(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
H05B 33/18

(11) 공개번호 특2003-0093242
(43) 공개일자 2003년12월06일

(21) 출원번호 10-2003-7012019
(22) 출원일자 2003년09월15일
번역문 제출일자 2003년09월15일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/07492
(87) 국제공개번호 WO 2002/74015
(86) 국제출원출원일자 2002년03월13일
(87) 국제공개일자 2002년09월19일

(30) 우선권주장 60/275,481 2001년03월14일 미국(US)

(71) 출원인 더 트러스티즈 오브 프린스턴 유니버시티
미합중국 08544-0086 뉴저지주 프린스턴 피.오. 박스 36 프린스턴 유니버시티

유니버시티 오브 서던 캘리포니아
미국,캘리포니아 90089, 로스앤젤레스, 유니버시티 오브 서던 캘리포니아 파크

(72) 발명자 톰슨,마크,이
미국,캘리포니아92807,애나하임,페퍼크리크웨이4447

포레스트,스테판,알.
미국,뉴저지08540,프린스톤,헌트드라이브148

(74) 대리인 박경재

심사청구 : 없음

(54) 청색 인광 기반 유기 발광 다이오드용 재료 및 디바이스

요약

OLED는 두 가지 도핑제로 도핑된 와이드 갭 불활성 호스트 재료를 포함한다. 도핑제 중 하나는 전자 또는 정공 중 어느 하나를 운반할 수 있는 인광 방출 재료이다. 나머지 도핑제는 인광성 도핑제에 의해 운반되지 않는 전자 및 정공 중 어느 한쪽을 운반할 수 있는 전하 운반 재료이다. 호스트 재료의 최저 삼중항 에너지 레벨 및 전하 운반 도핑제 재료의 최저 삼중항 에너지 레벨이 각각 인광성 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 보다 높도록 재료가 선택된다. 본 디바이스는 특히, 가시 스펙트럼의 청색 영역에서 효율적으로 발광할 수 있다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 예로서, 청색광을 방출할 수 있는 매우 효율적인 유기 발광 디바이스(OLED)에 관한 것으로, 특히, 불활성 호스트 재료에 도핑된 전하 운반 도핑제 재료 및 인광성 도핑제 재료를 포함하는 발광층을 가지는 OLED에 관한 것이다.

배경기술

전류에 의한 여기시, 광을 방출하는 박막 재료를 사용하는 유기 발광 디바이스(OLED)는 평판 패널 표시장치(flat panel display) 기술의 점증적인 대중화된 형태가 될 것으로 기대된다. 이는 OLED가 셀 전화, 퍼스널 디지털 어시스턴트(PDA), 컴퓨터 디스플레이, 정보 표시장치 및 차량(informational displays n vehicles), 텔레비전 모니터 및 일반적 조명을 위한 광원을 포함하는 잠재적 응용분야의 넓은 다양성을 가지기 때문이다. 그 밝은 색상, 넓은 가시 각도, 완전 동화상(full-motion) 비디오와의 호환성, 넓은 온도 범위, 얇고 적합한 형상 팩터, 낮은 전력 소요 및 저 비용 제조 프로세스에 대한 잠재성으로 인해, OLED는 현재 성장중인 $40 조의 연간 전자 표시장치 시장을 지배하고 있는 음극선관(CRT) 및 액정 표시장치(LCD)에 대한 미래의 대체 기술로 보여진다. 그 높은 발광 효율로 인해, 전자인광 OLED는 특정 유형의 응용분야에 대하여 백열등 및 아마도 형광등까지 대체할 잠 재성을 가지는 것으로 보여진다.

인광의 성공적 활용은 유기 전자발광 디바이스에 대한 방대한 전망을 갖고 있다. 예로서, 인광의 장점은 일중항 또는 삼중항 여기 상태 중 어느 한쪽으로서 형성되는 모든 여기자(EL 내의 전자 및 정공의 재조합에 의해 형성됨)가 발광에 참여할 수 있다는 것이다. 이는 일반적으로 유기 분자의 최저 일중항 여기 상태가 최저 삼중항 여기 상태 보다 다소 높은 에너지에 있기 때문이다. 이는 전형적인 인광성 유기금속 콤파운드에 대하여, 최저 일중항 여기 상태가 최저 삼중항 여기 상태로 급속히 이완(relaxation)될 수 있다는 것을 의미하며, 이로부터 인광이 생성된다. 대조적으로, 형광 디바이스내에서 여기자 중 단지 작은 비율(약 25%)만이 일중항 여기 상태로부터 얻어지는 형광 발광을 생성할 수 있는 것으로 믿어진다. 유기 분자의 최저 삼중항 여기 상태에서 생성된 형광 디바이스내의 잔여 여기자는 통상적으로, 그로부터 형광이 발생되는, 에너지적으로 역행하는 보다 높은 단일항 여기 상태로 변환될 수 없다. 따라서, 이 에너지는 비발광 이완 프로세스로 소실되며, 이는 단지 디바이스를 가열하는 경향만을 가질 뿐이다.

결론적으로, 인광성 재료가 매우 효율적인 OLED의 방출 재료로서 사용될 수 있다는 발견 때문에, 이제 보다 효율적인 전자인광성 재료 및 이런 재료를 포함하는 OLED 구조를 발견하는데 보다 많은 관심이 기울여지고 있다.

인광성 도핑제, 팩 트리스(2-페닐피리딘)이리듐(Ir(ppy)$_3$)(*fac* tris(2-phenylpyridine)iridium)을 사용하는 고 효율 유기 발광 디바이스(OLED)가 몇몇의 서로 다른 도전성 호스트 재료를 사용하여 논증되어 왔다. M.A. Baldo 등(Nature, vol.395, 151(1998)); D.F. O'Brien 등(Appl. Phys. Lett., vol 74, 442(1998)); M.A. Baldo 등(Appl. Phys, Lett., vol. 75, 4(1999)); T. Tsutsut 등(Japanee J. Appl. Phys., Part 2, vol. 38, L1502(1999)); C. Adachi 등(Appl. Phys. Lett. vol. 77, 904(2000)); M.J. Yang 등(Japanese J. Appl. Phys., Part 2, vol.39, L828(2000)); 및 C.L. Lee 등(Appl. Phys. Lett. vol. 77, 2280(2000)). 녹색-방출 Ir(ppy)$_3$의 금속-리간드(metal-ligand) 전하 전달 상태의 삼중항 레벨이 2.5eV와 3.0eV 사이이기 때문에, 4,4-N,N'-디카르바졸-바이페닐(CBP)(4,4-N,N'-dicarbazole-biphenyl) 같은 약 400nm에서 피크 파장을 가지는 짙은 청색(deep blue) 형광체(fluorophore)는 삼중항 에너지 전달 및 여기자 한정 매체로서 쉬운 후보이다. CBP내에 6% 내지 10%-Ir(ppy)$_3$을 사용하는 것은 효율적인 Ir(ppy)$_3$ 인광을 초래한다. 도핑제와 호스트 사이의 에너지적 공진에 부가하여, 호스트 층내의 전하 캐리어 주입 및 운반의 제어는 발광 여기자의 효과적인 형성을 달성하기 위해 필수적인 것으로 믿어진다. 높은 전자인광 효율은 2,9-디메틸-4,7-디페닐-페난트롤린(BCP)(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-phenanthroline) 전자 운반 및 여기자 차단층과 함께 CBP내로 도핑된 Ir(ppy)$_3$을 사용하여 달성되어 왔다.M.A. Baldo 등(Appl. Phys. Lett., vol 75, 4(1999)). 이 디바이스에서, 도핑된 CBP 층은 쉽게 정공을 운반하는 것으로 발견되었다.

인광 OLED에 사용되는 현재의 재료는 거의 100%의 내부 양자 효율을 가지는 디바이스를 형성하도록 사용될 수 있다. 그러나, 이들 종래의 디바이스내의 정공 운반, 재조합 및 차단층을 형성하기 위해 사용되는 재료는 가시적 스펙트럼의 방출 및 녹색 부분에 대응하는 삼중항 에너지를 갖는 경향이 있다. 청색 인광을 생성할 수 있는 도핑제가 현존하는 재료 및 구조를 사용하는 이런 디바이스에 삽입될 경우에, 방출은 적어도 비효율적으로 매트릭스 재료로부터만 초래되며, 인광성 도핑제 재료로부터 초래되지 않는다. 따라서, 가시적 전자-자기 스펙트럼의 청색 영역에서 방출할 수 있는 효과적인 OLED 구조를 발견하는 것에 지대한 관심이 존재한다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 광을 효율적으로 방출하는, 특히 가시 스텍트럼의 청색 범위의 광을 완전하게 방출하는 OLED 디바이스에 관한 것이다. 바람직하게, 본 발명에 따라 제조된 OLED는 현재의 녹색 내지 적색 인광 OLED의 것들에 비견할 수 있는 효율 레벨을 가지는 청색 인광 OLED를 포함한다.

본 발명은 방출층이 전하 운반 도핑제 재료 및 인광성 도핑제 재료 양자 모두로 도핑된 와이드 갭(wide gap) 호스트 재료를 포함하는 OLED 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 전하 운반 도핑제 재료는 정공 또는 전자를 운반할 수 있으며, 인광성 도핑제 재료는 전하 운반 도핑제 재료에 의해 운반된 전하에 반대인 전하를 운반할 수 있다. 따라서, 각 도핑제 재료는 반대 극성이지만 전하를 운반한다. 또한, 전하 운반 인광성 재료는 인광 방사선 방출의 기능을 수행한다. 따라서, 용어 '전하 운반 도핑제 재료는 본 명세서에서 단지 전하를 운반하는 재료를 지칭하기 위해 전용되며, 반면에, 인광성 도핑제 재료는 본 명세서에서 단순히 '인광성 도핑제 재 료'로서, 또는, 대안적으로, '전하 운반 인광성 도핑제 재료로서 상호호환적으로 지칭될 수 있다.

예로서, 일 실시예에서, 전하 운반 도핑제 재료는 정공 운반 재료이고, 인광성 도핑제 재료는 전자 운반 재료이다. 부가적으로, 인광성 도핑제 재료는 OLED를 가로질러 전압이 인가될 때 인광 방사선을 생성하는 방출 재료이다. 다른 실시예에서, 전하 운반 도핑제 재료는 전자 운반 도핑제 재료이고, 인광성 도핑제 재료는 방출 재료인 것에 부가적으로 정공 운반 재료이다.

각 실시예에서, 와이드 갭 호스트 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 및 전하 운반 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨은 각각 인광성 도핑제 재료의 최저 삼중항 에너지 레벨 보다 높다. 와이드 갭 호스트 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨은 또한 전하 운반 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 보다 높은 것이 적합하다. 통상적으로, 인광 방사선을 생성할 수 있는 이들 재료에 대하여, 이런 방사선은 거의 전적으로, 그 재료의 최저 삼중항 에너지 레벨로부터만 방출된다.

추가로, 본 발명은 호스트 재료내에 각각 분산되어 있는 전하 운반 도핑제 재료 및 인광성 도핑제 재료를 가지는 와이드 갭 호스트 재료를 포함하는 방출층 및 그 제조 방법에 관한 것이며, 이 와이드 갭 호스트 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 및 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨은 각각 인광성 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 보다 높다. 본 실시예에서, 와이드 갭 호스트 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨은 또한 전하 운반 도핑제 재료의 최저 삼 중항 상태 에너지 레벨 보다 높은 것이 적합하다.

또한, 본 발명은 효율적인 OLED에 사용될 수 있는 재료를 선택하는 방법, 특히, 본 명세서에 규정된 바와 같은 상대적 특성의 조합을 가지는 재료를 선택하는 방법에 관한 것이다.

상술한 개요적 설명 및 하기의 상세한 설명 양자 모두는 설명 및 예시적인 것이며, 청구된 바와 같은 본 발명의 부가적인 설명을 제공하기 위한 것임을 이해하여야 한다.

도면의 간단한 설명

첨부 도면은 본 발명의 부가적인 이해를 제공하기 위해 포함되어 있으며, 본 명세서의 구성 부분으로서 통합되어 있고, 본 발명을 설명하기 위한 역할을 하는 설명과 함께, 본 발명의 몇몇 실시예를 예시하고 있다.

도 1은 본 발명에 따른 OLED 구조의 개략적인 단면도.

도 2는 호스트 재료가 전자 주입층을 형성하는, 본 발명에 따른 OLED 구조의 제 2 실시예의 개략적인 단면도.

도 3은 차단층을 포함하는, 본 발명에 따른 OLED 구조의 제 3 실시예의 개략적인 단면도.

도 4는 본 발명에 따른 OLED 구조내의 에너지 레벨을 도시하는 도면.

도 5는 본 발명에 따른 다른 PLED 구조내의 에너지 레벨을 도시하는 도면.

실시예

본 발명의 실시예가 도면을 참조로 설명된다. 이들 실시예는 본 발명의 예시 적인 예로서 의도된 것이며, 본 발명을 한정하는 것은 아니라는 것을 이해하여야 한다.

본 발명에 따라 제조된 OLED는 바람직하게는 100%에 근접하는 내부 양자 효율을 달성할 수 있는 디바이스의 방출층내에 분산된 인광성 도핑제를 포함한다. 이들 디바이스내의 방출 도핑제는 일반적으로, 삼중항 여기자의 효율적인 방사성 이완(radiative relaxation)을 유도하는, 예로서, 이리듐 또는 백금 같은 중 천이 금속 원자(heavy transition metal atom)를 포함한다. 비록 이리듐 및 백금이 높은 양자 효율을 제공하지만, 오스뮴이나 금 같은 다른 중 금속도 사용될 수 있다. 따라서, 이들 인광성 도핑제는 디바이스의 방출층내에 가용한 실질적인 모든 여기자를 이용할 수 있

으며, 발광을 유도하기 위해 단지 단일항 여기만을 사용하는 디바이스에 비해 보다 높은 효율을 초래한다.

OLED로부터의 발광 방출은 일반적으로 형광 또는 인광을 경유한다. 여기서 사용된 바와 같이, 용어 '인광'은 유기 분자의 삼중항 여기 상태로부터의 방출을 지칭하고, '형광'은 유기 분자의 단일항 여기 상태로부터의 방출을 지칭한다.

근본적으로 다이 도핑 OLED(dye-doped OLED)로부터의 전자발광을 초래하는 것으로 믿어지는 메카니즘은 호스트 매트릭스내의 여기자 형성 및 이어지는 Forster 또는 Dexter 에너지 전달 프로세스를 경유한 호스트로부터 도핑제로의 에너지 전달을 수반하였다. 이 프로세스는 여전히 인광-기반 OLED에서도 발생하는 것으로 믿어지지만, 이들 전자인광 디바이스의 효율을 증가시키는 것을 돕기 위해 중요한 것으로 믿어지는 제 2의 프로세스가 존재한다. 인광성 도핑제의 HOMO 에너지 레벨은 일반적으로 그들이 도핑되게 되는 매트릭스 재료의 것 보다 에너지가 높다. 이는 도핑 레벨이 충분히 높은 경우에, 도핑제가 정공을 포획하고, 그들을 매트릭스를 통해 운반할 수 있다는 것을 의미한다. 최종 결과는 도핑제 그 자체가 정공-전자 재조합의 장소로서 작용할 수 있다는 것이다. 이는 여기자가 도핑제 위치에서 우선적으로 형성될 수 있는 경우에, Forster 및/또는 Dextor-형 호스트-도핑제 에너지 전달 프로세스는 불활성, 비-전하-운반 호스트 재료내에서 불필요할 수 있다는 것을 의미한다.

이런 프로세스가 청색 인 보다 에너지가 높은 호스트 매트릭스내에서(즉, 스펙트럼의 자색 내지 자외 영역내의 매우 높은 에너지 레벨에서) 여기자의 생성을 필요로 하지 않기 때문에, 이 유형의 포획/재조합 프로세스는 본 발명의 청색 인광 OLED의 형성을 위해 유리하게 사용될 수 있다. 디바이스의 방출 영역이 정공을 운반할 수 있는 인광성 도핑제와 전자 운반자로 도핑된 와이드 갭 호스트 매트릭스인 단순한 구조가 사용될 수 있다. 대안적으로, 인은 전자를 운반할 수 있고, 방출층은 정공 운반자로 동시도핑될(co-doped) 수 있다. 본 발명은 이런 단순한 구조를 가지는 OLED에 관한 것이다.

따라서, 본 발명의 특유한 특징 중 하나는 종래의 OLED내의 전자 운반층 또는 정공 운반층을 위하여, 유일 성분이 아닌 경우에도, 주된 성분으로서 일반적으로 사용되는 전하 운반 재료가 본 발명에서는 불활성 매트릭스내의 전하 운반 도핑제 재료로서 사용된다는 것이다. 본 발명의 부가적 특징은 전하 운반 도핑제 재료에 의해 운반되는 전하에 반대되는 전하를 운반할 수 있는 방출 재료의 사용이며, 여기서, 방출 재료는 전하 운반 도핑제 재료와 함께 호스트 매트릭스내에 분산된다.

이런 전하 운반 방출 재료의 선택은 전자/정공 재조합이 불활성 매트릭스내의 방출 재료상에서 직접적으로 발생할 수 있게 하는 것으로 믿어진다. 또한, 여기에 설명된 바와 같이 이런 재료의 조합을 선택함으로써, 전자발광 방사선이 전자인광 방사선을 생성하기 위해 일반적으로 가용한 것 보다 높은 에너지에서 방출성 삼중항 상태 에너지 레벨을 가지는 재료로부터 보다 쉽게 얻어질 수 있는 것으로 믿어진다. 일반적으로, 종래 기술의 OLED에서, 이들 높은 삼중항 상태 에너지 레벨로부터 다른 OLED 재료에 존재하는 보다 낮은 삼중항 상태 에너지 레벨로 발생하는 경향을 가지는 에너지 전달은 소정의 방사성 방출이 보다 높은 에너지 삼중항 상태로부터 얻어지는 것을 실질적으로 방지하는 것으로 예상된다. 따라서, 본 발명의 전자인광 디바이스는 가시 스펙트럼의 보다 높은 에너지 영역에서, 특히 가시 스펙트럼의 청색 영역에서 양호하게 방사선을 생성할 수 있다.

또한, 규정된 전하 운반 도핑제 재료 및 규정된 전하 운반 인광성 도핑제 재료와 조합하여 불활성 호스트 매트릭스를 사용함으로써 이러한 재료의 조합은 보다 넓은 범위의 OLED 재료로부터의 선택을 허용하는 것으로 믿어진다. 이는 차례로, 정공 주입층, 정공 운반층, 전자 운반층, 전자 주입층 및 정공 운반층 또는 전자 운반층 중 어느 하나로 존재하는 인광성 도핑제 재료를 가질 수 있는 통상적인 OLED와 대조적이다. 전자 운반층 또는 또 다른 전자 운반층이 단순히 정공 또는 여기자 차단층으로서 기능하도록 사용될 수 있다. 이들 층 각각에 사용된 재료는 디 바이스 효율을 감소시키는 경향이 있는 비방사성 에너지 전달 경로를 제한하도록 조합하여 선택되어야만 한다.

본 발명은 비방사성 손실 경로를 제한하도록 일치될 필요가 있는 현저히 작은 수의 재료를 포함할 수 있는 OLED에 관한 것이다. 불활성 호스트 재료, 전하 운반 도핑제 재료 및 전하 운반 인광성 도핑제 재료의 단 3개의 유기 OLED 재료만이 본 발명의 양호한 실시예에 사용될 수 있다. 또한, OLED에서 생성된 정공 및 전자가 각각 호스트 재료의 HOMO 또는 LUMO 레벨을 통해 전달되기에 충분한 에너지를 갖지 않기 때문에, 발광층은 불활성 호스트 매트릭스가 전자 또는 정공 운반에 관여하지 않는 재료의 HOMO와 LUMO 레벨 사이의 이런 큰 에너지 갭을 갖는 불활성 호스트 재료를 포함한다. 부가적으로, 이런 불활성 호스트 재료가 HOMO와 LUMO 레벨 사이에 이런 넓은 에너지 갭을 갖기 때문에, 이런 재료는 인광 방출 재료의 최저 삼중항 상태 레벨 보다 높은, 그리고, 또한 선택적으로 저하 운반 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 레벨 보다 높은, 최저 삼중항 상태 레벨을 갖도록 쉽게 택될 수 있다.

이는 그 방출성 삼중항 상태 에너지 레벨의 상대 위치에 기반하여, 그리고, 부가적으로, 불활성 호스트 매트릭스를 통한 전하 운반시의 그 효율에 기반하여 전하 운반 도핑제 재료를 선택함으로써, 본 기술 분야의 숙련자는 호스트 재료가 정공 또는 전자 운반에 관여할 수 있는 경우에 가능한 것 보다 넓은 범위의 OLED 재료로부터 선택할 수 있을 것으로 믿어진다. 따라서, 불활성 호스트 및 전하 운반 도핑제 재료 양자 모두는 디바이스 효율의 손실을 유발할 수 있는 비방사 에너지 이완 경로를 제한하도록 조합하여 보다 쉽게 선택될 수 있다.

유사하게, 규정된 상대적 삼중항 상태 에너지 레벨을 가지는 전하 운반 방출성 재료를 선택함으로써, OLED내에 전하 운반 방출성 재료와 적합하게 일치되어야만 하는 매우 작은 수의 부가적인 재료가 존재하게 되기 때문에, 본 기술 분야의 숙련자는 역시 보다 매우 넓은 범위의 전하 운반 방출성 재료로부터 선택할 수 있을 것으로 믿어진다. 이 경우에, 높은 전자인광 효율을 달성하도록 에너지 전달이 한정된 수의 에너지 이완 경로를 통해 채널화될 수 있게 하는 전하 운반 방출성 재료를 선택할 수 있다.

본 발명의 양호한 실시예에서, 방출성 재료는 보다 높은 에너지, 즉, 가시 스펙트럼의 청색 영역에서 방출 피크를 가지는 방사선을 생성하도록 선택될 수 있다. 이는 약 430nm 내지 약 470nm의 범위, 보다 적합하게는, 약 450nm에서 방출 피크를 가지는 것에 대응한다. 본 발명의 재료 및 방법은 여전히 본 발명의 개념과 범주내에 잔류하면서, 다른 보다 낮은 에너지 영역, 예로서, 가시 스펙트럼의 녹색 또는 적색 영역에서 방사선을 생성하도록 채용될 수도 있다는 것을 이해하여야 한다.

본 발명의 양호한 실시예는 일 인터페이스가 아노드와 직접 접촉하고, 반대편 인터페이스가 캐소드와 직접 접촉하는 상태로, 전하 운반 도핑제 재료와 전하 운반 인광성 도핑제 재료로 도핑된 호스트 재료만을 포함하는 단일, 방출성 유기층을 포함하는 OLED에 관한 것이다. 그러나, 본 발명은 예로서, 정공 주입층, 전자 주입층 및 정공 차단층 및/또는 여기자 차단층을 포함하는 부가적인 층이 존재하는 실시예를 포함할 수도 있다. 따라서, 이들 부가적인 층을 포함하지 않는 것이 적합하지만, 이들 부가적인 층 중 하나 이상과 조합하여 단일 방출성 유기층을 사용할 수 있는 것으로 믿어진다.

본 발명에 따른 OLED 구조의 일 실시예를 도 1을 참조로 설명한다. 디바이스는 예로서, 진공 증착 또는 유기 기상 증착(OVPD)에 의해 기판(10)상에 다양한 층을 형성함으로써 제조될 수 있다. 진공 증착은 통상적으로 약 10E-11 내지 10E-5torr 사이의 높은 진공을 필요로 한다. OPVD는 예로서, 약 10E-5 내지 50torr 사이의 보다 약한 진공을 필요로 한다. 다른 제조 기술도 디바이스를 형성하기 위해 사용될 수 있다. 예로서, 스핀 코팅에 의해 중합층이 형성될 수 있다.

가장 먼저, 기판(10)이 형성되고, 그 위에, 양 전원에 접속된 아노드 층(60)이 형성된다. 아노드 층(60)에 인접하게, 정공 주입층(50)이 선택적으로 형성될 수 있다. 예로서, 정공 주입층(50)은 아노드(60)상에 형성된 코팅일 수 있다. 와이드 갭 호스트 재료층(40)이 선택적인 정공 주입층(50) 위에 종래의 제조 방법을 사용하여 형성된다. 따라서, 와이드 갭 호스트 재료층(40)은 OLED의 방출 영역을 형성하며, 이는 전하 운반 도핑제 재료와 인광성 도핑제 재료를 포함하는 도핑된 층을 포함한다. 전자 주입층(30)이 선택적으로 다음에 형성될 수 있고, 음 전원에 접속된 종래의 캐소드 층(20)이 이어진다. 아노드 층(60) 및 캐소드 층(20) 중 하나 또는 양자 모두는 디바이스에 의해 방출되는 전자자기 방사선에 투과성일 수 있다.

일 실시예에서, 매트릭스 재료라고도 지칭되는 와이드 갭 호스트 재료층(40)은 디바이스에 사용되는 모든 도핑제의 에너지 레벨 위에 있는 것이 적합한 삼중항 상태 에너지 레벨을 가진다. 와이드 갭 호스트 재료층(40)은 불활성인 것이 적합, 즉, 이는 OLED의 구조내에서 전하를 운반하지 않는 것이 적합하다. 따라서, 전하는 와이드 갭 호스트 재료층(40)에 의해서가 아니라 도핑제에 의해서만 운반되는 것이 적합하다.

도 2에 도시된 다른 실시예에서, 본 발명에 따른 OLED 구조는 서로 다른 재료의 별개의 층이 아닌 불활성 호스트 재료의 일부로부터 형성된 전자 및 정공 주입 영역을 포함한다. 영역 90은 와이드 갭 재료층(40)의 미도핑 부분에 의해 형성된 전자 주입 접촉부이다. 영역 95는 역시 와이드 갭 재료층(40)의 미도핑 부분에 의해 형성된 정공 주입 접촉부이다. 이들 구조는 디바이스의 액티브 영역의 외측으로 전하 캐리어 또는 여기자가 누설되는 것 및 유기 재료층과 전극 사이의 인터페이스에 퀀칭되는(quenched) 것을 방지하기 위해 사용된다. 도 5는 본 실시예에 연계된 에너지 레벨을 도시한다.

선택적인 미도핑 영역(90, 95)은 필요시 정공 및/또는 여기자 차단층으로서 기능하도록 충분히 두꺼운 층일 수 있지만, 효율적인 전자의 주입을 허용하도록 충분히 얇을 수도 있다.

본 발명에 따른 OLED의 다른 실시예에서, 전극과 방출층 사이에 별개의 차단층이 사용되며, 여기서, 차단층은 불활성, 비-전하-운반 재료가 아닌 전하 운반 재료를 포함한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 제 1 및 제 2 차단층(100, 110)이 도핑된 층과 전극 사이에서 와이드 갭 호스트 재료층(40)에 인접하게 형성된다. 이들 층을 형성하는 재료는 와이드 갭 호스트 재료층(40)의 도핑된 층으로의 방출 및 캐 리어 재조합을 제한하도록 선택된다. 차단층(100, 110)은 예로서, 도 2에 도시된 주입 영역(90, 59) 같은 와이드 갭 호스트 재료층(40)의 미도핑 영역이 충분한 구속 및 캐리어 주입을 제공하지 않을 때 사용될 수 있다. 일부 경우에, 방출층과 캐소드 층 사이에 단 하나의 차단층, 예로서, 정공 및/또는 여기자 차단층이 사용될 수 있다.

전자 주입층(75)과 정공 주입층(50)을 포함하는, 도 4는 본 발명에 따른 OLED 디바이스를 형성하는 재료의 에너지 레벨을 도시한다. 와이드 갭 호스트 재료층(40)내에 분산된 인광성 도핑제 재료가 전자 운반자일 때, 이때, $T_{TH} > T$

$_{ET}$ 이고, $T_{W} > T_{ET}$ 이며, 여기서, T는 삼중항 에너지를 나타내고, 하첨자는 와이드 갭 재료(W), 전자 운반자(ET) 및 정공 운반자(HT)를 나타낸다. 인광성 도핑제 재료가 정공 운반자인 경우에, 이때, $T_{ET} > T_{HT}$ 이고, $T_{W} > T_{HT}$ 이다.

이들 관계로부터, 호스트 재료층(40)의 삼중항 상태 에너지 레벨이 방출체 도핑제의 삼중항 상태 에너지 레벨 보다 크지만, 비-방출 도핑제의 것 보다는 크지 않다는 것을 알 수 있다. 삼중항 레벨과는 대조적으로, 불활성 호스트 재료층(40)의 HOMO-LUMO 에너지 갭은 정공 및 전자 운반자의 에너지 갭 보다 크다. 불활성 호스트 재료의 HOMO 레벨은 불활성 호스트 재료와 물리적으로 직접 접촉하는 소정의 인접층 및 소정의 도핑제 재료의 HOMO 레벨 보다 낮은 것이 적합하다. 부가적으로, 불활성 호스트 재료의 LUMO 레벨은 불활성 호스트 재료와 물리적으로 직접 접촉하는 소정의 인접층 및 소정의 도핑제 재료의 LUMO 레벨 보다 높다. 본 기술 분야의 숙련자가 이해할 수 있는 바와 같이, 다른 재료에 비해 보다 낮은 HOMO 레벨을 가지는 재료는 다른 재료의 이온화 포텐셜(IP)에 비해 보다 높은 IP를 가지는 것이다. 유사하게, 역시 본 기술 분야의 숙련자가 이해할 수 있는 바와 같이, 다른 재료에 비해 보다 높은 LUMO 레벨을 가지는 재료는 다른 재료의 전자 친화도에 비해 낮은 전자 친화도를 가지는 것이다.

상술한 필요조건 및 선호조건이 본 발명에 따라 사용된 재료에 적용될 때, 전자 및 정공 운반자 도핑제의 레벨에 대한 불활성 호스트 재료층(40)의 HOMO 및 LUMO 레벨에 대한 제약은 일반적으로 HOMO와 LUMO 에너지 레벨 사이에 넓은 에너지 갭을 가지는 불활성 호스트 재료층을 초래한다. 호스트 재료층(40)이 불활성인 것을 보증하기 위해서, 호스트 재료는 적어도 약 3.5eV의 에너지 갭 및 인광성 도핑층을 형성하는 양 도핑제 재료의 에너지 레벨 보다 현저히 높은 삼중항 에너지 레벨을 갖도록 선택될 수 있다. 이는 인광성 도핑층이 청색광을 방출하는 인을 포함할 때 특히 중요하다.

이 3.5eV 에너지 필요조건이 효율적인 불활성 호스트로서 기능하는 가장 큰 가능성을 유지하는 호스트 재료를 선택하는 편의성을 위해 사용될 수 있지만, 다소 보다 작은 에너지 갭을 가지는 호스트 물질의 사용을 허용하면서, 여전히 여기에 기술된 바와 같은 다른 제약들을 충족하는 매우 효율적인 청색 인광을 제공하는 특정 OLED 재료의 조합이 존재할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 따라서, 용어 '와이드 갭' 재료는 통상적으로 적어도 3.5eV의 HOMO-LUMO 에너지 갭을 가지는 재료를 지칭할 수 있지만, 여기서 사용된 바와 같이 용어 '와이드 갭' 재료는 OLED내의 호 스트 매트릭스로서 사용될 때, 전하 운반 재료로서 기능하지 않기에 충분히 큰 HOMO-LUMO 에너지 갭을 가지는 소정의 재료를 지칭할 수 있다. 소위 비-전하-운반 재료가 적어도 매우 작은 수준으로 전하를 운반할 수 있기 때문에, 비-전하-운반 재료는 여기서 전하 운반 도핑제 중 어느 하나 보다도 적어도 10배 작은 전류를 운반하는 것이라 특징지워질 수 있다.

본 발명에 따라서, 와이드 갭 호스트 재료층(40)은 두 가지 상이한 재료 즉, 방출층을 형성하기 위해 호스트 재료내에 분산되는 전하 운반 도핑제 재료 및 전하 운반 인광성 도핑제 재료로 도핑된다. 이 두 도핑제 재료는 양호한 결과를 생성하기 위해 각각 독립적으로 선택되는 농도로 일반적으로 호스트 매트릭스 전체에 걸쳐 균일하게 분산된다.

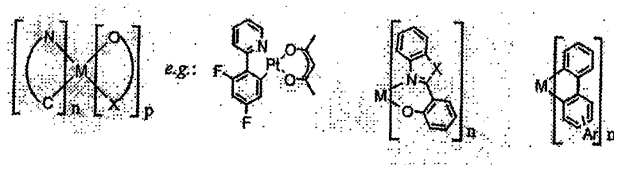
전하 운반 도핑제 재료는 예로서, 정공 운반 재료일 수 있으며, 이 경우에, 인광성 도핑제 재료는 역시 전자를 운반할 수 있다. 대안적인 실시예에서, 역할이 반전되고, 전하 운반 도핑제 재료가 전자를 운반하고, 인광성 도핑제 재료가 정공을 운반한다.

일 실시예에서, 와이드 갭 호스트 재료층(40)은 예로서, 각각 치환되거나 치환되지 않을 수 있는, 디-페닐렌(di-phenylene), 트리-페닐렌(tri-phenylene), 나프탈렌(naptalene), 테트라페닐부타디엔(tetraphenylbutadiene) 및 유기 재료와 금속 유기 재료에 의해 형성될 수 있다. 인광성 도핑제 재료가 정공 운반자인 다른 양호한 실시예에서, 전하 운반 도핑제 재료는 옥시디아졸(oxidiazole), 트라이졸(traizole), 사이클로옥시테트라엔(cyclooxitetraene) 및 기타 와이드 갭 전자 운반자 같은 전자 운반 재료를 포함할 수 있다. 전자 운반이 인광성 도핑제 재료에 의해 수행될 때, 전하 운반 도핑제 재료는 트리아릴아민(triarylamine), 금속 배위 화합물(metal coordination complex), 도너 치환 나프탈렌(donor substituted napthalene) 및 기타 적절히 높은 에너지 HOMO 레벨을 가지는 와이드 갭 재료를 포함할 수 있다.

전하 운반 도핑제 재료는 인광성 도핑제 재료의 것들 보다 높은 삼중항 에너지 레벨을 가져야만 한다. 이는 와이드 갭 호스트 재료층(40)이 역시 인광성 도핑제 재료의 것들 보다 높은 삼중항 에너지 레벨을 가져야만 하는 상술된 필요조건에 부가적이다. 전하 운반 도핑제 재료로서 사용되는 동일한 재료가 OLED 구조에 포함될 수 있는 정공 및/또는 여기자 차단층으로서 사용될 수도 있다.

일반적으로, 이들 재료는 인광성 도핑제의 보다 낮은 삼중항 상태 레벨로부터 청색 방출을 생성하는 OLED를 초래하도록 가시 스펙트럼의 UV-청색 영역에 대응하는 삼중항 에너지 레벨을 가져야만 한다. 인광성 도핑제 재료는 양호한 파장 범위이내의 전자자기 방사선을 방출하는 인을 제공하는 것과, 또한, 전하 운반 재료를 제공하는 것의 이중 기능을 가진다. 상술한 바와 같이, 전하 운반 도핑제 재료가 전자 운반자일 때, 인광성 도핑제 재료는 정공 운반자여야만 하며, 그 반대도 마찬가지이다.

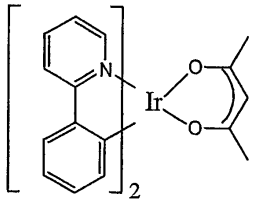
예로서, 인광성 도핑제 재료는 중 금속 원자를 포함할 수 있으며, 하기와 같 은 구조를 가질 수 있다.



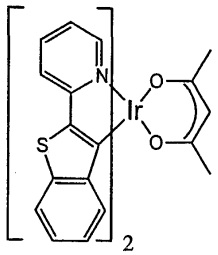
이 그림에서, M은 중 천이 금속이고, C--N은 고리 금속화 리간드(cyclometlated ligand)이고, O--X는 X가 산소, 질소 및 황으로 구성되는 그룹으로부터 선택된, 배위 리간드이며, n은 1 또는 2이고, p는 0 또는 1이다. 이들 재료는 전하 전달을 리간드하기 위한 금속 및 인트라리간드(3π-π^*) 여기 상태의 에너지를 조율하기 위한 그 기능으로 인해, 도핑 인을 형성하도록 선택될 수 있다. 일 실시예에서, 기술된 콤파운드를 형성하는 중 금속은 Ir 또는 Pt 원자이다.

실시예

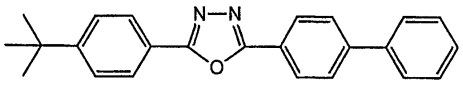
일 양호한 실시예에서, OLED 제조를 위해 본 기술 분야에 알려진 재료 및 방법을 사용하여, 불활성 호스트 재료로서 폴리스티렌의 막을 사용하여 본 발명에 따른 OLED가 제조되었다. 도핑제 층은 15%의 정공 운반 인광성 도핑제와, 40%의 전자 운반 옥시디아졸로 불활성 호스트 재료를 도핑함으로써 형성되었다. 특히, 인광성 도핑제는 하기의 화학 구조를 가지는 비스(페닐피리딘)이리듐 아세틸아세토네이트(PPIr)(bis(phenylpyridine)iridium acetylacetonate),



하기의 화학 구조를 가지는 비스(2-페닐벤조티아졸)이리듐 아세틸아세토네이트(BTIr)(bis(2-phenylbenzothiazole) iridium acetylacetonate), 및



하기의 화학 구조를 가지는 (4-바이페닐)(4-테르트부틸페닐)옥시디아졸(PDB)((4-biphenyl)(4-tertbutylphenyl)oxidiazole))이다.



단지 도핑제로부터만 디바이스는 약 7과 9 볼트 사이의 턴-온 전압으로 광을 방출하였다. 폴리스티렌이 도핑제가 지지되는 불활성 매트릭스로서 작용하였다. 비록, 이 디바이스가 가시 스펙트럼의 녹색 영역에서 광을 생성하였지만, 스펙트럼의 청색 영역에서 광을 생성하도록 동일한 구성의 다른 인 도핑제가 사용될 수 있다.

본 발명에 따른 OLED의 구성에 부가적인 층이 사용될 수 있다는 것을 인지하여야 한다. 이들 부가적인 층은 본 기술 분야에 알려져 있으며, 따라서 상세히 설명하지 않는다.

본 기술 분야의 숙련자는 본 발명의 개념 및 범주로부터 벗어나지 않고, 본 발명의 구조 및 방법론에 다양한 변경 및 변화를 이룰 수 있다는 것을 명백히 알 것이다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구항의 범주내에서 이루어지는 본 발명의 변경 및 변형과 그 등가체를 포괄한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
유기 발광 디바이스의 방출층에 있어서,

와이드 갭 호스트 재료,

상기 와이드 갭 호스트 재료내에 도핑제로서 존재하는 전하 운반 도핑제 재료, 및

상기 와이드 갭 호스트 재료내에 도핑제로서 존재하는 인광성 도핑제 재료를 포함하고,

상기 전하 운반 도핑제 재료는 정공 운반 재료를 포함하고, 상기 인광성 도핑제 재료는 전자 운반 재료를 포함하는 방출층.

청구항 2.
제 1 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 및 상기 전하 운반 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨은 각각 상기 인광성 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 보다 높은 방출층.

청구항 3.
제 2 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료의 상기 최저 삼중항 상태 에너지 레벨은 상기 전하 운반 도핑제 재료의 상기 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 보다 높은 방출층.

청구항 4.
제 3 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 적어도 약 3.5eV의 HOMO와 LUMO 에너지 레벨 사이의 에너지 갭을 가지는 방출층.

청구항 5.
제 1 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 적어도 약 3.5eV의 HOMO와 LUMO 에너지 레벨 사이의 에너지 갭을 가지는 방출층.

청구항 6.
제 1 항에 있어서, 상기 방출층은 가시 스펙트럼의 청색 영역내의 방사선을 방출하는 방출층.

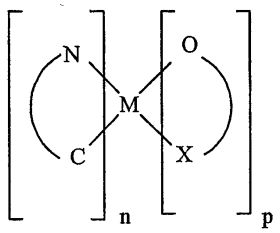
청구항 7.
제 6 항에 있어서, 상기 방사선은 약 430nm 내지 약 470nm의 범위의 방출 피크를 가지는 방출층.

청구항 8.
제 7 항에 있어서, 상기 방출 피크는 약 450nm인 방출층.

청구항 9.
제 2 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 디-페닐렌(di-phenylene), 치환 디-페닐렌, 트리-페닐렌(tri-phenylene), 치환 트리-페닐렌, 나프탈렌(naptalene), 치환 나프탈렌, 테트라페닐부타디엔(tetraphenylbutadiene) 및 치환 테트라페닐부타디엔으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 재료를 포함하는 방출층.

청구항 10.
제 2 항에 있어서, 상기 전하 운반 도핑제 재료는 트리아릴아민(triarylamine), 금속 배위 화합물(metal coordination complex) 및 도너 치환 나프탈렌으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 재료를 포함하는 방출층.

청구항 11.
제 2 항에 있어서, 상기 인광성 도핑제 재료는 하기의 일반식의 구조를 가지는 콤파운드를 포함하고,



여기서, M은 중 천이 금속; C--N은 고리 금속화 리간드; O--X는 X가 산소, 질소 및 황으로 구성되는 그룹으로부터 선택된, 배위 리간드이며,

n은 1 또는 2이고, p는 0 또는 1인 방출층.

청구항 12.
제 11 항에 있어서, 상기 M은 이리듐, 백금, 오스뮴 및 금으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 방출층.

청구항 13.
유기 발광 디바이스의 방출층에 있어서,

와이드 갭 호스트 재료,

상기 와이드 갭 호스트 재료내에 도핑제로서 존재하는 전하 운반 도핑제 재료, 및

상기 와이드 갭 호스트 재료내에 도핑제로서 존재하는 인광성 도핑제 재료를 포함하고,

상기 전하 운반 도핑제 재료는 전자 운반 재료를 포함하고, 상기 인광성 도핑제 재료는 정공 운반 재료를 포함하는 방출층.

청구항 14.
제 13 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 및 상기 전하 운반 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨은 각각 상기 인광성 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 보다 높은 방출층.

청구항 15.
제 14 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료의 상기 최저 삼중항 상태 에너지 레벨은 상기 전하 운반 도핑제 재료의 상기 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 보다 높은 방출층.

청구항 16.
제 15 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 적어도 약 3.5eV의 HOMO와 LUMO 에너지 레벨 사이의 에너지 갭을 가지는 방출층.

청구항 17.
제 13 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 적어도 약 3.5eV의 HOMO와 LUMO 에너지 레벨 사이의 에너지 갭을 가지는 방출층.

청구항 18.
제 13 항에 있어서, 상기 방출층은 가시 스펙트럼의 청색 영역내의 방사선을 방출하는 방출층.

청구항 19.
제 18 항에 있어서, 상기 방사선은 약 430nm 내지 약 470nm의 범위의 방출 피크를 가지는 방출층.

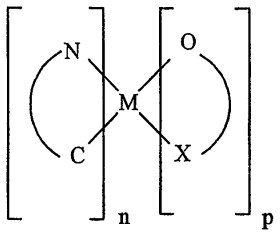
청구항 20.
제 19 항에 있어서, 상기 방출 피크는 약 450nm인 방출층.

청구항 21.
제 14 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 디-페닐렌, 치환 디-페닐렌, 트리-페닐렌, 치환 트리-페닐렌, 나프탈렌, 치환 나프탈렌, 테트라페닐부타디엔 및 치환 테트라페닐부타디엔으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 재료를

포함하는 방출층.

청구항 22.
제 14 항에 있어서, 상기 전하 운반 도핑제 재료는 옥시디아졸(oxidiazole), 트라이졸(traizole) 및 사이클로옥시테트라엔(cyclooxitetraene)으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 재료를 포함하는 방출층.

청구항 23.
제 14 항에 있어서, 상기 인광성 도핑제 재료는 하기의 일반식의 구조를 가 지는 콤파운드를 포함하고,



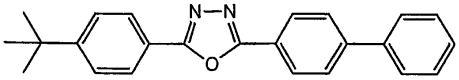
여기서, M은 중 천이 금속; C--N은 고리 금속화 리간드; O--X는 X가 산소, 질소 및 황으로 구성되는 그룹으로부터 선택된, 배위 리간드이며,

n은 1 또는 2이고, p는 0 또는 1인 방출층.

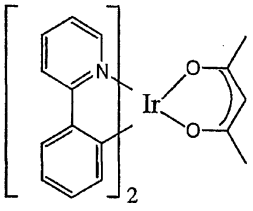
청구항 24.
제 23 항에 있어서, 상기 M은 이리듐, 백금, 오스뮴 및 금으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 방출층.

청구항 25.
제 14 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 폴리스티렌(polystyrene)을 포함하고,

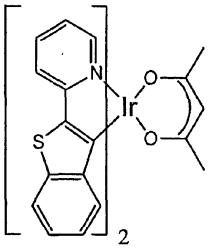
상기 전하 운반 도핑제 재료는 하기의 화학 구조를 가지는 (4-바이페닐)(4-테르트부틸페닐)옥시디아졸(PDB)((4-biphenyl)(4-tertbutylphenyl)oxidiazole))을 포함하며,



상기 인광성 도핑제 재료는 하기의 화학 구조를 가지는 비스(페닐피리딘)이 리듐 아세틸아세토네이트(PPIr)(bis(phenylpyridine)iridium acetylacetonate) 및



하기의 화학 구조를 가지는 비스(2-페닐벤조티아졸)이리듐 아세틸아세토네이트(BTIr)(bis(2-phenylbenzothiazole)iridium acetylacetonate)를 포함하는 방출층.



청구항 26.
유기 발광 디바이스에 있어서,

아노드 층,

와이드 갭 호스트 재료, 전하 운반 도핑제 재료 및 인광성 도핑제 재료를 포함하고, 상기 전하 운반 도핑제 재료 및 상기 인광성 도핑제 재료가 상기 와이드 갭 호스트 재료내에 도핑제로서 존재하는, 상기 아노드 층 위의 방출층, 및

상기 방출층 위의 캐소드 층을 포함하고,

상기 전하 운반 도핑제 재료는 정공 운반 재료를 포함하고, 상기 인광성 도핑제 재료는 전자 운반 재료를 포함하는 유기 발광 디바이스.

청구항 27.
제 26 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 및 상기 전하 운반 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨은 각각 상기 인광성 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 보다 높은 디바이스.

청구항 28.
제 27 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료의 상기 최저 삼중항 상태 에너지 레벨은 상기 전하 운반 도핑제 재료의 상기 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 보다 높은 디바이스.

청구항 29.
제 28 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 적어도 약 3.5eV의 HOMO와 LUMO 에너지 레벨 사이의 에너지 갭을 가지는 디바이스.

청구항 30.
제 26 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 적어도 약 3.5eV의 HOMO와 LUMO 에너지 레벨 사이의 에너지 갭을 가지는 디바이스.

청구항 31.
제 26 항에 있어서, 상기 방출층은 가시 스펙트럼의 청색 영역내의 방사선을 방출하는 디바이스.

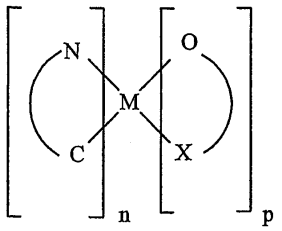
청구항 32.
제 31 항에 있어서, 상기 방사선은 약 430nm 내지 약 470nm의 범위의 방출 피크를 가지는 디바이스.

청구항 33.
제 32 항에 있어서, 상기 방출 피크는 약 450nm인 디바이스.

청구항 34.
제 27 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 디-페닐렌, 치환 디-페닐렌, 트리-페닐렌, 치환 트리-페닐렌, 나프탈렌, 치환 나프탈렌, 테트라페닐부타디엔 및 치환 테트라페닐부타디엔으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 재료를 포함하는 디바이스.

청구항 35.
제 27 항에 있어서, 상기 전하 운반 도핑제 재료는 트리아릴아민, 금속 배위 화합물 및 도너 치환 나프탈렌으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 재료를 포함하는 디바이스.

청구항 36.
제 27 항에 있어서, 상기 인광성 도핑제 재료는 하기의 일반식의 구조를 가지는 콤파운드를 포함하고,



여기서, M은 중 천이 금속; C--N은 고리 금속화 리간드; O--X는 X가 산소, 질소 및 황으로 구성되는 그룹으로부터 선택된, 배위 리간드이며,

n은 1 또는 2이고, p는 0 또는 1인 디바이스.

청구항 37.
제 36 항에 있어서, 상기 M은 이리듐, 백금, 오스뮴 및 금으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 디바이스.

청구항 38.
제 26 항에 있어서, 상기 아노드 층과 상기 방출 층 사이에 정공 주입층을 추가로 포함하는 디바이스.

청구항 39.
제 38 항에 있어서, 상기 방출층과 상기 캐소드 층 사이에 전자 주입층을 추가로 포함하는 디바이스.

청구항 40.
제 39 항에 있어서, 상기 방출층과 상기 전자 주입층 사이에 정공 차단층을 추가로 포함하는 디바이스.

청구항 41.
제 39 항에 있어서, 상기 방출층과 상기 전자 주입층 사이에 여기자 차단층을 추가로 포함하는 디바이스.

청구항 42.
제 40 항에 있어서, 상기 방출층과 상기 정공 주입층 사이에 전자 차단층을 추가로 포함하는 디바이스.

청구항 43.
제 40 항에 있어서, 상기 방출층과 상기 정공 주입층 사이에 여기자 차단층을 추가로 포함하는 디바이스.

청구항 44.
제 26 항에 있어서, 상기 방출층과 상기 캐소드 층 사이에 전자 주입층을 추가로 포함하는 디바이스.

청구항 45.
제 26 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 상기 아노드 층과 접촉하는 상기 와이드 갭 호스트 재료의 미도핑 영역을 포함하는 전자 주입 영역과, 상기 캐소드 층과 접촉하는 상기 와이드 갭 호스트 재료의 미도핑 영역을 포함하는 정공 주입 영역을 포함하는 디바이스.

청구항 46.
유기 발광 디바이스에 있어서,

아노드 층,

와이드 갭 호스트 재료, 전하 운반 도핑제 재료 및 인광성 도핑제 재료를 포함하고, 상기 전하 운반 도핑제 재료 및 상기 인광성 도핑제 재료가 상기 와이드 갭 호스트 재료내에 도핑제로서 존재하는, 상기 아노드 층 위의 방출층, 및

상기 방출층 위의 캐소드 층을 포함하고,

상기 전하 운반 도핑제 재료는 전자 운반 재료를 포함하고, 상기 인광성 도 핑제 재료는 정공 운반 재료를 포함하는 유기 발광 디바이스.

청구항 47.
제 46 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 및 상기 전하 운반 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨은 각각 상기 인광성 도핑제 재료의 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 보다 높은 디바이스.

청구항 48.
제 47 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료의 상기 최저 삼중항 상태 에너지 레벨은 상기 전하 운반 도핑제 재료의 상기 최저 삼중항 상태 에너지 레벨 보다 높은 디바이스.

청구항 49.
제 48 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 적어도 약 3.5eV의 HOMO와 LUMO 에너지 레벨 사이의 에너지 갭을 가지는 디바이스.

청구항 50.
제 46 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 적어도 약 3.5eV의 HOMO와 LUMO 에너지 레벨 사이의 에너지 갭을 가지는 디바이스.

청구항 51.
제 46 항에 있어서, 상기 방출층은 가시 스펙트럼의 청색 영역내의 방사선을 방출하는 디바이스.

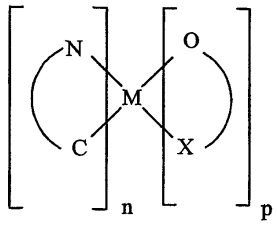
청구항 52.
제 51 항에 있어서, 상기 방사선은 약 430nm 내지 약 470nm의 범위의 방출 피크를 가지는 디바이스.

청구항 53.
제 52 항에 있어서, 상기 방출 피크는 약 450nm인 디바이스.

청구항 54.
제 47 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 디-페닐렌, 치환 디-페닐렌, 트리-페닐렌, 치환 트리-페닐렌, 나프탈렌, 치환 나프탈렌, 테트라페닐부타디엔 및 치환 테트라페닐부타디엔으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 재료를 포함하는 디바이스.

청구항 55.
제 47 항에 있어서, 상기 전하 운반 도핑제 재료는 옥시디아졸, 트라이졸 및 사이클로옥시테트라엔으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 재료를 포함하는 디바이스.

청구항 56.
제 47 항에 있어서, 상기 인광성 도핑제 재료는 하기의 일반식의 구조를 가지는 콤파운드를 포함하고,



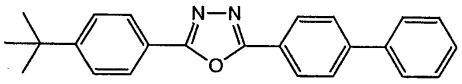
여기서, M은 중 천이 금속; C--N은 고리 금속화 리간드; O--X는 X가 산소, 질소 및 황으로 구성되는 그룹으로부터 선택된, 배위 리간드이며,

n은 1 또는 2이고, p는 0 또는 1인 디바이스.

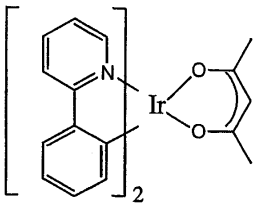
청구항 57.
제 56 항에 있어서, 상기 M은 이리듐, 백금, 오스뮴 및 금으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 디바이스.

청구항 58.
제 47 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 폴리스티렌(polystyrene)을 포함하고,

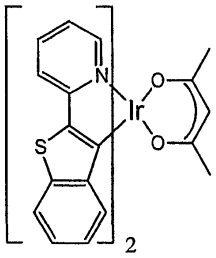
상기 전하 운반 도핑제 재료는 하기의 화학 구조를 가지는 (4-바이페닐)(4-테르트부틸페닐)옥시디아졸(PDB)을 포함하며,



상기 인광성 도핑제 재료는 하기의 화학 구조를 가지는 비스(페닐피리딘)이리듐 아세틸아세토네이트(PPIr) 및



하기의 화학 구조를 가지는 비스(2-페닐벤조티아졸)이리듐 아세틸아세토네이 트(BTIr)를 포함하는 디바이스.



청구항 59.
제 46 항에 있어서, 상기 아노드 층과 상기 방출 층 사이에 정공 주입층을 추가로 포함하는 디바이스.

청구항 60.
제 59 항에 있어서, 상기 방출층과 상기 캐소드 층 사이에 전자 주입층을 추가로 포함하는 디바이스.

청구항 61.
제 60 항에 있어서, 상기 방출층과 상기 전자 주입층 사이에 정공 차단층을 추가로 포함하는 디바이스.

청구항 62.
제 60 항에 있어서, 상기 방출층과 상기 전자 주입층 사이에 여기자 차단층을 추가로 포함하는 디바이스.

청구항 63.
제 61 항에 있어서, 상기 방출층과 상기 정공 주입층 사이에 전자 차단층을 추가로 포함하는 디바이스.

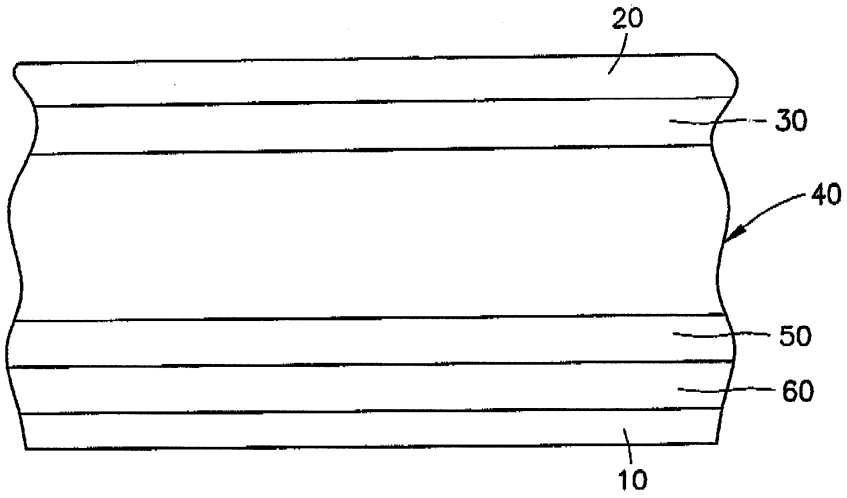
청구항 64.
제 61 항에 있어서, 상기 방출층과 상기 정공 주입층 사이에 여기자 차단층을 추가로 포함하는 디바이스.

청구항 65.
제 46 항에 있어서, 상기 방출층과 상기 캐소드 층 사이에 전자 주입층을 추가로 포함하는 디바이스.

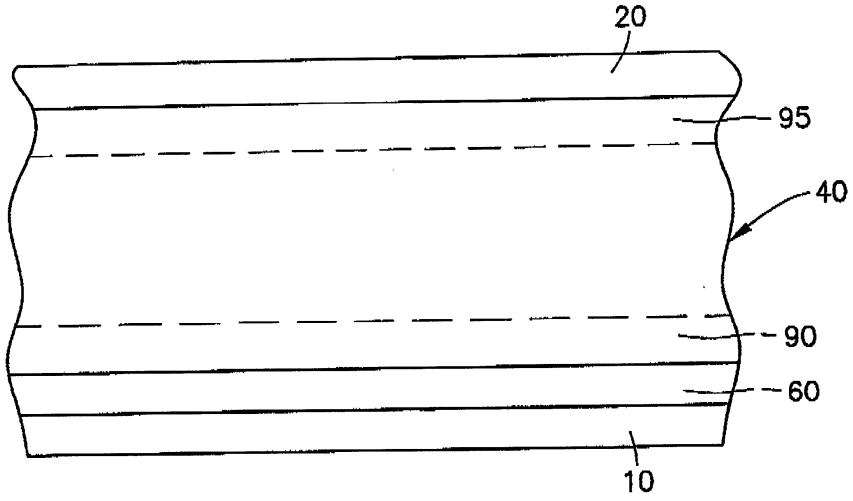
청구항 66.
제 46 항에 있어서, 상기 와이드 갭 호스트 재료는 상기 아노드 층과 접촉하는 상기 와이드 갭 호스트 재료의 미도핑 영역을 포함하는 전자 주입 영역과, 상기 캐소드 층과 접촉하는 상기 와이드 갭 호스트 재료의 미도핑 영역을 포함하는 정공 주입 영역을 포함하는 디바이스.

도면

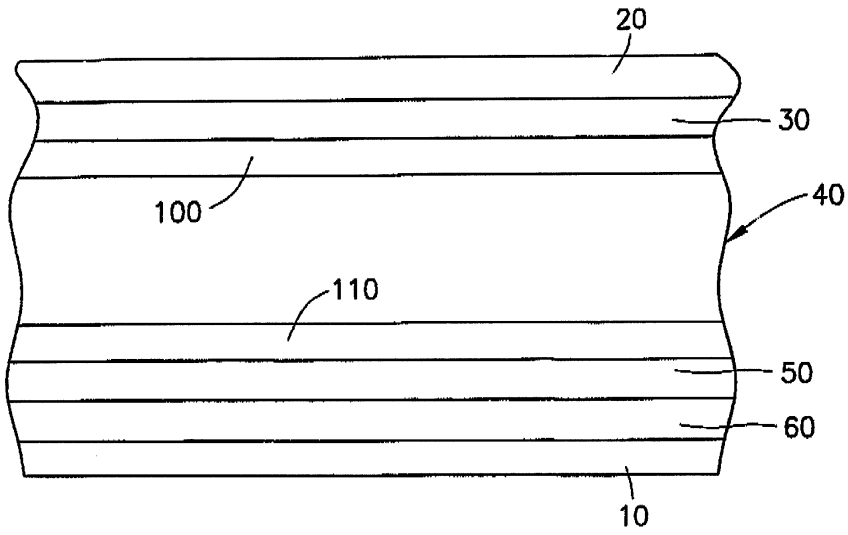
도면1



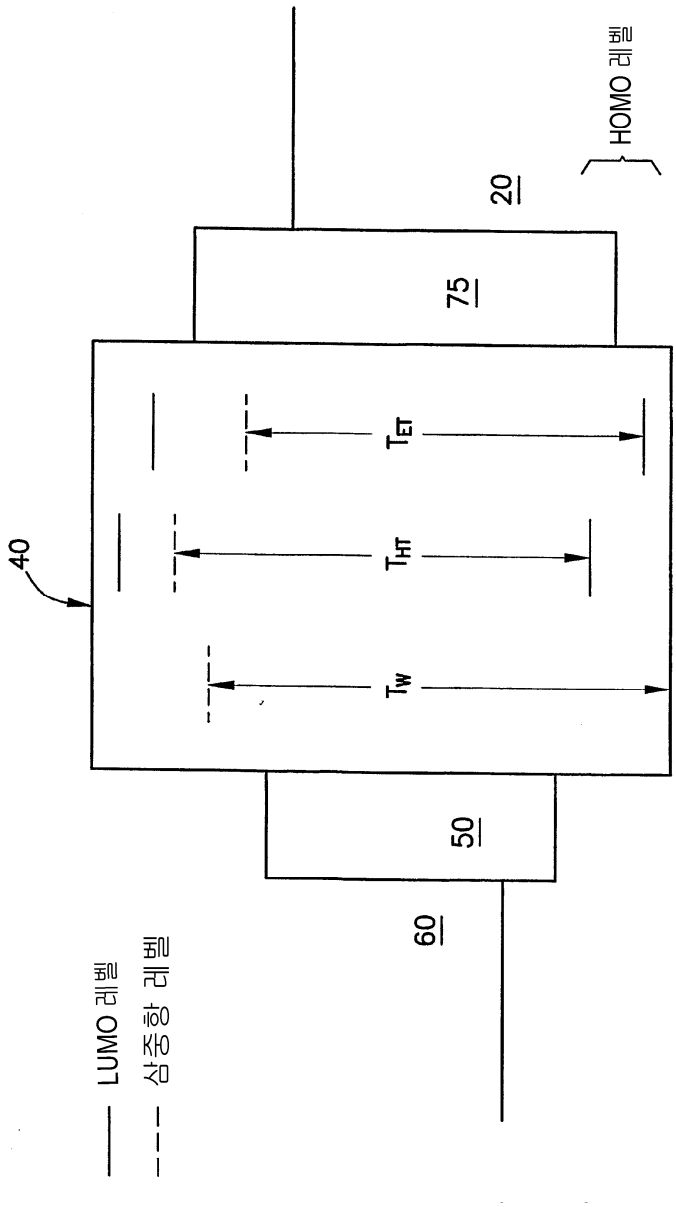
도면2



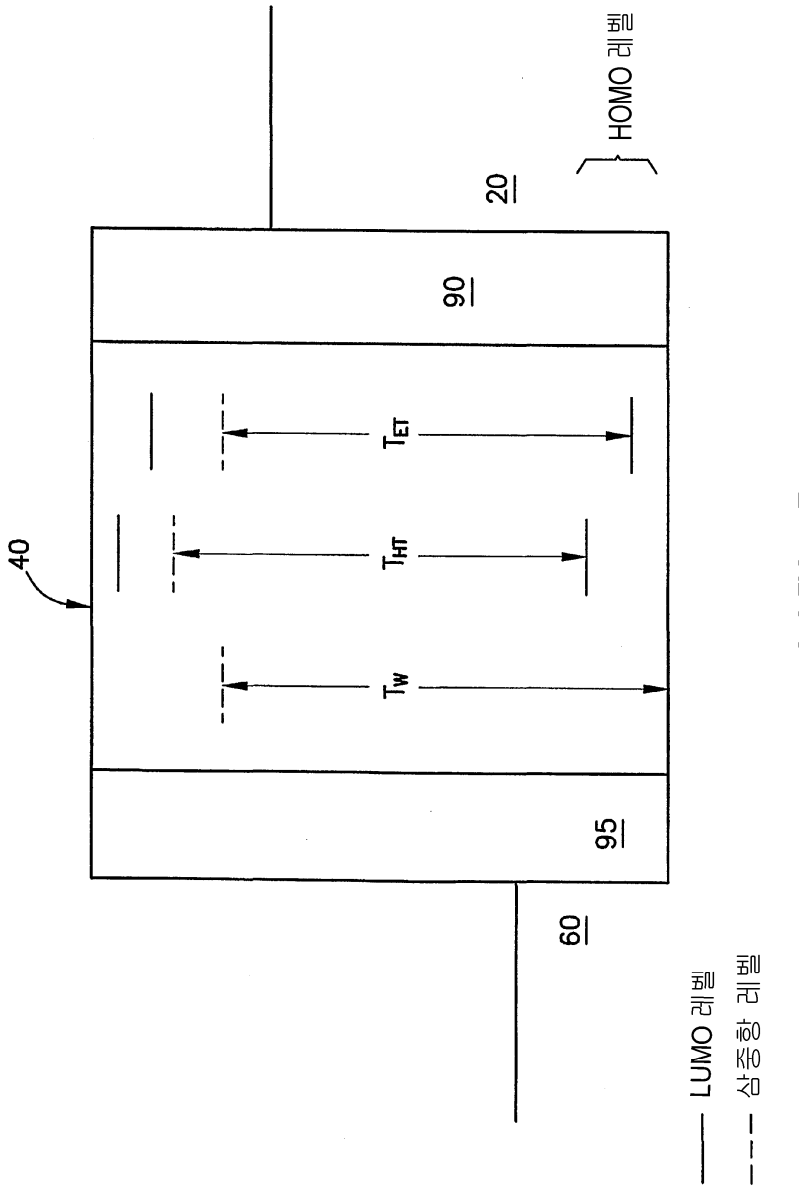
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	用于蓝色磷光有机发光二极管的材料和器件		
公开(公告)号	KR1020030093242A	公开(公告)日	2003-12-06
申请号	KR1020037012019	申请日	2002-03-13
[标]申请(专利权)人(译)	普林斯顿大学 受托人来更惊喜的普林斯顿大学 南加利福尼亚大学		
申请(专利权)人(译)	더트러스티즈오브프린스턴유니버시티 大学出来的加利福尼亚.		
[标]发明人	THOMPSON MARK E 톰슨마크이 FORREST STEPHEN R 포레스트스테판알		
发明人	톰슨,마크,이 포레스트,스테판,알.		
IPC分类号	H05B33/18 C09K11/06 H01L51/00 H01L51/30 H01L51/40 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/002 H01L51/005 H01L51/007 H01L51/0085 H01L51/0087 H01L51/5016 H01L2251/552		
代理人(译)	Bakgyeongjae		
优先权	60/275481 2001-03-14 US		
其他公开文献	KR100916231B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

OLED包括掺杂有两种掺杂剂的宽间隙非活性主体材料。掺杂剂之一是能够传输电子或空穴的磷光材料。剩余的掺杂剂是能够传输未被磷光掺杂剂传输的电子和空穴的电荷传输材料。选择材料使得主体材料的最低三重态能级和电荷传输掺杂剂材料的最低三重态能级分别高于磷光掺杂剂材料的最低三重态能级。特别地，该装置可以在可见光谱的蓝色区域中有效地发光。 1