



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0112552
(43) 공개일자 2007년11월27일

(51) Int. Cl.

H05B 33/22 (2006.01) H05B 33/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0045587

(22) 출원일자 2006년05월22일

심사청구일자 2006년05월22일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 수원 캠퍼스내

(72) 발명자

장 진

서울 서초구 잠원동 65-32 신반포7차아파트 302-908

이용균

서울 동대문구 회기동 1 경희대학교 정보디스플레이학과

박태진

서울 동대문구 회기동 1 경희대학교 정보디스플레이학과

(74) 대리인

김인한, 김희곤

전체 청구항 수 : 총 19 항

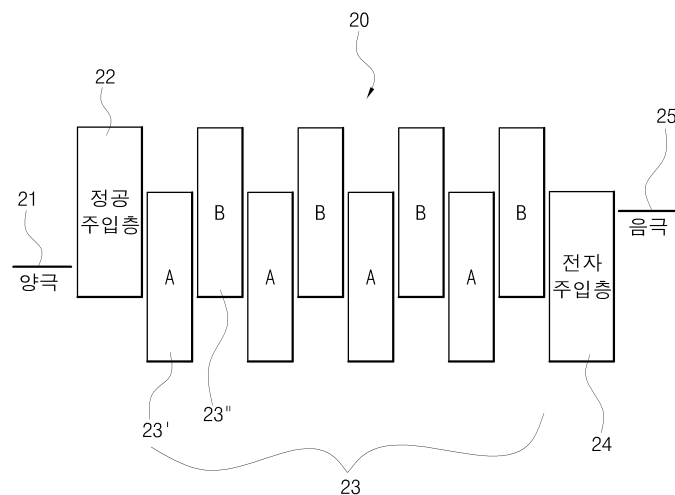
(54) 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 유기발광다이오드에 관한 것으로, 특히 정공주입층(또는 정공수송층)과 전자 주입층(또는 전자수송층) 사이에 유기반도체 초격자층이 형성되어 기존의 발광다이오드를 구성하는 발광층 기능뿐만 아니라, 전압에 대한 전류 특성이 변화하는 새로운 기능을 수행할 수 있는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드에 관한 것이다.

본 발명의 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드를 이루는 구성수단은, 기판 위에 형성된 양극층 상에 증착 또는 코팅에 의하여 형성되는 정공주입층과, 상기 정공주입층 상에 형성되는 소정 두께의 유기반도체 초격자층과, 상기 유기반도체 초격자층 상에 형성되는 전자주입층과, 상기 전자주입층 상에 형성되는 음극층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드에 있어서,
 기관 위에 형성된 양극층 상에 증착 또는 코팅에 의하여 형성되는 정공주입층과;
 상기 정공주입층 상에 형성되는 소정 두께의 유기반도체 초격자층과;
 상기 유기반도체 초격자층 상에 형성되는 전자주입층과;
 상기 전자주입층 상에 형성되는 음극층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 2

초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드에 있어서,
 기관 위에 형성된 음극층 상에 증착 또는 코팅에 의하여 형성되는 전자주입층과;
 상기 전자 주입층 상에 형성되는 소정 두께의 유기반도체 초격자층과;
 상기 유기반도체 초격자층 상에 형성되는 정공주입층과;
 상기 정공주입층 상에 형성되는 양극층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,
 상기 유기반도체 초격자층의 밴드갭은 2eV ~ 4eV 사이의 범위인 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,
 상기 유기반도체 초격자층은 이중인 두개의 유기물질층이 적층되어 형성되는 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 5

청구항 4에 있어서,
 상기 유기반도체 초격자층을 이루는 두개의 유기물질층 각각의 두께는 서로 다른 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 6

청구항 4에 있어서,
 상기 유기반도체 초격자층에 사용되는 초격자 각각의 두께가 서로 다른 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 7

청구항 4에 있어서,
 상기 이중인 두개의 유기물질층은 서로 교번적으로 반복 적층되어 형성되는 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 8

청구항 4에 있어서,

상기 유기반도체 초격자층을 이루는 유기물질층의 수는 4층 ~ 30층 사이인 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 각각의 유기물질층의 두께는 동일한 두께를 가지되, 1nm ~ 20nm 사이의 범위인 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 10

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기의 유기반도체 초격자층은 발광 효율을 증가시키기 위해 인광 물질을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 11

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기의 유기반도체 초격자층은 발광 효율을 증가시키기 위해 상기의 초격자 층과 전자 주입층 사이에 정공 방지층 (hole blocking layer)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 12

초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드에 있어서,

기관 위에 형성된 양극층 상에 증착 또는 코팅에 의하여 형성되는 정공주입층과;

상기 정공주입층 상에 유기물질층인 정공수송층과 전자수송층이 교번적으로 반복 적층되어 형성되는 유기반도체 초격자층과;

상기 유기반도체 초격자층 상에 형성되는 전자 주입층과;

상기 전자주입층 상에 형성되는 음극층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 정공수송층은 m-MTDATA(1,3,5-tris-(3-methylphenylphenyl- amino)triphenylamin)인 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 14

청구항 12에 있어서,

상기 전자수송층은 Bphen(4,7 diphenyl-1,10-phenanthroline)인 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 15

청구항 13 또는 청구항 14에 있어서,

상기 유기반도체 초격자층을 이루는 정공수송층과 전자수송층의 총 수는 4층 ~ 32층 사이인 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 정공수송층과 전자수송층의 각 두께는 동일한 두께를 가지되, 1nm ~ 17nm 사이의 범위인 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드.

청구항 17

초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드의 제조방법에 있어서,
유리 기판 위에 형성된 양극층 상에 정공주입층을 증착 또는 코팅에 의하여 형성하는 단계,
상기 정공주입층 상에 소정 두께의 유기반도체 초격자층을 형성하는 단계,
상기 유기반도체 초격자층 상에 전자주입층을 형성하는 단계,
상기 전자주입층 상에 음극층을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드의 제조방법.

청구항 18

초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드의 제조방법에 있어서,
유리 기판 위에 형성된 음극층 상에 전자주입층을 증착 또는 코팅에 의하여 형성하는 단계,
상기 전자주입층 상에 소정 두께의 유기반도체 초격자층을 형성하는 단계,
상기 유기반도체 초격자층 상에 정공주입층을 형성하는 단계,
상기 정공주입층 상에 양극층을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드의 제조방법.

청구항 19

청구항 17 또는 청구항 18에 있어서,
상기 유기반도체 초격자층은 2eV ~ 4eV의 밴드갭을 가지고, 이중인 두개의 유기물질층이 교번적으로 반복 적층되어 형성되는 것을 특징으로 하는 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <6> 본 발명은 유기발광다이오드에 관한 것으로, 특히 정공주입층(또는 정공수송층)과 전자 주입층(또는 전자수송층) 사이에 유기반도체 초격자층이 형성되어 기존의 발광다이오드를 구성하는 발광층 기능뿐만 아니라, 전압에 대한 전류 특성이 변화하는 새로운 기능을 수행할 수 있는 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드에 관한 것이다.
- <7> 유기 전기발광은 유기물질에서 전기적으로 일어나는 발광현상으로 1960년대에 처음 관찰되었다[US Patent 3172862 (1965), J. Chem. Phys. 38 2042 (1963)]. 1987년 이스트만 코닥의 C.W. Tang은 이중층 유기 발광다이오드를 발표하였고 이것은 저전압에서 고휘도의 발광을 보였다 [Appl. Phys. Lett. 51, 913 (1987)]. 현재 유기 발광다이오드는 색상, 발광효율 및 소자 안정성에서 주목할 만한 진보를 이루어 왔다. 이러한 발전은 차세대 평판디스플레이로 주목을 받을 수 있는 충분한 동기를 제공하였다.
- <8> 소자 구조에 있어서 양자우물과 같은 다층구조를 기반으로 하는 몇가지 소자구조가 발표되었다. 유기물 다층 양자우물(Organic multiple quantum-wells, MQW) 구조는 유기 발광다이오드의 효율을 향상시키는데 효율적이었다 [Phys. Lett. 21 534, (2004)]. Duan에 의하면 이중 양자우물 구조를 사용한 백색 유기 발광다이오드에서 높은 효율을 얻었다. 또한, 그들은 MQW 구조가 다른 구동전압에서 백색 유기 발광다이오드의 색안정성을 향상시키는 것도 알 수 있었다.
- <9> 한편, 공명 터널링 다이오드(resonant tunneling diode, RTD)는 높은 이득을 가진 대역너비 반도체 소자이다.

이것은 700 GHz 이상의 진동 주파수를 가진 극초단파 진동자[Appl. Phys. Lett. 58, 2291 (1991)], 100 GHz까지 작동하는 트리거 회로[IEEE Electron Device Lett. EDL-12, 480 (1991)] 및 고속 로직(logic)과 스위칭 회로[IEEE J. Solid-State Circuits 28, 697 (1993), IEEE Electron Device Lett. EDL-17, 69 (1996), 8-10]를 만들 때 사용된다.

- <10> 유기 발광 다이오드를 이용한 표시장치는 발광성 유기화합물을 전기적으로 여기시켜 발광시키는 자발광형 표시 장치로 낮은 전압에서 구동이 가능하고, 박형 등의 장점을 갖는다. 또한, 광시야각, 빠른 응답속도 등 LCD에서 문제로 지적되는 결점을 해결할 수 있는 차세대 표시장치 후보로서 주목받고 있다. 유기 발광 다이오드를 이용한 표시장치는 다른 표시장치에 비해 TFT-LCD와 동등하거나 그 이상의 화질을 가질 수 있다는 점과 제조공정이 단순하여 향후 가격 경쟁에서 유리하다는 점으로 차세대 평판 표시장치로 주목받고 있다.
- <11> 상기 유기 발광 다이오드를 이용한 표시장치의 작동 원리를 살펴보면, 전원이 공급되어 전자가 이동하면서 전류가 흐르게 되는데 음극에서는 전자(-)가 전자수송층의 도움으로 발광층으로 이동하고, 상대적으로 양극에서는 Hole(+개념, 전자가 빠져나간 상태)이 Hole 수송층의 도움으로 발광층으로 이동하게 된다. 그러면, 유기물질인 발광층에서 만나는 전자와 홀은 높은 에너지를 갖는 여기자(Exciton)를 생성하게 되는데 이때, 여기자가 낮은 에너지로 떨어지면서 빛을 발생하게 된다.
- <12> 발광층을 구성하고 있는 유기물질이 어떤 것이냐에 따라 빛의 색깔을 달라지게 되며, R,G,B을 내는 각각의 유기 물질을 이용하여 Full Color를 구현할 수 있다. 즉, 단순히 pixel을 열고 닫는 기능을 하는 LCD와는 달리 직접 발광하는 유기물을 이용한다.
- <13> 그런데, 현재까지 소개된 유기발광다이오드는 유기물질로 이루어진 초격자(superlattice) 구조를 포함하고 있지 않다. 따라서, 기존의 발광다이오드를 구성하는 발광층 기능뿐만 아니라, 전압에 대한 전류 특성이 변화하는 새로운 기능을 수행할 수 있는 동작특성을 갖는 유기물질로 이루어진 초격자 구조를 포함하는 유기발광다이오드에 대하여 소개할 필요가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <14> 본 발명은 상기와 같은 종래의 유기발광다이오드를 구성하는 발광층 기능뿐만 아니라, 전압에 대한 전류 특성이 변화하는 새로운 기능을 수행할 수 있는 소자를 제안하는 것으로, 정공주입층(또는 정공수송층)과 전자주입층(또는 전자수송층) 사이에 유기물질로 이루어진 초격자 구조를 형성하여 보통의 발광층 기능뿐만 아니라, 전압에 대한 전류 특성이 변화하는 새로운 기능을 수행할 수 있는 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <15> 상기와 같은 기존의 발광다이오드를 구성하는 발광층 기능뿐만 아니라, 전압에 대한 전류 특성이 변화하는 새로운 기능을 수행하기 위하여 제안된 본 발명인 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드를 이루는 구성수단은, 기판 위에 형성된 양극층 상에 증착 또는 코팅에 의하여 형성되는 정공주입층과, 상기 정공주입층 상에 형성되는 소정 두께의 유기반도체 초격자층과, 상기 유기반도체 초격자층 상에 형성되는 전자주입층과, 상기 전자주입층 상에 형성되는 음극층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <16> 또한, 기판 위에 형성된 음극층 상에 증착 또는 코팅에 의하여 형성되는 전자주입층과, 상기 전자 주입층 상에 형성되는 소정 두께의 유기반도체 초격자층과, 상기 유기반도체 초격자층 상에 형성되는 정공주입층과, 상기 정공주입층 상에 형성되는 양극층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <17> 또한, 상기 유기반도체 초격자층의 밴드갭은 2eV ~ 4eV 사이의 범위인 것을 특징으로 한다. 즉, 기존의 발광층 기능을 수행하기 위하여 밴드갭이 큰 유기반도체 초격자층을 사용하는 것이 바람직하다.
- <18> 또한, 상기 유기반도체 초격자층을 이루는 두께의 유기물질층 각각의 두께는 서로 다른 것을 특징으로 하고, 상기 유기반도체 초격자층에 사용되는 초격자 각각의 두께가 서로 다른 것이 바람직하다.
- <19> 또한, 상기 유기반도체 초격자층은 이중인 두께의 유기물질층이 적층되어 형성되는 것을 특징으로 하고, 상기 이중인 두께의 유기물질층은 서로 교번적으로 반복 적층되어 형성되는 것이 바람직하다.
- <20> 또한, 상기 유기반도체 초격자층을 이루는 유기물질층의 수는 4층 ~ 30층 사이인 것을 특징으로 하고, 상기 각각의 유기물질층의 두께는 동일한 두께를 가지되, 1nm ~ 20nm 사이의 범위인 것이 바람직하다.

- <21> 또한, 상기의 유기반도체 초격자층은 발광 효율을 증가시키기 위해 인광 물질을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <22> 또한, 상기의 유기반도체 초격자층은 발광 효율을 증가시키기 위해 상기의 초격자 층과 전자 주입층 사이에 정공 방지층 (hole blocking layer)을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <23> 한편, 또 다른 본 발명인 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드를 이루는 구성수단은, 기판 위에 형성된 양극층 상에 증착 또는 코팅에 의하여 형성되는 정공주입층과, 상기 정공주입층 상에 유기물질층인 정공수송층과 전자수송층이 교번적으로 반복 적층되어 형성되는 유기반도체 초격자층과, 상기 유기반도체 초격자층 상에 형성되는 전자 주입층과, 상기 전자주입층 상에 형성되는 음극층을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <24> 또한, 상기 정공수송층은 m-MTDATA(1,3,5-tris-(3-methylphenylphenyl)- amino)triphenylamin)인 것을 특징으로 한다.
- <25> 또한, 상기 전자수송층은 Bphen(4,7 diphenyl-1,10-phenanthroline)인 것을 특징으로 한다.
- <26> 또한, 상기 유기반도체 초격자층을 이루는 정공수송층과 전자수송층의 층 수는 4층 ~ 32층 사이인 것을 특징으로 하고, 상기 정공수송층과 전자수송층의 각 두께는 동일한 두께를 가지되, 1nm ~ 17nm 사이의 범위인 것이 바람직하다.
- <27> 한편 또 다른 본 발명인 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드의 제조방법을 이루는 구성수단은, 유리 기판 위에 형성된 양극층 상에 정공주입층을 증착 또는 코팅에 의하여 형성하는 단계, 상기 정공주입층 상에 소정 두께의 유기반도체 초격자층을 형성하는 단계, 상기 유기반도체 초격자층 상에 전자주입층을 형성하는 단계, 상기 전자주입층 상에 음극층을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <28> 그리고, 또 다른 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드의 제조방법을 이루는 구성수단은, 유리 기판 위에 형성된 음극층 상에 전자주입층을 증착 또는 코팅에 의하여 형성하는 단계, 상기 전자주입층 상에 소정 두께의 유기반도체 초격자층을 형성하는 단계, 상기 유기반도체 초격자층 상에 정공주입층을 형성하는 단계, 상기 정공주입층 상에 양극층을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <29> 또한, 상기 유기반도체 초격자층은 2eV ~ 4eV의 밴드갭을 가지고, 이중인 두께의 유기물질층이 교번적으로 반복 적층되어 형성되는 것을 특징으로 한다.
- <30> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 상기와 같은 구성수단으로 이루어져 있는 본 발명인 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드에 관한 작용 및 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.
- <31> 도 1은 일반적인 유기발광다이오드의 구성을 보여준다. 본 발명이 특징적이고 차별성이 있는 구조임을 명확히 하기 위해, 우선적으로 상기 도 1을 참조하여 일반적인 유기발광다이오드의 구조를 간략하게 설명한다.
- <32> 도 1에 도시된 바와 같이, 일반적인 유기발광다이오드(10)는 기판(1) 상에 양극층(2)이 형성되고, 상기 양극층(2) 상에는 양극층으로부터 들어오는 정공을 주입시키는 정공주입층(3)과 주입된 정공을 발광층으로 수송시키는 정공수송층(4)이 형성되고, 상기 정공수송층(4) 상에는 저분자발광층(5)이 형성되고, 상기 저분자발광층(5) 상에는 정공저지층(6)과, 주입된 전자를 상기 발광층으로 수송시키는 전자수송층(7)과, 전자를 주입시키는 전자주입층(8) 및 음극(9)이 순차적으로 형성된다.
- <33> 이하 계속해서, 상기와 같은 구조로 이루어진 일반적인 유기발광다이오드와 구조상에서 차이가 있는 본 발명에 따른 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드에 대하여 설명한다.
- <34> 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드의 개략도이다. 상기 개략도는 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드의 단면 구조를 수평으로 보여주는 것이다.
- <35> 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드(20)는 기판(미도시) 위에 양극층(21)이 형성되고, 상기 양극층(21) 상에는 후술하는 초격자층에 정공을 주입시키는 정공주입층(22)이 형성된다. 상기 정공주입층(22)은 증착 또는 코팅 방식에 의하여 형성된다.
- <36> 상기와 같이 형성된 정공주입층(22) 상에는 소정 두께를 가지는 유기반도체 초격자층(23)이 형성된다. 상기 유기반도체 초격자층(23)이 형성된 후에는, 상기 유기반도체 초격자층(23)으로 전자를 주입시키는 전자주입층(24)이 형성되고, 상기 전자주입층(24) 상에는 음극층(25)이 형성된다.
- <37> 상기 기판 상에 형성되는 양극층(21)과 최상층에 해당하는 음극층(24)은 인듐주석산화물(ITO : Indium Tin

Oxide)과 같은 일함수가 큰 재료를 사용하여 작은 에너지로 전자 또는 정공을 쉽게 받을 수 있도록 한다. 상기 양극층(21) 상에 증착 또는 코팅에 의하여 형성되는 정공주입층(HIL : Hole injection layer)(22) 또는 상기 음극층(25) 하부에 형성되는 전자주입층(24)은 상기 양극층(21) 또는 음극층(25)으로부터 주입되는 정공 또는 전자를 유기반도체 초격자층(23)으로 주입을 좋게 한다.

- <38> 상기와 같은 구조에 따르면, 본 발명에 따른 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드(20)는 기판상에 양극층(21), 정공주입층(22), 유기반도체 초격자층(23), 전자주입층(24) 및 음극층이 순서대로 적층되어 형성된다. 또한, 본 발명에 따른 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드(20)는 상기 적층 순서와 달리, 기판 상에 음극층(25), 전자주입층(24), 유기반도체 초격자층(23), 정공주입층(22) 및 양극층(21)이 순서대로 적층되어 형성될 수도 있다.
- <39> 상기와 같이 구성된 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드(20)는 정공주입층(22)과 전자주입층(24) 사이에 유기반도체 초격자층(23)이 형성된다는 점이 특징적 사항이다.
- <40> 특히, 상기 유기반도체 초격자층(23)이 형성됨에 있어서 두개의 유기 반도체층의 두께가 각각 다를 수 있고, 상기 유기 반도체 초격자 형성에 사용된 초격자 두께가 각각 다를 수 있으며, 상기 유기반도체 초격자층의 밴드갭은 2eV ~ 4eV 사이의 범위인 것이 바람직하다.
- <41> 상기와 같이 형성된 유기반도체 초격자층(23)은 일반적인 유기발광다이오드의 발광층으로서의 역할을 수행할 수 있다. 상기 유기반도체 초격자층(23) 내에는 발광 효율을 증가시키기 위해 인광 물질이 더 포함되는 것이 바람직하다.
- <42> 또한, 상기의 유기반도체 초격자층은 발광 효율을 증가시키기 위해 상기의 초격자 층과 전자 주입층 사이에 정공 방지층 (hole blocking layer, 미도시)을 더 포함할 수 있다.
- <43> 상기 유기반도체 초격자층(23)에 사용하는 유기반도체의 밴드갭은 2eV ~ 4eV 사이의 범위인 것이 바람직하다. 한편, 상기 유기반도체 초격자층(23)은 이중인 두개의 유기물질층(23', 23'')이 적층되어 형성된다. 그리고, 상기 이중인 두개의 유기물질층(23', 23'')은 서로 교번적으로 반복 적층된다. 즉, 상기 유기반도체 초격자층(23)은 도 2에 도시된 바와 같이, 이중인 두개의 유기물질층인 A와 B가 반복적으로 배열됨으로써 형성된다.
- <44> 상기 유기반도체 초격자층(23)을 이루는 유기물질층(A와 B)의 총 수는 4층에서 30층 사이인 것이 바람직하다. 도 2에서는 총 8층의 유기물질층이 적층되어 상기 유기반도체 초격자층(23)을 이루는 것을 예시한다. 상기 유기반도체 초격자층(23)을 이루는 각각의 유기물질층의 두께는 동일한 두께를 가지는 것이 바람직하고, 각각의 유기물질층은 1nm ~ 20nm 사이의 범위인 것이 바람직하다.
- <45> 한편, 상기 유기반도체 초격자층(23)은 정공수송층(미도시)과 전자수송층(미도시)을 구성하는 유기물질층이 교번적으로 반복 적층되어 형성될 수도 있다. 즉, 본 발명에 따른 초격자 구조를 갖는 유기발광다이오드는 기판 상에 양극층, 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층, 전자주입층 및 음극층이 순서대로 적층되어 형성되되, 상기 정공수송층과 전자수송층을 이루는 유기물질층이 교번적으로 반복 적층되어 형성될 수도 있다.
- <46> 상기 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드의 정공수송층은 m-MTDATA(1,3,5-tris-(3-methylphenylphenyl-amino)triphenylamin)이고, 전자수송층은 Bphen(4,7 diphenyl-1,10-phenanthroline)으로 형성되는 것이 바람직하다. 즉, 도 3에 도시된 바와 같이, m-MTDATA와 Bphen이 교번적으로 반복 적층되어 초격자 구조를 가지는 유기반도체 초격자층을 형성한다. 상기 유기반도체 초격자층은 발광 효율을 증가시키기 위해 인광 물질을 사용할 수 있다.
- <47> 상기 유기반도체 초격자층을 이루는 정공수송층과 전자수송층은 서로 이중의 유기물질층이고, 적층된 총 수는 4층에서 32층 사이인 것이 바람직하다. 그리고, 상기 정공수송층과 전자수송층의 각 두께는 동일한 두께를 가지는 것이 바람직하고, 각각의 두께는 1nm ~ 17nm 사이인 것이 바람직하다.
- <48> 도 4는 본 발명에 의해 제작된 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드의 전류-전압-밝기 특성 그래프 예이다. 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드에서 유기반도체 초격자층에 사용된 유기물질층(m-MTDATA와 Bphen)의 두께가 3nm로 같은 경우에는 2,400 cd/m²의 최대 밝기를 보였고(도 4의 (b)에 도시된 그래프에서 device1 참조), 유기반도체 초격자층에 사용된 유기물질층(m-MTDATA와 Bphen)의 두께가 7nm(m-MTDATA의 두께)와 3nm(Bphen의 두께)로 다른 경우에는 500 cd/m²의 최대 밝기를 보이고 있다(도 4의 (b)에 도시된 그래프에서 device 2 참조).
- <49> 또한, 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이, 유기반도체 초격자층에 사용된 유기물질층(m-MTDATA와 Bphen)의 두께가 3nm로 같은 경우에는 일반적인 발광다이오드의 전류-전압 그래프와 동일하고, 유기반도체 초격자층에 사용된 유

기물질층(m-MTDATA와 Bphen)의 두께가 7nm(m-MTDATA의 두께)와 3nm(Bphen의 두께)로 다른 경우에는 일반적인 발광다이오드의 전류-전압 곡선과 다소 상이함을 알 수 있다.

<50> 도 5는 본 발명에 의해 제작된 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드의 전압에 대한 전력효율 특성 그래프 예이다. 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드에서 유기반도체 초격자층에 사용된 유기물질층(m-MTDATA와 Bphen)의 두께가 3nm로 같은 경우에는 4.5 lm/W의 최대 효율을 보였고(device 1 참조), 유기반도체 초격자층에 사용된 유기물질층(m-MTDATA와 Bphen)의 두께가 7nm(m-MTDATA의 두께)와 3nm(Bphen의 두께)로 다른 경우에는 0.15 lm/W의 최대 효율을 보이고 있다(device 2 참조).

<51> 이상과 같이, 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드는 일반적인 발광다이오드 같은 동작특성을 나타냄을 알 수 있다.

발명의 효과

<52> 상기와 같은 구성 및 작용 그리고 바람직한 실시예를 가지는 본 발명인 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드에 의하면, 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드가 일반적인 유기 발광다이오드와 동일한 동작 특성을 가지기 때문에 박막트랜지스터 액정표시장치(TFT-LCD)의 백라이트(back-light), 능동구동형 고분자 발광디스플레이(Active-matrix polymer light-emitting display)의 발광소자 등으로 사용될 수 있고, 새로운 전류-전압 특성을 이용하여 스위치 회로나 다른 전자회로에 이용될 수도 있는 장점이 있다.

<53> 한편, 본 발명은 상술한 특정한 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 이탈함이 없이 당해 발명에 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능할 것이다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 일반적인 유기 발광다이오드의 단면도이다.

<2> 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드의 구조이다.

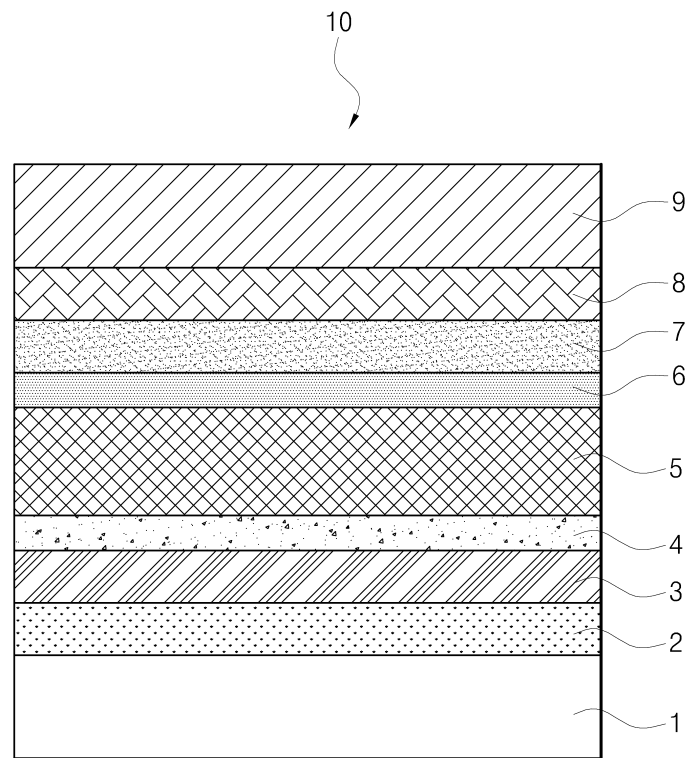
<3> 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드의 구조이다.

<4> 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드의 전류-전압-밝기 특성 그래프이다.

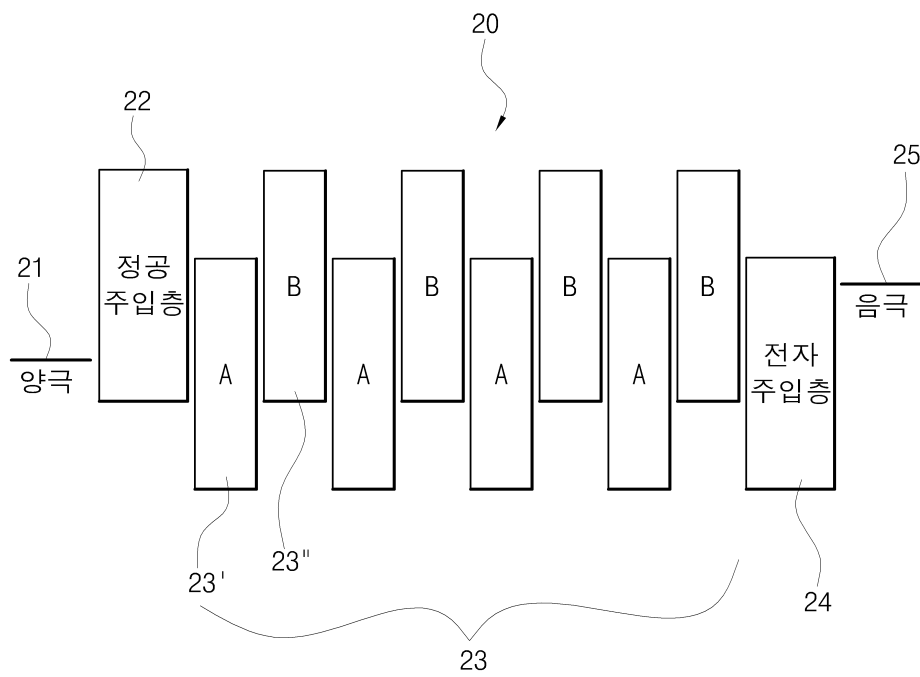
<5> 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 초격자 구조를 갖는 유기 발광다이오드의 전압에 대한 전력효율 특성 그래프이다.

도면

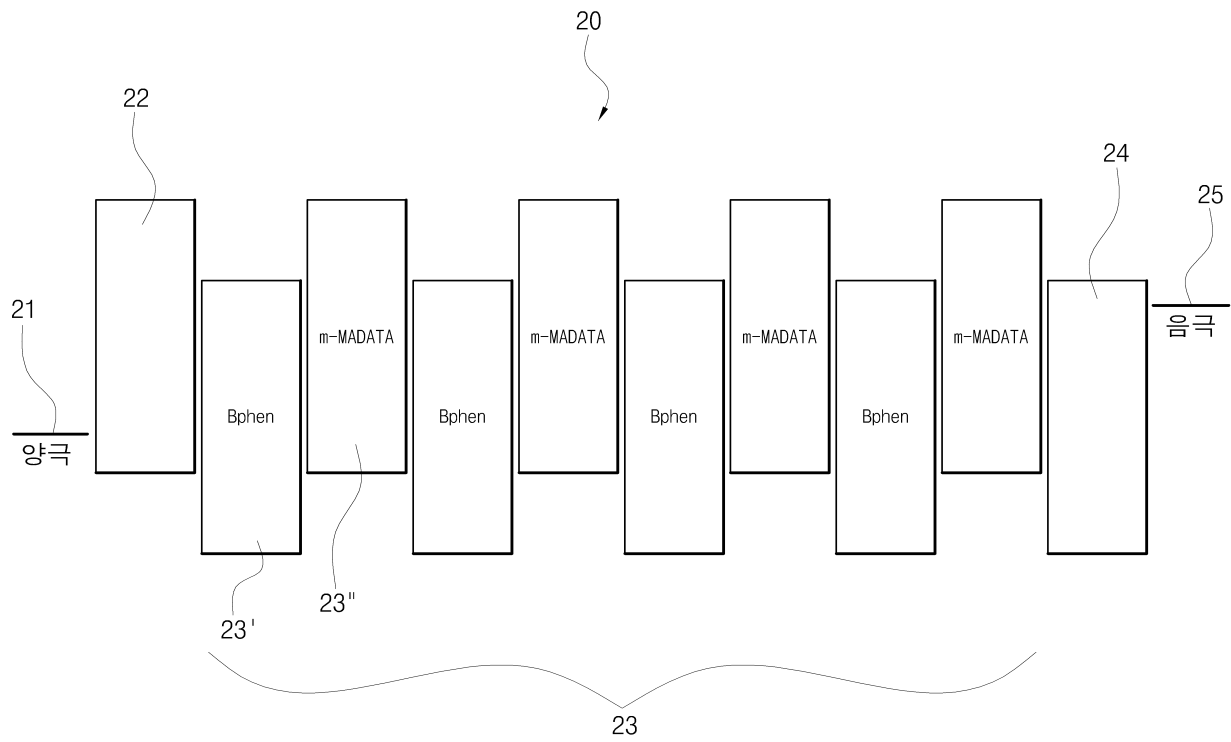
도면1



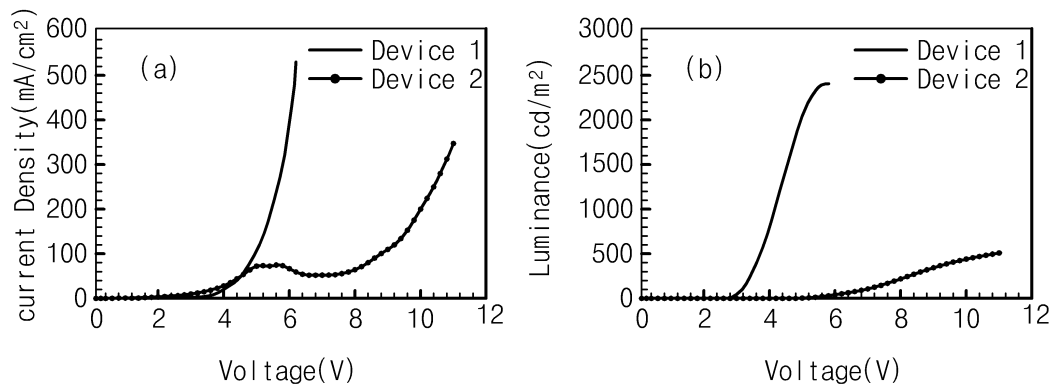
도면2



도면3



도면4



도면5

