



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년09월15일
(11) 등록번호 10-2443940
(24) 등록일자 2022년09월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01L 51/5056 (2013.01)
H01L 51/5036 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0173114

(22) 출원일자 2015년12월07일
심사청구일자 2020년11월10일

(65) 공개번호 10-2017-0066898

(43) 공개일자 2017년06월15일

(56) 선행기술조사문헌

KR100685971 B1*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 14 항

(73) 특허권자

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

김동혁

서울특별시 관악구 조원로2길 13, 2동 913호(신림동, 미성아파트)

감윤석

서울특별시 강서구 허준로 175, 614동 1003호(가양동, 가양6단지아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인천문

심사관 : 김상걸

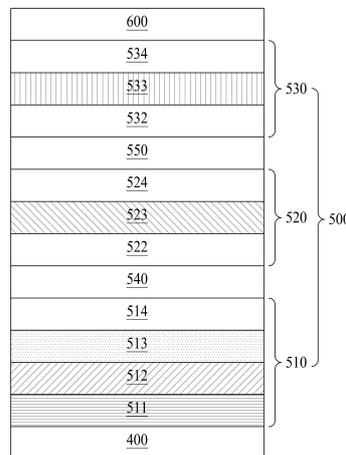
(54) 발명의 명칭 유기 발광 표시 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따라 애노드와 캐소드 및, 그 사이의 복수의 스택을 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 복수의 스택 중 상기 애노드에 가장 가깝게 배치되는 제1 스택은, 청색 발광층을 포함하는 제1 발광층 및, 제1 물질 및, 상기 제1 물질보다 작은 정공 이동도를 갖는 제2 물질이 혼합된 정공 수송층을 포함한다. 이에 따라, 유기 발광 표시 장치의 수명 특성 및 진행성 구동 전압 특성이 향상될 수 있다.

대표도 - 도2

1000



(52) CPC특허분류

H01L 51/5088 (2013.01)

H01L 2227/32 (2013.01)

(72) 발명자

김태석

경기도 용인시 기흥구 공세로 76, 101동 1302호(고매동, 세원아파트)

김세웅

서울특별시 중랑구 중랑역로 124, 706호(중화동, 삼익아파트)

임태석

서울특별시 노원구 한글비석로5길 62, 806동 201호(중계동, 중계8단지주공아파트)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110012335 A*

KR1020140079273 A*

KR1020150002249 A*

KR1020150058396 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

애노드와 캐소드 및, 그 사이의 복수의 스택을 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서,
 상기 복수의 스택 중 상기 애노드에 가장 가깝게 배치되는 제1 스택은,
 청색 발광층을 포함하는 제1 발광층; 및
 제1 물질 및, 상기 제1 물질보다 작은 정공 이동도를 갖는 제2 물질이 혼합된 정공 수송층을 포함하고,
 상기 제2 물질은 스피로플루오렌기가 포함된 유기 화합물이고,
 상기 복수의 스택 중 상기 제1 스택과 상기 캐소드 사이에 배치되는 제2 스택은, 황-녹색 발광층 및 녹색 발광층 중 하나와 적색 발광층을 포함하는 제2 발광층을 포함하며,
 상기 복수의 스택 중 상기 제2 스택과 상기 캐소드 사이에 배치되는 제3 스택은, 청색 발광층을 포함하는 제3 발광층을 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,
 상기 제2 물질의 정공 이동도는, 상기 제1 물질의 정공 이동도의 10분의 1 이하의 값을 갖는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,
 상기 제1 물질과 상기 제2 물질의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때,
 상기 제1 물질은 80wt% 이상 90wt% 이하의 범위이고,
 상기 제2 물질은 10wt% 이상 20wt% 이하의 범위인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 4

제2 항에 있어서,
 상기 제1 물질은 α -NPD, TCTA, TPD, TPB, TPAC, m-TPEE, FTPD, (NDA)PP, TRP, PPD, 및 OPT1 중 어느 하나를 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제2 항에 있어서,
 상기 제1 스택은, 상기 정공 수송층과 상기 애노드 사이에 배치된 정공 주입층을 더 포함하고,
 상기 정공 주입층은 유기물과 무기물이 혼합된 층인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,
 상기 정공 주입층에 포함된 상기 유기물과 상기 무기물의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때,

상기 유기물은 40wt% 이상 60wt% 이하의 범위이고,
 상기 무기물은 40wt% 이상 60wt% 이하의 범위인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서,
 상기 유기물은 루브렌(Rubrene)이고,
 상기 무기물은 플루오르화마그네슘(MgF₂)인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제1 항에 있어서,
 상기 제3 발광층은 적색 발광층을 더 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 13

애노드와 캐소드 및, 그 사이의 복수의 스택을 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서,
 상기 복수의 스택 중 상기 애노드에 가장 가깝게 배치되는 제1 스택은,
 제1 물질 및 상기 제1 물질보다 작은 정공 이동도를 갖는 제2 물질이 혼합된 정공 수송층;
 상기 정공 수송층과 상기 애노드 사이에 배치된 정공 주입층; 및
 청색 발광층을 포함하는 제1 발광층을 포함하고,
 상기 제2 물질은 스피로플루오렌기가 포함된 유기 화합물이고,
 상기 복수의 스택 중 상기 제1 스택과 상기 캐소드 사이에 배치되는 제2 스택은, 황-녹색 발광층 및 녹색 발광층 중 하나와 적색 발광층을 포함하는 제2 발광층을 포함하며,
 상기 복수의 스택 중 상기 제2 스택과 상기 캐소드 사이에 배치되는 제3 스택은, 청색 발광층을 포함하는 제3 발광층을 포함하고,
 상기 정공 주입층은 무기물과 유기물을 포함하며, 상기 무기물의 중량을 A, 상기 유기물의 중량을 B라고 했을 때, 상기 A와 상기 B는 하기 수식(1) 내지 수식(3):

[수식(1)] $B > A$ and $A \geq 2/3 \times B$

[수식(2)] $A > B$ and $B \geq 2/3 \times A$

[수식(3)] $A = B$

중 하나를 만족하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 14

삭제

청구항 15

제13 항에 있어서,

상기 제2 물질의 정공 이동도는 상기 제1 물질의 정공 이동도의 10분의 1 이하의 값을 갖는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 16

제15 항에 있어서,

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

상기 제1 물질은 80wt% 이상 90wt% 이하의 범위이고,

상기 제2 물질은 10wt% 이상 20wt% 이하의 범위인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 17

제15 항에 있어서,

상기 제1 물질은 α -NPD, TCTA, TPD, TPB, TPAC, m-TPEE, FTPD, (NDA)PP, TRP, PPD, 및 OPT1 중 어느 하나를 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 18

제13 항에 있어서,

상기 유기물은 루브렌(Rubrene)이고,

상기 무기물은 플루오르화마그네슘(MgF₂)인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 19

제13 항에 있어서,

상기 애노드, 상기 정공 주입층, 상기 정공 수송층 및 상기 청색 발광층은 차례로 접하도록 구성된, 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 애노드에 가깝게 배치된 스택에 포함된 정공 수송층과 정공 주입층의 구조를 최적화하여, 장수명의 특성을 갖는 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[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 발생하는 현상을 이용한 표시 장치이다.

[0003] 유기 발광 표시 장치(OLED apparatus)는, 액정 표시 장치(liquid crystal display apparatus)와 달리 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 유기층들이 더 포함할 수 있다. 발광층, 주입층 또는 수송층과 같은

유기층들은 유기 발광 표시 장치의 특성, 예를 들어, 구동 전압이나 수명에 직접적인 영향을 주게 된다. 구체적으로 설명하면, 애노드와 캐소드 사이의 배치된 유기층들의 구조 또는 유기층들의 재료 특성 등에 의해 정공과 전자의 흐름이 조절되고, 이에 따라 정공과 전자의 재결합(recombination)이 집중적으로 일어나는 발광존(emission zone)의 위치가 달라지게 되며, 이는 유기 발광 표시 장치의 특성에 영향을 주게 된다. 예를 들어, 발광존이, 발광층 및 발광층과 인접한 다른 유기층 사이의 계면에 위치하는 경우, 계면 열화에 의해 유기 발광 표시 장치의 수명이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.

[0005] 본 발명의 발명자들은, 다양한 실험을 통해, 두 개의 전극 사이에 배치된 정공 수송층(hole transporting layer) 및 정공 주입층(hole injecting layer)의 구조를 최적화함으로써, 수명 특성 및 구동 전압 특성이 향상된 새로운 구조의 유기 발광 표시 장치를 발명하였다.

[0006] 이에, 본 발명의 일 실시예에 따른 해결 과제는, 정공 수송층을 서로 상이한 정공 이동도(hole mobility)를 갖는 2종 물질이 포함된 혼합 구조(mixed structure)로 구성하고, 정공 주입층에 포함된 유기물과 무기물의 중량비(weight ratio)를 조절하여 유기 발광 소자의 차지 밸런스(charge balance)를 개선함으로써, 수명 특성 및 진행성 구동 전압 특성이 향상된 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 및, 그 사이의 복수의 스택을 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 복수의 스택 중 상기 애노드에 가장 가깝게 배치되는 제1 스택은, 청색 발광층을 포함하는 제1 발광층 및, 제1 물질 및, 상기 제1 물질보다 작은 정공 이동도를 갖는 제2 물질이 혼합된 정공 수송층을 포함한다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제2 물질의 정공 이동도는, 상기 제1 물질의 정공 이동도의 10분의 1 이하의 값을 가질 수 있다.

[0010] 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 80wt% 이상 90wt% 이하의 범위이고, 상기 제2 물질은 10wt% 이상 20wt% 이하의 범위일 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제1 물질은, α -NPD, TCTA, TPD, TPB, TPAC, m-TPEE, FTPD, (NDA)PP, TRP, PPD, OPT1 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제2 물질은, 스피로플루오렌(spirofluorene)기가 포함된 유기 화합물일 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제1 스택은, 상기 정공 수송층과 상기 애노드 사이에 배치된 정공 주입층을 더 포함하고, 상기 정공 주입층은 유기물과 무기물이 혼합된 층일 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 정공 주입층에 포함된 상기 유기물과 상기 무기물의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때, 상기 유기물은 40wt% 이상 60wt% 이하의 범위이고, 상기 무기물은 40wt% 이상 60wt% 이하의 범위일 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 유기물은 루브렌(Rubrene) 이고, 상기 무기물은 플루오르화마그네슘(MgF₂)일 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는, 상기 제1 스택과 상기 캐소드 사이에 배치되며, 제2 발광층을 포함하는 제2 스택을 더 포함하고, 상기 제2 발광층은 황-녹색 발광층, 녹색 발광층 중 하나를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제2 발광층은 적색 발광층을 더 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는, 상기 제2 스택과 상기 캐소드 사이에 배치되며, 제3 발광층을 포함하는 제3 스택을 더 포함하고, 상기 제3 발광층은 청색 발광층을 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제3 발광층은 적색 발광층을 더 포함할 수 있

다.

- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따라 애노드와 캐소드 사이에, 청색 발광층, 정공 수송층 및 정공 주입층을 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 정공 수송층은 서로 상이한 정공 이동도를 갖는 2종 물질이 포함된 혼합 구조(mixed structure)로 구성되고, 상기 정공 주입층은 무기물과 유기물을 포함하며, 상기 무기물의 중량을 A, 상기 유기물의 중량을 B라고 했을 때, 상기 A와 상기 B는 하기 수식(1) 내지 수식(3):
- [0021] [수식(1)] $B > A$ and $A \geq 2/3 \times B$
- [0022] [수식(2)] $A > B$ and $B \geq 2/3 \times A$
- [0023] [수식(3)] $A = B$
- [0024] 중 하나를 만족한다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 정공 수송층은 제1 물질 및 상기 제1 물질보다 작은 정공 이동도를 갖는 제2 물질이 혼합된 구조일 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제2 물질의 정공 이동도는, 상기 제1 물질의 정공 이동도의 10분의 1 이하의 값을 가질 수 있다.
- [0027] 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 80wt% 이상 90wt% 이하의 범위이고, 상기 제2 물질은 10wt% 이상 20wt% 이하의 범위일 수 있다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제1 물질은, α -NPD, TCTA, TPD, TPB, TPAC, m-TPEE, FTPD, (NDA)PP, TRP, PPD, OPT1 중 어느 하나를 포함하고, 상기 제2 물질은, 스피로플루오렌(spirofluorene)기가 포함된 유기 화합물일 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 유기물은 루브렌(Rubrene) 이고, 상기 무기물은 플루오르화마그네슘(MgF₂)일 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 애노드, 상기 정공 주입층, 상기 정공 수송층 및 상기 청색 발광층은 차례로 접하도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 정공 수송층이, 제1 물질 및 제1 물질보다 작은 정공 이동도를 갖는 제2 물질을 포함하는 혼합 구조(mixed structure)로 구성됨으로써, 정공과 전자의 균형이 유지되어 유기 발광 표시 장치의 수명이 향상되는 효과가 있다.
- [0032] 또한, 상기와 같은 혼합 구조의 정공 수송층에서, 제1 물질의 정공 이동도와 제2 물질의 정공 이동도의 크기 및, 제1 물질과 제2 물질의 중량비(weight ratio)를 최적화함으로써, 유기 발광 표시 장치의 수명 특성 및 진행성 구동 전압 특성이 향상될 수 있다.
- [0033] 또한, 상기와 같은 혼합 구조의 정공 수송층과 접하여 배치된 정공 주입층에 포함된 유기물과 무기물의 중량비(weight ratio)를 조절하여, 발광층 내의 차지 밸런스(charge balance) 및, 정공 주입층과 애노드 사이의 에너지 레벨을 최적화함으로써, 유기 발광 표시 장치의 수명이 향상되고, 진행성 구동 전압이 감소되는 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 기재된 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 3a는 정공 수송층에 포함된 제1 물질 및 제2 물질의 중량비(weight ratio)에 따른 유기 발광 표시 장치의 수명을 나타낸 그래프이다.

도 3b는 정공 수송층에 포함된 제1 물질 및 제2 물질의 중량비(weight ratio)에 따른 유기 발광 표시 장치의 진행성 구동 전압을 나타낸 그래프이다.

도 4a는 정공 주입층에 포함된 유기물과 무기물의 중량비(weight ratio)에 따른 유기 발광 표시 장치의 수명을 나타낸 그래프이다.

도 4b는 정공 주입층에 포함된 유기물과 무기물의 중량비(weight ratio)에 따른 유기 발광 표시 장치의 진행성 구동 전압을 나타낸 그래프이다.

도 5는 정공 주입층에 포함된 유기물과 무기물의 중량비(weight ratio)에 따른 유기 발광 표시 장치의 수명을 나타낸 다른 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, 기관(100), 박막 트랜지스터(300), 유기 발광 소자(organic light-emitting element, 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. 또

한, 복수의 화소(P)가 모여 백색의 광을 표현할 수 있는 최소의 군(group)을 이룰 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, 녹색 화소, 청색 화소 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, 유기 발광 소자(ED)로 신호를 공급한다. 도 1에 도시된 박막 트랜지스터(300)는 유기 발광 소자(ED)의 애노드(400)와 연결된 구동 박막 트랜지스터일 수 있다. 기판(100) 상에는 유기 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 위치하고, 게이트 절연층(210)이 게이트 전극(310)을 덮는다. 게이트 절연층(210) 상에는 게이트 전극(310)과 중첩(overlap)되도록 액티브층(320)이 위치하고, 액티브층(320) 상에는 소스 전극(330)과 드레인 전극(340)이 서로 이격되어 배치된다.
- [0052] 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 이루어질 수 있다.
- [0053] 액티브층(320)은 종류에 따라 비정질 실리콘(amorphous silicon, a-Si), 다결정 실리콘(polycrystalline silicon, poly-Si), 산화물(oxide) 및 유기물(organic material) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으나 이에 제한되지는 않는다.
- [0054] 게이트 절연층(210)은 무기 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 층으로 구성될 수 있으며, 실리콘 산화물(SiO_x), 실리콘 질화물(SiN_x) 등으로 이루어질 수 있다.
- [0055] 도 1에서는 박막 트랜지스터(300)가 스테거드(staggered) 구조로 도시되었으나 이에 한정된 것은 아니며 코플라나(coplanar) 구조로 구성될 수도 있다.
- [0056] 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.
- [0057] 평탄화층(220)과 박막 트랜지스터(300) 사이에 패시베이션층이 더 배치될 수도 있다. 패시베이션층은 무기 물질로 이루어지고 박막 트랜지스터(300)를 보호하며, 평탄화층(220)과 마찬가지로 소스 전극(330)의 일부를 노출시킬 수 있다.
- [0058] 유기 발광 소자(ED)는 평탄화층(220) 상에 배치되며, 애노드(400), 발광부(500) 및 캐소드(600)를 포함한다. 유기 발광 소자(ED)의 애노드(400)는 박막 트랜지스터(300)의 소스 전극(330)과 연결되며, 박막 트랜지스터(300)를 통해 다양한 신호를 공급받는다. 도면에 도시되진 않았으나, 박막 트랜지스터(300)의 종류에 따라, 애노드(400)는 드레인 전극(340)과 연결될 수도 있다.
- [0059] 도 1의 유기 발광 표시 장치(1000)가 상부 발광(top emission) 방식인 경우, 발광부(500)로부터 발광된 광은 캐소드(600)를 통과하여 상부 방향으로 방출될 수 있다. 또한, 도 1의 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 않은 영역 또는 बैं크(230)와 중첩되는 영역에 배치될 수 있다.
- [0060] बैं크(230)는 이웃하는 화소(P) 사이에 배치되며, 애노드(400)의 끝 단을 덮는다. 도 1을 참고하면 बैं크(230)는 애노드(400)의 상면의 일부를 노출시킨다. बैं크(230)는 유기 물질로 이루어질 수 있으며, 예를 들어, 폴리이미드(polyimide), 포토아크릴(photoacryl) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으나 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0061] 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 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.

- [0062] 도 2를 참고하면, 유기 발광 표시 장치(1000)의 유기 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, 정공 주입층(hole injecting layer, 511), 제1 정공 수송층(hole transporting layer, 512), 제1 발광층(emission layer, 513) 및 제1 전자 수송층(electron transporting layer, 514)을 포함하는 제1 스택(stack)(510), 제2 정공 수송층(522), 제2 발광층(523), 제2 전자 수송층(524)을 포함하는 제2 스택(520) 및 제3 정공 수송층(532), 제3 발광층(533) 및 제3 전자 수송층(534)을 포함하는 제3 스택(530)이 차례로 적층된 구조를 가질 수 있다.
- [0063] 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 화소(P)가 개구된 공통 마스크(common mask)를 이용하여 형성 가능하며, 화소(P) 별 패턴 없이 모든 화소(P)에 동일한 구조로 적층될 수 있다. 즉, 공통 발광층 구조의 발광부(500)는, 하나의 화소(P)에서 이웃하는 화소(P)까지 끊어진 부분 없이 연결 또는 연장되어 배치되며, 복수의 화소(P)를 공유한다. 또한, 발광부(500)에 포함된 복수의 발광층(513, 523, 533)으로부터 발광된 광이 서로 혼합되어 발광부(500)로부터 애노드(400) 또는 캐소드(600)를 통해 백색의 광이 방출된다.
- [0064] 애노드(400)는 화소(P) 별로 서로 이격되어 배치된다. 애노드(400)는 발광부(500)로 정공(hole)을 공급 또는 전달하는 전극이며, 박막 트랜지스터의 소스 전극(330) 또는 드레인 전극(340)과 연결된다. 애노드(400)는, ITO(indium tin oxide) 또는 IZO(indium zinc oxide) 등과 같은 TCO(transparent conductive oxide) 물질의 투명층으로 이루어질 수 있다.
- [0065] 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 포함할 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.
- [0066] 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 수 있다.
- [0067] 애노드(400)와 캐소드(600) 사이에 배치된 발광부(500)는, 복수의 스택(510, 520, 530) 및, 복수의 스택(510, 520, 530) 사이에 위치하는 제1 전하 생성층(540) 및 제2 전하 생성층(550)을 포함한다.
- [0068] 복수의 스택(510, 520, 530) 중 애노드(400)에 가장 가깝게 배치된 제1 스택(510)은, 정공 주입층(511), 제1 정공 수송층(512), 제1 발광층(513) 및 제1 전자 수송층(514)을 포함한다. 제2 스택(520)은, 제1 스택(510)과 캐소드(600) 사이에 위치하며, 제2 정공 수송층(522), 제2 발광층(523) 및 제2 전자 수송층(524)을 포함한다. 또한, 제3 스택(530)은, 제2 스택(520)과 캐소드(600) 사이에 위치하며, 제3 정공 수송층(532), 제3 발광층(533) 및 제3 전자 수송층(534)을 포함한다.
- [0069] 발광부(500)에 포함된 복수의 발광층(513, 523, 533)은 복수의 발광층(513, 523, 533) 각각으로부터 발광된 광이 서로 혼합되어 백색의 광이 발광되도록 구성된다. 이에 대해 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0070] 제1 발광층(513)은, 적어도 하나의 호스트(host)와 청색(blue)의 광을 발광하기 위한 도펀트(dopant)를 포함하는 청색 발광층을 포함할 수 있다. 이 경우, 제1 스택(510)으로부터 발광되는 광의 피크 파장(peak wavelength)은 430nm 이상 480nm 이하의 범위일 수 있다.
- [0071] 제2 발광층(523)은, 적어도 하나의 호스트와 황-녹색(yellow-green)의 광을 발광하기 위한 도펀트를 포함하는 황-녹색 발광층, 또는 적어도 하나의 호스트와 녹색(green)의 광을 발광하기 위한 도펀트를 포함하는 녹색 발광층 중 하나를 포함할 수 있다. 이 경우, 제2 스택(520)으로부터 발광되는 광의 피크 파장은 510nm 이상 580nm 이하의 범위일 수 있다.
- [0072] 제2 발광층(523)은 적어도 하나의 호스트와 적색(red)의 광을 발광하기 위한 도펀트를 포함하는 적색 발광층을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 제2 스택(520)으로부터 발광되는 광의 피크 파장은 510nm 이상 650nm 이하의 범위일 수 있다.
- [0073] 제3 발광층(533)은 적어도 하나의 호스트와 청색(blue)의 광을 발광하기 위한 도펀트를 포함하는 청색 발광층을

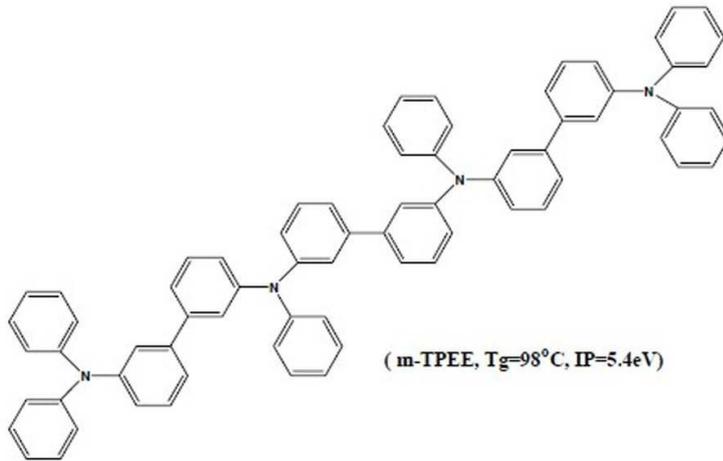
포함할 수 있다. 이 경우, 제3 스택(530)으로부터 발광되는 광의 피크 파장(peak wavelength)은 430nm 이상 480 nm 이하의 범위일 수 있다.

- [0074] 제3 발광층(533)은 적어도 하나의 호스트와 적색(red)의 광을 발광하기 위한 도펀트를 포함하는 적색 발광층을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 제3 스택(530)으로부터 발광되는 광의 피크 파장은 430nm 이상 650nm 이하의 범위일 수 있다.
- [0075] 정공 주입층(511)은 애노드(400)로부터의 정공의 주입을 원활하게 하는 역할을 한다.
- [0076] 제1 정공 수송층(512), 제2 정공 수송층(522) 및 제3 정공 수송층(532)은, 애노드(400) 또는 전하 생성층(540, 550)으로부터 공급 또는 전달된 정공을 발광층(513, 523, 533)으로 원활하게 전달하는 역할을 한다.
- [0077] 제1 정공 수송층(512), 제2 정공 수송층(522) 및 제3 정공 수송층(532)은, 애노드(400)와 캐소드(600) 사이의 거리에 의한 발광층(513, 523, 533)으로부터 각각 발광된 광의 미세-공진(micro-cavity)이 최적화되는 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. 예를 들어, 제1 정공 수송층(512)은, 두 개의 전극(400, 600) 사이의 거리에 의한 제1 발광층(513)으로부터 발광된 광의 미세-공진을 최적화하기 위해, 약 900Å 이상 1100Å 이하의 두께를 가질 수 있다. 또한, 제2 정공 수송층(522)은, 두 개의 전극(400, 600) 사이의 거리에 의한 제2 발광층(523)으로부터 발광된 광의 미세-공진을 최적화하기 위해, 약 100Å 이하의 두께를 가질 수 있다. 또한, 제3 정공 수송층(532)은, 두 개의 전극(400, 600) 사이의 거리에 의한 제3 발광층(533)으로부터 발광된 광의 미세-공진을 최적화하기 위해, 약 800Å 이상 1000Å 이하의 두께를 가질 수 있다.
- [0078] 제1 전자 수송층(514), 제2 전자 수송층(524) 및 제3 전자 수송층(534)은, 캐소드(600) 또는 전하 생성층(540, 550)으로부터 공급 또는 전달된 전자를 발광층(513, 523, 533)으로 원활하게 전달하는 역할을 한다.
- [0079] 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(513), 제2 발광층(523) 또는 제3 발광층(533)으로 전자 및 정공을 주입하는 역할을 한다. 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(513) 또는 제2 발광층(523)으로 전자를 공급할 수 있다. 또한, P형 전하 생성층은 캐소드(600)에 가깝게 배치된 발광층, 예를 들어, 제2 발광층(523) 및 제3 발광층(533)으로 정공을 공급할 수 있다. 이에 따라, 다수의 발광층(513, 523, 533)을 포함하는 유기 발광 표시 장치(1000)의 발광 효율은 더욱 증가될 수 있고, 구동 전압 또한 낮아질 수 있다.
- [0080] 앞서 언급하였듯이, 발광부(500)에 포함된 유기층들의 구조 또는 유기층들의 재료 특성 등에 의해 유기 발광 표시 장치(1000)의 특성이 결정될 수 있다. 구체적으로, 애노드(400)와 캐소드(600) 사이에 배치된 유기층들의 구조 또는 유기층들의 재료 특성에 의해 발광부(500) 내에서의 정공(hole)과 전자(electron)의 흐름이 조절되어 정공과 전자의 재결합(recombination)이 집중적으로 일어나는 발광존(emission zone)의 위치가 달라지게 되며, 이는 유기 발광 표시 장치(1000)의 특성에 직접적인 영향을 주게 된다.
- [0081] 이에, 본 발명의 발명자들은, 다양한 실험을 통해, 제1 스택(510)에 포함된 정공 주입층(511)과 제1 정공 수송층(512)의 구조를 최적화하여 제1 스택(510) 내에서의 정공과 전자의 균형을 최적화함으로써, 제1 스택(510)으로부터 발광되는 청색 광의 수명 및, 시간에 따른 유기 발광 소자(ED)의 구동 전압의 변동이 최소화된 유기 발광 표시 장치(1000)를 발명하였다. 이에 대해 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0082] 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 스택(510)에 포함된 제1 정공 수송층(512)은 서로 상이한 정공 이동도(hole mobility)를 갖는 2종 물질이 포함된 혼합 구조(mixed structure)로 구성된다. 구체적으로, 제1 정공 수송층(512)은 제1 물질 및 제1 물질보다 작은 정공 이동도를 갖는 제2 물질이 혼합된 층이다.
- [0083] 혼합 구조의 제1 정공 수송층(512)에 포함된 제1 물질은, 제2 물질 대비 상대적으로 정공 이동도가 큰 값을 갖는 물질로, $5.0 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 이상 $9.0 \times 10^{-4} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 이하의 정공 이동도를 갖는 유기 물질로 이루어질 수 있다. 바람직하게는, 제1 물질은, α -NPD(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine), TCTA(4,4',4''-tris(carbazol-9-yl)triphenylamine), TPD(N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine), TRP, OPT1, m-TPEE, TPB(tetra-N-phenylbenzidine), FTPD(fluorinatedtriphenylamine), PPD(p-phenylenediamine), TPAC(1,1-bis(4-di-p-tolylaminophenyl)-cyclohexane), 및 (NDA)PP((naphthalenedicarboxylate)phenylphenantrisiner) 중에서 어느 하나를 포함할

수 있다.

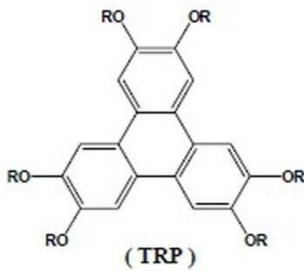
[0084] 여기서, m-TPEE는, 하기 화학식 1로 표시되는 화합물일 수 있다.

[0085] <화학식 1>



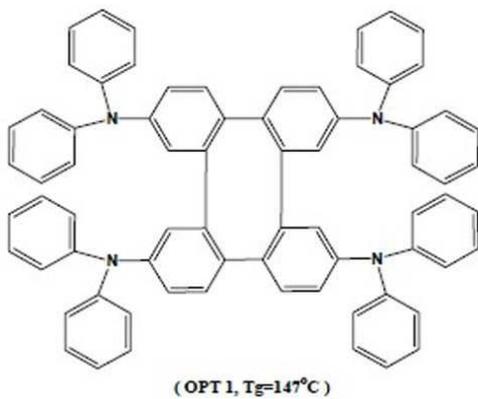
[0086] 또한, 여기서, TRP는, 하기 화학식 2로 표시되는 화합물일 수 있다.

[0088] <화학식 2>



[0089] 또한, 여기서, OPT1은, 하기 화학식 3으로 표시되는 화합물일 수 있다.

[0091] <화학식 3>



[0092] 그러나, 제1 정공 수송층(512)을 정공 이동도가 큰 물질로만 형성하게 되면, 발광부(500) 내로 주입되는 정공과 전자의 균형이 무너져 오히려 유기 발광 표시 장치(1000)의 수명 특성이 저하되는 문제가 발생할 수 있다. 구체적으로, 제1 정공 수송층(512)이 정공 이동도가 큰 제1 물질로만 이루어진 단일 구조(single structure)인 경우, 제1 발광층(513) 내로 주입되는 정공의 양이 제1 발광층(513) 내로 주입되는 전자의 양보다 지나치게 증가되면서, 정공과 전자의 재결합(recombination)이 집중적으로 일어나는 발광존(emission zone)이, 제1 발광층(513)과 제1 전자 수송층(514)의 계면 또는 계면에 가깝게 위치될 수 있다. 이 경우, 제1 발광층(513)과 제1 전자 수송층(514)의 계면 또는 그 근처에서 열화가 발생할 수 있고, 이는 유기 발광 표시 장치(1000)의 제1 스택

(510)으로부터 발광된 광의 수명이 저하되는 심각한 문제가 발생될 수 있다.

[0094] 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 정공 수송층(512)은, 제1 물질 및 제1 물질 대비 작은 정공 이동도를 갖는 제2 물질을 포함하는 혼합 구조(mixed structure)로 구성됨으로써, 제1 발광층(513) 내에서의 정공과 전자의 균형이 유지되어, 제1 발광층(513)과 제1 전자 수송층(514)의 계면 또는 그 주변에서의 열화가 감소되며, 애노드(400)에 가장 가깝게 배치된 제1 스택(510)으로부터 발광되는 광의 수명이 저하되는 문제가 개선될 수 있다.

[0095] 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 정공 수송층(512)의 제2 물질은, $5.0 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 이상 $5.0 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 이하의 정공 이동도를 갖는 유기 물질로 이루어질 수 있고, 제2 물질의 정공 이동도는, 제1 물질의 정공 이동도의 10분의 1 이하의 값을 갖도록 구성될 수 있다. 바람직하게는, 제2 물질은 스피로플루오렌(spirofluorene)기가 포함된 유기 화합물일 수 있다. 제2 물질의 정공 이동도가 제1 물질의 정공 이동도의 10분의 1 보다 큰 값을 갖는 경우, 제1 발광층(513) 내로의 정공의 공급이, 제1 발광층(513)과 제1 전자 수송층(514)의 계면으로부터 발광준이 충분히 떨어질 정도로 감소되지 못하여, 제1 스택(510)으로부터 발광되는 광의 수명이 저하되는 문제가 발생될 수 있다.

[0096] 본 발명의 일 실시예에서는, 제1 정공 수송층(512)의 제1 물질과 제2 물질의 중량의 합을 100wt%(weight percent)라고 했을 때, 제1 물질의 중량이 제2 물질의 중량보다 큰 값을 가질 수 있다. 보다 바람직하게는, 제1 정공 수송층(512)의 제1 물질과 제2 물질의 중량의 합을 100wt%(weight percent)라고 했을 때, 제1 물질과 제2 물질의 중량비(weight ratio)가 80wt% : 20wt% 이상 90wt% : 10wt% 이하일 수 있다. 다시 말하면, 제1 정공 수송층(512)의 제1 물질과 제2 물질의 중량의 합을 100wt%(weight percent)라고 했을 때, 제1 물질은 80wt% 이상 90wt% 이하의 범위이고, 제2 물질은 10wt% 이상 20wt% 이하의 범위일 수 있다. 제1 정공 수송층(512) 내에 제2 물질이 지나치게 많이 포함되는 경우, 이종 물질 혼합에 의해 제1 물질과 제2 물질 사이에 정공의 트랩(trap)이 발생될 수 있고, 이는 제1 발광층(513)으로의 정공의 이동 효율을 저하시키므로, 시간이 흐름에 따라 유기 발광 표시 장치(1000)의 구동 전압이 상승하는 문제가 발생될 수 있다.

[0097] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)에서는, 제1 발광층(513) 내에서의 정공과 전자의 흐름이 최적화되도록, 제1 정공 수송층(512)의 제1 물질의 정공 이동도와 제2 물질의 정공 이동도의 크기 및, 제1 물질과 제2 물질의 중량비를 조절함으로써, 유기 발광 표시 장치(1000)의 제1 스택(510)으로부터 발광되는 광의 수명이 향상되고, 시간에 흐름에 따른 구동 전압의 변동, 즉, 진행성 구동 전압이 상승하는 문제가 최소화될 수 있다.

[0098] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 발광층(513) 내에서의 차지 밸런스(charge balance)가 유지되도록, 제1 정공 수송층(512)과 애노드(400) 사이에 배치된 정공 주입층(511)을 더 포함할 수 있다. 정공 주입층(511)은, 애노드(400)로부터의 정공의 주입을 원활하게 하는 층으로, 애노드(400)와 접하여 배치된다. 즉, 애노드(400), 정공 주입층(511), 제1 정공 수송층(512) 및 제1 발광층(513) 차례로 접하도록 구성되어, 애노드(400)로부터 공급되는 정공을 제1 발광층(513)으로 원활하게 전달할 수 있다.

[0099] 본 발명의 일 실시예에 따라 제1 정공 수송층(512)이 서로 상이한 정공 이동도를 갖는 2종 물질이 포함된 혼합 구조(mixed structure)로 구성된 구조인 경우, 정공 주입층(511)은 무기물과 유기물이 혼합된 층으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 정공 주입층(511)은 무기물인 플루오르화마그네슘(MgF₂)과 유기물인 루브렌(Rubrene)이 혼합된 층일 수 있다. 앞서 언급하였듯이, 정공 주입층(511)은 애노드(400)와 접하여 배치되는 층으로, 애노드(400)와 제1 정공 수송층(512) 사이에서 정공의 이동을 원활하게 하는 역할을 한다. 이에, 애노드(400)로부터 정공이 원활하게 주입되기 위해서는 애노드(400)와 정공 주입층(511) 간의 에너지 레벨 및 정공 이동도가 적절하게 조절될 필요가 있다. 정공 주입층(511)이 유기물, 예를 들어 루브렌(Rubrene)만 포함하는 층으로 구성되는 경우, 애노드(400) 대비 정공 주입층(511)의 에너지 레벨이 높아 애노드(400)와 정공 주입층(511) 사이의 계면에 정공이 쌓이게 되어 열화가 발생될 수 있다. 또한, 정공 주입층(511)이 무기물, 예를 들어, 플루오르화마그네슘(MgF₂)만 포함하는 층으로 구성되는 경우, 애노드(400)와 정공 주입층(511) 사이의 에너지 레벨 차이는 낮을 수 있으나, 정공 주입층(511)의 정공 이동도가 지나치게 낮아져서, 애노드(400)로부터 공급되는 정공이 원활하게 주입되지 못하거나, 또는 정공 주입층(511)으로 주입된 정공이 제1 정공 수송층(513)으로 원활하게 전달되지 못할 수 있다. 이로 인해, 애노드(400)와 정공 주입층(511) 사이의 계면에 정공이 쌓이게 되어 열화가 발생될 수 있다. 이 경우, 애노드(400)로부터 제1 발광층(513)으로의 정공 이동 능력이 떨어져, 제1 스택(510)으로부터 발광되는 광의 수명이 저하되고, 유기 발광 표시 장치(1000)의 진행성 구동 전압이 상승하는 문제로 이어질 수 있다.

- [0100] 본 발명의 일 실시예에 따른 정공 주입층(511)은 무기물과 유기물을 포함하며, 무기물의 중량을 A, 유기물의 중량을 B라고 했을 때, A와 B는 하기 수식(1) 내지 수식(3):
- [0101] [수식(1)] $B > A$ and $A \geq 2/3 \times B$
- [0102] [수식(2)] $A > B$ and $B \geq 2/3 \times A$
- [0103] [수식(3)] $A = B$
- [0104] 중 하나를 만족할 수 있다.
- [0105] 이에, 정공 주입층(511)에 포함된 유기물과 무기물의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때, 유기물은 40wt% 이상 60wt% 이하의 범위이고, 무기물 또한 40wt% 이상 60wt% 이하의 범위로 구성될 수 있다.
- [0106] 정공 주입층(511)의 유기물 또는 무기물의 양이 상기에서 언급함 범위를 벗어나, 유기물 또는 무기물 중 어느 하나가 정공 주입층(511) 내에 지나치게 많이 포함되는 경우, 앞서 설명하였듯이, 애노드(400)와 정공 주입층(511) 사이의 에너지 레벨 또는 정공 주입층(511)의 정공 이동도가 최적화되지 못할 수 있다. 즉, 혼합 구조의 제1 정공 수송층(512)의 정공 이동 능력이 최적화되더라도, 제1 정공 수송층(512) 및 애노드(400)와 접하는 정공 주입층(511)의 구조가 최적화되지 못하는 경우, 제1 발광층(513) 내에서의 정공과 전자의 균형이 무너져, 제1 스택(510)으로부터 발광되는 광의 수명이 저하되거나, 유기 발광 표시 장치(1000)의 진행성 구동 전압이 상승하는 문제가 발생될 수 있다.
- [0107] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)에서는, 서로 상이한 정공 이동도를 갖는 2종 물질을 포함하는 혼합 구조의 제1 정공 수송층(512) 및, 유기물과 무기물을 포함하는 정공 주입층(511)을 적용함으로써, 제1 스택(510) 내에서의 차지 밸런스를 유지시킬 수 있다. 보다 바람직하게는, 제1 정공 수송층(512) 내에서의 2종 물질 간의 중량비 및, 정공 주입층(511)에 포함된 유기물과 무기물의 중량비를 최적화함으로써, 제1 스택(510)으로부터 발광되는 광의 수명이 향상되고, 시간의 흐름에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 구동 전압의 변동이 최소화되는 효과가 있다.
- [0108] 도 3a는 정공 수송층에 포함된 제1 물질 및 제2 물질의 중량비(weight ratio)에 따른 유기 발광 표시 장치의 수명을 나타낸 그래프이다. 도 3b는 정공 수송층에 포함된 제1 물질 및 제2 물질의 중량비(weight ratio)에 따른 유기 발광 표시 장치의 진행성 구동 전압을 나타낸 그래프이다. 구체적으로, 도 3a는, 도 1 및 도 2에서 설명한 유기 발광 표시 장치(1000)에서, 제1 정공 수송층(512)에 포함된 제1 물질과 제2 물질의 중량비에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 제1 스택(510)으로부터 발광된 청색 광의 수명을 나타낸 그래프이다. 또한, 도 3b는, 도 1 및 도 2에서 설명한 유기 발광 표시 장치(1000)에서, 제1 정공 수송층(512)에 포함된 제1 물질과 제2 물질의 중량비에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 진행성 구동 전압을 나타낸 그래프이다
- [0109] 도 3a를 참고하면, 제1 정공 수송층(512)이 상대적으로 정공 이동도가 큰 값을 갖는 제1 물질(HTL1)만을 포함하는 단일 구조(single structure)로 구성된 경우, 초기 휘도(L_0)를 100%라고 했을 때, 휘도(L)가 95%로 감소될 때까지 걸리는 시간은 약 200hr임을 알 수 있다. 도 3b를 참고하면, 제1 정공 수송층(512)이 상대적으로 정공 이동도가 큰 값을 갖는 제1 물질(HTL1)만을 포함하는 단일 구조(single structure)로 구성된 경우, 초기 구동 전압 대비 400hr이 지난 후의 구동 전압의 변동량, 즉, 진행성 구동 전압이 약 0.4V임을 알 수 있다.
- [0110] 이와 비교하여, 제1 정공 수송층(512)이 제1 물질(HTL1) 및 제1 물질(HTL1) 대비 작은 정공 이동도를 갖는 제2 물질(HTL2)을 포함하는 혼합 구조(mixed structure)로 구성되는 경우, 제1 정공 수송층(512)이 단일 구조로 구성된 경우와 비교하여, 휘도(L)가 95%로 감소될 때까지 걸리는 시간 및, 진행성 구동 전압이 증가되었음을 알 수 있다.
- [0111] 구체적으로, 도 3a를 참고하면, 제1 정공 수송층(512)의 제1 물질(HTL1)과 제2 물질(HTL2)의 중량비가 90wt% : 10wt% 로 구성된 경우, 초기 휘도(L_0) 대비 휘도(L)가 95%로 감소될 때까지 걸리는 시간은 약 260hr으로, 제1 정공 수송층(512)이 단일 구조로 구성된 경우와 비교하여 약 130%로 증가되었다. 도 3b를 참고하면, 제1 정공 수송층(512)의 제1 물질(HTL1)과 제2 물질(HTL2)의 중량비가 90wt% : 10wt% 로 구성된 경우, 초기 구동 전압 대비 400hr이 지난 후의 구동 전압의 변동량, 즉, 진행성 구동 전압이 약 0.5V로, 제1 정공 수송층(512)이 단일 구조로 구성된 경우와 비교하여 약 0.1V 증가되었음을 알 수 있다.
- [0112] 또한, 도 3a를 참고하면, 제1 정공 수송층(512)의 제1 물질(HTL1)과 제2 물질(HTL2)의 중량비가 80wt% : 20wt% 로 구성된 경우, 초기 휘도(L_0) 대비 휘도(L)가 95%로 감소될 때까지 걸리는 시간은 약 360hr으로, 제1 정공 수송층(512)이 단일 구조로 구성된 경우와 비교하여 약 180%로 증가되었다. 도 3b를 참고하면, 제1 정공 수송층

(512)의 제1 물질(HTL1)과 제2 물질(HTL2)의 중량비가 80wt% : 20wt% 로 구성된 경우, 초기 구동 전압 대비 400hr이 지난 후의 구동 전압의 변동량, 즉, 진행성 구동 전압이 약 0.6V로, 제1 정공 수송층(512)이 단일 구조로 구성된 경우와 비교하여 약 0.2V 증가되었음을 알 수 있다.

[0113] 또한, 도 3a를 참고하면, 제1 정공 수송층(512)의 제1 물질(HTL1)과 제2 물질(HTL2)의 중량비가 70wt% : 30wt% 로 구성된 경우, 초기 휘도(Lo) 대비 휘도(L)가 95%로 감소될 때까지 걸리는 시간은 약 390hr으로, 제1 정공 수송층(512)이 단일 구조로 구성된 경우와 비교하여 약 195%로 증가되었다. 도 3b를 참고하면, 제1 정공 수송층(512)의 제1 물질(HTL1)과 제2 물질(HTL2)의 중량비가 70wt% : 30wt% 로 구성된 경우, 초기 구동 전압 대비 400hr이 지난 후의 구동 전압의 변동량, 즉, 진행성 구동 전압이 약 0.8V로, 제1 정공 수송층(512)이 단일 구조로 구성된 경우와 비교하여 약 0.4V 증가되었음을 알 수 있다.

[0114] 즉, 도 3a 및 도 3b를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 제1 정공 수송층(512)이, 제1 물질(HTL1) 및 제1 물질(HTL1) 대비 작은 정공 이동도를 갖는 제2 물질(HTL2)을 포함하는 혼합 구조(mixed structure)로 구성됨으로써, 청색 발광층을 포함하는 제1 발광층(513) 내에서의 정공과 전자의 균형이 유지될 수 있다. 이에 따라, 제1 발광층(513)과 제1 전자 수송층(514) 사이의 계면이나 그 주변 영역의 열화가 감소되므로, 제1 정공 수송층(512)이 상대적으로 큰 정공 이동도를 갖는 제1 물질(HTL1)로만 이루어진 단일 구조(single structure) 대비, 제1 스택(510)으로부터 발광되는 청색 광의 수명이 향상되었음을 알 수 있다.

[0115] 그러나, 제1 정공 수송층(512) 내에서의 제2 물질(HTL2)의 중량이 증가된 경우, 구체적으로, 제1 정공 수송층(512) 내의 제2 물질(HTL2)의 중량이 30wt% 이상이 되어 제1 정공 수송층(512)에 제2 물질(HTL)이 지나치게 많이 포함되는 경우, 이종 물질 혼합에 의해 제1 물질(HTL1)과 제2 물질(HTL2) 사이에 정공의 트랩(trap)이 발생되어, 제1 발광층(513)으로의 정공의 이동 효율이 저하될 수 있다. 이로 인해, 도 3b에 도시된 바와 같이, 유기 발광 표시 장치(1000)의 진행성 구동 전압이 크게 증가되었음을 확인할 수 있다.

[0116] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)에 있어서, 제1 정공 수송층(512)이 제1 물질(HTL1)과 제2 물질(HTL2)을 포함하는 혼합 구조로 구성됨으로써, 제1 정공 수송층(512)이 제1 물질(HTL1)만을 포함하는 단일 구조인 경우와 비교하여, 제1 스택(510)으로부터 발광되는 청색 광의 수명이 향상되는 효과가 있음을 알 수 있다. 또한, 제1 정공 수송층(512)의 제1 물질(HTL1)과 제2 물질(HTL2)의 중량의 합을 100wt%(weight percent)라고 했을 때, 제1 물질(HTL1)은 80wt% 이상 90wt% 이하, 제2 물질(HTL2)은 10wt% 이상 20wt% 이하의 범위로 구성함으로써, 제1 정공 수송층(512) 내의 제2 물질(HTL2)의 중량이 지나치게 많은 구조와 비교하여, 유기 발광 표시 장치(1000)의 진행성 구동 전압은 감소되는 효과가 있음을 알 수 있다.

[0117] 도 4a는 정공 주입층에 포함된 유기물과 무기물의 중량비(weight ratio)에 따른 유기 발광 표시 장치의 수명을 나타낸 그래프이다. 도 4b는 정공 주입층에 포함된 유기물과 무기물의 중량비(weight ratio)에 따른 유기 발광 표시 장치의 진행성 구동 전압을 나타낸 그래프이다. 도 5는 정공 주입층에 포함된 유기물과 무기물의 중량비(weight ratio)에 따른 유기 발광 표시 장치의 수명을 나타낸 다른 그래프이다.

[0118] 구체적으로, 도 4a 및 도 5는, 도 1 및 도 2에서 설명한 유기 발광 표시 장치(1000)에서 제1 정공 수송층(512)이 혼합 구조로 구성된 경우, 정공 주입층(511)에 포함된 유기물과 무기물의 중량비에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 제1 스택(510)으로부터 발광된 청색 광의 수명을 나타낸 그래프이다. 또한, 도 4b는, 도 1 및 도 2에서 설명한 유기 발광 표시 장치(1000)에서 제1 정공 수송층(512)이 혼합 구조로 구성된 경우, 정공 주입층(511)에 포함된 유기물과 무기물의 중량비에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 진행성 구동 전압을 나타낸 그래프이다. 이때, 도 1 및 도 2에서 설명한 유기 발광 표시 장치(1000)에서 정공 주입층(511)은, 유기물인 루브렌(Rubrene)과 무기물인 플루오르화마그네슘(MgF2)이 혼합된 층으로 구성되었다.

[0119] 도 4a를 참고하면, 정공 주입층(511)에 포함된 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비가 30wt% : 70wt% 로 구성된 경우, 초기 휘도(Lo) 대비 휘도(L)가 95%로 감소될 때까지 걸리는 시간은 약 185hr 임을 알 수 있다.

[0120] 이와 비교하여, 정공 주입층(511)에 포함된 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비가 50wt% : 50wt% 로 구성된 경우, 즉, 유기물의 중량과 무기물의 중량이 동일하게 구성된 경우, 초기 휘도(Lo) 대비 휘도(L)가 95%로 감소될 때까지 걸리는 시간은 약 230hr 으로, 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비가 30wt% : 70wt% 로 구성된 구조, 즉, 무기물이 유기물보다 더 많이 포함된 구조와 비교하여, 약 124%로 증가되었음을 알 수 있다.

[0121] 도 4b를 참고하면, 정공 주입층(511)에 포함된 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비가 30wt%

: 70wt% 로 구성된 경우, 초기 구동 전압 대비 400hr이 지난 후의 구동 전압의 변동량, 즉, 진행성 구동 전압이 약 0.85V임을 알 수 있다.

- [0122] 이와 비교하여, 정공 주입층(511)에 포함된 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비가 50wt% : 50wt% 로 구성된 경우, 즉, 유기물의 중량과 무기물의 중량이 동일하게 구성된 경우, 초기 구동 전압 대비 400hr이 지난 후의 구동 전압의 변동량, 즉, 진행성 구동 전압은 약 0.6V로, 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비가 30wt% : 70wt% 로 구성된 구조, 즉, 무기물이 유기물보다 더 많이 포함된 구조와 비교하여, 약, 0.25V가 감소되었음을 알 수 있다.
- [0123] 도 5를 참고하면, 정공 주입층(511)에 포함된 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비에 따른 수명을 나타내는 다른 그래프이다. 구체적으로, 정공 주입층(511)에 포함된 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비에 따라, 제1 스택(510)으로부터 발광된 청색 광의 휘도가, 초기 휘도 대비 약 97% 정도까지 감소될 때까지의 시간을 나타낸 그래프이며, 복수의 제품을 평가하여 각 조건 별 최소 시간, 최대 시간 및 평균 시간을 그래프에 표기하였다.
- [0124] 먼저, 도 5에 도시된 바와 같이, 정공 주입층(511)에 포함된 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비가 80wt% : 20wt% 로 구성된 경우, 제1 스택(510)으로부터 발광된 청색 광의 휘도가, 초기 휘도 대비 약 97% 정도까지 감소될 때까지의 최소 시간은 41hr, 최대 시간은 90hr 이며, 평균적으로 58hr 임을 알 수 있다.
- [0125] 또한, 정공 주입층(511)에 포함된 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비가 30wt% : 70wt% 로 구성된 경우, 제1 스택(510)으로부터 발광된 청색 광의 휘도가, 초기 휘도 대비 약 97% 정도까지 감소될 때까지의 최소 시간은 55hr, 최대 시간은 80hr 이며, 평균적으로 68hr 임을 알 수 있다.
- [0126] 이와 비교하여, 정공 주입층(511)에 포함된 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비가 60wt% : 40wt% 로 구성된 경우, 제1 스택(510)으로부터 발광된 청색 광의 휘도가, 초기 휘도 대비 약 97% 정도까지 감소될 때까지의 최소 시간은 100hr, 최대 시간은 140hr 이며, 평균적으로 113hr 이었다.
- [0127] 또한, 정공 주입층(511)에 포함된 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비가 40wt% : 60wt% 로 구성된 경우, 제1 스택(510)으로부터 발광된 청색 광의 휘도가, 초기 휘도 대비 약 97% 정도까지 감소될 때까지의 최소 시간은 99hr, 최대 시간은 130hr 이며, 평균적으로 112hr 이었다.
- [0128] 또한, 정공 주입층(511)에 포함된 루브렌(Rubrene)과 플루오르화마그네슘(MgF2)의 중량비가 50wt% : 50wt% 로 구성된 경우, 제1 스택(510)으로부터 발광된 청색 광의 휘도가, 초기 휘도 대비 약 97% 정도까지 감소될 때까지의 최소 시간은 105hr, 최대 시간은 166hr 이며, 평균적으로 124hr 이었다.
- [0129] 즉, 도 4a, 도 4b 및 도 5를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따라 혼합 구조의 제1 정공 수송층(512)을 포함하는 유기 발광 표시 장치(1000)에 있어서, 정공 주입층(511)에 포함된 무기물의 중량을 A, 유기물의 중량을 B 라고 했을 때, A와 B가 하기 수식(1) 내지 수식(3):
- [0130] [수식(1)] $B > A$ and $A \geq 2/3 \times B$
- [0131] [수식(2)] $A > B$ and $B \geq 2/3 \times A$
- [0132] [수식(3)] $A = B$
- [0133] 중 하나를 만족하도록 구성된 경우, 제1 스택(510) 내에서의 정공과 전자의 균형이 유지되면서, 제1 스택(510)으로부터 발광된 청색 광의 수명이 향상되는 효과가 있음을 알 수 있다. 다시 말하면, 정공 주입층(511)에 포함된 유기물과 무기물의 중량의 합을 100wt%라고 했을 때, 유기물은 40wt% 이상 60wt% 이하의 범위이고, 무기물 또한 40wt% 이상 60wt% 이하의 범위로 구성되는 경우, 애노드(400)와 정공 주입층(511) 사이의 에너지 레벨 및 정공 이동도가 최적화됨으로써, 애노드(400)에 가장 가깝게 배치된 제1 스택(510)으로부터 발광되는 광의 수명이 향상되는 동시에, 시간의 흐름에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 구동 전압의 변동 또한 최소화될 수 있다.
- [0134] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)에서, 제1 정공 수송층(512)을 서로 상이한 정공 이동도를 갖는 2종 물질이 포함된 혼합 구조(mixed structure)로 구성하고, 2종 물질 간의 정공 이동도 크기 및 중량비를 최적화함으로써, 유기 발광 표시 장치의 수명 특성 및 진행성 구동 전압 특성이 향상될 수 있다. 뿐만 아니라, 상기와 같은 혼합 구조의 제1 정공 수송층(512)과 애노드(400) 사이에 배치된 정공 주입층(511)에 포함된 유기물과 무기물의 중량비를 조절하여, 제1 발광층(513) 내의 차지 밸런스 및 정공 주입

층과 애노드 사이의 에너지 레벨을 최적화함으로써, 유기 발광 표시 장치의 수명이 향상되고, 시간의 흐름에 따른 구동 전압이 감소될 수 있다.

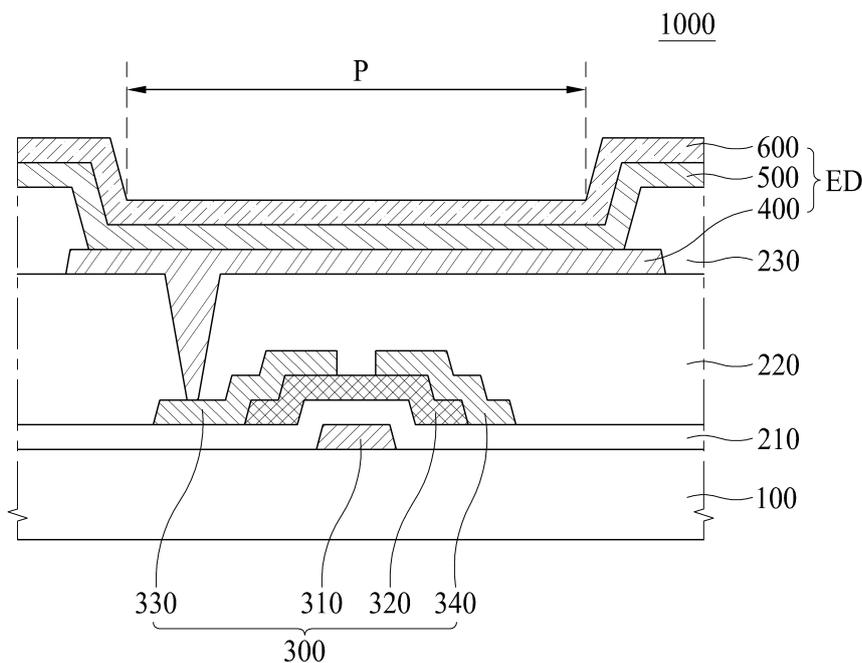
[0135] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- | | |
|--------------------------|----------------|
| [0136] 1000: 유기 발광 표시 장치 | 100: 기판 |
| 300: 박막 트랜지스터 | ED: 유기 발광 소자 |
| 400: 애노드 | 500: 발광부 |
| 510: 제1 스택 | 520: 제2 스택 |
| 530: 제3 스택 | 540: 제1 전하 생성층 |
| 550: 제2 전하 생성층 | 511: 정공 주입층 |
| 512: 제1 정공 수송층 | 513: 제1 발광층 |
| 514: 제1 전자 수송층 | 522: 제2 정공 수송층 |
| 523: 제2 발광층 | 524: 제2 전자 수송층 |
| 532: 제3 정공 수송층 | 533: 제3 발광층 |
| 534: 제3 전자 수송층 | 600: 캐소드 |

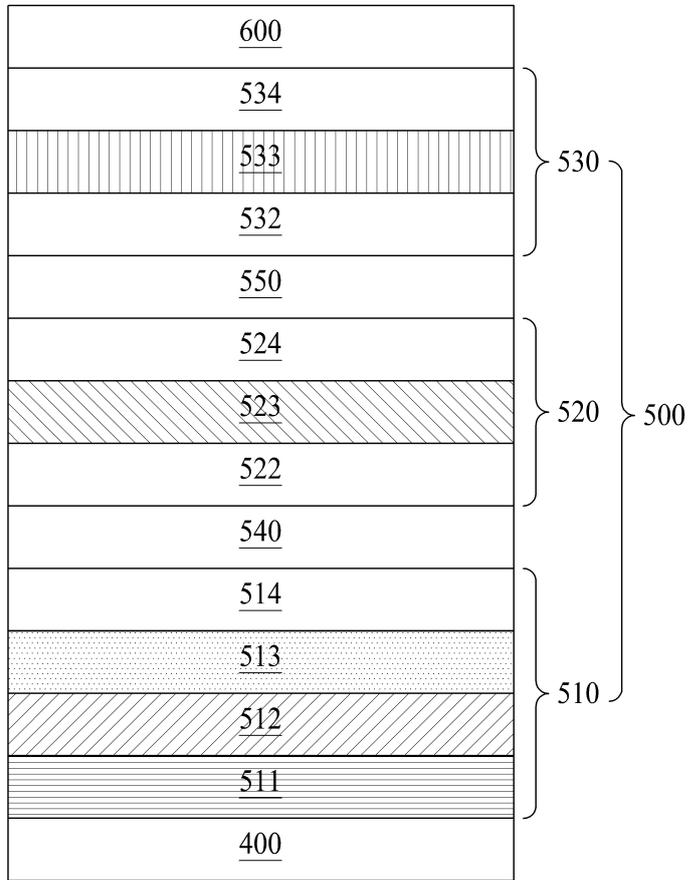
도면

도면1

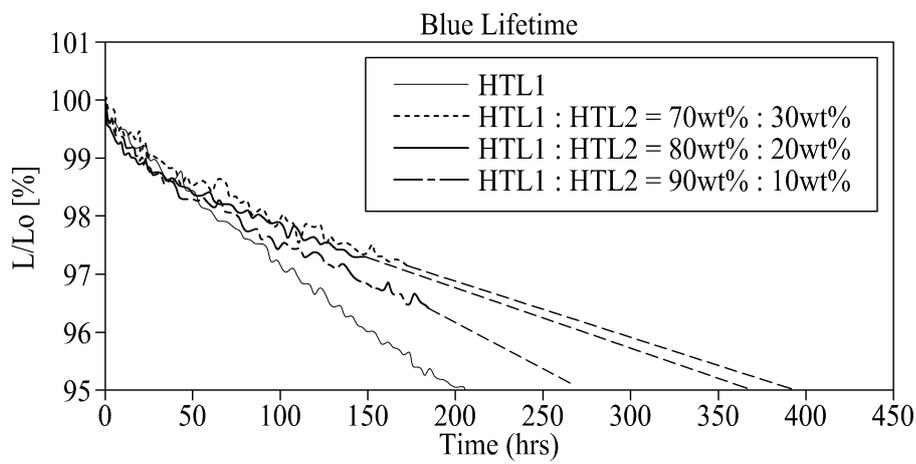


도면2

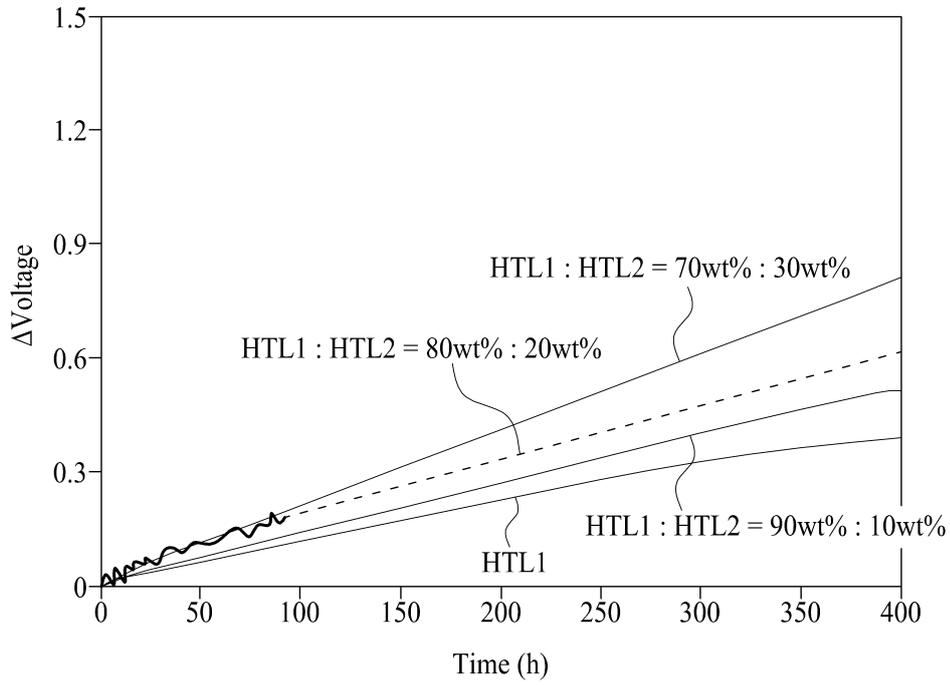
1000



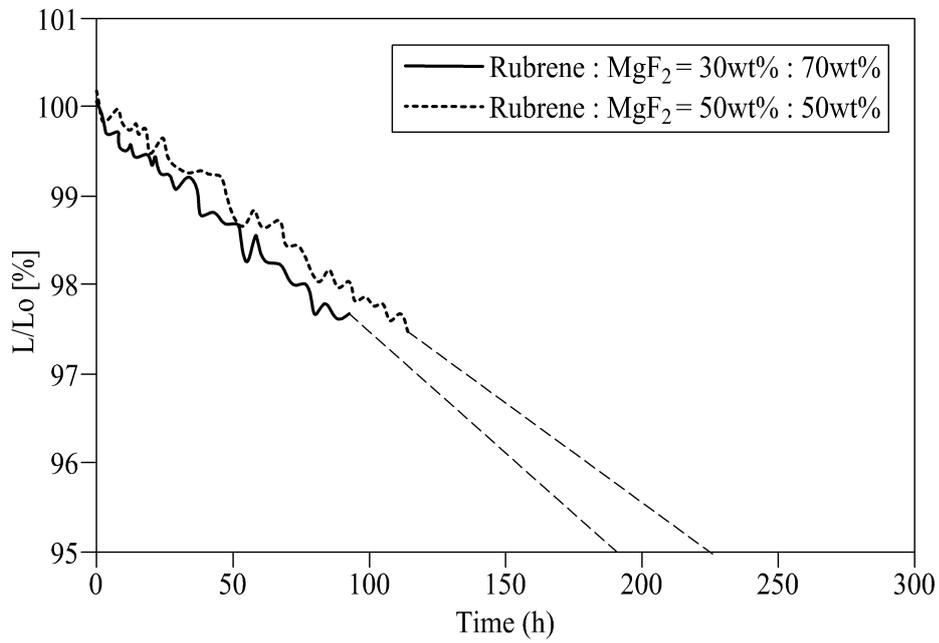
도면3a



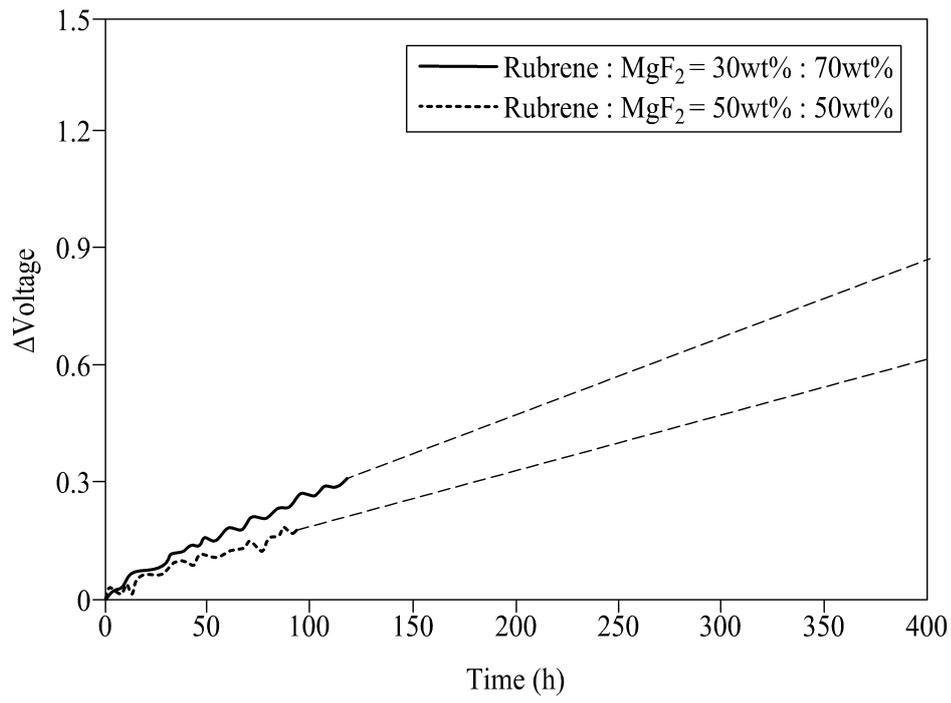
도면3b



도면4a



도면4b



도면5

