



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0022208
(43) 공개일자 2020년03월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/504 (2013.01)
H01L 27/3209 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0098061
(22) 출원일자 2018년08월22일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
손유이
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
김태식
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
네이트특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

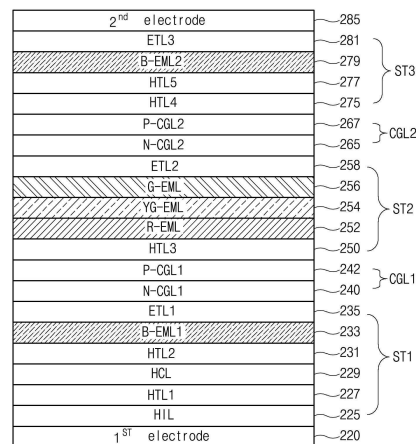
(54) 발명의 명칭 유기발광 다이오드 표시장치

(57) 요약

본 발명은, 제1전극과; 상기 제1전극 상부에 배치되고 청색광을 방출하는 제1스택과; 상기 제1스택 상부에 배치되는 제1전하생성층과; 상기 제1전하생성층 상부에 배치되고 적색광, 황록색광, 녹색광을 방출하는 제2스택과; 상기 제2스택 상부에 배치되는 제2전하생성층과; 상기 제2전하생성층 상부에 배치되고 청색광을 방출하는 제3스택과; 상기 제3스택 상부에 배치되는 제2전극을 포함하고, 상기 제1스택은, 상기 제1전극 상부에 배치되는 정공주입층과; 상기 정공주입층 상부에 배치되는 제1정공수송층과; 상기 제1정공수송층 상부에 배치되는 제2정공수송층과; 상기 제2정공수송층 상부에 배치되는 제1청색발광물질층과; 상기 제1청색발광물질층 상부에 배치되는 제1전자수송층을 포함하는 유기발광 다이오드 표시장치를 제공한다.

대표도 - 도5

210



(52) CPC특허분류
H01L 51/5048 (2013.01)
(72) 발명자
조귀정
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
안소연
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

박정수
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
정세희
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

명세서

청구범위

청구항 1

제1전극과;

상기 제1전극 상부에 배치되고 청색광을 방출하는 제1스택과;

상기 제1스택 상부에 배치되는 제1전하생성층과;

상기 제1전하생성층 상부에 배치되고 적색광, 황록색광, 녹색광을 방출하는 제2스택과;

상기 제2스택 상부에 배치되는 제2전하생성층과;

상기 제2전하생성층 상부에 배치되고 청색광을 방출하는 제3스택과;

상기 제3스택 상부에 배치되는 제2전극

을 포함하고,

상기 제1스택은,

상기 제1전극 상부에 배치되는 정공주입층과;

상기 정공주입층 상부에 배치되는 제1정공수송층과;

상기 제1정공수송층 상부에 배치되는 제2정공수송층과;

상기 제2정공수송층 상부에 배치되는 제1청색발광물질층과;

상기 제1청색발광물질층 상부에 배치되는 제1전자수송층

을 포함하는 유기발광 다이오드 표시장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1정공수송층은 제1 및 제2유기물질로 이루어지고,

상기 제2정공수송층은 제3유기물질로 이루어지고,

상기 제2유기물질의 정공이동도는 상기 제1유기물질의 정공이동도보다 작고 상기 제3유기물질의 정공이동도보다 큰 유기발광 다이오드 표시장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제1스택은 상기 제1 및 제2정공수송층 사이에 배치되는 정공제어층을 더 포함하고,

상기 제1정공수송층은 제1유기물질로 이루어지고,

상기 제2정공수송층은 제3유기물질로 이루어지고,

상기 정공제어층은 상기 제1 및 제3유기물질로 이루어지고,

상기 제1유기물질의 정공이동도는 상기 제3유기물질의 정공이동도보다 큰 유기발광 다이오드 표시장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 정공제어층의 상기 제1 및 제3유기물질의 정공이동도는 상기 제1정공수송층의 상기 제1유기물질의 정공이동도보다 작고,

상기 정공제어층의 상기 제1 및 제3유기물질의 최고 점유 분자궤도(HOMO) 레벨은 상기 제1정공수송층의 상기 제1유기물질의 HOMO 레벨과 상기 제2정공수송층의 상기 제3유기물질의 HOMO 레벨 사이의 값인 유기발광 다이오드 표시장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 정공제어층의 상기 제1 및 제3유기물질의 HOMO 레벨은 5.59 eV ~ 5.70 eV 사이의 값인 유기발광 다이오드 표시장치.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 정공제어층의 상기 제1 및 제3유기물질의 턴온전압은 1.80 V ~ 2.40 V 사이의 값인 유기발광 다이오드 표시장치.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 정공제어층의 상기 제1 및 제3유기물질의 중량비(wt%)는 3:7, 5:5, 7:3 중 하나인 유기발광 다이오드 표시장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제2스택은,

상기 제1전하생성층 상부에 배치되는 제3정공수송층과;

상기 제3정공수송층 상부에 배치되는 적색발광물질층과;

상기 적색발광물질층 상부에 배치되는 황록색발광물질층과;

상기 황록색발광물질층 상부에 배치되는 녹색발광물질층과;

상기 녹색발광물질층 상부에 배치되는 제2전자수송층

을 포함하고,

상기 제3스택은,

상기 제2전하생성층 상부에 배치되는 제4정공수송층과;

상기 제4정공수송층 상부에 배치되는 제5정공수송층과;

상기 제5정공수송층 상부에 배치되는 제2청색발광물질층과;

상기 제2청색발광물질층 상부에 배치되는 제3전자수송층을 포함하는 유기발광 다이오드 표시장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제1전하생성층은, 제1N타입전하생성층과 제1P타입전하생성층을 포함하고,

상기 제2전하생성층은, 제2N타입전하생성층과 제2P타입전하생성층을 포함하는 유기발광 다이오드 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광 다이오드 표시장치에 관한 것으로, 특히, 정공제어층에 의하여 수명이 개선되는 유기발광 다이오드 표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 박형화, 경량화, 저 소비전력화 등의 우수한 특성을 가지는 평판표시장치(flat panel display)가 널리 개발되어 다양한 분야에 적용되고 있다.

[0003] 평판표시장치 중에서, 유기발광 다이오드(organic light emitting diode: OLED) 표시장치는 발광다이오드의 전자 주입 전극인 음극과 정공 주입 전극인 양극 사이에 형성된 발광층에 전하를 주입하여 전자와 정공의 결합에 의해 여기자가 형성된 후 소멸하면서 빛을 내는 소자이다.

[0004] 이러한 유기발광 다이오드 표시장치를 가상현실(virtual reality: VR)이나 증강현실(augmented reality: AR) 등에 사용되는 고해상도 소형 표시장치에 적용하기 위해서는 각 부화소의 면적을 감소시켜야 하는데, 이 경우 새도우 마스크 등을 이용하여 형성되는 발광층의 면적이 감소하여 수율이 저하되는 문제가 있다.

[0005] 또한, 전자 또는 정공이 이동 중 계면에 축적되어 발광층이 열화되고 유기발광 다이오드 표시장치의 수명이 단축되는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 제시된 것으로, 부화소의 발광층을 백색을 발광하는 다수의 스택 구조로 형성함으로써, 수율 저하 없이 고해상도 소형 표시장치에 적용 가능한 유기발광 다이오드 표시장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 그리고, 본 발명은, 정공제어층에 의하여 정공의 양을 조절함으로써, 발광층의 열화가 방지되고 수명이 개선되는 유기발광 다이오드 표시장치를 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 전술한 바와 같은 과제를 달성하기 위해, 본 발명은, 제1전극과; 상기 제1전극 상부에 배치되고 청색광을 방출하는 제1스택과; 상기 제1스택 상부에 배치되는 제1전하생성층과; 상기 제1전하생성층 상부에 배치되고 적색광, 황록색광, 녹색광을 방출하는 제2스택과; 상기 제2스택 상부에 배치되는 제2전하생성층과; 상기 제2전하생성층 상부에 배치되고 청색광을 방출하는 제3스택과; 상기 제3스택 상부에 배치되는 제2전극을 포함하고, 상기 제1스택은, 상기 제1전극 상부에 배치되는 정공주입층과; 상기 정공주입층 상부에 배치되는 제1정공수송층과; 상기 제1정공수송층 상부에 배치되는 제2정공수송층과; 상기 제2정공수송층 상부에 배치되는 제1청색발광물질층과; 상기 제1청색발광물질층 상부에 배치되는 제1전자수송층을 포함하는 유기발광 다이오드 표시장치를 제공한다.

[0009] 그리고, 상기 제1정공수송층은 제1 및 제2유기물질로 이루어지고, 상기 제2정공수송층은 제3유기물질로 이루어지고, 상기 제2유기물질의 정공이동도는 상기 제1유기물질의 정공이동도보다 작고 상기 제3유기물질의 정공이동

도보다 큰 값 일 수 있다.

[0010] 또한, 상기 제1스택은 상기 제1 및 제2정공수송층 사이에 배치되는 정공제어층을 더 포함하고, 상기 제1정공수송층은 제1유기물질로 이루어지고, 상기 제2정공수송층은 제3유기물질로 이루어지고, 상기 정공제어층은 상기 제1 및 제3유기물질로 이루어지고, 상기 제1유기물질의 정공이동도는 상기 제3유기물질의 정공이동도보다 큰 값 일 수 있다.

[0011] 그리고, 상기 정공제어층의 상기 제1 및 제3유기물질의 정공이동도는 상기 제1정공수송층의 상기 제1유기물질의 정공이동도보다 작고, 상기 정공제어층의 상기 제1 및 제3유기물질의 최고 점유 분자궤도(HOMO) 레벨은 상기 제1정공수송층의 상기 제1유기물질의 HOMO 레벨과 상기 제2정공수송층의 상기 제3유기물질의 HOMO 레벨 사이의 값 일 수 있다.

[0012] 또한, 상기 정공제어층의 상기 제1 및 제3유기물질의 HOMO 레벨은 5.59 eV ~ 5.70 eV 사이의 값 일 수 있다.

[0013] 그리고, 상기 정공제어층의 상기 제1 및 제3유기물질의 턴온전압은 1.80 V ~ 2.40 V 사이의 값 일 수 있다.

[0014] 또한, 상기 정공제어층의 상기 제1 및 제3유기물질의 중량비(wt%)는 3:7, 5:5, 7:3 중 하나 일 수 있다.

[0015] 그리고, 상기 제2스택은, 상기 제1전하생성층 상부에 배치되는 제3정공수송층과; 상기 제3정공수송층 상부에 배치되는 적색발광물질층과; 상기 적색발광물질층 상부에 배치되는 황록색발광물질층과; 상기 황록색발광물질층 상부에 배치되는 녹색발광물질층과; 상기 녹색발광물질층 상부에 배치되는 제2전자수송층을 포함하고, 상기 제3스택은, 상기 제2전하생성층 상부에 배치되는 제4정공수송층과; 상기 제4정공수송층 상부에 배치되는 제5정공수송층과; 상기 제5정공수송층 상부에 배치되는 제2청색발광물질층과; 상기 제2청색발광물질층 상부에 배치되는 제3전자수송층을 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제1전하생성층은, 제1N타입전하생성층과 제1P타입전하생성층을 포함하고, 상기 제2전하생성층은, 제2N타입전하생성층과 제2P타입전하생성층을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명은, 부화소의 발광층을 백색을 발광하는 다수의 스택 구조로 형성함으로써, 수율 저하 없이 고해상도 소형 표시장치에 적용 가능한 효과를 갖는다.

[0018] 그리고, 본 발명은, 정공제어층에 의하여 정공의 양을 조절함으로써, 발광층의 열화가 방지되고 수명이 개선되는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택에 사용되는 물질의 에너지 레벨을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 정공단독소자를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 전류-전압 특성을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치(210)의 제1스택의 에너지 레벨을 도시한 도면이다.

도 7a, 도 7b 및 도 7c는 각각 본 발명의 제2실시예의 제1, 제2 및 제3시료에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택에 사용되는 물질의 에너지 레벨을 도시한 도면이다.

도 8a는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 정공단독소자를 도시한 도면이다.

도 8b는 본 발명의 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 및 제3유기물질의 정공단독

소자를 도시한 도면이다.

도 9는 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 전류-전압 특성을 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 턴온전압의 산출방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 구동전압 및 턴온전압의 변화를 도시한 도면이다.

도 12는 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 구동전압의 변화량을 도시한 도면이다.

도 13은 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1청색발광물질층의 시간에 따른 방출광 변화를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 설명한다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치를 도시한 도면이다.
- [0022] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치(110)는, 제1전극(120), 제1스택(ST1), 제1전하생성층(CGL1), 제2스택(ST2), 제2전하생성층(CGL2), 제3스택(ST3), 제2전극(185)을 포함한다.
- [0023] 제1 및 제2전극(120, 185)은 각각 양극(anode) 및 음극(cathode) 일 수 있다.
- [0024] 청색광 방출을 위한 제1스택(ST1)은 정공주입층(hole injecting layer: HIL)(125), 제1정공수송층(hole transporting layer 1: HTL1)(127), 제2정공수송층(HTL2)(129), 제1청색발광물질층(blue emitting material layer 1: B-EML1)(131), 제1전자수송층(electron transporting layer 1: ETL1)(133)을 포함한다.
- [0025] 제1전하생성층(CGL1)은, 제1N타입전하생성층(N type charge generating layer 1: N-CGL1)(140), 제1P타입전하생성층(P-CGL1)(142)을 포함한다.
- [0026] 적색광, 황록색광 및 녹색광 방출을 위한 제2스택(ST2)은 제3정공수송층(HTL3)(150), 적색발광물질층(R-EML)(152), 황록색발광물질층(YG-EML)(154), 녹색발광물질층(G-EML)(156), 제2전자수송층(ETL2)(158)을 포함한다.
- [0027] 제2전하생성층(CGL2)은, 제2N타입전하생성층(N-CGL2)(165), 제2P타입전하생성층(P-CGL2)(167)을 포함한다.
- [0028] 청색광 방출을 위한 제3스택(ST3)은 제4정공수송층(HTL4)(175), 제5정공수송층(HTL5)(177), 제2청색발광물질층(B-EML2)(179), 제3전자수송층(ETL3)(181)을 포함한다.
- [0029] 도시하지는 않았지만, 유기발광 다이오드 표시장치(110)는 각각이 적, 녹, 청색을 표시하는 다수의 부화소를 포함하는 기판을 포함하고, 제1전극(120)은 기판 상부의 각 부화소 별로 배치되고, 제2전극(185)은 기판 전면에 배치될 수 있다.
- [0030] 그리고, 제1전극(120) 하부의 각 부화소에는 다수의 박막트랜지스터가 배치되고, 제1전극(120)은 다수의 박막트랜지스터 중 구동 박막트랜지스터에 연결될 수 있다.
- [0031] 또한, 제1전극(120) 하부 또는 제2전극(185) 상부에는 각 부화소 별로 컬러필터층 또는 컬러변환층이 배치될 수 있다.
- [0032] 여기서, 정공주입층(125)은 정공을 주입하는 역할을 하고, 제1 내지 제5정공수송층(127, 129, 150, 175, 177)은 정공을 수송하는 역할을 하고, 제1 내지 제3전자수송층(133, 158, 181)은 전자를 수송하는 역할을 하고, 제1 및 제2N타입전하생성층(140, 165)은 전자를 생성하는 역할을 하고, 제1 및 제2P타입전하생성층(142, 167)은 정공을 생성하는 역할을 한다.
- [0033] 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치(110)에서는, 다수의 부화소의 발광층을 백색을 발광하는 3스택 구조로 형성함으로써, 고해상도 소형 표시장치에 적용하는 경우에도 수율 저하를 방지할 수 있다.

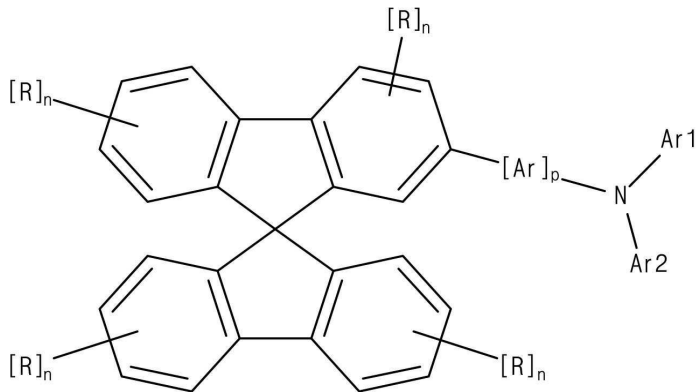
[0034] 여기서, 제1정공수송층(127)은 제2정공수송층(129)으로 정공을 주입하는 역할과 정공주입층(125)으로부터 주입된 정공을 수송하는 역할을 동시에 수행하므로, 정공의 주입 및 수송 특성을 갖는 유기물질로 형성한다.

[0035] 예를 들어, 제1정공수송층(127)은 상대적으로 큰 정공이동도(hole mobility)를 갖는 제1 및 제2유기물질로 이루어지고, 제2정공수송층(129)은 상대적으로 작은 정공이동도를 갖는 제3유기물질로 이루어질 수 있다.

[0036] 제1유기물질의 혼합량은 제2유기물질의 혼합량 보다 큰 값 일 수 있다.

[0037] 한편, 제1 및 제2유기물질은 각각 아래의 화학식1을 바탕으로 한 터티아리-아민(tertiary-amine)을 포함하는 스피로플루오렌(spirofluorene) 계열의 물질일 수 있다.

[0038] [화학식1]

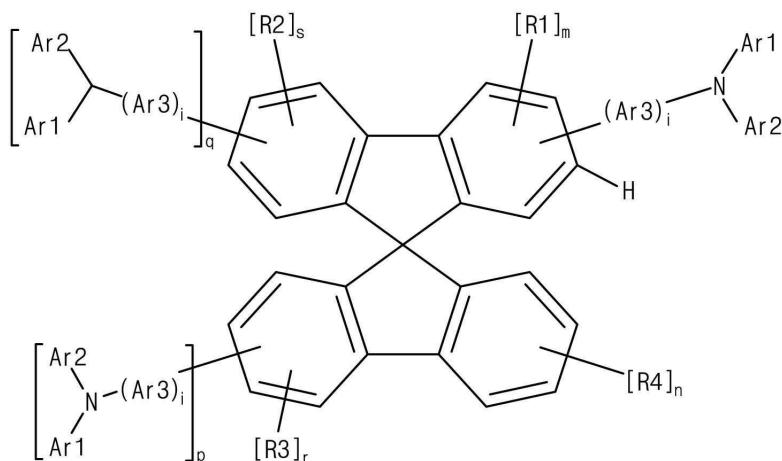


[0039]

[0040] 여기서, Ar은 페닐렌(phenylene), 나프탈레닐렌(naphthalenylene), 페난스레닐렌(phenanthrenylene), 플루오레닐렌(fluorenylene), 스파이로-플루오레닐렌(spiro-fluorenylene), 디벤조푸라닐렌(dibenzofuranylene), 디벤조티오페닐렌(dibenzothiophenylene)으로 이루어진 방향족 고리(aromatic ring) 일 수 있고, Ar1 및 Ar2는 각각 C6~C60의 방향족 고리(aromatic ring) 또는 이형방향족 고리(heteroaromatic ring)의 시스템으로 예를 들어 페닐(phenyl)일 수 있고, R은 수소(H), 중수소(D), 불소(F), 염소(Cl), 브롬(Br), 요오드(I), 시아노기(CN), Si(R2)₃(R2는 수소(H), 불소(F), 또는 C1~C10의 알킬(alkyl)), 또는 C1~C40인 직쇄 알킬(straight-chain alkyl), 알콕시(alkoxy) 혹은 티오알킬(thioalkyl) 그룹, 또는 C3~C40인 분지형 또는 환형 알킬(branched or cyclic alkyl) 혹은 티오알킬(thioalkyl) 일 수 있다.

[0041] 그리고, 제3유기물질은 아래의 화학식2를 바탕으로 한 터티아리-아민(tertiary-amine)을 포함하는 스피로플루오렌(spirofluorene) 계열의 물질일 수 있다.

[0042] [화학식2]



[0043]

[0044] 여기서, Ar1은 C6~C60의 방향족 고리(aromatic ring) 또는 이형방향족 고리(heteroaromatic ring)의 시스템

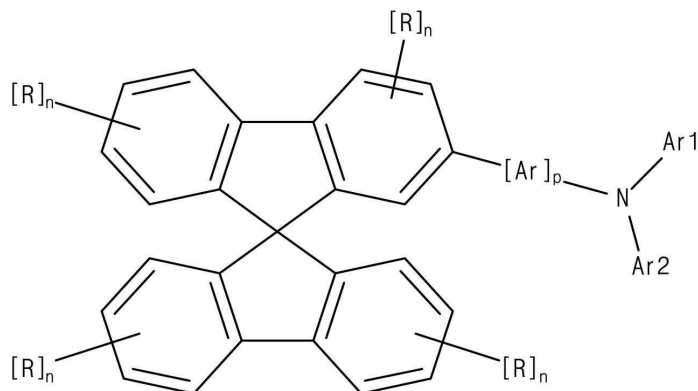
로 예를 들어 플루오레닐(fluorenyl), 스파이로-바이플루오레닐(spiro-fluorenyl), 바이페닐(biphenyl), 터페닐(terphenyl), 푸아터페닐(puaterphenyl), 카바조일(carbazolyl), 디벤조퓨라닐(dibenzofuranyl), 디벤조티오페닐(dibenzothiophenyl)에서 선택될 수 있고, Ar₂ 및 Ar₃은 각각 C₆-C₆₀의 방향족 고리(aromatic ring) 또는 이형방향족 고리(heteroaromatic ring)의 시스템으로 예를 들어 페닐(phenyl)일 수 있고, R₁, R₂, R₃, R₄는 각각 수소(H), 중수소(D), 불소(F), 염소(Cl), 브롬(Br), 요오드(I), 시아노기(CN), Si(R₆)₃(R₂는 수소(H), 불소(F), 또는 C₁-C₁₀의 알킬(alkyl)), C₁-C₄₀의 직쇄 알킬(straight-chain alkyl), 알콕시(alkoxy), 티오알킬(thioalkyl), 또는 C₃-C₄₀의 환형 알킬(cyclic alkyl), 알콕시(alkoxy), 티오알킬(thioalkyl) 일 수 있다.

- [0045] 이러한 제1 내지 제3유기물질의 에너지 레벨을 도면을 참조하여 설명한다.
- [0046] 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택에 사용되는 물질의 에너지 레벨을 도시한 도면으로, 도 1을 함께 참조하여 설명한다.
- [0047] 도 2에 도시한 바와 같이, 제1스택(ST1)의 제1정공수송층(127)은 제1 및 제2유기물질로 이루어지는데, 제1유기물질의 최고 점유 분자궤도(highest occupied molecular orbital: HOMO) 레벨 및 최저 비점유 분자궤도(lowest unoccupied molecular orbital: LUMO) 레벨은 각각 약 5.50 eV 및 약 2.42 eV 이고, 제2유기물질의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.61 eV 및 약 2.47 eV 이다.
- [0048] 이에 따라, 혼합된 제1 및 제2유기물질로 이루어지는 제1정공수송층(127)은 약 5.50 eV ~ 약 5.61 eV의 HOMO 레벨과 약 2.42 eV ~ 약 2.47 eV의 LUMO 레벨을 갖는다.
- [0049] 예를 들어, 제1 및 제2유기물질을 9:1의 중량비(wt%)로 혼합하여 제1정공수송층(127)을 형성할 경우, 제1정공수송층(127)의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.51 eV 및 약 2.42 eV 일 수 있다.
- [0050] 그리고, 제1스택(ST1)의 제2정공수송층(129)은 제3유기물질로 이루어지는데, 제3유기물질의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.79 eV 및 약 2.57 eV 이다.
- [0051] 한편, 제1스택(ST1)의 제1청색발광물질층(131)은 블루 도펀트 및 블루 호스트를 포함하는데, 블루 도펀트의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.90 eV 및 약 2.95 eV 이고, 블루 호스트의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.58 eV 및 약 2.80 eV 이다.
- [0052] 이에 따라, 제1정공수송층(127)은 제2정공수송층(129)으로 정공을 주입하는 역할과 정공주입층(125)으로부터 주입된 정공을 수송하는 역할을 동시에 수행하고, 제2정공수송층(129)은 제1정공수송층(127)으로부터 주입된 정공을 수송하는 역할을 수행함으로써, 제1 및 제2정공수송층(127)은 제1청색발광물질층(131)으로 정공을 공급하고 제1청색발광물질층(131)은 청색광을 방출할 수 있다.
- [0053] 한편, 제1 내지 제3유기물질의 정공 특성은 정공단독소자(hole only device: HOD)를 제작하여 파악할 수 있는데, 이를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0054] 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 정공단독소자를 도시한 도면이고, 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 전류-전압 특성을 도시한 도면으로, 도 1 및 도 2를 함께 참조하여 설명한다.
- [0055] 도 3에 도시한 바와 같이, 정공 특성 파악을 위한 제1 내지 제3유기물질의 정공단독소자(HOD)는, 제1테스트전극(TE1), 테스트주입층(TI), 테스트수송층(TT), 제2테스트전극(TE2)을 포함한다.
- [0056] 제1테스트전극(TE1)은 상대적으로 큰 일함수(work function)를 갖는 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide: ITO)로 형성되어 양극(anode) 역할을 하고, 제2테스트전극(TE2)은 상대적으로 작은 일함수를 갖는 알루미늄(aluminum: Al)으로 형성되어 음극(cathode) 역할을 한다.
- [0057] 테스트주입층(TI)은 발광다이오드(110)의 정공주입층(125)과 동일한 물질로 형성되고, 테스트수송층(TT)은 발광다이오드(110)의 제1정공수송층(127)의 제1 및 제2유기물질과 제2정공수송층(129)의 제3유기물질 중 하나로 형성된다.
- [0058] 도 4에 도시한 바와 같이, 이와 같이 제작된 정공단독소자(HOD)의 제1 및 제2테스트전극(TE1, TE2)에 구동전압(Vd)을 인가하여 제1 및 제2테스트전극(TE1, TE2)에 흐르는 구동전류(Id)를 측정한다.
- [0059] 제1 내지 제3유기물질의 정공단독소자(HOD)에서는, 구동전압(Vd)이 문턱전압이 되기 전까지 구동전류(Id)가 흐르지 않다가, 문턱전압이 된 후부터 구동전류(Id)가 증가하는데, 문턱전압 이후의 증가구간에서 구동전압(Vd)

변화량에 대한 구동전류(Id)의 변화량을 정공이동도(hole mobility)로 정의할 수 있다.

- [0060] 여기서, 문턱전압은 정공 주입 특성과 관련되고 정공이동도는 정공 수송 특성과 관련되는데, 문턱전압과 정공이동도는 반비례 하여 정공이동도가 작을수록 문턱전압이 증가할 수 있다.
- [0061] 따라서, 제2유기물질의 정공이동도는 제1유기물질의 정공이동도보다 작고 제3유기물질의 정공이동도보다 큰데, 제1 및 제2유기물질의 정공이동도의 차이는 제2 및 제3유기물질의 정공이동도의 차이보다 작다.
- [0062] 여기서, 문턱전압이 상대적으로 작고 정공이동도가 상대적으로 큰 유기물질은 정공 주입용으로 주로 사용되고, 문턱전압이 상대적으로 크고 정공이동도가 상대적으로 작은 유기물질은 정공 수송용으로 주로 사용될 수 있다.
- [0063] 이에 따라, 상대적으로 작은 문턱전압과 상대적으로 큰 정공이동도를 갖는 제1 및 제2유기물질을 혼합하여 정공 주입 역할 및 정공 수송 역할을 수행하는 제1정공수송층(127)을 형성하고, 상대적으로 큰 문턱전압과 상대적으로 작은 정공이동도를 갖는 제3유기물질로 정공 수송 역할을 수행하는 제2정공수송층(129)을 형성함으로써, 제1 및 제2정공수송층(127)은 제1청색발광물질층(131)으로 정공을 효과적으로 공급하고 제1청색발광물질층(131)은 청색광을 효과적으로 방출할 수 있다.
- [0064] 그런데, 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치(110)의 제1스택(ST1)에서는, 상대적으로 큰 정공이동도를 갖는 제1 및 제2유기물질로 제1정공수송층(127)을 형성함으로써, 정공주입층(125)으로부터 제1청색발광물질층(131)으로 주입되는 정공의 양이 지나치게 증가할 수 있다.
- [0065] 즉, 정공주입층(125)에 의하여 주입되는 정공은 제1 및 제2정공수송층(127, 129)을 통하여 제1청색발광물질층(131)으로 전달되는데, 정공이 과다하게 주입될 경우 제1 및 제2정공수송층(127, 129) 사이의 계면에 정공이 축적될 수 있다.
- [0066] 제1 및 제2정공수송층(127, 129) 사이의 계면에 축적된 정공에 의하여 제1 및 제2정공수송층(127, 129) 사이의 계면의 열화가 발생하고, 라디칼(radical)이 형성되어 제1청색발광물질층(131)의 수명이 저하 될 수 있다.
- [0067] 이러한 단점을 개선하기 위하여, 다른 실시예에서는 제1 및 제2정공수송층 사이에 정공제어층을 배치할 수 있는데, 이를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0068] 도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치를 도시한 도면이고, 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치(210)의 제1스택의 에너지 레벨을 도시한 도면이다.
- [0069] 도 5에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치(210)는, 제1전극(220), 제1스택(ST1), 제1전하생성층(CGL1), 제2스택(ST2), 제2전하생성층(CGL2), 제3스택(ST3), 제2전극(285)을 포함한다.
- [0070] 제1 및 제2전극(220, 285)은 각각 양극(anode) 및 음극(cathode) 일 수 있다.
- [0071] 청색광 방출을 위한 제1스택(ST1)은 정공주입층(hole injecting layer: HIL)(225), 제1정공수송층(hole transporting layer 1: HTL1)(227), 정공제어층(hole controlling layer: HCL)(229), 제2정공수송층(HLT2)(231), 제1청색발광물질층(blue emitting material layer 1: B-EML1)(233), 제1전자수송층(electron transporting layer 1: ETL1)(235)을 포함한다.
- [0072] 제1전하생성층(CGL1)은, 제1N타입전하생성층(N type charge generating layer 1: N-CGL1)(240), 제1P타입전하생성층(P-CGL1)(242)을 포함한다.
- [0073] 적색광, 황록색광 및 녹색광 방출을 위한 제2스택(ST2)은 제3정공수송층(HTL3)(250), 적색발광물질층(R-EML)(252), 황록색발광물질층(YG-EML)(254), 녹색발광물질층(G-EML)(256), 제2전자수송층(ETL2)(258)을 포함한다.
- [0074] 제2전하생성층(CGL2)은, 제2N타입전하생성층(N-CGL2)(265), 제2P타입전하생성층(P-CGL2)(267)을 포함한다.
- [0075] 청색광 방출을 위한 제3스택(ST3)은 제4정공수송층(HTL4)(275), 제5정공수송층(HTL5)(277), 제2청색발광물질층(B-EML2)(279), 제3전자수송층(ETL3)(281)을 포함한다.
- [0076] 도시하지는 않았지만, 유기발광 다이오드 표시장치(210)는 각각이 적, 녹, 청색을 표시하는 다수의 부화소를 포함하는 기판을 포함하고, 제1전극(220)은 기판 상부의 각 부화소 별로 배치되고, 제2전극(285)은 기판 전면에 배치될 수 있다.

- [0077] 그리고, 제1전극(220) 하부의 각 부화소에는 다수의 박막트랜지스터가 배치되고, 제1전극(220)은 다수의 박막트랜지스터 중 구동 박막트랜지스터에 연결될 수 있다.
- [0078] 또한, 제1전극(220) 하부 또는 제2전극(285) 상부에는 각 부화소 별로 컬러필터층 또는 컬러변환층이 배치될 수 있다.
- [0079] 여기서, 정공주입층(225)은 정공을 주입하는 역할을 하고, 제1 내지 제5정공수송층(227, 231, 250, 275, 277)은 정공을 수송하는 역할을 하고, 제1 내지 제3전자수송층(235, 258, 281)은 전자를 수송하는 역할을 하고, 제1 및 제2N타입전하생성층(240, 265)은 전자를 생성하는 역할을 하고, 제1 및 제2P타입전하생성층(242, 267)은 정공을 생성하는 역할을 하고, 정공제어층(231)은 정공의 주입량을 조절하는 역할을 한다.
- [0080] 본 발명의 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치(210)에서는, 다수의 부화소의 발광층을 백색을 발광하는 3스택 구조로 형성함으로써, 고해상도 소형 표시장치에 적용하는 경우에도 수율 저하를 방지할 수 있다.
- [0081] 도 6에 도시한 바와 같이, 제1정공수송층(227)은 정공주입층(225)으로부터 정공을 주입하는 역할을 수행하므로, 정공 주입 특성을 갖는 유기물질로 형성한다.
- [0082] 예를 들어, 제1정공수송층(227)은, 상대적으로 큰 정공이동도를 갖고 상대적으로 낮은 최고 점유 분자궤도(highest occupied molecular orbital: HOMO) 레벨(에너지 다이어그램에서 낮은 위치에 해당하는 상대적으로 절대값이 큰 HOMO 레벨)을 갖는 제1유기물질로 이루어질 수 있다.
- [0083] 제1전극(220) 및 정공주입층(225)의 HOMO 레벨과 제1정공수송층(227)의 HOMO 레벨의 차이가 상대적으로 클 경우, 구동전압이 상승될 수 있으므로, 제1유기물질의 HOMO 레벨은 제1전극(220) 및 정공주입층(225)의 HOMO 레벨인 약 4.8 eV ~ 약 5.0 eV 보다 미소하게 낮은 값인 약 5.5 eV 일 수 있다.
- [0084] 정공제어층(229)은 제1청색발광물질층(233)으로 공급되는 정공의 양을 감소시켜 계면에서의 정공 축적을 방지하는 역할을 하므로, 정공 제어 특성을 갖는 유기물질로 형성한다.
- [0085] 예를 들어, 정공제어층(229)은, 제1실시예의 제1정공수송층(도 1의 127)의 정공이동도보다 작은 정공이동도를 갖고 제1정공수송층(227)의 HOMO 레벨과 제2정공수송층(231)의 HOMO 레벨 사이의 HOMO 레벨을 갖는 제1 및 제3 유기물질로 이루어질 수 있다.
- [0086] 제2정공수송층(231)은 제1청색발광물질층(233)로 정공을 전달하고 발광효율을 위하여 제1청색발광물질층(233)로부터 전자가 전달되는 것을 차단해야 하므로, 정공 수송 특성 및 전자 차단 특성을 갖는 제3유기물질로 형성한다.
- [0087] 예를 들어, 제2정공수송층(231)은 상대적으로 작은 정공이동도를 갖고 제1청색발광물질층(233)의 블루 호스트의 LUMO 레벨인 2.80 eV 보다 낮은 2.83 eV의 삼중항 상태(triplet state) 레벨(T1)을 갖는 제3유기물질로 이루어질 수 있다.
- [0088] 한편, 제1유기물질은 아래의 화학식1을 바탕으로 한 터티아리-아민(tertiary-amine)을 포함하는 스피로플루오렌(spirofluorene) 계열의 물질일 수 있다.
- [0089] [화학식1]

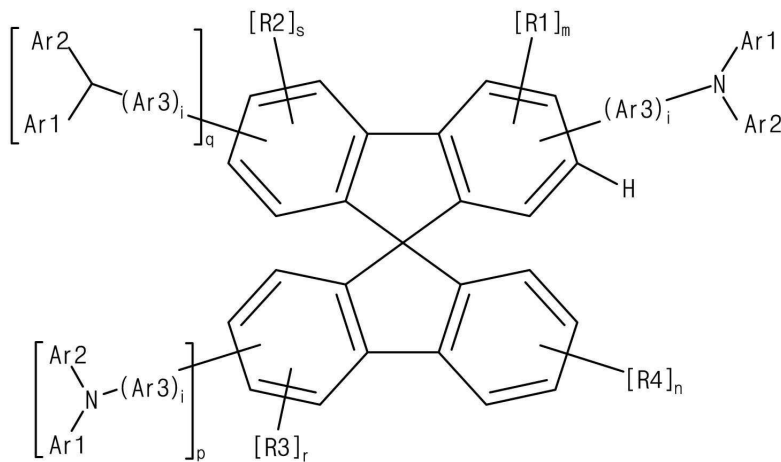


[0090]

[0091] 여기서, Ar은 페닐렌(phenylene), 나프탈레닐렌(naphthalenylen), 페난스레닐렌(phenanthrenylene), 플루오레닐렌(fluorenylene), 스파이로-플루오레닐렌(spiro-fluorenylene), 디벤조퓨라닐렌(dibenzofuranylene), 디벤조티오페닐렌(dibenzothiophenylen)으로 이루어진 방향족 고리(aromatic ring) 일 수 있고, Ar1 및 Ar2는 각각 C6~C60의 방향족 고리(aromatic ring) 또는 이형방향족 고리(heteroaromatic ring)의 시스템으로 예를 들어 페닐(phenyl)일 수 있고, R은 수소(H), 중수소(D), 불소(F), 염소(Cl), 브롬(Br), 요오드(I), 시아노기(CN), Si(R2)₃(R2는 수소(H), 불소(F), 또는 C1~C10의 알킬(alkyl)), 또는 C1~C40인 직쇄 알킬(straight-chain alkyl), 알콕시(alkoxy) 혹은 티오알킬(thioalkyl) 그룹, 또는 C3~C40인 분지형 또는 환형 알킬(branched or cyclic alkyl) 혹은 티오알킬(thioalkyl) 일 수 있다.

[0092] 그리고, 제3유기물질은 아래의 화학식2를 바탕으로 한 터티아리-아민(tertiary-amine)을 포함하는 스피로플루오렌(spirofluorene) 계열의 물질일 수 있다.

[0093] [화학식2]



[0094] 여기서, Ar1은 C6~C60의 방향족 고리(aromatic ring) 또는 이형방향족 고리(heteroaromatic ring)의 시스템으로 예를 들어 플루오레닐(fluorenyl), 스파이로-바이플루오레닐(spiro-fluorenyl), 바이페닐(biphenyl), 터페닐(therphenyl), 푸아터페닐(puaterphenyl), 카바조일(carbazolyl), 디벤조퓨라닐(dibenzofuranyl), 디벤조티오페닐(dibenzothiophenyl)에서 선택될 수 있고, Ar2 및 Ar3은 각각 C6~C60의 방향족 고리(aromatic ring) 또는 이형방향족 고리(heteroaromatic ring)의 시스템으로 예를 들어 페닐(phenyl)일 수 있고, R1, R2, R3, R4는 각각 수소(H), 중수소(D), 불소(F), 염소(Cl), 브롬(Br), 요오드(I), 시아노기(CN), Si(R6)₃(R2는 수소(H), 불소(F), 또는 C1~C10의 알킬(alkyl)), C1~C40의 직쇄 알킬(straight-chain alkyl), 알콕시(alkoxy), 티오알킬(thioalkyl), 또는 C3~C40의 환형 알킬(cyclic alkyl), 알콕시(alkoxy), 티오알킬(thioalkyl) 일 수 있다.

[0096] 이러한 정공제어층(229)의 제1 및 제3유기물질의 에너지 레벨을 도면을 참조하여 설명한다.

[0097] 도 7a, 도 7b 및 도 7c는 각각 본 발명의 제2실시예의 제1, 제2 및 제3시료에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택에 사용되는 물질의 에너지 레벨을 도시한 도면으로, 도 5 및 도 6을 함께 참조하여 설명한다.

[0098] 도 7a에 도시한 바와 같이, 제1시료(SAM1)의 제1스택(ST1)의 제1정공수송층(227)은 제1유기물질로 이루어지는데, 제1유기물질의 최고 점유 분자궤도(highest occupied molecular orbital: HOMO) 레벨 및 최저 비점유 분자궤도(lowest unoccupied molecular orbital: LUMO) 레벨은 각각 약 5.50 eV 및 약 2.42 eV 이다.

[0099] 제1시료(SAM1)의 제1스택(ST1)의 정공제어층(229)은 7:3의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질로 이루어지는데, 7:3의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.59 eV 및 약 2.47 eV 이다.

[0100] 그리고, 제1시료(SAM1)의 제1스택(ST1)의 제2정공수송층(231)을 구성하는 제3유기물질의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.79 eV 및 약 2.57 eV 이며, 제3유기물질의 삼중항 상태 레벨(T1)은 약 2.83 eV 이다.

[0101] 한편, 제1시료(SAM1)의 제1스택(ST1)의 제1청색발광물질층(233)은 블루 호스트를 포함하는데, 블루 호스트의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.58 eV 및 약 2.80 eV 이다.

- [0102] 이에 따라, 제1정공수송층(227)의 HOMO 레벨인 약 5.50 eV가 제1전극(220) 및 정공주입층(225)의 HOMO 레벨인 약 4.8 eV ~ 약 5.0 eV 보다 미소하게 낮은 값이므로, 제1정공수송층(227)은 정공제어층(229)으로 정공을 주입하는 역할을 효과적으로 수행할 수 있다.
- [0103] 정공제어층(229)의 HOMO 레벨인 약 5.59 eV는 제1정공수송층(227)의 HOMO 레벨인 약 5.50 eV와 제2정공수송층(129)의 HOMO 레벨인 약 5.79 eV 사이의 값이므로, 7:3의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질의 정공제어층(229)은 제1청색발광물질층(233)으로 공급되는 정공의 양을 감소시켜 계면에서의 정공 축적을 방지하는 역할을 효과적으로 수행할 수 있다.
- [0104] 제2정공수송층(231)의 삼중항 상태 레벨(T1)인 약 2.83 eV은 제1청색발광물질층(233)은 블루 호스트의 LUMO 레벨인 약 2.80 eV 보다 낮은 값이므로, 제2정공수송층(231)은 제1청색발광물질층(233)로부터 전자가 전달되는 것을 효과적으로 차단하는 역할을 효과적으로 수행할 수 있다.
- [0105] 따라서, 제1시료(SAM1)의 제1정공수송층(227), 정공제어층(229), 제2정공수송층(231)은 제1청색발광물질층(233)으로 정공을 효과적으로 공급하고 제1청색발광물질층(233)로부터 전자가 전달되는 것을 효과적으로 차단하고 제1청색발광물질층(233)은 청색광을 효과적으로 방출할 수 있다.
- [0106] 도 7b에 도시한 바와 같이, 제2시료(SAM2)의 제1스택(ST1)의 제1정공수송층(227)은 제1유기물질로 이루어지는데, 제1유기물질의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.50 eV 및 약 2.42 eV 이다.
- [0107] 제2시료(SAM2)의 제1스택(ST1)의 정공제어층(229)은 5:5의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질로 이루어지는데, 5:5의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.65 eV 및 약 2.50 eV 이다.
- [0108] 그리고, 제2시료(SAM2)의 제1스택(ST1)의 제2정공수송층(231)을 구성하는 제3유기물질의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.79 eV 및 약 2.57 eV 이며, 제3유기물질의 삼중항 상태 레벨(T1)은 약 2.83 eV 이다.
- [0109] 한편, 제2시료(SAM2)의 제1스택(ST1)의 제1청색발광물질층(233)은 블루 호스트를 포함하는데, 블루 호스트의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.58 eV 및 약 2.80 eV 이다.
- [0110] 이에 따라, 제1정공수송층(227)의 HOMO 레벨인 약 5.50 eV가 제1전극(220) 및 정공주입층(225)의 HOMO 레벨인 약 4.8 eV ~ 약 5.0 eV 보다 미소하게 낮은 값이므로, 제1정공수송층(227)은 정공제어층(229)으로 정공을 주입하는 역할을 효과적으로 수행할 수 있다.
- [0111] 정공제어층(229)의 HOMO 레벨인 약 5.65 eV는 제1정공수송층(227)의 HOMO 레벨인 약 5.50 eV와 제2정공수송층(129)의 HOMO 레벨인 약 5.79 eV 사이의 값이므로, 5:5의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질의 정공제어층(229)은 제1청색발광물질층(233)으로 공급되는 정공의 양을 감소시켜 계면에서의 정공 축적을 방지하는 역할을 효과적으로 수행할 수 있다.
- [0112] 제2정공수송층(231)의 삼중항 상태 레벨(T1)인 약 2.83 eV은 제1청색발광물질층(233)은 블루 호스트의 LUMO 레벨인 약 2.80 eV 보다 낮은 값이므로, 제2정공수송층(231)은 제1청색발광물질층(233)로부터 전자가 전달되는 것을 효과적으로 차단하는 역할을 효과적으로 수행할 수 있다.
- [0113] 따라서, 제2시료(SAM2)의 제1정공수송층(227), 정공제어층(229), 제2정공수송층(231)은 제1청색발광물질층(233)으로 정공을 효과적으로 공급하고 제1청색발광물질층(233)로부터 전자가 전달되는 것을 효과적으로 차단하고 제1청색발광물질층(233)은 청색광을 효과적으로 방출할 수 있다.
- [0114] 도 7c에 도시한 바와 같이, 제3시료(SAM3)의 제1스택(ST1)의 제1정공수송층(227)은 제1유기물질로 이루어지는데, 제1유기물질의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.50 eV 및 약 2.42 eV 이다.
- [0115] 제3시료(SAM3)의 제1스택(ST1)의 정공제어층(229)은 3:7의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질로 이루어지는데, 3:7의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.70 eV 및 약 2.52 eV 이다.
- [0116] 그리고, 제3시료(SAM3)의 제1스택(ST1)의 제2정공수송층(231)을 구성하는 제3유기물질의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.79 eV 및 약 2.57 eV 이며, 제3유기물질의 삼중항 상태 레벨(T1)은 약 2.83 eV 이다.
- [0117] 한편, 제1스택(ST1)의 제1청색발광물질층(233)은 블루 호스트를 포함하는데, 블루 호스트의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 약 5.58 eV 및 약 2.80 eV 이다.

- [0118] 이에 따라, 제1정공수송층(227)의 HOMO 레벨인 약 5.50 eV가 제1전극(220) 및 정공주입층(225)의 HOMO 레벨인 약 4.8 eV ~ 약 5.0 eV 보다 미소하게 낮은 값이므로, 제1정공수송층(227)은 정공제어층(229)으로 정공을 주입하는 역할을 효과적으로 수행할 수 있다.
- [0119] 정공제어층(229)의 HOMO 레벨인 약 5.70 eV는 제1정공수송층(227)의 HOMO 레벨인 약 5.50 eV와 제2정공수송층(129)의 HOMO 레벨인 약 5.79 eV 사이의 값이므로, 3:7의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질의 정공제어층(229)은 제1청색발광물질층(233)으로 공급되는 정공의 양을 감소시켜 계면에서의 정공 축적을 방지하는 역할을 효과적으로 수행할 수 있다.
- [0120] 제2정공수송층(231)의 삼중항 상태 레벨(T1)인 약 2.83 eV는 제1청색발광물질층(233)은 블루 호스트의 LUMO 레벨인 약 2.80 eV 보다 낮은 값이므로, 제2정공수송층(231)은 제1청색발광물질층(233)로부터 전자가 전달되는 것을 효과적으로 차단하는 역할을 효과적으로 수행할 수 있다.
- [0121] 따라서, 제3시료(SAM3)의 제1정공수송층(227), 정공제어층(229), 제2정공수송층(231)은 제1청색발광물질층(233)으로 정공을 효과적으로 공급하고 제1청색발광물질층(233)로부터 전자가 전달되는 것을 효과적으로 차단하고 제1청색발광물질층(233)은 청색광을 효과적으로 방출할 수 있다.
- [0122] 그리고, 도 7a 내지 도 7c의 제1 내지 제3시료(SAM1 내지 SAM3)에서와 같이, 정공제어층(229)이 정공의 양을 감소시켜 계면에서의 정공 축적을 방지하는 역할을 할 수 있도록, 정공제어층(229)은 약 5.59 eV 내지 약 5.70 eV 사이의 HOMO 레벨을 가질 수 있다.
- [0123] 한편, 제1 내지 제3유기물질의 정공 특성은 정공단독소자(hole only device: HOD)를 제작하여 파악할 수 있는데, 이를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0124] 도 8a는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 정공단독소자를 도시한 도면이고, 도 8b는 본 발명의 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 및 제3유기물질의 정공단독소자를 도시한 도면이고, 도 9는 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 전류-전압 특성을 도시한 도면으로, 도 5, 도 6, 도 7a 내지 도 7c를 함께 참조하여 설명한다.
- [0125] 도 8a에 도시한 바와 같이, 정공 특성 파악을 위한 제1실시예의 제1 내지 제3유기물질의 정공단독소자(HOD)는, 제1테스트전극(TE1), 테스트주입층(TI), 제1테스트수송층(TT1), 제2테스트수송층(TT2), 제2테스트전극(TE2)을 포함한다.
- [0126] 제1테스트전극(TE1)은 상대적으로 큰 일함수(work function)를 갖는 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide: ITO)로 형성되어 양극(anode) 역할을 하고, 제2테스트전극(TE2)은 상대적으로 작은 일함수를 갖는 알루미늄(aluminum: Al)으로 형성되어 음극(cathode) 역할을 한다.
- [0127] 테스트주입층(TI)은 발광다이오드(도 1의 110)의 정공주입층(125)과 동일한 물질로 형성되고, 제1테스트수송층(TT1)은 발광다이오드(도 1의 110)의 제1정공수송층(127)의 9:1의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제2유기물질(EMB1)로 형성되고, 제2테스트수송층(TT2)은 발광다이오드(도 1의 110)의 제2정공수송층(129)의 제3유기물질로 형성된다.
- [0128] 도 8b에 도시한 바와 같이, 정공 특성 파악을 위한 제2실시예의 제1 및 제3유기물질의 정공단독소자(HOD)는, 제1테스트전극(TE1), 테스트주입층(TI), 제1테스트수송층(TT1), 테스트제어층(TC), 제2테스트수송층(TT2), 제2테스트전극(TE2)을 포함한다.
- [0129] 제1테스트전극(TE1)은 상대적으로 큰 일함수를 갖는 인듐-틴-옥사이드(ITO)로 형성되어 양극 역할을 하고, 제2테스트전극(TE2)은 상대적으로 작은 일함수를 갖는 알루미늄(Al)으로 형성되어 음극 역할을 한다.
- [0130] 테스트주입층(TI)은 발광다이오드(도 5의 210)의 정공주입층(225)과 동일한 물질로 형성되고, 제1테스트수송층(TT1)은 발광다이오드(도 5의 210)의 제1정공수송층(227)의 제1유기물질로 형성되고, 테스트제어층(TC)은 발광다이오드(도 5의 210)의 정공제어층(229)의 7:3의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM1), 5:5의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM2) 또는 3:7의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM3)로 형성되고, 제2테스트수송층(TT2)은 발광다이오드(도 5의 210)의 제2정공수송층(231)의 제3유기물질로 형성된다.
- [0131] 도 9에 도시한 바와 같이, 이와 같이 제작된 정공단독소자(HOD)의 제1 및 제2테스트전극(TE1, TE2)에 구동전압

(Vd)을 인가하여 제1 및 제2테스트전극(TE1, TE2)에 흐르는 구동전류(Id)를 측정한다.

- [0132] 제1실시예의 제1 내지 제3유기물질(EMB1)과 제2실시예의 제1 및 제3유기물질(EMB1의 SAM1, SAM2, SAM3)의 정공 단독소자(HOD)에서는, 구동전압(Vd)이 문턱전압이 되기 전까지 구동전류(Id)가 흐르지 않다가, 문턱전압이 된 후부터 구동전류(Id)가 증가하는데, 문턱전압은 제1 내지 제3유기물질의 정공 특성에 따라 결정될 수 있다.
- [0133] 즉, 문턱전압은 유기물질의 정공이동도(hole mobility)에 반비례하여, 정공이동도가 작을수록 문턱전압이 증가한다.
- [0134] 따라서, 9:1의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제2유기물질(EMB1), 7:3의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM1), 5:5의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM2), 3:7의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM3)의 문턱전압은 순차적으로 증가하는 값이고, 9:1의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제2유기물질(EMB1), 7:3의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM1), 5:5의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM2), 3:7의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM3)의 정공이동도는 순차적으로 감소하는 값이다.
- [0135] 여기서, 정공이동도가 상대적으로 큰 유기물질은 정공 주입용으로 주로 사용되고, 정공이동도가 상대적으로 작은 유기물질은 정공 수송용으로 주로 사용될 수 있다.
- [0136] 제1실시예의 발광다이오드(도 1의 110)는 9:1의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제2유기물질(EMB1)의 제1정공수송층(127), 제3유기물질의 제2정공수송층(129)을 포함하는 반면, 제2실시예의 발광다이오드(도 5의 210)는 제1유기물질의 제1정공수송층(227), 7:3의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM1), 5:5의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM2) 또는 3:7의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM3)의 정공제어층(229), 제3유기물질의 제2정공수송층(231)을 포함한다.
- [0137] 이에 따라, 제2실시예의 발광다이오드(도 5의 210)에서는 제1정공수송층(227), 정공제어층(229), 제2정공수송층(231)은 제1청색발광물질층(233)으로 정공을 효과적으로 공급하면서 동시에 정공의 양을 감소시켜 제1정공수송층(227), 정공제어층(229), 제2정공수송층(231) 사이의 계면에서의 정공 축적을 방지하고, 계면에 축적된 정공에 의한 계면의 열화를 방지할 수 있다.
- [0138] 이러한 제1 내지 제3유기물질의 구동전압 및 턴온전압의 변화를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0139] 도 10은 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 턴온전압의 산출방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 11은 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 구동전압 및 턴온전압의 변화를 도시한 도면으로, 도 5 내지 도 9를 함께 참조하여 설명한다.
- [0140] 도 10에 도시한 바와 같이, 정공단독소자(HOD)의 구동전류(Id)의 $1/3$ 승($(Id)^{1/3}$)을 구동전압(Vd)에 대하여 곡선을 그릴 경우, 문턱전압보다 큰 구동전압(Vd)에서는 구동전류(Id)의 $1/3$ 승($(Id)^{1/3}$)이 선형적으로 증가하는데, 이 선형부분을 연장하여 구동전압(Vd) 축과 만나는 절편을 턴온전압(Von)으로 정의 할 수 있다.
- [0141] 도 11에 도시한 바와 같이, 10 mA/cm², 20 mA/cm², 50 mA/cm²의 구동전류(Id)에서 각각 9:1의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제2유기물질(EMB1), 7:3의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM1), 5:5의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM2), 3:7의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM3)의 구동전압(Vd)은 순차적으로 증가하고, 이로부터 제1실시예(EMB1), 제1시료(SAM1), 제2시료(SAM2), 제3시료(SAM3)로 갈수록 문턱전압이 증가하고 정공이동도가 감소하는 것을 알 수 있다.
- [0142] 그리고, 9:1의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제2유기물질(EMB1), 7:3의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM1), 5:5의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM2), 3:7의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM3)의 턴온전압(Von)은 순차적으로 증가하는데, 이로부터 정공제어층(229)에 대한 제3유기물질의 비율이 증가할수록 턴온전압(Von)이 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0143] 이때, 정공제어층(229)이 정공의 양을 감소시켜 계면에서의 정공 축적을 방지하기 위하여, 정공제어층(229)은 제1실시예(EMB1)의 턴온전압(Von)인 약 1.60 V 보다 큰 턴온전압(Von)을 갖도록 형성된다.
- [0144] 이러한 제1 내지 제3유기물질의 구동전압 변화량을 도면을 참조하여 설명한다.
- [0145] 도 12는 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1 내지 제3유기물질의 구동전압의 변화량을 도시한 도면으로, 도 5 내지 도 11을 함께 참조하여 설명한다.

- [0146] 도 12에 도시한 바와 같이, 제1실시예의 제1 내지 제3유기물질(EMB1)과 제2실시예의 제1 및 제3유기물질(EMB1의 SAM1, SAM2, SAM3)의 정공단독소자(HOD)에서는, 시간의 경과에 따라 특정 구동전류(Id)에 대응되는 구동전압(Vd)의 변화량(ΔV_d)(진행성 구동전압)이 점차 증가하는데, 9:1의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제2유기물질(EMB1)과 5:5의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM2)의 구동전압(Vd)의 변화량(ΔV_d)의 경향은 유사하고, 7:3의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM1)의 구동전압(Vd)의 변화량(ΔV_d)은 5:5의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM2)의 구동전압(Vd)의 변화량(ΔV_d)보다 빨리 증가하고, 3:7의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM3)의 구동전압(Vd)의 변화량(ΔV_d)은 7:3의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM1)의 구동전압(Vd)의 변화량(ΔV_d)보다 빨리 증가한다.
- [0147] 즉, 제1유기물질의 함량이 지나치게 증가하여 제1 및 제3유기물질의 중량비(wt%)가 3:7보다 작아지거나(예를 들어 2:8), 제3유기물질의 함량이 지나치게 증가하여 제1 및 제3유기물질의 중량비(wt%)가 7:3보다 커질 경우(예를 들어 8:2), 구동전압(Vd)의 변화량(ΔV_d)이 지나치게 증가하여 소자의 안정성이 저하될 수 있다.
- [0148] 이에 따라, 정공제어층(229)은 약 1.80 V보다 크고 약 2.40 V보다 작은 턴온전압(Von)을 갖도록 형성된다.
- [0149] 이러한 제1 및 제2실시예의 발광다이오드의 수명을 도면을 참조하여 설명한다.
- [0150] 도 13은 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 유기발광 다이오드 표시장치의 제1스택의 제1청색발광물질층의 시간에 따른 방출광 변화를 도시한 도면으로, 도 5 내지 도 12를 함께 참조하여 설명한다.
- [0151] 도 13에 도시한 바와 같이, 제1 및 제2실시예의 발광다이오드(도 1의 110, 도 5의 210)의 제1스택(ST1)의 제1청색발광물질층(131, 233)으로부터 방출되는 광의 세기는 시간의 경과에 따라 점차 감소한다.
- [0152] 여기서, 정공제어층(229)을 갖는 제2실시예의 제1청색발광물질층(233)의 방출광의 감소 정도가 제1실시예의 제1청색발광물질층(131)의 방출광의 감소 정도보다 작으므로, 계면에 축적된 정공에 기인한 라디칼에 의한 제1청색발광물질층(233)의 수명 저하가 방지된다는 것을 알 수 있다.
- [0153] 이상과 같이, 본 발명의 제2실시예의 발광다이오드(도 5의 210)에서는 제1정공수송층(227)의 제1유기물질보다 큰 문턱전압과 작은 정공이동도를 갖는 7:3의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM1), 5:5의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM2) 또는 3:7의 중량비(wt%)로 혼합된 제1 및 제3유기물질(EMB2의 SAM3)로 이루어지는 정공제어층(229)을 제1 및 제2정공수송층(227, 231) 사이에 배치함으로써, 제1정공수송층(227), 정공제어층(229), 제2정공수송층(231)은 제1청색발광물질층(233)으로 정공을 효과적으로 공급하면서 동시에 정공의 양을 감소시켜 제1정공수송층(227), 정공제어층(229), 제2정공수송층(231) 사이의 계면에서의 정공 축적을 방지할 수 있고, 제1청색발광물질층(233)은 청색광을 효과적으로 방출할 수 있다.
- [0154] 그리고, 계면에 축적된 정공에 의한 계면의 열화를 방지하고, 형성된 라디칼(radical)에 의한 제1청색발광물질층(233)의 수명 저하를 방지할 수 있다.
- [0155] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

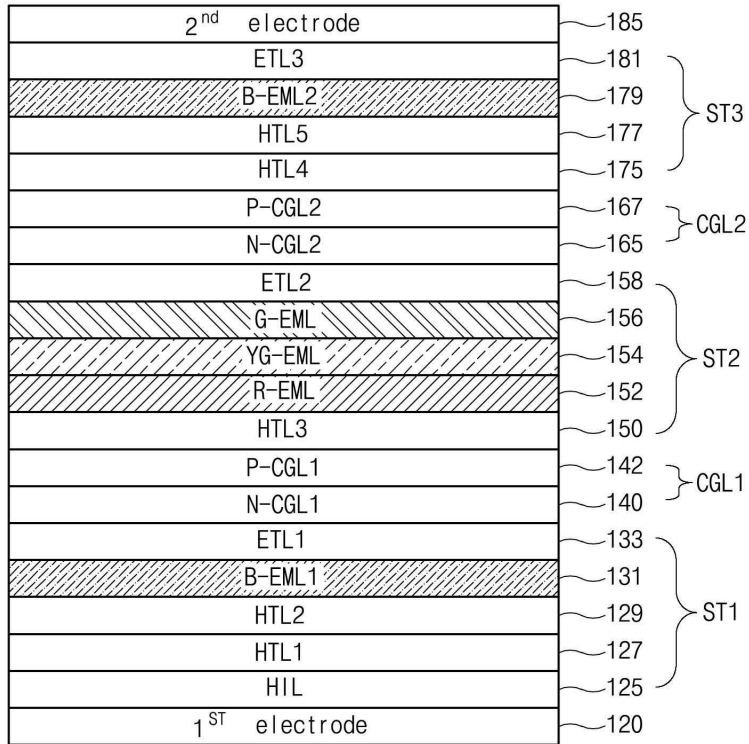
부호의 설명

- [0156] 210: 유기발광 다이오드 표시장치
 220: 제1전극 ST1: 제1스택
 CGL1: 제1전하생성층 ST2: 제2스택
 CGL2: 제2전하생성층 ST3: 제3스택
 285: 제2전극

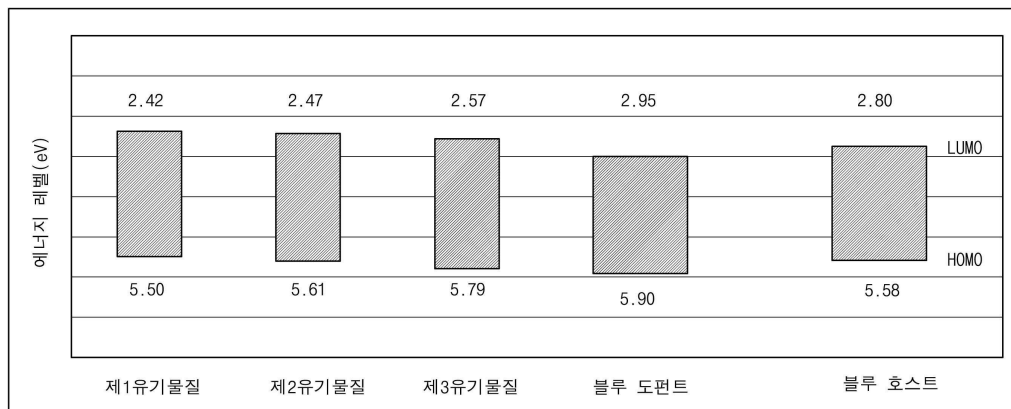
도면

도면1

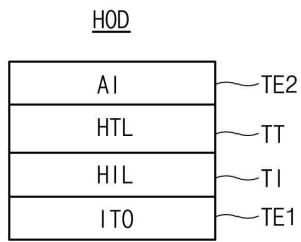
110



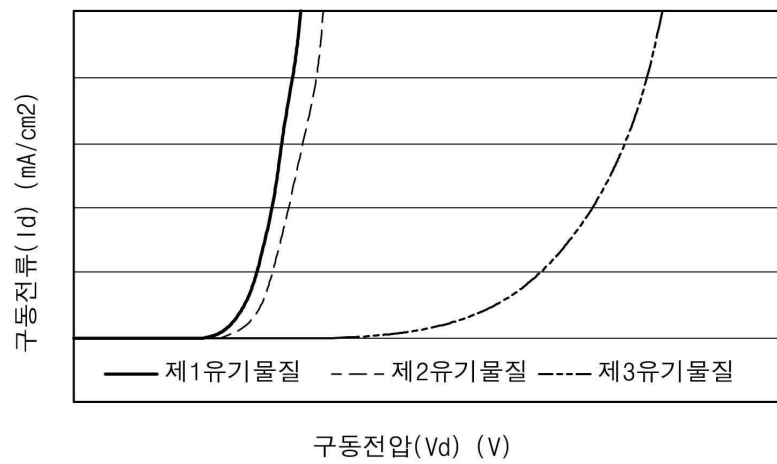
도면2



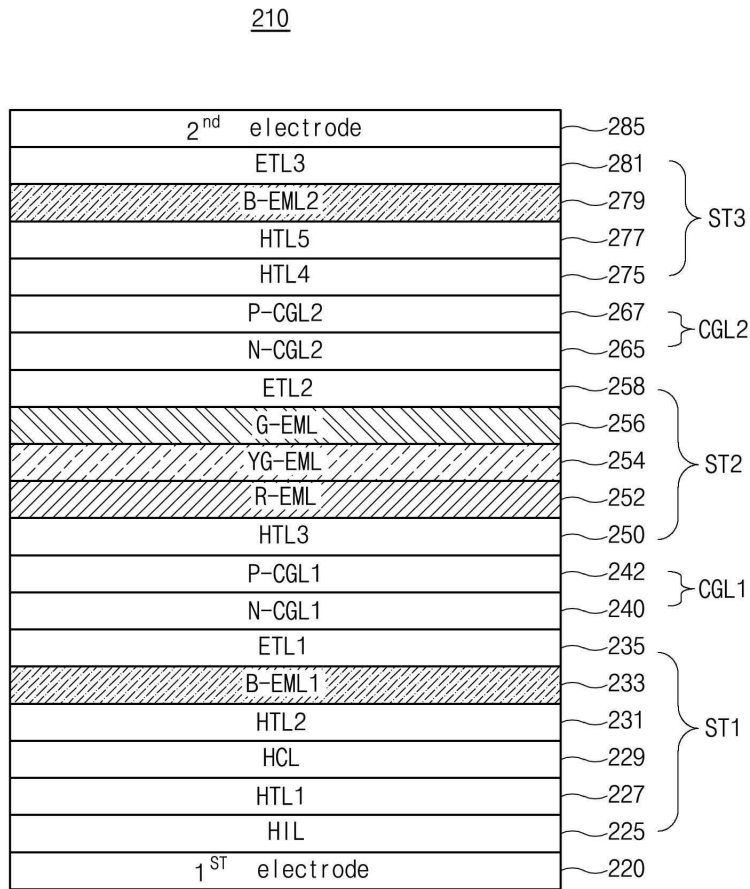
도면3



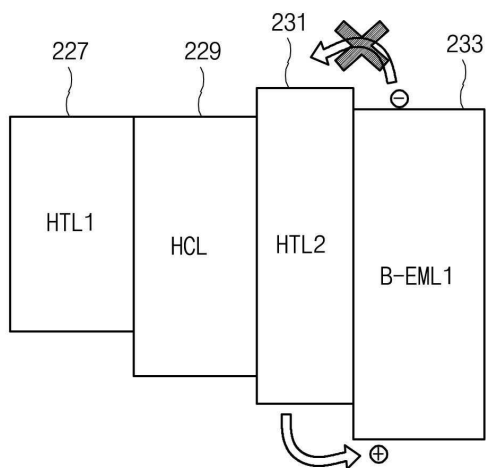
도면4



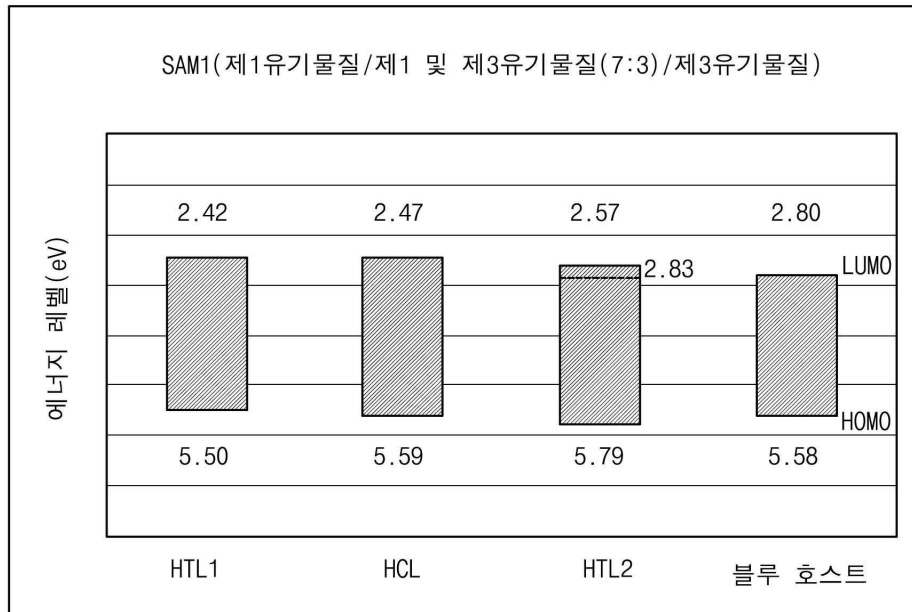
도면5



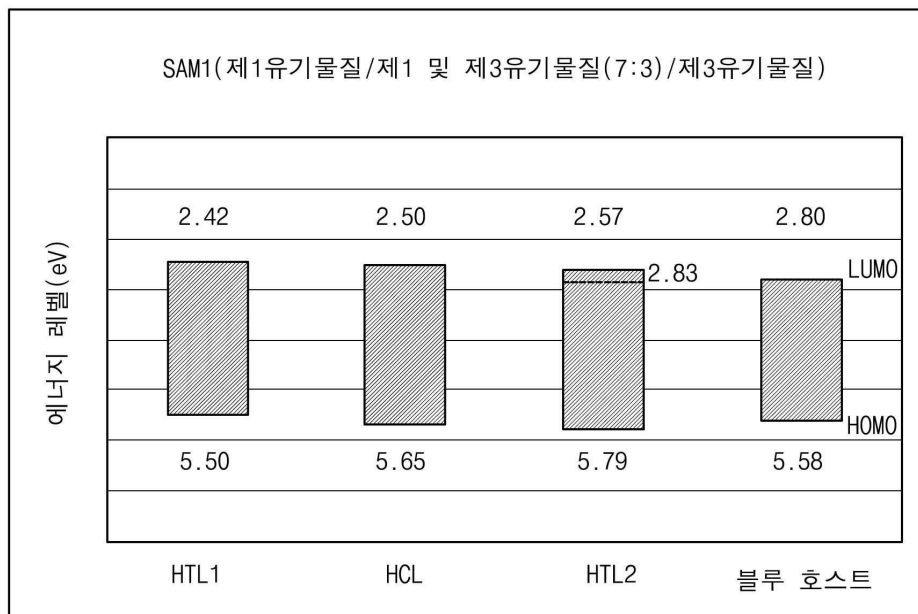
도면6



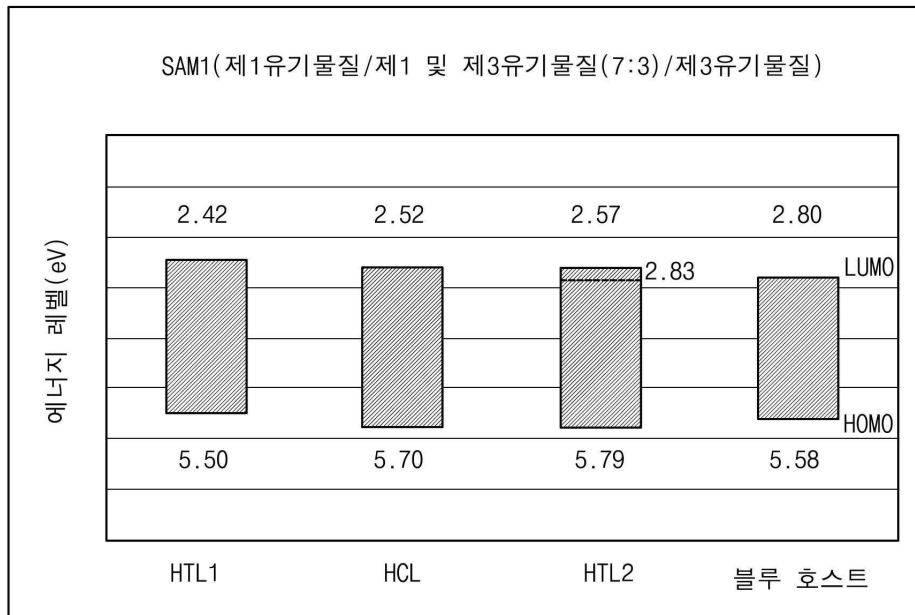
도면7a



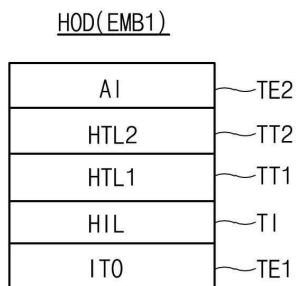
도면7b



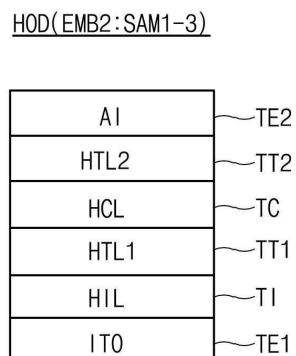
도면7c



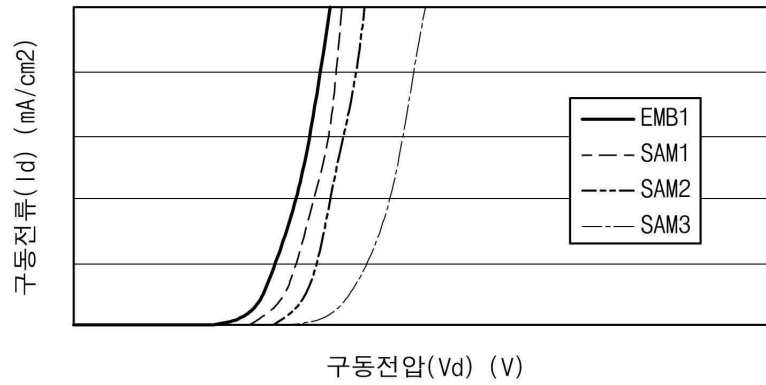
도면8a



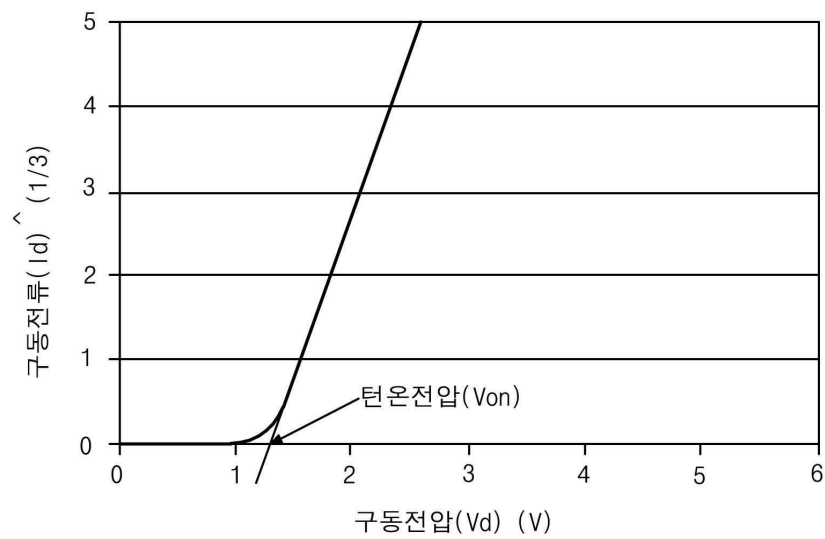
도면8b



도면9



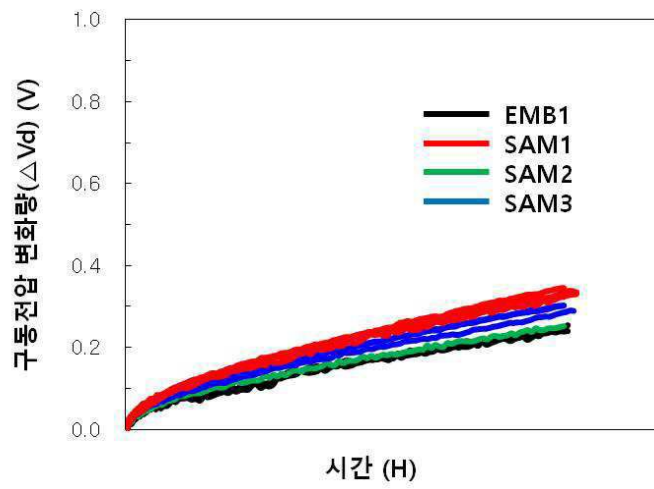
도면10



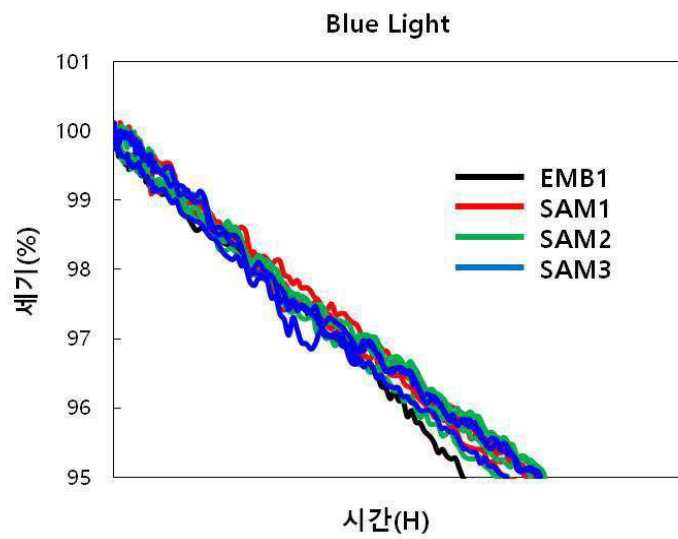
도면11

		구동전압(Vd) (V)			턱온전압(Von) (V)
		10mA/cm2	20mA/cm2	50mA/cm2	
EMB1		2.18	2.31	2.60	1.60
EMB2	SAM1	2.35	2.49	2.77	1.80
	SAM2	2.59	2.73	3.00	2.05
	SAM3	3.11	3.28	3.80	2.40

도면12



도면13



专利名称(译)	有机发光二极管显示装置		
公开(公告)号	KR1020200022208A	公开(公告)日	2020-03-03
申请号	KR1020180098061	申请日	2018-08-22
[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		
[标]发明人	김태식 조귀정 안소연 박정수 정세희		
发明人	손유이 김태식 조귀정 안소연 박정수 정세희		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/504 H01L27/3209 H01L51/5048		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供了一种有机发光二极管显示装置,包括:第一电极;以及第二电极。第一堆叠,设置在第一电极的上部以发射蓝光;第一电荷产生层,设置在第一堆叠的上部;第二堆叠设置在第一电荷产生层的上部,以发射红光,黄光和绿光;第二电荷产生层,设置在第二堆叠的上部;第三堆叠,设置在第二电荷产生层的上部,以发射蓝光;第二电极设置在第三堆叠的上部,其中,第一堆叠包括:空穴注入层,设置在第一电极的上部;空穴注入层。第一空穴传输层,设置在空穴注入层的上部;第二空穴传输层,设置在第一空穴传输层的上部。设置在第二空穴传输层的上部上的第一蓝色发光材料层;第一电子传输层,设置在第一蓝色发光材料层的上部。

