

(52) CPC특허분류

H01L 27/3262 (2013.01)
H01L 51/0084 (2013.01)
H01L 51/0089 (2013.01)
H01L 51/5056 (2013.01)
H01L 51/5076 (2013.01)
H01L 51/5088 (2013.01)
H01L 51/5092 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 0414-20160040
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 기초연구사업/중견연구자지원사업
연구과제명 헤테로구조 반도체 나노결정을 이용한 고효율 선편광 발광다이오드
기 여 율 1/3
주관기관 서울대학교
연구기간 2016.06.01 ~ 2017.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 5264-20160100
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 BK21 플러스 사업
연구과제명 창의정보기술 인재양성사업단
기 여 율 1/3
주관기관 서울대학교
연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 0414-20170075
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원
연구사업명 산업소재핵심기술개발
연구과제명 고효율 고안정성 비카드뮴계 QLED 핵심 소재 개발을 위한 원천기술 개발
기 여 율 1/3
주관기관 서울대학교 산학협력단
연구기간 2017.07.01 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

제1 전극,
상기 제1 전극 위에 위치하는 정공 전달층,
상기 정공 전달층 위에 위치하며, 양자점을 포함하는 발광층,
상기 발광층 위에 위치하며 III족 전이 금속을 포함하는 전자 전달층, 및
상기 전자 전달층 위에 위치하는 제2 전극을 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 2

제1항에서,
상기 III족 전이 금속은 스칸듐(Sc), 이트륨(Y), 란타넘(La), 악타늄(Ac), 루테튬(Lu) 및 로렌슘(Lr) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 3

제2항에서,
상기 전자 전달층은 금속 산화물, 유기물 및 유무기 합성물 중 적어도 어느 하나를 더 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 4

제3항에서,
상기 III족 전이 금속은 상기 전자 전달층 총 중량 대비 1~10중량%를 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 5

제2항에서,
상기 정공 전달층은 정공 주입층 및 정공 수송층을 포함하고,
상기 전자 전달층은 전자 주입층 및 전자 수송층을 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 6

제2항에서,
상기 양자점은 II-VI족 화합물, III-V족 화합물, IV-VI족 화합물 및 IV족 화합물 중 적어도 어느 하나를 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 7

기판,
상기 기판 위에 위치하는 박막 트랜지스터,
상기 박막 트랜지스터와 연결되어 있는 제1 전극,
상기 제1 전극 위에 위치하는 정공 전달층,
상기 정공 전달층 위에 위치하며, 양자점을 포함하는 발광층,
상기 발광층 위에 위치하며 III족 전이 금속을 포함하는 전자 전달층, 및

상기 전자 전달층 위에 위치하는 제2 전극을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 8

제1항에서,

상기 III족 전이 금속은 스칸듐(Sc), 이트륨(Y), 란타넘(La), 악타늄(Ac), 루테튬(Lu) 및 로렌슘(Lr) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 9

제8항에서,

상기 전자 전달층은 금속 산화물, 유기물 및 유무기 합성물 중 적어도 어느 하나를 더 포함하며,

상기 III족 전이 금속은 상기 전자 전달층 총 중량 대비 1~10중량%를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 10

제8항에서,

상기 정공 전달층은 정공 주입층 및 정공 수송층을 포함하고,

상기 전자 전달층은 전자 주입층 및 전자 수송층을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로, 구체적으로 양자점을 포함하는 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 모니터 또는 텔레비전 등의 경량화 및 박형화가 요구되고 있으며, 이러한 요구에 따라 음극선관(cathode ray tube, CRT)이 액정 표시 장치(liquid crystal display, LCD)로 대체되고 있다. 그러나, 액정 표시 장치는 수발광 장치로서 별도의 백라이트(backlight)가 필요할 뿐만 아니라, 응답 속도 및 시야각 등에서 한계가 있다.

[0003] 최근 이러한 한계를 극복할 수 있는 표시 장치로서, 자발광형 표시소자로 시야각이 넓고 콘트라스트가 우수할 뿐만 아니라 응답시간이 빠르다는 장점을 가진 유기 발광 표시 장치(organic light emitting display device)가 커다란 주목을 받고 있다.

[0004] 유기 발광 표시 장치는 발광을 위한 유기 발광 소자를 포함하고, 이러한 유기 발광 소자는 하나의 전극으로부터 주입된 전자(electron)와 다른 전극으로부터 주입된 정공(hole)이 발광층에서 결합하여 여기자(exciton)를 형성하고, 여기자가 에너지를 방출하면서 발광한다.

[0005] 한편, 최근에는 유기 발광 표시 장치의 발광 소자로서 반도체 결정의 입자 크기 조절을 통해 다양한 범위의 발광 파장의 제어가 가능하면서도, 높은 색순도와 색재현성을 구현이 가능한 양자점(quantum dot)의 적용에 대해서 활발한 연구 개발이 진행되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 양자점(quantum dot)을 포함하는 유기 발광 소자의 정공과 전자가 상호 균형 있게 주입될 수 있어 안정성 및 발광 효율이 우수한 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 이러한 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 실시예에 따르면, 제1 전극, 상기 제1 전극 위에 위치하는 정공 전달층, 상기 정공 전달층 위에 위치하며, 양자점을 포함하는 발광층, 상기 발광층 위에 위치하며 III족 전이 금속을 포함하는 전자 전달층, 및 상기 전자 전달층 위에 위치하는 제2 전극을 포함하는 유기 발광 소자를 제공한다.
- [0008] 상기 III족 전이 금속은 스칸듐(Sc), 이트륨(Y), 란타넘(La), 악타늄(Ac), 루테튬(Lu) 및 로렌슘(Lr) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 전자 전달층은 금속 산화물, 유기물 및 유기금속물 중 적어도 어느 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 III족 전이 금속은 상기 전자 전달층 총 중량 대비 1~10중량%를 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 정공 전달층은 정공 주입층 및 정공 수송층을 포함하고, 상기 전자 전달층은 전자 주입층 및 전자 수송층을 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 양자점은 II-VI족 화합물, III-V족 화합물, IV-VI족 화합물 및 IV족 화합물 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0013] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 기판, 상기 기판 위에 위치하는 박막 트랜지스터, 상기 박막 트랜지스터와 연결되어 있는 제1 전극, 상기 제1 전극 위에 위치하는 정공 전달층, 상기 정공 전달층 위에 위치하며, 양자점을 포함하는 발광층, 상기 발광층 위에 위치하며 III족 전이 금속을 포함하는 전자 전달층, 및 상기 전자 전달층 위에 위치하는 제2 전극을 포함하는 유기 발광 표시 장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0014] 이상과 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 양자점(quantum dot)을 포함하는 유기 발광 소자의 정공과 전자가 상호 균형 있게 주입될 수 있어 유기 발광 소자의 안정성 및 발광 효율이 우수하다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치를 나타내는 단면도이다.
- 도 2는 도 1의 유기 발광 소자(X)의 일부를 확대한 부분 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 유기 발광 소자의 전자 이동도를 측정한 결과를 나타낸 그래프이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 유기 발광 소자의 휘도 대비 전류 효율 특성을 측정한 결과를 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 유기 발광 소자의 수명 특성을 측정한 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0017] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.
- [0018] 이제 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 대하여 도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다. 여기서, 유기 발광 표시 장치의 구조는 구동 박막 트랜지스터와 발광층에 대한 구조를 포함한다.
- [0019] 먼저 도 1 및 도 2를 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자와 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 대해서 상세하게 설명한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치를 나타내는 단면도이고, 도 2는 도 1의 유기 발광 소자(X)의 일부를 확대한 부분 단면도이다.
- [0021] 도 1 및 도 2를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 기판(123), 박막 트랜지스터

(130), 제1 전극(160), 발광 소자층(170) 및 제2 전극(180)를 포함한다.

- [0022] 발광 소자층(170)은 정공 전달층(171, 172), 발광층(173) 및 전자 전달층(174, 175)을 포함할 수 있으며, 정공 전달층(171, 172)은 정공 주입층(171) 및 정공 수송층(172)을 포함할 수 있고, 전자 전달층(174, 175)은 전자 수송층(174) 및 전자 주입층(175)을 포함할 수 있다.
- [0023] 제1 전극(160)은 애노드(anode) 전극, 제2 전극(180)은 캐소드(cathode) 전극일 수 있으나, 이와 반대로 제1 전극(160)이 캐소드 전극이고 제2 전극(180)이 애노드 전극일 수 있다.
- [0024] 이 때, 기판(123)은 유리, 석영, 세라믹, 플라스틱 등으로 이루어진 절연성 기판일 수 있다. 그러나, 본 발명의 실시예는 이에 한정되지 않고 기판(123)이 스테인리스 강 등으로 이루어진 금속성 기판일 수 있으며, 폴리카보네이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리아미드, 폴리에테르술폰, 폴리아미드 또는 이들의 조합과 같은 유기 물질, 실리콘웨이퍼 등으로 만들어질 수도 있다.
- [0025] 그리고 기판(123) 위에는 기판 버퍼층(126)이 위치한다. 기판 버퍼층(126)은 불순 원소의 침투를 방지하며, 표면을 평탄화하는 역할을 한다.
- [0026] 이 때, 기판 버퍼층(126)은 불순 원소의 침투를 방지하면서 표면을 평탄화하는 기능을 수행할 수 있는 다양한 물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 기판 버퍼층(126)은 질화 규소(SiNx)막, 산화 규소(SiOy)막, 산질화 규소(SiOxNy)막 중 어느 하나가 사용될 수 있다. 그러나, 기판 버퍼층(126)은 반드시 필요한 구성은 아니며, 기판(123)의 종류 및 공정 조건에 따라 생략될 수도 있다.
- [0027] 기판 버퍼층(126) 위에는 구동 반도체층(137)이 형성된다. 구동 반도체층(137)은 다결정 규소막으로 형성된다. 또한, 구동 반도체층(137)은 불순물이 도핑되지 않은 채널 영역(135), 채널 영역(135)의 양 옆으로 도핑되어 형성된 소스 영역(134) 및 드레인 영역(136)을 포함한다. 이때, 도핑되는 이온 물질은 붕소(B)와 같은 P형 불순물이며, 주로 B₂H₆이 사용된다. 여기서, 이러한 불순물은 박막 트랜지스터의 종류에 따라 달라질 수 있다.
- [0028] 구동 반도체층(137) 위에는 질화 규소(SiNx) 또는 산화 규소(SiOy) 따위로 형성된 게이트 절연막(127)이 형성된다. 게이트 절연막(127) 위에는 구동 게이트 전극(133)을 포함하는 게이트 배선이 형성된다. 그리고, 구동 게이트 전극(133)은 구동 반도체층(137)의 적어도 일부, 특히 채널 영역(135)와 중첩되도록 형성된다.
- [0029] 한편, 게이트 절연막(127) 상에는 구동 게이트 전극(133)을 덮는 층간 절연막(128)이 형성된다. 게이트 절연막(127)과 층간 절연막(128)에는 구동 반도체층(137)의 소스 영역(134) 및 드레인 영역(136)을 드러내는 제1 접촉 구멍(122a) 및 제2 접촉 구멍(122b)이 형성된다. 층간 절연막(128)은, 게이트 절연막(127)과 마찬가지로, 질화 규소(SiNx) 또는 산화 규소(SiOy) 등의 세라믹(ceramic) 계열의 소재를 사용하여 만들어질 수 있다.
- [0030] 그리고, 층간 절연막(128) 위에는 구동 소스 전극(131) 및 구동 드레인 전극(132)을 포함하는 데이터 배선이 형성된다. 또한, 구동 소스 전극(131) 및 구동 드레인 전극(132)은 각각 층간 절연막(128) 및 게이트 절연막(127)에 형성된 제1 접촉 구멍(122a) 및 제2 접촉 구멍(122b)을 통해 구동 반도체층(137)의 소스 영역(134) 및 드레인 영역(136)과 연결된다.
- [0031] 이와 같이, 구동 반도체층(137), 구동 게이트 전극(133), 구동 소스 전극(131) 및 구동 드레인 전극(132)을 포함하여 구동 박막 트랜지스터(130)가 형성된다. 구동 박막 트랜지스터(130)의 구성은 전술한 예에 한정되지 않고, 당해 기술 분야의 전문가가 용이하게 실시할 수 있는 공지된 구성으로 다양하게 변경 가능하다.
- [0032] 그리고, 층간 절연막(128) 상에는 데이터 배선을 덮는 평탄화막(124)이 형성된다. 평탄화막(124)은 그 위에 형성될 유기 발광 소자의 발광 효율을 높이기 위해 단차를 없애고 평탄화시키는 역할을 한다. 또한, 평탄화막(124)은 드레인 전극(132)의 일부를 노출시키는 제3 접촉 구멍(122c)을 갖는다.
- [0033] 평탄화막(124)은 아크릴계 수지(polyacrylates resin), 에폭시 수지(epoxy resin), 페놀 수지(phenolic resin), 폴리아미드계 수지(polyamides resin), 폴리아미드계 수지(polyimides rein), 불포화 폴리에스테르계 수지(unsaturated polyesters resin), 폴리페닐렌계 수지(poly phenylenethers resin), 폴리페닐렌설파이드계 수지(poly phenylenesulfides resin), 및 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene, BCB) 중 하나 이상의 물질 등으로 만들 수 있다.
- [0034] 여기에서, 본 발명에 따른 일 실시예는 전술한 구조에 한정되는 것은 아니며, 경우에 따라 평탄화막(124)과 층간 절연막(128) 중 어느 하나는 생략될 수도 있다.
- [0035] 이때, 평탄화막(124) 위에는 유기 발광 소자(LD)의 제 1 전극(160), 즉 화소 전극이 형성된다. 즉, 유기 발광

표시 장치는 복수의 화소들마다 각각 배치된 복수의 제1 전극(160)을 포함한다. 이때, 복수의 제1 전극(160)은 서로 이격 배치된다. 제1 전극(160)은 평탄화막(124)의 제3 접촉 구멍(122c)을 통해 드레인 전극(132)과 연결된다.

- [0036] 또한, 평탄화막(124) 위에는 제1 전극(160)을 드러내는 개구부를 갖는 화소 정의막(125)이 형성된다. 즉, 화소 정의막(125)은 각 화소마다 형성된 복수개의 개구부를 갖는다. 이때, 화소 정의막(125)에 의해 형성된 개구부마다 발광 소자층(170)이 형성될 수 있다. 이에 따라, 화소 정의막(125)에 의해 각각의 유기 발광층이 형성되는 화소 영역이 정의될 수 있다.
- [0037] 이때, 제1 전극(160)은 화소 정의막(125)의 개구부에 대응하도록 배치된다. 그러나, 제1 전극(160)은 반드시 화소 정의막(125)의 개구부에만 배치되는 것은 아니며, 제1 전극(160)의 일부가 화소 정의막(125)과 중첩되도록 화소 정의막(125) 아래에 배치될 수 있다.
- [0038] 화소 정의막(125)은 폴리아크릴계 수지(polyacrylates resin) 및 폴리이미드계(polyimides) 등의 수지 또는 실리카 계열의 무기물 등으로 만들 수 있다.
- [0039] 한편, 제1 전극(160) 위에는 발광 소자층(170)이 형성된다. 발광 소자층(170)의 구조에 대해서는 추후 상세하게 설명하기로 한다.
- [0040] 그리고, 발광 소자층(170) 상에는 제2 전극(180), 즉 공통 전극이 형성될 수 있다. 이와 같이, 제1 전극(160), 발광 소자층(170) 및 제2 전극(180)을 포함하는 유기 발광 소자(LD)가 형성된다.
- [0041] 이때, 제1 전극(160) 및 제2 전극(180)은 각각 투명한 도전성 물질로 형성되거나 반투과형 또는 반사형 도전성 물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, ITO(indium tin oxide), 은 나노와이어, 알루미늄(Al), 은(Ag), 금(Au) 등을 포함할 수 있다.
- [0042] 제1 전극(160) 및 제2 전극(180)을 형성하는 물질의 종류에 따라, 유기 발광 표시 장치는 전면 발광형, 배면 발광형 또는 양면 발광형이 될 수 있다.
- [0043] 한편, 제2 전극(180) 위에는 제2 전극(180)을 덮어 보호하는 덮개막(190)이 유기막으로 형성될 수 있다.
- [0044] 그리고, 덮개막(190) 위에는 박막 봉지층(121)이 형성되어 있다. 박막 봉지층(121)은 기판(123) 위에 형성되어 있는 유기 발광 소자(LD)와 구동 회로부를 외부로부터 밀봉시켜 보호한다.
- [0045] 박막 봉지층(121)은 서로 하나씩 교대로 적층되는 봉지 유기막(121a, 121c)과 봉지 무기막(121b, 121d)을 포함한다. 도 1에서는 일례로 2개의 봉지 유기막(121a, 121c)과 2개의 봉지 무기막(121b, 121d)이 하나씩 교대로 적층되어 박막 봉지층(121)을 구성하는 경우를 도시하였으나, 이에 한정되지 않고 다양하게 변경될 수 있다.
- [0046] 박막 봉지층(121) 위에는 필요에 따라 각 화소 영역에 대응되게 위치하는 컬러 필터(도시하지 않음)가 형성되어 있을 수도 있다.
- [0047] 이제부터 도 2를 참고하여, 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 소자(LD)에 대해서 상세하게 설명한다.
- [0048] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(도 1의 X 부분)는 제 1 전극(160), 정공 주입층(171), 정공 수송층(172), 발광층(173), 전자 수송층(174), 전자 주입층(175) 및 제 2 전극(180)이 순서대로 적층된 구조이다.
- [0049] 제1 전극(160)이 애노드(anode)일 경우에는 정공 주입이 용이하도록 높은 일 함수를 갖는 물질 중에서 선택된 물질을 포함할 수 있다.
- [0050] 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 전극(160)은 투명 전극으로서, 인듐 주석 산화물(ITO), 인듐 아연 산화물(IZO), 주석 산화물(SnO₂), 아연 산화물(ZnO) 또는 이들의 조합과 같은 도전성 산화물 또는 알루미늄(Al), 은(Ag), 마그네슘(Mg)과 같은 금속을 사용하여 얇은 두께로 형성될 수 있다. 또한, 제1 전극(160)은 이에 한정되지 않으며, 도전성 산화물과 금속 물질의 2층 이상의 적층 구조로 형성될 수도 있다.
- [0051] 정공 주입층(171)은 제1 전극(160) 위에 배치될 수 있다. 이때, 정공 주입층(171)은 제1 전극(160)으로부터 정공 수송층(172)으로의 정공의 주입을 개선하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0052] 정공 주입층(171)은 CBP(4,4'-Bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl), TCTA(Tris(4-carbazoyl-9-ylphenyl)amine), PVK(Poly(9-vinylcarbazole)), TFB(poly(9,9-dioctylfluorene-co-N-(4-butylphenyl)diphenylamine)), CuPc(copper phthalocyanine), PEDOT(poly(3,4)-ethylenedioxythiophene), PANI(polyaniline) 또는 NPD(N,N-

dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine) 등의 재료로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0053] 정공 주입층(171)의 두께는 10~30nm일 수 있다.
- [0054] 정공 수송층(172)은 정공 주입층(171) 상에 배치될 수 있다. 정공 수송층(172)은 정공 주입층(171)으로부터 전달되는 정공을 원활하게 수송하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0055] 정공 수송층(172)은 HAT-CN(hexaazatriphenylene-hexacarbonitrile), 산화 몰리브덴(MoO₃), 산화 텅스텐(WO₃), 오산화 바나듐(V₂O₅), NPD(N,N-dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine), TPD(N,N'-bis-(3-methylphenyl)-N,N'-bis-(phenyl)-benzidine), s-TAD, MTDATA(4,4',4''-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenyl-amino)-triphenylamine), TCTA(4-(9H-carbazol-9-yl)-N,N-bis[4-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]-benzenamine), CBP(4,4'-N,N'-dicarbazole-biphenyl) 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0056] 정공 수송층(172)의 두께는 20~60nm일 수 있다.
- [0057] 본 실시예에서 정공 주입층(171)과 정공 수송층(172)이 적층된 구조를 형성되는 것으로 설명하였으나, 이에 한정되지 않고 정공 주입층(171) 및 정공 수송층(172)은 단일층으로 형성될 수도 있다.
- [0058] 정공 수송층(172) 위에는 발광층(173)이 형성된다. 발광층(173)은 특정 색을 표시하는 발광 물질을 포함한다. 예를 들어, 발광층(173)은 청색, 녹색 또는 적색과 같은 기본색 또는 이들을 조합하는 색을 표시할 수 있다.
- [0059] 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 소자(LD)의 발광층(173)에 포함되는 발광 물질은 양자점(quantum dot)을 포함할 수 있다.
- [0060] 본 발명의 실시예에 따른 발광층(173)에 포함되는 양자점은 II-VI족 화합물, III-V족 화합물, IV-VI족 화합물, IV족 화합물 및 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0061] II-VI족 화합물은 CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, ZnO, HgS, HgSe, HgTe, MgSe, MgS 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; CdSeS, CdSeTe, CdSTe, ZnSeS, ZnSeTe, ZnSTe, HgSeS, HgSeTe, HgSTe, CdZnS, CdZnSe, CdZnTe, CdHgS, CdHgSe, CdHgTe, HgZnS, HgZnSe, HgZnTe, MgZnSe, MgZnS 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 HgZnTeS, CdZnSeS, CdZnSeTe, CdZnSTe, CdHgSeS, CdHgSeTe, CdHgSTe, HgZnSeS, HgZnSeTe, HgZnSTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.
- [0062] III-V족 화합물은 GaN, GaP, GaAs, GaSb, AlN, AlP, AlAs, AlSb, InN, InP, InAs, InSb 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; GaNP, GaNAs, GaNSb, GaPAs, GaPSb, AlNP, AlNAs, AlNSb, AlPAs, AlPSb, InNP, InNAs, InNSb, InPAs, InPSb, GaAlNP 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 GaAlNAs, GaAlNSb, GaAlPAs, GaAlPSb, GaInNP, GaInNAs, GaInNSb, GaInPAs, GaInPSb, InAlNP, InAlNAs, InAlNSb, InAlPAs, InAlPSb 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.
- [0063] III-V족 화합물은 GaN, GaP, GaAs, GaSb, AlN, AlP, AlAs, AlSb, InN, InP, InAs, InSb 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; GaNP, GaNAs, GaNSb, GaPAs, GaPSb, AlNP, AlNAs, AlNSb, AlPAs, AlPSb, InNP, InNAs, InNSb, InPAs, InPSb, GaAlNP 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 GaAlNAs, GaAlNSb, GaAlPAs, GaAlPSb, GaInNP, GaInNAs, GaInNSb, GaInPAs, GaInPSb, InAlNP, InAlNAs, InAlNSb, InAlPAs, InAlPSb 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.
- [0064] IV-VI족 화합물은 SnS, SnSe, SnTe, PbS, PbSe, PbTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; SnSeS, SnSeTe, SnSTe, PbSeS, PbSeTe, PbSTe, SnPbS, SnPbSe, SnPbTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 SnPbSSe, SnPbSeTe, SnPbSTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.
- [0065] IV족 원소로는 Si, Ge 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있고, IV족 화합물로는 SiC, SiGe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물일 수 있다.
- [0066] 코어/셸 양자점 중 코어의 평균 입경은 2nm 내지 5nm일 수 있다. 한편, 셸의 평균 두께는 3nm 내지 5nm일 수 있다. 또한, 양자점의 평균 입경은 5nm 내지 10nm일 수 있다. 코어, 셸 및 양자점이 상술한 바와 같은 평균 입경

또는 평균 두께 범위를 만족할 경우, 양자점으로서의 특징적인 거동을 할 수 있음은 물론, 우수한 분산성을 가질 수 있다. 상술한 바와 같은 범위 내에서 코어의 입경, 셸의 평균 두께, 양자점의 평균 입경을 다양하게 선택함으로써, 양자점의 발광 컬러 및/또는 양자점의 반도체성 특성 등을 다양하게 변화시킬 수 있다.

- [0067] 양자점의 형태는 당 분야에서 일반적으로 사용하는 형태의 것으로 특별히 한정하지 않지만, 보다 구체적으로 구형, 피라미드형, 다중 가지형(multi-arm), 또는 입방체(cubic)의 나노 입자, 나노 튜브, 나노와이어, 나노 섬유, 나노 판상 입자 등의 형태의 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0068] 또한, 양자점은 셸의 표면에 형성되어 화학적으로 결합되어 있는 리간드를 더 포함할 수 있다. 리간드는 유기 작용기를 포함할 수 있으며, 유기 작용기는 예를 들어, 올레산염 및 트리옥틸포스핀 등을 포함할 수 있다.
- [0069] 이 때, 발광층(173)의 두께는 15~35nm일 수 있다.
- [0070] 한편, 발광층(173) 위에 전자 수송층(174) 및 전자 주입층(175)이 배치될 수 있다.
- [0071] 이때, 전자 수송층(174)은 제2 전극(180)으로부터 발광층(173)으로 전자를 전달할 수 있다. 또한, 전자 수송층(174)은 제1 전극(160)으로부터 주입된 정공이 발광층(173)을 통과하여 제2 전극(180)으로 이동하는 것을 방지할 수 있다. 즉, 전자 수송층(174)은 정공 저지층의 역할을 하여, 발광층(173)에서 정공과 전자의 결합을 돕는다.
- [0072] 또한, 전자 주입층(175)은 제2 전극(180)으로부터 전자 수송층(174)으로의 전자의 주입을 개선하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0073] 본 발명의 실시예에 따른 전자 수송층(174) 및 전자 주입층(175)은 적층된 구조를 형성되는 것으로 설명하였으나, 단일층으로 형성될 수도 있다.
- [0074] 전자 수송층(174) 및 전자 주입층(175)은 금속 산화물, 유기물이나 유무기 합성물을 포함할 수 있으며, 예를 들어 In_2S_3 , Cu_2S , Ag_2S , ZnSe , ZnS , ZnO , ZnTe , ZnSe , TiO_2 , SnO_2 및 ZnS 중 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0075] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 소자(LD)의 전자 수송층(174) 및 전자 주입층(175) 중 적어도 어느 한 층에는 III족 전이 금속을 더 포함할 수 있다.
- [0076] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 소자(LD)의 전자 수송층(174) 및 전자 주입층(175) 중 적어도 어느 한 층에는 스칸듐(Sc), 이트륨(Y), 란타넘(La), 악타늄(Ac), 루테튬(Lu) 및 로렌슘(Lr) 중 적어도 어느 하나를 포함한다.
- [0077] 이 때, III족 전이 금속은 전자 수송층(174) 및/또는 전자 주입층(175)의 총 중량 대비 1~10중량% 포함할 수 있다.
- [0078] 전자 수송층(174) 및 전자 주입층(175)의 총 두께는 30~60nm일 수 있다.
- [0079] 전자 주입층(175) 위에는 제2 전극(180)이 형성된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 제1 전극(160)이 애노드(anode)인 경우로서, 제2 전극(180)은 캐소드(cathode)일 수 있다. 제2 전극(180) 역시 투명 전극으로서, 인듐 주석 산화물(ITO), 인듐 아연 산화물(IZO), 주석 산화물(SnO_2), 아연 산화물(ZnO) 또는 이들의 조합과 같은 도전성 산화물 또는 알루미늄(Al), 은(Ag), 마그네슘(Mg)과 같은 금속을 사용하여 얇은 두께로 형성될 수 있다. 또한, 제1 전극(160)은 이에 한정되지 않으며, 도전성 산화물과 금속 물질의 2층 이상의 적층 구조로 형성될 수도 있다.
- [0080] 이하, 실시예와 비교예를 통하여 본 발명의 구성 및 그에 따른 효과를 보다 상세히 설명하고자 한다. 그러나, 본 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것이며, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0081] 실시예
- [0082] 0.7mm의 유리 기판 위에 제1 전극으로서 저항이 $10\sim15\Omega/\square$ 이고, 두께 150nm의 ITO를 형성하였다.
- [0083] 초산 아연(Zinc acetate)와 질산 이트륨 6수화물(yttrium nitrate hexahydrate)를 에탄올에 넣고 균질하게 혼합한 용액을 제1 전극 위에 3500rpm, 40초로 스핀 코팅 후 450℃의 공기 중에서 2시간동안 열처리를하여 45nm의 두께의 이트륨이 도핑된 산화 아연 박막으로 형성된 전자 수송층 및 전자 주입층을 형성하였다.

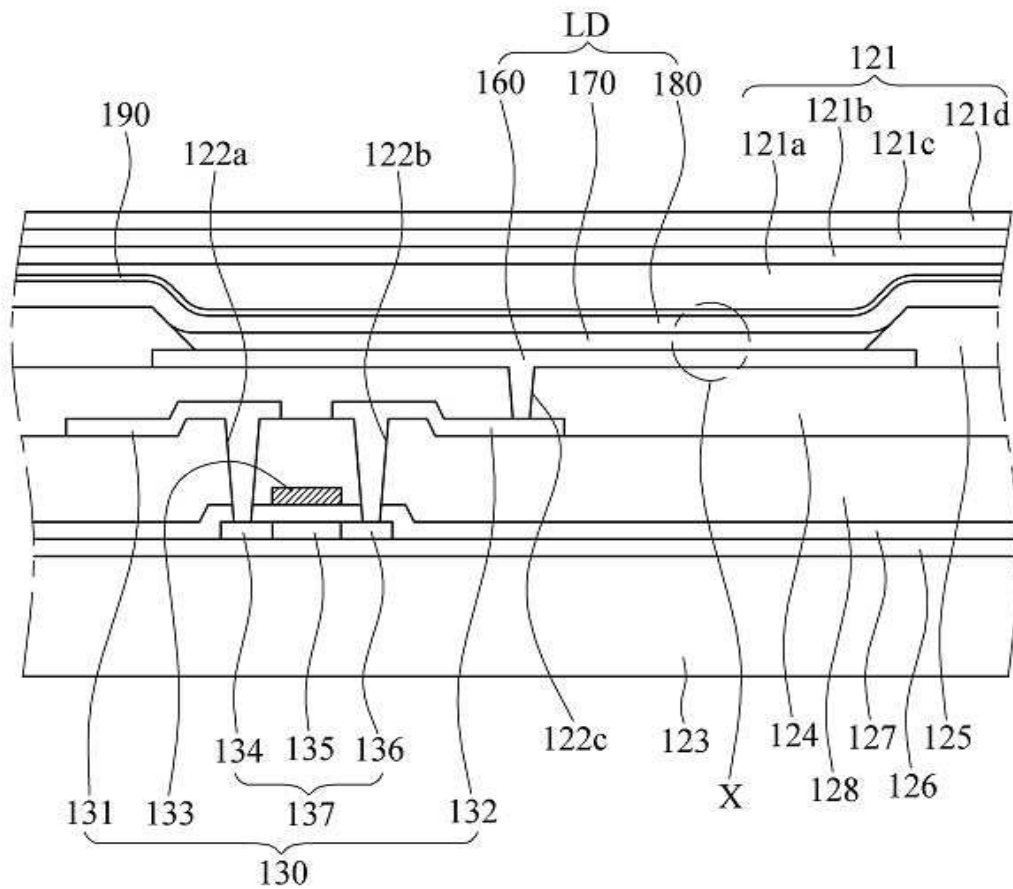
- [0084] 전자 수송층 및 전자 주입층 위에 코어로 CdSe, 셸로서 CdS와 ZnS의 혼합물로 구성된 형태의 양자점을 4000rpm, 30초로 스핀 코팅 후, 100℃에서 10분동안 건조시켜 25nm의 두께의 발광층을 형성하였다.
- [0085] 그 후, CBP를 진공 증착법을 통해 발광층 위에 증착하여 60nm 두께의 정공 수송층을 형성하고, 산화 몰리브덴 (MoO₃)을 진공 증착법을 통해 정공 수송층 위에 증착하여 10nm의 정공 주입층을 형성하였다.
- [0086] 다음으로, 정공 주입층 위에 알루미늄을 진공 증착하여 120nm 두께의 제2 전극을 형성하여 유기 발광 소자를 제조하였다.
- [0087] 비교예
- [0088] 전자 수송층 및 전자 주입층의 산화 아연 박막에 이트륨 도핑을 생략한 것을 제외하고는 실시예와 동일한 방법으로 유기 발광 소자를 제조하였다.
- [0089] 실험예 1: 전자 이동도 측정
- [0090] 실시예 및 비교예에 따른 유기 발광 소자의 전자 이동도를 측정하기 위해 Keithley 237 source meter를 이용하여 전력을 가해주면서 전기적 특성을 측정하였으며, 그 결과를 도 3에 나타내었다.
- [0091] 도 3은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 유기 발광 소자의 전자 이동도를 측정한 결과를 나타낸 그래프이다.
- [0092] 도 3에 나타난 바와 같이 실시예에 따른 유기 발광 소자의 전자 이동도는 $2.76 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{V.s}$ 로 비교예에 따른 유기 발광 소자의 전자 이동도 $0.0185 \text{ cm}^2/\text{V.s}$ 에 비해 감소한 것을 확인할 수 있었다.
- [0093] 실험예 2: 휘도 대비 전류 효율 측정
- [0094] 실시예 및 비교예에 따른 유기 발광 소자의 휘도 대비 전류 효율을 측정하기 위해 Keithley 237 source meter(Keithley사)를 이용하여 전력을 가해주면서 Keithley 2000 multimeter, silicon photodiode 및 Photomultiplier tube를 이용해 광량을 측정하고, Minolta CS-2000A spectrometer를 이용해 전기적 발광 스펙트럼을 측정하였으며, 그 결과를 도 4에 나타내었다.
- [0095] 도 4는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 유기 발광 소자의 휘도 대비 전류 효율 특성을 측정한 결과를 나타낸 그래프이다.
- [0096] 도 4에 나타난 바와 같이, 실시예에 따른 유기 발광 소자의 경우 비교예에 따른 유기 발광 소자에 비해 전류 효율이 최고 30% 이상 증가한 것을 확인할 수 있었다.
- [0097] 실험예 3: 수명 특성 측정
- [0098] 실시예 및 비교예에 따른 유기 발광 소자의 수명 특성을 측정하기 위해 McScience MC620S를 이용하여 최초 휘도 대비 40% 수준의 휘도로 떨어질 때까지의 시간을 측정하였다.
- [0099] 이 때, 실시예 및 비교예에 따른 유기 발광 소자의 초기 휘도 값이 1000 cd/m^2 이 되도록 전류를 인가하여 측정을 진행하였으며, 그 결과를 도 5에 나타내었다.
- [0100] 도 5는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 유기 발광 소자의 수명 특성을 측정한 결과를 나타낸 그래프이다.
- [0101] 도 5에 나타난 바와 같이, 실시예에 따른 유기 발광 소자의 경우 비교예에 따른 유기 발광 소자 대비 수명이 8배 이상 증가한 것을 확인할 수 있었다.
- [0102] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 소자의 경우 전자 수송층 및 전자 주입층의 전자 이동도가 감소하여 과도한 전자 주입을 방지함으로써, 유기 발광 소자 내의 전자와 정공 간의 균형을 조절하고, 소자의 효율 및 수명이 개선되는 것을 확인할 수 있다.
- [0103] 이상과 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 양자점(quantum dot)을 포함하는 유기 발광 소자의 정공과 전자가 상호 균형 있게 주입될 수 있어 유기 발광 소자의 안정성 및 발광 효율이 우수하다.
- [0104] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

- [0105] 123: 기판 130: 박막 트랜지스터
160: 제 1 전극 180: 제 2 전극
171: 정공 주입층 172: 정공 수송층
173: 발광층 174: 전자 수송층
175: 전자 주입층

도면

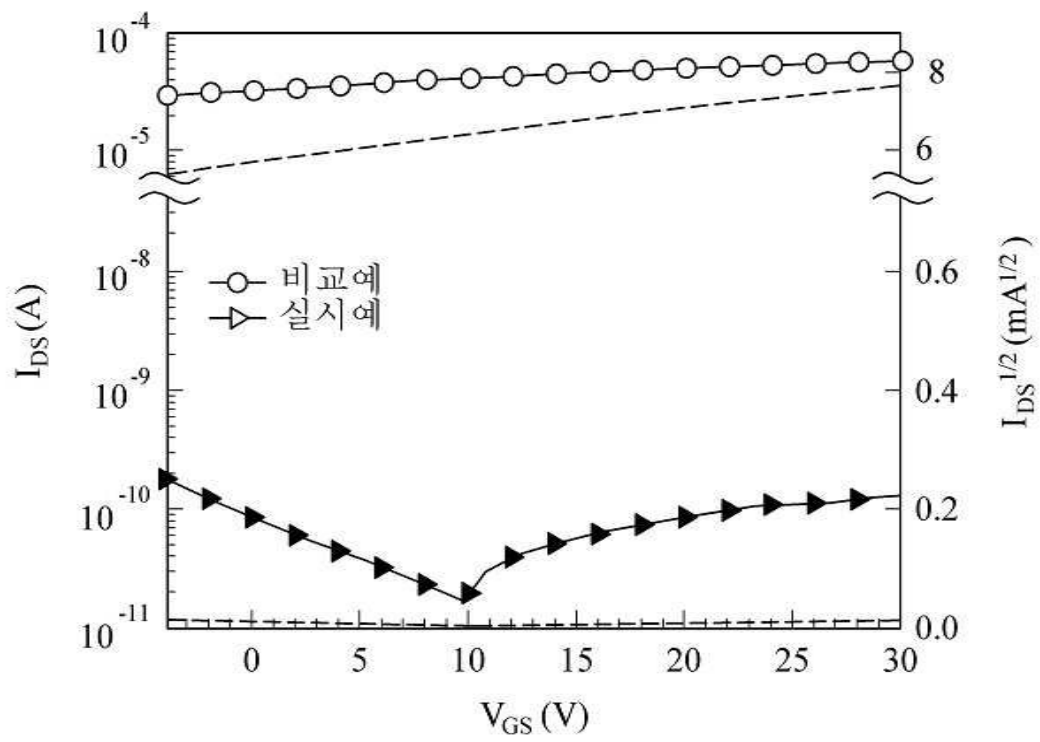
도면1



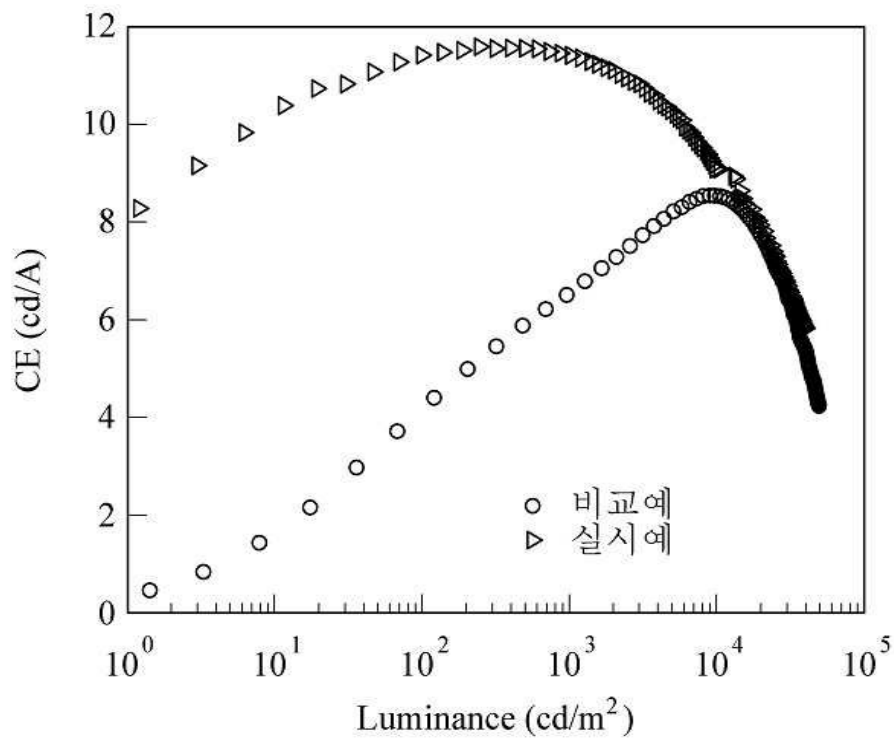
도면2



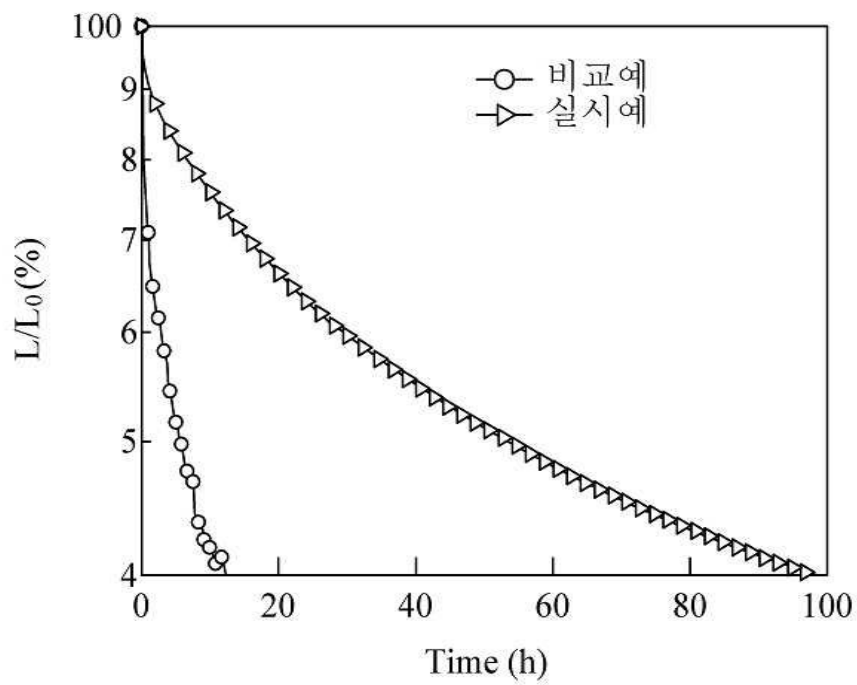
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	有机发光器件和包括其的有机发光显示器		
公开(公告)号	KR1020180071844A	公开(公告)日	2018-06-28
申请号	KR1020160174916	申请日	2016-12-20
[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	LEE CHANG HEE 이창희 LEE YEON KYUNG 이연경		
发明人	이창희 이연경		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32 H01L51/00		
CPC分类号	H01L51/502 H01L51/5076 H01L51/5092 H01L27/3262 H01L27/3248 H01L51/5088 H01L51/5056 H01L51/0084 H01L51/0089 H01L27/3276 H01L51/5072 H01L51/5203		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的一个实施方案，提供一种发光器件，包括第一电极，设置在第一电极上的空穴传输层，位于空穴传输层上并包括量子点的发光层，电子传输层和设置在电子传输层上的第二电极。

