



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월29일
(11) 등록번호 10-2050445
(24) 등록일자 2019년11월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/22 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0062631
(22) 출원일자 2013년05월31일
심사청구일자 2018년04월05일
(65) 공개번호 10-2014-0087975
(43) 공개일자 2014년07월09일
(30) 우선권주장
1020120158195 2012년12월31일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120041460 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
송기욱
경기 고양시 일산서구 킨텍스로 410, 702동 1403호 (일산동, 후곡마을7단지아파트)
한창욱
서울 마포구 월드컵북로38길 53, 105동 1702호 (중동, 월드컵참누리아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박영복

전체 청구항 수 : 총 15 항

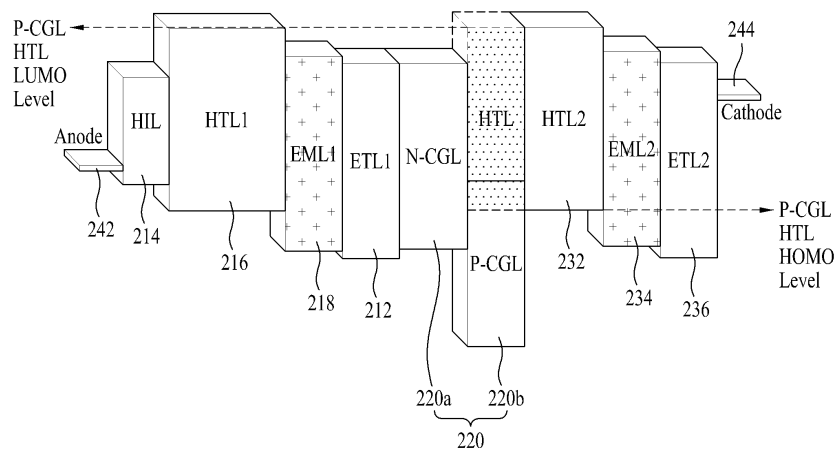
심사관 : 정명주

(54) 발명의 명칭 유기 발광 표시 장치

(57) 요약

본 발명은 P 타입 전하 생성층에 정공 수송층을 도핑하여 구동 전압을 감소시키면서 수명을 증가시킬 수 있는 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로, 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 기관 상에 서로 대향된 제1 및 제2 전극과, 상기 제1 전극 상에 정공 주입층, 제1 정공 수송층, 제1 발광층, 제1 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제1 스택과, 상기 제1 스택과 제2 전극 사이에 제2 정공 수송층, 제2 발광층, 제2 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제2 스택과, 상기 제1 스택과 제2 스택 사이에 형성되어 각 스택들 간의 전하 균형 조절하도록 N 타입 전하 생성층 및 P 타입 전하 생성층으로 이루어지는 전하 생성층을 포함하며, 상기 P 타입 전하 생성층은 상기 P 타입 전하 생성층의 부피비를 기준으로 1%~20%으로 정공 수송 물질이 도핑된 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

최홍석

서울 광진구 독성로35길 32, 303동 701호 (자양동, 우성3차아파트)

피성훈

서울 양천구 오목로13길 7, 101동 307호 (신월동, 신월대림아파트)

서정대

인천 연수구 해송로 143, 102동 204호 (송도동, 송도웰카운티1단지)

오석준

경기 파주시 금신초교길 56, 201동 1104호 (금촌동, 한일유엔아이)

김윤석

서울 송파구 올림픽로35길 104, 26동 409호 (신천동, 장미아파트)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110043722 A*

KR1020110125861 A*

KR1020120072815 A*

KR1020060120506 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상에 서로 대향된 제1 및 제2 전극과;

상기 제1 전극 상에 정공 주입층, 제1 정공 수송층, 제1 발광층, 제1 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제1 스택과;

상기 제1 스택과 제2 전극 사이에 제2 정공 수송층, 제2 발광층, 제2 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제2 스택과;

상기 제1 스택과 제2 스택 사이에 형성되어 각 스택들 간의 전하 균형 조절하도록 N 타입 전하 생성층 및 P 타입 전하 생성층으로 이루어지는 전하 생성층을 포함하며,

상기 P 타입 전하 생성층은 상기 P 타입 전하 생성층의 부피비를 기준으로 1%~20%으로 정공 수송 물질이 도핑되며,

상기 P타입 전하 생성층은 상기 제1 전자 수송층 및 상기 제2 발광층 사이에 배치되는 제1P 타입 전하 생성층 및 제2P 타입 전하 생성층을 구비하며,

상기 제2 P타입 전하 생성층은 제1 P타입의 전하 생성층과 동일 재질의 호스트와, 상기 정공 수송 물질의 도펀트가 혼합되어 형성된 영역인 단층 또는 다층으로 이루어지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 P 타입 전하 생성층에 도핑된 정공 수송 물질은 이동도가 $5.0 \times 10^{-5} \text{Vs/cm}^2 \sim 1.0 \times 10^{-2} \text{Vs/cm}^2$ 인 재료가 이용된 유기 발광 표시 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 P 타입 전하 생성층에 도핑된 정공 수송 물질의 HOMO Level은 5.0eV~6.0eV의 범위를 가지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 P 타입 전하 생성층에 도핑된 정공 수송 물질의 LUMO Level은 2.0eV~3.5eV의 범위를 가지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 P 타입 전하 생성층에 도핑된 정공 수송 물질은 이동도(mobility)가 $9.0 \times 10^{-3} \text{Vs/cm}^2$ 을 가지며, LUMO Level은 2.1eV을 가지며, HOMO Level은 5.2eV을 가지는 재료가 이용된 유기 발광 표시 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 P 타입 전하 생성층에 도핑된 정공 수송 물질은 이동도(mobility)가 $1.0 \times 10^{-4} \text{Vs/cm}^2$ 을 가지며, LUMO Level

은 2.2eV을 가지며, HOMO Level은 5.5eV을 가지는 재료가 이용된 유기 발광 표시 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 P 타입 전하 생성층에 도핑된 정공 수송 물질은 이동도(mobility)가 $6.0 \times 10^{-4} \text{Vs/cm}^2$ 을 가지며, LUMO Level은 2.3eV을 가지며, HOMO Level은 5.6eV을 가지는 재료가 이용된 유기 발광 표시 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 정공 수송 물질이 도핑되는 영역의 두께는 상기 P타입 전하 생성층의 전체 두께의 10%이상의 두께를 가지도록 하기 수학적 1을 만족하는 유기 발광 표시 장치.

<수학적 1>

$L \times 0.1 \leq x \leq L$, 여기서, L은 P타입 전하 생성층의 전체 두께를, x는 정공 수송 물질이 도핑되는 영역의 두께를 의미한다.

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 다층의 제2 P타입 전하 생성층 중 적어도 어느 하나의 제2 P타입 전하 생성층은 나머지 제2 P타입 전하 생성층과 같거나 다른 정공 수송 물질의 도펀트가 도핑되는 유기 발광 표시 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 다층의 제2 P타입 전하 생성층 중 적어도 어느 하나의 제2 P타입 전하 생성층은 나머지 제2 P타입 전하 생성층과 도핑농도가 같거나 다른 유기 발광 표시 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 정공 수송층이 도핑된 P 타입 전하 생성층과 상기 N 타입 전하 생성층 사이에 버퍼층을 더 구비하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 제2 스택의 제2 정공 수송층은 정공 수송층이 도핑된 P 타입 전하 생성층과 제2 스택의 제2 정공 수송층을 공중착하여 형성된 유기 발광 표시 장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 제1 스택의 제1 정공 수송층과 제1 발광층 사이에 상기 제1 정공 수송층과 다른 재료의 정공 수송층을 더 구비하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 제2 스택의 제2 정공 수송층과 제2 발광층 사이에 상기 제2 정공 수송층과 다른 재료의 정공 수송층을 더 구비하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 제2 스택과 제2 전극 사이에 정공 수송층, 발광층 및 전자 수송층이 순차적으로 적층되어 형성되는 적어도 하나의 제3 스택을 더 구비하는 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로 특히, P 타입 전하 생성층에 정공 수송 물질을 도핑하여 구동 전압을 감소시키면서 수명을 증가시킬 수 있는 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다양한 정보를 화면으로 구현해 주는 영상 표시 장치는 정보 통신 시대의 핵심 기술로 더 얇고 더 가볍고 휴대가 가능하면서도 고성능의 방향으로 발전하고 있다. 이에 음극선관(CRT)의 단점인 무게와 부피를 줄일 수 있는 평판 표시 장치로 유기 발광층의 발광량을 제어하여 영상을 표시하는 유기 발광 소자를 이용한 유기 발광 표시 장치가 각광받고 있다. 이러한, 유기 발광 표시 장치는 별도의 광원을 요구하지 않으며, 장치의 콤팩트화 및 선명한 컬러 표시를 위해 경쟁력 있는 어플리케이션으로 고려되고 있다.

[0003] 이때, 유기 발광 소자(Organic Light Emitting Device: OLED)는 전극 사이의 얇은 발광층을 이용한 자발광 소자로 종이와 같이 박막화가 가능하다는 장점을 갖고 있다. 구체적으로, 유기 발광 소자는 양극(anode), 정공 주입층(Hole Injection Layer;HIL), 정공 수송층(Hole Transport Layer;HTL), 발광층, 전자 수송층(Electron Transport Layer;ETL), 전자 주입층(Electron Injection Layer;EIL), 음극(cathode)을 포함한다.

[0004] 이와 같이, 유기 발광 표시 장치에 이용되는 유기 발광 소자는 단일-스택으로 이루어지기도 하지만, 다수개의 스택을 가지는 멀티-스택의 구조로 되어가고 있다.

[0005] 이러한, 멀티-스택 구조의 유기 발광 소자는 양극과 음극, 양극과 음극 사이에 순차적으로 적층된 제1 스택, 전하 생성층, 제2 스택을 포함한다.

[0006] 이때, 제1 스택은 양극 상에 형성된 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층을 포함하며, 제2 스택은 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층을 포함한다.

[0007] 전하 생성층은 제1 및 제2 스택 사이에 위치하여 제1 및 제2 스택의 전하 균형을 조절하며, N 타입 전하 생성층과 P 타입 전하 생성층을 포함한다.

[0008] 이때, P 타입 전하 생성층은 정공과 전자를 생성하며, N 타입 전하 생성층으로 전자를 주입하며, 제2 스택의 정공 수송층으로 정공을 주입한다. 하지만, P 타입 전하 생성층은 현재 HAT(CN)6를 단독으로 사용하고 있는데, 이러한 재료는 정공의 생성과 정공 주입이 원활하지 않아 구동 전압이 높아지는 문제가 발생되며, 그에 따른 수명 감소에 영향을 줄 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, P 타입 전하 생성층에 정공 수송층을 도핑하여 구동 전압을 감소시키면서 수명을 증가시킬 수 있는 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 이를 위하여, 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 기판 상에 서로 대향된 제1 및 제2 전극과, 상기 제1 전극 상에 정공 주입층, 제1 정공 수송층, 제1 발광층, 제1 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제1 스택과, 상기 제1

스택과 제2 전극 사이에 제2 정공 수송층, 제2 발광층, 제2 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제2 스택과, 상기 제1 스택과 제2 스택 사이에 형성되어 각 스택들 간의 전하 균형 조절하도록 N 타입 전하 생성층 및 P 타입 전하 생성층으로 이루어지는 전하 생성층을 포함하며, 상기 P 타입 전하 생성층은 상기 P 타입 전하 생성층의 부피비를 기준으로 1%~20%로 정공 수송층이 도핑된 것을 특징으로 한다.

- [0011] 여기서, 상기 P 타입 전하 생성층에 도핑된 정공 수송 물질은 이동도가 $5.0 \times 10^{-5} \text{Vs/cm}^2 \sim 1.0 \times 10^{-2} \text{Vs/cm}^2$ 인 재료가 이용된 것을 특징으로 한다.
- [0012] 그리고, 상기 P 타입 전하 생성층에 도핑된 정공 수송층의 HOMO Level은 5.0eV~6.0eV의 범위를 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 P 타입 전하 생성층에 도핑된 정공 수송층의 LUMO Level은 2.0eV~3.5eV의 범위를 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 그리고, 상기 P 타입 전하 생성층에 도핑된 정공 수송 물질은 이동도(mobility)가 $9.0 \times 10^{-3} \text{Vs/cm}^2$ 을 가지며, LUMO Level은 2.1eV를 가지며, HOMO Level은 5.2eV를 가지는 재료가 이용된 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 P 타입 전하 생성층에 도핑된 정공 수송 물질은 이동도(mobility)가 $1.0 \times 10^{-4} \text{Vs/cm}^2$ 을 가지며, LUMO Level은 2.2eV를 가지며, HOMO Level은 5.5eV를 가지는 재료가 이용된 것을 특징으로 한다.
- [0016] 그리고, 상기 P 타입 전하 생성층에 도핑된 정공 수송 물질은 이동도(mobility)가 $6.0 \times 10^{-4} \text{Vs/cm}^2$ 을 가지며, LUMO Level은 2.3eV를 가지며, HOMO Level은 5.6eV를 가지는 재료가 이용된 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 상기 정공 수송층이 도핑된 P 타입 전하 생성층과 상기 N 타입 전하 생성층 사이에 버퍼층을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 그리고, 상기 제2 스택의 제2 정공 수송층은 정공 수송층이 도핑된 P 타입 전하 생성층과 제2 스택의 제2 정공 수송층을 공중착하여 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 제1 스택의 제1 정공 수송층과 제1 발광층 사이에 상기 제1 정공 수송층과 다른 재료의 정공 수송층을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 그리고, 상기 제2 스택의 제2 정공 수송층과 제2 발광층 사이에 상기 제2 정공 수송층과 다른 재료의 정공 수송층을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 제1 발광층을 포함하는 제1 스택, P 타입 전하 생성층과 N타입 전하 생성층으로 이루어진 전하 생성층, 제2 발광층을 포함하는 제2 스택으로 이루어진 멀티-스택 구조이며, P 타입 전하 생성층에는 정공 수송 물질이 P 타입 전하 생성층의 부피비를 기준으로 1~20%로 도핑되어 형성됨으로써 정공 생성 및 정공 주입이 용이하게 되어 구동 전압이 감소되며, 소자의 수명도 향상되는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1a 내지 도 1d는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 유기 발광 표시 장치의 R,G,B,W 화소에 대한 등가 회로도들이다.
- 도 2는 도 1a 내지 도 1d에 도시된 R,G,B,W 서브 화소 영역에 따른 유기 발광 표시 장치의 단면도이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 백색 유기 발광 소자의 사시도이다.
- 도 4는 도 2에 도시된 백색 유기 발광 소자의 밴드다이어그램이다.
- 도 5a 및 도 5b는 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자와 본 발명의 Case A에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.
- 도 6a 및 도 6b는 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자와 본 발명의 Case B에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.
- 도 7a 및 도 7b는 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자와 본 발명의 Case C에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전

하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.

도 8a 및 도 8b는 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자와 본 발명의 Case D에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.

도 9a 내지 도 9d는 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자와, NPB 또는 TPD의 정공 수송 물질이 도핑된 P타입 전하 생성층을 가지는 본 발명에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.

도 10a 내지 도 10c는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타내는 단면도이다.

도 11a 및 도 11b는 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자와, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.

도 12a 및 도 12b는 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자와, 본 발명의 제2 실시예에 따른 제1 및 제2 P타입 전하 생성층의 두께에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.

도 13은 도 10b에 도시된 P타입 전하 생성층의 제조 장치의 제1 실시 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 14는 도 10b에 도시된 P타입 전하 생성층의 제조 장치의 제2 실시 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 15는 도 10c에 도시된 P타입 전하 생성층의 제조 장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 16a 내지 도 16d는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타내는 단면도이다.

도 17은 본 발명의 제4 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타내는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시 예를 상세하게 설명한다. 본 발명의 구성 및 그에 따른 작용 효과는 이하의 상세한 설명을 통해 명확하게 이해될 것이다. 본 발명의 상세한 설명에 앞서, 동일한 구성 요소에 대해서는 다른 도면 상에 표시되더라도 가능한 동일한 부호로 표시하며, 공지된 구성에 대해서는 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 구체적인 설명은 생략하기로 함에 유의한다.

[0024] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 도 1a 내지 도 8b를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0025] 도 1a 내지 도 1d는 본 발명의 실시 예에 따른 유기 발광 표시 장치의 R,G,B,W 화소에 대한 등가 회로도들이고, 도 2는 도 1a 내지 도 1d에 도시된 R,G,B,W 서브 화소 영역에 따른 유기 발광 표시 장치의 단면도이다. 그리고, 도 3은 도 2에 도시된 백색 유기 발광 소자의 사시도이고, 도 4은 도 2에 도시된 백색 유기 발광 소자의 밴드다이아그램이다.

[0026] 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 매트릭스형태로 형성된 다수의 서브 화소 영역들에 의해 표시 영역이 정의된 기판과 기판 상에 형성된 서브 픽셀들을 수분이나 산소로부터 보호하기 위한 밀봉기판 또는 박막 필름형 인캡(Thin-Film Encap)을 포함한다.

[0027] 다수의 서브 화소 영역은 R 서브 화소 영역, G 서브 화소 영역, B 서브 화소, W 서브 화소 영역으로 구성되며, R,G,B,W 서브 화소 영역들이 매트릭스 형태로 배열되어 화상을 표시하게 된다. 이러한, 다수의 서브 화소 영역은 도 1a에 도시된 바와 같이 R,G,B,W 서브 화소 영역들이 게이트 라인과 나란하게 일렬로 1행 X 4열과 같이 배치될 수 있으며, 도 1b에 도시된 바와 같이 데이터 라인과 나란하게 일렬로 4행 X 1열과 같이 배치될 수 있다. R,G,B,W 서브 화소 영역 순서로 배치되었으나, R,B,G,W 서브 화소 영역 순서로 배치되거나, W,R,G,B 화소 영역 순서로 배치될 수 있으므로 배치 순서는 한정되지 않으며, 사용자의 필요에 따라 변경 가능하다.

[0028] 또한, R,B,G,W 서브 화소 영역은 도 1c 및 도 1d에 도시된 바와 같이 2행 X 2열로 배열될 수 있다. 예를 들어, 도 1c에 도시된 바와 같이 R 서브 화소 영역은 제2i(여기서, i=1 이상의 자연수)-1 번째 데이터 라인(DL2i-1)과 제2i-1 번째 게이트 라인(GL2i-1)의 교차 영역에 형성되며, G 서브 화소 영역은 제2i번째 데이터 라인(DL2i)과 제2i-1번째 게이트 라인(GL2i-1)의 교차 영역에 형성되며, B 서브 화소 영역은 제2i-1번째 데이터 라인(DL2i-1)과 제2i번째 게이트 라인(GL2i)의 교차 영역에 형성되며, W 서브 화소 영역은 제2i번째 데이터 라인(DL2i)과 제2i번째 게이트 라인(GL2i)의 교차 영역에 형성되어 배치될 수 있다.

[0029] 그리고, 도 1d에 도시된 바와 같이 R 서브 화소 영역은 제2i-1 번째 데이터 라인인(DL2i-1)과 제2i-1 번째 게이트 라인인(GL2i-1)의 교차 영역에 형성되며, B 서브 화소 영역은 제2i번째 데이터 라인인(DL2i)과 제2i-1번째 게이트 라인(GL2i-1)의 교차 영역에 형성되며, G 서브 화소 영역은 제2i-1 번째 데이터 라인(DL2i-1)과 제2i번째

째 게이트 라인(GL2i)의 교차 영역에 형성되며, W 서브 화소 영역은 제2i번째 데이터 라인(DL2i)과 제2i번째 게이트 라인(GL2i)의 교차 영역에 형성되어 배치될 수 있다.

[0030] 이러한, R,G,B,W 서브 화소 영역 각각에는 셀 구동부(200)와, 셀 구동부(200)와 접속된 백색 유기 발광 소자를 구비한다.

[0031] 셀 구동부(200)는 게이트 라인(GL) 및 데이터 라인(DL)과 접속된 스위치 박막 트랜지스터(TS)와, 스위치 박막 트랜지스터(TS) 및 전원 라인(PL)과 백색 유기 발광 소자의 제1 전극(242) 사이에 접속된 구동 박막 트랜지스터(TD)와, 전원 라인(PL)과 스위치 박막 트랜지스터(TS)의 드레인 전극(110) 사이에 접속된 스토리지 커패시터(C)를 구비한다. 서브 화소 영역들은 스위치 트랜지스터, 구동 트랜지스터, 커패시터 및 유기 발광 소자를 포함하는 구조로 구성되거나, 트랜지스터 및 커패시터가 더 추가된 구조로 구성될 수 있다. 또한, 구동 박막 트랜지스터가 백색 유기 발광 소자의 제1 전극과 직접 연결될 수도 있지만, 구동 박막 트랜지스터와 백색 유기 발광 소자 사이에 다른 박막 트랜지스터가 형성될 수 있다.

[0032] 스위치 박막 트랜지스터(TS)의 게이트 전극은 게이트 라인(GL)과 접속되고 소스 전극은 데이터 라인(DL)과 접속되며 드레인 전극은 구동 박막 트랜지스터(TD)의 게이트 전극 및 스토리지 커패시터(C)와 접속된다. 구동 박막 트랜지스터(TD)의 소스 전극은 전원 라인(PL)과 접속되고 드레인 전극(110)은 제1 전극(242)과 접속된다. 스토리지 커패시터(C)는 전원 라인(PL)과 구동 박막 트랜지스터(TD)의 게이트 전극 사이에 접속된다.

[0033] 스위치 박막 트랜지스터(TS)는 게이트 라인(GL)에 스캔 펄스가 공급되면 턴-온되어 데이터 라인(DL)에 공급된 데이터 신호를 스토리지 커패시터(C) 및 구동 박막 트랜지스터(TD)의 게이트 전극으로 공급한다. 구동 박막 트랜지스터(TD)는 게이트 전극으로 공급되는 데이터 신호에 응답하여 전원 라인(PL)으로부터 유기 전계 발광 소자로 공급되는 전류(I)를 제어함으로써 유기 전계 발광 소자의 발광량을 조절하게 된다. 그리고, 스위치 박막 트랜지스터(TS)가 턴-오프되더라도 스토리지 커패시터(C)에 충전된 전압에 의해 구동 박막 트랜지스터(TD)는 다음 프레임의 데이터 신호가 공급될 때까지 일정한 전류(I)를 공급하여 백색 유기 발광 소자가 발광을 유지하게 한다.

[0034] 구동 박막 트랜지스터(TD)는 도 2에 도시된 바와 같이 게이트 라인(GL)과 접속되며, 기관(100) 상에 형성된 게이트 전극(102)과, 게이트 전극(102) 상에 형성된 게이트 절연막(112)과, 게이트 절연막(112)을 사이에 두고 게이트 전극(102)과 중첩되도록 형성된 산화물 반도체층(114)과, 산화물 반도체층(114)의 손상을 방지하며, 산소의 영향을 받지 않도록 보호하기 위해 산화물 반도체층(114) 상에 형성된 에치 스톱퍼(106)과, 데이터 라인(DL)과 접속된 소스 전극(108)과, 소스 전극(108)과 마주보며 형성된 드레인 전극(110)을 포함한다. 또한, 구동 박막 트랜지스터(TD) 상에는 제1 보호막(118)이 형성된다.

[0035] 산화물 반도체층(114)은 Zn, Cd, Ga, In, Sn, Hf, Zr 중 선택된 적어도 하나 이상의 금속을 포함하는 산화물로 형성된다. 이러한, 산화물 반도체층(114)을 포함하는 박막 트랜지스터는 실리콘 반도체층을 포함하는 박막 트랜지스터보다 높은 전하 이동도 및 낮은 누설 전류 특성의 장점을 갖는다. 또한, 실리콘 반도체층을 포함하는 박막 트랜지스터는 고온 공정을 통해 형성되며, 결정화 공정을 실시해야 하므로 대면적화할수록 결정화 공정시 균일도가 떨어져 대면적화에 불리하다. 이에 반해, 산화물 반도체층(114)을 포함하는 박막 트랜지스터는 저온 공정이 가능하며, 대면적화가 유리하다.

[0036] 컬러 필터는 R 컬러 필터(124R), G 컬러 필터(124G), B 컬러 필터(124B)가 제1 보호막(118) 상에 형성된다. R 서브 화소 영역의 제1 보호막(118) 상에 R 컬러 필터(124R)가 형성되며, R 컬러 필터(124R)는 백색 유기 발광 소자로부터 출사되는 백색 광과 혼합되어 적색(R)이 출사된다. G 서브 화소 영역의 제1 보호막(318) 상에 G 컬러 필터(324G)가 형성되며, G 컬러 필터(324G)는 백색 유기 발광 소자로부터 출사되는 백색 광과 혼합되어 녹색(G)이 출사된다. B 서브 화소 영역의 제1 보호막(318) 상에 B 컬러 필터(324B)가 형성되며, B 컬러 필터(324B)는 백색 유기 발광 소자로부터 출사되는 백색 광과 청색(B)이 혼합되어 출사된다. W 서브 화소 영역의 제1 보호막(118) 상에는 컬러 필터가 형성되지 않으며, 백색(W)을 출사한다. 또한, 각 R,G,B 컬러 필터(124R,124G,124B) 상에는 제2 보호막(126)을 형성한다.

[0037] 백색 유기 발광 소자는 도 2 내지 도 4를 참조하면, 구동 박막 트랜지스터(TD)의 드레인 전극(110)과 접속된 제1 전극(242)과, 제1 전극(242)과 대향된 제2 전극(244)과, 제1 전극(242)을 노출시키는뱅크홀(132)이 형성된뱅크 절연막(130)과, 제1 전극(242)과 제2 전극(244) 사이에 적층된 제1 스택(210), 전하생성층(Charge Generation Layer;220) 및 제2 스택(230)을 포함하는 멀티-스택 구조를 가진다. 이러한, 멀티-스택(Multi-Stack) 구조의 백색 유기 발광 소자는 2개 이상의 스택을 구비하며, 각 스택에 서로 다른 색의 발광층을 포함하

며, 각 스택의 발광층으로부터 출사되는 광이 혼합되어 백색 광을 구현한다. 또한, 도 3에는 제1 및 제2 발광층(218, 234)으로부터 출사되는 빛이 하부로 출사되는 바텀 발광 방식을 도시하고 있지만, 본 발명의 제1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자는 탑 발광 방식 또는 양면 발광 방식으로 빛을 출사할 수 있다. 따라서, 이에 한정하지 않는다.

[0038] 제1 전극(242)은 양극으로 TCO(Transparent Conductive Oxide; 이하, TCO)와 같은 투명 도전 물질로 ITO(Indium Tin Oxide; 이하, ITO), IZO(Indium Zinc Oxide; 이하, IZO) 등으로 형성된다.

[0039] 제2 전극(244)은 음극으로 알루미늄과 같이 반사성 금속 재질로 금(Au), 몰리브덴(MO), 크롬(Cr), 구리(Cu), LiF 등으로 형성되거나, 알루미늄과 LiF 합금으로 형성된다.

[0040] 제1 스택(210)은 제1 전극(242)과 전하 생성층(220) 사이에 정공 주입층(Hole Injection Layer)(214), 제1 정공 수송층(Hole Transport Layer)(HTL1; 216), 제1 발광층(Emitting Layer)(EML1; 218), 제1 전자 수송층(Electron Transport Layer)(ETL1; 212)가 차례로 적층된다. 이때, 제1 발광층(218)은 형광 청색 도펀트와 호스트가 포함된 발광층으로 청색을 출사한다. 또한, 제1 정공 수송층(216)과 제1 발광층(218) 사이에 제1 정공 수송층(216)과 다른 재료의 정공 수송층을 더 구비할 수 있으며, 제1 전자 수송층(212)과 N 타입 전하 생성층(220a) 사이에 제1 전자 수송층(212)과 다른 재료의 전자 수송층을 더 구비할 수 있다.

[0041] 제2 스택(230)은 제2 전극(244)과 전하 생성층(220) 사이에 제2 정공 수송층(HTL2; 232), 제2 발광층(EML2; 234), 제2 전자 수송층(ETL2; 236)이 차례로 적층된다. 이때, 제2 발광층(234)은 하나 또는 두 개의 호스트에 인광 옐로우-그린(Yellow-green) 도펀트로 형성된 발광층으로 옐로우-그린색을 출사한다. 또는, 제2 발광층(234)은 하나 또는 두 개의 호스트에 인광 레드-그린(Red-green) 도펀트로 형성될 수 있다. 그리고, 제2 정공 수송층(232)과 제2 발광층(234) 사이에 제2 정공 수송층(232)과 다른 재료의 정공 수송층을 더 구비할 수 있으며, 제2 전자 수송층(236)과 제2 전극(244) 사이에 제2 전자 수송층(236)과 다른 재료의 전자 수송층을 더 구비할 수 있다.

[0042] 이와 같이, 제1 스택(210)의 제1 발광층(218)을 형광 청색 도펀트와 호스트가 포함된 발광층으로 형성하고, 제2 스택(230)의 제2 발광층(234)을 하나의 호스트 또는 두 개의 호스트에 인광 옐로우-그린(Yellow-green) 도펀트로 구성된 발광층으로 형성되거나, 제1 스택(210)의 제1 발광층(218)을 형광 청색 도펀트와 호스트가 포함된 발광층으로 형성될 수 있으며, 제2 스택(230)의 제2 발광층(234)을 하나의 호스트 또는 두 개의 호스트에 인광 적색 도펀트와 인광 녹색 도펀트로 구성된 발광층으로 형성될 수 있다.

[0043] 전하 생성층(Charge Generation Layer; CGL)(220)은 스택들 사이에 형성되어 각 스택들 간의 전하 균형을 조절한다. 이러한, 전하 생성층(220)은 제2 스택(230)과 인접하게 위치하여 전자와 정공을 생성 및 주입하는 P 타입 전하 생성층(P-CGL; 220b)과, 전자를 제1 스택(210)의 제1 전자 수송층(212)에 주입하는 N 타입 전하 생성층(N-CGL; 220a)으로 이루어진다.

[0044] 다시 말하여, P 타입 전하 생성층(220b)은 정공과 전자를 생성하며, 생성된 정공을 인접한 제2 스택(230)의 제2 정공 수송층(232)으로 주입하며, 생성된 전자를 N 타입 전하 생성층(220a)으로 주입한다. 이러한, P 타입 전하 생성층(220b)은 정공의 생성과 제2 스택(230)의 제2 정공 수송층(232)으로 주입을 용이하게 하기 위해 정공 수송층의 물질을 1%~20%로 도핑한다.

[0045] P 타입 전하 생성층(220b)에 도핑되는 정공 수송 물질은 이동도(mobility)가 $5.0 \times 10^{-5} \text{Vs/cm}^2 \sim 1.0 \times 10^{-2} \text{Vs/cm}^2$ 인 재료를 사용한다. 그리고, P 타입 전하 생성층(220b)에 도핑되는 정공 수송 물질의 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) Level은 5.0eV~6.0eV의 범위를 가지며, P 타입 전하 생성층(220b)에 도핑되는 정공 수송 물질의 LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) Level은 2.0eV~3.5eV의 범위를 가지는 재료를 이용한다. 예를 들어, P 타입 전하 생성층(220b)에 도핑되는 정공 수송 물질은 NPD(N,N'-dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine), TPD(N,N'-bis-(3-methylphenyl)-N,N'-bis-(phenyl)-benzidine), s-TAD 및 MTDATA(4,4',4"-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenyl-amino)-triphenylamine) 중 적어도 어느 하나가 이용된다. 한편, P 타입 전하 생성층(220b)에는 한 가지 종류의 정공 수송 물질이 도핑되거나 서로 다른 2가지 이상의 정공 수송 물질이 도핑되어도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

[0046] P 타입 전하 생성층(220b)은 일반적으로 HAT(CN)6을 사용하나, 이러한, HAT(CN)6로 형성된 P 타입 전하 생성층(220b)은 정공 생성 및 주입이 원활하지 못해 구동 전압이 높고, 수명 감소에 영향을 주게 된다.

[0047] 하지만, HAT(CN)6에 정공 수송물질이 도핑된 P 타입 전하 생성층(220b)을 이용한 백색 유기 발광 소자는

HAT(CN)6로만 형성된 P 타입 전하 생성층을 이용한 백색 유기 발광 소자에 비해 구동 전압이 0.7V~0.9V로 감소하였고, 수명이 6%~23% 증가하였다.

[0048] 이와 같이, 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층(220b)에 도핑함으로써 제2 정공 수송층(232)으로 정공의 주입이 용이하게 되어 구동 전압이 감소하게 된다.

[0049] 한편, 제2 스택(320)의 제2 정공 수송층(232)은 정공 수송 물질이 도핑된 P 타입 전하 생성층(220b)과 제2 스택(230)의 제2 정공 수송층(232)을 공증착(Co-deposition)하여 형성할 수 있다.

[0050] 또한, 정공 수송 물질이 도핑된 P 타입 전하 생성층(220b)과 N 타입 전하 생성층(220a) 사이에 버퍼층을 더 형성할 수 있다.

[0051] 도 5a 및 도 5b는 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자와 본 발명의 Case A에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.

[0052] 도 5a의 제1 곡선(10)은 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자에 따른 구동 전압을 나타낸 그래프이고, 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 제1 발광층을 포함하는 제1 스택, P 타입 전하 생성층 및 N 타입 전하 생성층으로 이루어진 전하 생성층, 제2 발광층을 포함하는 제2 스택이 구비된다. 이때, P 타입 전하 생성층은 HAT(CN)6으로만 형성된다.

[0053] 도 5a의 제2 곡선(12)은 본 발명의 Case A에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자에 따른 구동 전압을 나타낸 그래프이고, Case A에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자는 제1 발광층을 포함하는 제1 스택, P 타입 전하 생성층 및 N 타입 전하 생성층으로 이루어진 전하 생성층, 제2 발광층을 포함하는 제2 스택이 구비된다. 이때, P 타입 전하 생성층은 HAT(CN)6에 Case A의 정공 수송 물질이 도핑되며, Case A에 따른 정공 수송 물질은 이동도(mobility)가 $9.0 \times 10^{-3} \text{Vs/cm}^2$ 을 가지며, LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) Level은 2.1eV을 가지며, HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) Level은 5.2eV을 가지는 재료로 형성될 수 있다. 이때, Case A에 따른 정공 수송 물질은 P 타입 전하 생성층의 부피비를 기준으로 3%로 도핑된다.

[0054] 도 5a의 제1 및 제2 곡선(10,12)에 도시된 바와 같이 HAT(CN)6만을 이용한 P 타입 전하 생성층을 이용한 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압보다 HAT(CN)6에 Case A에 따른 정공 수송 물질을 도핑한 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 구동 전압이 낮게 된다.

[0055] 도 5b의 제1 곡선(14)은 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자에 따른 수명을 나타낸 그래프이고, 도 5b의 제2 곡선(16)은 본 발명의 Case A에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자에 따른 수명을 나타낸 그래프이다.

[0056] 도 5b의 제1 및 제2 곡선(14,16)에 도시된 바와 같이 HAT(CN)6만을 이용한 P 타입 전하 생성층을 이용한 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 수명보다 HAT(CN)6에 Case A에 따른 정공 수송 물질을 도핑한 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 수명이 향상되었다.

표 1

	P-CGL	10mA/cm ²	50mA/cm ²	
		cd/A	T90	Volt(V)
비교예	HAT(CN)6	86	69 hour	10.0
본발명	HAT(CN)6+HTL3%(Case A)	85	81 hour	9.1

[0058] [표 1]에서와 같이 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 수명은 69 시간인 반면에, Case A에 따른 정공 수송 물질을 도핑된 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 수명은 81 시간이다. 이때, 수명에서 T90의 의미는 소자의 수명이 90%까지 되는 시간을 의미하는 것으로 예를 들어 Case A에 따른 정공 수송 물질을 도핑된 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 수명이 95%지점까지 되는 시간이 81 시간이다.

[0059] 이는, P 타입 전하 생성층에 Case A에 따른 정공 수송 물질을 도핑함으로써 정공의 주입이 용이하게 되어 구동 전압이 낮아지게 되고, 수명이 향상된 것을 알 수 있다.

[0060] 도 6a 및 도 6b는 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자와 본 발명의 Case B에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전

하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.

[0061] 도 6a의 제1 곡선(20)은 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자에 따른 구동 전압을 나타낸 그래프이고, 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 제1 발광층을 포함하는 제1 스택, P 타입 전하 생성층 및 N 타입 전하 생성층으로 이루어진 전하 생성층, 제2 발광층을 포함하는 제2 스택이 구비된다. 이때, P 타입 전하 생성층은 HAT(CN)6으로만 형성된다.

[0062] 도 6a의 제2 곡선(22)은 본 발명의 Case B에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자에 따른 구동 전압을 나타낸 그래프이고, Case B에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자는 제1 발광층을 포함하는 제1 스택, P 타입 전하 생성층 및 N 타입 전하 생성층으로 이루어진 전하 생성층, 제2 발광층을 포함하는 제2 스택이 구비된다. 이때, P 타입 전하 생성층은 HAT(CN)6에 Case B에 정공 수송 물질이 도핑되며, Case B에 따른 정공 수송 물질은 이동도(mobility)가 $1.0 \times 10^{-4} \text{Vs/cm}^2$ 를 가지며, LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) Level은 2.2eV를 가지며, HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) Level은 5.5eV를 가지는 재료로 형성될 수 있다. 이때, Case B에 따른 정공 수송 물질은 P 타입 전하 생성층의 부피비를 기준으로 3%로 도핑된다.

[0063] 도 6a의 제1 및 제2 곡선(20,22)에 도시된 바와 같이 HAT(CN)6만을 이용한 P 타입 전하 생성층을 이용한 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압보다 HAT(CN)6에 Case B에 따른 정공 수송 물질을 도핑하는 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 구동 전압이 낮게 된다.

[0064] 도 6b의 제1 곡선(24)은 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자에 따른 수명을 나타낸 그래프이고, 도 6b의 제2 곡선(26)은 본 발명의 Case B에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자에 따른 수명을 나타낸 그래프이다.

[0065] 도 6b의 제1 및 제2 곡선(24,26)에 도시된 바와 같이 HAT(CN)6만을 이용한 P 타입 전하 생성층을 이용한 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 수명보다 HAT(CN)6에 Case B에 따른 정공 수송 물질을 도핑하는 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 수명이 향상되었다.

표 2

	P-CGL	10mA/cm ²	50mA/cm ²	
		cd/A	T80	Volt(V)
비교예	HAT(CN)6	86	133 hour	10.6
본발명	HAT(CN)6+HTL3%(Case B)	85	164 hour	9.8

[0067] [표 2]에서와 같이 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 수명이 80%까지 되는 수명 시간이 133 시간이지만, Case B에 따른 정공 수송 물질을 도핑된 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 수명이 80%까지 되는 수명 시간이 164 시간이다.

[0068] 이는, P 타입 전하 생성층에 Case B에 따른 정공 수송 물질을 도핑함으로써 정공의 주입이 용이하게 되어 구동 전압이 낮아지게 되고, 수명이 향상된 것을 알 수 있다.

[0069] 도 7a 및 도 7b는 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자와 본 발명의 Case C에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.

[0070] 도 7a에 도시된 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 HAT(CN)6으로만 P 타입 전하 생성층을 형성한 경우이며, 도 7a는 HAT(CN)6으로만 P 타입 전하 생성층을 형성한 경우에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압을 나타내고 있다.

[0071] 도 7a에 도시된 본 발명의 Case C에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자에 따른 구동 전압을 나타낸 그래프이고, HAT(CN)6에 Case C에 정공 수송 물질이 도핑된 P 타입 전하 생성층을 형성한 경우에 따른 백색 유기 발광 소자이며, Case C에 따른 정공 수송 물질은 이동도(mobility)가 $7.0 \times 10^{-3} \text{Vs/cm}^2$ 를 가지며, LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) Level은 2.5eV를 가지며, HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) Level은 5.4eV를 가지는 재료로 형성될 수 있다. 이때, Case C에 따른 정공 수송 물질은 P 타입 전하 생성층의 부피비를 기준으로 1%,3%,5%,10%,21%로 도핑된 경우를 나타내고 있다.

[0072] 도 7a에 도시된 바와 같이 HAT(CN)6만을 이용한 P 타입 전하 생성층을 이용한 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압보다 HAT(CN)6에 Case c에 따른 정공 수송 물질을 도핑하는 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 구동 전압이 낮게 된다.

[0073] 도 7b에 도시된 바와 같이 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자보다 본 발명의 Case C에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자의 수명이 높다.

표 3

	P-CGL	10mA/cm ²	50mA/cm ²	
		cd/A	T95	Volt(V)
비교예	HAT(CN)6	76.5	20 hour	10.0
본발명	HAT(CN)6+HTL1%(Case C)	76.8	25	9.1
	HAT(CN)6+HTL3%(Case C)	76.3	23	9.3
	HAT(CN)6+HTL5%(Case C)	76.3	29	9.2
	HAT(CN)6+HTL10%(Case C)	76.3	24	9.7
	HAT(CN)6+HTL21%(Case C)	76.7	18	12.4

[0075] [표 3]에서와 같이 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 수명 시간이 20 시간이지만, Case C에 따른 정공 수송 물질로 도핑된 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 수명 시간이 23~29 시간이다.

[0076] 이는, P 타입 전하 생성층에 Case C에 따른 정공 수송 물질을 도핑함으로써 정공의 주입이 용이하게 되어 구동 전압이 낮아지게 되고, 수명이 향상된 것을 알 수 있다.

[0077] 한편, P타입 전하 생성층(220b)에 Case C에 따른 정공 수송 물질을 21%로 도핑하게 되면, 표 3과 같이 비교예보다 구동 전압이 높아지고, 수명이 단축되는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 P타입 전하 생성층(220b)에 정공 수송 물질을 1~20% 도핑하는 것이 바람직하다.

[0078] 도 8a 및 도 8b는 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자와 본 발명의 Case D에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.

[0079] 도 8a의 제1 곡선(30)은 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자에 따른 구동 전압을 나타낸 그래프이고, 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 제1 발광층을 포함하는 제1 스택, P 타입 전하 생성층 및 N 타입 전하 생성층으로 이루어진 전하 생성층, 제2 발광층을 포함하는 제2 스택이 구비된다. 이때, P 타입 전하 생성층은 HAT(CN)6으로만 형성된다.

[0080] 도 8a의 제2 곡선(32)은 본 발명의 Case D에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자에 따른 구동 전압을 나타낸 그래프이고, Case D에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자는 제1 발광층을 포함하는 제1 스택, P 타입 전하 생성층 및 N 타입 전하 생성층으로 이루어진 전하 생성층, 제2 발광층을 포함하는 제2 스택이 구비된다. 이때, P 타입 전하 생성층은 HAT(CN)6에 Case D에 따른 정공 수송 물질이 도핑되며, Case D에 따른 정공 수송 물질은 이동도(mobility)가 $6.0 \times 10^{-4} \text{Vs/cm}^2$ 을 가지며, LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) Level은 2.3eV을 가지며, HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) Level은 5.6eV을 가지는 재료로 형성될 수 있다. 이때, Case D에 따른 정공 수송 물질은 P 타입 전하 생성층의 파괴비를 기준으로 3%로 도핑된다.

[0081] 도 8a의 제1 및 제2 곡선(30,32)에 도시된 바와 같이 HAT(CN)6만을 이용한 P 타입 전하 생성층을 이용한 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압보다 HAT(CN)6에 Case D에 따른 정공 수송 물질을 도핑하는 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 구동 전압이 낮게 된다.

[0082] 도 8b의 제1 곡선(24)은 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자에 따른 수명을 나타낸 그래프이고, 도 8b의 제2 곡선(26)은 본 발명의 Case D에 따른 정공 수송 물질을 P 타입 전하 생성층에 도핑한 백색 유기 발광 소자에 따른 수명을 나타낸 그래프이다.

[0083] 도 8b의 제1 및 제2 곡선(24,26)에 도시된 바와 같이 HAT(CN)6만을 이용한 P 타입 전하 생성층을 이용한 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 수명보다 HAT(CN)6에 Case D에 따른 정공 수송 물질을 도핑한 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 수명이 향상되었다.

표 4

	P-CGL	10mA/cm ²	50mA/cm ²	
		cd/A	T90	Volt(V)
비교예	HAT(CN)6	78	54 hour	9.2
본발명	HAT(CN)6+HTL3%(Case D)	78	62 hour	8.9

[0084]

[0085]

[표 4]에서와 같이 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 수명은 52 시간인 반면에, Case D에 따른 정공 수송 물질을 도핑된 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 수명은 62 시간이다.

[0086]

도 9a 내지 도 9d는 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자와, NPB 또는 TPD의 정공 수송 물질이 도핑된 P타입 전하 생성층을 가지는 본 발명에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.

[0087]

도 9a 및 도 9b에 도시된 바와 같이 3~5%의 NPB가 도핑된 P타입 전하 생성층(220b)을 가지는 본 발명에 따른 백색 유기 발광 소자는 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자보다 구동 전압이 낮아지고, 수명이 향상되었음을 알 수 있다. 특히, 표 5에 도시된 바와 같이 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압은 8.8V인 반면에 3~5%의 NPB가 도핑된 P타입 전하 생성층(220b)을 가지는 본 발명에 따른 유기 발광 소자의 구동 전압은 8.4V로 낮아지고, 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자의 수명은 82시간인 반면에 3~5%의 NPB가 도핑된 P타입 전하 생성층(220b)을 가지는 본 발명에 따른 유기 발광 소자의 수명은 97시간~100시간으로 향상되었음을 알 수 있다.

표 5

	P-CGL	10mA/cm ²	50mA/cm ²	
		cd/A	T90	Volt(V)
비교예	HAT(CN)6	79	82 hour	8.8
본발명3%	HAT(CN)6+NPB3%	78	100 hour	8.4
본발명5%	HAT(CN)6+NPB5%	78	97 hour	8.4

[0088]

[0089]

또한, 도 9c 및 도 9d에 도시된 바와 같이 5%의 TPD가 도핑된 P타입 전하 생성층(220b)을 가지는 본 발명에 따른 백색 유기 발광 소자는 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자보다 구동 전압이 낮아지고, 수명이 향상되었음을 알 수 있다.

표 6

	P-CGL	10mA/cm ²	50mA/cm ²	
		cd/A	T90	Volt(V)
비교예	HAT(CN)6	80	48 hour	9.8
본발명3%	HAT(CN)6+TPD3%	80	56 hour	9.2

[0090]

[0091]

특히, 표 6에 도시된 바와 같이 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압은 9.8V인 반면에 5%의 TPD가 도핑된 P타입 전하 생성층(220b)을 가지는 본 발명에 따른 유기 발광 소자의 구동 전압은 9.2V로 낮아지고, 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자의 수명은 48시간인 반면에 5%의 TPD가 도핑된 P타입 전하 생성층(220b)을 가지는 본 발명에 따른 유기 발광 소자의 수명은 56시간으로 향상되었음을 알 수 있다.

[0092]

도 10a 내지 도 10c는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자를 나타내는 단면도이다.

[0093]

도 10a 내지 도 10c에 도시된 유기 발광 소자는 도 3 및 도 4에 도시된 유기 발광 소자와 대비하여 P타입 전하 생성층이 다층 구조로 형성되는 것을 제외하고는 동일한 구성요소를 구비하므로 동일한 구성요소에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0094]

도 10a 내지 도 10c에 도시된 P타입 전하 생성층(220b)은 제1 및 제2 P타입 전하 생성층(120a, 120b)으로 이루어진다.

[0095]

제1 P타입 전하 생성층(120a)은 HAT(CN)6으로 이루어지며, 제2 P타입 전하 생성층(120b)은 HAT(CN)6으로 이루어진 호스트에 1~20%의 정공 수송 물질로 이루어진 도펀트(240)가 도핑됨으로써 형성된다. 여기서, 정공 수송 물질의 도펀트는 제1 및 제2 스택(210, 230)의 정공 수송층(216, 236)과 동일 물질로 형성되거나 다른 물질로 형성

된다. 예를 들어, 정공 수송 물질의 도펀트(240)는 NPD(N,N-dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine), TPD(N,N'-bis-(3-methylphenyl)-N,N'-bis-(phenyl)-benzidine), s-TAD 및 MTDATA(4,4',4''-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenyl-amino)-triphenylamine) 중 적어도 어느 하나가 이용된다. 한편, 제1 P타입 전하 생성층(120a)에는 한 가지 종류의 도펀트(240)가 도핑되거나 서로 다른 2가지 이상의 도펀트(240)가 도핑되어도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

이러한 제2 P타입 전하 생성층(120b)은 P타입 전하 생성층(220b) 어느 위치에도 형성될 수 있다. 예를 들어, 제2 P타입 전하 생성층(120b)은 도 10a에 도시된 바와 같이 제1 P타입 전하 생성층(120a)과 제2 정공 수송층(232) 사이에 형성되거나, 도 10b에 도시된 바와 같이 N타입 전하 생성층(220a)과 제1 P타입 전하 생성층(120a) 사이에 형성되거나, 도 10c에 도시된 바와 같이 2층 구조의 제1 P타입 전하 생성층(120a) 사이에 형성된다.

도 11a 및 도 11b는 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자와, 본 발명의 제1 및 제2 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.

도 11a 및 도 11b에 도시된 바와 같이 도 9a 및 도 9c에 도시된 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 도 3 및 도 4에 도시된 P타입 전하 생성층 전 영역에 정공 수송 물질이 도핑된 본 발명의 제1 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자와 대비하여 구동 전압 및 수명이 유사하며, 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자보다 구동 전압이 낮아지고, 수명이 향상되었음을 알 수 있다. 특히, 표 7에 도시된 바와 같이 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압은 10.1V인 반면에 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기 발광 소자의 구동 전압은 9.1V로 낮아지고, 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자의 수명은 32시간인 반면에 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자의 수명은 43시간~40시간으로 향상되었음을 알 수 있다.

표 7

	P타입 전하 생성층			10mA/cm ²	50mA/cm ²	
				Cd/A	T90	Volt(V)
비교예	HAT(CN)6			80	32hour	10.1
실시예1	HAT(CN)6+HTL5%			80	42hour	9.3
실시예2(도 9c)	HAT(CN)6	HAT(CN)6+HTL5%	HAT(CN)6	80	43hour	9.1
실시예2(도 9a)	HAT(CN)6	HAT(CN)6+HTL5%		81	40hour	9.1

또한, 제2 P타입 전하 생성층(120b)의 두께가 x이고, P타입 전하 생성층(220b)의 전체 두께가 L인 경우, 제2 P타입 전하 생성층(120b)의 두께는 P타입 전하 생성층(220b)의 전체 두께 내에서 P타입 전하 생성층(220b)의 전체 두께의 10%이상의 두께로 형성되므로 다음 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$L \times 0.1 \leq x \leq L$$

도 12a 및 도 12b는 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자와, 본 발명의 제2 실시예에 따른 제1 및 제2 P타입 전하 생성층의 두께에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압과 수명을 비교한 그래프이다.

도 12a 및 도 12b에 도시된 바와 같이 제2 P타입 전하 생성층(120b)의 두께가 P타입 전하 생성층(220b)의 전체 두께(예를 들어, 200 Å)의 10%이상의 두께(20~100 Å)로 형성되면, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자보다 구동 전압이 낮아지고, 수명이 향상되었음을 알 수 있다. 특히, 표 8에 도시된 바와 같이 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자의 구동 전압은 10.2V인 반면에 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기 발광 소자의 구동 전압은 9.3V~9.9V로 낮아지고, 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자의 수명은 80시간인 반면에 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자의 수명은 113시간~121시간으로 향상되었음을 알 수 있다.

표 8

	P타입 전하 생성층	10mA/cm ²	50mA/cm ²	
		Cd/A	T90	Volt(V)

비교예	HAT(CN)6(200 Å)		81	80hour	10.2
실시예2_A	HAT(CN)6(180 Å)	HAT(CN)6+HTL5%(20 Å)	80	117hour	9.9
실시예2_B	HAT(CN)6(150 Å)	HAT(CN)6+HTL5%(50 Å)	80	113hour	9.4
실시예2_C	HAT(CN)6(100 Å)	HAT(CN)6+HTL5%(100 Å)	82	121hour	9.3

- [0105] 도 13은 도 9b에 도시된 P타입 전하 생성층의 제조 장치의 제1 실시 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0106] 도 13에 도시된 제조 장치는 가이드 레일(321)과, 가이드 레일(321)을 따라 왕복운동하는 몸체(320)와, 몸체(320) 내에 위치하는 제1 내지 제3 증착원(322,323,324)을 구비한다. 제1 증착원(322)은 제1 방출 각도(C1)로 정공 수송 물질로 이루어진 도펀트를 기관(100) 쪽으로 방출한다. 제2 증착원(323,324)은 제1 방출 각도와 중첩되는 제2 방출 각도(C2)로 HAT(CN)6으로 이루어진 호스트를 기관(100) 쪽으로 방출한다. 제3 증착원(324)은 제3 방출 각도(C3)로 HAT(CN)6으로 이루어진 호스트를 기관(100) 쪽으로 방출한다.
- [0107] 이러한 증착원들(322,323,324)은 가이드레일(321)을 따라 일측에서 타측으로 이동하게 되므로 기관(100)의 배면에는 제1 증착원(322)을 통해 방출된 정공 수송 물질로 이루어진 도펀트와, 제3 증착원(324)을 통해 방출된 HAT(CN)6으로 이루어진 호스트가 혼합된 제2 P타입 전하 생성층(120b)이 형성된다. 그런 다음, 제2 P타입 전하 생성층(120b) 상에 제2 증착원(323)을 통해 방출된 HAT(CN)6의 호스트가 순차적으로 적층되므로 제1 P타입 전하 생성층(120a)이 형성된다.
- [0108] 도 14은 도 9b에 도시된 P타입 전하 생성층의 제조 장치의 제2 실시 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0109] 도 14에 도시된 제조 장치는 가이드 레일(321)과, 가이드 레일(321)을 따라 왕복운동하는 몸체(320)와, 몸체(320) 내에 위치하는 제1 및 제2 증착원(322,323)을 구비한다. 제1 증착원(322)은 제1 방출 각도(C1)로 정공 수송 물질로 이루어진 도펀트를 기관(100) 쪽으로 방출한다. 제2 증착원(323)은 제1 방출 각도와 일부 중첩되는 제2 방출 각도(C2)로 HAT(CN)6으로 이루어진 호스트를 기관(100) 쪽으로 방출한다.
- [0110] 이러한 제1 증착원(322)을 통해 방출된 정공 수송 물질로 이루어진 도펀트와 및 제2 증착원(323)을 통해 방출된 HAT(CN)6으로 이루어진 호스트가 혼합된 제2 P타입 전하 생성층(120b)이 기관(100)의 배면에 형성된다. 제2 P타입 전하 생성층(120b) 상에 제2 증착원(323)을 통해 방출된 HAT(CN)6의 호스트가 적층되므로 제1 P타입 전하 생성층(120a)이 형성된다.
- [0111] 도 15는 도 9c에 도시된 P타입 전하 생성층의 제조 장치의 제2 실시 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0112] 도 15에 도시된 제조 장치는 가이드 레일(321)과, 가이드 레일(321)을 따라 왕복운동하는 몸체(320)와, 몸체(320) 내에 위치하는 제1 내지 제3 증착원(322,323,324)을 구비한다. 제1 증착원(322)은 제1 방출 각도(C1)로 정공 수송 물질로 이루어진 도펀트를 기관(100) 쪽으로 방출한다. 제2 증착원(323)은 제1 방출 각도(C1)와 일부 중첩되는 제2 방출 각도(C2)로 HAT(CN)6으로 이루어진 호스트를 기관(100) 쪽으로 방출한다. 제3 증착원(324)은 제1 방출 각도(C1)와 일부 중첩되는 제3 방출 각도(C3)로 HAT(CN)6으로 이루어진 호스트를 기관(100) 쪽으로 방출한다.
- [0113] 이러한 증착원들(322,323,324)은 가이드레일(321)을 따라 일측에서 타측으로 이동하게 되므로 기관(100)의 배면에는 제2 증착원(323)을 통해 방출된 HAT(CN)6의 호스트로 이루어진 제1 P타입 전하 생성층(120a)이 형성된 다음, 제1 증착원(322)을 통해 방출된 정공 수송 물질로 이루어진 도펀트와, 제2 및 제3 증착원(323,324)을 통해 방출된 HAT(CN)6의 호스트가 혼합된 제2 P타입 전하 생성층(120b)이 형성된다. 그런 다음, 제3 증착원(324)을 통해 방출된 HAT(CN)6의 호스트가 순차적으로 적층되므로 제1 P타입 전하 생성층(120a)이 형성된다.
- [0114] 한편, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 제2 P타입 전하 생성층이 단층 구조인 경우를 예로 들어 설명하였지만, 이외에도 도 16a 내지 도 16d에 도시된 바와 같이 P타입 전하 생성층 내에 다층 구조로 형성될 수도 있다.
- [0115] 도 16a 및 도 16에 도시된 제2 P타입 전하 생성층(120b)은 제1 P타입 전하 생성층(120a)과 교번되게 P타입 전하 생성층(220b) 내에서 2층 구조로 형성된다. 이 때, 도 16a에 도시된 N타입 전하 생성층(220a)과, 그 N타입 전하 생성층에 최근접하게 위치하는 제2 P타입 전하 생성층(120b) 사이에 형성되는 제1 P타입 전하 생성층(120a)의 두께는 P타입 전하 생성층(220b) 내에 위치하는 나머지 제1 P타입 전하 생성층(120a)의 두께보다 두껍게 형성된다. 그리고, 도 16b에 도시된 제2 정공 수송층(232)과, 그 정공 수송층(232)에 최근접하게 위치하는 제2 P타입 전하 생성층(120b) 사이에 형성되는 제1 P타입 전하 생성층(120a)의 두께는 P타입 전하 생성층(220b) 내에

위치하는 나머지 제1 P타입 전하 생성층(120a)의 두께보다 두껍게 형성된다. 도 16c에 도시된 제2 P타입 전하 생성층(120b)은 제1 P타입 전하 생성층(120a) 사이에 두고 양측에 형성된다. 도 16d에 도시된 제2 P타입 전하 생성층(120b)은 제1 P타입 전하 생성층(120a)과 교번되게 P타입 전하 생성층(220b) 내에서 3층 구조로 형성된다. 한편, 도 16a 내지 도 16d에 도시된 다수의 제2 P타입 전하 생성층(120b) 중 적어도 하나의 제2 P타입 전하 생성층(120b)은 나머지 제2 P타입 전하 생성층(120b)과 같거나 다른 정공 수송 물질의 도펀트가 도핑될 수도 있다. 또한, 16a 내지 도 16d에 도시된 다수의 제2 P타입 전하 생성층(120b) 중 적어도 하나의 제2 P타입 전하 생성층(120b)은 나머지 제2 P타입 전하 생성층(120b)과 도핑농도가 같거나 다를 수 있다.

[0116] 한편, 도 17에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 백색 유기 발광 소자는 제2 정공 수송층(246)과 제2 발광층(234) 사이에 전자 차단층(246)이 추가로 형성될 수도 있다. 전자 차단층(246)은 정공 차단력보다 전자 차단력이 높은 재질로 형성된다. 이에 따라, 전자 차단층(246)은 전하 생성층(220)에서 생성된 전자가 제2 발광층(234)으로 이동하는 것을 차단한다. 이러한 전자 차단층(246)을 별도로 구비하지 않고, 전자 차단층(246)의 물질과, 정공 수송 물질을 P타입 전하 생성층(120b)에 도핑하여도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

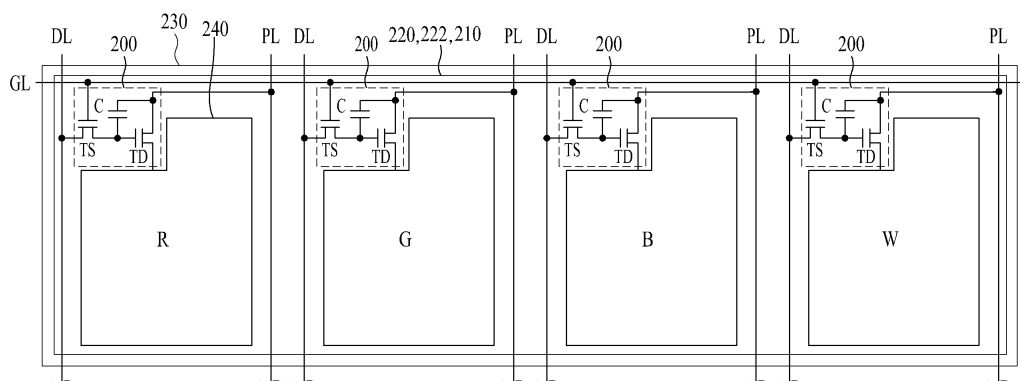
[0117] 이상의 설명은 본 발명을 예시적으로 설명한 것에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술적 사상에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명의 명세서에 개시된 실시 예들은 본 발명을 한정하는 것이 아니다. 본 발명의 범위는 아래의 특허청구범위에 의해 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술도 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석해야 할 것이다.

부호의 설명

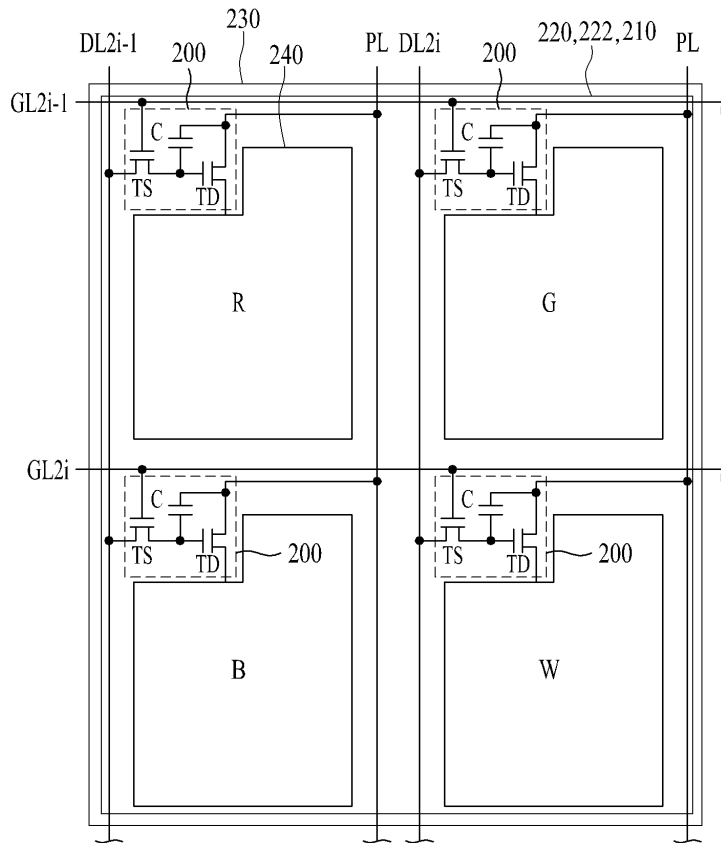
[0118] 100 : 기판	210 : 제1 스택
122: 제1 전자 수송층	214: 정공 주입층
126 : 제1 정공 수송층	218 : 제1 발광층
220 : 전하 생성층	220a : N 타입 전하 생성층
220b : P 타입 전하 생성층	230 : 제2 스택
232 : 제2 정공 수송층	234 : 제2 발광층
236 : 제2 전자 수송층	242 : 제1 전극
244 : 제2 전극	

도면

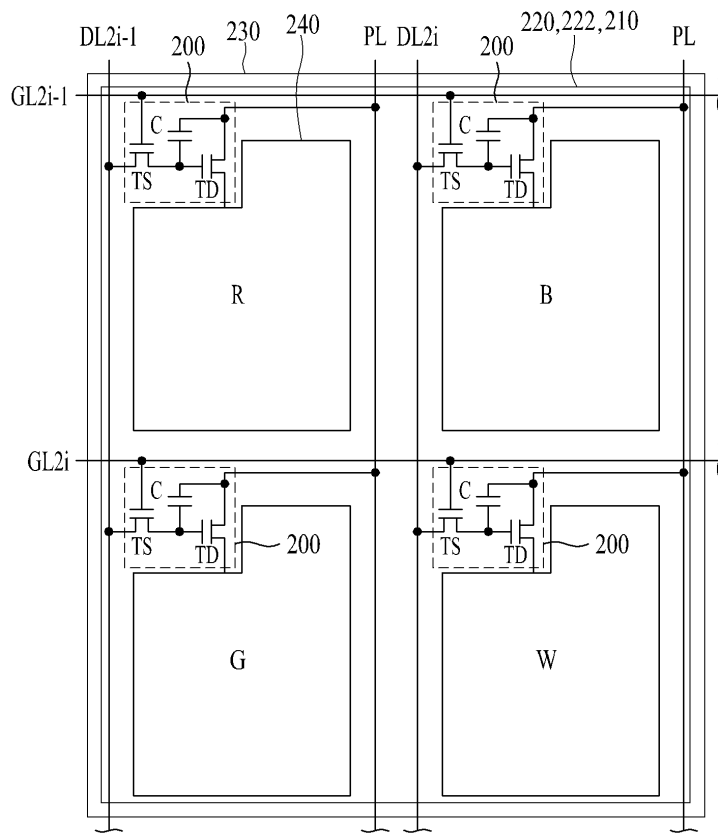
도면1a



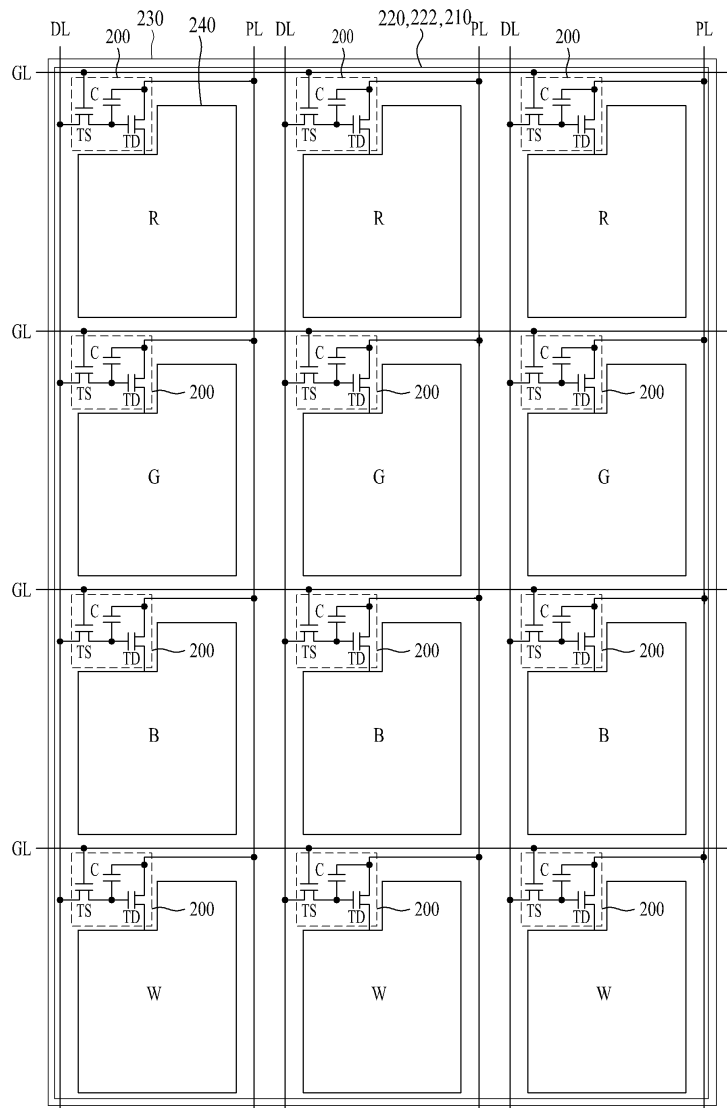
도면1b



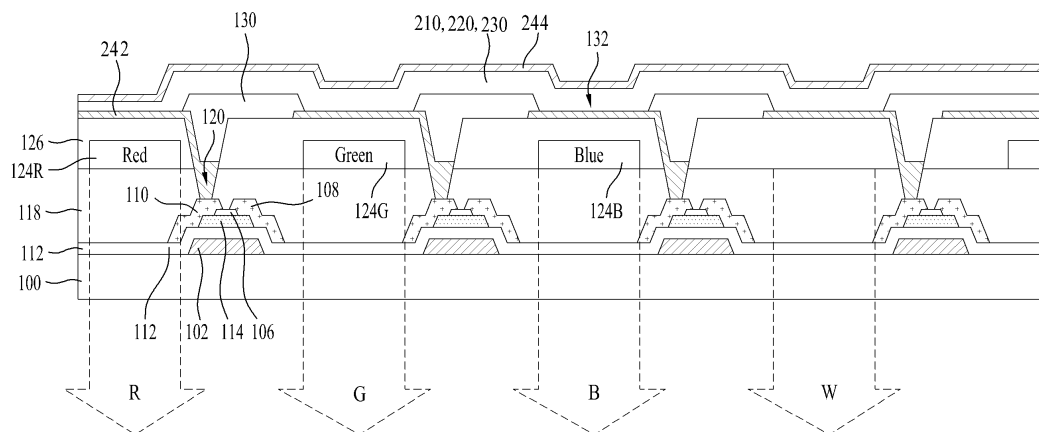
도면1c



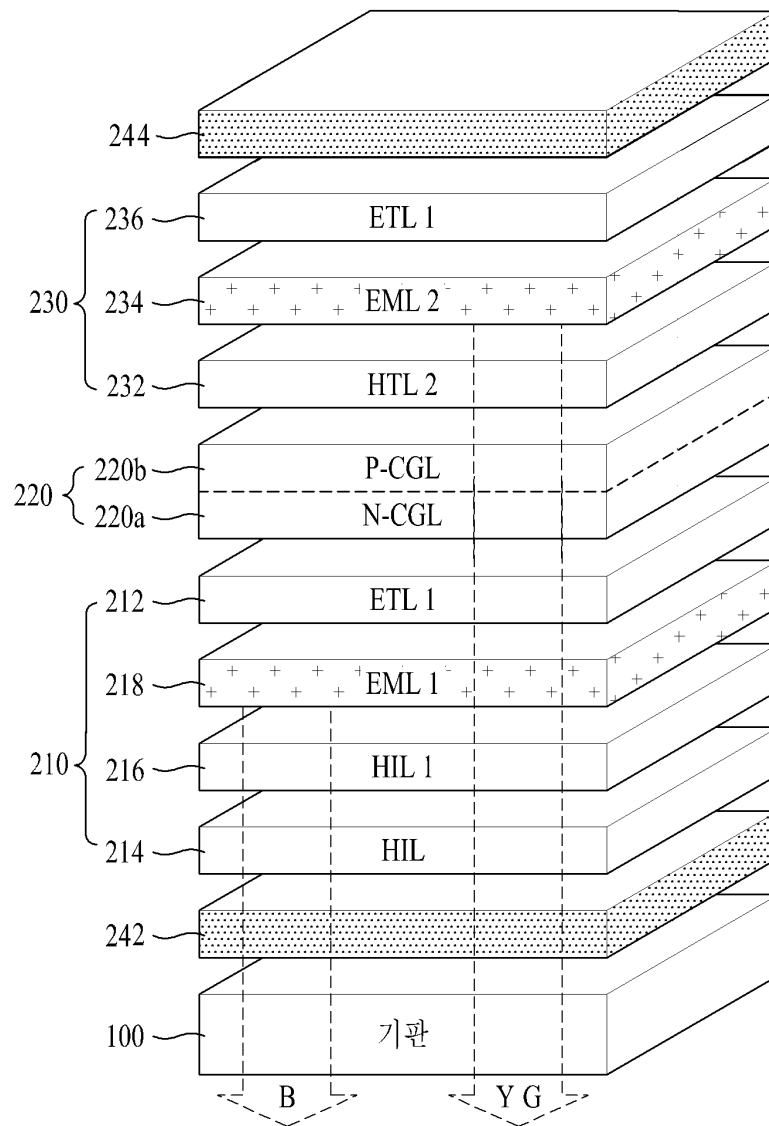
도면1d



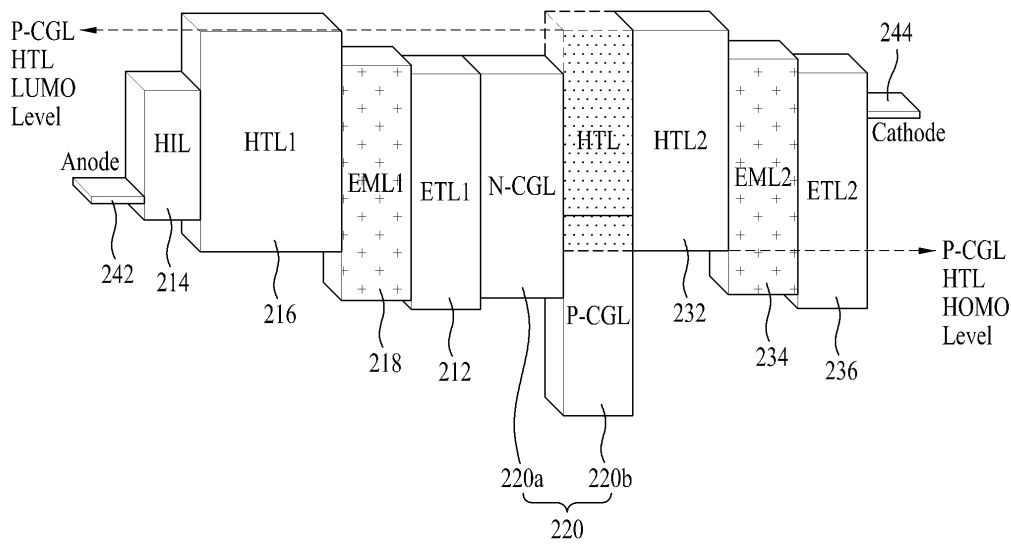
도면2



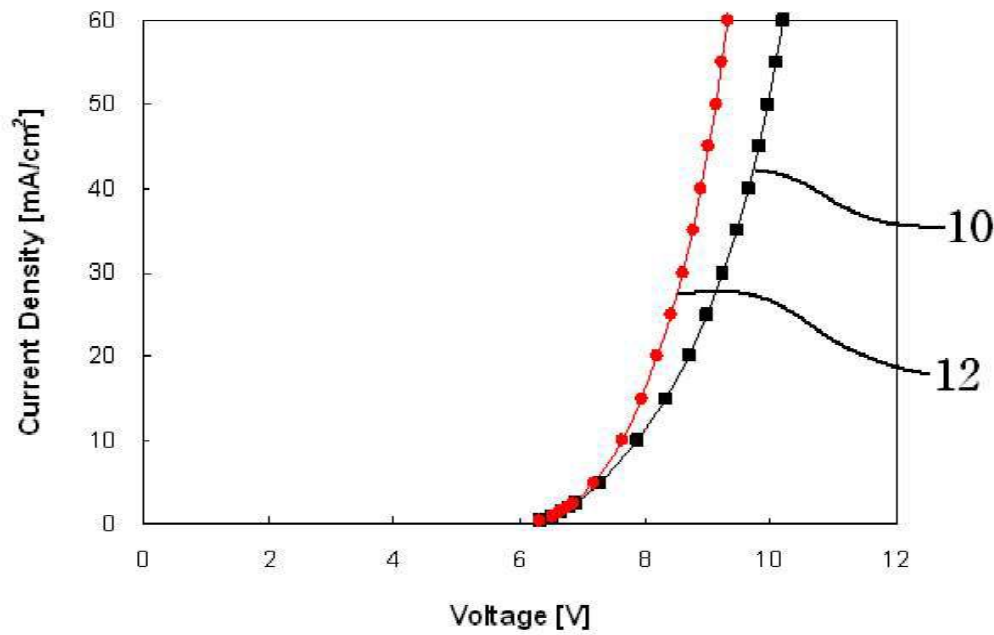
도면3



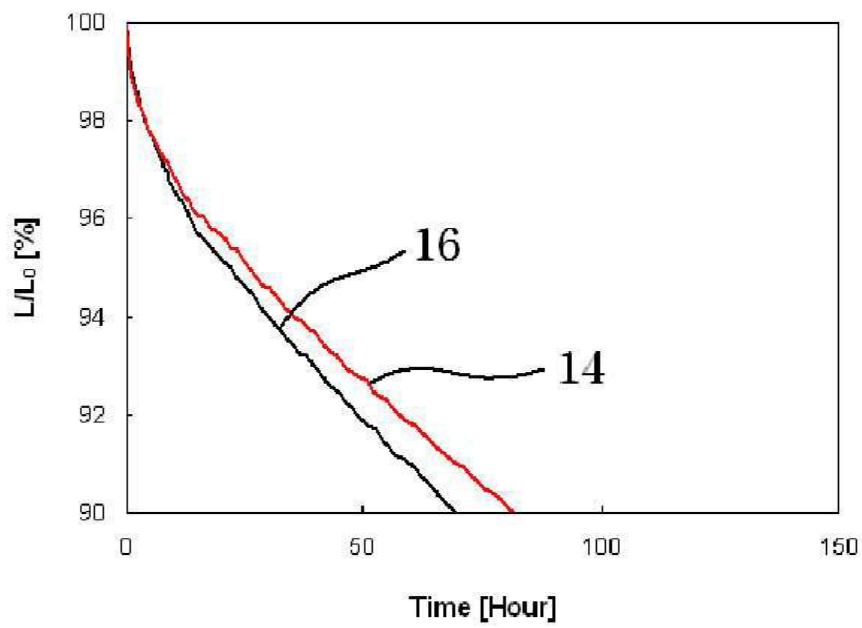
도면4



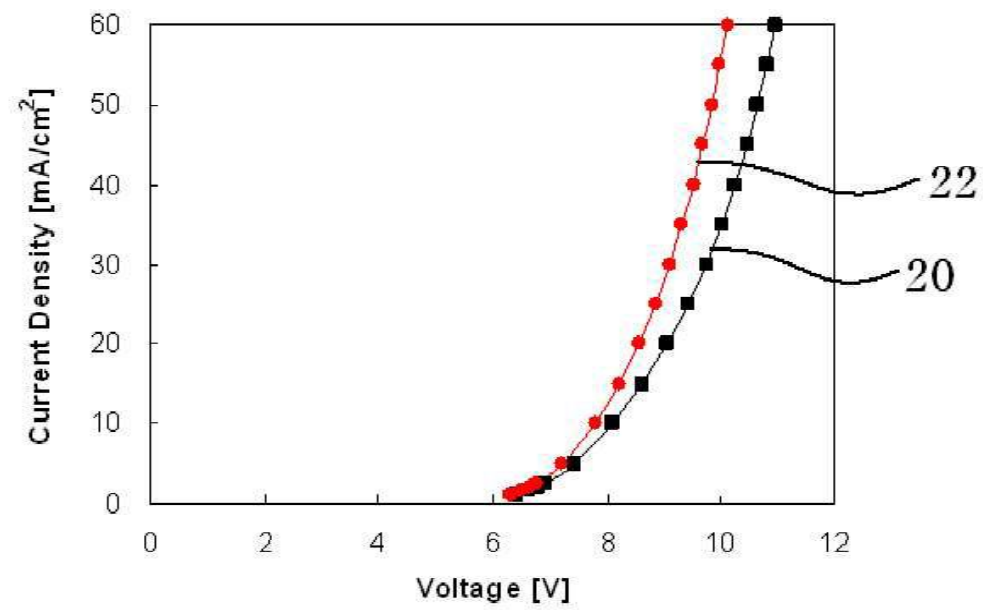
도면5a



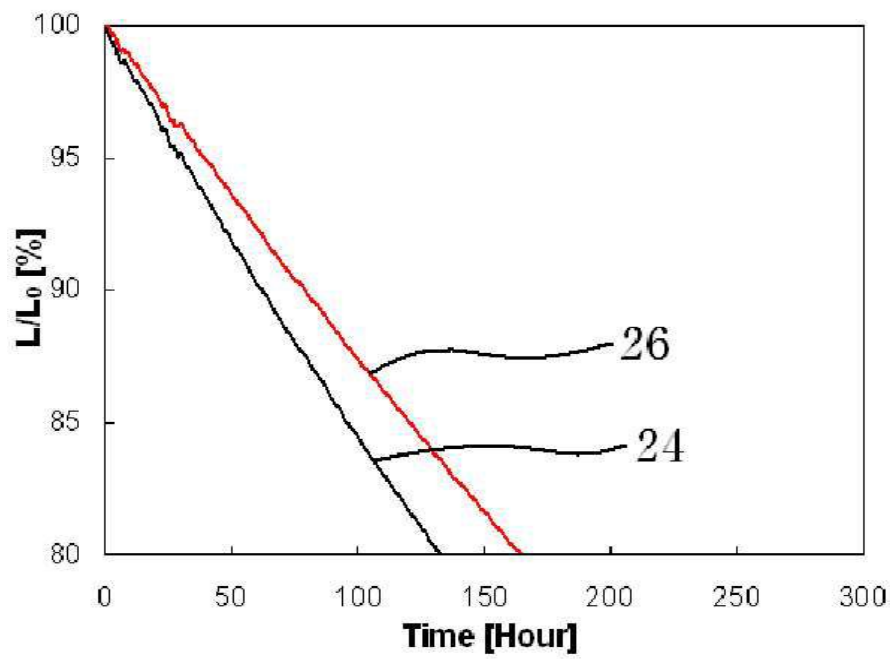
도면5b



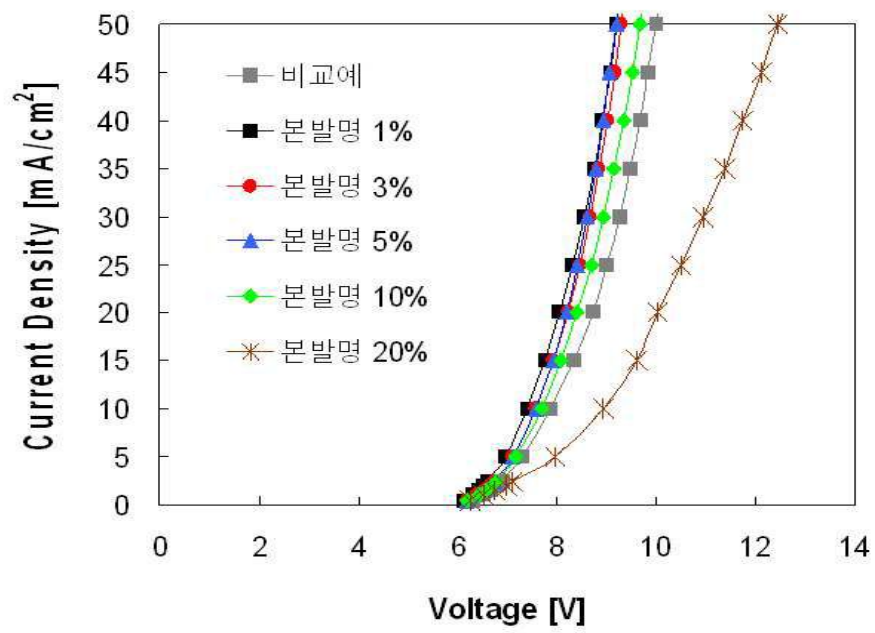
도면6a



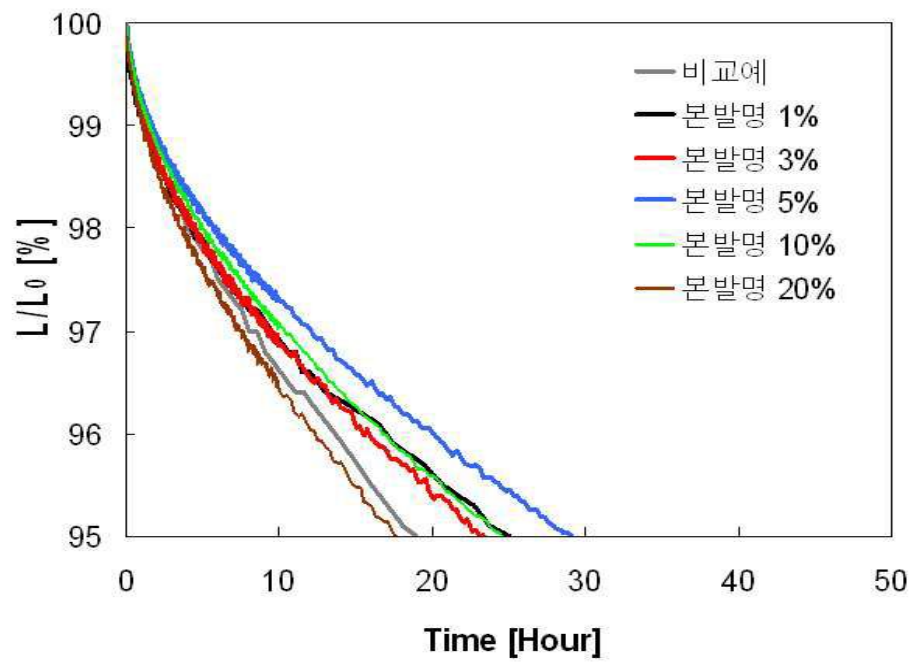
도면6b



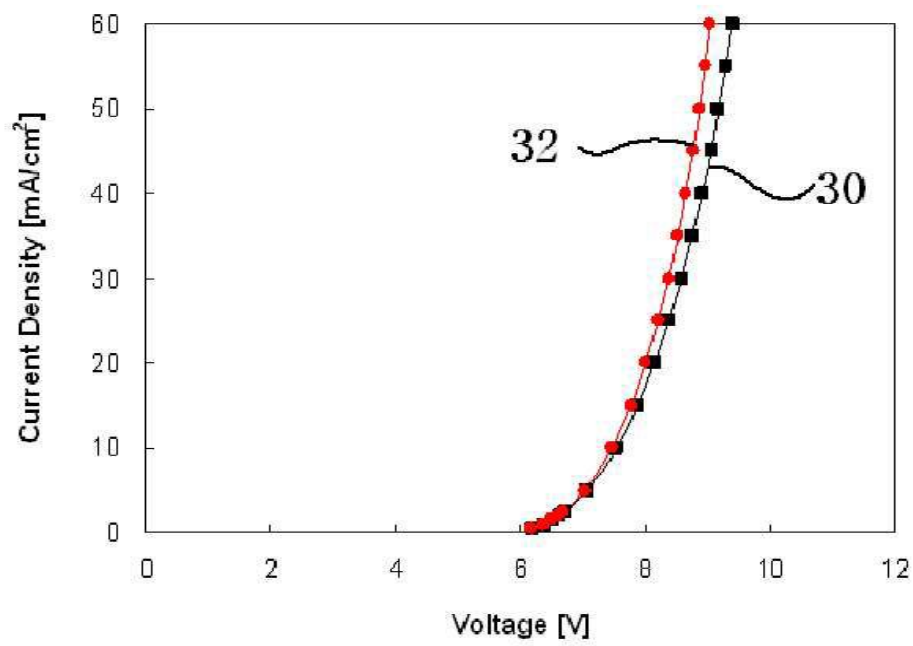
도면7a



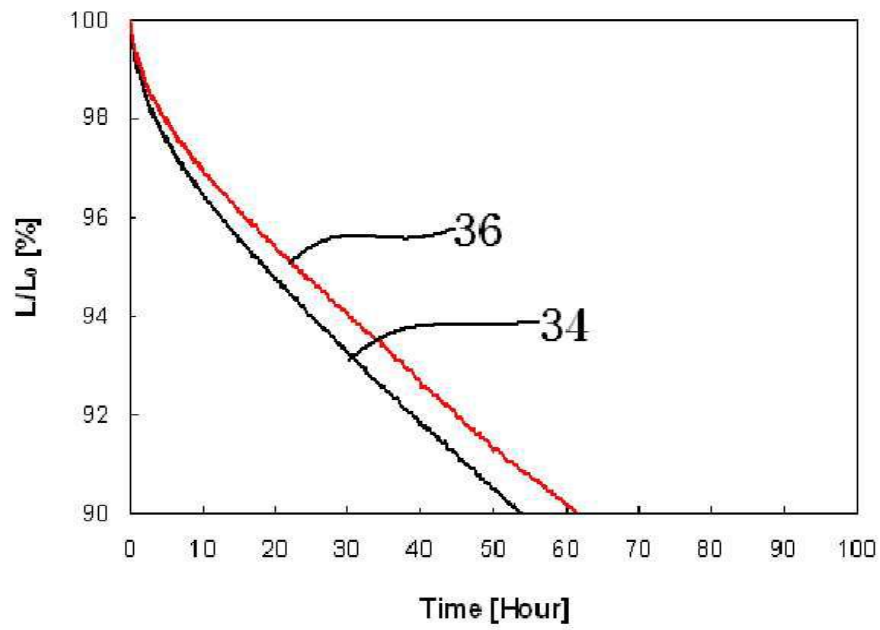
도면7b



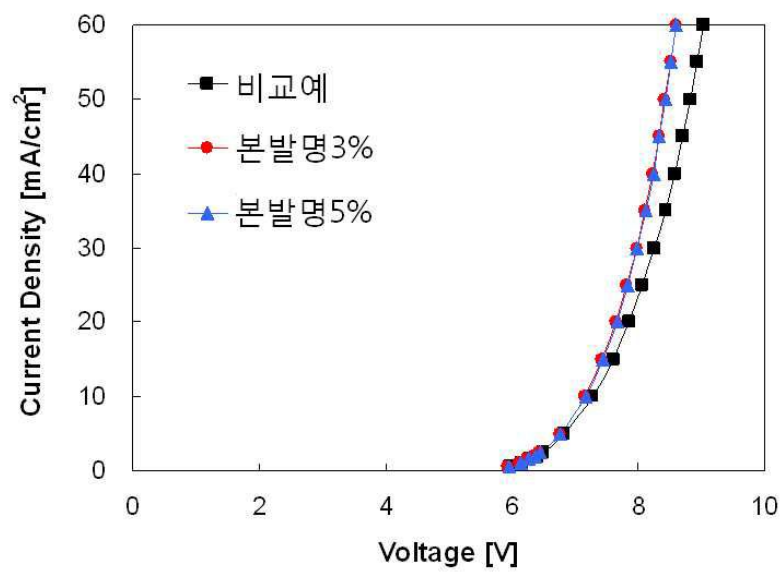
도면8a



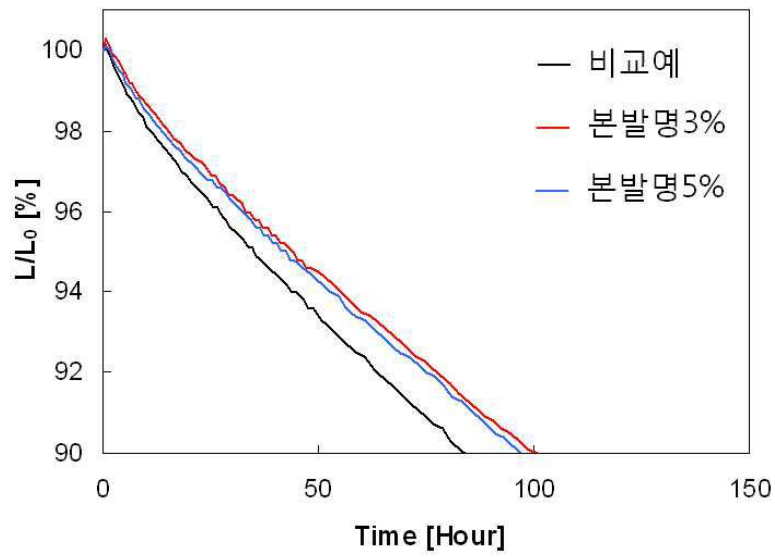
도면8b



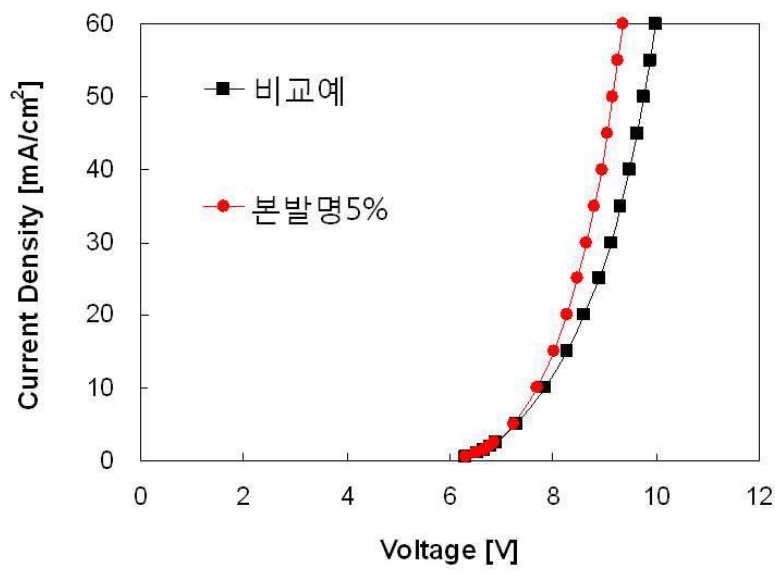
도면9a



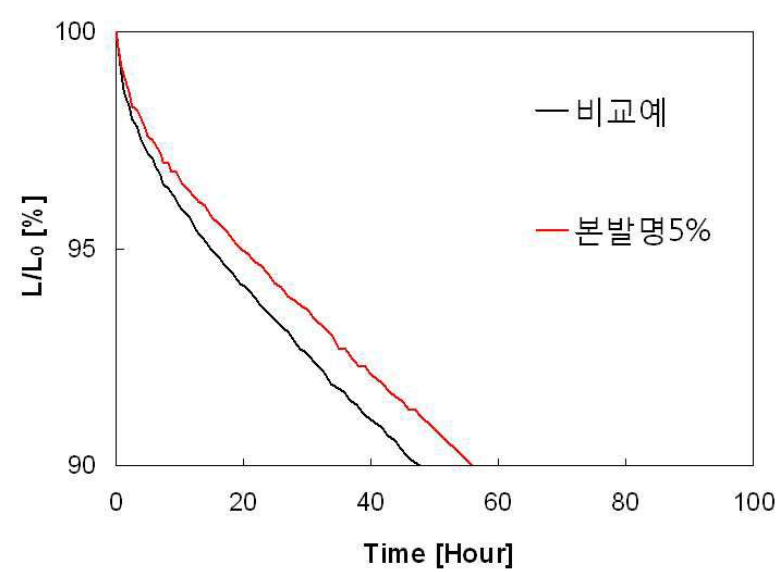
도면9b



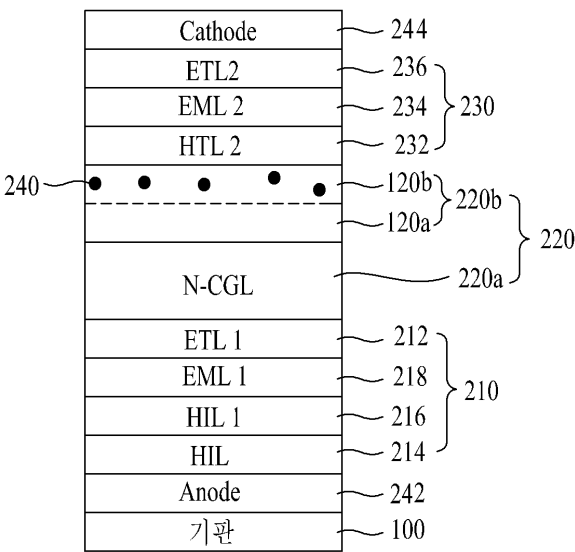
도면9c



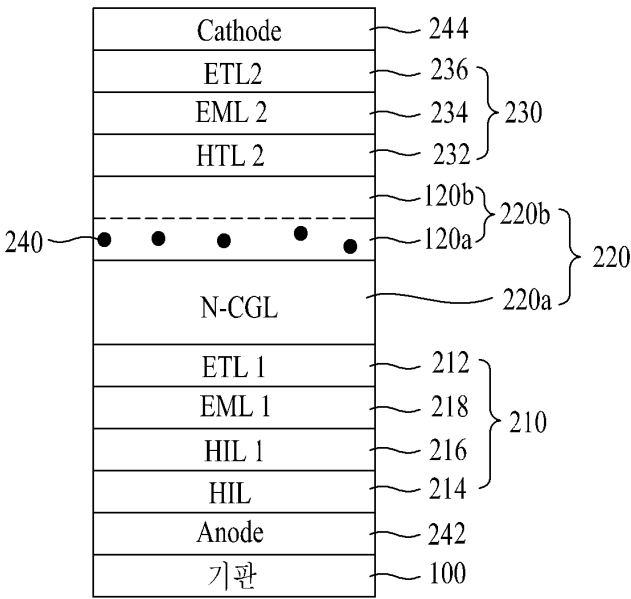
도면9d



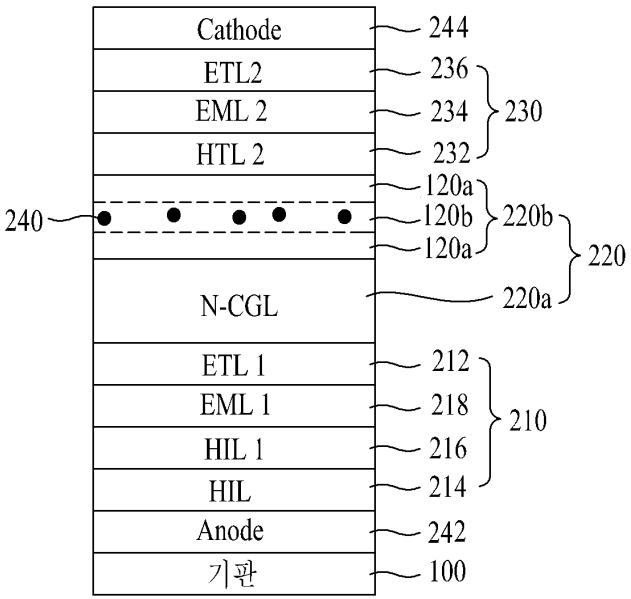
도면10a



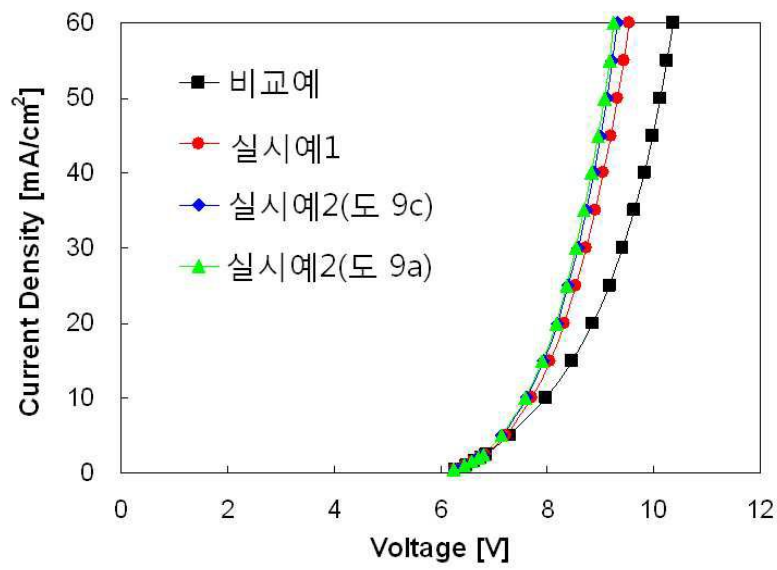
도면10b



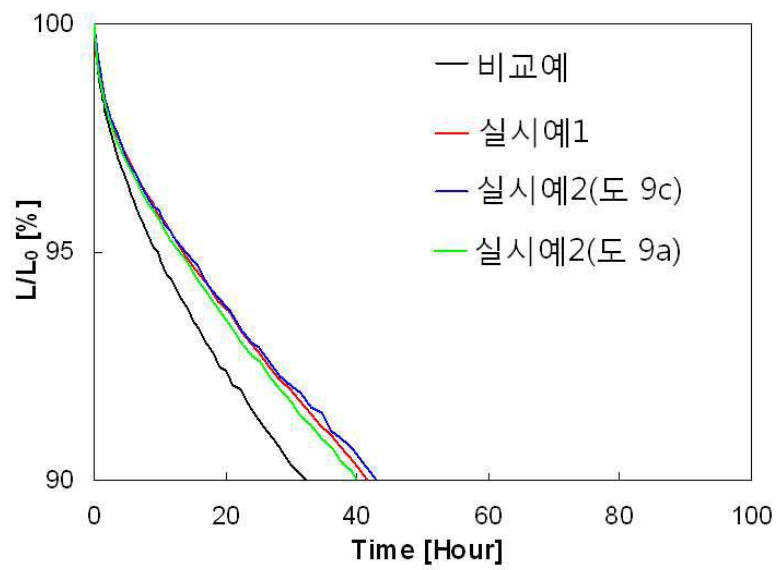
도면10c



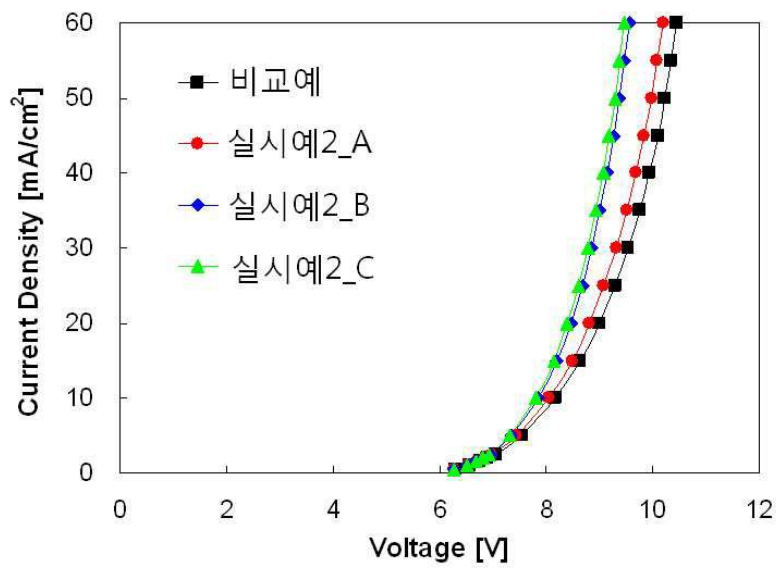
도면11a



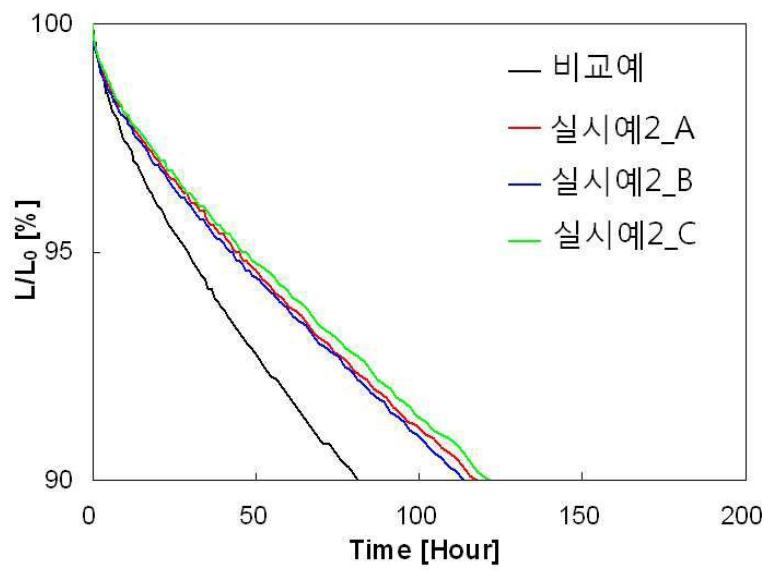
도면11b



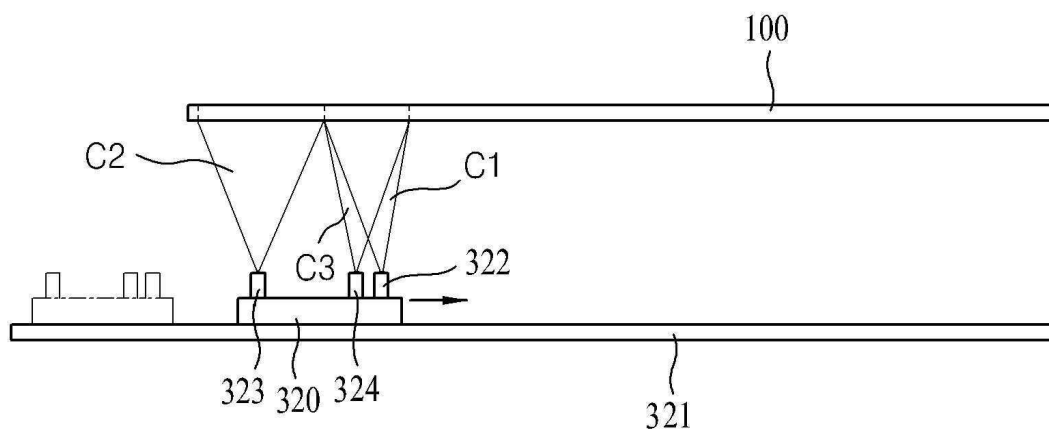
도면12a



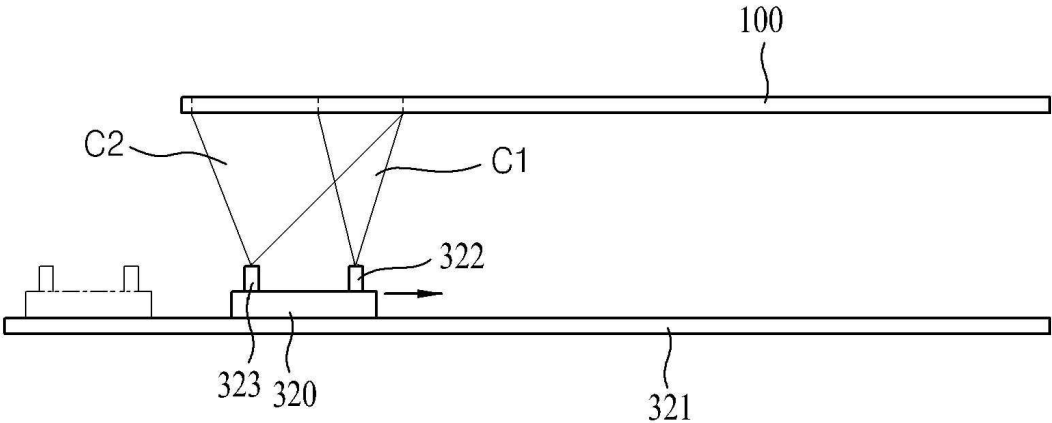
도면12b



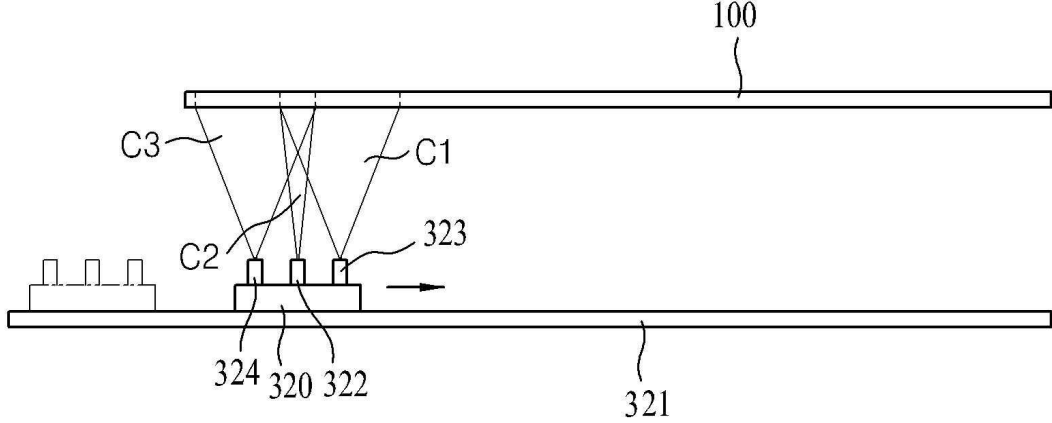
도면13



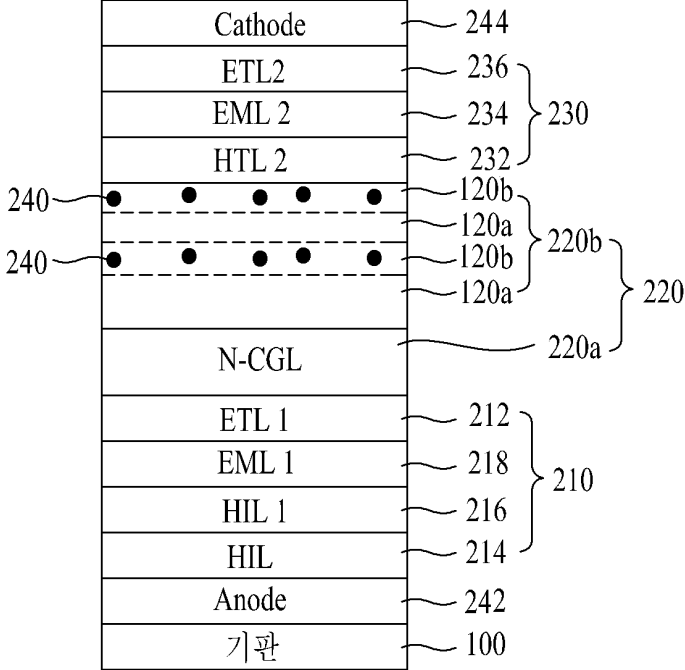
도면14



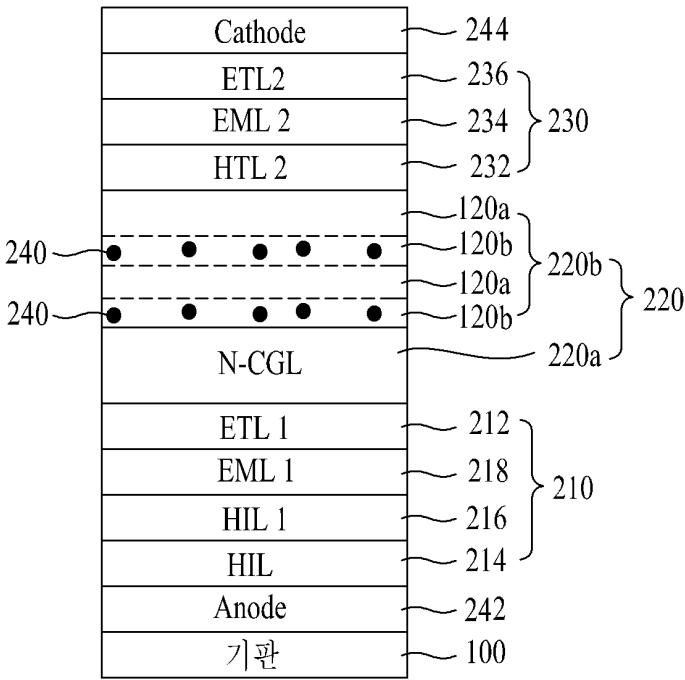
도면15



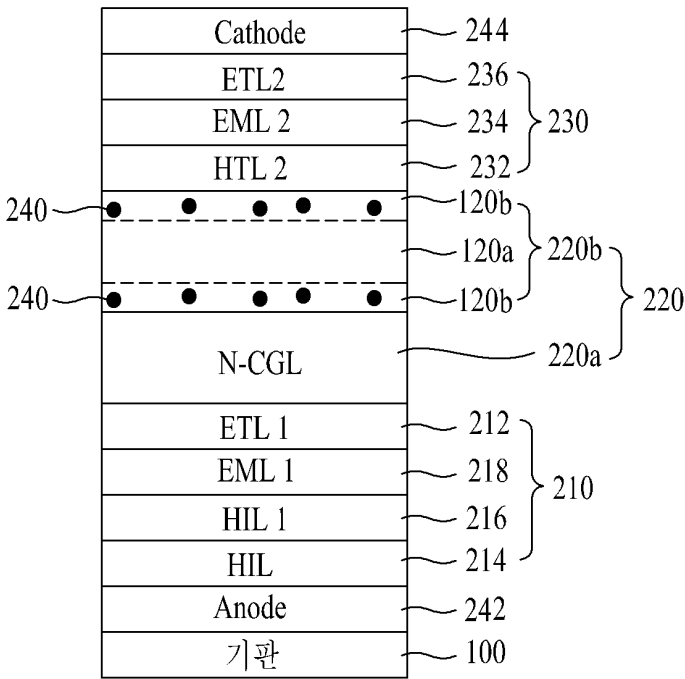
도면16a



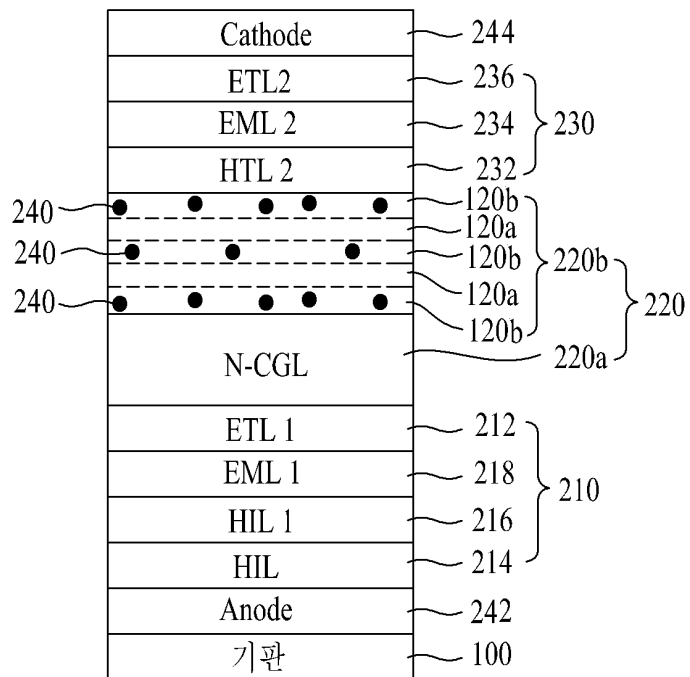
도면16b



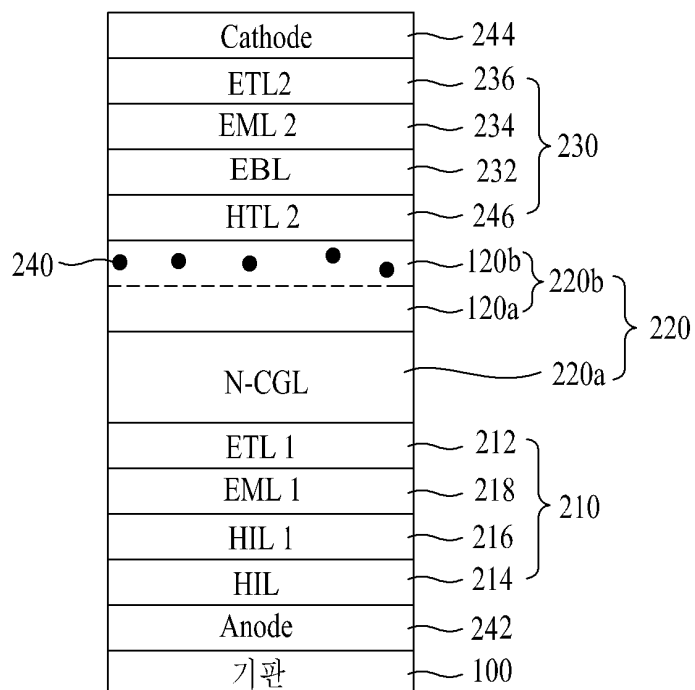
도면16c



도면 16d



도면17



专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	KR102050445B1	公开(公告)日	2019-11-29
申请号	KR1020130062631	申请日	2013-05-31
[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	송기욱 한창욱 최홍석 피성훈 서정대 오석준 감윤석		
发明人	송기욱 한창욱 최홍석 피성훈 서정대 오석준 감윤석		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/22		
CPC分类号	H01L27/3209 H01L51/002 H01L51/5004 H01L51/504 H01L51/5056		
代理人(译)	Bakyoungbok		
审查员(译)	Jeongmyeong周		
优先权	1020120158195 2012-12-31 KR		
其他公开文献	KR1020140087975A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机发光显示装置技术领域本发明涉及一种有机发光显示装置，该有机发光显示装置能够通过通过在p型电荷产生层上掺杂空穴传输层来在降低驱动电压的同时延长寿命。根据本发明，有机发光显示装置包括：彼此面对的第一电极和第二电极；以及第一电极和第二电极。第一堆叠，其具有依次层叠在第一电极上的空穴注入层，第一空穴传输层，第一发光层和第一电子传输层；第二叠层具有依次层叠在第一叠层和第二电极之间的第二空穴传输层，第二发光层和第二电子传输层。电荷产生层，其设置在由n型电荷产生层和p型电荷产生层形成的第一堆叠和第二堆叠之间，以控制堆叠之间的电荷平衡，其中，p型电荷产生层基于p型电荷产生层，以1-20体积%的量掺杂有空穴传输材料。

