

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.⁷
H05B 33/26

(11) 공개번호 10-2004-0066724
(43) 공개일자 2004년07월27일

(21) 출원번호 10-2004-0003364
(22) 출원일자 2004년01월16일

(30) 우선권주장 10/347,013 2003년01월17일 미국(US)

(71) 출원인 이스트맨 코닥 캄파니
미합중국 뉴욕 로체스터 스테이트 스트리트 343

(72) 발명자 레이차우드후리프라납케이
미국뉴욕주14612로체스터제이비레인147

마다틸조셉케이
미국뉴욕주14621로체스터레스터셔로드164

쇼어조엘디
미국뉴욕주14607로체스터옥스퍼드스트리트242

(74) 대리인 김창세
장성구

심사청구 : 없음

(54) 금속 애노드를 사용하는 개선된 발광의 유기 발광다이오드(OLED) 디스플레이

요약

본 발명은, 상부 및 하부 이미터에 적합한 OLED 디바이스를 개시하고 있다. 상부 방출 OLED의 경우, 투명 기판; 상기 기판 상에 형성된 금속, 금속 합금 또는 둘 모두를 포함하는 반사성이고 약한 흡수성이며 전도성인 애노드 층; 정공 주입층; 상기 정공 주입층 상에 형성되고, 전기발광 물질을 갖는 방출층 및 상기 방출층 상에 배치된 전자 수송층을 포함하는 다수의 유기층; 및 상기 전자 수송층 상에 제공된 금속, 금속 합금 또는 둘 모두를 포함하는 반사성이고 전도성인 캐소드를 포함하고, 애노드 구조물의 투명성 및 반사성, 캐소드 구조물의 반사성, 및 전극 사이의 유기층의 두께가, 광의 내부 반사를 변화시킴으로써 방출을 개선시키며 반사성이고 약한 흡수성이며 전도성인 애노드를 갖지 않는 최적화된 대조 디바이스보다 뛰어난 기판 관통 휘도를 획득하도록 선택된다.

대표도

도 2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 통상적인 하부-방출 OLED 디바이스의 층 구조를 개략적으로 도시한 것이다.

도 2는 본 발명의 하부-방출 OLED 디바이스의 층 구조를 개략적으로 도시한 것이다.

도 3은 본 발명의 하부-방출 OLED 디바이스의 층 구조를 개략적으로 도시한 것이다.

도 4는 본 발명의 하부-방출 OLED 디바이스의 층 구조를 개략적으로 도시한 것이다.

도 5는 본 발명의 상부-방출 OLED 디바이스의 층 구조를 개략적으로 도시한 것이다.

도 6은 광학 모델링에 의해 측정된 NPB 두께의 함수로서 Ag 애노드 및 11nm 두께의 MgAg 캐소드를 갖는 상부-방출 OLED 디바이스의 축상(on-axis) 휘도를 도시한 것이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 금속 애노드를 사용하는 증강된 하부-방출 및 고효율 상부-방출 유기 발광 다이오드(OLED) 디바이스에 관한 것이다.

유기 발광 다이오드(OLED)로도 알려져 있는 유기 전기발광(OEL) 디바이스는 평면-패널 디스플레이 제품에 유용하다. 이 발광 디바이스는 높은 휘도 효율을 갖는 적색, 녹색 및 청색을 생성시키도록 고안될 수 있기 때문에 매력적이며, 몇 볼트 정도의 낮은 구동 전압으로 작동 가능하며 사각에서도 선명하게 보인다. 이러한 독특한 특성은 애노드와 캐소드 사이에 위치하는 저분자 유기 물질 박막 다층 스택으로 이루어진 기본적인 OLED 구조로부터 유래된다. 탭(Tan g) 등은 통상 양도된 미국 특허 제 4,769,292 호 및 제 4,885,211 호에서 이러한 구조를 개시한 바 있다. 통상의 전기 발광(EL) 매질은 정공 수송층(HTL) 및 전자 수송층(ETL)의 2층 구조로 이루어지며, 전형적으로는 각 층은 수십 나노미터(nm) 두께 정도로 이루어진다. 전기적 전위 차가 전극에 인가되는 경우, 주입된 캐리어(carrier) - 애노드에서의 정공 및 캐소드에서의 전자 - 는 EL 매질을 통해 서로의 방향으로 이동하며 이들중 일부는 재조합하여 발광한다. 전기 발광의 세기는 EL 매질, 구동 전압, 및 전극의 전하 주입 속성에 의존한다. 디바이스의 외부에서 보이는 광은 기판, 애노드 및 캐소드의 유기 스택의 디자인 및 광학 특성에 추가로 의존한다.

전형적인 디바이스는 방출된 광이 모든 층들이 침착되어 있는 하부 지지체를 통과함에 따라 하부 방출된다. 디바이스는 애노드로서 작용할 수도 있는 매우 투명한 인듐-주석-산화물(ITO) 층을 갖는 유리 기판을 대개 사용한다. 리튬-함유 합금이 효율적인 전자 주입을 제공하는 것으로도 알려져 있지만 캐소드는 전형적으로는 반사성 MgAg 박막이다. 광은 모든 방향으로 방출된다. 기판쪽으로 방출된 광은 애노드와 기판을 거쳐 관찰자에게로 전달되며, 반대 방향으로 방출된 광은 캐소드에서 반사되고 기판을 통과하여 하부-방출을 증강시킨다. 매우 투명한 기판 및 애노드 및 고반사성 캐소드가 고효율 디바이스에 사용된다. 고효율 디스플레이는 낮은 전력 소모 때문에 특히 요구된다. 또한, 이러한 디스플레이는 낮은 구동 전류에서 작동될 수 있어 작동 수명을 증강시킨다. 전형적인 하부-방출 디바이스 공학은 거의 성숙 단계이다. 일반적으로 80% 이하의 생성 광은 유리, ITO 및 유기층에서는 도파 방식에서의 소실로 인해 관찰이 불가능하다(M.-H. Lu 및 J. C. Sturm, J. Appl. Phys. **91**, 595(2002)). 그러나, 초고효율 디바이스를 제조하는 것은 매우 어려울 수 있다. 도파 방식에 대한 일부의 광 소실을 회복하기 위해 디바이스 구조가 매우 복잡해질 수 있다.

능동 매트릭스 하부 방출 디바이스의 경우(이는 박막 트랜지스터의 소자를 스위칭하는데 사용된다) 트랜지스터는 유리 기판 상에 조립된다. 결과적으로, 광이 나오는데 이용될 수 있는 개방 면적은 트랜지스터의 존재로 인해 줄어든다. 전체 디바이스 면적에 대한 개방 면적의 비율은 구경비로 일컬어진다. 구경비의 감소로 인해 디스플레이가 희미하게 작동할 것이다. 감소된 평균 휘도 수준을 보상하기 위해, 구동 전류가 증가되어야 하여 디스플레이에 작동성 저하의 위험성을 증 가시킨다. 이러한 문제점을 완화시키기 위해, 방출 광이 상부 표면을 통해 나오도록 제조된다. 구경비가 전형적으로 약 30%인 하부 방출 디바이스와 대조적으로 상기 구경비는 현저히 증가될 것이다. 이 유형의 디바이스는 상부-방출 또는 표면-방출 디바이스로 불려진다. 표면-방출 디바이스는 능동 매트릭스 디스플레이에서 및 기판이 실리콘과 같은 불투명 물질로 제조될 필요가 있는 제품에서 상당히 흥미롭다. 상부 표면은 광이 상부 표면을 통해 나오도록 적어도 반투명해야 할 필요가 있다.

상부-방출 디바이스로 전환하기 위해 하부-방출 디바이스에서의 방출 방향을 바꾸는 것은 사소한 문제가 아니며, 특히 효율이 보존되어야 하는 경우 그러하다. 이는 Alq ETL과 상용적인 고투명성 전도성 캐소드 재료가 부족하기 때문

이다. Alq-계 방출/전자 수송 층(EML/ETL)에 대해 상용가능한 상부 전극(캐소드) 재료는 흡수성이고 반사성인 낮은 일함수 금속 또는 합금이다. 반투명 캐소드 쪽으로 방출되는 광 중에서, 단지 적은 부분만이 캐소드를 통해 방출되며 대부분은 광이 나오는 투명 애노드 쪽으로 후방으로 반사된다. 캐소드의 두께를 감소시켜서는 상부-방출을 현저히 증가시킬 수 없는데, 그 이유는 접촉의 본래성을 유지시키기 위해 캐소드 층이 저전압 및 접촉 안정성을 확보하도록 두께가 8 내지 10nm 두께일 필요가 있기 때문이다. 상기 두께에서, 필름은 저투과성 및 높은 계면 반사성을 갖는다. 기판 관통 방출은 두꺼운 완전 반사 캐소드를 갖는 동일한 디바이스로부터의 방출의 약 70%로 여전히 우세하다. 상부-방출은 전형적으로 약 15 내지 25%로 약하다.

캐소드 쪽으로 광을 반사하기 위해 애노드 구조에 반사기가 사용되는 경우 상부 방출이 실질적으로 증가될 수 있다. EP 1 154 676 A1 호에서 소니 코포레이션(Sony Corporation)은 완충/정공 주입기와 함께 반사기를 사용하였다. 반사성 물질은 추정하건데 높은 일함수 물질인 Pt, Au, Cr, W 등이었다. 완충 층은 누출을 방지하기 위한 층으로 m-M TDATA로 제조되었으며, 이는 또한 정공 주입층이기도 하다. 루(Lu) 등('High-efficiency top-emitting organic light-emitting devices', M.-H. Lu, M.S. Weaver, T.X.Zhou, M.Rothman, R.C.Kwong, M.Hack, and J.J. Brown, Appl. Phys. Lett. 81, 3921(2002))은 Ag/16nm ITO 애노드 및 Ca(20nm)/ITO(80nm) 캐소드를 갖는 상부 방출 OLED를 개시하였다. 방출 매질인 6중량%의 Ir(ppy)₃으로 도핑된 30nm 두께의 CBP 층은, ITO 애노드 및 완전 반사 LiF/Al 캐소드를 갖는 대응하는 하부 이미터보다 약 15% 높은 약 20 cd/A의 효율을 획득하였다. 두 유형의 디바이스 모두는 정공 주입기로서 CuPc를 사용한다. 이들은 Ag 상에 ITO를 사용하였으며, 아마 우수한 정공 주입 특성을 갖기 위해 CuPc 정공-주입 층을 추가로 사용하였다. 이러한 층들은 애노드 반사성을 감소시켰다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 통상적인 하부-방출 OLED보다 그 성능이 뛰어난 하부-방출 OLED를 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은, 매우 효율적인 상부-방출 OLED를 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은, 금속 애노드가 ITO 애노드보다 전도성이 우수하고 제작하기 용이함에 따라 애노드 재료로서 ITO 대신 금속을 사용하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은, 고반사성 애노드 상에 초박형 정공 주입층을 사용하여 애노드 반사성을 보존하고 상부-방출을 개선시키는 것이다.

본 발명의 추가의 또다른 목적은, 공정 상의 복잡성을 초래함이 없이 또는 디바이스 구조의 주된 변경 없이 상기 목적들을 달성하는 것이다.

이러한 목적은,

(a) 투명 기판,

(b) 상기 기판 상에 형성된 금속, 금속 합금 또는 둘 모두를 포함하는 반사성이고 약한 흡수성이며 전도성인 애노드 층,

(c) 상기 반사성이고 약한 흡수성이며 전도성인 애노드 층 상에 침착된 정공 주입층,

(d) 상기 정공 주입층 상에 형성되고, 전기발광 물질을 갖는 방출층 및 상기 방출층 상에 배치된 전자 수송층을 포함하는 다수의 유기층, 및

(e) 상기 전자 수송층 상에 제공된 금속, 금속 합금 또는 둘 모두를 포함하는 반사성이고 전도성인 캐소드를 포함하고,

(f) 애노드 구조물의 투명성 및 반사성, 캐소드 구조물의 반사성, 및 전극 사이의 유기층의 두께가, 광의 내부 반사를 변화시킴으로써 방출을 개선시키며 반사성이고 약한 흡수성이며 전도성인 애노드를 갖지 않는 최적화된 대조 디바이스보다 뛰어난 기판 관통 휘도를 획득하도록 선택되는, 하부-방출 OLED 디바이스로 달성된다.

이러한 대상은

(a) 투명 또는 불투명 기판,

- (b) 상기 기판상에 형성된 금속, 금속 합금 또는 둘 모두를 포함하는 반사성이고 실질적으로 불투명하며 전도성인 애노드 층,
- (c) 상기 반사성이고 실질적으로 불투명하며 전도성인 애노드 층 상에 침착된 정공 주입층,
- (d) 상기 정공 주입층 상에 형성되고, 전기발광 물질을 갖는 방출층 및 상기 방출층 상에 배치된 전자 수송층을 포함하는 다수의 유기층, 및
- (e) 상기 전자 수송층 상에 제공된 금속, 금속 합금 또는 둘 모두를 포함하는 반사성이고 반투명하며 전도성인 캐소드를 포함하고,
- (f) 애노드 구조물의 반사성, 캐소드의 투명성 및 전극 사이의 유기층의 두께가, 광의 내부 반사를 변화시킴으로써 상부 전극을 통한 방출을 개선시키도록 선택되는, 상부-방출 OLED 디바이스로 추가로 달성된다.

본 발명에 따르면, 애노드 구조물에 약한 흡수성이지만 반사성인 금속 층 및 초박형 정공 주입층을 포함시키고 약한 흡수성 금속 층 및 다수의 유기층의 두께를 선택함으로써, 하부-방출 디바이스의 효율이 통상적인 디바이스에 비해 실질적으로 개선될 수 있는 것으로 확인되었다.

본 발명에 따르면, 애노드 구조물에 반사성 금속 및 초박형 정공 주입층을 포함하고 캐소드 층 및 다수의 유기층의 두께를 선택함으로써 고효율의 상부-방출 이 달성될 수 있는 것으로 추가로 확인되었다.

본 발명의 이점은 낮은 구동 전압을 사용하여 방출을 개선시킨다는 점이다.

발명의 구성 및 작용

이후의 설명 전반에 걸쳐 두분자어를 사용함으로써 여러 유기층의 명칭 및 유기 발광 디바이스의 작동 특징을 나타낸다. 참조를 위해 하기 표 1에 나열하였다.

[표 1]

OLED	유기 발광 디바이스
ITO	인듐 주석 산화물
HIL	정공 주입층
HTL	정공 수송층
EML	방출층
ETL	전자 수송층
TEL	투과 증강층
NPB	4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(NPB)
Alq	트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄
C545T	10-(2-벤조티아졸릴)-2,3,6,7-테트라하이드로-1,1,7,7-테트라메틸-1H,5H,11H-[1]벤조피라노[6,7,8-ij]퀴놀리진-11온
DCJTB	4-(다시아노메틸렌)-2-t-부틸-6-(1,1,7,7-테트라메틸줄롤리딜-9-에닐)-4H-피란
MgAg	Mg(90 부피%) Ag(10 부피%) 합금

이제 도 1로 돌아가서, OLED(100)는 투명 기판(101), 투명 애노드(102), 정공 주입층(HIL)(103), 정공 수송층(HTL)(104), 방출층(EML)(105), 전자 수송층(ETL)(106) 및 반사성 캐소드(107)를 포함하는 종래 디바이스이다. 캐소드(107)는 약 4 eV보다 낮은 일함수 금속을 포함한다. 작동시, 애노드(102) 및 캐소드(107)는 전압 공급원과 연결되고 전류는 유기층을 통과하여 방출층(105)로부터의 광 방출 또는 전기발광을 발생시킨다. 생성 광의 세기는 OLED(100)를 통과하는 전류의 크기에 의존하며, 이는 이후 유기층의 전기적 특성 및 휘도 뿐만 아니라 애노드(102), 정공 주입층(103) 및 캐소드(107)의 전하 주입 속성에 따라 변한다. 보이는 방출은 기판(101) 및 애노드(102)의 투과성 및 캐소드(107)의 반사성 뿐만 아니라 OLED(100)의 층 구조에 추가로 의존한다.

도 2 내지 도 4에서, 본 발명의 OLED 디바이스를 도시하고 있다. OLED(100A)(도 2)에서, 애노드는 반투명 금속층(108)을 포함하며, 그 외에는 종래 OLED 디바이스(100)와 유사하다. 전류를 통하면 OLED(100A)는 종래 디바이스 OLED(100)와 마찬가지로 기판(101)을 통해 보여지는 광을 방출한다. 반면, 애노드(108) 및 유기층의 두께는 효율을 최대화하도록 선택된다.

OLED(100B)(도 3)에서, 투과 증강층(TEL)(109)은 금속 또는 금속 합금으로 제조된 반투명하고 전도성이며 반사성인 애노드(108)와 투명 기판(101) 사이에 위치하여 기판(101)을 통한 방출을 추가로 증강시키도록 제공된다.

OLED(100C)(도 4)에서, 전도성 반사기(111)는 일 함수에 상관없이 사용된다. 전도성 반사기(111)는 초박형 캐소드(110) 상에 침착되며, 상기 캐소드는 전자 수송층(106) 상에 형성된다. OLED(100C)는 그 외에는 OLED(100B)와 유사하다.

OLED(100D)(도 5)에서, 광은 반투명 전도성 캐소드(107x) 및 투과 증강층(109x)을 통과한다. 전도적 반사성 애노드(108x)는 투명 또는 불투명 기판(101x) 상에 침착된 완전 반사층이다.

OLED 디바이스를 구성하는 여러 층의 조성 및 기능은 다음과 같다.

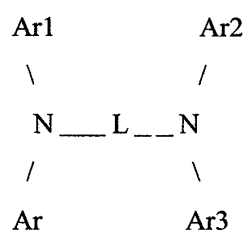
기판(101)으로는 유리, 세라믹 또는 플라스틱이 포함될 수 있다. 기판(101)을 통해 방출하는 디바이스의 경우, 기판은 가능한 투명해야 한다. OLED 디바이스 제조가 고온 공정을 필요로 하지 않으므로, 100°C의 정도의 공정 온도를 견딜 수 있는 어떠한 기판(101)도 유용하며, 대부분의 열적 플라스틱이 이에 포함된다. 기판(101)은 단단한 판, 유연한 시이트 또는 굽은 표면의 형태를 취할 수 있다. 기판(101)은 전자 뒷판을 갖는 지지체를 포함할 수 있음에 따라 전자 어드레싱(addressing) 또는 스위칭 소자를 갖는 능동형 매트릭스 기판을 포함한다. 능동형 매트릭스 기판은 고온 폴리실리콘 박막 트랜지스터, 저온 폴리실리콘 박막 트랜지스터 또는 비결정질 실리콘 박막 트랜지스터를 함유할 수 있다. 당해 분야의 숙련자들은 다른 회로 소자가 OLED 디바이스를 어드레싱하고 구동시키는데 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

애노드(102)(도 1)는 캐소드(107)에 비해 양(+)의 전위가 OLED(100)에 인가되는 경우 유기층으로 정공을 주입하는 기능을 제공한다. 예를 들어, 통상 양도된 미국 특허 제 4,720,432 호에 인듐 주석 산화물(ITO)은 비교적 높은 일함수를 갖기 때문에 효율적인 애노드를 형성하는 것으로 밝혀졌다. ITO 필름 자체가 투명하고 전도성이므로, 시판되는 ITO-코팅된 유리는 OLED(100) 유형 디바이스의 제조를 위한 우수한 지지체를 제공한다(도 1). OLED(100A) 유형 디바이스(도 2)는 투명 기판(101)에 침착된 애노드(108)로서 전도성 및 반투명 금속/합금 층을 사용한다. 애노드(108)는 전형적인 침착 방법에 의해 침착될 수 있으며 또한 OLED(100) 제조 방법과 함께 사용될 수도 있다. 이 애노드(108)는 위에 놓여지는 정공 주입층(103)을 필요로 하거나 필요로 하지 않을 수 있다.

정공 주입층(103)은 애노드(102)(도 1) 또는 애노드(108)(도 2)로부터 정공 수송층으로의 정공 주입의 효율을 증가시키는 기능을 제공한다. 예를 들어, 통상 양도된 미국 특허 제 4,885,211 호에서는 포르폴린 또는 프탈로시아닌 화합물이 종래 유형의 디바이스(도 1)의 정공 수송층(104)에 대한 정공 주입층(103)으로 유용하며, 휘도 효율 및 작동 안정성을 증가시키는 것으로 밝혀진 바 있다. 다른 바람직한 정공 주입 물질은 CF_x (여기서 x는 0 초과 2 이하이다)를 포함하며, 이는 플라즈마-보조 증착에 의해 침착된 불화 중합체이다. CF_x 의 제조방법 및 특성은 통상 양도된 미국 특허 제 6,208,077 호에 개시된 바 있다. 다른 물질이 또한 정공 주입기로서 사용될 수 있다. 이로는 Mo, V 또는 Ru의 산화물을 들 수 있다. 각각 120nm 두께의 ITO 상의 약 30nm 두께의 이러한 재료의 층은 TPD, 정공 수송층으로의 정공 주입기로서 유용한 것으로 밝혀졌다('Metal oxides as a hole-injecting layer for an organic electroluminescent device', S. Tokito, K. Noda and Y. Taga, J. Phys. D; Appl. Phys. 29, 2750(1996)). 본 발명에 따르면, CF_x 및 MoO_x ($x < 3.0$)는 도 2, 도 3, 도 4 또는 도 5의 금속 애노드(108) 또는 애노드(108x)로부터 정공 수송층(104)으로의 효율적인 정공 주입을 제공하는 것으로 밝혀졌다. MoO_x 층은 MoO_3 의 진공 증발에 의해 제조되고, 침착된 필름은 비-화학양론적일 수 있다. 금속 애노드에 대한 다른 정공 주입기로는 ITO, IZO, Pr_2O_3 , TeO_2 , CuPc 또는 SiO_2 가 포함될 수 있다.

정공 수송층(104)은 방출층(105)으로 정공을 수송하는 기능을 제공한다. 정공 수송 물질로는 통상 양도된 미국 특허 제 4,720,432 호에 개시된 바와 같은 여러 부류의 방향족 아민을 포함한다. 바람직한 부류의 정공 수송 물질은 하기 화학식 1의 테트라아릴디아민을 포함한다.

화학식 1



상기 식에서,

Ar, Ar1, Ar2 및 Ar3는 페닐, 비페닐 및 나프틸 잔기로부터 독립적으로 선택되고,

L은 2가 나프틸렌 잔기 또는 d_n 이며,

d는 페닐렌 잔기이고,

n은 1 내지 4의 정수이고,

Ar, Ar1, Ar2 및 Ar3중 하나 이상은 나프틸 잔기이다.

유용한 선택된(융합 방향족 고리 함유) 방향족 3차 아민은 다음과 같다:

4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(NPB),

4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]-p-터페닐,

4,4'-비스[N-(2-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐,

1,5-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]나프탈렌,

4,4'-비스[N-(2-피레닐)-N-페닐아미노]비-페닐,

4,4'-비스[N-(2-퍼릴레닐)-N-페닐아미노]비페닐,

2,6-비스(디-p-톨릴아미노)나프탈렌,

2,6-비스[디-(1-나프틸)아미노]나프탈렌.

방출층(105)(도 1 내지 5)은 이 층에서 정공과 전자의 재조합의 결과로 생성된 광 방출의 기능을 제공한다. 바람직한 실시양태의 방출층(105)은 하나 이상의 형광 염료로 도핑된 호스트 물질을 포함한다. 이 호스트-도판트 조합을 사용하면, 고효율의 OLED 디바이스를 제조할 수 있다. 동시에, EL 디바이스의 색상은 통상의 호스트 물질에서 상이한 방출 파장의 형광 염료를 사용함으로써 조절될 수 있다. 탕 등은 통상 양도된 미국 특허 제 4,769,292 호에서 호스트 물질로서 Alq를 사용하는 OLED 디바이스에 대해 상당히 자세하게 이 도판트 개요를 기재하고 있다. 탕 등의 통상 양도된 미국 특허 제 4,769,292호에 개시한 바와 같이, 방출층은 녹색 발광 도핑된 물질, 청색 발광 도핑된 물질 또는 적색 발광 도핑된 물질을 함유할 수 있다.

바람직한 호스트 물질은 8-퀴놀리놀 금속 킬레이트 화합물의 종류를 포함하며, 상기 킬레이트 금속은 예컨대 Al, Mg, Li, Zn이다. 또다른 바람직한 부류의 호스트 물질은 쉬(Shi) 등의 통상 양도된 미국 특허 제 5,935,721 호에 개시된 바와 같이, 안트라센 유도체, 예컨대 9,10-디나프틸 안트라센, 9,10-디안트릴 안트라센, 및 알킬 치환된 9,10-디나프틸 안트라센을 포함한다.

도판트 물질은 대부분의 형광 및 인광 염료 및 안료를 포함한다. 바람직한 도판트 물질은, 탕 등의 통상 양도된 미국 특허 제 4,769,292 호 및 첸(Chen) 등의 통상 양도된 미국 특허 제 6,020,078 호에 개시된 바와 같이 쿠마린(예: 쿠마린 6), 디시아노메틸렌피란(예: 4-디시아노메틸렌-4H-피란)을 포함한다.

전자 수송층(106)(도 1 내지 5)은 캐소드로부터 방출층(105)(도 1 내지 5)으로 주입된 전자를 전달하는 기능을 제공한다. 유용한 물질은 쉬 등의 통상 양도된 미국 특허 제 5,645,948 호에 개시된 바와 같은 Alq, 벤즈아졸을 포함한다.

캐소드(107)(도 1 내지 3)는 전형적으로 전도성이고 완전 반사성인 박막(즉, 약 50 내지 500nm 두께)이고 전자 수송층(106)(도 1 내지 3)으로 효율적으로 전자를 주입시킬 수 있는 합금을 포함하는 물질로 이루어진다. Mg 및 Li 함유 합금이 일반적으로 사용되는데, 그 이유는 이들이 낮은 일함수를 갖고 Alq 전자 수송층(106)에 대해 효율적인 전자 주입 접촉을 하기 때문이다. 4.0 eV 미만의 일함수를 갖는 다른 물질이 또한 전자 주입기로서 사용될 수 있다. 이들은 금속, 또는 Mg, 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 Mn과 Ag 또는 Al의 합금을 비롯한 금속 합금을 포함한다. 캐소드(107x)는 전자 수송층(106)(도 1 내지 3)에 일반적으로 증착된다. 캐소드(107x)(도 5)는 약 4 내지 50nm 두께의 반투명 필름으로 또한 증착되며, 낮은 일함수(< 4 eV) 금속 및 Mg, 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 Mn과 Ag 또는 Al의 합금을 비롯한 금속 합금이다.

애노드(108)(도 2 내지 4)는 반사성이고 약한 흡수성이며 전도성인 필름이며, 방출 파장에서의 상당한 투과성을 갖는 합금을 포함하는 물질로 이루어진다. 이러한 물질로는 Ag, Al, Mg, Zn, Rh, Ru, Ir, Au, Cu, Pd, Ni, Cr, Pt, Co, Te 또는 Mo 또는 이들의 합금 또는 혼합물을 포함한다. 약한 흡수성이란 유리 상의 필름의 흡착이 30% 미만임을 의미한다. 이러한 층의 반사성은 약 30% 이상일 수 있다. 금속에 따라, 층의 두께는 약 4nm 초과 50nm 미만이어야 한다. 애노드(108x)(도 5)는 50 내지 500nm 두께의 전도성이고 완전 반사성 층이고, 이로는 Ag, Al, Mg, Zn, Rh, Ru, Ir, Au, Cu, Pd, Ni, Cr, Pt, Co, Te, Mo, Hf, Fe, Mn, Nb, Ge, Os, Ti, V 또는 W 또는 이들의 합금 또는 혼합물을 포함한다.

투과 증강층(109)(도 3 및 4)은 기판(101)을 통한 방출을 추가로 증가시키기 위해 기판(101)과 반투명 애노드(108) 사이에 삽입된 고도의 투과성 필름이다. 투과 증강층(109x)(도 5)은 또한 반투명하고 반사성이며 전도성인 캐소드(107x)를 통한 방출을 추가로 증가시키기 위한 반사성이고 전도성인 캐소드(107x) 상에 침착된 고도의 투과성 필름이다. 투과 증강층(109 및 109x)은, ITO, 인듐 아연 산화물(IZO), 주석 산화물(TO), 안티몬-도핑된 주석 산화물(ATO), 불소-도핑된 주석 산화물(FTO), 인듐 산화물(IO), 아연 산화물(ZO), 카드뮴 스타네이트(CTO), 카드뮴 산화물, 인-도핑된 TO, 및 알루미늄-도핑된 ZO, MgO, MoO_x, SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, ZrO₂, SiN, AlN, TiN, ZrN, SiC 또는 Al₄C₃ 또는 이들의 혼합물을 포함하지만 이에 한정되지 않는 전도성 또는 비전도성 물질을 포함한다. 물질의 광학 지수에 따라, 투과 증강층(109 또는 109x)의 두께는 20 내지 150nm 범위일 수 있다.

초박형 캐소드(110)(도 4)는 효과적으로 전자 수송층(106) 상에 형성된 투명한 전자 주입층이다. 이러한 캐소드(110)는 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 이들의 조합물의 초박형 층을 침착시켜 제조된다. 캐소드(110)는 또한 금속 및 활성화 금속 예컨대 Al, Mg 등의 화합물을 침착시켜 제조될 수 있다. LiF 상의 얇은 Al, Mg 또는 MgAg 층을 비롯한 2층 구조(각각 약 1nm 두께임)는 전자 수송층(106)으로의 효율적인 전자 주입을 제공한다. 이러한 캐소드(110)는 상부 전극으로서 일함수에 상관없이 임의의 금속/합금을 사용할 수 있다.

반사기(111)(도 4)는 전형적으로 Au, Ag, Cu, Al 또는 이들의 합금을 포함하지만 이에 한정되지 않는 고반사성 금속의 반사층이다. 반사기는 캐소드 쪽으로 방출하는 광을 반사하여 기판 쪽으로 다시 향하게 한다. 고반사성 반사기가 기판 관통 방출을 꺾을 만하게 증강시키도록 도움에도 불구하고, 반사성이 더욱 낮은 다른 금속, 예컨대 Mg, Zn, Ni, Pd 또는 Pt 또는 이들의 합금 또는 혼합물이 유용할 수 있다. 반사기의 두께는 최대 반사성을 제공하기에 충분히 크게 선택된다.

상기 언급한 유기 물질은 고진공에서의 증발에 의해 침착되는 것이 적합하다. 금속/합금 층은 또한 디바이스 구조물이 완충층을 포함하는 경우 스퍼터링 침착을 사용하는 것이 가능하더라도 증착된다(P.K. Raychaudhuri 및 J.K. Madathil, 'Fabrication of Sputtered Cathodes for Organic Light-Emitting Diodes Using Transparent Buffer', Proceedings of the 7th Asian Symposium on Information Display(Sept 2-4, Singapore a) Digest, paper 50; Vol. 3 2, pp. 55-58, 2001).

대부분의 OLED 디바이스는 수분 또는 산소 또는 둘 모두에 민감하므로, 데시칸트(desiccant), 예컨대 알루미늄, 보크사이트, 황산칼슘, 점토, 실리카 겔, 제올라이트, 알칼리 금속 산화물, 알칼리 토금속 산화물, 황산염, 또는 금속 할로겐화물 및 과염소산염과 함께 질소 또는 아르곤과 같은 불활성 분위기에서 통상 봉합된다. 캡슐화 및 데시케이션(desiccation) 방법은 미국 특허 제 6,226,890 호에 기재된 방법을 포함하지만 이에 한정되지 않는다. 또한, 장벽층 예컨대 SiO_x, 테프론, 다른 무기/중합체 층이 캡슐화에 관해 당해 분야에 공지되어 있다.

본 발명의 OLED 디바이스는 목적에 따라 이들의 특성을 증강시키도록 익히 공지된 여러 광학 효과를 사용할 수 있다. 이는 층 두께를 최적화시켜 최대 광 투과성을 수득하거나, 반사 전극을 광 흡수 전극으로 대체하여 명암을 증강시키거나, 디스플레이 상에 눈부심 방지 또는 반사 방지 코팅물을 제공하거나, 디스플레이 상에 편광 매질을 제공하거나, 디스플레이 상에 착색 중성 밀도, 또는 색 전환 필터를 제공함을 포함한다.

실시예

종래 디바이스를 시판 등급 42nm 두께의 70 ohm/sq 패턴화된 ITO 층을 갖는 유리 기판을 사용하여 제작하였다. 일 상적인 세척 후, RF 플라즈마에서 CHF₃ 기체를 분해시킴으로써 1nm 두께의 CF_x HIL 층을 ITO 표면 상에 침착시켰다. 본 발명의 디바이스를 위한 기판은 유리판이며 그 위에 Ar 함유 분위기에서 스퍼터링에 의해 약한 흡수성 금속 층을 침착시켰다. 이러한 금속화된 유리 기판을 또한 상기 CF_x 정공 주입층 또는 증착된 MoO_x 정공 주입층으로 코팅시켰다. 이어서, 기판을 약 1 × 10⁻⁶ Torr에서 작동하는 진공 코팅기로 이동시켜, 여기서 HTL, EML, ETL로 구성된 유기 스택을 순서대로 침착시켰다. MgAg의 캐소드 층 또는 LiF/MgAg의 캐소드 층을 사각형 마스크(디바이스에 대한 0.1cm²의 활성 영역으로 한정됨)를 통해 침착시켰다. 최종적으로, 디바이스를 건조 질소로 충전시킨 장갑 상자에서 밀봉상태로 캡슐화하였다. 디바이스의 휘도를 전류의 함수로서 포토 리서치(Photo Research) PR650 분광복사계를 사용하여 측정하였다. 여기에 주어진 구동 전압 및 휘도는 20mA/cm²에 상응하는 전류가 디바이스를 통과하는 경우 수득되는 것이며, 이때 휘도는 디바이스 표면에 수직인 방향으로 측정된 것이다. ITO 층 또는 반투명 애노드 층(10

8 또는 108x)의 일련의 저항에 의해 야기되는 전압 강하를 측정 구동 전압에서 빼어 '실제' 구동 전압에 기초한 디바이스와 비교하였다.

실시예 1

종래 디바이스를 투명 애노드로서의 ITO, HIL로서의 CF_x , EML/ETL로서의 Alq 및 캐소드(상부 전극)로서의 LiF/MgAg 층을 사용하여 제조하였다. 90부피%의 Mg 및 10부피%의 Ag를 포함하는 상부 전극은 두께가 100nm이고, 완전 반사성이며 불투명하다. 상기 디바이스를 하부 방출의 최대화를 위해 최적화한다. 디바이스는 유리(1.1mm)/ITO(42nm)/ CF_x (1nm)/NPB(105nm)/Alq(60nm)/LiF(0.5nm)/MgAg(100nm)의 층 구조를 갖는다.

광은 기판을 통해 방출한다. 20mA/cm²에 상응하는 구동 전류에서, 구동 전압은 7.8V이고 방출은 641cd/m²이었다. 디바이스의 효율은 3.2cd/A이다. 피크 방출 파장은 525nm이다.

실시예 2

본 발명에 따른 디바이스를 반투명 Ag 애노드, HIL로서의 MoO_x , EML/ETL로서의 Alq, 및 캐소드(상부 전극)로서의 LiF/MgAg 층을 사용하여 제조하였다. MgAg 층은 완전 반사성이고 불투명하다. 상기 디바이스를 하부 방출의 최대화를 위해 최적화한다. 디바이스는 유리(1.1mm)/Ag(20nm)/ MoO_x (2nm)/NPB(40nm)/Alq(60nm)/LiF(0.5nm)/MgAg(100nm)의 층 구조를 갖는다.

광은 기판을 통해 방출한다. 20mA/cm²에 상응하는 구동 전류에서 구동 전압은 6.9V이었고, 하부 방출은 1346cd/m²이었다. 디바이스의 효율은 6.7cd/A이다. 피크 방출 파장은 525nm이다.

실시예 1 및 2는 본 발명의 디바이스가 종래 디바이스보다 2배 더 효율적이며 방출 파장이 변하지 않았음을 보여준다.

실시예 3(비교)

42nm 두께의 ITO 애노드를 갖는 종래 디바이스(3F), 및 일련의 본 발명의 디바이스(디바이스 3A, 3B, 3C, 3D 및 3E)(각각은 반투명한 Ag 애노드 층을 갖는다)를 제조하였다. 각각의 경우의 디바이스 구조를 NPB 층 두께를 선택함으로써 하부 방출의 최대화를 위해 최적화하였다. 각각의 디바이스에 대한 정공 주입층은 1nm 두께의 CF_x 층이었다. 모든 디바이스는 또한 이미터로서 1% C545T로 도핑된 30nm 두께의 Alq, 전자-수송층으로서 30nm 두께의 도핑되지 않은 Alq, 및 캐소드로서 100nm 두께의 MgAg 층을 사용하였다. 상기 결과를 표 2에 제시한다.

[표 2]

디바이스 ID	Ag 두께 (nm)	NPB 두께 (nm)	구동 전압 (V)	휘도 (cd/m ²)	효율 (cd/A)
3F	0	105	6.4	2185	10.9
3E	10	45	6.5	2520	12.6
3D	20	45	5.7	4148	20.7
3C	30	45	5.6	3255	16.3
3B	40	45	5.7	2074	10.4
3A	50	45	5.8	1134	5.7

실시예 3의 결과는, 10 내지 30nm 두께의 반투명 Ag 애노드를 갖는 본 발명의 디바이스(디바이스 3E, 3D 및 3C)가 종래 디바이스(3F)보다 큰 휘도를 나타냄을 보여준다. 20nm Ag 애노드를 갖는 디바이스의 효율은 종래 디바이스(3F)보다 약 2배의 효율을 갖는다.

실시예 4(비교)

42nm 두께의 ITO 애노드를 갖는 종래 디바이스(4F), 및 각각 반투명한 Au 애노드 층을 갖는 일련의 본 발명의 디바이스(디바이스 4A, 4B, 4C, 4D 및 4E)를 제조하였다. 각각의 경우의 디바이스 구조를 NPB 층 두께를 선택함으로써 하부 방출의 최대화를 위해 최적화하였다. 각각의 디바이스에 대한 정공 주입층은 1nm 두께의 CF_x 층이었다. 모든 디바이스는 또한 이미터로서 1% DCJTb로 도핑된 30nm 두께의 Alq, 전자-수송층으로서 30nm 두께의 도핑되지 않은 Alq, 및 캐소드로서 100nm 두께의 MgAg 층을 사용하였다. 상기 결과를 표 3에 제시한다.

[표 3]

디바이스 ID	Au 두께 (nm)	NPB 두께 (nm)	구동 전압 (V)	휘도 (cd/m ²)	효율 (cd/A)
4F	0	110	6.7	469	2.3
4E	15	60	6.7	767	3.8
4D	20	60	6.9	868	4.3
4C	30	60	6.8	668	3.3
4B	40	60	6.7	485	2.4
4A	50	60	6.7	325	1.6

실시에 4의 결과는, 15 내지 40nm 두께의 반투명 Au 애노드를 갖는 본 발명의 디바이스(디바이스 4E, 4D, 4C 및 4B)가 종래 디바이스(4F)보다 큰 방출을 나타냄을 보여준다. 20nm Ag 애노드를 갖는 디바이스(4D)의 효율은 종래 디바이스(4F)보다 약 2배의 효율을 갖는다.

실시에 5

광학 모델링을 종래 디바이스 구조[디바이스 5A - 유리(1.1mm)/ITO(42nm)/NPB(105nm)/Alq(60nm)/MgAg(100nm)] 및 본 발명의 디바이스[디바이스 5B - 유리(1.1mm)/Mo(5nm)/NPB(50nm)/Alq(60nm)/MgAg(100nm)] 상에서 수행하였다. 광학 모델링을 위해, CF_x 또는 MoO_x 의 초박형 층 스택의 존재는 무시되었다. 디바이스(5B)의 출력은 디바이스 5A의 것과 비교시 약 92%인 것으로 밝혀졌다. 그러나, 지수 $n=2.7$ 을 갖는 투명 TEL을 유리 기판과 Mo 애노드 사이에 삽입시키고 층 구조를 유리(1.1mm)/TEL(49.1nm)/Mo(5nm)/NPB(67nm)/Alq(64.6nm)/MgAg(100nm)의 구조를 갖는 디바이스(5C)를 갖도록 재조정하였던 경우, 디바이스(5C)의 출력은 종래 디바이스(5A)의 약 1.5배인 것으로 예측된다. 디바이스(5C)가 단지 조금 더 두꺼운 Alq 및 NPB를 가지므로, 구동 전압 증가는 무시될 것이다. 5nm 두께의 Mo 층의 표면 저항은 종래 디바이스를 제조하는데 사용된 ITO 층보다 낮은 11 ohm/sq로 평가된다.

실시에 6(비교)

광학 모델링을 종래 디바이스 구조[디바이스 6A - 유리(1.1mm)/ITO(42nm)/NPB(105nm)/Alq(60nm)/MgAg(100nm)] 및 유리(1.1mm)/Ag(20nm)/NPB(가변)/Alq(60nm)/MgAg(100nm)의 가변적 두께의 HTL 층을 갖는 본 발명의 일련의 디바이스 상에서 수행하였다. 광학 모델링을 위해, CF_x 또는 MoO_x 의 초박형 층 스택의 존재는 무시되었다. 상기 결과는, 도 6에 도시된 바와 같이, 축상 최대 휘도가 50nm(제 1 최대) 및 200nm(제 2 최대)에서 발생함을 나타낸다. 제 1 최대의 위치에서, 본 발명의 디바이스의 휘도는 최적화된 하부-방출 종래 디바이스(6A)의 약 1.7배이다. 이는 상기 실시예에 제시된 실험 데이터와 상당히 일치한다. TEL 층을 갖고 20 내지 80nm 또는 180 내지 230nm의 NPB의 본 발명의 OLED는 종래 디바이스의 휘도보다 뛰어난 것으로 예측된다. 고효율 하부 이미터를 위한 전극 사이의 유기층의 전체 두께는 각각 제 1 최대 또는 제 2 최대에 대해 80 내지 140nm 또는 240 내지 290nm이다.

실시에 7

각각 60nm 두께의 Ag 애노드, 반투명 캐소드, 및 가변적 NPB 층 두께를 갖는, 본 발명의 일련의 상부 이미터(디바이스 7A, 7B, 7C, 7D, 7E 및 7F)를 제조하였다. 각각의 디바이스에 대해 HIL은 1nm 두께의 CF_x 이었다. 사용된 모든 디바이스의 경우 EML로서 1% C545T로 도핑된 30nm 두께의 Alq, ETL로서 30nm 두께의 도핑되지 않은 Alq, 캐소드로서 14nm 두께의 반투명 MgAg 층이었다. 상기 디바이스는 TEL을 갖지 않지만 그 외에는 도 5의 디바이스와 유사하다. 상기 결과를 표 4에 제시한다.

[표 4]

디바이스 ID	NPB 두께 (nm)	구동 전압 (V)	휘도 (cd/m ²)	효율 (cd/A)
7A	10	5.5	218	1.1
7B	30	6.5	922	4.6
7C	40	5.5	2064	10.3
7D	45	5.5	2768	13.8
7E	50	5.6	3117	15.6
7F	70	5.7	1388	6.9

실시에 7의 결과는, 반투명 MgAg 캐소드를 갖는 본 발명의 디바이스의 경우 NPB 층의 두께가 50nm일 때 휘도가 최대화됨을 보여준다. 실시예 6과 유사한 시뮬레이션은, 축상 휘도에서의 제 1 최대가 45nm의 NPB 두께에서 발생하고 제 2 최대가 180nm의 NPB 두께에서 발생하는 것으로 예측시킨다. 따라서, 상부 방출의 최대화를 위한 유기 매질의 이상적인 두께는 105 또는 204nm이다. 고효율의 디바이스는 30 내지 80nm 또는 160 내지 230nm의 NPB 두께로 제조될 수 있다. 이는 전체 유기층 두께가 90 내지 140nm 또는 220 내지 290nm가 되게 한다.

실시예 8

수 개의 본 발명의 상부 이미터를 여러 반사 애노드를 사용하여 제조하였다(이들 모두는 통상의 14nm MgAg 캐소드 및 통상의 유기층 -50nm NPB 정공 수송층 및 60nm Alq EML/ETL을 갖는다). 사용된 반사기는 Ag, Pd 및 Mo의 완전 반사 필름이었다. 문헌으로부터 발췌한 약 525nm에서 공기중의 완전 반사 필름의 반사성을 표 5에 또한 제시하고 있다. 각 디바이스에 대한 정공 주입층은 1nm 두께의 MoO_x 필름이었다. 디바이스는 TEL을 갖지 않는다. 디바이스 성능을 표 5에 제시하고 있다.

[표 5]

디바이스 ID	반사성 금속	반사율(%)	구동 전압(V)	효율성(cd/A)
8A	Ag	92	5.8	5.2
8B	Pd	69	5.9	2.2
8C	Mo	59	6.1	1.1

실시에 8의 결과는 상부 방출이 애노드 반사성의 기능을 증가시킴을 나타낸다. 그러나, 출력은 단순히 애노드 반사성에 비례하지 않으며, 다만 높은 반사성 범위에서 현저히 더욱 빠르게 상승한다. 구경비의 측면에서 하부 이미터에 대한 상부 이미터의 장점을 고려한다면, Mo 애노드를 갖는 상부 이미터가 ITO 애노드를 갖는 하부 이미터를 능가하는 것으로 예상된다.

실시예 9

각각 72nm 두께의 Ag 애노드, 2.5nm 두께의 MoO_x HIL, 45nm 두께의 NPB HTL 및 60nm 두께의 Alq EML/ETL 및 0.5nm 두께의 LiF/14nm MgAg 캐소드를 갖는 2개의 본 발명의 상부 방출 디바이스를 제조하였다. 디바이스(9A)는 TEL을 갖지 않는다. 디바이스(9B)의 캐소드 상에 TEL로서의 85nm Alq 층을 침착시켰다. 20mA/cm²에 상응하는 구동 전류에서, 디바이스(9A)는 7.3V의 구동 전압 및 1260cd/m²의 휘도를 갖는다. 유사한 조건하에서, 디바이스(9B)는 7.1V의 구동 전압 및 1630cd/m²의 휘도를 갖는다. 85nm Alq 층은 TEL로서 작용한다. TEL로 인한 개선율은 약 29%이다.

OLED 디바이스가 2개의 반사성 전극을 사용하여, 즉 미세공동 디바이스를 제조하여 제작되는 경우 기판 관통 축상 방출은 저반사성의 매우 투명한 ITO 애노드를 갖는 종래 대조 디바이스의 것보다 클 수 있음을 모든 실시예로부터 알 수 있다. 그러나, 디바이스 구조는 바뀌어야 한다. 미세공동으로부터의 방출은 광학 축(방출 면에 수직)을 따라 강하게 향하게 된다. 본 발명의 디바이스의 경우, 최적화시, 애노드에서의 흡수로 인한 OLED 디바이스(100A, 100B 또는 100C)(도 2 내지 4)의 광 소실은 미세공동 효과로 인한 수득으로 더욱 보상될 수 있다.

본 발명의 것과 다소 유사한 광학적 미세공동 OLED는 문헌에 보고되어 있다('Control of emission characteristics in organic thin-film electro luminescent devices using an optical-microcavity structure' N.Takada, T.Tsutusi, and S.Saito, Appl. Phys. Lett. **63**, 2032(1993)). 반사성이고 반투명한 36nm 두께의 Ag 애노드 및 반사성인 250nm 두께의 MgAg 캐소드로 이루어진 미세공동 구조를 제작하였다. 또한, 투명 ITP 애노드를 갖는 미세공동 구조가 없는 디바이스를 참고용으로 제조하였다. 이러한 2개의 디바이스를 지지체 상에 제조하였으며 이는 통상의 유기층 및 캐소드를 가졌다. 미세공동 디바이스는 비-미세공동 디바이스에 비해 하부 방출의 향상을 보이지 않았다. 미세공동 디바이스는 특징적으로 방출의 각도 의존성 및 시야각과 함께 방출 피크 이동을 나타내었다. 그러나, 미세공동 디바이스로부터의 방출은 비-미세공동 디바이스보다 약하였다. 두꺼운 애노드, 최적화되지 않은 디바이스 구조, 및 더욱 중요하게는 정공-주입층의 부재의 결과 비효율적인 디바이스가 제조될 수 있다. 이러한 3가지 측면에서의 최적화가 본 발명에 포함된 가장 구별되는 특징이다.

발명의 효과

본 발명은 금속 애노드를 사용하여 증강된 하부-방출 및 매우 효율적인 상부-방출 유기 발광 다이오드(OLED)를 제공하고 또한 낮은 구동 전압으로도 방출을 개선시킬 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

(a) 투명 기판,

(b) 상기 기판 상에 형성된 금속, 금속 합금 또는 둘 모두를 포함하는 반사성이고 약한 흡수성이며 전도성인 애노드 층,

(c) 상기 반사성이고 약한 흡수성이며 전도성인 애노드 층 상에 침착된 정공 주입층,

(d) 상기 정공 주입층 상에 형성되고, 전기발광 물질을 갖는 방출층 및 상기 방출층 상에 배치된 전자 수송층을 포함하는 다수의 유기층, 및

(e) 상기 전자 수송층 상에 제공된 금속, 금속 합금 또는 둘 모두를 포함하는 반사성이고 전도성인 캐소드를 포함하고,

(f) 애노드 구조물의 투명성 및 반사성, 캐소드 구조물의 반사성, 및 전극 사이의 유기층의 두께가, 광의 내부 반사를 변화시킴으로써 방출을 개선시키며 반사성이고 약한 흡수성이며 전도성인 애노드를 갖지 않는 최적화된 대조 디바이스보다 뛰어난 기판 관통 휘도를 수득하도록 선택되는,

하부-방출 OLED 디바이스.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

반사성이고 약한 흡수성이며 전도성인 애노드 층과 투명 기판 사이에 투과 증강층(TEL)을 추가로 포함하여 애노드를 통과하는 광의 양을 추가로 개선시키는 하부-방출 OLED 디바이스.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

TEL이 ITO, MgO, MoO_x , SnO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , ZnO, ZrO_2 , Alq, NPB, SiN, AlN, TiN, SiC, Al_4O_3 또는 이들의 혼합물을 포함하는 하부-방출 OLED 디바이스.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

TEL 두께가 20 내지 150nm인 하부-방출 OLED 디바이스.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

애노드와 캐소드 사이의 모든 층의 두께의 합이 90 내지 150nm 또는 230 내지 330nm 범위인 하부-방출 OLED 디바이스.

청구항 6.

(a) 투명 또는 불투명 기판,

(b) 상기 기판상에 형성된 금속, 금속 합금 또는 둘 모두를 포함하는 반사성이고 실질적으로 불투명하며 전도성인 애노드 층,

(c) 상기 반사성이고 실질적으로 불투명하며 전도성인 애노드 층 상에 침착된 정공 주입층,

(d) 상기 정공 주입층 상에 형성되고, 전기발광 물질을 갖는 방출층 및 상기 방출층 상에 배치된 전자 수송층을 포함하는 다수의 유기층, 및

(e) 상기 전자 수송층 상에 제공된 금속, 금속 합금 또는 둘 모두를 포함하는 반사성이고 반투명하며 전도성인 캐소드를 포함하고,

(f) 애노드 구조물의 반사성, 캐소드의 투명성 및 전극 사이의 유기층의 두께가, 광의 내부 반사를 변화시킴으로써 상부 전극을 통한 방출을 개선시키도록 선택되는,

상부-방출 OLED 디바이스.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

반사성이고 반투명하며 전도성인 캐소드 상에 투과 증강층(TEL)을 추가로 포함하여 캐소드를 통과하는 광의 양을 추가로 개선시키는 상부-방출 OLED 디바이스.

청구항 8.

제 6 항에 있어서,

반사성이고 실질적으로 불투명하며 전도성인 애노드 층이 약 4.0eV 보다 크도록 선택된 일함수를 갖는 금속 또는 금속 합금을 포함하는 상부-방출 OLED 디바이스.

청구항 9.

제 6 항에 있어서,

정공 주입층이 CF_x , ITO, IZO, Pr_2O_3 , TeO_2 , CuPc, SiO_2 , VO_x , MoO_x 또는 이들의 혼합물을 포함하는 상부-방출 OLED 디바이스.

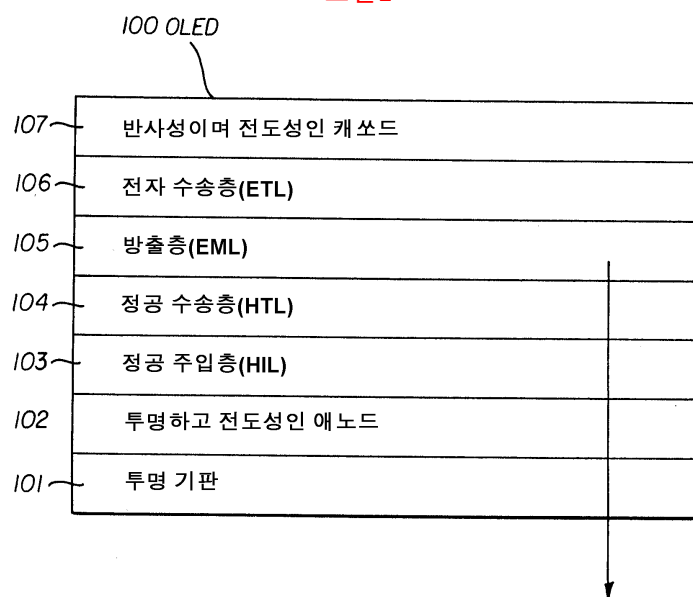
청구항 10.

제 7 항에 있어서,

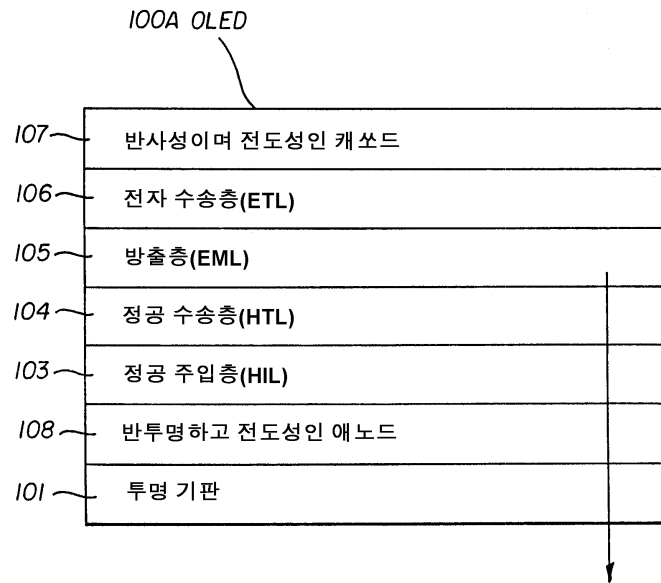
TEL이 ITO, MgO, MoO_x , SnO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , ZnO, ZrO_2 , Alq, NPB, SiN, AlN, TiN, SiC 또는 Al_4O_3 또는 이들의 혼합물을 포함하는 상부-방출 OLED 디바이스.

도면

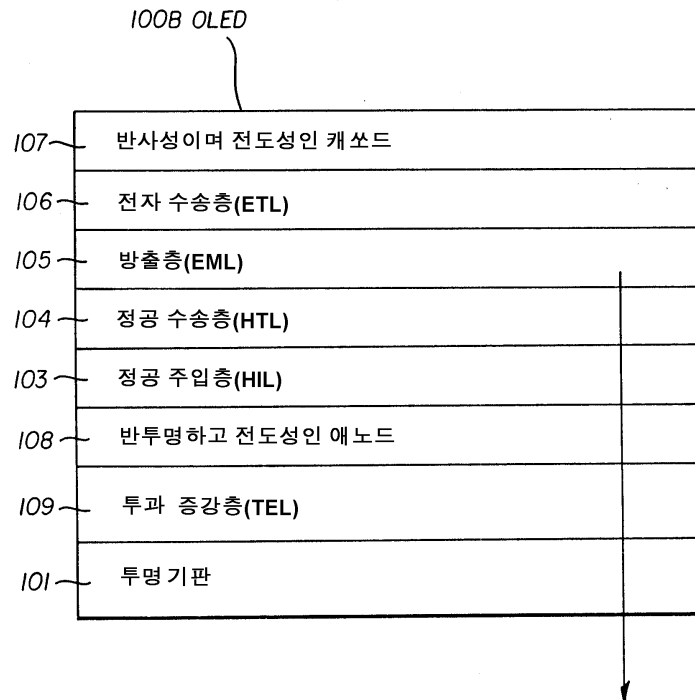
도면1



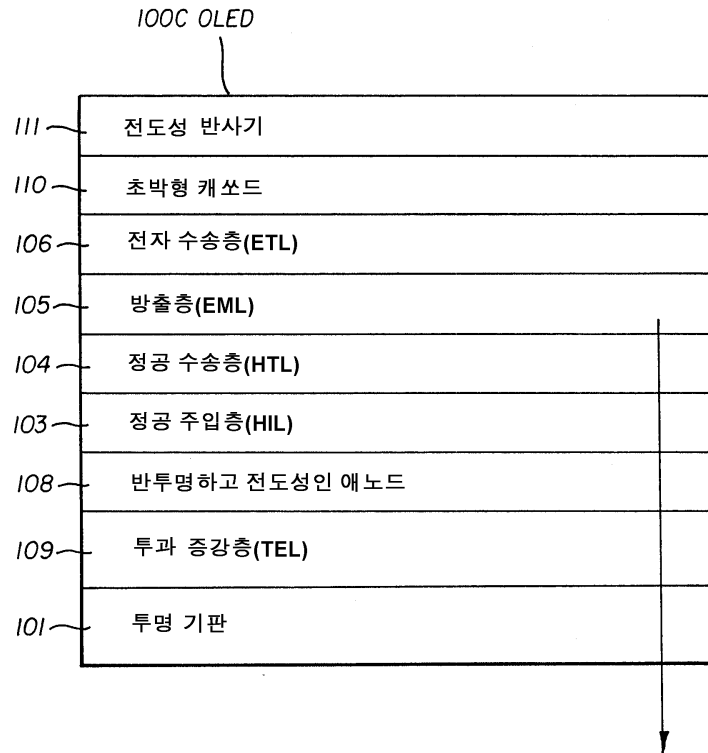
도면2



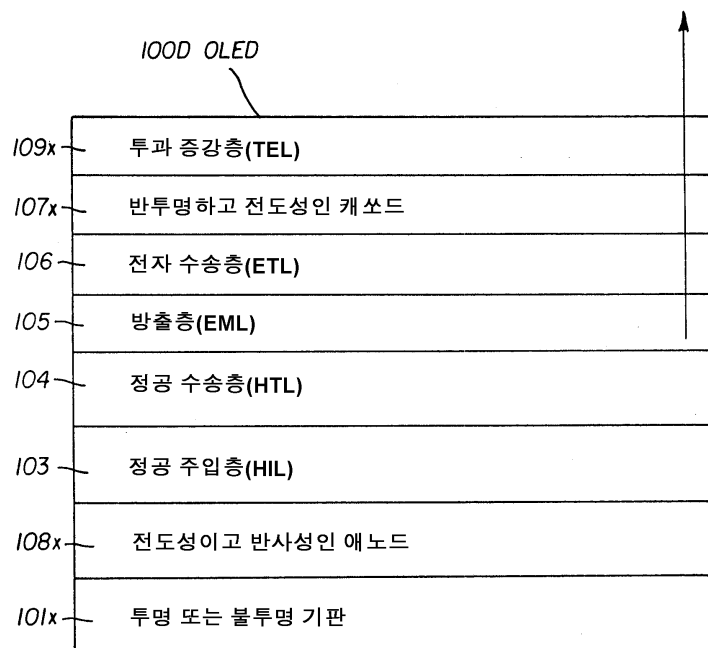
도면3



도면4

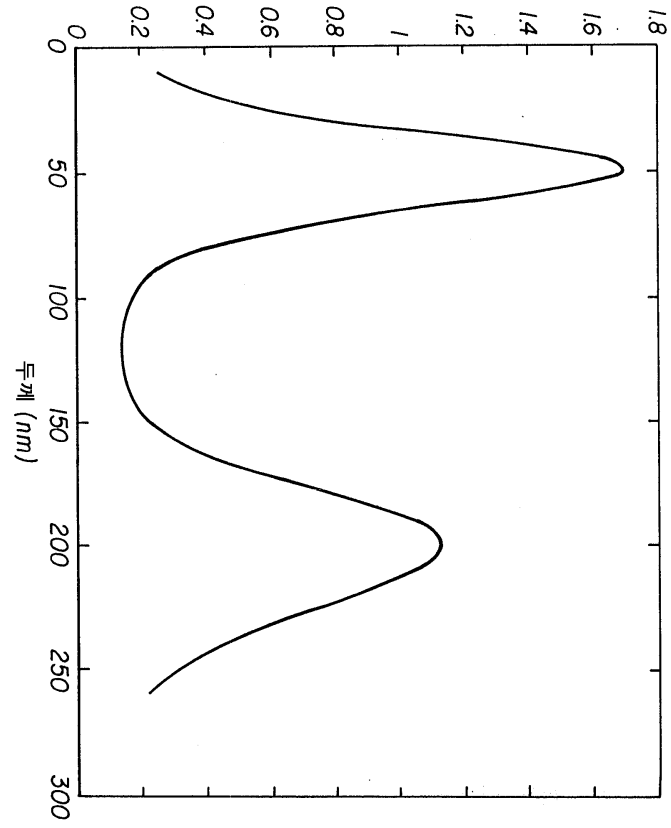


도면5



도면6

ITO 애노드를 갖는 최적화된 종래 디바이스에 관한 휘도



专利名称(译)	使用金属阳极的改进的发光有机发光二极管 (OLED) 显示器		
公开(公告)号	KR1020040066724A	公开(公告)日	2004-07-27
申请号	KR1020040003364	申请日	2004-01-16
[标]申请(专利权)人(译)	伊斯曼柯达公司		
申请(专利权)人(译)	柯达公司针		
当前申请(专利权)人(译)	柯达公司针		
[标]发明人	RAYCHAUDHURI PRANABK MADATHIL JOSEPHK 마다틸조셉케이 SHORE JOELD 쇼어조엘디		
发明人	레이차우드후리프라납케이 마다틸조셉케이 쇼어조엘디		
IPC分类号	H05B33/26 H01L51/52 H01L51/50 H05B33/24		
CPC分类号	H01L51/5262 H01L51/5234 H01L2251/5315 H01L51/5206 H01L51/5088 H01L51/5215 H01L51/5218 H01L2251/558 B65G19/24 B65G23/44 B65G2201/042 B65G2812/0296		
代理人(译)	KIM, CHANG SE 张居正, KU SEONG		
优先权	10/347013 2003-01-17 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明公开了一种适用于上部和下部发射器的OLED器件。为了获得优于基板穿透亮度而不是没有被称为导电性的阳极的优化对比装置，它意味着包括称为导电性的阳极层的多个有机层是弱吸水性的，并且电子传输层布置在发光层和具有电致发光材料的发光层形成在空穴注入层 (HIL) 上：空穴注入层 (HIL) 和阴极称为导电性，它是反射性，暗示设置在电子传输层上的金属，和选择的金属合金或两种。被称为导电性的阳极层是弱吸水性，是指在透明基板上形成的金属：基板和金属合金两者以及在顶部发光OLED的情况下的反射性。

