



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0093735
(43) 공개일자 2008년10월22일

(51) Int. Cl.

H05B 33/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0037875

(22) 출원일자 2007년04월18일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

한양대학교 산학협력단

서울 성동구 행당동 17 한양대학교 내

(72) 발명자

김대환

서울 마포구 성산동 181-7

추동철

서울 중랑구 면목2동 180-101

곽병찬

서울 금천구 시흥4동 815-113

(74) 대리인

팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 7 항

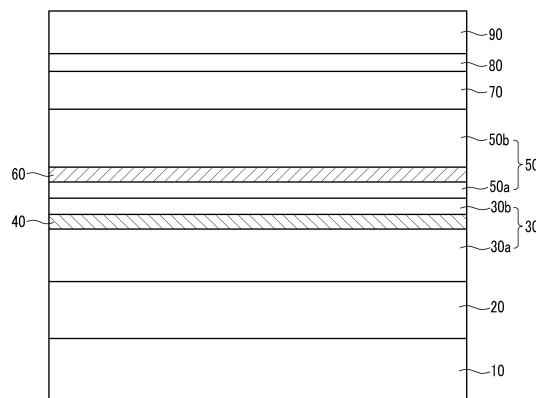
(54) 유기 발광 표시 장치

(57) 요약

본 발명은 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로 제1 전극, 제1 전극 위에 형성되어 있으며, 제1 HOMO 준위 및 제1 LUMO 준위를 가지는 제1 물질을 포함하는 제1 정공 수송층, 제1 정공 수송층 위에 형성되어 있으며, 제1 HOMO 준위보다 낮은 제2 HOMO 준위 및 제1 LUMO 준위보다 낮은 제2 LUMO 준위를 가지는 제2 물질을 포함하는 제1 정공 장벽층, 제1 정공 장벽층 위에 형성되어 있으며 제1 HOMO 준위 및 제1 LUMO 준위를 가지는 제1 물질을 포함하는 제2 정공 수송층, 제2 정공 수송층 위에 형성되어 있으며, 제3 HOMO 준위 및 제3 LUMO 준위를 가지는 제3 물질을 포함하는 제1 발광층, 제1 발광층 위에 형성되어 있으며, 제3 HOMO 준위보다 높은 제4 HOMO 준위 및 제3 LUMO 준위보다 낮은 제4 LUMO 준위를 가지는 제4 물질을 포함하는 제1 정공 트랩층, 제1 정공 트랩층 위에 형성되어 있으며, 제3 HOMO 준위 및 제3 LUMO 준위를 가지는 제3 물질을 포함하는 제2 발광층, 제2 발광층 위에 형성되어 있는 제2 전극을 포함한다.

이와 같이, 정공 수송층 사이에 정공 장벽층을 형성하고, 발광층 사이에 정공 트랩층을 형성하여 동작 전압의 증가없이 발광 효율을 높일 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

제1 전극,

상기 제1 전극 위에 형성되어 있으며, 제1 HOMO 준위 및 제1 LUMO 준위를 가지는 제1 물질을 포함하는 제1 정공 수송층,

상기 제1 정공 수송층 위에 형성되어 있으며, 상기 제1 HOMO 준위보다 낮은 제2 HOMO 준위 및 상기 제1 LUMO 준위보다 낮은 제2 LUMO 준위를 가지는 제2 물질을 포함하는 제1 정공 장벽층,

상기 제1 정공 장벽층 위에 형성되어 있으며 상기 제1 HOMO 준위 및 제1 LUMO 준위를 가지는 상기 제1 물질을 포함하는 제2 정공 수송층,

상기 제2 정공 수송층 위에 형성되어 있으며, 제3 HOMO 준위 및 제3 LUMO 준위를 가지는 제3 물질을 포함하는 제1 발광층,

상기 제1 발광층 위에 형성되어 있으며, 상기 제3 HOMO 준위보다 높은 제4 HOMO 준위 및 상기 제3 LUMO 준위보다 낮은 제4 LUMO 준위를 가지는 제4 물질을 포함하는 제1 정공 트랩층,

상기 제1 정공 트랩층 위에 형성되어 있으며, 상기 제3 HOMO 준위 및 제3 LUMO 준위를 가지는 상기 제3 물질을 포함하는 제2 발광층,

상기 제2 발광층 위에 형성되어 있는 제2 전극을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

제1항에서,

상기 제2 물질은 1,3,5-트리스(N-페닐벤지미다졸-2-일)벤젠(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazol-2-yl)benzene, TPBi), 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline, BCP), 4,4'-비스(카바졸-9-일)-2,2'-바이페닐(4,4'-bis(carbazol-9-yl)-2,2'-biphenyl, CBP) 중에서 선택된 적어도 하나를 포함하고, 상기 제4 물질은 루브렌(rubrene), 알루미늄 트리스(8-하이드록시퀴놀린)(aluminium tris(8-hydroxyquinoline), Alq₃), 프탈로시아닌 구리(copper phthalocyanine, CuPc), 4-(디시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-디메틸아미노스티릴)-4H-피란(4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran, DCM) 중에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 3

제1항에서,

상기 제2 정공 수송층과 상기 제1 발광층 사이에 상기 제2 물질로 이루어진 제2 정공 장벽층과 상기 제1 물질로 이루어진 제3 정공 수송층을 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 4

제1항에서,

상기 제2 발광층과 상기 제2 전극 사이에 상기 제4 물질로 이루어진 제2 정공 트랩층과 상기 제3 물질로 이루어진 제3 발광층을 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 5

제1항에서,

상기 제2 발광층과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 전자 주입층을 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 6

제1항에서,

서로 교차하는 제1 및 제2 신호선,

상기 제1 및 제2 신호선과 연결되어 있는 제1 박막 트랜지스터, 그리고

상기 제1 박막 트랜지스터 및 상기 제1 전극과 연결되어 있는 제2 박막 트랜지스터를 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에서,

상기 제1 물질은 N,N'-비스-(1-나프틸)-N,N'-디페닐-1,1'-바이페닐-4,4'-디아민(N,N'-bis-(1-naphthyl)-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine, NPB), 1,1,4,4-테트라페닐-1,3-부타디엔(1,1,4,4-tetraphenyl-1,3-butadiene, TPD) 중에서 선택된 적어도 하나를 포함하고, 상기 제3 물질은 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)바이페닐(4,4'-bis(2,2-diphenylvinyl)biphenyl, DPVBi), 9,10-비스-(β-나프틸)-안트린(9,10-bis-(β-naphthyl)-anthrene, DNA), 5,5'-비스(2,2-디메틸보릴)-2,2'-바이티오펜(5,5'-bis(2,2-dimesitylboryl)-2,2'-bithiophene, BMB2T), 1,3-비스[4-(N,N-디메틸아미노)페닐-1,3,4-옥사디아졸]벤젠(1,3-bis[4-(N,N-dimethylamino)phenyl-1,3,4-oxadiazole]benzene, OXD8), 알루미늄비스(2-메틸-8-퀴놀리네이트)4-페닐페놀레이트(aluminum(III)bis(2-methyl-8-quinolinato)4-phenylphenolate, BALq) 중에서 선택된 적어도 하나를 포함하거나 이들의 고분자 재료에 페릴렌(perylene)계 색소, 쿠마린(cumarine)계 색소, 로더민계 색소, 루브렌(rubrene), 페릴렌(perylene), 9,10-디페닐안트라센(9,10-diphenylanthracene), 테트라페닐부타디엔(tetraphenylbutadiene), 나일 레드(Nile red), 쿠마린(coumarin), 퀴나크리돈(quinacridone) 중에서 어느 하나를 도핑한 화합물 중에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <26> 본 발명은 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.
- <27> 최근 모니터 또는 텔레비전 등의 경량화 및 박형화가 요구되고 있으며, 이러한 요구에 따라 음극선관(cathode ray tube, CRT)이 액정 표시 장치(liquid crystal display, LCD)로 대체되고 있다. 그러나, 액정 표시 장치는 수발광 소자로서 별도의 백라이트(backlight)가 필요할 뿐만 아니라, 응답 속도 및 시야각 등에서 한계가 있다.
- <28> 최근 이를 극복할 수 있는 표시 장치로서, 유기 발광 표시 장치(organic light emitting diode display, OLED display)가 주목받고 있다.
- <29> 유기 발광 표시 장치는 하나의 전극으로부터 주입된 전자(electron)와 다른 전극으로부터 주입된 정공(hole)이 두 전극 사이에 위치하는 발광층(emitting layer)에서 결합하여 엑시톤(exciton)을 생성하고, 엑시톤이 에너지를 방출하면서 발광한다.
- <30> 유기 발광 표시 장치는 자체 발광형으로 별도의 광원이 필요 없으므로 소비 전력이 낮다. 이러한 소비 전력을 더욱 낮추기 위해서는 유기 발광 표시 장치의 발광 효율을 높여야 한다. 발광 효율은 발광층에서 생성된 엑시톤의 개수에 비례하므로, 발광층에 도달하는 전자와 정공을 균형있게 전달해 줄 필요가 있다.
- <31> 일반적으로 정공의 이동도(mobility)가 전자보다 빠르기 때문에 정공의 이동도를 제어할 필요가 있다. 이를 위하여 종래에는 정공 수송층(hole transport layer)에 다수의 트랩층(trap layer) 또는 장벽층(barrier layer)을 삽입하여 정공의 수송을 조절하고 있다.
- <32> 하지만, 다수의 트랩층 또는 장벽층으로 인해 소자의 동작 전압이 상승하는 문제점이 발생한다. 소자의 동작 전압 상승은 디스플레이 자체의 구동 전압 상승뿐 아니라 구동 회로의 전압 상승을 야기하고 디스플레이의 전력 효율이 감소하게 되며, 구동 전압의 상승은 소자의 퇴화 원인이 될 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<33> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이를 해결하기 위한 것으로서 동작 전압의 상승을 억제하면서, 발광 효율을 높일 수 있는 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<34> 이러한 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는 정공 수송층과 발광층에 각각 정공 장벽층과 정공 트랩층을 삽입한 유기 발광 표시 장치를 제안한다.

<35> 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 제1 전극, 제1 전극 위에 형성되어 있으며, 제1 HOMO 준위 및 제1 LUMO 준위를 가지는 제1 물질을 포함하는 제1 정공 수송층, 제1 정공 수송층 위에 형성되어 있으며, 제1 HOMO 준위보다 낮은 제2 HOMO 준위 및 제1 LUMO 준위보다 낮은 제2 LUMO 준위를 가지는 제2 물질을 포함하는 제1 정공 장벽층, 제1 정공 장벽층 위에 형성되어 있으며 제1 HOMO 준위 및 제1 LUMO 준위를 가지는 제1 물질을 포함하는 제2 정공 수송층, 제2 정공 수송층 위에 형성되어 있으며, 제3 HOMO 준위 및 제3 LUMO 준위를 가지는 제3 물질을 포함하는 제1 발광층, 제1 발광층 위에 형성되어 있으며, 제3 HOMO 준위보다 높은 제4 HOMO 준위 및 제3 LUMO 준위보다 낮은 제4 LUMO 준위를 가지는 제4 물질을 포함하는 제1 정공 트랩층, 제1 정공 트랩층 위에 형성되어 있으며, 제3 HOMO 준위 및 제3 LUMO 준위를 가지는 제3 물질을 포함하는 제2 발광층, 제2 발광층 위에 형성되어 있는 제2 전극을 포함한다.

<36> 제2 물질은 1,3,5-트리스(N-페닐벤지미다졸-2-일)벤젠(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazol-2-yl)benzene, TPBi), 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline, BCP), 4,4'-비스(카바졸-9-일)-2,2'-바이페닐(4,4'-bis(carbazol-9-yl)-2,2'-biphenyl, CBP) 중에서 선택된 적어도 하나를 포함하고, 제4 물질은 루브렌(rubrene), 알루미늄 트리스(8-하이드록시퀴놀린)(aluminium tris(8-hydroxyquinoline), Alq₃), 프탈로시아닌 구리(copper phthalocyanine, CuPc), 4-(디시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-디메틸아미노스티릴)-4H-피란(4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran, DCM) 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

<37> 제2 정공 수송층과 제1 발광층 사이에 제2 물질로 이루어진 제2 정공 장벽층과 제1 물질로 이루어진 제3 정공 수송층을 더 포함할 수 있다.

<38> 제2 발광층과 제2 전극 사이에 제4 물질로 이루어진 제2 정공 트랩층과 제3 물질로 이루어진 제3 발광층을 더 포함할 수 있다.

<39> 제2 발광층과 제2 전극 사이에 위치하는 전자 주입층을 더 포함할 수 있다.

<40> 서로 교차하는 제1 및 제2 신호선, 제1 및 제2 신호선과 연결되어 있는 제1 박막 트랜지스터, 그리고 제1 박막 트랜지스터 및 제1 전극과 연결되어 있는 제2 박막 트랜지스터를 더 포함할 수 있다.

<41> 제1 물질은 N,N'-비스-(1-나프틸)-N,N'-디페닐-1,1'-바이페닐-4,4'-디아민(N,N'-bis-(1-naphthyl)-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine, NPB), 1,1,4,4-테트라페닐-1,3-부타디엔(1,1,4,4-tetraphenyl-1,3-butadiene, TPD) 중에서 선택된 적어도 하나를 포함하고, 제3 물질은 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)바이페닐(4,4'-bis(2,2-diphenylvinyl)biphenyl, DPVBi), 9,10-비스-(β-나프틸)-안트린(9,10-bis-(β-naphthyl)-anthrene, DNA), 5,5'-비스(2,2-디메틸보릴)-2,2'-바이티오펜(5,5'-bis(2,2-dimethylboryl)-2,2'-bithiophene, BMB2T), 1,3-비스[4-(N,N-디메틸아미노)페닐-1,3,4-옥사디아졸]벤젠(1,3-bis[4-(N,N-dimethylamino)phenyl-1,3,4-oxadiazolyl]benzene, OXD8), 알루미늄비스(2-메틸-8-퀴놀리네이트)4-페닐페놀레이트(aluminum(III)bis(2-methyl-8-quinolinato)4-phenylphenolate, BA1q) 중에서 선택된 적어도 하나를 포함하거나 이들의 고분자 재료에 페릴렌(perylene)계 색소, 쿠마린(cumarine)계 색소, 로더민계 색소, 루브렌(rubrene), 페릴렌(perylene), 9,10-디페닐안트라센(9,10-diphenylanthracene), 테트라페닐부타디엔(tetraphenylbutadiene), 나일 레드(Nile red), 쿠마린(coumarin), 퀴나크리돈(quinacridone) 중에서 어느 하나를 도핑한 화합물 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

<42> 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

<43> 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할

때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.

<44> [실시예 1]

<45> 그러면 본 발명의 실시예 1에 따른 유기 발광 표시 장치에 대하여 도 1 및 도 2를 참고하여 상세하게 설명한다.

<46> 도 1은 본 발명의 실시예 1에 따른 수동형 유기 발광 표시 장치(passive matrix OLED display)의 평면도이고, 도 2는 도 1의 유기 발광 표시 장치를 II-II 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.

<47> 투명한 유리 또는 플라스틱 따위로 만들어진 절연 기판(10) 위에 복수의 애노드(anode)(20)와 복수의 캐소드(cathode)(90)가 교차하게 형성되어 있다.

<48> 애노드(20)는 소정 간격을 두고 형성되어 있으며 절연 기판(110)의 한 방향을 따라 뻗어 있다. 애노드(20)는 정공(hole)이 주입되는 전극으로, 일 함수(work function)가 높고 발광된 빛이 외부로 나올 수 있는 투명 도전 물질로 만들어지며, 예컨대 ITO(indium tin oxide) 또는 IZO(indium zinc oxide) 따위일 수 있다.

<49> 캐소드(90) 또한 소정 간격을 두고 형성되어 있으며 애노드(20)와는 다른 방향을 따라 뻗어 있어 애노드(20)와 교차한다. 캐소드(90)는 전자(electron)가 주입되는 전극으로, 일 함수가 낮고 유기 물질에 영향을 미치지 않는 도전 물질로 만들어지며, 예컨대 알루미늄(Al), 칼슘(Ca) 및 바륨(Ba) 등에서 선택될 수 있다.

<50> 애노드(20)와 캐소드(90) 사이에는 유기 발광 부재(organic light emitting member)가 형성되어 있다.

<51> 유기 발광 부재는 발광층(emitting layer)(50) 및 발광층(50)의 발광 효율을 높이기 위한 복수의 부대층(auxiliary layer)을 포함한다.

<52> 발광층(50)은 적색, 녹색, 청색의 삼원색 등 기본색(primary color) 중 어느 하나의 빛을 고유하게 내는 유기 물질 또는 유기 물질과 무기 물질의 혼합물로 만들어지며, 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)바이페닐(4,4'-bis(2,2-diphenylvinyl)biphenyl, DPVBi), 9,10-비스-(β-나프틸)-안트린(9,10-bis-(β-naphthyl)-anthrene, DNA), 5,5'-비스(2,2-디메스티로릴)-2,2'-바이티오펜(5,5'-bis(2,2-dimesitylboryl)-2,2'-bithiophene, BMB2T), 1,3-비스[4-(N,N-디메틸아미노)페닐-1,3,4-옥사디아졸]벤젠(1,3-bis[4-(N,N-dimethylamino)phenyl-1,3,4-oxadiazoly]benzene, OXD8), 알루미늄비스(2-메틸-8-퀴놀리네이트)4-페닐페놀레이트(aluminum(III)bis(2-methyl-8-quinolinato)4-phenylphenolate, BAlq) 또는 이들의 고분자 재료에 페릴렌(perylene)계 색소, 쿠마린(cumarine)계 색소, 로더민계 색소, 루브렌(rubrene), 페릴렌(perylene), 9,10-디페닐안트라센(9,10-diphenylanthracene), 테트라페닐부타디엔(tetraphenylbutadiene), 나일 레드(Nile red), 쿠마린(coumarin), 퀴나크리돈(quinacridone) 등을 도핑한 화합물이 포함될 수 있다. 유기 발광 표시 장치는 발광층에서 내는 기본색 색광의 공간적인 합으로 원하는 영상을 표시한다.

<53> 발광층(50)은 상부 발광층(50b)과 하부 발광층(50a)으로 나뉘어져 있고, 상하 상부 발광층(50b)과 하부 발광층(50a) 사이에 정공 트랩층(hole trap layer)(60)이 형성되어 있다.

<54> 정공 트랩층(60)은 발광층(50)의 HOMO(highest orbital molecular orbital) 준위보다 높은 HOMO 준위를 가지는 물질로 만들어진다. 정공 트랩층(60)의 HOMO 준위와 발광층(50)의 HOMO 준위의 차이로 인하여 정공의 이동도를 감소시켜 정공 트랩층(60)층에 정공을 모이게 한다.

<55> 정공 트랩층(60)은 루브렌(rubrene), 알루미늄 트리스(8-하이드록시퀴놀린)(aluminium tris(8-hydroxyquinoline), Alq₃), 프탈로시아닌 구리(copper phthalocyanine, CuPc), 4-(디시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-디메틸아미노스티릴)-4H-피란(4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran, DCM) 중에서 선택된 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.

<56> 부대층은 전자와 정공의 균형을 맞추기 위한 전자 주입층(electron injection layer)(80), 전자 수송층(electron transport layer)(70) 및 정공 수송층(hole transport layer)(30)을 포함한다.

<57> 전자 주입층(80) 및 전자 수송층(70)은 발광층(50)과 캐소드(90) 사이에 위치하며, 전자가 캐소드(90)로부터 발광층(50)으로 용이하게 주입되도록 한다. 전자 주입층(80) 및 전자 수송층(70)은 캐소드(90)의 일 함수(work function)와 발광층(50)의 LUMO(lowest unoccupied molecular orbital) 준위 사이의 LUMO 준위를 가지는 물질로 만들어진다.

<58> 예를 들어, 전자 주입층(80)은 플루오르화리튬(lithium fluoride, LiF), 리튬퀴놀레이트(lithium quinolate,

Liq), 옥사디아졸(oxadiazole), 트리아졸(triazole) 및 트리아진(triazine) 중에서 선택된 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.

- <59> 또한, 전자 수송층(70)은 알루미늄 트리스(8-하이드록시퀴놀린)(aluminium tris(8-hydroxyquinoline), Alq₃), 1,3,5-트리스(N-페닐벤지미다졸-2-일)벤젠(1,3,5-tirs(N-phenylbenzimidazol-2-yl)benzene, TPBi), 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline, BCP) 중에서 선택된 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.
- <60> 정공 수송층(30)은 애노드(20)와 발광층(50) 사이에 위치하며, 정공이 애노드(20)로부터 발광층(50)으로 용이하게 전달되도록 한다.
- <61> 정공 수송층(30)은 애노드(20)의 일 함수와 발광층(50)의 HOMO 준위 사이의 HOMO 준위를 가지는 물질로 만들어지며, 예컨대 N,N'-비스-(1-나프틸)-N,N'-디페닐-1,1'-바이페닐-4,4'-디아민(N,N'-bis-(1-naphthyl)-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl -4,4'-diamine, NPB), 1,1,4,4-테트라페닐-1,3-부타디엔(1,1,4,4-tetraphenyl-1,3-butadiene, TPD) 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- <62> 정공 수송층(30)은 상부 정공 수송층(30b)과 하부 정공 수송층(30a)으로 나뉘어져 있고, 이들 상부 정공 수송층(30b)과 하부 정공 수송층(30a) 사이에는 정공 장벽층(hole barrier layer)(40)이 형성되어 있다.
- <63> 정공 장벽층(40)은 정공 수송층(30)의 HOMO 준위보다 낮은 HOMO 준위를 가지는 물질로 만들어진다. 정공 장벽층(40)의 HOMO 준위와 정공 수송층(30)의 HOMO 준위의 차이로 인하여 정공의 이동도가 감소한다.
- <64> 정공 장벽층(40)은 1,3,5-트리스(N-페닐벤지미다졸-2-일)벤젠(1,3,5-tirs(N-phenylbenzimidazol-2-yl)benzene, TPBi), 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline, BCP), 4,4'-비스(카바졸-9-일)-2,2'-바이페닐(4,4'-bis(carbazol-9-yl)-2,2'-biphenyl, CBP) 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- <65> 이에 대하여 도 3을 도 1 및 도 2와 함께 참고하여 상세하게 설명한다.
- <66> 도 3은 도 1 및 도 2에 도시한 유기 발광 표시 장치에서 각 층의 에너지 준위를 보여주는 개략도이다.
- <67> 도 3에서, 왼쪽에서 오른쪽으로 차례로 애노드(20)의 에너지 준위(2), 하부 정공 수송층(30a)의 HOMO 준위(3aH) 및 LUMO 준위(3aL), 정공 장벽층(40)의 HOMO 준위(4H) 및 LUMO 준위(4L), 상부 정공 수송층(30b)의 HOMO 준위(3bH) 및 LUMO 준위(3bL), 하부 발광층(50a)의 HOMO 준위(5aH) 및 LUMO 준위(5aL), 정공 트랩층(60)의 HOMO 준위(6H) 및 LUMO 준위(6L), 상부 발광층(50b)의 HOMO 준위(5bH) 및 LUMO 준위(5bL), 전자 수송층(70)의 HOMO 준위(7H) 및 LUMO 준위(7L), 전자 주입층(80)의 HOMO 준위(8H) 및 LUMO 준위(8L) 및 캐소드(90)의 에너지 준위(9)를 나타낸다.
- <68> 여기서, 각 층의 HOMO 준위와 LUMO 준위 사이의 간격을 띠 간격(band gap)이라고 한다.
- <69> 먼저, 애노드(20)로부터 주입되는 정공의 이동을 설명한다.
- <70> 정공은 약 -5.0eV의 에너지 준위(2)를 가지는 애노드(20)에서 주입되어 하부 정공 수송층(30a)의 HOMO 준위(3aH), 정공 장벽층(40)의 HOMO 준위(4H) 및 상부 정공 수송층(30b)의 HOMO 준위(3bH)를 차례로 통과하여 발광층(50a, 50b)의 HOMO 준위(5aH, 5bH) 및 정공 트랩층(60)의 HOMO 준위(6H)에 도달한다.
- <71> 도 3에서 보는 바와 같이, 에너지 준위가 정공 수송층(30)의 에너지 준위보다 낮은 정공 장벽층(40)이 상부 정공 수송층(30b)과 하부 정공 수송층(30a) 사이에 적층되어 있음으로써 상부 정공 수송층(30b)의 HOMO 준위(3bH)와 정공 장벽층(40)의 HOMO 준위(4H) 사이의 에너지 차이가 정공이 이동하는데 장벽(barrier)으로 작용하여 정공의 이동도가 낮아진다.
- <72> 그리고, 에너지 준위가 발광층(50)의 에너지 준위보다 높은 정공 트랩층(60)이 상부 발광층(50b)과 하부 발광층(50a) 사이에 적층되어 있음으로써 하부 발광층(50a)의 HOMO 준위(5aH)와 정공 트랩층(60)의 HOMO 준위(6H) 사이의 에너지 차이가 정공의 이동도를 감소시켜 정공을 정공 트랩층(60)에 모이게 한다.
- <73> 또한, 캐소드(90)로부터 주입되는 전자의 이동을 살펴보면, 전자는 약 -4.2 내지 -4.3eV의 일 함수(9)를 가지는 캐소드(90)에서 주입되어 전자 주입층(80)의 LUMO 준위(8L) 및 전자 수송층의 LUMO 준위(7L)를 차례로 통과하여 발광층(50)의 LUMO 준위(5aL, 5bL) 및 정공 트랩층(60)의 LUMO 준위(6L)에 도달한다.
- <74> 이러한 전자는 상술한 경로를 따라 발광층(50) 및 정공 트랩층(60)에 도달한 정공과 재결합하여 엑시톤을 형성

하고 이것이 에너지를 방출하면서 발광한다.

- <75> 한편, 전자 중 일부는 발광층(50)에서 재결합하지 못하고 발광층(50)을 통과할 수 있으나, 상술한 정공 트랩층(60)의 LUMO(6L)는 발광층(50)의 LUMO(5aL, 5bL)보다 낮은 에너지 준위를 가지기 때문에 전자가 통과하는데 장벽이 된다. 따라서 발광층(50)을 통과하지 못하고 발광층(50)과 정공 트랩층(60)의 계면에 모여있는 전자의 개수가 늘어나서 엑시톤 생성 개수 또한 높일 수 있다.
- <76> 또한, 상술한 바와 같이 정공 수송층(30)과 정공 장벽층(40) 사이의 에너지 장벽에 의해 정공의 이동을 늦추게 되어 정공 장벽층(40)과 상부 정공 수송층(30b)의 계면에 모여있는 정공의 개수가 늘어나게 된다. 이러한 정공은 양(positive)의 성질을 가지는 내부 전기장을 발생시킬 수 있으며, 이러한 내부 전기장에 의해 음(negative)의 성질을 가지는 전자를 끌어당기게 되어 캐소드(90)로부터 발광층(50) 및 정공 트랩층(60)으로 유입되는 전자의 개수를 증가시킬 수 있다.
- <77> 따라서, 발광층(50) 및 정공 트랩층(60)에서 생성되는 엑시톤 개수를 증가시킬 수 있어서 내부 양자 효율(internal quantum efficiency)을 개선할 수 있다.
- <78> 그러면 본 발명의 실시예 1에 따른 유기 발광 표시 장치와 비교예에 따른 유기 발광 표시 장치를 제작하여 발광 효율 및 동작 전압을 확인하였다.
- <79> 도 1 및 도 2에 도시한 유기 발광 표시 장치를 제조하는 방법에 대하여 설명한다.
- <80> 절연 기판(10) 위에 ITO 파위의 투명 도전체를 스퍼터링(sputtering) 파위로 적층하여 애노드(20)를 형성한다.
- <81> 이어서, 아세톤 또는 이소프로필알코올(isopropyl alcohol) 등이 채워져 있는 챔버(chamber)에 기판을 넣고 초음파 세척한 후 산소 플라즈마 처리를 하여 애노드(20)의 계면 특성을 좋게 한다.
- <82> 다음, 애노드(20) 위에 NPB를 약 33nm 정도 적층하여 하부 정공 수송층(30a)을 형성한 후, 하부 정공 수송층(30a) 위에 TPBi를 약 2nm 정도 적층하여 정공 장벽층(40)을 형성하고, 그 위에 NPB를 약 5nm 정도 적층하여 상부 정공 수송층(30b)을 형성한다.
- <83> 다음, 상부 정공 수송층(30b) 위에 DPVBi를 약 5nm 정도 적층하여 하부 발광층(50a)을 형성한 후, 하부 발광층(50a) 위에 루브렌을 약 2nm 정도 적층하여 정공 트랩층(60)을 형성하고, 그 위에 DPVBi를 약 38nm 정도 적층하여 상부 발광층(50b)을 형성한다.
- <84> 이어서, 상부 발광층(50b) 위에 Alq₃을 약 30nm 정도 적층하여 전자 수송층(70)을 형성한 후, 전자 수송층(70) 위에 Liq를 약 2nm 정도 적층하여 전자 주입층(80)을 형성하고, 그 위에 알루미늄(Al)을 적층하여 캐소드(90)를 형성한다.
- <85> 이로써, 기판 위에 ITO/NPB/TPBi/NPB/DPVBi/루브렌/DPVBi/Alq₃/Liq/Al이 차례로 적층되어 있는 유기 발광 표시 장치를 제작하였다.
- <86> [비교예 1]
- <87> 본 비교예 1에 따른 유기 발광 표시 장치는 상술한 실시예와 달리 유기 발광표시 장치의 기본 구조로서, 애노드 위에 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층 및 캐소드가 차례로 적층되어 있다. 즉, 애노드 위에 NPB, DPVBi, Alq₃, Liq 및 Al을 차례로 적층하여 ITO/NPB/DPVBi/Alq₃/Liq/Al이 차례로 적층되어 있는 유기 발광 표시 장치를 제작하였다.
- <88> [비교예 2]
- <89> 본 비교예 2에 따른 유기 발광 표시 장치는 상술한 실시예와 달리 유기 발광표시 장치의 기본 구조에서 정공 수송층 사이에만 루브렌으로 정공 트랩층이 형성되어 있다. 즉, 애노드 위에 NPB를 약 33nm, 루브렌을 약 2nm, NPB를 약 5nm 정도를 순차적으로 적층한 다음, 그 위에 DPVBi, Alq₃, Liq 및 Al을 차례로 적층하여 ITO/NPB/루브렌/NPB/DPVBi/Alq₃/Liq/Al이 차례로 적층되어 있는 유기 발광 표시 장치를 제작하였다.
- <90> [비교예 3]
- <91> 본 비교예 3에 따른 유기 발광 표시 장치는 상술한 실시예와 달리 유기 발광 표시 장치의 기본 구조에서 발광층 사이에만 루브렌으로 정공 트랩층이 형성되어 있다. 즉, 애노드 위에 NPB를 약 40nm, DPVBi를 약 5nm, 루브렌

을 약 2nm, DPVBi를 약 38nm 정도 순차적으로 적층한 다음, Alq₃, Liq 및 Al을 차례로 적층하여 ITO/NPB/DPVBi/루브렌/DPVBi/Alq₃/Liq/Al이 차례로 적층되어 있는 유기 발광 표시 장치를 제작하였다.

<92> [비교예 4]

<93> 본 비교예 4에 따른 유기 발광 표시 장치는 상술한 실시예와 달리 유기 발광표시 장치의 기본 구조에서 정공 수송층 사이에 루브렌으로 정공 트랩층이 형성되어 있고, 발광층 사이에 루브렌으로 정공 트랩층이 형성되어 있다. 즉, 애노드 위에 NPB를 약 34nm, 루브렌을 약 1nm, NPB를 약 5nm, DPVBi를 약 5nm, 루브렌을 약 1nm, DPVBi를 약 39nm 정도 순차적으로 적층한 다음, Alq₃, Liq 및 Al을 차례로 적층하여 ITO/NPB/루브렌/DPVBi/루브렌/DPVBi/Alq₃/Liq/Al이 차례로 적층되어 있는 유기 발광 표시 장치를 제작하였다.

<94> [비교예 5]

<95> 본 비교예 5에 따른 유기 발광 표시 장치는 상술한 실시예와 달리 유기 발광표시 장치의 기본 구조에서 정공 수송층 사이에 루브렌으로 정공 트랩층이 형성되어 있고, 발광층 사이에 TPVBi로 정공 장벽층이 형성되어 있다. 즉, 애노드 위에 NPB를 약 33nm, 루브렌을 약 2nm, NPB를 약 5nm, DPVBi를 약 5nm, TPVBi를 약 2nm, DPVBi를 약 38nm 정도 순차적으로 적층한 다음, Alq₃, Liq 및 Al을 차례로 적층하여 ITO/NPB/루브렌/NPB/DPVBi/TPBi/DPVBi/Alq₃/Liq/Al이 차례로 적층되어 있는 유기 발광 표시 장치를 제작하였다.

<96> 이하, 상술한 실시예 1 및 비교예 1 내지 5에 따른 유기 발광 표시 장치의 동작 전압 및 발광 효율에 대하여 도 4 및 도 5를 참고하여 설명한다. 여기서 본 발명의 실시예 1에 따른 유기 발광 표시 장치는 A, 비교예 1 내지 5에 따른 유기 발광 표시 장치는 각각 B, C, D, E, F로 표시하였다.

<97> 먼저, 도 4를 참고하여 전압에 따른 전류 밀도를 비교한다.

<98> 도 4는 전술한 실시예 1 및 비교예 1 내지 5에 따른 유기 발광 표시 장치의 전류 밀도를 보여주는 그래프이다.

<99> 먼저, 전술한 실시예 1 및 비교예 1 내지 5에 따른 유기 발광 표시 장치에 KEITHELY(model: 236 SOURCE MEASURE UNIT) 장치를 이용하여 0 내지 15V까지 0.5V 단위로 전압을 인가하면서 전류 밀도(current density)를 측정하였다.

<100> 그 결과, 실시예 1 및 비교예 1 내지 5에 따른 유기 발광 표시 장치의 턴 온 전압은 각각 약 5V로 나타났다. 그리고, 실시예 1에 따른 유기 발광 표시 장치(A)와 비교예 1 내지 3에 따른 유기 발광 표시 장치(B, C, D)는 동작 전압이 큰 변화 없이 비슷하게 나타났다.

<101> 하지만, 정공 수송층과 발광층에 루브렌으로 정공 트랩층을 형성한 비교예 4에 따른 유기 발광 표시 장치(E)와, 정공 수송층에 루브렌으로 정공 트랩층을 형성하고, 발광층에 TPBi로 정공 장벽층을 형성한 비교예 5에 따른 유기 발광 표시 장치(F)는 동작 전압이 증가함을 알 수 있다.

<102> 다음, 도 5를 참고하여 발광 효율을 비교한다.

<103> 도 5는 전술한 실시예 1 및 비교예 1 내지 5에 따른 유기 발광 표시 장치의 전류 밀도 대비 발광 효율을 보여주는 그래프이다.

<104> 도 4에서 얻은 측정값을 기초로 전류 밀도 대 발광 효율을 살펴보았다. 그 결과, 본 실시예 1에 따른 유기 발광 표시 장치(A)와 정공 수송층과 발광층에 루브렌으로 정공 트랩층을 형성한 비교예 4에 따른 유기 발광 표시 장치(E)가 다른 유기 발광 표시 장치(B, C, D, F)보다 발광 효율이 높게 나타났다.

<105> 도 4 및 도 5를 종합하여 살펴볼 때, 정공 수송층과 발광층에 루브렌으로 정공 트랩층을 형성한 비교예 4에 따른 유기 발광 표시 장치(E)가 발광 효율이 더 높음을 알 수 있다. 하지만, 비교예 4에 따른 유기 발광 표시 장치(E)는 정공 수송층과 발광층에 루브렌을 정공 트랩층을 형성하여 정공의 이동도가 가장 감소되어 동작 전압이 증가하고, 동작 전압의 증가로 인하여 발광 효율은 증가하였으나, 본 발명의 실시예 1에 따른 유기 발광 표시 장치(A)는 동작 전압의 증가 없이 유기 발광 표시 장치의 기본 구조인 비교예 1에 따른 유기 발광 표시 장치(B)보다 발광 효율이 높음을 알 수 있다.

<106> 따라서, 정공 수송층에 TPBi로 정공 장벽층을 형성하고, 발광층에 루브렌으로 정공 트랩층을 형성한 본 발명의 실시예 1에 따른 유기 발광 표시 장치(A)가 동작 전압을 증가 시키지 않고도 발광 효율을 높일 수 있음을 알 수 있다.

- <107> [실시예 2]
- <108> 이하, 본 발명의 실시예 2에 따른 유기 발광 표시 장치에 대하여 도 6 내지 도 9를 참고하여 설명한다. 본 실시예 2에서는 전술한 실시예 1과 달리 능동형 유기 발광 표시 장치(active matrix OLED display)에 대하여 설명한다.
- <109> 전술한 실시예와 중복되는 내용은 생략한다.
- <110> 도 6은 본 발명의 실시예 2에 따른 유기 발광 표시 장치의 등가 회로도이다.
- <111> 도 6을 참고하면, 본 실시예 2에 따른 유기 발광 표시 장치는 복수의 신호선(121, 171, 172)과 이들에 연결되어 있으며 대략 행렬(matrix)의 형태로 배열된 복수의 화소(pixel)를 포함한다.
- <112> 신호선은 게이트 신호(또는 주사 신호)를 전달하는 복수의 게이트선(gate line)(121), 데이터 신호를 전달하는 복수의 데이터선(data line)(171) 및 구동 전압을 전달하는 복수의 구동 전압선(driving voltage line)(172)을 포함한다. 게이트선(121)은 대략 행 방향으로 뻗어 있으며 서로가 거의 평행하고 데이터선(171)과 구동 전압선(172)은 대략 열 방향으로 뻗어 있으며 서로가 거의 평행하다.
- <113> 각 화소(PX)는 스위칭 트랜지스터(switching transistor)(Qs), 구동 트랜지스터(driving transistor)(Qd), 유지 축전기(storage capacitor)(Cst) 및 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode, OLED)(LD)를 포함한다.
- <114> 스위칭 트랜지스터(Qs)는 제어 단자(control terminal), 입력 단자(input terminal) 및 출력 단자(output terminal)를 가지는데, 제어 단자는 게이트선(121)에 연결되어 있고, 입력 단자는 데이터선(171)에 연결되어 있으며, 출력 단자는 구동 트랜지스터(Qd)에 연결되어 있다. 스위칭 트랜지스터(Qs)는 게이트선(121)에 인가되는 주사 신호에 응답하여 데이터선(171)에 인가되는 데이터 신호를 구동 트랜지스터(Qd)에 전달한다.
- <115> 구동 트랜지스터(Qd) 또한 제어 단자, 입력 단자 및 출력 단자를 가지는데, 제어 단자는 스위칭 트랜지스터(Qs)에 연결되어 있고, 입력 단자는 구동 전압선(172)에 연결되어 있으며, 출력 단자는 유기 발광 다이오드(LD)에 연결되어 있다. 구동 트랜지스터(Qd)는 제어 단자와 출력 단자 사이에 걸리는 전압에 따라 그 크기가 달라지는 출력 전류(I_{LD})를 흘린다.
- <116> 축전기(Cst)는 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자와 입력 단자 사이에 연결되어 있다. 이 축전기(Cst)는 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자에 인가되는 데이터 신호를 충전하고 스위칭 트랜지스터(Qs)가 턴 오프(turn-off)된 뒤에도 이를 유지한다.
- <117> 유기 발광 다이오드(LD)는 구동 트랜지스터(Qd)의 출력 단자에 연결되어 있는 애노드(anode)와 공통 전압(V_{ss})에 연결되어 있는 캐소드(cathode)를 가진다. 유기 발광 다이오드(LD)는 구동 트랜지스터(Qd)의 출력 전류(I_{LD})에 따라 세기를 달리하여 발광함으로써 영상을 표시한다.
- <118> 스위칭 트랜지스터(Qs) 및 구동 트랜지스터(Qd)는 n-채널 전계 효과 트랜지스터(field effect transistor, FET)이다. 그러나 스위칭 트랜지스터(Qs)와 구동 트랜지스터(Qd) 중 적어도 하나는 p-채널 전계 효과 트랜지스터일 수 있다. 또한, 트랜지스터(Qs, Qd), 축전기(Cst) 및 유기 발광 다이오드(LD)의 연결 관계가 바뀔 수 있다.
- <119> 그러면 도 6에 도시한 유기 발광 표시 장치의 상세 구조에 대하여 도 7 내지 도 9를 도 6과 함께 참고하여 상세하게 설명한다.
- <120> 도 7은 본 발명의 실시예 2에 따른 유기 발광 표시 장치의 배치도이고, 도 8은 도 7의 유기 발광 표시 장치를 VIII-VIII 선을 따라 자른 단면도이고, 도 9는 도 8의 유기 발광 표시 장치에서 'G'부분을 확대하여 표시한 확대도이다.
- <121> 절연 기판(110) 위에 제1 제어 전극(control electrode)(124a)을 포함하는 복수의 게이트선(gate line)(121)과 복수의 제2 제어 전극(124b)을 포함하는 복수의 게이트 도전체(gate conductor)가 형성되어 있다.
- <122> 게이트선(121)은 게이트 신호를 전달하며 주로 가로 방향으로 뻗어 있다. 각 게이트선(121)은 다른 층 또는 외부 구동 회로와의 접속을 위하여 면적이 넓은 끝 부분(129)을 포함하며, 제1 제어 전극(124a)은 게이트선(121)으로부터 위로 뻗어 있다. 게이트 신호를 생성하는 게이트 구동 회로(도시하지 않음)가 기판(110) 위에 집적되

어 있는 경우 게이트선(121)이 연장되어 게이트 구동 회로와 직접 연결될 수 있다.

- <123> 제2 제어 전극(124b)은 게이트선(121)과 분리되어 있으며 어느 한쪽으로 길게 뻗은 유지 전극(storage electrode)(127)을 포함한다.
- <124> 게이트 도전체(121, 124b)는 알루미늄(Al)이나 알루미늄 합금 등 알루미늄 계열 금속, 은(Ag)이나 은 합금 등은 계열 금속, 구리(Cu)나 구리 합금 등 구리 계열 금속, 몰리브덴(Mo)이나 몰리브덴 합금 등 몰리브덴 계열 금속, 크롬(Cr), 탄탈륨(Ta) 및 티타늄(Ti) 따위로 만들어질 수 있다. 그러나 이들은 물리적 성질이 다른 두 개의 도전막(도시하지 않음)을 포함하는 다중막 구조를 가질 수도 있다.
- <125> 게이트 도전체(121, 124b)의 측면은 기판(110) 면에 대하여 경사져 있으며 그 경사각은 약 30° 내지 약 80° 인 것이 바람직하다.
- <126> 게이트 도전체(121, 124b) 위에는 질화규소(SiN_x) 또는 산화규소(SiO₂) 따위로 만들어진 게이트 절연막(gate insulating layer)(140)이 형성되어 있다.
- <127> 게이트 절연막(140) 위에는 수소화 비정질 규소(hydrogenated amorphous silicon)(비정질 규소는 약칭 a-Si로 씀) 또는 다결정 규소(polysilicon) 등으로 만들어진 복수의 제1 반도체(154a)와 제2 반도체(154b)가 형성되어 있다. 제1 반도체(154a)는 제1 제어 전극(124a)과 중첩하며 제2 반도체(154b)는 제2 제어 전극(124b)과 중첩한다.
- <128> 제1 및 제2 반도체(154a, 154b) 위에는 각각 복수 쌍의 제1 저항성 접촉 부재(ohmic contact)(163a, 165a)와 복수 쌍의 제2 저항성 접촉 부재(163b, 165b)가 형성되어 있다. 저항성 접촉 부재(163a, 163b, 165a, 165b)는 섬 모양이며, 인(P) 따위의 n형 불순물이 고농도로 도핑되어 있는 n+ 수소화 비정질 규소 따위의 물질로 만들어 지거나 실리사이드(silicide)로 만들어질 수 있다. 제1 저항성 접촉 부재(163a, 165a)는 쌍을 이루어 제1 반도체(154a) 위에 배치되어 있고, 제2 저항성 접촉 부재(163b, 165b) 또한 쌍을 이루어 제2 반도체(154b) 위에 배치되어 있다.
- <129> 저항성 접촉 부재(163a, 163b, 165a, 165b) 및 게이트 절연막(140) 위에는 복수의 데이터선(171)과 복수의 구동 전압선(172)과 복수의 제1 및 제2 출력 전극(output electrode)(175a, 175b)을 포함하는 복수의 데이터 도전체(data conductor)가 형성되어 있다.
- <130> 데이터선(171)은 데이터 신호를 전달하며 주로 세로 방향으로 뻗어 게이트선(121)과 교차한다. 각 데이터선(171)은 제1 제어 전극(124a)을 향하여 뻗은 복수의 제1 입력 전극(input electrode)(173a)과 다른 층 또는 외부 구동 회로와의 접속을 위하여 면적이 넓은 끝 부분(179)을 포함한다. 데이터 신호를 생성하는 데이터 구동 회로(도시하지 않음)가 기판(110) 위에 집적되어 있는 경우, 데이터선(171)이 연장되어 데이터 구동 회로와 직접 연결될 수 있다.
- <131> 구동 전압선(172)은 구동 전압을 전달하며 주로 세로 방향으로 뻗어 게이트선(121)과 교차한다. 각 구동 전압선(172)은 제2 제어 전극(124b)을 향하여 뻗은 복수의 제2 입력 전극(173b)을 포함하며, 유지 전극(127)과 중첩된 부분을 포함한다.
- <132> 제1 및 제2 출력 전극(175a, 175b)은 서로 분리되어 있고 데이터선(171) 및 구동 전압선(172)과도 분리되어 있다. 제1 입력 전극(173a)과 제1 출력 전극(175a)은 제1 제어 전극(124a)을 중심으로 서로 마주보고, 제2 입력 전극(173b)과 제2 출력 전극(175b)은 제2 제어 전극(124b)을 중심으로 서로 마주본다.
- <133> 데이터 도전체(171, 172, 175a, 175b)는 몰리브덴, 크롬, 탄탈륨 및 티타늄 등 내화성 금속 또는 이들의 합금으로 만들어지는 것이 바람직하며, 내화성 금속막(도시하지 않음)과 저저항 도전막(도시하지 않음)을 포함하는 이루어진 다중막 구조를 가질 수 있다.
- <134> 게이트 도전체(121, 124b)와 마찬가지로 데이터 도전체(171, 172, 175a, 175b) 또한 그 측면이 기판(110) 면에 대하여 30° 내지 80° 정도의 경사각으로 기울어진 것이 바람직하다.
- <135> 저항성 접촉 부재(163a, 163b, 165a, 165b)는 그 아래의 반도체(154a, 154b)와 그 위의 데이터 도전체(171, 172, 175a, 175b) 사이에만 존재하며 접촉 저항을 낮추어 준다. 반도체(154a, 154b)에는 입력 전극(173a, 173b)과 출력 전극(175a, 175b) 사이를 비롯하여 데이터 도전체(171, 172, 175a, 175b)로 가리지 않고 노출된 부분이 있다.
- <136> 데이터 도전체(171, 172, 175a, 175b) 및 노출된 반도체(154a, 154b) 부분 위에는 보호막(passivation

layer)(180)이 형성되어 있다. 보호막(180)은 무기 절연물 또는 유기 절연물 따위로 만들어지며 표면이 평탄할 수 있다. 무기 절연물의 예로는 질화규소와 산화규소를 들 수 있다.

- <137> 보호막(180)에는 데이터선(171)의 끝 부분(179)과 제1 및 제2 출력 전극(175b)을 각각 드러내는 복수의 접촉 구멍(contact hole)(182, 185a, 185b)이 형성되어 있으며, 보호막(180)과 게이트 절연막(140)에는 게이트선(121)의 끝 부분(129)과 제2 제어 전극(124b)을 각각 드러내는 복수의 접촉 구멍(181, 184)이 형성되어 있다.
- <138> 보호막(180) 위에는 복수의 화소 전극(pixel electrode)(191), 복수의 연결 부재(connecting member)(85) 및 복수의 접촉 보조 부재(contact assistant)(81, 82)가 형성되어 있다. 이들은 ITO 또는 IZO 등의 투명한 도전 물질이나 알루미늄, 은 또는 그 합금 등의 반사성 금속으로 만들어질 수 있다.
- <139> 화소 전극(191)은 접촉 구멍(185b)을 통하여 제2 출력 전극(175b)과 물리적·전기적으로 연결되어 있다.
- <140> 연결 부재(85)는 접촉 구멍(184, 185a)을 통하여 제2 제어 전극(124b) 및 제1 출력 전극(175a)과 연결되어 있다.
- <141> 접촉 보조 부재(81, 82)는 각각 접촉 구멍(181, 182)을 통하여 게이트선(121)의 끝 부분(129) 및 데이터선(171)의 끝 부분(179)과 연결되어 있다. 접촉 보조 부재(81, 82)는 게이트선(121) 및 데이터선(171)의 끝 부분(129, 179)과 외부 장치와의 접촉성을 보완하고 이들을 보호한다.
- <142> 보호막(180) 위에는 격벽(partition)(361)이 형성되어 있다. 격벽(361)은 화소 전극(191) 가장자리 주변을 둘러싸서 개구부(opening)(365)를 정의하며 유기 절연물 또는 무기 절연물로 만들어진다. 격벽(361)은 또한 검정색 안료를 포함하는 감광재로 만들어질 수 있는데, 이 경우 격벽(361)은 차광 부재의 역할을 하며 그 형성 공정이 간단하다.
- <143> 개구부(365)에는 유기 발광 부재(370)가 형성되어 있다.
- <144> 유기 발광 부재(370)는 발광층(373a, 373b) 및 발광층(373a, 373b)의 효율을 높이기 위한 복수의 부대층을 포함한다.
- <145> 발광층(373a, 373b)은 적색, 녹색, 청색의 삼원색 등 기본색 중 어느 하나의 빛을 고유하게 내는 유기 물질 또는 유기 물질과 무기 물질의 혼합물로 만들어지며, DPVBi, DNA, BMB2T, OXD8, BA1q 또는 이들의 고분자 재료에 페릴렌계 색소, 쿠마린계 색소, 로더민계 색소, 루브렌, 페릴렌, 9,10-디페닐안트라센, 테트라페닐부타디엔, 나일 레드, 쿠마린, 퀴나크리돈 등을 도핑한 화합물이 포함될 수 있다. 유기 발광 표시 장치는 발광층에서 내는 기본색 색광의 공간적인 합으로 원하는 영상을 표시한다.
- <146> 발광층(373a, 373b)층 사이에는 정공 트랩층(374)이 형성된다.
- <147> 정공 트랩층(374)은 발광층(373a, 373b)의 HOMO 준위보다 높은 HOMO 준위 및 발광층(373a, 373b)의 LUMO 준위보다 낮은 LUMO 준위를 가지는 물질로 만들어진다.
- <148> 정공 트랩층(374)은 루브렌, Alq₃, CuPc, DCM 중에서 선택된 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.
- <149> 부대층은 전자와 정공의 균형을 맞추기 위한 전자 주입층(376), 전자 수송층(375) 및 정공 수송층(371a, 371b)을 포함한다.
- <150> 전자 주입층(376) 및 전자 수송층(375)은 발광층(373a, 373b)과 공통 전극(270) 사이에 위치하며, 전자가 공통 전극(270)으로부터 발광층(373a, 373b)으로 용이하게 주입되도록 한다. 전자 주입층(376) 및 전자 수송층(375)은 공통 전극(270)의 일 함수와 발광층(373a, 373b)의 LUMO 준위 사이의 LUMO 준위를 가지는 물질로 만들어진다.
- <151> 예를 들어, 전자 주입층(376)은 LiF, Liq, 옥사디아졸, 트리아졸 및 트리아진 중에서 선택된 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.
- <152> 또한, 전자 수송층(375) Alq₃, TPBi, BCP 중에서 선택된 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.
- <153> 정공 수송층(371a, 371b)은 화소 전극(191) 위에 형성되어 있으며, 정공이 화소 전극(191)으로부터 발광층(373a, 373b)으로 용이하게 전달되도록 한다.
- <154> 정공 수송층(371a, 371b)은 화소 전극(191)의 일 함수와 발광층(373a, 373b)의 HOMO 준위 사이의 HOMO 준위를

가지는 물질로 만들어지며, 예컨대 NPB, TPD 중에서 선택된 하나 이상을 포함할 수 있다.

<155> 정공 수송층(371a, 371b) 사이에는 정공 장벽층(372)이 형성된다.

<156> 정공 장벽층(372)은 정공 수송층(371a, 371b)의 HOMO 준위보다 낮은 HOMO 준위를 가지는 물질로 만들어진다.

<157> 정공 장벽층(372)은 TPBi, BCP, CBP 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

<158> 전술한 실시예 1에서 설명한 바와 같이, 정공 수송층(371a, 371b) 사이에 정공 장벽층(372)을 형성하고, 발광층(373a, 373b) 사이에 정공 트랩층(374)을 형성하여 정공의 이동도를 적절하게 제어하고, 동작 전압의 증가없이 발광 효율을 높일 수 있다.

<159> 유기 발광 부재(370) 위에는 공통 전극(common electrode)(270)이 형성되어 있다.

<160> 공통 전극(270) 위에는 밀봉층(encapsulation layer)(도시하지 않음)이 형성될 수 있다. 밀봉층은 유기 발광 부재(370) 및 공통 전극(270)을 밀봉(encapsulation)하여 외부로부터 수분 및/또는 산소가 침투하는 것을 방지할 수 있다.

<161> 이러한 유기 발광 표시 장치에서, 게이트선(121)에 연결되어 있는 제1 제어 전극(124a), 데이터선(171)에 연결되어 있는 제1 입력 전극(173a) 및 제1 출력 전극(175a)은 제1 반도체(154a)와 함께 스위칭 박막 트랜지스터(switching TFT)(Qs)를 이루며, 스위칭 박막 트랜지스터(Qs)의 채널(channel)은 제1 입력 전극(173a)과 제1 출력 전극(175a) 사이의 제1 반도체(154a)에 형성된다. 제1 출력 전극(175a)에 연결되어 있는 제2 제어 전극(124b), 구동 전압선(172)에 연결되어 있는 제2 입력 전극(173b) 및 화소 전극(191)에 연결되어 있는 제2 출력 전극(175b)은 제2 반도체(154b)와 함께 구동 박막 트랜지스터(driving TFT)(Qd)를 이루며, 구동 박막 트랜지스터(Qd)의 채널은 제2 입력 전극(173b)과 제2 출력 전극(175b) 사이의 제2 반도체(154b)에 형성된다. 구동 전류를 크게 하기 위하여 구동 박막 트랜지스터(Qd)의 채널의 폭을 크게 하거나 채널 길이를 짧게 할 수 있다.

<162> 화소 전극(191), 유기 발광 부재(370) 및 공통 전극(270)은 유기 발광 다이오드(LD)를 이루며, 화소 전극(191)이 애노드, 공통 전극(270)이 캐소드가 되거나 반대로 화소 전극(191)이 캐소드, 공통 전극(270)이 애노드가 된다. 또한 서로 중첩하는 유지 전극(127)과 구동 전압선(172)은 유지 축전기(storage capacitor)(Cst)를 이룬다.

<163> 한편, 반도체(154a, 154b)가 다결정 규소인 경우에는, 제어 전극(124a, 124b)과 마주보는 진성 영역(intrinsic region)(도시하지 않음)과 그 양쪽에 위치한 불순물 영역(extrinsic region)(도시하지 않음)을 포함한다. 불순물 영역은 입력 전극(173a, 173b) 및 출력 전극(175a, 175b)과 전기적으로 연결되며, 저항성 접촉 부재(163a, 163b, 165a, 165b)는 생략할 수 있다.

<164> 또한, 제어 전극(124a, 124b)을 반도체(154a, 154b) 위에 둘 수 있으며 이때에도 게이트 절연막(140)은 반도체(154a, 154b)와 제어 전극(124a, 124b) 사이에 위치한다. 이때, 데이터 도전체(171, 172, 173b, 175b)는 게이트 절연막(140) 위에 위치하고 게이트 절연막(140)에 뚫린 접촉 구멍(도시하지 않음)을 통하여 반도체(154a, 154b)와 전기적으로 연결될 수 있다. 이와는 달리 데이터 도전체(171, 172, 173b, 175b)가 반도체(154a, 154b) 아래에 위치하여 그 위의 반도체(154a, 154b)와 전기적으로 접촉할 수 있다.

<165> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예들에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구 범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리 범위에 속하는 것이다.

발명의 효과

<166> 본 발명과 같이, 정공 수송층 사이에 정공 장벽층을 형성하고, 발광층 사이에 정공 트랩층을 형성하여 동작 전압의 증가없이 발광 효율을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 실시예 1에 따른 수동형 유기 발광 표시 장치의 평면도이다.

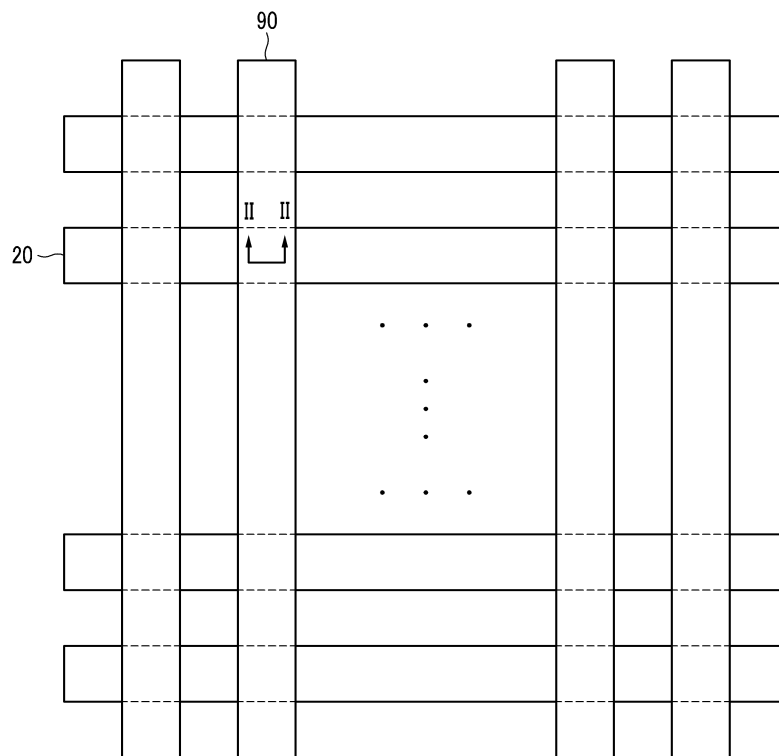
<2> 도 2는 도 1의 유기 발광 표시 장치를 II-II 선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.

<3> 도 3은 도 1 및 도 2에 도시한 유기 발광 표시 장치에서 각 층의 에너지 준위를 보여주는 개략도이다.

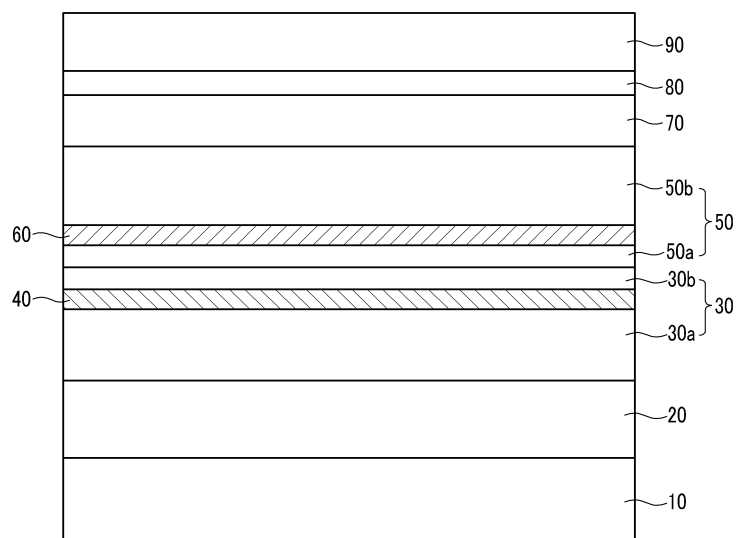
- <4> 도 4는 전술한 실시예 1 및 비교예에 따른 유기 발광 표시 장치의 전류 밀도 대비 발광 효율을 보여주는 그래프이다.
- <5> 도 5는 전술한 실시예 1 및 비교예에 따른 유기 발광 표시 장치에서 시간에 따른 표준화된 발광 세기를 보여주는 그래프이다.
- <6> 도 6은 본 발명의 실시예 2에 따른 유기 발광 표시 장치의 등가 회로도이다.
- <7> 도 7은 본 발명의 실시예 2에 따른 유기 발광 표시 장치의 배치도이다.
- <8> 도 8은 도 7의 유기 발광 표시 장치를 VIII-VIII 선을 따라 자른 단면도이다.
- <9> 도 9는 도 8의 유기 발광 표시 장치에서 'G'부분을 확대하여 표시한 확대도이다.
- <10> ※도면의 주요 부분에 대한 부호 설명※
- | | | |
|------|----------------------|----------------------|
| <11> | 10, 110: 기판 | 20: 애노드 |
| <12> | 30a, 371a: 하부 정공 수송층 | 30b, 371b: 상부 정공 수송층 |
| <13> | 40, 372: 정공 장벽층 | 50a, 373a: 하부 발광층 |
| <14> | 50b, 373b: 상부 발광층 | 60, 374: 정공 트랩층 |
| <15> | 70, 375: 전자 수송층 | 80, 376: 전자 주입층 |
| <16> | 90: 캐소드 | 121: 게이트선 |
| <17> | 124a: 제1 제어 전극 | 124b: 제2 제어 전극 |
| <18> | 171: 데이터선 | 172: 구동 전압선 |
| <19> | 173a: 제1 입력 전극 | 173b: 제2 입력 전극 |
| <20> | 175a: 제1 출력 전극 | 175b: 제2 출력 전극 |
| <21> | 191: 화소 전극 | 270: 공통 전극 |
| <22> | 361: 격벽 | 370: 발광 부재 |
| <23> | Qs: 스위칭 트랜지스터 | Qd: 구동 트랜지스터 |
| <24> | LD: 유기 발광 다이오드 | Vss: 공통 전압 |
| <25> | Cst: 유지 축전기 | |

도면

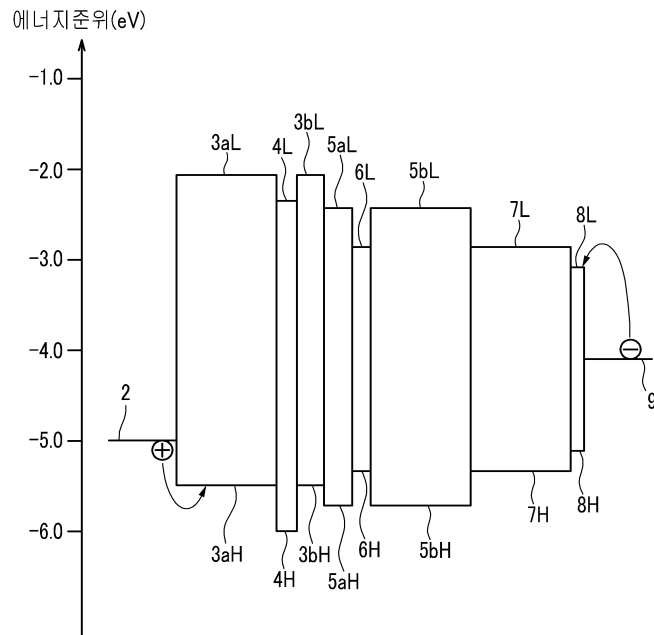
도면1



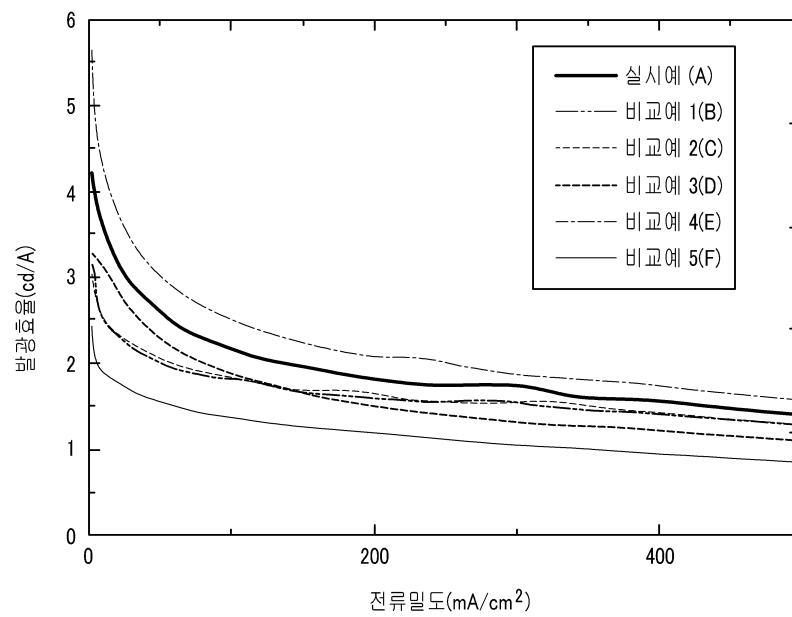
도면2



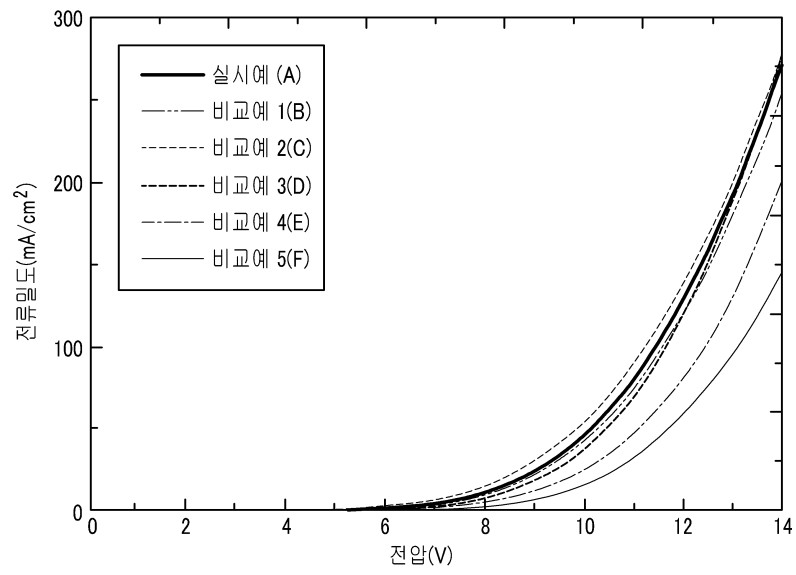
도면3



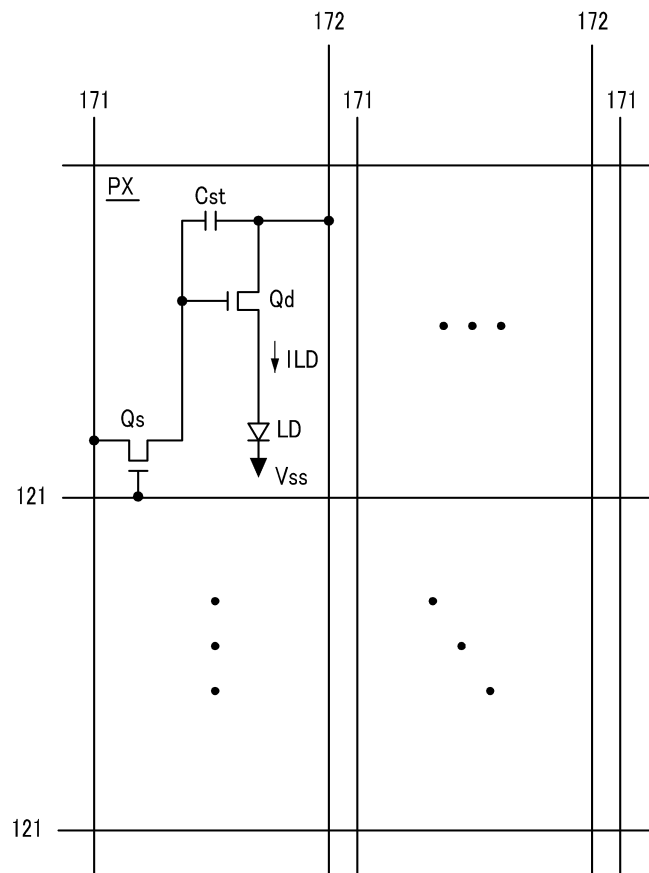
도면4



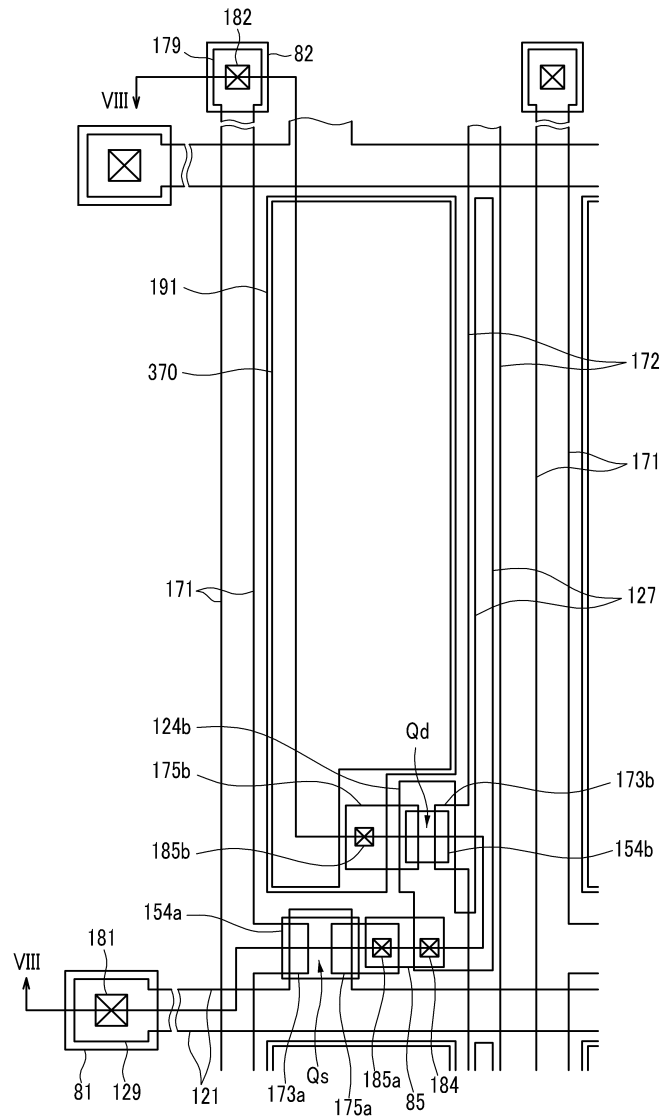
도면5



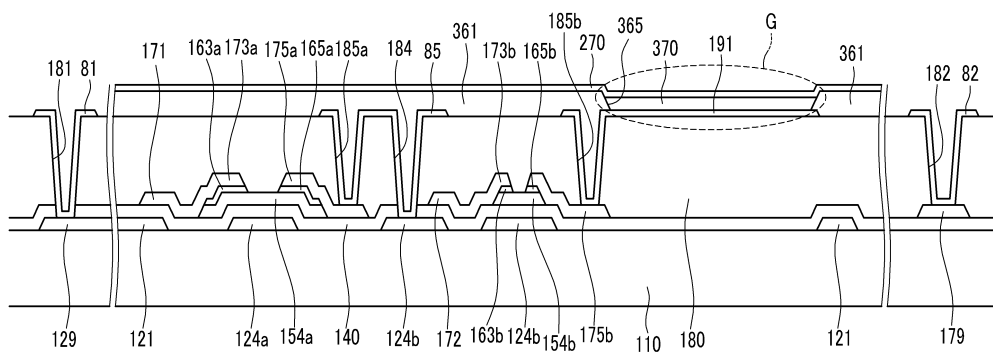
도면6



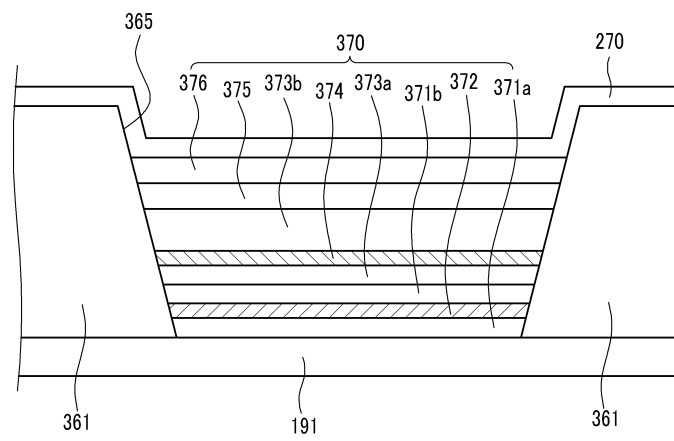
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	有机发光显示器		
公开(公告)号	KR1020080093735A	公开(公告)日	2008-10-22
申请号	KR1020070037875	申请日	2007-04-18
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司 汉阳大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司 汉阳大学产学合作基金会		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司 汉阳大学产学合作基金会		
[标]发明人	KIM TAE WHAN 김태환 CHOO DONG CHUL 추동철 KWAK BYOUNG CHAN 곽병찬		
发明人	김태환 추동철 곽병찬		
IPC分类号	H05B33/20		
CPC分类号	H01L51/5056 H01L51/0032 H01L51/5036 H01L51/5203 H01L2924/12044		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及有机发光显示装置，并且包括形成在包括具有第一电极的第一物质的第一空穴传输层上的第二电极，并且第一HOMO能级形成在第一电极上，第一HOMO能级形成在第一电极上，LUMO能级，包括具有第一HOMO能级的第一物质的第二空穴传输层形成在配备有具有低于第一LUMO能级的第二LUMO能级的第二材料的第一空穴阻挡层上，并且第一空穴阻挡层和第一LUMO能级，第一发光层包括具有第三HOMO能级的第三材料，其形成在第二空穴传输层和第三LUMO能级上，第四HOMO能级高于第三HOMO能级形成在包括具有第三HOMO能级的第三材料的第一发光层和第二发光层上，形成在配备有具有低于第三LUMO能级的第四LUMO能级的第四材料的第一空穴陷阱层上，以及第一空穴陷阱层和第三LUMO能级，以及第二发光层。以这种方式，在空穴传输层之间形成空穴阻挡层。在发光层之间形成空穴陷阱层，并且可以在不增加工作电压的情况下提高发光效率。有机发光显示装置，空穴阻挡层，空穴陷阱层，发光效率，能级。

