



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년02월26일  
 (11) 등록번호 10-1365424  
 (24) 등록일자 2014년02월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H05B 33/14* (2006.01) *C09K 11/06* (2006.01)  
*H01L 51/54* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2008-7026253  
 (22) 출원일자(국제) 2007년04월13일  
 심사청구일자 2012년04월12일  
 (85) 번역문제출일자 2008년10월27일  
 (65) 공개번호 10-2009-0007734  
 (43) 공개일자 2009년01월20일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2007/009022  
 (87) 국제공개번호 WO 2007/127063  
 국제공개일자 2007년11월08일  
 (30) 우선권주장  
 11/412,544 2006년04월27일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US20020074935 A1\*  
 US06396209 B1\*  
 US06645645 B1\*  
 US06734457 B2\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**글로벌 오엘이디 테크놀러지 엘엘씨**  
 미국 버지니아 20171 헌던 스위트 330 13873 파크  
 센터 로드  
 (72) 발명자  
**콘다코바 마리나 에두아르도브나**  
 미국 뉴욕주 14476 켄달 노르웨이 하이츠 17125  
**콘다코프 데니스 유리에비치**  
 미국 뉴욕주 14476 켄달 노르웨이 하이츠 17125  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**김용인, 박영복**

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 금복희

(54) 발명의 명칭 **유기 E I L 층을 포함하는 전기발광 디바이스**

**(57) 요약**

본 발명의 OLED 디바이스는, 캐소드 및 애노드를 포함하고, 그 사이에, 하나 이상의 전자-수송 코-호스트와 하나 이상의 정공-수송 코-호스트의 혼합물을 포함하는 호스트 내에 배치된 인광 발광 화합물을 포함하는 발광 층(LEL)을 갖는 것으로서, 상기 캐소드 측면 상의 LEL에 인접하게 전자-수송 층이 존재하고, 상기 캐소드에 인접하게 헤테로방향족 화합물을 함유하는 EIL 층이 존재한다.

(72) 발명자

**영 칼프 하워드**

미국 뉴욕주 14620 로체스터 코브 테라스 270

**브라운 크리스토퍼 타일러**

미국 뉴욕주 14620 로체스터 크로스만 테라스 240

**클루백 케빈 폴**

미국 뉴욕주 14586 웨스트 헨리에타 버터플라이 레인 15

**자리코브 빅토르 빅토로비치**

미국 뉴욕주 14616 로체스터 포어맨 드라이브 138

**주베리 쉬나**

영국 해로우 미들섹스 에이치에이1 2에프에이치 엘름그로브 로드 서버런 플레이스 6

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

캐소드 및 애노드를 포함하고, 그 사이에, 하나 이상의 전자-수송 코-호스트(co-host)와 하나 이상의 정공-수송 코-호스트의 혼합물을 포함하는 호스트 내에 배치된 인광 발광 화합물을 포함하는 발광 층(LEL)을 갖는 OLED 디바이스로서,

상기 캐소드 측면 상의 LEL에 인접하게 전자-수송 층이 존재하고, 상기 캐소드에 인접하게 헤테로방향족 화합물을 함유하는 전자주입 층(EIL)이 존재하고,

상기 전자-수송 층이, 전자-수송 코-호스트의 LUMO에 비해 0.4 eV 이상인 LUMO 수준을 갖는 물질을 포함함을 특징으로 하는 OLED 디바이스.

**청구항 2**

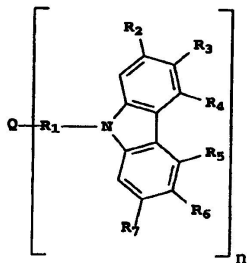
제 1 항에 있어서,

상기 각 코-호스트 물질의 삼중항 에너지가 인광 발광 화합물의 삼중항 에너지보다 높은 OLED 디바이스.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 정공-수송 코-호스트가 하기 식으로 표시되는 OLED 디바이스:



상기 식에서,

n은 1 내지 4의 정수이고;

Q는 -N, -C, 페닐, 바이페닐 또는 아릴 기이고;

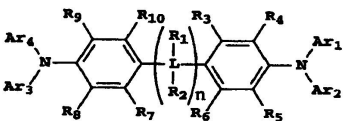
R1은 페닐, 바이페닐 또는 아릴 기, 또는 단일결합이고;

R2 내지 R7은 독립적으로 수소, 알킬, 페닐, 아릴 아민 또는 카바졸 기이다.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 정공-수송 코-호스트가 하기 식으로 표시되는 OLED 디바이스:



상기 식에서,

L은 C, 페닐 또는 치환된 페닐이고;

R1 및 R2는 독립적으로 치환기이되, 단 R1과 R2이 연결되어 고리를 형성할 수도 있고;

n은 1 또는 0이고;

Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>4</sub>는 독립적으로 선택된 방향족 기이고;

R<sub>3</sub> 내지 R<sub>10</sub>은 독립적으로 수소, 알킬 또는 아릴 기이다.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,

상기 정공-수송 코-호스트가 하기 화합물들로 이루어진 군으로부터 선택되는 OLED 디바이스:

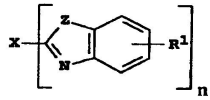
- 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(NPB);
- 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-(2-나프틸)아미노]바이페닐(TNB);
- 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(TPD);
- 4,4'-비스-다이페닐아미노-터페닐;
- 2,6,2',6'-테트라메틸-N,N,N',N'-테트라페닐-벤지딘;
- 4,4',4"-트리스[(3-메틸페닐)페닐아미노]트라이페닐아민(MTDATA);
- 4,4',4"-트리스(N,N-다이페닐-아미노)트라이페닐아민(TDATA);
- N,N-비스[2,5-다이메틸-4-[(3-메틸페닐)페닐아미노]페닐]-2,5-다이메틸-N'-(3-메틸페닐)-N'-페닐-1,4-벤젠다이아민;
- 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)사이클로헥세인(TAPC);
- 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)사이클로펜테인;
- 4,4'-(9H-플루오렌-9-일리덴)비스[N,N-비스(4-메틸페닐)-벤젠아민];
- 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)-4-페닐사이클로헥세인;
- 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)-4-메틸사이클로헥세인;
- 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)-3-페닐프로페인;
- 비스[4-(N,N-다이에틸아미노)-2-메틸페닐](4-메틸페닐)메테인(MPMP);
- 비스[4-(N,N-다이에틸아미노)-2-메틸페닐](4-메틸페닐)에테인;
- (4-다이에틸아미노페닐)트라이페닐메테인;
- 비스(4-다이에틸아미노페닐)다이페닐메테인;
- 4-(9H-카바졸-9-일)-N,N-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-벤젠아민(TCTA);
- 4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)-N,N-비스[4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]-벤젠아민;
- 9,9'-[5'-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐][1,1':3',1"-터페닐]-4,4"-다이일]비스-9H-카바졸;
- 9,9'-(2,2'-다이메틸[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이일)비스-9H-카바졸(CDBP);
- 9,9'-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이일비스-9H-카바졸(CBP);
- 9,9'-(1,3-페닐렌)비스-9H-카바졸(mCP);
- 9,9'-(1,4-페닐렌)비스-9H-카바졸;
- 9,9',9"-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스-9H-카바졸;
- 9,9'-(1,4-페닐렌)비스[N,N,N',N'-테트라페닐-9H-카바졸-3,6-다이아민];
- 9-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N-다이페닐-9H-카바졸-3-아민;
- 9,9'-(1,4-페닐렌)비스[N,N-다이페닐-9H-카바졸-3-아민];

9-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N,N',N'-테트라페닐-9H-카바졸-3,6-다이아민 및 테트라페닐-p-페닐렌다이아민(TPPD).

**청구항 6**

제 1 항에 있어서,

상기 전자-수송 코-호스트가 하기 식들로 이루어진 군으로부터 선택되는 OLED 디바이스.



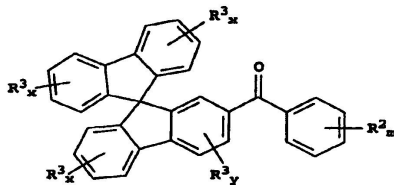
(상기 식에서,

n은 2 내지 8의 정수이고;

Z는 O, NR 또는 S이고;

R 및 R<sup>1</sup>은 독립적으로 1 내지 24개의 탄소 원자를 갖는 알킬; 5 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 아릴 또는 헤테로원자 치환된 아릴; 할로; 또는 융합된 방향족 고리를 완성시키는데 필요한 원자이고;

X는 탄소, 알킬, 아릴 및 헤테로사이클릭 기로 이루어진 군으로부터 선택되는 연결 단위이다)



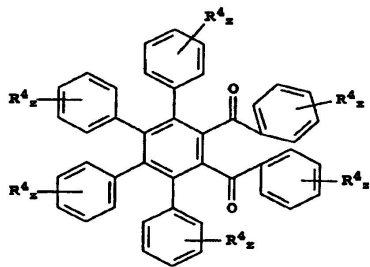
(상기 식에서,

m은 0 내지 5의 정수이고;

각각의 x는 0 내지 4의 정수이고;

y는 0 내지 3의 정수이고;

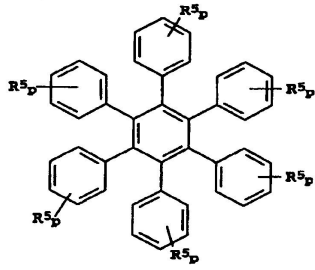
R<sup>2</sup> 및 R<sup>3</sup>은 독립적으로 수소; 1 내지 24개의 탄소 원자를 갖는 알킬; 5 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 아릴 또는 헤테로원자 치환된 아릴; 할로; 또는 융합된 방향족 고리를 완성시키는데 필요한 원자이다)



(상기 식에서,

각각의 z는 0 내지 5의 정수이고;

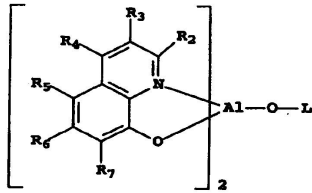
각각의 R<sup>4</sup>는 독립적으로 수소; 1 내지 24개의 탄소 원자를 갖는 알킬; 5 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 아릴 또는 헤테로원자 치환된 아릴; 할로; 또는 융합된 방향족 고리를 완성시키는데 필요한 원자이다)



(상기 식에서,

각각의  $R^5$ 는 CN이고;

각각의  $p$ 는 0 내지 5의 정수이되, 모든  $p$ 의 합계는 1보다 크다) 및



(상기 식에서,

$R^2$ 는 전자 공여 기이고;

$R^3$  및  $R^4$ 는 각각 독립적으로 수소 또는 전자 공여 치환기이고;

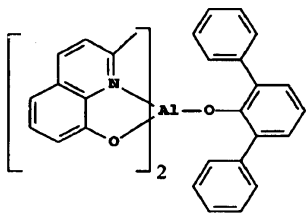
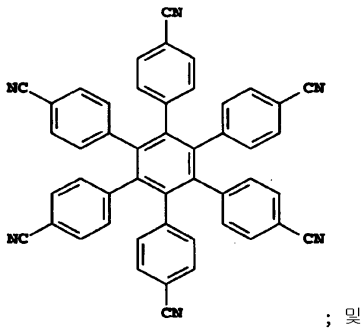
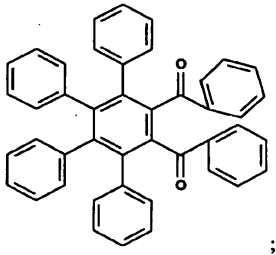
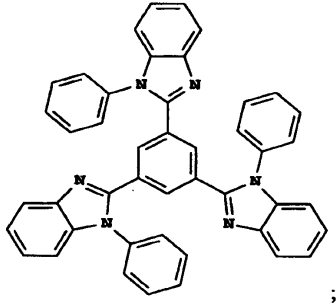
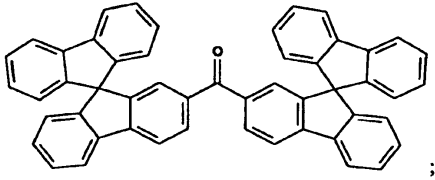
$R^5$ ,  $R^6$  및  $R^7$ 은 각각 독립적으로 수소 또는 전자 수용 기이고;

L은, L이 7 내지 24개의 탄소원자를 갖도록 치환기로 치환될 수도 있는, 산소에 의해 알루미늄에 연결되는 방향족 잔기이다)

### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 전자-수송 코-호스트가 하기로부터 선택되는 OLED 디바이스:



청구항 8

삭제

청구항 9

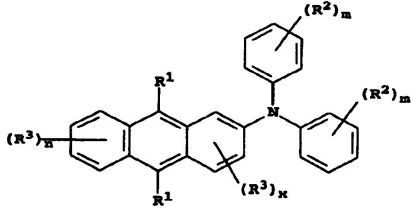
제 1 항에 있어서,

상기 전자-수송 층이 방향족 탄화수소 물질을 포함하는 OLED 디바이스.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 전자-수송 층이 하기 식의 다이아릴아미노 안트라센을 포함하는 OLED 디바이스:



상기 식에서,

각각의 R<sup>1</sup>은 독립적으로 H, 또는 아릴 아민, 알킬 아민, 알킬, 아릴, 및 헤테로아릴 기로부터 선택된 치환기이고, 하나 이상이 치환기이며;

각각의 R<sup>2</sup> 및 R<sup>3</sup>은 독립적으로 알킬, 아릴, 헤테로아릴, 플루오로, 아릴 아민, 알킬 아민 및 사이아노 기로부터 선택되며, 상기 기들이 함께 연결되어 융합된 고리를 형성할 수도 있고;

각각의 m은 0 내지 5로부터 독립적으로 선택된 정수이고;

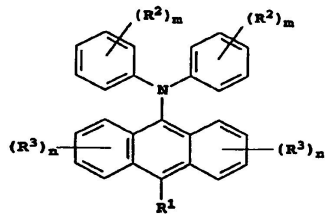
n은 0 내지 4로부터 독립적으로 선택된 정수이고;

x는 0 내지 3으로부터 독립적으로 선택된 정수이다.

### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 전자-수송 층이 하기 식으로 표시되는 안트라센을 포함하는 OLED 디바이스:



상기 식에서,

R<sup>1</sup>은 H, 아릴 아민, 알킬 아민, 알킬, 아릴 및 헤테로아릴 기로부터 선택되고;

각각의 R<sup>2</sup> 및 R<sup>3</sup>은 독립적으로 알킬, 아릴, 헤테로아릴, 플루오로, 아릴 아민, 알킬 아민 및 사이아노 기로부터 선택되며, 상기 기들이 함께 연결되어 융합된 고리를 형성할 수도 있고;

각각의 m은 0 내지 5로부터 독립적으로 선택된 정수이고;

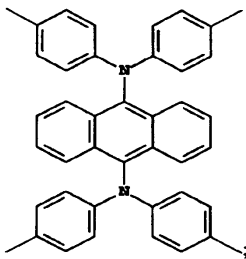
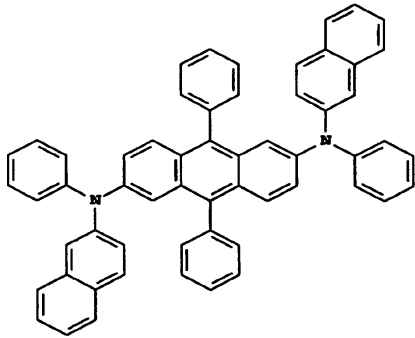
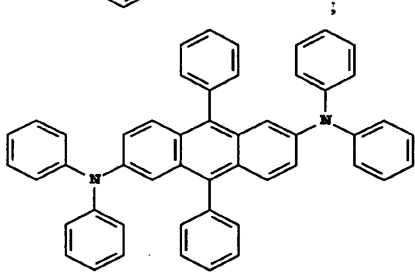
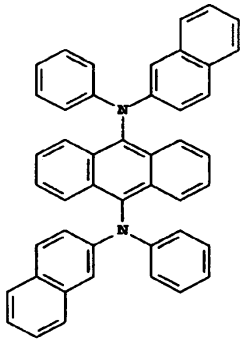
각각의 n은 0 내지 4로부터 독립적으로 선택된 정수이다.

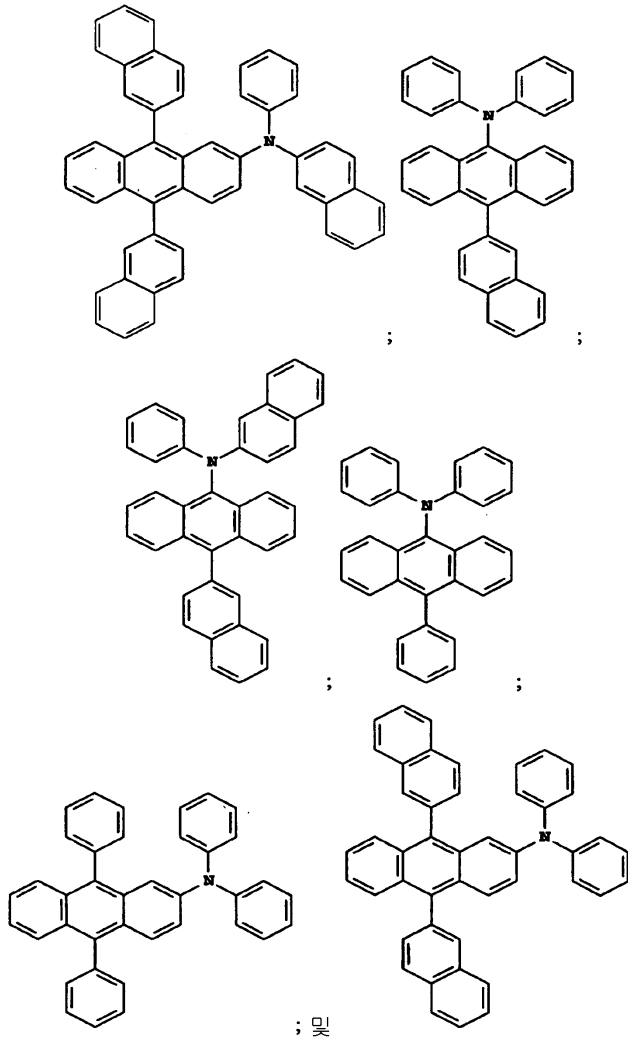
### 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 전자-수송 층이 2-t-부틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센; 2-페닐-9,10-다이(2-나프틸)안트라센; 9-(2-나프틸)-10-(1,1'-바이페닐)안트라센; 7,8,9,10-테트라페닐플루오르안텐; 3,7,8,9,10-펜타페닐플루오르안텐; 7,8,10-트라이페닐플루오르안텐; 8-[1,1'-바이페닐]-4-일-7,10-다이페닐플루오르안텐; 1,2,3,4-테트라페닐나프탈렌; 페릴렌, 2,5,8,11-테트라-t-부틸페릴렌; 피렌;







로 이루어진 군으로부터 선택된 화합물을 포함하는 OLED 디바이스.

**청구항 13**

제 1 항에 있어서,

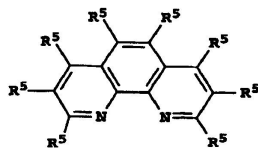
상기 헤테로방향족 EIL 층 화합물이 5원 또는 6원 질소 함유 헤테로사이클을 포함하는 OLED 디바이스.

**청구항 14**

제 13 항에 있어서,

상기 헤테로방향족 EIL 층 화합물이 하기 화학식 1) 내지 5)로 이루어진 군으로부터 선택되는 OLED 디바이스.

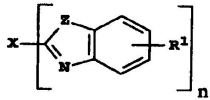
**화학식 1**



(상기 식에서,

각각의 R<sup>5</sup>는 독립적으로 수소, 알킬, 아릴 기로부터 선택되며, 하나 이상의 R<sup>5</sup>는 아릴 또는 치환된 아릴이다)

**화학식 2**



(상기 식에서,

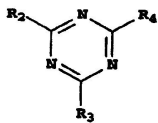
n은 2 내지 8의 정수이고;

Z는 O, NR 또는 S이고;

R 및 R<sup>1</sup>은 독립적으로 1 내지 24개의 탄소 원자를 갖는 알킬; 5 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 아릴 또는 헤테로아릴 치환된 아릴; 할로; 또는 융합된 방향족 고리를 완성시키는데 필요한 원자이고;

X는 탄소, 알킬, 아릴, 치환된 알킬, 치환된 아릴, 헤테로사이클릭 또는 치환된 헤테로사이클릭으로 이루어진 군으로부터 선택된 연결 단위이다)

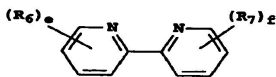
**화학식 3**



(상기 식에서,

R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> 및 R<sub>4</sub>는 독립적으로 수소, 알킬, 치환된 알킬, 아릴, 치환된 아릴, 헤테로아릴 및 치환된 헤테로아릴로부터 선택된다)

**화학식 4**

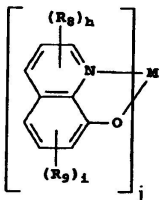


상기 식에서,

R<sub>6</sub> 및 R<sub>7</sub>은 독립적으로 선택된 치환기이되, 인접하는 치환기들은 합쳐져 고리 기를 형성할 수 있고;

e 및 f는 독립적으로 0 내지 4의 정수이다) 및

**화학식 5**



(상기 식에서,

M은 Li, Al 또는 Ga으로 이루어진 군으로부터 선택되고;

R<sub>8</sub> 및 R<sub>9</sub>는 독립적으로 선택된 치환기이되, 인접하는 치환기들이 합쳐져 고리 기를 형성할 수 있고;

h 및 i는 독립적으로 0 내지 3의 정수이고;

j는 1 내지 6의 정수이다)

**청구항 15**

제 1 항에 있어서,

상기 헤테로방향족 EIL 화합물-함유 층의 두께가 40 nm 이하인 OLED 디바이스.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 유기 전기발광(EL) 디바이스에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 전자-주입 층을 포함하는 인광 디바이스에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 유기 전기발광(EL) 디바이스가 20여년 넘게 공지되어 왔으나, 이들의 성능 한계는 다수의 바람직한 용도에 대해 장애가 되어 왔다. 가장 간단한 형태에서, 유기 EL 디바이스는 정공-주입용 애노드, 전자-주입용 캐소드, 및 이들 전극 사이에 끼워져서 전하 재결합을 지지하여 발광을 일으키는 유기 매질로 구성된다. 이들 디바이스는 또한 유기 발광 다이오드 또는 OLED로서 통상적으로 지칭된다. 대표적인 초기 유기 EL 디바이스는 1965년 3월 9일자로 허여된 거니(Gurnee) 등의 US 3172862; 1965년 3월 9일자로 허여된 거니의 US 3173050; 드레스너(Dresner)의 문헌 ["Double Injection Electroluminescence in Anthracene", RCA Review, Vol. 30, 322, (1969)]; 및 1973년 1월 9일자로 허여된 드레스너의 US 3710167에 개시되어 있다. 폴리사이클릭 방향족 탄화수소로 통상 이루어진 이들 디바이스 내의 유기 층들은 매우 두꺼웠다(1 μm보다 훨씬 더 두꺼움). 결과적으로, 작동 전압이 매우 높았다(종종 100 V보다 높음).

[0003] 더 최근의 유기 EL 디바이스는 애노드와 캐소드 사이의 매우 얇은 층(예컨대, 1.0 μm 미만)으로 이루어진 유기 EL 소자를 포함한다. 여기서, 용어 "유기 EL 소자"는 애노드와 캐소드 전극들 사이의 층들을 포괄한다. 두께를 감소시키면 유기 층의 저항이 저하되고, 훨씬 더 낮은 전압에서 디바이스가 작동될 수 있다. US 4356429에 최초로 기재된 기본적인 2층 EL 디바이스 구조체에서, 애노드에 인접한 EL 소자의 한 유기 층은 정공을 수송하도록 특별히 선택되고, 따라서 정공-수송 층으로서 지칭되며, 다른 유기 층은 전자를 수송하도록 특별히 선택되어서 전자-수송 층으로서 지칭된다. 주입된 정공과 전자가 유기 EL 소자 내에서 재결합하면 효율적인 전기발광이 생성된다.

[0004] 탕(C. Tang) 등의 문헌 [J. Applied Physics, Vol. 65, Pages 3610-3616, (1989)]에 개시된 것과 같이, 정공-수송 층과 전자-수송 층 사이에 유기 발광 층(LEL)을 함유하는 3층 유기 EL 디바이스가 또한 제안된 바 있다. 발광 층은 통상적으로 게스트 물질로 도핑된 호스트 물질로 이루어진다. 또한, 정공-주입 층(HIL), 정공-수송 층(HTL), 발광 층(LEL) 및 전자-수송/주입 층(ETL)을 포함하는 4층 EL 소자가 US 4769292에 제안된 바 있다. 이들 구조체는 개선된 디바이스 효율을 나타내었다.

[0005] OLED 디바이스에 유용한 것으로 기재된 다수의 발광 물질은 형광성에 의해 이들의 여기된 단일항 상태에서부터 광을 발광한다. OLED 디바이스에 생성된 여기자(exciton)가 이들의 에너지를 도판트의 여기 상태로 전달할 때 여기된 단일항 상태가 생성된다. 그러나, 일반적으로 EL 디바이스에서 생성된 여기자의 25%만이 단일항 여기자인 것으로 생각된다. 나머지 여기자는 삼중항인데, 이는 이들의 에너지를 쉽게 도판트의 단일항 여기 상태로 전달할 수 없다. 여기자의 75%가 발광 과정에 사용되지 않기 때문에, 이로 인해 효율이 크게 손실된다.

[0006] 삼중항 여기자는 도판트가 에너지 면에서 충분히 낮은 삼중항 여기 상태를 갖는 경우 그들의 에너지를 도판트로 전달할 수 있다. 도판트의 삼중항 상태가 발광성이면, 이는 인광에 의해 발광할 수 있다. 다수의 경우, 단일항 여기자는 또한 이들의 에너지를 동일한 도판트의 최저 단일항 여기 상태로 전달할 수 있다. 단일항 여기 상태는 종종 시스템간 혼성 과정에 의해 발광성 삼중항 여기 상태로 이완될 수 있다. 따라서, 호스트 및 도판트의 적절한 선택에 의해 OLED 디바이스에서 생성된 단일항 및 삼중항 여기자로부터 에너지를 수거하고 매우 효율적인 인광성 발광을 생성시킬 수 있다.

[0007] 발광 층은 전형적으로 호스트 물질 및 도판트로 구성된다. 그러나, 최근의 진보는, 하나 초과 호스트 물질을

함유하는 LEL의 사용이 개선된 전기발광 디바이스를 생성시킬 수 있음을 보여주었다.

[0008] 전자-수송 층의 성질은 특히 전기발광 디바이스의 작동 전압을 결정하는데 있어 중요하다. 낮은 전압을 갖는 전기발광 디바이스에 종종 혼합물 또는 적층 구조를 함유하는 전자-수송 층이 유용하다. 하나 초과와 층으로 구성된 전자-수송 기능을 갖는 디바이스는 JP 200338377, US 20050025993, US 20050019604 및 US 2005013388에 제시되어 있다.

[0009] 이들 발전에도 불구하고, 낮은 작동 전압 및 높은 발광 효율을 갖는 인광 전기발광 디바이스를 생성시키는 신규 디바이스 구조가 요구된다.

[0010] 발명의 개요

[0011] 본 발명은, 캐소드 및 애노드를 포함하고, 그 사이에 하나 이상의 전자-수송 코-호스트(co-host)와 하나 이상의 정공-수송 코-호스트의 혼합물을 포함하는 호스트 내에 배치된 인광 발광 화합물을 포함하는 발광 층(LEL)을 갖는 것으로서, 상기 캐소드 측면 상의 LEL에 인접하게 전자-수송 층이 존재하고, 상기 캐소드에 인접하게 헤테로 방향족 화합물을 함유하는 EIL 층이 존재하는 OLED 디바이스를 제공한다.

[0012] 본 발명의 디바이스는 감소된 작동 전압 및 높은 발광 효율과 같은 개선된 전기발광 특징을 제공한다.

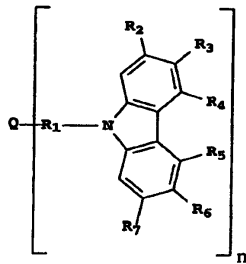
**발명의 상세한 설명**

[0027] 본 발명은 앞서 요약되어 있다.

[0028] 한 실시양태에서, 전자-수송 (ETL)층은 주요 성분으로서 방향족 또는 헤테로방향족 탄화수소를 포함한다. 전자 주입층(EIL)의 물질은 헤테로방향족 화합물이다. 헤테로방향족 화합물은 ETL 내의 주요 화합물과 상이하다.

[0029] 각각의 코-호스트 물질의 삼중항 에너지는 일반적으로 인광 발광 화합물의 삼중항 에너지보다 크다. 이 배열의 삼중항 에너지 수준은 발광을 위한 인광 발광 화합물로의 삼중항 에너지의 전달을 촉진시킨다.

[0030] 한 실시양태에서, 정공-수송 코-호스트는 하기 식으로 표시된다.



[0031]

[0032] 상기 식에서,

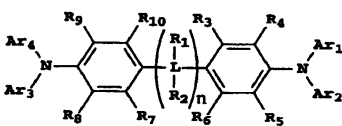
[0033] n은 1 내지 4의 정수이고;

[0034] Q는 N, C, 페닐, 치환된 페닐, 바이페닐, 치환된 바이페닐, 아릴 또는 치환된 아릴 기이고;

[0035] R1은 페닐, 치환된 페닐, 바이페닐, 치환된 바이페닐, 아릴, 치환된 아릴 또는 단일결합이고;

[0036] R2 내지 R7은 독립적으로 수소, 알킬, 페닐 또는 치환된 페닐, 아릴 아민, 카바졸 또는 치환된 카바졸이다.

[0037] 다른 실시양태에서, 정공-수송 코-호스트는 하기 식으로 표시된다.



[0038]

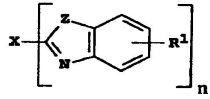
[0039] 상기 식에서,

- [0040] L은 C, 페닐 또는 치환된 페닐이고;
- [0041] R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 독립적으로 치환기이되, 단 R<sub>1</sub>과 R<sub>2</sub>는 연결되어 고리를 형성할 수 있고;
- [0042] n은 1 또는 0이고;
- [0043] Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>4</sub>는 독립적으로 선택된 방향족 기이고;
- [0044] R<sub>3</sub> 내지 R<sub>10</sub>은 독립적으로 수소, 알킬, 치환된 알킬, 아릴, 치환된 아릴이다.
- [0045] 정공-수송 코-호스트의 예는 다음과 같다.
- [0046] 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(NPB);
- [0047] 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-(2-나프틸)아미노]바이페닐(TNB);
- [0048] 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(TPD);
- [0049] 4,4'-비스-다이페닐아미노-터페닐;
- [0050] 2,6,2',6'-테트라메틸-N,N,N',N'-테트라페닐-벤지딘;
- [0051] 4,4',4"-트리스[(3-메틸페닐)페닐아미노]트라이페닐아민(MTDATA);
- [0052] 4,4',4"-트리스(N,N-다이페닐-아미노)트라이페닐아민(TDATA);
- [0053] N,N-비스[2,5-다이메틸-4-[(3-메틸페닐)페닐아미노]페닐]-2,5-다이메틸-N'-(3-메틸페닐)-N'-페닐-1,4-벤젠다이아민;
- [0054] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)사이클로헥세인(TAPC);
- [0055] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)사이클로펜테인;
- [0056] 4,4'-(9H-플루오렌-9-일리덴)비스[N,N-비스(4-메틸페닐)-벤젠아민];
- [0057] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)-4-페닐사이클로헥세인;
- [0058] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)-4-메틸사이클로헥세인;
- [0059] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)-3-페닐프로페인;
- [0060] 비스[4-(N,N-다이에틸아미노)-2-메틸페닐](4-메틸페닐)메테인(MPMP);
- [0061] 비스[4-(N,N-다이에틸아미노)-2-메틸페닐](4-메틸페닐)에테인;
- [0062] (4-다이에틸아미노페닐)트라이페닐메테인;
- [0063] 비스(4-다이에틸아미노페닐)다이페닐메테인;
- [0064] 4-(9H-카바졸-9-일)-N,N-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-벤젠아민(TCTA);
- [0065] 4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)-N,N-비스[4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]-벤젠아민;
- [0066] 9,9'-[5'-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐][1,1':3',1"-터페닐]-4,4"-다이일]비스-9H-카바졸;
- [0067] 9,9'-(2,2'-다이메틸[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이일)비스-9H-카바졸(CDBP);
- [0068] 9,9'-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이일비스-9H-카바졸(CBP);
- [0069] 9,9'-(1,3-페닐렌)비스-9H-카바졸(mCP);
- [0070] 9,9'-(1,4-페닐렌)비스-9H-카바졸;
- [0071] 9,9',9"-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스-9H-카바졸;
- [0072] 9,9'-(1,4-페닐렌)비스[N,N,N',N'-테트라페닐-9H-카바졸-3,6-다이아민];
- [0073] 9-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N-다이페닐-9H-카바졸-3-아민;

[0074] 9,9'-(1,4-페닐렌)비스[N,N-다이페닐-9H-카바졸-3-아민];

[0075] 9-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N,N',N'-테트라페닐-9H-카바졸-3,6-다이아민.

[0076] 한 실시양태에서, 전자-수송 코-호스트는 하기 식으로 표시된다.



[0077]

[0078] 상기 식에서,

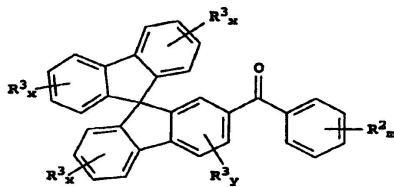
[0079] n은 2 내지 8의 정수이고;

[0080] Z는 O, NR 또는 S이고;

[0081] R 및 R<sup>1</sup>은 독립적으로 1 내지 24개의 탄소 원자를 갖는 알킬; 5 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 아릴 또는 헤테로원자 치환된 아릴; 할로; 또는 융합된 방향족 고리를 완성시키는데 필요한 원자이고;

[0082] X는 탄소, 알킬, 아릴, 치환된 알킬, 치환된 아릴, 헤테로사이클릭 또는 치환된 헤테로사이클릭으로 이루어진 연결 단위이다.

[0083] 다른 전자-수송 코-호스트는 하기 식으로 표시된다.



[0084]

[0085] 상기 식에서,

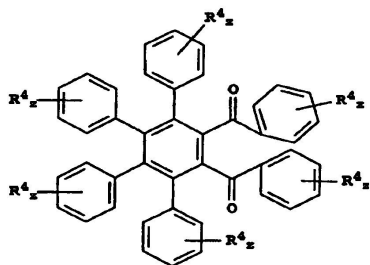
[0086] m은 0 내지 5의 정수이고;

[0087] x는 0 내지 4의 정수이고;

[0088] y는 0 내지 3의 정수이고;

[0089] R<sup>2</sup> 및 R<sup>3</sup>은 독립적으로 수소; 1 내지 24개의 탄소 원자를 갖는 알킬; 5 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 아릴 또는 헤테로원자 치환된 아릴; 할로; 또는 융합된 방향족 고리를 완성시키는데 필요한 원자이다.

[0090] 다른 전자-수송 코-호스트는 하기 식으로 표시된다.



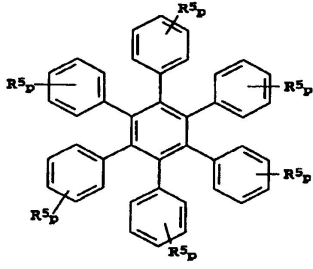
[0091]

[0092] 상기 식에서,

[0093] z는 0 내지 5의 정수이고;

[0094] R<sup>4</sup>는 독립적으로 수소; 1 내지 24개의 탄소 원자를 갖는 알킬; 5 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 아릴 또는 헤테로원자 치환된 아릴; 할로; 또는 융합된 방향족 고리를 완성시키는데 필요한 원자이다.

[0095] 다른 전자-수송 코-호스트는 하기 식으로 표시된다.



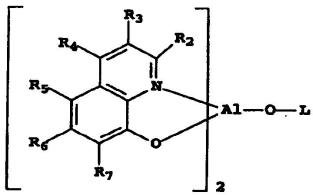
[0096]

[0097] 상기 식에서,

[0098] R<sup>5</sup>는 CN이고;

[0099] p는 0 내지 5의 정수이되, 모든 p의 합계는 1보다 크다.

[0100] 다른 전자-수송 코-호스트는 하기 식으로 표시된다.



[0101]

[0102] 상기 식에서,

[0103] R<sup>2</sup>는 전자 공여 기이고;

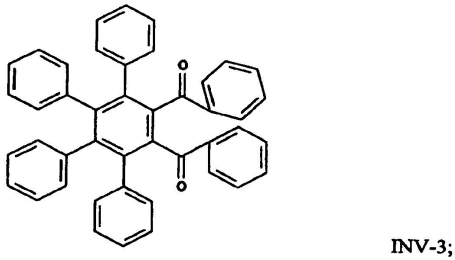
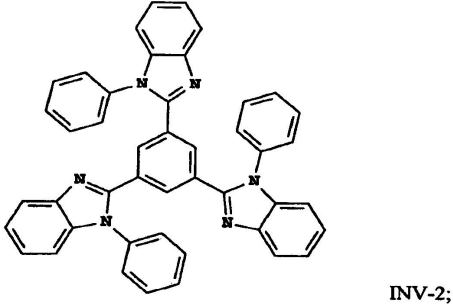
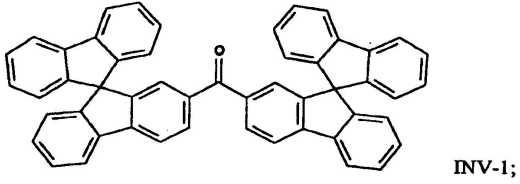
[0104] R<sup>3</sup> 및 R<sup>4</sup>는 각각 독립적으로 수소 또는 전자 공여 치환기이고;

[0105] R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup> 및 R<sup>7</sup>은 각각 독립적으로 수소 또는 전자 수용 기이고;

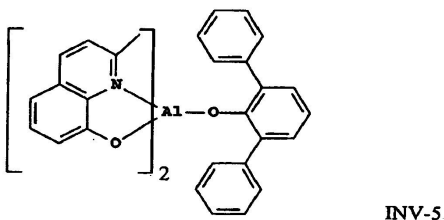
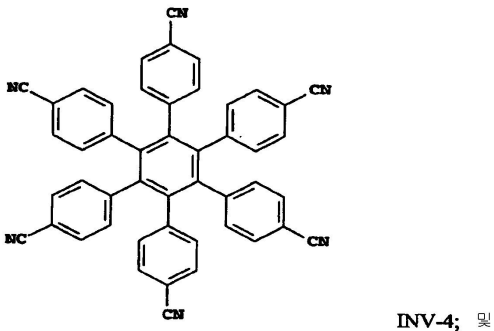
[0106] L은, L이 7 내지 24개의 탄소원자를 갖도록 치환기로 치환될 수도 있는, 산소에 의해 알루미늄에 연결되는 방향족 잔기이다.



[0107] 전자-수송 코-호스트의 예는 다음과 같다.



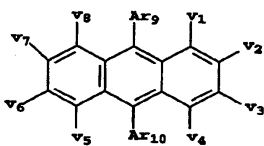
[0108]



[0109]

[0110] 바람직한 실시양태에서, 전자-수송 층은 전자-수송 코-호스트의 LUMO에 비해 0.4 eV 이상인 LUMO 수준을 갖는 물질을 포함한다. ETL의 LUMO가 전자-수송 코-호스트의 것에 비해 너무 낮다면, ETL로부터 LEL 내로의 전자의 전달이 디바이스의 작동 전압을 증가시킬 것이다.

[0111] ETL의 유용한 전자-수송 물질은 방향족 탄화수소이다. 바람직한 방향족 탄화수소 물질은 하기 식으로 표시된다.



[0112]

[0113] 상기 식에서,

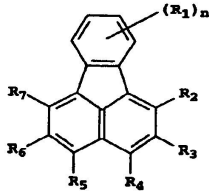
[0114] Ar<sub>9</sub> 및 Ar<sub>10</sub>은 독립적으로 아릴 기이고;

[0115] V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>, V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>, V<sub>7</sub> 및 V<sub>8</sub>은 독립적으로 수소 또는 치환기이다.

[0116] 추가의 바람직한 실시양태에서, Ar<sub>9</sub> 및 Ar<sub>10</sub>은 독립적으로 나프틸 및 바이페닐 기로부터 선택된다. v<sub>2</sub> 치환기는 또한 알킬 또는 아릴 치환기일 수 있다.

[0117] 방향족 탄화수소 물질의 예는 2-t-부틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(TBADN); 2-페닐-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(PADN); 9-(2-나프틸)-10-(1,1'-바이페닐)안트라센(NBPA); 및 9,10-다이(2-나프틸)안트라센(ADN)이다.

[0118] ETL에 유용한 다른 전자-수송 물질은 하기 식으로 표시되는 플루오르안텐이다.



[0119]

[0120] 상기 식에서,

[0121] 각각의 R<sub>1</sub>은 독립적으로 알킬, 아릴 및 헤테로아릴 기로부터 선택되고;

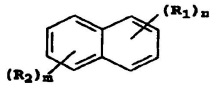
[0122] R<sub>2</sub> 내지 R<sub>7</sub>은 독립적으로 H, 알킬, 페닐, 치환된 페닐, 사이아노 기, 알콕시 기로부터 선택되고;

[0123] n은 0 내지 4로부터 선택된 정수이다.

[0124] 추가의 바람직한 실시양태에서, R<sub>1</sub>은 독립적으로 페닐 및 바이페닐 기로부터 선택된다.

[0125] 유용한 플루오르안텐의 예로는 7,8,9,10-테트라페닐플루오르안텐; 3,7,8,9,10-펜타페닐플루오르안텐; 7,8,10-트라이페닐플루오르안텐; 및 8-[1,1'-바이페닐]-4-일-7,10-다이페닐플루오르안텐이 있다.

[0126] ETL에 유용한 다른 전자-수송 물질은 하기 식으로 표시되는 나프탈렌이다.



[0127]

[0128] 상기 식에서,

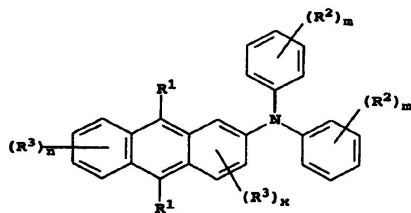
[0129] R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 각각 독립적으로 알킬, 헤테로알킬, 아릴 및 치환된 아릴 기로부터 선택되고;

[0130] n은 0 내지 4로부터 선택된 정수이고;

[0131] m은 0 내지 4로부터 선택된 정수이다.

[0132] 유용한 예로는 1,2,3,4-테트라페닐나프탈렌(TPN)이 있다.

[0133] ETL에 유용한 다른 전자-수송 물질은 하기 식으로 표시되는 다이아릴아미노 안트라센이다.



[0134]

[0135] 상기 식에서,

[0136] 각각의 R<sup>1</sup>은 독립적으로 H, 또는 아릴 아민, 알킬 아민, 알킬, 아릴, 및 하나 이상의 것이 치환기인 헤테로아릴 기로부터 선택된 치환기이고;

[0137] 각각의  $R^2$  및  $R^3$ 은 독립적으로 알킬, 아릴, 헤테로아릴, 플루오로, 아릴 아민, 알킬 아민 및 사이아노 기로부터 선택되며, 상기 기들이 함께 연결되어 융합된 고리를 형성할 수 있고;

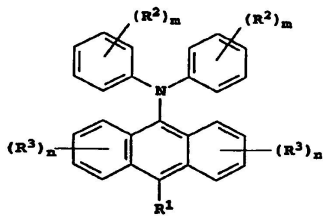
[0138] 각각의  $m$ 은 0 내지 5로부터 독립적으로 선택된 정수이고;

[0139]  $n$ 은 0 내지 4로부터 독립적으로 선택된 정수이고;

[0140]  $x$ 는 0 내지 3으로부터 독립적으로 선택된 정수이다.

[0141] 추가의 예에서, 각각의  $R^1$ 은 독립적으로 알킬, 아릴 및 헤테로아릴 기로부터 선택된 치환기이고; 각각의  $R^2$  및  $R^3$ 은 독립적으로 알킬, 아릴 및 헤테로아릴 기로부터 선택되며, 상기 기들이 함께 연결되어 융합된 고리를 형성할 수도 있다.

[0142] ETL에 유용한 다른 전자-수송 물질은 하기 식으로 표시되는 안트라센이다.



[0143]

[0144] 상기 식에서,

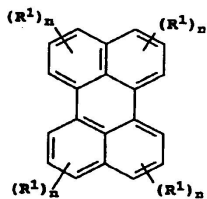
[0145]  $R^1$ 은 H, 아릴 아민, 알킬 아민, 알킬, 아릴 및 헤테로아릴 기로부터 선택되고;

[0146] 각각의  $R^2$  및  $R^3$ 은 독립적으로 알킬, 아릴, 헤테로아릴, 플루오로, 아릴 아민, 알킬 아민 및 사이아노 기로부터 선택되며, 상기 기들이 함께 연결되어 융합된 고리를 형성할 수도 있고;

[0147] 각각의  $m$ 은 0 내지 5로부터 독립적으로 선택된 정수이고;

[0148] 각각의  $n$ 은 0 내지 4로부터 독립적으로 선택된 정수이다.

[0149] ETL에 유용한 다른 전자-수송 물질은 하기 식으로 표시되는 방향족 탄화수소이다.



[0150]

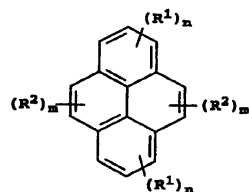
[0151] 상기 식에서,

[0152]  $R^1$ 은 아릴, 알킬 및 헤테로아릴 기로부터 선택되며, 상기 기들이 함께 연결되어 융합된 고리를 형성할 수도 있고;

[0153] 각각의  $n$ 은 0 내지 4로부터 독립적으로 선택된 정수이다.

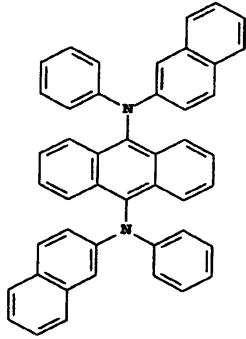
[0154] 이들 물질의 유용한 예는 페릴렌 및 2,5,8,11-테트라-*t*-부틸페릴렌이다.

[0155] ETL에 유용한 다른 전자-수송 물질은 하기 식으로 표시되는 방향족 탄화수소이다.

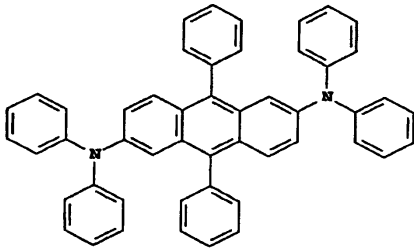


[0156]

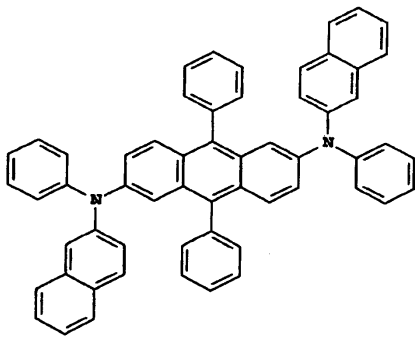
- [0157] 상기 식에서,
- [0158]  $R^1$  및  $R^2$ 는 아릴, 알킬 및 헤테로아릴 기로부터 선택되며, 상기 기들이 함께 연결되어 융합된 고리를 형성할 수도 있고;
- [0159] 각각의  $n$ 은 0 내지 3으로부터 독립적으로 선택된 정수이고;
- [0160] 각각의  $m$ 은 0 내지 2로부터 독립적으로 선택된 정수이다.
- [0161] 이들 물질의 유용한 예는 피렌이다.
- [0162] ETL에 유용한 안트라센의 예는 다음과 같다.



INV-6;

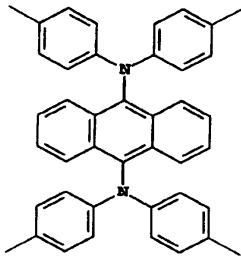


INV-7;

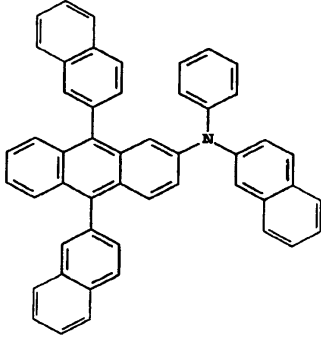


INV-8;

[0163]

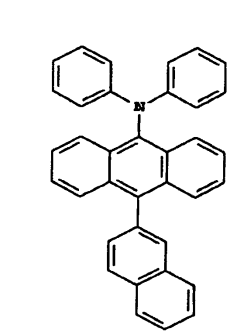


INV-9;

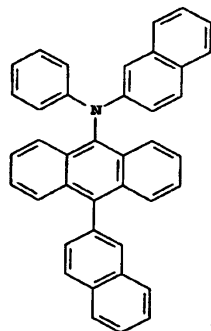


INV-10;

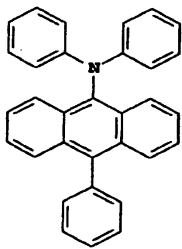
[0164]



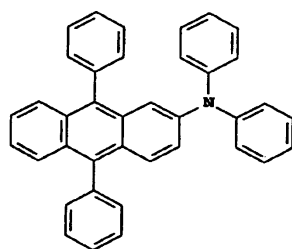
INV-11;



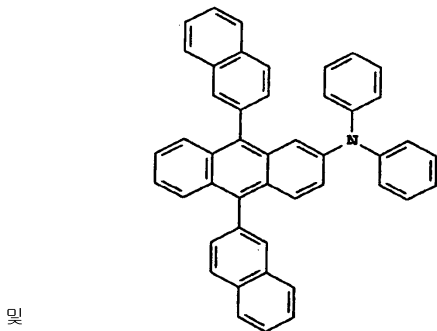
INV-20;



INV-21;



INV-22;

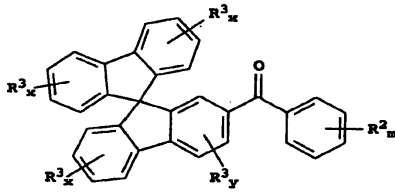


INV-22.

[0165]

☞

[0166] ETL에 유용한 다른 전자-수송 물질은 하기 식으로 표시되는 케톤이다.



[0167]

[0168] 상기 식에서,

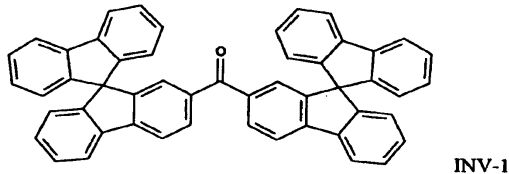
[0169] m은 0 내지 5의 정수이고;

[0170] x는 0 내지 4의 정수이고;

[0171] y는 0 내지 3의 정수이고;

[0172] R<sup>2</sup> 및 R<sup>3</sup>은 독립적으로 수소; 1 내지 24개의 탄소 원자를 갖는 알킬; 5 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 아릴 또는 헤테로원자 치환된 아릴; 할로; 또는 융합된 방향족 고리를 완성시키는데 필요한 원자이다.

[0173] ETL에 유용한 케톤의 예는 다음과 같다.

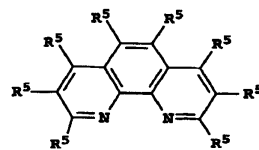


[0174]

[0175] ETL과 캐소드 사이에 유기 층이 제공된다. 캐소드로부터 일부 ETL 물질 내로의 전자의 직접 주입은 큰 장벽과 연관되며, 이는 더 높은 디바이스 전압, 더 짧은 작동 수명 또는 기타 문제점을 초래할 수 있다. 전체 주입 장벽을 감소시키기 위해 또는 캐소드와 ETL 사이의 우수한 접촉을 형성시켜 작동 전압을 감소시키고 디바이스 효율 및/또는 작동 수명을 증가시키기 위해, ETL 내에 유기 헤테로방향족 화합물이 사용될 수 있다.

[0176] 바람직하게는, 상기 유기 헤테로방향족 화합물은 5원 또는 6원 질소 함유 헤테로사이클을 포함하는 화합물이다.

[0177] 유용한 헤테로원자-함유 화합물은 하기 식으로 표시된다.

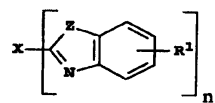


[0178]

[0179] 상기 식에서,

[0180] 각각의 R<sup>5</sup>는 독립적으로 수소, 알킬, 아릴 및 치환된 아릴 기로부터 선택되며, 하나 이상의 R<sup>5</sup>는 아릴 또는 치환된 아릴이다.

[0181] 다른 유용한 헤테로원자-함유 유기 화합물은 하기 식으로 표시된다.



[0182]

[0183] 상기 식에서,

[0184] n은 2 내지 8의 정수이고;

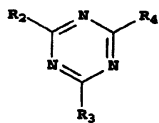
[0185] Z는 O, NR 또는 S이고;

[0186] R 및 R<sup>1</sup>은 독립적으로 1 내지 24개의 탄소 원자를 갖는 알킬; 5 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 아릴 또는 헤테

로원자 치환된 아릴; 할로; 또는 융합된 방향족 고리를 완성시키는데 필요한 원자이고;

[0187] X는 탄소, 알킬, 아릴, 치환된 알킬, 치환된 아릴, 헤테로사이클릭 또는 치환된 헤테로사이클릭으로 이루어진 군으로부터 선택된 연결 단위이다.

[0188] 다른 유용한 헤테로원자-함유 유기 화합물은 하기 식으로 표시된다.

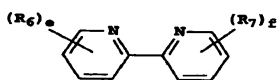


[0189]

[0190] 상기 식에서,

[0191] R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> 및 R<sub>4</sub>는 독립적으로 수소, 알킬, 치환된 알킬, 아릴, 치환된 아릴, 헤테로아릴 및 치환된 헤테로아릴로부터 선택된다.

[0192] 다른 유용한 헤테로원자-함유 유기 화합물은 하기 식으로 표시된다.



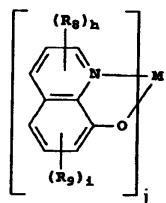
[0193]

[0194] 상기 식에서,

[0195] R<sub>6</sub> 및 R<sub>7</sub>은 독립적으로 선택된 치환기이되, 인접하는 치환기들이 합쳐져 고리 기를 형성할 수도 있고;

[0196] e 및 f는 독립적으로 0 내지 4의 정수이다.

[0197] 다른 유용한 헤테로원자-함유 유기 화합물은 하기 식으로 표시된다.



[0198]

[0199] 상기 식에서,

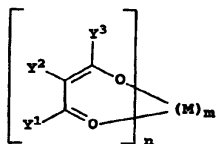
[0200] M은 금속, 예컨대 Li, Al 또는 Ga일 수 있고;

[0201] R<sub>8</sub> 및 R<sub>9</sub>는 독립적으로 선택된 치환기이되, 인접하는 치환기들이 합쳐져 고리 기를 형성할 수도 있고;

[0202] h 및 i는 독립적으로 0 내지 3의 정수이고;

[0203] j는 1 내지 6의 정수이다.

[0204] 추가의 유용한 헤테로원자-함유 유기 화합물은 하기 식으로 표시된다.



[0205]

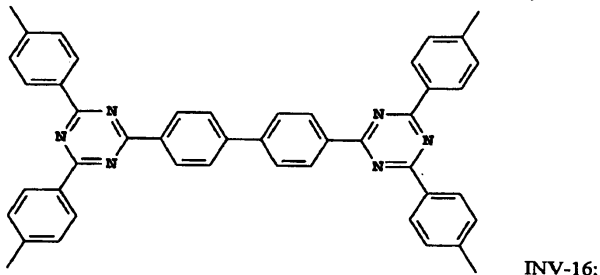
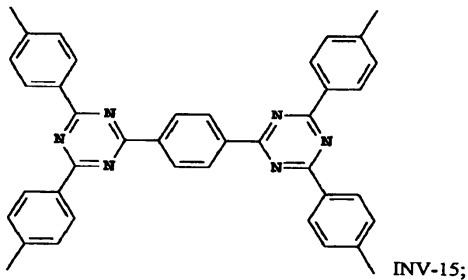
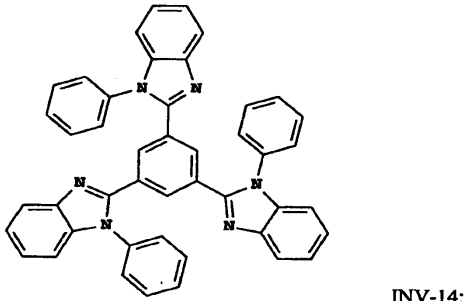
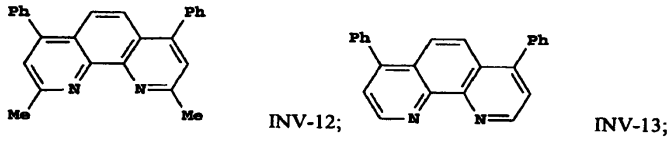
[0206] 상기 식에서,

[0207] Y<sup>1</sup>, Y<sup>2</sup> 및 Y<sup>3</sup>은 독립적으로 치환기이고, Y<sup>1</sup>, Y<sup>2</sup> 및 Y<sup>3</sup> 중 임의의 것들이 합쳐져 고리 또는 융합된 고리 시스템을 형성할 수도 있으며;

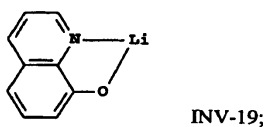
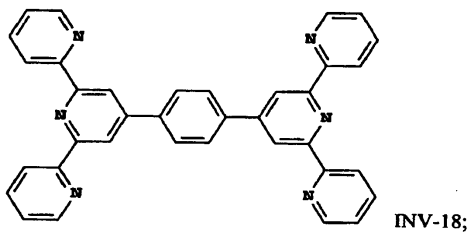
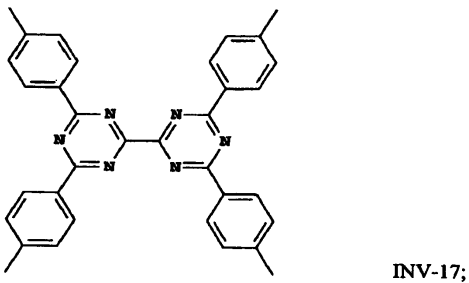
[0208] M은, 정수를 나타내는 m 및 n과 함께, 착체 상에 중성 전하를 제공하도록 선택되는 알칼리 또는 알칼리토 금속이다.

[0209] 한 바람직한 실시양태에서, M은  $\text{Li}^+$ 이다. 수소 이외의 다른 치환기의 예로는 카보사이클릭 기, 헤테로사이클릭 기, 알킬 기, 예컨대 메틸 기, 아틸 기, 예컨대 페닐 기, 또는 나프틸 기가 포함된다. 융합된 고리 기는 2개의 치환기를 조합함으로써 형성될 수 있다.

[0210] 유용한 헤테로원자-함유 유기 화합물의 유용한 예는 다음과 같다.



[0211]



[0212]



- [0213] 및 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(Alq)
- [0214] 바람직한 실시양태에서, 캐소드에 인접한 층의 두께는 종종 0.5 내지 40 nm, 적합하게는 0.5 내지 15 nm이다. 유기 EIL 층의 가장 적합한 두께는 인접한 층들에서의 물질의 속성의 함수이다. 층이 너무 두껍거나 너무 얇다면, 디바이스의 작동 전압이 증가할 것이다. 캐소드에 인접하는 층은 또한 2개 이상의 헤테로방향족 원자-함유 유기 화합물을 함유할 수 있다.
- [0215] 본 발명의 실시양태들은 유리한 전기발광 디바이스 특징들, 예컨대 작동 효율, 높은 휘도, 칼라 색조, 낮은 구동 전압 및 개선된 작동 안정성을 제공할 수 있다.
- [0216] 달리 구체적으로 지적되지 않는 한, 용어 "치환된" 또는 "치환기"의 사용은 수소 이외의 임의의 기 또는 원자를 의미한다. 또한, 달리 구체적으로 지적되지 않는 한, 치환 가능한 수소를 갖는 화합물이 확인되거나 또는 용어 "기"가 사용되는 경우, 치환기가 디바이스 용도에 필요한 특성을 파괴하지 않는 한, 치환되지 않은 형태뿐만 아니라 본원에서 언급된 임의의 치환기 또는 치환기들로 추가로 치환된 형태도 포괄하는 것이다. 적합하게는, 치환기는 할로젠일 수 있거나, 또는 탄소, 규소, 산소, 질소, 인, 황, 셀레늄 또는 붕소 원자에 의해 분자의 나머지 지에 결합될 수 있다. 치환기는 예컨대 클로로, 브로모 또는 플루오로와 같은 할로젠; 나이트로; 하이드록실; 사이아노; 카복실; 또는 메틸, 트라이플루오로메틸, 에틸, t-부틸, 3-(2,4-다이-t-펜틸페녹시)프로필 및 테트라데실과 같은 직쇄, 분지쇄 또는 사이클릭 알킬을 비롯한 알킬; 에틸렌, 2-부텐과 같은 알켄일; 메톡시, 에톡시, 프로폭시, 뷰톡시, 2-메톡시에톡시, s-뷰톡시, 헥실옥시, 2-에틸헥실옥시, 테트라데실옥시, 2-(2,4-다이-t-펜틸페녹시)에톡시 및 2-도데실옥시에톡시와 같은 알콕시; 페닐, 4-t-부틸페닐, 2,4,6-트라이메틸페닐, 나프틸과 같은 아릴; 페녹시, 2-메틸페녹시, 알파- 또는 베타-나프틸옥시 및 4-톨릴옥시와 같은 아릴옥시; 아세트아미도, 벤즈아미도, 뷰티르아미도, 테트라데칸아미도, 알파-(2,4-다이-t-펜틸-페녹시)아세트아미도, 알파-(2,4-다이-t-펜틸페녹시)뷰티르아미도, 알파-(3-펜타데실페녹시)-헥산아미도, 알파-(4-하이드록시-3-t-부틸페녹시)-테트라데칸아미도, 2-옥소-피롤리딘-1-일, 2-옥소-5-테트라데실피롤리딘-1-일, N-메틸테트라데칸아미도, N-석신이미도, N-프탈이미도, 2,5-다이옥소-1-옥사졸리딘일, 3-도데실-2,5-다이옥소-1-이미다졸릴 및 N-아세틸-N-도데실아미노, 에톡시카본일아미노, 페녹시카본일아미노, 벤질옥시카본일아미노, 헥사데실옥시카본일아미노, 2,4-다이-t-부틸페녹시카본일아미노, 페닐카본일아미노, 2,5-(다이-t-펜틸페닐)카본일아미노, p-도데실-페닐카본일아미노, p-톨릴카본일아미노, N-메틸유레이도, N,N-다이메틸유레이도, N-메틸-N-도데실유레이도, N-헥사데실유레이도, N,N-다이옥타데실유레이도, N,N-다이옥틸-N'-에틸유레이도, N-페닐유레이도, N,N-다이페닐유레이도, N-페닐-N-p-톨릴유레이도, N-(m-헥사데실페닐)유레이도, N,N-(2,5-다이-t-펜틸페닐)-N'-에틸유레이도 및 t-부틸카본아미도와 같은 카본아미도; 메틸설포나미도, 벤젠설포나미도, p-톨릴설포나미도, p-도데실벤젠설포나미도, N-메틸테트라데실설포나미도, N,N-다이프로필-설팜오일아미노 및 헥사데실설포나미도와 같은 설포나미도; N-메틸설팜오일, N-에틸설팜오일, N,N-다이프로필설팜오일, N-헥사데실설팜오일, N,N-다이메틸설팜오일, N-[3-(도데실옥시)프로필]설팜오일, N-[4-(2,4-다이-t-펜틸페녹시)부틸]설팜오일, N-메틸-N-테트라데실설팜오일 및 N-도데실설팜오일과 같은 설팜오일; N-메틸카밤오일, N,N-다이부틸카밤오일, N-옥타데실카밤오일, N-[4-(2,4-다이-t-펜틸페녹시)부틸]카밤오일, N-메틸-N-테트라데실카밤오일 및 N,N-다이옥틸카밤오일과 같은 카밤오일; 아세틸, (2,4-다이-t-아미페녹시)아세틸, 페녹시카본일, p-도데실옥시페녹시카본일, 메톡시카본일, 뷰톡시카본일, 테트라데실옥시카본일, 에톡시카본일, 벤질옥시카본일, 3-펜타데실옥시카본일 및 도데실옥시카본일과 같은 아실; 메톡시설포닐, 옥틸옥시설포닐, 테트라데실옥시설포닐, 2-에틸헥실옥시설포닐, 페녹시설포닐, 2,4-다이-t-펜틸페녹시설포닐, 메틸설포닐, 옥틸설포닐, 2-에틸헥실설포닐, 도데실설포닐, 헥사데실설포닐, 페닐설포닐, 4-노닐페닐설포닐 및 p-톨릴설포닐과 같은 설포닐; 도데실설포닐옥시 및 헥사데실설포닐옥시와 같은 설포닐옥시; 메틸설피닐, 옥틸설피닐, 2-에틸헥실설피닐, 도데실설피닐, 헥사데실설피닐, 페닐설피닐, 4-노닐페닐설피닐 및 p-톨릴설피닐과 같은 설피닐; 에틸싸이오, 옥틸싸이오, 벤질싸이오, 테트라데실싸이오, 2-(2,4-다이-t-펜틸페녹시)에틸싸이오, 페닐싸이오, 2-뷰톡시-5-t-옥틸페닐싸이오 및 p-톨릴싸이오와 같은 싸이오; 아세틸옥시, 벤조일옥시, 옥타데칸오일옥시, p-도데실아미도벤조일옥시, N-페닐카밤오일옥시, N-에틸카밤오일옥시 및 사이클로헥실카본일옥시와 같은 아실옥시; 페닐아닐리노, 2-클로로아닐리노, 다이에틸아민, 도데실아민과 같은 아민; 1-(N-페닐이미도)에틸, N-석신이미도 또는 3-벤질하이단토일일과 같은 이미노; 다이메틸포스페이트 및 에틸부틸포스페이트와 같은 포스페이트; 다이에틸 및 다이헥실포스파이트와 같은 포스파이트; 2-퓨릴, 2-싸이엔일, 2-벤즈이미다졸릴옥시 또는 2-벤조싸이아졸릴과 같은, 각각 치환될 수 있고 탄소 원자 및 산소, 질소, 황 또는 인으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 헤테로원자로 이루어진 3 내지 7원 헤테로사이클릭 고리를 함유하는 헤테로사이클릭 기, 헤테로사이클릭 옥시 기 또는 헤테로사이클릭 싸이오 기; 트라이에틸암모늄과 같은 4급 암모늄; 트라이페닐포스포늄과 같은 4급 포스포늄; 및 트라이메틸실릴옥시와 같은 실릴옥시로 치환될 수 있는 기

일 수 있다.

- [0217] 필요한 경우, 치환기 그 자체는 앞서 기재된 치환기로 1회 이상 추가로 치환될 수 있다. 사용되는 특정 치환기는 구체적인 용도에 요구되는 바람직한 특성을 달성하도록 당해 분야의 숙련자에 의해 선택될 수 있으며, 예컨대 전자-끌기 기, 전자-공여 기 및 입체 기를 포함할 수 있다. 분자가 2개 이상의 치환기를 가질 수 있는 경우에는, 달리 제공되지 않는 한 치환기가 함께 연결되어 융합된 고리와 같은 고리를 형성할 수 있다. 일반적으로, 상기 기 및 이들의 치환기는 48개 이하, 전형적으로는 1 내지 36개, 통상 24개 미만의 탄소 원자를 갖는 것을 포함할 수 있으나, 선택되는 특정 치환기에 따라 더 많은 수도 가능하다.
- [0218] 본 발명의 목적을 위해, 헤테로사이클릭 고리의 정의에는 배위 결합을 포함하는 고리가 또한 포함된다. 배위 결합의 정의는 문헌 [Grant & Hackh's Chemical Dictionary, page 91]에서 찾을 수 있다. 본질적으로, 배위 결합은 전자-풍부 원자(예: O 또는 N)가 전자-부족 원자(예: Al 또는 B)에 전자 쌍을 공여하는 경우 형성된다.
- [0219] 특정 기가 전자 공여성인지 전자 수용성인지를 결정하는 것은 당해 분야의 기술에 속하는 것이다. 전자 공여 및 수용 특성의 가장 통상적인 척도는 해멧(Hammett)  $\sigma$  값에 의한 것이다. 수소는 0의 해멧  $\sigma$  값을 갖는 반면, 전자 공여 기는 음의 해멧  $\sigma$  값을 갖고, 전자 수용 기는 양의 해멧  $\sigma$  값을 갖는다. 본원에 참고로 인용된 문헌 [Lange's handbook of Chemistry, 12<sup>th</sup> Ed., McGraw Hill, 1979, Table 3-12, pp. 3-134 to 3-138]에서는 다수의 통상적으로 사용되는 기의 해멧  $\sigma$  값들을 열거하고 있다. 해멧  $\sigma$  값은 페닐 고리 치환에 기초하여 부여되지만, 이들은 전자 공여 및 수용 기를 정성적으로 선택하기 위한 실제적 지침을 제공한다.
- [0220] 적합한 전자 공여 기는 -R', -OR' 및 -NR'(R'')로부터 선택될 수 있되, R'은 6개 이하의 탄소 원자를 함유하는 탄화수소이고, R''은 수소 또는 R'이다. 전자 공여 기의 구체적인 예는 메틸, 에틸, 페닐, 메톡시, 에톡시, 페녹시, -N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, -N(CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, -NHCH<sub>3</sub>, -N(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>, -N(CH<sub>3</sub>)(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>) 및 -NHC<sub>6</sub>H<sub>5</sub>를 포함한다.
- [0221] 적합한 전자 수용 기는 10개 이하의 탄소 원자를 함유하는 사이아노,  $\alpha$ -할로알킬,  $\alpha$ -할로알콕시, 아미도, 설펜일, 카본일, 카본일옥시 및 옥시카본일 치환기로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다. 구체적인 예로는 -CN, -F, -CF<sub>3</sub>, -OCF<sub>3</sub>, -CONHC<sub>6</sub>H<sub>5</sub>, -SO<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>, -COC<sub>6</sub>H<sub>5</sub>, -CO<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> 및 -OCOC<sub>6</sub>H<sub>5</sub>가 포함된다.
- [0222] 달리 특정화되지 않는다면, 물질에 대한 용어 "백분율" 또는 "퍼센트" 또는 기호 "%"는 존재하는 층 내의 물질의 부피 %를 나타낸다.
- [0223] 일반적인 디바이스 구성
- [0224] 본 발명은 작은 분자 물질, 올리고머 물질, 중합체 물질 또는 이들의 조합을 사용하는 다수의 OLED 디바이스 구성에 사용될 수 있다. 이들은 단일 애노드 및 캐소드를 포함하는 매우 간단한 구조체로부터, 화소를 생성시키기 위한 애노드와 캐소드의 직교 어레이를 포함하는 수동 매트릭스 디스플레이, 및 각각의 화소가 예컨대 박막 트랜지스터(TFT)로 독립적으로 제어되는 능동-매트릭스 디스플레이와 같은 더 복잡한 디바이스까지를 포함한다.
- [0225] 본 발명을 성공적으로 실행할 수 있는 유기 층의 다수의 구성이 있다. OLED의 필수적인 요건은 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이에 위치하는 유기 발광 층이다. 이후 본원에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이 추가 층들이 사용될 수 있다.
- [0226] 작은 분자 디바이스에 특히 유용한 전형적인 구조체가 도면에 도시되어 있으며, 기관(101), 애노드(103), 정공-주입 층(105), 정공-수송 층(107), 여기자/저냥-차단 층(108), 발광 층(109), 전자-수송 층(110), 전자-주입 층(111), 전자-주입 층(112) 및 캐소드(113)로 구성된다. 이들 층은 아래에 상세하게 기재된다. 다르게는, 기관이 캐소드에 인접하게 위치할 수도 있거나, 또는 기관이 애노드 또는 캐소드를 실제로 구성할 수도 있음에 주지한다. 애노드와 캐소드 사이의 유기 층은 편의상 유기 EL 요소(element)라고 지칭된다. 또한, 유기 층의 조합된 총 두께는 바람직하게는 500 nm 미만이다.
- [0227] OLED의 애노드와 캐소드는 전기 전도체(160)를 통해 전압/전류 공급원(150)에 연결된다. 애노드가 캐소드보다 더 양의 전위에 있도록 애노드와 캐소드 사이에 전위를 인가함으로써 OLED를 작동시킨다. 정공은 애노드로부터 유기 EL 소자 내로 주입되고, 전자는 캐소드에서 유기 EL 소자 내로 주입된다. OLED가, 사이클의 일부 기간 동안 전위 바이어스가 역전되고 전류가 흐르지 않는 AC 모드로 작동될 때, 종종 향상된 디바이스 안정성이 달성될 수 있다. AC 구동된 OLED의 예는 US 5,552,678에 기재되어 있다.

[0228] 기관

[0229] 본 발명의 OLED 디바이스는 전형적으로 지지 기관(101) 상에 제공되는데, 캐소드 또는 애노드가 기관과 접촉할 수 있다. 기관은 물질의 다수 층을 포함하는 복합 구조체일 수 있다. 이는 전형적으로 TFT가 OLED 층 아래에 존재하는 능동 매트릭스 기관의 경우이다. 기관은 적어도 발광 화소 처리된 영역에서 주로 투명한 물질들로 구성될 것이 여전히 요구된다. 기관과 접촉하는 전극은 편의상 바닥 전극이라고 지칭한다. 통상적으로는, 바닥 전극은 애노드이지만, 본 발명은 이러한 구성으로 한정되지 않는다. 기관은 의도하는 광 발광 방향에 따라 광 투과성 또는 불투명성일 수 있다. 기관을 통해 EL 발광을 보는 경우 광 투과 성질이 바람직하다. 이 경우 통상적으로 투명한 유리 또는 플라스틱을 사용한다. 상부 전극을 통해 EL 발광을 보는 용도에서, 바닥 지지체의 투과 특성은 광 투과성, 광 흡수성 또는 광 반사성일 수 있다. 이 경우 사용하기 위한 기관은 유리, 플라스틱, 반도체 물질, 규소, 세라믹 및 회로판 물질을 포함하지만 이에 국한되지는 않는다. 이들 디바이스 구성에는 광-투명성 상부 전극을 제공할 필요가 있다.

[0230] 애노드

[0231] 바람직한 전기발광성 발광(EL)을 애노드를 통해 보는 경우, 애노드(103)는 해당하는 발광에 대해 투명하거나 실질적으로 투명해야 한다. 본 발명에서 사용되는 통상적인 투명한 애노드 물질은 인듐-주석 산화물(ITO), 인듐 아연 산화물(IZO) 및 주석 산화물이지만, 알루미늄- 또는 인듐-도핑된 아연 산화물, 마그네슘 인듐 산화물 및 니켈 텅스텐 산화물을 포함하지만 이에 국한되지는 않은 다른 금속 산화물도 작동할 수 있다. 이들 산화물에 더불어, 질화갈륨과 같은 금속 질화물, 셀렌화아연과 같은 금속 셀렌화물, 및 황화아연과 같은 금속 황화물을 애노드로서 사용할 수 있다. EL 발광이 캐소드를 통해서만 보이는 용도에서, 애노드의 투과 특성은 중요하지 않으며, 투명하거나 불투명하거나 또는 반사성인 임의의 전도성 물질을 사용할 수 있다. 이 용도의 예시적인 전도체는 금, 이리듐, 몰리브덴, 팔라듐 및 백금을 포함하지만 이에 국한되지는 않는다. 투과성이거나 그렇지 않은 전형적인 애노드 물질은 4.1 eV 이상의 일 함수를 갖는다. 증발, 스퍼터링, 화학적 증착 또는 전기화학적 수단과 같은 임의의 적합한 수단에 의해 바람직한 애노드 물질을 통상적으로 침적시킨다. 잘 알려진 사진식판 공정을 이용하여 애노드를 패터닝시킬 수 있다. 선택적으로는, 다른 층을 적용시키기 전에 애노드를 연마시켜 표면 조도를 감소시킴으로써 단락을 최소화하거나 반사율을 향상시킬 수 있다.

[0232] 정공-주입 층(HIL)

[0233] 항상 필수적인 것은 아니지만, 정공-주입 층(105)이 애노드와 정공-수송 층 사이에 제공될 수 있다. 정공-주입 층은 블렌드로서 또는 별도의 층으로 분리되어 침적되는 하나 초과 주입 화합물을 포함할 수 있다. 정공-주입 물질은 후속 유기 층들의 필름 형성 성질을 개선시키고 정공-수송 층 내로의 정공의 주입을 촉진시키는 역할을 할 수 있다. 정공-주입 층에 사용하기 적합한 물질은 US 4,720,432에 기재된 포피린 화합물, US 6,127,004, US 6,208,075 및 US 6,208,077에 기재된 플라즈마-침적된 플루오로카본 중합체, 및 일부 방향족 아민, 예컨대 MTDATA(4,4',4"-트리스[(3-메틸페닐)페닐아미노]트라이페닐아민), 및 바나듐 산화물(VOx), 몰리브덴 산화물(MoOx) 및 니켈 산화물(NiOx)을 비롯한 무기 산화물을 포함하지만 이에 국한되지는 않는다. 유기 EL 디바이스에 유용한 것으로 알려진 다른 정공-주입 물질은 EP 0891121, EP 1029909, US 6,720,573에 기재되어 있다.

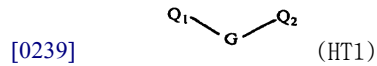
[0234] 플라즈마-침적된 플루오로카본 중합체를 함유하는 정공-주입 층의 두께는 0.2 내지 15 nm, 적합하게는 0.3 내지 1.5 nm일 수 있다.

[0235] 정공-수송 층(HTL)

[0236] 애노드와 발광 층 사이에 침적되는 정공-수송 층(107)을 갖는 것이 통상적으로 유리하다. 애노드와 발광 층 사이의 상기 정공-수송 층에 침적된 정공-수송 물질은 본 발명에 따른 코-호스트로서 또는 여기자/전자-차단 층에 사용되는 정공-수송 화합물과 동일하거나 상이할 수 있다. 정공-수송 층은 선택적으로 정공-주입 층을 포함할 수 있다. 정공-수송 층은 블렌드로서 또는 별도의 층으로 분리되어 침적되는 하나 초과 정공-수송 화합물을 포함할 수 있다.

[0237] 정공-수송 층은 방향족 3급 아민과 같은 하나 이상의 정공-수송 화합물을 함유하며, 상기 방향족 3급 아민은 탄소 원자(이들 중 하나 이상은 방향족 고리의 일원임)에만 결합된 하나 이상의 3가 질소 원자를 함유하는 화합물로 이해된다. 한 형태에서, 방향족 3급 아민은 모노아릴아민, 다이아릴아민, 트리아릴아민 또는 중합체 아릴아민과 같은 아릴아민일 수 있다. 예시적인 단량체 트리아릴아민은 클롭펠(Klupfel) 등의 US 3180730에 예시되어 있다. 하나 이상의 바이닐 라디칼로 치환되고/되거나 하나 이상의 활성 수소 함유기를 포함하는 다른 적합한 트리아릴아민은 브랜틀리(Brantley) 등의 US 3567450 및 US 3658520에 개시되어 있다.

[0238] 방향족 3급 아민의 더 바람직한 부류는 US 4720432 및 US 5061569에 기재된 둘 이상의 방향족 3급 아민 잔기를 포함하는 것이다. 이들 화합물은 하기 식 HT1로 표시되는 것을 포함한다.

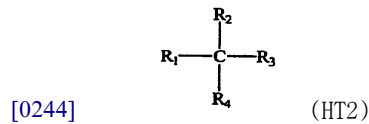


[0240] 상기 식에서,

[0241]  $Q_1$  및  $Q_2$ 는 독립적으로 선택된 방향족 3급 아민 잔기이고,

[0242]  $G$ 는 아릴렌, 사이클로알킬렌 또는 알킬렌 기와 같은 연결기, 또는 탄소-탄소 결합이다.

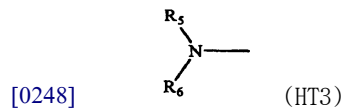
[0243] 한 실시양태에서,  $Q_1$  또는  $Q_2$  중 하나 이상은 폴리사이클릭 융합된 고리 구조체, 예컨대 나프탈렌을 함유한다.  $G$ 가 아릴 기인 경우, 이는 편리하게는 페닐렌, 바이페닐렌 또는 나프탈렌 잔기이다. 식 HT1을 충족시키고 2개의 트리아릴아민 잔기를 함유하는 트리아릴아민의 유용한 부류는 하기 식 HT2로 표시된다.



[0245] 상기 식에서,

[0246]  $R_1$  및  $R_2$ 는 각각 독립적으로 수소 원자, 아릴 기 또는 알킬 기이거나, 또는  $R_1$  및  $R_2$ 는 함께 사이클로알킬 기를 완성시키는 원자들이고,

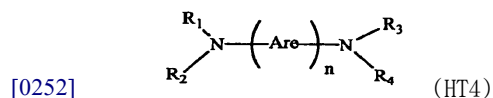
[0247]  $R_3$  및  $R_4$ 는 각각 독립적으로 하기 식 HT3으로 표시되는 바와 같이 다이아릴 치환된 아미노 기로 다시 치환된 아릴 기이다.



[0249] 상기 식에서,  $R_5$  및  $R_6$ 는 독립적으로 선택된 아릴 기이다.

[0250] 한 실시양태에서,  $R_5$  또는  $R_6$  중 하나 이상은 폴리사이클릭 융합된 고리 구조체, 예컨대 나프탈렌을 함유한다.

[0251] 방향족 3급 아민의 다른 부류는 테트라아릴디아민이다. 바람직한 테트라아릴디아민은 아릴렌 기를 통해 연결된, 상기 식 HT3으로 표시되는 것과 같은 다이아릴아미노 기를 2개 포함한다. 유용한 테트라아릴디아민은 하기 식 HT4로 표시되는 화합물을 포함한다.



[0253] 상기 식에서,

[0254] 각각의  $Are$ 는 페닐렌 또는 안트라센 잔기와 같은 독립적으로 선택된 아릴렌 기이고,

[0255]  $n$ 은 1 내지 4의 정수이고,

[0256]  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  및  $R_4$ 는 독립적으로 선택된 아릴 기이다.

[0257] 전형적인 실시양태에서,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  및  $R_4$  중 하나 이상은 폴리사이클릭 융합된 고리 구조체, 예를 들어 나프탈렌이다.

[0258] 상기 식 HT1, HT2, HT3 및 HT4의 다양한 알킬, 알킬렌, 아릴 및 아릴렌 잔기는 각각 다시 치환될 수 있다. 전형적인 치환기는 알킬 기, 알콕시 기, 아릴 기, 아릴옥시 기, 및 플루오라이드, 클로라이드 및 브로마이드와 같은 할라이드를 포함한다. 다양한 알킬 및 알킬렌 잔기는 전형적으로 1 내지 6개의 탄소 원자를 함유한다. 사이클로알킬 잔기는 3 내지 10개의 탄소 원자를 함유할 수 있으나, 전형적으로는 사이클로펜틸, 사이클로헥실 및 사이클로헵틸 고리 구조체와 같이 5개, 6개 또는 7개의 고리 탄소 원자를 함유한다. 아릴 및 아릴렌 잔기는 통

상 페닐 및 페닐렌 잔기이다.

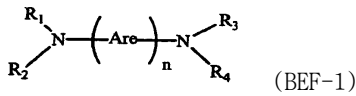
- [0259] 정공-수송 층은 단일 3급 아민 화합물 또는 이들 화합물의 혼합물로 제조될 수 있다. 구체적으로, 식 HT4으로 표시되는 것과 같은 테트라아릴디아민과 함께 식 HT2를 충족시키는 트리아릴아민과 같은 트리아릴아민을 사용할 수 있다. 유용한 방향족 3급 아민의 예는 하기 화합물이다.
- [0260] 1,1-비스(4-다이-p-톨릴아미노페닐)사이클로헥세인(TAPC);
- [0261] 1,1-비스(4-다이-p-톨릴아미노페닐)-4-페닐사이클로헥세인;
- [0262] N,N,N',N'-테트라페닐-4,4''-다이아미노-1,1':4',1'':4'',1'''-퀴터페닐;
- [0263] 비스(4-다이메틸아미노-2-메틸페닐)페닐메테인;
- [0264] 비스(4-다이에틸아미노-2-메틸페닐)페닐메테인(MPMP);
- [0265] 1,4-비스[2-[4-[N,N-다이(p-톨릴)아미노]페닐]바이닐]벤젠(BDTAPVB);
- [0266] N,N,N',N'-테트라-p-톨릴-4,4'-다이아미노바이페닐;
- [0267] N,N,N',N'-테트라페닐-4,4'-다이아미노바이페닐;
- [0268] N,N,N',N'-테트라-1-나프틸-4,4'-다이아미노바이페닐;
- [0269] N,N,N',N'-테트라-2-나프틸-4,4'-다이아미노바이페닐;
- [0270] 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(NPB);
- [0271] 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(TPD);
- [0272] 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-(2-나프틸)아미노]바이페닐(TNB);
- [0273] 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]p-터페닐;
- [0274] 4,4'-비스[N-(2-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐;
- [0275] 4,4'-비스[N-(3-아세나프텐일)-N-페닐아미노]바이페닐;
- [0276] 1,5-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]나프탈렌;
- [0277] 4,4'-비스[N-(9-안트릴)-N-페닐아미노]바이페닐;
- [0278] 4,4'-비스[N-(1-안트릴)-N-페닐아미노]-p-터페닐;
- [0279] 4,4'-비스[N-(2-페난트릴)-N-페닐아미노]바이페닐;
- [0280] 4,4'-비스[N-(8-플루오르안텐일)-N-페닐아미노]바이페닐;
- [0281] 4,4'-비스[N-(2-피렌일)-N-페닐아미노]바이페닐;
- [0282] 4,4'-비스[N-(2-나프타센일)-N-페닐아미노]바이페닐;
- [0283] 4,4'-비스[N-(2-페릴렌일)-N-페닐아미노]바이페닐;
- [0284] 4,4'-비스[N-(1-코로넨일)-N-페닐아미노]바이페닐;
- [0285] 2,6-비스(다이-p-톨릴아미노)나프탈렌;
- [0286] 2,6-비스[다이-(1-나프틸)아미노]나프탈렌;
- [0287] 2,6-비스[N-(1-나프틸)-N-(2-나프틸)아미노]나프탈렌;
- [0288] N,N,N',N'-테트라(2-나프틸)-4,4''-다이아미노-p-터페닐;
- [0289] 4,4'-비스{N-페닐-N-[4-(1-나프틸)-페닐]아미노}바이페닐;
- [0290] 2,6-비스[N,N-다이(2-나프틸)아미노]플루오린;
- [0291] 4,4',4''-트리스[(3-메틸페닐)페닐아미노]트라이페닐아민(MTDATA);



- [0292] N,N-비스[2,5-다이메틸-4[(3-메틸페닐)페닐아미노]페닐]-2,5-다이메틸-N'-(3-메틸페닐)-N'-페닐-1,4-벤젠다이아민;
- [0293] 4-(9H-카바졸-9-일)-N,N-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-벤젠아민(TCTA);
- [0294] 4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)-N,N-비스[4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]-벤젠아민;
- [0295] 9,9'-(2,2'-다이메틸[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이일)비스-9H-카바졸(CDBP);
- [0296] 9,9'-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이일비스-9H-카바졸(CBP);
- [0297] 9,9'-(1,3-페닐렌)비스-9H-카바졸(mCP);
- [0298] 9-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N-다이페닐-9H-카바졸-3-아민;
- [0299] 9,9'-(1,4-페닐렌)비스[N,N-다이페닐-9H-카바졸-3-아민];
- [0300] 9-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N,N',N'-테트라페닐-9H-카바졸-3,6-다이아민.
- [0301] 유용한 정공-수송 물질의 다른 부류는 EP 1009041에 기재된 바와 같은 폴리사이클릭 방향족 화합물을 포함한다. EP 0891121 및 EP 1029909에 기재된 일부 정공-주입 물질이 또한 유용한 정공-수송 물질을 만들 수 있다. 또한, 폴리(N-바이닐카바졸)(PVK), 폴리싸이오펜, 폴리피롤, 폴리아닐린, 및 PEDOT/PSS로도 일컫는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(4-스타이렌설포네이트)와 같은 공중합체 등의 중합체 정공-수송 물질을 사용할 수 있다.
- [0302] 여기자/전자-차단 층
- [0303] 본 발명에 따른 OLED 디바이스는, 애노드 측면 상에서 발광 층(109)에 인접하게 위치하는 하나 이상의 여기자/전자-차단 층(108)을 포함하여서, 삼중항 여기자를 발광 층으로 한정하는데 도움을 줄 수 있다. 여기자-차단 층이 삼중항 여기자를 제한할 수 있기 위해서는, 이 층의 물질 또는 물질들이 인광 이미터의 삼중항 에너지를 초과하는 삼중항 에너지를 가져야 한다. 발광 층에 인접한 층의 임의의 물질의 삼중항 에너지 수준이 인광 이미터의 삼중항 에너지 미만이면, 흔히 물질이 발광 층에서 여기 상태를 억제하여서 디바이스 발광 효율을 감소시킨다. 바람직한 실시양태에서, 여기자/전자-차단 층이 발광 층으로부터 여기자-차단 층으로의 전자의 탈출을 차단함으로써 또한 전자-정공 재결합을 발광 층으로만 한정하는데 도움을 준다. 여기자-차단 층이 이 전자 차단 특성을 갖기 위하여, 이 층의 물질은 발광 층의 호스트 물질보다 0.2 eV 이상 증가하는 최저 비점유 분자 궤적(LUMO) 에너지 수준을 가져야 한다. 호스트가 호스트 물질의 혼합물을 포함하는 실시양태에서, 여기자 차단 LUMO 에너지 수준은 바람직한 여기자-차단 특성을 갖기 위해 최저 LUMO 에너지 수준을 갖는 호스트 물질의 것보다 0.2 eV 이상까지 커야 한다.
- [0304] 물질의 최고 점유 분자 궤적(HOMO)과 LUMO의 상대적 에너지 수준은 당해 분야에 공지된 일부 방법에 의해 예측될 수 있다. 2개의 물질의 에너지 수준들을 비교하는 경우, HOMO에 대한 단일 방법 및 LUMO에 대한 단일 방법에 의해 획득된 예측 에너지 수준을 사용하는 것이 중요하지만, HOMO 및 LUMO 모두에 대해 동일한 방법을 사용할 필요는 없다. HOMO 에너지 수준을 예측하기 위한 2가지 방법은, 자외선 광전자 분광계에 의해 물질의 이온화 전위를 측정하고, 전기화학적 기술, 예컨대 순환 전압-전류법(cyclic voltammetry)에 의해 산화 전위를 측정하는 것을 포함한다. 그 다음, LUMO 에너지 수준은 광학 대역 갭 에너지를 미리 측정된 HOMO 에너지 수준을 더함으로써 예측될 수 있다. 광학 대역 갭은 LUMO와 HOMO 사이의 에너지 차이인 것으로 예측된다. 또한, 물질의 상대적 LUMO 에너지 수준은 용액 중에서 측정된 물질의 환원 전위로부터 전기화학적 기술, 예컨대 순환 전압-전류법에 의해 예측될 수 있다.
- [0305] 본 발명자들은, 선택된 여기자-차단 물질 또는 물질들이 2.5 eV 이상의 삼중항 에너지를 가지면, OLED 디바이스의 발광 수율 및 전력 효율을, 발광 층에 인광 이미터를 사용하여 특히 녹색 또는 청색-발광 인광 이미터의 경우 상당히 개선시킬 수 있음을 발견하였다.
- [0306] 여기자-차단 층은 두께가 1 내지 500 nm, 적합하게는 10 내지 300 nm일 수 있다. 이 범위의 두께는 제조시 제어하기가 비교적 용이하다. 높은 삼중항 에너지를 갖는데 더불어, 여기자-차단 층(108)은 발광 층(109)으로 정공을 수송할 수 있어야 한다. 여기자-차단 층(108)을 단독으로 또는 정공-수송 층(107)과 함께 사용할 수 있다. 여기자-차단 층은 블렌드로서 또는 별도의 층으로 분리되어 침적된 하나 초과와 화합물을 포함할 수 있다. 애노드와 발광 층 사이의 여기자-차단 층에 침적된 정공-수송 물질은 호스트 또는 코-호스트로서 사용되는 정공-수송 화합물과 동일하거나 상이할 수 있다. 여기자-차단 물질은 하나 이상의 트리아릴아민 기를 함유하

는 화합물을 포함할 수 있되, 이들 화합물의 삼중항 에너지는 인광 물질의 것을 초과한다. 녹색 또는 청색 광을 발광하는 디바이스의 바람직한 실시양태에서, 여기자-차단 층 내의 모든 물질의 삼중항 에너지는 2.5 eV 이상이다. 2.5 eV 이상의 바람직한 실시양태에 대한 삼중항 에너지 조건을 충족시키기 위하여, 상기 화합물은 방향족 탄화수소 융합된 고리(예컨대, 나프탈렌 기)를 함유해서는 안된다.

[0307] 본 발명에서 여기자-차단 물질로서 작용하는 치환된 트리아릴아민은 하기 식 EBF-1의 화합물로부터 선택될 수 있다.



[0308]

[0309] 상기 식에서,

[0310] Are는 알킬, 치환된 알킬, 아릴 또는 치환된 아릴 기로부터 독립적으로 선택되고;

[0311] R<sub>1</sub> 내지 R<sub>4</sub>는 독립적으로 선택된 아릴 기이고;

[0312] n은 1 내지 4의 정수이다.

[0313] 바람직한 실시양태에서, Are 및 R<sub>1</sub> 내지 R<sub>4</sub>는 방향족 탄화수소 융합된 고리를 포함하지 않는다.

[0314] 여기자-차단 층(108)에 유용한 물질의 예는 하기 화합물을 포함하지만 이에 국한되지는 않는다.

[0315] 2,2'-다이메틸-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)-1,1'-바이페닐-4,4'-다이아민;

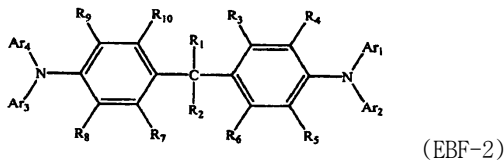
[0316] 4,4',4''-트리스[(3-메틸페닐)페닐아미노]트라이페닐아민(MTDATA);

[0317] 4,4',4''-트리스(N,N-다이페닐-아미노)트라이페닐아민(TDATA);

[0318] N,N-비스[2,5-다이메틸-4-[(3-메틸페닐)페닐아미노]페닐]-2,5-다이메틸-N'-(3-메틸페닐)-N'-페닐-1,4-벤젠다이아민; 및

[0319] 테트라페닐-p-페닐렌다이아민(TPPD).

[0320] 한 바람직한 실시양태에서, 여기자-차단 층의 물질은 하기 식 EBF-2로부터 선택된다.



[0321]

[0322] 상기 식에서,

[0323] R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 치환기이되, 단 R<sub>1</sub>과 R<sub>2</sub>는 연결되어 고리를 형성할 수 있으며, 예컨대 R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 메틸 기일 수 있거나, 또는 연결되어 사이클로헥실 고리를 형성할 수 있고;

[0324] Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>4</sub>는 독립적으로 선택된 방향족 기, 예컨대 페닐 기 또는 톨릴 기이고;

[0325] R<sub>3</sub> 내지 R<sub>10</sub>은 독립적으로 수소, 알킬, 치환된 알킬, 아릴, 치환된 아릴 기이다.

[0326] 한 바람직한 실시양태에서, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>4</sub> 및 R<sub>3</sub> 내지 R<sub>10</sub>은 융합된 방향족 고리를 함유하지 않는다.

[0327] 이러한 물질의 몇몇 비제한적인 예는 다음과 같다.

[0328] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)사이클로헥세인(TAPC);

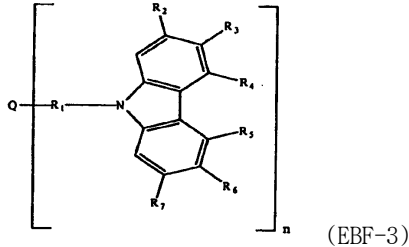
[0329] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)사이클로펜테인;

[0330] 4,4'-(9H-플루오렌-9-일리덴)비스[N,N-비스(4-메틸페닐)-벤젠아민];

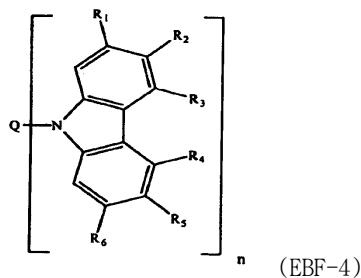
[0331] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)-4-페닐사이클로헥세인;

[0332] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)-4-메틸사이클로헥세인;

- [0333] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)-3-페닐프로페인;
- [0334] 비스[4-(N,N-다이에틸아미노)-2-메틸페닐](4-메틸페닐)메테인;
- [0335] 비스[4-(N,N-다이에틸아미노)-2-메틸페닐](4-메틸페닐)에테인;
- [0336] 4-(4-다이에틸아미노페닐)트라이페닐메테인;
- [0337] 4,4'-비스(4-다이에틸아미노페닐)다이페닐메테인.
- [0338] 한 적합한 실시양태에서, 여기자-차단 물질은 하기 식 EBF-3의 물질을 포함한다.



- [0339] 상기 식에서,
- [0340] n은 1 내지 4의 정수이고;
- [0342] Q는 N, C, 아릴 또는 치환된 아릴 기이고;
- [0343] R<sub>1</sub>은 페닐, 치환된 페닐, 바이페닐, 치환된 바이페닐, 아릴 또는 치환된 아릴이며;
- [0344] R<sub>2</sub> 내지 R<sub>7</sub>은 독립적으로 수소, 알킬, 페닐 또는 치환된 페닐, 아릴 아민, 카바졸 또는 치환된 카바졸이되, 단 R<sub>2</sub> 내지 R<sub>7</sub>은 방향족 탄화수소 융합된 고리를 함유하지 않는다.
- [0345] 이들 화합물의 몇몇 비제한적인 예는 다음과 같다.
- [0346] 4-(9H-카바졸-9-일)-N,N-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-벤젠아민(TCTA);
- [0347] 4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)-N,N-비스[4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]-벤젠아민;
- [0348] 9,9'-[5'-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐][1,1':3',1"-터페닐]-4,4"-다이일]비스-9H-카바졸.
- [0349] 한 적합한 실시양태에서, 여기자-차단 물질은 하기 식 EBF-4의 물질을 포함한다.



- [0350] 상기 식에서,
- [0351] n은 1 내지 4의 정수이고;
- [0352] Q는 페닐, 치환된 페닐, 바이페닐, 치환된 바이페닐, 아릴 또는 치환된 아릴 기이고;
- [0354] R<sub>1</sub> 내지 R<sub>6</sub>은 독립적으로 수소, 알킬, 페닐 또는 치환된 페닐, 아릴 아민, 카바졸 또는 치환된 카바졸이되, 단 R<sub>1</sub> 내지 R<sub>6</sub>은 방향족 탄화수소 융합된 고리를 함유하지 않는다.
- [0355] 적합한 물질의 비제한적인 예는 다음과 같다.
- [0356] 9,9'-(2,2'-다이메틸[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이일)비스-9H-카바졸(CDBP);



- [0357] 9,9'-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이일비스-9H-카바졸(CBP);
- [0358] 9,9'-(1,3-페닐렌)비스-9H-카바졸(mCP);
- [0359] 9,9'-(1,4-페닐렌)비스-9H-카바졸;
- [0360] 9,9',9''-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스-9H-카바졸;
- [0361] 9,9'-(1,4-페닐렌)비스[N,N',N'-테트라페닐-9H-카바졸-3,6-다이아민];
- [0362] 9-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N-다이페닐-9H-카바졸-3-아민;
- [0363] 9,9'-(1,4-페닐렌)비스[N,N-다이페닐-9H-카바졸-3-아민];
- [0364] 9-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N',N'-테트라페닐-9H-카바졸-3,6-다이아민;
- [0365] 9-페닐-9H-카바졸.
- [0366] 금속 착체는 또한 이들이 바람직한 삼중항 에너지 및 정공-수송 및 전자-차단 특성들을 갖는 한 여기자-차단 층으로서 작용할 수 있다. 이의 일례로는 US 20030175553에 기재된 바와 같이 fac-트리스(1-페닐피라졸라토-N,C2)이리듐(III)(Ir(ppz)<sub>3</sub>)이 있다.
- [0367] 발광 층(LEL)
- [0368] 적합하게는, OLED 디바이스의 발광 층은 발광을 위해 2개 이상의 호스트 물질 및 하나 이상의 게스트 물질을 포함한다. 하나 이상의 게스트 물질은 적합하게는 인광 물질이다. 발광 게스트 물질(들)은 통상적으로 호스트 물질의 양보다 적은 양으로 존재하며, 전형적으로 호스트의 20중량% 이하, 더 전형적으로 0.1 내지 10중량%의 양으로 존재한다. 편의상, 발광 게스트 물질은 발광 도판트로서 지칭될 수 있다. 인광 게스트 물질은 본원에서 인광 물질 또는 인광 도판트로서 지칭될 수 있다. 인광 물질은 바람직하게는 저분자량 화합물이지만, 또한 올리고머 또는 중합체일 수 있다. 이는 호스트 물질 내에 분산된 개별 물질로서 제공될 수 있거나, 또는 이는 호스트 물질에 대해 임의의 방식으로 결합될 수 있다. 예를 들면, 이는 중합체 호스트 내에 공유 결합될 수 있다.
- [0369] 형광 물질은 인광 물질과 동일한 층에, 인접한 층에, 인접한 화소에 또는 임의의 조합으로 사용할 수 있다. 본 발명의 인광 물질의 성능에 불리하게 영향을 끼치는 물질을 선택하지 않도록 주의해야 한다. 당해 분야의 숙련자는 인광 물질과 동일한 층 또는 인접한 층의 물질의 농도 및 삼중항 에너지가 인광의 원치 않는 억제를 방지하도록 적절하게 설정되어야 함을 알 것이다.
- [0370] 인광 물질의 호스트 물질
- [0371] 적합한 호스트 물질은 인광 이미터의 삼중항 에너지보다 높거나 동일한 삼중항 에너지를 갖는다(호스트의 최저 삼중항 여기된 상태와 단일항 바닥 상태 사이의 에너지 차이). 이 에너지 수준 상태는 삼중항 여기자가 인광 이미터 분자로 전달되고 인광 이미터 분자 상에 직접 형성된 임의의 삼중항 여기자가 발광 때까지 잔류하는데 필수적인 것이다. 그러나, 호스트 물질이 인광 이미터보다 낮은 삼중항 에너지를 갖는 디바이스로부터의 효율적인 발광은, 아다치(C. Adachi) 등의 문헌 [Appl. Phys. Lett., 79 2082-2084 (2001)]에서 보고된 바와 같이 일부 경우에서 여전히 가능한 것이다. 삼중항 에너지는 예컨대 무로브(S. L. Murov), 카미카엘(I. Carmichael) 및 허크(G. L. Hug)의 문헌 [Handbook of Photochemistry, 2nd ed. (Marcel Dekker, New York, 1993)]에 논의된 바와 같이 몇 가지 수단 중 임의의 수단에 의해 편리하게 측정된다.
- [0372] 실험 데이터의 부재 하에서, 삼중항 에너지는 이하 방식으로 평가될 수 있다. 분자의 삼중항 상태 에너지는 분자의 바닥 상태 에너지(E<sub>gs</sub>)와 분자의 최저 삼중항 상태의 에너지(E<sub>ts</sub>) 사이의 차이로서 수득된다(둘 다 eV로서 제시됨). 가우시안(Gaussian) 98[가우시안 인코포레이티드(Gaussian, Inc.), 펜실베이니아주 피츠버그] 컴퓨터 프로그램에 설치된 B3LYP 방법을 이용하여 이들 에너지를 수득한다. B3LYP 방법을 사용하기 위한 기본 세트는 다음과 같이 한정된다: MIDI!가 규정하는 모든 원자의 경우 MIDI!, MIDI!가 아닌 6-31G\*에서 규정하는 모든 원자의 경우 6-31G\*, 및 MIDI! 또는 6-31G\*에서 규정되지 않은 원자의 경우 LACV3P 또는 LANL2DZ 기본 세트 및 슈도포텐셜 (LACV3P가 바람직한 방법임). 임의의 나머지 원자의 경우, 임의의 공개된 기본 세트 및 슈도포텐셜을 사용할 수 있다. MIDI!, 6-31G\* 및 LANL2DZ는 가우시안 98 컴퓨터 코드에 설치된대로 사용하고, LACV3P는 제규어(Jaguar) 4.1(슈로딩거 인코포레이티드(Schrodinger, Inc.), 오레곤주 포틀랜드) 컴퓨터 코드

에 설치된대로 사용한다. 각 상태의 에너지를 이 상태의 최소-에너지 기하학적 구성에서 산출한다. 두 상태 사이의 에너지 차이를 하기 수학적 식 1에 의해 추가로 변형시켜, 삼중항 상태 에너지(E(t))를 수득한다.

**수학적 식 1**

[0373]  $E(t) = 0.84*(E(ts)-E(gs))+0.35$

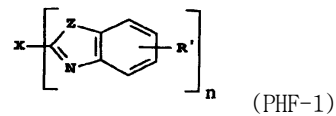
[0374] 중합체 또는 올리고머 물질의 경우, 추가 단위가 물질의 산출된 삼중항 에너지를 실질적으로 변화시키지 않도록 하기에 충분한 크기의 단량체 또는 올리고머에 대해 삼중항 에너지를 산출하는 것이면 충분하다.

[0375] 바람직한 호스트 물질은 연속적 필름을 형성할 수 있다. 발광 층은 디바이스 필름 형태, 전기적 특성, 발광 효율 및 수명을 개선시키기 위해 하나 초과인 호스트 물질을 함유할 수 있다. 적합한 호스트 물질은 WO 00/70655; WO 01/39234; WO 01/93642; WO 02/074015; WO 02/15645 및 US 20020117662에 기재되어 있다.

[0376] 삼중항 호스트 물질의 유형은 이들의 전자 수송 특성들에 따라 분류될 수 있다. 2개의 주요 유형으로는 전자-수송을 주로 하는 것과 정공-수송을 주로 하는 것이 있다. 한 유형의 전하를 주로 수송하는 것으로 분류될 수 있는 일부 호스트 물질은 모든 유형의 전하를 특히 특정 디바이스 구조체에서 예컨대 아다치, 쿵(R. Kwong) 및 포레스트(S.R. Forrest)의 문헌 [Organic Electronics, 2, 37-43 (2001)]에 기재되어 있는 CBP를 수송할 수 있음을 주지해야 한다. 다른 유형의 호스트로는, 모든 유형의 전하를 쉽게 수송하지 않고 그 대신 인광 도판트 분자 내로의 직접적 전하 주입에 의존하도록 HOMO와 LUMO 사이의 광대역 에너지 갭을 갖는 것이 있다.

[0377] 바람직한 전자-수송 호스트는 사용되는 인광 이미터보다 높은 삼중항 에너지를 갖는 한 임의의 적합한 전자-수송 화합물(예컨대, 벤즈아졸, 페난트롤린, 1,3,4-옥사디아아졸, 트리아아졸, 트리아아진 또는 트리아아릴보레인)일 수 있다.

[0378] 벤즈아졸의 바람직한 부류는 지안민(Jianmin Shi) 등의 US 5645948 및 US 5766779에 기재되어 있다. 이들 화합물은 하기 식 PHF-1로 표시된다.



[0380] 상기 식에서,

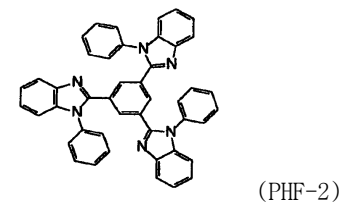
[0381] n은 2 내지 8로부터 선택되고;

[0382] Z는 독립적으로 O, NR 또는 S이고;

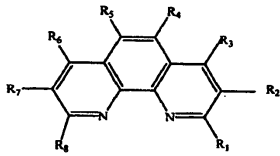
[0383] R 및 R'은 개별적으로 수소; 1 내지 24개의 탄소 원자를 갖는 알킬, 예를 들어 프로필, t-부틸, 헵틸 등; 5 내지 20개의 탄소 원자를 갖는 아릴 또는 헤테로원자 치환된 아릴, 예컨대 페닐 및 나프틸, 퓨릴, 싸이엔일, 피리딜, 퀴놀린일 및 다른 헤테로사이클릭 시스템; 또는 클로로, 플루오로와 같은 할로; 또는 융합된 방향족 고리를 완성시키는데 필요한 원자이고;

[0384] X는, 다수의 벤즈아졸을 함께 공액 또는 비공액 연결시키는, 탄소, 알킬, 아릴, 치환된 알킬 또는 치환된 아릴로 이루어진 연결 단위이다.

[0385] 유용한 벤즈아졸의 예는 하기 식 PHF-2로 표시되는 2,2',2''-(1,3,5-페닐렌)트리스[1-페닐-1H-벤즈이미다졸](TPBI)이다.



[0387] 호스트로서 사용하기에 적합한 전자-수송 물질의 다른 부류는 하기 식 PHF-3으로 표시되는 다양한 치환된 페난트롤린을 포함한다.



(PHF-3)

[0388]

[0389]

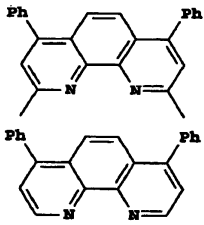
[0390]

[0391]

상기 식에서,

R<sub>1</sub> 내지 R<sub>8</sub>은 독립적으로 수소, 알킬 기, 아릴 또는 치환된 아릴 기이며, R<sub>1</sub> 내지 R<sub>8</sub> 중 하나 이상은 아릴 기 또는 치환된 아릴 기이다.

적합한 물질의 예는 2,9-다이메틸-4,7-다이페닐-페난트롤린(BCP)(하기 식 PH-1 참조) 및 4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(Bphen)(하기 식 PH-2 참조)이다.



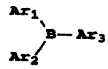
(PH-1)

(PH-2)

[0392]

[0393]

전자-수송 호스트로서 기능하는 트리아릴보레인은 하기 식 PHF-4를 갖는 화합물로부터 선택될 수 있다.



(PHF-4)

[0394]

[0395]

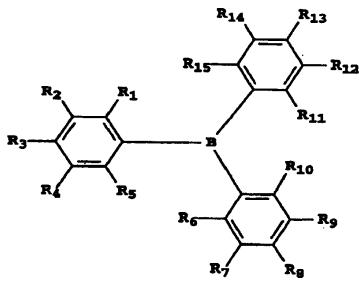
[0396]

상기 식에서,

Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>3</sub>은 독립적으로 하나 이상의 치환기를 가질 수 있는 방향족 하이드로카보사이클릭 기 또는 방향족 헤테로사이클릭 기이다.

상기 구조를 갖는 화합물이 하기 식 PHF-5로부터 선택되는 것이 바람직하다.

[0397]



(PHF-5)

[0398]

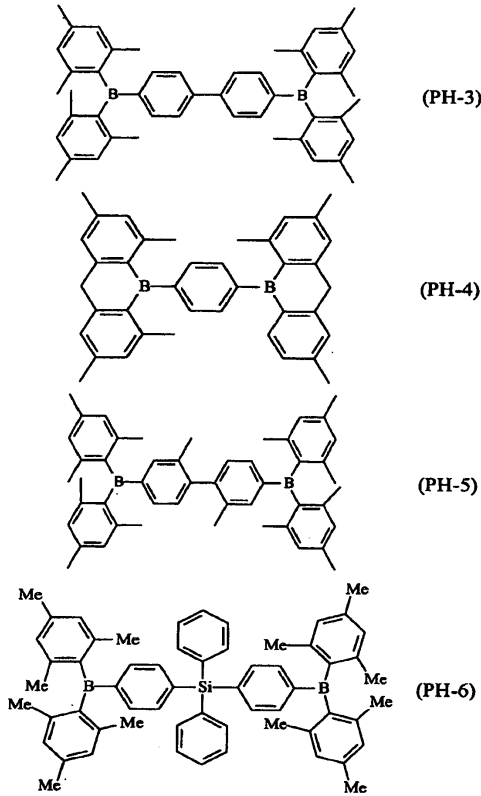
[0399]

[0400]

상기 식에서,

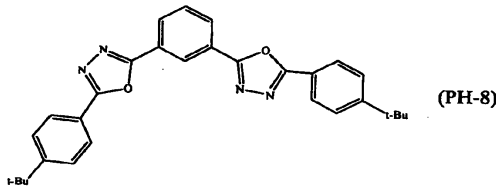
R<sub>1</sub> 내지 R<sub>15</sub>는 독립적으로 수소, 플루오로, 사이아노, 트리플루오로메틸, 설펜일, 알킬, 아릴 또는 치환된 아릴 기이다.

[0401] 트리아릴보레인의 구체적이고 대표적인 실시양태는 하기 식 PH-3 내지 식 PH-6의 화합물을 포함한다.



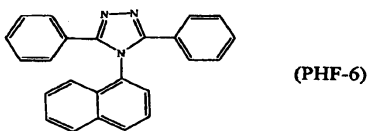
[0402]

[0403] 전자-수송 호스트는 치환된 1,3,4-옥사다이아졸로부터 선택될 수 있다. 유용한 치환된 옥사다이아졸의 예는 하기 식 PH-8의 화합물이다.



[0404]

[0405] 전자-수송 호스트는 또한 치환된 1,2,4-트리아졸로부터 선택될 수 있다. 유용한 트리아졸의 예는 하기 식 PHF-6의 3-페닐-4-(1-나프틸)-5-페닐-1,2,4-트리아졸이다.



[0406]

[0407] 전자-수송 호스트는 또한 치환된 1,3,5-트리아진으로부터 선택될 수도 있다. 적합한 물질의 예는 하기 화합물이다.

[0408]

2,4,6-트리스(다이페닐아미노)-1,3,5-트리아진;

[0409]

2,4,6-트라이카바졸로-1,3,5-트리아진;

[0410]

2,4,6-트리스(N-페닐-2-나프틸아미노)-1,3,5-트리아진;

[0411]

2,4,6-트리스(N-페닐-1-나프틸아미노)-1,3,5-트리아진;

[0412]

4,4',6,6'-테트라페닐-2,2'-바이-1,3,5-트리아진;

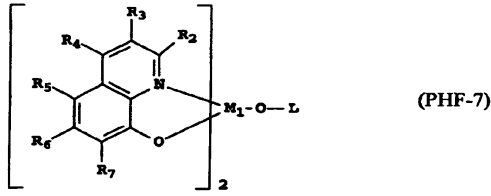
[0413]

2,4,6-트리스([1,1':3',1''-터페닐]-5'-일)-1,3,5-트리아진.

[0414]

한 실시양태에서, 적합한 호스트 물질은 알루미늄 또는 갈륨 착체이다. 특히 유용한 호스트 물질은 하기 식

PHF-7로 표시된다.



[0415]

[0416]

[0417]

[0418]

[0419]

[0420]

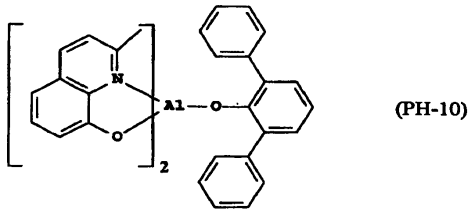
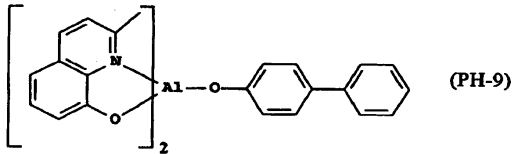
상기 식에서,

M<sub>1</sub>은 Al 또는 Ga이고;

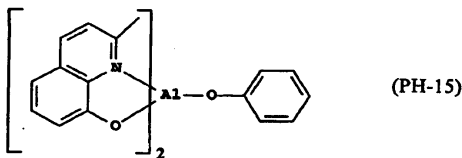
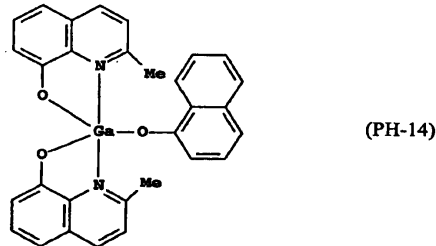
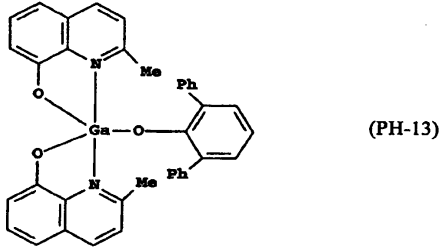
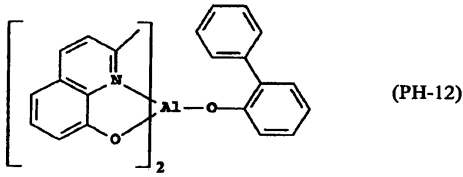
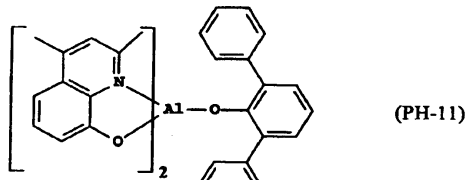
R<sub>2</sub> 내지 R<sub>7</sub>은 수소 또는 독립적으로 선택된 치환기이고, 바람직하게는, R<sub>2</sub>는 전자-공여 기, 예컨대 메틸 기이고, 적합하게는, R<sub>3</sub> 및 R<sub>4</sub>는 각각 독립적으로 수소 또는 전자-공여 치환기이고, 바람직하게는, R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> 및 R<sub>7</sub>은 각각 독립적으로 수소 또는 전자-수용 기이며, 인접한 치환기들 R<sub>2</sub> 내지 R<sub>7</sub>은 조합되어 고리 기를 형성할 수 있고;

L은 산소에 의해 알루미늄에 연결되는 방향족 잔기이며, 이는 L이 6 내지 30개의 탄소 원자를 갖도록 치환기로 치환될 수 있다.

식 PHF-7의 예는 이하 열거된다.



[0421]



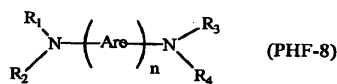
[0422]

[0423]

바람직한 정공-수송 호스트는, 사용되는 인광 이미터보다 높은 삼중항 에너지를 갖는 한, 임의의 적합한 정공-수송 화합물, 예컨대 트리아릴아민 또는 카바졸일 수 있다. 호스트로서 사용하기에 적합한 부류의 정공-수송 화합물은 방향족 3급 아민이다. 이들 화합물은 단지 탄소 원자(이들 중 하나 이상은 방향족 고리의 일원임)에만 결합된 하나 이상의 3가 질소 원자를 함유한다. 한 형태에서, 방향족 3급 아민은 모노아릴아민, 디아릴아민, 트리아릴아민 또는 중합체 아릴아민과 같은 아릴아민일 수 있다. 예시적인 단량체 트리아릴아민은 클롭펠 등의 US 3180730에 예시되어 있다. 하나 이상의 바이닐 라디칼로 치환되고/되거나 하나 이상의 활성 수소 함유기를 포함하는 다른 적합한 트리아릴아민이 브랜틀리 등의 US 3567450 및 US 3658520에 개시되어 있다.

[0424]

방향족 3급 아민의 더 바람직한 부류는 US 4720432 및 US 5061569에 기재된 바와 같이 2개 이상의 방향족 3급 아민 잔기를 포함하는 것, 예컨대 테트라아릴다이아민이다. 바람직한 테트라아릴다이아민은 하기 식 PHF-8로 표시되는 바와 같이 2개의 디아릴아미노기를 포함한다.



[0425]

상기 식에서,

[0426]

각각의 Are는 페닐렌 또는 안트라센 잔기와 같은 독립적으로 선택된 아릴렌 기이고,

[0427]

n은 1 내지 4로부터 선택되고,

[0428]

R<sub>1</sub> 내지 R<sub>4</sub>는 독립적으로 선택된 아릴 기이다.

[0429]

[0430] 전형적인 실시양태에서, R<sub>1</sub> 내지 R<sub>4</sub> 중 하나 이상은 폴리사이클릭 융합된 고리 구조체, 예를 들어 나프탈렌이다. 그러나, 도판트의 발광이 청색 또는 녹색 칼라인 경우, 폴리사이클릭 융합된 고리 치환기를 갖는 아릴 아민 호스트 물질을 갖는 것이 덜 바람직하다.

[0431] 유용한 화합물의 대표적인 예는 하기 화합물을 포함한다.

[0432] 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(NPB);

[0433] 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-(2-나프틸)아미노]바이페닐(TNB);

[0434] 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(TPD);

[0435] 4,4'-비스-다이페닐아미노-터페닐;

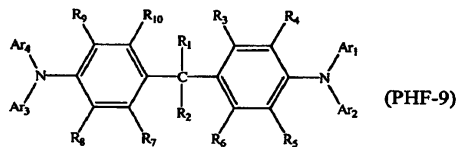
[0436] 2,6,2',6'-테트라메틸-N,N,N',N'-테트라페닐-벤지딘;

[0437] 4,4',4''-트리스[(3-메틸페닐)페닐아미노]트라이페닐아민(MTDATA);

[0438] 4,4',4''-트리스(N,N-다이페닐-아미노)트라이페닐아민(TDATA);

[0439] N,N-비스[2,5-다이메틸-4-[(3-메틸페닐)페닐아미노]페닐]-2,5-다이메틸-N'-(3-메틸페닐)-N'-페닐-1,4-벤젠다이아민.

[0440] 한 바람직한 실시양태에서, 정공-수송 호스트는 하기 식 PHF-9의 물질을 포함한다.



[0441]

[0442] 상기 식에서,

[0443] R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 치환기이되, 단 R<sub>1</sub>과 R<sub>2</sub>는 연결되어 고리를 형성할 수 있으며, 예컨대 R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 메틸 기일 수 있거나 또는 연결되어 사이클로헥실 고리를 형성할 수 있고;

[0444] Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>4</sub>는 독립적으로 선택된 방향족 기, 예를 들어 페닐 기 또는 톨릴 기이고;

[0445] R<sub>3</sub> 내지 R<sub>10</sub>은 독립적으로 수소, 알킬, 치환된 알킬, 아릴, 치환된 아릴 기이다.

[0446] 적합한 물질의 예는 하기 화합물을 포함하지만 이에 국한되지는 않는다.

[0447] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)사이클로헥세인(TAPC);

[0448] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)사이클로펜테인;

[0449] 4,4'-(9H-플루오렌-9-일리덴)비스[N,N-비스(4-메틸페닐)-벤젠아민];

[0450] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)-4-페닐사이클로헥세인;

[0451] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)-4-메틸사이클로헥세인;

[0452] 1,1-비스(4-(N,N-다이-p-톨릴아미노)페닐)-3-페닐프로페인;

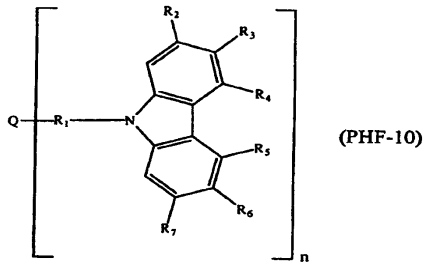
[0453] 비스[4-(N,N-다이에틸아미노)-2-메틸페닐](4-메틸페닐)메테인;

[0454] 비스[4-(N,N-다이에틸아미노)-2-메틸페닐](4-메틸페닐)에테인;

[0455] 4-(4-다이에틸아미노페닐)트라이페닐메테인;

[0456] 4,4'-비스(4-다이에틸아미노페닐)다이페닐메테인.

[0457] 정공-수송 호스트로서 사용하기에 적합한 화합물의 유용한 부류는 하기 식 PHF-10으로 표시되는 것과 같은 카바졸 유도체를 포함한다.



[0458]

[0459]

[0460]

[0461]

[0462]

[0463]

[0464]

[0465]

[0466]

[0467]

[0468]

[0469]

상기 식에서,

Q는 독립적으로 질소, 탄소, 규소, 치환된 규소 기, 아릴 기 또는 치환된 아릴 기, 바람직하게는 페닐 기이고;

R<sub>1</sub>은 바람직하게는 아릴 또는 치환된 아릴 기, 더 바람직하게는 페닐 기, 치환된 페닐, 바이페닐, 치환된 바이페닐 기이고;

R<sub>2</sub> 내지 R<sub>7</sub>은 독립적으로 수소, 알킬, 페닐 또는 치환된 페닐 기, 아릴 아민, 카바졸 또는 치환된 카바졸이고;

n은 1 내지 4로부터 선택된다.

유용한 치환된 카바졸의 예는 하기 화합물이다.

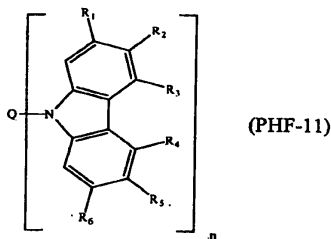
4-(9H-카바졸-9-일)-N,N-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-벤젠아민(TCTA);

4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)-N,N-비스[4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]-벤젠아민;

9,9'-[5'-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐][1,1':3',1"-터페닐]-4,4"-다이일]비스-9H-카바졸;

3,5-비스(9-카바졸일)테트라페닐실레인(SimCP).

한 적합한 실시양태에서, 정공-수송 호스트는 하기 식 PHF-11의 물질을 포함한다.



[0470]

[0471]

[0472]

[0473]

[0474]

[0475]

[0476]

[0477]

[0478]

[0479]

[0480]

[0481]

[0482]

상기 식에서,

n은 1 내지 4로부터 선택되고;

Q는 독립적으로 페닐 기, 치환된 페닐 기, 바이페닐, 치환된 바이페닐 기, 아릴 또는 치환된 아릴 기이고;

R<sub>1</sub> 내지 R<sub>6</sub>은 독립적으로 수소, 알킬, 페닐 또는 치환된 페닐, 아릴 아민, 카바졸 또는 치환된 카바졸이다.

적합한 물질의 예는 다음과 같다.

9,9'-(2,2'-다이메틸[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이일)비스-9H-카바졸(CDBP);

9,9'-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이일비스-9H-카바졸(CBP);

9,9'-(1,3-페닐렌)비스-9H-카바졸(mCP);

9,9'-(1,4-페닐렌)비스-9H-카바졸;

9,9',9''-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스-9H-카바졸;

9,9'-(1,4-페닐렌)비스[N,N,N',N'-테트라페닐-9H-카바졸-3,6-다이아민];

9-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N-다이페닐-9H-카바졸-3-아민;



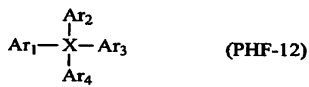
[0483] 9,9'-(1,4-페닐렌)비스[N,N-다이페닐-9H-카바졸-3-아민];

[0484] 9-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N,N',N'-테트라페닐-9H-카바졸-3,6-다이아민.

[0485] 인광 LEL 내의 호스트 물질은 2개 이상의 호스트 물질의 혼합물을 포함할 수 있다. 각각의 전자-수송 및 정공-수송 코-호스트 중 하나 이상을 포함하는 혼합물이 특히 유용하다. 정공-수송 코-호스트(들)의 최적 농도는 실험에 의해 결정될 수 있다. 전자-수송 분자 및 정공-수송 분자가 함께 공유결합되어서 전자-수송 및 정공-수송 특성 모두를 갖는 단일한 호스트 분자를 형성할 수 있다.

[0486] 전자-수송 및 정공-수송 코-호스트와 더불어, 호스트 물질은 전자적으로 불활성인, 즉 전자 또는 정공 모두를 수송하지 않는 하나 이상의 추가 코-호스트 물질을 포함할 수 있다. 이러한 물질은 정공-수송 코-호스트(들)의 것보다 0.2 eV 이상 깊은 HOMO, 및 전자-수송 코-호스트(들)의 것보다 0.2 eV 이상 높은 LUMO를 가져야 한다. 이들 물질은 그 자체가 전자 또는 정공을 수송하지 않지만, 이들은 전자-수송 및 정공-수송 코-호스트의 전자-수송 성질을, 예컨대 희석제로서 작용함으로써, 변형시키는데 사용될 수 있다. HOMO와 LUMO 수준의 간격이 전자-수송 및 정공-수송 코-호스트의 각각의 수준의 것보다 넓기 때문에, 이러한 물질은 광-밴드갭 물질로서 지칭될 수 있다.

[0487] 톰슨(Thompson) 등의 US 2004/0209115 및 US 2004/0209116에는 청색 인광 OLED에 적합한 삼중항 에너지를 갖는 광대역 에너지 갭 호스트의 군을 개시하고 있다. 이러한 화합물은 하기 식 PHF-12로 표시되는 것을 포함한다.



[0488]

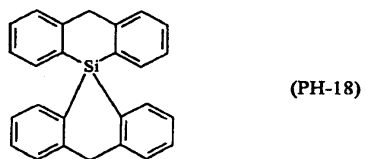
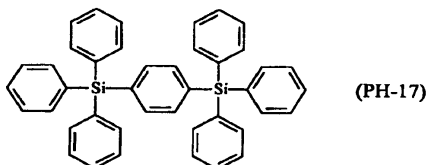
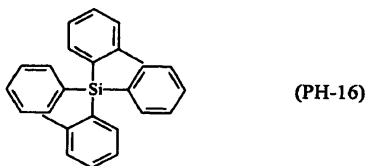
[0489] 상기 식에서,

[0490] X는 Si 또는 Pb이고;

[0491] Ar<sub>1</sub>, Ar<sub>2</sub>, Ar<sub>3</sub> 및 Ar<sub>4</sub>는 각각 페닐, 높은 삼중항 에너지 헤테로사이클릭 기로부터 독립적으로 선택된 방향족 기, 예컨대 피리딘, 피라졸, 싸이오펜 등이다.

[0492] 이들 물질에서 HOMO-LUMO 갭이 큰데, 이는 전자적으로 단리된 방향족 단위, 및 임의의 공액결합성 치환기들의 부족 때문인 것으로 생각된다.

[0493] 이 유형의 호스트의 예는 이하의 것들을 포함한다.



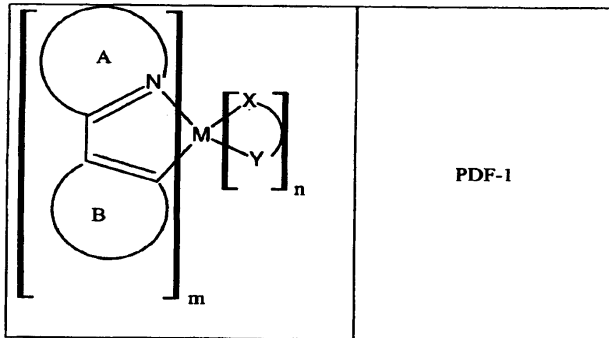
[0494]

[0495] 본 발명에서, 이 목록으로부터 전자적으로 불활성인 코-호스트 물질이 선택될 수 있되, 단 이의 HOMO 및 LUMO 에너지는 개별적으로 앞서 언급된 기준을 충족한다. 앞서 언급된 HOMO, LUMO 및 삼중항 에너지를 갖는 임의의 다른 물질이 또한 사용될 수 있다. 전자적으로 불활성인 코-호스트 물질은 전체 호스트 물질의 0 내지 약 80%를 차지할 수 있다.

[0496] 인광 물질

[0497] 본 발명에 따라, EL 디바이스의 발광 층(109)은 정공 및 전자-수송 코-호스트 물질 및 하나 이상의 인광 게스트 물질을 포함한다. 발광 인광 게스트 물질(들)은 전형적으로 발광 층의 1 내지 20중량%, 편의상 2 내지 8중량%의 양으로 존재한다. 일부 실시양태에서, 인광 게스트 물질(들)은 하나 이상의 호스트 물질에 부착될 수 있다. 편의상, 본원에서 인광 착체 게스트 물질은 인광 물질로서 지칭될 수 있다.

[0498] 특히 유용한 인광 물질은 하기 식 PDF-1로 기재된다.



[0499]

[0500] 상기 식에서,

[0501] A는 하나 이상의 N 원자를 함유하는 비치환 또는 치환된 헤테로사이클릭 고리이고;

[0502] B는 비치환 또는 치환된 방향족 또는 헤테로방향족 고리, 또는 M에 결합된 바이닐 탄소를 함유하는 고리이고;

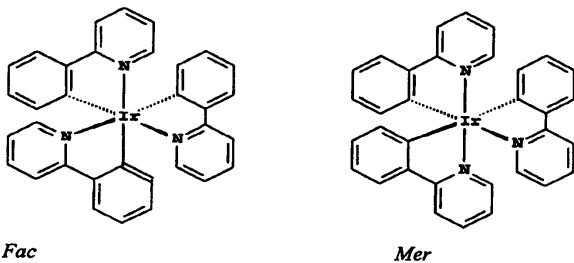
[0503] X-Y는 음이온성 두자리 리간드이고;

[0504] M이 Rh 또는 Ir인 경우, m과 n의 합이 3이 되도록, m은 1 내지 3의 정수이고, n은 0 내지 2의 정수이거나, 또는

[0505] M이 Pt 또는 Pd인 경우, m과 n의 합이 2가 되도록, m은 1 내지 2의 정수이고, n은 0 내지 1의 정수이다.

[0506] 식 PDF-1에 따른 화합물은 C,N-사이클로금속화 착체로서 지칭될 수 있으며, 이는 중심 금속 원자가 금속 원자를 하나 이상의 리간드의 탄소 및 질소 원자에 결합함으로써 형성된 사이클릭 단위체 내에 함유되는 것을 나타낸다. 식 PDF-1에서 헤테로사이클릭 고리 A의 예로는 비치환 또는 치환된 피리딘, 퀴놀린, 아이소퀴놀린, 피리미딘, 피라진, 인돌, 인다졸, 싸이아졸 및 옥사졸 고리가 포함된다. 식 PDF-1에서 고리 B의 예로는 비치환 또는 치환된 페닐, 나프틸, 싸이엔일, 벤조싸이엔일, 퓨란일 고리가 포함된다. 식 PDF-1에서 고리 B는 또한 N-함유 고리, 예컨대 피리딘일 수 있되, 상기 N-함유 고리는 식 PDF-1에서 제시된 바와 같이 N 원자가 아닌 C 원자를 통해 M에 결합된다.

[0507] 식 PDF-1에 따른 트리스-C,N-사이클로금속화 착체(m = 3, n = 2)의 예로는 비스(2-페닐피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)이 있으며, 이하 면(facial)(fac-) 또는 자오선(meridional)(mer-) 이성질체로서 입체 그림에서 제시된다.



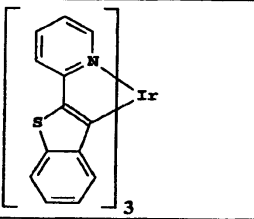
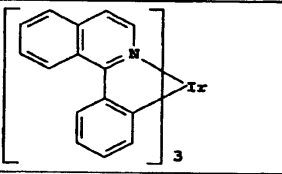
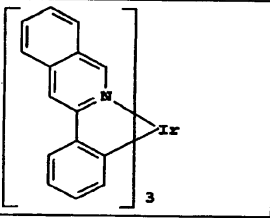
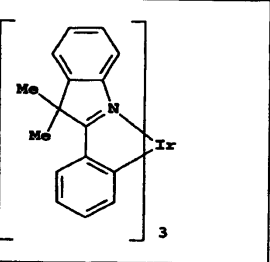
[0508]

[0509] 일반적으로, 자오선 이성질체보다 높은 인광 양자 수율을 갖는 것으로 흔히 알려져 있기 때문에 면 이성질체가 바람직하다. 식 1에 따른 트리스-C,N-사이클로금속화 인광 물질의 추가 예로는 트리스(2-(4'-메틸페닐)피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III), 트리스(3-페닐아이소퀴놀리나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III), 트리스(2-페닐아이소퀴놀리나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III), 트리스(1-페닐아이소퀴놀리나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III), 트리스(1-(4'-메틸페닐)아이소퀴놀리나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III), 트리스(2-(4',6'-다이플루오로페닐)-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III), 트리스(2-(5'-페닐-

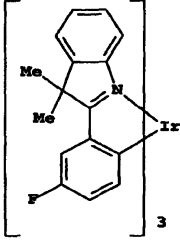
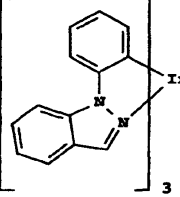
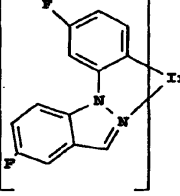
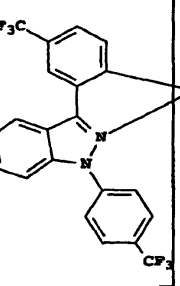
4',6'-다이플루오로페닐)피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III), 트리스(2-(5'-페닐피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III), 트리스(2-(2'-벤조싸이엔일)피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III), 트리스(2-페닐-3,3'-다이메틸)인돌라토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III) 및 트리스(1-페닐-1H-인다졸라토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)이 있다.

[0510] 트리스-C,N-사이클로금속화 인광 물질은 또한 일 음이온성 두자리 리간드 X-Y가 다른 C,N-사이클로금속화 리간드인 식 1에 따른 화합물을 포함한다. 예로는 비스(1-페닐아이소퀴놀리나토-N,C<sup>2'</sup>)(2-페닐피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III), 비스(2-페닐피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)(1-페닐아이소퀴놀리나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III), 비스(1-페닐아이소퀴놀리나토-N,C<sup>2'</sup>)(2-페닐-5-메틸-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III), 비스(1-페닐아이소퀴놀리나토-N,C<sup>2'</sup>)(2-페닐-4-메틸-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III) 및 비스(1-페닐아이소퀴놀리나토-N,C<sup>2'</sup>)(2-페닐-3-메틸-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)이 있다.

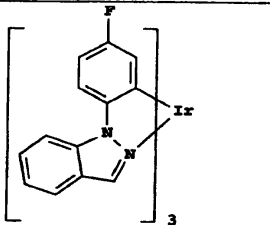
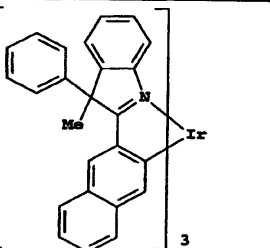
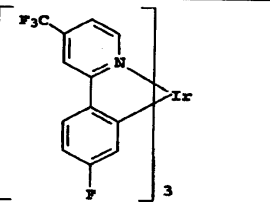
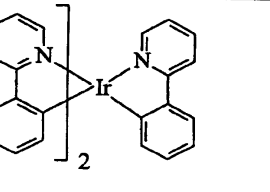
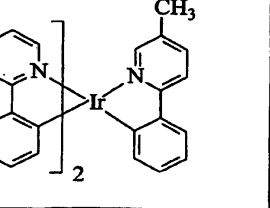
[0511] 일부 트리스-C,N-사이클로금속화 이리듐 착체의 구조식을 이하에 제시한다.

	<p>PD-1</p>
	<p>PD-2</p>
	<p>PD-3</p>
	<p>PD-4</p>

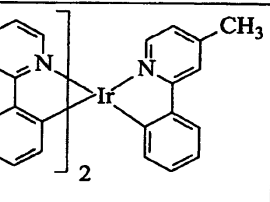
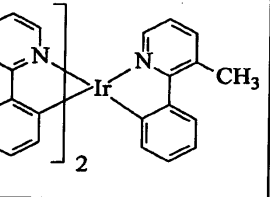
[0512]

	<p>PD-5</p>
	<p>PD-6</p>
	<p>PD-7</p>
	<p>PD-8</p>

[0513]

	<p>PD-9</p>
	<p>PD-10</p>
	<p>PD-11</p>
	<p>PD-12</p>
	<p>PD-13</p>

[0514]

	<p>PD-14</p>
	<p>PD-15</p>

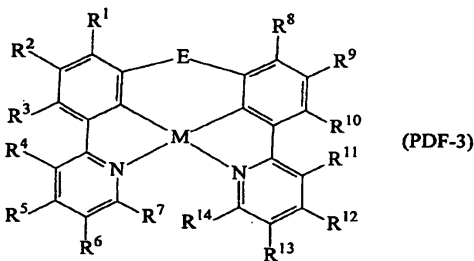
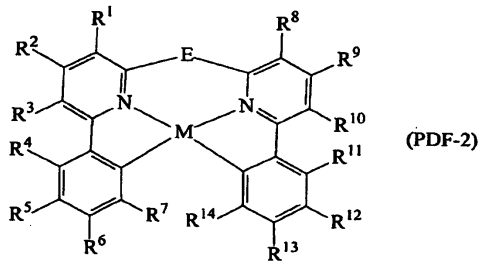
[0515]

[0516]

식 PDF-11에 따른 적합한 인광 물질은 C,N-사이클로금속화 리간드(들)와 더불어, C,N-사이클로금속화가 아닌 일 음이온성 두자리 리간드(들) X-Y를 또한 함유할 수 있다. 통상적인 예로는 베타-다이케톤에이트, 예컨대 아세틸아세톤에이트 및 쉬프(Schiff) 염기, 예컨대 피콜린에이트가 있다. 식 1에 따른 이러한 혼합된 리간드 착체의 예로는 비스(2-페닐피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(아세틸아세톤에이트), 비스(2-(2'-벤조싸이엔일)피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(아세틸아세톤에이트) 및 (2-(4',6'-다이플루오로페닐)-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(피콜린에이트)가 포함된다.

[0517] 식 PDF-1에 따른 다른 중요한 인광 물질은 C,N-사이클로금속화 Pt(II) 착체, 예컨대 시스-비스(2-페닐피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)플래티늄(II), 시스-비스(2-(2'-싸이엔일)피리디나토-N,C<sup>3'</sup>)플래티늄(II), 시스-비스(2-(2'-싸이엔일)퀴놀리나토-N,C<sup>5'</sup>)플래티늄(II) 또는 (2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)플래티늄(II)(아세틸아세톤에이트)를 포함한다.

[0518] 식 PDF-1로 표시되는 두자리 C,N-사이클로금속화 착체와 더불어, 다수의 적합한 인광 이미터는 여러자리 C,N-사이클로금속화 리간드를 함유한다. 본 발명에 사용하기 적합한 세자리 리간드를 갖는 인광 이미터는 US 6,824,895 및 US 10/729,238 및 그 안의 참고문헌에 개시되어 있으며, 이들은 본원에 참고로 인용하고 있다. 본 발명에 사용하기 적합한 네자리 리간드를 갖는 인광 이미터는 하기 식으로 나타낸다.

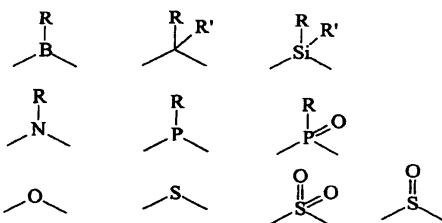


[0519] 상기 식에서,  
 [0520] M은 Pt 또는 Pd이고;

[0521] M은 Pt 또는 Pd이고;  
 [0522] R<sup>1</sup> 내지 R<sup>7</sup>은 수소 또는 독립적으로 선택된 치환기이되, R<sup>1</sup>과 R<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>와 R<sup>3</sup>, R<sup>3</sup>과 R<sup>4</sup>, R<sup>4</sup>와 R<sup>5</sup>, R<sup>5</sup>와 R<sup>6</sup>, R<sup>6</sup>과 R<sup>7</sup>은 연결되어 고리 기를 형성할 수 있고;

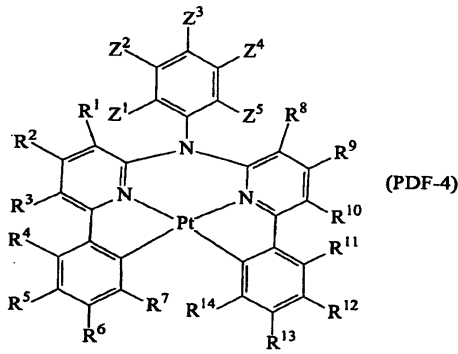
[0523] R<sup>8</sup> 내지 R<sup>14</sup>는 수소 또는 독립적으로 선택된 치환기이되, R<sup>8</sup>과 R<sup>9</sup>, R<sup>9</sup>와 R<sup>10</sup>, R<sup>10</sup>과 R<sup>11</sup>, R<sup>11</sup>과 R<sup>12</sup>, R<sup>12</sup>와 R<sup>13</sup>, R<sup>13</sup>과 R<sup>14</sup>는 연결되어 고리 기를 형성할 수 있고;

[0524] E는



[0525] 로부터 선택된 가교 기이고;  
 [0526] 여기서, R 및 R'는 수소 또는 독립적으로 선택된 치환기이되, R과 R'이 합쳐져 고리 기를 형성할 수도 있다.

[0527] 한 바람직한 실시양태에서, 본 발명에 사용하기 적합한 네자리 C,N-사이클로금속화 인광 이미터는 하기 식으로 표시된다.



[0529]

[0530]

상기 식에서,

[0531]

R<sup>1</sup> 내지 R<sup>7</sup>은 수소 또는 독립적으로 선택된 치환기이되, R<sup>1</sup>과 R<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>와 R<sup>3</sup>, R<sup>3</sup>과 R<sup>4</sup>, R<sup>4</sup>와 R<sup>5</sup>, R<sup>5</sup>와 R<sup>6</sup>, R<sup>6</sup>과 R<sup>7</sup>은 합쳐져 고리 기를 형성할 수 있고;

[0532]

R<sup>8</sup> 내지 R<sup>14</sup>는 수소 또는 독립적으로 선택된 치환기이되, R<sup>8</sup>과 R<sup>9</sup>, R<sup>9</sup>와 R<sup>10</sup>, R<sup>10</sup>과 R<sup>11</sup>, R<sup>11</sup>과 R<sup>12</sup>, R<sup>12</sup>와 R<sup>13</sup>, R<sup>13</sup>과 R<sup>14</sup>는 연결되어 고리 기를 형성할 수 있고;

[0533]

Z<sup>1</sup> 내지 Z<sup>5</sup>는 수소 또는 독립적으로 선택된 치환기이되, Z<sup>1</sup>과 Z<sup>2</sup>, Z<sup>2</sup>와 Z<sup>3</sup>, Z<sup>3</sup>과 Z<sup>4</sup>, Z<sup>4</sup>와 Z<sup>5</sup>는 합쳐져 고리 기를 형성할 수 있다.

[0534]

네자리 C,N-사이클로금속화 리간드를 갖는 인광 이미터의 예는 아래 표시되는 (PD-16) 내지 (PD-18)을 포함한다.

	<p>PD-16</p>
	<p>PD-17</p>
	<p>PD-18</p>

[0535]

[0536]

식 (PDF-1) 내지 (PDF-4)에 따른 C,N-사이클로금속화 인광 물질의 발광 파장(칼라)은 주로 최저 에너지 광학 전이에 지배되며, 따라서 C,N-사이클로금속화 리간드의 선택에 의해 지배된다. 예를 들면, 2-페닐-피리디나토-N,C<sup>2'</sup> 착체는 전형적으로 녹색 발광이지만, 1-페닐-아이소퀴놀리놀라토-N,C<sup>2'</sup> 착체는 전형적으로 적색 발광이다. 하나 초과 C,N-사이클로금속화 리간드를 갖는 착체의 경우, 발광은 최장 파장 발광의 성질을 갖는 리간드의

것일 것이다. 발광 파장은 C,N-사이클로금속화 리간드에 대한 치환기의 영향에 의해 추가로 이동될 수 있다. 예를 들면, 고리 A 상의 적절한 위치에서의 전자 공여 기의 치환, 또는 고리 B 상의 전자-끌기 기의 치환은 비치환된 C,N-사이클로금속화 리간드 착체에 비해 발광을 청색-이동시키려는 경향을 갖는다. 더 전자-끌기 성질을 갖는 식 (PDF-1)에서 일 음이온성 두자리 리간드 X,Y를 선택하면, 이 또한 C,N-사이클로금속화 리간드 착체의 발광을 청색-이동시키려는 경향을 갖는다. 고리 A 상의 전자-끌기 성질 또는 고리 B 상의 전자-끌기 성질을 갖는 일 음이온성 두자리 리간드를 갖는 착체의 예로는 비스(2-(4',6'-다이플루오로페닐)-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(피콜리네이트); 비스(2-(5'-(4"-트라이플루오로메틸페닐)-4',6'-다이플루오로페닐)-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(피콜리네이트); 비스(2-(5'-페닐-4',6'-다이플루오로페닐)-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(피콜리네이트); 비스(2-(5'-사이아노-4',6'-다이플루오로페닐)-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(피콜리네이트); 비스(2-(4',6'-다이플루오로페닐)-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(테트라키스(1-피라졸릴)보레이트); 비스(2-(4',6'-다이플루오로페닐)-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)(2-((3-트라이플루오로메틸)-1H-피라졸-5-일)-피리디나토-N,N')이리듐(III); 비스(2-(4',6'-다이플루오로페닐)-4-메틸피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)(2-((3-트라이플루오로메틸)-1H-피라졸-5-일)-피리디나토-N,N')이리듐(III); 및 비스(2-(4',6'-다이플루오로페닐)-4-메톡시피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)(2-((3-트라이플루오로메틸)-1H-피라졸-5-일)-피리디나토-N,N')이리듐(III)이 포함된다.

[0537] 식 (PDF-1)에 따른 인광 물질 중의 중심 금속 원자는 Rh, Ir, Pd 또는 Pt일 수 있다. 바람직한 금속 원자는 Ir 및 Pt인데, 이는 이들이 제 3 전이 시리즈의 원자로 일반적으로 수득되는 더 강한 스핀-궤적 커플링 상호작용에 따라 더 높은 인광 양적 효율을 획득하는 경향을 갖기 때문이다.

[0538] C,N-사이클로금속화 리간드를 포함하지 않는 다른 인광 물질들이 알려져 있다. 말레오나이트릴다이싸이올레이트와의 Pt(II), Ir(I) 및 Rh(I)의 인광 착체가 보고되어 있다(존슨(C.E. Johnson) 등의 문헌 [J. Am. Chem. Soc., 105,1795-1802(1983)]). Re(I) 트라이카본일 다이이민 착체가 또한 높은 인광성인 것으로 알려져 있다(라이톤(M. Wrighton) 및 모스(D.L. Morse)의 문헌 [J. Am. Chem. Soc., 96, 998-1003(1974)]; 스투프켄스(D.J. Stufkens)의 문헌 [Comments Inorg. Chem., 13, 359-385(1992)]; 얀(V.W.W. Yam)의 문헌 [Chem. Commun., 2001, 789-796]). 사이아노 리간드 및 바이피리딜 또는 펜안트롤린 리간드를 포함하는 리간드의 조합을 함유하는 Os(II) 착체는 중합체 OLED에서 또한 증명되어 왔다(마(Y. Ma) 등의 문헌 [Synthetic Metals, 94, 245-248(1998)]).

[0539] 포피린 착체, 예컨대 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포피린 플래티넘(II)이 또한 유용한 인광 물질이다.

[0540] 유용한 인광 물질의 또 다른 예로는 3가 란타넘계의 배위 착체, 예컨대 Tb<sup>3+</sup> 및 Eu<sup>3+</sup>가 포함된다(키도(J. Kido) 등의 문헌 [Chem Lett., 657(1990)]; [J Alloys and Compounds, 192, 30-33(1993)]; [Jpn J Appl Phys, 35, L394-6(1996)] 및 [App. Phys. Lett., 65, 2124 (1994)]).

[0541] 적합한 인광 물질에 대한 추가 정보는 US 6303238, WO 00/57676, WO 00/70655, WO 01/41512, US 2002/0182441, US 2003/0017361, US 2003/0072964, US 6413656, US 6687266, US 2004/0086743, US 2004/0121184, US 2003/0059646, US 2003/0054198, EP 1239526, EP 1238981, EP 1244155, US 2002/0100906, US 2003/0068526, US 2003/0068535, JP 2003073387, JP 2003/073388, US 6677060, US 2003/0235712, US 2004/0013905, US 6733905, US 6780528, US 2003/0040627, JP 2003059667, JP 2003073665, US 2002/0121638, EP 1371708, US 2003/010877, WO 03/040256, US 2003/0096138, US 2003/0173896, US 6670645, US 2004/0068132, WO 2004/015025, US 2004/0072018, US 2002/0134984, WO 03/079737, WO 2004/020448, WO 03/091355, US 10/729402, US 10/729712, US 10/729738, US 10/729238, US 10/729246, US 10/729207 및 US 10/729263에서 찾을 수 있다.

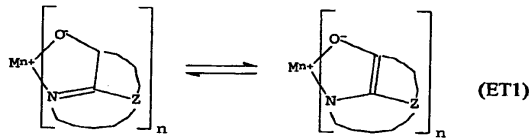
[0542] 전자-수송 층(ETL)

[0543] 전자-주입 층과 발광 층 사이의 상기 전자-수송 층에 침적된 전자-수송 물질은 전자-수송 코-호스트 물질과 동일하거나 상이할 수 있다. 전자-수송 층은 블렌드로서 또는 별도의 층으로 분리되어 침적된 하나 초과 전자-수송 화합물을 포함할 수 있다.

[0544] 본 발명의 바람직한 전자-수송 물질은 본원의 초반부에 기재되어 있다. ETL에 사용하기에 적합한 다른 전자-수송 물질은, 옥신 자체(또한 8-퀴놀린을 또는 8-하이드록시퀴놀린으로서 통상적으로 일컬어짐)의 킬레이트화물을



비롯한 금속-킬레이트화된 옥시노이드 화합물을 포함한다. 이러한 화합물은 전자-주입 층으로부터 전자를 수용하고, 이들을 수송하고, LEL 내에 주입시켜 높은 수준의 성능을 나타내며, 박막의 형태로 용이하게 제조된다. 고려되는 옥시노이드 화합물의 예는 하기 식 ET1을 충족시키는 것이다.



[0545]

상기 식에서,

[0546]

M은 금속이고;

[0547]

n은 1 내지 4의 정수이고;

[0548]

Z는 각 경우 독립적으로 2개 이상의 융합된 방향족 고리를 갖는 핵을 완성시키는 원자이다.

[0549]

상기 내용으로부터, 금속은 1가, 2가, 3가 또는 4가 금속일 수 있음이 명백하다. 금속은 예를 들어 리튬, 나트륨 또는 칼륨과 같은 알칼리금속; 마그네슘 또는 칼슘과 같은 알칼리토금속; 알루미늄 또는 갈륨과 같은 토륨 금속; 또는 아연 또는 지르코늄과 같은 전이금속일 수 있다. 일반적으로 유용한 킬레이트화 금속으로 알려진 임의의 1가, 2가, 3가 또는 4가 금속을 사용할 수 있다.

[0550]

Z는 둘 이상의 융합된 방향족 고리를 함유하는 헤테로사이클릭 핵을 완성시키는데, 상기 방향족 고리 중 하나 이상은 아졸 또는 아진 고리이다. 필요한 경우, 지방족 고리 및 방향족 고리를 비롯한 추가의 고리를 2개의 요구되는 고리와 융합시킬 수 있다. 기능을 개선시키지 않으면서 분자 벌크성을 부가하는 것을 피하기 위하여, 고리 원자의 수는 통상 18개 이하로 유지시킨다.

[0551]

유용한 킬레이트화된 옥시노이드 화합물의 예는 다음 화합물이다.

[0552]

CO-1: 알루미늄 트리스옥신[일명, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III); Alq];

[0553]

CO-2: 마그네슘 비스옥신[일명, 비스(8-퀴놀리놀라토)마그네슘(II)];

[0554]

CO-3: 비스[벤조{f}-8-퀴놀리놀라토]징크(II);

[0555]

CO-4: 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)-μ-옥소-비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III);

[0556]

CO-5: 인듐 트리스옥신[일명, 트리스(8-퀴놀리놀라토)인듐];

[0557]

CO-6: 알루미늄 트리스(5-메틸옥신)[일명, 트리스(5-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)];

[0558]

CO-7: 리튬 옥신[일명, (8-퀴놀리놀라토)리튬(I)];

[0559]

CO-8: 갈륨 옥신[일명, 트리스(8-퀴놀리놀라토)갈륨(III)];

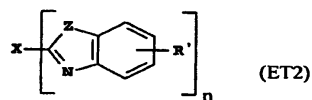
[0560]

CO-9: 지르코늄 옥신[일명, 테트라(8-퀴놀리놀라토)지르코늄(IV)].

[0561]

전자-수송 층에 사용하기 적합한 다른 전자-수송 물질은 US 4,356,429에 개시된 다양한 뷰타다이엔 유도체 및 US 4,539,507에 기재된 다양한 헤테로사이클릭 광학 증백제를 포함한다. 하기 식 ET2를 충족시키는 벤즈아졸도 또한 유용한 전자-수송 물질이다.

[0562]



[0563]

상기 식에서,

[0564]

n은 3 내지 8의 정수이고;

[0565]

Z는 O, NR 또는 S이고;

[0566]

R 및 R'은 독립적으로 수소; 1 내지 24개의 탄소 원자를 갖는 알킬, 예를 들어 프로필, t-부틸, 헵틸 등; 탄소 원자 5 내지 20개의 아릴 또는 헤테로원자 치환된 아릴, 예컨대 페닐 및 나프틸, 퓨릴, 싸이엔일, 피리딜, 퀴놀

[0567]

린일 및 다른 헤테로사이클릭 시스템; 또는 클로로, 플루오로와 같은 할로; 또는 융합된 방향족 고리를 완성하는데 필요한 원자이고;

[0568] X는, 다수의 벤즈아졸을 함께 공액 또는 비공액 연결하는, 탄소, 알킬, 아릴, 치환된 알킬 또는 치환된 아릴로 이루어진 연결 단위이다.

[0569] 유용한 벤즈아졸의 예는 시(Shi) 등의 US 5,766,779에 개시된 2,2',2''-(1,3,5-페닐렌)트리스[1-페닐-1H-벤즈이미다졸](TPBI)이다.

[0570] 전자-수송 층에 사용하기 적합한 다른 전자-수송 물질은 트리아진, 트리아아졸, 이미다졸, 옥사졸, 싸이아졸 및 이들의 유도체, 폴리벤조비스아졸, 피리딘- 및 퀴놀린계 물질, 사이아노-함유 중합체 및 과플루오르화된 물질로부터 선택될 수 있다.

[0571] 캐소드

[0572] 발광이 애노드(103)를 통해서만 보이는 경우, 본 발명에 사용되는 캐소드는 거의 임의의 전도성 물질로 이루어질 수 있다. 바람직한 물질은 우수한 필름-형성 특성을 가져, 아래에 놓인 유기 층과의 우수한 접촉을 보장하고 낮은 전압에서 전자-주입을 촉진시키며 우수한 안정성을 갖는다. 유용한 캐소드 물질은 흔히 낮은 일 함수의 금속(4.0 eV 미만) 또는 금속 합금을 함유한다. 한 유용한 캐소드 물질은 US 4,885,221에 기재된 바와 같은 은의 백분율이 1 내지 20%인 Mg:Ag 합금으로 구성된다. 캐소드 물질의 다른 적합한 부류는, 전도성 금속의 더 두꺼운 층으로 덮히는 유기 층과 접촉하는 얇은 전자-주입 무기 층을 포함하는 2층을 포함한다. 여기서, 무기 물질은 바람직하게는 낮은 일 함수의 금속 또는 금속 염을 포함하며, 이러한 경우 더 두꺼운 캡핑 층은 낮은 일 함수를 가질 필요가 없다. 이러한 하나의 캐소드는 US 5,677,572에 기재된 바와 같은 LiF의 박층 및 이어서 Al의 더 두꺼운 층으로 이루어진다. US 6,013,384에 개시된 바와 같은 Li-도핑된 Alq가 유용한 EIL의 다른 예이다. 다른 유용한 캐소드 물질 세트는 US 5,059,861, 5,059,862 및 6,140,763에 개시된 것을 포함하지만 이에 국한되지는 않는다.

[0573] 발광이 캐소드를 통해 보이는 경우, 캐소드는 투명하거나 거의 투명해야 한다. 이러한 용도에서, 금속은 얇아야 하거나 또는 투명한 전도성 산화물 또는 이들 물질의 조합을 사용해야 한다. 광학적으로 투명한 캐소드는 US 4,885,211, US 5,247,190, JP 3,234,963, US 5,703,436, US 5,608,287, US 5,837,391, US 5,677,572, US 5,776,622, US 5,776,623, US 5,714,838, US 5,969,474, US 5,739,545, US 5,981,306, US 6,137,223, US 6,140,763, US 6,172,459, EP 1 076 368, US 6,278,236 및 US 6,284,393에 더 상세하게 기재되어 있다. 증발, 스퍼터링 또는 화학적 증착과 같은 임의의 적합한 방법에 의해 캐소드 물질을 전형적으로 침적시킨다. 필요한 경우, 마스크를 통한 침적, US 5,276,380 및 EP 0 732 868에 기재된 일체형 웨도우 마스크, 레이저 삭마 및 선택적인 화학적 증착을 포함하지만 이에 국한되지는 않은 다수의 널리 공지된 방법을 통해 패턴화시킬 수 있다.

[0574] 다른 유용한 유기 층 및 디바이스 구성

[0575] 일부 예에서는, 층(109 및 111)은 선택적으로 발광 및 전자-수송을 지지하는 기능을 하는 단일 층으로 합쳐질 수 있다. 또한 당해 분야에서는 발광 물질이 호스트로서 기능할 수 있는 정공-수송 층에 첨가될 수 있음이 알려져 있다. 예를 들면, 청색- 및 황색-발광 물질, 청록색- 및 적색-발광 물질, 또는 적색-, 녹색- 및 청색-발광 물질을 조합함으로써 백색-발광 OLED를 생성시키기 위하여 다수의 물질을 하나 이상의 층에 첨가할 수 있다. 백색-발광 디바이스는 예를 들어 EP 1 187 235, EP 1 182 244, US 5,683,823, US 5,503,910, US 5,405,709, US 5,283,182, US 20020186214, US 20020025419, US 20040009367 및 US 6,627,333에 기재되어 있다.

[0576] 추가의 층, 예컨대 여기자 또는 전자-차단 층(108) 및/또는 정공-차단 층(110)이 당해 분야에서 교시하는 바와 같이 본 발명의 디바이스에 사용될 수 있다.

[0577] 본 발명은 예컨대 US 5,703,436 및 US 6,337,492에 교시된 바와 같이 소위 스택형(stacked) 디바이스 구성에 사용될 수 있다.

[0578] 유기 층의 침적

[0579] 앞서 언급된 유기 물질은 승화와 같은 증기상 방법을 통해 적합하게 침적되며, 필름 형성을 개선시키기 위하여 선택적인 결합제와 함께 유체로부터, 예컨대 용매로부터 침적될 수 있다. 물질이 중합체인 경우, 용매 침적이 유용하지만, 도너 시트로부터의 스퍼터링 또는 열 전달과 같은 다른 방법이 사용될 수 있다. 승화에 의해 침적되는 물질을 예컨대 US 6,237,529에 기재된 바와 같이 흔히 탄탈 물질로 이루어진 승화 "보트(boat)"로부터 기화시킬 수 있거나, 또는 먼저 도너 시트 상으로 코팅한 후, 기판에 더 근접시켜 승화시킬 수 있다. 물질의 혼

합물을 갖는 층은 별도의 승화 보트를 사용할 수 있거나, 또는 물질을 미리 혼합하고 단일 보트 또는 도너 시트로부터 코팅시킬 수 있다. 웨도우 마스크, 일체형 웨도우 마스크(US 5,294,870), 도너 시트로부터의 공간-한정된 열 염료 전사(US 5,688,551, US 5,851,709 및 US 6,066,357) 또는 잉크젯 방법(US 6,066,357)을 이용하여 패턴화된 침적을 달성할 수 있다.

[0580] 본 발명의 물질을 침적시키는 바람직한 방법들 중 하나는 US 2004/0255857 및 USSN 10/945,941에서 여러 소오스 증발기를 사용하여 본 발명의 각 물질들을 증발시키는 것에 대해 기재되어 있다. 다른 바람직한 방법은, 온도가 제어되는 물질 공급 경로를 따라 물질을 칭량하는 플래쉬 증발의 사용을 포함한다. 이러한 바람직한 방법은 다음의 공동-양도된 특허출원들에 기재되어 있다. USSN 10/784,585; USSN 10/805,980; USSN 10/945,940; USSN 10/945,941; USSN 11/050,924 및 USSN 11/050,934. 상기 방법을 사용하면, 각각의 물질이 여러 소오스 증발기를 사용하여 증발될 수 있거나, 또는 고체 물질이 동일한 소오스 증발기를 사용하여 증발시키기 전에 혼합될 수 있다.

[0581] 캡슐화

[0582] 대부분의 OLED 디바이스는 수분 또는 산소, 또는 둘 다에 대해 민감성이며, 이들을 질소 또는 아르곤과 같은 불활성 대기 중에서 통상적으로 밀봉시킨다. 불활성 대기에서 OLED 디바이스 밀봉시, 보호 덮개가 유기 접착제, 금속 뱀납 또는 저융점 유리를 사용하여 부착될 수 있다. 통상적으로 게터(getter) 또는 건조제가 또한 밀봉된 공간 내에 제공된다. 유용한 게터 및 건조제로는 알칼리 및 알칼리성 금속, 알루미늄, 보크사이트, 황산칼슘, 클레이, 실리카 겔, 제올라이트, 알칼리금속 산화물, 알칼리토금속 산화물, 황산염, 또는 금속 할로젠화물 및 과염소산염이 포함된다. 캡슐화 및 건조 방법은 US 6,226,890에 기재된 방법을 포함하지만 이에 국한되지는 않는다. 또한, 캡슐화를 위한 SiO<sub>x</sub>, 테플론 및 교호성 무기/중합체 층과 같은 차단 층이 당해 분야에 알려져 있다.

[0583] 광학 최적화

[0584] 본 발명의 OLED 디바이스는 필요한 경우 이의 특성을 증강시키기 위하여 널리 알려진 다양한 광학 효과를 이용할 수 있다. 이는 최대 광 투과율을 획득하도록 층 두께를 최적화시키거나, 유전성 거울 구조체를 제공하거나, 반사성 전극을 광-흡수 전극으로 대체하거나, 번쩍임 방지 또는 반사 방지 코팅을 디스플레이 위에 제공하거나, 디스플레이 위에 편광 매질을 제공하거나, 또는 디스플레이의 발광 영역과의 기능적 관계에서의 착색, 중성 밀도 또는 칼라-전환 필터를 제공함을 포함한다. 필터, 편광기 및 번쩍임 방지 또는 반사 방지 코팅을 커버 위에 또는 커버의 일부로서 제공할 수 있다.

[0585] OLED 디바이스는 미소강(microcavity) 구조체를 가질 수 있다. 유용한 실시예에서, 금속 전극들 중 하나는 본질적으로 불투명하고 반사적이고, 다른 하나는 반사적이고 반투명이다. 반사성 전극은 Au, Ag, Mg, Ca, Al 또는 이들의 합금으로부터 선택되는 것이 바람직하다. 2개의 반사성 금속 전극의 존재 때문에, 디바이스는 미소강 구조체를 갖는다. 이 구조체 내의 강한 광학적 간섭이 공명 조건에서 발생한다. 공명 파장에 인접한 발광이 증강되고, 공명 파장으로부터 먼 발광은 억압된다. 광학 경로 길이는 유기 층들의 두께를 선택함으로써 또는 전극들 사이에 투명한 광학적 스페이서를 위치시킴으로써 조정될 수 있다. 예를 들면, 본 발명의 OLED 디바이스는 유기 EL 매질 위의 반투명 캐소드와 함께 반사성 애노드와 유기 EL 매질 사이에 위치한 ITO 스페이서 층을 가질 수 있다.

### 실시예

[0586] 본 발명 및 그의 장점은 하기 실시예들에 의해 잘 이해될 수 있다.

[0587] 디바이스 실시예 1-1 내지 1-6

[0588] 본 발명의 요건을 충족시키는 EL 디바이스(디바이스 1-1)를 하기 방식으로 제작하였다.

[0589] 1. 애노드로서의 인듐-주석 산화물(ITO) 약 25 nm 층으로 코팅된 유리 기판을 연속적으로 시판 중인 세제 중에서 초음파 처리하고, 탈이온수 중에서 행군 후, 톨루엔 증기 중에서 탈그리스화시키고(degrease), 산소 플라즈마에 1분 동안 노출시켰다.

[0590] 2. US 6,208,075에 기재된 바와 같이 CHF<sub>3</sub>의 플라즈마-보조된 침적에 의해 ITO 상에 1 nm의 플루오르카본(CF<sub>x</sub>)

정공-주입 층(HIL)을 침적시켰다.

- [0591] 3. 그 다음, N,N'-다이-1-나프틸-N,N'-다이페닐-4,4'-다이아미노바이페닐(NPB)의 정공-수송 층(HTL)을 75 nm의 두께로 진공 침적시켰다.
- [0592] 4. 4,4',4"-트리스(카바졸릴)-트라이페닐아민(TCTA)의 여기자/전자-차단 층(EBL)을 10 nm의 두께로 진공 침적시켰다.
- [0593] 5. 그 다음, 전자-수송 코-호스트로서의 2,2',2"-(1,3,5-페닐렌)트리스[1-페닐-1H-벤즈이미다졸](TPBI), 정공-수송 코-호스트로서의 TCTA, 청색 인광 이미터로서의 트리스(2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)[즉, (Ir(F<sub>2</sub>ppy)<sub>3</sub>)]의 혼합물로 이루어진 35 nm 발광 층(LEL)을 여기자/전자-차단 층에 진공 침적시켰다. TCTA는 LEL 내의 전체 코-호스트 물질의 30중량%를 구성하고, Ir(F<sub>2</sub>ppy)<sub>3</sub>은 전체 코-호스트 물질의 8중량%를 구성한다.
- [0594] 6. 20 nm의 두께를 갖는 2-페닐-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(PADN)의 전자-수송 층(ETL)을 LEL 상에 진공 침적시켰다.
- [0595] 7. 10 nm의 두께를 갖는 4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(Bphen)의 전자-주입 층(EIL)을 ETL 상에 진공 침적시켰다.
- [0596] 8. 리튬 플루오라이드 0.5 nm를 EIL 상에 진공 침적시킨 후, 알루미늄 100 nm 층을 침적시켜 2층 캐소드를 형성하였다.
- [0597] 상기 순서대로 EL 디바이스의 침적을 완료하였다. 따라서, 디바이스 1-1은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(75 nm)/TCTA(10 nm)/(TPBI+30중량% TCTA)+8중량% Ir(F<sub>2</sub>ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/PADN(20 nm)/Bphen(10 nm)/LiF/Al. 그 다음, 주변 환경으로부터 보호하기 위하여 디바이스를 건조제와 함께 건조된 글로브 박스에 밀봉 포장하였다.
- [0598] 본 발명의 요건을 충족하는 EL 디바이스(디바이스 1-2)를 디바이스 1-1과 동일한 방식으로 제조하되, ETL은 TPBI 10 nm 층이고, EIL은 Alq 20 nm 층이었다. 디바이스 1-2는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(75 nm)/TCTA(10 nm)/(TPBI+30중량% TCTA)+8중량% Ir(F<sub>2</sub>ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/TPBI(10 nm)/Alq(20 nm)/LiF/Al.
- [0599] 본 발명의 요건을 충족하지 않는 비교용 EL 디바이스(디바이스 1-3)를 디바이스 1-1과 동일한 방식으로 제조하되, TCTA를 LEL 내에 포함시키지 않고, TPBI를 Ir(F<sub>2</sub>ppy)<sub>3</sub>에 대한 호스트로서 사용하였다. 디바이스 1-3은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(75 nm)/TCTA(10 nm)/TPBI+8중량% Ir(F<sub>2</sub>ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/PADN(20 nm)/Bphen(10 nm)/LiF/Al.
- [0600] 본 발명의 요건을 충족하지 않는 비교용 EL 디바이스(디바이스 1-4)를 디바이스 1-1과 동일한 방식으로 제조하되, TPBI를 Ir(F<sub>2</sub>ppy)<sub>3</sub>에 대한 호스트로서 사용하고, ETL은 TPBI 10 nm 층이고, EIL은 Alq 20 nm 층이었다. 디바이스 1-4는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(75 nm)/TCTA(10 nm)/TPBI+8중량% Ir(F<sub>2</sub>ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/TPBI(10 nm)/Alq(20 nm)/LiF/Al.
- [0601] 본 발명의 요건을 충족하지 않는 비교용 EL 디바이스(디바이스 1-5)를 디바이스 1-1과 동일한 방식으로 제조하되, TPBI를 LEL 내에 포함시키지 않고, TCTA를 Ir(F<sub>2</sub>ppy)<sub>3</sub>에 대한 호스트로서 사용하였다. 디바이스 1-5는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(75 nm)/TCTA(10 nm)/TCTA+8중량% Ir(F<sub>2</sub>ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/PADN(20 nm)/Bphen(10 nm)/LiF/Al.
- [0602] 본 발명의 요건을 충족하지 않는 비교용 EL 디바이스(디바이스 1-6)를 디바이스 1-1과 동일한 방식으로 제조하되, TCTA를 Ir(F<sub>2</sub>ppy)<sub>3</sub>에 대한 호스트로서 사용하고, ETL은 TPBI 10 nm 층이고, EIL은 Alq 20 nm 층이었다. 디바이스 1-6은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(75 nm)/TCTA(10 nm)/TCTA+8중량% Ir(F<sub>2</sub>ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/TPBI(10 nm)/Alq(20 nm)/LiF/Al.
- [0603] 이와 같이 형성된 EIL을 1 mA/cm<sup>2</sup>의 작동 전류 밀도에서 효율 및 칼라에 대해 시험하고, 그 결과를 발광 수율(cd/A), 전압(V), 전력 효율(lm/W) 및 CIE(Commission Internationale de L' Eclairage) 좌표의 형태로 표 1에

기록하였다.

**표 1**

디바이스 1-1 내지 1-6의 평가 결과

디바이스	호스트	ETL/EIL	전압, V	발광 수율, cd/A	전력 효율, lm/W	CIEx; CIEy	실시에
1-1	TPBI+TCTA	PADN Bphen	3.3	17.5	16.7	0.159; 0.368	본 발명
1-2	TPBI+TCTA	TPBI Alq	4.4	14.6	10.4	0.159; 0.351	본 발명
1-3	TPBI	PADN Bphen	3.6	5.1	4.4	0.168; 0.355	비교예
1-4	TPBI	TPBI Alq	6.0	3.7	1.9	0.167; 0.349	비교예
1-5	TCTA	PADN Bphen	4.6	3.0	2.0	0.154; 0.242	비교예
1-6	TCTA	TPBI Alq	5.2	2.7	1.6	0.152; 0.306	비교예

[0604]

[0605]

표 1에서 확인할 수 있는 바와 같이, 본 발명의 디바이스 1-1 및 1-2가, 인광 이미터가 순수 호스트 내에 도핑된 디바이스 1-3 내지 1-6에 비해 높은 발광 효율 및 낮은 구동 전압을 갖는 것으로 나타났다.

[0606]

디바이스 실시예 2-1 내지 2-5

[0607]

이들 디바이스는 녹색 인광 이미터로서 트리스(2-페닐-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)[즉, (Ir(ppy)<sub>3</sub>)]을 사용한 다.

[0608]

본 발명의 요건을 충족시키는 EL 디바이스(디바이스 2-1)를 하기 방식으로 제작하였다.

[0609]

1. 애노드로서의 인듐-주석 산화물(ITO) 약 25 nm 층으로 코팅된 유리 기판을 연속적으로 시판 중인 세제 중에서 초음파 처리하고, 탈이온수 중에서 헹군 후, 톨루엔 증기 중에서 탈그리스화시키고, 산소 플라즈마에 1분 동안 노출시켰다.

[0610]

2. US 6,208,075에 기재된 바와 같이 CHF<sub>3</sub>의 플라즈마-보조된 침적에 의해 ITO 상에 1 nm의 플루오르카본(CF<sub>x</sub>) 정공-주입 층(HIL)을 침적시켰다.

[0611]

3. 그 다음, N,N'-다이-1-나프틸-N,N'-다이페닐-4,4'-다이아미노바이페닐(NPB)의 정공-수송 층(HTL)을 95 nm의 두께로 진공 침적시켰다.

[0612]

4. 4,4',4"-트리스(카바졸릴)-트라이페닐아민(TCTA)의 여기자/전자-차단 층(EBL)을 10 nm의 두께로 진공 침적시켰다.

[0613]

5. 그 다음, 전자-수송 코-호스트로서의 비스(9,9'-스피로바이[9H-플루오렌]-2-일)-메탄온(INV-1), 정공-수송 코-호스트로서의 TCTA(LEL 내의 전체 코-호스트 물질의 30중량%의 농도로 존재함), 및 녹색 인광 이미터로서의 트리스(2-페닐-피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)[즉, (Ir(ppy)<sub>3</sub>)](전체 코-호스트 물질에 대해 6중량%의 농도로 존재함)의 혼합물로 이루어진 35 nm 발광 층(LEL)을 여기자/전자-차단 층에 진공 침적시켰다.

[0614]

6. 40 nm의 두께를 갖는 비스(9,9'-스피로바이[9H-플루오렌]-2-일)-메탄온(INV-1)의 전자-수송 층(ETL)을 LEL 상에 진공 침적시켰다.

[0615]

7. 10 nm의 두께를 갖는 4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(Bphen)의 EIL을 ETL 상에 진공 침적시켰다.

[0616]

8. 리튬 플루오라이드 0.5 nm를 EIL 상에 진공 침적시킨 후, 알루미늄 150 nm 층을 침적시켜 2층 캐소드를 형성하였다.

[0617]

상기 순서대로 EL 디바이스의 침적을 완료하였다. 따라서, 디바이스 2-1은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(INV-1+30중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/INV-1(40 nm)/Bphen(10 nm)/LiF/Al. 그 다음, 주변 환경으로부터 보호하기 위하여 디바이스를 건조제와 함께 건조된 글로브 박스에 밀봉 포장하였다.

[0618]

본 발명의 요건을 충족하는 EL 디바이스(디바이스 2-2)를 디바이스 2-1과 동일한 방식으로 제조하되, ETL은 2-페닐-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(PADN) 40 nm 층이었다. 디바이스 2-2는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1



nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(INV-1+30중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/PADN(40 nm)/Bphen(10 nm)/LiF/Al.

[0619] 본 발명의 요건을 충족하는 EL 디바이스(디바이스 2-3)를 디바이스 2-1과 동일한 방식으로 제조하되, ETL은 N,N'-다이-2-나프틸-N,N'-다이페닐-9,10-안트라센다이아민(INV-6) 40 nm 층이었다.

[0620] 본 발명의 요건을 충족하는 EL 디바이스(디바이스 2-4)를 디바이스 2-1과 동일한 방식으로 제조하되, ETL은 TPBI 10 nm 층이고, EIL은 Alq 40 nm 층이었다. 디바이스 2-4는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(INV-1+30중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/TPBI(10 nm)/Alq(40 nm)/LiF/Al.

[0621] 본 발명의 요건을 충족하지 않는 비교용 EL 디바이스(디바이스 2-5)를 디바이스 2-1과 동일한 방식으로 제조하되, ETL은 INV-1 50 nm 층이고, INV-1 층은 리튬 플루오라이드에 인접하며, EIL이 제거된다. 디바이스 2-5는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(INV-1+30중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/INV-1(50 nm)/LiF/Al.

[0622] 이와 같이 형성된 디바이스를 1 mA/cm<sup>2</sup>의 작동 전류 밀도에서 효율 및 칼라에 대해 시험하고, 그 결과를 발광 수율(cd/A), 전압(V), 전력 효율(lm/W) 및 CIE 좌표의 형태로 표 2에 기록하였다.

**표 2**

디바이스 2-1 내지 2-5의 평가 결과

디바이스	ETL/EIL	전압, V	발광 수율, cd/A	전력 효율, lm/W	CIE <sub>x</sub> ; CIE <sub>y</sub>	실시에
2-1	INV-1 Bphen	3.6	52.3	45.9	0.315; 0.624	본 발명
2-2	PADN Bphen	2.9	56.9	62.0	0.328; 0.616	본 발명
2-3	INV-6 Bphen	2.9	54.5	59.6	0.347; 0.608	본 발명
2-4	TPBI Alq	4.5	53.5	37.3	0.323; 0.620	본 발명
2-5	INV-1 없음	6.0	38.1	19.9	0.313; 0.624	비교예

[0623]

[0624] 표 2는, 디바이스 2-1 내지 2-4가, EIL이 아닌 ETL만이 존재하는 디바이스 2-5에 비해 낮은 구동 전압 및 높은 발광 효율을 제공하는 것을 보여준다.

[0625] 디바이스 실시예 3-1 내지 3-4

[0626] 일련의 본 발명의 EL 디바이스 3-1 내지 3-4를 디바이스 2-1과 동일한 방식으로 제조하되, 전자-수송 층은 2-페닐-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(PADN)을 포함하였다. ETL 및 EIL 내의 물질의 두께는 하기 표 3에 제시되어 있다.

[0627] 본 발명의 요건을 충족하는 본 발명의 EL 디바이스(디바이스 3-4)를 디바이스 3-3과 동일한 방식으로 제조하되, 정공-수송 코-호스트 TCTA는 LEL 내의 전체 코-호스트 물질의 40중량%를 구성하였다. 디바이스 3-4는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(INV-1+40중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/PADN(40 nm)/Bphen(10 nm)/LiF/Al.

[0628] 이와 같이 형성된 디바이스를 1 mA/cm<sup>2</sup>의 작동 전류 밀도에서 효율 및 칼라에 대해 시험하고, 그 결과를 발광 수율(cd/A), 전압(V), 전력 효율(lm/W) 및 CIE 좌표의 형태로 표 3에 기록하였다.

**표 3**

디바이스 3-1 내지 3-4의 평가 결과

디바이스	PADN 두께, nm	Bphen 두께, nm	전압, V	발광 수율, cd/A	전력 효율, lm/W	CIEx, CIEy	실시에
3-1	47.5	2.5	3.4	58.1	53.7	0.328; 0.616	본 발명
3-2	45	5	3.0	58.1	60.8	0.328; 0.616	본 발명
3-3	40	10	2.9	56.9	62.0	0.328; 0.616	본 발명
3-4	40	10	2.9	59.4	64.3	0.326; 0.617	본 발명

[0629]

[0630]

ETL과 EIL의 층 두께를 일정하게 유지하면서 ETL 내의 화합물의 2개의 층의 두께를 변화시키는 경우, 전압 및 효율에서의 개선이 변하였다.

[0631]

디바이스 실시예 4-1 내지 4-4

[0632]

본 발명의 요건을 충족하는 EL 디바이스(디바이스 4-1)를 디바이스 2-1과 동일한 방식으로 제조하되, LEL 내의 전자-수송 코-호스트로서 비스(9,9'-스피로바이[9H-플루오렌]-2-일)-메탄온 대신 TPBI를 사용하고, ETL은 2-(*t*-뷰틸)-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(TBADN) 40 nm 층이었다. 디바이스 4-1은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(TPBI+30중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/TBADN(40 nm)/Bphen(10 nm)/LiF/Al.

[0633]

본 발명의 요건을 충족하는 본 발명의 EL 디바이스(디바이스 4-2)를 디바이스 4-1과 동일한 방식으로 제조하되, ETL은 TBADN 10 nm 층이고, EIL은 Alq 40 nm 층이었다. 디바이스 4-2는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(TPBI+30중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/TBADN(10 nm)/Alq(40 nm)/LiF/Al.

[0634]

본 발명의 요건을 충족하는 본 발명의 EL 디바이스(디바이스 4-3)를 디바이스 4-1과 동일한 방식으로 제조하되, ETL은 TPBI 10 nm 층이고, EIL은 Alq 40 nm 층이었다. 디바이스 4-3은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(TPBI+30중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/TPBI(10 nm)/Alq(40 nm)/LiF/Al.

[0635]

본 발명의 요건을 충족하지 않는 비교용 EL 디바이스(디바이스 4-4)를 디바이스 4-1과 동일한 방식으로 제조하되, EIL은 Alq 50 nm 층이고, Alq는 리튬 플루오라이드에 인접하였다. 디바이스 4-4는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(TPBI+30중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/Alq(50 nm)/LiF/Al.

[0636]

이와 같이 형성된 디바이스를 1 mA/cm<sup>2</sup>의 작동 전류 밀도에서 효율 및 칼라에 대해 시험하고, 그 결과를 발광 수율(cd/A), 전압(V), 전력 효율(lm/W) 및 CIE 좌표의 형태로 표 4에 기록하였다.

**표 4**

디바이스 4-1 내지 4-4의 평가 결과

디바이스	ETL EIL	전압, V	발광 수율, cd/A	전력 효율, Lm/W	CIEx; CIEy	실시에
4-1	TBADN Bphen	3.3	68.3	66.4	0.296; 0.634	본 발명
4-2	TBADN Alq	4.5	66.7	46.6	0.311; 0.627	본 발명
4-3	TPBI Alq	4.9	68.0	44.9	0.312; 0.626	본 발명
4-4	없음  Alq	4.7	57.5	38.3	0.312; 0.628	비교예

[0637]

[0638]

본 발명의 디바이스 4-1 및 4-2는 ETL이 아닌 EIL만이 존재하는 디바이스 4-4에 비해 낮은 구동 전압 및 높은 발광 효율을 제공한다. 본 발명의 디바이스 4-2는 또한 디바이스 4-4에 비해 개선된 발광 효율을 나타내며, 이는 2층 구조에서 요구되는 것을 나타낸다. 표 3에서 확인할 수 있는 바와 같이, EIL에 대해 상이한 물질을 사용하는 디바이스 4-1, 디바이스 4-2 및 4-3에서, EIL의 두께는 구동 전압의 개선에 영향을 미칠 수 있다. 이 경우, Alq의 더 얇은 층을 갖는 EIL은 디바이스 4-2 및 4-3에 비해 구동 전압에서의 개선을 나타낼 수 있다.

[0639] 디바이스 실시예 5-1 내지 5-3

[0640] 본 발명의 요건을 충족하는 EL 디바이스(디바이스 5-1)를 디바이스 2-1과 동일한 방식으로 제조하되, LEL 내의 전자-수송 코-호스트로서 비스(9,9'-스피로바이[9H-플루오렌]-2-일)-메탄온 대신 (5',6'-다이페닐[1,1':2',1"-터페닐]-3',4'-다이일)비스[페닐-메탄온(INV-3)을 사용하고, 정공-수송 코-호스트 TCTA는 LEL 내의 전체 코-호스트 물질의 40중량%를 구성하고, ETL은 PADN 40 nm 층이었다. 따라서, 디바이스 5-1은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(INV-3+40중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/PADN(40 nm)/Bphen(10 nm)/LiF/Al.

[0641] 본 발명의 요건을 충족하는 EL 디바이스(디바이스 5-2)를 디바이스 5-1과 동일한 방식으로 제조하되, ETL은 TPBI 10 nm 층이고, EIL은 Alq 40 nm 층이었다. 디바이스 5-2는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(INV-3+40중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/TPBI(10 nm)/Alq(40 nm)/LiF/Al.

[0642] 본 발명의 요건을 충족하지 않는 비교용 EL 디바이스(디바이스 5-3)를 디바이스 5-1과 동일한 방식으로 제조하되, ETL은 INV-3 50 nm 층이고, INV-3 층은 리튬 플루오라이드에 인접하였다. 디바이스 5-3은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(INV-3+40중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/INV-3(50 nm)/LiF/Al.

[0643] 이와 같이 형성된 디바이스를 1 mA/cm<sup>2</sup>의 작동 전류 밀도에서 효율 및 칼라에 대해 시험하고, 그 결과를 발광 수율(cd/A), 전압(V), 전력 효율(lm/W) 및 CIE 좌표의 형태로 표 5에 기록하였다.

**표 5**

디바이스 5-1 내지 5-3의 평가 결과

디바이스	ETL/EIL	전압, V	발광 수율, cd/A	전력 효율, lm/W	CIE <sub>x</sub> ; CIE <sub>y</sub>	실시예
5-1	PADN Bphen	3.6	56.2	49.0	0.337; 0.615	본 발명
5-2	TPBI Alq	5.9	48.4	25.8	0.319; 0.624	본 발명
5-3	INV-3 없음	17.4	46.7	8.4	0.342; 0.610	비교예

[0644]

[0645] 표 5는, 디바이스 5-1 및 5-2가, EIL이 아닌 ETL만이 존재하는 디바이스 5-3에 비해 낮은 구동 전압 및 높은 발광 효율을 제공하는 것을 보여준다.

[0646] 디바이스 실시예 6-1 내지 6-3

[0647] 본 발명의 요건을 충족하는 EL 디바이스(디바이스 6-1)를 디바이스 2-1과 동일한 방식으로 제조하되, LEL 내의 전자-수송 코-호스트로서 비스(9,9'-스피로바이[9H-플루오렌]-2-일)-메탄온 대신 3',4',5',6'-테트라키스(4-사이아노페닐)-[1,1':2',1"-터페닐]-4,4"-다이카본나이트릴(INV-4)을 사용하고, 정공-수송 코-호스트 TCTA는 LEL 내의 전체 코-호스트 물질의 40중량%를 구성하고, ETL은 PADN의 40 nm 층이었다. 따라서, 디바이스 6-1은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(INV-4+40중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/PADN(40 nm)/Bphen(10 nm)/LiF/Al.

[0648] 본 발명의 요건을 충족하는 EL 디바이스(디바이스 6-2)를 디바이스 6-1과 동일한 방식으로 제조하되, ETL은 TPBI 10 nm 층이고, EIL은 Alq 40 nm 층이었다. 디바이스 6-2는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(INV-4+40중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/TPBI(10 nm)/Alq(40 nm)/LiF/Al.

[0649] 본 발명의 요건을 충족하지 않는 비교용 EL 디바이스(디바이스 6-3)를 디바이스 6-1과 동일한 방식으로 제조하되, ETL은 INV-4 50 nm 층이고, INV-4 층은 리튬 플루오라이드에 인접하였다. 디바이스 6-3은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(INV-4+40중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/INV-4(50 nm)/LiF/Al.

[0650] 이와 같이 형성된 디바이스를 1 mA/cm<sup>2</sup>의 작동 전류 밀도에서 효율 및 칼라에 대해 시험하고, 그 결과를 발광 수율(cd/A), 전압(V), 전력 효율(lm/W) 및 CIE 좌표의 형태로 표 6에 기록하였다.



표 6

디바이스 6-1 내지 6-3의 평가 결과

디바이스	ETL/EIL	전압, V	발광 수율, cd/A	전력 효율, lm/W	CIEx; CIEy	실시에
6-1	PADN/Bphen	3.6	62.0	54.1	0.351; 0.608	본 발명
6-2	TPBI/Alq	6.2	68.3	34.6	0.342; 0.613	본 발명
6-3	INV-4 없음	8.9	60.8	21.5	0.361; 0.601	비교예

[0651]

[0652]

표 6는, 디바이스 6-1 및 6-2가, EIL이 아닌 ETL만이 존재하는 디바이스 6-3에 비해 낮은 구동 전압을 제공하는 것을 보여준다.

[0653]

디바이스 실시예 7-1 내지 7-2

[0654]

본 발명의 요건을 충족시키는 EL 디바이스(디바이스 7-1)를 하기 방식으로 제작하였다.

[0655]

1. 애노드로서의 인듐-주석 산화물(ITO) 약 25 nm 층으로 코팅된 유리 기판을 연속적으로 시판 중인 세제 중에서 초음파 처리하고, 탈이온수 중에서 행균 후, 톨루엔 증기 중에서 탈그리스화시키고, 산소 플라즈마에 1분 동안 노출시켰다.

[0656]

2. US 6,208,075에 기재된 바와 같이 CHF<sub>3</sub>의 플라즈마-보조된 침적에 의해 ITO 상에 1 nm의 플루오르카본(CF<sub>x</sub>) 정공-주입 층(HIL)을 침적시켰다.

[0657]

3. 그 다음, N,N'-다이-1-나프틸-N,N'-다이페닐-4,4'-다이아미노바이페닐(NPB)의 정공-수송 층(HTL)을 95 nm의 두께로 진공 침적시켰다.

[0658]

4. 그 다음, 전자-수송 코-호스트로서의 3',4',5',6'-테트라키스(4-사이아노페닐)-[1,1':2',1"-터페닐]-4,4"-다이카본나이트릴(INV-4), 정공-수송 코-호스트로서의 9,9'-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이일비스-9H-카바졸(CBP), 및 녹색 인광 이미터로서의 fac-트리스(2-페닐피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)[즉, (Ir(ppy)<sub>3</sub>)]의 혼합물로 이루어진 40 nm 발광 층(LEL)을 정공-수송 층에 진공 침적시켰다. CBP는 LEL 내의 전체 코-호스트 물질의 90중량%를 구성하고, Ir(ppy)<sub>3</sub>은 전체 코-호스트 물질의 8중량%를 구성하였다.

[0659]

5. 35 nm의 두께를 갖는 9,10-다이-(2-나프틸)-2-페닐-안트라센(PADN)의 전자-수송 층(ETL)을 LEL 상에 진공 침적시켰다.

[0660]

6. 10 nm의 두께를 갖는 4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(Bphen)의 EIL을 ETL 상에 진공 침적시켰다.

[0661]

7. 리튬 플루오라이드 0.5 nm를 EIL 상에 진공 침적시킨 후, 알루미늄 100 nm 층을 침적시켜 2층 캐소드를 형성하였다.

[0662]

상기 순서대로 EL 디바이스의 침적을 완료하였다. 따라서, 디바이스 7-1은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/(INV-4+90중량% CBP)+8중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(40 nm)/PADN(35 nm)/Bphen(10 nm)/LiF/Al. 그 다음, 주변 환경으로부터 보호하기 위하여 디바이스를 건조제와 함께 건조된 글로브 박스에 밀봉 포장하였다.

[0663]

본 발명의 요건을 충족하지 않는 비교용 EL 디바이스(디바이스 7-2)를 디바이스 7-1과 동일한 방식으로 제조하되, LEL의 호스트 물질이 혼합되지 않고, CBP로만 이루어졌다. 디바이스 7-2는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/CBP+8중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(40 nm)/PADN(35 nm)/Bphen(10 nm)/LiF/Al.

[0664]

이와 같이 형성된 디바이스를 1 mA/cm<sup>2</sup>의 작동 전류 밀도에서 효율 및 칼라에 대해 시험하고, 그 결과를 발광 수율(cd/A), 전압(V), 전력 효율(lm/W) 및 CIE 좌표의 형태로 표 7에 기록하였다.

**표 7**

디바이스 7-1 및 7-2의 평가 결과

디바이스	호스트	ETL/EIL	전압, V	발광 수율, cd/A	전력 효율, lm/W	CIEx; CIEy	실시에
7-1	INV-4 + CBP	PADN Bphen	4.1	60.9	47.0	0.307, 0.627	본 발명
7-2	CBP	PADN Bphen	4.8	29.0	18.8	0.302; 0.625	비교예

[0665]

[0666]

[0667]

[0668]

[0669]

[0670]

본 발명의 디바이스 7-1은, LEL 내에 사용된 호스트 물질이 본 발명의 요건을 충족하지 않은 디바이스 7-2에 비해 유의적으로 낮은 구동 전압 및 매우 높은 효율을 제공한다.

디바이스 실시예 8-1 내지 8-2

본 발명의 요건을 충족하는 EL 디바이스(디바이스 8-1)를 디바이스 2-1과 동일한 방식으로 제조하되, LEL 내의 전자-수송 코-호스트로서 비스(9,9'-스피로바이[9H-플루오렌]-2-일)-메탄은 대신 TPBI를 사용하고, ETL은 1,2,3,4-테트라페닐나프탈렌(TPN)의 40 nm 층이었다. 디바이스 8-1은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(TPBI+30중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/TPN(40 nm)/Bphen(10 nm)/LiF/Al.

본 발명의 요건을 충족하는 EL 디바이스(디바이스 8-2)를 디바이스 8-1과 동일한 방식으로 제조하되, ETL은 TPN 10 nm 층이고, EIL은 Alq 40 nm 층이었다. 디바이스 7-2는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/NPB(95 nm)/TCTA(10 nm)/(TPBI+30중량% TCTA)+6중량% Ir(ppy)<sub>3</sub>(35 nm)/TPN(10 nm)/Alq(40 nm)/LiF/Al.

이와 같이 형성된 디바이스를 1 mA/cm<sup>2</sup>의 작동 전류 밀도에서 효율 및 칼라에 대해 시험하고, 그 결과를 발광 수율(cd/A), 전압(V), 전력 효율(lm/W) 및 CIE 좌표의 형태로 표 8에 기록하였다.

**표 8**

디바이스 8-1 및 8-2의 평가 결과

디바이스	ETL	전압, V	발광 수율, cd/A	전력 효율, lm/W	CIEx; CIEy	실시에
8-1	TPN Bphen	4.9	68.4	43.8	0.296; 0.630	본 발명
8-2	TPN Alq	5.8	60.0	32.5	0.296; 0.631	본 발명

[0671]

[0672]

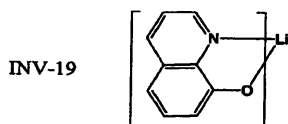
[0673]

[0674]

표 8은, 디바이스 8-1 및 8-2가 더 낮은 구동 전압 및 개선된 발광 수율을 제공하는 것을 보여준다.

디바이스 실시예 9-1 내지 9-5

일련의 본 발명의 EL 디바이스 9-1 내지 9-5를 디바이스 2-1과 동일한 방식으로 제조하되, 전자-수송 층은 2-페닐-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(PADN), 이어서 8-하이드록시-퀴놀리나토 리튬(INV-19)의 EIL을 포함한다. ETL 및 EIL 모두의 두께는 하기 표 9에 제시되어 있다.



[0675]

[0676]

이와 같이 형성된 디바이스를 1 mA/cm<sup>2</sup>의 작동 전류 밀도에서 효율 및 칼라에 대해 시험하고, 그 결과를 발광 수율(cd/A), 전압(V), 전력 효율(lm/W) 및 CIE 좌표의 형태로 표 9에 기록하였다.

표 9

디바이스 9-1 내지 9-5의 평가 결과

디바이스	ETL 두께, nm	EIL 두께, nm	전압, V	발광 수율, cd/A	전력 효율, lm/W	CIE <sub>x</sub> , CIE <sub>y</sub>	실시에
9-1	40	10	9.6	36.0	11.8	0.355; 0.594	본 발명
9-2	45	5	7.3	46.8	20.1	0.356; 0.599	본 발명
9-3	47	3	3.1	52.2	52.9	0.358; 0.598	본 발명
9-4	48	2	3.1	51.2	51.9	0.357; 0.600	본 발명
9-5	49	1	7.7	46.1	18.8	0.357; 0.599	본 발명

[0677]

[0678]

화합물의 2개의 층의 두께를 변화시키면서 ETL과 EIL의 총 두께를 일정하게 유지하면, 전압 및 효율에서의 개선이 변화되었다.

[0679]

디바이스 실시예 10-1 내지 10-2

[0680]

이들 디바이스는 적색 인광 이미터로서 트리스(1-페닐-아이소퀴놀리나토-N<sup>o</sup>C)이리듐(III)[즉, (Ir(1-piq)<sub>3</sub>)]을 사용한다.

[0681]

본 발명의 요건을 충족시키는 EL 디바이스(디바이스 10-1)를 하기 방식으로 제작하였다.

[0682]

1. 애노드로서의 인듐-주석 산화물(ITO) 약 25 nm 층으로 코팅된 유리 기판을 연속적으로 시판 중인 세제 중에서 초음파 처리하고, 탈이온수 중에서 헹군 후, 톨루엔 증기 중에서 탈그리스화시키고, 산소 플라즈마에 1분 동안 노출시켰다.

[0683]

2. US 6,208,075에 기재된 바와 같이 CHF<sub>3</sub>의 플라즈마-보조된 침적에 의해 ITO 상에 1 nm의 플루오르카본(CF<sub>x</sub>) 정공-주입 층(HIL1)을 침적시켰다.

[0684]

3. 그 다음, 다이피라지노[2,3-f:2',3'-h]퀴녹살린헥사카보나이트릴(DQHC)의 다른 정공-주입 층(HIL2)을 10 nm의 두께로 진공 침적시켰다.

[0685]

4. 그 다음, 135 nm의 두께를 갖는 N,N'-다이-1-나프틸-N,N'-다이페닐-4,4'-다이아미노바이페닐(NPB)의 정공-수송 층(HTL)을 HIL2 상에 진공 침적시켰다.

[0686]

5. 그 다음, 전자-수송 코-호스트로서의 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토-κN1, κO8)([1,1':3',1"-터페닐]-2'-올라토)-알루미늄(INV-5), 정공-수송 코-호스트로서의 NPB(LEL 내의 전체 코-호스트 물질의 12중량%의 농도로 존재함), 및 적색 인광 이미터로서의 트리스(1-페닐-아이소퀴놀리나토-N<sup>o</sup>C)이리듐(III)[즉, (Ir(1-piq)<sub>3</sub>)](전체 코-호스트 물질에 대해 4중량%의 농도로 존재함)의 혼합물로 이루어진 35 nm 발광 층(LEL)을 정공-수송 층에 진공 침적시켰다.

[0687]

6. 45 nm의 두께를 갖는 2-페닐-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(PADN)의 전자-수송 층(ETL)을 LEL 상에 진공 침적시켰다.

[0688]

7. 5 nm의 두께를 갖는 4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(Bphen)의 EIL을 ETL 상에 진공 침적시켰다.

[0689]

8. 리튬 플루오라이드 0.5 nm를 EIL 상에 진공 침적시킨 후, 알루미늄 100 nm 층을 침적시켜 2층 캐소드를 형성하였다.

[0690]

상기 순서대로 EL 디바이스의 침적을 완료하였다. 따라서, 디바이스 10-1은 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/DQHC(10 nm)/NPB(135 nm)/INV-5+12중량% NPB+4중량% Ir(1-piq)<sub>3</sub>(35 nm)/PADN(45 nm)/Bphen(5 nm)/LiF/Al. 그 다음, 주변 환경으로부터 보호하기 위하여 디바이스를 건조제와 함께 건조된 글로브 박스에 밀봉 포장하였다.

[0691]

본 발명의 요건을 충족하지 않는 EL 디바이스(디바이스 10-2)를 디바이스 10-1과 동일한 방식으로 제조되, NPB는 LEL 내에 포함되지 않았다. 적색 이미터, Ir(1-piq)<sub>3</sub>은 호스트 물질의 8중량%를 구성하였다. 디바이스 10-2는 하기 층 구조를 가졌다. ITO/CF<sub>x</sub>(1 nm)/DQHC(10 nm)/NPB(135 nm)/INV-5+8중량% Ir(1-piq)<sub>3</sub>(35

nm)/PADN(45 nm)/Bphen(5 nm)/LiF/Al.

[0692] 이와 같이 형성된 디바이스를 2 mA/cm<sup>2</sup>의 작동 전류 밀도에서 효율 및 칼라에 대해 시험하고, 그 결과를 발광 수율(cd/A), 전압(V), 전력 효율(lm/W) 및 CIE 좌표의 형태로 표 10에 기록하였다.

**표 10**

디바이스 10-1 및 10-2의 평가 결과

디바이스	호스트	ETL/EIL	전압, V	발광 수율, cd/A	전력 효율, lm/W	CIEx; CIEy	실시에
10-1	INV-5 + NPB	PADN/Bphen	4.5	9.6	6.7	0.669; 0.325	본 발명
10-2	INV-5	PADN/Bphen	5.0	7.4	4.6	0.678; 0.322	비교예

[0693]

[0694] 표 10은, 본 발명의 디바이스 10-1이 디바이스 10-2에 비해 낮은 구동 전압 및 높은 발광 효율을 제공하는 것을 보여준다.

[0695] 본원에 언급된 특허 및 다른 간행물의 전체 내용은 본원에 참고로 인용된다. 본 발명을 그의 특성의 바람직한 실시양태를 구체적으로 참조하여 상세하게 기재하였으나, 본 발명의 취지 및 범위 내에서 변화 및 변형시킬 수 있음을 알 것이다.

**도면의 간단한 설명**

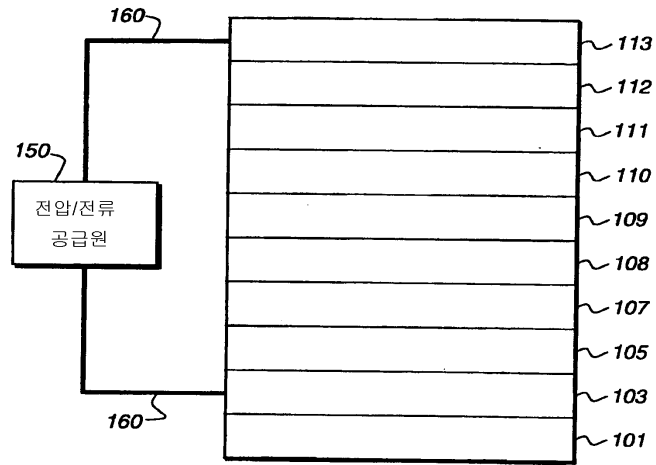
[0013] 도 1은 본 발명이 사용될 수 있는 전형적인 OLED 디바이스의 개략적인 단면을 도시한다.

[0014] \* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

- [0015] 101: 기관
- [0016] 103: 애노드
- [0017] 105: 정공-주입 층(HIL)
- [0018] 107: 정공-수송 층(HTL)
- [0019] 108: 여기자-차단 층(EBL)
- [0020] 109: 발광 층(LEL)
- [0021] 110: 정공-차단 층(HBL)
- [0022] 111: 전자-수송 층(ETL)
- [0023] 112: 전자-주입 층(EIL)
- [0024] 113: 캐소드
- [0025] 150: 전류/전압 공급원
- [0026] 160: 전기 전도체

도면

도면1



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제15항

【변경전】

디바이스

【변경후】

OLED 디바이스