



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월26일
(11) 등록번호 10-1258610
(24) 등록일자 2013년04월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/52 (2006.01) H05B 33/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0140556
(22) 출원일자 2010년12월31일
심사청구일자 2011년02월11일
(65) 공개번호 10-2012-0078298
(43) 공개일자 2012년07월10일
(56) 선행기술조사문헌
US20100301316 A1*
Jens Meyer et al., "Transparent inverted organic light-emitting diodes with a tungsten oxide buffer layer", Advanced Materials, Vol.20, pp.3839-3843, 2008.9.16*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
김장주
서울특별시 종로구 창의문로5길 32-2 (부암동)
이정환
경상남도 창원시 성산구 대정로 73, 109동 1103호 (남양동, 성원1차아파트)
김지환
서울특별시 동작구 만양로 19, 706동 417호 (노량진동, 신동아리버파크)
(74) 대리인
리엔목록특허법인

전체 청구항 수 : 총 17 항

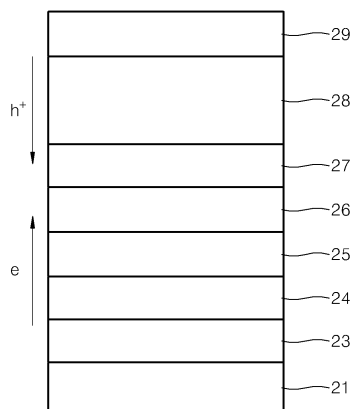
심사관 : 김주승

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

(57) 요약

캐소드; 상기 캐소드 상에 형성되며 제1정공수송물질과 제1 p형 도펀트를 포함하는 제1정공수송층, 상기 제1정공수송층 상에 형성되며 제1전자수송물질과 n형 도펀트를 포함하는 제1전자수송층, 상기 제1전자수송층 상에 형성되며 제2전자수송물질을 포함하는 제2전자수송층; 상기 제2전자수송층 상에 형성된 발광층; 상기 발광층 상에 형성되며 제2정공수송물질을 포함하는 제2정공수송층; 상기 제2정공수송층 상에 형성되며 제3정공수송물질과 제2 p형 도펀트를 포함하는 제3정공수송층 및 상기 제3정공수송층 상에 형성된 애노드;를 포함하고, 상기 제2전자수송층의 최저 비점유 분자 궤도(Lowest unoccupied molecular orbital: LUMO)의 절대값과 상기 제1전자수송층의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO)의 절대값의 차이가 0 내지 0.5eV인 인버티드 유기 발광 소자가 제공된다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10035225
부처명	지식경제부
연구사업명	산업원천기술개발사업
연구과제명	고품위 plastic AMOLED 원천 기술 개발
주관기관	서울대학교 산학 협력단
연구기간	2010.06.01 ~ 2015.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

캐소드; 상기 캐소드 상에 형성되며 제1정공수송물질과 제1 p형 도펀트를 포함하는 제1정공수송층, 상기 제1정공수송층 상에 형성되며 제1전자수송물질과 n형 도펀트를 포함하는 제1전자수송층, 상기 제1전자수송층 상에 형성되며 제2전자수송물질을 포함하는 제2전자수송층; 상기 제2전자수송층 상에 형성된 발광층; 상기 발광층 상에 형성되며 제2정공수송물질을 포함하는 제2정공수송층; 상기 제2정공수송층 상에 형성되며 제3정공수송물질과 제2 p형 도펀트를 포함하는 제3정공수송층 및 상기 제3정공수송층 상에 형성된 애노드;를 포함하고,

상기 제2전자수송층의 최저 비점유 분자 궤도(Lowest unoccupied molecular orbital: LUMO)의 절대값과 상기 제1전자수송층의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO)의 절대값의 차이가 0 내지 0.5eV이고,

상기 제1 p형 도펀트 및 제2 p형 도펀트가 서로 독립적으로 MoO_3 , MoO_2 , WO_3 , V_2O_5 , ReO_3 , NiO , 테트라플루오로-테트라시아노-퀴노디메탄(F4-TCNQ) 및 트리스[1,2-비스(트리플루오로메틸)에탄-1,2-디티올렌($\text{Mo}(\text{tfd})_3$)] 중 하나 이상을 포함하고,

상기 캐소드와 상기 제1정공수송층 간의 에너지 장벽이 0 내지 2.5eV인 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1정공수송층과 상기 제1전자수송층이 서로 접하는 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1전자수송물질과 제2전자수송물질이 서로 동일한 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1전자수송물질이 2-메틸피리미딘계 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 n형 도펀트가 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 란타넘(La), 세륨(Ce), 네오디뮴(Nd), 사마륨(Sm), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 디스프로슘(Dy) 및 이테르븀(Yb) 중 하나 이상의 금속; 상기 금속의 질화물; 상기 금속의 탄산염(carbonate); 및 상기 금속의 착물; 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 n형 도펀트가 Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 , Cs_2CO_3 , Rb_2CO_3 및 Ba_2CO_3 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 n형 도펀트의 함량이 상기 제2전자수송층 재료의 총중량을 기준으로 0.1 내지 25 중량%인 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 n형 도펀트의 함량이 상기 제1전자수송층의 두께에 따라 농도 구배를 가지는 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1전자수송층이 상기 n형 도펀트를 함유하는 제1층 및 상기 제1층 상에 형성되며 상기 제1전자수송물질을 함유하는 제2층을 포함하는 이중층(bilayer)인 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제1 p형 도펀트의 함량이 상기 제1정공수송층 재료의 총중량을 기준으로 0.1 내지 25 중량%인 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제2 p형 도펀트의 함량이 상기 제3정공수송층 재료의 총중량을 기준으로 0.1 내지 25 중량%인 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제1정공수송층 및 상기 제1전자수송층의 두께의 합이 50 Å 내지 2000 Å인 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 캐소드가 인듐주석산화물(ITO), 인듐아연산화물 (IZO), 아연 산화물 (ZnO), Ag 및 Al 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 캐소드가 투명한 물질이고, 배면 발광형인 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 애노드가 투명한 물질이고, 전면 발광형인 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 발광층과 상기 제2전자수송층 사이에 개재되는 정공저지층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 인버티드 유기 발광 소자.

청구항 17

기관, 상기 기관 상에 형성되며 소스 전극 및 드레인 전극, 산화물 반도체층, 게이트 전극, 및 게이트 절연층을

포함하는 n형 박막 트랜지스터; 상기 n형 박막 트랜지스터 상에 형성된 제1절연층; 및 상기 제1절연층 상에 형성되는 제1항 내지 제16항 중 어느 한 항의 인버티드 유기 발광 소자를 구비하고,

상기 인버티드 유기 발광 소자의 캐소드가 상기 소스 전극 및 드레인 전극 중 하나와 전기적으로 연결된 평판 표시 장치.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

명세서

기술분야

[0001] 인버티드 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 평판 표시 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하기로는 캐소드와 제2 전자수송층 사이에 p-도핑된 제1정공수송층과 n-도핑된 제1전자수송층으로 구성된 전하생성층(charge generation layer)을 도입하여 발광 효율이 증가된 인버티드 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 평판 표시 장치에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 지식경제부 및 서울대학교 산학 협력단의 산업 원천 기술 개발 사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다.

[0003] [과제고유번호: 10035225, 과제명: 고품위 plastic AMOLED 원천 기술 개발]

배경기술

[0004] 유기 발광 소자(organic light emitting diode)는 자발광형 소자로서 시야각이 넓고 콘트라스트가 우수할 뿐만 아니라, 응답시간이 빠르며, 휘도, 구동전압 및 응답속도 특성이 우수하고 다색화가 가능하다는 장점을 가지고 있다.

[0005] 인버티드 유기 발광 소자는, 일반적으로, 기판 상부에 캐소드가 형성되어 있고, 캐소드 상부에 전자수송층, 발광층, 정공수송층 및 애노드가 순차적으로 형성되어 있는 구조를 가진다. 여기에서 전자수송층, 발광층 및 정공수송층은 유기화합물을 포함하는 유기층이다.

[0006] 인버티드 유기 발광 소자의 구동 원리는 다음과 같다. 애노드 및 캐소드 간에 전압을 인가하면, 캐소드로부터 주입된 전자는 전자수송층을 경유하여 발광층으로 이동하고 애노드로부터 주입된 정공은 정공수송층을 경유하여 발광층으로 이동한다. 상기 정공 및 전자와 같은 캐리어들은 발광층 영역에서 재결합하여 엑시톤(exciton)을 생성한다. 이 엑시톤이 여기 상태에서 기저상태로 변하면서 광이 생성된다.

[0007] 현재까지 개발된 인버티드 유기 발광 소자들은 요구되는 수준의 구동 안정성 및 발광 효율 특성 등을 충분히 만족시키지 못하고 있어 이를 해결하기 위한 다양한 기술 개발이 시급한 실정이다. 이에 발광 효율이 우수한 인버티드 유기 발광 소자를 제공하는 것이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 캐소드의 일함수에 구애받지 않고 유기층에 전류가 잘 흐르는 인버티드 유기 발광 소자 및 평판 표시 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 한 측면에 따라, 캐소드; 상기 캐소드 상에 형성되며 제1정공수송물질과 제1 p형 도펀트를 포함하는 제1정공수송층, 상기 제1정공수송층 상에 형성되며 제1전자수송물질과 n형 도펀트를 포함하는 제1전자수송층, 상기 제1전자수송층 상에 형성되며 제2전자수송물질을 포함하는 제2전자수송층; 상기 제2전자수송층 상에 형성된 발광층; 상기 발광층 상에 형성되며 제2정공수송물질을 포함하는 제2정공수송층; 상기 제2정공수송층 상에 형성되며 제3정공수송물질과 제2 p형 도펀트를 포함하는 제3정공수송층 및 상기 제2정공수송층 상에 형성된 애노드;를 포함하고, 상기 제2전자수송층의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO)의 절대값과 상기 제1전자수송층의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO)의 절대값의 차이가 0 내지 0.5eV인 인버티드 유기 발광 소자가 제공된다.
- [0010] 상기 제1정공수송층과 상기 제1전자수송층은 서로 접할 수 있다.
- [0011] 상기 제1전자수송물질과 제2전자수송물질은 서로 동일할 수 있다.
- [0012] 상기 제1전자수송물질은 2-메틸피리미딘계 화합물을 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 n형 도펀트는 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 란타넘(La), 세륨(Ce), 네오디뮴(Nd), 사마륨(Sm), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 디스프로슘(Dy) 및 이테르븀(Yb) 중 하나 이상의 금속; 상기 금속의 질화물; 상기 금속의 탄산염; 및 상기 금속의 착물; 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 n형 도펀트는 Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 , Cs_2CO_3 , Rb_2CO_3 및 Ba_2CO_3 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 n형 도펀트의 함량은 상기 제1전자수송층 재료의 총중량을 기준으로 0.1 내지 25 중량%일 수 있다.
- [0016] 상기 n형 도펀트의 함량은 상기 제1전자수송층의 두께에 따라 농도 구배를 가질 수 있다.
- [0017] 상기 제2전자수송층은 상기 n형 도펀트를 함유하는 제1층 및 상기 제1층 상에 형성되며 상기 제2전자수송물질을 함유하는 제2층을 포함하는 이중층(bilayer)일 수 있다.
- [0018] 상기 제1 p형 도펀트 및 제2 p형 도펀트는 서로 독립적으로 MoO_3 , MoO_2 , WO_3 , V_2O_5 , ReO_3 , NiO , 테트라플루오로-테트라시아노-퀴노디메탄(F4-TCNQ) 및 트리스[1,2-비스(트리플루오로메틸)에탄-1,2-디티올렌($\text{Mo}(\text{tfd})_3$)] 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 제1 p형 도펀트의 함량은 상기 제1정공수송층 재료의 총중량을 기준으로 0.1 내지 25 중량%일 수 있다.
- [0020] 상기 제2 p형 도펀트의 함량은 상기 제3정공수송층 재료의 총중량을 기준으로 0.1 내지 25 중량%일 수 있다.
- [0021] 상기 제1정공수송층 및 상기 제1전자수송층의 두께의 합은 50 내지 2000Å일 수 있다.
- [0022] 상기 캐소드와 상기 제1정공수송층 간의 에너지 장벽은 0 내지 2.5eV일 수 있다.
- [0023] 상기 캐소드는 인듐주석산화물(ITO), 인듐아연산화물 (IZO), 아연 산화물 (ZnO), Ag 및 Al 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 캐소드가 투명한 물질이고, 상기 인버티드 유기 발광 소자는 배면 발광형일 수 있다.
- [0025] 상기 애노드가 투명한 물질이고, 상기 인버티드 유기 발광 소자는 전면 발광형일 수 있다.
- [0026] 상기 인버티드 유기 발광 소자는 상기 발광층과 상기 제3전자수송층 사이에 개재되는 정공저지층을 더 포함할 수 있다.
- [0027] 다른 한 측면에 따라, 기판 상에 캐소드를 형성하는 단계; 상기 캐소드 상에 제1정공수송물질과 ReO_3 를 포함하는 제1정공수송층을 형성하는 단계; 상기 제1정공수송층 상에 제1전자수송물질과 Rb_2CO_3 를 포함하는 제1전자수송층을 형성하는 단계; 상기 제1전자수송층 상에 제2전자수송물질을 포함하는 제2전자수송층을 형성하는 단계; 상기 제2전자수송층 상에 발광층을 형성하는 단계; 상기 발광층 상에 제2정공수송층을 형성하는 단계; 상기 제2정공수송층 상에 제3정공수송물질 및 ReO_3 를 포함하는 제3정공수송층을 형성하는 단계; 및 상기 제3정공수송층 상에 애노드를 형성하는 단계;를 포함하는 인버티드 유기 발광 소자의 제조 방법이 제공된다.
- [0028] 또 다른 한 측면에 따라, 기판, 상기 기판 상에 형성되며 소스 전극 및 드레인 전극, 산화물 반도체층, 게이트 전극, 및 게이트 절연층을 포함하는 n형 박막 트랜지스터; 상기 n형 박막 트랜지스터 상에 형성된 제1절연층; 및 상기 제1절연층 상에 형성되는 상기 설명한 인버티드 유기 발광 소자를 구비하고 상기 인버티드 유기 발광

소자의 캐소드가 상기 소스 전극 및 드레인 전극 중 하나와 전기적으로 연결된 평판 표시 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0029] 상기 설명한 인버티드 유기 발광 소자는 p-도핑된 제1정공수송층과 n-도핑된 제1전자수송층이 하나의 전하생성층 역할을 하여 캐소드의 일함수에 관계 없이 전자 주입에 제약이 제거되고 발광 효율이 증가된다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 일 구현예에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 일 구현예에 따른 인버티드 유기 발광 소자에서 제1정공수송층 및 제1전자수송층에서의 전류 밀도를 나타낸 그래프이다.

도 3은 일 구현예에 따른 인버티드 유기 발광 소자를 포함하는 유기 발광 표시 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 4는 실시예 1 및 비교예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 전류 밀도에 따른 발광 효율을 나타내는 그래프이다.

도 5는 실시예 1 및 비교예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 휘도에 따른 발광 효율을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 도 1은 일 구현예에 따른 인버티드 유기 발광 소자(100)의 단면 구조를 개략적으로 도시한 것이다.

[0032] 일 구현예에 따른 인버티드 유기 발광 소자(100)는, 캐소드(21); 상기 캐소드 상에 형성되며 제1정공수송물질과 제1 p형 도펀트를 포함하는 제1정공수송층(23), 상기 제1정공수송층 상에 형성되며 제1전자수송물질과 n형 도펀트를 포함하는 제1전자수송층(24), 상기 제1전자수송층 상에 형성되며 제2전자수송물질을 포함하는 제2전자수송층(25); 상기 제2전자수송층 상에 형성된 발광층(26); 상기 발광층 상에 형성되며 제2정공수송물질을 포함하는 제2정공수송층(27); 상기 제2정공수송층 상에 형성되며 제3정공수송물질과 제2 p형 도펀트를 포함하는 제3정공수송층(28) 및 상기 제3정공수송층 상에 형성된 애노드(29);를 포함한다.

[0033] 캐소드(21)는 n형 박막 트랜지스터의 소스 전극 및 드레인 전극 중 하나와 연결되어 n형 박막 트랜지스터로부터 인가되는 구동 전류를 공급 받는 역할을 한다. 캐소드(21)는, 예를 들면, ITO(인듐주석산화물) 또는 Ag 등으로 형성되며 특히 배면 발광하는 경우에는 투명한 전극이 요구되며 ITO를 재료로 사용할 수 있다.

[0034] 캐소드(21) 상에는 제1정공수송층(23)이 구비되어 있다. 제1정공수송층(23)은 제1전자수송층(24)과 함께 외부 전압에 의해 생성된 정공을 캐소드(21)가 위치하는 방향으로 이동시키는 역할을 한다. 제1정공수송층(23)은 제1정공수송물질과 제1 p형 도펀트를 포함한다. 예를 들면, 제1정공수송층(23)은 제1정공수송물질에 제1 p형 도펀트가 도핑된 구조일 수 있다.

[0035] 제1정공수송층(23) 상에는 제1전자수송층(24)이 구비되어 있다. 제1전자수송층(24)은 제1정공수송층(23)과의 계면에서 생성된 전자를 발광층(26)으로 이동시키는 역할을 한다. 제1전자수송층(24)은 제1전자수송물질과 n형 도펀트를 포함한다. 예를 들면, 제1전자수송층(24)은 제1전자수송물질에 n형 도펀트가 도핑된 구조일 수 있다.

[0036] 제1정공수송층(23)과 제1전자수송층(24)은 하나의 전하생성층으로서 기능할 수 있다. 외부에서 인가해 준 전압에 의해 제1정공수송층(23)과 제1전자수송층(24) 내에서 전자와 정공이 생성되고, 상기 생성된 전하에 의해, 캐소드(21)로부터 유기층으로 전자가 주입될 필요 없이, 인버티드 유기 발광 소자가 구동될 수 있다. 따라서, 인버티드 유기 발광 소자는 캐소드(21)의 종류에 크게 구애받지 않고 캐소드(21)의 일함수에 상관없이 전자 주입이 자유롭고 발광층을 포함하는 유기층에는 전류가 잘 흐르게 된다.

[0037] 제1전자수송층(24) 상에는 제2전자수송층(25)이 구비되어 있다. 제2전자수송층(25)은 제1전자수송층(24)으로부터 이동된 전자를 발광층(26)으로 이동시키는 역할을 한다. 제2전자수송층(24)은 제2전자수송물질을 포함하나 n형 도펀트나 p형 도펀트는 포함하지 않는다.

[0038] 제1정공수송층(23)은 p-도핑된 구조이고 제1전자수송층(24)은 n-도핑된 구조이어서 제1정공수송층(23) 및 제1전자수송층(24)의 조합은 제1정공수송층(23) 및 제2전자수송층(24)을 기준으로 상하의 양 방향으로 전하를 수송시킨다. n-도핑된 제1전자수송층(24)과 도핑되지 않은 제2전자수송층(25)은 일정한 에너지 준위 차를 가지는 관계

에 있다. 즉, 제2전자수송층(25)의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO)의 절대값과 제1전자수송층(24)의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO)의 절대값의 차이는 약 0 내지 약 0.5eV이다. 제2전자수송층(25)은 도핑되지 않아 제2전자수송 물질에 의해 최저 비점유 분자 궤도(LUMO) 값이 정해지며, 제1전자수송층(24)은 n형 도펀트를 포함하여 제1전자 수송물질과 n형 도펀트에 의한 진공 에너지의 이동에 의해 최저 비점유 분자 궤도(LUMO) 값이 정해지게 된다

[0039] 제2전자수송층(25) 상에는 발광층(26)이 구비되어 있다. 발광층(26)은 제1정공수송층(23) 및 제1전자수송층(24)의 계면에서 생성되어 제2전자수송층(25)을 경유한 전자와 애노드(29)로부터 주입되어 제3정공수송층(28)과 제2정공수송층(27)을 경유한 정공이 재결합하여 생성된 엑시톤이 여기 상태에서 기저상태로 변하면서 발광하는 층이다.

[0040] 발광층(26) 상에는 제2정공수송층(27)이 구비되어 있다. 제2정공수송층(27)은 애노드(29)로부터 주입되어 제3정공수송층(28)을 거쳐 이동된 정공을 발광층(26)으로 이동시키는 역할을 한다.

[0041] 제2정공수송층(27) 상에는 제3정공수송층(28)이 구비되어 있다. 제3정공수송층(28)은 애노드(29)로부터 주입된 전자를 제2정공수송층(27)으로 이동시키는 역할을 한다. 제3정공수송층(28)은 제3정공수송물질과 제2 p형 도펀트를 포함한다. 제2 p형 도펀트는 제1정공수송층(23)에 도핑된 제1 p형 도펀트와 동일할 수 있고 상이할 수도 있다. 예를 들면, 제3정공수송층(28)은 제3정공수송물질에 제1 p형 도펀트와 동일한 도펀트가 도핑된 구조일 수 있다.

[0042] 제3정공수송층(28) 상에는 애노드(29)가 구비되어 있다. 애노드(29)는 전원 전압(미도시)에 공통 연결되어 제3정공수송층(28)으로 정공을 주입시키는 역할을 한다.

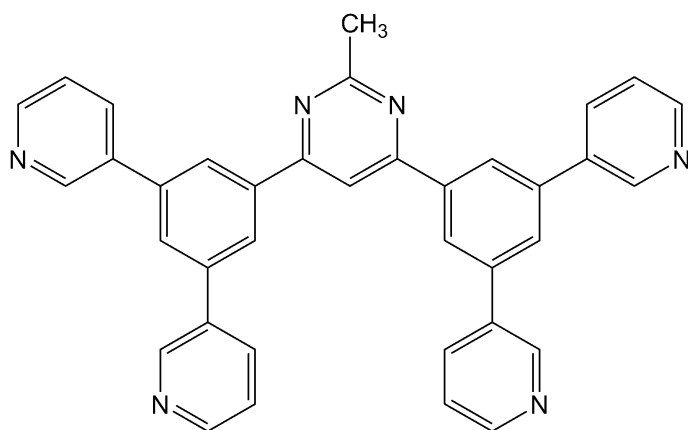
[0043] p-도핑된 제1정공수송층(23)과 n-도핑된 제1전자수송층(24)은 서로 접할 수 있다. 이 경우 제1정공수송층(23)과 제1전자수송층(24)은 하나의 p-n 접합층으로서 기능하여 전하생성층의 역할을 한다. 상기 제1정공수송층(23)과 제1전자수송층(24)의 p-n 접합층은 실리콘 p-n 접합과는 다른 유기물 p-n 접합이어서 리버스 바이어스에서의 전류 밀도가 정바이어스에서의 전류 밀도와 비슷한 정도로 흐르는 특성을 가진다.

[0044] 제1전자수송물질 및 제2전자수송물질은 서로 독립적으로 공지의 전자수송물질일 수 있고 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 제1전자수송물질과 제2전자수송물질이 동일한 경우에는 제1전자수송층(24)과 제2전자수송층(25)은 동일한 재료를 사용하면서 n-도핑된 층과 도핑되지 않은 층이기 때문에 제2전자수송층(25)의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO)의 절대값과 제1전자수송층(24)의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO)의 절대값의 차이가 작아지고 전자의 이동이 보다 수월해질 수 있다. 물론, 제1전자수송물질과 제2전자수송물질이 서로 다른 경우도 가능하다.

[0045] 한편, 제1전자수송물질은 2-메틸피리미딘계 화합물로 구성될 수 있다. 2-메틸피리미딘계 화합물은 피리미디닐기를 포함하며 피리미디닐기는 전자수송능력이 뛰어난 것으로 생각된다.

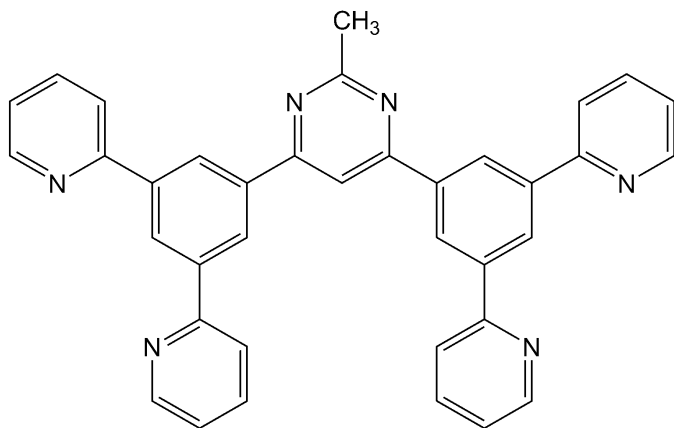
[0046] 예를 들면, 상기 제1전자수송물질은 하기 화합물 1 내지 3 중 하나 이상을 포함할 수 있다:

[0047] <화합물 1>



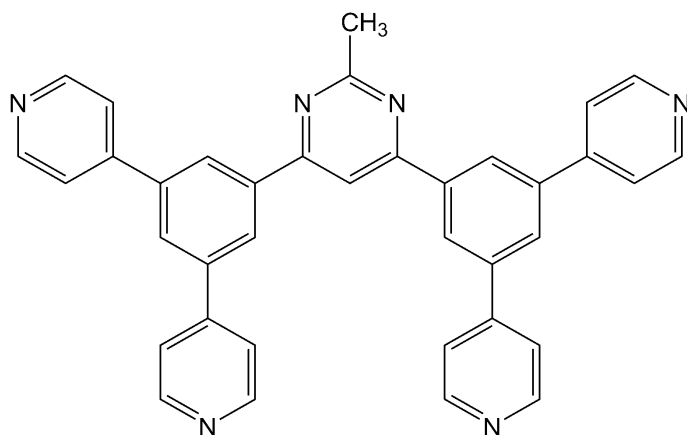
[0048]

[0049] <화합물 2>



[0050]

[0051] <화합물 3>



[0052]

[0053] 상기 화합물 1 내지 3 중 하나의 2-메틸피리미딘계 화합물은 기본 골격을 이루는 2-메틸피리미딘 모이어티의 양쪽에 디피리딜페닐기가 한 개씩 연결되어 있는 구조이다. 상기 화합물 1 내지 3 중 하나의 2-메틸피리미딘계 화합물은 전자수송능력이 우수한 특징을 가진다. 한편, 제1전자수송층(24)이 상기 화합물 1 내지 3 중 하나의 2-메틸피리미딘계 화합물에 n형 도펀트가 도핑된 것이고 제2전자수송층(25)은 상기 화합물 1 내지 3 중 하나의 2-메틸피리미딘계 화합물인 경우에, 제2전자수송층(25)의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO)의 절대값과 제1전자수송층(24)의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO)의 절대값은 거의 동일하게 배열되며 제1전자수송층(24)과 제2전자수송층(25) 간의 에너지 장벽은 낮은 수준이 된다.

[0054] 제1전자수송층(24)에 도핑되는 n형 도펀트로 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 란타넘(La), 세륨(Ce), 네오디뮴(Nd), 사마륨(Sm), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 디스프로슘(Dy) 및 이테르븀(Yb) 중 하나 이상의 금속; 상기 금속의 질화물; 상기 금속의 탄산염; 및 상기 금속의 착물; 중 하나 이상을 들 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 란타넘(La), 세륨(Ce), 네오디뮴(Nd), 사마륨(Sm), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 디스프로슘(Dy) 및 이테르븀(Yb) 등은 일함수가 상대적으로 낮은 금속이고 이들 중 하나 이상을 함유하는 금속 질화물, 금속 탄산염 또는 금속 착물은 제1전자수송층(24)의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO) 값을 제2전자수송층(25)의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO) 값과 거의 비슷한 수준으로 유지시켜 준다.

[0055] n형 도펀트는 예를 들면 Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 , Cs_2CO_3 , Rb_2CO_3 및 Ba_2CO_3 중 하나 이상을 포함할 수 있으나 상기 금속 탄산염에 한정되는 것은 아니다.

[0056] 예를 들면 제2전자수송층(24)은 4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(Bphen)에 Rb_2CO_3 가 도핑된 구조일 수 있다.

[0057] n형 도펀트의 함량은 상기 제1전자수송층 재료의 총중량을 기준으로 0.1 내지 25 중량%일 수 있다. n형 도펀트의 도핑 농도가 상기 범위를 만족하는 경우 인버티드 유기 발광 소자는 만족스러운 정도의 구동 전압 저하를 얻

을 수 있고 측면 누설 전류가 발생되지 않는다.

- [0058] n형 도펀트는 제1전자수송층(24) 전체의 면적 및 두께에 걸쳐 균일하게 분포되게 도핑될 수 있다. 한편, n형 도펀트가 제1전자수송층(24) 전체의 면적에 걸쳐서는 균일하게 도핑되면서, 두께에 걸쳐서는 균일하게 도핑되지 않고 두께 방향에 따라 도핑 농도의 구배를 가질 수도 있다. n형 도펀트가 제1전자수송층(24)의 두께에 따라 농도 구배를 가지는 경우에는 캐소드(21)와 가까운 방향일수록 농도가 높다. 이것은 캐소드(21)와 가까운 방향의 계면에서는 전자 주입이 용이하도록 에너지 장벽을 낮춰야 할 필요가 있기 때문이라고 생각된다. 따라서, n형 도펀트가 제1전자수송층(24)의 두께에 따라 농도 구배를 가지는 경우에 상기 n형 도펀트의 도핑 농도는 제1정공수송층(23)에서부터 제2전자수송층(25) 쪽으로 갈수록 감소할 수 있다.
- [0059] n형 도펀트는 제1전자수송층(24)의 전체 두께 중 일부분의 두께에만 포함될 수 있다. 이 경우, 제1전자수송층(24)의 전체 두께 중 n형 도펀트가 포함되는 일부분의 두께로 이루어지는 층을 제1층이라고 하고 제1전자수송층(24)의 전체 두께 중 n형 도펀트가 포함되지 않는 나머지 부분의 두께로 이루어지는 층을 제2층이라고 하면, 상기 제1전자수송층(24)은 n형 도펀트를 함유하는 제1층 및 상기 제1층 상에 형성되며 n형 도펀트를 함유하지 않는 제2층을 포함하는 이중층(bilayer)일 수 있다. 제1층은 n형 도펀트를 함유하므로 캐소드(21)와 가까운 쪽에, 즉 제1정공수송층(23)쪽에, 위치하며 제2층은 상대적으로 제2전자수송층(25)과 가까운 쪽에 위치할 수 있다.
- [0060] 제1정공수송층(24)에 도핑되는 제1 p형 도펀트로써는 MoO_3 , MoO_2 , WO_3 , V_2O_5 , ReO_3 , NiO , 테트라플루오로-테트라시아노-퀴노디메탄(F4-TCNQ) 및 트리스[1,2-비스(트리플루오로메틸)에탄-1,2-디티올렌($\text{Mo}(\text{tfd})_3$)] 중 하나 이상을 들 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0061] MoO_3 , MoO_2 , WO_3 , V_2O_5 , ReO_3 , NiO , 테트라플루오로-테트라시아노-퀴노디메탄(F4-TCNQ) 또는 트리스[1,2-비스(트리플루오로메틸)에탄-1,2-디티올렌($\text{Mo}(\text{tfd})_3$)]은 제1정공수송층(23)에 도핑되어 제1정공수송층(23)과 제1전자수송층(24) 사이의 계면에서 전하 생성이 용이하도록 도움을 줄 수 있다.
- [0062] 제1 p형 도펀트는 예를 들면 ReO_3 또는 F4-TCNQ일 수 있다.
- [0063] 예를 들면 제1정공수송층(23)은 4,4',4''-트리스(N-(2-나프틸)-N-페닐아미노) 트리페닐아민(2-TNATA)에 ReO_3 가 도핑된 구조일 수 있다.
- [0064] 제1 p형 도펀트의 함량은 상기 제1정공수송층 재료의 총중량을 기준으로 0.1 내지 25 중량%일 수 있다. 제1 p형 도펀트의 도핑 농도가 상기 범위를 만족하는 경우 인버티드 유기 발광 소자는 만족스러운 정도의 구동 전압 저하를 얻을 수 있고 측면 누설 전류가 발생되지 않는다.
- [0065] 제1정공수송층(23)과 제1전자수송층(24)의 두께의 합은 50Å 내지 2000Å일 수 있다. 제1정공수송층(23)과 제1전자수송층(24)의 두께의 합이 상기 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다.
- [0066] 제1정공수송층(23)과 캐소드(21)는 서로 접할 수 있다. 제1정공수송층(23)과 캐소드(21) 사이에 정공주입층 또는 정공수송층 등이 개재될 수도 있으나 양산시 비용 절감에 유리한 효과를 가지기 위하여 이를 생략할 수 있다.
- [0067] 캐소드(21)와 제1정공수송층(23) 간의 에너지 장벽은 0 내지 2.5eV일 수 있다. 인버티드 유기 발광 소자(100)의 캐소드(21)는 투명 전극을 사용할 수 있으며 투명 전극들은 대부분 4.3eV 이상의 높은 일함수를 가진다. 이와 같이 높은 일함수는 통상의 인버티드 유기 발광 소자에서 전자 주입시에 상당히 높은 주입 장벽을 생성시킬 수 있다. 그러나, 상기 인버티드 유기 발광 소자(100)는 제1정공수송층(23) 상에 제1전자수송층(24)이 형성되어 전하 생성 기능을 수행하여 전자 주입의 불편함을 해소할 수 있다. 예를 들면 캐소드(21)가 IT0인 경우 일함수가 4.7eV가 되는데 제1정공수송층(23)과 제1전자수송층(24) 사이의 계면에서 생성된 정공이 제1정공수송층(23)으로부터 캐소드(21)로 빠져나갈 때에는 에너지 장벽이 없는 경우가 되어 전류가 흐르는 데에 아무런 제약이 없게 된다.
- [0068] 캐소드(21)는 투명 전극을 사용할 수 있으며, 예를 들면 상기 캐소드(21)는 인듐주석산화물(ITO), 인듐아연산화물(IZO), 아연 산화물(ZnO), 박막 Ag 및 Al 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 특히 인버티드 유기 발광 소자(100)가 배면 발광형인 경우에 상기 캐소드(21)로는 투명 전극을 사용할 수 있다. 만약 인버티드 유기 발광 소자가 전면 발광형이라면 상기 캐소드는 투명 전극에 국한될 필요는 없으나 애노드에는 투명한 물질을 사용한다. 이 경우에 애노드로는 인듐주석산화물(ITO), 인듐아연산화물(IZO), 아연 산화물(ZnO), 박막 Ag 및 Al 중 하나

이상을 사용할 수 있다.

- [0069] 인버티드 유기 발광 소자(100)의 제2정공수송층(27) 상에는 제3정공수송층(28)이 구비되어 있다. 제3정공수송층(28)은 애노드(31)로부터 주입된 정공을 제2정공수송층(27)으로 이동시켜 정공의 주입을 보조하는 역할을 한다.
- [0070] 제3정공주입층(28)은 제3정공수송재료 및 제2 p형 도펀트를 포함한다. 제2 p형 도펀트는 전이금속을 함유하는 금속 산화물 및 유기물 도펀트를 포함하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 전이금속의 예로는 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 바나듐(V), 레늄(Re), 루테튬(Ru), 크롬(Cr), 망간(Mn), 니켈(Ni), 이리듐(Ir), APC(은-팔라듐-구리합금) 및 이들의 조합 등이 포함될 수 있다.
- [0071] 제2 p형 도펀트는, 예를 들면, MoO_3 , MoO_2 , WO_3 , V_2O_5 , ReO_3 , NiO , 테트라플루오로-테트라시아노-퀴노디메탄(F4-TCNQ) 또는 트리스[1,2-비스(트리플루오로메틸)에탄-1,2-디티올렌($\text{Mo}(\text{tfd})_3$)] 등일 수 있다.
- [0072] 제2 p형 도펀트는 정공주입층 재료의 총중량을 기준으로 0.1 내지 25 중량%가 포함될 수 있다. 제2 p형 도펀트의 함량이 상기 범위를 만족하는 경우 인버티드 유기 발광 소자는 만족스러운 정도의 구동 전압 저하를 얻을 수 있고 측면 누설 전류가 발생되지 않는다.
- [0073] 도 2는 일 구현예에 따른 인버티드 유기 발광 소자에서 제1정공수송층 및 제1전자수송층만에서의 전류 밀도를 나타낸 그래프이다.
- [0074] 도 2를 참조하면, 상기 인버티드 유기 발광 소자 내에서 제1정공수송층 및 제1전자수송층은 리버스 바이어스에서 구동하게 되고 이 조건에서 전하를 생성하여 전류가 잘 흐르는 것을 알 수 있다. 이것은 제1정공수송층과 제1전자수송층이 각각 p-도핑되고 n-도핑되어 유기물 p-n 접합층과 유사하게 거동하기 때문인 것으로 생각된다. 제1정공수송층과 제1전자수송층의 조합에 의한 이러한 특성은 캐소드와 제2전자수송층 사이에서 전자주입 기능을 수행하고, 특히 캐소드(21)의 일함수에 관계없이 전자주입을 수행하므로, 궁극적으로 인버티드 유기 발광 소자의 발광 효율을 향상시키는 데에 기여할 수 있다.
- [0075] 도 3은 일 구현예에 따른 인버티드 유기 발광 소자를 포함하는 유기 발광 표시 장치의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0076] 상기 인버티드 유기 발광 표시 장치는, 기판(101) 상에 형성되며, 소스 전극(109a) 및 드레인 전극(109b), 산화물 반도체층(107), 게이트 전극(103), 및 상기 게이트 전극(103)을 상기 소스 전극(109a) 및 드레인 전극(109b)과 절연시키는 게이트 절연층(105)을 포함한 n형 박막 트랜지스터를 포함한다. 상기 n형 박막 트랜지스터 상에는 제1절연층(110)이 형성되어 있다. 또한, 상기 제1절연층(110) 상에 형성되며 상기 박막 트랜지스터의 드레인 전극(109b)와 연결된 캐소드(121)가 형성되어 있고, 화소 정의막(122)에 의하여 화소 영역이 정의되어 있다. 상기 캐소드(121) 상부에는 제1정공수송층(123), 제1전자수송층(124), 제2전자수송층(125), 발광층(126), 제2정공수송층(127), 제3정공수송층(128) 및 애노드(129)가 차례로 적층되어 있다.
- [0077] 기판(101)으로는, 통상적인 유기 발광 장치에서 사용되는 기판을 사용할 수 있는데, 기계적 강도, 열적 안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급용이성 및 방수성이 우수한 유리 기판 또는 투명 플라스틱 기판을 사용할 수 있다. 예를 들면 기판(101)은 SiO_2 를 주성분으로 하는 투명한 유리 재질로 이루어질 수 있다.
- [0078] 게이트 전극(103)은 일반적인 전극 물질(예를 들면, 금속 등)로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 게이트 전극(103)은 알루미늄(Al), 하프늄(Hf), 지르코늄(Zr), 아연(Zn), 텅스텐(W), 코발트(Co), 금(Au), 백금(Pt), 루테튬(Ru), 이리듐(Ir), 티타늄(Ti), 탄탈(Ta), 니켈(Ni), 은(Ag), 몰리브덴(Mo), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 인듐(In), 주석(Sn), 이들 중 2 이상의 조합(합금, 단순 혼합물 등을 포함함), 이들 중 1 이상의 원소를 포함하는 산화물(예를 들면, 인듐주석산화물(ITO), 인듐아연산화물(IZO) 등) 등일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0079] 게이트 절연층(105)은 게이트 전극(103)을 덮어 게이트 전극(103)을 소스 전극(109a) 및 드레인 전극(109b)과 절연시킬 수 있다. 상기 게이트 절연층(105)은 실리콘 산화물층이나 실리콘 질화물층일 수 있으나, 그 밖의 다른 물질층, 예컨대, 실리콘 질화물층보다 유전상수가 큰 고유전물질층일 수 있다. 게이트 절연층(105)은 실리콘 산화물층, 실리콘 질화물층 및 고유전물질층 중 적어도 두 층 이상이 적층된 구조를 가질 수도 있다.
- [0080] 상기 산화물 반도체층(107) 중 산화물 반도체는 밴드갭(band gap)이 가시광 영역의 광 에너지보다 커서, 가시광을 실질적으로 흡수하지 않을 수 있다. 따라서, 상기 산화물 반도체층(107)을 구비한 n형 박막 트랜지스터는 가시광 흡수에 따른 누설 전류 증가가 실질적으로 일어나지 않을 수 있다.

- [0081] 상기 산화물 반도체층(107)은, 예를 들면, Zn-O계 물질, Zn-Ga-O계 물질, Zn-In-O계 물질, Zn-In-Ga-O계 물질, Zn-Sn-O계 물질, 및 Hf-In-Zn-O계 물질 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0082] 게이트 절연층(105) 상에 산화물 반도체층(107)의 양단에 각각 접촉되는 소스 전극(109a) 및 드레인 전극(109b)이 구비되어 있다. 상기 소스 전극(109a) 및 드레인 전극(109b)은 단일 금속층 또는 다중 금속층일 수 있다. 소스 전극(109a) 및 드레인 전극(109b) 형성용 물질은 상기 게이트 전극(103) 형성용 물질을 참조할 수 있다.
- [0083] 제1절연층(110)은 n형 박막 트랜지스터를 덮도록 형성될 수 있다. 제1절연층(110)은 보호막 및/또는 평탄화막의 역할을 할 수도 있다. 제1절연층(110)은 실리콘 산화물층이나 실리콘 질화물층일 수 있으나, 그 밖의 다른 물질층, 예컨대, 실리콘 질화물층보다 유전상수가 큰 고유전물질층일 수 있다. 제1절연층(110)은 실리콘 산화물층, 실리콘 질화물층 및 고유전물질층 중 적어도 두 층 이상이 적층된 구조를 가질 수도 있다. 제1절연층(110)은 코팅법, 증착법, 스퍼터링법 등과 같은 공지된 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0084] 제1절연층(110) 상에는 캐소드(121)가 구비되어 있다. 상기 캐소드(121)는 비아홀을 통하여 드레인 전극(109b)과 전기적으로 연결되어 있다. 상기 캐소드(121)는 n형 박막 트랜지스터로부터 인가되는 구동 전류를 공급 받는다.
- [0085] 캐소드(121)는, 예를 들면, 리튬, 나트륨, 칼륨, 루비듐, 세슘 등의 알칼리 금속, 베릴륨, 마그네슘, 칼슘, 스트론튬, 바륨 등의 알칼리 토금속; 알루미늄, 스칸듐, 바나듐, 아연, 이트륨, 인듐, 세륨, 사마륨, 유토포, 테르븀, 이테르븀 등의 금속; 이들 중 2개 이상의 합금; 또는 이들 중 1개 이상과 금, 은, 백금, 구리, 망간, 티탄, 코발트, 니켈, 텅스텐, 주석 중 1개 이상과의 합금; 및 이들 중 2 이상의 조합을 포함할 수 있다. 상기 조합은 상술한 바와 같은 원소들 중 2 이상을 포함하는 합금, 상술한 바와 같은 원소들을 각각 포함한 다층 구조체 등을 포함한다. 합금으로서는, 예를 들면 마그네슘-은 합금, 마그네슘-인듐 합금, 마그네슘-알루미늄 합금, 인듐-은 합금, 리튬-알루미늄 합금, 리튬-마그네슘 합금, 리튬-인듐 합금, 칼슘-알루미늄 합금 등을 들 수 있다. 예를 들면, 캐소드(121)는 Mg, Al, Ca, In, Ag, 및 이들 중 2 이상의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 물질을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 배면 발광을 위해서는 캐소드(121)는 인듐주석산화물(ITO), 인듐아연산화물(IZO) 또는 아연 산화물(ZnO) 같은 투명한 산화물로 형성될 수 있다. 캐소드(121)는 공지된 다양한 방법, 예를 들면, 증착법, 스퍼터링법 등을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0086] 캐소드(121) 양단에는 화소 영역을 정의하는 화소 정의막(122)이 형성되어 있다. 화소 정의막(122)은 통상적인 유기 절연물 등으로 형성될 수 있다.
- [0087] 캐소드(121) 상에는 캐소드(121)로부터 전자의 주입 및 수송을 용이하게 하는 제1정공수송층(123)이 구비되어 있다. 제1정공수송층(123)은 제1정공수송물질에 p형 도펀트를 도핑하여 형성될 수 있다. 제1정공수송층(123)의 형성 재료로는, 예를 들면, 제1정공수송물질로서 4,4',4''-트리스(N-(2-나프틸)-N-페닐아미노) 트리페닐아민(2-TNATA)를 사용하고 p형 도펀트로서 전이금속 산화물(ReO_3)을 사용할 수 있다. 제1정공수송층(123)의 두께는 약 25Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 제1정공수송층(123)의 두께가 상기 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압의 상승 없이 만족스러운 정도의 전자 주입 및 수송 특성을 얻을 수 있다. 제1정공수송층(123)에 관한 상세한 설명은 상기 도 1에 관한 설명을 참조한다.
- [0088] 제1정공수송층(123) 상에는 제1전자수송층(124)이 구비되어 있다. 제1전자수송층(124)은 제1전자수송물질 및 n형 도펀트를 포함한다. 제1전자수송층(124)의 두께는 약 250 내지 약 1000Å일 수 있다. 제1전자수송층(124)의 두께가 상기 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압의 상승 없이 만족스러운 정도의 전자 주입 및 수송 특성을 얻을 수 있다. 제1전자수송층(124)에 관한 상세한 설명은 상기 도 1에 관한 설명을 참조한다.
- [0089] 제1전자수송층(124) 상에는 제2전자수송층(125)이 구비되어 있다. 제2전자수송층(125)은 도핑되지 않은 층이다. 제2전자수송층(125)의 두께는 약 150 내지 약 500Å일 수 있다. 제2전자수송층(125)의 두께가 상기 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압의 상승 없이 만족스러운 정도의 전자 주입 및 수송 특성을 얻을 수 있다. 제2전자수송층(125)에 관한 상세한 설명은 상기 도 1에 관한 설명을 참조한다.
- [0090] 제2전자수송층(125) 상에는 발광층(126)이 구비되어 있다. 발광층(126)은 공지의 인광 호스트, 형광 호스트, 인광 도펀트 또는 형광 도펀트를 포함할 수 있다.
- [0091] 공지의 호스트로서, CBP(4,4'-N,N'-디카바졸-비페닐), ADN(9, 10-디-나프탈렌-2-일-안트라센), TPBI, TBADN, 또는 E3 등을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 적색 도펀트로서 PtOEP, Ir(piq)₃, 또는 Btp₂Ir(acac) 등을 이용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 녹색 도펀트로서, Ir(ppp)₃ (ppp = 페

닐피리딘), Ir(ppy)₂(acac), 또는 Ir(mpyp)₃ 등을 이용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 청색 도펀트로서, F₂Irpic, (F₂ppy)₂Ir(tmd), Ir(dfppz)₃, DPVBi, DPAVBi(4,4'-비스(4-디페닐아미노스타릴) 비페닐), 또는 2,5,8,11-테트라-*tert*-부틸 페틸렌(TBPe) 등을 이용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0092] 발광층(126)이 호스트 및 도펀트를 포함할 경우, 도펀트의 함량은 통상적으로 호스트 약 100 중량부를 기준으로 하여 약 0.01 내지 약 15 중량부의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0093] 발광층(126)의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 발광층(126)의 두께가 상기 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압의 상승 없이 우수한 발광 특성을 나타낼 수 있다.
- [0094] 발광층(126)에 인광 도펀트가 포함될 경우에는 삼중항 여기자 또는 정공이 제2전자수송층(125)으로 확산되는 현상을 방지하기 위하여, 상기 발광층(126)과 제2전자수송층(125) 사이에 정공저지층(HBL, 도 3에는 미도시)을 형성할 수 있다.
- [0095] 발광층(126) 상에는 제2정공수송층(127)이 구비되어 있다. 제2정공수송층(127)에는 공지된 정공수송물질을 사용할 수 있으며, 예를 들면, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(NPB); 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(TPD); 4,4',4''-트리스[(3-메틸페닐)페닐아미노]트라이페닐아민(MTDATA); 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)사이클로헥세인(TAPC); 4-(9H-카바졸-9-일)-N,N-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-벤젠아민(TCTA); 9,9'-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이일비스-9H-카바졸(CBP); 9,9'-(1,3-페닐렌)비스-9H-카바졸(mCP) 및 4,4',4''-트리스(N-(2-나프틸)-N-페닐아미노) 트리페닐아민(2-TNATA) 등을 사용할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 제2정공수송층(127)의 두께는 약 20Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 상기 제2정공수송층(127)의 두께가 상기 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압의 상승 없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.
- [0096] 제2정공수송층(127) 상에는 제3정공수송층(128)이 구비되어 있다. 제3정공수송층(128)은 제3정공수송물질에 p형 도펀트를 도핑하여 형성할 수 있다. 예를 들면 상기 제3정공수송층(128)은 제3정공수송물질로서 4,4',4''-트리스(N-(2-나프틸)-N-페닐아미노) 트리페닐아민(2-TNATA)을 사용하고 p형 도펀트로서는 전이금속 산화물(ReO₃)을 사용할 수 있다. 제3정공수송층(128)의 두께는 약 50Å 내지 약 10000Å일 수 있다. 제3정공수송층(128)의 두께가 상기 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압의 상승 없이 만족스러운 정도의 정공 주입 특성을 얻을 수 있다.
- [0097] 제3정공수송층(128) 상에는 애노드(129)가 구비되어 있다. 애노드(129)는 투명 전극 또는 반사 전극으로 형성할 수 있다. 투명 전극으로 형성할 때는 인듐주석산화물(ITO), 인듐아연산화물(IZO) 또는 아연 산화물(ZnO) 등으로 형성할 수 있고, 반사 전극으로 형성할 때에는 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr 및 이들의 화합물 등으로 반사막을 형성한 후, 그 위에 ITO, IZO 또는 ZnO로 막을 형성함으로써 형성할 수 있다.
- [0098] 일 구현예에 따르면 상기 인버티드 유기 발광 소자의 제조 방법은, 상기 캐소드 상에 제1정공수송물질과 ReO₃를 포함하는 제1정공수송층을 형성하는 단계; 상기 제1정공수송층 상에 제1전자수송물질과 Rb₂CO₃를 포함하는 제1전자수송층을 형성하는 단계; 상기 제1전자수송층 상에 제2전자수송물질을 포함하는 제2전자수송층을 형성하는 단계; 상기 제2전자수송층 상에 발광층을 형성하는 단계; 상기 발광층 상에 제2정공수송층을 형성하는 단계; 상기 제2정공수송층 상에 제3정공수송물질 및 ReO₃를 포함하는 제3정공수송층을 형성하는 단계; 및 상기 제3정공수송층 상에 애노드를 형성하는 단계;를 포함한다.
- [0099] 다른 일 측면에 따라, 기판, 상기 기판 상에 형성되며 소스 전극 및 드레인 전극, 산화물 반도체층, 게이트 전극, 및 게이트 절연층을 포함하는 n형 박막 트랜지스터; 상기 n형 박막 트랜지스터 상에 형성된 제1절연층; 및 상기 제1절연층 상에 형성되는 상기 설명한 인버티드 유기 발광 소자를 구비하고, 상기 인버티드 유기 발광 소자의 캐소드가 상기 소스 전극 및 드레인 전극 중 하나와 전기적으로 연결된 평판 표시 장치가 제공된다.
- [0100] 이하에서, 비제한적인 실시예를 통하여 일 구현예를 따르는 인버티드 유기 발광 소자에 대하여 보다 구체적으로 설명하나, 본 발명이 하기의 실시예로 한정되는 것은 아니다.
- [0101] **실시예 1**
- [0102] 캐소드로는 1500Å 두께의 ITO 유리 기판을 사용하였다.
- [0103] 상기 ITO 유리 기판 상부에 4,4',4''-트리스(N-(2-나프틸)-N-페닐아미노) 트리페닐아민(2-TNATA) 85중량%에

ReO₃ 15중량%를 도핑시켜 150 Å 두께의 제1정공수송층을 형성하고, 상기 제1정공수송층 상부에 4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(Bphen) 85중량%에 Rb₂CO₃ 15중량%를 도핑시켜 150 Å 두께의 제1전자수송층을 형성하였으며, 상기 제1전자수송층 상부에 Bphen을 사용하여 200 Å 두께의 제2전자수송층을 형성하였다:

[0104] 상기 제2전자수송층 상부에 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(Alq₃)을 사용하여 300 Å 두께의 발광층을 형성하였다: 상기 발광층 상부에 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(NPB)를 진공 증착하여 300 Å 두께의 제2정공수송층을 형성하였다. 상기 제2정공수송층 상부에 2-TNATA 85중량%에 ReO₃ 15중량%를 도핑시켜 300 Å 두께의 제3정공수송층을 형성한 다음, Al을 진공 증착하여 1000 Å 두께의 애노드를 형성함으로써 인버티드 유기 발광 소자를 완성하였다.

[0105] 비교예 1

[0106] 상기 실시예 1에서, 제1정공수송층 및 제1전자수송층을 형성하는 대신 Bphen 85중량%에 Rb₂CO₃ 15중량%를 도핑시켜 300 Å 두께의 전자수송층을 형성하였다는 점을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 인버티드 유기 발광 소자를 완성하였다.

[0107] 평가예

[0108] 상기 실시예 1 및 비교예 1의 인버티드 유기 발광 소자에 대하여, 색도계(Photo research spectrophotometer; PR-650) 및 전원 공급장치(Keithley 237)를 사용하여 전류밀도-발광효율-전력효율의 관계를 측정하여 그 결과를 도 4에 도시하였다.

[0109] 도 4를 참조하면, 실시예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 발광 효율이 비교예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 발광 효율보다 높은 것을 알 수 있다. 특히, 실시예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 최대 발광 효율은 5.36cd/A로 측정되었고 비교예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 발광 효율은 4.87cd/A로 측정되어, 실시예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 최대 발광 효율은 비교예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 경우보다 약 10% 정도 더 높은 것을 알 수 있다.

[0110] 또한, 상기 실시예 1 및 비교예 1의 인버티드 유기 발광 소자에 대하여, 휘도-발광효율-전력효율의 관계를 측정하여 그 결과를 도 5에 도시하였다.

[0111] 도 5를 참조하면, 실시예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 발광 효율이 비교예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 발광 효율보다 높은 것을 알 수 있다. 특히, 1000nit의 휘도에서 실시예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자는 발광 효율이 5.11cd/A로 측정되었고 비교예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 경우는 4.4cd/A로 측정되었으며, 10000nit의 휘도에서는 실시예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 발광 효율은 5.22cd/A로 측정되었고 비교예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 경우는 4.87cd/A로 측정되었다. 이것은 실시예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 발광 효율이 비교예 1에 따른 인버티드 유기 발광 소자의 발광 효율보다 약 10 내지 15% 정도 더 높다는 것을 보여준다.

[0112] 본 발명에 대하여 상기 실시예를 참조하여 설명하였으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명에 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사항에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

- [0113] 21, 121: 캐소드
23, 123: 제1정공수송층
24, 124: 제1전자수송층
25, 125: 제2전자수송층
26, 126: 발광층
27, 127: 제2정공수송층
28, 128: 제3정공수송층

29, 129: 애노드

100: 인버티드 유기 발광 소자

101: 기판

103: 게이트 전극

105: 게이트 절연층

107: 산화물 반도체층

109a: 소스 전극

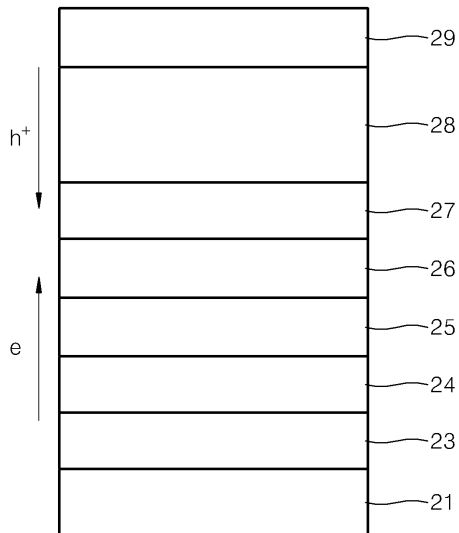
109b: 드레인 전극

110: 제1절연층

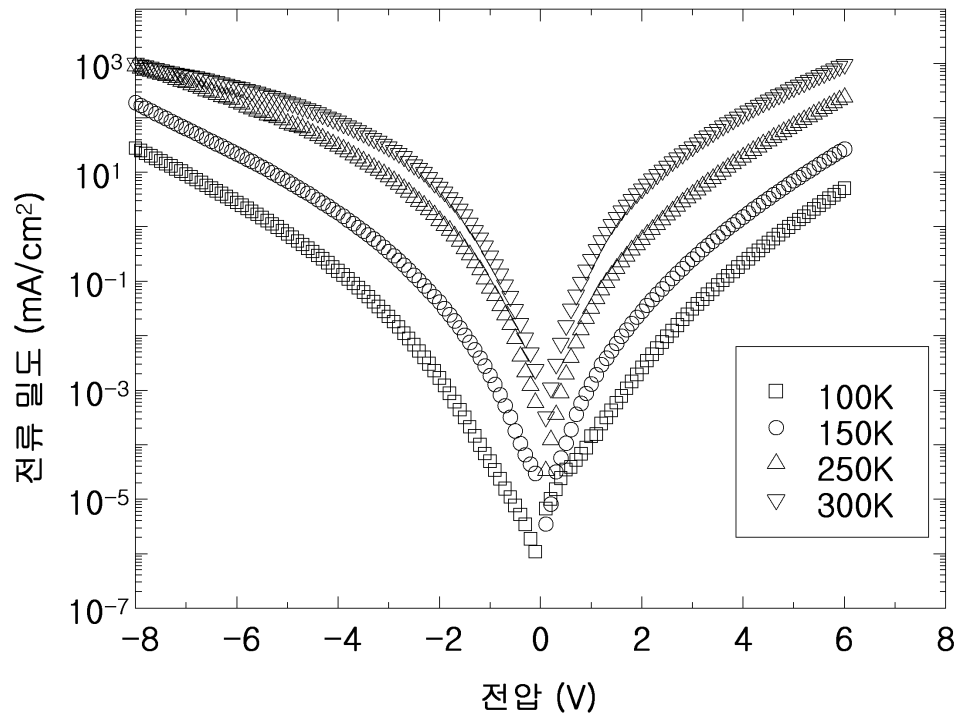
122: 화소 정의막

도면

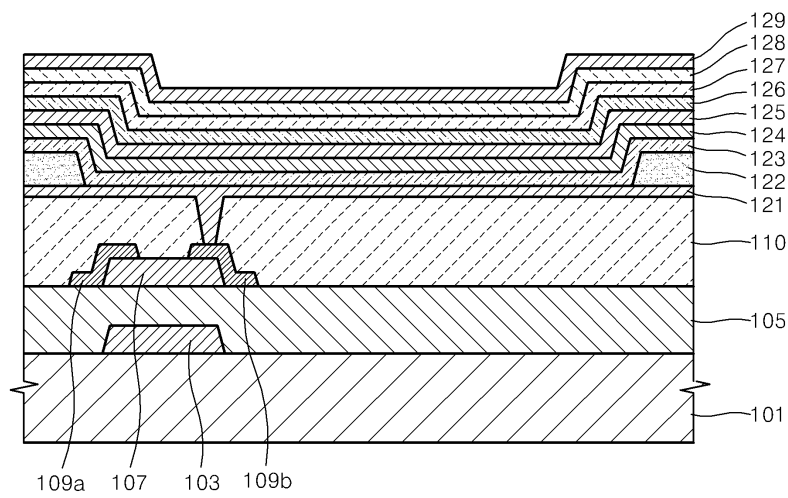
도면1



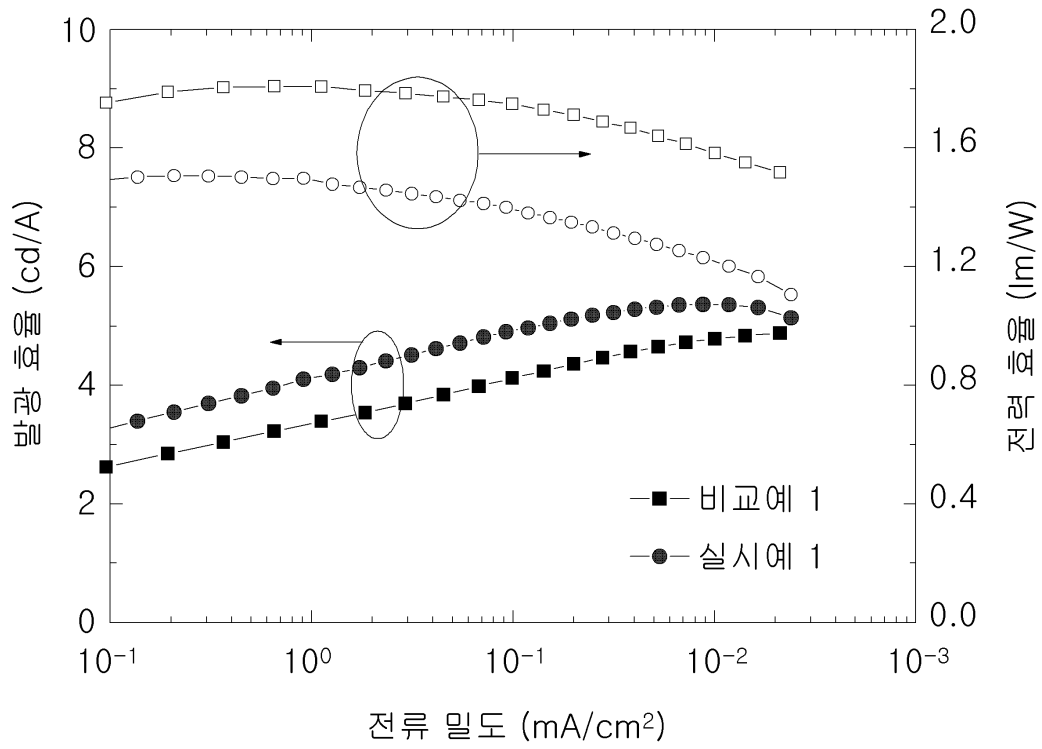
도면2



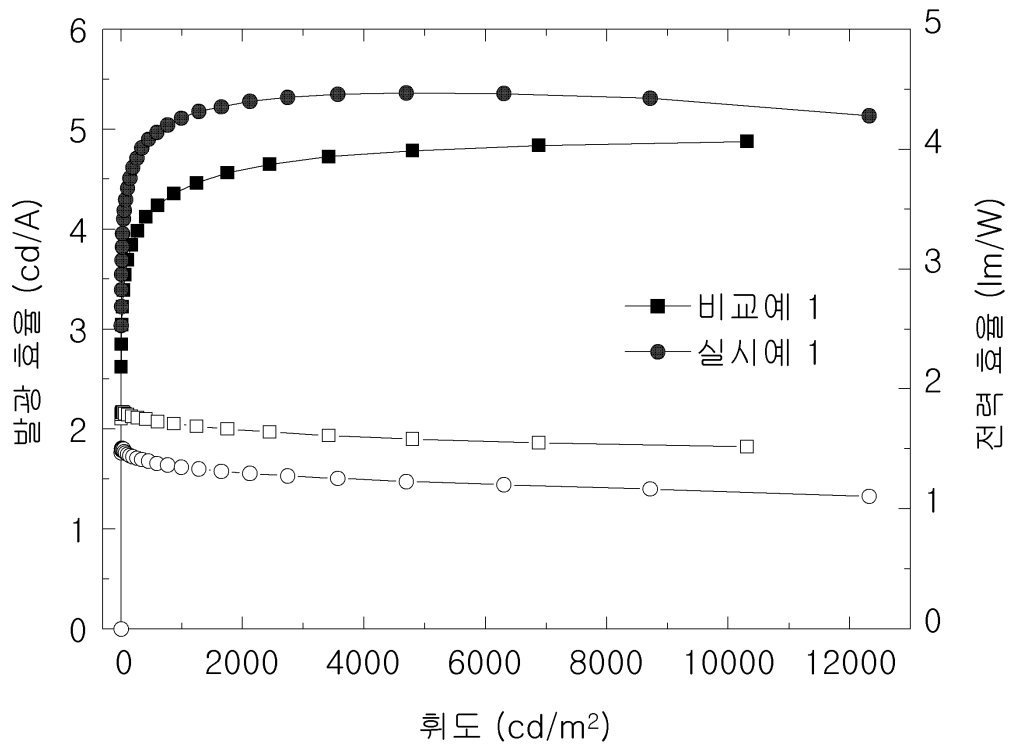
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	标题：倒置有机发光器件和包括其的平板显示器件		
公开(公告)号	KR101258610B1	公开(公告)日	2013-04-26
申请号	KR1020100140556	申请日	2010-12-31
[标]申请(专利权)人(译)	首尔大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	首尔国立大学产学合作基金会		
当前申请(专利权)人(译)	首尔国立大学产学合作基金会		
[标]发明人	KIM JANG JOO 김장주 LEE JEONG HWAN 이정환 KIM JI WHAN 김지환		
发明人	김장주 이정환 김지환		
IPC分类号	H01L51/52 H05B33/18		
CPC分类号	H01L51/5004 H01L51/5234 H01L51/5206		
其他公开文献	KR1020120078298A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

目的：提供一种倒置的有机发光二极管和包括该倒置的有机发光二极管的平板显示装置，以通过在阴极和第二电子传输层之间包括电荷产生层来提高发光效率。组成：第一空穴传输层（23）包括第一空穴传输材料和第一P-掺杂剂。第一电子传输层（24）包括第一电子传输材料和n型掺杂剂。第二电子传输层（25）形成在第一电子传输层上并包括第二电子传输材料。第三空穴传输层（28）包括第三空穴传输材料和第二P-掺杂剂。在第三空穴传输层上形成阳极（29）。第二电子传输层的LUMO（最低未占分子轨道）的绝对值与第一电子传输层的LUMO的绝对值之差为0至0.5eV.COPYRIGHT KIPO 2012

