



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0042895
(43) 공개일자 2019년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/50 (2013.01)
H01L 27/3211 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0134524
(22) 출원일자 2017년10월17일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
최슬기
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
이태양
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
형민석
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(74) 대리인
네이트특허법인

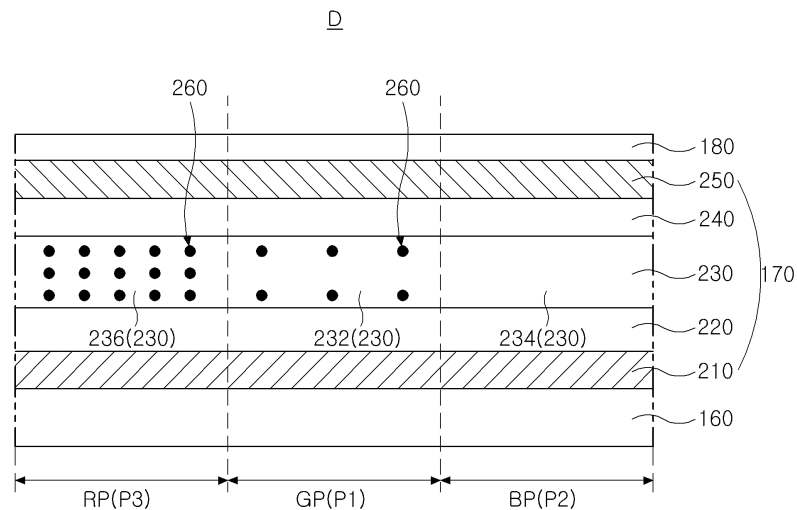
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 발광다이오드 및 전계발광 표시장치

(57) 요약

본 발명은, 제 1 및 제 2 화소에 위치하는 제 1 전극과; 상기 제 1 화소에 위치하고 제 1 발광물질과 제 1 전기 활성물질을 포함하는 제 1 발광층과; 상기 제 2 화소에 위치하고 제 2 발광물질을 포함하는 제 2 발광층과; 상기 제 1 및 제 2 발광층을 덮는 제 2 전극을 포함하는 발광다이오드 및 전계발광 표시장치를 제공한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01L 51/502 (2013.01)

H01L 51/5203 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 및 제 2 화소에 위치하는 제 1 전극과;
상기 제 1 화소에 위치하고 제 1 발광물질과 제 1 전기활성물질을 포함하는 제 1 발광층과;
상기 제 2 화소에 위치하고 제 2 발광물질을 포함하는 제 2 발광층과;
상기 제 1 및 제 2 발광층을 덮는 제 2 전극
을 포함하는 발광다이오드.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 및 제 2 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리는 동일한 발광다이오드.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
제 3 화소에 위치하고 제 3 발광물질과 상기 제 1 전기활성물질을 포함하는 제 3 발광층을 더 포함하는 발광다이오드.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
상기 3 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리는 상기 제 1 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리와 동일한 발광다이오드.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
상기 제 1 화소에서 상기 제 1 발광물질에 대한 상기 제 1 전기활성물질의 질량비는 상기 제 3 화소에서 상기 제 3 발광물질에 대한 상기 제 1 전기활성물질의 질량비보다 작은 발광다이오드.

청구항 6

제 4 항에 있어서,
상기 제 1 화소 내 상기 제 1 전기활성물질의 양은 상기 제 3 화소 내 상기 제 1 전기활성물질보다 작은 발광다이오드.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 3 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리는 상기 제 1 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리보다 큰 발광다이오드.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 화소에서 상기 제 1 발광물질에 대한 상기 제 1 전기활성물질의 질량비는 상기 제 3 화소에서 상기 제 3 발광물질에 대한 상기 제 1 전기활성물질의 질량비와 동일한 발광다이오드.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 화소 내 상기 제 1 전기활성물질의 양은 상기 제 3 화소 내 상기 제 1 전기활성물질과 동일한 발광다이오드.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

제 3 화소에 위치하고 제 3 발광물질과 상기 제 1 전기활성물질보다 쌍극자 모멘트가 큰 제 2 전기활성물질을 포함하는 제 3 발광층을 더 포함하는 발광다이오드.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 3 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리는 상기 제 1 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리와 동일한 발광다이오드.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 발광층 각각은 정공수송층과 발광물질층을 포함하고,

상기 제 1 발광물질과 상기 제 1 전기활성물질은 상기 제 1 발광층의 발광물질층에 포함되며, 상기 제 2 발광물질은 상기 제 2 발광층의 발광물질층에 포함되는 발광다이오드.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 발광물질은 양자점인 발광다이오드.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 발광층 각각은 정공수송층과 발광물질층을 포함하고,

상기 제 1 및 제 2 발광물질 각각은 상기 제 1 및 제 2 발광층의 발광물질층에 포함되고, 상기 제 1 전기활성물질은 상기 제 1 발광층의 정공수송층에 포함되는 발광다이오드.

청구항 15

제 1 및 제 2 화소에 위치하는 제 1 전극과;

상기 제 1 화소에 위치하고 제 1 발광물질과 제 1 전기활성물질을 포함하는 제 1 발광층과;

상기 제 2 화소에 위치하고 제 2 발광물질과 제 2 전기활성물질을 포함하는 제 2 발광층과;

상기 제 1 및 제 2 발광층을 덮는 제 2 전극

을 포함하는 발광다이오드.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 간 거리는 동일하고, 상기 제 1 전기활성물질의 양은 상기 제 2 전기활성물질보다 작은 발광다이오드.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 간 거리는 동일하고,

상기 제 1 전기활성물질의 쌍극자 모멘트는 상기 제 2 전기활성물질보다 작은 발광다이오드.

청구항 18

제 1 화소에서 서로 마주하는 제 1 및 제 2 전극과;

상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 제 1 발광층을 포함하고,

상기 제 1 발광층은, 제 1 전압 상태에서 제 1 두께를 갖고 상기 제 1 전압보다 큰 제 2 전압 상태에서 상기 제 1 두께보다 큰 제 2 두께를 갖는 발광다이오드.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

제 2 화소에 위치하는 제 2 발광층을 더 포함하고,

상기 제 2 발광층은 상기 제 1 전압 상태와 상기 제 2 전압 상태에서 일정한 두께를 갖는 발광다이오드.

청구항 20

기판과;

상기 기판 상부에 위치하는 제 1 행 내지 제 19 행 중 어느 하나의 발광다이오드와;

상기 기관과 상기 발광다이오드 사이에 위치하고 상기 제 1 전극에 연결되는 박막트랜지스터를 포함하는 전계발광 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 표시장치에 관한 것으로, 특히 간단한 구조로 마이크로 캐버티 효과를 구현할 수 있는 발광다이오드 및 이를 포함하는 전계발광 표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 사회가 본격적인 정보화 시대로 접어들에 따라 대량의 정보를 처리 및 표시하는 디스플레이(display) 분야가 급속도로 발전해 왔고, 이에 부응하여 액정표시장치(Liquid Crystal Display device: LCD), 플라즈마 표시장치(Plasma Display Panel device: PDP), 전계발광 표시장치(electroluminescent display device)와 같은 다양한 평판표시장치가 개발되어 각광받고 있다.

[0005] 전계발광 표시장치는 발광다이오드를 포함하며, 발광다이오드에서는 전자 주입 전극(음극)과 정공 주입 전극(양극)과 이들 사이에 위치하는 발광층을 포함한다. 음극과 양극으로부터 전자와 정공이 발광층으로 주입되면 전자와 정공이 쌍을 이룬 후 소멸하면서 발광다이오드로부터 발광이 이루어진다.

[0006] 전계발광표시장치는 적색 화소, 녹색 화소, 청색 화소를 포함하며, 각 화소의 발광다이오드에서 적색, 녹색, 청색이 발광되어 컬러 영상이 구현된다.

[0007] 한편, 적색, 녹색 및 청색 화소에서 발광되는 빛의 파장이 다르기 때문에, 각 화소에서 양극과 음극 사이 거리를 달리함으로써 발광효율을 높이는 마이크로 캐버티 구조가 제안된 바 있다.

[0008] 도 1은 종래 마이크로 캐버티 구조 발광다이오드의 개략적인 단면도이다.

[0009] 도 1에 도시된 바와 같이, 적색 화소(RP), 녹색 화소(GP) 및 청색 화소(BP)가 정의되어 있는 발광다이오드(D)에 있어, 제 1 전극(10)이 적색 화소(RP), 녹색 화소(GP) 및 청색 화소(BP) 각각에 형성된다.

[0010] 제 1 전극(10)은 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어지고 양극일 수 있다. 예를 들어, 제 1 전극(10)은 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(indium-zinc-oxide, IZO)와 같은 투명 도전성 물질의 전극층과 그 하부에 위치하는 반사 전극층 또는 반사층을 포함할 수 있다.

[0011] 제 1 전극(10) 상에는 정공주입층(hole injection layer, 30)이 형성되고, 정공주입층(30) 상에는 정공수송층(hole transporting layer, 40)이 형성된다.

[0012] 또한, 정공수송층(40) 상에는 발광물질층(emitting material layer, 50)이 형성된다. 발광물질층(50)은 적색 화소(RP)에 대응하는 적색 발광물질패턴(52)과, 녹색 화소(GP)에 대응하는 녹색 발광물질패턴(54)과, 청색 화소(BP)에 대응하는 청색 발광물질패턴(56)을 포함할 수 있다.

[0013] 발광물질층(50) 상에는 전자수송층(electron transporting layer, 60)과 전자주입층(electron injection layer, 70)이 순차 적층되고, 전자주입층(70) 상에 제 2 전극(20)이 형성된다. 제 2 전극(20)은 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어지고 음극일 수 있다. 예를 들어, 제 2 전극(20)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어질 수 있고 박막으로서 반투과전극(semi-transparent electrode)일 수 있다.

[0014] 즉, 발광다이오드(D)는 서로 마주하는 제 1 및 제 2 전극(10, 20)과, 정공주입층(30), 정공수송층(40), 발광물질층(50), 전자수송층(60), 전자주입층(70)을 포함하고 제 1 및 제 2 전극(10, 20) 사이에 위치하는 발광층을 포함한다.

[0015] 이때, 정공수송층(40)은, 적색 화소(RP)에서 제 1 두께(t1)를 갖고 녹색 화소(GP)에서 제 1 두께(t1)보다 작은 제 2 두께(t2)를 가지며 청색 화소(BP)에서 제 2 두께(t2)보다 작은 제 3 두께(t3)를 갖는다. 따라서, 제 1 및 제 2 전극(10, 20)은, 적색 화소(RP)에서 제 1 거리(d1)를 갖고 녹색 화소(GP)에서 제 1 거리(d1)보다 작은 제

2 거리(d2)를 가지며 청색 화소(BP)에서 제 2 거리(d2)보다 작은 제 3 거리(d3)를 갖는다.

[0016] 이와 같은 구조의 발광다이오드(D)에서는, 적색 화소(RP)에서 방출되는 제 1 파장의 빛의 일부가 제 1 거리(d1)만큼 이격된 제 1 및 제 2 전극(10, 20) 사이에서 반사되면서 발광 효율이 향상된다. 또한, 녹색 화소(GP)에서 방출되는 제 2 파장의 빛의 일부가 제 2 거리(d2)만큼 이격된 제 1 및 제 2 전극(10, 20) 사이에서 반사되면서 발광 효율이 향상되고, 청색 화소(BP)에서 방출되는 제 3 파장의 빛의 일부가 제 3 거리(d3)만큼 이격된 제 1 및 제 2 전극(10, 20) 사이에서 반사되면서 발광 효율이 향상된다.

[0018] 그런데, 종래 마이크로 캐버티 구조 발광다이오드(D)에서는, 발광층 중 적어도 어느 하나, 예를 들어 정공수송층(40)이 각 화소(RP, GP, BP)에서 서로 다른 두께를 갖도록 형성하여야 하기 때문에, 그 제조 공정과 구조가 복잡해지는 문제가 발생한다.

[0019] 또한, 용액 공정에 의해 발광층을 형성하는 경우 그 두께 조절에는 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0021] 본 발명은, 마이크로 캐버티 구조 발광다이오드의 제조 공정 및 구조가 복잡해지는 문제를 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0023] 위와 같은 과제의 해결을 위해, 본 발명은, 제 1 및 제 2 화소에 위치하는 제 1 전극과; 상기 제 1 화소에 위치하고 제 1 발광물질과 제 1 전기활성물질을 포함하는 제 1 발광층과; 상기 제 2 화소에 위치하고 제 2 발광물질을 포함하는 제 2 발광층과; 상기 제 1 및 제 2 발광층을 덮는 제 2 전극을 포함하는 발광다이오드를 제공한다.

[0024] 다른 관점에서, 본 발명은, 제 1 및 제 2 화소에 위치하는 제 1 전극과; 상기 제 1 화소에 위치하고 제 1 발광물질과 제 1 전기활성물질을 포함하는 제 1 발광층과; 상기 제 2 화소에 위치하고 제 2 발광물질과 제 2 전기활성물질을 포함하는 제 2 발광층과; 상기 제 1 및 제 2 발광층을 덮는 제 2 전극을 포함하는 발광다이오드를 제공한다.

[0025] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 제 1 화소에서 서로 마주하는 제 1 및 제 2 전극과; 상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 제 1 발광층을 포함하고, 상기 제 1 발광층은, 제 1 전압 상태에서 제 1 두께를 갖고 상기 제 1 전압보다 큰 제 2 전압 상태에서 상기 제 1 두께보다 큰 제 2 두께를 갖는 발광다이오드를 제공한다.

[0026] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 기판과; 상기 기판 상부에 위치하는 전술한 발광다이오드와; 상기 기판과 상기 발광다이오드 사이에 위치하고 상기 제 1 전극에 연결되는 박막트랜지스터를 포함하는 전계발광 표시장치를 제공한다.

발명의 효과

[0028] 본 발명은, 적색 화소와 녹색 화소에서의 발광층이 전기활성물질을 포함함으로써, 마이크로 캐버티를 구현하는 종래 전계발광 표시장치에서의 복잡한 구조 문제를 방지할 수 있다.

[0029] 즉, 적색 화소와 녹색 화소에서의 발광층이 전기활성물질을 포함하며 전계발광 표시장치의 구동에 의해 적색 화소와 녹색 화소에서의 제 1 및 제 2 전극 간 거리가 변하기 때문에, 적색 화소 및 녹색 화소 중 적어도 하나에서의 제 1 및 제 2 전극 간 거리는 청색 화소에서의 제 1 및 제 2 전극 간 거리와 실질적으로 동일한 거리를 갖는 단순한 구조의 발광다이오드 및 전계발광 표시장치가 제공될 수 있다.

[0030] 또한, 발광물질층이 양자점과 전기활성물질을 포함하는 경우, 전하 균형이 향상되어 발광다이오드 및 전계발광 표시장치의 수명 및 발광효율이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 종래 마이크로 캐버티 구조 발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 전계발광 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- 도 4a 내지 도 4d는 적색 화소에서 전기활성화물질의 양에 따른 두께 변화를 보여주는 그래프이다.
- 도 5는 적색 화소에서 전기활성화물질의 양과 두께 변화와의 관계를 보여주는 그래프이다.
- 도 6a 내지 도 6d는 녹색 화소에서 전기활성화물질의 양에 따른 두께 변화를 보여주는 그래프이다.
- 도 7은 녹색 화소에서 전기활성화물질의 양과 두께 변화와의 관계를 보여주는 그래프이다.
- 도 8은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- 도 9는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 발광다이오드의 개략적인 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

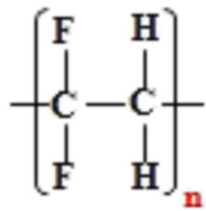
- [0033] 본 발명은, 제 1 및 제 2 화소에 위치하는 제 1 전극과; 상기 제 1 화소에 위치하고 제 1 발광물질과 제 1 전기활성물질을 포함하는 제 1 발광층과; 상기 제 2 화소에 위치하고 제 2 발광물질을 포함하는 제 2 발광층과; 상기 제 1 및 제 2 발광층을 덮는 제 2 전극을 포함하는 발광다이오드를 제공한다.
- [0034] 본 발명의 발광다이오드에서, 상기 제 1 및 제 2 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리는 동일한 발광다이오드.
- [0035] 본 발명의 발광다이오드는, 제 3 화소에 위치하고 제 3 발광물질과 상기 제 1 전기활성물질을 포함하는 제 3 발광층을 더 포함한다.
- [0036] 본 발명의 발광다이오드에서, 상기 3 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리는 상기 제 1 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리와 동일하다.
- [0037] 본 발명의 발광다이오드에서, 상기 제 1 화소에서 상기 제 1 발광물질에 대한 상기 제 1 전기활성물질의 질량비는 상기 제 3 화소에서 상기 제 3 발광물질에 대한 상기 제 1 전기활성물질의 질량비보다 작다.
- [0038] 본 발명의 발광다이오드에서, 상기 제 1 화소 내 상기 제 1 전기활성물질의 양은 상기 제 3 화소 내 상기 제 1 전기활성물질보다 작다.
- [0039] 본 발명의 발광다이오드에서, 상기 3 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리는 상기 제 1 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리보다 크다.
- [0040] 본 발명의 발광다이오드에서, 상기 제 1 화소에서 상기 제 1 발광물질에 대한 상기 제 1 전기활성물질의 질량비는 상기 제 3 화소에서 상기 제 3 발광물질에 대한 상기 제 1 전기활성물질의 질량비와 동일하다.
- [0041] 본 발명의 발광다이오드에서, 상기 제 1 화소 내 상기 제 1 전기활성물질의 양은 상기 제 3 화소 내 상기 제 1 전기활성물질과 동일하다.
- [0042] 본 발명의 발광다이오드는, 제 3 화소에 위치하고 제 3 발광물질과 상기 제 1 전기활성물질보다 쌍극자 모멘트가 큰 제 2 전기활성물질을 포함하는 제 3 발광층을 더 포함한다.
- [0043] 본 발명의 발광다이오드에서, 상기 3 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리는 상기 제 1 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 사이 거리와 동일하다.
- [0044] 본 발명의 발광다이오드는, 상기 제 1 및 제 2 발광층 각각은 정공수송층과 발광물질층을 포함하고, 상기 제 1 발광물질과 상기 제 1 전기활성물질은 상기 제 1 발광층의 발광물질층에 포함되며, 상기 제 2 발광물질은 상기 제 2 발광층의 발광물질층에 포함된다.
- [0045] 본 발명의 발광다이오드에서, 상기 제 1 발광물질은 양자점이다.
- [0046] 본 발명의 발광다이오드에서, 상기 제 1 및 제 2 발광층 각각은 정공수송층과 발광물질층을 포함하고, 상기 제 1 및 제 2 발광물질 각각은 상기 제 1 및 제 2 발광층의 발광물질층에 포함되고, 상기 제 1 전기활성물질은 상

기 제 1 발광층의 정공수송층에 포함된다.

- [0047] 다른 관점에서, 본 발명은, 제 1 및 제 2 화소에 위치하는 제 1 전극과; 상기 제 1 화소에 위치하고 제 1 발광 물질과 제 1 전기활성물질을 포함하는 제 1 발광층과; 상기 제 2 화소에 위치하고 제 2 발광물질과 제 2 전기활성물질을 포함하는 제 2 발광층과; 상기 제 1 및 제 2 발광층을 덮는 제 2 전극을 포함하는 발광다이오드를 제공한다.
- [0048] 본 발명의 발광다이오드에서, 상기 제 1 및 제 2 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 간 거리는 동일하고, 상기 제 1 전기활성물질의 양은 상기 제 2 전기활성물질보다 작다..
- [0049] 본 발명의 발광다이오드에서, 상기 제 1 및 제 2 화소에서 상기 제 1 및 제 2 전극 간 거리는 동일하고, 상기 제 1 전기활성물질의 쌍극자 모멘트는 상기 제 2 전기활성물질보다 작다.
- [0050] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 제 1 화소에서 서로 마주하는 제 1 및 제 2 전극과; 상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 제 1 발광층을 포함하고, 상기 제 1 발광층은, 제 1 전압 상태에서 제 1 두께를 갖고 상기 제 1 전압보다 큰 제 2 전압 상태에서 상기 제 1 두께보다 큰 제 2 두께를 갖는 발광다이오드를 제공한다.
- [0051] 본 발명의 발광다이오드는, 제 2 화소에 위치하는 제 2 발광층을 더 포함하고, 상기 제 2 발광층은 상기 제 1 전압 상태와 상기 제 2 전압 상태에서 일정한 두께를 갖는다.
- [0052] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 기판과; 상기 기판 상부에 위치하는 전술한 발광다이오드와; 상기 기판과 상기 발광다이오드 사이에 위치하고 상기 제 1 전극에 연결되는 박막트랜지스터를 포함하는 전계발광 표시장치를 제공한다.
- [0054] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0055] 도 2는 본 발명에 따른 전계발광 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- [0056] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 전계발광 표시장치(100)는, 기판(110)과, 기판(110) 상에 위치하는 구동 소자(Tr)와, 상기 구동 소자(Tr)에 연결되는 발광다이오드(D)를 포함한다.
- [0057] 상기 기판(110)은 유리기판 또는 플라스틱 기판일 수 있다. 예를 들어, 상기 기판(110)은 폴리이미드로 이루어질 수 있다.
- [0058] 상기 기판(110) 상에는 버퍼층(120)이 형성되고, 상기 버퍼층(120) 상에 박막트랜지스터(Tr)가 형성된다. 상기 버퍼층(120)은 생략될 수 있다.
- [0059] 상기 버퍼층(120) 상에는 반도체층(122)이 형성된다. 상기 반도체층(122)은 산화물 반도체 물질로 이루어지거나 다결정 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0060] 상기 반도체층(122)이 산화물 반도체 물질로 이루어질 경우, 상기 반도체층(122) 하부에는 차광패턴(도시하지 않음)이 형성될 수 있으며, 차광패턴은 반도체층(122)으로 빛이 입사되는 것을 방지하여 반도체층(122)이 빛에 의해 열화되는 것을 방지한다. 이와 달리, 반도체층(122)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 반도체층(122)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.
- [0061] 반도체층(122) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(124)이 형성된다. 상기 게이트 절연막(124)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0062] 상기 게이트 절연막(124) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(130)이 반도체층(122)의 중앙에 대응하여 형성된다.
- [0063] 도 2에서는, 게이트 절연막(124)이 기판(110) 전면에서 형성되어 있으나, 게이트 절연막(124)은 게이트 전극(130)과 동일한 모양으로 패턴링될 수도 있다.
- [0064] 상기 게이트 전극(130) 상부에는 절연물질로 이루어진 층간 절연막(132)이 형성된다. 층간 절연막(132)은 산화 실리콘이나 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 형성되거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연물질로 형성될 수 있다.
- [0065] 상기 층간 절연막(132)은 상기 반도체층(122)의 양측을 노출하는 제 1 및 제 2 콘택홀(134, 136)을 갖는다. 제 1 및 제 2 콘택홀(134, 136)은 게이트 전극(130)의 양측에 게이트 전극(130)과 이격되어 위치한다.

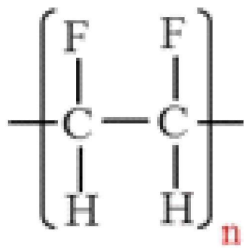
- [0066] 여기서, 제 1 및 제 2 콘택홀(134, 136)은 게이트 절연막(124) 내에도 형성된다. 이와 달리, 게이트 절연막(124)이 게이트 전극(130)과 동일한 모양으로 패터닝될 경우, 제 1 및 제 2 콘택홀(134, 136)은 층간 절연막(132) 내에만 형성될 수도 있다.
- [0067] 상기 층간 절연막(132) 상에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어지는 소스 전극(140)과 드레인 전극(142)이 형성된다.
- [0068] 상기 소스 전극(140)과 상기 드레인 전극(142)은 상기 게이트 전극(130)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(134, 136)을 통해 상기 반도체층(122)의 양측과 접촉한다.
- [0069] 상기 반도체층(122)과, 상기 게이트전극(130), 상기 소스 전극(140), 상기 드레인전극(142)은 상기 박막트랜지스터(Tr)를 이루며, 상기 박막트랜지스터(Tr)는 구동 소자(driving element)로 기능한다.
- [0070] 상기 박막트랜지스터(Tr)는 상기 반도체층(120)의 상부에 상기 게이트 전극(130), 상기 소스 전극(142) 및 상기 드레인 전극(144)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.
- [0071] 이와 달리, 박막트랜지스터(Tr)는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 전극과 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0072] 도시하지 않았으나, 게이트 배선과 데이터 배선이 서로 교차하여 화소영역을 정의하며, 상기 게이트 배선과 상기 데이터 배선에 연결되는 스위칭 소자가 더 형성된다. 상기 스위칭 소자는 구동 소자인 박막트랜지스터(Tr)에 연결된다.
- [0073] 또한, 파워 배선이 상기 데이터 배선 또는 상기 데이터 배선과 평행하게 이격되어 형성되며, 일 프레임(frame) 동안 구동소자인 박막트랜지스터(Tr)의 게이트전극의 전압을 일정하게 유지되도록 하기 위한 스토리지 캐패시터가 더 구성될 수 있다.
- [0074] 상기 박막트랜지스터(Tr)의 상기 드레인 전극(142)을 노출하는 드레인 콘택홀(152)을 갖는 보호층(150)이 상기 박막트랜지스터(Tr)를 덮으며 형성된다.
- [0075] 상기 보호층(150) 상에는 상기 드레인 콘택홀(152)을 통해 상기 박막트랜지스터(Tr)의 상기 드레인 전극(142)에 연결되는 제 1 전극(160)이 각 화소 영역 별로 분리되어 형성된다. 상기 제 1 전극(160)은 애노드(anode)일 수 있으며, 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 전극(160)은 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(indium-zinc-oxide, IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0076] 한편, 본 발명의 전계발광 표시장치(100)가 상부 발광 방식(top-emission type)인 경우, 상기 제 1 전극(160) 하부에는 반사전극 또는 반사층이 더욱 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 반사전극 또는 상기 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-palladium-copper: APC) 합금으로 이루어질 수 있다.
- [0077] 또한, 상기 보호층(150) 상에는 상기 제 1 전극(160)의 가장자리를 덮는 बैं크층(166)이 형성된다. 상기 बैं크층(166)은 상기 화소영역에 대응하여 상기 제 1 전극(160)의 중앙을 노출한다.
- [0078] 상기 제 1 전극(160) 상에는 발광층(170)이 형성된다. 상기 발광층(170)은 발광물질과 전기활성물질(electroactive material 또는 electroactive polymer)을 포함한다.
- [0079] 전기활성물질은 전계(또는 전압) 인가에 의해 형태가 변화하는 물질이다. 예를 들어, 전계에 의해 제 1 방향으로 장축을 갖는 형태에서 이에 수직한 제 2 방향으로 장축을 갖는 형태로 변화된다.
- [0080] 전기활성물질은 poly vinylidene fluoride (PVDF), poly vinylidene cyanide (PVDCN), poly vinylidene chloride (PVDCL), amide polymer, urea polymer, carbonyl polymer 중 어느 하나일 수 있다.
- [0081] 예를 들어, PVDF는 하기 화학식1-1 내지 1-3 중 어느 하나일 수 있고, PVDCN은 하기 화학식2일 수 있으며, PVDCL은 하기 화학식3일 수 있다. 또한, amide polymer는 하기 화학식4-1 또는 화학식4-2일 수 있고, urea polymer는 하기 화학식5-1 또는 화학식5-2일 수 있으며, carbonyl polymer는 하기 화학식6-1 또는 화학식6-2일 수 있다.

[0082] [화학식1-1]



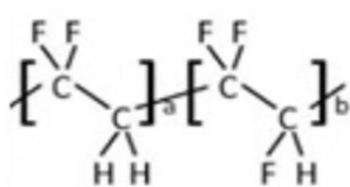
[0083]

[0084] [화학식1-2]



[0085]

[0086] [화학식1-3]



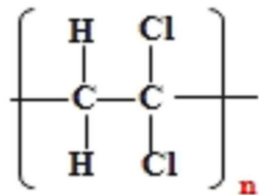
[0087]

[0088] [화학식2]



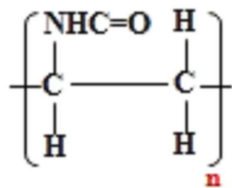
[0089]

[0090] [화학식3]



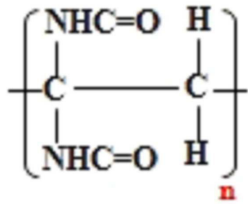
[0091]

[0092] [화학식4-1]



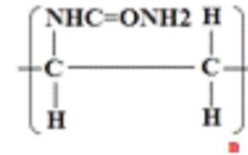
[0093]

[0094] [화학식4-2]



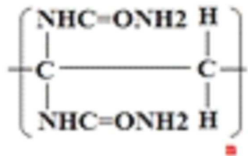
[0095]

[0096] [화학식5-1]



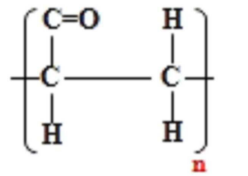
[0097]

[0098] [화학식5-2]



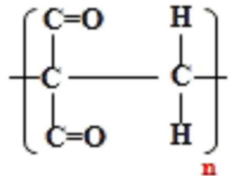
[0099]

[0100] [화학식6-1]



[0101]

[0102] [화학식6-2]



[0103]

[0104] 화학식1-1, 화학식1-2, 화학식2 내지 화학식6-2에서 "n"은 약 100~20000의 정수일 수 있고, 화학식1-3에서 "a"는 0.7~0.8, "b"는 0.2~0.3일 수 있다. (a+b=1) 이에 따라, 전기활성물질은 약 10000~100000의 분자량을 가질 수 있다.

[0105] 전기활성물질은 쌍극자 모멘트(dipole moment)를 가지며, 전기활성물질의 형태 변화 정도가 쌍극자 모멘트의 크기에 의존한다.

[0106] 전기활성물질의 쌍극자 모멘트 값을 아래 표1 및 표2에 기재하였다.

[0107] [표1]

Structure			
Bond Dipole Moment	 1.51D	 3.50D	 1.56D
Molecular Dipole Moment	 2.57 D	 3.87 D	 1.56 D

[0108]

[0109] [표2]

Polymer Structure						
Bond Dipole Moment	 : 3.87D	 : 3.87D	 : 4.9D	 : 4.9D	 : 2.4D	 : 2.4D
Molecular Dipole Moment	 2.70D	 3.23D	 3.68D	 2.61D	 2.65D	 1.99D

[0110]

[0111] 표1 및 표2에서 보여지는 바와 같이, 전기활성물질들은 서로 다른 분자 쌍극자 모멘트를 갖는다. 따라서, 동일한 양의 전기활성물질이 이용되더라도 다른 형태 변화가 발생한다.

[0112] 상기 발광층(170)은 발광물질로 이루어지는 발광물질층(emitting material layer)의 단일층 구조일 수 있다. 또한, 발광 효율을 높이기 위해, 상기 발광층(170)은 상기 제 1 전극(160) 상에 순차 적층되는 정공주입층(hole injection layer), 정공수송층(hole transporting layer), 발광물질층, 전자수송층(electron transporting layer) 및 전자주입층(electron injection layer)의 다층 구조를 가질 수 있다.

[0113] 이때, 발광물질층은 양자점과 같은 무기발광물질 또는 인광 또는 형광의 유기발광물질을 포함할 수 있다.

[0114] 상기 발광층(170)이 형성된 상기 기판(110) 상부로 제 2 전극(180)이 형성된다. 상기 제 2 전극(180)은 표시영역의 전면에 위치하며 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어져 캐소드(cathode)로 이용될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 전극(180)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.

[0115] 상기 제 1 전극(160), 상기 발광층(170) 및 상기 제 2 전극(180)은 발광다이오드(D)를 이룬다.

[0116] 상기 제 2 전극(180) 상에는, 외부 수분이 상기 발광다이오드(D)로 침투하는 것을 방지하기 위해, 인캡슐레이션 필름(encapsulation film, 190)이 형성된다. 상기 인캡슐레이션 필름(190)은 제 1 무기 절연층(192)과, 유기 절연층(194)과 제 2 무기 절연층(196)의 적층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0117] 또한, 상기 인캡슐레이션 필름(190) 상에는 외부광 반사를 줄이기 위한 편광판(미도시)이 부착될 수 있다. 예를 들어, 상기 편광판은 원형 편광판일 수 있다.

- [0119] 도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- [0120] 도 3에 도시된 바와 같이, 적색 화소(RP), 녹색 화소(BP), 청색 화소(BP) 각각에 발광다이오드(D)가 형성된다.
- [0121] 상기 발광다이오드(D)는 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP) 각각에 위치하는 제 1 전극(160)과, 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP) 모두를 덮는 제 2 전극(180)과, 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 사이에 위치하는 발광층(170)을 포함한다.
- [0122] 상기 제 1 전극(160)은 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP) 각각에서 서로 분리되어 위치할 수 있다. 전술한 바와 같이, 상기 제 1 전극(160)은 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어지며 양극으로 이용될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 전극(160)은 알루미늄-팔라듐-구리 합금으로 이루어지는 제 1 및 제 2 층과, ITO로 이루어지며 상기 제 1 및 제 2 층 사이에 위치하는 제 3 층을 포함할 수 있다.
- [0123] 상기 제 2 전극(180)은 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP)에서 일체로 형성될 수 있다. 전술한 바와 같이, 제 2 전극(180)은 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어져 캐소드로 이용될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 전극(180)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어지며 얇은 두께의 반투과전극일 수 있다.
- [0124] 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 사이 거리는 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP)에서 실질적으로 동일하다.
- [0125] 상기 발광층(170)은 발광물질층(230)을 포함한다. 상기 발광물질층(230)은 상기 녹색 화소(GP)에 위치하며 제 1 발광물질(미도시)을 포함하는 제 1 발광물질층(232)과, 상기 청색 화소(BP)에 위치하며 제 2 발광물질(미도시)을 포함하는 제 2 발광물질층(234)과, 상기 적색 화소(RP)에 위치하며 제 3 발광물질(미도시)을 포함하는 제 3 발광물질층(236)을 포함한다.
- [0126] 전술한 바와 같이, 상기 제 1 내지 제 3 발광물질 각각은 양자점과 같은 무기발광물질 또는 형광 또는 인광의 유기발광물질일 수 있다.
- [0127] 이때, 상기 제 1 발광물질층(232)과 상기 제 3 발광물질층(236) 각각은 전기활성물질(260)을 더 포함한다. 따라서, 발광다이오드(D)의 구동을 위해 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180)에 전압이 인가되면 상기 전기활성물질(260)의 형태가 변하고 상기 적색 및 녹색 화소(RP, GP)의 제 1 및 제 3 발광물질층(232, 236) 두께가 증가한다. 즉, 상기 적색 및 녹색 화소(RP, GP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리가 증가한다. 한편, 상기 청색 화소(BP)의 제 2 발광물질층(234)은 전기활성물질 없이 제 2 발광물질만을 포함하기 때문에, 상기 제 2 발광물질층(234)의 두께 및 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 사이 거리는 변하지 않는다.
- [0128] 또한, 상기 전기활성물질(260)은, 상기 녹색 화소(GP)에서 상기 제 1 발광물질에 대하여 제 1 중량비를 가지며 상기 적색 화소(RP)에서 상기 제 3 발광물질에 대하여 상기 제 1 중량비보다 큰 제 2 중량비를 갖는다.
- [0129] 다시 말해, 상기 제 1 및 제 3 발광물질층(232, 236)의 두께 및 면적이 동일한 경우, 상기 전기활성물질(260)의 양은 상기 적색 화소(RP)에서 상기 녹색 화소(BP)보다 클 수 있다.
- [0130] 따라서, 발광다이오드(D)가 구동되면 상기 적색 화소(RP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리 증가 정도가 상기 녹색 화소(GP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리 증가 정도보다 크게 된다. 즉, 발광다이오드(D)의 구동 시, 상기 녹색 화소(BP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리는 상기 적색 화소(RP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리보다 작고 상기 청색 화소(BP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극 간 거리보다 크게 된다.
- [0131] 다시 말해, 상기 발광다이오드(D)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 사이 거리는 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP)에서 동일하지만, 상기 발광다이오드(D)의 구동 시에는 상기 전기활성물질(260)에 의해 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리가 변하여 마이크로 캐버티 효과가 구현된다.
- [0132] 따라서, 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리를 동일하게 하여 발광다이오드(D)의 구조를 간단하게 하면서, 마이크로 캐버티 효과에 의해 발광효율을 향상시킬 수 있다.
- [0133] 또한, 상기 제 1 및 제 3 발광물질이 양자점인 경우, 상기 제 1 및 제 3 발광물질층(232, 236) 내 상기 전기활성물질(260)에 의해 발광다이오드(D) 및 전계발광 표시장치(도 2의 100)의 수명 및 발광효율이 향상될 수 있다.

- [0134] 상기 전기활성물질(260)은 비교적 큰 쌍극자 모멘트를 가지며 이에 따라 제 1 및 제 3 발광물질층(232, 236)의 유전율이 증가한다. 양자점에 강한 전계가 인가되면 양자점의 손상이 발생할 수 있는데, 전기활성물질(260)에 의해 제 1 및 제 3 발광물질층(232, 236)의 유전율이 증가하기 때문에 제 1 및 제 3 발광물질층(232, 236) 내에 전자가 균일하게 분산된다. 즉, 양자점에 대한 전계의 집중이 완화되어, 양자점의 손상이 방지된다.
- [0135] 또한, 양자점을 이용하는 양자점 발광다이오드에서는, 정공보다 전자가 빠르게 발광물질층으로 전달되어 전하 균형이 깨지는데, 큰 쌍극자 모멘트를 갖는 전기활성물질(260)이 전자를 끌어당겨 제 1 및 제 3 발광물질층(232, 236) 내 전하 균형이 향상된다.
- [0136] 따라서, 제 1 및 제 3 발광물질층(232, 236)이 양자점과 전기활성물질(260)을 포함하는 경우, 발광다이오드(D) 및 전계발광 표시장치(도 2의 100)의 수명 및 발광효율이 향상될 수 있다.
- [0137] 도 3에서, 청색 화소(BP)의 제 2 발광물질층(234)는 제 2 발광물질만을 포함하는 것으로 설명하였으나, 제 2 발광물질층(234) 역시 전기활성물질(260)을 더 포함할 수도 있다. 이 경우, 청색 화소(BP)에서 제 2 발광물질에 대한 전기활성물질(260)의 중량비는 녹색 화소(GP)에서 제 1 발광물질에 대한 전기활성물질(260)의 중량비보다 작다.
- [0138] 상기 발광층(170)은 상기 제 1 전극(160)과 상기 제 1 내지 제 3 발광물질층(232, 234, 236) 각각의 사이에 위치하는 정공수송층(220)을 더 포함할 수 있다. 도 3에서 전기활성물질(260)이 제 1 및 제 3 발광물질층(232, 236)에 포함된 것으로 도시되어 있으나, 상기 전기활성물질(260)은 상기 정공수송층(220)에 포함될 수도 있다.
- [0139] 또한, 상기 발광층(170)은 상기 제 1 전극(160)과 상기 정공수송층(220) 사이에 위치하는 정공주입층(210)과, 상기 발광물질층(230)과 상기 제 2 전극(180) 사이에 위치하는 전자수송층(240)과, 상기 전자수송층(240)과 상기 제 2 전극(180) 사이에 위치하는 전자주입층(250)을 더 포함할 수 있다.
- [0140] 다시 말해, 본 발명의 발광다이오드(D)에서, 제 1 화소(P1, 녹색 화소)의 발광층(230)은 제 1 발광물질과 전기활성물질(260)을 포함하고, 제 2 화소(P2, 청색 화소)의 발광층(230)은 제 2 발광물질을 포함하며, 제 3 화소(P3, 적색 화소)의 발광층(230)은 제 3 발광물질과 전기활성물질(260)을 포함한다.
- [0141] 이때, 상기 제 1 내지 제 3 화소(P1, P2, P3)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리는 동일하며, 상기 전기활성물질(260)은 상기 제 3 화소(P3)에서 상기 제 1 화소(P2)보다 큰 농도(밀도 또는 양)를 갖는다.
- [0142] 따라서, 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리가 제 1 내지 제 3 화소(P1, P2, P3)에서 동일한 간단한 구조의 발광다이오드(D)에서 마이크로 캐버티 효과가 구현될 수 있고, 이에 따라 발광다이오드(D) 및 전계발광 표시장치(도 2의 100)의 발광효율이 향상될 수 있다.
- [0144] [발광층 두께 변화 측정]
- [0145] 양자점(QD)과 전기활성물질(EAM)의 질량비를 변화시키며 발광층의 두께 변화(변위)를 측정하였다. 변위는 레이저 변위센서를 이용하여 500mHz, 싸인파(sine wave) 구동조건에서 측정되었다.
- [0146] (1) 적색 화소에서의 발광층 두께 변화
- [0147] 1) 실험예1
- [0148] 약 10nm의 크기를 갖는 양자점(InP/ZnSe) 10mg/ml (in Toluene) 1mL와 위 화학식1-3의 전기활성물질 용액(1wt% in MEK(Methyl Ethyl Ketone)) 1g의 혼합물을 코팅하고 전압(10V)을 가해 두께 변화(변위)를 측정하여 도 4a에 도시하였다. (QD(10mg):EAM(10mg)=1:1) 실험예1에서의 변위값은 2.53 μ m이다.
- [0149] 2) 실험예2
- [0150] 양자점(InP/ZnSe) 10mg/ml (in Toluene) 1mL와 위 화학식1-3의 전기활성물질 용액(1wt% in MEK) 0.5g의 혼합물을 코팅하고 전압(10V)을 가해 두께 변화(변위)를 측정하여 도 4b에 도시하였다. (QD(10mg):EAM(5mg)=2:1) 실험예2에서의 변위값은 1.53 μ m이다.
- [0151] 3) 실험예3
- [0152] 양자점(InP/ZnSe) 10mg/ml (in Toluene) 1mL와 위 화학식1-3의 전기활성물질 용액(1wt% in MEK) 0.25g의 혼합물을 코팅하고 전압(10V)을 가해 두께 변화(변위)를 측정하여 도 4c에 도시하였다. (QD(10mg):EAM(2.5mg)=4:1)

실험예3에서의 변위값은 $0.62\mu\text{m}$ 이다.

[0153] 4) 실험예4

[0154] 양자점(InP/ZnSe) 10mg/ml (in Toluene) 1mL와 위 화학식1-3의 전기활성물질 용액(1wt% in MEK) 0.125g의 혼합물을 코팅하고 전압(10V)을 가해 두께 변화(변위)를 측정하여 도 4d에 도시하였다. (QD(10mg):EAM(1.25mg)=8:1) 실험예4에서의 변위값은 $0.27\mu\text{m}$ 이다.

[0156] 도 4a 내지 도 4d에서 보여지는 바와 같이, 전기활성물질의 양 증가에 따라 발광층의 두께 변화량(변위 값) 역시 증가한다.

[0157] 이와 같이, 적색 화소에서 양자점과 전기활성물질 간 중량비에 따른 변위 값 관계를 도 5에 도시하였고, 도 5를 이용하면 원하는 변위 값을 얻기 위한 양자점과 전기활성물질 간 중량비를 계산할 수 있다.

[0159] (1) 녹색 화소에서의 발광층 두께 변화

[0160] 1) 실험예5

[0161] 약 8nm의 크기를 갖는 양자점(InP/ZnSe) 10mg/ml (in Toluene) 1mL와 위 화학식1-3의 전기활성물질 용액(1wt% in MEK) 1g의 혼합물을 코팅하고 전압(10V)을 가해 두께 변화(변위)를 측정하여 도 6a에 도시하였다. (QD(10mg):EAM(10mg)=1:1) 실험예5에서의 변위값은 $4.2\mu\text{m}$ 이다.

[0162] 2) 실험예6

[0163] 양자점(InP/ZnSe) 10mg/ml (in Toluene) 1mL와 위 화학식1-3의 전기활성물질 용액(1wt% in MEK) 0.5g의 혼합물을 코팅하고 전압(10V)을 가해 두께 변화(변위)를 측정하여 도 6b에 도시하였다. (QD(10mg):EAM(5mg)=2:1) 실험예6에서의 변위값은 $2.61\mu\text{m}$ 이다.

[0164] 3) 실험예7

[0165] 양자점(InP/ZnSe) 10mg/ml (in Toluene) 1mL와 위 화학식1-3의 전기활성물질 용액(1wt% in MEK) 0.25g의 혼합물을 코팅하고 전압(10V)을 가해 두께 변화(변위)를 측정하여 도 6c에 도시하였다. (QD(10mg):EAM(2.5mg)=4:1) 실험예7에서의 변위값은 $1.43\mu\text{m}$ 이다.

[0166] 4) 실험예8

[0167] 양자점(InP/ZnSe) 10mg/ml (in Toluene) 1mL와 위 화학식1-3의 전기활성물질 용액(1wt% in MEK) 0.125g의 혼합물을 코팅하고 전압(10V)을 가해 두께 변화(변위)를 측정하여 도 6d에 도시하였다. (QD(10mg):EAM(1.25mg)=8:1) 실험예8에서의 변위값은 $0.64\mu\text{m}$ 이다.

[0169] 도 6a 내지 도 6d에서 보여지는 바와 같이, 전기활성물질의 양 증가에 따라 발광층의 두께 변화량(변위 값) 역시 증가한다.

[0170] 이와 같이, 녹색 화소에서 양자점과 전기활성물질 간 중량비에 따른 변위 값 관계를 도 7에 도시하였고, 도 7을 이용하면 원하는 변위 값을 얻기 위한 양자점과 전기활성물질 간 중량비를 계산할 수 있다.

[0172] 또한, 동일한 성분의 양자점을 이용하는 경우, 녹색 화소의 양자점의 크기가 적색 화소의 양자점보다 작기 때문에, 동일한 양의 전기활성물질이 이용되더라도 녹색 화소에서의 변위 값이 적색 화소에서의 변위 값보다 크다.

[0174] 도 8은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 발광다이오드의 개략적인 단면도이다.

[0175] 도 8에 도시된 바와 같이, 적색 화소(RP), 녹색 화소(BP), 청색 화소(BP) 각각에 발광다이오드(D)가 형성된다.

[0176] 상기 발광다이오드(D)는 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP) 각각에 위치하는 제 1 전극(160)과, 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP) 모두를 덮는 제 2 전극(180)과, 상

기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 사이에 위치하는 발광층(170)을 포함한다.

- [0177] 상기 제 1 전극(160)은 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP) 각각에서 서로 분리되어 위치할 수 있다. 전술한 바와 같이, 상기 제 1 전극(160)은 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어지며 양극으로 이용될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 전극(160)은 알루미늄-팔라듐-구리 합금으로 이루어지는 제 1 및 제 2 층과, ITO로 이루어지며 상기 제 1 및 제 2 층 사이에 위치하는 제 3 층을 포함할 수 있다.
- [0178] 상기 제 2 전극(180)은 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP)에서 일체로 형성될 수 있다. 전술한 바와 같이, 제 2 전극(180)은 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어져 캐소드로 이용될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 전극(180)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어지며 얇은 두께의 반투과전극일 수 있다.
- [0179] 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 사이 거리는 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP)에서 실질적으로 동일한다.
- [0180] 상기 발광층(170)은 발광물질층(330)을 포함한다. 상기 발광물질층(330)은 상기 녹색 화소(GP)에 위치하며 제 1 발광물질(미도시)을 포함하는 제 1 발광물질층(332)과, 상기 청색 화소(BP)에 위치하며 제 2 발광물질(미도시)을 포함하는 제 2 발광물질층(334)과, 상기 적색 화소(RP)에 위치하며 제 3 발광물질(미도시)을 포함하는 제 3 발광물질층(336)을 포함한다.
- [0181] 전술한 바와 같이, 상기 제 1 내지 제 3 발광물질 각각은 양자점과 같은 무기발광물질 또는 형광 또는 인광의 유기발광물질일 수 있다.
- [0182] 이때, 상기 제 1 발광물질층(332)은 제 1 전기활성물질(362)을 더 포함하고, 상기 제 3 발광물질층(336)은 제 2 전기활성물질(364)을 더 포함한다. 따라서, 발광다이오드(D)의 구동을 위해 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180)에 전압이 인가되면 상기 제 1 및 제 2 전기활성물질(362, 364)의 형태가 변하고 상기 적색 및 녹색 화소(RP, GP)의 제 1 및 제 3 발광물질층(332, 336) 두께가 증가한다. 즉, 상기 적색 및 녹색 화소(RP, GP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리가 증가한다. 한편, 상기 청색 화소(BP)의 제 2 발광물질층(334)은 전기활성 물질 없이 제 2 발광물질만을 포함하기 때문에, 상기 제 2 발광물질층(334)의 두께 및 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 사이 거리는 변하지 않는다.
- [0183] 이때, 상기 제 3 발광물질에 대한 상기 제 2 전기활성물질(364)의 중량비는 상기 제 1 발광물질에 대한 상기 제 1 전기활성물질(362)의 중량비와 실질적으로 동일하며, 상기 제 2 전기활성물질(364)의 쌍극자 모멘트가 상기 제 1 전기활성물질(362)의 쌍극자 모멘트보다 크다. 따라서, 상기 제 2 전기활성물질(364)에 의한 상기 제 3 발광물질층(336)의 두께 변위 값이 상기 제 1 전기활성물질(362)에 의한 상기 제 1 발광물질층(332)의 두께 변위 값보다 크다.
- [0184] 따라서, 발광다이오드(D)가 구동되면 상기 적색 화소(RP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리 증가 정도가 상기 녹색 화소(GP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리 증가 정도보다 크게 된다. 즉, 발광다이오드(D)의 구동 시, 상기 녹색 화소(BP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리는 상기 적색 화소(RP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리보다 작고 상기 청색 화소(BP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극 간 거리보다 크게 된다.
- [0185] 다시 말해, 상기 발광다이오드(D)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 사이 거리는 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP)에서 동일하지만, 상기 발광다이오드(D)의 구동 시에는 상기 제 1 및 제 2 전기활성물질(362, 364)에 의해 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리가 변하여 마이크로 캐버티 효과가 구현된다.
- [0186] 따라서, 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리를 동일하게 하여 발광다이오드(D)의 구조를 간단하게 하면서, 마이크로 캐버티 효과에 의해 발광효율을 향상시킬 수 있다.
- [0187] 또한, 상기 제 1 및 제 3 발광물질이 양자점인 경우, 상기 제 1 및 제 3 발광물질층(332, 336) 내 상기 제 1 및 제 2 전기활성물질(362, 364)에 의해 발광다이오드(D) 및 전계발광 표시장치(도 2의 100)의 수명 및 발광효율이 향상될 수 있다.
- [0188] 상기 제 1 및 제 2 전기활성물질(362, 364)은 비교적 큰 쌍극자 모멘트를 가지며 이에 따라 제 1 및 제 3 발광물질층(332, 336)의 유전율이 증가한다. 양자점에 강한 전계가 인가되면 양자점의 손상이 발생할 수 있는데, 제 1 및 제 2 전기활성물질(362, 364)에 의해 제 1 및 제 3 발광물질층(332, 336)의 유전율이 증가하기 때문에 제

1 및 제 3 발광물질층(332, 336) 내에 전자가 균일하게 분산된다. 즉, 양자점에 대한 전계의 집중이 완화되어, 양자점의 손상이 방지된다.

[0189] 또한, 양자점을 이용하는 양자점 발광다이오드에서는, 정공보다 전자가 빠르게 발광물질층으로 전달되어 전하 균형이 깨지는데, 큰 쌍극자 모멘트를 갖는 제 1 및 제 2 전기활성물질(362, 364)이 전자를 끌어당겨 제 1 및 제 3 발광물질층(332, 336) 내 전하 균형이 향상된다.

[0190] 따라서, 제 1 및 제 3 발광물질층(332, 336)이 양자점과 제 1 및 제 2 전기활성물질(362, 364)을 포함하는 경우, 발광다이오드(D) 및 전계발광 표시장치(도 2의 100)의 수명 및 발광효율이 향상될 수 있다.

[0191] 상기 발광층(170)은 상기 제 1 전극(160)과 상기 제 1 내지 제 3 발광물질층(332, 334, 336) 각각의 사이에 위치하는 정공수송층(320)을 더 포함할 수 있다. 도 8에서 제 1 및 제 2 전기활성물질(362, 364)이 제 1 및 제 3 발광물질층(332, 336)에 포함된 것으로 도시되어 있으나, 상기 제 1 및 제 2 전기활성물질(362, 364)은 상기 정공수송층(320)에 포함될 수도 있다.

[0192] 또한, 상기 발광층(170)은 상기 제 1 전극(160)과 상기 정공수송층(320) 사이에 위치하는 정공주입층(310)과, 상기 발광물질층(330)과 상기 제 2 전극(180) 사이에 위치하는 전자수송층(340)과, 상기 전자수송층(340)과 상기 제 2 전극(180) 사이에 위치하는 전자주입층(350)을 더 포함할 수 있다.

[0193] 다시 말해, 본 발명의 발광다이오드(D)에서, 제 1 화소(P1, 녹색 화소)의 발광층(330)은 제 1 발광물질과 제 1 전기활성물질(362)을 포함하고, 제 2 화소(P2, 청색 화소)의 발광층(330)은 제 2 발광물질을 포함하며, 제 3 화소(P3, 적색 화소)의 발광층(330)은 제 3 발광물질과 제 2 전기활성물질(364)을 포함한다.

[0194] 이때, 상기 제 1 내지 제 3 화소(P1, P2, P3)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리는 동일하며, 상기 제 2 전기활성물질(364)은 상기 제 1 전기활성물질(362)보다 큰 쌍극자 모멘트를 갖는다.

[0195] 따라서, 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리가 제 1 내지 제 3 화소(P1, P2, P3)에서 동일한 간단한 구조의 발광다이오드(D)에서 마이크로 캐버티 효과가 구현될 수 있고, 이에 따라 발광다이오드(D) 및 전계발광 표시장치(도 2의 100)의 발광효율이 향상될 수 있다.

[0197] 도 9는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 발광다이오드의 개략적인 단면도이다.

[0198] 도 9에 도시된 바와 같이, 적색 화소(RP), 녹색 화소(BP), 청색 화소(BP) 각각에 발광다이오드(D)가 형성된다.

[0199] 상기 발광다이오드(D)는 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP) 각각에 위치하는 제 1 전극(160)과, 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP) 모두를 덮는 제 2 전극(180)과, 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 사이에 위치하는 발광층(170)을 포함한다.

[0200] 상기 제 1 전극(160)은 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP) 각각에서 서로 분리되어 위치할 수 있다. 전술한 바와 같이, 상기 제 1 전극(160)은 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어지며 양극으로 이용될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 전극(160)은 알루미늄-팔라듐-구리 합금으로 이루어지는 제 1 및 제 2 층과, ITO로 이루어지며 상기 제 1 및 제 2 층 사이에 위치하는 제 3 층을 포함할 수 있다.

[0201] 상기 제 2 전극(180)은 상기 적색 화소(RP), 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP)에서 일체로 형성될 수 있다. 전술한 바와 같이, 제 2 전극(180)은 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어져 캐소드로 이용될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 전극(180)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어지며 얇은 두께의 반투과전극일 수 있다.

[0202] 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180)은 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP)에서 제 4 거리(d4)를 갖고 상기 적색 화소(RP)에서 상기 제 4 거리(d4)보다 큰 제 5 거리(d5)를 갖는다.

[0203] 상기 발광층(170)은 발광물질층(430)을 포함한다. 상기 발광물질층(430)은 상기 녹색 화소(GP)에 위치하며 제 1 발광물질(미도시)을 포함하는 제 1 발광물질층(432)과, 상기 청색 화소(BP)에 위치하며 제 2 발광물질(미도시)을 포함하는 제 2 발광물질층(434)과, 상기 적색 화소(RP)에 위치하며 제 3 발광물질(미도시)을 포함하는 제 3 발광물질층(436)을 포함한다.

[0204] 이때, 상기 제 1 발광물질층(432)과 상기 제 2 발광물질층(434)은 제 4 두께(t4)를 갖고, 상기 제 3 발광물질층(436)은 상기 제 4 두께(t4)보다 큰 제 5 두께(t5)를 갖는다.

- [0205] 전술한 바와 같이, 상기 제 1 내지 제 3 발광물질 각각은 양자점과 같은 무기발광물질 또는 형광 또는 인광의 유기발광물질일 수 있다.
- [0206] 이때, 상기 제 1 발광물질층(432)과 상기 제 3 발광물질층(436) 각각은 전기활성물질(460)을 더 포함한다. 따라서, 발광다이오드(D)의 구동을 위해 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180)에 전압이 인가되면 상기 전기활성물질(460)의 형태가 변하고 상기 적색 및 녹색 화소(RP, GP)의 제 1 및 제 3 발광물질층(432, 436) 두께가 증가한다. 즉, 상기 적색 및 녹색 화소(RP, GP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리가 증가한다. 한편, 상기 청색 화소(BP)의 제 2 발광물질층(434)은 전기활성물질 없이 제 2 발광물질만을 포함하기 때문에, 상기 제 2 발광물질층(434)의 두께 및 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 사이 거리는 변하지 않는다.
- [0207] 또한, 상기 전기활성물질(460)은, 상기 녹색 화소(GP)에서 상기 제 1 발광물질에 대하여 제 1 중량비를 가지며 상기 적색 화소(RP)에서 상기 제 3 발광물질에 대하여 상기 제 1 중량비와 실질적으로 동일한 제 2 중량비를 갖는다.
- [0208] 따라서, 발광다이오드(D)가 구동되면 상기 적색 화소(RP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리와 상기 녹색 화소(GP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리는 실질적으로 동일하게 증가하며, 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리가 녹색 화소(GP)에서보다 적색 화소(RP)에서 크게 구성되기 때문에 발광다이오드(D)의 구동 시, 상기 녹색 화소(BP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리는 상기 적색 화소(RP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리보다 작고 상기 청색 화소(BP)에서 상기 제 1 및 제 2 전극 간 거리보다 크게 된다.
- [0209] 다시 말해, 상기 발광다이오드(D)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 사이 거리는 상기 녹색 화소(BP), 상기 청색 화소(BP)에서 동일하지만, 상기 발광다이오드(D)의 구동 시에는 상기 전기활성물질(460)에 의해 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리가 변하여 마이크로 캐버티 효과가 구현된다.
- [0210] 따라서, 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리를 동일하게 하여 발광다이오드(D)의 구조를 간단하게 하면서, 마이크로 캐버티 효과에 의해 발광효율을 향상시킬 수 있다.
- [0211] 또한, 상기 제 1 및 제 3 발광물질이 양자점인 경우, 상기 제 1 및 제 3 발광물질층(432, 436) 내 상기 전기활성물질(460)에 의해 발광다이오드(D) 및 전계발광 표시장치(도 2의 100)의 수명 및 발광효율이 향상될 수 있다.
- [0212] 상기 전기활성물질(460)은 비교적 큰 쌍극자 모멘트를 가지며 이에 따라 제 1 및 제 3 발광물질층(432, 436)의 유전율이 증가한다. 양자점에 강한 전계가 인가되면 양자점의 손상이 발생할 수 있는데, 전기활성물질(460)에 의해 제 1 및 제 3 발광물질층(432, 436)의 유전율이 증가하기 때문에 제 1 및 제 3 발광물질층(432, 436) 내에 전자가 균일하게 분산된다. 즉, 양자점에 대한 전계의 집중이 완화된 후, 양자점의 손상이 방지된다.
- [0213] 또한, 양자점을 이용하는 양자점 발광다이오드에서는, 정공보다 전자가 빠르게 발광물질층으로 전달되어 전하 균형이 깨지는데, 큰 쌍극자 모멘트를 갖는 전기활성물질(460)이 전자를 끌어당겨 제 1 및 제 3 발광물질층(432, 436) 내 전하 균형이 향상된다.
- [0214] 따라서, 제 1 및 제 3 발광물질층(432, 436)이 양자점과 전기활성물질(460)을 포함하는 경우, 발광다이오드(D) 및 전계발광 표시장치(도 2의 100)의 수명 및 발광효율이 향상될 수 있다.
- [0215] 상기 발광층(170)은 상기 제 1 전극(160)과 상기 제 1 내지 제 3 발광물질층(432, 434, 436) 각각의 사이에 위치하는 정공수송층(420)을 더 포함할 수 있다. 도 9에서 전기활성물질(460)이 제 1 및 제 3 발광물질층(432, 436)에 포함된 것으로 도시되어 있으나, 상기 전기활성물질(460)은 상기 정공수송층(420)에 포함될 수도 있다. 이 경우, 정공수송층(420)이 적색 화소(RP)에서 녹색 및 청색 화소(RP)에서보다 큰 두께를 가질 수 있다.
- [0216] 또한, 상기 발광층(170)은 상기 제 1 전극(160)과 상기 정공수송층(420) 사이에 위치하는 정공주입층(410)과, 상기 발광물질층(430)과 상기 제 2 전극(180) 사이에 위치하는 전자수송층(440)과, 상기 전자수송층(440)과 상기 제 2 전극(180) 사이에 위치하는 전자주입층(450)을 더 포함할 수 있다.
- [0217] 다시 말해, 본 발명의 발광다이오드(D)에서, 제 1 화소(P1, 녹색 화소)의 발광층(430)은 제 1 발광물질과 전기활성물질(460)을 포함하고, 제 2 화소(P2, 청색 화소)의 발광층(430)은 제 2 발광물질을 포함하며, 제 3 화소(P3, 적색 화소)의 발광층(430)은 제 3 발광물질과 전기활성물질(460)을 포함한다.
- [0218] 이때, 상기 제 1 및 제 2 화소(P1, P2)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리는 동일하며 상기 제 3 화소(P3)에서 상기 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리는 상기 제 1 및 제 2 화소(P1, P2)에서 상기 제 1 및

제 2 전극(160, 180) 간 거리보다 크고, 상기 전기활성물질(260)은 상기 제 1 및 제 3 화소(P1, P3)에서 실질적으로 동일한 농도(밀도)를 갖는다.

[0219] 따라서, 제 1 및 제 2 전극(160, 180) 간 거리가 제 1 및 제 2 화소(P1, P2)에서 동일한 간단한 구조의 발광다이오드(D)에서 마이크로 캐버티 효과가 구현될 수 있고, 이에 따라 발광다이오드(D) 및 전계발광 표시장치(도 2의 100)의 발광효율이 향상될 수 있다.

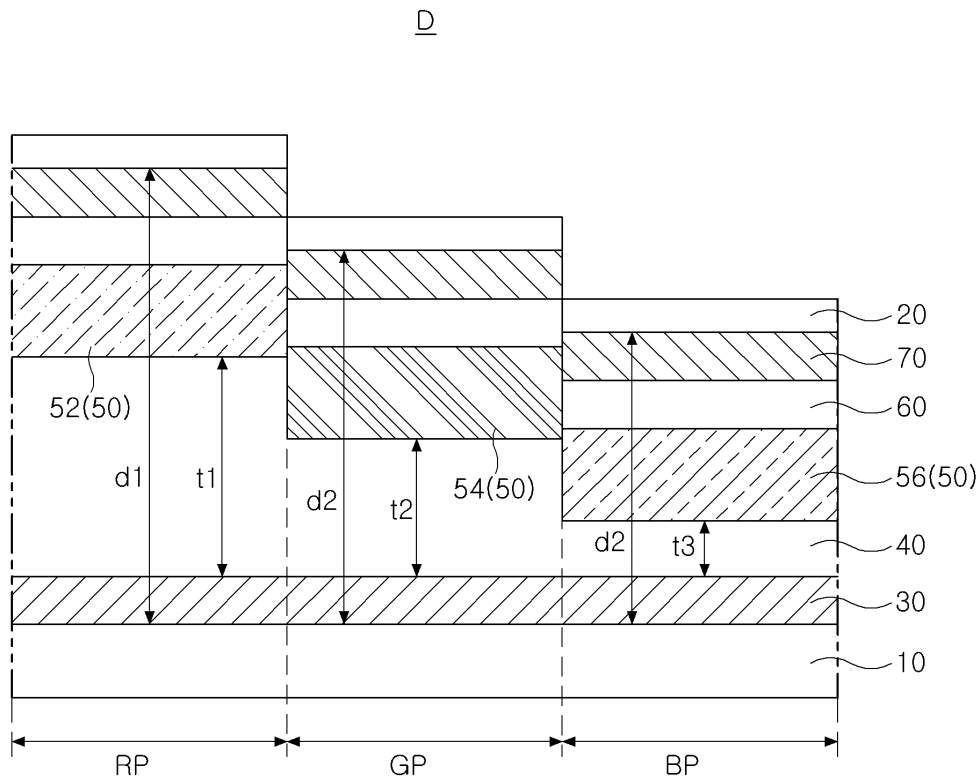
[0221] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 통상의 기술자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0223] 100: 전계발광 표시장치 160: 제 1 전극
170: 발광층 180: 제 2 전극
220, 320, 420: 정공수송층 230, 330, 430: 발광물질층
232, 332, 432: 제 1 발광물질층 234, 334, 434: 제 2 발광물질층
236, 336, 436: 제 3 발광물질층 260, 362, 364, 460: 전기활성물질
GP (P1): 녹색 화소 BP (P2): 청색 화소
RP (P3): 적색 화소 D: 발광다이오드

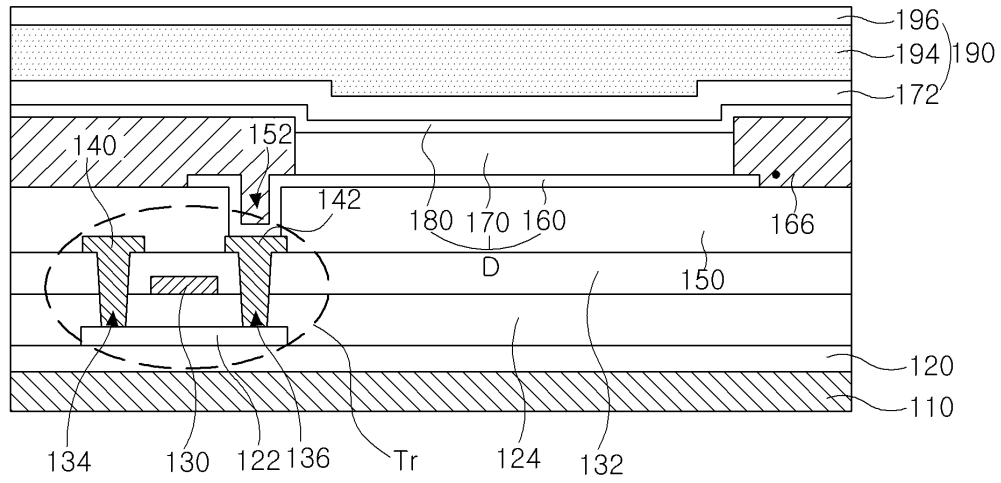
도면

도면1

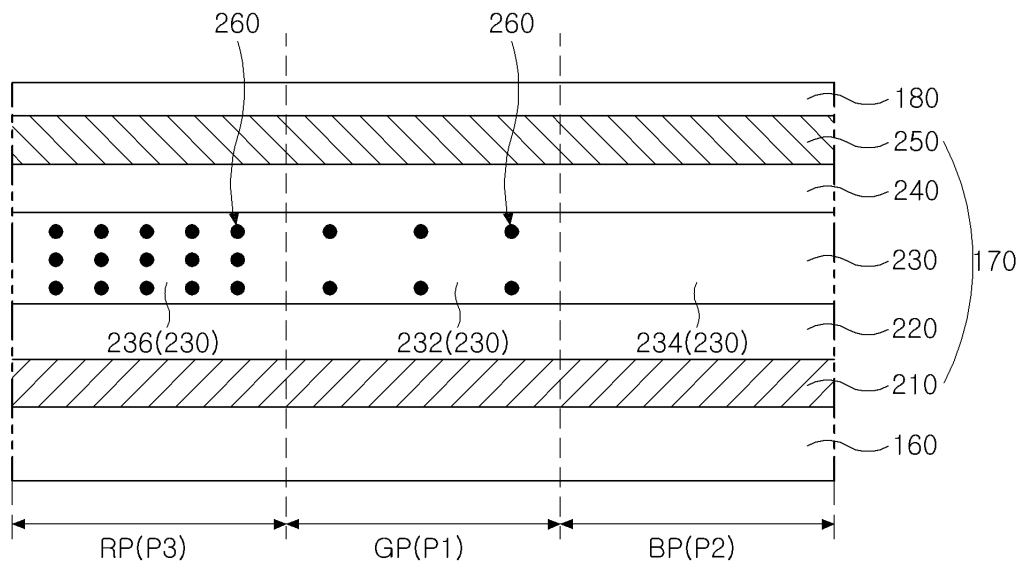


도면2

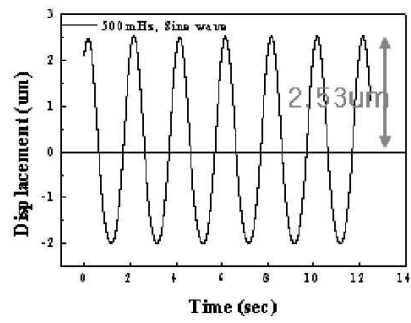
100



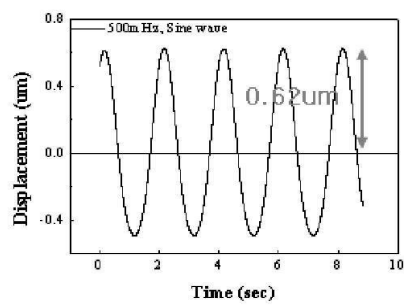
도면3

D

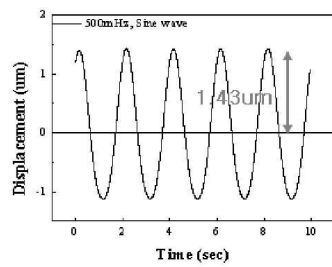
도면4a



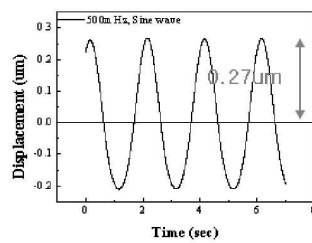
도면4b



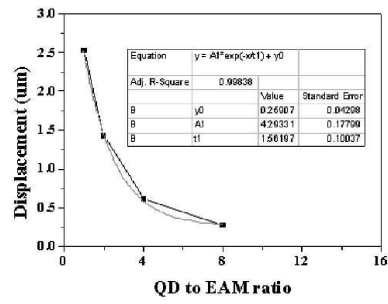
도면4c



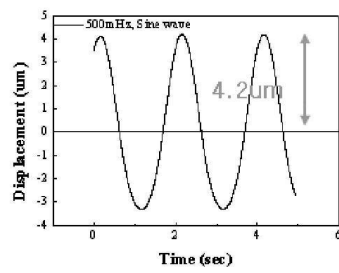
도면4d



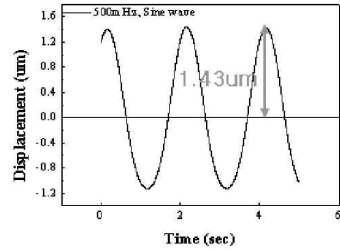
도면5



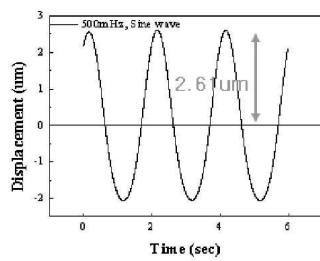
도면6a



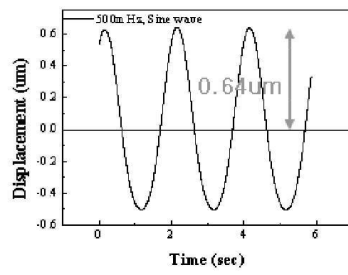
도면6b



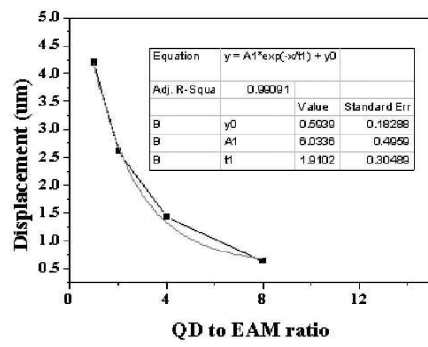
도면6c



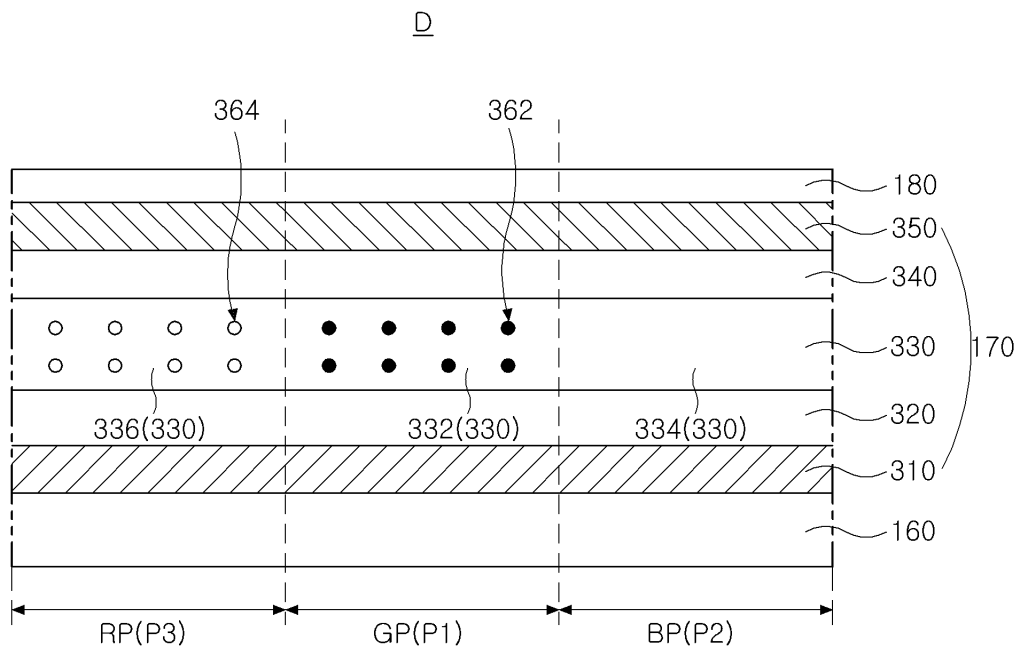
도면6d



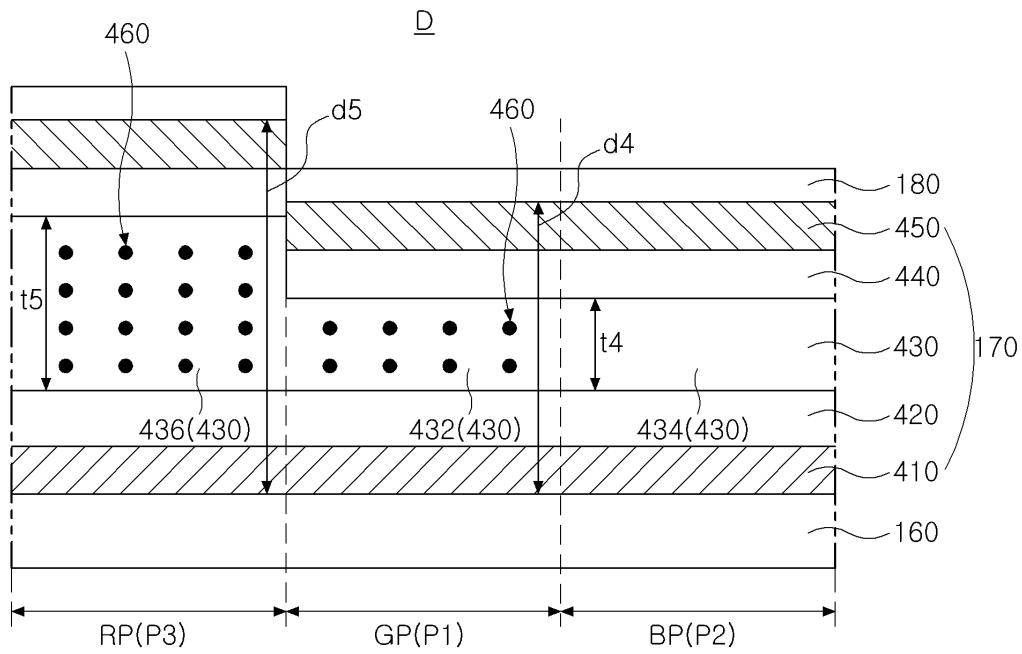
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	发光二极管和电致发光显示器		
公开(公告)号	KR1020190042895A	公开(公告)日	2019-04-25
申请号	KR1020170134524	申请日	2017-10-17
[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		
[标]发明人	최슬기 이태양		
发明人	최슬기 이태양 형민석		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32 H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/50 H01L27/3211 H01L51/502 H01L51/5203		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明包括位于第一像素和第二像素中的第一电极；以及在第一像素上的第一发光层，包括第一发光材料和第一电活性材料；在第二像素上的第二发光层，包括第二发光材料；提供了一种发光二极管和电致发光显示器，其包括覆盖第一和第二发光层的第二电极。

