



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년02월20일
 (11) 등록번호 10-0805543
 (24) 등록일자 2008년02월13일

(51) Int. Cl.

H05B 33/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0090131
 (22) 출원일자 2006년09월18일
 심사청구일자 2006년09월18일

(56) 선행기술조사문헌
 JP2006074022 A
 JP2006128667 A
 KR1020060072312 A

(73) 특허권자

삼성에스디아이 주식회사
 경기 수원시 영통구 신동 575

(72) 발명자

최경훈
 경기도 용인시 기흥읍 공세리 428-5 삼성SDI 중앙연구소

이관희

서울특별시 관악구 봉천동 1630-5

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

신영무

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 추장희

(54) 유기 전계 발광소자 및 그의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 발광층과 상기 제2 전극 사이에 전자 발생층을 형성하는 유기 전계 발광소자 및 그의 제조방법에 관한 것으로, 본 발명의 유기 전계 발광소자는 제1 전극 및 제2 전극 사이에 발광층을 갖는 유기 전계 발광소자에 있어서, 상기 발광층과 상기 제2 전극 사이에 적어도 하나의 전자 발생층을 포함한다.

대표도 - 도1

10

제2 전극 (17)
전자 발생층 (16)
전자 수송층 (15)
발광층 (14)
정공 수송층 (13)
제1 전극 (12)
기판 (11)

(72) 발명자

천민승

경기도 용인시 기흥읍 공세리 428-5 삼성SDI 중앙
연구소

임춘우

경기도 용인시 기흥읍 공세리 428-5 삼성SDI 중앙
연구소

김동현

경기도 용인시 기흥읍 공세리 428-5 삼성SDI 중앙
연구소

특허청구의 범위

청구항 1

제 1 전극 및 제 2 전극;

상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이에 형성된 발광층;

상기 제 1 전극 및 상기 발광층 사이에 형성된 정공 수송층;

상기 발광층 및 상기 제 2 전극 사이에 형성된 전자 수송층; 및

상기 전자 수송층 및 상기 제 2 전극 사이에 형성된 전자 발생층을 포함하며,

상기 전자 발생층의 HOMO(최고점유분자궤도) 에너지 레벨과 상기 전자 수송층의 LUMO(최저비점유분자궤도) 에너지 레벨에 의해 상기 전자 발생층의 전자가 상기 전자 수송층으로 주입되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 전자 발생층의 HOMO 에너지 레벨은 2.0 내지 4.5eV이고, 상기 전자 수송층의 LUMO 에너지 레벨은 2.8 내지 5.6eV인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

청구항 3

제2 항에 있어서, 상기 전자 발생층은 바이폴라 특성을 갖는 유기물, 유기금속 화합물 및 전도성 폴리머 재료 중 하나인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

청구항 4

제2 항에 있어서, 상기 전자 발생층은 P 타입 특성을 갖는 유기물, 유기금속 화합물 및 전도성 폴리머 재료 중 하나인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

청구항 5

제4 항에 있어서, 상기 P 타입 특성을 갖는 유기물은 tetrathianaphthacene [TTN]인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

청구항 6

제2 항에 있어서, 상기 전자 발생층은 N 타입 특성을 갖는 유기물, 유기금속 화합물 및 전도성 폴리머 재료 중 하나인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

청구항 7

제6 항에 있어서, 상기 N 타입 특성을 갖는 유기 금속화합물은 $W_2(1,3,4,6,7,8\text{-hexhydro-}2H\text{-pyrimido}[1,2\text{-}a]\text{pyrimidine})_4[W_2(hpp)_4]$ 인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

청구항 8

제1 항에 있어서, 상기 전자 발생층의 두께는 10 내지 300Å인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1 항에 있어서, 상기 전자 수송층은 제1 전자 수송층 및 제2 전자 수송층을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

청구항 11

제1 항에 있어서, 상기 발광층 및 상기 제2 전극 사이에 전자 주입층을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

청구항 12

제 1 전극 상에 정공 수송층을 형성하는 단계;

상기 정공 수송층 상에 발광층을 형성하는 단계;

상기 발광층 상에 전자 수송층을 형성하는 단계;

상기 전자 수송층 상에 전자 발생층을 적층하여 형성하는 단계; 및

상기 전자 발생층 상에 제 2 전극을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 전자 발생층의 HOMO(최고점유분자궤도) 에너지 레벨과 상기 전자 수송층의 LUMO(최저비점유분자궤도) 에너지 레벨에 의해 상기 전자 발생층의 전자가 상기 전자 수송층으로 주입되도록 하는 유기 전계 발광소자의 제조 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서, 상기 전자 발생층의 두께는 10 내지 300Å로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <11> 본 발명은 유기 전계 발광소자 및 그의 제조방법에 관한 기술로서, 보다 상세하게는 발광층과 상기 제2 전극 사이에 전자 발생층을 형성하여 유기 전계 발광소자의 구동전압을 낮추고 발광효율을 높여 소자의 특성을 향상시키는 유기 전계 발광소자 및 그의 제조방법에 관한 것이다.
- <12> 최근, 유기 전계 발광표시장치는 가장 광범위하게 응용되며, 상대적으로 간단한 구조를 가진다. 유기 전계 발광표시장치는 유기 전계 발광소자라고도 하며, 유기막층을 발광층으로 사용하는 자기 발광형 소자로서, 액정 디스플레이와 달리 발광을 위한 별도의 백라이트(Back light)가 필요 없으므로, 유기 전계 발광표시장치 자체의 두께가 얇고, 무게가 가벼운 장점이 있다. 따라서, 최근에는 유기 전계 발광표시장치가 이동 컴퓨터, 휴대용 전화기, 휴대용 게임 장치, 전자 서적 등 휴대용 정보 단말기의 표시 패널로써 활발히 개발되고 있다.
- <13> 통상적으로, 유기 전계 발광소자는 박막 트랜지스터가 형성된 기판 상에 박막 트랜지스터와 전기적으로 연결된 제1 전극(애노드), 제1 전극 상에 발광층 및 발광층 상에 제2 전극으로 형성된 구조로 되어 있다. 이때, 발광층은 정공 수송층, 정공 주입층, 유기막, 전자 수송층 및 전자 주입층으로 포함한다.
- <14> 이러한, 유기 전계 발광소자의 구동원리는 제1 전극 및 제2 전극에 전압이 인가되어 제1 전극으로부터 주입된 정공이 정공 수송층을 경유하여 발광층으로 이동하고 제2 전극으로부터 주입된 전자가 전자 수송층을 경유하여 발광층으로 이동한다. 이때, 발광층에서 캐리어들이 결합하여 여기자(exciton)을 생성하고, 이 여기자가 여기 상태에서 기저상태로 변화되면서 빛을 발광한다.
- <15> 한 편, 유기 전계 발광소자는 발광층에서 발광한 빛이 캐소드를 통해 소자 밖으로 원활하게 방출되며(즉, 미세 공동(microcavity)효과), 유기 전계 발광소자의 불량률을 최소화하기 위해 발광층을 두껍게 형성한다.
- <16> 그러나 발광층의 두께가 두껍게 형성되어 미세공동 효과는 증대되나, 구동 전압 상승되어 소자 효율을 저하시키는 문제점을 갖는다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<17> 따라서, 본 발명은 전술한 종래의 문제점들을 해소하기 위해 도출된 발명으로, 발광층과 상기 제2 전극 사이에 전자 발생층을 형성하여 유기 전계 발광소자의 구동전압을 낮추고 발광효율을 높여 소자의 특성을 향상시키는 유기 전계 발광소자 및 그의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

<18> 전술한 목적을 달성하기 위한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명의 유기 전계 발광소자는 제1 전극 및 제2 전극 사이에 발광층을 갖는 유기 전계 발광소자에 있어서, 상기 발광층과 상기 제2 전극 사이에 적어도 하나의 전자 발생층을 포함한다.

<19> 바람직하게, 상기 전자 발생층의 HOMO 에너지 레벨의 범위는 2.0 내지 4.5eV 사이의 값을 갖는다. 상기 전자 발생층은 바이폴라 특성을 갖는 유기물, 유기금속 화합물 및 전도성 폴리머 재료 중 하나이거나, 상기 전자 발생층은 P 타입 특성을 갖는 유기물, 유기금속 화합물 및 전도성 폴리머 재료 중 하나이거나, 상기 전자 발생층은 N 타입 특성을 갖는 유기물, 유기금속 화합물 및 전도성 폴리머 재료 중 하나일 수 있다. 상기 전자 발생층의 두께는 10 내지 300Å일 수 있다.

<20> 본 발명의 다른 일 측면에 따르면, 본 발명의 유기 전계 발광소자의 제조방법은 제1 전극 상에 발광층을 형성하는 단계와, 상기 발광층 상에 전자 발생층을 적층하여 형성하는 단계와, 상기 전자 발생층 상에 제2 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

<21> 이하에서는, 본 발명의 실시 예들을 도시한 도면을 참조하여, 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다.

<22> 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 유기 전계 발광소자의 단면도이다.

<23> 도 1을 참조하면, 본 발명의 유기 전계 발광소자(10)는 제1 전극(12) 및 제2 전극(17) 사이에 발광층(14)을 갖는 유기 전계 발광소자(10)에 있어서, 상기 발광층(14)과 상기 제2 전극(17) 사이에 적어도 하나의 전자 발생층(16)을 포함한다.

<24> 기판(11) 상에는 제1 전극(12)이 형성된다. 제1 전극(12)은 투명전극 또는 반사형 전극으로 구별될 수 있는데, 투명전극으로 사용될 때에는 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), ZnO 또는 In₂O₃로 구비될 수 있고, 반사형 전극으로 사용될 때에는 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr 및 이들의 화합물 등으로 반사막을 형성한 후, 그 위에 ITO, IZO, ZnO 또는 In₂O₃를 형성할 수 있다.

<25> 정공 수송층(13)은 제1 전극(12)으로부터 발생된 정공을 수송하고, 제2 전극(17)으로부터 이동해 온 전자를 제1 전극(12)으로 도망가지 못하게 한다.

<26> 발광층(14)은 제1 전극(12) 및 제2 전극(17)으로부터 주입된 정공과 전자가 결합하여 여기자(exciton)를 생성하고, 이 여기자가 여기 상태에서 기저상태로 변화되면서 빛을 발광한다.

<27> 전자 수송층(15)은 제2 전극(17)으로부터 발생된 전자 수송하고, 제1 전극(12)으로부터 이동해 온 정공을 제2 전극(17)으로 도망가지 못하게 한다. 즉, 제2 전극(17)으로부터 전자가 주입되면 이러한 전자를 부드럽게 발광층까지 도달하도록, 정공을 막아 소통되지 않도록 하는 것이다. 전자 수송층(15)은 L201, Alq, BCP, BAlq, SA1q, TAZ 및 TMM004 중 하나로 형성될 수 있다. 전자 수송층(15)의 에너지 준위를 살펴보면, L201는 2.8 내지 5.6eV, Alq는 3.14 내지 5.78eV, BCP는 3.0eV 내지 6.5eV 및 TMM004는 3.0 내지 6.4eV를 나타낸다.

<28>

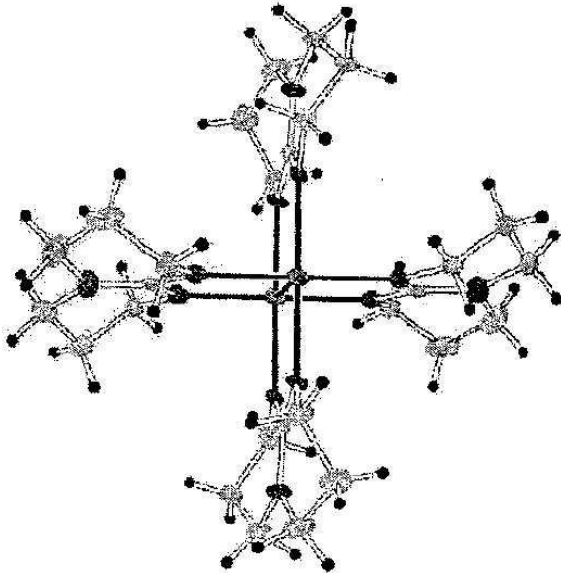
<29> 한편, 전자 발생층(16)은 전자 수송층(15) 상에 형성되며, HOMO(최저비점유분자궤도: Highest Occupied Molecular Orbital)의 에너지 레벨 범위가 2.0 내지 4.5eV 사이의 값을 갖는다. 이는 전자 발생층(16)의 HOMO 에너지 레벨 범위가 2.0eV 미만인 경우 전자 발생 효과가 저하되어 바람직하지 못하며, 4.5eV를 초과하는 경우 전자를 주입하기 위한 구동전압이 상승될 수 있기 때문이다. 또한, 전자 발생층(16)의 HOMO 에너지 레벨 범위가 2.0eV 미만이거나 4.5eV를 초과하면 발광층, 전자 수송층 또는 전자 주입층의 LUMO 에너지 레벨과 유사한 에너지 레벨을 갖지 못함으로 전자 발생층(16)의 HOMO에 있는 전자를 발광층, 전자 수송층 또는 전자 주입층으로 제공하지 못하게 된다.

<30> 이러한 전자 발생층(16)은 HOMO 에너지 레벨의 범위가 2.0 내지 4.5eV 사이의 값을 갖는 바이폴라 특성을 갖는

유기물, 유기금속 화합물 및 전도성 폴리머 재료 중 하나이거나, HOMO 에너지 레벨의 범위가 2.0 내지 4.5eV 사이의 값을 갖는 P 타입 특성을 갖는 유기물, 유기금속 화합물 및 전도성 폴리머 재료 중 하나이거나, HOMO 에너지 레벨의 범위는 2.0 내지 4.5eV 사이의 값을 갖는 N 타입 특성을 갖는 유기물, 유기금속 화합물 및 전도성 폴리머 재료 중 하나일 수 있다. 예를 들어, 전자 발생층(16)이 N 타입 특성을 갖는 유기 금속화합물일 경우, 전자 발생층(16)은 $W_2(1,3,4,6,7,8\text{-hexhydro-2H-pyrimido}[1,2\text{-a}]\text{pyrimidine})_4[W_2(\text{hpp})_4]$ 로 형성된다.

<31> 전자 발생층(16)을 형성하는 물질을 화학식 1로 표시되는 화합물로 나타낼 수 있다.

화학식 1



<32>

<33> 이러한 전자 발생층(16)은 전자 수송층(15)의 LUMO(최저비점유분자궤도: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)의 에너지 레벨과 유사한 레벨을 갖음으로써, 전자 발생층(16)의 HOMO에 있는 전자를 발광층(14)의 LUMO에 제공한다. 즉, 전자 발생층(16)은 charge generator 역할을 하는 것으로, 이는 같은 위상이 같은 영역에 중첩된 전자가 있을 경우, 전자가 결합에 참여할 수 있는 영역에서 가장 에너지가 높은 영역에 있는 HOMO에서 에너지가 비결합 영역에 있을 때 가장 에너지가 낮은 영역에 있는 LUMO로 전자가 이동하는 원리를 이용한 것이다.

<34> 예를 들어, 전자 발생층(16)이 $W_2(1,3,4,6,7,8\text{-hexhydro-2H-pyrimido}[1,2\text{-a}]\text{pyrimidine})_4[W_2(\text{hpp})_4]$ 의 경우, HOMO 에너지 레벨은 1.95eV이다. 또한, 전자 수송층(15)이 L201로 형성되었을 경우 전자 수송층(15)의 에너지 레벨은 2.8(LUMO) 내지 5.6eV(HOMO)이다. 이와 같이, 전자 발생층(16)의 HOMO 에너지 레벨과 전자 수송층(15)의 LUMO 에너지 레벨과 유사한 에너지 레벨로 형성됨으로써, 전자 발생층(16)의 HOMO에 있는 전자가 전자 수송층(15)으로 주입(injection)된다.

<35> 전자 발생층(16)은 전자 수송층(15) 상에 10 내지 300Å의 두께로 적층되어 형성된다. 이는 전자 발생층(16)의 두께가 10Å 미만인 경우에 전자 발생 효과가 저하되어 바람직하지 못하고, 300Å를 초과하는 경우에는 구동전압이 상승될 수 있기 때문이다. 또한, 전자 발생층(16)은 적층법을 이용하여 형성됨으로써, 도핑을 통해 전자 발생층(16)을 형성하는 것 보다 안정적으로 형성할 수 있으며, 양산효율이 향상된다. 전자 발생층(16)은 각 화소 영역에 공통층으로 증착될 수 있다.

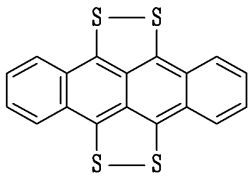
<36> 이와 같이, 전자 발생층(16)은 제2 전극(17)과 전자 수송층(15) 사이에 형성되어, 전자 발생층(16)의 HOMO에 있는 전자를 발광층(14)으로 주입시킴에 따라, 유기 전계 발광소자의 구동전압을 낮추고 발광효율을 높여 소자의 특성을 향상시킬 수 있다.

<37> 제2 전극(17)은 전자 발생층(16) 상에 형성된다. 제2 전극(17)은 투명전극 또는 반사전극으로 형성될 수 있는데, 투명전극으로 사용될 때에는 이 제2 전극(17)이 캐소드 전극으로 사용되므로 일함수가 작은 금속 예컨대 Li,Ca,LiF/Ca,LiF/Al,Al,Ag,Mg 및 이들의 화합물을 발광층(14) 방향을 향하도록 증착한 후, 그 위에 TO, IZO, ZnO 또는 In₂O₃를 형성할 수 있다. 그리고 반사형 전극으로 사용될 때에는 Li,Ca,LiF/Ca,LiF/Al,Al,Ag,Mg 및

이들의 화합물을 증착하여 형성한다.

- <38>
- <39> 도 2는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 전계 발광소자의 단면도이다.
- <40> 도 2를 참조하면, 본 발명의 유기 전계 발광소자는 제1 전극(22) 및 제2 전극(27) 사이에 발광층(24)을 갖는 유기 전계 발광소자(20)에 있어서, 상기 발광층(24)과 상기 제2 전극(27) 사이에 적어도 하나의 전자 발생층(25)을 포함한다.
- <41> 설명의 중복을 피하기 위해, 전술한 제1 실시 예와 동일한 구성요소인 기관(21), 제1 전극(22), 정공 수송층(23), 발광층(24), 전자 수송층(26) 및 제2 전극(27)에 대한 구체적인 설명은 생략한다.
- <42> 기관(21) 상에는 제1 전극(22)이 형성된다. 제1 전극(22) 상에는 정공 수송층(23) 및 발광층(24)이 형성된다.
- <43> 한편, 전자 발생층(25)은 발광층(24) 상에 형성되며, HOMO(최저비점유분자궤도: Highest Occupied Molecular Orbital)의 에너지 레벨 범위가 2.0 내지 4.5eV 사이의 값을 갖는다. 전자 발생층(25)은 P 타입 특성을 갖는 유기물, 유기금속 화합물 및 전도성 폴리머 재료 중 하나이다. 예를 들어, 전자 발생층(25)이 p 타입 특성을 갖는 유기물은 tetrathianaphthacene [TTN]으로 형성된다.
- <44> 전자 발생층(25)을 형성하는 물질을 화학식 2로 표시되는 화합물로 나타낼 수 있다.

화학식 2

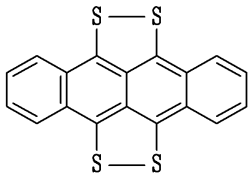


- <45>
- <46> 이러한 전자 발생층(25)은 발광층(24)의 LUMO(최저비점유분자궤도: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)의 에너지 레벨과 유사한 레벨을 갖음으로써, 전자 발생층(25)의 HOMO에 있는 전자를 발광층(24)의 LUMO로 제공한다. 즉, 전자 발생층(25)은 charge generator 역할을 하는 것으로, 이는 위상이 같은 영역에 중첩된 전자가 있을 경우, 전자가 결합에 참여할 수 있는 영역에서 가장 에너지가 높은 영역에 있는 HOMO에서 에너지가 비결합 영역에 있을 때 가장 에너지가 낮은 영역에 있는 LUMO로 전자가 이동하는 원리를 이용한 것이다.
- <47> 예를 들어, 전자 발생층(25)이 tetrathianaphthacene [TTN]의 경우, tetrathianaphthacene [TTN]의 HOMO 에너지 레벨은 4.4eV이다. 이때, 발광층(24)이 GDI1403으로 형성되었을 경우 발광층(24)의 에너지 레벨은 3.5(LUMO) 내지 6.0eV(HOMO)이다. 이와 같이, 전자 발생층(25)의 HOMO 에너지 레벨과 전자 수송층(26)의 LUMO 에너지 레벨이 유사한 에너지 레벨로 형성됨으로써, 전자 발생층(24)의 HOMO에 있는 전자가 발광층(15)으로 주입(injection)된다.
- <48> 전자 발생층(25)은 발광층(24) 상에 10 내지 300Å의 두께로 적층되어 형성된다. 이는 전자 발생층(25)의 두께가 10Å 미만인 경우에 전자 발생 효과가 저하되어 바람직하지 못하고, 300Å를 초과하는 경우에는 구동전압이 상승될 수 있기 때문이다. 또한, 전자 발생층(25)은 적층법을 이용하여 형성됨으로써, 도핑을 통해 전자 발생층(16)을 형성하는 것 보다 안정적으로 형성할 수 있으며, 양산효율이 향상된다. 전자 발생층(25)은 각 화소 영역에 공통층으로 증착될 수 있다.
- <49> 이와 같이, 전자 발생층(25)은 전자 수송층(26)과 발광층(24) 사이에 형성되어, 전자 발생층(25)의 HOMO에 있는 전자를 발광층(24)으로 제공함에 따라, 유기 전계 발광소자의 구동전압을 낮추고 발광효율을 높여 소자의 특성을 향상시킬 수 있다.
- <50> 전자 수송층(26)은 전자 발생층(25) 상에 형성된다. 전자 수송층(26)은 제2 전극(27)으로부터 발생된 전자 수송하고, 제1 전극(22)으로부터 이동해 온 정공을 제2 전극(27)으로 도망가지 못하게 한다. 제2 전극(27)은 전자 수송층(26) 상에 형성된다.
- <51> 도 3은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 유기 전계 발광소자의 단면도이다.
- <52> 도 3을 참조하면, 본 발명의 유기 전계 발광소자(30)는 제1 전극(32) 및 제2 전극(39) 사이에 발광층(34)을 갖는 유기 전계 발광소자(30)에 있어서, 상기 발광층(34)과 상기 제2 전극(39) 사이에 적어도 하나의 전자 발생층

(36)을 포함한다.

- <53> 설명의 중복을 피하기 위해, 전술한 제1 실시 예와 동일한 구성요소인 기관(31), 제1 전극(32), 정공 수송층(33), 발광층(34) 및 제2 전극(39)에 대한 구체적인 설명은 생략한다.
- <54> 기관(31) 상에는 제1 전극(32)이 형성된다. 제1 전극(32) 상에는 정공 수송층(33) 및 발광층(34)이 형성된다.
- <55> 발광층(34) 상에는 제1 전자 수송층(35)이 형성된다. 제1 전자 수송층(35)은 전자 수송층(36)으로부터 발생된 전자를 수송하고, 발광층(34)으로부터 이동해 온 정공을 제2 전극(39)으로 도망가지 못하게 한다. 예를 들어, 제1 전자 수송층(35)은 Alq로 형성될 수 있으며, Alq의 에너지 레벨은 3.14 내지 5.78eV이다.
- <56>
- <57> 한편, 전자 발생층(36)은 제1 전자 수송층(35) 상에 형성되며, HOMO(최저비점유분자궤도: Highest Occupied Molecular Orbital)의 에너지 레벨 범위가 2.0 내지 4.5eV 사이의 값을 갖는다. 전자 발생층(36)은 P 타입 특성을 갖는 유기물, 유기금속 화합물 및 전도성 폴리머 재료 중 하나이다. 예를 들어, 전자 발생층(25)이 P 타입 특성을 갖는 유기물은 tetrathianaphthacene [TTN]으로 형성된다.
- <58> 전자 발생층(36)을 형성하는 물질을 화학식 3으로 표시되는 화합물로 나타낼 수 있다.

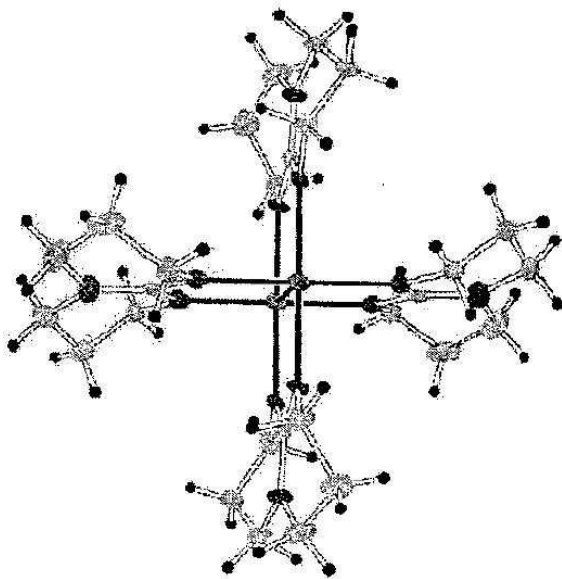
화학식 3



- <59>
- <60> 이러한 전자 발생층(36)은 제1 전자 수송층(35)의 LUMO(최저비점유분자궤도: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)의 에너지 레벨과 유사한 레벨을 갖음으로써, 전자 발생층(36)의 HOMO에 있는 전자를 발광층(34)의 LUMO에 제공하는 것이다. 즉, 전자 발생층(36)은 charge generator 역할을 하는 것으로, 이는 위상이 같은 영역에 중첩된 전자가 있을 경우, 전자가 결합에 참여할 수 있는 영역에서 가장 에너지가 높은 영역에 있는 HOMO에서 에너지가 비결합 영역에 있을 때 가장 에너지가 낮은 영역에 있는 LUMO로 전자가 이동하는 원리를 이용한 것이다.
- <61> 예를 들어, 전자 발생층(36)이 tetrathianaphthacene [TTN]의 경우, tetrathianaphthacene [TTN]의 HOMO 에너지 레벨은 4.4eV이다. 이때, 제1 전자 수송층(35)이 Alq로 형성되었을 경우 제1 전자 수송층(35)의 에너지 레벨은 3.14(LUMO) 내지 5.78(HOMO)eV이다. 이와 같이, 전자 발생층(36)의 HOMO 에너지 레벨과 제1 전자 수송층(35)의 LUMO 에너지 레벨이 유사한 에너지 레벨로 형성됨으로써, 전자 발생층(36)의 HOMO에 있는 전자가 제1 전자 수송층(35)으로 주입(injection)된다.
- <62> 또한, 전자 발생층(36)은 제1 전자 수송층(35) 상에 10 내지 300Å의 두께로 적층되어 형성된다. 이는 전자 발생층(36)의 두께가 10Å 미만인 경우에 전자 발생 효과가 저하되어 바람직하지 못하고, 300Å를 초과하는 경우에는 구동전압이 상승될 수 있기 때문이다. 또한, 전자 발생층(36)은 적층법을 이용하여 형성됨으로써, 도핑을 통해 전자 발생층(36)을 형성하는 것 보다 안정적으로 형성할 수 있으며, 양산효율이 향상된다. 전자 발생층(36)은 각 화소 영역에 공통층으로 증착될 수 있다.
- <63> 이와 같이, 전자 발생층(36)은 제1 전자 수송층(35)과 제2 전자 수송층(37) 사이에 형성되어, 전자 발생층(36)의 HOMO에 있는 전자를 제1 전자 수송층(35)의 LUMO에 제공함에 따라, 유기 전계 발광소자의 구동전압을 낮추고 발광효율을 높여 소자의 특성을 향상시킬 수 있다.
- <64> 제2 전자 수송층(37)은 전자 발생층(36) 상에 형성된다. 제2 전자 수송층(37)은 제2 전극(39)으로부터 주입된 전자를 발광층(34)까지 유입되도록 한다. 제2 전자 수송층(37)은 L201로 형성될 수 있다. 제2 전자 수송층(37) 상에는 전자 주입층(38)이 형성된다. 전자 주입층(38)은 전자의 주입을 용이하게 하는 층으로 예를 들어, LiF(Lithium Fluoride), 갈륨 혼합물(Ga complex), PBD를 사용하여 형성할 수 있다. 다음으로, 전자 주입층(38) 상에 제2 전극(39)을 형성하여 유기 전계 발광소자를 완성한다.
- <65> 도 4는 본 발명의 제4 실시 예에 따른 유기 전계 발광소자의 단면도이다.

- <66> 도 4를 참조하면, 본 발명의 유기 전계 발광소자는 제1 전극(42) 및 제2 전극(46) 사이에 발광층(44)을 갖는 유기 전계 발광소자(40)에 있어서, 상기 발광층(44)과 상기 제2 전극(46) 사이에 적어도 하나의 전자 발생층(45)을 포함한다.
- <67> 설명의 중복을 피하기 위해, 전술한 제1 실시 예와 동일한 구성요소인 기관(21), 제1 전극(22), 정공 수송층(23), 발광층(24), 전자 수송층(26) 및 제2 전극(27)에 대한 구체적인 설명은 생략한다.
- <68> 기관(41) 상에는 제1 전극(42)이 형성된다. 제1 전극(42) 상에는 정공 수송층(43) 및 발광층(44)이 형성된다.
- <69> 한편, 전자 발생층(45)은 발광층(44) 상에 형성되며, HOMO(최저비점유분자궤도: Highest Occupied Molecular Orbital)의 에너지 레벨 범위가 2.0 내지 4.5eV 사이의 값을 갖는다. 전자 발생층(45)은 N 타입 특성을 갖는 유기물, 유기금속 화합물 및 전도성 폴리머 재료 중 하나이다. 예를 들어, 전자 발생층(45)이 N 타입 특성을 갖는 유기 금속화합물은 $W_2(1,3,4,6,7,8\text{-hexzhydro-2H-pyrimido}[1,2\text{-a}]\text{pyrimidine})_4[W_2(\text{hpp})_4]$ 로 형성된다.
- <70> 전자 발생층(45)을 형성하는 물질을 화학식 4로 표시되는 화합물로 나타낼 수 있다.

화학식 4



- <71>
- <72> 이러한 전자 발생층(45)은 발광층(44)의 LUMO(최저비점유분자궤도: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)의 에너지 레벨과 유사한 레벨을 갖음으로써, 전자 발생층(16)의 HOMO에 있는 전자를 발광층(44)의 LUMO에 제공한다. 즉, 전자 발생층(16)은 charge generator 역할을 하는 것으로, 이는 같은 위상이 같은 영역에 중첩된 전자가 있을 경우, 전자가 결합에 참여할 수 있는 영역에서 가장 에너지가 높은 영역에 있는 HOMO에서 에너지가 비결합 영역에 있을 때 가장 에너지가 낮은 영역에 있는 LUMO로 전자가 이동하는 원리를 이용한 것이다.
- <73> 또한, 전자 발생층(45)은 전자 수송층과 같이 제2 전극(46)으로부터 발생된 전자를 발광층(44)으로 수송시킨다.
- <74> 예를 들어, 전자 발생층(45)이 $W_2(1,3,4,6,7,8\text{-hexzhydro-2H-pyrimido}[1,2\text{-a}]\text{pyrimidine})_4[W_2(\text{hpp})_4]$ 의 경우, HOMO 에너지 레벨은 1.95eV이다. 이때, 발광층(24)이 SEBO21으로 형성되었을 경우 발광층(24)의 에너지 레벨은 2.3(LUMO) 내지 5.1eV(HOMO)이다. 이와 같이, 전자 발생층(25)의 HOMO 에너지 레벨과 전자 수송층(26)의 LUMO 에너지 레벨이 유사한 에너지 레벨로 형성됨으로써, 전자 발생층(45)의 HOMO에 있는 전자가 발광층(44)으로 주입(injection)된다.
- <75> 전자 발생층(45)은 발광층(44) 상에 10 내지 300Å의 두께로 적층되어 형성된다. 이는 전자 발생층(45)의 두께가 10Å 미만인 경우에 전자 발생 효과가 저하되어 바람직하지 못하고, 300Å를 초과하는 경우에는 구동전압이 상승될 수 있기 때문이다. 또한, 전자 발생층(45)은 적층법을 이용하여 형성됨으로써, 도핑을 통해 전자 발생층(45)을 형성하는 것 보다 안정적으로 형성할 수 있으며, 양산효율이 향상된다. 전자 발생층(45)은 각 화소 영역에 공통층으로 증착될 수 있다.

- <76> 이와 같이, 전자 발생층(45)은 제2 전극(46)과 발광층(44) 사이에 형성되어, 전자 발생층(45)의 HOMO에 있는 전자를 발광층(44)으로 주입시킴에 따라, 유기 전계 발광소자의 구동전압을 낮추고 발광효율을 높여 소자의 특성을 향상시킨다.
- <77> 제2 전극(46)은 발광층(44) 상에 형성된다.
- <78> 도 5는 본 발명에 따른 유기 전계 발광소자의 발광효율을 나타낸 그래프이다.
- <79> 도 5를 참조하면, 그래프의 X축은 구동 전압(V)을 나타내며, Y축은 유기 전계 발광소자의 발광효율(Current Efficiency:cd/A)을 나타낸다.
- <80> 일반적으로 유기 전계 발광소자의 발광층은 4.5 내지 5.5V의 전압에서 바람직한 휘도 값을 얻을 수 있다. 이에 따라, 전압이 4.5 내지 5.5V 사이의 영역 즉, "A" 영역을 살펴보도록 한다.
- <81> 그래프에 나타난 바에 따르면, 비교 예 1은 발광층과 제2 전극 사이에 전자 수송층이 형성되지 않은 경우, 실시 예 1은 발광층과 전자 수송층 사이에 전자 발생층이 형성된 경우, 실시 예 2는 제1 전자 수송층과 제2 전자 수송층 사이에 전자 발생층이 형성된 경우, 실시 예 3은 전자 수송층과 전자 주입층 사이에 전자 발생층이 형성된 경우를 나타낸다.
- <82> 예를 들면, "A" 영역에서의 비교 예 1은 대략 7(cd/V)의 발광효율을 나타낸다. 이에 반해 실시 예 1은 대략 8(cd/V)의 발광효율을 나타내며, 실시 예 2는 대략 9(cd/V)의 발광효율을 나타내며, 실시 예 3은 대략 13(cd/V)의 발광효율을 나타낸다.
- <83> 이와 같은 결과에 따르면, 실시 예 1, 2 및 3은 비교 예 1의 발광효율 보다 대략 1 내지 5(cd/V) 높은 발광효율을 갖는다. 즉, 발광층의 발광효율은 발광층과 제2 전극 사이에 전자 발생층이 형성된 발광소자가 발광층과 제2 전극 사이에 전자 발생층이 형성되지 않은 발광소자 보다 효율이 향상되었음을 알 수 있다.
- <84> 발명의 기술 사상은 상기 바람직한 실시 예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기한 실시 예는 그 설명을 위한 것이며, 그 제한을 위한 것이 아님을 주의해야 한다. 또한, 본 발명의 기술분야에서 당업자는 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 다양한 실시 예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

발명의 효과

- <85> 이상과 같이, 본 발명에 의하면, 발광층과 상기 제2 전극 사이에 전자 발생층을 형성함으로써, 전자 발생층의 전자를 발광층으로 제공한다. 이에 따라, 유기 전계 발광소자의 구동전압을 낮추고 발광효율을 높여 소자의 특성을 향상시킨다.

도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 유기 전계 발광소자의 단면도.
- <2> 도 2는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 전계 발광소자의 단면도.
- <3> 도 3은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 유기 전계 발광소자의 단면도.
- <4> 도 4는 본 발명의 제4 실시 예에 따른 유기 전계 발광소자의 단면도.
- <5> 도 5는 본 발명에 따른 유기 전계 발광소자의 발광효율을 나타낸 그래프.
- <6> ♣ 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 ♣
- <7> 11 : 기관 12 : 제1 전극
- <8> 13 : 정공 수송층 14 : 발광층
- <9> 15 : 전자 수송층 16 : 전자 발생층
- <10> 17 : 제2 전극

도면

도면1

10

제2 전극 (17)
전자 발생층 (16)
전자 수송층 (15)
발광층 (14)
정공 수송층 (13)
제1 전극 (12)
기판 (11)

도면2

20

제2 전극 (27)
전자 수송층 (26)
전자 발생층 (25)
발광층 (24)
정공 수송층 (23)
제1 전극 (22)
기판 (21)

도면3

30

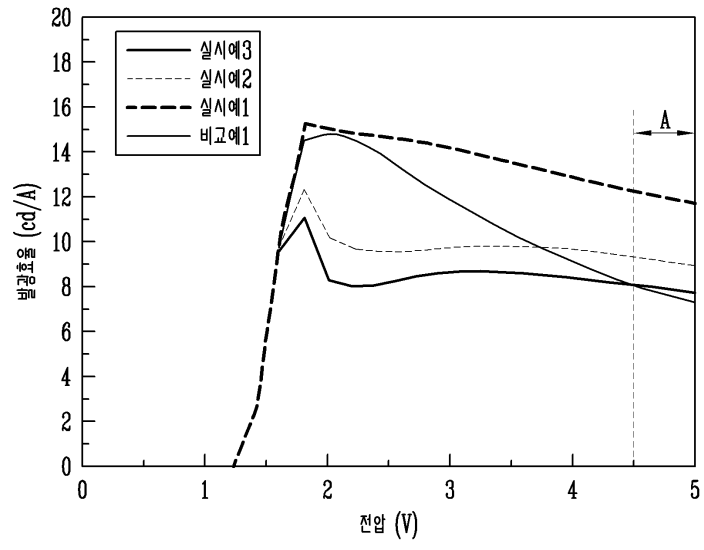
제2 전극 (39)
전자주입층 (38)
제2 전자 수송층 (37)
전자 발생층 (36)
제1 전자 수송층 (35)
발광층 (34)
정공 수송층 (33)
제1 전극 (32)
기판 (31)

도면4

40

제2 전극 (46)
전자발생층 (45)
발광층 (44)
정공 수송층 (43)
제1 전극 (42)
기판 (41)

도면5



专利名称(译)	有机电致发光器件及其制造方法		
公开(公告)号	KR100805543B1	公开(公告)日	2008-02-20
申请号	KR1020060090131	申请日	2006-09-18
申请(专利权)人(译)	三星SD眼有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星SD眼有限公司		
[标]发明人	KYUNGHOO CHOI 최경훈 KWANHEE LEE 이관희 MINSEUNG CHUN 천민승 CHOONWOO LIM 임춘우 DONGHUN KIM 김동헌		
发明人	최경훈 이관희 천민승 임춘우 김동헌		
IPC分类号	H05B33/20 H01L51/50 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/5004 H01L51/5072 H01L51/5092 H01L51/5076 H01L51/56		
代理人(译)	Sinyoungmu		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种有机发光二极管及其制造方法，以通过降低驱动电压和提高有机发光二极管的发光效率来改善二极管的特性。有机发光二极管(10)包括第一电极(12)，第二电极(17)，发光层(14)，空穴传输层(13)，电子传输层(15)和电子生成层(16)。发光层形成在第一电极和第二电极之间。空穴传输层形成在第一电极和发光层之间。电子传输层形成在发光层和第二电极之间。电子发生层形成在电子传输层和第二电极之间。通过电子发生层的HOMO(最高占据分子轨道)能级和电子传输层的LUMO(最低占据分子轨道)能级将电子发生层的电子注入电子传输层。

제2 전극 (17)
전자 발생층 (16)
전자 수송층 (15)
발광층 (14)
정공 수송층 (13)
제1 전극 (12)
기판 (11)