



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월02일
(11) 등록번호 10-1871289
(24) 등록일자 2018년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7014794
(22) 출원일자(국제) 2011년11월03일
심사청구일자 2016년11월03일
(85) 번역문제출일자 2013년06월07일
(65) 공개번호 10-2013-0132843
(43) 공개일자 2013년12월05일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2011/054894
(87) 국제공개번호 WO 2012/063171
국제공개일자 2012년05월18일
(30) 우선권주장
10190478.7 2010년11월09일
유럽특허청(EPO)(EP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2008258396 A*
JP2004281371 A*
WO2010057471 A1*
JP2006111854 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
코닌클리케 필립스 엔.브이.
네덜란드, 아인트호벤 5656 에이이, 하이 테크 캠퍼스 5
(72) 발명자
로블, 한스-피터
네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이 테크 캠퍼스 빌딩 44 내
보어너, 허버트, 프리드리히
네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이 테크 캠퍼스 빌딩 44 내
골드만, 클라우디아, 미켈라
네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이 테크 캠퍼스 빌딩 44 내
(74) 대리인
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 11 항

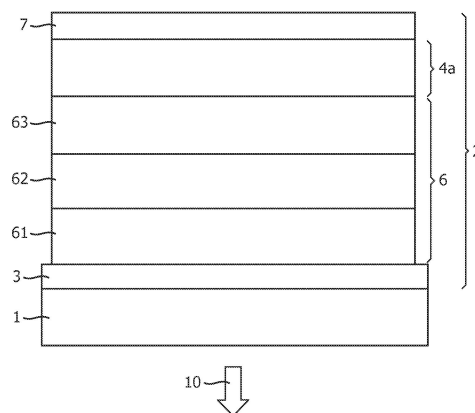
심사관 : 하정균

(54) 발명의 명칭 유기 전계발광 소자

(57) 요약

본 출원은 개선된 광 아웃커플링(out-coupling)을 제공하는 OLED 소자에 관한 것으로, 이는 기판(1)의 상부에 전계발광층 적층물(2)을 포함하고, 전계발광층 적층물(2)은 기판(1) 쪽에 면한 제1 전극(3)과 구동 전압을 유기 발광층 적층물(6)에 인가하는 제2 전극(7)의 사이에 끼어있는 한 개 이상의 유기층을 갖는 유기 발광층 적층물(6) 및 그 유기 발광층 적층물(6)과 제2 전극(7)의 사이에 배치된 제1 전자수송층 적층물(4a)을 포함하며, 그 전자수송층 적층물(4a)은 낮은 굴절률을 갖는 제1 전자수송물질로 되어있는 전자수송층(41) 및 한 개 이상의 n형-도핑된 층(40, 42)을 포함한다. 본 출원은 또한 이러한 OLED 소자를 제조하는 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

기관(1)의 상부에 전계발광층 적층물(electroluminescent layer stack)(2)을 포함하는 유기 전계발광 소자로서,

상기 전계발광층 적층물(2)은 유기 발광층 적층물(6) - 상기 유기 발광층 적층물(6)은 구동 전압을 상기 유기 발광층 적층물(6)에 인가하는 제2 전극(7)과 상기 기관(1) 쪽에 면한 제1 전극(3)의 사이에 끼어있는 한 개 이상의 유기층을 포함함 - 및 상기 유기 발광층 적층물(6)과 상기 제2 전극(7)의 사이에 배치된 제1 전자수송층 적층물(4a)을 포함하고,

상기 제1 전자수송층 적층물(4a)은 두 개의 n형-도핑층(40, 42) 및 상기 두 개의 n형-도핑층(40, 42) 사이에 배치되고 제1 전자수송물질로 이루어진 전자수송층(41)을 포함하고,

상기 유기 전계발광 소자는 상기 제1 전극(3)과 상기 유기 발광층 적층물(6)의 사이에 배치된 제1 전하생성층 적층물(5)을 더 포함하고,

상기 제1 전하생성층 적층물(5)은 상기 제1 전극(3) 쪽에 면한 n형-도핑층(51) 및 상기 유기 발광층 적층물(6) 쪽에 면한 p형-도핑층(53)을 적어도 포함하고,

상기 제1 전하생성층 적층물(5)과 상기 제1 전극(3)의 사이에 배치된 제2 전자수송층 적층물(4b)을 적어도 더 포함하고,

상기 제2 전자수송층 적층물(4b)은 상기 제1 전극(3)과 접촉하고 있고,

상기 제2 전자수송층 적층물(4b)은 상기 제1 전자수송물질로 이루어진 다른 전자수송층(41)을 적어도 포함하는, 유기 전계발광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 전자수송물질은 1.3에서 1.65 사이의 굴절률 n 을 갖는, 유기 전계발광 소자.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 전자수송물질은 플루오르 원자들을 포함하는 유기 화합물인, 유기 전계발광 소자.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 전자수송물질은 2,4,6-트리스-(노나플루오르바이페닐)-1,3,5-트리아진(2,4,6-tris-(nonafluorobiphenyl)-1,3,5-triazine)인, 유기 전계발광 소자.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 전자수송층 적층물(4b)은 상기 전자수송층(41)과 상기 제1 전극(3)의 사이에 배치된 n형-도핑층(40)을 더 포함하는, 유기 전계발광 소자.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전계발광층 적층물(2)은 상기 제1 전자수송층 적층물(4a)과 상기 제2 전극(7)의 사이에 배치된 제2 전하생성층 적층물(9)을 더 포함하고,

상기 제2 전하생성층 적층물(9)은 n형-도핑층(91) 및 p형-도핑층(93)을 포함하며,

상기 p형-도핑층(93)은 상기 제2 전극(7) 쪽에 면해 있는, 유기 전계발광 소자.

청구항 8

제7항에 있어서,

정공수송층(8)이 상기 제2 전하생성층 적층물(9)과 상기 제2 전극(7)의 사이에 배치된, 유기 전계발광 소자.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제1 전하생성층 적층물(5) 및/또는 상기 제2 전하생성층 적층물(9)은 상기 n형- 및 p형-도핑층들(51, 53, 91, 93)의 사이에 장벽층(52, 92)을 더 포함하여 적어도 n형-도판트의 상기 p형-도핑층(53, 93)으로의 확산 및/또는 p형-도판트의 상기 n형-도핑층(51, 91)으로의 확산을 제한하도록 하는, 유기 전계발광 소자.

청구항 10

제1항에 따른 전계발광층 적층물(2)을 포함한 유기 전계발광 소자를 제조하는 방법으로서,

적어도 제1 전극(3)으로 덮인 기판(1)을 제공하는 단계;

적어도 유기 발광층 적층물(6)을 상기 제1 전극(3)의 상부에 피착하는 단계;

제1 전자수송물질로 되어있는 전자수송층(41) 및 한 개 이상의 n형-도핑층(40, 42)을 포함한 제1 전자수송층 적층물(4a)을 상기 유기 발광층 적층물(6)의 상부에 피착하는 단계;

상기 제2 전극(7)을 상기 제1 전자수송층 적층물(4a)의 상부에 피착하는 단계;

상기 제1 전자수송물질로 이루어진 다른 전자수송층(41)을 적어도 포함한 제2 전자수송층 적층물(4b)을 상기 제1 전극(3)의 상부에 피착하는 단계; 및

제1 전하생성층 적층물(5)을 상기 제2 전자수송층 적층물(4b)의 상부에 피착하는 단계

를 포함하고,

상기 제1 전하생성층 적층물(5)은 n형-도핑층(51) 및 상기 유기 발광층 적층물(6) 쪽에 면한 p형-도핑층(53)을 적어도 포함하고,

상기 제1 전자수송층 적층물(4a)을 피착하는 단계는,

상기 n형-도핑층(40)을 상기 유기 발광층 적층물(6)의 상부에 피착하는 단계;

상기 전자수송층(41)을 상기 n형-도핑층(40)의 상부에 피착하는 단계; 및

다른 n형-도핑층(42)을 상기 전자수송층(41)의 상부에 피착하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 제2 전자수송층 적층물(4b)을 피착하는 단계는,

n형-도핑층(40)을 상기 전자수송층(41)과 상기 제1 전극(3)의 사이에 피착하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 13

제10항 또는 제12항에 있어서,

제2 전하생성층 적층물(9)을 상기 제1 전자수송층 적층물(4a)과 상기 제2 전극(7)의 사이에 피착하는 단계를 더 포함하고,

상기 제2 전하생성층 적층물(9)은 n형-도핑층(91) 및 p형-도핑층(93)을 포함하고,

상기 p형-도핑층(93)은 상기 제2 전극(7) 쪽에 면해 있는, 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 개선된 광 아웃커플링(out-coupling)을 갖는 유기 전계발광 소자의 분야에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 전계발광 다이오드(organic electroluminescent diodes)는 구동 전압이 그에 인가될 때 유기 분자들이 광을 방출하는 소자(OLEDs)이다. OLED는 일반적으로 전계발광층 적층물(electroluminescent layer stack)이 상부에 피착된 투명한 기판(여기서 전계발광층 적층물은 두 개의 전극층(electrode layers) 사이에 배치되는 유기 발광층 적층물을 포함함), 일반적으로 그 기판의 상부에서의 산화인듐주석(Indium Tin Oxide, ITO)으로 이루어진 투명한 애노드(transparent anode) 및 유기층 적층물의 상부에서의 알루미늄으로 이루어진 반사성 캐소드(reflective cathode)를 포함한다. 유기 분자들은 수분 및 산소에 민감하기 때문에, 층 적층물은 기판의 상부에 봉지된(sealed) 기체밀봉 커버리드(gastight cover lid)에 의해 인캡슐레이팅(encapsulated)된다. OLED를 작동시키기 위하여 대략 수 볼트, 예를 들어 2-15 볼트의 구동 전압이 인가된다. 유기층 및 투명한 기판의 광학 특성과 그로 인한, 기판과 공기 사이뿐만 아니라 유기층과 기판 사이 표면에서의 전반사로 인하여, 유기층 내에서 생성된 광의 20%만이 유기 전계발광 소자로부터 아웃커플링된다. 생성된 광의 대다수는 유리 기판 및 유기층 내에 갇힌다. 바람직하게는 유기 전계발광 소자의 광 아웃커플링이 개선될 수 있도록 하여야 할 것이다.

발명의 내용

[0003] 본 발명의 목적은 개선된 광 아웃커플링 특성을 갖는 OLED 소자를 제공하는 것이다.

[0004] 이 목적은 기판의 상부에 전계발광층 적층물을 포함하는 유기 전계발광 소자에 의해 달성되는데, 상기 전계발광층 적층물은 구동 전압을 유기 발광층 적층물에 인가하기 위한 제2 전극과 기판 쪽에 면한 제1 전극의 사이에 끼어있는 한 개 이상의 유기층을 포함한 유기 발광층 적층물 및 상기 유기 발광층 적층물과 상기 제2 전극의 사이에 배치된 제1 전자수송층 적층물(electron transport layer stack)을 포함하고, 상기 전자수송층 적층물은 낮은 굴절률을 갖는 제1 전자수송층 물질로 이루어진 전자수송층 및 한 개 이상의 n형-도핑층을 포함한다. 굴절률이 투명한 물질의 굴절률에 가깝다면, 굴절률은 본 발명에서 낮은 값으로 나타나는데, 그 투명한 물질을 통해 광이 OLED 소자로부터 아웃커플링된다. 소위 배면 이미터(bottom emitters)의 경우 기판은 투명한 물질, 예를 들어 약 1.5의 굴절률을 갖는 유리로 이루어져 있다. 일반적으로 낮은 굴절률은 그 값이 약 1.5이다. n형-도핑층은 전자수송층과 유기 발광층 적층물의 사이에 또는 전자수송층과 제2 전극의 사이에 배치될 수 있다. 다른 실시예에서, 두 개 이상의 n형-도핑층이 전자수송층 적층물 내에 배치된다. n형-도핑층의 물질은 상업적으

로 입수할 수 있는 n형-도핑 물질, 예를 들어 NOVALED제(製) n형-도핑 물질이다. 본 전자수송층 적층물은 OLED 소자의 전체 광 아웃커플링을 개선하기에 적합하다. 예시로서, 일반적으로 캐소드인 제2 전극에 가깝게 배치된 낮은 굴절률을 갖는 층은 배면 발광 OLED의 경우에 전계발광층 적층물과 투명한 기관 사이의 경계에서 반사되어 돌아오는 광량을 크게 감소시킬 것이고, 결과적으로 OLED 소자로부터 아웃커플링되는 광량을 개선할 것이다. 기관 내에 갇히는 광량은 제1 전자수송물질을 포함하지 않는 OLED 소자에 비하여 증가될 것이다. 하지만 투명한 기관 내에 갇힌 광은 공지된 아웃커플링 구조체들을 투명한 기관에 적용함으로써 그 주위로 아웃커플링되어 광 아웃커플링을 더욱 개선하도록 할 수 있다. OLED 소자는 실내 조명용으로 사용될 수 있으므로, 본 발명 내에서 주어진 또는 논의된 굴절률의 값은 가시 스펙트럼 내의 파장들을 참조한다. 유기 전계발광 소자는 제1 전극과 유기 발광층 적층물의 사이에 배치되면서 제1 전극 쪽에 면한 n형-도핑층과 유기 발광층 적층물 쪽에 면한 p형-도핑층을 적어도 포함하는 제1 전하생성층 적층물 및 상기 제1 전하생성층 적층물과 제1 전극의 사이에 배치된 제2 전자수송층 적층물을 적어도 더 포함하고, 상기 제2 전자수송층 적층물은 제1 전극과 접촉하고 있고 제1 전자수송물질로 이루어진 다른 전자수송층(41)을 적어도 포함한다. 제1 전하생성층 적층물 중 n형-도핑 그리고 p형-도핑층들의 물질은 상업적으로 입수할 수 있는 물질, 예를 들어 NOVALED제 n형- 및 p형-도핑 물질이다. 상기 전하생성층의 전자수송물질 쪽에 면한 n형-도핑층은 동시에 제2 전자수송층 적층물의 일부인 n형-도핑층으로서의 역할도 한다. 그러므로 제2 전자수송층 적층물은 이미 제1 전자수송층에 대하여 구체화된 한 개 이상의 n형-도핑층을 포함하는 층 적층물로 고려될 수 있다.

[0005] 유기 전계발광 소자는 유기 발광층 적층물 내에서 광을 생성하도록 유기 소분자들 또는 폴리머들을 활용할 수 있다. 따라서, OLED는 소분자 유기발광 소자(small molecule organic light emitting devices, SMOLEDs) 또는 폴리머 발광소자(polymer light emitting devices, PLEDs)로 불릴 수 있다. 하지만, SMOLED가 더 나은 발광 성능으로 인하여 선호된다. 기관을 통해 광을 방출하는 OLED를 배면 이미터라 지칭한다. 배면 이미터의 기관은 두 개의 기본적으로 평행한 표면을 구비한 투명한 물질, 예를 들어 유리 또는 플라스틱으로 이루어진다. 기관에 대향하는 OLED의 면을 통해 광을 방출하는 OLED를 상면 이미터(top-emitter)라 지칭한다. 전계발광층 적층물은 애노드 및 캐소드와 같은 두 개 이상의 전극 및 그 중간에 있는 유기 발광층 적층물을 포함한다. 일반적으로 제1 전극은 애노드이고, 제2 전극은 캐소드이다. 유기 발광층 적층물은 단일 발광층으로 이루어져 있을 수 있고, 또는 정공수송층, 전자수송층, 정공차단층, 전자차단층, 한 개 이상의 발광층(예를 들어, 임베딩된 발광 분자들을 포함하는 호스트 물질을 포함함)과 같은 복수의 유기층을 포함할 수 있다. 서로 다른 개수/유형의 층들을 포함하는 많은 수의 서로 다른 전계발광층 적층물들이 통상의 기술자들에게 공지되어 있으며, 적합한 전계발광층 적층물을 원하는 응용례에 따라서 선택할 수 있다. 배면 이미터의 경우, 기관의 상부에 피착된 전극은 제1 전극인 투명한 애노드이고, 예를 들어 산화인듐주석(ITO)으로 이루어져 있다. 제2 전극은 알루미늄일 수 있다. 본 발명에 따른 OLED 소자는 배면 이미터 또는 상면 이미터일 수 있다.

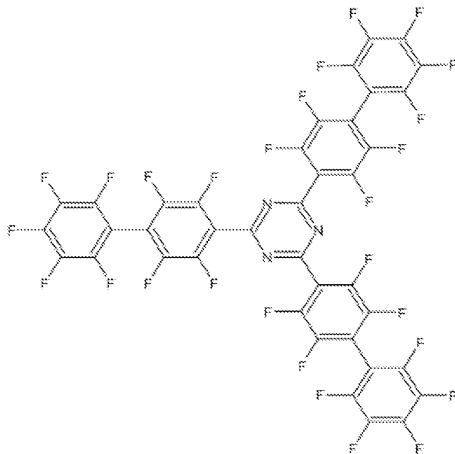
[0006] 전계발광층 적층물은 커버리드에 의해 덮일 수 있는데, 이는 유기 발광층 적층물로서의 습기 또는 산소 투과를 방지하여 충분한 수명을 갖는 OLED를 제공할 수 있도록 한다. 커버리드는 임의의 적합한 강성 물질(rigid material)로 이루어져 있는데, 이는 습기 및/또는 산소가 커버리드와 기관 사이의 인캡슐레이팅된 체적으로 확산되는 것을 예방하는 충분한 장벽을 제공한다. 커버리드는 기관의 상부에 기체를 충분히 밀봉하는 적합한 봉지 물질(sealing material)을 도포함으로써 밀봉되어 최소한 습기 및 산소를 예방하는데, 예를 들어 상기 봉지 물질에는 유리 프리트(glass frit)(비도전성 물질) 또는 도전성 봉지 물질(예를 들어, 도전성 충전제를 포함한 에폭시접착제)이 있다. "기관의 상부에 봉지된"이라는 용어는 커버리드와 기관 사이의 빈틈없는 연결(tight connection)을 나타낸다. 추가적인 층들(예를 들어, 제1 및/또는 제2 전극용 콘택 패드)이 상부에 있는 기관의 경우, 커버리드는 이러한 층들을 거쳐 기관까지 봉지된다. 커버리드는 내측면 및 외측면을 구비하며, 내측면은 전계발광층 적층물(들) 쪽에 면한 커버리드의 면을 나타낸다. 외측면은 그에 대응하는 커버리드의 다른 면이다. 커버리드의 형태는 커버리드의 내측면과 전계발광층 적층물의 사이에 갭(gap)을 제공하도록 조정된다. 다른 경우, 그 갭은 비활성 유체(inert fluid)로 채워질 수 있다. 상기 갭은 OLED 소자의 외부로부터 커버리드로의 임의의 기계적 충격이 전계발광층에까지 도달하는 것을 방지할 것이다. 게터 물질(getter material)이 상기 갭 내부에 배치될 수 있는데, 일반적으로는 커버리드의 내측면에 부착된다. 커버리드와 전계발광층 적층물 사이의 갭은 최대 수 밀리미터의 크기를 가질 수 있다. 일반적으로 갭은 가스, 예를 들어 건조질소(dry nitrogen)로 채워진다. 대안적으로, 상기 갭은 건조대기(dry ambient air)로 채워질 수 있다. 상면 발광 OLED의 경우 커버리드는 투명해야 하는데, 예를 들어 유리로 이루어진 커버리드가 있을 수 있다.

[0007] 일 실시예에서, 제1 전자수송물질은 1.3에서 1.65 사이의 굴절률 n, 바람직하게는 1.4에서 1.57 사이의 굴절률 n을 갖는다. 굴절률은 인접한 층들의 가시 스펙트럼 내의 파장에 대하여 일반적으로 1.46-1.56(상기 기관과 같은 붕규산 또는 크라운 유리(borosilicate or crown glass)), 1.8-2.0(제1 전극과 같은 ITO), 그리고 유기층에

대하여 1.8-1.9이다. 제1 전자수송물질은 기관의 굴절률에 가까운 굴절률 n , 바람직하게는 n 에 대하여 기관과 동일한 값을 가져야 한다. 이러한 굴절률들에 비하여, 낮은 n 전자수송층의 굴절률은 다른 유기층의 굴절률보다도 더 낮은데, 이는 광 아웃커플링이 개선되도록 하고 그럼으로써 OLED 소자가 특정 구동 전압에서 그러한 낮은 n 전자수송층이 없는 OLED 소자에 비하여 개선된 휘도를 갖도록 한다. 그것은 전계발광층 적층물의 기타 다른 층, 예를 들어 유기 발광층 적층물 내의 전자수송층(ETL-layers)에 존재하는 전자수송물질을 낮은 굴절률을 갖는 전자수송물질로 대체한다는 점에서 더욱 유리한데, 그 이유는 낮은 n 전자수송층이 전체 유기층의 평균 굴절률을 낮출 것이고 결과적으로 그렇지 않았더라면 제1 전극/유기 발광층 적층물에서 도파되었을 광의 일부가 최소한 유리 기관으로 투과하도록 할 수 있기 때문이다.

[0008]

일 실시예에서, 제1 전자수송물질은 플루오르 원자들을 포함하는 유기화합물이다. 본 플루오르 원자들은 그 굴절률을 플루오르 원자들을 포함하지 않는 해당 분자들에 비하여 감소시킨다. 플루오르 원자들을 함유한 전자수송(또는 도전)물질은 낮은 굴절률을 갖는다. 그러므로 이는 플루오르화(fluorinated) 전자수송물질을 일반적인 전자수송(또는 도전)물질에 대신하여 사용한다는 점에서 유리하다. 플루오르화된 전자수송물질은 일반적으로 1.3에서 1.65의 범위 내에서 변화하는 굴절률을 갖는다. 바람직하게는, 제1 전자수송물질은 완전히 플루오르화되어 있다. 바람직한 실시예에서, 제1 전자수송물질은 이하의 화학식으로 된 2,4,6-트리스-(노나플루오르바이페닐)-1,3,5-트리아진(2,4,6-tris-(nonafluorobiphenyl)-1,3,5-triazine)인데, 이는 특정 파장에 따라 1.53에서 1.57 사이 범위의 굴절률을 갖는다.



[0009]

화학식 1: 2,4,6-트리스-(노나플루오르바이페닐)-1,3,5-트리아진

[0010]

또한, 2,4,6-트리스-(노나플루오르바이페닐)-1,3,5-트리아진은 OLED 소자에 대해 적절한 수명 특성을 제공하는 안정적인 화합물이다.

[0011]

일 실시예에서, 제1 전자수송층 적층물은 두 개의 n 형-도핑층을 더 포함하는데, 상기 전자수송층은 상기 두 개의 n 형-도핑층 사이에 배치되어 그 전자수송층 적층물의 광 아웃커플링 특성을 개선하도록 한다.

[0012]

삭제

[0013]

흔히 전자수송층(ETL) 및 정공수송층(hole transporting layers, HTL)은 OLED 적층물의 캐소드 측(ETL)에서만 또는 애노드 측(HTL)에서만 사용될 수 있다. 광 아웃커플링을 위하여, 낮은 굴절률을 갖는 물질이 광을 방출하는 쪽에서 사용되어 유기층들로부터 유리 기관으로 그리고 이어서 유리로부터 OLED 소자 주위로의 광의 아웃커플링이 더 개선되도록 할 수 있다. 본 발명에 따라서 제2 전자수송층 적층물 내에 배치된 제1 전자수송물질은 광 아웃커플링을 더 개선할 수 있을 만큼 충분히 낮은 굴절률을 가진다. 광을 방출하기 위하여 광을 방출하는 쪽에 배치되는 전극은 투명해야 한다. 물질은 충분히 전기적으로 도전성을 갖고 동시에 투명한데, 이는 애노드로서 흔히 사용되는 ITO와 같은 금속 산화물이다. 제2 전극은 한쪽으로부터 광을 방출하는 OLED를 제공하도록 반사성이어야 하고, 따라서 캐소드를 형성하기에 적합한 적절한 도전 특성을 갖는 금속으로 이루어져 있을 수 있다. 제2 전자수송층 적층물을 투명 애노드(제1 전극)에 가깝게 배치할 수 있도록, 제1 전하생성층 적층물은 유기 발광층 적층물과 전극들 중 애노드 측에서의 제1 전자수송물질을 포함한 전자수송층 적층물의 사이에 배치되어야 한다. 제1 전하생성층 적층물은 이로써 역방향으로 작동하는 pn 접합으로서 동작하는데, 이는 밴드벤딩

[0014]

(band bending)으로 인하여 전자들이 HOMO(highest occupied molecular orbital)로부터 LUMO(lowest unoccupied molecular orbital)로 터널링(tunnel) 할 수 있도록 한다. 이 터널링 프로세스는 적층된 OLED에 전하 캐리어(전자 또는 정공)를 공급하는데, 애노드 측에 있는 제1 전하생성층의 경우 공급되는 전하 캐리어는 정공이다. 이 개념은 또한 적층에 사용되어 적층물 내에서 n개의 OLED에 대하여 (n-1)개의 전하생성층이 요구된다. 전하생성층은 그 기능에 있어서 전극 사이에 금속을 함유하는 것과 비교될 수 있는데, 전하생성층이 캐리어를 공급한다는 점에서 그러하다. 이러한 제1 전하생성층 적층물이 있다면, 낮은 굴절률을 갖는 제1 전자수송물질의 광학 특성은 애노드가 되는 제1 전극의 측에서 활용될 수도 있는데, 이는 제1 전자수송물질이 제2 전자수송층 적층물로 사용되는 경우이다. 애노드에 가까이 배치된 낮은 굴절률을 갖는 층은 배면 발광 OLED의 경우에 경계로부터 투명 기판으로 반사되는 광량을 크게 감소시킬 것이고 결과적으로 OLED 소자로부터 아웃커플링되는 광량을 개선할 것이다. 기판 내에 갇히는 광량은 제1 전자수송물질을 포함하지 않는 OLED 소자에 비하여 증가될 수 있다. 하지만 투명 기판 내에 갇힌 광은 공지된 아웃커플링 구조체들을 투명 기판에 적용함으로써 그 주위로 아웃커플링되어, 광 아웃커플링을 더욱 개선하도록 할 수 있다. OLED 소자는 실내 조명용으로 사용될 수 있으므로, 본 발명 내에서 주어진 또는 논의된 굴절률의 값은 가시 스펙트럼 내의 파장들을 참조한다.

[0015] 추가적으로, 제1 전하생성층은 OLED 적층물의 전하 주입 특성을 ITO 애노드의 일함수(work function)로부터 분리하여 OLED 소자의 적절한 전하 주입 특성을 유지한다. 특히, 제1 전극과 같은 ITO 애노드에서부터 정공을 주입하는 것은 ITO 물질의 일함수에 결정적으로 의존한다. 피착에 앞서 ITO층을 세정하는 것 또는 ITO 표면을 준비하는 것은 ITO의 일함수에 강력한 영향을 미칠 수 있고 따라서 주입 장벽에도 강력한 영향을 미칠 수 있다. 제1 전극 쪽에 면한 n형-도핑층과 유기 발광층 적층물 쪽에 면한 p형-도핑층을 포함하는 전하생성층 적층물을 사용하여 전하 수송을 위한 정공과 전자 수송 간 전환이 가능하게 된다. 구동 전압과 그 결과로 인해 전기장이 전계발광층에 걸쳐 인가된 이후, 전하생성층 적층물은 전자와 정공을 분리시킨다. 애노드 측(여기에서는 제1 전극)에서의 전자들은 에너지 장벽을 거치지 않고 용이하게 애노드에 도달한다. 이 기술은 제1 전극을 전계발광층 적층물의 나머지 층들로부터 분리시킨다.

[0016] 다른 실시예에서, 제2 전자수송층 적층물은 제1 전자수송층과 제1 전극 사이에 배치된 n형-도핑층을 더 포함하여 제2 전자수송층 적층물의 광 아웃커플링 특성을 더 개선하도록 한다. 이 n형-도핑층은 또한 전자수송층으로부터 제1 전극으로의 전자의 주입을 더욱 개선하도록 사용된다. 적합한 도핑 수준은 일반적으로 3-10%이다.

[0017] 본 전자수송층 적층물(들)은 최소한 전체 유기층의 평균 굴절률을 최소한으로 낮추고 결과적으로 그렇지 않았더라면 제1 전극/유기 발광층 적층물에서 도파되었을 광의 일부가 최소한 유리 기판으로 투과할 수 있게 된다.

[0018] 다른 실시예에서, 전계발광층 적층물은 제1 전자수송층 적층물과 제2 전극 사이에 배치된 제2 전하생성층 적층물을 더 포함하고, 상기 제2 전하생성층 적층물은 n형-도핑층과 p형-도핑층을 포함하고, 상기 p형-도핑층은 상기 제2 전극 쪽에 면해 있다. 제2 전하생성층 적층물을 사용하여 정공수송층을 캐소드 측 상에서의 전하 수송을 위하여 사용할 수 있게 된다. 이는 또한 OLED 적층물의 전하 주입 특성을 캐소드와 같은 제2 전극의 일함수로부터 분리하여 OLED 소자의 전하 주입 특성을 더욱 개선한다. 구동 전압과 그 결과로 인하여 전기장이 전계발광층에 걸쳐 인가된 이후, 또한 제2 전하생성층 적층물은 전자와 정공을 분리시킨다. 캐소드 측(여기에서는 제2 전극)에서의 p형-도핑층에서 나온 정공들은 에너지 장벽을 거치지 않고 용이하게 캐소드에 도달한다. 이 기술은 제2 전극을 전계발광층 적층물의 나머지 층들로부터 분리시킨다. 제2 전하생성층 적층물의 n형-도핑 그리고 p형-도핑층들의 물질은 상업적으로 입수할 수 있는 물질, 예를 들어 NOVALED제 n형- 및 p형-도핑 물질일 수 있다. 바람직한 실시예에서, 제2 정공수송층은 제2 전하생성층 적층물과 제2 전극 사이에 배치되는데, 바람직하게는 추가적으로 p형-도핑 중간층이 상기 정공수송층과 제2 전극 사이에 배치된다. 제2 정공수송층은 본 제2 전하생성층의 효과를 더욱 개선한다.

[0019] 본 발명의 대안적인 실시예에서, 유기 발광층 적층물과 제2 전극의 사이에 배치된 제1 전자수송층 적층물은 제2 전하생성층 및 정공수송층에 의해 대체될 수 있는데, 상기 정공수송층은 상기 제2 전하생성층과 상기 제2 전극의 사이에 배치되고 또한 제1 전자수송물질의 굴절률에 비하여 낮은 굴절률을 갖는다. 이 대안적인 실시예는 또한 개선된 광 아웃커플링 특성을 갖는 OLED 소자를 제공한다. 정공수송층을 캐소드인 경우의 제2 전극 측에 적용할 수 있도록, 전하생성층이 앞서 제1 전하생성층에 대하여 설명한 바와 같은 이유로 요구되는데, 상기 제1 전하생성층은 전자수송층을 애노드인 제1 전극 측에서 사용할 수 있게 한다.

[0020] 다른 실시예에서, 제1 전하생성층 적층물 및/또는 제2 전하생성층 적층물은 n형- 및 p형-도핑층들의 사이에 장벽층을 더 포함하여 n형-도판트의 p형-도핑층으로의 확산 및/또는 p형-도판트의 n형-도핑층으로의 확산을 최소한으로 제한(hamper)하도록 한다. 장벽층은 일반적으로 1-10 나노미터의 두께를 갖는다. 적합한 장벽층들에는

예를 들어 펜타센(pentacen) 또는 NOVALED제 NET-39가 있다.

- [0021] 또한, 본 발명은 본 발명의 청구항에 기재한 바와 같이 전계발광층 적층물을 포함한 유기 전계발광 소자를 제조하는 방법에 관한 것이고, 아래의 단계들을 포함한다.
- [0022] - 적어도 제1 전극으로 덮인 기판을 제공하는 단계;
- [0023] - 적어도 유기 발광층 적층물을 상기 제1 전극의 상부에 피착하는 단계;
- [0024] - 낮은 굴절률을 갖는 제1 전자수송물질로 이루어진 전자수송층 및 한 개 이상의 n형-도핑층을 포함하는 제1 전자수송층 적층물을 상기 유기 발광층 적층물의 상부에 피착하는 단계;
- [0025] - 상기 제2 전극을 상기 제1 전자수송층의 상부에 피착하는 단계;
- 제1 전자수송물질로 이루어진 다른 전자수송층을 적어도 포함하는 제2 전자수송층 적층물을 제1 전극의 상부에 피착하는 단계; 및
- 제1 전하생성층 적층물을 상기 제2 전자수송층 적층물의 상부에 피착하는 단계로, 상기 제1 전하생성층 적층물은 n형-도핑층과 유기 발광층 적층물 쪽에 면한 p형-도핑층을 적어도 포함한다.
- [0026] 상기 주장한 바와 같은 상기 층 적층물은 본 발명에 따른 상면 발광 OLED 소자를 제공한다. 추가적으로, 전계발광층 적층물은 예를 들어 커버리드에 의해 인캡슐레이팅될 수 있다. 커버리드는 게터 물질을 갖추고 있을 수 있다. 유기층은 열 증착법(thermal evaporation)에 의해 피착될 수 있다. 정공수송층의 경우, 이러한 층은 대안적으로 스핀 코팅(spin coating)에 의해 피착될 수 있다.
- [0027] 일 실시예에서, 제1 전자수송층 적층물을 피착하는 단계는 아래의 단계들을 포함한다.
- [0028] - n형-도핑층을 유기 발광층 적층물의 상부에 피착하는 단계;
- [0029] - 전자수송층을 상기 n형-도핑층의 상부에 피착하는 단계; 및
- [0030] - 다른 n형-도핑층을 상기 제1 전자수송층의 상부에 피착하는 단계.
- [0031] 일 예시로서, 상기 n형-도핑층들은 앞서 설명된 것과 동일한 피착 기술을 이용하여 피착될 수 있다.
- [0032] 삭제
- [0033] 삭제
- [0034] 삭제
- [0035] 다른 실시예에서, 제2 전자수송층 적층물을 피착하는 단계는 n형-도핑층을 상기 전자수송층과 상기 제1 전극의 사이에 피착하는 단계를 더 포함한다. 예시로서, 상기 n형-도핑층은 앞서 설명된 것과 동일한 피착 기술을 이용하여 피착될 수 있다.
- [0036] 다른 실시예에서, 상기 방법은 제2 전하생성층 적층물을 상기 제1 전자수송층 적층물과 상기 제2 전극의 사이에 피착하는 단계를 더 포함하고, 상기 제2 전하생성층 적층물은 n형-도핑층 및 p형-도핑층을 포함하고, 상기 p형-도핑층은 상기 제2 전극 쪽에 면해 있다. 상기 제2 전하생성층 적층물은 상기 제1 전하생성층 적층물과 동일한 방법으로 피착될 수 있다.
- [0037] 상기 방법의 대안적인 실시예에서, 낮은 굴절률을 갖는 제1 전자수송물질로 이루어진 전자수송층 및 한 개 이상의 n형-도핑층을 포함하는 제1 전자수송층 적층물을 상기 유기 발광층 적층물의 상부에 피착하는 단계는 전하생성층 적층물을 상기 유기 발광층 적층물과 상기 제2 전극의 사이에 피착하는 단계에 의해 대체될 수 있고, 이 전하생성층 적층물은 n형-도핑층 및 p형-도핑층을 포함하며, 상기 p형-도핑층은 상기 제2 전극 쪽에 면한다. 이 전하생성층 적층물은 상기 제2 전하생성층 적층물과 동일한 방법으로 피착될 수 있다. 또한, 정공수송층 또는 정공수송층 적층물이 상기 전하생성층 적층물과 상기 제2 전극 사이에 피착되며, 상기 정공수송층은 본 발명에 따라서 낮은 굴절률을 갖는 정공수송 물질로 이루어져 있다.

도면의 간단한 설명

[0038]

이러한 그리고 기타 다른 본 발명의 측면들은 이하에 설명된 실시예로부터 명백해질 것이고 이를 참조하여 밝혀질 것이다.

도면들은 아래와 같다.

도 1은 유기 전계발광 소자의 실시예를 도시한 도면.

도 2는 제1 전자수송층 적층물에서의 전자수송층이 n형-도핑층들의 사이에 배치되어 있는 유기 전계발광 소자의 다른 실시예를 도시한 도면.

도 3은 본 발명에 따라 전하생성층 적층물 및 그 전하생성층 적층물과 제1 전극의 사이에 배치된 추가적인 제2 전자층 적층물을 포함하는 유기 전계발광 소자의 실시예를 도시한 도면.

도 4는 추가적인 n형-도핑층이 제2 전자수송층 적층물 내에서 제1 전극 쪽에 면해 있는 도 3에 의한 유기 전계발광 소자의 다른 실시예를 도시한 도면.

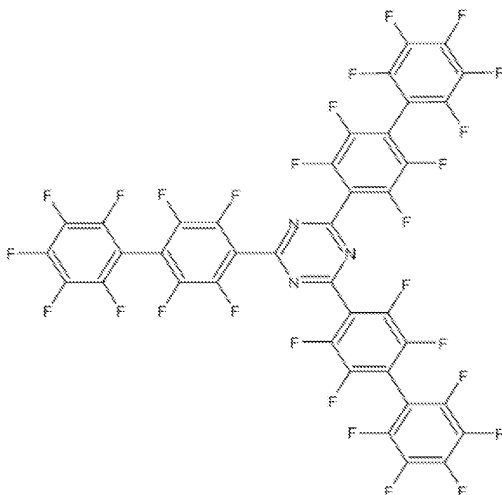
도 5는 본 발명에 따라 제2 전하생성층 적층물이 제1 전자수송층 적층물과 제2 전극의 사이에 있는 유기 전계발광 소자의 다른 실시예를 도시한 도면.

도 6은 제1 전자수송층 적층물이 전하생성층 적층물 및 낮은 굴절률의 물질로 이루어진 정공수송층으로 대체된 대안적인 실시예를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039]

도 1은 전계발광층 적층물(2)이 투명 봉규산 유리 기판(1)의 상부에 피착되어 있는 OLED의 실시예를 도시하는데, 전계발광층 적층물(2)은 유기 발광층 적층물(6)을 포함하고, 유기 발광층 적층물(6)은 정공수송층(61)(예를 들어, α -NPD), 발광층(62)(예를 들어, α -NPD:Ir(MDQ)₂ 아세틸아세토네이트(acac)) 및 전자수송층(63)(예를 들어, Alq₃)을 포함하며 일반적으로 2-15 볼트 사이의 구동 전압을 유기 발광층 적층물(6)에 인가하기 위한 알루미늄으로 이루어진 제2 전극(7)과 유리 기판(1) 쪽에 면한 ITO로 이루어진 제1 전극(3)의 사이에 끼어있다. 또한, 제1 전자수송층 적층물(4a)이 유기 발광층 적층물(6)과 제2 전극(7)의 사이에 배치되고, 전자수송층 적층물(4a)은 낮은 굴절률을 갖는 제1 전자수송물질로 이루어진 전자수송층(41) 및 한 개 이상의 n형-도핑층을 포함한다. 상기 제1 전자수송물질은 플루오르 원자들을 포함하는 유기 화합물로 구성되어 낮은 굴절률을 달성하도록 할 수 있다. 바람직하게는 상기 제1 전자수송물질은 굴절률 $n \leq 1.6$ 을 가지며, 더 바람직하게는 굴절률은 1.5와 같거나 그보다 작다. 이하의 도면들에서뿐만 아니라 도 1에 도시된 OLED 소자는 소위 배면 이미터로 도시되어 있는데, 광(10)이 투명 기판을 통해 방출되기 때문이다. 하지만, 광은 다른 실시예에서 제2 전극을 통해 방출될 수도 있다. 바람직한 실시예에서 상기 제1 전자수송물질은 이하의 화학식으로 된 2,4,6-트리스-(노나플루오르바이페닐)-1,3,5-트리아진인데, 이는 특정 파장에 따라 1.53에서 1.57 사이 범위의 굴절률을 갖는다.



[0040]

- [0041] 화학식 1: 2,4,6-트리스-(노나플루오르바이페닐)-1,3,5-트리아진
- [0042] 전계발광층 적층물 내의 층들의 일반적인 두께는 3 나노미터에서 300 나노미터의 사이에서 변화할 수 있다. 다른 실시예에서, 추가적인 p형-도핑 중간층(여기에 도시되지 않음)이 정공수송층(61)과 제1 전극(3)의 사이에 배치될 수 있다.
- [0043] 도 2는 유기 전계발광 소자의 다른 실시예를 도시하는데, 제1 전자수송층 적층물(4b) 중 전자수송층(41)은 n형-도핑층들(40, 42)의 사이에 배치된다.
- [0044] 도 3은 본 발명에 따른 유기 전계발광 소자의 다른 실시예를 도시하는데, 전하생성층 적층물(5) 및 추가적인 제2 전자수송층 적층물(4b)은 전하생성층 적층물(5)과 제1 전극(3)의 사이에 배치된다. 제1 전하생성층 적층물(5)은 제1 전극(3) 쪽에 면한 n형-도핑층(51) 및 유기 발광층 적층물(6) 쪽에 면한 p형-도핑층(53)을 최소한 포함한다. 여기에서 n형-도핑층(51)은 제2 전자수송층 적층물(4b)의 일부인 n형-도핑층으로서의 역할도 하여 이중으로 기능한다. 또한, 장벽층(52)은 n형- 및 p형-도핑층들(51, 53)의 사이에 배치되어 n형-도판트의 p형-도핑층(53)으로의 확산 및/또는 p형-도판트의 n형-도핑층(51)으로의 확산을 최소한으로 제한하도록 한다. 제2 전자수송층 적층물(4b)은 제1 전자수송층 적층물(4a)에서 존재하는 것과 동일하게 상기 제1 전자수송층 물질로 이루어진 전자수송층을 포함할 수 있다.
- [0045] 도 4는 도 3에 의한 유기 전계발광 소자의 다른 실시예를 도시하는데, 추가적인 n형-도핑층(40)은 제2 전자수송층 적층물(4b) 내에서 제1 전극(3) 쪽에 면하여 전자수송층(41)이 두 개의 n형-도핑층(40, 42(51))의 사이에 끼이도록 한다.
- [0046] 도 5는 본 발명에 따른 유기 전계발광 소자의 다른 실시예를 도시하는데, 제1 전자수송층 적층물(4a)과 캐소드인 제2 전극(7) 사이의 제2 전하생성층 적층물(9)은 상기 캐소드를 나머지 전계발광층 적층물로부터 분리시키도록 한다. 이 경우, 정공수송층(8)은 제2 전하생성층 적층물(9)과 캐소드(7)의 사이에 배치된다. 다른 실시예에서, 추가적인 p형-도핑 중간층(여기에 도시되지 않음)이 상기 정공수송층과 제2 전극(7)의 사이에 배치될 수 있다.
- [0047] 도 6은 대안적인 실시예를 도시하는데, 제1 전자수송층 적층물(4a)은 전하생성층 적층물(9) 및 낮은 굴절률을 갖는 물질로 이루어진 정공수송층(8)에 의해 대체된다. 여기에서 OLED 소자는 한 개의 전하생성층 적층물(9)만을 포함할 수 있다. 도 6에 의한 OLED 소자의 대안적인 실시예는 추가적으로 제1 전하생성층 적층물(5) 및 제2 전자수송층 적층물(4b)을 도 4 및 5에 도시한 바와 같이 포함할 수 있다.
- [0048] 본 발명에 따른 유기 전계발광 소자의 다른 대안적인 실시예에서, 상기 전계발광층 적층물은 상면 이미터와 같이 배치될 수 있는데, 광은 기관 쪽에 반대되는 쪽을 통해 방출된다. 앞서서의 도면들에 도시된 바와 같은 배면 이미터인 OLED 소자와 달리, 상면 발광 OLED 소자는 투명한 제2 전극 및 투명한 필요가 없는 제1 전극을 포함한다. 기관은 투명한 필요가 없고, 예를 들어 금속 기관으로 되어 있을 수 있다. 전계발광층 적층물(2)은 전계발광층(2)으로의 습기 및/또는 산소 투과를 방지하도록 인캡슐레이팅된다. 상면 발광 OLED 소자의 경우, 이 인캡슐레이션은 투명해야 하는데, 예를 들어 유리로 이루어진 커버리드일 수 있다.
- [0049] 본 발명이 도면들 및 전술한 설명에서 구체적으로 도시되고 설명되어 있긴 하지만, 그러한 도시 및 설명은 예증적인 또는 예시적인 것이고 제한적이지 않은 것으로 고려되어야 하며, 본 발명은 개시된 실시예들에 한정되지 않는다. 개시된 실시예들에 대한 다른 변형들은 당해 기술 분야에서 통상의 기술자에 의해 본 발명의 실시예 있어서 도면, 개시물 및 첨부된 청구항들을 연구하여 이해되고 달성될 수 있다. 청구항들에서, "포함하는"이란 단어는 다른 요소들 및 단계들을 배제하는 것이 아니며, "단수 표현"이 복수를 배제하는 것은 아니다. 특정값들이 서로 다른 종속항들에서 언급된다는 사실만으로 이러한 측정값들의 조합이 유익하게 사용될 수 없다는 것을 나타내지는 않는다. 청구항들에서의 임의의 참조 표시가 그 범위를 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

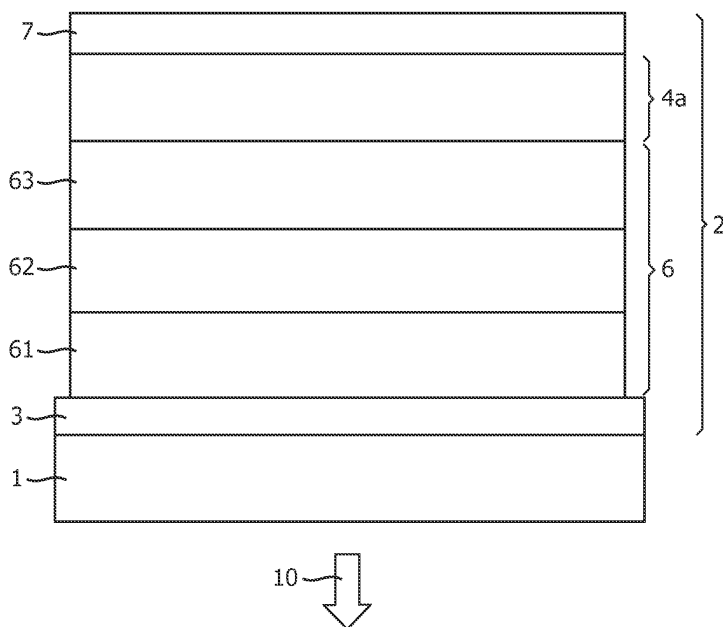
부호의 설명

- [0050] 1: 기관
- 2: 전계발광층 적층물
- 3: 제1 전극
- 4a: 제1 전자수송층 적층물

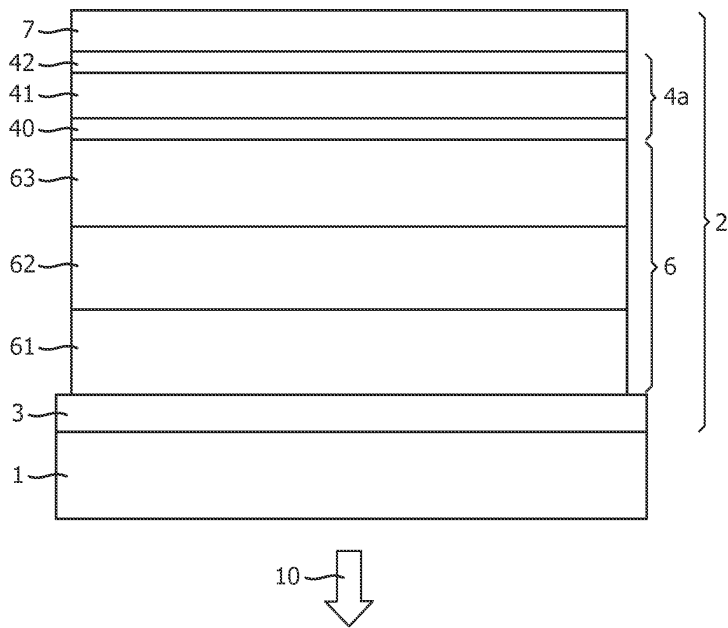
- 4b: 제2 전자수송층 적층물
- 40: 제1/제2 전극이동층 적층물 중 n형-도핑층
- 41: 제1/제2 전자수송층 적층물 중 제1 전자수송물질로 이루어진 전자수송층
- 42: 제1/제2 전자수송층 적층물 중 n형-도핑층
- 5: 제1 전하생성층 적층물
- 51: 제1 전하생성층 적층물 중 n형-도핑층
- 52: 제1 전하생성층 적층물 중 장벽층
- 53: 제1 전하생성층 적층물 중 p형-도핑층
- 6: 유기 발광층 적층물
- 61: 정공수송층
- 62: 발광층
- 63: 전자수송층
- 7: 제2 전극
- 8: 제2 정공수송층
- 9: 제2 전하생성층 적층물
- 91: 제2 전하생성층 적층물 중 n형-도핑층
- 92: 제2 전하생성층 적층물 중 장벽층
- 93: 제2 전하생성층 적층물 중 p형-도핑층
- 10: OLED 소자로부터 방출된 광

도면

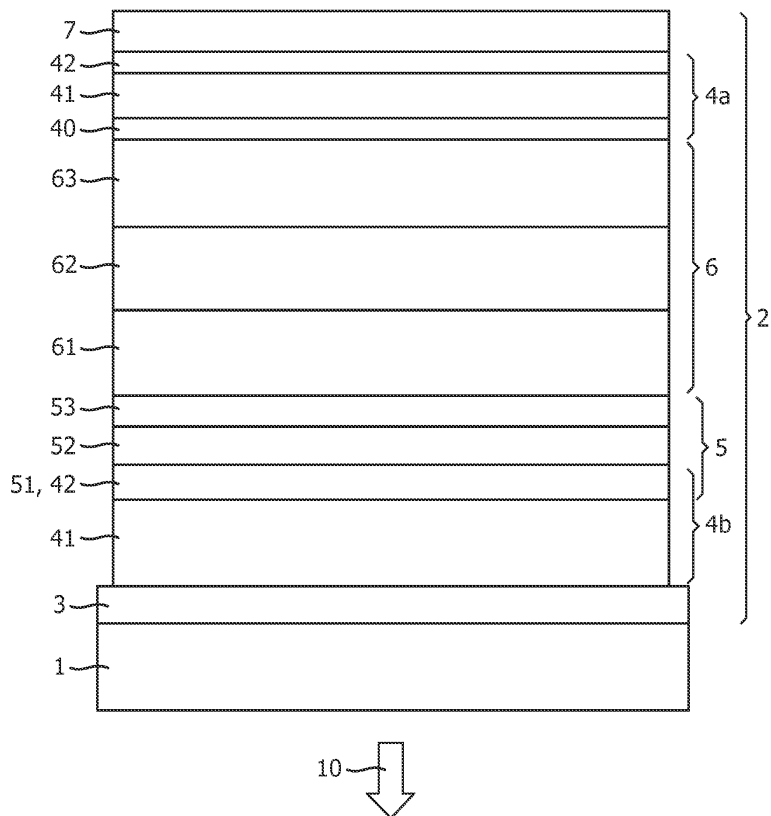
도면1



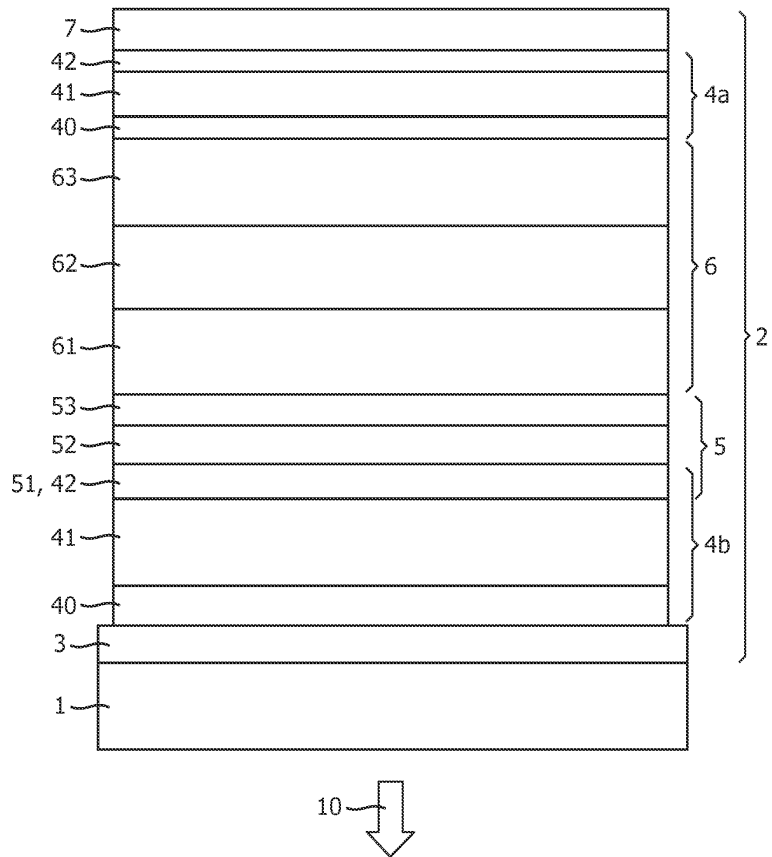
도면2



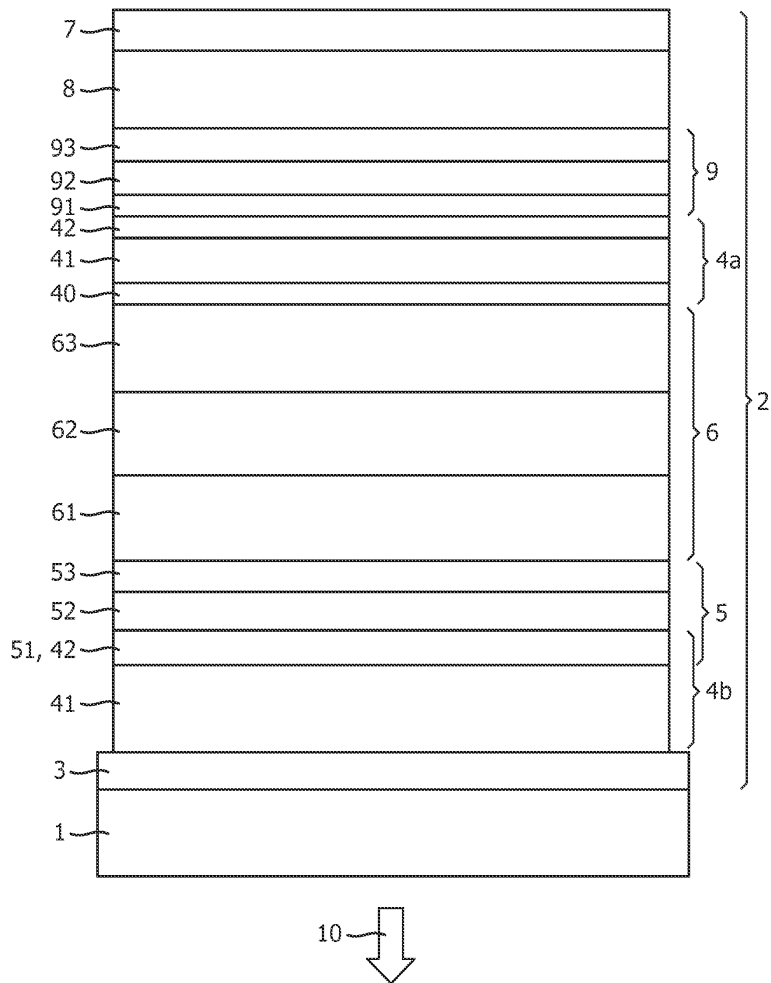
도면3



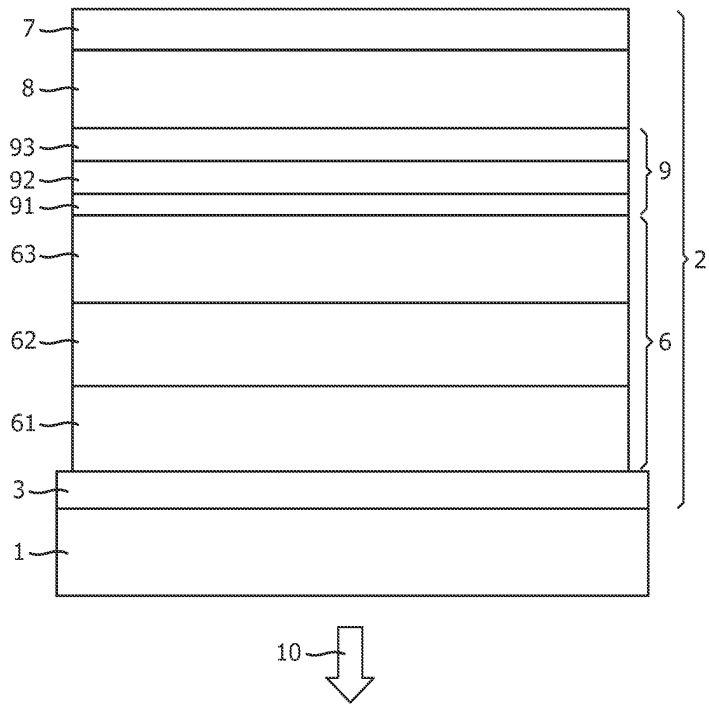
도면4



도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 10

【변경전】

상기 제1 전자수송층(41)의 상부에 피착하는 단계

【변경후】

상기 전자수송층(41)의 상부에 피착하는 단계