



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월26일  
(11) 등록번호 10-1730555  
(24) 등록일자 2017년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)  
H01L 51/00 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)  
H01L 51/56 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 51/5092 (2013.01)  
H01L 27/3211 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0169502  
(22) 출원일자 2015년11월30일  
심사청구일자 2015년11월30일  
(65) 공개번호 10-2016-0080067  
(43) 공개일자 2016년07월07일  
(30) 우선권주장  
1020140192539 2014년12월29일 대한민국(KR)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020110112079 A  
KR1020130047200 A  
KR1020080075480 A\*  
KR1020130092725 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
엘지디스플레이 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)  
(72) 발명자  
김희진  
경기도 용인시 기흥구 동백7로 56, 1106동 1402호(동백동, 호수마을서해그랑블아파트)  
이학민  
경기도 용인시 기흥구 구성로 105-15, 103동 202호(언남동, 동일하이빌1차아파트)  
박성수  
경기도 과천시 향촌3길 14 (별양동)  
(74) 대리인  
특허법인네이트

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 정명주

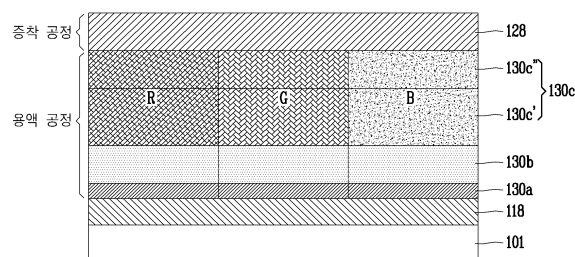
(54) 발명의 명칭 유기발광다이오드 및 이를 구비한 유기전계발광 표시장치, 그리고 유기발광다이오드의 제조방법

(57) 요약

본 발명의 유기발광다이오드 및 이를 구비한 유기전계발광 표시장치, 그리고 유기발광다이오드의 제조방법은 용액 공정(soluble process)을 이용하여 제조한 유기발광다이오드에 있어, 전자주입 물질(electron injection material)을 첨가하여 다층 구조의 발광물질층을 형성하는 것을 특징으로 한다.

이러한 본 발명에 의하면, 전자 전달이 증가됨에 따라 효율 및 수명이 향상되는 동시에, 증착 공정을 적용하는 전자주입층 및 전자수송층을 제거할 수 있어 공정성이 확보되는 효과를 가진다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

*H01L 27/3262* (2013.01)  
*H01L 51/0003* (2013.01)  
*H01L 51/5004* (2013.01)  
*H01L 51/5012* (2013.01)  
*H01L 51/504* (2013.01)  
*H01L 51/5056* (2013.01)  
*H01L 51/5088* (2013.01)  
*H01L 51/5203* (2013.01)  
*H01L 51/56* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제 1 전극;

상기 제 1 전극 위에 순차적으로 위치하며, 정공주입층과 정공수송층 및 발광물질층으로 이루어진 발광부; 및

상기 발광부 위에 위치하는 제 2 전극

을 포함하며,

상기 발광물질층은 제 1 발광층과 전자주입 물질(electron injection material)이 첨가된 제 2 발광층을 포함하는 다층 구조로 이루어지고,

상기 제 1 발광층은 상기 정공수송층과 접촉하며, 상기 제 2 발광층은 상기 제 1 발광층 및 상기 제 2 전극과 접촉하는 유기발광다이오드.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전자주입 물질은 수용성이나 지용성의 알칼리금속을 포함하는 유기발광다이오드.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 발광층은  $-3.0\text{eV} \sim -2.6\text{eV}$ 의 낮은 LUMO(lowest unoccupied molecular orbital) 에너지 준위를 가지면서 삼중항 에너지(T1) 레벨이  $2.0\text{eV} \sim 2.5\text{eV}$ 의 값을 가지는 유기발광다이오드.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 발광층은 전자 이동도가  $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs} \sim 10^{-4}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 의 값을 가지는 유기발광다이오드.

#### 청구항 5

기판 위에 구비된 트랜지스터;

상기 트랜지스터에 연결되는 제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 하나의 유기발광다이오드를 포함하는 유기전계발광 표시장치.

#### 청구항 6

기판 위에 제 1 전극을 형성하는 단계;

상기 제 1 전극 위에 적, 녹 및 청색 서브-화소별로 정공수송층을 형성하는 단계;

상기 정공수송층 위에 제 1 발광층을 형성하는 단계;

상기 제 1 발광층 위에 전자주입 물질을 첨가하여 제 2 발광층을 형성하는 단계; 및

상기 제 2 발광층 위에 제 2 전극을 형성하는 단계

를 포함하며,

상기 정공수송층과 제 1 발광층 및 제 2 발광층은 용액 공정을 통해 형성되고,

상기 제 1 발광층은 상기 정공수송층과 접촉하며, 상기 제 2 발광층은 상기 제 1 발광층 및 상기 제 2 전극과 접촉하는 유기발광다이오드의 제조방법.

## 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 용액 공정은 잉크젯 인쇄(inkjet printing), 노즐 인쇄(nozzle printing), 전사 방식(transferring process), 슬릿 코팅(slit coating), 그라비아 인쇄(gravure printing) 및 열 제트 인쇄(thermal jet printing) 중 어느 하나로 이루어지는 유기발광다이오드의 제조방법.

## 청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 발광층은 유기 용매를 사용하여 형성되며, 상기 제 2 발광층은 수용성이나 지용성의 알칼리금속의 전자주입 물질이 분산된 수용성 재료를 사용하여 형성되는 유기발광다이오드의 제조방법.

## 청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 발광층은 수용성 재료를 사용하여 형성되며, 상기 제 2 발광층은 수용성이나 지용성의 알칼리금속의 전자주입 물질이 분산된 유기 용매를 사용하여 형성되는 유기발광다이오드의 제조방법.

## 청구항 10

삭제

## 청구항 11

삭제

## 청구항 12

삭제

## 청구항 13

삭제

## 청구항 14

삭제

## 발명의 설명

## 기술분야

[0001] 본 발명은 유기발광다이오드 및 이를 구비한 유기전계발광 표시장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 용액 공정(soluble process)을 이용하여 제조한 유기발광다이오드 및 이를 구비한 유기전계발광 표시장치, 그리고 유기발광다이오드의 제조방법에 관한 것이다.

## 배경기술

[0002] 최근 정보 디스플레이에 관한 관심이 고조되고 휴대가 가능한 정보매체를 이용하려는 요구가 높아지면서 기존의 표시장치인 브라운관(Cathode Ray Tube; CRT)을 대체하는 경량 박형 평판표시장치(Flat Panel Display; FPD)에 대한 연구 및 상업화가 중점적으로 이루어지고 있다.

[0003] 이러한 평판표시장치 분야에서, 지금까지는 가볍고 전력소모가 적은 액정표시장치(Liquid Crystal Display Device; LCD)가 가장 주목받는 디스플레이 장치였지만, 액정표시장치는 발광소자가 아니라 수광소자이며 밝기, 명암비(contrast ratio) 및 시야각 등에 단점이 있기 때문에 이러한 단점을 극복할 수 있는 새로운 디스플레이 장치에 대한 개발이 활발하게 전개되고 있다.

[0004] 새로운 디스플레이 장치 중 하나인 유기전계발광 표시장치는 자체 발광형이기 때문에 액정표시장치에 비해 시야각과 명암비 등이 우수하다. 또한, 백라이트(backlight)가 필요하지 않기 때문에 경량 박형이 가능하고, 소비전력 측면에서도 유리하다. 그리고, 직류 저전압 구동이 가능하고 응답속도가 빠르다는 장점이 있다.

[0005] 이하, 유기전계발광 표시장치의 기본적인 구조 및 동작 특성에 대해서 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0006] 도 1은 일반적인 유기발광다이오드의 발광원리를 설명하는 다이어그램이다.

[0007] 일반적으로 유기전계발광 표시장치는 도 1과 같이, 유기발광다이오드를 구비한다.

[0008] 이때, 유기발광다이오드는 화소전극인 양극(anode)(18)과 공통전극인 음극(cathode)(28) 및 이들 사이에 형성된 유기층(30a, 30b, 30c, 30d, 30e)을 구비한다.

[0009] 그리고, 유기층(30a, 30b, 30c, 30d, 30e)은 정공수송층(Hole Transport Layer; HTL)(30b)과 전자수송층(Electron Transport Layer; ETL)(30d) 및 정공수송층(30b)과 전자수송층(30d) 사이에 개재된 발광물질층(Emitting material Layer; EML)(30c)을 포함한다.

[0010] 이때, 발광 효율을 향상시키기 위해서 양극(18)과 정공수송층(30b) 사이에 정공주입층(Hole Injection Layer; HIL)(30a)이 개재되며, 음극(28)과 전자수송층(30d) 사이에 전자주입층(Electron Injection Layer; EIL)(30e)이 개재된다.

[0011] 이렇게 구성되는 유기발광다이오드는 양극(18)과 음극(28)에 각각 양(+)과 음(-)의 전압이 인가되면, 정공수송층(30b)을 통과한 정공과 전자수송층(30d)을 통과한 전자가 발광물질층(30c)으로 이동되어 엑시톤(exciton)을 형성하고, 그 엑시톤이 여기상태(excited state)에서 기저상태, 즉 안정한 상태(stable state)로 전이될 때 빛이 발생된다.

[0012] 유기전계발광 표시장치는 전술한 구조의 유기발광다이오드를 가지는 서브-화소를 매트릭스 형태로 배열하고 그 서브-화소들을 데이터전압과 스캔전압으로 선택적으로 제어함으로써 화상을 표시한다.

[0013] 이때, 유기전계발광 표시장치는 수동 매트릭스(passive matrix) 방식 또는 스위칭소자로써 박막 트랜지스터를 이용하는 능동 매트릭스(active matrix) 방식으로 나뉘어진다. 이 중 능동 매트릭스 방식은 능동소자인 박막 트랜지스터를 선택적으로 턴-온(turn on)시켜 서브-화소를 선택하고 스토리지 커패시터에 유지되는 전압으로 서브-화소의 발광을 유지한다.

[0014] 이러한 유기발광다이오드는 일반적으로 진공 증착을 이용하여 형성한다. 진공 증착은 형성하고자 하는 층의 물질을 진공 챔버에서 기상화하여 기판 위에 증착하는 방법이다.

[0015] 그런데, 진공 챔버를 이용하는 경우, 적어도 진공 증착이 이루어지는 기판의 크기보다는 챔버의 크기가 커야 한다. 또한, 챔버 내 기판의 유입을 위해 충분한 공간 확보를 필요로 하여 대형화에는 한계가 있어 다른 방식의 고려가 있었다.

[0016] 그 일 예로, 용액 공정(soluble process)을 이용하는 방법이 있으며, 이를 도면을 참조하여 설명한다.

- [0017] 도 2는 일반적인 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주는 예시도이다. 이때, 도 2는 용액 공정을 이용하여 제조한 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주고 있다.
- [0018] 도 2를 참조하면, 전술한 바와 같이 유기발광다이오드는 기판(1) 위에 형성된 제 1 전극(18)과 발광부(30) 및 제 2 전극(28)으로 이루어진다.
- [0019] 발광부(30)는 정공수송층(30b)과 전자수송층(30d) 및 정공수송층(30b)과 전자수송층(30d) 사이에 개재된 발광물질층(30c)을 포함한다.
- [0020] 이때, 발광 효율을 향상시키기 위해서 제 1 전극(18)과 정공수송층(30b) 사이에 정공주입층(30a)이 개재되며, 제 2 전극(28)과 전자수송층(30d) 사이에 전자주입층(30e)이 개재된다.
- [0021] 이러한 발광부(30)는 적, 녹 및 청색 서브-화소(R, G, B)별로 나누어져 용액 공정을 통해 형성된다.
- [0022] 일반적으로 유기발광다이오드를 이루는 층 중 정공주입층(30a)과 정공수송층(30b) 및 발광물질층(30c)은 용액 공정으로 형성하나, 전자수송층(30d)과 전자주입층(30e) 및 제 2 전극(128)은 진공 증착 방법으로 형성한다.
- [0023] 이는 전자수송층(30d)과 전자주입층(30e)이 재료적으로 안정성이 떨어져 용액 공정이 어렵기 때문이다.
- [0024] 이러한 전자수송층(30d)과 전자주입층(30e)은 발광물질층(30c) 내부로 전자를 전달하여 유기발광다이오드의 효율을 향상시키기 위해 필수적으로 적용되는 구성이다.
- [0025] 일반적으로, 유기발광다이오드가 저분자 발광물질층(30c)을 포함하는 경우 증착 방식을 적용한 전자수송층(30d)을 사용하고 있으며, 유기발광다이오드가 고분자 발광물질층(30c)을 포함하는 경우 전자수송층(30d) 또는 NaF와 같은 전자주입층(30e)을 사용하고 있다.
- [0026] 고분자 유기발광다이오드의 경우 전자주입층(30e) 물질이 발광물질층(30c) 내부로 확산(diffusion)되면서 전자주입을 증가시키는 원리를 이용하나, 확산된 영역이 비발광영역으로 작용하여 발광물질층(30c) 두께가 일정수준 이상이 되어야 한다. 그러나, 발광물질층(30c)의 두께가 증가하면서 구동전압이 증가하게 되며, 용액 공정의 경우 일정 두께 이상을 적용하지 못하는 한계가 있다.
- [0027] 즉, NaF와 같은 전자주입층(30e)을 사용할 경우 발광물질층(30c) 내부로 Na<sup>+</sup>가 확산되어 전자 전달 능력을 향상시키게 된다. 그러나, 확산된 영역이 발광영역과 겹쳐질 경우 소자 효율이 감소하게 되며, 이를 방지하기 위해 발광물질층(30c)의 두께를 일정 수준 이상으로 설계할 필요성이 있다. 그러나, 발광물질층(30c)의 두께가 증가할수록 구동전압이 증가한다. 또한, 용액 공정의 경우 용액의 점도 증가로 인해 도포(jetting) 특성이 저하되는 문제점이 있어 두께 증가에 대한 한계가 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0028] 본 발명은 상기한 문제를 해결하기 위한 것으로, 용액 공정을 이용하여 제조한 유기발광다이오드 및 이를 구비한 유기전계발광 표시장치, 그리고 유기발광다이오드의 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.
- [0029] 본 발명의 다른 목적은 다층 구조의 발광물질층을 형성하여 전자수송층 및 전자주입층을 제거한 유기발광다이오드 및 이를 구비한 유기전계발광 표시장치, 그리고 유기발광다이오드의 제조방법을 제공하는데 있다.
- [0030] 기타, 본 발명의 다른 목적 및 특징들은 후술되는 발명의 구성 및 특허청구범위에서 설명될 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0031] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광다이오드 및 이를 구비한 유기전계발광 표시장치는 전자주입 물질(electron injection material)을 첨가하여 다층 구조의 발광물질층을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 이를 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광다이오드 및 이를 구비한 유기전계발광 표시장치는 제 1 전극과 제 1 전극 위에 순차적으로 위치하며, 정공주입층과 정공수송층 및 발광물질층으로 이루어진 발광부 및 발광부 위에 위치하는 제 2 전극을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0033] 이때, 발광물질층은 제 1 발광층과 전자주입 물질이 첨가된 제 2 발광층을 포함하는 다층 구조로 이루어질 수

있다.

[0034] 또한, 본 발명은 전술한 유기발광다이오드를 포함하는 유기전계발광 표시장치를 제공한다.

[0035] 또한, 본 발명은 전술한 유기발광다이오드의 제조방법을 제공한다.

[0036] 다른 관점에서, 본 발명은 전자수송층에 전자주입물질이 첨가(또는 도핑)되며, 전자주입물질은 영역에 따라 농도(또는 밀도)를 달리하는 것을 특징으로 한다.

[0037] 즉, 전자주입물질은, 발광물질층과 인접한 전자수송층의 하부영역에서 제 1 밀도를 갖고 제 2 전극과 인접한 전자수송층의 상부영역에서 제 1 밀도보다 큰 제 2 밀도를 가질 수 있다.

[0038] 또한, 본 발명은 전술한 유기발광다이오드를 포함하는 유기전계발광 표시장치를 제공한다.

### 발명의 효과

[0039] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광다이오드 및 이를 구비한 유기전계발광 표시장치에 따르면, 전자 전달이 증가됨에 따라 효율 및 수명이 향상되는 동시에, 증착 공정을 적용하는 전자주입층 및 전자수송층을 제거할 수 있어 공정성이 확보되는 효과를 가진다.

[0040] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광다이오드 및 이를 포함하는 유기전계발광 표시장치에서는, 전자수송층의 전자 전달 특성이 향상되면서 전자주입물질에 의한 발광물질층의 특성 저하가 최소화되는 효과를 갖는다.

### 도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 일반적인 유기발광다이오드의 발광원리를 설명하는 다이어그램.

도 2는 일반적인 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주는 예시도.

도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치를 개략적으로 보여주는 블록도.

도 4는 유기전계발광 표시장치의 서브-화소에 대한 회로 구성을 보여주는 예시도.

도 5는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 개략적인 단면 구조를 보여주는 도면.

도 6은 도 5에 도시된 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치에 있어, 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주는 예시도.

도 7a 및 도 7b는 용액 공정의 예를 보여주는 예시도.

도 8은 전압에 따른 전류밀도를 예로 들어 보여주는 그래프.

도 9는 전류밀도에 따른 전류 효율을 예로 들어 보여주는 그래프.

도 10은 파장에 따른 광 세기를 예로 들어 보여주는 그래프.

도 11은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 개략적인 단면 구조를 보여주는 도면.

도 12는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치에 있어 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주는 예시도.

도 13은 도 12의 "A" 부분 확대도.

도 14는 전압에 따른 전류밀도를 예로 들어 보여주는 그래프.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 본 발명은, 제 1 전극, 상기 제 1 전극 위에 순차적으로 위치하며, 정공주입층과 정공수송층 및 발광물질층으로 이루어진 발광부, 및 상기 발광부 위에 위치하는 제 2 전극을 포함하며, 상기 발광층은 제 1 발광층과 전자주입물질(electron injection material)이 첨가된 제 2 발광물질층을 포함하는 다층 구조로 이루어진 유기발광다이오드를 제공한다.

[0043] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 전자주입 물질은 수용성이나 지용성의 알칼리금속을 포함할 수 있

다.

- [0044] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 제 2 발광층은  $-3.0\text{eV} \sim -2.6\text{eV}$ 의 낮은 LUMO(lowest unoccupied molecular orbital) 에너지 준위를 가지면서 삼중항 에너지(T1) 레벨이  $2.0\text{eV} \sim 2.5\text{eV}$ 의 값을 가질 수 있다.
- [0045] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 제 2 발광층은 전자 이동도가  $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs} \sim 10^{-4}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 의 값을 가질 수 있다.
- [0046] 다른 관점에서, 본 발명은, 기판 위에 구비된 트랜지스터,
- [0047] 상기 트랜지스터에 연결되는 전술한 유기발광다이오드를 포함하는 유기전계발광 표시장치를 제공한다.
- [0048] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 기판 위에 제 1 전극을 형성하는 단계, 상기 제 1 전극 위에 적, 녹 및 청색 서브-화소별로 정공수송층을 형성하는 단계, 상기 정공수송층 위에 제 1 발광층을 형성하는 단계, 상기 제 1 발광층 위에 전자주입 물질을 첨가하여 제 2 발광층을 형성하는 단계, 및 상기 제 2 발광층 위에 제 2 전극을 형성하는 단계를 포함하며, 상기 정공수송층과 제 1 발광층 및 제 2 발광층은 용액 공정을 통해 형성되는 유기발광다이오드의 제조방법을 제공한다.
- [0049] 본 발명의 유기발광다이오드 제조방법에 있어서, 상기 용액 공정은 잉크젯 인쇄(inkjet printing), 노즐 인쇄(nozzle printing), 전사 방식(transferring process), 슬릿 코팅(slit coating), 그라비아 인쇄(gravure printing) 및 열 제트 인쇄(thermal jet printing) 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0050] 본 발명의 유기발광다이오드 제조방법에 있어서, 상기 제 1 발광층은 유기 용매를 사용하여 형성되며, 상기 제 2 발광층은 수용성이나 지용성의 알칼리금속의 전자주입 물질이 분산된 수용성 재료를 사용하여 형성될 수 있다.
- [0051] 본 발명의 유기발광다이오드 제조방법에 있어서, 상기 제 1 발광층은 수용성 재료를 사용하여 형성되며, 상기 제 2 발광층은 수용성이나 지용성의 알칼리금속의 전자주입 물질이 분산된 유기 용매를 사용하여 형성될 수 있다.
- [0052] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 제 1 전극과, 상기 제 1 전극과 마주하는 제 2 전극과, 상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 발광물질층과, 상기 발광물질층과 상기 제 2 전극 사이에 위치하며 전자주입물질이 첨가된 전자수송층을 포함하고, 상기 전자주입물질은 상기 발광물질층과 인접한 상기 전자수송층의 하부영역에서 제 1 밀도를 갖고 상기 제 2 전극과 인접한 상기 전자수송층의 상부영역에서 상기 제 1 밀도보다 큰 제 2 밀도를 갖는 유기발광다이오드를 제공한다.
- [0053] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 전자주입 물질은 알칼리금속을 포함할 수 있다.
- [0054] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 상부영역에서 상기 전자주입물질은 상기 전자수송물질에 대하여 150%의 중량비를 갖고, 상기 하부영역에서 상기 전자주입물질은 상기 전자수송물질에 대하여 50%의 중량비를 가질 수 있다.
- [0055] 본 발명의 유기발광다이오드는, 상기 제 1 전극과 상기 발광물질층 사이에 위치하는 정공주입층과, 상기 제 1 전극과 상기 정공주입층 사이에 위치하는 정공수송층을 더 포함할 수 있다.
- [0056] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 기판 위에 구비된 트랜지스터와, 상기 트랜지스터에 연결되는 전술한 유기발광다이오드를 포함하는 유기전계발광 표시장치를 제공한다.
- [0057] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 유기발광다이오드 및 이를 구비한 유기전계발광 표시장치, 그리고 유기발광다이오드의 제조방법의 바람직한 실시예를 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0058] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 도면에서 층 및 영역들의 크기 및 상대적인 크기는 설명의 명료성을 위해 과장될 수 있다.
- [0059] 소자(element) 또는 층이 다른 소자 또는 "위(on)" 또는 "상(on)"으로 지칭되는 것은 다른 소자 또는 층의 바로

위뿐만 아니라 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다. 반면, 소자가 "직접 위(directly on)" 또는 "바로 위"로 지칭되는 것은 중간에 다른 소자 또는 층을 개재하지 않는 것을 나타낸다.

- [0060] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below, beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 소자 또는 구성 요소들과 다른 소자 또는 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 소자를 뒤집을 경우, 다른 소자의 "아래(below)" 또는 "아래(beneath)"로 기술된 소자는 다른 소자의 "위(above)"에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다.
- [0061] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며, 따라서 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0062] 도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치를 개략적으로 보여주는 블록도이다.
- [0063] 도 3을 참조하면, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치에는 영상처리부(115), 데이터변환부(114), 타이밍제어부(113), 데이터구동부(112), 게이트구동부(111) 및 표시패널(110)이 포함될 수 있다.
- [0064] 영상처리부(115)는 RGB 데이터신호(RGB)를 이용하여 평균화상레벨에 따라 최대 휘도를 구현하도록 감마전압을 설정하는 등 다양한 영상처리를 수행한 후 RGB 데이터신호(RGB)를 출력한다. 영상처리부(115)는 RGB 데이터신호(RGB)는 물론 수직 동기신호(Vsync), 수평 동기신호(Hsync), 데이터 인에이블 신호(DES) 및 클럭신호(CLK) 중 하나 이상을 포함하는 구동신호를 출력한다.
- [0065] 타이밍제어부(113)는 영상처리부(115) 또는 데이터변환부(114)로부터 수직 동기신호(Vsync), 수평 동기신호(Hsync), 데이터 인에이블 신호(DES) 및 클럭신호(CLK) 중 하나 이상을 포함하는 구동신호를 공급받는다. 타이밍제어부(113)는 구동신호에 기초하여 게이트구동부(111)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 게이트 타이밍 제어신호(GCS)와 데이터구동부(112)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 데이터 타이밍 제어신호(DCS)를 출력한다.
- [0066] 타이밍제어부(113)는 게이트 타이밍 제어신호(GCS)와 데이터 타이밍 제어신호(DCS)에 대응하여 데이터신호(DATA)를 출력한다.
- [0067] 데이터구동부(112)는 타이밍제어부(113)로부터 공급된 데이터 타이밍 제어신호(DCS)에 응답하여 타이밍제어부(113)로부터 공급되는 데이터신호(DATA)를 샘플링하고 래치(latch)하여 감마 기준전압으로 변환하여 출력한다. 데이터구동부(112)는 데이터라인들(DL1 ~ DLm)을 통해 변환된 데이터신호(DATA)를 출력한다. 데이터구동부(112)는 IC(Integrated Circuit) 형태로 형성된다.
- [0068] 게이트구동부(111)는 타이밍제어부(113)로부터 공급된 게이트 타이밍 제어신호(GCS)에 응답하여 게이트전압의 레벨을 시프트 시키면서 게이트신호를 출력한다. 게이트구동부(111)는 게이트라인들(GL1 ~ GLn)을 통해 게이트신호를 출력한다. 게이트구동부(111)는 IC 형태로 형성되거나 표시패널(150)에 게이트-인-패널(Gate In Panel; GIP) 방식으로 형성된다.
- [0069] 표시패널(110)은 일 예로, 적색 서브-화소(SPr), 녹색 서브-화소(SPg) 및 청색 서브-화소(SPb)를 포함하는 서브-화소 구조로 구현될 수 있다. 즉, 하나의 화소(P)는 RGB 서브-화소(SPr, SPg, SPb)로 이루어진다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 백색 서브-화소를 추가로 포함할 수도 있다.
- [0070] 도 4는 유기전계발광 표시장치의 서브-화소에 대한 회로 구성을 보여주는 예시도이다.
- [0071] 이때, 도 4에 도시된 서브-화소는 스위칭 트랜지스터, 구동 트랜지스터, 커패시터 및 유기발광다이오드를 포함하는 2T(Transistor)1C(Capacitor) 구조로 구성된 경우를 예로 들고 있다. 그러나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 보상회로가 추가된 경우에는 3T1C, 4T2C, 5T2C 등 다양하게 구성될 수 있다.
- [0072] 도 4를 참조하면, 유기전계발광 표시장치는 제 1 방향으로 배열된 게이트라인(GL) 및 제 1 방향과 교차하는 제 2 방향으로 서로 이격하여 배열된 데이터라인(DL)과 구동 전원라인(VDDL)에 의해 서브-화소영역이 정의된다.
- [0073] 하나의 서브-화소에는 스위칭 트랜지스터(SW), 구동 트랜지스터(DR), 커패시터(Cst), 보상회로(CC) 및 유기발광다이오드(OLED)가 포함될 수 있다.

- [0074] 유기발광다이오드(OLED)는 구동 트랜지스터(DR)에 의해 형성된 구동 전류에 따라 빛을 발광하도록 동작한다.
- [0075] 스위칭 트랜지스터(SW)는 게이트라인(GL)을 통해 공급된 게이트신호에 응답하여 데이터라인(DL)을 통해 공급되는 데이터신호가 커패시터(Cst)에 데이터전압으로 저장되도록 스위칭 동작한다.
- [0076] 구동 트랜지스터(DR)는 커패시터(Cst)에 저장된 데이터전압에 따라 구동 전원라인(VDDL)과 그라운드배선(GND) 사이로 구동 전류가 흐르도록 동작한다.
- [0077] 보상회로(CC)는 구동 트랜지스터(DR)의 문턱전압 등을 보상한다. 보상회로(CC)는 하나 이상의 트랜지스터와 커패시터로 구성될 수 있다. 보상회로(CC)의 구성은 매우 다양한바 이에 대한 구체적인 예시 및 설명은 생략한다.
- [0078] 위와 같은 서브-화소 구조를 갖는 유기전계발광 표시장치는 빛이 방출되는 방향에 따라 전면발광(top emission) 방식이나 후면발광(bottom emission) 방식 또는 양면발광(dual emission) 방식으로 구현될 수 있다.
- [0079] 도 5는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 개략적인 단면 구조를 보여주는 도면이다.
- [0080] 이때, 도 5는 적, 녹 및 청색의 서브-화소, 즉 RGB 서브-화소로 이루어진 하나의 화소를 예로 들고 있다. RGB 서브-화소는 각각의 유기발광다이오드에 포함된 발광 물질을 RGB 색으로 구분하여 형성할 수 있다.
- [0081] 또한, 도 5에 도시된 유기전계발광 표시장치는 화소가 배열된 기관 방향으로 빛이 방출되는 후면발광 방식의 유기전계발광 표시장치를 예로 들고 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 화소가 배열된 기관과 반대방향으로 빛이 방출되는 전면발광 방식의 유기전계발광 표시장치뿐만 아니라 양면발광 방식의 유기전계발광 표시장치에도 적용 가능하다.
- [0082] 또한, 도 5는 코플라나(coplanar) 구조의 박막 트랜지스터를 이용한 유기전계발광 표시장치를 예로 들고 있다. 그러나, 본 발명이 코플라나 구조의 박막 트랜지스터에 한정되는 것은 아니다.
- [0083] 도 6은 도 5에 도시된 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치에 있어, 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주는 예시도이다.
- [0084] 도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치는 기관(101) 위에 형성된 트랜지스터(TFT)와 유기발광다이오드(OLED)로 구성될 수 있다.
- [0085] 이때, 일 예로 기관(101)은 적, 녹 및 청색 서브-화소(R, G, B)로 구분될 수 있으며, 적, 녹 및 청색 서브-화소(R, G, B)는 규칙적으로 반복될 수 있다. 이러한 규칙성은 라인별 또는 대각선상으로 가질 수 있다.
- [0086] 우선, 트랜지스터(TFT)로 구동 박막 트랜지스터는 반도체층(124), 게이트전극(121), 소오스전극(122) 및 드레인전극(123)을 포함한다.
- [0087] 반도체층(124)은 투명한 플라스틱이나 고분자 필름 등의 절연물질로 이루어진 기관(101) 위에 형성된다.
- [0088] 반도체층(124)은 비정질 실리콘막이나 비정질 실리콘을 결정화한 다결정 실리콘막, 산화물(oxide) 반도체, 또는 유기물(organic) 반도체 등으로 구성될 수 있다.
- [0089] 이때, 기관(101)과 반도체층(124) 사이에는 버퍼층(미도시)이 더 형성될 수 있다. 버퍼층은 기관(101)으로부터 유출되는 알칼리 이온과 같은 불순물로부터 후속 공정에서 형성되는 트랜지스터(TFT)를 보호하기 위해서 형성될 수 있다.
- [0090] 반도체층(124) 위에는 실리콘질화막(SiNx) 또는 실리콘산화막(SiO<sub>2</sub>) 등으로 이루어진 게이트절연막(125a)이 형성되어 있으며, 그 위에 게이트전극(121)을 포함하는 게이트라인(미도시) 및 제 1 유지전극(미도시)이 형성되어 있다.
- [0091] 게이트전극(121)과 게이트라인 및 제 1 유지전극은 저저항 특성을 갖는 제 1 금속물질, 예를 들면 알루미늄(Al), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 또는 이들의 합금으로 이루어진 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있다.
- [0092] 게이트전극(121)과 게이트라인 및 제 1 유지전극 위에는 실리콘질화막 또는 실리콘산화막 등으로 이루어진 층간절연막(interlayer insulation layer)(125b)이 형성되어 있으며, 그 위에 데이터라인(미도시), 구동 전압라인(미도시), 소오스 전극(122), 드레인전극(123) 및 제 2 유지전극(미도시)이 형성되어 있다.
- [0093] 소오스전극(122)과 드레인전극(123)은 소정 간격으로 이격하여 형성되어 있으며, 반도체층(124)과 전기적으로

연결된다. 예를 들어, 게이트절연막(125a) 및 층간절연막(125b)에는 반도체층(124)의 양측을 노출시키는 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀이 형성되어 있으며, 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀을 통해 소오스 전극(122)과 드레인 전극(123) 각각이 반도체층(124)과 전기적으로 접촉된다.

- [0094] 이때, 제 2 유지전극은 층간절연막(125b)을 사이에 두고 그 하부의 제 1 유지전극의 일부와 중첩하여 스토리지 커패시터를 형성한다.
- [0095] 데이터라인, 구동 전압라인, 소오스 전극(122), 드레인전극(123) 및 제 2 유지전극은 저저항 특성을 갖는 제 2 금속물질, 예를 들면 알루미늄(Al), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 또는 이들의 합금으로 이루어진 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있다.
- [0096] 데이터라인, 구동 전압라인, 소오스/드레인전극(122, 123) 및 제 2 유지전극이 형성된 기판(101) 위에는 보호막 (또는 평탄화막)(125c)이 형성되어 있다.
- [0097] 그리고, 보호막(125c) 위에는 드레인전극(123)의 일부를 노출시키는 오버코트층(125d)이 형성되어 있다. 오버코트층(125d)은 유기물질로 형성될 수 있으나, 무기물질 또는 유기물 혼합물질로 형성될 수도 있다. 이때, 보호막 (125c)이 오버코트층(125d)의 역할을 하는 경우 오버코트층(125d)을 형성하지 않을 수 있다.
- [0098] 다음으로, 유기발광다이오드(OLED)는 제 1 전극(118), 발광부(130) 및 제 2 전극(128)을 포함할 수 있다.
- [0099] 유기발광다이오드(OLED)는 구동 박막 트랜지스터(TFT)와 전기적으로 연결된다. 보다 구체적으로, 구동 박막 트랜지스터(TFT) 상부에 형성된 보호막(125c) 및 오버코트층(125d)은 구동 박막 트랜지스터(TFT)의 드레인전극 (123)을 노출시키는 드레인 컨택홀이 형성되어 있다. 유기발광다이오드(OLED)는 드레인 컨택홀을 통해 구동 박막 트랜지스터(TFT)의 드레인전극(123)과 전기적으로 접속된다.
- [0100] 즉, 제 1 전극(118)은 오버코트층(125d) 위에 형성되고, 드레인 컨택홀을 통해 구동 박막 트랜지스터(TFT)의 드레인전극(123)과 전기적으로 접속된다.
- [0101] 제 1 전극(118)은 발광부(130)에 전류(또는 전압)를 공급하는 것으로서, 소정 면적의 발광 영역을 정의한다.
- [0102] 또한, 제 1 전극(118)은 양극(anode)으로서 역할을 수행한다. 이에 따라, 제 1 전극(118)은 일함수가 비교적 큰 투명 도전성 물질로 이루어지고, 일 예로 인듐-틴-옥사이드(Indium Tin Oxide; ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(Indium Zinc Oxide; IZO)를 포함할 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0103] 이때, 도 5에는 제 1 전극(118)이 적, 녹 및 청색 서브-화소(R, G, B)별로 나누어져 패터닝된 경우를 예로 들고 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 제 1 전극(118)은 모든 화소들에 걸쳐서 연결된 하나의 층으로 형성될 수 있다.
- [0104] 제 1 전극(118)이 형성된 기판(101) 위에는 뱅크(bank)(125e)가 형성되어 있다. 이때, 뱅크(125e)는 제 1 전극 (118) 가장자리 주변을 독처럼 둘러싸서 개구부(opening)를 정의하며 유기 절연물질로 만들어진다.
- [0105] 뱅크(125e)는 또한 검정색 안료를 포함하는 감광제로 만들어질 수 있는데, 이 경우 뱅크(125e)는 차광부재의 역할을 하게 된다.
- [0106] 뱅크(125e)가 형성된 기판(101) 위에는 발광부(130)와 제 2 전극(128)이 순차적으로 형성되어 있다.
- [0107] 즉, 발광부(130)는 제 1 전극(118)과 제 2 전극(128) 사이에 형성된다. 발광부(130)는 제 1 전극(118)으로부터 공급되는 정공과 제 2 전극(128)으로부터 공급되는 전자의 결합에 의해 발광한다.
- [0108] 발광부(130)는 빛을 내는 발광물질층(130c) 외에 발광물질층(130c)의 발광 효율을 향상하기 위한 보조층 (auxiliary layer)(130a, 130b)을 포함하는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0109] 즉, 발광부(130)는 정공수송층(130b) 및 발광물질층(130c)을 포함한다.
- [0110] 소자의 구성에 따라 발광 효율을 향상시키기 위해서 제 1 전극(118)과 정공수송층(130b) 사이에 정공주입층 (130a)이 개재될 수 있다.
- [0111] 정공수송층(130b)을 단일층으로 구성할 수도 있고, 2개의 층으로 구성할 수도 있다.
- [0112] 이때, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 발광부(130)는 정공수송층(130b)과의 계면 특성을 향상시키기 위한 제 1 발광층(130c') 및 전자주입 물질(electron injection material)을 첨가하여 전자주입을 증가시킨 제 2 발광층 (130c'')의 적층 구조를 갖는 발광물질층(130c)을 포함한다.

- [0113] 즉, 제 1 발광층(130c')은 정공수송층(130b)과의 계면 특성을 향상시켜 소자 수명을 증가시키는 재료를 적용할 수 있다. 제 2 발광층(130c")은 전자주입 물질을 첨가하여 전자주입을 증가시켜 효율을 향상시키는 재료를 적용할 수 있다.
- [0114] 이때, 제 2 발광층(130c")은 제 1 발광층(130c')에 영향, 즉 손상을 주지 않는 용매를 사용하며, 전자주입 물질이 첨가되어 있다. 따라서, 제 2 발광층(130c")에 의해 전자주입 특성이 향상되어 전자수송층 및 전자주입층 없이 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0115] 전자주입 물질의 일 예로, 수용성이나 지용성의 알칼리금속이 포함될 수 있다.
- [0116] 제 1 발광층(130c')에 유기 용매를 사용할 경우, 제 2 발광층(130c")은 수용성(water soluble) 재료를 사용하여 제 1 발광층(130c')에 손상을 주지 않는 다층 구조를 형성할 수 있다. 또는, 제 1 발광층(130c')에 수용성 재료를 사용할 경우, 제 2 발광층(130c")은 유기 용매를 사용하여 다층 구조를 형성할 수도 있다.
- [0117] 제 2 발광층(130c")은  $-3.0\text{eV} \sim -2.6\text{eV}$  정도의 낮은 LUMO(lowest unoccupied molecular orbital) 에너지 준위를 가지면서 삼중항 에너지(T1) 레벨이 약  $2.0\text{eV} \sim 2.5\text{eV}$ 의 값을 가질 수 있다.
- [0118] 제 2 발광층(130c")은 전자 이동도가 약  $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs} \sim 10^{-4}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 의 값을 가질 수 있다.
- [0119] 이와 같이 본 발명은 기존의 증착 방식의 전자수송층 및 전자주입층을 제거하면서도 전자 전달이 원활하도록 하여 유기발광다이오드의 효율 및 수명 향상을 확보할 수 있다.
- [0120] 즉, 전자수송층 및 전자주입층의 제거로 인해 발광물질층(130c) 내부로 확산되는 현상이 나타나지 않으며, 발광물질층(130c) 내부의 발광영역 형성에 제한을 주지 않는다.
- [0121] 이러한 발광부(130)는 적, 녹 및 청색 서브-화소(R, G, B)별로 나누어져 용액 공정(soluble process)을 통해 형성될 수 있다. 이는 저분자 또는 고분자의 용액 공정 가능한 재료를 제 1 전극(118) 위에 선택적으로 코팅하여 형성할 수 있다.
- [0122] 이때, 경우에 따라 정공주입층(130a)은 생략될 수 있으며, 또는 정공주입층(130a)과 정공수송층(130b)은 재료를 섞어 한 층으로 형성할 수도 있다. 또한, 정공주입층(130a)과 정공수송층(130b)은 이층 이상으로 다수의 층으로 나누어 형성할 수도 있다.
- [0123] 여기서, 용액 공정으로 형성된 적, 녹 및 청색 서브-화소(R, G, B)의 발광물질층(130c)을 이루는 재료는 각각 형광 발광 물질이나 인광 발광 물질일 수 있다. 이들 발광물질층(130c)은 하나 이상의 호스트에 발광 색상을 표현할 수 있는 하나 이상의 도펀트가 포함될 수 있다.
- [0124] 용액 공정으로 잉크젯 인쇄(inkjet printing), 노즐 인쇄(nozzle printing), 전사 공정(transferring process), 열 제트 인쇄(thermal jet printing)나 스핀 코팅(spin coating) 중 어느 하나를 선택할 수 있다.
- [0125] 이러한 용액 공정은 별도의 마스크나 챔버 없이 진행될 수 있다. 따라서, 용액 공정은 증착 공정에 비해 공정이 단순하고 공정 비용이 저렴해 유기발광다이오드(OLED)의 공정 시간 및 제조 비용을 절감할 수 있는 효과를 가진다.
- [0126] 특히, 본 발명의 경우 기존의 증착 공정을 이용하는 전자주입층 및 전자수송층을 제거할 수 있어 공정성이 확보되는 효과를 가진다.
- [0127] 이하, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 발광부(130)의 제조에 적용되는 용액 공정의 방법을 예로 들어 설명한다.
- [0128] 도 7a 및 도 7b는 용액 공정의 예를 보여주는 예시도이다.
- [0129] 도 7a는 잉크젯 인쇄에 관한 것으로, 기판(101) 위에 잉크(145) 적하가 가능한 분사구를 갖는 헤드(140)를 통해, 인쇄가 이루어지는 것이다.
- [0130] 이 경우, 인쇄 시 헤드(140) 또는 기판(101)이 이동한다. 이 경우, 미세한 영역별 제어가 용이하다. 즉, 유기전계발광 표시장치의 서브-화소별 선택적 코팅이 용이하게 이루어질 수 있다.
- [0131] 잉크젯 인쇄 이외에 노즐 인쇄(nozzle printing)는 슬릿(slits) 형태의 노즐(nozzle)을 준비하여, 기판(101) 위에 인쇄를 하는 것이다. 이러한 노즐은 다수 구비할 수도 있다. 상대적으로 잉크젯 인쇄방식 대비 좀 더 넓은 영역에 분포된 패턴의 인쇄에 용이하다. 예를 들어, 기판(101) 위에 뱅크가 형성되어 있는 유기전계발광 표시장

치에 경우, 전면 노즐 인쇄 방식으로 소정의 층을 형성 시, 뱅크에 의해 영역별 구분이 가능하다.

- [0132] 도 7b는 롤 인쇄(roll printing)에 관한 것으로, 패턴(155)이 형성된 메인 롤러(150)를 회전시켜 기관(101) 위에 인쇄 패턴을 형성시키는 것이다. 이 경우, 보조 롤러(151)는 인쇄 용액이 공급되는 헤드와 접촉되어, 헤드로부터 인쇄 용액이 메인 롤러(150)의 패턴(155) 상에 계속적으로 공급되게 유도한다. 경우에 따라, 메인 롤러(150)에 패턴(155)이 형성되지 않은 경우, 기관(101) 전체에 도포가 가능하다.
- [0133] 이러한 용액 공정의 추가적인 예로, 전사 공정(transferring process), 그라비아 인쇄(gravure printing) 및 열 제트 인쇄(thermal jet printing)를 더 들 수 있다.
- [0134] 하지만 상술한 예들은, 용액 공정의 한정적 예들에 한하며, 장비의 개발 등에 따라 이와 다른 장비 혹은 다른 공정의 용액 공정으로도 진행될 수 있다.
- [0135] 다시 도 5 및 도 6을 참조하면, 제 2 전극(128)은 발광부(130) 위에 형성되어 발광부(130)에 전자를 제공한다.
- [0136] 제 2 전극(128)은 기관(101) 전체를 덮도록 형성될 수 있다. 즉, 제 2 전극(128)은 모든 화소들에 걸쳐서 연결된 하나의 층으로 형성될 수 있다.
- [0137] 이하, 이와 같이 구성되는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기발광다이오드의 특성을 도면을 참조하여 설명한다.
- [0138] 도 8은 전압에 따른 전류밀도(J)를 예로 들어 보여주는 그래프이다.
- [0139] 도 9는 전류밀도에 따른 전류 효율(current efficiency)을 예로 들어 보여주는 그래프이다.
- [0140] 그리고, 도 10은 파장에 따른 광 세기를 예로 들어 보여주는 그래프이다. 이때, 도 10은 적색의 발광물질층에 대한 파장에 따른 광 세기를 예로 들어 보여주고 있다.
- [0141] 이때, 도 8 내지 도 10에 도시된 비교예1은 전자주입층을 구비한 일반적인 발광다이오드를 나타내며, 비교예2는 전자주입층과 전자수송층을 구비한 일반적인 발광다이오드를 나타낸다.
- [0142] 도 8을 참조하면, 전자주입층뿐만 아니라 전자수송층을 구비한 비교예1은 전자주입층만을 구비한 비교예1에 비해 동일한 전압에서 더 큰 전류밀도를 보여준다.
- [0143] 그리고, 전자주입층과 전자수송층 없이 다층 구조의 발광부를 구비한 본 발명의 제 1 실시예의 경우(실험예1) 전술한 비교예1과 비교예2에 비해 더 큰 전류밀도를 보여주는 것을 알 수 있다. 이는 효율이 향상되었다는 것을 의미할 뿐만 아니라 보다 낮은 전압에서도 구동이 가능하다는 것을 의미할 수 있다.
- [0144] 도 9를 참조하면, 전류밀도에 따른 전류 효율의 경향을 알 수 있는데, 본 발명의 제 1 실시예의 경우(실험예1) 비교예1과 비교예2에 비해 전류 효율이 향상되었음을 알 수 있다.
- [0145] 또한, 동일한 전류에 효율이 높다는 것은 수명이 향상되었음을 의미할 수 있다.
- [0146] 도 10을 참조하면, 비교예1의 경우에는 전자주입층 물질이 발광물질층 내부로 확산됨에 따라 발광영역의 이동으로 적색의 빛의 파장(600 ~ 650nm)보다 높은 파장대에서 피크가 발생하는 것을 알 수 있다.
- [0147] 이에 비해 비교예2와 실험예1의 경우에는 이러한 경향이 줄어들어 색 순도가 향상되는 것을 알 수 있다.
- [0148] 도 11은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 개략적인 단면 구조를 보여주는 도면이고, 도 12는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치에 있어 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주는 예시도이다.
- [0149] 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치는 기관(201) 위에 형성된 트랜지스터(TFT)와 유기발광다이오드(OLED)로 구성될 수 있다.
- [0150] 기관(201)은 적, 녹 및 청색 서브-화소(R, G, B)를 포함하고, 적, 녹 및 청색 서브-화소(R, G, B)는 규칙적으로 반복될 수 있다. 예를 들어, 기관(201)은 유리, 투명한 플라스틱이나 고분자 필름 등의 절연물질로 이루어지며, 플렉서블 특성을 가질 수 있다.
- [0151] 구동 소자인 트랜지스터(TFT)는, 반도체층(224), 게이트전극(221), 소오스전극(222) 및 드레인전극(223)을 포함한다.
- [0152] 반도체층(224)은 기관(201) 위에 형성된다. 예를 들어, 반도체층(224)은 비정질 실리콘이나 비정질 실리콘을 결

정화한 다결정 실리콘, 산화물(oxide) 반도체 물질, 또는 유기물(organic) 반도체 물질로 이루어질 수 있다.

- [0153] 이때, 기판(201)과 반도체층(224) 사이에는 버퍼층(미도시)이 더 형성될 수 있다. 버퍼층은 기판(201)으로부터 유출되는 알칼리 이온과 같은 불순물로부터 후속 공정에서 형성되는 트랜지스터(TFT)를 보호하기 위해서 형성될 수 있다.
- [0154] 반도체층(224) 상에는 게이트절연막(225a)이 형성된다. 게이트절연막(225a)은 실리콘질화막(SiNx) 또는 실리콘 산화막(SiO<sub>2</sub>)와 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0155] 게이트절연막(225a) 상에는 게이트전극(221)과, 게이트라인(미도시) 및 제 1 유지전극(미도시)이 형성된다.
- [0156] 게이트전극(221)과 게이트라인 및 제 1 유지전극은 저저항 특성을 갖는 제 1 금속물질로 이루어진다. 예를 들어 제 1 금속물질은, 알루미늄(Al), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 또는 이들의 합금일 수 있다. 또한, 게이트전극(221)과 게이트라인 및 제 1 유지전극 각각은 단일층 또는 다중층 구조를 가질 수 있다.
- [0157] 게이트전극(221)과 게이트라인 및 제 1 유지전극 사이에는 층간절연막(interlayer insulation layer)(225b)이 형성된다. 예를 들어, 상기 층간절연막(225b)은, 실리콘질화막 또는 실리콘산화막과 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0158] 층간절연막(225b) 상에는 데이터라인(미도시), 구동 전압라인(미도시), 소오스 전극(222), 드레인전극(223) 및 제 2 유지전극(미도시)이 형성되어 있다.
- [0159] 소오스전극(222)과 드레인전극(223)은 소정 간격으로 이격하여 형성되어 있으며, 반도체층(224)과 전기적으로 연결된다. 예를 들어, 게이트절연막(225a) 및 층간절연막(225b)에는 반도체층(224)의 양측을 노출시키는 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀이 형성되어 있으며, 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀을 통해 소오스 전극(222) 및 드레인전극(223)이 반도체층(224)과 전기적으로 접촉된다.
- [0160] 이때, 제 2 유지전극은 층간절연막(125b)을 사이에 두고 그 하부의 제 1 유지전극의 일부와 중첩하여 스토리지 커패시터를 형성한다.
- [0161] 데이터라인, 구동 전압라인, 소오스 전극(222), 드레인전극(223) 및 제 2 유지전극은 저저항 특성을 갖는 제 2 금속물질로 이루어진다. 예를 들어, 제 2 금속물질은 알루미늄(Al), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 또는 이들의 합금일 수 있다. 데이터라인, 구동 전압라인, 소오스 전극(222), 드레인전극(223) 및 제 2 유지전극 각각은 단일층 또는 다중층 구조를 가질 수 있다.
- [0162] 도시하지 않았으나, 구동 소자인 박막트랜지스터(TFT)와 실질적으로 동일한 형상을 갖는 스위칭 소자가 적, 녹 및 청색 서브-화소(R, G, B) 각각에 더욱 형성된다. 스위칭 소자는 게이트라인, 데이터라인 및 구동소자인 박막 트랜지스터(TFT)에 전기적으로 연결된다.
- [0163] 데이터라인, 구동 전압라인, 소오스 전극(222), 드레인전극(223), 제 2 유지전극이 형성된 기판(201) 상부로 보호막(또는 평탄화막)(225c)과 오버코트층(225d)이 적층된다. 보호막(225c)과 오버코트층(225d)에는 드레인전극(223)을 노출시키는 드레인 콘택홀이 형성된다.
- [0164] 보호막(225c)과 오버코트층(225d) 각각은 산화실리콘 또는 질화실리콘과 같은 무기절연물질 또는 포토아크릴(photo-acryl)과 같은 유기절연물질로 이루어질 수 있고, 보호막(225c)과 오버코트층(225d) 중 어느 하나는 생략될 수 있다.
- [0165] 유기발광다이오드(OLED)는 오버코트층(225d) 상에 위치하며 박막트랜지스터(TFT)에 전기적으로 연결된다. 유기발광다이오드(OLED)는 제 1 전극(218), 발광부(230) 및 제 2 전극(228)을 포함할 수 있다.
- [0166] 제 1 전극(218)은 오버코트층(225d) 위에 적, 녹 및 청색 서브-화소(R, G, B)별로 형성되고, 드레인 콘택홀을 통해 구동 박막 트랜지스터(TFT)의 드레인전극(223)과 전기적으로 접속된다. 제 1 전극(218)은 발광부(230)에 전류(또는 전압)를 공급하는 것으로서, 소정 면적의 발광 영역을 정의한다.
- [0167] 또한, 제 1 전극(218)은 일함수가 비교적 큰 투명 도전성 물질로 이루어져 양극(anode)으로 기능할 수 있다. 예를 들어, 제 1 전극(218)은 인듐-틴-옥사이드(Indium Tin Oxide; ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(Indium Zinc Oxide; IZO)로 이루어질 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0168] 유기전계발광 표시장치가 상부 발광 방식인 경우, 제 1 전극(218) 하부 및/또는 상부에는 반사전극 또는 반사층

이 더욱 형성될 수 있다. 예를 들어, 반사전극 또는 상기 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-paladium-copper: APC) 합금으로 이루어질 수 있다. 즉, 제 1 전극(218)은 투명 도전성 전극과 반사전극 또는 반사층의 이중층 구조를 갖거나, 투명 도전성 전극 상부 및 하부에 반사전극 또는 반사층이 위치하는 삼중층 구조를 가질 수 있다.

[0169] 제 1 전극(218)이 형성된 기판(201) 위에는 뱅크(bank)(225e)가 형성된다. 뱅크(225e)는 제 1 전극(218) 가장 자리를 덮으며 제 1 전극(218)의 중앙을 노출하는 개구부(opening)를 갖는다. 뱅크(225e)는 투명 유기 절연물질로 이루어질 수 있다. 한편, 뱅크(225e)는 검정색 안료를 포함하는 감광성 물질로 이루어져 차광부재의 역할을 할 수도 있다.

[0170] 제 1 전극(218) 상에 발광부(230)와 제 2 전극(228)이 순차적으로 형성된다. 즉, 발광부(230)는 제 1 전극(218)과 제 2 전극(228) 사이에 위치한다. 발광부(230)는 제 1 전극(218)으로부터 공급되는 정공과 제 2 전극(228)으로부터 공급되는 전자의 결합에 의해 발광한다.

[0171] 발광부(230)는 빛을 내는 발광물질층(230c)과, 발광물질층(230c)과 제 2 전극(228) 사이에 위치하는 전자수송층(230d)를 포함한다. 또한, 발광부(230)는 제 1 전극(218)과 발광물질층(230c) 사이에 순차적으로 적층된 정공수송층(230a)과 정공수송층(230b)을 더 포함할 수 있다.

[0172] 이때, 전자수송층(230d)은 전자수송물질과 전자주입특성이 우수한 전자주입물질(232)을 포함한다. 전자수송물질은  $-3.0 \sim -2.0\text{eV}$ 의 LUMO 에너지 준위와 약  $10^{-5}\text{cm}^2/\text{Vs} \sim 10^{-3}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 의 전하이동도를 가질 수 있다. 또한, 전자주입물질(232)이 도핑된 전자수송층(230d)은 약  $2.0\text{eV} \sim 2.5\text{eV}$ 의 삼중항 에너지(T1) 레벨을 가질 수 있다.

[0173] 예를 들어, 전자주입물질(232)은 수용성이나 지용성의 알칼리금속으로부터 선택될 수 있다.

[0174] 전자주입물질(232)은 수직 방향을 따라 농도 구배(concentration gradient)(또는 밀도 구배)를 갖는다.

[0175] 즉, 도 12의 "A" 부분 확대도인 도 13을 참조하면, 발광물질층(230c)과 인접한 전자수송층(230d)의 하부영역(240)에서 전자주입물질(232)은 제 1 농도 또는 밀도를 갖고, 제 2 전극(228)과 인접한 전자수송층(230d)의 상부영역(250)에서 전자주입물질(232)은 제 1 농도(또는 밀도)보다 큰 제 2 농도(또는 밀도)를 갖는다.

[0176] 예를 들어, 상부영역(250)에서 전자주입물질(232)은 전자수송물질에 대하여 150%의 중량비를 갖고, 하부영역(240)에서 전자주입물질(232)은 전자수송물질에 대하여 50%의 중량비를 가질 수 있다.

[0177] 전자주입물질(232)은 하부영역(230)과 상부영역(240) 각각에서도 농도 구배를 갖는다. 즉, 하부영역(230)과 상부영역(240) 각각에서, 전자주입물질(232)의 농도(또는 밀도)는 상부영역(240)에서 하부영역(230) 방향으로 갈수록 작아진다. 이와 달리, 전자주입물질(232)은 하부영역(230)과 상부영역(240) 각각에서 동일한 농도(또는 밀도)를 가질 수도 있다.

[0178] 전자수송층(230d)은 전자주입물질(232)을 포함하여 전자주입 특성이 향상된다. 따라서, 전자주입층 없이 간단한 구조를 갖는 박형의 유기발광다이오드를 제공할 수 있다.

[0179] 또한, 전자주입물질(232)은 전자수송층(230d)에서 농도 구배를 갖기 때문에, 전자주입물질(232)이 발광물질층(230c)으로 확산되는 것을 최소화할 수 있다. 즉, 원하는 전자주입 특성을 얻기 위해서 일정 농도의 전자주입물질(232)이 전자수송층(230d)에 도핑되어야 하는데, 전자주입물질(232)은 발광물질층(230c)과 인접한 하부영역(240)에서 낮은 농도(또는 밀도)를 갖기 때문에 일정 농도의 전자주입물질(232)이 발광물질층(230c)으로 확산되는 것이 최소화된다.

[0180] 다시 말해, 전자주입 특성을 향상시키면서 전자주입물질(232)의 확산에 의한 소자 효율 및 수명 감소의 문제를 방지할 수 있다.

## [0181] 실험예2

[0182] 유리기판 상에 ITO와 정공저지층(Liq, 1nm)를 증착한 후, 전자주입물질이 도핑된 전자수송층(50nm)과, cathode(Al, 100nm)를 순차 적층하였다. (electron only device)

## [0183] 비교예3

[0184] 유리기판 상에 ITO와 정공저지층(Liq, 1nm)를 증착한 후, 전자주입물질의 도핑 없는 전자수송층(50nm)과, cathode(Al, 100nm)를 순차 적층하였다.

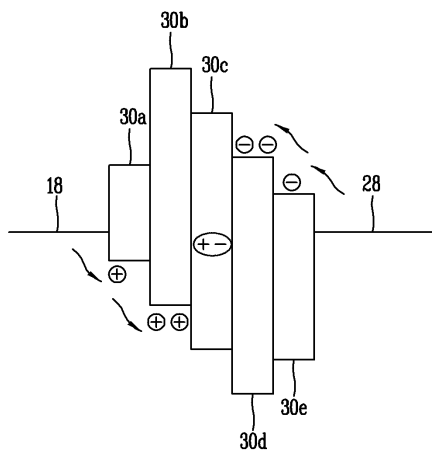
- [0185] 실험예3과 비교예2의 전압에 따른 전류밀도를 측정하여 도 14에 도시하였다.
- [0186] 도 14에서 보여지는 바와 같이, 전자주입물질층을 포함하는 전자수송층을 이용하는 유기발광다이오드의 특성이 향상된다.
- [0187] 상기한 설명에 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나 이것은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다 바람직한 실시예의 예시로서 해석되어야 한다. 따라서 발명은 설명된 실시예에 의하여 정할 것이 아니고 특허청구범위와 특허청구범위에 균등한 것에 의하여 정하여져야 한다.

### 부호의 설명

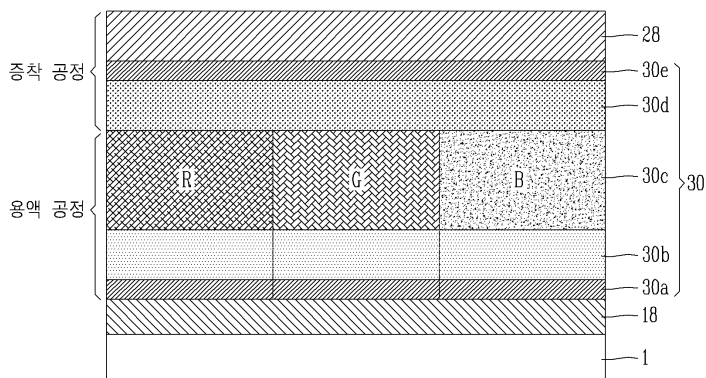
- [0188] 118, 218 : 제 1 전극                      128, 228 : 제 2 전극
- 130, 230 : 발광부                              130a, 230a : 정공주입층
- 130b, 230b : 정공수송층                      130c, 230c : 발광물질층
- 130c' : 제 1 발광층                              130c'' : 제 2 발광층
- 230d: 전자수송층                              232: 전자주입물질
- 240: 하부영역                                  250: 상부영역

### 도면

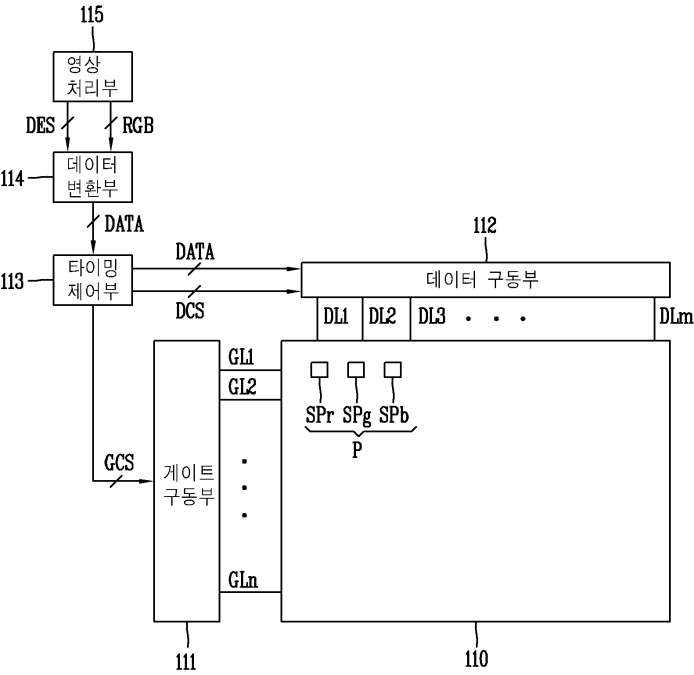
#### 도면1



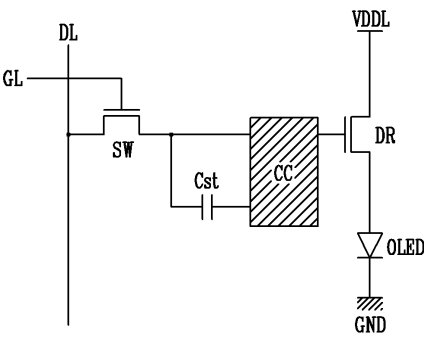
#### 도면2



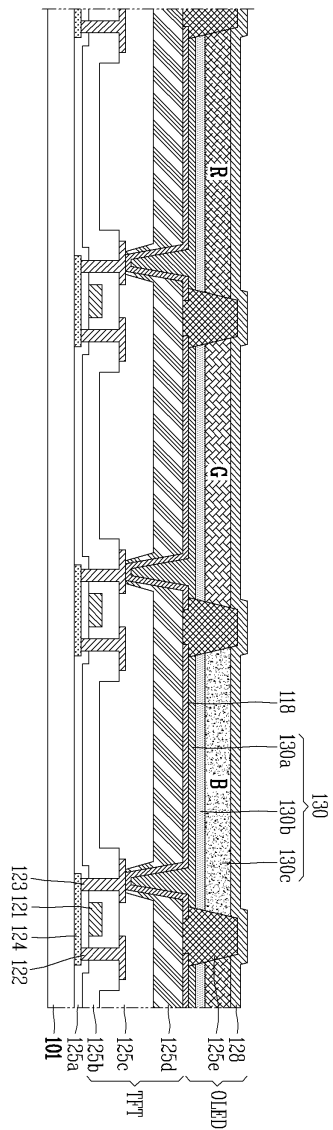
도면3



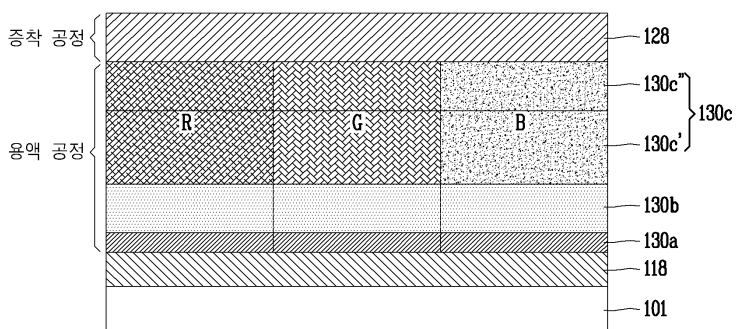
도면4



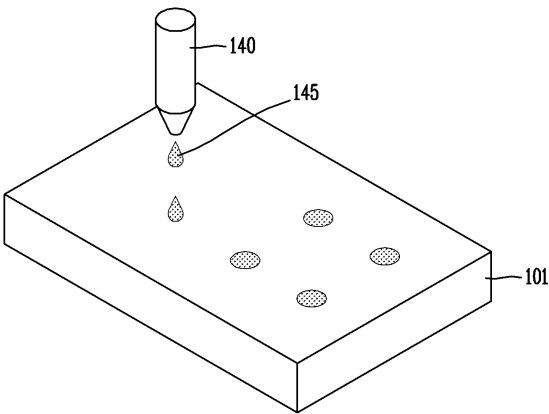
도면5



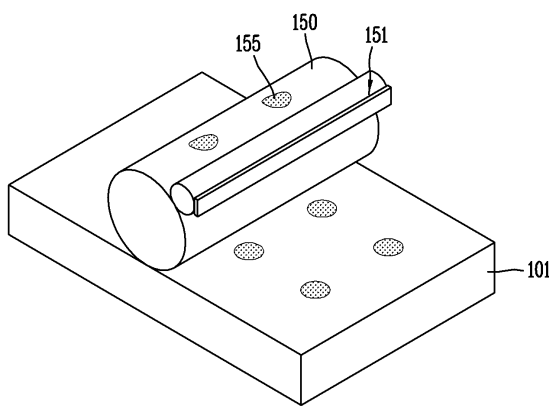
도면6



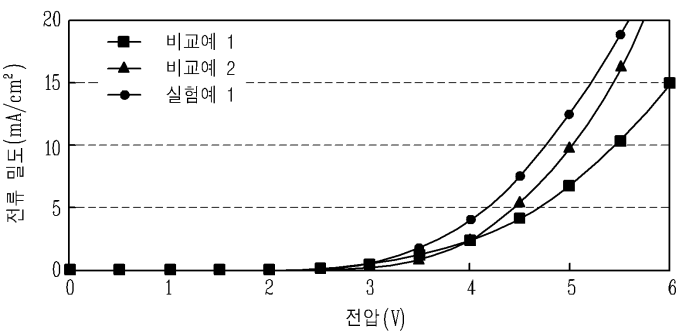
도면7a



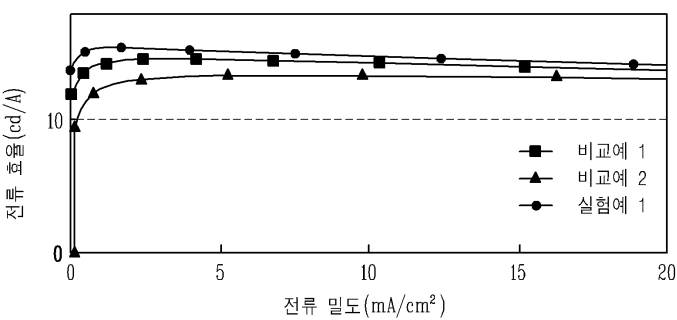
도면7b



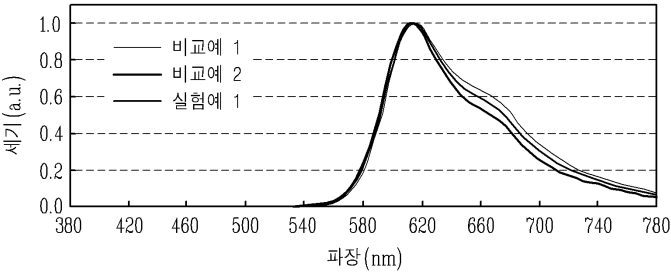
도면8



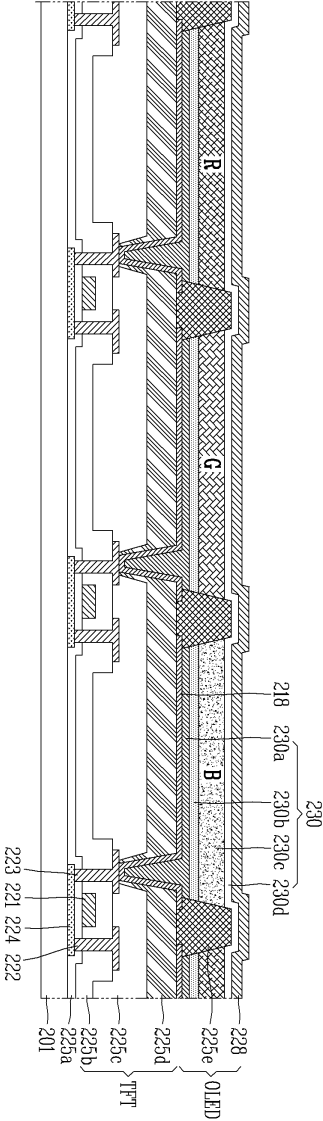
도면9



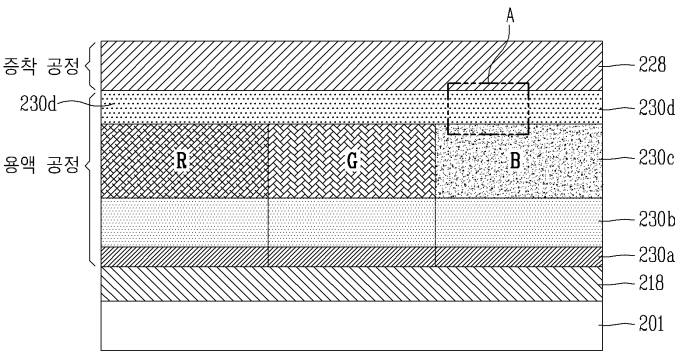
도면10



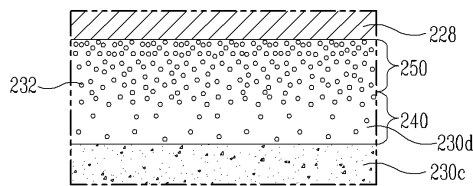
도면11



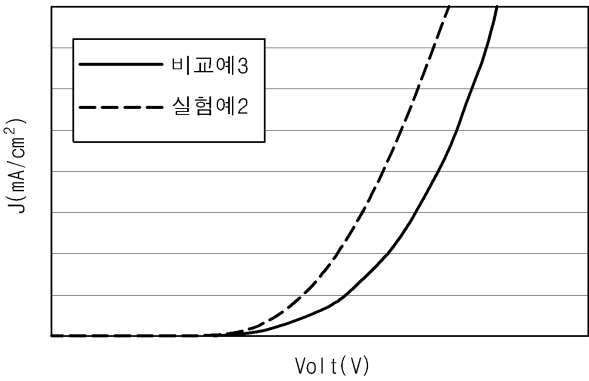
도면12



도면13



도면14



|                |                                                                                                                                     |         |            |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 标题：有机发光二极管，具有该有机发光二极管的有机发光显示装置，以及有机发光二极管的制造方法                                                                                       |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">KR101730555B1</a>                                                                                                       | 公开(公告)日 | 2017-04-26 |
| 申请号            | KR1020150169502                                                                                                                     | 申请日     | 2015-11-30 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 乐金显示有限公司                                                                                                                            |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | LG显示器有限公司                                                                                                                           |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | LG显示器有限公司                                                                                                                           |         |            |
| [标]发明人         | KIM HEE JIN<br>김희진<br>LEE HAK MIN<br>이학민<br>PARK SUNG SOO<br>박성수                                                                    |         |            |
| 发明人            | 김희진<br>이학민<br>박성수                                                                                                                   |         |            |
| IPC分类号         | H01L51/50 H01L27/32 H01L51/00 H01L51/52 H01L51/56                                                                                   |         |            |
| CPC分类号         | H01L51/5092 H01L51/0003 H01L51/5088 H01L51/5056 H01L51/5012 H01L51/5203 H01L51/504<br>H01L51/5004 H01L27/3262 H01L27/3211 H01L51/56 |         |            |
| 优先权            | 1020140192539 2014-12-29 KR                                                                                                         |         |            |
| 其他公开文献         | KR1020160080067A                                                                                                                    |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                           |         |            |

#### 摘要(译)

本发明涉及有机发光二极管，具有该有机发光二极管的有机电致发光显示装置，以及制造该有机发光二极管的方法。通过添加电子注入材料形成具有多层结构的发光材料层。根据本发明，随着转移电子的量增加，可以提高效率和寿命，同时可以通过去除应用沉积工艺的电子注入层和电子传输层来确保可加工性。COPYRIGHT KIPO 2016

