



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0039084
(43) 공개일자 2016년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 51/56 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0132043
(22) 출원일자 2014년09월30일
심사청구일자 2014년09월30일

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
지혁찬
경북 구미시 문장로9길 4-29
김영주
경기 과천시 미래로 562, 904동 804호 (와동동, 가람마을9단지남양휴튼)
(74) 대리인
특허법인로얄

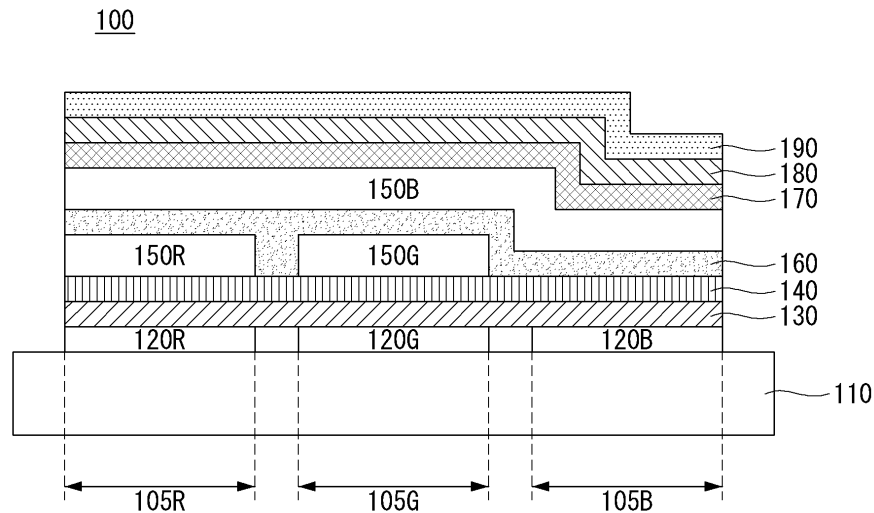
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 유기발광표시장치 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광표시장치는 기관, 제1 전극, 정공주입층, 정공수송층, 제1 발광층, 제2 발광층, 제3 발광층, 전자수송층, 전자주입층 및 제2 전극을 포함한다. 기관은 제1 내지 제3 발광부가 정의된다. 제1 전극은 제1 내지 제3 발광부 상에 각각 위치한다. 정공주입층은 제1 전극 상에 위치하며, 쌍극자 모멘트가 0.5D 내지 5D인 유기용매를 포함한다. 정공수송층은 정공주입층 상에 위치한다. 제1 발광층은 정공수송층 상에 위치하며 제1 발광부 상에 위치한다. 제2 발광층은 정공수송층 상에 위치하며 제2 발광부 상에 위치한다. 제3 발광층은 정공수송층 상에 위치하며 제3 발광부 상에 위치한다. 전자수송층은 제3 발광층 상에 위치한다. 전자주입층은 전자수송층 상에 위치한다. 제2 전극은 전자주입층 상에 위치한다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

제1 내지 제3 발광부가 정의된 기관;

상기 제1 내지 제3 발광부 상에 각각 위치하는 제1 전극;

상기 제1 전극 상에 위치하며, 쌍극자 모멘트가 0.5D 내지 5D인 유기용매를 포함하는 정공주입층;

상기 정공주입층 상에 위치하는 정공수송층;

상기 정공수송층 상에 위치하며, 상기 제1 발광부 상에 위치하는 제1 발광층, 상기 제2 발광부 상에 위치하는 제2 발광층 및 상기 제3 발광부 상에 위치하는 제3 발광층;

상기 제3 발광층 상에 위치하는 전자수송층;

상기 전자수송층 상에 위치하는 전자주입층; 및

상기 전자주입층 상에 위치하는 제2 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 유기용매는 DMSO 또는 DMF를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제3 발광층은 상기 제1 내지 제3 발광부 전체에 위치하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 발광층과, 상기 제3 발광층 사이에 위치하는 버퍼층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

청구항 5

제1 내지 제3 발광부가 정의된 기관 상에 각각 제1 전극을 형성하는 단계;

상기 제1 전극 상에 쌍극자 모멘트가 0.5D 내지 5D인 유기용매를 포함하는 정공주입층을 형성하는 단계;

상기 정공주입층 상에 정공수송층을 형성하는 단계;

상기 정공수송층 상에서 상기 제1 발광부에 대응되도록 제1 발광층을 형성하고, 상기 제2 발광부에 대응되도록 제2 발광층을 형성하고, 상기 제3 발광부에 대응되도록 제3 발광층을 형성하는 단계;

상기 제3 발광층 상에 전자수송층을 형성하는 단계;

상기 전자수송층 상에 전자주입층을 형성하는 단계; 및

상기 전자주입층 상에 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 정공주입층, 상기 정공수송층, 상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층은 용액 공정으로 형성되고, 상기 전자수송층, 상기 전자주입층 및 상기 제2 전극은 증착 공정으로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치의 제조방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 유기용매는 DMSO 또는 DMF를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치의 제조방법.

청구항 7

제5 항에 있어서,

상기 유기용매는 정공주입층을 형성하기 위한 정공주입층 용액에 대해 0.1 내지 2.5wt%로 포함되는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치의 제조방법.

청구항 8

제5 항에 있어서,

상기 제3 발광층은 상기 제1 내지 제3 발광부 전체에 형성되는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치의 제조방법.

청구항 9

제5 항에 있어서,

상기 제3 발광층은 용액 공정 또는 증착 공정으로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광표시장치에 관한 것으로, 보다 자세하게는 구동 전압을 낮추고 발광효율 및 수명을 향상시킬 수 있는 유기발광표시장치 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기발광표시장치(Organic Light Emitting Display Device, 이하 'OLED'라 함)는 인가된 전위에 반응하여 빛을 방출하는 전자 디바이스이다. OLED의 구조는 차례대로 애노드, 유기 EL 매질 및 캐소드를 포함한다. 일반적으로, 애노드와 캐소드 사이에 배치된 유기 EL 매질은 정공수송층(hole transportation layer, 이하 HTL) 및 전자수송층(electron transportation layer, 이하 ETL)으로 구성된다. 정공 및 전자는 HTL/ETL의 계면 근처의 ETL에서 재조합되어 빛을 방출한다. 탕(Tang) 등은 문헌["Organic Electroluminescent Diodes", Applied Physics Letters, 51, 913 (1987)] 및 통상적으로 양도된 미국 특허 제 4,769,292 호에서 상기 층의 구조를 사용한 매우 효과적인 OLED를 설명하고 있다.

[0003] 또한, 문헌[Adachi et al., "Electroluminescence in Organic Films with Three-Layer Structure", Japanese Journal of Applied Physics, 27, L269(1988)] 및 문헌[Tang et al., "Electroluminescence of Doped Organic Thin Films", Journal of Applied Physics, 65, 3610(1989)]에 개시된 바와 같이, HTL과 ETL 사이에 유기 발광

층(light emitting layer, 이하 LEL)을 함유하는 3개의 층의 OLED가 존재한다. 일반적으로, LEL은 게스트 물질로 도핑된 호스트 물질로 구성된다. 또한, 디바이스 안에 정공주입층(hole injection layer, 이하, HIL), 및/또는 전자주입층(electron injection layer, 이하, EIL), 및/또는 전자차단층(electron blocking layer, EBL), 및/또는 정공차단층(hole blocking layer, HBL)과 같은 부가적인 기능 층을 함유하는 그 밖의 다층 OLED가 존재한다. 동시에, 다양한 유형의 EL 물질이 합성되어 OLED에서 사용된다. 이러한 신규한 구조 및 신규한 물질은 디바이스 성능을 더욱 증진시킨다.

[0004] 한편, 발표문헌 [Tomoyuki. Higo et al. “A High-Performance Hybrid OLED Device Assisted by Evaporated Common Organic Layers” IDW ‘ 311 (2010)에서 용액형(Soluble) 대면적 공정을 위한 용액형 하이브리드 OLED 소자를 개시한다. 도 1을 참조하면, 대면적 공정을 위하여 양극 상에 HIL, HTL, LEL(Red, Green)는 용액 공정으로 패터닝하고 버퍼층(buffer layer), 블루 공통층(Blue), ETL, EIL 및 음극은 마스크 없이 진공열증착법(Vacuum Thermal Evaporation, VTE)으로 진행한다.

[0005] 그러나, OLED 소자의 수명 최적화 및 색좌표 개선을 위하여 R, G, B 소자 각각의 전하 균형(Charge Balance)의 최적화가 필요하나 HTL, 버퍼층, 블루 공통층, ETL 및 EIL을 공통으로 사용하여야 하는 상기의 구조에서 구현이 쉽지 않다. 만약, 전하 균형이 최적화되지 않을 경우 전하가 어느 한 계면에 축적되어 여기자 퀸칭(Exciton quenching)이 일어나게 되고 이는 소자의 안정성에 문제를 야기한다. 현재 양극성(Bipolar) 버퍼층 구조의 Red, Green 용액형 하이브리드 OLED소자는 정공이 발광층과 홀연결층의 계면에서 축적되어 있어 전하 축적현상이 유발되어 수명에 악영향을 주고 버퍼층에서 발광된 딥 블루(Deep Blue) 파장으로 인해 색특성 또한 저하되는 문제가 있다.

[0006] 또한, 현재 일반적인 용액 공정 소자에서는 용액 공정으로 형성된 HIL, HTL 위에 EML(Red, Green일 경우), BCL(Blue Common Layer), ETL, EIL 및 캐소드를 증착 공정으로 하이브리드 OLED 소자 구조를 형성하고 있다. 현 구조에서는 용액 공정으로 형성된 층과 증착 구조로 형성된 층 사이의 계면에서 계면 차로 인한 전하 축적현상이 발생하여 전하 균형(charge balance)이 저하되고 소자의 초기 수명 들뜸(rising) 현상이 발생하게 된다. 특히, R, G, B, W(white) 패터 제작 시 초기 수명 들뜸(rising)으로 인해, 색좌표 및 수명 저하 등의 소자 특성이 저하되는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 쌍극자 모멘트가 높은 유기용매를 포함하는 정공주입층을 형성하여, R, G 소자의 재결합영역을 최적화하여 용액형 하이브리드 유기발광표시장치의 수명 특성을 향상시킬 수 있는 유기발광표시장치 및 그 제조방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광표시장치는 기판, 제1 전극, 정공주입층, 정공수송층, 제1 발광층, 제2 발광층, 제3 발광층, 전자수송층, 전자주입층 및 제2 전극을 포함한다. 기판은 제1 내지 제3 발광부가 정의된다. 제1 전극은 제1 내지 제3 발광부 상에 각각 위치한다. 정공주입층은 제1 전극 상에 위치하며, 쌍극자 모멘트가 0.5D 내지 5D인 유기용매를 포함한다. 정공수송층은 정공주입층 상에 위치한다. 제1 발광층은 정공수송층 상에 위치하며 제1 발광부 상에 위치한다. 제2 발광층은 정공수송층 상에 위치하며 제2 발광부 상에 위치한다. 제3 발광층은 정공수송층 상에 위치하며 제3 발광부 상에 위치한다. 전자수송층은 제3 발광층 상에 위치한다. 전자주입층은 전자수송층 상에 위치한다. 제2 전극은 전자주입층 상에 위치한다.

[0009] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광표시장치의 제조방법은 제1 내지 제3 발광부가 정의된 기판 상에 각각 제1 전극을 형성한다. 제1 전극 상에 쌍극자 모멘트가 0.5D 내지 5D인 유기용매를 포함하는 정공주입층을 형성한다. 정공주입층 상에 정공수송층을 형성하고, 정공수송층 상에서 제1 발광부에 대응되도록 제1 발광층을 형성하고, 제2 발광부에 대응되도록 제2 발광층을 형성하고, 제3 발광부에 대응되도록 제3 발광층을 형성한다. 전자수송층 상에 전자주입층을 형성하고, 전자주입층 상에 제2 전극을 형성한다. 정공주입층, 상기 정공수송층,

제1 발광층 및 제2 발광층은 용액 공정으로 형성되고, 전자수송층, 전자주입층 및 제2 전극은 증착 공정으로 형성된다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 실시예에 따른 유기발광표시장치는 쌍극자 모멘트가 높은 유기재료를 포함하는 정공주입층을 형성함으로써, 정공주입층의 정공 주입 특성을 향상시켜 종래 전하 균형 부족으로 재결합 영역이 발광층의 중심이 아닌 한쪽으로 치우쳐진 것을 발광층의 중심으로 이동시킬 수 있다. 이에 따라, 유기발광표시장치의 정공 주입 특성의 개선을 통해 발광효율 및 수명을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 종래 유기발광표시장치를 나타낸 단면도.
 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기발광표시장치를 나타낸 도면.
 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기발광표시장치의 에너지밴드 다이어그램.
 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기발광표시장치를 나타낸 도면.
 도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기발광표시장치의 제조방법을 공정별로 나타낸 도면.
 도 6 내지 도 10은 각각 본 발명의 실시예에 따라 제조된 유기발광표시장치의 적색의 전압-전류밀도(V-J), 전압-휘도(V-L), 휘도-전류효율, 휘도-양자효율 및 수명을 측정된 그래프.
 도 11 내지 도 15는 각각 본 발명의 실시예에 따라 제조된 유기발광표시장치의 녹색의 전압-전류밀도(V-J), 전압-휘도(V-L), 휘도-전류효율, 휘도-양자효율 및 수명을 측정된 그래프.
 도 16 내지 도 20은 각각 본 발명의 실시예에 따라 제조된 유기발광표시장치의 청색의 전압-전류밀도(V-J), 전압-휘도(V-L), 휘도-전류효율, 휘도-양자효율 및 수명을 측정된 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시 예들을 자세하게 설명하면 다음과 같다.

[0013] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기발광표시장치를 나타낸 도면이고, 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기발광표시장치의 에너지밴드 다이어그램이며, 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기발광표시장치를 나타낸 도면이다.

[0014] 도 2를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기발광표시장치(100)는 적색, 녹색 및 청색 파장의 빛을 발광하는 유기전계발광소자를 포함한다. 본 발명의 실시예에서는 세 개의 서브 화소가 하나의 단위 화소를 구성하며, 각 서브 화소는 적색을 방출하는 적색 발광부(105R), 녹색을 방출하는 녹색 발광부(105G) 및 청색을 방출하는 청색 발광부(105B)로 구성되어 풀 컬러를 구현한다. 본 발명의 유기발광표시장치(100)는 기관(110) 상에 제1 전극(120R, 120G, 120B)과 제2 전극(190) 사이에 제1 발광층(150R), 제2 발광층(150G) 및 제3 발광층(150B)을 포함한다.

[0015] 보다 자세하게는, 상기 기관(110)은 빛이 투과할 수 있는 투명한 유리, 플라스틱 또는 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 상기 기관(110) 상에 제1 전극(120R, 120G, 120B)이 위치하되, 적색 발광부(105R), 녹색 발광부(105G) 및 청색 발광부(105B)에 각각 위치한다. 제1 전극(120R, 120G, 120B)은 일함수가 높은 투명한 애노드 전극으로, ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 또는 ZnO(Zinc Oxide) 중 어느 하나로 이루어진다. 제1 전극(120R, 120G, 120B)은 각각 패터닝되어 인접한 제1 전극들과 이격되어 있다. 도시하지 않았지만, 뱅크층(bank layer)에 의해 각 화소영역이 구획되어 있다. 제2 전극(190)은 일함수가 낮은 캐소드 전극으로, 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 은(Ag), 칼슘(Ca) 등의 금속으로 이루어지고, 도면에 도시된 바와 같이, 적색 발광부(105R), 녹색 발광부(105G) 및 청색 발광부(105B) 전체에 일체로 이루어진다.

[0016] 상기 각 적색, 녹색 및 청색 발광부(105R, 105G, 105B)는 하나의 발광소자 단위를 이룬다. 적색 발광부(105R)에는 적색을 발광하는 제1 발광층(150R)을 포함하고, 녹색 발광부(105G)는 녹색을 발광하는 제2 발광층(150G)을

포함한다. 또한, 적색, 녹색 및 청색 발광부(105R, 105G, 105B)에는 공통적으로 청색을 발광하는 제3 발광층(150B)이 형성되어, 청색 발광부(105B)에서 청색을 발광한다.

[0017] 제1 발광층(150R)은 적색을 발광하는 것으로, 예를 들어, CBP(4,4'-N,N'-dicarbazolebiphenyl) 또는 Balq(Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,08)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminium) 중 선택된 어느 하나의 호스트에 Ir(Mppy)₃, Btp2Ir(acac)(bis(20-benzo[4,5-a]thienyl)pyridinato-N,C30)iridium(zcetylactonate) 또는 Btp2Ir(acac)(iridium(III)bis(1-phenylisoquinolyl)-N,C2')acetyl 중 선택된 어느 하나 이상의 인광 적색 도펀트로 이루어질 수 있다. 제2 발광층(150G)은 녹색을 발광하는 것으로, 예를 들어, CBP(4,4'-N,N'-dicarbazolebiphenyl) 또는 Balq(Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,08)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminium) 중 선택된 어느 하나의 호스트에 Ir(ppy)₃의 인광 녹색 도펀트로 이루어질 수 있다.

[0018] 상기 적색 발광부(105R)와 녹색 발광부(105G)의 제1 발광층(150R) 및 제2 발광층(150G) 상부와 함께 청색 발광부(105B)에 제3 발광층(150B)이 위치한다. 제3 발광층(150B)은 청색을 발광하는 것으로, 예를 들어, AND(9,10-di(2-naphthyl)anthracene) 또는 DPVBi(4,4'-bis(2,2-diphenylethen-1-yl)-diphenyl)의 호스트 물질에 1,6-Bis(diphenylamine)pyrene, TBPe(tetrakis(t-butyl)perylene)의 형광 청색 도펀트로 이루어지거나, 4'-N,N-diphenylaminostyryl-triphenyl(DPA-TP), 2, 5,2',5'-테트라스티릴-비페닐(2, 5,2',5'-tetrastyryl-biphenyl: TSB) 또는 안트라센계 유도체의 디블루 도펀트나, p-비스(p-N,N-디페닐-아미노스티릴)벤젠 또는 페닐 사이클로펜타디엔(phenylcyclopentadiene)의 스카이 블루 도펀트로 이루어질 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 적색 발광부(105R)의 제1 발광층(150R), 녹색 발광부(105G)의 제2 발광층(150G) 상에 제3 발광층(150B)이 위치하고, 청색 발광부(105B)에도 공통적으로 제3 발광층(150B)이 위치한다. 청색 발광부(105B)의 제3 발광층(150B)은 호스트의 에너지가 도펀트로 전이되어 청색 빛을 발광하지만, 적색 및 녹색 발광부(105R, 105G)에서의 제3 발광층(150B)은 호스트의 에너지가 도펀트로 전이되지 않고 에너지 준위 차가 더 적은 제1 발광층(150R) 및 제2 발광층(150G)의 도펀트로 전이되어 제3 발광층(150B)은 발광하지 않고 에너지를 전달하는 역할을 하게 된다.

[0020] 한편, 각 적색 발광부(105R)의 제1 전극(120R)과 제1 발광층(150R) 사이, 녹색 발광부(105G)의 제1 전극(120G)과 제2 발광층(150G) 사이 및 청색 발광부(105B)의 제1 전극(120B)과 제3 발광층(150B) 사이에 정공주입층(130)이 위치한다. 정공주입층(Hole Injection Layer ; HIL)(130)은 상기 제1 전극(120R, 120G, 120B)으로부터 제1 내지 제3 발광층(150R, 150G, 150B)으로 정공의 주입을 원활하게 하는 역할을 할 수 있다.

[0021] 본 발명은 쌍극자 모멘트(dipole moment)가 높은 재료를 정공주입층(130)에 포함하여 전도성이 높은 정공주입층(130)을 형성할 수 있다. 보다 자세하게, 정공주입층(130)에 포함될 수 있는 재료로는 쌍극자 모멘트가 0.5D 내지 5D 범위의 값을 가질 수 있다. 여기서, 쌍극자 모멘트가 0.5D 이상이면, 정공주입층 내 화학적 형태나 구조에 변화를 주어 차지(charge)를 변화시켜 정공 주입 특성을 증가시킬 수 있다. 또한, 쌍극자 모멘트가 5D 이하이면, 정공주입층 재료의 극성을 높여 정공 주입 특성이 지나치게 높아 정공과 전자의 재결합 영역이 전자수송층으로 이동되는 것을 방지할 수 있는 이점이 있다.

[0022] 예를 들어, 정공주입층(130)에 포함될 수 있는 쌍극자 모멘트가 0.5D 내지 5D 범위를 가지는 재료로는 에틸렌카보네이트(ethylene carbonate, C₃H₄O₃), 포름아마이드(formamide, CH₃NO), 하이드라진(hydrazine, N₂H₄), 나이트로벤젠(nitrobenzene, C₆H₅NO₂), 나이트로메테인(nitromethane, CH₃NO₂), 아세토나이트릴(acetonitrile, C₂H₃N), 아크릴로나이트릴(C₃H₃N) 등의 재료들이 사용될 수 있다.

[0023] 하지만, 본 발명에서는 쌍극자 모멘트가 높은 재료 중에서도 상온에서 안정적이고 산화가 잘 되지 않으며, 액상 형태의 정공주입층 재료와 혼합 시 특정 고체가 석출되거나 결정화되는 등의 거부감이 없고, 스핀 코팅 시 고른 표면을 가지는 재료가 요구된다. 특히, 정공주입층 재료의 유리전이온도(Tg)를 고려하여 끓는 점이 100 내지 300℃의 재료가 요구된다. 이에 본 발명의 유기발광표시장치의 정공주입층(130)에 포함될 수 있는 재료로 쌍극자 모멘트가 0.5D 내지 5D 값을 가지고 끓는 점이 100 내지 300℃인 DMSO(dimethyl sulfoxide) 및 DMF(dimethyl formamide) 등의 유기 용매들이 사용될 수 있다.

[0024] 본 발명의 쌍극자 모멘트가 높은 유기용매는 정공주입층을 형성하기 위한 정공주입층 용액에 대해 0.1 내지 2.5wt%로 포함될 수 있다. 여기서, 유기용매의 함량이 정공주입층 용액에 대해 0.1wt% 이상이면, 정공주입층 내 화학적 형태나 구조에 변화를 주어 차지(charge)를 변화시켜 정공 주입 특성을 증가시킬 수 있다. 또한, 유기용매의 함량이 정공주입층 용액에 대해 2.5wt% 이하이면, 유기용매가 정공주입층의 단단해지는(rigid) 특성을 지

연시켜 코팅 및 베이킹 과정에서 정공주입층의 표면이 소프트해지기 때문에 그 위에 정공수송층과의 계면 특성이 저하되는 것을 방지할 수 있는 이점이 있다.

- [0025] 전술한 바와 같이, 본 발명은 쌍극자 모멘트가 높은 유기재료를 포함하는 정공주입층(130)을 형성함으로써, 정공주입층(130)의 정공 주입 특성을 향상시켜 종래 전하 균형 부족으로 재결합 영역이 발광층의 중심이 아닌 한 쪽으로 치우쳐진 것을 발광층의 중심으로 이동시킬 수 있다. 이에 따라, 유기발광표시장치의 정공 주입 특성의 개선을 통해 발광효율 및 수명을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.
- [0026] 한편, 상기 정공주입층(130) 상에 정공수송층(140)이 위치한다. 정공수송층(Hole Transport Layer ; HTL)(140)은 정공의 수송을 원활하게 하는 역할을 하며, NPD(N,N-dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine), TPD(N,N'-bis-(3-methylphenyl)-N,N'-bis-(phenyl)-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.
- [0027] 그리고, 적색 발광부(105R), 녹색 발광부(105G) 및 청색 발광부(105B)의 제3 발광층(150B) 상에 전자수송층(170)과 전자주입층(180)을 더 포함한다. 전자수송층(Electron Transport Layer ; ETL)(170)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. 또한, 전자주입층(180)은 전자의 주입을 원활하게 하는 역할을 하며, LiF, Li, Ba 및 BaF₂로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 사용할 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0028] 한편, 본 발명에서는 제1 발광층(150R), 제2 발광층(150G) 및 청색 발광부(105B)의 정공수송층(140)과 제3 발광층(150B) 사이에 버퍼층(160)을 더 포함한다. 버퍼층(160)은 청색을 발광하는 제3 발광층(150B)을 공통층으로 사용할 때 청색의 효율 및 색좌표 특성을 향상시키기 위한 것으로, 제3 발광층(150B)에서 전자를 적색의 제1 발광층(150R)과 녹색의 제2 발광층(150G)으로 효과적으로 주입하여 소자의 수명을 향상시킨다. 버퍼층(160)은 양극성(bipolar) 특성을 가져 제1 발광층(150R), 제2 발광층(150G) 및 제3 발광층(150B)으로 각각 전자와 정공을 주입, 이동시킨다. 버퍼층(160)의 두께는 50 내지 10000Å로 이루어진다. 이는 전자주입층(180)과 정공수송층(140) 간의 전하 균형을 최적화 하기 위한 두께 비율로 제1 및 제2 발광층(150R, 150G)과 버퍼층(160)의 계면에서 발광을 유도하기 위한 두께로 한정한다. 또한, 버퍼층(160)은 진공 증착법으로 형성되며 양극성 물질과 전자수송물질을 공증착(co-evaporation)하여 형성한다. 본 발명의 제1 실시예에서는 버퍼층(160)이 구비된 유기발광표시장치를 설명하였으나, 버퍼층(160)은 생략될 수도 있다.
- [0029] 도 3을 참조하면, 종래 유기발광표시장치는 전하 균형 부족으로 정공과 전자의 재결합 영역이 발광층의 중심이 아닌 발광층과 정공수송층의 계면에서 형성되었기 때문에 소자의 효율과 수명이 저하되었다. 그러나, 본 발명의 유기발광표시장치는 정공주입층에 쌍극자 모멘트가 높은 유기용매를 포함함으로써, 재결합 영역을 발광층의 중심으로 이동시킬 수 있고 이에 따라, 유기발광표시장치의 정공 주입 특성의 개선을 통해 발광효율 및 수명을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.
- [0030] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기발광표시장치를 나타낸 도면이다. 하기에서는 전술한 제1 실시예와 동일한 구성에 대해 동일한 도면 부호를 붙여 그 설명을 생략하기로 한다.
- [0031] 도 4를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기발광표시장치(100)는 적색, 녹색 및 청색 파장의 빛을 발광하는 유기전계발광소자를 포함한다. 본 발명의 실시예에서는 세 개의 서브 화소가 하나의 단위 화소를 구성하며, 각 서브 화소는 적색을 방출하는 적색 발광부(105R), 녹색을 방출하는 녹색 발광부(105G) 및 청색을 방출하는 청색 발광부(105B)로 구성되어 풀 컬러를 구현한다. 본 발명의 유기발광표시장치(100)는 기판(110) 상에 제1 전극(120R, 120G, 120B)과 제2 전극(190) 사이에 제1 발광층(150R), 제2 발광층(150G) 및 제3 발광층(150B)을 포함한다.
- [0032] 보다 자세하게는, 기판(110) 상에 제1 전극(120R, 120G, 120B)이 위치하되, 적색 발광부(105R), 녹색 발광부(105G) 및 청색 발광부(105B)에 각각 위치한다. 제1 전극(120R, 120G, 120B)은 각각 패터닝되어 인접한 제1 전극들과 이격되어 있다. 도시하지 않았지만, 뱅크층(bank layer)에 의해 각 화소영역이 구획되어 있다. 제2 전극(190)은 일함수가 낮은 캐소드 전극으로, 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 은(Ag), 칼슘(Ca) 등의 금속으로 이루어지고, 도면에 도시된 바와 같이, 적색 발광부(105R), 녹색 발광부(105G) 및 청색 발광부(105B) 전체에 일체로 이루어진다.

- [0033] 상기 각 적색, 녹색 및 청색 발광부(105R, 105G, 105B)는 하나의 발광소자 단위를 이룬다. 적색 발광부(105R)에는 적색을 발광하는 제1 발광층(150R)을 포함하고, 녹색 발광부(105G)는 녹색을 발광하는 제2 발광층(150G)을 포함하고, 청색 발광부(105B)에는 청색을 발광하는 제3 발광층(150B)을 포함한다. 본 제2 실시예에서는 청색을 발광하는 제3 발광층(150B)이 전체에 형성된 전술한 제1 실시예와는 달리, 청색을 발광하는 제3 발광층(150b)이 청색 발광부(105B)에만 패터닝된다.
- [0034] 각 적색 발광부(105R)의 제1 전극(120R)과 제1 발광층(150R) 사이, 녹색 발광부(105G)의 제1 전극(120G)과 제2 발광층(150G) 사이 및 청색 발광부(105B)의 제1 전극(120B)과 제3 발광층(150B) 사이에 정공주입층(130)이 위치한다. 본 발명은 쌍극자 모멘트(dipole moment)가 높은 재료를 정공주입층(130)에 포함하여 전도성이 높은 정공주입층(130)을 형성할 수 있다. 보다 자세하게, 정공주입층(130)에 포함될 수 있는 재료로는 쌍극자 모멘트가 0.5D 내지 5D 범위의 값을 가질 수 있다.
- [0035] 예를 들어, 정공주입층(130)에 포함될 수 있는 쌍극자 모멘트가 0.5D 내지 5D 범위를 가지는 재료로는 에틸렌카보네이트(ethylene carbonate, $C_3H_4O_3$), 폼아마이드(formamide, CH_3NO), 하이드라진(hydrazine, N_2H_4), 나이트로벤젠(nitrobenzene, $C_6H_5NO_2$), 나이트로메테인(nitromethane, CH_3NO_2), 아세토나이트릴(acetonitrile, C_2H_3N), 아크릴로나이트릴(C_3H_3N) 등의 재료들이 사용될 수 있다.
- [0036] 하지만, 본 발명에서는 쌍극자 모멘트가 높은 재료 중에서도 상온에서 안정적이고 산화가 잘 되지 않으며, 액상 형태의 정공주입층 재료와 혼합 시 특정 고체가 석출되거나 결정화되는 등의 거부감이 없고, 스핀 코팅 시 고른 표면을 가지는 재료가 요구된다. 특히, 정공주입층 재료의 유리전이온도(Tg)를 고려하여 끓는 점이 100 내지 300°C의 재료가 요구된다. 이에 본 발명의 유기발광표시장치의 정공주입층(130)에 포함될 수 있는 재료로 쌍극자 모멘트가 0.5D 내지 5D 값을 가지고 끓는 점이 100 내지 300°C인 DMSO(dimethyl sulfoxide) 및 DMF(dimethyl formamide) 등의 유기 용매들이 사용될 수 있다.
- [0037] 본 발명은 쌍극자 모멘트가 높은 유기재료를 포함하는 정공주입층(130)을 형성함으로써, 정공주입층(130)의 정공 주입 특성을 향상시켜 종래 전하 균형 부족으로 재결합 영역이 발광층의 중심이 아닌 한쪽으로 치우쳐진 것을 발광층의 중심으로 이동시킬 수 있다. 이에 따라, 유기발광표시장치의 정공 주입 특성의 개선을 통해 발광효율 및 수명을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.
- [0038] 한편, 상기 정공주입층(130) 상에 정공수송층(140)이 위치한다. 그리고, 적색 발광부(105R), 녹색 발광부(105G) 및 청색 발광부(105B)의 제3 발광층(150B) 상에 전자수송층(170)과 전자주입층(180)을 더 포함한다. 제1 발광층(150R), 제2 발광층(150G) 및 청색 발광부(105B)의 정공수송층(140)과 제3 발광층(150B) 사이에 버퍼층(160)을 더 포함한다. 버퍼층(160)은 청색을 발광하는 제3 발광층(150B)을 공통층으로 사용할 때 청색의 효율 및 색좌표 특성을 향상시키기 위한 것으로, 제3 발광층(150B)에서 전자를 적색의 제1 발광층(150R)과 녹색의 제2 발광층(150G)으로 효과적으로 주입하여 소자의 수명을 향상시킨다. 본 발명의 제2 실시예에서는 버퍼층(160)이 구비된 유기발광표시장치를 설명하였으나, 버퍼층(160)은 생략될 수도 있다.
- [0039] 본 실시예에서 정공주입층(130), 정공수송층(140), 제1 발광층(150R), 제2 발광층(150G)은 용액 공정으로 형성되고, 전자수송층(170), 전자주입층(180) 및 제2 전극(190)은 증착 공정으로 형성된다. 여기서, 제3 발광층(150B)은 용액 공정 또는 증착 공정으로 형성된다. 또한, 제2 전극(190)을 제외한 정공주입층(130), 정공수송층(140), 제1 발광층(150R), 제2 발광층(150G), 제3 발광층(150B), 전자수송층(170) 및 전자주입층(180)이 모두 용액 공정으로 형성될 수도 있다.
- [0040] 전술한 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기발광표시장치는 쌍극자 모멘트가 높은 유기재료를 포함하는 정공주입층(130)을 형성함으로써, 정공주입층(130)의 정공 주입 특성을 향상시켜 종래 전하 균형 부족으로 재결합 영역이 발광층의 중심이 아닌 한쪽으로 치우쳐진 것을 발광층의 중심으로 이동시킬 수 있다. 이에 따라, 유기발광표시장치의 정공 주입 특성의 개선을 통해 발광효율 및 수명을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.
- [0041] 도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기발광표시장치의 제조방법을 공정별로 나타낸 도면이다.
- [0042] 도 5a를 참조하면, 기판(110) 상에 스퍼터링법 등의 증착 방법을 이용하여 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 또는 ZnO(Zinc Oxide) 중 어느 하나를 증착한다. 이어, 포토리소그래피법으로 이를 패터닝하여 적색 발광부(105R)에 제1 전극(120R)을 형성하고, 녹색 발광부(105G)에 제1 전극(120G)을 형성하고 청색 발광부(105B)에 제1 전극(120B)을 형성한다. 그리고, 도시하지 않았지만, बैं크층(bank layer)에 의해 각 제1 전극들이 구획된다.

- [0043] 이어, 도 5b를 참조하면, 제 1 전극들(120R, 120G, 120B)이 형성된 기판(110) 상에 정공주입층(130)을 형성한다. 보다 자세하게, 정공주입층(130)은 정공주입층 용액에 쌍극자 모멘트가 0.5D 내지 5D 값을 가지고 끓는 점이 100 내지 300℃인 DMSO(dimethyl sulfoxide) 및 DMF(dimethyl formamide) 등의 유기 용매들을 혼합하여 형성된다. 이때, 유기용매는 정공주입층 용액에 대해 0.1 내지 2.5wt%로 포함될 수 있다. 이러한 정공주입층 혼합액은 잉크 젯(Ink Jet), 노즐 코팅(Nozzle Coating), 스프레이 코팅(Spray Coating), 롤 프린팅(Roll Printing) 등과 같은 용액 공정(Soluble Process)을 통해 형성된다. 그리고, 기판(110) 상에 도포된 정공주입층 혼합액은 50 내지 300℃의 온도에서 베이킹(baking)되어 정공주입층(130)이 제조된다. 이때, 정공주입층(130)의 두께는 10 내지 100nm로 형성되어, 정공 주입 특성이 향상시키고 구동전압이 증가되는 것을 방지한다.
- [0044] 이어, 정공주입층(130) 상에 정공수송층(140)을 형성한다. 정공수송층(140)은 전술한 정공수송물질로 형성되며, 정공주입층(130)과 동일하게 용액 공정을 통해 형성된다.
- [0045] 다음, 도 5c를 참조하면, 정공수송층(140)이 형성된 기판(110) 상에 적색 발광부(105R)에 적색을 발광하는 제1 발광층(150R), 녹색 발광부(105G)에 녹색을 발광하는 제2 발광층(150G)이 잉크 젯(Ink Jet), 노즐 코팅(Nozzle Coating), 스프레이 코팅(Spray Coating), 롤 프린팅(Roll Printing) 등과 같은 용액 공정(Soluble Process)을 통해 형성된다.
- [0046] 그리고, 도 5d를 참조하면, 제1 발광층(150R)과 제2 발광층(150G)이 형성된 기판(110) 전면에 버퍼층(160), 제3 발광층(150B), 전자수송층(170), 전자주입층(180) 및 제2 전극(190)이 진공 증착 방법을 통해 순차적으로 형성된다. 이와 같이, 본 발명은 정공주입층(130), 정공수송층(140), 제1 발광층(150R) 및 제2 발광층(150G)은 용액 공정을 통해 형성하며, 버퍼층(160), 제3 발광층(150B), 전자수송층(170), 전자주입층(180) 및 제2 전극(190)은 진공 증착 방법을 통해 형성된다. 즉, 제1 발광층(150R) 및 제2 발광층(150G)은 용액 공정을 통해 형성하여 비용을 감소시키면서 색좌표 및 효율이 좋지 못한 제3 발광층(150B)은 색좌표 및 효율이 좋은 진공 증착 유기 재료로 형성한다. 이에 따라, 본 발명은 비용을 감소시키면서 청색의 제3 발광층(150B)의 색좌표 및 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0047] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 개시한다. 다만, 하기의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0048] <비교예>
- [0049] 먼저항이 30Ω이고 1.08mm 두께를 가지며 광투과율이 80% 이상인 ITO 유리 2cmx2cm의 크기로 자른후 식각액을 이용하여 ITO 층을 일부분 제거하였다. 또한 ITO 유리를 Acetone/Methanol/IPA 순으로 각각 15분씩 초음파 세정기로 세척한 후 이온수로 세척하고 230℃조건에서 30분간 어닐링을 통하여 건조하였다. 스핀 코팅을 이용하여 정공주입층, 정공수송층, R 발광층, G, 발광층을 형성한 후, 일정 시간 베이킹(baking)하였다. 그리고, 고진공 분위기에서 B 발광층, 전자수송층, 전자주입층 및 캐소드 전극을 증착하여 청색, 녹색 및 적색을 발광하는 유기 발광표시장치를 제조하였다.
- [0050] <실시예 1>
- [0051] 정공주입층에 0.8wt%의 DMSO를 혼합한 것만을 달리하여, 전술한 비교예와 동일한 공정 조건 하에 청색, 녹색 및 적색 유기발광표시장치를 제작하였다.
- [0052] <실시예 2>
- [0053] 정공주입층에 0.8wt%의 DMF를 혼합한 것만을 달리하여, 전술한 비교예와 동일한 공정 조건 하에 청색, 녹색 및 적색 유기발광표시장치를 제작하였다.
- [0054] 전술한 비교예 및 실시예들에 따라 제작된 유기발광표시장치의 전압-전류밀도(V-J), 전압-휘도(V-L), 휘도-전류효율, 휘도-양자효율 및 수명을 적색, 녹색 및 청색 별로 측정하였다. 도 6 내지 도 10은 적색의 전압-전류밀도(V-J), 전압-휘도(V-L), 휘도-전류효율, 휘도-양자효율 및 수명을 측정한 그래프이고, 도 11 내지 도 15는 녹색의 전압-전류밀도(V-J), 전압-휘도(V-L), 휘도-전류효율, 휘도-양자효율 및 수명을 측정한 그래프이고, 도 16 내지 도 20은 청색의 전압-전류밀도(V-J), 전압-휘도(V-L), 휘도-전류효율, 휘도-양자효율 및 수명을 측정한 그래프이다. (수명(T95)는 휘도가 95%에 도달하기까지 걸린 시간을 의미함.)

[0055] 또한, 비교예 및 실시예들에 따라 제작된 유기발광표시장치의 적색, 녹색 및 청색 소자의 발광효율, 구동전압, 양자효율, 색좌표 및 수명을 측정하여 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

#	색	발광효율 (Cd/A)	전압(V)	양자효율 (%)	색좌표		수명(T95)
					CIE_x	CIE_y	
비교예	R	12.9	6.8	12.3	0.641	0.363	102.73
	G	59.4	7.3	16.2	0.321	0.627	57.34
	B	4.8	4.9	6.5	0.138	0.089	63.94
실시예1	R	15.3	6.5	13.5	0.644	0.328	204.32
	G	67.3	5.9	18.3	0.314	0.628	144.38
	B	5.7	4.4	7.1	0.140	0.078	80.36
실시예2	R	13.2	6.7	12.3	0.637	0.344	179.14
	G	65.9	6.0	17.9	0.317	0.629	93.07
	B	6.1	4.1	7.5	0.140	0.077	77.78

[0057] 먼저, 도 6 내지 10 및 표 1을 참조하여 적색 소자의 특성을 살펴보면, DMSO를 포함한 실시예 1은 비교예에 비해 발광효율, 양자효율, 색좌표, 구동전압 특성 및 수명 특성이 향상되었으며, 특히 수명은 약 2배 향상되었다. 그리고 DMF를 포함한 실시예 2는 비교예에 비해 발광효율, 색좌표, 구동전압 특성 및 수명 특성이 향상되었고 양자효율은 동등 수준을 나타내었다.

[0058] 또한, 도 11 내지 도 15 및 표 1을 참조하여 녹색 소자의 특성을 살펴보면, DMSO를 포함한 실시예 1은 비교예에 비해 발광효율, 양자효율, 색좌표, 구동전압 특성 및 수명 특성이 향상되었으며, 특히 수명은 약 3배 향상되었다. 그리고, DMF를 포함한 실시예 2는 비교예에 비해 발광효율, 색좌표, 구동전압 특성 및 수명 특성이 향상되었고 양자효율은 동등 수준을 나타내었으며 특히 수명은 약 2배 향상되었다.

[0059] 또한, 도 16 내지 도 20 및 표 1을 참조하여 청색 소자의 특성을 살펴보면, DMSO를 포함한 실시예 1은 비교예에 비해 발광효율, 양자효율, 색좌표, 구동전압 특성 및 수명 특성이 향상되었으며, 특히 도 19에서 초기에 휘도가 상승하는 현상이 제거되었다. 그리고, DMF를 포함한 실시예 2는 비교예에 비해 양자효율, 발광효율, 색좌표, 구동전압 특성 및 수명 특성이 향상되었고 특히 초기에 휘도가 상승하는 현상이 완화되었다.

[0060] 전술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광표시장치는 쌍극자 모멘트가 높은 유기재료를 포함하는 정공주입층을 형성함으로써, 정공주입층의 정공 주입 특성을 향상시켜 종래 전하 균형 부족으로 재결합 영역이 발광층의 중심이 아닌 한쪽으로 치우쳐진 것을 발광층의 중심으로 이동시킬 수 있다. 이에 따라, 유기발광표시장치의 정공 주입 특성의 개선을 통해 발광효율 및 수명을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

[0061] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 상술한 본 발명의 기술적 구성은 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자가 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 한다. 아울러, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어진다. 또한, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

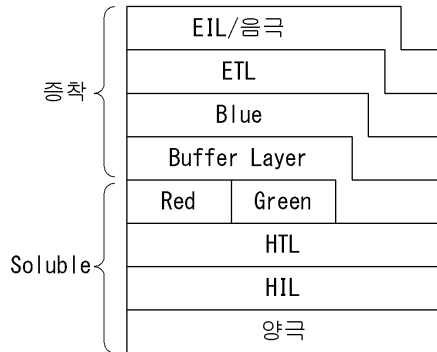
부호의 설명

- [0062] 100 : 유기발광표시장치 110 : 기관
- 120R, 120G, 120B : 제1 전극 130 : 정공주입층
- 140 : 정공수송층 150R : 제1 발광층
- 150G : 제2 발광층 150B : 제3 발광층
- 160 : 버퍼층 170 : 전자수송층

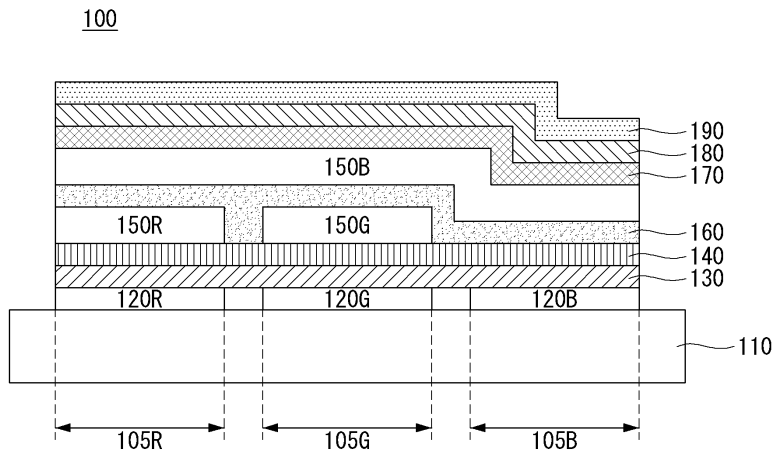
180 : 전자주입층 190 : 제2 전극

도면

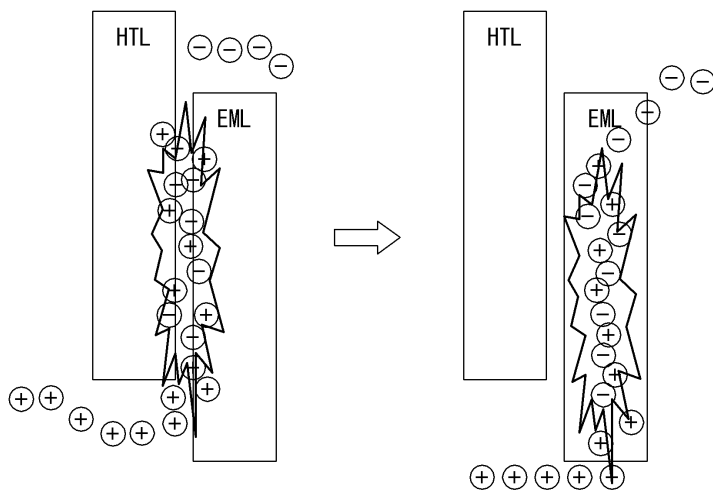
도면1



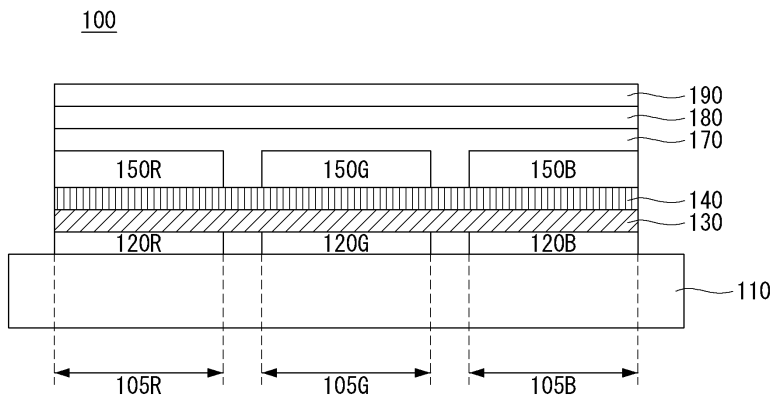
도면2



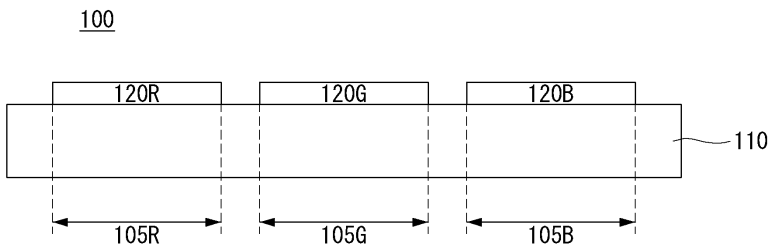
도면3



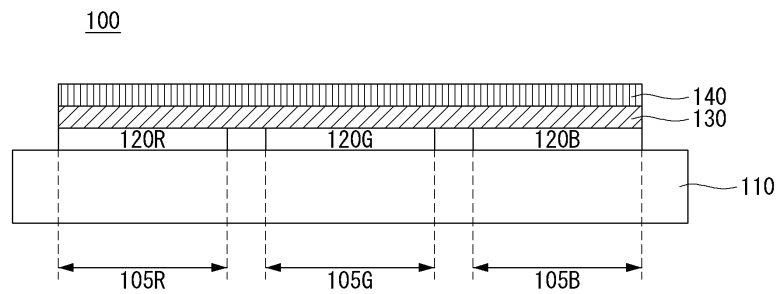
도면4



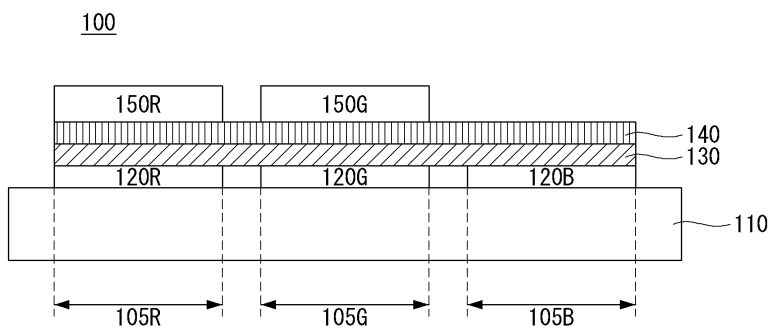
도면5a



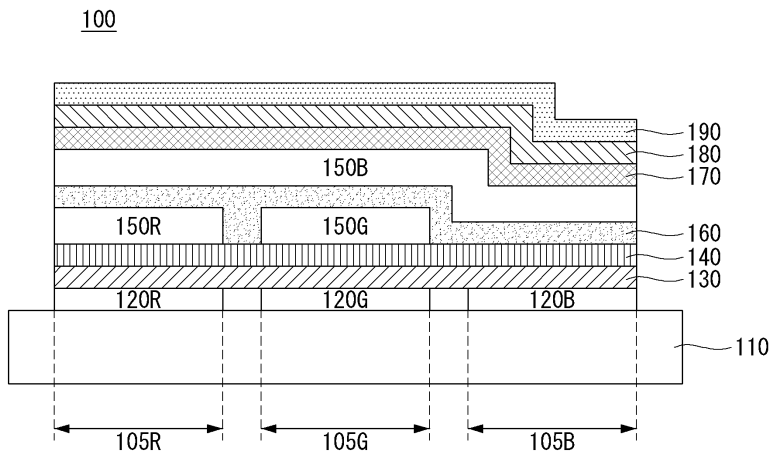
도면5b



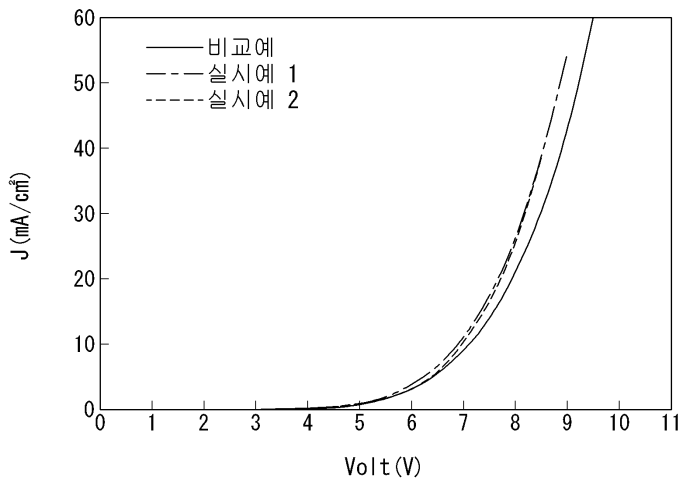
도면5c



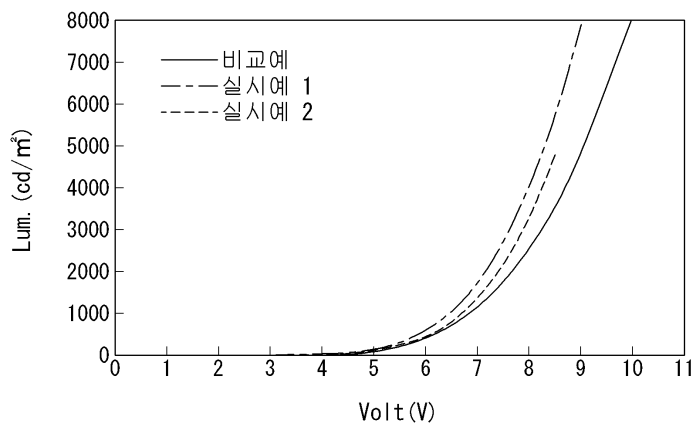
도면5d



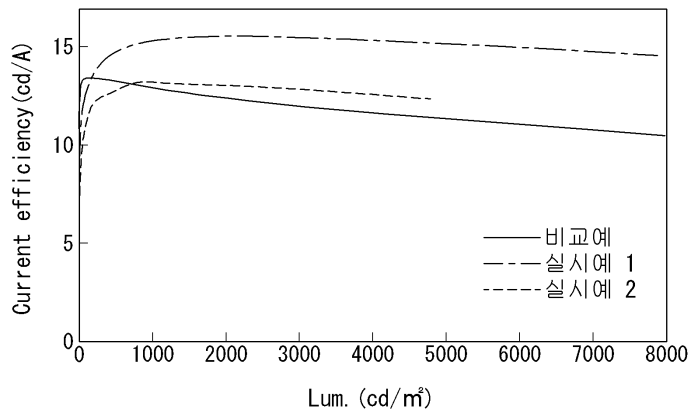
도면6



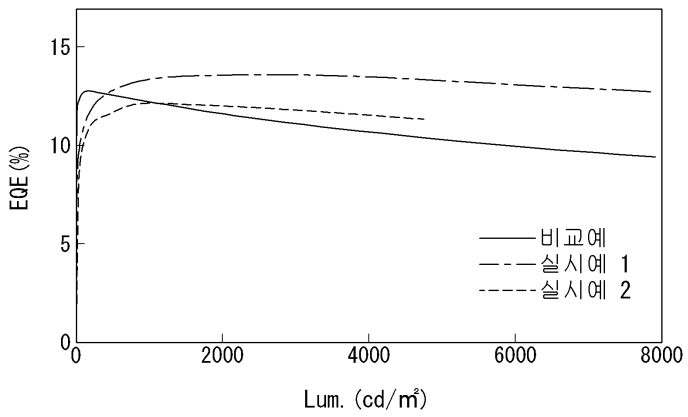
도면7



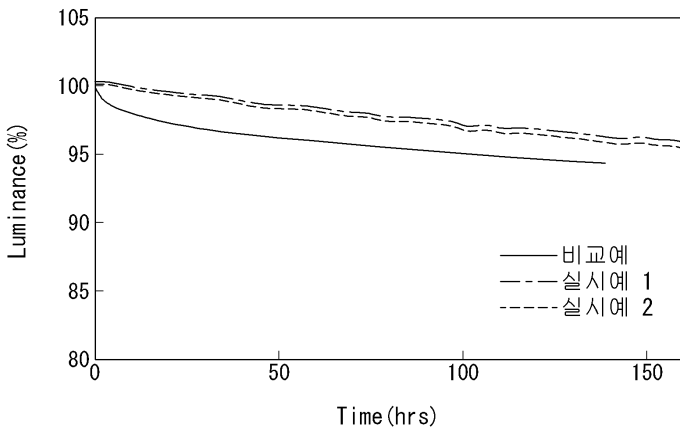
도면8



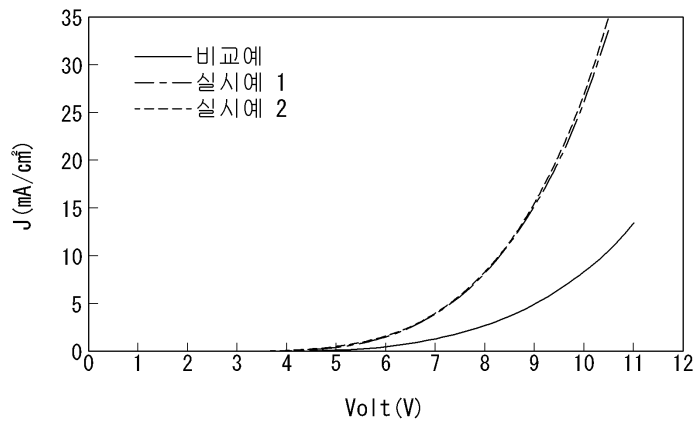
도면9



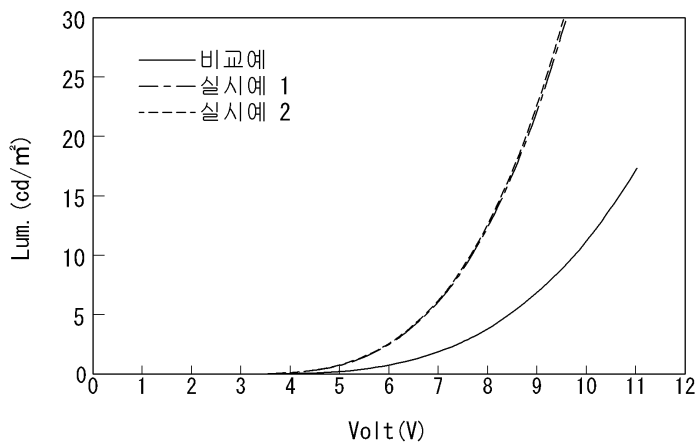
도면10



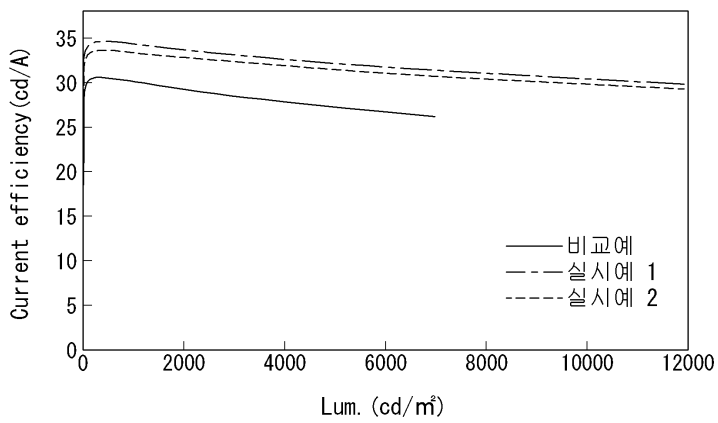
도면11



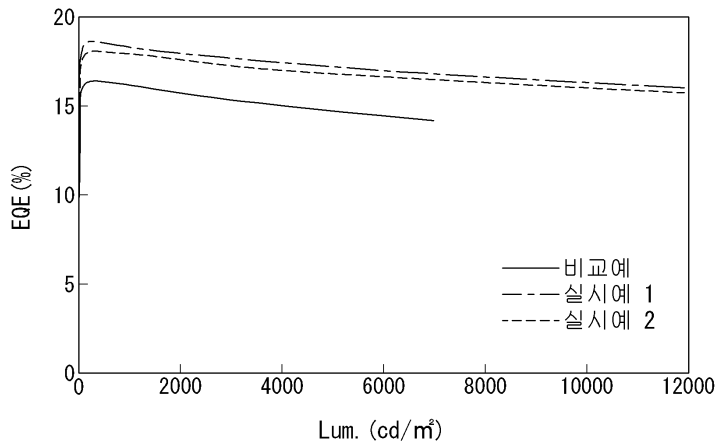
도면12



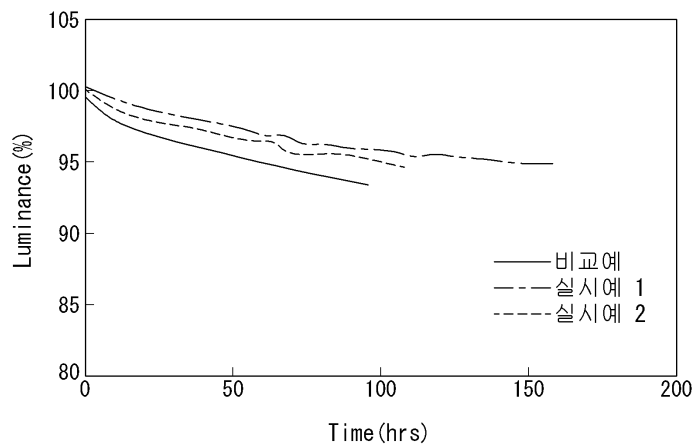
도면13



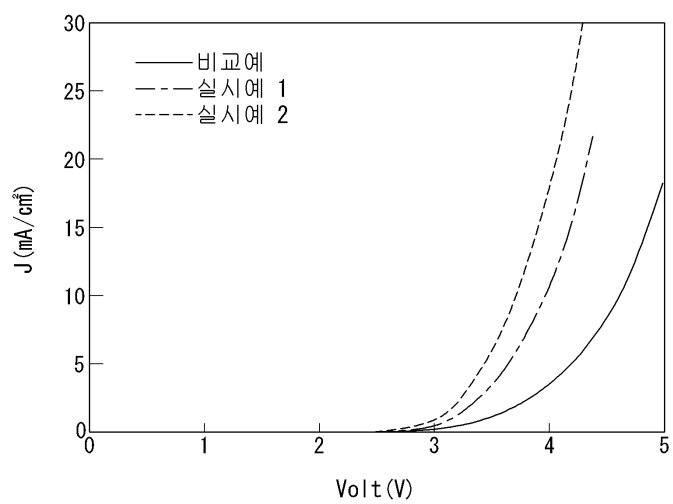
도면14



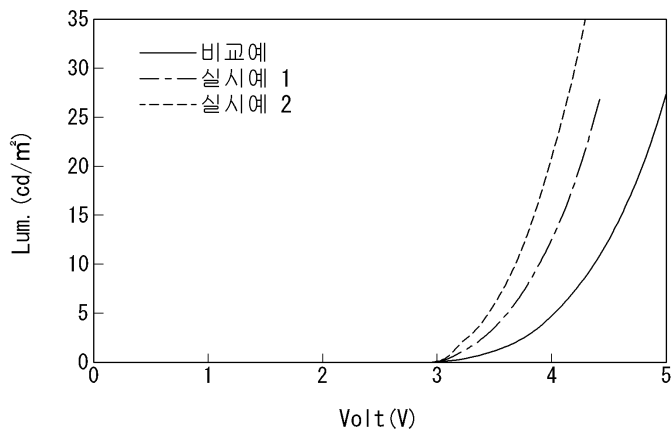
도면15



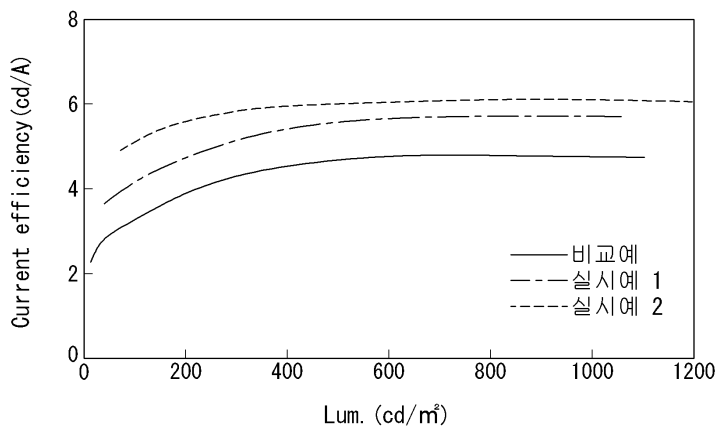
도면16



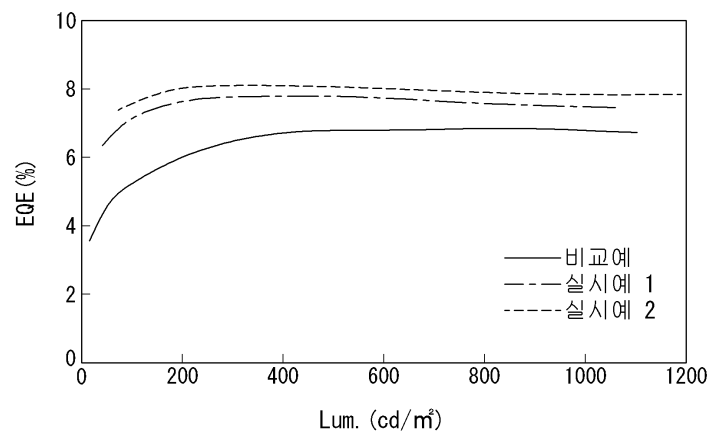
도면17



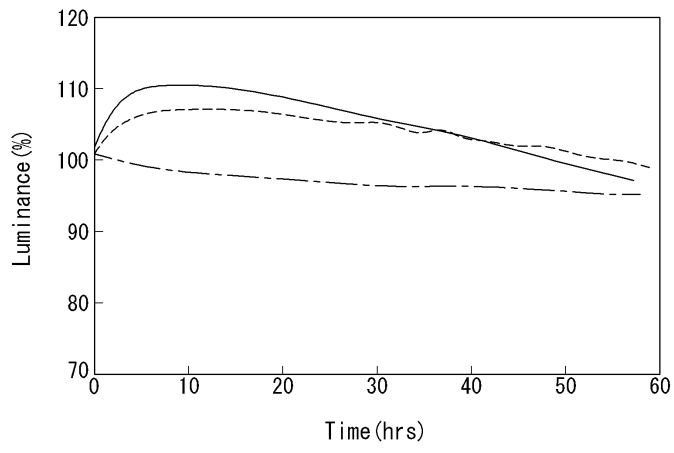
도면18



도면19



도면20



专利名称(译)	标题：OLED显示器及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020160039084A	公开(公告)日	2016-04-08
申请号	KR1020140132043	申请日	2014-09-30
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	GEE HYUK CHAN 지혁찬 KIM YOUNG JU 김영주		
发明人	지혁찬 김영주		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/5088 H01L51/5036 H01L51/504 H01L51/56		
其他公开文献	KR101679123B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供了一种有机发光显示装置及其制造方法，其中形成了包括具有高电偶极矩的有机溶液的空穴注入层，并且优化了R和G元素的复合区域，从而提高了寿命。溶液型混合型有机发光显示装置的特性。根据本发明实施例的有机发光显示装置包括：基板；第一电极；空穴注入层；空穴传输层；第一发光层；第二发光层；第三发光层；电子传输层；电子注入层；和第二电极。在基板上限定第一至第三发光部分。第一电极分别设置在第一至第三发光部分上。空穴注入层设置在第一电极上，并且包括电偶极矩为0.5至5D的有机溶液。空穴传输层设置在空穴注入层上。第一发光层设置在空穴传输层上，并且设置在第一发光部分上。第二发光层设置在空穴传输层上，并且设置在第二发光部分上。第三发光层设置在空穴传输层上，并且设置在第三发光部分上。电子传输层设置在第三发光层上。电子注入层设置在电子传输层上。第二电极设置在电子注入层上。

