(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0034067
(43) 공개일자 2017년03월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) *H01L 27/32* (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5056 (2013.01)
H01L 27/3225 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0132270
(22) 출원일자 2015년09월18일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
감윤석
서울특별시 강서구 허준로 175, 614동 1003호(가양동, 가양6단지아파트)
한창욱
서울특별시 마포구 월드컵북로38길 53, 105동 1702호(중동, 월드컵참누리아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인천문

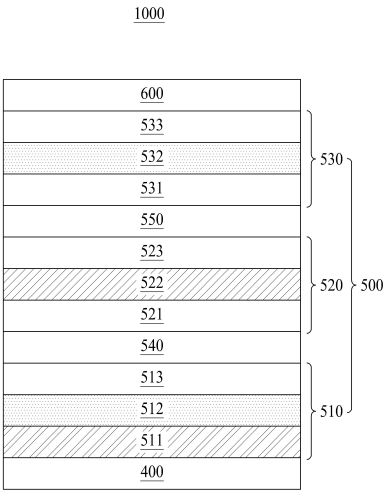
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **유기 발광 표시 장치**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따라 애노드와 캐소드 사이에, 발광부를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 발광부는 제1 발광층, 및 제1 물질과 제2 물질로 이루어진 제1 정공 수송층을 포함한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 제1 물질은 상기 제1 정공 수송층으로부터 상기 제1 발광층으로의 정공의 이동이 향상되도록 상기 제2 물질 대비 정공 이동도가 큰 물질이고, 상기 제2 물질은 상기 제1 발광층으로부터 상기 제1 정공 수송층으로의 전자의 이동이 감소되도록, 상기 제1 물질 대비 삼중항 에너지 레벨이 높은 물질이다. 이에 따라, 유기 발광 표시 장치의 구동 전압, 발광 효율 및 수명이 개선될 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H01L 51/5004 (2013.01)
H01L 51/5008 (2013.01)
H01L 51/5016 (2013.01)
H01L 51/5278 (2013.01)
H01L 2227/32 (2013.01)

(72) 발명자
최홍석
서울특별시 광진구 뚝섬로35길 32, 303동 701호(자양동, 우성3차아파트)
안소연
서울특별시 서대문구 수색로8나길 19 (북가좌동)
김태식
경기도 용인시 기흥구 공세로 76, 101동 1302호(고매동, 세원아파트)
이민규
대구광역시 북구 칠곡중앙대로53길 32, 106동 1504호(태전동, 한일아파트

명 세 서

청구범위

청구항 1

애노드와 캐소드 사이에, 발광부를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서,

상기 발광부는 제1 발광층, 및 제1 물질과 제2 물질로 이루어진 제1 정공 수송층을 포함하고,

상기 제1 물질은 상기 제1 정공 수송층으로부터 상기 제1 발광층으로의 정공의 이동이 향상되도록 상기 제2 물질 대비 정공 이동도가 큰 물질이고, 상기 제2 물질은 상기 제1 발광층으로부터 상기 제1 정공 수송층으로의 전자의 이동이 감소되도록, 상기 제1 물질 대비 삼중항 에너지 레벨이 높은 물질인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제2 물질은, 상기 제1 정공 수송층의 계면에 정공이 축적되는 것이 최소화되도록, 상기 제1 물질 대비 HOMO레벨이 낮은 물질인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 제1 발광층과 상기 제1 정공 수송층 사이에 추가 정공 수송층이 더 포함된 유기 발광 표시 장치.

청구항 4

제2 항에 있어서,

상기 제1 정공 수송층은 단일층인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 제1 물질과 상기 제2 물질의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때,

상기 제1 물질은, 50wt% 이상 90wt% 이하이고,

상기 제2 물질은, 10wt% 이상 50wt% 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 제1 정공 수송층의 두께는, 상기 애노드와 상기 캐소드 사이의 거리에 의한 상기 제1 발광층으로부터 발광된 광의 미세-공진이 최적화되도록, 70㎚ 이상 150㎚ 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 7

제2 항에 있어서,

상기 제1 정공 수송층은, 상기 제1 물질과 상기 제2 물질이 혼합된 혼합층 및, 상기 제1 물질 또는 상기 제2 물질로만 이루어진 적어도 하나의 미-혼합층을 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 미-혼합층은, 상기 제1 물질로만 이루어진 제1 미-혼합층 및 상기 제2 물질로만 이루어진 제2 미-혼합층을

포함하고,

상기 제1 미-혼합층은 상대적으로 상기 애노드에 가장 가깝게 배치되며 상기 제1 발광층으로의 정공의 이동을 돕는 역할을 하고, 상기 제2 미-혼합층은 상대적으로 상기 제1 발광층에 가장 가깝게 배치되며 상기 제1 발광층으로부터 전자가 이동되는 것을 막는 역할을 하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 혼합층에 포함된 상기 제1 물질과 상기 제2 물질의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때,

상기 제1 물질은 50wt% 이상 90wt% 이하이고,

상기 제2 물질은 10wt% 이상 50wt% 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 10

제8 항에 있어서,

상기 제1 미-혼합층의 두께 또는 상기 제2 미-혼합층의 두께는, 상기 혼합층의 두께 대비 40% 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 11

제2 항에 있어서,

상기 제1 물질의 정공 이동도는, 1×10-4㎠/Vs 이상인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 12

제2 항에 있어서,

상기 제2 물질의 삼중항 에너지 레벨은, -2.7eV 이상 -2.6eV 이하이고,

상기 제2 물질의 HOMO레벨은, -5.2eV 이상 -4.7eV 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 13

제2 항에 있어서,

상기 발광부로부터 청색의 빛이 발광되도록, 상기 제1 발광층으로부터 발광된 광의 피크 파장은, 440nm 이상 480nm 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 14

제2 항에 있어서,

상기 발광부로부터 백색의 빛이 발광되도록 상기 발광부는,

상기 제1 발광층 및 상기 제1 정공 수송층을 포함하는 제1 스택;

상기 제1 스택 상에, 제2 발광층을 포함하는 제2 스택; 및

상기 제2 스택 상에, 제3 발광층을 포함하는 제3 스택을 포함하고,

상기 제1 발광층과 상기 제3 발광층으로부터 발광된 광의 피크 파장은 440nm 이상 480nm 이하이고,

상기 제2 발광층으로부터 발광된 광의 피크 파장은, 540nm 이상 580nm 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 15

애노드와 캐소드 사이에, 적어도 하나의 발광층 및 적어도 하나의 정공 수송층을 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서,

상기 적어도 하나의 정공 수송층은, 서로 상이한 특성의 2종 물질을 포함하는 혼합 구조(mixed structure)로 구

성된, 유기 발광 표시 장치.

청구항 16

제15 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정공 수송층은, 정공 이동도가 상대적으로 큰 제1 물질 및 삼중항 에너지 레벨이 상대적으로 높은 제2 물질이 혼합된 구조인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 제2 물질의 HOMO레벨은, 상기 제1 물질의 HOMO레벨보다 낮은, 유기 발광 표시 장치.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정공 수송층에 포함된 상기 제1 물질 및 상기 제2 물질의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때,

상기 제1 물질은 50wt% 이상 90wt% 이하이고,

상기 제2 물질은 10wt% 이상 50wt% 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 19

제17 항에 있어서,

상기 제1 물질의 정공 이동도는, 1×10-4㎠/Vs 이상인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 20

제17 항에 있어서,

상기 제2 물질의 삼중항 에너지 레벨은, -2.7eV 이상 -2.6eV 이하이고,

상기 제2 물질의 HOMO레벨은, -5.2eV 이상 -4.7eV 이하인, 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 정공 수송층이 정공 이동도 및 에너지 레벨이 서로 상이한 2종의 물질을 포함하는 혼합 구조로 구성됨으로써, 고효율 및 장수명의 특성을 갖는 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 유기 발광 표시 장치(organic light-emitting display apparatus, OLED apparatus)는 자체 발광(self-luminance) 특성을 갖는 차세대 표시 장치이다. 구체적으로, 유기 발광 표시 장치는 애노드(anode)와 캐소드(cathode)로부터 각각 주입된 정공(hole)과 전자(electron)가 발광층에서 재결합하여 여기자(exciton)를 형성하고, 형성된 여기자의 에너지 방출에 의해 특정 파장의 광이 발생되는 현상을 이용한 표시 장치이다.

[0003] 유기 발광 표시 장치(OLED apparatus)는, 액정 표시 장치(liquid crystal display apparatus)와 달라 별도의 광원이 요구되지 않으므로, 경량, 박형으로 제조가 가능한 장점이 있다. 또한, 유기 발광 표시 장치는 액정 표시 장치에 비해, 시야각, 명암비(contrast ratio), 응답 속도 및 소비 전력 등의 측면에서 우수한 장점이 있어, 차세대 표시 장치로서 연구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 자체 발광 특성을 갖는 유기 발광 표시 장치는, 애노드와 캐소드 사이에, 발광층 이외에, 주입층(injecting layer), 수송층(transporting layer) 등의 유기층들을 더 포함할 수 있다. 발광층, 주입층 또는 수송층과 같은 유기층들은 유기 발광 표시 장치의 특성, 예를 들어, 구동 전압, 발광 효율 및 수명에 직접적인 영향을 주게 된다. 즉, 애노드와 캐소드 사이의 배치된 유기층들의 구조 또는 유기층들의 재료 특성 등에 의해 유기 발광 표시 장치의 특성이 결정될 수 있다.

[0005] 본 발명의 발명자들은, 다양한 실험을 통해, 두 개의 전극 사이에 배치된 정공 수송층(hole transporting layer)의 구조를 최적화함으로써, 구동 전압, 발광 효율 및 수명이 개선된 새로운 유기 발광 표시 장치를 발명하였다. 보다 구체적으로, 본 발명의 발명자들은, 정공 수송층을 서로 상이한 특성을 갖는 2종의 물질을 포함하는 혼합 구조(mixed structure)로 구성함으로써, 고효율 및 장수명의 특성을 갖는 새로운 유기 발광 표시 장치를 발명하였다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 해결 과제는, 정공 수송층이 혼합 구조(mixed structure)로 구성됨으로써, 정공 수송층으로부터 발광층으로의 정공의 이동이 향상되는 동시에 발광층으로부터 정공 수송층으로 전자가 이동되는 것이 감소되어, 구동 전압, 발광 효율 및 수명이 개선된 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 해결 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따라 애노드와 캐소드 사이에, 발광부를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 발광부는 제1 발광층, 및 제1 물질과 제2 물질로 이루어진 제1 정공 수송층을 포함한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 제1 물질은 상기 제1 정공 수송층으로부터 상기 제1 발광층으로의 정공의 이동이 향상되도록 상기 제2 물질 대비 정공 이동도가 큰 물질이고, 상기 제2 물질은 상기 제1 발광층으로부터 상기 제1 정공 수송층으로의 전자의 이동이 감소되도록, 상기 제1 물질 대비 삼중항 에너지 레벨이 높은 물질이다. 이에 따라, 유기 발광 표시 장치의 구동 전압, 발광 효율 및 수명이 개선될 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는, 상기 제2 물질은, 상기 제1 정공 수송층의 계면에 정공이 축적되는 것이 최소화되도록, 상기 제1 물질 대비 HOMO레벨이 낮은 물질일 수 있다. 이에 따라, 상기 제1 정공 수송층과, 상기 인접-유기층 사이의 계면에 축적된 정공에 의해 열화가 발생되는 것이 최소화되므로, 유기 발광 표시 장치의 수명이 향상될 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제1 발광층과 상기 제1 정공 수송층 사이에 추가 정공 수송층이 더 포함될 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제1 정공 수송층은 단일층일 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제1 물질과 상기 제2 물질의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때, 상기 제1 물질은, 50wt% 이상 90wt% 이하이고, 상기 제2 물질은, 10wt% 이상 50wt% 이하일 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제1 정공 수송층의 두께는, 상기 애노드와 상기 캐소드 사이의 거리에 의한 상기 제1 발광층으로부터 발광된 광의 미세-공진이 최적화되도록, 70㎚ 이상 150㎚ 이하일 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제1 정공 수송층은, 상기 제1 물질과 상기 제2 물질이 혼합된 혼합층 및, 상기 제1 물질 또는 상기 제2 물질로만 이루어진 적어도 하나의 미-혼합층을 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 미-혼합층은, 상기 제1 물질로만 이루어진 제1 미-혼합층 및 상기 제2 물질로만 이루어진 제2 미-혼합층을 포함하고, 상기 제1 미-혼합층은 상대적으로 상기 애노드에 가장 가깝게 배치되며 상기 제1 발광층으로의 정공의 이동을 돕는 역할을 하고, 상기 제2 미-혼합층은 상대적으로 상기 제1 발광층에 가장 가깝게 배치되며 상기 제1 발광층으로부터 전자가 이동되는 것을 막는 역할을 할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 혼합층에 포함된 상기 제1 물질과 상기 제2 물질의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때, 상기 제1 물질은 50wt% 이상 90wt% 이하이고, 상기 제2 물질은 10wt%

이상 50wt% 이하일 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제1 미-혼합층의 두께 또는 상기 제2 미-혼합층의 두께는, 상기 혼합층의 두께 대비 40% 이하일 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제1 물질의 정공 이동도는, 1×10-4㎠/Vs 이상일 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제2 물질의 삼중항 에너지 레벨은, -2.7eV 이상 -2.6eV 이하이고, 상기 제2 물질의 HOMO레벨은, -5.2eV 이상 -4.7eV 이하일 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 발광부로부터 청색의 빛이 발광되도록, 상기 제1 발광층으로부터 발광된 광의 피크 파장이, 440nm 이상 480nm 이하일 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 발광부로부터 백색의 빛이 발광되도록 상기 발광부는, 상기 제1 발광층 및 상기 제1 정공 수송층을 포함하는 제1 스택, 상기 제1 스택 상에, 제2 발광층을 포함하는 제2 스택 및 상기 제2 스택 상에, 제3 발광층을 포함하는 제3 스택을 포함하고, 상기 제1 발광층과 상기 제3 발광층으로부터 발광된 광의 피크 파장은, 440nm 이상 480nm 이하이고, 상기 제2 발광층으로부터 발광된 광의 피크 파장은, 540nm 이상 580nm 이하일 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 실시예에 따라 애노드와 캐소드 사이에 적어도 하나의 발광층 및 적어도 하나의 정공 수송층을 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 적어도 하나의 정공 수송층은 서로 상이한 특성의 2종 물질을 포함하는 혼합 구조(mixed structure)로 구성된다. 이에 따라, 유기 발광 표시 장치의 구동 전압, 발광 효율 및 수명이 개선될 수 있다.

[0023] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 적어도 하나의 정공 수송층은 정공 이동도가 상대적으로 큰 제1 물질 및 삼중항 에너지 레벨이 상대적으로 높은 제2 물질이 혼합된 구조일 수 있다. 이에 따라, 상기 발광층으로의 정공의 이동이 더욱 용이해지므로, 유기 발광 표시 장치의 구동 전압 특성 및 발광 효율이 향상될 수 있다. 또한, 상기 발광층의 전자가 상기 정공 수송층 내로 확산(diffusion)되어 상기 정공 수송층이 손상되는 문제가 감소되므로, 유기 발광 표시 장치의 수명이 향상될 수 있다.

[0024] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제2 물질의 HOMO레벨은, 상기 제1 물질의 HOMO레벨보다 낮을 수 있다. 이에 따라, 상기 정공 수송층 및 상기 정공 수송층과 인접하여 배치된 인접-유기층 사이의 계면에 정공이 축적되어 열화가 발생되는 것이 최소화되므로, 유기 발광 표시 장치의 수명이 향상될 수 있다.

[0025] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 적어도 하나의 정공 수송층에 포함된 상기 제1 물질 및 상기 제2 물질의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때, 상기 제1 물질은 50wt% 이상 90wt% 이하이고, 상기 제2 물질은 10wt% 이상 50wt% 이하일 수 있다.

[0026] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제1 물질의 정공 이동도는, 1×10-4㎠/Vs 이상일 수 있다.

[0027] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제2 물질의 삼중항 에너지 레벨은, -2.7eV 이상 -2.6eV 이하이고, 상기 제2 물질의 HOMO레벨은, -5.2eV 이상 -4.7eV 이하일 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 정공 수송층은, 정공 이동도가 상대적으로 큰 제1 물질 및 삼중항 에너지 레벨이 상대적으로 높은 제2 물질을 포함하는 혼합 구조(mixed structure)로 구성됨으로써, 유기 발광 표시 장치의 구동 전압, 발광 효율 및 수명이 개선될 수 있다.

[0029] 상기와 같은 혼합 구조의 정공 수송층이, 제2 물질 대비 정공 이동도가 상대적으로 큰 제1 물질을 포함함으로써, 정공의 이동이 더욱 용이해지므로, 정공 수송층이 제2 물질로만 이루어진 단일 구조(single structure) 대비 유기 발광 표시 장치의 구동 전압 특성 및 발광 효율이 향상될 수 있다.

[0030] 상기와 같은 혼합 구조의 정공 수송층이, 제1 물질 대비 삼중항 에너지 레벨이 상대적으로 높은 제2 물질을 포함함으로써, 발광층의 전자가 정공 수송층 내로 확산(diffusion)되어 정공 수송층이 손상되는 문제가 감소되므로, 정공 수송층이 제1 물질로만 이루어진 단일 구조 대비 유기 발광 표시 장치의 수명이 향상될 수 있다.

[0031] 상기와 같은 혼합 구조의 정공 수송층에 포함된 제2 물질의 HOMO레벨이 제1 물질의 HOMO레벨보다 낮게 구성됨으로써, 정공 수송층 및 정공 수송층과 인접하여 배치된 인접-유기층 사이의 계면에 정공이 축적되어 열화가 발생되는 것이 최소화되므로, 정공 수송층이 제1 물질로만 이루어진 단일 구조 대비 유기 발광 표시 장치의 수명이 향상될 수 있다.

[0032] 상기와 같은 혼합 구조의 정공 수송층이 열 안정성이 높은 제2 물질을 포함함으로써, 정공 수송층이 제1 물질로만 이루어진 단일 구조 대비 유기 발광 표시 장치의 수명이 향상될 수 있다.

[0033] 상기와 같은 혼합 구조의 정공 수송층에 포함된 제1 물질 및 제2 물질 각각의 중량 퍼센트(weight percent) 비율을 최적화함으로써, 정공 수송층이 제1 물질 또는 제2 물질로만 이루어진 단일 구조 대비 유기 발광 표시 장치의 구동 전압, 발광 효율 및 수명 특성이 향상되는 효과가 있다.

[0034] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[0035] 이상에서 해결하고자 하는 과제, 과제 해결 수단, 효과에 기재한 발명의 내용이 청구항의 필수적인 특징을 특정하는 것은 아니므로, 청구항의 권리 범위는 발명의 내용에 기재된 사항에 의하여 제한되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치를 나타낸 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 주요 구성 요소를 나타낸 단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 주요 구성 요소의 에너지 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이다.

도 4는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 구동 전압 및 발광 효율을 나타낸 표이다.

도 5는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 시간에 따른 구동 전압의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 6a 및 도 6b는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 수명을 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 주요 구성 요소를 나타낸 단면도이다.

도 8은 도 7의 정공 수송층을 제조하는 공증착(co-depositon)법을 모식화한 도면이다.

도 9은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 주요 구성 요소를 나타낸 단면도이다.

도 10a는 비교예 및 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 시간에 따른 구동 전압의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 10b는 비교예 및 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 시간에 따른 수명을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 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 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0038] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

[0039] 본 명세서 상에서 언급한 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상

다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.

[0040] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

[0041] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.

[0042] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간 적 선후 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.

[0043] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.

[0044] 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 도시된 것이며, 본 발명이 도시된 구성의 크기 및 두께에 반드시 한정되는 것은 아니다.

[0045] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.

[0046] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0047] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)를 나타낸 단면도이다.

[0048] 도 1을 참고하면, 유기 발광 표시 장치(1000)는, 기판(100), 박막 트랜지스터(300), 발광 소자(light-emitting device, ED)를 포함한다. 유기 발광 표시 장치(1000)는 복수의 화소(pixel, P)를 포함한다. 화소(P)는 실제 빛이 발광되는 최소 단위의 영역을 말하며, 서브-화소 또는 화소 영역으로 지칭될 수 있다. 또한, 복수의 화소(P)가 모여 백색의 광을 표현할 수 있는 최소의 군(group)이 될 수 있으며, 예를 들어, 세 개의 화소가 하나의 군으로서, 적색 화소(red pixel), 녹색 화소(green pixel) 및 청색 화소(blue pixel)가 하나의 군을 이룰 수 있다. 또는, 네 개의 화소가 하나의 군으로서, 적색 화소(red pixel), 녹색 화소(green pixel), 청색 화소(blue pixel) 및 백색 화소(white pixel)가 하나의 군을 이룰 수도 있다. 그러나, 이에 한정된 것은 아니며, 다양한 화소 설계가 가능하다. 도 1에서는 설명의 편의를 위하여, 하나의 화소(P) 만을 도시하였다.

[0049] 박막 트랜지스터(300)는 기판(100) 상에 배치되며, 발광 소자(ED)로 신호를 공급한다. 도 1에 도시된 박막 트랜지스터(300)는 발광 소자(ED)의 애노드(400)와 연결된 구동 박막 트랜지스터일 수 있다. 도면에 도시되진 않았으나, 기판(100) 상에는 발광 소자(ED)를 구동하기 위한 스위칭 박막 트랜지스터 또는 커패시터 등이 더 배치될 수 있다.

[0050] 기판(100)은 절연 물질로 이루어질 수 있으며, 예를 들어, 유리 또는 폴리이미드(polyimide) 계열의 재료로 이루어진 플렉서블 필름으로 이루어질 수 있다.

[0051] 박막 트랜지스터(300)는 게이트 전극(310), 액티브층(320), 소스 전극(330) 및 드레인 전극(340)을 포함한다. 도 1을 참고하면, 기판(100) 상에 게이트 전극(310)이 형성되고, 게이트 절연층(210)이 게이트 전극(310)을 덮는다. 게이트 절연층(210) 상에는, 게이트 전극(310)과 중첩(overlap)되도록 액티브층(320)이 배치되고, 액티브층(320) 상에는 소스 전극(330)과 드레인 전극(340)이 서로 이격되어 배치된다.

[0052] 본 명세서에서, 두 개의 객체가 중첩(overlap)된다는 것은, 두 개의 객체의 상하 관계에 있어서 그 사이에 다른 객체의 존재 유무를 떠나 적어도 일부분이 겹친다는 의미를 가질 수 있으며, 다른 다양한 명칭으로도 호칭될 수도 있다.

[0053] 게이트 전극(310), 소스 전극(330) 및 드레인 전극(340)은 도전 물질로 이루어지며, 예를 들어, 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 및 구리(Cu) 중 어느 하나 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않고, 다양한 물질로 형성될 수 있다.

[0054] 액티브층(320)은 종류에 따라 비정질 실리콘(amorphous silicon, a-Si), 다결정 실리콘(polycrystalline

silicon, poly-Si), 산화물(oxide) 및 유기물(organic materials) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0055] 게이트 절연층(210)은 무기 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 층으로 구성될 수 있으며, 실리콘 산화물(SiOx), 실리콘 질화물(SiNx) 등으로 이루어질 수 있다.

[0056] 도 1에서는 박막 트랜지스터(300)가 스태거드(staggered) 구조로 도시되었으나, 이에 한정된 것은 아니며, 코플라나(coplanar) 구조로 형성될 수도 있다.

[0057] 박막 트랜지스터(300) 상에는 소스 전극(330)의 일부를 노출시키는 평탄화층(220)이 배치된다. 평탄화층(220)은 단일층 또는 복수의 층으로 구성될 수 있으며, 유기 물질로 이루어질 수 있다. 구체적으로, 평탄화층(220)은 폴리이미드(polyimide), 아크릴(acryl) 등으로 이루어질 수 있다.

[0058] 도 1에서는 도시되지 않았지만, 평탄화층(220)과 박막 트랜지스터(300) 사이에 패시베이션층이 더 형성될 수도 있다. 패시베이션층은 무기 물질로 이루어지고, 박막 트랜지스터(300)를 보호하며, 평탄화층(220)과 마찬가지로 소스 전극(330)의 일부를 노출시킬 수 있다.

[0059] 발광 소자(ED)는 평탄화층(220) 상에 배치되며, 애노드(400), 발광부(500) 및 캐소드(600)를 포함한다. 발광 소자(ED)의 애노드(400)는 박막 트랜지스터(300)의 소스 전극(330)과 연결되어, 박막 트랜지스터(300)를 통해 각종 신호를 공급받는다. 도면에 도시되진 않았으나, 박막 트랜지스터(300)의 종류에 따라, 애노드(400)는 드레인 전극(340)과 연결될 수도 있다.

[0060] 도 1의 유기 발광 표시 장치(1000)는 상부 발광(top emission) 방식으로, 발광부(500)로부터 발광된 광이 캐소드(600)를 통과하여 상부 방향으로 방출될 수 있다. 도면에 도시되진 않았으나, 유기 발광 표시 장치(1000)가 하부 발광(bottom emission) 방식인 경우, 발광부(500)로부터 발광된 광은 애노드(400)를 통과하여 하부 방향으로 방출될 수 있다. 이때, 박막 트랜지스터(300)는, 발광부(500)로부터 발광된 광의 경로를 방해하지 않도록, 애노드(400)와 중첩되지 않는 영역 또는 뱅크(230)와 중첩되는 영역에 배치될 수 있다.

[0061] 뱅크(230)는, 화소(P)를 구획하며, 애도느(400)의 끝 단을 덮는다. 도 1을 참고하면, 뱅크(230)는, 애노드(400)의 상면의 일부를 노출시킨다. 뱅크(230)는 유기 물질로 이루어질 수 있으며, 예를 들어, 폴리이미드(polyimide), 포토아크릴(photoacryl) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으나, 반드시 이에 한정된 것은 아니다.

[0062] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 주요 구성 요소를 나타낸 단면도이다. 구체적으로, 유기 발광 표시 장치(1000)의 발광 소자(ED)의 적층 구조를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.

[0063] 도 2를 참고하면, 유기 발광 표시 장치(1000)의 발광 소자(ED)는 애노드(400), 캐소드(600) 및, 그 사이의 발광부(500)를 포함한다. 발광부(500)는, 애노드(400)와 캐소드(600) 사이에 위치하는 모든 유기층들 또는 모든 유기층들의 적층 구조를 지칭한다. 발광부(500)는, 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 정공 수송층(hole transporting layer, 511), 제1 발광층(emission layer, 512) 및 제1 전자 수송층(electron transporting layer, 513)을 포함하는 제1 스택(stack)(510), 제2 정공 수송층(521), 제2 발광층(522) 및 제2 전자 수송층(523)을 포함하는 제2 스택(520) 및, 제3 정공 수송층(531), 제3 발광층(532) 및 제3 전자 수송층(533)을 포함하는 제3 스택(530)이 차례로 적층된 구조를 가질 수 있다.

[0064] 도 2에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 발광부(500)는 공통 발광층(common emission layer) 구조를 가지며, 백색의 광을 발광한다. 공통 발광층 구조의 발광부(500)는, 모든 화소가 개구된 공통 마스크(common mask)를 이용하여 형성 가능하며, 화소 별 패턴 없이 모든 화소에 동일한 구조로 적층될 수 있다. 즉, 공통 발광층 구조의 발광부(500)는, 하나의 화소에서 이웃하는 화소까지 끊어진 부분 없이 연결 또는 연장되어 배치되며, 복수의 화소를 공유한다. 또한, 발광부(500)에 포함된 복수의 발광층(512, 522, 532)으로부터 발광된 광이 서로 혼합되어 발광부(500)로부터 애노드(400) 또는 캐소드(600)를 통해 백색의 광이 방출된다.

[0065] 애노드(400)는 화소 별로 서로 이격되어 배치된다. 애노드(400)는 발광부(500)로 정공(hole)을 공급 또는 전달하는 전극이며, 박막 트랜지스터의 소스 전극 또는 드레인 전극과 연결된다. 애노드(400)는, ITO(indium tin oxide) 또는 IZO(indium zinc oxide) 등과 같은 TCO(transparent conductive oxide) 물질의 투명층으로 이루어질 수 있다.

[0066] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)가 상부 발광 방식인 경우, 애노드(400)는, 발광부(500)로부터 발광된 광이 애노드(400)에 반사되어 보다 원활하게 상부 방향으로 방출될 수 있도록, 반사층을 더 포

함할 수 있다. 예를 들어, 애노드(400)는, 투명층과 반사층이 차례로 적층된 2층 구조이거나 투명층, 반사층 및 투명층이 차례로 적층된 3층 구조일 수 있다. 반사층은 구리(Cu), 은(Ag), 팔라듐(Pd) 등과 같은 금속 물질로 이루어질 수 있다.

[0067] 캐소드(600)는 발광부(500) 상에 배치되며, 발광부(500)로 전자(electron)를 공급 또는 전달하는 전극이다. 캐소드(600)는, 은(Ag), 마그네슘(Mg), 은-마그네슘(Ag:Mg) 등과 같은 금속 물질, 또는 IZO, ITO 등과 같은 TCO 물질로 이루어질 수도 있다.

[0068] 애노드(400)와 캐소드(600) 사이에 배치된 발광부(500)는, 복수의 스택(510, 520, 530)과 복수의 스택(510, 520, 530) 사이에 위치하는 제1 전하 생성층(540) 및 제2 전하 생성층(550)을 포함한다. 본 실시예에서는, 애노드(400)과 캐소드(600) 사이에 3개의 스택이 위치하는 것으로 도시하고 설명하였으나, 이에 한정되지 않고, 설계에 따라, 2개의 스택 또는 4개 이상의 스택으로 구성될 수도 있다.

[0069] 복수의 스택(510, 520, 530) 중 애노드(400)와 가장 가깝게 배치된 제1 스택(510)은, 제1 정공 수송층(hole transporting layer, 511), 제1 발광층(emission layer, 512) 및 제1 전자 수송층(electron transporting layer, 513)을 포함한다.

[0070] 제1 정공 수송층(511)은, 애노드(400)로부터 전달 또는 공급된 정공(hole)이 발광부(500) 내로 원활하게 수송하는 역할을 한다. 앞서 언급하였듯이, 발광부(500)에 포함된 유기층들의 구조 또는 유기층들의 재료 특성 등에 의해 유기 발광 표시 장치(1000)의 특성이 결정될 수 있다. 이와 마찬가지로, 제1 정공 수송층(511)도 유기 발광 표시 장치(1000)의 특성, 구체적으로, 구동 전압, 발광 효율 및 수명에 영향을 미치게 된다. 이에 본 발명의 발명자들은, 다양한 실험을 통해, 혼합 구조(mixed structure)를 갖는 제1 정공 수송층(511)을 발명함으로써, 유기 발광 표시 장치(1000)의 구동 전압, 발광 효율 및 수명을 개선할 수 있었다. 이에 대해 도 3을 참고하여 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[0071] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 주요 구성 요소의 에너지 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이다. 구체적으로, 도 2의 유기 발광 표시 장치(1000)의 제1 스택(510)에 포함된 제1 정공 수송층(511)과 제1 발광층(512)의 에너지 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이다.

[0072] 도 3을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 제1 정공 수송층(511)은, 제1 정공 수송층(511)으로부터 제1 발광층(512)으로의 정공(hole)의 이동을 향상시키는 동시에 제1 발광층(512)으로부터 제1 정공 수송층(511)으로 전자(electron)가 이동되는 것을 최소화할 수 있도록 구성된 혼합 구조(mixed structure)를 갖는다.

[0073] 보다 구체적으로, 제1 정공 수송층(511)은 제1 물질(511a) 및 제2 물질(511b)을 포함하는 혼합 구조의 단일층(single layer)이다. 제1 정공 수송층(511)의 제1 물질(511a)은, 제1 정공 수송층(511)으로부터 제1 발광층(512)으로의 정공의 이동이 향상되도록 제2 물질(511b) 대비 정공 이동도가 큰 물질이다. 또한, 제1 정공 수송층(511)의 제2 물질(511b)은 제1 발광층(512)으로부터 제1 정공 수송층(511)으로의 전자의 이동이 감소되도록 제1 물질(511a) 대비 삼중항 에너지 레벨(triplet energy level, T1)이 높은 물질이다.

[0074] 혼합 구조의 제1 정공 수송층(511)에 포함된 제1 물질(511a)은, 제2 물질(511b) 대비 상대적으로 정공 이동도보다 큰 값을 갖는 물질로, 애노드(400)로부터 전달 또는 공급된 정공을 보다 원활하게 발광부(500) 내로 이동시키는 역할을 한다. 바람직하게는, 제1 물질(511a)이 약 1×10-4㎠/Vs 이상의 정공 이동도를 가짐으로써, 발광부(500)로의 정공의 이동 능력이 보다 향상될 수 있다. 이에 따라, 유기 발광 표시 장치(1000)의 구동 전압이 낮아지고, 발광 효율이 증가될 수 있다. 즉, 제1 정공 수송층(511)이 제2 물질(511b) 대비 정공 이동도가 상대적으로 큰 제1 물질(511a)을 포함함으로써, 정공의 이동이 더욱 용이해지므로, 제1 정공 수송층(511)이 제2 물질(511b)로만 이루어진 단일 구조(single structure)와 비교하여 유기 발광 표시 장치(1000)의 구동 전압 및 발광 효율이 개선될 수 있다.

[0075] 유기 발광 표시 장치(1000)의 정공 이동 능력을 향상시키기 위하여, 제1 정공 수송층(511)을 정공 이동도가 지나치게 큰 물질로만 형성하게 되면, 발광부(500) 내로 주입되는 정공과 전자의 균형이 무너져 오히려 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명이 저하되는 문제가 발생될 수 있다. 즉, 전자 대비 지나치게 많은 양의 정공이 발광부(500) 내로 주입되어 정공과 전자의 결합에 사용되지 못하는 불필요한 정공의 양이 증가되고, 이로 인해 발광부(500)의 유기층들이 손상되어 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명이 저하될 수 있다.

[0076] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 제1 정공 수송층(511)은, 정공 이동도가 큰 제1 물질(511a)과 상대적으로 정공 이동도가 낮은 제2 물질(511b)을 포함하는 혼합 구조로 이루어짐으로써, 보다 용이하

게 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있다. 또한, 전자가 주입되는 양을 고려하여, 제1 정공 수송층(511)의 제1 물질(511a)과 제2 물질(511b)의 중량 퍼센트(weight percent) 비율을 조절함으로써, 발광부(500) 내의 불필요한 정공이나 전자의 양이 증가되지 않으므로, 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명이 향상될 수 있다.

[0077] 혼합 구조의 제1 정공 수송층(511)에 포함된 제2 물질(511b)은, 제1 물질(511a) 대비 상대적으로 삼중항 에너지 레벨(T1)이 높은 물질로, 제1 발광층(512) 내의 전자가 제1 정공 수송층(511)으로 이동되는 것을 감소시키는 역할을 한다. 바람직하게는, 제2 물질(511b)이 약 -2.7eV 이상 -2.6eV 이하의 삼중항 에너지 레벨(T1)을 가짐으로써, 제1 발광층(512)으로부터 전자가 확산(diffusion)되는 것이 감소될 수 있다. 즉, 제1 정공 수송층(511)이 삼중항 에너지 레벨(T1)이 높은 제2 물질(511b)을 포함함으로써, 제1 발광층(512)으로부터 이동된 전자에 의해 제1 정공 수송층(511)의 손상이 감소될 수 있다. 이에 따라, 제1 정공 수송층(511)이 상대적으로 삼중항 에너지 레벨(T1)이 낮은 제1 물질(511a)로만 이루어진 단일 구조와 비교하여, 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명이 향상될 수 있다.

[0078] 보다 구체적으로, 도 3을 참고하면, 제2 물질(511b)의 삼중항 에너지 레벨(T1b)은 제1 물질(511a)의 삼중항 에너지 레벨(T1a)보다 높은 값을 갖는다. 제1 정공 수송층(511)이 상대적으로 낮은 값의 삼중항 에너지 레벨(T1a)을 갖는 제1 물질(511a)로만 이루어진 단일 구조인 경우, 제1 발광층(512)의 삼중항 에너지 레벨(T1e)과 제1 물질(511a)의 삼중항 에너지 레벨(T1a) 간의 차이에 의해 제1 발광층(512)로부터 제1 정공 수송층(511)으로 전자가 이동 또는 확산될 수 있다. 제1 정공 수송층(511) 내로 이동 또는 확산된 전자는 제1 정공 수송층(511) 물질을 손상시키게 되며, 이로 인해 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명이 감소되는 문제로 이어질 수 있다.

[0079] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 제1 정공 수송층(511)은, 상대적으로 높은 값의 삼중항 에너지 레벨(T1b)을 갖는 제2 물질(511b)을 포함하는 혼합 구조로 이루어짐으로써, 제1 정공 수송층(511)이 제1 물질(511a)로만 이루어진 단일 구조와 비교하여, 제1 발광층(512)의 삼중항 에너지 레벨(T1e)과의 차이가 증가하게 된다. 즉, 제1 발광층(512)의 삼중항 에너지 레벨(T1e)과 제2 물질(511b)의 삼중항 에너지 레벨(T1b)의 차이가, 제1 발광층(512)의 삼중항 에너지 레벨(T1e)과 제1 물질(511a)의 삼중항 에너지 레벨(T1a)의 차이보다 증가되어, 제1 발광층(512)의 전자가 제1 정공 수송층(511)으로 확산 또는 이동되는 것이 감소될 수 있다. 이에 따라, 전자에 의해 제1 정공 수송층(511)이 손상되는 문제가 감소되므로, 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명이 향상될 수 있다.

[0080] 혼합 구조의 제1 정공 수송층(511)에 포함된 제2 물질(511b)은, 제1 물질(511a) 대비 HOMO(highest occupied molecular orbitals)레벨이 낮은 물질로, 제1 정공 수송층(511) 및 제1 발광층(512) 사이의 계면에 정공이 축적되는 것을 최소화하는 역할을 한다. 바람직하게는, 제2 물질(511b)이 약 -5.2eV 이상 -4.7eV 이하의 HOMO레벨을 가짐으로써, 제1 정공 수송층(511) 및 제1 제1 발광층(512) 사이의 계면에 정공이 축적되는 것이 감소될 수 있다. 즉, 제1 정공 수송층(511)의 제2 물질(511b)의 HOMO레벨이 제1 물질(511a)의 HOMO레벨보다 상대적으로 낮게 구성되면, 제1 정공 수송층(511)으로부터 제1 발광층(512)으로 정공이 공급되는 과정에서, 제1 정공 수송층(511)과 제1 발광층(512) 사이의 계면에 정공이 축적되는 문제가 감소될 수 있다. 이에 따라, 제1 정공 수송층(511)이 상대적으로 HOMO레벨이 높은 제1 물질(511a)로만 이루어진 단일 구조와 비교하여, 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명이 향상될 수 있다.

[0081] 보다 구체적으로, 도 3을 참고하면, 제2 물질(511b)의 HOMO레벨(Hb)은 제1 물질(511a)의 HOMO레벨(Ha)보다 낮은 값을 갖는다. 제1 정공 수송층(511)이 상대적으로 높은 HOMO레벨(Ha)을 갖는 제1 물질(511a)로만 이루어진 단일 구조에서는, 제1 발광층(512)의 HOMO레벨(He)과 제1 물질(511a)의 HOMO레벨(Ha) 간의 차이에 의해 제1 정공 수송층(511)으로부터 제1 발광층(512)으로 정공이 이동되는 과정에서 일부 정공이 제1 정공 수송층(511)과 제1 발광층(512) 사이의 계면에 축적될 수 있다. 이로 인해, 제1 정공 수송층(511)과 제1 발광층(512) 사이의 계면에 열화가 발생되어 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명이 저하될 수 있다.

[0082] 여기서 제1 발광층(512)은, 제1 정공 수송층(511)과 직접 접하는 층으로, 인접-유기층으로 지칭될 수 있다. 또한, 제1 발광층(512)과 제1 정공 수송층(511) 사이에 추가 유기층(예를 들어, 추가 정공 수송층)이 제1 정공 수송층(511)과 접하여 배치되는 경우, 제1 정공 수송층(511)과 추가 유기층 사이의 계면에 정공이 축적되는 것이 최소화될 수 있다. 이때, 추가 유기층은 제1 정공 수송층(511)과 직접 접하므로, 인접-유기층으로 지칭될 수 있다.

[0083] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 제1 정공 수송층(511)이, 상대적으로 낮은 HOMO레벨(Hb)을 갖는 제2 물질(511b)을 포함하는 혼합 구조로 이루어짐으로써, 제1 정공 수송층이 제1 물질(511a)로만 이루어진 단일 구조와 비교하여, 제1 발광층(512)의 HOMO레벨(He)과의 차이가 감소하게 된다. 즉, 제1 발광층

(512)의 HOMO레벨(He)과 제2 물질(511b)의 HOMO레벨(Hb)의 차이가, 제1 발광층(512)의 HOMO레벨(H2)과 제1 물질(511a)의 HOMO레벨(Ha)의 차이보다 감소되므로, 제1 정공 수송층(511)으로부터 제1 발광층(512)으로 정공이 이동되는 과정에서, 제1 정공 수송층(511) 및 제1 정공 수송층(511)과 인접하여 배치된 인접- 유기층 사이의 계면에 정공이 축적되는 것이 최소화될 수 있다. 이에 따라, 축적된 정공에 의한 제1 정공 수송층(511) 및 제1 정공 수송층(511)과 인접하여 배치된 인접- 유기층 사이의 계면이 열화되는 문제가 감소되므로, 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명이 향상될 수 있다.

[0084] 혼합 구조의 제1 정공 수송층(511)에 포함된 제2 물질(511b)은 제1 물질(511a) 대비 열 안정성이 높은 물질로, 제1 정공 수송층(511)의 내구성을 높이는 역할을 한다. 이에 따라, 제1 정공 수송층(511)이 제1 물질(511a)로만 이루어진 단일 구조와 비교하여, 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명이 향상되는 효과가 있다. 제1 물질(511a) 및 제2 물질(511b)의 열 안정성은 다양한 방법을 통해 비교가 가능하다. 예를 들어, 일정 온도 이상에서 일정 시간이 지난 후에 제1 물질(511a)과 제2 물질(511b)의 손상 정도를 나타내는 재료 순도 변화량을 비교할 수 있다. 구체적으로, 제1 물질(511a)과 제2 물질(511b)을, 유기 발광 표시 장치(1000)의 공정 환경, 예를 들어, 제1 정공 수송층(511)이 증착되는 환경에서의 온도나 증착기에 재료가 보관되는 최소한의 시간 등을 고려하여, 약 250도 이상에서 약 250시간 이상 보관한 후에, 각 재료의 재료 순도 변화량을 비교할 수 있다. 이때, 바람직하게는, 제1 정공 수송층(511)의 내구성을 향상시키기 위해, 제2 물질(511b)의 재료 순도 변화량이 약 5% 이하일 수 있다.

[0085] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 제1 정공 수송층(511)은 제1 물질(511a)과 제2 물질(511b)의 혼합 구조로 이루어짐으로써, 각각의 물질로만 이루어진 단일 구조와 비교하여, 유기 발광 표시 장치(1000)의 구동 전압, 발광 효율 및 수명 특성이 향상될 수 있다. 또한, 상기와 같은 혼합 구조의 제1 정공 수송층(511)에 포함된 제1 물질(511a)과 제2 물질(511b) 각각의 중량 퍼센트(weight percent, wt%) 비율을 최적화함으로써, 유기 발광 표시 장치(1000)의 구동 전압, 발광 효율 및 수명 특성이 개선될 수 있다. 보다 구체적으로, 제1 정공 수송층(511) 내에 제1 물질(511a)이 제2 물질(511b)보다 더 많이 포함되는 것이 바람직할 수 있다.

[0086] 제1 정공 수송층(511)의 제1 물질(511a)은 정공 이동도가 상대적으로 높은 물질로서, 유기 발광 표시 장치(1000)의 발광 효율을 높이고, 구동 전압을 낮추는데 기여한다. 즉, 제1 정공 수송층(511) 내에 제1 물질(511a)의 비중이 높을수록 유기 발광 표시 장치(1000)의 발광 효율 및 구동 전압 특성은 향상될 수 있으나, 제1 정공 수송층(511)이 제2 물질(511b)로만 이루어진 단일 구조와 비교하여 수명은 오히려 감소될 수 있다.

[0087] 이와 비교하여, 제1 정공 수송층(511)의 제2 물질(511b)은 삼중항 에너지 레벨(T1)이 상대적으로 높고, HOMO레벨이 상대적으로 낮으며, 열 안정성이 우수한 물질로서, 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명을 향상시키는데 기여한다. 즉, 제1 정공 수송층(511) 내에 제2 물질(511b)의 비중이 높을수록 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명이 향상될 수 있으나, 제1 정공 수송층(511)이 제1 물질(511a)로만 이루어진 단일 구조와 비교하여 발광 효율 및 구동 전압 특성은 오히려 감소될 수 있다. 또한, 제2 물질(511b)이 제1 물질(511a) 보다 더 많은 양이 포함되는 경우, 발광 효율 및 구동 전압 특성이 지나치게 감소되는 문제가 발생될 수 있다.

[0088] 따라서, 상기와 같은 혼합 구조의 제1 정공 수송층(511)에 포함된 제1 물질(511a)과 제2 물질(511b)의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때, 제1 물질(511a)은 50wt% 이상 90wt% 이하이고, 제2 물질(511b)은 10wt% 이상 50wt% 이하로 구성하여 중량 퍼센트(weight percent, wt%) 비율을 최적화함으로써, 유기 발광 표시 장치(1000)의 구동 전압 및 발광 효율이 유지되거나 또는 감소되는 수준이 최소화되는 동시에 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명이 개선될 수 있다.

[0089] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)에서 제1 정공 수송층(511)이 정공 이동도 및 에너지 레벨이 서로 상이한 2종의 물질인 제1 물질(511a)과 제2 물질(511b)을 포함하는 혼합 구조로 구성됨으로써, 제1 정공 수송층(511)이 제1 물질(511a) 또는 제2 물질(511b)로만 이루어진 단일 구조와 비교하여, 유기 발광 표시 장치(1000)가 고효율 및 장수명의 특성을 가질 수 있다.

[0090] 다시 도 2를 참고하면, 애노드(400)과 캐소드(600) 사이에 배치된 복수의 스택(510, 520, 530) 중 애노드(400)와 가장 가깝게 배치된 제1 스택(510)은, 앞서 설명한 제1 정공 수송층(hole transporting layer, 511), 제1 발광층(emission layer, 512) 및 제1 전자 수송층(electron transporting layer, 513)을 포함한다. 제2 스택(520)은, 제1 스택(510) 상에 배치되며, 제2 정공 수송층(521), 제2 발광층(522) 및 제2 전자 수송층(523)을 포함한다. 또한, 제3 스택(530)은, 제2 스택(520) 상에, 제3 정공 수송층(531), 제3 발광층(532) 및 제3 전자 수송층(533)을 포함한다.

[0091] 발광부(500)에 포함된 복수의 발광층(512, 522, 532)은 복수의 발광층(512, 522, 532) 각각으로부터 발광된 광이 서로 혼합되어 백색의 광이 발광되도록 구성된다. 예를 들어, 제1 스택(510)과 제3 스택(530)으로부터 청색(blue)의 광이 발광되고, 제2 스택(520)으로부터 황-녹색(yellow-green)이 발광되도록 구성됨으로써, 청색의 광과 황-녹색의 광이 혼합되어 발광부(500)로부터 백색의 광이 발광될 수 있다. 이때, 제1 스택(510)의 제1 발광층(512)과 제3 스택(530)의 제3 발광층(532)으로부터 발광된 광의 피크 파장(peak wavelength)은, 440㎚ 이상 480㎚ 이하일 수 있다. 또한, 제2 스택(520)의 제2 발광층(522)으로부터 발광된 광의 피크 파장은, 540㎚ 이상 580㎚ 이하일 수 있다.

[0092] 제2 스택(520)은 녹색(green) 또는 적색(red)을 발광하하는 추가 발광층을 더 포함될 수 있다. 제2 스택(520)이 황-녹색을 발광하는 제2 발광층(522)과 녹색을 발광하는 추가 발광층을 포함하는 경우, 제2 스택(520)으로부터 발광된 광의 피크 피장은, 510㎚ 이상 570㎚ 이하일 수 있다. 또한, 제2 스택(520)이 황-녹색을 발광하는 제2 발광층(522)과 적색을 발광하는 추가 발광층을 포함하는 경우, 제2 스택(520)으로부터 발광된 광의 피크 파장은, 540㎚ 이상 650㎚ 이하일 수 있다.

[0093] 제2 스택(520)에 포함된 제2 정공 수송층(521)과 제3 스택(530)에 포함된 제3 정공 수송층(531)은, 애노드(400) 또는 전하 생성층(540, 550)으로부터 공급되는 정공을 각각 제2 발광층(522) 및 제3 발광층(533)으로 원활하게 전달하는 역할을 한다. 또한, 제2 정공 수송층(521)과 제3 정공 수송층(531)은, 발광부(500)의 구조 또는 발광부(500) 내로 주입되는 전자의 양 등을 고려하여, 앞서 설명한 제1 정공 수송층(511)과 마찬가지로, 서로 상이한 특성을 갖는 2종 물질로 이루어진 혼합 구조로 구성될 수 있다. 이에 따라, 유기 발광 표시 장치(1000)의 구동 전압, 발광 효율 및 수명이 개선될 수 있다.

[0094] 또한, 제1 정공 수송층(511)은 애노드(400)와 캐소드(60) 사이의 거리에 의한 제1 발광층(512)으로부터 발광된 광의 미세-공진(micro-cavity)이 최적화되도록, 약 70㎚ 이상 150㎚ 이하의 두께를 가질 수 있다. 미세-공진(micro-cavity)이란, 발광층에서 발광된 광이 두 개의 전극(400, 600) 사이에서 반사 및 재반사를 반복하면서, 특정 파장의 광이 증폭되어 보강 간섭이 일어나 발광 효율이 향상되는 것을 말한다. 또한, 제1 정공 수송층(511)이 약 70㎚ 미만이면, 정공 수송층으로의 작용을 못하게 되고, 약 150㎚ 초과이면, 제1 정공 수송층의 두께가 지나치게 두꺼워져, 구동 전압이 상승하거나 애노드(400)와 캐소드(600) 사이의 미세-공진 효과를 최대화할 수 없게 된다.

[0095] 제1 스택(510)에 포함된 제1 전자 수송층(513), 제2 스택(520)에 포함된 제2 전자 수송층(523) 및 제3 스택(530)에 포함된 제3 전자 수송층(533)은, 캐소드(600) 또는 전하 생성층(540, 550)으로부터 공급되는 전자를 각각 제1 발광층(512), 제2 발광층(522) 및 제3 발광층(532)으로 원활하게 전달하는 역할을 한다.

[0096] 제1 스택(510)과 제2 스택(520) 사이에 배치된 제1 전하 생성층(540) 및 제2 스택(520)과 제3 스택(530) 사이에 배치된 제2 전하 생성층(550)은, 제1 발광층(512), 제2 발광층(522) 또는 제3 발광층(523)으로 전자 및 정공을 주입하는 역할을 한다. 도면에 도시되진 않았으나, 제1 전하 생성층(540)과 제2 전하 생성층(550)은 각각 N형 전하 생성층 및 P형 전하 생성층이 접합된 구조일 수 있다. 이때, N형 전하 생성층은 애노드(400)에 가깝게 배치된 발광층, 예를 들어, 제1 발광층(512) 및 제2 발광층(522)으로 전자를 공급한다. 또한, P형 전하 생성층은 캐소드(600)에 가깝게 배치된 발광층, 예를 들어, 제2 발광층(522) 및 제3 발광층(532)으로 정공을 공급한다. 이에 따라, 다수의 발광층을 포함하는 유기 발광 표시 장치(1000)의 발광 효율은 더욱 증가될 수 있고, 구동 전압 또한 낮아질 수 있다.

[0097] 도 4는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 구동 전압 및 발광 효율을 나타낸 표이다. 또한, 도 5는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 시간에 따른 구동 전압의 변화를 나타낸 그래프이다. 또한, 도 6a 및 도 6b는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 수명을 나타낸 그래프이다.

[0098] 도 4 내지 도 6의 비교예 구조는, 정공 수송층이 단일 구조(single structure)를 갖는 유기 발광 표시 장치이며, 구체적으로, 도 2 및 도 3에서 설명한 유기 발광 표시 장치(1000)가 상대적으로 정공 이동도가 큰 제1 물질로만 이루어진 제1 정공 수송층을 포함하는 구조이다.

[0099] 이와 비교하여, 도 4 내지 도 6의 실시예 구조는, 정공 수송층이 혼합 구조(mixed structure)를 갖는 유기 발광 표시 장치이며, 구체적으로, 도 2 및 도 3에서 설명한 유기 발광 표시 장치가, 상대적으로 정공 이동도가 큰 제1 물질 및 상대적으로 삼중항 에너지 레벨이 높은 제2 물질로 이루어진 혼합 구조의 제1 정공 수송층을 포함하는 구조이다. 또한, 실시예 구조에서 제1 정공 수송층은, 제1 물질과 제2 물질의 중량의 합을 100wt%라고 했을

때, 제1 물질이 약 90wt%, 제2 물질이 약 10wt%를 포함하며, 다시 말하면, 제1 정공 수송층 내의 제1 물질과 제2 물질이 약 9:1의 비율로 포함되었다.

[0100] 도 4를 참고하면, 비교예 구조 및 실시예 구조에 각각 10㎃/㎠의 전류가 공급되었을 때, 비교예 구조의 구동 전압은 11.5V이고, 발광 효율을 나타내는 휘도는 23.41m/W이다. 이와 비교하여, 실시예 구조의 구동 전압은 11.6V이고, 휘도는 23.21m/W이다. 즉, 정공 이동도가 높은 제1 물질로만 이루어진 제1 정공 수송층을 포함하는 비교예 구조와 정공 이동도가 높은 제1 물질과 정공 이동도가 상대적으로 낮은 제2 물질이 혼합된 제1 정공 수송층을 포함하는 실시예 구조의 구동 전압과 발광 효율은 거의 유사함을 알 수 있다.

[0101] 도 5는, 비교예 구조 및 실시예 구조의 시간에 따른 구동 전압의 변화를 나타낸 그래프이며, 구체적으로 초기 구동 전압을 기준으로 시간에 따라 변화된 양을 나타낸 그래프이다. 도 5를 참고하면, 제1 물질로만 이루어진 제1 정공 수송층을 포함하는 비교예 구조와 제1 물질 및 제2 물질이 혼합된 제1 정공 수송층을 포함하는 실시예 구조의 시간에 따른 구동 전압의 변화는 거의 유사함을 확인할 수 있다.

[0102] 도 6a 및 도 6b는 비교예 구조와 실시예 구조의 수명을 나타낸 그래프로, 구체적으로, 비교예 구조 및 실시예 구조의 초기 휘도를 100%라고 했을 때, 초기 휘도가 95%까지 감소되는데 걸리는 시간을 나타낸 그래프이다.

[0103] 도 6a는 유기 발광 표시 장치가 청색으로 구동될 때의 수명을 나타낸 그래프이다. 도 6a를 참고하면, 제1 물질 및 제2 물질이 혼합된 제1 정공 수송층을 포함하는 실시예 구조는 제1 물질로만 이루어진 제1 정공 수송층을 포함하는 비교예 구조 대비 휘도가 100%에서 95%로 감소되는데 더 오랜 시간이 걸리는 것을 알 수 있다.

[0104] 또한, 도 6b는 유기 발광 표시 장치가 황-녹색으로 구동될 때의 수명을 나타낸 그래프이다. 도 6b를 참고하면, 마찬가지로, 제1 물질 및 제2 물질이 혼합된 제1 정공 수송층을 포함하는 실시예 구조가 제1 물질로만 이루어진 제1 정공 수송층을 포함하는 비교예 구조 대비 휘도가 100%에서 95%로 감소되는데 더 오랜 시간이 걸리는 것을 알 수 있다.

[0105] 따라서, 도 4 내지 도 6을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제1 정공 수송층이, 정공 이동도가 상대적으로 큰 제1 물질 및 삼중항 에너지 레벨이 상대적으로 높고, HOMO레벨이 상대적으로 낮으며, 열 안정성이 우수한 제2 물질을 포함하는 혼합 구조(mixed structure)로 구성됨으로써, 제1 정공 수송층이 제1 물질로만 이루어진 단일 구조(single structure)의 유기 발광 표시 장치와 비교하였을 때, 구동 전압 및 발광 효율은 유지되면서, 수명은 향상되는 효과가 있음을 확인할 수 있다.

[0106] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(2000)의 주요 구성 요소를 나타낸 단면도이다. 도 7의 유기 발광 표시 장치(2000)는, 도 2에서 설명한 실시예에서, 제1 정공 수송층(511)의 구조에만 차이가 있으며, 설명의 편의를 위하여 이전 실시예와 동일 또는 대응되는 구성 요소에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0107] 제1 정공 수송층(511)은, 제1 물질과 제2 물질이 혼합된 혼합층 및 제1 물질 또는 제2 물질로만 이루어진 미-혼합층을 포함한다. 보다 구체적으로, 도 7을 참고하면, 제1 정공 수송층(511)은, 제1 미-혼합층(511-1), 혼합층(511-2) 및 제2 미-혼합층(511-3)을 포함한다.

[0108] 제1 미-혼합층(511-1)은, 상대적으로 애노드(400)에 가장 가깝게 배치되며, 정공 이동도가 큰 제1 물질로만 이루어진 단일 구조의 층으로, 애노드(400)와 혼합층(511-2) 사이를 완충(buffer)하는 역할을 한다. 또한, 제1 미-혼합층(511-1)은 애노드(400)로부터 공급 또는 전달되는 정공의 이동을 돕는 역할을 한다. 제1 물질은 약 1×10-4㎠/Vs 이상의 정공 이동도를 가지며, 이에 따라, 유기 발광 표시 장치(2000)의 정공 이동 능력이 보다 향상될 수 있다.

[0109] 제2 미-혼합층(511-2)은, 상대적으로 제1 발광층(512)에 가장 가깝게 배치되며, 삼중항 에너지 레벨(T1)이 높고, HOMO레벨이 낮으며, 열 안정성이 우수한 제2 물질로만 이루어진 단일 구조의 층으로, 제1 발광층(512)과 혼합층(511-2) 사이를 완충하는 역할을 한다. 또한, 제2 미-혼합층(511-3)은, 제1 발광층(512)으로부터 전자가 이동되는 것을 막는 역할을 한다. 제2 물질(511b)은 약 -2.7eV 이상 -2.6eV 이하의 삼중항 에너지 레벨(T1)을 가지며, 이에 따라, 제1 발광층(512)으로부터 전자가 확산(diffusion)되는 것이 감소될 수 있다. 또한, 제2 물질(511b)은 약 -5.2eV 이상 -4.7eV 이하의 HOMO레벨을 가지며, 이에 따라, 제1 정공 수송층(511) 및 제1 제1 발광층(512) 사이의 계면에 정공이 축적되는 것이 감소될 수 있다.

[0110] 혼합층(511-2)은 제1 미-혼합층(511-1)과 제2 미-혼합층(511-3) 사이에 위치하며, 제1 물질과 제2 물질을 포함하는 혼합 구조의 층이다. 혼합층(511-2)은, 상대적으로 정공 이동도가 큰 제1 물질과 상대적으로 삼중항 에너

지 레벨(T1)이 높고, HOMO레벨이 낮으며, 열 안정성이 우수한 제2 물질을 포함한다. 이에 따라, 발광부(500) 내의 전자와 정공의 균형을 유지되어, 단일 구조의 정공 수송층 대비 유기 발광 표시 장치(2000)의 발광 효율이 향상되고, 구동 전압이 감소되는 효과가 있다. 뿐만 아니라, 제1 정공 수송층(511) 내로 전자가 주입되거나 제1 정공 수송층(511)의 계면에 정공이 축적되는 문제가 감소되어, 단일 구조의 정공 수송층 대비 유기 발광 표시 장치(2000)의 수명이 향상되는 효과가 있다.

[0111] 또한, 혼합층(511-2)에 포함된 제1 물질과 제2 물질의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때, 제1 물질은 50wt% 이상 90wt% 이하이고, 제2 물질은 10wt% 이상 50wt% 이하로 구성되어, 혼합층(511-2) 내의 제1 물질과 제2 물질의 비율이 최적화됨으로써, 유기 발광 표시 장치(2000)의 구동 전압, 발광 효율 및 수명이 개선될 수 있다.

[0112] 본 실시예에서의 제1 정공 수송층(511)은, 도 2의 유기 발광 표시 장치의 제1 정공 수송층에서 미-혼합층(511-1, 511-3)이 추가로 더 구비되나, 제1 정공 수송층(511)의 전체 두께는 증가되지 않을 수 있다. 즉, 본 실시예에서의 제1 미-혼합층(511-1), 혼합층(511-2) 및 제2 미-혼합층(511-3)의 두께의 합은 약 70㎚ 이상 150㎚ 이하의 두께를 가질 수 있다. 제1 정공 수송층(511)이 약 70㎚ 미만이면, 정공 수송층으로의 작용을 못하게 되고, 약 150㎚ 초과이면, 제1 정공 수송층의 두께가 지나치게 두꺼워져, 구동 전압이 상승되거나 미세-공진 효과가 최대화될 수 없다.

[0113] 제1 미-혼합층(511-1)과 제2 미-혼합층(511-3)의 각각의 두께는, 혼합층(511-2)의 두께에 대해 약 40% 이하로 이루어질 수 있다. 제1 미-혼합층(511-1)의 두께와 제2 미-혼합층(511-3)의 두께가 각각 혼합층(511-2)의 두께 대비 약 40% 초과되면, 상대적으로 혼합층(511-2)의 두께가 얇아져, 유기 발광 표시 장치(1000)의 구동 전압, 발광 효율 또는 수명 특성이 저하되는 문제가 발생될 수 있다.

[0114] 도 8은 도 7의 정공 수송층을 제조하는 공증착(co-depositon)법을 모식화한 도면이다.

[0115] 도 8을 참고하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(2000)의 제1 정공 수송층(511)은, 공증착법(co-deposition method)을 통해 형성 가능하다. 구체적으로 설명하면, 제1 물질(511a)이 구비된 제1 증착원(710)과 제2 물질(511b)이 구비된 제2 증착원(720)이 챔버의 하부에 배치되고, 제1 정공 수송층이 형성되어야 하는 기판(100)의 일 면이 증착원들(710, 720)을 향하도록 챔버의 상부에 배치된다. 이후, 기판이 챔버의 일 방향으로 이동하면, 제1 증착원(710)과 제2 증착원(720)로부터 제1 물질(511a)과 제2 물질(511b)이 분사된다. 기판이 이동됨에 따라, 제1 증착원(710)으로부터 증발되는 제1 물질(511a)이 기판(100)에 증착되어 제1 미-혼합층(511-1)이 형성된다. 다음으로, 제1 물질(511a)과 제2 물질(511b)이 동시에 증착되어 혼합층(511-2)이 형성되고, 마지막으로, 제2 증착원(720)으로부터 증발되는 제2 물질(511b)이 기판(100)에 증착되어 제2 미-혼합층(511-3)이 형성된다.

[0116] 제1 미-혼합층(511-1), 혼합층(511-2) 및 제2 미-혼합층(511-3)의 두께는, 제1 증착원(710)과 제2 증착원(720)의 간격(D)에 의해 조절이 가능하다. 예를 들어, 제1 증착원(710)과 제2 증착원(720)의 간격(D)이 멀어질수록 제1 미-혼합층(511-1)의 두께와 제2 미-혼합층(511-3)의 두께는 증가되고, 혼합층(511-2)의 두께는 감소될 수 있다.

[0117] 또한, 혼합층(511-2) 내의 제1 물질(511a)과 제2 물질(511b)의 비율은, 제1 증착원(710)과 제2 증착원(720)의 증착 속도(㎚/s)에 의해 조절이 가능하다. 예를 들어, 제1 증착원(710)의 증착 속도가 제2 증착원(720)의 증착 속도보다 빠른 경우, 혼합층(511-2) 내에 제1 물질(511a)의 비중이 제2 물질(511b)의 비중보다 크게 형성될 수 있다.

[0118] 도면에 도시되진 않았으나, 제1 증착원(710)과 제2 증착원(720) 사이의 간격(D1)을 줄이게 되면, 제1 물질(511a)과 제2 물질(511b)이 혼합된 층으로만 이루어진 제1 정공 수송층(511)의 제조가 가능하여, 앞서 설명한 도 2의 유기 발광 표시 장치의 단일층(single layer)의 제1 정공 수송층의 제조가 가능할 수 있다. 또한, 유기 발광 표시 장치의 설계에 따라, 제1 미-혼합층(511-1) 및 제2 미-혼합층(511-2) 중 하나의 층만을 포함할 수도 있다.

[0119] 도 9은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(3000)의 주요 구성 요소를 나타낸 단면도이다.

[0120] 도 9를 참고하면, 유기 발광 표시 장치(3000)는, 애노드(1400), 캐소드(1600) 및 그 사이의 발광부(1500)를 포함한다. 발광부(1500)는, 정공 주입층(1514), 정공 수송층(1511), 발광층(1512) 및 전자 수송층(1513)을 포함한다.

[0121] 도 9에 도시된 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(3000)의 발광부(1500)는 패턴 발광층

(patterned emission layer) 구조를 가지며, 단색(mono)의 광을 발광한다. 패턴 발광층 구조의 발광부(1500)는, 서로 다른 색을 발광하는 발광층, 예를 들어, 적색, 청색 및 녹색의 발광층이 각각 화소 별로 분리된 구조를 가지며, 각각의 화소는 단색의 광을 발광한다. 각각의 발광층은 화소 별로 개구된 마스크, 예를 들어, FMM(fine metal mask)을 이용하여 패턴 증착될 수 있다. 도 9에서는 설명의 편의를 위해, 하나의 화소에 배치된 구조만을 도시하였다.

[0122] 애노드(1400)는 화소 별로 서로 이격되어 배치된다. 애노드(1400)는 발광부(1500)로 정공(hole)을 공급 또는 전달하는 전극이며, 박막 트랜지스터의 소스 전극 또는 드레인 전극과 연결된다. 애노드(1400)는, ITO(indium tin oxide) 또는 IZO(indium zinc oxide) 등과 같은 TCO(transparent conductive oxide) 물질의 투명층으로 이루어질 수 있다.

[0123] 캐소드(1600)는 발광부(1500) 상에 배치되며, 발광부(1500)로 전자(electron)를 공급 또는 전달하는 전극이다. 캐소드(1600)는, 은(Ag), 마그네슘(Mg), 은-마그네슘(Ag:Mg) 등과 같은 금속 물질, 또는 IZO, ITO 등과 같은 TCO 물질로 이루어질 수도 있다.

[0124] 정공 주입층(1514)은 애노드(1400) 상에 배치되며, 애노드(1400)로부터 발광층(1512)으로의 정공의 주입을 원활하게 하는 역할을 한다. 정공 주입층(1514)은 CuPc(copperphthalocyanine), PEDOT(poly(3,4)-ethylenedioxythiophene), PANI(polyaniline) 및 NPD(N,N-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0125] 정공 수송층(1511)은 정공 주입층(1514) 상에 배치되며, 애노드(1400)로부터 전달 또는 공급된 정공이 발광층(1512) 내로 원활하게 수송하는 역할을 한다.

[0126] 정공 수송층(1511)은 서로 상이한 특성을 갖는 2종의 물질, 예를 들어, 제1 물질 및 제2 물질을 포함하는 혼합 구조(mixed structure)의 단일층(single layer)이다. 정공 수송층(1511)의 제1 물질은, 발광층(1512)으로의 정공의 이동이 향상되도록 제2 물질 대비 정공 이동도가 큰 물질이다. 또한, 정공 수송층(1511)의 제2 물질은, 발광층(1512)으로부터의 전자의 확산이 감소되도록 제1 물질 대비 삼중항 에너지 레벨(triplet energy level, T1)이 높은 물질이다. 또한, 정공 수송층(1511)의 제2 물질은, 정공 수송층(1511)과 발광층(1512) 사이의 계면에 정공이 축적되는 것이 최소화되도록, 제1 물질 대비 HOMO레벨이 낮은 물질이다. 또한, 제2 물질은 정공 수송층(1511)의 내구성이 향상되도록 열 안정성이 높은 물질이다.

[0127] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(2000)의 정공 수송층(1511)은 제1 물질과 제2 물질의 혼합 구조로 이루어짐으로써, 각각의 물질로만 이루어진 단일 구조와 비교하여, 유기 발광 표시 장치(3000)의 구동 전압, 발광 효율 및 수명 특성이 개선될 수 있다.

[0128] 발광층(1512)은, 단색의 광을 발광하는 인광 물질 또는 형광 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 발광층(1512)은, 적색(red), 녹색(green) 또는 청색(blue)의 광을 발광하는 물질로 이루어질 수 있다. 발광층(1512)이 적색의 광을 발광하는 경우, 발광층(1512)으로부터 발광된 광의 피크 파장(peak wavelength)은, 600nm 이상 650nm 이하일 수 있다. 발광층(1512)이 녹색의 광을 발광하는 경우, 발광층(1512)으로부터 발광된 광의 피크 파장은, 510nm 이상 570nm 이하일 수 있다. 또한, 발광층(1512)이 청색의 광을 발광하는 경우, 발광층(1512)으로부터 발광된 광의 피크 파장은, 440nm 이상 480nm 이하일 수 있다.

[0129] 발광층(1512)이 적색의 광을 발광하는 경우, CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl) 등의 호스트(host) 물질을 포함하며, Ir(PIQ)2(acac)(bis(1-phenylisoquinoline)acetylacetonate iridium(Ⅲ)), Ir(PIQ)3(tris(1-phenylquinoline)iridium(Ⅲ)) 및 PtOEP(octaethylporphine platinum)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 포함하는 도펀트(dopant)를 포함하는 인광 물질로 이루어질 수 있다. 또는, 발광층(1512)은, PBD:Eu(DBM)3(Phen) 또는 Perylene을 포함하는 형광 물질로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0130] 발광층(50)이 녹색의 광을 발광하는 경우, CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl) 등의 호스트(host) 물질을 포함하며, 이리듐(iridium) 계열을 포함하는 도펀트(dopant) 물질을 포함하는 인광 물질로 이루어질 수 있고, 또는, Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum)을 포함하는 형광 물질로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0131] 발광층(50)이 청색의 광을 발광하는 경우, CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl) 등의 호스트(host) 물질을 포함하며, 이리듐(iridium) 계열을 포함하는 도펀트(dopant) 물질을 포함하는 인광 물질로 이루어질 수 있다. 또는, spiro-BDAVBi(2,7-bis)4-diphenylamino)styryl)-9,9-spirofluorene), spiro-CBP(2,2',7,7'-tetrakis(carbozol-9-yl)-9,9-spirofluorene), 디스틸벤젠(DSB), 디스트릴아릴렌(DSA), PFO(polyfluorene)계

고분자 및 PPV(polyphenylenevinylene)계 고분자로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하는 형광 물질로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0132] 도 10a는 비교예 및 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 시간에 따른 구동 전압의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 10b는 비교예 및 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 시간에 따른 수명을 나타낸 그래프이다.

[0133] 도 10a 및 도 10b의 비교예1 구조는, 정공 수송층이 제1 물질로만 이루어진 단일 구조(single structure)를 갖는 유기 발광 표시 장치이며, 구체적으로, 도 9에서 설명한 유기 발광 표시 장치(3000)가 상대적으로 정공 이동도가 큰 제1 물질로만 이루어진 정공 수송층을 포함하는 구조이다.

[0134] 도 10a 및 도 10b의 비교예2 구조는, 정공 수송층이 제2 물질로만 이루어진 단일 구조(single structure)를 갖는 유기 발광 표시 장치이며, 구체적으로, 도 9에서 설명한 유기 발광 표시 장치(3000)가 상대적으로 삼중항 에너지 레벨(T1)이 높고, HOMO레벨은 낮은 제2 물질로만 이루어진 정공 수송층을 포함하는 구조이다.

[0135] 이와 비교하여, 도 10a 및 도 10b의 실시예 구조는, 정공 수송층이 혼합 구조(mixed structure)를 갖는 유기 발광 표시 장치이며, 구체적으로, 도 9에서 설명한 유기 발광 표시 장치가 상대적으로 정공 이동도가 큰 제1 물질 및 상대적으로 삼중항 에너지 레벨이 높은 제2 물질로 이루어진 혼합 구조의 제1 정공 수송층을 포함하는 구조이다. 또한, 실시예 구조에서 정공 수송층은, 제1 물질과 제2 물질의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때, 제1 물질이 약 50wt%, 제2 물질이 약 50wt%를 포함하며, 다시 말하면, 정공 수송층 내의 제1 물질과 제2 물질이 약 5:5의 비율로 포함되었다.

[0136] 도 10a는, 비교예1 구조, 비교예2 구조 및 실시예 구조의 시간에 따른 구동 전압의 변화를 나타낸 그래프이며, 구체적으로 초기 구동 전압을 기준으로 시간에 따라 변화된 양을 나타낸 그래프이다. 도 10a를 참고하면, 제2 물질로만 이루어진 비교예2 구조는, 제1 물질로만 이루어진 비교예1 구조 대비 시간에 따라 구동 전압의 변화가 크게 발생되었음을 알 수 있다. 또한, 제1 물질 및 제2 물질로 이루어진 실시예 구조는, 제1 물질로만 이루어진 비교예1 구조와 시간에 따른 구동 전압의 변화가 거의 유사한 수준임을 확인할 수 있다. 즉, 정공 수송층이 정공 이동도가 높은 제1 물질로만 이루어진 단일 구조의 경우, 정공 수송층이 삼중항 에너지 레벨(T1)이 높은 제2 물질로만 이루어진 단일 구조 대비 구동 전압 특성이 우수함을 알 수 있다. 뿐만 아니라, 정공 수송층이 제1 물질과 제2 물질이 약 5:5의 비율로 이루어진 혼합 구조의 경우, 정공 수송층이 제1 물질로만 이루어진 단일 구조와 구동 전압 특성이 유사하며, 제2 물질로만 이루어진 단일 구조 대비 구동 전압 특성이 향상되었음을 확인할 수 있다.

[0137] 도 10b는 비교예1 구조, 비교예2 구조 및 실시예 구조의 수명을 나타낸 그래프이며, 구체적으로, 초기 휘도를 100%라고 했을 때, 초기 휘도가 95%까지 감소되는데 걸리는 시간을 나타낸 그래프이다.

[0138] 도 10b를 참고하면, 제2 물질로만 이루어진 비교예2 구조는, 제1 물질로만 이루어진 비교예1 구조 대비, 휘도가 95%까지 떨어지는데 더 오랜 시간이 걸리는 것을 알 수 있다. 또한, 제2 물질로만 이루어진 비교예2 구조와, 제1 물질 및 제2 물질로 이루어진 실시예 구조는 휘도가 95%까지 감소되는데 걸리는 시간이 거의 유사함을 알 수 있다. 즉, 정공 수송층이 삼중항 에너지 레벨(T1)이 높고, HOMO레벨이 낮으며, 열 안정성이 우수한 제2 물질로만 이루어진 단일 구조의 경우, 정공 수송층이 정공 이동도가 큰 제1 물질로만 이루어진 단일 구조 대비 수명 특성이 우수함을 알 수 있다. 뿐만 아니라, 정공 수송층이 제1 물질과 제2 물질이 약 5:5의 비율로 이루어진 혼합 구조의 경우, 정공 수송층이 제2 물질로만 이루어진 단일 구조와 수명 특성이 유사하며, 제1 물질로만 이루어진 단일 구조 대비 수명 특성이 향상되었음을 확인할 수 있다.

[0139] 이상 설명한 바와 같이, 유기 발광 표시 장치가 백색 광을 발광하는 공통 발광층 구조 또는 단색 광을 발광하는 패턴 발광층 구조인 경우, 두 개의 전극 사이에 포함된 정공 수송층이 서로 상이한 특성의 2종 물질을 포함하는 혼합 구조(mixed structure)로 구성됨으로써, 유기 발광 표시 장치의 구동 전압, 발광 효율 및 수명이 개선되는데 효과적이다.

[0140] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포

함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0141] 1000, 2000, 3000: 유기 발광 표시 장치

100: 기판

300: 박막 트랜지스터

ED: 발광 소자

400: 애노드

500: 발광부

600: 캐소드

511, 521, 531, 1511: 정공 수송층

511a: 제1 물질

511b: 제2 물질

512, 522, 532, 1512: 발광층

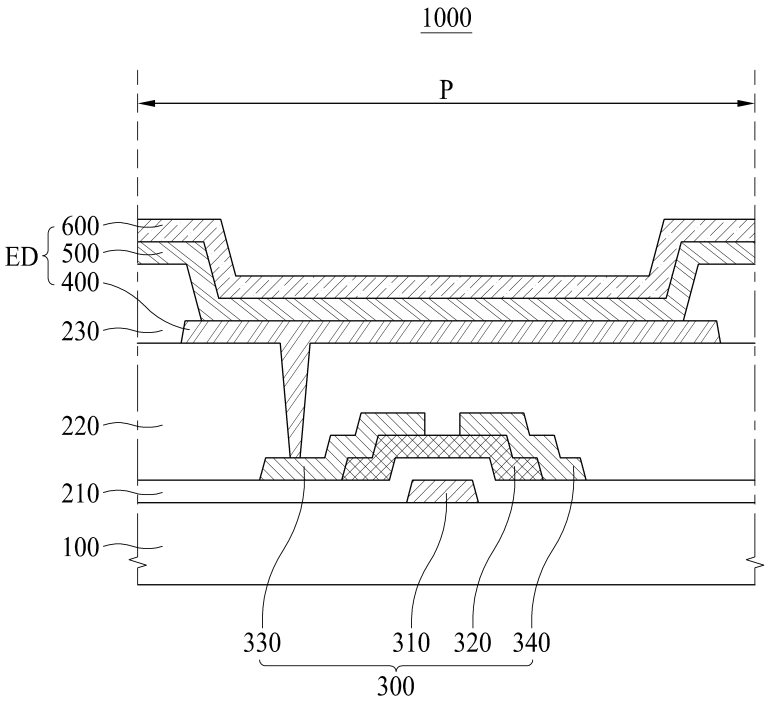
513, 523, 533, 1513: 전자 수송층

540, 440: 전하 생성층

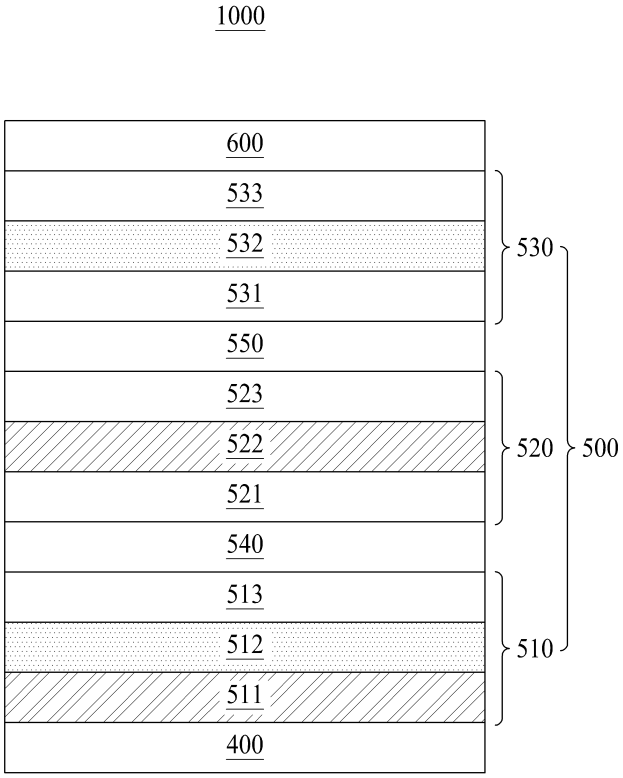
710, 720: 증착원

도면

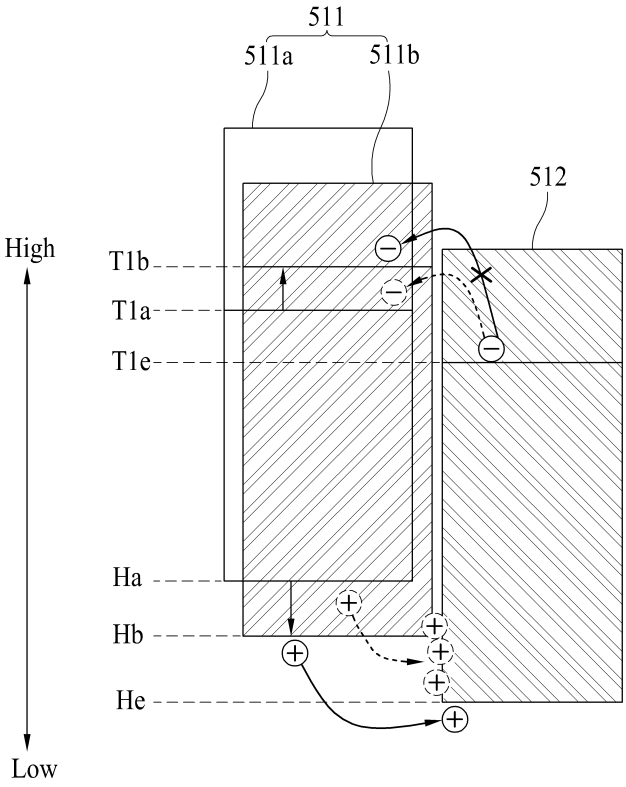
도면1



도면2


1000
600
533
532
531
530
550
523
522
521
520
500
540
513
512
511
510
400

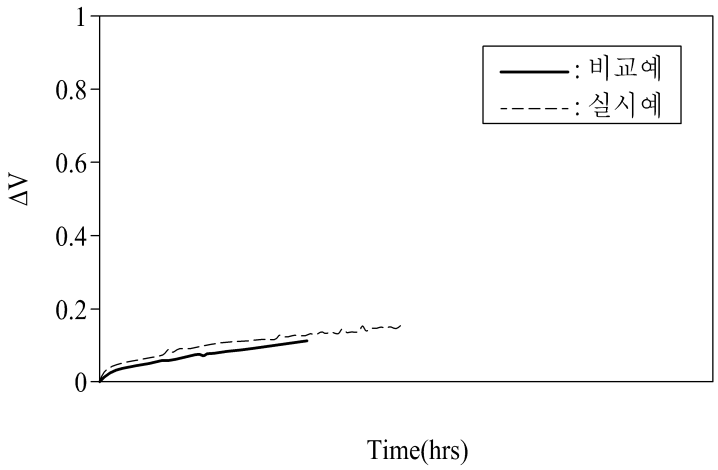
도면3



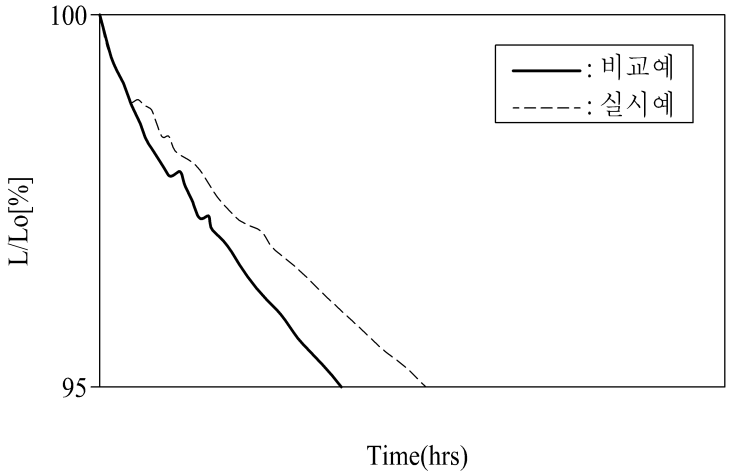
도면4

	Volt (V)	lm/W
비교예	11.5	23.4
실시예	11.6	23.2

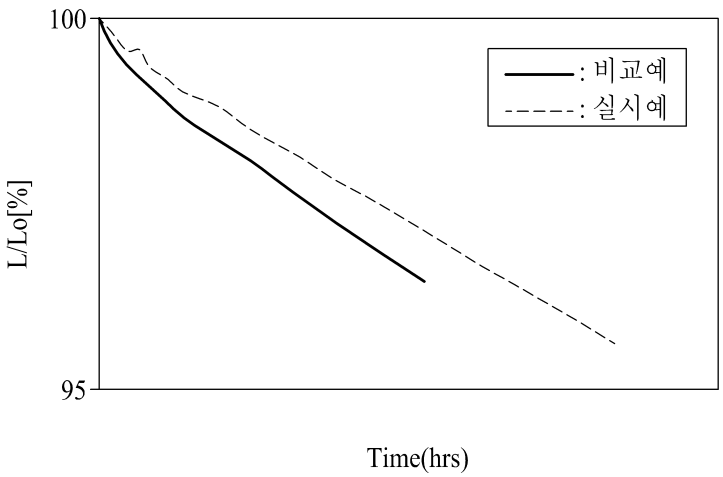
도면5



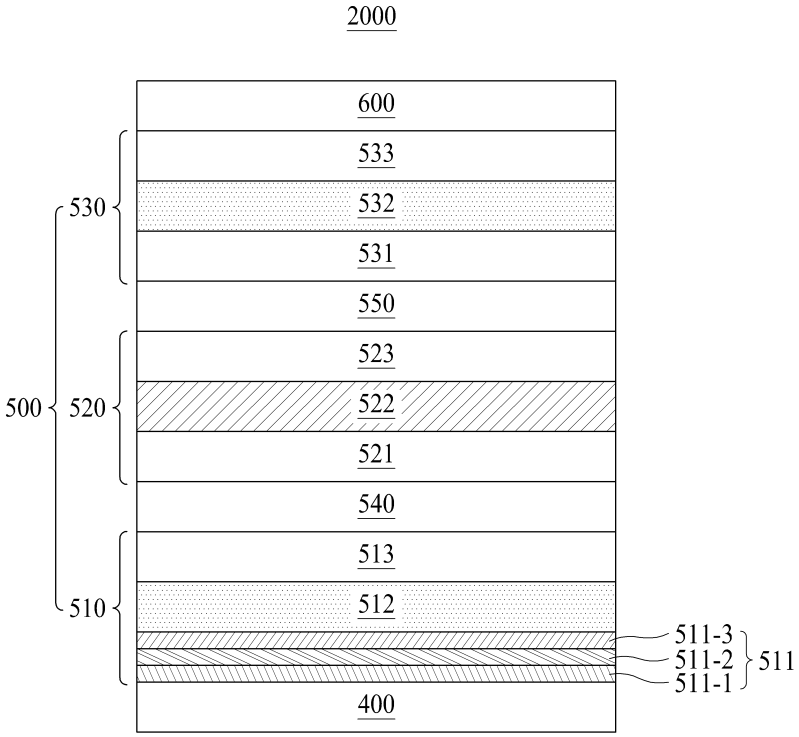
도면6a



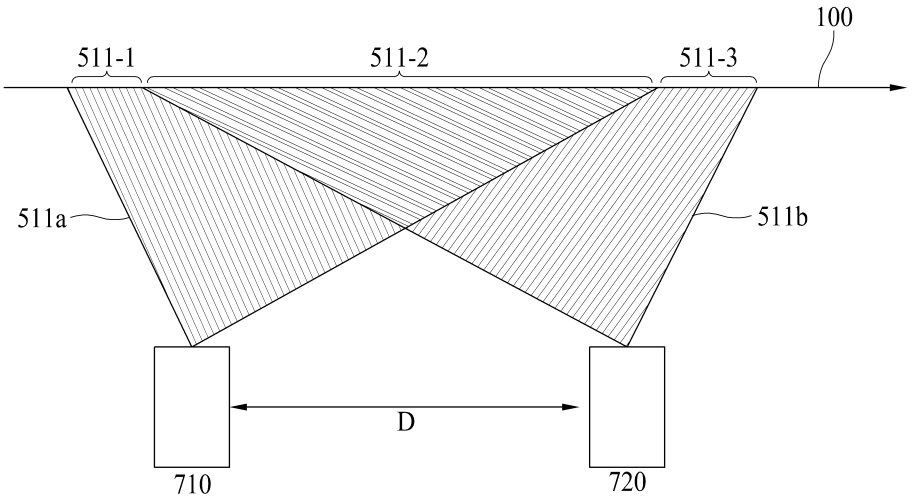
도면6b



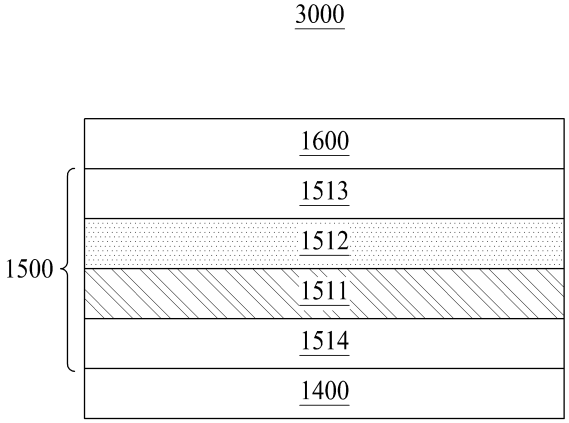
도면7


2000
600
533
532
531
550
523
522
521
540
513
512
511-3
511-2
511-1
511
400
530
520
510
500

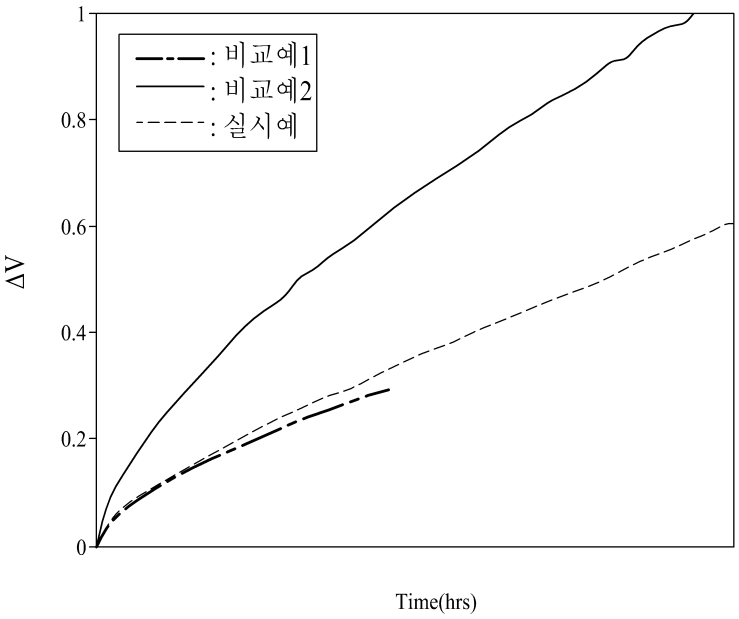
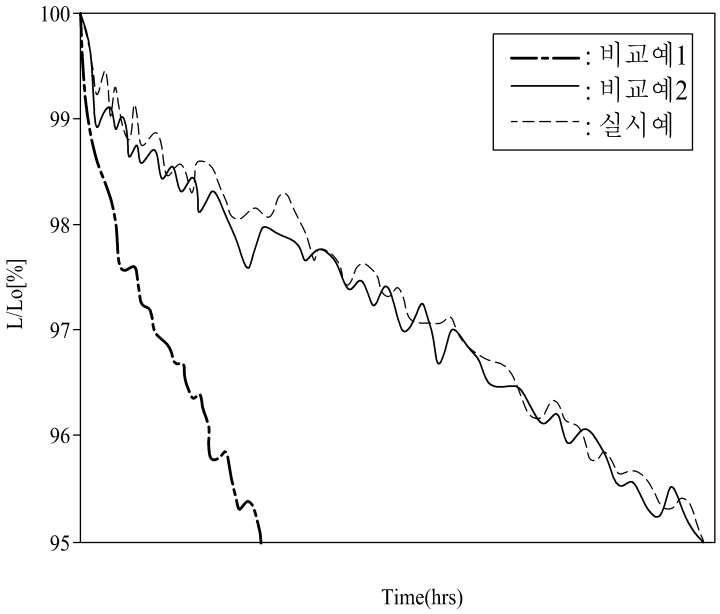
도면8


100
511-1
511-2
511-3
511a
511b
D
710
720

도면9


3000
1600
1513
1512
1511
1514
1400
1500

도면10a


: 비교예1
: 비교예2
: 실시예
ΔV
Time(hrs)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1

도면10b