광 투과성	증착 친화성	안정성
금속/금속	상황에 따라	낮음	낮음	낮음
무기물/무기물	낮음	중간	낮음	높음
유기물/유기물	높음	높음	높음	높음
하이브리드	높음	높음	중간	중간

[0101] 표 2에서 하이브리드 구조는 한쪽의 불순물층이 유기물을 사용하고 다른 한쪽의 불순물층이 무기물을 사용한 경우를 나타내며, 금속/금속 구조의 캐리어 주입 능력은 상황에 따라 다른 특성을 가진다는 것을 나타낸다.

[0102] 표 2에서 나타내고 있는 바와 같이 p-n 접합 구조에서는 유기물과 유기물을 이용하는 것이 가장 특성이 좋다는 것을 알 수 있다.

[0103] 그러므로 표 1과 표 2의 결과를 종합하면, n형 불순물층으로는 유기 n 도핑군을 사용하며, p형 불순물층으로는 유기 p 도핑군 또는 딥 루모 정공 주입(Deep LUMO HIL)군을 사용하는 것이 가장 좋은 특성을 가질 수 있다. 이 상과 같은 결합이 가장 특성이 양호한 결합이기는 하지만, 본 발명의 실시예가 반드시 이상과 같은 물질의 결합으로 한정되지 않는다.

[0104] 한편, 발광층(383/393)은 적색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층을 포함할 수 있다. 즉, 발광층(383/393)은 적색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층을 포함하여 화이트를 표시할 수도 있으며, 이들 중 어느 하나만을 포함하여 해당 색을 표시할 수도 있다. 하나의 색을 표시하는 경우에는 상부 발광층(393)과 하부 발광층(383)은 동일한 색을 표시할 수 있으며, 기관(110)에 색필터(230)는 생략될 수 있다 한편, 적색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층의 배치는 이들의 특성에 따라 달라질 수 있다. 발광층 중에서 발광 효율이 가장 낮은 층이 중간에 위치하고, 정공 수송성이 우수한 층은 화소 전극(191) 쪽에, 전자 수송성이 높은 층은 공통 전극(270) 쪽에 배치할 수 있다.

[0105] 이러한 유기 발광 표시 장치에서, 화소 전극(191), 유기 발광 부재(370) 및 공통 전극(270)은 유기 발광 다이오드(LD)를 이루며, 화소 전극(191)이 애노드(anode), 공통 전극(270)이 캐소드(cathode)가 된다. 그러나 반대로 화소 전극(191)이 캐소드, 공통 전극(270)이 애노드가 될 수도 있으며, 이 경우 유기 발광 부재(370)의 내부 구조는 도 4를 참고하여 앞에서 설명한 것과 반대가 된다.

[0106] 도 4에서의 유기 발광 다이오드(LD)는 발광 부재(370) 중 과도핑층(375-1, 375-2)이 가지는 두께에 따라서 그 발광 특성이 변하게 되는데, 최적의 전류 효율을 가지면서 저전압 구동을 하기 위해서는 각 과도핑층(375-1, 375-2)의 두께를 적절하게 조절할 필요가 있다.

[0107] 우선 도 5를 통하여 과도핑층(375)를 가지지 않는 유기 발광 소자의 전압에 따른 전류 밀도를 살펴본다.

[0108] 도 5는 종래 기술에서의 전압에 따른 전류밀도를 나타내는 그래프이다.

[0109] 도 5에서는 A 종래 기술 및 B 종래 기술에 대한 전압에 따른 전류밀도를 도시하고 있다.

[0110] A 종래 기술은 유기 발광 소자에 하나의 발광 부재를 형성한 기술이며, B 종래 기술은 유기 발광 소자가 두 개의 발광 부재를 중첩하는 구조이나 두 개의 발광 부재 사이에 과도핑층을 가지지 않는 종래 기술이다.

[0111] 도 5에서 알 수 있는 바와 같이 A 종래 기술은 일정한 전류 밀도(예를 들면 20 mA/cm²)를 가지도록 하기 위하여

요구되는 화소 전극(191)과 공통 전극(270)의 전압차이가 4.65V인데 반하여, B 종래기술은 동일한 전류 밀도를 위하여 10.2V의 전압차이가 필요하다. 즉, B 종래 기술은 일정한 전류 밀도를 얻기 위하여 2 배 이상의 전압을 인가하여야 하므로 동일 전류효율이 달성 되더라도 전력효율이 A 종래 기술에 비하여 낮다. 그러나 B 종래 기술은 효율은 낮지만 이중의 발광층으로 인하여 수명이 긴 장점이 있기 때문에 많이 사용되고 있다.

[0112] B 종래 기술이 수명이 길기 때문에 사용되고 있지만, 도 5에 도시된 바와 같이 20 mA/cm²의 전류 밀도가 나오기 위해서는 B 종래 기술이 A 종래 기술에 비해 두배의 전압보다 약 0.9V 전압이 추가로 인가되어야 하고, 이러한 전압은 접합에서 터널링(Tunneling)이 일어나기 위해서 소비되는 전압이다.

[0113] B 종래 기술은 발광 부재가 중첩하고 있어 전극간의 간격이 멀어 A 종래 기술에 비하여 2배 정도 많은 전압이 필요할 수는 있으나, A 종래 기술에 비하여 2배 이상의 전압이 들어간다는 것은 문제가 있으며, 이를 2배 전압에 가깝도록 하기 위하여 본 발명에서는 중첩되는 발광 부재 사이에 과도핑층(375)을 형성한다.

[0114] 본 발명에서는 발광 부재 사이에 과도핑층(375)을 이용하여 보다 낮은 전압으로 동일한 전류 밀도를 가질 수 있도록 하며, 뿐만 아니라 최대의 전류 효율을 가지도록 한다.

[0115] 이를 위하여 우선 도 6을 통하여 전류 효율을 살펴본다.

[0116] 도 6은 p형 불순물층 및 n형 불순물층의 전도도에 따른 전류 효율을 보여주는 그래프이다.

[0117] 도 6에서는 p형 불순물층 및 n형 불순물층의 전도도를 서로 조절하여 발광층내의 전자 및 정공의 균형을 최적화할 때에 최대의 전류 효율이 나타남을 보여준다. 상기 도 6에서는 p형 불순물층의 전도도는 1.0이상 1.1이하이고, n형 불순물층의 전도도는 1.8이상 1.9이하에서 최대의 전류 효율값인 13.3cd/A를 가지는 것을 알 수 있다.

[0118] 그러므로 각 실시예 별로 도 6과 같이 p형 불순물층 및 n형 불순물층의 전도도에 따른 전류 효율을 조사하여 최대의 전류 효율을 가질 수 있는 p형 및 n형 불순물층의 전도도를 유지하도록 한 후 과도핑층(375)을 형성하여 유기 발광 소자의 전류 효율을 일정 수준 이상이 되도록 조절할 수도 있다. 과도핑층(375)의 두께에 따라서 전압에 따른 전류밀도 및 휘도가 달라지는데 이를 살펴보기 위하여 아래의 표 3과 같은 실시예를 이용하여 실험하였다.

[0119] [표 3]

실시예	구조	두께(Å)
A 실시예	단일 발광부재 구조	300
B 실시예	n형 불순물층/p형 불순물층	300/300
C-1 실시예	n형 불순물층/n형 과도핑층/p형 과도핑층/p형 불순물층	280/20/20/280
C-2 실시예	n형 불순물층/n형 과도핑층/p형 과도핑층/p형 불순물층	260/40/40/260
C-3 실시예	n형 불순물층/n형 과도핑층/p형 과도핑층/p형 불순물층	240/60/60/240
C-4 실시예	n형 불순물층/n형 과도핑층/p형 과도핑층/p형 불순물층	220/80/80/220
C-5 실시예	n형 불순물층/n형 과도핑층/p형 과도핑층/p형 불순물층	200/100/100/200

[0121] 여기서, p-n 접합을 이루는 p형 또는 n형 불순물층(392, 382) 및 p형 또는 n형 과도핑층(375-2, 375-1)의 두께의 합을 300Å으로 일정하게 하였다. 그 이유는 해당 실시예에서 실험한 결과 가장 전류 효율이 좋은 두께가 300Å이었기 때문이며, 실시예에 따라서는 다양한 두께를 가질 수 있다. p형 불순물층(392), n형 불순물층(382) 및 과도핑층(375-1, 375-2)은 각각 서로 다른두께를 가질 수도 있다.

[0122] 이상과 같은 실시예를 통하여 실험한 결과는 도 7 및 도 8에서 도시하고 있다.

[0123] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 전압에 따른 전류밀도를 나타내는 그래프이며, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 전압에 따른 휘도를 나타내는 그래프이다.

[0124] 우선, 도 7을 살펴보면, B 종래 기술과 비교할 때 C-1 내지 C-5의 실시예는 동일한 전류 밀도를 얻기 위하여 적은 전압이 필요하다는 것을 확인할 수 있다.

[0125] 특히 C-1 실시예 보다는 C-2 실시예가 더 적은 전압이 필요하며, C-2 실시예 보다는 C-3 실시예가 더 적은 전압이 필요하다. 과도핑층이 일정 두께 이상인 C-3 실시예, C-4 실시예 및 C-5 실시예는 거의 유사한 전압에 대한 전류 밀도의 그래프를 가진다는 것을 알 수 있다. 즉, 이는 일정 두께 이상의 과도핑층(375)을 사용하더라도

더 이상 전압이 줄어들지 않는 한계 상태에 이른 것을 나타내며, 이러한 현상은 이미 충분한 수의 전자 및 정공이 집합 영역에 존재하여 터널링이 발생하도록 하는 최저 전압에 이르렀기 때문이다. 또한, 집합 영역에서 일정 거리 이상 떨어진 과도핑층(375)의 내부 일부분은 터널링에 기여하는 역할이 미미하며, 해당 부분에서 소비되는 전압도 미미하므로 일정 두께 이상의 과도핑층(275)은 서로 유사한 전압 특성을 가진다. 그 결과 C-3 실시예 내지 C-5 실시예는 A 종래 기술에 비하여 2배 정도의 전압을 통하여 동일한 전류 밀도를 가지도록 한다는 것을 확인할 수 있다.

- [0126] 과도핑층(375)의 두께는 도 7 및 도 8의 그래프를 참고할 때, 과도핑층이 없는 B 실시예에 비하여 전압 특성을 향상시키기 위해서는 하나의 과도핑층(375-1, 375-2)은 40Å 이상의 값을 가질 수 있으며, 전체 과도핑층(375)은 80 Å 이상의 값을 가질 수 있다. 한편, 오차를 고려할 때, 하나의 과도핑층(375-1, 375-2)은 35Å 이상의 값을 가질 수 있으며, 전체 과도핑층(375)은 70 Å 이상의 값을 가질 수 있다.
- [0127] 한편, 과도핑층의 두께에 대한 과도핑층과 접하고 있는 불순물층의 두께비를 기준으로 과도핑층의 두께를 살펴보면, B 실시예에 비하여 향상된 전압 특성을 가지도록 하기 위해서는 두께비가 4 이하의 값을 가지도록 과도핑층의 두께를 설정할 수 있다. 한편, 오차를 고려하면 두께비가 4.5 이하의 값을 가지도록 과도핑층의 두께를 설정할 수 있다.
- [0128] 한편, 도 9에서는 휘도에 대한 전류 효율의 그래프를 도시하고 있다.
- [0129] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 휘도에 따른 전류 효율을 나타내는 그래프이다.
- [0130] 도 9에서 알 수 있는 바와 같이 본 실험에서 적용된 B 종래 기술 및 C-1 내지 C-5 실시예는 유사한 휘도에 따른 전류 효율을 나타낸다. 이는 본 실험을 하기 위하여 도 6의 불순물층의 전도도에 따른 전류 효율을 최대화 하는 조건 및 두께 조건을 일정하게 맞춘 상태에서 실험을 하였기 때문이다.
- [0131] 종합하면, 도 7 내지 도 9에서 알 수 있는 바와 같이 과도핑층을 형성하여 종래 기술보다 낮은 전압으로도 동일한 전류가 흐르도록 하며, 높은 휘도를 표시하도록 한다. 또한, 과도핑층과 이에 접하고 있는 불순물층의 두께를 최적화하면 전류 효율도 최대가 되며, 그에 따른 전압도 낮아져 보다 향상된 저전압 구동이 가능하다.
- [0132] 도 10은 이상의 도 7 내지 도 9의 실험 결과 및 기타 추가 결과를 표로 나타낸 것이다.
- [0133] 도 10은 본 발명의 각 실시예에 따른 색좌표, 전류 효율(current efficiency), 전력 효율(power efficiency) 및 외부 양자 효율(External quantum efficiency)을 나타내는 표이다.
- [0134] 도 10에서 나타내고 있는 바와 같이 색좌표에 있어서 B 종래기술과 C-1 내지 C-5의 실시예를 비교하면 차이가 없어 그대로 사용할 수 있다.
- [0135] 또한, 4000nit의 휘도에서 측정한 전류 효율을 살펴보면 B 종래기술과 C-2 내지 C-5의 실시예에서 차이가 적다는 것을 알 수 있다. 한편, 4000nit의 휘도에서 측정한 전력 효율(Power Efficiency)을 살펴보면, C-2 내지 C-5 실시예 모두 전력 효율이 향상된다. 즉, 전류 효율은 종래 기술과 유사한 상태에서 과도핑층(375)을 통하여 구동 전압이 낮아지므로 전력 효율을 높아지는 장점을 가진다.
- [0136] C-1 실시예의 경우에는 전류 효율의 측정값이 B 실시예보다 낮고 전력 효율역시 낮게 측정되어 효율면에서 안 좋은 특성을 가진다는 것을 확인할 수 있어 일반적으로는 사용되지 않는다. 다만, 구동 전압을 낮추는 것이 보다 중요한 경우에는 사용될 수도 있다.
- [0137] 또한, 4000nit의 휘도에서의 외부 양자 효율(External Quantum Efficiency)을 살펴보면, C-1 실시예를 제외하고는 모두 B 종래 기술보다 향상된 효율을 가진다.
- [0138] 이상에서는 도 4의 실시예, 즉, 두개의 과도핑층(375-1, 375-2)을 형성한 실시예의 특성을 살펴보았다. C-1 실시예는 몇몇 효율에서 B 종래기술보다 약간 낮은 효율을 보였지만, 구동 전압을 낮출 수 있다는 장점으로 인하여 B 종래 기술을 대체하여 사용할 수 있다.
- [0139] 이하에서는 도 4의 실시예와 달리 하나의 과도핑층(375)을 형성한 실시예에 대하여 살펴본다.
- [0140] 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 다이오드의 개략적인 단면도이다.
- [0141] 도 11에 도시한 바와 같이, 유기 발광 부재(370)는 하부 발광 부재(380), 상부 발광 부재(390) 및 그 사이에 형성된 과도핑층(375)을 포함하며, 과도핑층(375)은 도 4의 실시예와 달리 하나만 형성한다.
- [0142] 하부/상부 발광 부재(380/390)는 발광층(383/393) 및 그 양쪽의 불순물층(381, 382/ 391, 392)을 포함하며, 그

사이에는 과도핑층(375)이 형성되어 있다.

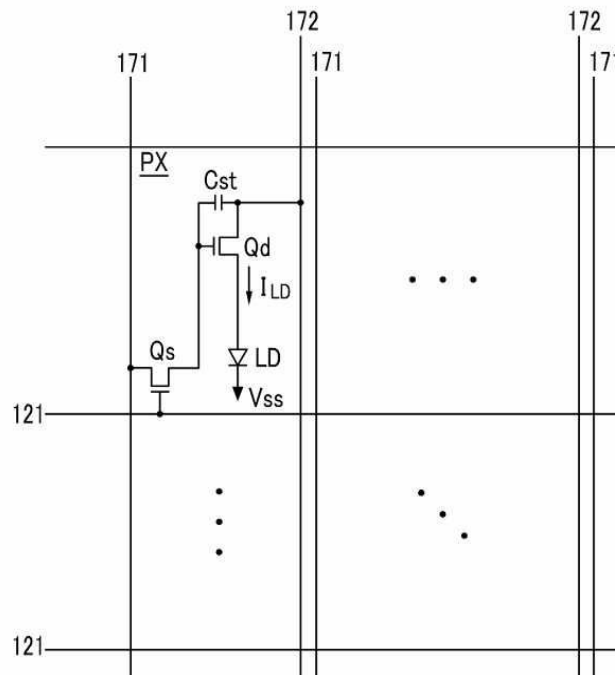
- [0143] 하부 발광 부재(380)의 불순물층(381, 382)은 화소 전극(191)과 접하는 p형 불순물층(381)과 그 반대쪽의 n형 불순물층(382)을 포함한다. 상부 발광 부재(390)의 불순물층(391, 392)은 공통 전극(270)과 접하는 n형 불순물층(391)과 그 반대쪽의 p형 불순물층(392)을 포함한다. 하부 발광 부재(380)의 n형 불순물층(382)과 상부 발광 부재(390)의 p형 불순물층(392)은 그 사이에 과도핑층(375)이 형성되며, 과도핑층(375)과 함께 p-n 접합(p-n junction)을 이룬다. 이하에서는 p-n 접합을 이루는 하부 발광 부재(380)의 n형 불순물층(382)과 상부 발광 부재(390)의 p형 불순물층(392)을 각각 p-n 접합 n형 불순물층(382) 및 p-n 접합 p형 불순물층(392)으로도 명명한다.
- [0144] 과도핑층(375)은 n형 과도핑층일 수도 있으며, p형 과도핑층일 수도 있다. 과도핑층(375)은 p-n 접합 n형 불순물층(382) 및 p-n 접합 p형 불순물층(392)의 특성에 따라서 하나의 과도핑층만을 형성한 구조이며, 과도핑층이 없는 구조에 비하여는 향상된 전력 효율 및 저전압 구동이 가능하다.
- [0145] 한편, 과도핑층(375)은 과도핑층이 2개 형성된 C-1 내지 C-5의 실시예의 두께에 준하는 두께를 가질 수 있다. 적어도 C-1 내지 C-5의 실시예에서 양호한 특성을 가지는 C-2 실시예 내지 C-5 실시예에서 하나의 과도핑층(375-1, 375-2)이 가지는 최소 두께인 35Å 이상(오차를 고려함)의 두께를 가질 수 있다. 한편, 하나의 과도핑층(375)이 형성된 실시예도 보다 양호한 전력 효율 및 저전압 구동을 위해서 C-2 내지 C-5 실시예에서 두개의 과도핑층(375-1, 375-2)이 가지는 두께의 합에 준하는 두께를 가지도록 할 수도 있다.
- [0146] 이상과 같이 하나의 과도핑층(375)을 형성한 구조는 p-n 접합 n형 불순물층(382), p형 과도핑층(375) 및 p-n 접합 p형 불순물층(392)을 가지거나 p-n 접합 n형 불순물층(382), n형 과도핑층(375) 및 p-n 접합 p형 불순물층(392)을 가질 수 있다. 특히 표 1을 통하여 좋은 특성을 나타낸 금속 산화물 및 딥 루모 정공 주입층(Deep LUMO HIL)을 이용한 구조도 가능하다. 즉, 금속 산화물(metal Oxide)/n형 과도핑층/n형 불순물층이나 딥 루모 정공 주입층(Deep LUMO HIL)/ n형 과도핑층/n형 불순물층의 구조도 가능하다. 이상에서 p형 불순물층(392) 및 n형 불순물층(382)은 표 1의 유기 p 도핑군 및 유기 n 도핑군에서 선택하여 형성하는 것이 좋은 특성을 가지도록 할 수 있다.
- [0147] 도 11의 실시예에 따른 과도핑층(375)은 이와 접하고 있는 불순물층(382, 392)과 동일한 호스트 및 도펀트로 형성될 수 있으며, 불순물층(382, 392)에 비하여 1.2배 이상(바람직하게는 1.5배 이상)의 도펀트 도핑양을 가진다. (중량 퍼센트 기준임) 과도핑층(375)은 도펀트 도핑양이 많을수록 p-n 접합의 성능을 향상시키는 장점이 있지만, 너무 많은 경우 특성이 불리해지는 경우가 있으므로 불순물층(382, 392)에 비하여 20배 이상(바람직하게는 5배 초과)의 도펀트 도핑양을 가지지 않을 수 있다.
- [0148] 한편, 발광층(383/393)은 적색 부발광층, 청색 부발광층 및 녹색 부발광층을 포함할 수 있다. 즉, 발광층(383/393)은 적색 부발광층, 청색 부발광층 및 녹색 부발광층을 포함하여 화이트를 표시할 수도 있으며, 이들 중 어느 하나만을 포함하여 해당 색을 표시할 수도 있다. 하나의 색을 표시하는 경우에는 상부 발광층(393)과 하부 발광층(383)은 동일한 색을 표시하는 것이 바람직하며, 기관(110)에 색필터(230)도 형성할 필요가 없다. 한편, 적색 부발광층, 청색 부발광층 및 녹색 부발광층의 배치는 이들의 특성에 따라 달라질 수 있다. 부발광층 중에서 발광 효율이 가장 낮은 층이 중간에 위치하고, 정공 수송성이 우수한 층은 화소 전극(191) 쪽에, 전자 수송성이 높은 층은 공통 전극(270) 쪽에 배치할 수 있다.
- [0149] 이러한 유기 발광 표시 장치에서, 화소 전극(191), 유기 발광 부재(370) 및 공통 전극(270)은 유기 발광 다이오드(LD)를 이루며, 화소 전극(191)이 애노드(anode), 공통 전극(270)이 캐소드(cathode)가 된다. 그러나 반대로 화소 전극(191)이 캐소드, 공통 전극(270)이 애노드가 될 수도 있으며, 이 경우 유기 발광 부재(370)의 내부 구조는 도 11을 참고하여 앞에서 설명한 것과 반대가 된다.
- [0150] 이상에서는 특정 유기 발광 표시 패널을 이용하여 본 발명에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 두개의 발광 소자가 접하는 부분에 적어도 하나 이상의 과도핑층을 형성하는 것이며, 이상에서 설명한 유기 발광 표시 패널에 한정되지 않는다.
- [0151] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예들에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구 범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리 범위에 속하는 것이다.

도면의 간단한 설명

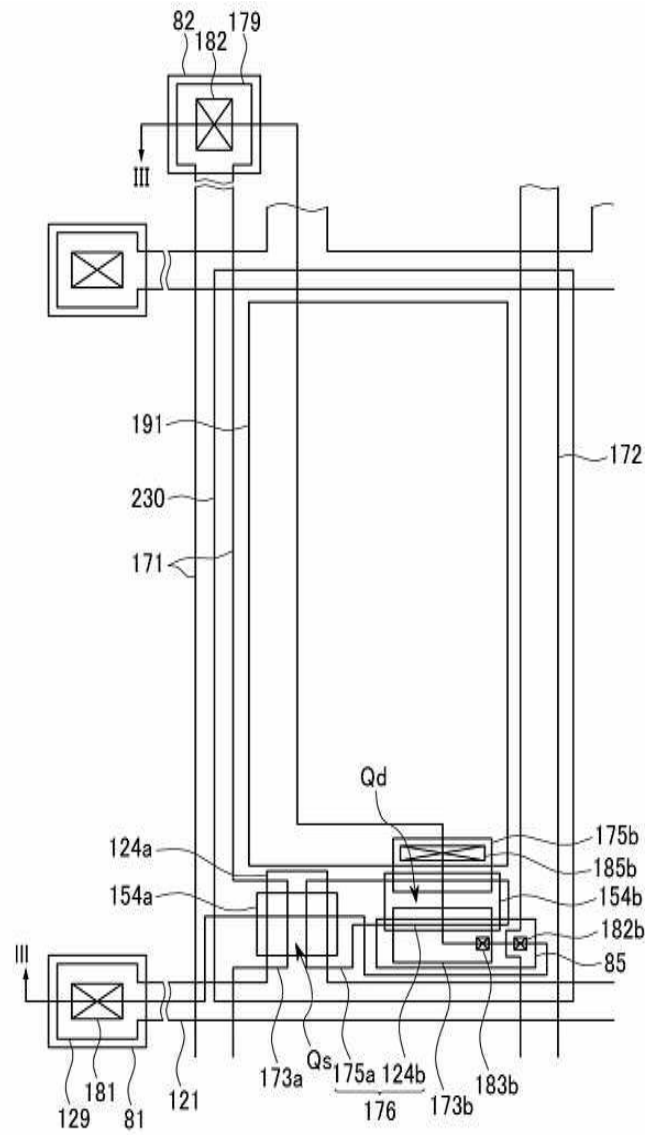
- [0152] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 등가 회로도이고,
- [0153] 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에서 한 화소의 배치도이고,
- [0154] 도 3은 도 2의 유기 발광 표시 장치를 III-III 선을 따라 자른 단면도이며,
- [0155] 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 다이오드의 개략적인 단면도이다.
- [0156] 도 5는 종래 기술에서의 전압에 따른 전류밀도를 나타내는 그래프이다.
- [0157] 도 6은 p형 불순물층 및 n형 불순물층의 전도도에 따른 전류 효율을 보여주는 그래프이다.
- [0158] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 전압에 따른 전류밀도를 나타내는 그래프이다.
- [0159] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 전압에 따른 휘도를 나타내는 그래프이다.
- [0160] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 휘도에 따른 전류 효율을 나타내는 그래프이다.
- [0161] 도 10은 본 발명의 각 실시예에 따른 색좌표, 전류 효율, 전력 효율 및 외부 양자 효율을 나타내는 표이다.
- [0162] 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 다이오드의 개략적인 단면도이다.

도면

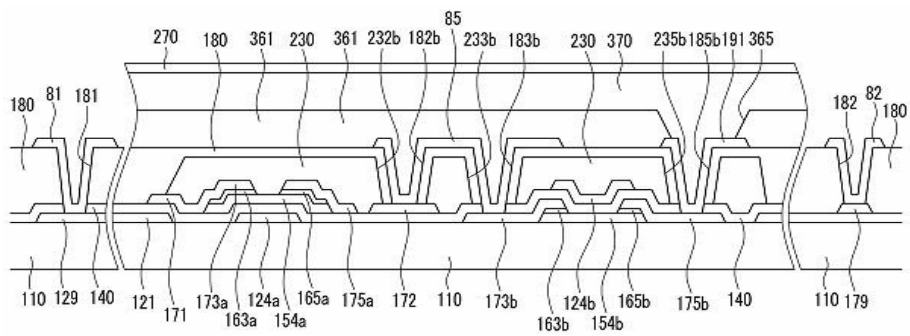
도면1



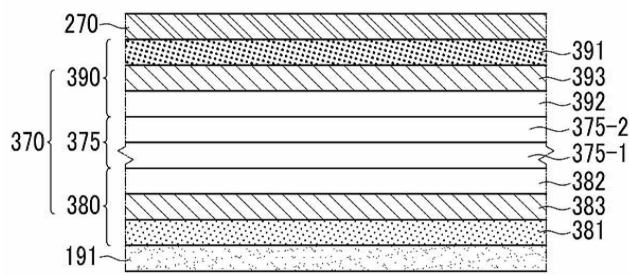
도면2



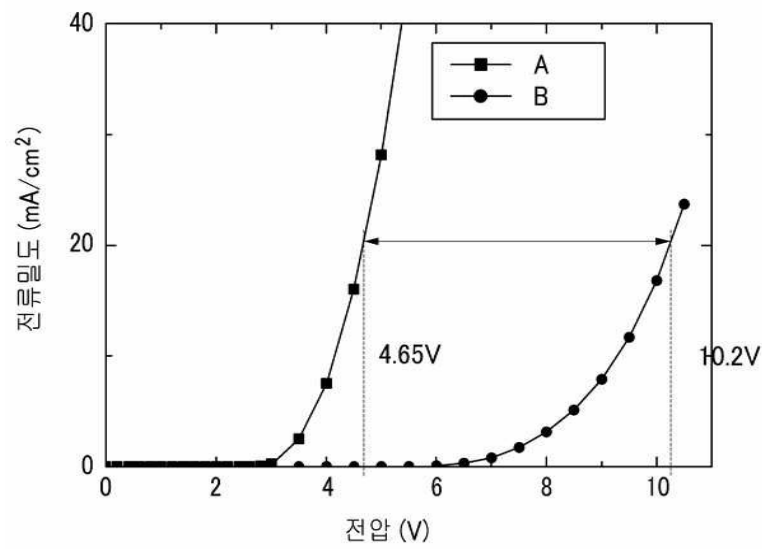
도면3



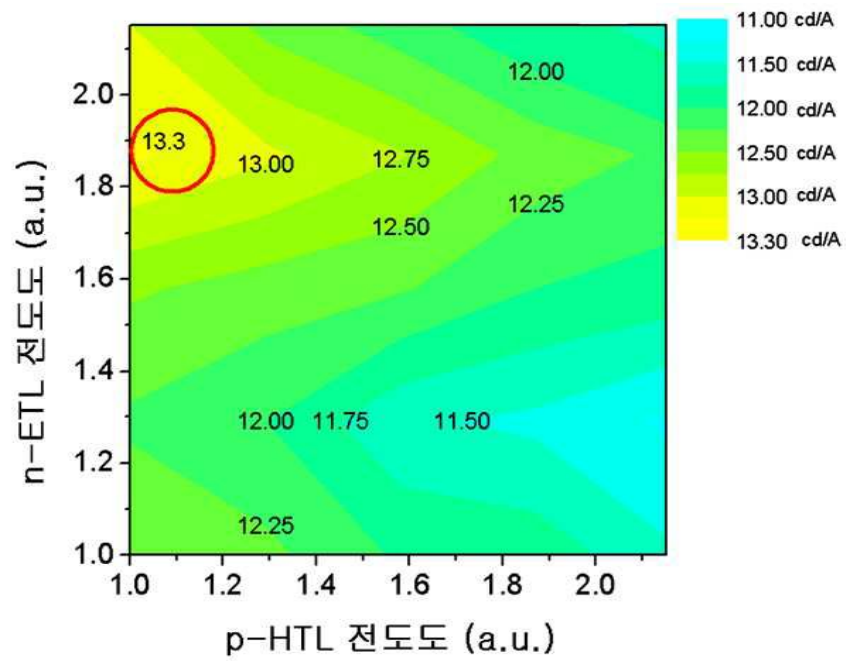
도면4



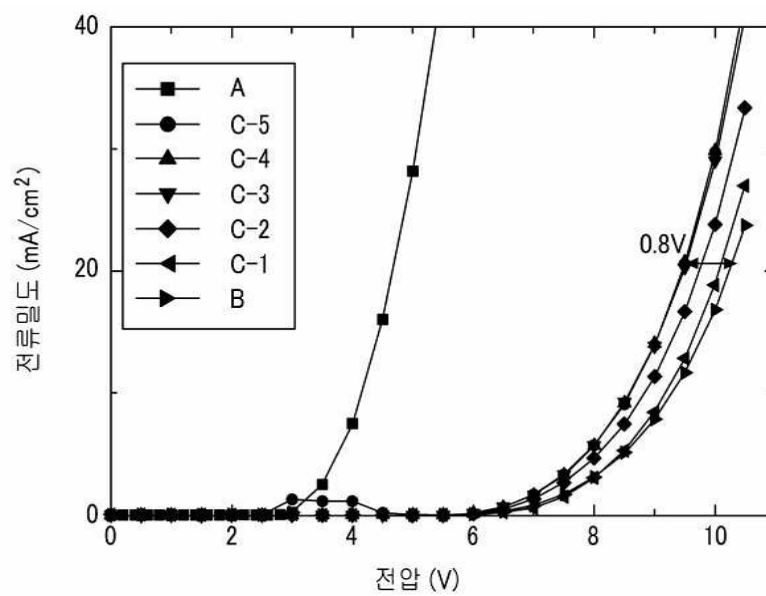
도면5



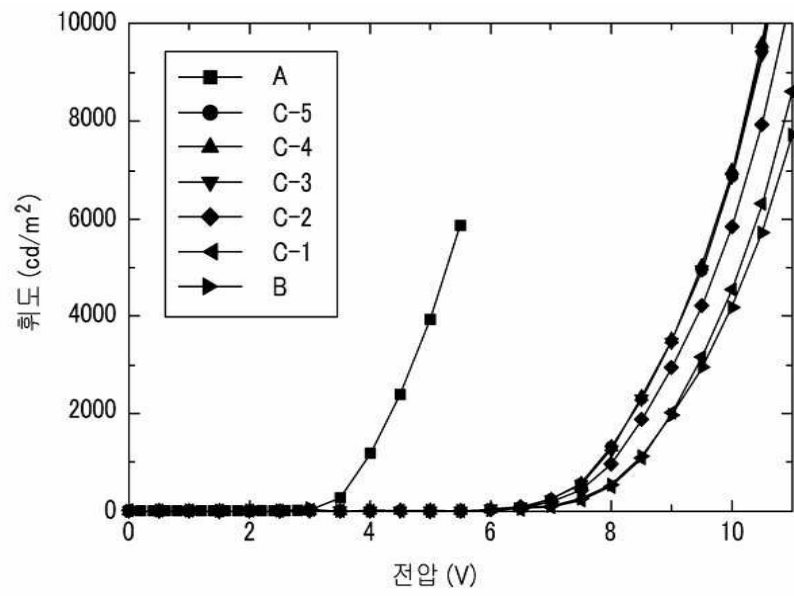
도면6



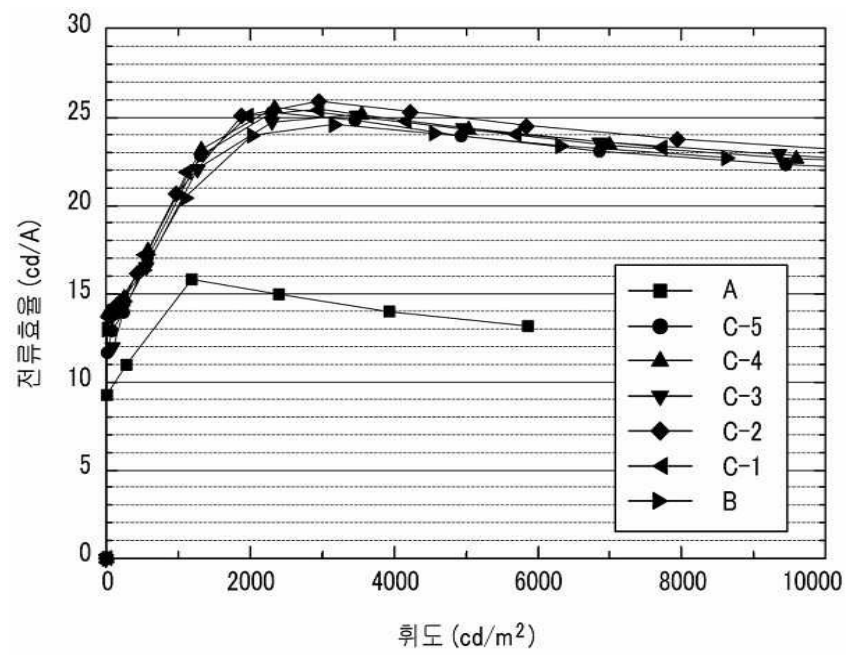
도면7



도면8



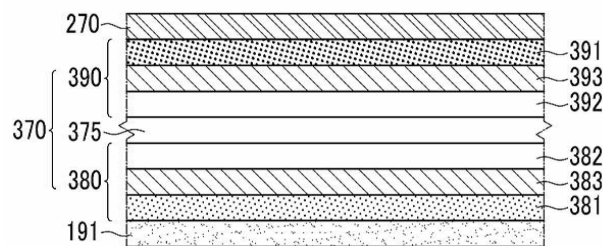
도면9



도면10

(n-ETL/n+ETL/p+HTL/p-HTL)	색좌표(@4,000 nit)		전류효율 (cd/A) (@4,000 nit)	전력효율 (Lm/W) (@4,000 nit)	외부양자효율(%) (@4,000 nit)
	x	y			
C-5	0.272	0.289	24.59@9.18V	8.39	13.4
C-4	0.271	0.288	24.88@9.15V	8.55	13.5
C-3	0.274	0.288	24.86@9.18V	8.52	13.5
C-2	0.27	0.288	25.43@9.41V	8.49	13.9
C-1	0.27	0.29	24.29@9.87V	7.79	13.2
B	0.271	0.288	24.9@9.93V	7.88	13.6

도면11



专利名称(译)	标题：有机发光器件和包含其的有机发光显示装置		
公开(公告)号	KR101659935B1	公开(公告)日	2016-09-27
申请号	KR1020080120712	申请日	2008-12-01
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
[标]发明人	LEE SUNG HUN 이성훈 SONG JUNG BAE 송정배 LEE SUNG SOO 이성수		
发明人	이성훈 송정배 이성수		
IPC分类号	H05B33/18 H01L51/54 H05B33/14		
CPC分类号	H05B33/18 H05B33/14 H01L51/00 H01L51/5052		
其他公开文献	KR1020100062234A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用途：提供有机发光元件和包括该有机发光元件的有机发光元件显示装置，以通过保持有机发光元件的电流效率来降低驱动电压。

