



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0072644
 (43) 공개일자 2010년07월01일

(51) Int. Cl.

H05B 33/20 (2006.01) *H05B 33/14* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0131110
 (22) 출원일자 2008년12월22일
 심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사
 서울 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자

피성훈
 서울 양천구 신정3동 대성유니드아파트 102동 304호

김명섭

서울 서초구 우면동 코오롱아파트 101-407
 (뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인로얄

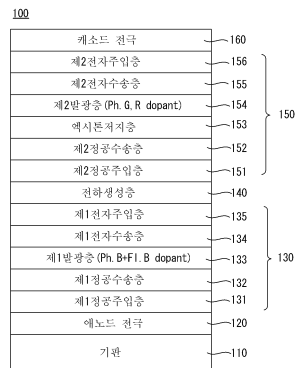
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 유기전계발광소자

(57) 요약

본 발명은 애노드 전극, 상기 애노드 전극 상에 위치하며, 하나의 호스트에 인광 청색 도펀트와 형광 청색 도펀트를 포함하는 제 1 발광층을 구비하는 제 1 스택, 상기 제 1 스택 상에 위치하는 전하생성층 및 상기 전하생성층 상에 위치하며, 하나의 호스트에 녹색 및 적색 도펀트를 포함하는 제 2 발광층을 구비하는 제 2 스택 및 상기 제 2 스택 상에 위치하는 캐소드 전극을 포함하는 유기전계발광소자를 제공한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

서정대

인천 연수구 동춘2동 송도신도시 웰카운티 1차 10
2동 204호

성창제

경기 용인시 수지구 상현동 만현마을 롯데아파트
103동 1105호

특허청구의 범위

청구항 1

애노드 전극;

상기 애노드 전극 상에 위치하며, 하나의 호스트에 인광 청색 도펀트와 형광 청색 도펀트를 포함하는 제 1 발광층을 구비하는 제 1 스택;

상기 제 1 스택 상에 위치하는 전하생성층;

상기 전하생성층 상에 위치하며, 하나의 호스트에 녹색 및 적색 도펀트를 포함하는 제 2 발광층을 구비하는 제 2 스택; 및

상기 제 2 스택 상에 위치하는 캐소드 전극을 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제 1 스택은,

상기 애노드 전극과 상기 제 1 발광층 사이에 형성된 제 1 정공주입층 및 제 1 정공수송층; 및

상기 제 1 발광층과 상기 전하생성층 사이에 형성된 제 1 전자수송층 및 제 1 전자주입층을 더 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 제 2 스택은,

상기 전하생성층과 상기 제 2 발광층 사이에 형성된 제 2 정공주입층 및 제 2 정공수송층; 및

상기 제 2 발광층과 상기 캐소드 전극 사이에 형성된 제 2 전자수송층 및 제 2 전자주입층을 더 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 제 1 정공수송층과 상기 제 1 발광층 사이 또는 상기 제 2 정공수송층과 상기 제 2 발광층 사이에 엑시톤저지층을 더 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 제 2 발광층은 하나의 호스트에 인광 또는 형광 녹색 도펀트와 인광 또는 형광 적색 도펀트를 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 6

애노드 전극;

상기 애노드 전극 상에 위치하며, 하나의 호스트에 녹색 및 적색 도펀트를 포함하는 제 1 발광층을 구비하는 제 1 스택;

상기 제 1 스택 상에 위치하는 전하생성층;

상기 전하생성층 상에 위치하며, 하나의 호스트에 인광 청색 도펀트와 형광 청색 도펀트를 포함하는 제 2 발광층을 구비하는 제 2 스택; 및

상기 제 2 스택 상에 위치하는 캐소드 전극을 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 제 1 스택은,

상기 애노드 전극과 상기 제 1 발광층 사이에 형성된 제 1 정공주입층 및 제 1 정공수송층; 및

상기 제 1 발광층과 상기 전하생성층 사이에 형성된 제 1 전자수송층 및 제 1 전자주입층을 더 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 제 2 스택은,

상기 전하생성층과 상기 제 2 발광층 사이에 형성된 제 2 정공주입층 및 제 2 정공수송층; 및

상기 제 2 발광층과 상기 캐소드 전극 사이에 형성된 제 2 전자수송층 및 제 2 전자주입층을 더 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 제 1 정공수송층과 상기 제 1 발광층 사이 또는 상기 제 2 정공수송층과 상기 제 2 발광층 사이에 엑시톤 저지층을 더 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 10

제 6항에 있어서,

상기 제 2 발광층은 하나의 호스트에 인광 또는 형광 녹색 도펀트와 인광 또는 형광 적색 도펀트를 포함하는 유기전계발광소자.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기전계발광소자에 관한 것으로, 보다 자세하게는 색안정성을 높이고 고효율을 구현할 수 있는 유기전계발광소자에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근, 평판표시장치(FPD: Flat Panel Display)는 멀티미디어의 발달과 함께 그 중요성이 증대되고 있다. 이에 부응하여 액정 디스플레이(Liquid Crystal Display: LCD), 플라즈마 디스플레이 패널(Plasma Display Panel: PDP), 전계방출표시장치(Field Emission Display: FED), 유기전계발광소자(Organic Light Emitting Device) 등과 같은 여러 가지의 평면형 디스플레이가 실용화되고 있다.
- [0003] 특히, 유기전계발광소자는 응답속도가 1ms 이하로서 고속의 응답속도를 가지며, 소비 전력이 낮고 자체 발광이다. 또한, 시야각에 문제가 없어서 장치의 크기에 상관없이 동화상 표시 매체로서 장점이 있다. 또한, 저온 제작이 가능하고, 기존의 반도체 공정 기술을 바탕으로 제조 공정이 간단하므로 향후 차세대 평판 표시 장치로 주목받고 있다.
- [0004] 유기전계발광소자는 애노드전극과 캐소드전극 사이에 발광층을 포함하고 있어 애노드전극으로부터 공급받는 정공과 캐소드전극으로부터 받은 전자가 발광층 내에서 결합하여 정공-전자쌍인 여기자(exciton)를 형성하고 다시 여기자가 바닥상태로 돌아오면서 발생하는 에너지에 의해 발광하게 된다.
- [0005] 이와 같은 유기전계발광소자는 다양한 구조로 개발되고 있는 그 중 화이트 유기전계발광소자는 일반적으로 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층이 적층된 구조로 개발되고 있다.
- [0006] 그러나, 적층 구조의 화이트 유기전계발광소자는 청색 발광층의 낮은 수명과 이로 인한 낮은 색안정성, 상대적으로 높은 구동 전압 등의 문제가 있고 또한, 이러한 문제를 개선하기 위하여 층수가 추가되고 구조가 복잡해져 양산성이 떨어지는 문제가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0007] 따라서, 본 발명은 색안정성을 향상시키고 고효율을 구현할 수 있는 유기전계발광소자를 제공한다.

과제 해결수단

- [0008] 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시 예에 따른 유기전계발광소자는 애노드 전극, 상기 애노드 전극 상에 위치하며, 하나의 호스트에 인광 청색 도펀트와 형광 청색 도펀트를 포함하는 제 1 발광층을 구비하는 제 1 스택, 상기 제 1 스택 상에 위치하는 전하생성층 및 상기 전하생성층 상에 위치하며, 하나의 호스트에 녹색 및 적색 도펀트를 포함하는 제 2 발광층을 구비하는 제 2 스택 및 상기 제 2 스택 상에 위치하는 캐소드 전극을 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 제 1 스택은, 상기 애노드 전극과 상기 제 1 발광층 사이에 형성된 제 1 정공주입층 및 제 1 정공수송층 및 상기 제 1 발광층과 상기 전하생성층 사이에 형성된 제 1 전자수송층 및 제 1 전자주입층을 더 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 제 2 스택은, 상기 전하생성층과 상기 제 2 발광층 사이에 형성된 제 2 정공주입층 및 제 2 정공수송층 및 상기 제 2 발광층과 상기 캐소드 전극 사이에 형성된 제 2 전자수송층 및 제 2 전자주입층을 더 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 제 1 정공수송층과 상기 제 1 발광층 사이 또는 상기 제 2 정공수송층과 상기 제 2 발광층 사이에 엑시톤 저지층을 더 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 제 2 발광층은 하나의 호스트에 인광 또는 형광 녹색 도펀트와 인광 또는 형광 적색 도펀트를 포함할 수 있다.
- [0013] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따른 유기전계발광소자는 애노드 전극, 상기 애노드 전극 상에 위치하며, 하나의 호스트에 녹색 및 적색 도펀트를 포함하는 제 1 발광층을 구비하는 제 1 스택, 상기 제 1 스택 상에 위치하는 전하생성층 및 상기 전하생성층 상에 위치하며, 하나의 호스트에 인광 청색 도펀트와 형광 청색 도펀트를 포함하는 제 2 발광층을 구비하는 제 2 스택 및 상기 제 2 스택 상에 위치하는 캐소드 전극을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 제 1 스택은, 상기 애노드 전극과 상기 제 1 발광층 사이에 형성된 제 1 정공주입층 및 제 1 정공수송층

및 상기 제 1 발광층과 상기 전하생성층 사이에 형성된 제 1 전자수송층 및 제 1 전자주입층을 더 포함할 수 있다.

[0015] 상기 제 2 스택은, 상기 전하생성층과 상기 제 2 발광층 사이에 형성된 제 2 정공주입층 및 제 2 정공수송층 및 상기 제 2 발광층과 상기 캐소드 전극 사이에 형성된 제 2 전자수송층 및 제 2 전자주입층을 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 제 1 정공수송층과 상기 제 1 발광층 사이 또는 상기 제 2 정공수송층과 상기 제 2 발광층 사이에 엑시톤 저지층을 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기 제 2 발광층은 하나의 호스트에 인광 또는 형광 녹색 도펀트와 인광 또는 형광 적색 도펀트를 포함할 수 있다.

효 과

[0018] 본 발명의 일 실시 예에 따른 유기전계발광소자는 색안정성을 높이고 고효율을 구현할 수 있고 나아가 유기전계발광소자의 소비 전력을 감소시킬 수 있는 이점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시 예들을 자세하게 설명하면 다음과 같다.

[0020] 도 1은 본 발명의 제 1 실시 예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면이다.

[0021] 도 1을 참조하면, 본 발명의 제 1 실시 예에 따른 유기전계발광소자(100)는 적, 녹 및 청색 파장의 빛을 포함한 백색광의 화이트 유기전계발광소자일 수 있다.

[0022] 본 발명의 제 1 실시 예에 따른 유기전계발광소자(100)는 기관(110) 상에 애노드 전극(120), 상기 애노드 전극(120) 상에 위치하며, 하나의 호스트에 인광 청색 도펀트와 형광 청색 도펀트를 포함하는 제 1 발광층(133)을 구비하는 제 1 스택(130), 상기 제 1 스택(130) 상에 위치하는 전하생성층(140) 및 상기 전하생성층(140) 상에 위치하며, 하나의 호스트에 녹색 및 적색 도펀트를 포함하는 제 2 발광층(154)을 구비하는 제 2 스택(150) 및 상기 제 2 스택(150) 상에 위치하는 캐소드 전극(160)을 포함할 수 있다.

[0023] 상기 기관(110)은 투명한 유리, 플라스틱 또는 도전성 물질로 이루어질 수 있다.

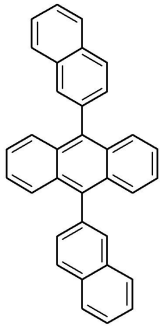
[0024] 상기 애노드 전극(120)(Anode)은 투명 전극 또는 반사 전극일 수 있다. 상기 애노드 전극(120)이 투명 전극인 경우에 애노드 전극(120)은 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 또는 ZnO(Zinc Oxide) 중 어느 하나일 수 있다. 또한, 상기 애노드 전극(120)이 반사 전극일 경우에 상기 애노드 전극(120)은 ITO, IZO 또는 ZnO 중 어느 하나로 이루어진 층 하부에 알루미늄(Al), 은(Ag) 또는 니켈(Ni) 중 어느 하나로 이루어진 반사층을 더 포함할 수 있고, 이와 더불어, ITO, IZO 또는 ZnO 중 어느 하나로 이루어진 두 개의 층 사이에 상기 반사층을 포함할 수 있다.

[0025] 상기 제 1 스택(130)은 하나의 호스트에 인광 청색 도펀트와 형광 청색 도펀트를 포함하는 제 1 발광층(133)을 포함할 수 있다. 이러한 제 1 스택(130)에는 제 1 발광층(133)으로써 청색 발광층만을 포함하여 청색광만을 발광하기 때문에 청색의 색안정성을 높일 수 있다.

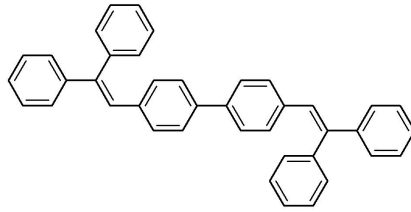
[0026] 제 1 발광층(133)은 청색을 발광하는 발광층으로, 밴드갭이 넓은 하나의 호스트에 인광 청색 도펀트와 형광 청색 도펀트가 혼합되어 있을 수 있다.

[0027] 일 예로, 제 1 발광층(133)은 하기에 표시되는 바와 같이, AND(9,10-di(2-naphthyl)anthracene) 또는 DPVBi(4,4'-bis(2,2-diphenylethen-1-yl)-diphenyl) 등의 호스트 물질에 1,6-Bis(diphenylamine)pyrene, TBPe(tetrakis(t-butyl)perylene) 등의 형광 청색 도펀트와 Ir(pFCNp)₃(tri(2-(2,4-difluoro-3-cyanophenyl)pyridine)iridium(III)) 등의 인광 청색 도펀트가 혼합될 수 있다.

Blue Host

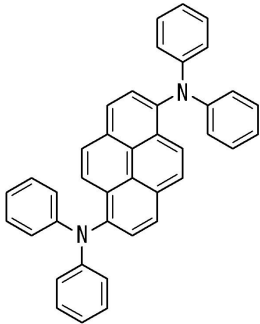


AND
9, 10-di (2-naphthyl) anthracene

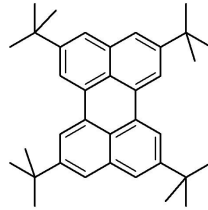


DPVBi
4, 4' -bis (2, 2-diphenylethen-1-yl)-diphenyl

Blue Dopant

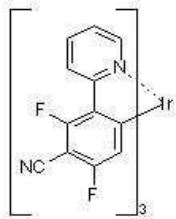


1, 6-Bis (diphenylamine) pyrene



TBPe
tetrakis (t-butyl) perylene

[0028]



Ir(pFCNp)₃
tri(2-(2,4-difluoro-3-cyanophenyl)pyridine)iridium(III)

[0029]

[0030]

상기 제 1 스택(130)은 상기 애노드 전극(120)과 상기 제 1 발광층(133) 사이에 형성된 제 1 정공주입층(131) 및 제 1 정공수송층(132) 및 상기 제 1 발광층(133)과 상기 전하생성층(140) 사이에 형성된 제 1 전자수송층(134) 및 제 1 전자주입층(135)을 더 포함할 수 있다.

[0031]

상기 제 1 정공주입층(Hole Injection Layer ; HIL)(131)은 상기 애노드 전극(120)으로부터 제 1 발광층(133)으로 정공의 주입을 원활하게 하는 역할을 할 수 있으며, CuPc(copper phthalocyanine), PEDOT(poly(3,4)-ethylenedioxythiophene), PANI(polyaniline) 및 NPD(N,N-dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0032]

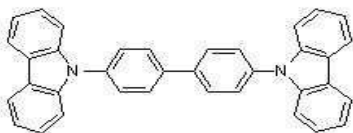
상기 제 1 정공주입층(131)은 증발법 또는 스펀코팅법으로 형성될 수 있으며, 5 내지 150nm의 두께로 이루어질 수 있다.

[0033]

상기 제 1 정공수송층(Hole Transport Layer ; HTL)(132)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.

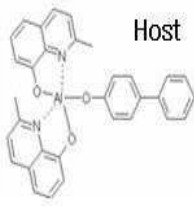
- [0034] 상기 제 1 정공수송층(132)은 증발법 또는 스펀코팅법으로 형성될 수 있으며, 5 내지 150nm의 두께로 이루어질 수 있다.
- [0035] 상기 제 1 전자수송층(Electron Transport Layer ; ETL)(134)은 전자의 수송을 원활하게 하는 역할을 하며, Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), PBD, TAZ, spiro-PBD, Balq 및 SALq로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0036] 상기 제 1 전자수송층(134)은 증발법 또는 스펀코팅법으로 형성될 수 있으며, 1 내지 50nm의 두께로 이루어질 수 있다.
- [0037] 상기 제 1 전자주입층(Electron Injection Layer ; EIL)(135)은 전자의 주입을 원활하게 하는 역할을 하며, Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), PBD, TAZ, spiro-PBD, Balq 또는 SALq를 사용할 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0038] 상기 제 1 전자주입층(135)은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 포함하는 금속 화합물을 더 포함할 수 있다.
- [0039] 또한, 상기 제 1 전자주입층(135)은 증발법 또는 스펀코팅법으로 형성될 수 있으며, 1 내지 50nm의 두께로 이루어질 수 있다.
- [0040] 상기 전하생성층(Charge Generation Layer ; CGL)(140)은 단일층 또는 이중층으로 이루어질 수 있다. 먼저, 단일층으로 이루어지는 경우에는 금속 산화물을 사용할 수 있으며, 예를 들어, V₂O₅ 또는 WO₃ 을 사용할 수 있다. 또한, 상기 전하생성층(140)이 이중층으로 이루어지는 경우에는 금속 산화물/금속이 순차적으로 적층된 구조를 사용할 수 있다. 이때, 금속 산화물로는 V₂O₅ 또는 WO₃ 을 사용할 수 있으며, 금속으로는 모든 금속을 사용할 수 있지만 바람직하게는 Al 또는 Ag 을 사용할 수 있다.
- [0041] 상기 전하생성층(140)은 스펀 코팅, 딥코팅, 진공증착 및 잉크젯 프린팅법으로 이루어진 군에서 선택된 하나의 방법으로 형성될 수 있으며, 30 내지 50Å의 두께로 이루어질 수 있다.
- [0042] 여기서, 상기 전하생성층(140)은 애노드 전극(120) 및 캐소드 전극(160)에 전원이 걸린 경우, 상기 전원에 의해 전하생성층(140) 내부에서 전하 즉, 전자 및 정공을 생성시켜, 상기 전자 및 정공을 인접한 제 1 발광층(133) 및 제 2 발광층(154)에 각각 제공하는 역할을 한다. 따라서 전하의 분포가 각 발광층 내에 균일하게 이루어져 한가지 색상에 치우쳐 발광하는 단점을 방지할 수 있다.
- [0043] 상기 제 2 스택(150)은 하나의 호스트에 녹색 및 적색 도펀트를 포함하는 제 2 발광층(154)을 포함할 수 있다.
- [0044] 일 예로, 제 2 발광층(154)은 하기에 표시되는 바와 같이, CBP(4,4'-N,N'-dicarbazolebiphenyl) 또는 Balq(Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,O8)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminium) 중 선택된 어느 하나의 호스트에 Ir(ppy)₃의 인광 녹색 도펀트와 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')acetylacetonate 중 선택된 어느 하나의 인광 적색 도펀트가 혼합될 수 있다.
- [0045] 이와는 달리, 제 2 발광층(154)은 하나의 호스트에 Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum)의 형광 녹색 도펀트와 PBD:Eu(DBM)₃(Phen) 또는 Perylene의 형광 적색 도펀트가 혼합될 수도 있으며 이에 한정되지 않는다.

Host



CBP
4,4'-N,N'-dicarbazolebiphenyl

[0046]

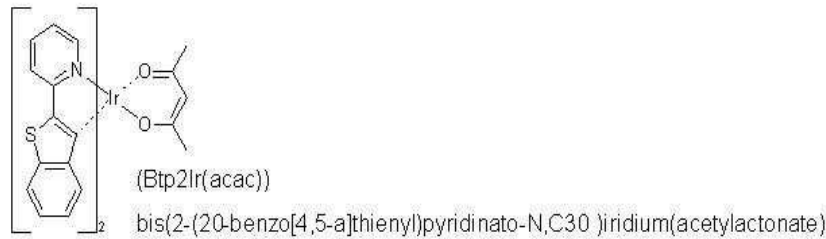


Balq
Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,O8)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminum

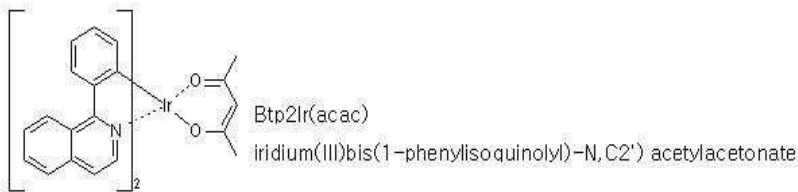
[0047]



[0048]



[0049]



[0050] 상기 제 2 스택(150)은 상기 전하생성층(140)과 상기 제 2 발광층(154) 사이에 형성된 제 2 정공주입층(151) 및 제 2 정공수송층(152) 및 상기 제 2 발광층(154)과 상기 캐소드 전극(160) 사이에 형성된 제 2 전자수송층(155) 및 제 2 전자주입층(156)을 더 포함할 수 있다.

[0051] 상기 제 2 정공주입층(151), 제 2 정공수송층(152), 제 2 전자수송층(155) 및 제 2 전자주입층(156)은 전술한 제 1 정공주입층(131), 제 1 정공수송층(132), 제 1 전자수송층(134) 및 제 1 전자주입층(135)과 동일한 것으로 그 설명을 생략한다.

[0052] 상기 제 2 정공수송층(152)과 상기 제 2 발광층(154) 사이에 엑시톤저지층(153)을 더 포함할 수 있다.

[0053] 상기 엑시톤저지층(Exiton blocking layer ; EBL)(153)은 유기전계발광소자의 구동 과정에 있어서 상기 제 2 발광층(154)에서 생성된 엑시톤이 제 2 정공수송층(152)으로 확산되는 것을 억제하는 기능을 하는 것으로, TCTA(4,4',4"-tris(N-carbazolyl)-triphenylamine), Balq, BCP, CF-X, TAZ 또는 spiro-TAZ 등으로 이루어질 수 있다.

[0054] 상기 캐소드 전극(Cathode)(160)은 일함수가 낮은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 은(Ag) 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있다. 여기서, 캐소드 전극(160)은 전면 발광일 경우에는 빛이 투과할 정도로 얇게 형성할 수 있고, 배면 발광일 경우에는 빛이 반사되도록 두껍게 형성할 수 있다.

[0055] 본 발명의 실시예에 따른 유기전계발광소자는 형광(Fluorescence)과 인광(phosphorescence)을 통한 발광을 이용한다. 인광은 유기분자의 삼중항 여기 상태(triplet excited state)로부터의 방출을 의미한다. 이에 비하여, 형광은 유기분자의 단일항 여기 상태(singlet excited state)로부터의 방출을 의미한다. 따라서, 유기전계발광

소자의 발광(luminescence)은 형광성 방출을 나타내거나 인광성 방출을 나타낸다.

- [0056] 인광은 정공들과 전자들의 재조합에 의하여, 단일항 또는 삼중항 여기 상태 중 어느 하나로 형성된 모든 엑시톤들(Exitons)이 발광에 참여할 수 있다. 이는 유기분자의 가장 낮은 단일항 여기 상태가 가장 낮은 삼중항 여기 상태보다 약간 더 높은 에너지 상태에 있기 때문이다. 예를 들어, 인광성 유기금속 화합물들에서, 가장 낮은 단일항 여기 상태는 인광이 생성되는 가장 낮은 삼중항 여기 상태로
- [0057] 빨리 붕괴될 수도 있다.
- [0058] 이에 비하여, 형광 소자들에서 엑시톤들의 대략 25%만이 단일항 여기 상태로부터 얻어지는 형광성 발광을 생성할 수 있다. 형광성 소자에서, 가장 낮은 삼중항 여기 상태에서 생성되는 나머지 엑시톤들은, 형광이 생성되는 더 높은 에너지의 단일항 여기 상태들로 변환될 수 없다.
- [0059] 도 2는 유기전계발광소자의 제 1 발광층의 에너지 전달 메커니즘을 나타내었고, 도 3은 유기전계발광소자의 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이다.
- [0060] 전술한, 형광과 인광의 발광원리에 기초하여 도 1과 같은 유기전계발광소자의 에너지 전달 메커니즘과 밴드 다이어그램을 도 2 및 3과 결부하여 설명하기로 한다.
- [0061] 도 2를 참조하면, 제 1 스택(130)의 제 1 발광층(133)에는 하나의 호스트에 형광 청색 도펀트와 인광 청색 도펀트가 혼합되어 있다.
- [0062] 호스트로부터 일중항 여기자 상태와 삼중항 여기자 상태의 대부분을 인광 청색 도펀트가 전해받는다. 인광 청색에서의 일중항 여기자 상태는 ISC에 의해 삼중항 여기자 상태로 내려오며 전체적으로 인광 청색 도펀트의 삼중항 여기자 상태는 이론적으로 75%에 가깝게 되며, 이 삼중항 여기자 상태가 형광 청색 도펀트의 일중항 여기자 상태로 에너지가 전달되어 100%에 가까운 내부 양자 효율을 얻을 수 있다. 다만, 이러한 에너지 전달 과정 중에 생기는 경로(X로 표시됨)로 인하여 에너지 손실이 발생할 수도 있다.
- [0063] 그리고, 도 3을 참조하면, 전술한 바와 같은 에너지 전달 메커니즘에 의해 제 1 발광층(133)에서 청색을 발광하고, 제 2 발광층(154)에서 호스트로부터 일중항 여기자 상태와 삼중항 여기자 상태를 인광 녹색 도펀트와 인광 적색 도펀트가 전해받아 녹색과 적색이 발광하게 되어 최종적으로 백색의 빛이 방출한다.
- [0064] 따라서, 본 발명의 일 실시 예에 따른 유기전계발광소자는 백색의 화이트 유기전계발광소자를 구현할 수 있다.
- [0065] 도 4는 본 발명의 제 2 실시 예에 따른 유기전계발광소자(200)를 나타낸 도면이다.
- [0066] 도 4를 참조하면, 본 발명의 제 2 실시 예에 따른 유기전계발광소자(200)는 기판(210) 상에 애노드 전극(220), 상기 애노드 전극(220) 상에 위치하며, 하나의 호스트에 녹색 및 적색 도펀트를 포함하는 제 1 발광층(233)을 구비하는 제 1 스택(230), 상기 제 1 스택(230) 상에 위치하는 전하생성층(240) 및 상기 전하생성층(240) 상에 위치하며, 하나의 호스트에 인광 청색 도펀트와 형광 청색 도펀트를 포함하는 제 2 발광층(254)을 구비하는 제 2 스택(250) 및 상기 제 2 스택(250) 상에 위치하는 캐소드 전극(260)을 포함할 수 있다.
- [0067] 본 발명의 제 2 실시 예에 따른 유기전계발광소자는 전술한 본 발명의 제 1 실시 예에 따른 유기전계발광소자에서 제 1 발광층과 제 2 발광층의 위치가 서로 바뀐 구조이다. 따라서, 제 1 실시 예와 중복되는 설명은 생략한다.
- [0068] 상기 제 1 스택(230)은, 상기 애노드 전극(220)과 상기 제 1 발광층(233) 사이에 형성된 제 1 정공주입층(231) 및 제 1 정공수송층(232) 및 상기 제 1 발광층(233)과 상기 전하생성층(240) 사이에 형성된 제 1 전자수송층(234) 및 제 1 전자주입층(235)을 더 포함할 수 있다.
- [0069] 상기 제 2 스택(250)은, 상기 전하생성층(240)과 상기 제 2 발광층(254) 사이에 형성된 제 2 정공주입층(251) 및 제 2 정공수송층(252) 및 상기 제 2 발광층(254)과 상기 캐소드 전극(260) 사이에 형성된 제 2 전자수송층(255) 및 제 2 전자주입층(256)을 더 포함할 수 있다.
- [0070] 상기 제 1 정공수송층(232)과 상기 제 1 발광층(233) 사이 또는 상기 제 2 정공수송층(252)과 상기 제 2 발광층(254) 사이에 엑시톤저지층(254)을 더 포함할 수 있다.
- [0071] 상기 제 2 발광층(254)은 하나의 호스트에 인광 또는 형광 녹색 도펀트와 인광 또는 형광 적색 도펀트를 포함할 수 있다.
- [0072] 상기와 같이, 본 발명의 제 2 실시 예에 따른 유기전계발광소자는 제 1 발광층에서 적색과 녹색을 발광하고 제

2 발광층에서 청색을 발광함으로써, 백색의 화이트 유기전계발광소자를 구현할 수 있다.

- [0073] 도 5는 본 발명의 실시예들에 따른 바텀 에미션 구조의 유기전계발광소자를 나타낸다.
- [0074] 도 5를 참조하면, 투명기관(SUBS) 상에 박막 트랜지스터(TFT)가 위치하고, 그 박막 트랜지스터(TFT)에 화소 전극(PIX)이 접속된다. 화소 전극(PIX)은 박막 트랜지스터(TFT)의 드레인 전극(D)에 접속되고 도 1에 도시된 유기전계발광소자(WOLED)의 애노드 전극에 접속된다. 도 5에서 도면부호 "GI"는 박막 트랜지스터(TFT)의 게이트 전극(G)과 그에 연결된 게이트라인을 포함한 게이트 금속패턴과, 박막 트랜지스터(TFT)의 소스 및 드레인 전극(S, D)과 데이터라인을 포함한 소스/드레인 금속패턴을 절연하기 위한 게이트 절연막이다. "PAS"는 박막 트랜지스터(TFT)를 보호하기 위한 페시베이션층으로써 이 페시베이션층에는 화소 전극(PIX)을 박막 트랜지스터(TFT)의 드레인 전극(D)에 접촉시키기 위한 콘택홀이 형성된다. "BNK"는 적색 픽셀, 녹색 픽셀 및 청색 발광셀을 구획하기 위한 구조물이다.
- [0075] "ENCAP"은 게터(Getter)를 포함하여 투명기관(SUBS)에 실린트로 함착되는 인캡슐레이션 부재이다. 유기전계발광소자(WOLED)는 도 1과 같은 2층 적층 구조를 가지며, 이러한 유기전계발광소자(WOLED)의 발광에 의해 방출되는 빛은 페시베이션층(PAS), 게이트 절연막(GI), 애노드 전극(ANO) 및 투명기관(SUBS)을 투과한다. 투명기관(SUBS)과 유기전계발광소자(WOLED) 사이에는 컬러 구현을 위하여 적색 컬러필터, 녹색 컬러 필터, 및 청색 컬러 필터가 형성될 수 있다.
- [0076] 이하, 본 발명의 일 실시 예에 따른 실험예를 개시한다. 다만, 하기에 개시되는 실험예는 본 발명의 일 실시예 일뿐 본 발명이 하기의 실험예에 한정되는 것은 아니다.
- [0077] <실험예 1>
- [0078] ITO 글라스의 발광 면적이 2mm×2mm 크기가 되도록 패터닝한 후 세정하였다. 기관을 진공 챔버에 장착한 후 베이스 압력이 1×10^{-6} torr가 되도록 한 후 애노드 전극인 ITO위에 제 1 정공수송층인 DNTPD를 600Å의 두께로 성막하고, 제 1 정공수송층인 NPD를 400Å의 두께로 성막하였다. 그리고, 호스트인 ADN(9,10-di(2-naphthyl)anthracene)에 인광 청색 도펀트인 1,6-Bis(diphenylamine)pyrene을 공중착하여 300Å의 제 1 발광층을 성막하였다. 이때, 도펀트의 도핑농도로는 5wt%였다. 이어, 제 1 전자수송층인 Alq₃를 300Å의 두께로 성막하고, 제 1 전자수송층인 LiF를 5Å의 두께로 성막하고, 캐소드 전극인 Al을 1000Å의 두께로 성막하여 유기전계발광소자를 제작하였다.
- [0079] <실험예 2>
- [0080] 청색 형광 도펀트인 Ir(pFCNp)₃을 이용하여 제 1 발광층을 형성한 것을 제외하고 상기 실험예 1과 동일한 조건으로 유기전계발광소자를 제작하였다.
- [0081] <실험예 3>
- [0082] 인광 청색 도펀트인 1,6-Bis(diphenylamine)pyrene와 형광 청색 도펀트인 Ir(pFCNp)₃을 인광 청색 도펀트가 10wt%, 형광 청색 도펀트가 1wt%의 도핑농도로 혼합하여 제 1 발광층을 형성한 것을 제외하고, 상기 실험예 1과 동일한 조건으로 유기전계발광소자를 제작하였다.
- [0083] <실험예 4>
- [0084] 제 1 정공수송층과 제 1 발광층 사이에 엑시톤저지층인 TCTA을 200Å의 두께로 성막한 것을 제외하고, 상기 실험예 3과 동일한 조건으로 유기전계발광소자를 제작하였다.

[0085] <실험예 5>

[0086] 인광 청색 도펀트인 1,6-Bis(diphenylamine)pyrene와 형광 청색 도펀트인 Ir(pFCNp)₃을 인광 청색 도펀트가 10wt%, 형광 청색 도펀트가 0.5wt%의 도핑농도로 혼합하여 제 1 발광층을 형성한 것을 제외하고, 상기 실험예 1과 동일한 조건으로 유기전계발광소자를 제작하였다.

[0087] <실험예 6>

[0088] 인광 청색 도펀트인 TBPe와 형광 청색 도펀트인 Ir(pFCNp)₃을 인광 청색 도펀트 10wt%, 형광 청색 도펀트 0.5wt%의 도핑농도로 혼합하여 제 1 발광층을 형성한 것을 제외하고, 상기 실험예 1과 동일한 조건으로 유기전계발광소자를 제작하였다.

[0089] 상기 실험예 1 내지 6에 따라 제조된 유기전계발광소자의 구동전압, 발광효율, 양자효율, 휘도 및 색좌표를 하기 표 1에 나타내었고, 발광 스펙트럼을 도 6에 나타내었다.

표 1

	구동전압 (V)	발광효율		양자효율 (%)	휘도 (Cd/m ²)	색좌표	
		Cd/A	lm/W			CIE_x	CIE_y
실험예1	4.8	8.7	5.6	7.2	867	0.134	0.189
실험예2	7.0	14.4	6.5	8.1	1442	0.155	0.348
실험예3	3.7	15.2	12.9	12.6	1520	0.131	0.243
실험예4	4.0	18.7	14.7	15.5	1870	0.131	0.264
실험예5	3.8	21.5	17.7	17.8	2150	0.132	0.287
실험예6	3.8	6.3	5.2	5.2	630	0.132	0.263

[0091] 상기 표 1 및 도 6을 참조하면, 인광과 형광 청색 도펀트를 혼합한 실험예 3 내지 5는 인광 또는 형광 청색 도펀트를 사용한 실험예 1 및 2보다 구동전압, 발광효율, 양자효율, 휘도 및 색좌표 특성이 현저하게 우수한 것을 알 수 있다. 반면, 실험예 6에서 인광 청색 도펀트를 달리한 경우에는 비효율적인 에너지 전달과정에 의해 모든 특성이 현저하게 낮은 것을 알 수 있다.

[0092] 그리고, 실험예 3과 4에서 보여지듯이, 엑시톤저지층의 존재에 따라 구동전압이 0.3V 정도 상승되지만, 발광효율, 양자효율 및 휘도 특성이 향상되는 것을 알 수 있다.

[0093] 이를 토대로 제 1 발광층의 인광 청색 도펀트와 형광 청색 도펀트를 설정하여 다음과 같은 실험을 개시한다.

[0094] <실험예 7>

[0095] ITO 글라스의 발광 면적이 2mm×2mm 크기가 되도록 패터닝한 후 세정하였다. 기판을 진공 챔버에 장착한 후 베이스 압력이 1×10⁻⁶ torr가 되도록 한 후 애노드 전극인 ITO위에 제 1 정공주입층인 DNTPD를 600Å의 두께로 성막하고, 제 1 정공수송층인 NPD를 400Å의 두께로 성막하였다. 그리고, 호스트인 CBP에 인광 녹색 도펀트인 Ir(ppy)₃와 인광 적색 도펀트인 Ir(mnapy)₃를 공증착하여 300Å의 제 2 발광층을 성막하였다. 이때, 도펀트의 도핑농도로는 각각 5wt%였다. 이어, 제 1 전자수송층인 Alq₃를 300Å의 두께로 성막하고, 제 1 전자주입층인 LiF를 5Å의 두께로 성막하고, 캐소드 전극인 Al을 1000Å의 두께로 성막하여 유기전계발광소자를 제작하였다.

[0096] <실험예 8>

[0097] ITO 글라스의 발광 면적이 2mm×2mm 크기가 되도록 패터닝한 후 세정하였다. 기판을 진공 챔버에 장착한 후 베이스 압력이 1×10⁻⁶ torr가 되도록 한 후 애노드 전극인 ITO위에 제 1 정공주입층인 DNTPD를 600Å의 두께로 성

막하고, 제 1 정공수송층인 NPD를 400Å의 두께로 성막하였다. 그리고, 호스트인 ADN(9,10-di(2-naphthyl)anthracene)에 형광 청색 도펀트인 Ir(pFCNp)₃을 공증착하여 300Å의 제 1 발광층을 성막하였다. 이때, 도펀트의 도핑농도는 형광 청색 도펀트가 5%였다. 이어, 제 1 전자수송층인 Alq₃를 300Å의 두께로 성막하고, 제 1 전자주입층인 LiF를 5Å의 두께로 성막하고, 전하생성층인 WO₃를 30Å으로 성막하였다. 다음, 제 2 정공주입층인 DNTPD를 600Å의 두께로 성막하고, 제 2 정공수송층인 NPD를 400Å의 두께로 성막하고, 엑시톤저지층인 TCTA를 200Å의 두께로 성막하고, 호스트인 CBP에 인광 녹색 도펀트인 Ir(ppy)₃와 인광 적색 도펀트인 Ir(mnapy)₃를 공증착하여 300Å의 제 2 발광층을 성막하였다. 이때, 도펀트의 도핑농도로는 각각 2wt%였다. 이어, 제 2 전자수송층인 Alq₃를 300Å의 두께로 성막하고, 제 2 전자주입층인 LiF를 5Å의 두께로 성막하고, 캐소드 전극인 Al을 1000Å의 두께로 성막하여 유기전계발광소자를 제작하였다.

[0098] <실험예 9>

[0099] 인광 청색 도펀트인 1,6-Bis(diphenylamine)pyrene와 형광 청색 도펀트인 Ir(pFCNp)₃을 인광 청색 도펀트가 10wt%, 형광 청색 도펀트가 0.5wt%의 도핑농도로 혼합하여 제 1 발광층을 형성한 것을 제외하고, 상기 실험예 8과 동일한 조건으로 유기전계발광소자를 제작하였다.

[0100] 상기 실험예 7 내지 9에 따라 제조된 유기전계발광소자의 구동전압, 발광효율, 양자효율, 휘도 및 색좌표를 하기 표 2에 나타내었고, 발광 스펙트럼을 도 7에 나타내었다.

표 2

[0101]	구동전압 (V)	발광효율		양자효율 (%)	휘도 (Cd/m ²)	색좌표	
		Cd/A	lm/W			CIE_x	CIE_y
실험예7	3.4	45.5	41.8	18.4	4550	0.449	0.529
실험예8	7.0	47.8	21.4	24.6	4776	0.352	0.375
실험예9	7.2	56.4	24.6	29.0	5640	0.333	0.399

[0102] 상기 표 2 및 도 7을 참조하면, 인광과 형광 청색 도펀트를 혼합한 제 1 발광층과 인광 녹색 및 적색 도펀트를 혼합한 제 2 발광층을 구비하는 실험예 9는 다른 실험예 7 및 8에 비해 구동전압, 발광효율, 양자효율 및 휘도 특성이 현저하게 우수한 것을 알 수 있다.

[0103] 그리고, 형광 청색 도펀트를 포함하는 제 1 발광층과 인광 녹색 및 적색 도펀트를 혼합한 제 2 발광층을 구비하는 실험예 8은 실험예 7보다는 특성이 우수하지만, 실험예 9보다는 약간 낮은 특성을 나타내는 것을 알 수 있다.

[0104] 상기와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 유기전계발광소자는 인광 및 형광 청색 도펀트가 혼합된 제 1 발광층을 구비하는 제 1 스택, 인광 녹색 및 적색 도펀트가 혼합된 제 2 발광층을 구비하는 제 2 스택을 포함하는 백색 발광 유기전계발광소자를 형성함으로써, 구동전압, 발광효율, 양자효율 및 휘도 특성이 우수한 이점이 있다.

[0105] 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.

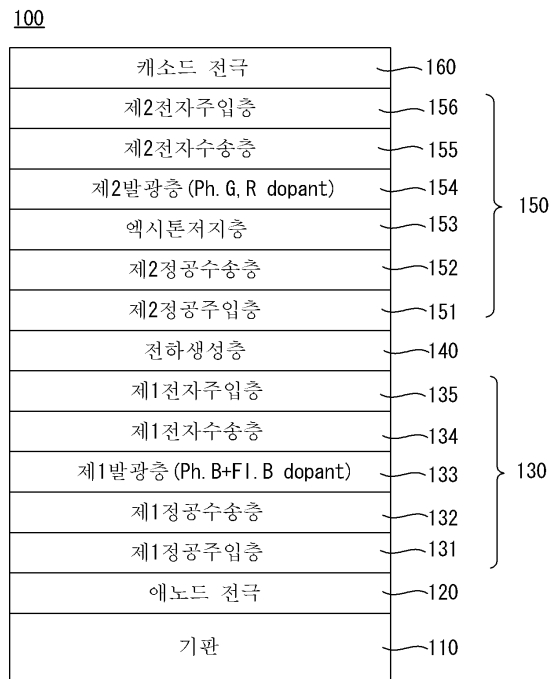
도면의 간단한 설명

[0106] 도 1은 본 발명의 제 1 실시 예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면.

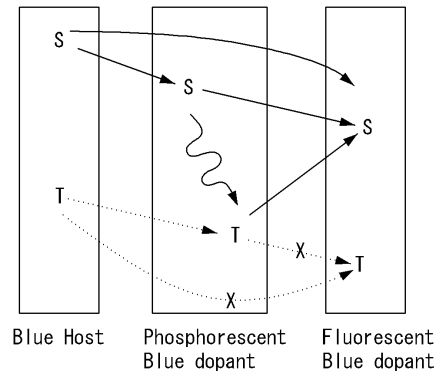
- [0107] 도 2는 본 발명의 제 1 실시 예에 따른 유기전계발광소자의 제 1 발광층의 매커니즘을 나타낸 도면.
- [0108] 도 3은 본 발명의 제 1 실시 예에 따른 유기전계발광소자의 밴드 다이어그램을 나타낸 도면.
- [0109] 도 4는 본 발명의 제 2 실시 예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면.
- [0110] 도 5는 본 발명의 실시예들에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 도면.
- [0111] 도 6은 본 발명의 실험예 1 내지 6에 따라 제조된 유기전계발광소자의 발광 스펙트럼을 나타낸 그래프.
- [0112] 도 7은 본 발명의 실험예 7 내지 9에 따라 제조된 유기전계발광소자의 발광 스펙트럼을 나타낸 그래프.

도면

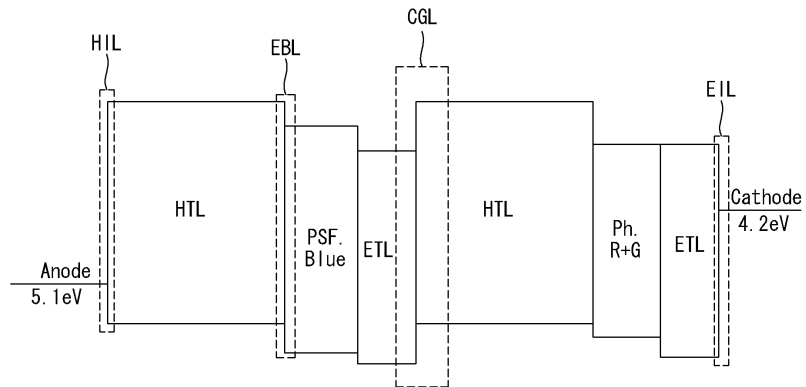
도면1



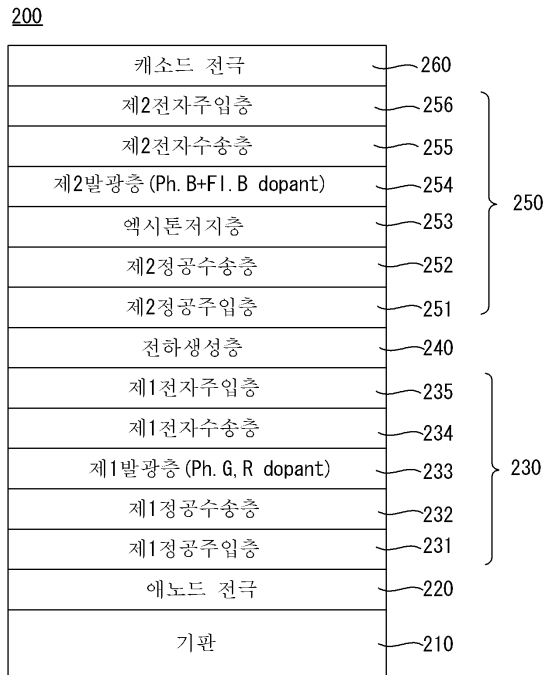
도면2



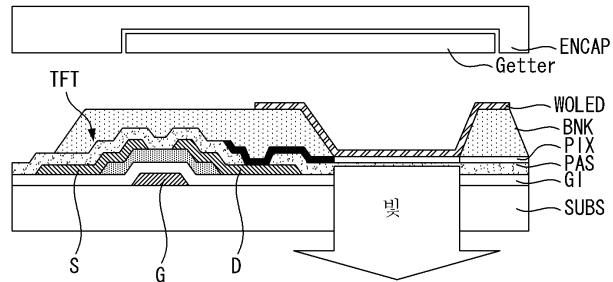
도면3



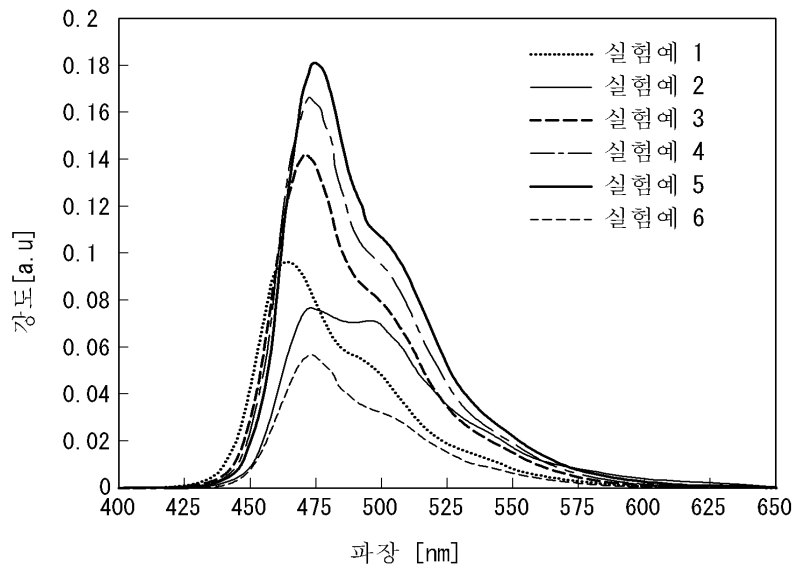
도면4



도면5



도면6



도면7

