



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0080334

(43) 공개일자 2015년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/50 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0169365

(22) 출원일자 2013년12월31일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

김호성

경기 수원시 장안구 수일로123번길 67, (송죽동)

김광현

대구 북구 중앙대로 591, 205동 204호 (침산동, 침산동코오롱하늘채아파트)

(74) 대리인

김기문

전체 청구항 수 : 총 12 항

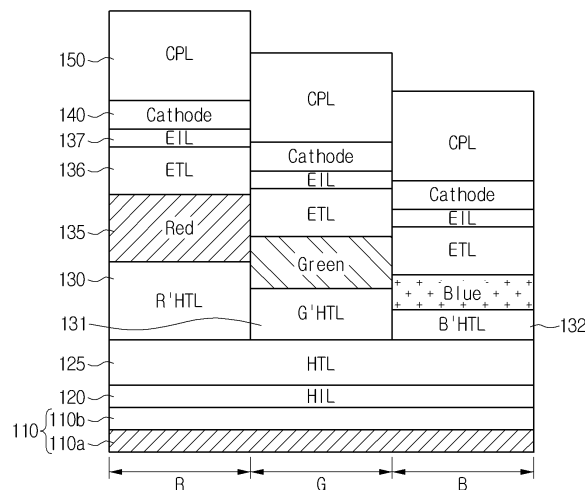
(54) 발명의 명칭 유기전계발광표시장치

(57) 요약

본 발명은 유기전계발광표시장치를 개시한다. 개시된 본 발명의 유기전계발광표시장치는, 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역이 구획된 제1 전극; 상기 제1 전극 상에 배치된 정공주입층; 상기 정공주입층 상에 배치된 제1 정공수송층; 상기 제1 정공수송층 상의 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역에 각각 배치된 제2, 3, 4 정공수송층들; 상기 제2, 3, 4 정공수송층들 상에 배치된 유기발광층; 상기 유기발광층 상에 배치된 전자수송층; 및 상기 전자수송층 상에 배치된 제2 전극을 포함하고, 상기 제2, 3, 4 정공수송층들의 정공이동도와 상기 전자수송층의 전하이동도는 서로 다른 값을 갖는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 유기전계발광표시장치는, 유기발광다이오드에 형성되는 정공수송층과 전자수송층의 이동도를 다르게 하여 광효율과 소자 수명을 개선한 효과가 있다.

대표도 - 도4



명세서

청구범위

청구항 1

적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역이 구획된 제1 전극;

상기 제1 전극 상에 배치된 정공주입층;

상기 정공주입층 상에 배치된 제1 정공수송층;

상기 제1 정공수송층 상의 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역에 각각 배치된 제2, 3, 4 정공수송층들;

상기 제2, 3, 4 정공수송층들 상에 배치된 유기발광층;

상기 유기발광층 상에 배치된 전자수송층; 및

상기 전자수송층 상에 배치된 제2 전극을 포함하고,

상기 제2, 3, 4 정공수송층들의 정공이동도와 상기 전자수송층의 전자이동도는 서로 다른 값을 갖는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 유기발광층은 재결합 영역의 최고지점이 전하 밀도의 최고지점과 중첩되지 않도록 시프트되어 형성된 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 유기발광층과 인접한 상기 제2, 3, 4 정공수송층들은 각각 올리고티오펜(oligothiophene), 올리고세(oligocene), 트리페닐아민(triphenylamines), 카바졸(cabazole) 유도체 중 어느 하나를 포함하는 유기전계발광표시장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 유기발광층과 인접한 상기 제2, 3, 4 정공수송층들은 정공이동도가 $3 \times 10^{-4} [\text{cm}^2/\text{Vs}]$ 인 값을 갖는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 유기발광층과 인접한 상기 전자수송층은 페릴렌스(perylenes), 테트라싸이아풀발렌(tetrathiafulvalenes), 풀러렌(fullerenes), 디아졸(diazole), 이미다졸(imidazole) 유도체 중 어느 하나를 포함하는 유기전계발광표시장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 유기발광층과 인접한 상기 전자수송층은 전자이동도가 $6.6 \times 10^{-8} [\text{cm}^2/\text{Vs}]$ 인 값을 갖는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치.

청구항 7

적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역이 구획된 제1 전극;

상기 제1 전극 상에 배치된 정공주입층;

상기 정공주입층 상에 배치된 제1 정공수송층;

상기 제1 정공수송층 상의 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역에 각각 배치되고, 각각 다수의 수송층들이 적층되어 형성된 제2, 3, 4 정공수송층들;

상기 제2, 3, 4 정공수송층들 상에 배치된 유기발광층;

상기 유기발광층 상에 배치되고, 다수의 층들이 적층 형성된 전자수송층; 및

상기 전자수송층 상에 배치된 제2 전극을 포함하고,

상기 제2, 3, 4 정공수송층들의 정공이동도와 상기 전자수송층의 전하이동도는 서로 다른 값을 갖는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 유기발광층은 재결합 영역의 최고지점이 전하 밀도의 최고지점과 중첩되지 않도록 시프트되어 형성된 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 각각 제2, 3, 4 정공수송층들을 구성하는 다수의 수송층들 중 상기 유기발광층과 인접한 수송층들은 각각 올리고티오펜(oligothiophene), 올리고세(oligocene), 트리페닐아민(triphenylamines), 카바졸(cabazole) 유도체 중 어느 하나를 포함하는 유기전계발광표시장치.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 각각 제2, 3, 4 정공수송층들을 구성하는 다수의 수송층들 중 상기 유기발광층과 인접한 수송층들은 정공이동도가 $3 \times 10^{-4} [\text{cm}^2/\text{Vs}]$ 인 값을 갖는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치.

청구항 11

제7항에 있어서, 상기 전자수송층을 구성하는 다수의 층들 중 상기 유기발광층과 인접한 층은 각각 페릴렌스(perylenes), 테트라싸이아풀발렌(tetrathiafulvalenes), 풀러렌(fullerenes), 디아졸(diazole), 이미다졸(imidazole) 유도체 중 어느 하나를 포함하는 유기전계발광표시장치.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 전자수송층을 구성하는 다수의 층들 중 상기 유기발광층과 인접한 층은 전하이동도가 $6.6 \times 10^{-8} [\text{cm}^2/\text{Vs}]$ 인 값을 갖는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기전계발광표시장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 유기발광 다이오드에 형성되는 정공수송층과 전자수송층의 이동도를 조절하여, 고온 신뢰성 및 소자 수명을 개선한 유기전계발광표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기전계발광표시장치에 사용되는 유기발광다이오드는 두 개의 전극 사이에 발광층이 형성된 자발광소자이다. 유기발광다이오드는 전자(electron) 주입전극(cathode)과 정공(hole) 주입전극(anode)으로부터 각각 전자와 정공을 발광층 내부로 주입시켜, 주입된 전자와 정공이 결합한 엑시톤(exciton)이 여기 상태에서부터 기저상태로 떨어질 때 발광하는 소자이다.

[0003] 유기발광다이오드를 이용한 유기전계발광표시장치는 빛이 방출되는 방향에 따라 상부발광(Top-Emission) 방식, 하부발광(Bottom-Emission) 방식 및 양면발광(Dual-Emission) 등이 있고, 구동방식에 따라 수동매트릭스형(Passive Matrix)과 능동매트릭스형(Active Matrix) 등으로 나뉘어진다.

[0004] 유기전계발광표시장치는 매트릭스 형태로 배치된 복수의 서브 픽셀에 스캔 신호, 데이터 신호 및 전원 등이 공급되면, 선택된 서브 픽셀이 발광을 하게 됨으로써 영상을 표시할 수 있다.

[0005] 한편, 유기전계발광표시장치는 표시패널의 발광 효율과 색좌표를 개선하기 위한 방안으로 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀들의 두께를 달리하는 마이크로 캐비티(micro cavity) 구조가 제안되어 왔다.

[0006] 도 1은 종래 유기전계발광표시장치의 서브 화소 영역에 형성된 유기발광다이오드의 구조를 도시한 도면이다.

[0007] 도 1을 참조하면, 유기발광다이오드는 전기에너지를 빛에너지로 전환하는 유기전자 소자로서 애노드 전극(E1:ANODE)과 캐소드 전극(E2: CATHODE) 사이에 빛을 내는 유기발광층(Emission Layer: EML)을 포함하는 구조로 이루어져 있다. 상기 애노드 전극(E1)으로부터는 정공이 주입되며 캐소드 전극(E2)으로부터는 전자가 주입된다.

[0008] 상기 전극들(E1, E2)로부터 주입된 정공과 전자는 빛을 내는 유기발광층(emissionlayer : EML)에 주입되어 여기자인 엑시톤(exciton)을 형성하고, 이 엑시톤은 에너지를 빛으로 방출하면서 발광하게 된다. 또한, 이들 전극들(E1, E2)로부터 유기발광층(EML)으로의 정공 및 전자의 주입을 원활하게 하기 위해 유기발광층(EML)과 애노드 전극(E1) 사이에는 정공주입층(Hole Injection Layer: HIL), 정공수송층(Hole Transport Layer: HTL)이 형성되며, 유기발광층(EML)과 캐소드 전극(E2) 사이에는 전자수송층(Electron Transport Layer : ETL) 및 전자주입층(Electron Injection Layer : EIL, 미도시)이 형성된다.

[0009] 일반적으로 유기발광다이오드의 유기발광층(EML)은 정공과 전자들이 존재하는 영역을 전하밀도 영역으로 표시되고, 상기 전하밀도 영역은 중심영역이 가장 높은 전하밀도를 갖는 최고지점이고, 중심영역을 기준으로 좌우측 영역으로 갈수록 전하밀도가 낮아지는 형태를 나타낸다.

[0010] 또한, 상기 유기발광층(EML)의 전하밀도 영역과 함께 실제 전자와 정공들이 결합하는 재결합 영역이 형성되는데, 일반적으로 재결합 영역(Recombination Zone)의 중심과 상기 전하밀도 영역의 최고지점이 서로 일치하도록 유기발광다이오드를 제조한다. 상기 재결합 영역의 중심도 결합할 전자와 정공들을 밀도가 가장 높은 최고지점이다.

[0011] 상기 전하밀도 영역은 유기발광층(EML)의 물질 특성에 의해 상기 유기발광층(EML)의 중심 영역에 고정된 형태로 형성되고, 상기 재결합 영역은 재결합을 위해 유입되는 전자와 정공들의 확산 정도에 따라 그 형성 위치가 변할 수 있다.

[0012] 일반적으로 유기발광다이오드는 유기발광층(EML), 정공수송층(HTL) 및 전자수송층(ETL) 들의 두께를 조절하여 재결합 전자와 정공들 밀도가 가장 높은 재결합 영역의 최고지점을 전하밀도의 최고지점과 일치하도록 제조한다.

[0013] 도 2 및 도 3은 종래 유기발광다이오드의 수명 특성과 고온 신뢰성 검사 후 휘도 특성을 도시한 도면이다.

[0014] 도 2 및 도 3을 참조하면, 검사를 진행한 적색(R) 유기발광다이오드는 시간(Hr)에 따라 순차적으로 휘도 특성이 저하되고, 수명이 감소하는 것을 볼 수 있다.

[0015] 또한, 유기발광다이오드를 실온에서 시간[T]에 따라 동작하는 경우의 전류효율[cd/A] 그래프(—●—:Red)와, 고온에서 시간[T]에 따라 동작한 경우의 전류효율[cd/A] 그래프(----:R-after 240hr)를 비교해 보면, 고온 신뢰성

검사를 진행한 후에는 전류효율이 떨어지는 것을 볼 수 있다.

[0016] 유기발광다이오드의 전류효율은 휘도와 관계되기 때문에 종래 유기발광다이오드는 고온 신뢰성 검사 후에 휘도가 저하가 발생하는 문제가 있다.

[0017] 이것은 도 1에서 설명한 바와 같이, 제조시 유기발광다이오드의 유기발광층은 전하밀도가 가장 높은 영역과 재결합 영역의 중심이 중첩되도록 제조되나, 동작 중 재결합 영역이 전하 밀도가 낮은 영역으로 확산되기 때문에 발생된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0018] 본 발명은, 유기발광다이오드의 정공수송층과 전자수송층의 이동도 차이를 이용하여, 유기발광층의 전하밀도가 가장 높은 최고지점과 재결합 영역의 최고 지점이 서로 중첩되지 않도록 함으로써, 광효율과 소자 수명을 개선한 유기전계발광표시장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0019] 또한, 본 발명은, 유기발광다이오드가 동작 중 유기발광층의 재결합 영역이 정공수송층과 전자수송층의 이동도 차이에 의해 전하 밀도가 높은 영역으로 확산되도록 하여 소자의 고온 신뢰성 및 소자 수명 특성을 개선한 유기전계발광표시장치를 제공하는데 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0020] 상기와 같은 종래 기술의 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제1실시예에 따른 유기전계발광표시장치는, 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역이 구획된 제1 전극; 상기 제1 전극 상에 배치된 정공주입층; 상기 정공주입층 상에 배치된 제1 정공수송층; 상기 제1 정공수송층 상의 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역에 각각 배치된 제2, 3, 4 정공수송층들; 상기 제2, 3, 4 정공수송층들 상에 배치된 유기발광층; 상기 유기발광층 상에 배치된 전자수송층; 및 상기 전자수송층 상에 배치된 제2 전극을 포함하고, 상기 제2, 3, 4 정공수송층들의 정공이동도와 상기 전자수송층의 전하이동도는 서로 다른 값을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 본 발명의 제2실시예에 따른 유기전계발광표시장치는, 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역이 구획된 제1 전극; 상기 제1 전극 상에 배치된 정공주입층; 상기 정공주입층 상에 배치된 제1 정공수송층; 상기 제1 정공수송층 상의 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역에 각각 배치되고, 각각 다수의 수송층들이 적층되어 형성된 제2, 3, 4 정공수송층들; 상기 제2, 3, 4 정공수송층들 상에 배치된 유기발광층; 상기 유기발광층 상에 배치되고, 다수의 층들이 적층 형성된 전자수송층; 및 상기 전자수송층 상에 배치된 제2 전극을 포함하고, 상기 제2, 3, 4 정공수송층들의 정공이동도와 상기 전자수송층의 전하이동도는 서로 다른 값을 갖는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따른 유기전계발광표시장치는, 유기발광다이오드의 정공수송층과 전자수송층의 이동도 차이를 이용하여, 유기발광층의 전하밀도가 가장 높은 최고지점과 재결합 영역의 최고 지점이 서로 중첩되지 않도록 함으로써, 광효율과 소자 수명을 개선한 효과가 있다.

[0023] 또한, 본 발명에 따른 유기전계발광표시장치는, 유기발광다이오드가 동작 중 유기발광층의 재결합 영역이 정공수송층과 전자수송층의 이동도 차이에 의해 전하 밀도가 높은 영역으로 확산되도록 하여 소자의 고온 신뢰성 및 소자 수명 특성을 개선한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 종래 유기전계발광표시장치의 서브 화소 영역에 형성된 유기발광다이오드의 구조를 도시한 도면이다.

도 2 및 도 3은 종래 유기발광다이오드의 수명 특성과 고온 신뢰성 검사 후 휘도 특성을 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기전계발광표시장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명에 따라 유기발광층(EML) 영역에서 재결합 영역이 확산되는 원리를 설명하기 위한 도면이다.

도 6 및 도 7은 본 발명에 따른 유기발광다이오드의 정공수송층과 전자수송층의 이동도 차이에 따라 재결합 영역이 확산되는 방향을 도시한 도면이다.

도 8 및 도 9는 본 발명의 유기발광다이오드의 수명 특성과 고온 신뢰성 검사 후 휘도 특성을 도시한 도면이다.

도 10 및 도 11은 본 발명의 유기발광다이오드의 양자효율(Q.E) 및 전류밀도 특성을 도시한 도면이다.

도 12는 본 발명의 제2실시예에 따른 유기전계발광표시장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 13a 및 도 13b는 상기 도 12의 정공수송층과 전자수송층의 구조를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 본 발명의 실시예들은 도면을 참고하여 상세하게 설명한다. 다음에 소개되는 실시예들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되어지는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 그리고 도면들에 있어서, 장치의 크기 및 두께 등은 편의를 위하여 과장되어 표현될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0026] 본 발명에 따른 유기전계발광표시장치는 타이밍제어부, 데이터구동부, 스캔구동부 및 표시패널이 포함된다.
- [0027] 타이밍제어부는 외부 예컨대 영상처리부로부터 수직 동기신호, 수평 동기신호, 데이터 인에이블 신호, 클럭신호 및 데이터신호를 공급받는다. 타이밍제어부는 수직 동기신호, 수평 동기신호, 데이터 인에이블 신호, 클럭신호 등의 타이밍신호를 이용하여 데이터구동부와 스캔구동부의 동작 타이밍을 제어한다.
- [0028] 데이터구동부는 타이밍제어부로부터 공급된 데이터 타이밍 제어신호에 응답하여 타이밍제어부로부터 공급되는 데이터신호를 샘플링하고 래치하여 병렬 데이터 체계의 데이터신호로 변환한다. 데이터구동부는 감마기준전압에 대응하여 디지털 데이터신호를 병렬 데이터 체계의 아날로그 데이터신호로 변환한다. 데이터구동부는 데이터 라인들을 통해 변환된 데이터신호를 표시패널에 포함된 서브 픽셀들에 공급한다.
- [0029] 스캔구동부는 타이밍제어부로부터 공급된 게이트 타이밍 제어신호에 응답하여 스캔신호를 순차적으로 생성한다. 스캔구동부는 스캔라인들을 통해 생성된 스캔신호를 표시패널에 포함된 서브 픽셀들에 공급한다.
- [0030] 표시패널은 매트릭스형태로 배치된 서브 픽셀들을 포함한다. 서브 픽셀들은 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀로 구성되거나 백색 서브 픽셀과 백색 서브 픽셀의 백색 광을 적색, 녹색 및 청색으로 변환하는 색변환층으로 구성될 수 있다. 서브 픽셀들은 패시브형 또는 액티브형으로 구성된다. 예컨대 액티브형 서브 픽셀에는 스캔신호에 응답하여 데이터신호를 공급하는 스위칭 트랜지스터, 데이터신호를 데이터전압으로 저장하는 커패시터, 데이터전압에 대응하여 구동전류를 생성하는 구동 트랜지스터 및 구동전류에 대응하여 광을 출사하는 유기발광 다이오드가 포함된다. 액티브형 서브 픽셀들은 스위칭 트랜지스터, 구동 트랜지스터, 커패시터 및 유기발광 다이오드를 포함하는 2T(Transistor)1C(Capacitor) 구조로 구성되거나 3T1C, 4T2C, 5T2C 등과 같이 트랜지스터나 커패시터가 더 추가된 구조로 구성될 수도 있다. 또한, 서브 픽셀들은 구조에 따라 전면발광(Top-Emission) 방식, 배면발광(Bottom-Emission) 방식 또는 양면발광(Dual-Emission) 방식으로 형성될 수 있다.
- [0031] 한편, 표시패널을 구성하는 서브 픽셀들은 발광 효율과 색좌표를 개선하기 위한 마이크로 캐비티(micro cavity) 또는 스택(stack) 구조로 구성되는데, 이를 더욱 자세히 설명하면 다음과 같다.
- [0032] 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기전계발광표시장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0033] 도 4를 참조하면, 본 발명의 유기전계발광표시장치는 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역들로 구분되는 기판 상에 반사 전극 역할을 하는 제1 전극(110)을 형성하고, 상기 제1 전극(110) 상에 정공주입층(HIL: Hole Injection Layer, 120)과 제1 정공수송층(HTL: Hole Transport Layer, 125)이 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역에 공통으로 적층된다.

- [0034] 상기 제1 전극(110)은 유기발광다이오드의 애노드(anode) 전극 역할을 하고, 알루미늄(Al), 은(Ag)과 같이 반사율이 높은 제1 금속막(110a) 상에 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 등과 같은 투명성 도전물질로된 제2 금속막(110b)이 적층 형성될 수 있다.
- [0035] 상기 정공주입층(120)은 아릴아민 염기 계열(Arylamine Base)인 NATA, 2T-NATA, NPNPB와, P 도펀트(P-doped System)인 F4-TCNQ, PPDN로 이루어진 군에서 선택되어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0036] 상기 제1 정공수송층(HTL: 125)은 아릴아민 염기 계열(Arylamine Base)인 TPD(N,N'-bis-(3-methylphenyl)-N,N'-bis-(phenyl)-benzidine), PPD, TTBND, FFD, p-dmDPS, TAPC와, 스타버스트 아로메틱 아민 계열(Starbust aromatic amine)인 TCTA, PTDATA, TDAPB, TDBA, 4-a, TCTA와, 스피로 및 래더 타입 물질인(Spiro and Ladder Type) Spiro-TPD, Spiro-mTTB, Spiro-2와, NPD(N,N-dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine), s-TAD 및 MTDATA(4,4',4''-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenyl-amino)-triphenylamine)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0037] 상기 제1 정공수송층(HTL: 125) 상에는 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역에서 각각 제2, 3 및 4 정공수송층들(R' HTL, G' HTL, B' HTL: 130, 131, 132)이 형성될 수 있다. 상기 제2, 3 및 4 정공수송층들(R' HTL, G' HTL, B' HTL: 130, 131, 132)은 서로 다른 두께로 형성될 수 있다.
- [0038] 또한, 상기 제2, 3 및 4 정공수송층들(R' HTL, G' HTL, B' HTL: 130, 131, 132)은 상기 제1 정공수송층(HTL: 125)과 동일한 물질로 형성되거나, 이동도 조절을 위해 올리고티오펜(oligothiophene), 올리고세(oligocene), 트리페닐아민(triphenylamines), 카바졸(cabazole) 유도체 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0039] 또한, 상기 제2, 3 및 4 정공수송층들(130, 131, 132)은 정공이동도가 $3 \times 10^{-4} \text{ [cm}^2/\text{Vs}]$ 인 값을 갖는 재료로 형성될 수 있다.
- [0040] 상기 제2, 3 및 4 정공수송층들(R' HTL, G' HTL, B' HTL: 130, 131, 132) 상에는 각각 적색(R), 녹색(G), 청색(B) 서브 화소 영역별로 유기발광층(135)이 형성되고, 상기 유기발광층(135)은 정공과 전자를 각각 수송 받아 결합시킴으로써 가시광선 영역의 빛을 낼 수 있는 물질을 포함할 수 있다.
- [0041] 상기 유기발광층(135)은 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역과 대응되는 영역에 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층으로 구분되어 형성되고, 각각의 발광층들의 두께는 서로 다른 두께를 가질 수 있다.
- [0042] 발광층의 재료로는 당해 기술분야에 알려져 있는 재료를 사용할 수 있다. 예를 들어, 발광층 재료로는 형광이나 인광에 대한 양자효율이 좋은 물질을 사용할 수 있다. 발광층 재료의 구체적인 예로, 적색(R) 발광층인 경우, CBP(carbazole biphenyl) 또는 mCP(1,3-bis(carbazol-9-yl))를 포함하는 호스트 물질을 포함하며, PIQIr(acac)(bis(1-phenylisoquinoline)acetylacetonate iridium), PQIr(acac)(bis(1-phenylquinoline)acetylacetonate iridium), PQIr(tris(1-phenylquinoline)iridium) 및 PtOEP(octaethylporphyrin platinum)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 포함하는 도펀트를 포함하는 인광물질로 이루어질 수 있고, 이와는 달리 PBD:Eu(DBM)3(Phen) 또는 Perylene을 포함하는 형광물질로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0043] 녹색(G) 발광층인 경우, CBP 또는 mCP를 포함하는 호스트 물질을 포함하며, Ir(ppy)3(fac tris(2-phenylpyridine)iridium)을 포함하는 도펀트 물질을 포함하는 인광물질로 이루어질 수 있고, 이와는 달리, Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum)을 포함하는 형광물질로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0044] 청색(B) 발광층인 경우, CBP 또는 mCP를 포함하는 호스트 물질을 포함하며, (4,6-F2ppy)2Irpic을 포함하는 도펀트 물질을 포함하는 인광물질로 이루어질 수 있고, 이와는 달리, spiro-DPVBi, spiro-6P, 디스틸벤젠(DSB), 디스틸아릴렌(DSA), PFO계 고분자 및 PPV계 고분자로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하는 형광물질로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0045] 상기 유기발광층(135) 상에는 전자수송층(ETL: Electron Transport Layer, 136)이 형성되고, 상기 전자수송층(136) 상에는 전자주입층(EIL: Electron Injection Layer, 137)이 형성된다.
- [0046] 상기 전자수송층(136)은 전자의 수송을 원활하게 하는 역할을 하며, Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), PBD, TAZ, spiro-PBD, BAiq 및 SAiq로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0047] 또한, 상기 전자수송층(136)은 전자이동도 조절을 위해 페릴렌스(perylenees), 테트라싸이아폴발렌

(tetrathiafulvalenes), 풀러렌(fullerenes), 디아졸(diazole), 이미다졸(imidazole) 유도체 중 어느 하나를 선택하여 포함할 수 있다.

- [0048] 또한, 상기 전자수송층(136)은 전자이동도가 $6.6 \times 10^{-8} [\text{cm}^2/\text{Vs}]$ 인 값을 갖는 재료로 형성될 수 있다.
- [0049] 특히, 본 발명에서는 상기 유기발광층(135)에서 형성되는 재결합 영역의 중심(최고지점)이 전하밀도의 최고지점과 서로 중첩되지 않도록 하기 위해 상기 제2, 3 및 4 정공수송층들(R' HTL, G' HTL, B' HTL: 130, 131, 132)의 정공이동도와 상기 전자수송층(136)의 전자이동도를 서로 다르게 설정할 수 있다.
- [0050] 상기 전자주입층(137) 상에는 제2 전극(140)이 형성되고, 상기 제2 전극(140) 상에는 캐핑층(CPL: Capping Layer, 150)이 형성된다.
- [0051] 상기 제2 전극(140)은 캐소드(Cathode) 전극으로써, 일함수가 낮으면서 전도성이 우수하며 면 저항이 낮은 물질을 사용하는데, 1족 혹은 2족의 알칼리금속 혹은 알칼리 토금속 및 전이금속이 이용될 수 있다. 예로, 은(Ag), 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 리튬(Li), 칼슘(Ca), 플루오르화리튬(LiF), IT0, IZO 등으로 구성된 단층전극, 다층전극 또는 이들을 혼합한 혼합전극으로 구성될 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0052] 또한, 상기 캐핑층(150)은 NPD와 같은 물질로 형성될 수 있다.
- [0053] 본 발명에 따른 유기전계발광표시장치는, 유기발광다이오드의 정공수송층과 전자수송층의 이동도 차이를 이용하여, 유기발광층의 전하밀도의 최고지점과 재결합 영역의 최고 지점이 서로 중첩되지 않도록 하였다. 재결합 중심 영역 역시, 재결합하는 전자와 정공의 밀도가 가장 높은 영역이다.
- [0054] 따라서, 상기 유기발광층의 재결합 중심영역은 상기 전하밀도 최고지점을 기준으로 확산되는 방향과 반대되는 방향으로 이동되어 형성되고, 유기발광다이오드가 구동하면서 재결합 영역의 중심이 전하밀도의 최고 지점으로 확산되어 광효율과 수명이 개선되도록 하였습니다.
- [0055] 도 5는 본 발명에 따라 유기발광층(EML) 영역에서 재결합 영역이 확산되는 원리를 설명하기 위한 도면이고, 도 6 및 도 7은 본 발명에 따른 유기발광다이오드의 정공수송층과 전자수송층의 이동도 차이에 따라 재결합 영역이 확산되는 방향을 도시한 도면이다.
- [0056] 도 5 내지 도 7을 참조하면, 본 발명의 제1실시예에서는 정공수송층(HTL)의 이동도와 전자수송층(ETL)의 이동도 차를 이용하여, 유기발광층(EML)에 전자와 정공들의 전하분포 영역 중심(전하밀도의 최고지점)과 재결합 영역의 최고지점이 서로 중첩되지 않도록 한다.
- [0057] 도 5에 도시된 바와 같이, 정공수송층(HTL)의 정공이동도($3 \times 10^{-4} [\text{cm}^2/\text{Vs}]$)가 전자수송층(ETL)의 전자이동도($6.6 \times 10^{-8} [\text{cm}^2/\text{Vs}]$)보다 크기 때문에 가장 높은 밀도를 갖는 재결합 영역의 중심 위치가 가장 높은 전하 분포 영역에서 상기 전자수송층(ETL) 방향으로 치우쳐 형성된다.
- [0058] 만약, 상기 전자수송층(ETL)의 이동도가 정공수송층(HTL)의 이동도보다 큰 경우에는 유기발광층(EML)의 재결합 영역의 최고지점은 전하밀도의 최고지점에서 정공수송층(HTL) 방향으로 치우쳐 형성된다.
- [0059] 따라서, 재결합 영역의 중심에서 전자와 정공들이 재결합되어 발광을 하지만, 재결합 영역의 밀도 그래프의 구조상 재결합 영역의 중심 이외의 영역에 존재하는 전자와 정공들도 전하밀도가 높은 영역으로 확산되면, 재결합 영역의 중심과 같은 전자와 정공들의 재결합율을 높일 수 있다.
- [0060] 즉, 본 발명의 재결합 영역의 중심뿐 아니라, 그 이외의 영역의 전자와 정공들도 전하밀도 중심 영역으로 확산시켜 전체적으로 재결합 영역을 확장시켜 광효율과 소자 수명을 개선하였다.
- [0061] 도 6 및 도 7을 참조하면, 도 5에서와 같은 원리로 유기발광다이오드의 유기발광층 영역에 형성되는 재결합 영역(RZ)의 중심과 전하분포도에서 가장 높은 전하밀도를 갖는 영역이 서로 중첩되지 않도록 형성된다.
- [0062] 상기와 같은 구조를 갖는 유기발광다이오드가 동작하면, 재결합 영역(RZ)이 전하 밀도의 최고지점으로 확산되기 때문에 시간에 따라 광효율이 떨어지지 않고, 증가하게 된다. 따라서, 소자의 수명이 증가하고, 고온 신뢰성 검사 후에도 휘도 저하가 발생되지 않는다.
- [0063] 도 6은 재결합 영역(RZ)이 정공수송층(HTL) 방향으로 확산되기 때문에 최초 유기발광다이오드를 제조할 때, 정공수송층(HTL)의 이동도가 전자수송층(ETL)의 이동도보다 크게 형성한다.
- [0064] 이때, 상기 정공수송층(HTL)은 해당 이동도의 재료를 사용하고, 상기 전자수송층(ETL)도 해당 이동도의 재료를

사용한다.

- [0065] 반대로 도 7에서는 재결합 영역(RZ)이 전자수송층(ETL) 방향으로 확산되기 때문에 최초 유기발광다이오드를 제조할 때, 전자수송층(ETL)의 이동도가 정공수송층(HTL)의 이동도 보다 크게 형성한다.
- [0066] 따라서, 유기발광다이오드의 정공수송층(HTL)과 전자수송층(ETL)의 이동도를 서로 다르게 할 수 있는 범위 내에서 각각의 층들은 다양한 재료로 형성될 수 있다.
- [0067] 도 8 및 도 9는 본 발명의 유기발광다이오드의 수명 특성과 고온 신뢰성 검사 후 휘도 특성을 도시한 도면이고, 도 10 및 도 11은 본 발명의 유기발광다이오드의 양자효율(Q.E) 및 전류밀도 특성을 도시한 도면이다.
- [0068] 도 8 내지 도 11을 참조하면, 본 발명의 유기발광다이오드는 유기발광층(EML)을 사이에 두고 배치되는 정공수송층(HTL)과 전자수송층(ETL)의 이동도를 다르게 하여 유기발광층(EML) 영역에서 전하밀도 최고지점과 재결합 영역의 최고지점(중심)이 서로 중첩되지 않도록 형성하였다.
- [0069] 이후, 유기발광다이오드가 동작하면, 재결합 영역은 이동도가 상대적으로 큰 값을 갖는 정공수송층(HTL) 또는 전자수송층(ETL) 방향으로 확산되어, 재결합 영역이 확산에 의해 전하 밀도 최고지점 영역으로 이동하게 된다.
- [0070] 따라서, 도면에 도시된 바와 같이, 유기발광다이오드는 시간(T)에 따라 수명이 증가하고, 고온 상태에서 동작한 유기발광다이오드와 실온 상태에서 동작한 유기발광다이오드의 휘도 특성 그래프는 거의 동일한 그래프를 그리고 있다.
- [0071] 즉, 종래 유기발광다이오드와 달리, 고온 신뢰성 검사 후에도 휘도 저하가 발생하지 않는다.
- [0072] 또한, 도 10 및 도 11에서와 같이, 종래 유기발광다이오드의 양자효율(Q.E)을 기준으로 할 때, 본 발명과 같이, 재결합 영역과 가장 높은 전하 밀도 영역을 중첩시키지 않는 구조에서 양자효율의 특성은 큰 차이가 없다.
- [0073] 또한, 구동 전압(V) 대비 전류 밀도 특성을 비교해 보면, 기준예와 본 발명에서 큰 차이가 발생되지 않고, 본 발명의 유기발광다이오드가 다소 완만한 기울기의 그래프를 그리는 것을 볼 수 있다. 이것은 정공수송층과 전자수송층의 이동도 차이로 발생하는 것으로 판단된다.
- [0074] 도 12는 본 발명의 제2실시예에 따른 유기전계발광표시장치의 구조를 도시한 도면이고, 도 13a 및 도 13b는 상기 도 12의 정공수송층과 전자수송층의 구조를 도시한 도면이다.
- [0075] 본 발명의 제2실시예는 본 발명의 제1실시예와 기본적으로 동일한 구조를 갖되, 유기발광층과 인접한 정공수송층과 전자수송층들이 각각 다층 구조로 형성된다. 따라서, 이하, 구별되는 부분을 중심으로 설명한다.
- [0076] 도 12 내지 도 13b를 참조하면, 본 발명의 유기전계발광표시장치는 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역들로 구분되는 기판 상에 제1 금속막(210a)과 제2 금속막(210b)으로 구성된 제1 전극(210)이 형성되고, 상기 제1 전극(210) 상에 정공주입층(HIL: Hole Injection Layer, 220)과 제1 정공수송층(HTL: Hole Transport Layer, 225)이 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역에 공통으로 적층된다.
- [0077] 상기 정공주입층(220)은 아릴아민 염기 계열(Arylamine Base)인 NATA, 2T-NATA, NPNPB와, P 도펀트(P-doped System)인 F4-TCNQ, PPDN로 이루어진 군에서 선택되어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0078] 상기 제1 정공수송층(HTL: 225)은 아릴아민 염기 계열(Arylamine Base)인 TPD(N,N'-bis-(3-methylphenyl)-N,N'-bis-(phenyl)-benzidine), PPD, TTBND, FFD, p-dmDPS, TAPC와, 스타버스트 아로메틱 아민 계열(Starbust aromatic amine)인 TCTA, PTDATA, TDAPB, TDBA, 4-a, TCTA와, 스피로 및 래더 타입 물질인(Spiro and Ladder Type) Spiro-TPD, Spiro-mTTB, Spiro-2와, NPD(N,N-dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine), s-TAD 및 MTDATA(4,4',4"-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenyl-amino)-triphenylamine)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0079] 상기 제1 정공수송층(HTL: 225) 상에는 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역에서 각각 제2, 3 및 4 정공수송층들(R' HTL, G' HTL, B' HTL)이 형성될 수 있다. 상기 제2, 3 및 4 정공수송층들(R' HTL, G' HTL, B' HTL)은 서로 다른 두께로 형성될 수 있다.
- [0080] 또한, 상기 적색(R) 서브 화소 영역과 대응되는 제2 정공수송층(R' HTL)은 제1, 2, 3 적색수송층들(310, 311,

312)이 적층된 구조로 형성되고, 상기 녹색(G) 서브 화소 영역과 대응되는 제3 정공수송층(G' HTL)은 제1, 2, 3 녹색수송층들(320, 321, 322)이 적층된 구조로 형성되며, 상기 청색(B) 서브 화소 영역과 대응되는 제4 정공수송층(B' HTL)은 제1, 2, 3 청색수송층들(430, 431, 432)이 적층된 구조로 형성된다.

[0081] 상기 제1, 2, 3 적색수송층들(310, 311, 312)과, 상기 제1, 2, 3 녹색수송층들(320, 321, 322) 및 제1, 2, 3 청색수송층들(430, 431, 432)은 상기 제1 정공수송층(225)을 구성하는 물질들로 이루어질 수 있고, 각각의 수송층들은 서로 다른 물질들로 형성될 수 있다.

[0082] 또한, 도 13b에 도시된 바와 같이, 적색(R) 서브 화소 영역에서 상기 2 적색수송층(311: HRCL)과 제1, 3 적색수송층들(310: HTL_1, 312: HTL_2)이 서로 다른 물질로 형성될 수 있고, 제1 및 제3 적색수송층들(310, 312)은 동일한 물질로 형성될 수 있다.

[0083] 다른 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역들도 적색(R) 서브 화소 영역과 동일한 방식으로 형성될 수 있다.

[0084] 또한, 상기 제2, 3 및 4 정공수송층들(R' HTL, G' HTL, B' HTL)은 상기 제1 정공수송층(HTL: 225)과 동일한 물질로 형성되거나, 이동도 조절을 위해 올리고티오펜(oligothiophene), 올리고세(oligocene), 트리페닐아민(triphenylamines), 카바졸(cabazole) 유도체 중 어느 하나로 형성될 수 있다.

[0085] 특히, 유기발광층(235)과 인접한 제3 적색수송층(312), 제3 녹색수송층(322) 및 제3 청색수송층(432)은 정공이동도가 $3 \times 10^{-4} [\text{cm}^2/\text{Vs}]$ 인 값을 갖는 재료로 형성될 수 있다.

[0086] 상기 제2, 3 및 4 정공수송층들(R' HTL, G' HTL, B' HTL) 상에는 각각 적색(R), 녹색(G), 청색(B) 서브 화소 영역별로 유기발광층(235)이 형성되고, 상기 유기발광층(235)은 정공과 전자를 각각 수송 받아 결합시킴으로써 가시광선 영역 빛을 낼 수 있는 물질을 포함할 수 있다.

[0087] 상기 유기발광층(235)은 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역과 대응되는 영역에 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층으로 구분되어 형성되고, 각각의 발광층들의 두께는 서로 다른 두께를 가질 수 있다.

[0088] 상기 유기발광층(235) 상에는 전자수송층(ETL: Electron Transport Layer)이 형성되고, 상기 전자수송층(ETL) 상에는 전자주입층(EIL: Electron Injection Layer, 237)이 형성된다.

[0089] 상기 전자수송층(ETL)은 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역과 대응되는 영역에 각각 적색, 녹색 및 청색 전자수송층 구조로 형성되고, 상기 적색 전자수송층은 제1, 2, 3 적색전자수송층들(410, 411, 412)로 형성된다.

[0090] 또한, 상기 녹색전자수송층은 제1, 2, 3 녹색전자수송층들(420, 421, 422)로 형성되고, 상기 청색전자수송층은 제1, 2, 3 청색전자수송층들(430, 431, 432)로 형성된다.

[0091] 상기 전자수송층(ETL)은 전자의 수송을 원활하게 하는 역할을 하며, Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), PBD, TAZ, spiro-PBD, BA1q 및 SA1q로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0092] 또한, 상기 전자수송층(ETL)은 이동도 조절을 위해 페릴렌스(perylenees), 테트라싸이아폴발렌(tetrathiafulvalenes), 풀러렌(fullerenes), 디아졸(diazole), 이미다졸(imidazole) 유도체 중 어느 하나를 선택하여 형성될 수 있다.

[0093] 또한, 도 13a에 도시된 바와 같이, 적색(R) 서브 화소 영역에서 상기 2 적색전자수송층(411: E-RCL)과 제1, 3 적색전자수송층들(410: ETL_1, 412: ETL_2)이 서로 다른 물질로 형성될 수 있고, 제1 및 제3 적색수송층들(410, 412)은 동일한 물질로 형성될 수 있다.

[0094] 다른 녹색(G) 및 청색(B) 서브 화소 영역들도 전자수송층(ETL) 구조는 적색(R) 서브 화소 영역과 동일한 방식으로 형성될 수 있다.

[0095] 또한, 상기 유기발광층(234)과 인접한 제1 적색전자수송층(410), 제1 녹색전자수송층(420) 및 제1 청색전자수송층(430)들은 전자이동도가 $6.6 \times 10^{-8} [\text{cm}^2/\text{Vs}]$ 인 값을 갖는 재료로 형성될 수 있다.

[0096] 특히, 본 발명에서는 상기 유기발광층(235)에서 형성되는 가장 밀도가 높은 재결합 영역과 가장 높은 전하 밀도 영역이 서로 중첩되지 않도록 하기 위해 상기 제2, 3 및 4 정공수송층들(R' HTL, G' HTL, B' HTL)의 이동도와 상기 전자수송층(ETL)의 이동도를 서로 다르게 설정할 수 있다.

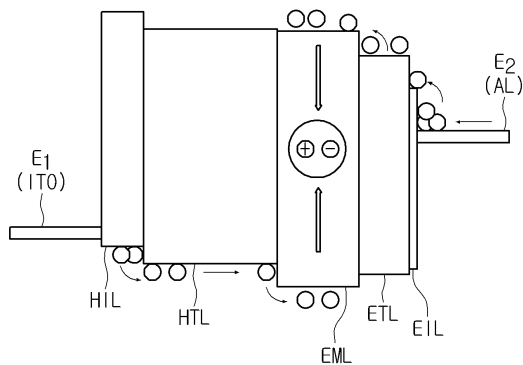
- [0097] 상기 전자주입층(237) 상에는 제2 전극(240)이 형성되고, 상기 제2 전극(240) 상에는 캐핑층(CPL: Capping Layer, 250)이 형성된다.
- [0098] 본 발명에 따른 유기전계발광표시장치는, 유기발광다이오드가 동작 중 유기발광층의 재결합 영역이 정공수송층과 전자수송층의 이동도 차이에 의해 전하 밀도 최고 지점으로 확산되도록 하여 소자의 고온 신뢰성 및 소자 수명 특성을 개선한 효과가 있다.

부호의 설명

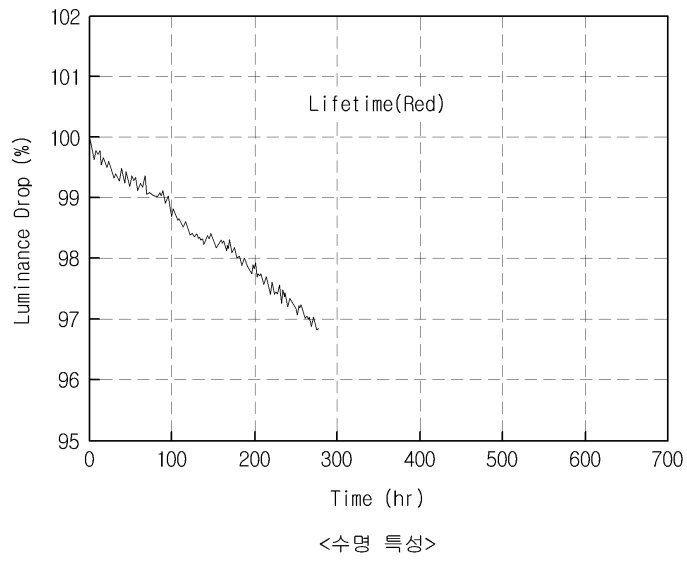
- [0099] 110: 제1 전극 120: 정공주입층
125: 제1 정공수송층 130: 제2 정공수송층
131: 제3 정공수송층 132: 제4 정공수송층
135: 유기발광층 136: 전자수송층
137: 전자주입층 140: 제2 전극
150: 캐핑층

도면

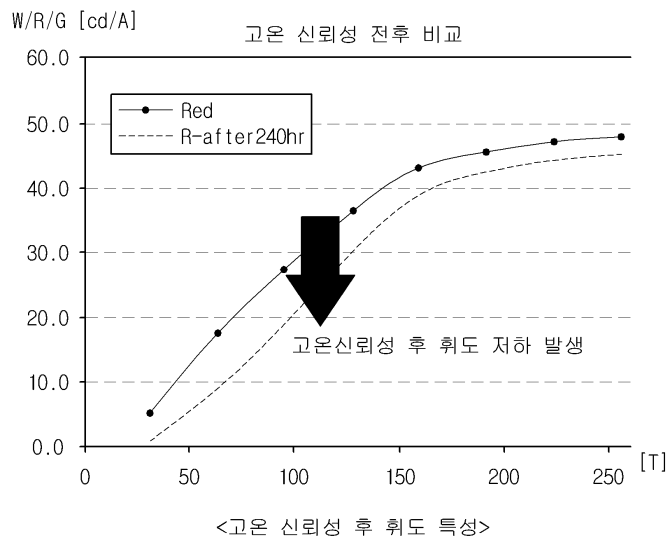
도면1



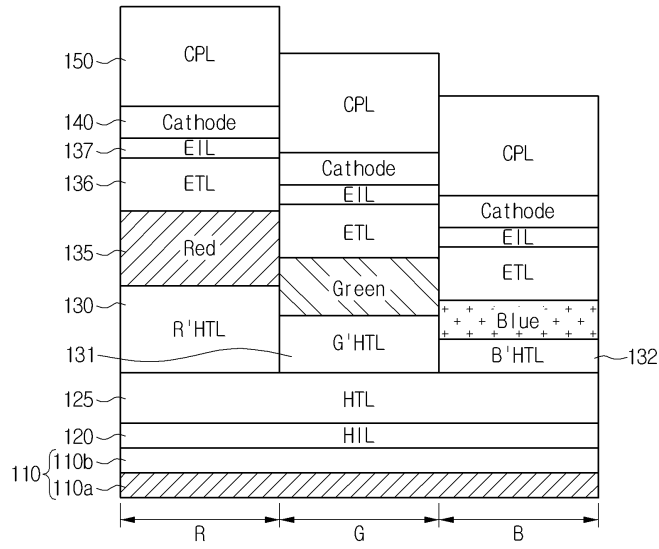
도면2



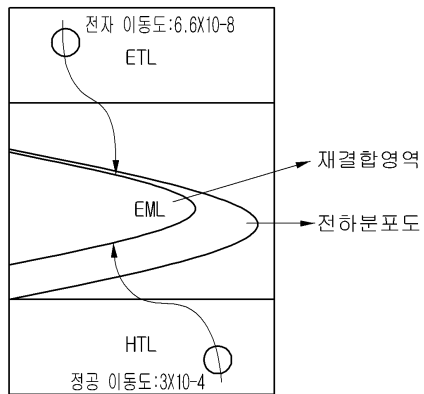
도면3



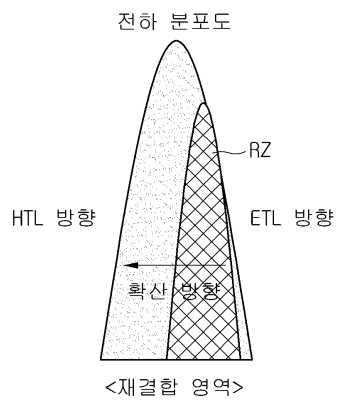
도면4



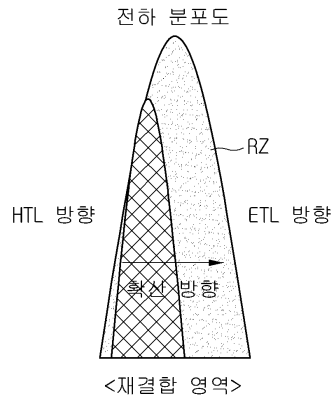
도면5



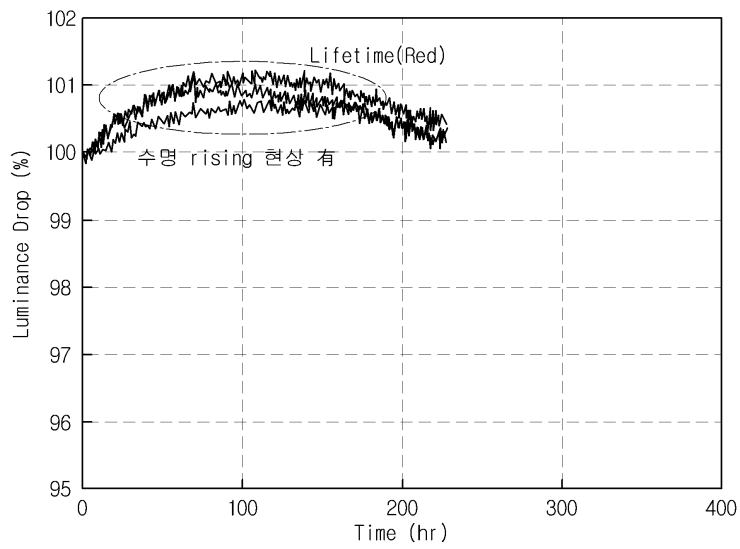
도면6



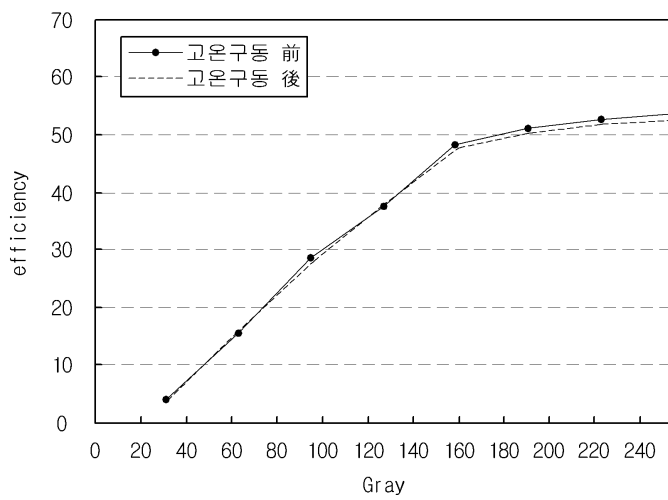
도면7



도면8



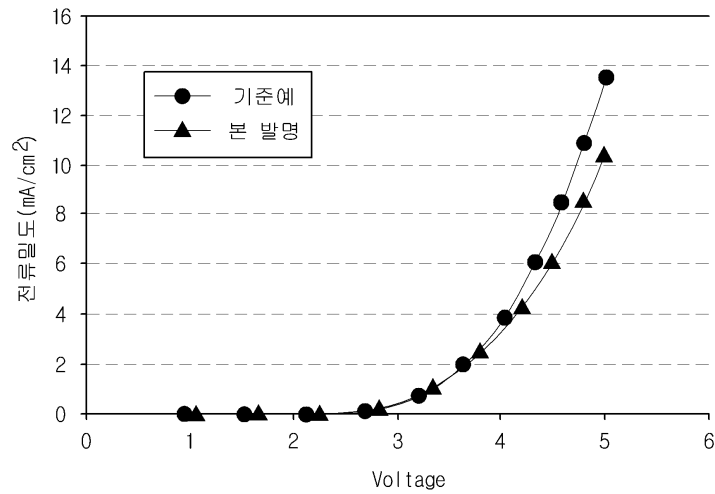
도면9



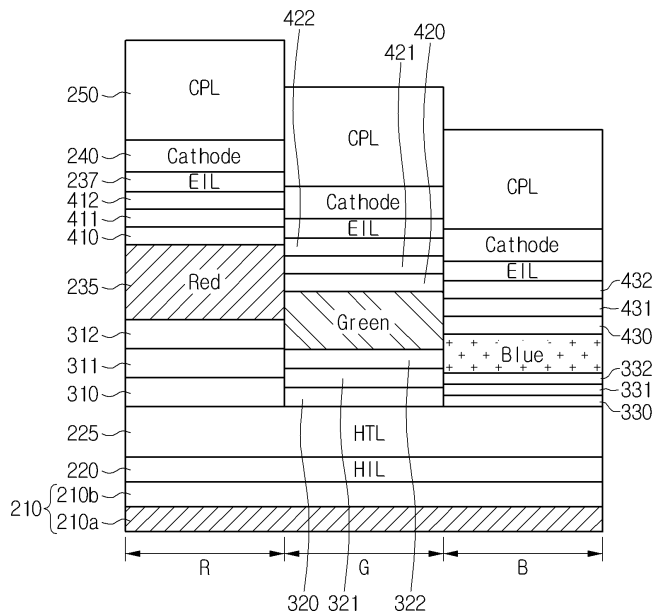
도면10

	조건	Q.E	CIE_x	CIE_y
●	기준예	1.0	0.673	0.324
▲	본 발명	0.97	0.672	0.325

도면11



도면12



도면13a

<u>ETL</u>
ETL_2
E-RCL
ETL_1

도면13b

<u>R'orG'orB' HTL</u>
HTL_2
H-RCL
HTL_1

专利名称(译)	标题：有机电致发光显示装置		
公开(公告)号	KR1020150080334A	公开(公告)日	2015-07-09
申请号	KR1020130169365	申请日	2013-12-31
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	KIM HO SUNG 김호성 KIM KWANG HYUN 김광현		
发明人	김호성 김광현		
IPC分类号	H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5056 H01L51/5072 H01L27/3211 H01L51/5004 H01L51/5064 H01L2251/55 H01L51/508		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种有机电致发光显示装置。本发明所公开的有机电致发光显示装置包括：第一电极，其中红色（R），绿色（G）和蓝色（B）子像素区域被分开；空穴注入层置于第一电极上；第一空穴传输层，置于空穴注入层上；第二，第三和第四空穴传输层分别放置在第一空穴传输层上的红色（R），绿色（G）和蓝色（B）子像素区域上；有机发光层，设置在第二，第三和第四空穴传输层上；电子传输层，置于有机发光层上；和置于电子传输层上的第二电极，其中第二，第三和第四空穴传输层的电子迁移率和电子传输层的电子迁移率具有不同的值。根据本发明，有机电致发光显示装置改变在有机发光二极管中形成的空穴传输层和电子传输层的电子迁移率，从而提高元件的光效率和寿命。COPYRIGHT KIPO 2015

