

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0049050
H05B 33/26 (2006.01) (43) 공개일자 2006년05월18일

(21) 출원번호 10-2005-0070814

(22) 출원일자 2005년08월02일

(30) 우선권주장 10/909,691 2004년08월02일 미국(US)

(71) 출원인 엘지.필립스 엘시디 주식회사
서울 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자 하니 아지즈
캐나다, 온타리오 엘6에이취 7엘6, 오크빌리, 채플린 로드 2457
조란 디. 포포빅
캐나다, 온타리오 엘5엘 2지8, 미시소가, 소우밀 밸리 드라이브3349
제니퍼 에이. 코그간
캐나다, 온타리오 엔3씨 4엘6, 캠브리지, 맥화라인 드라이브 123

(74) 대리인 허용록

심사청구 : 없음

(54) 양극 캐핑층을 포함하는 무기 물질을 갖는 유기발광소자

요약

유기 발광 소자가 개시된다. 이 유기 발광 소자는, 음극, 유기 전계 발광 물질을 포함하는 층, 전자 수용 물질을 포함하는 층, 무기 물질을 포함하는 양극 캐핑층, 양극; 및 상기 음극의 앞이나 상기 양극의 뒤의 순서로 된 기판을 포함하고, 상기 양극 캐핑층은 1보다 큰 휘도 안정성 비를 소자에 제공하도록 선택되는 것을 특징으로 한다.

색인어

유기 발광 소자, 양극 캐핑층, 전자 수용층

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 유기발광소자에 관한 것으로, 특히 휘도 안정성을 증가시킬 수 있는 유기발광소자에 관한 것이다.

유기 발광 소자들(여기서는, OLED 또는 OLEDs로 언급)은 표시 장치 적용을 위한 전도유망한 기술이다. 풀 컬러 표시장치 응용들에서, 만족할만한 성능을 갖는 적색 발광, 녹색 발광 및 청색 발광 OLED들이 선호된다. 효율과 휘도의 관점에서, OLED들은 대다수의 표시소자 응용들에서 이용될 수 있지만, 그들의 휘도 안정성은 계속해서 제한 인자, 특히 청색 발광 OLED들에 대하여 제한 인자가 되고 있다. 최근의 진보는 10,000시간을 초과하는 반감기를 갖는 적색 발광 및 녹색 발광 OLED들의 실현을 이끌어서 그들을 수많은 상업적인 응용들(예: 항공전자 및 자동차 표시장치, 및 개인 및 단말기 전자공학)을 위하여 적합하게 하였지만, 청색 발광 OLED들의 휘도 안정성은 많은 예들에서 여전히 1,000시간으로 제한되어, 그들을 이들 응용들의 많은 것들에 대하여 부적당하게 한다. 그러므로, 본 발명의 실시예들에 의하여 강조되는, 일반적으로 다양한 색들, 특히 청색으로 발광하는 OLED들의 휘도 안정성을 증가시키고, 그들을 다양한 범위의 상업적인 응용들에 이용할 때 적합하게 하는 필요가 여전히 존재한다.

다음 문서들은 배경 정보를 제공한다:

Vong 등, 미국특허 6,734,626 B2.

Aziz 등, 미국특허 출원 공개 2002/0180349 A1.

Lamansky 등, 미국특허 출원 공개 2004/0004433 A1.

Chengfeng Aiu 등, "Comparative Study of Metal or Oxide Capped Indium-Tin Oxide Anodes for Organic Light-Emitting Diodes," Journal of Applied Physics, Vol. 93, No.6, pp.3253-3257 (March 15, 2003).

Yulong Shen 등, "Modification of Indium Tin Oxide for Improved Hole Injection in Organic Light Emitting Diodes," Advanced Materials, Vol. 13, No. 16, pp. 1234-1238 (August 16, 2001).

I-Min Chan 등, "Enhanced Hole Injections in Organic Light-Emitting Devices by Depositing Nickel Oxide on Indium Tin Oxide Anode," Applied Physics Letters, Vol. 81, No. 10, pp. 1899-1901 (September 2, 2002)

Chieh-Wei Chen 등, "Top-Emitting Organic Light-Emitting Devices Using Surface-Modified Ag Anode," Applied Physics Letters, Vol. 83, No.25, pp. 5127-5129 (December 22, 2003).

Wenping Hu 등, "Lowering of Operational Voltage of Organic Electroluminescent Devices by Coating Indium-Tin-Oxide Electrodes with a Thin CuO₂ Layer," Applied Physics Letters, Vol. 80, No. 19, pp. 3485-3487 (May 13, 2002).

S. A. Van Slyke 등, "Organic Electroluminescent Devices With Improved Stability," Applied Physics Letters, Vol. 69, No. 15, pp. 2160-2162(October 7, 1996).

L.S. Hung 등, "Anode Modification in Organic Light-Emitting Diodes by Low-Frequency Plasma Polymerization of CHF₃," Applied Physics Letters, Vol. 78, No. 5, pp. 673-675 (January 29, 2001).

Soo-Jin Chua 등, "Stabilization of Electrode Migration in Polymer Electroluminescent Device," Applied Physics Letters, Vol. 81, No. 6, pp. 1119-1121 (August 5, 2002).

S. Karg 등, "Increased Brightness and Lifetime of Polymer Light-Emitting Diodes Performance by the Insertion of a Si₃N₄ Layer," Thin Solid Films, Vol, 363, pp. 25-28 (2000).

A. Gyoutoku 등, "An Organic Electroluminescent Dot-Matrix Display Using Carbon Underlayer," Synthetic Metals, Vol. 91, pp. 73-75 (1997).

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 OLED들의 휘도 안정성을 증가시킬 수 있는 유기발광소자를 제공함에 그 목적이 있다.

본 발명의 실시예들에서, 음극, 유기 전계 발광 물질 및 전하 수송 물질을 포함하는 층, 전자 수용 물질을 포함하는 층, 양극 캐핑층, 양극 및 상기 음극의 앞이나 상기 양극의 뒤에 위치한 기판을 포함하는 유기 발광 소자가 제공된다.

또 다른 실시예들에서, 음극, 청색 유기 전계 발광 물질 및 전하 수송 물질을 포함하는 층, 전자 수용 물질을 포함하는 층, 원소 금속 또는 금속 합금 또는 원소 금속과 금속 합금의 혼합물을 포함하는 양극 캐핑층, 양극 및 상기 음극의 앞이나 상기 양극의 뒤에 위치한 기판을 포함하는 유기 발광 소자가 제공된다.

또 다른 실시예들에서, 음극, 유기 전계 발광 물질을 포함하는 층, 전자 수용 물질을 포함하는 층, 무기 물질을 포함하는 양극 캐핑층, 양극 및 상기 음극의 앞이나 상기 양극의 뒤에 위치한 기판을 포함하고, 상기 양극 캐핑층은 이 소자에 1보다 큰 휘도 안정성 비를 제공하기 위하여 선택되는 유기 발광 소자가 제공된다.

또 다른 실시예들에서, 음극, 유기 전계 발광 물질을 포함하는 층, 전자 수용 물질을 포함하는 층, 원소 금속 또는 금속 합금 또는 원소 금속과 금속 합금의 혼합물을 포함하는 양극 캐핑층, 양극 및 상기 음극의 앞이나 상기 양극의 뒤에 위치한 기판을 포함하고, 상기 양극 캐핑층은 이 소자에 1보다 큰 휘도 안정성 비를 제공하기 위하여 선택되는 유기 발광 소자가 제공된다.

발명의 구성 및 작용

"휘도 안정성" 또는 "안정성"이 여기에서 사용될 때, 이 용어는 OLED가 빛을 방출하는 시간의 길이를 말한다; 달리 언급되지 않으면, "휘도 안정성"에 대한 임의의 언급된 값은 OLED의 시간 반감기로서, 여기서 반감기는 초기 번-인 주기후 방출된 광의 세기가 50%만큼 감소되는 시간의 길이이다.

"층"이라는 용어는 일반적으로 인접 층의 조성과 다른 조성을 갖는 단일 코팅을 가리킨다.

하나, 둘, 셋 또는 그 이상의 인접 층들은 집합적으로 "영역(region)"으로 언급될 수도 있다.

구역(zone)이라는 용어는 어떤 층에서 기능적인 영역을 말하고, 하나의 층에 하나, 둘, 셋 또는 그 이상의 구역들(즉, 기능적인 영역들)이 있을 수도 있다.

편의상, 유기 전계 발광 물질을 포함하는 층은 여기서 "전계 발광층"으로 언급된다.

편의상, 전자 수용 물질을 포함하는 층은 여기서 "전자 수용층"으로 언급된다.

어떤 층들에 대해서는, OLED의 특정 영역에 속할 때의 층들("음극", "발광 영역", "양극 캐핑층", "양극" 그리고 "기판"과 같이)을 지정하기 위한 보편적으로 타당한 분류 시스템이 없을 수도 있다. 예를 들어, 양극 캐핑층은 "양극 캐핑 영역"에 속하는 섹션에서 설명되지만, 양극 캐핑층 (그리고 "양극 캐핑 영역")은 대안적으로 "양극"의 일부로써 지정되었을 수 있다. 아울러, 어떤 실시예들에서, 전자 수용층은 "발광 영역"의 일부로써 설명될 수도 있고, 반면에 다른 실시예들에서, 전자 수용층은 "양극 캐핑 영역"의 일부로써 설명될 수도 있다. OLED 영역 명명은 유용한 분류 시스템이지만, 어떤 층들이 하나의 영역의 일부이거나 혹은 다른 인접 영역의 일부일 때, 이들 층들의 임의의 지정에 의하여 본 발명이 한정되는 것이 아니라는 것을 알 수 있다.

본 발명의 실시예들은 음극, 전계 발광층, 전자 수용층, 양극 캐핑층 그리고 양극의 일반적인 순서(여기서는 "General Sequence"로 언급)를 유지하면서, OLED 배열들에서 전계 발광층, 전자 수용층 및 양극 캐핑층의 각각의 전후의 순서로 삽입되는 하나 이상의 추가적인 층들을 포함하고, 여기서 기판은 양극의 전후에 있을 수 있다. 예를 들어, 두 개의 양극 캐핑층들이 있는 실시예들에서, 전자 수용층은 두 양극 캐핑층들 사이에 개재될 수도 있다; 그러한 실시예들에서, 전자 수용층 앞에 추가적인 양극 캐핑층의 존재는 일반적인 순서를 파괴하지 않는데, 이는 전자 수용층이 여전히 전계 발광층 뒤에 있고 전자 수용층 뒤에 양극 캐핑층이 있기 때문이다.

본 OLED들의 층들은 시청자를 대면하고 있는 OLED의 면에 따라서 투명(투광성)하거나 불투명(비투광성)일 수도 있다. 실시예들에서, 양극 층, 음극층, 또는 양극층과 음극층 양자 중 어느 하나는 투광성일 수 있다. 실시예들에서, 본 OLED들의 투광층들은 예를 들어 적어도 약 70% 또는 적어도 약 90%의 가시광 투과도를 가진다. 본 OLED의 실시예들을 구성하는데 있어서 실례가 되는 재료들이 논의될 것이다.

음극

음극은 하나, 둘 또는 그 이상의 층들로 구성된다. 음극의 두께는 예를 들어 약 10 나노미터 내지 약 1,000 나노미터의 범위를 가질 수 있다. 이 범위를 벗어난 두께 또한 사용될 수 있다.

음극은 높은 일함수 성분들을 포함하는 금속들, 예를 들어 약 4 eV 내지 약 6 eV의 일함수를 갖는 금속들 또는 낮은 일함수 성분들을 포함하는 금속들, 예를 들어, 2 eV 내지 약 4 eV의 일함수를 갖는 금속들과 같은 적당한 전자 주입 물질들을 포함할 수 있다. 음극은 낮은 일함수 (4 eV 미만) 금속과 적어도 하나의 다른 금속의 조합을 포함할 수 있다. 제2 또는 다른 금속에 대한 낮은 일함수 금속의 효과적인 비율들은 약 0.1 미만인 수치의 중량% 내지 약 99.9 중량% 범위이다. 낮은 일함수 금속들의 실례가 되는 예들은, 한정되지는 않지만, 리튬 또는 소듐과 같은 알칼리성 금속들; 베릴륨, 마그네슘, 칼슘 또는 바륨과 같은 그룹 2A 또는 알칼리 토금속; 그리고 희토류 금속들 및 스칸듐(scandium), 이트륨(yttrium), 란타넘(lanthanum), 세륨(cerium), 유로퓸(europium), 테르븀(terbium) 또는 악티늄(actinium)과 같은 악티늄족(actinide) 그룹 금속들을 포함하는 그룹 III 금속들을 포함한다. 미국특허 4,885,211, 4,720,432 및 5,703,436에서 설명된 Mg-Ag 합금 음극들은 음극들을 형성하기 위한 예시적인 음극 재료들로서, 상기한 특허 문헌들은 전체가 참조로써 여기에 함철된다. 실시예들에서, 음극은, 미국특허 출원 공개 2002/0180349 A1에서 설명된 것처럼, 금속-유기물 혼합층(MOML)을 포함하고, 상기 문헌은 전체가 참조로써 여기에 함철된다. 다른 예시적인 음극들은 전체가 참조로써 여기에 함철된 미국 특허 5,429,884에서 설명된다. 음극은 알루미늄 및 인듐과 같은 다른 높은 일함수 금속들과 함께 리튬 합금으로부터 형성될 수 있다.

선택적으로, 음극은 발광 영역과 접촉하는 별도의 전자 주입층을 더 포함할 수도 있다. 전자 주입층에 사용될 수 있는 적절한 물질들의 예들은, 전체가 참조로써 여기에 함철된 미국 특허 5,457,565와 5,739,635에서 개시된 것처럼, SrO, CaO, BaO, Li₂O 및 유사물들과 같은 알칼리 희토류 산화물들과, Al₂O₃, SiO 및 SiO₂와 같은 다른 금속 산화물을 포함한다. 전자 주입층에 이용될 수 있는 바람직한 클래스의 금속 산화물들은, 예를 들어, LiF, LiCl, NaCl, KF, KCl, CsF 및 상기에서 참조로 언급된 미국특허 5,739,635와 전체가 여기에서 참조로써 함철된 미국특허 5,776,622에 개시된 기타 물질들과 같은, 알칼리성 금속 할로젠화물들이다.

실질적으로 투명한, 투광성의 음극은 매우 얇은 실질적으로 투명한 금속층 또는 금속층들을 포함할 수 있는데, 이 금속층 또는 금속층들은 Mg, Ag, Al, Ca, In, Li, Ba, Cs 및 예를 들어, 약 80 내지 95 체적분율의 Mg와 약 20 내지 약 5 체적분율의 Ag로 구성된 Mg:Ag 합금들, 예를 들어, 약 90 내지 99 체적분율의 Al과 약 10 내지 1 체적분율의 Li로 구성된 Li:Al 합금들 등과 같은 그들의 합금들을 포함하고, 예를 들어, 약 10 Å 내지 약 200 Å, 그리고 특히 약 30 Å 내지 약 100 Å의 두께를 가진다. 물론, 이 범위를 벗어난 두께 또한 사용될 수 있다.

OLED의 실시예들에서, 음극은 불투명(즉, 비투광성)일 수 있는데, 여기서 양극은 투광성이다. 그러한 불투명 음극은 여기에서 설명된 물질들로부터 제조되고 예를 들어 약 50 nm 내지 약 2 mm 범위의 두께를 갖는다.

발광 영역

1. 전계 발광 물질 및 전하 수송 물질

발광 영역은 유기 전계 발광 물질로 구성되고, 그리고 선택적으로 여기에서 설명된 다른 물질들로 구성되는데, 여기서 발광 영역은 하나, 둘 또는 그 이상의 층들을 포함한다. 발광 영역의 한 층은 하나, 둘 또는 그 이상의 유기 전계 발광 물질을 포함하는 전계 발광층이다.

둘 또는 그 이상의 유기 전계 발광 물질들이 어떤 층에 존재하는 경우, 각 유기 전계 발광 물질은, 예를 들어, 약 99(제1물질):1(제2물질) 내지 약 1(제1물질):99(제2물질)와 같은 적절한 체적비로 존재할 수도 있다.

적절한 유기 전계 발광 물질들은, 예를 들어, 폴리(p-페닐렌비닐렌)("PPV"), 폴리(2-메톡시-5-(2-에틸헥시록시)1,4-페닐렌비닐렌)("MeHPPV") 및 폴리(2,5-디알콕시페닐렌비닐렌)("PDMeOPV")와 같은 폴리페닐렌비닐렌(polyphenylenevinylenes), 그리고 전체가 여기에서 참조로 함철된 미국 특허 5,247,190에서 개시된 다른 물질들, 즉, 폴리(p-페닐렌)("PPP"), 래더-폴리-파라-페닐렌(ladder-poly-para-phenylene:"LPPP"), 그리고 폴리(테트라히드로피렌)("PTHP")와 같은 폴리페닐렌, 그리고 폴리(9,9-di-n-옥틸플루오렌-2,7-diyl), 폴리(2,8-(6,7,12,12-테트라알킬인덴노플루오렌), 및 플루오렌-아민 공중합체들(fluorene-amine copolymers)과 같이 플루오렌 함유 공중합체들과 같은 폴리

플루오린(polyfluorenes) (참조: Bernius 등, "Developmental Progress of Electroluminescent Polymeric Materials and Devices," Proceedings of SPIE Conference on Organic Light Emitting Materials and Devices III, Denver, Colorado, July 1999, Volume 3797, p. 129)이 있다.

또 다른 클래스의 적절한 유기 전계 발광 물질은, 한정되지는 않지만, 전체가 여기에서 각각 참조로 함철된 미국 특허 4,539,507, 5,151,629, 5,150,006, 5,141,671 그리고 5,846,666등에서 개시된 것처럼 금속 옥시노이드(oxinoid) 화합물들을 포함한다. 실례가 되는 예들은, 하나의 바람직한 예인, 트리스(8-하이드로퀴놀리네이트)알루미늄(tris(8-hydroquinolate)aluminum: "AlQ3") 및 또 다른 바람직한 예인 비스(8-하이드록시퀴놀라토)-(4-페닐페놀라토)알루미늄(bis(8-hydroxyquinolato)-(4-phenylphenolato)aluminum: "Balq")를 포함한다. 이 클래스 재료들의 다른 예들은 트리스(8-하이드록시퀴놀리네이트)갈륨, 비스(8-하이드록시퀴놀리네이트)마그네슘, 비스(8-하이드록시퀴놀리네이트)징크, 트리스(5-메틸-8-하이드록시퀴놀리네이트)알루미늄, 트리스(7-프로필-8-퀴놀리노라토)알루미늄, 비스[벤조{f}-8-퀴놀리네이트]징크, 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이트)베릴륨 등, 그리고 비스(8-퀴놀리네티오라토)징크, 비스(8-퀴놀리네티오라토)카드뮴, 트리스(8-퀴놀리네티오라토)갈륨, 트리스(8-퀴놀리네티오라토)인듐, 비스(5-메틸퀴놀리네티오라토)징크, 트리스(5-메틸퀴놀리네티오라토)갈륨, 트리스(5-메틸퀴놀리네티오라토)인듐, 비스(5-메틸퀴놀리네티오라토)카드뮴, 비스(3-메틸퀴놀리네티오라토)카드뮴, 비스(5-메틸퀴놀리네티오라토)징크, 비스[벤조{f}-8-퀴놀리네티오라토]징크, 비스[3-메틸벤조{f}-8-퀴놀리네티오라토]징크, 비스[3,7-디메틸벤조{f}-8-퀴놀리네티오라토]징크 등과 같은 금속 티옥시노이드(thioxinoid) 화합물들과 같이, 미국 특허 5,846,666 (전체가 여기에서 참조로 함철된)에서 개시된 금속 티옥시노이드 화합물들을 포함한다. 바람직한 물질들은 비스(8-퀴놀리네티오라토)징크, 비스(8-퀴놀리네티오라토)카드뮴, 트리스(8-퀴놀리네티오라토)갈륨, 트리스(8-퀴놀리네티오라토)인듐 그리고 비스[벤조{f}-8-퀴놀리네티오라토]징크이다.

보다 구체적으로, 적절한 유기 전계 발광 물질들의 클래스는, 전체가 여기에서 참조로 함철된 미국 특허 5,516,577에 개시된 것처럼, 스틸벤 유도체들(stilbene derivatives)을 포함한다. 바람직한 스틸벤 유도체들은 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)바이페닐이다.

적절한 유기 전계 발광 물질들의 또 다른 클래스는, 전체가 여기에서 참조로 함철된 미국 특허 5,925,472에 대응하는 미국 출원 번호 08/829,398에 개시된 옥사디아졸 금속 킬레이트(oxadiazole metal chelates)이다. 이러한 물질들은 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-페닐-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-페닐-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(1-나프틸)-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(1-나프틸)-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스[5-바이페닐-2-(2-하이드록시페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[5-바이페닐-2-(2-하이드록시페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스(2-하이드록시페닐)-5-페닐-1,3,4-옥사디아졸라토]리튬; 비스(2-하이드록시페닐)-5-p-토릴-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-p-토릴-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스[5-(p-터트-부틸페닐)-2-(2-하이드록시페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[5-(p-터트-부틸페닐)-2-(2-하이드록시페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(3-플루오로페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(4-플루오로페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(4-플루오로페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스[5-(4-클로로페닐)-2-(2-하이드록시페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(4-메톡시페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[2-(2-하이드록시-4-메틸페닐)-5-페닐-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[2-α-(2-하이드록시나프틸)-5-페닐-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-p-피리딜-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-p-피리딜-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(2-티오페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]징크; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-페닐-1,3,4-티아디아졸라토]징크; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-페닐-1,3,4-티아디아졸라토]베릴륨; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(1-나프틸)-1,3,4-티아디아졸라토]징크; 그리고 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(1-나프틸)-1,3,4-티아디아졸라토]베릴륨 등, 그리고 전체가 여기에서 함철된 2000년 1월 21일 출원된 출원 번호 09/489,144와 미국 특허 6,057,048에서 개시된 물질들을 포함하는 트리아진들(triazines)을 포함한다.

청색 유기 전계 발광 물질이 여기에서 설명되는데, 이 청색 유기 전계 발광 물질은, 예를 들어, 상기에서 언급된 것들과 같은 폴리플루오린(polyfluorene), 예를 들어, 미국 특허 6,479,172, 미국 특허 6,465,115 및 미국 특허 6,565,996에 언급된 것들과 같이, 9,10-디페닐안트라센("DPA"), 9,10-비스[4-(2,2-디페닐에테닐)페닐]안트라센 ("ADN"), 및 3차-부틸 치환 9,10-비스[4-(2,2-디페닐에테닐)페닐]안트라센("TBADN" 또한 가끔식 머리글자를 딴 "BH2"라고 명명되기도 한다)과 같은 안트라센 유도체(anthracene derivative), 미국 특허 6,229,012에서 언급된 것들과 같은 트리아진 유도체, 바이카바졸(bicarbazole) 유도체들을 포함하는 카바졸 유도체, 2004년 2월 10일에 출원된 미국 출원 번호 10/774,577에서 언급된 것들과 같은 바이나프틸 유도체(binaphthyl derivatives)을 포함한다. 위에서 인용된 특허들과 출원의 개시들은 전체가 여기에서 참조로 함철된다.

적색 유기 전계 발광 물질이 여기에서 설명되는데, 이 적색 유기 전계 발광 물질은, 예를 들어, 위에서 언급된 것들과 같은 폴리플루오린, MeHPPV와 같은 폴리페닐렌 비닐렌(poly phenylene vinylene), 또는 위에서 언급된 것과 같은 다른 물질 들일 수 있다. 실시예들에서, 어떤 적색 발광 OLED들은 스스로 녹색 또는 청색을 방출하려고 하는 전계 발광 물질을 이용 하지만, 하나 또는 두 개의 적색 발광 물질들로 도핑된다.

녹색 유기 전계 발광 물질이 여기에서 설명되는데, 이 적색 유기 전계 발광 물질은, 예를 들어, 위에서 언급된 물질인 폴리 플루오린, 폴리 페닐렌비닐렌 또는 또는 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄("AlQ3")와 같은 금속 킬레이트, 또는 위 에 서 언급된 것과 같은 기타 물질들을 포함한다. 실시예들에서, 어떤 녹색 발광 OLED들은 스스로 청색을 방출하려고 하는 전계 발광 물질을 이용하지만, 하나 또는 두 개의 녹색 발광 물질들로 도핑된다.

발광 영역(전계 발광층 그리고/또는 발광 영역의 다른 층에서)은, 도펀트(dopant)로써, 약 0.01중량% 내지 약 25 중량%의 발광 물질을 더 포함할 수 있다. 실시예들에서, 도펀트는 여기에서 언급된 유형의 전계 발광 물질을 포함하지만 거기에 한 정되지는 않는 유기 발광 물질로서, 여기서 유기 발광 도펀트는 예를 들어 유기 금속 화합물일 수도 있다. 발광 영역에 사 용될 수 있는 도펀트 물질의 예들은 예를 들어, 쿠마린(coumarin) 디시아노메틸렌 피란(dicyanomethylene pyranes), 폴 리메틴(polymethine), 옥사벤잔트란(oxabenzanthrane), 쟈텐(xanthene), 피릴륨(pyrylium), 카보스틸(carbostyl), 페릴 렌(perylene) 등과 같은 형광 물질들이다. 또 다른 바람직한 클래스의 형광 물질들은 퀴나크리돈 염료(quinacridone dyes)들이다. 퀴나크리돈 염료들의 실례는, 전체가 여기에서 참고로 함철된 미국 특허 5,227,252; 5,276,381 및 5,593,788 등에 개시된 것처럼, 퀴나크리돈, 2-메틸퀴나크리돈, 2,9-디메틸퀴나크리돈, 2-클로로퀴나크리돈, 2-플루오 로퀴나크리돈, 1,2-벤조퀴나크리돈, N,N'-디메틸퀴나크리돈, N,N'-디메틸-2-메틸퀴나크리돈, N,N'-디메틸-2,9-디 메틸퀴나크리돈, N,N'-디메틸-2-클로로퀴나크리돈, N,N'-디메틸-2-플루오로퀴나크리돈, N,N'-디메틸-1,2 벤조퀴 나크리돈 등을 포함한다. 사용될 수 있는 또 다른 클래스의 형광 물질들은 용해된 링 형광 염료들이다. 예시적인 용해된 링 형광 염료들은, 전체가 참조로 함철된 미국 특허 3,172,865에 언급된 것처럼, 페릴렌(perylene), 루브린(rubrene), 안트 라센, 코로닌(coronene), 페난트레센(phenanthrene), 피렌(pyrene) 등을 포함한다. 또한, 형광 물질들은, 전체가 참조 로 함철된 미국 특허 4,356,429 및 5,516,577 등에 언급된 것처럼, 1,4-디페닐부타디엔 및 테트라페닐부타디엔과 같은 부타디엔(butadienes), 그리고 스틸벤 등을 포함한다.

부가적으로, 형광 도펀트들은 미국특허 5,935,720(전체가 참조로 여기에 함철된)호에 개시된 형광 염료들로서, 이들은, 예를 들어, 4-(디시아노메틸렌)-2-I-프로필-6-(I,1,7,7-테트라메틸주로리딘-9-에닐)-4H-피란(DCJTb), 예를 들어, 트 리스(아세틸 아세토나토)(페나트롤린)테르븀, 트리스(아세틸 아세토나토)(페나트롤린)유로퓸, 트리스(테노일 트리스플루 오로아세토나토)(페나트롤린), 키도 등(Kido et al.)이 발표한 "White light emitting organic electroluminescent device using lanthanide complexes," Jpn. J. Appl. Phys., Volume 35, pp/ L394-L396 (1996)에서 언급된 물질들과 같은 란타 니드(lanthanide) 금속 킬레이트 복합물들; 그리고 전체가 참조로 함철된 발도 등(Baldo et al.)이 발표한 "Highly efficient organic phosphorescent emission from organic electroluminescent devices," Letters to Nature, Volume 395, pp. 151-154(1998)에서 언급된 물질들과 같이, 강한 스핀-궤도 결합으로 이끌리는 중금속 원자들을 함유하는 유기 금속 화합물들과 같은 인광성 물질들을 포함한다. 예들은 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-2H23H-포르핀 플라티넘(II) (PtOEP) 및 fac 트리스(2-페닐피리딘)이리듐(Ir(ppy)3)d을 포함한다.

백색 광을 발생하는 발광 영역은, 예를 들어, 둘 또는 그 이상의 층을 포함할 수 있는데, 그 중에서 적어도 하나의 층은 청색 을 방출하며, 적어도 하나의 층은 황색, 적황색 또는 적색을 방출한다. 청색의 빛을 발생하는 하나 또는 그 이상의 층들은, 예를 들어, 여기에서 언급된 하나 이상의 청색 유기 발광 물질을 포함할 수 있으며, 황색, 적황색 또는 적색을 방출하는 하 나 또는 그 이상의 층들은 적절한 전계 발광 물질 내에 여기에서 언급된 발광 도펀트를 첨가함으로써 원하는 색 범위에서 방출할 수 있는 어떤 전계 발광 물질로 구성될 수 있다. 선택적으로, 백색광을 발생하는 백색 발광 영역은 황색, 적황색 또 는 적색 발광 도펀트를 저농도, 예를 들어, 2체적%미만, 전형적으로, 약 1 체적%미만, 때때로 약 0.5 체적%미만의 저농도 로 더 포함하는 청색 전계 발광 물질로 이루어진 단일층으로 구성되고, 여기서 도펀트의 저농도는 청색 전계 발광 물질로 부터의 청색 발광을 부분적으로 지연시킬 수 있으며, 황색, 적황색 또는 적색의 발광 성분들과 결합될 때, 도펀트로부터 백 색 발광이 일어날 수 있다.

실시예들에서, 발광 영역은 선택적으로 하나, 둘 또는 그 이상의 전하 수송 물질들을(전계 발광 층 그리고/또는 발광 영역 의 다른 층 내에서) 더 포함한다. 둘 또는 그 이상의 전하 수송 물질이 존재하는 층 내에서는 각각의 전하 수송 물질은, 예 를 들어, 약 99(제1물질):1(제2물질) 내지 약 1(제1물질):99(제2물질)까지의 적절한 체적비로 존재할 수도 있다. 둘 이상 의 전하 수송 물질들의 경우, 각각은 같거나 다른 전하 타입(즉, 정공 또는 전자)을 수송할 수도 있다. 전계 발광 물질과전

하 수송 물질의 체적비는, 예를 들어, 약 99(전계 발광 물질):1(전하 수송 물질)내지 약 1(전계 발광 물질):99(전하 수송 물질)까지, 또는 90(전계 발광 물질):10(전하 수송 물질) 내지 약 10(전계 발광 물질):90(전하 수송 물질)까지, 또는 60(전계 발광 물질):40(전하 수송 물질) 내지 약 40(전계 발광 물질):60(전하 수송 물질)까지의 범위를 이룬다.

전계 발광 물질은 본질적으로 어느 정도의 전하 수송 능력을 소유하고 있다고 알려져 있다. 본 발명의 실시예들에서, 만약 물질이 전계 발광성이라면, 그러한 물질은 그것의 전하 수송 능력(정공 또는 전자)에 상관없이 전계 발광 물질이라고 고려된다.

발광 영역에 이용될 수 있는 정공 전달 물질들의 예들은, 전체가 참조로 합철된 미국 특허 5,728,801에서 언급된 폴리피롤(polypyrrole), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리(페닐렌 비닐렌), 폴리티오펜(polythiophene), 폴리아릴아미드(polyarylamine), 및 그들의 유도체들, 그리고 전체가 참조로 합철된 미국 특허 4,356,429에서 언급된 1,10,15,20-테트라페닐-21H, 23H-포르피린 카파(porphyrin copper)(II), 카파 프탈로시아닌(copper phthalocyanine), 카파 테트라메틸 프탈로시아닌; 징크 프탈로시아닌; 티타늄 옥사이드 프탈로시아닌; 마그네슘 프탈로시아닌; 그리고 유사물과 같은 포르피린(porphyrin) 유도체들과 같이 공지된 반도체 유기 물질들을 포함한다.

특정 클래스의 정공 전달 물질들은 전체가 참조로 합철된 미국 특허 4,539,507에서 언급된 방향족 3차 아민(aromatic tertiary amines)이다. 방향족 3차 아민의 적절한 예들은, 비스(4-디메틸아미노-2-메틸페닐)페닐메탄, N,N,N-트리(p-토릴)아민, I,I-비스(4-di-p-토릴아미노페닐)시클로헥산, I,I-비스(4-di-p-토릴아미노페닐)-4-페닐 시클로헥산, N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-1,1'-바이페닐-4,4'-디아민, N,N'-디페닐-N,N'-비스(4-메톡시페닐)1,1'-바이페닐-4,4'-디아민, N,N,N',N'-테트라-p-토릴,1,1'-바이페닐-4,4'-디아민, N,N'-di-I-나프틸-N,N'-디페닐-1,1'-바이페닐-4,4'-디아민, N,N'-di(나프탈렌-1-yl)-N,N'-디페닐-벤지딘("NPB"), 상기 물질들의 혼합물 및 유사 동종을 포함하지만, 이들에 한정되지는 않는다. 또 다른 클래스의 방향족 3차 아민들은 다핵 방향족 아민들이다. 이들 다핵 방향족 아민들의 예들은 N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-토릴아미노)-4-바이페닐]아닐린; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-토릴아미노)-4-바이페닐]-m-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-토릴아미노)-4-바이페닐]-p-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-p-토릴아미노)-4-바이페닐]아닐린; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-p-토릴아미노)-4-바이페닐]-m-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-p-토릴아미노)-4-바이페닐]-p-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-p-클로로페닐아미노)-4-바이페닐]-m-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-클로로페닐아미노)-4-바이페닐]-m-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-클로로페닐아미노)-4-바이페닐]-p-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-토릴아미노)-4-바이페닐]-p-클로로아닐린; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-토릴아미노)-4-바이페닐]-m-클로로아닐린; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-토릴아미노)-4-바이페닐]-1-아미노나프탈렌, 그들의 혼합물 등; 예를 들어, 4,4'-비스(9-카바조릴)-1,1'-바이페닐, 4,4'-비스(3-메틸-9-카바조릴)-1,1'-바이페닐, 등과 같은 4'-비스(9-카바조릴)-1,1'-바이페닐 화합물을 포함하지만, 이들에 한정되지는 않는다.

특정 클래스의 정공 전달 물질들은, 각각 전체가 여기에서 합철된 미국 특허 5,942,340 및 5,952,115에 개시된 것들과 같이, 예를 들어, 5,11-di-나프틸-5,11-디하이드로인도로[3,2-b]카바졸 및 2,8-디메틸-5,11-di-나프틸-5,11-디하이드로인도로[3,2-b]카바졸과 같은 인도로 카바졸; 아릴이 페닐, m-토릴, p-토릴, m-메톡시페닐, p-메톡시페닐, l-나프틸, 2-나프틸 등으로부터 선택되는 N,N,N',N'-테트라아릴벤지딘(tetraarylbenzidine)이다. N,N,N',N'-테트라아릴벤지딘의 실례들은 더 바람직하게는 N'-di-l-나프틸-N,N'-디페닐-1,1'-바이페닐-4,4'-디아민; N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-1,1'-바이페닐-4,4'-디아민; N,N'-비스(3-메톡시페닐)-N,N'-디페닐-1,1'-바이페닐-4,4'-디아민 등이다. 바람직한 정공 수송 물질들은 나프틸이 치환된 벤지딘 유도체들이다.

실시예들에 있어서, 발광 영역은 또한 하나 이상의 전자 수송 물질들을 포함할 수 있다. 예시적인 전자 수송 물질들은 베르니우스 등(Bernius et al.)이 발표한 "Proceedings of SPIE Conference on Organic Light Emitting Materials and Devices III, Denver, Colorado, July 1999, Volume 3797, p. 129" 에서 언급한 것처럼, 폴리(9,9-di-n-octylfluorene-2,7-diyl), 폴리(2,8-(6,7,12,12-테트라알킬인덴오픈플루오린)과 같은 폴리플루오린과, 플루오린-아민 공중합체와 같이 플루오린을 포함하는 공중합체들을 포함하고, 이들 내용은 참조로서 본 출원에서 합철된다.

전자 수송 물질들의 다른 예들은 금속 옥시노이드(oxinoid) 화합물, 옥사디아졸 금속 킬레이트 화합물, 트리아진 화합물 및 스티벤 화합물, 이들의 예들은 위에서 상세히 설명되었다. 전자 수송 물질들의 다른 예들은 2003년 11월 6일에 미국출원되어 미국출원번호 10/702,859를 부여받았으며 그 내용이 여기에서 참조로 합철된 자료에 설명된 것들과 같은 아릴이 미다졸(arylmidazole) 유도체들이다.

발광 영역이 유기 발광 물질 외에도 정공 수송 물질 및/또는 전자 수송 물질을 포함하는 실시예들에서, 유기 발광 물질, 정공 수송 물질 및/또는 전자 수송 물질은, 예를 들어, 미국 특허 4,539,507, 4,720,432 그리고 4,769,292에서 개시된

OLED와 같이 별도의 층들로 형성되거나 동일층으로 형성되어, 미국특허 6,130,001, 미국특허 출원 09/357,551 (미국특허 6,392,339에 대응), 09/606,670 (미국특허 6,392,250에 대응) 및 09/770,159(미국특허 6,614,175에 대응)에서 개시된 OLED들과 같이 둘 이상의 재료들의 혼합층을 형성할 수 있다. 이들 특허들의 내용들은 그들 전체가 여기에서 참조로 합쳐진다.

전계 발광층이 유기 전계 발광층과 전하 수송층 양자를 포함하는 실시예들에서, 그러한 층은 혼합 전계 발광층으로 언급될 수 있다.

2. 전자 수용층

실시예들에서, 전자 수용물질을 포함하는 전자 수용층은 양극 캐핑층과 전계 발광층 사이의 정공 주입 장벽을 감소시키는 정공 주입층인 것으로 고려될 수도 있다. 실시예들에서, 전자 수용층은 전계 발광층과 접촉한다. 전자 수용층은 하나, 둘, 또는 그 이상의 전자 수용 물질들로 구성될 수도 있다. 전자 수용층이 둘 이상의 전자 수용 물질들을 포함하는 경우, 각 전자 수용물질은 임의의 적당한 체적비, 예를 들어, 약 99(제1물질):1(제2물질) 내지 약 1(제1물질):99(제2물질)로 존재할 수도 있다.

몇몇 실시예들에서, 전자 수용층의 포함은 OLED의 구동 전압을 낮추고 그리고/또는 전자 수용층의 생략을 제외하고 모든 점들에서 동일한 비교 장치에 상대적인 장치 효율을 증가시킨다. 적절한 전자 수용물질들은 높은 전자 친화도를 갖는 광범위한 화합물들을 포함한다.

적절한 유기 전자 수용물질들은 라만스키 등(Lamansky et al.)이 출원한 미국출원공개 2004/0004433에서 설명된 것처럼, 전자 결핍 화합물들을 포함하고, 상기 미국출원공개 문서는 전체가 참조로서 여기에 합쳐진다. 상기 출원공개에서 언급한 이들 전자 결핍 화합물들의 예로는, 테트라시아노퀴노디메탄(tetracyanoquinodimethane) 및 그의 유도체를 집합적으로 가리키는 테트라시아노퀴노디메탄 화합물, 티오피라닐이딘 및 그의 유도체들을 집합적으로 가리키는 티오피라닐이딘(thiopyranylidine) 화합물, 폴리니트로플루오렌온(polynitrofluorenone) 및 그의 유도체들을 집합적으로 가리키는 폴리니트로플루오렌온 화합물, 테트라시아노에틸렌(tetracyanoethylene: TCNE) 및 그의 유도체들을 집합적으로 가리키는 테트라시아노에틸렌 화합물, 클로라닐(chloranil) 및 그의 유도체들을 집합적으로 가리키는 클로라닐 화합물, 그리고 전자 수용체들로서 일반적으로 사용되는 다른 화합물들이 있다. 전자 수용 물질들의 특정 예들은 테트라시아노퀴노디메탄(TCNQ), 테트라플루오로-테트라시아노퀴노디메탄(F4TCNQ), 테트라시아노에틸렌, 클로라닐, 2-(4-(1-메틸에틸)페닐-6-페닐-4H-티오피란-4-이리덴(ylidene))-프로판디니트릴-1,1-디옥사이드(PTYPD), 그리고 2,4,7-트리니트로플루오렌온(trinitrofluorenone)을 포함한다. 다른 가능한 유기 전자 수용 물질들은 마인 등(Main et al.)이 출원한 미국출원공개 2004/0009418에서 설명된 것들이 될 수 있는데, 상기 미국출원공개 문서는 전체가 참조로서 여기에 합쳐진다. 상기 출원공개에서 언급한 다른 가능한 유기 전자 수용 물질들의 예로는, 카르복실플루오렌온 말로니트릴(carboxylfluorenone malonitrile: CFM) 및 그의 유도체를 집합적으로 가리키는 카르복실플루오렌온 말로니트릴 화합물, N,N'비스(디아릴)-1,4,5,8-나프탈렌테트라카르복실릭 디이미드 및 그의 유도체들을 집합적으로 가리키는 N,N'비스(디아릴)-1,4,5,8-나프탈렌테트라카르복실릭 디이미드 화합물, 또는 N,N'비스(디아릴)-1,4,5,8-나프탈렌테트라카르복실릭 디이미드 및 그의 유도체들을 집합적으로 가리키는 N,N'비스(디아릴)-1,4,5,8-나프탈렌테트라카르복실릭 디이미드 화합물, 카르복시벤질나프타퀴논(carboxybenzyl-naphthaquinone) 및 그의 유도체들을 집합적으로 가리키는 카르복시벤질나프타퀴논 화합물, 또는 디페노퀴논(diphenoquinone) 및 그의 유도체들을 집합적으로 가리키는 디페노퀴논 화합물들이 있다. 또한, 전자 수용 물질은 엔도 등(Endo et al.)이 Jpn. J. Appl Phys. 41, L358 (2002)에서 보고한 것처럼, FeCl₃, AlCl₃, InCl₃, SbCl₅, GaCl₃ 등과 같이 루이스 산과 같은 무기 화합물들일 수 있다. 상기 자료는 여기에서 참조로써 합쳐진다. 다른 전자 수용 물질들은 풀러렌(fullerene)(예: C₆₀) 및 그의 유도체를 집합적으로 가리키는 풀러렌 화합물들일 수 있다.

실시예들에서, 전자 수용층은 선택적으로 하나, 둘, 또는 그 이상의 유기 물질들을 더 포함한다. 둘 이상의 유기 물질들이 존재하는 경우, 각 유기 물질은 임의의 적당한 체적비, 예를 들어, 약 99(제1물질):1(제2물질) 내지 약 1(제1물질):99(제2물질)로 존재할 수도 있다. 유기 물질과 전하 수송 물질의 체적비는 예를 들어 약 99(유기 물질):1(전하 수송 물질) 내지 약 1(유기 물질):99(전하 수송 물질), 특히 약 90(유기 물질):10(전하 수송 물질) 내지 약 10(유기 물질):90(전하 수송 물질)의 범위를 가진다.

적절한 유기 물질들은, 예를 들어, 위에서 언급된 것처럼, 구리 프탈로시아닌; 구리 테트라메틸 프탈로시아닌; 아연 프탈로시아닌; 티타늄 옥사이드 프탈로시아닌; 마그네슘 프탈로시아닌 등과 같은 물질들을 포함하는 3차 방향족 아민 유도체, 인돌카바졸 유도체 및 포르피린 유도체와 같은 정공 수송 물질들을 포함한다. 다른 적당한 물질들은 폴리피롤(polypyrrole), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리(페닐렌 비닐렌), 폴리티오펜, 폴리아릴아민을 포함한다.

발광 영역의 두께, 그리고 발광 영역의 각 층(예, 전계 발광층, 정공 수송층, 전자 수송층, 및 전자 수용층)의 두께는, 예를 들어, 약 1 nm에서 약 1000 nm까지, 전형적으로는, 약 5 nm에서 약 200 nm까지, 그리고 특히 약 10 nm에서 약 150 nm까지 변화될 수 있다.

양극 캐핑 영역

1. 양극 캐핑 층(들)

실시예들에서, 양극 캐핑층(들)은, 예를 들어, 휘도 안정성을 증가시키는 것과 같이 본 발명의 OLED들의 하나 이상의 성질들을 향상시키기 위한 것이다. 실시예들에서, 양극 캐핑층은 전자 수용층 또는 양극 중 어느 하나와 접촉하거나, 또는 전자 수용층 및 양극 모두와 접촉한다. 실시예들에서, 양극 캐핑층(들)은, 예를 들어, 유기 물질 그리고/또는 무기물질이던지에 관계없이 하나, 둘, 셋 또는 그 이상의 적당한 물질들로 구성된다. 양극 캐핑층(들)이 둘 이상의 무기 물질들로 구성되는 경우, 각 무기 물질은, 예를 들어, 약 99(제1물질):1(제2물질) 내지 약 1(제1물질):99(제2물질)과 같은 적절한 체적비로 존재할 수도 있다.

양극 캐핑층(들)을 위한 적절한 무기 물질들은, 예를 들어, 무기 금속 함유 재료들과 금속을 함유하지 않는 무기 재료들을 포함한다. 금속을 포함하지 않는 예시적인 무기 물질들은, 예를 들어, C, Ge, Si, SiO, SiO₂, 또는 Si₃N₄이다.

예시적인 무기 금속 함유 물질들은, 예를 들어, 다음을 포함한다:

금속 산화물(예: MgO, Li₂O, CaO, Cs₂O, Al₂O₃, In₂O₃, Cr₂O₃, CuO, Cu₂O, ZnO, ZrO₂ 및 SnO₂);

금속 수화물 (예: Mg₂(OH), Ca₂(OH), LiOH, KOH, Cr(OH)₃ 및 NaOH;

금속 할로겐화물(예: LiF, CsF, MgF₂, KF, 및 FeCl₃);

금속 황화물(예: ZnS);

금속 질화물(예: TiSiN 및 TaN);

금속 실리사이드(예: WSi);

원소 금속들(예: Mg, Cr, Au, Ni, Ta, Cu, Ti, Pd 및 Pt); 그리고

금속 합금(예: Mg-Ag 합금, Li-Al 합금, Au-Pd 합금, Au-Pt 합금, Pt-Pd 합금a 및 Pd-Ag 합금).

금속 합금들은 둘, 셋 또는 그 이상의 금속들로 구성되고, 이 때, 상기 금속들은, 예를 들어, 약 99(제1금속):1(제2금속) 내지 약 1(제1금속):99(제2금속), 특히 약 90(제1금속):10(제2금속) 내지 약 10(제1금속):90(제2금속)과 같이 임의의 적당한 체적비로 존재할 수도 있다.

실시예들에서, 양극 캐핑 영역은 유기 물질(하나, 둘 또는 그 이상의 유기 물질들인지 여부)의 존재를 포함한다. 일 실시예에서, 유기 물질(들)은 무기 물질(들) 외에 양극 캐핑층의 추가적인 성분이다. 둘 이상의 양극 캐핑층들이 존재하는 또 다른 실시예에서, 양극 캐핑층들 중 적어도 하나는 임의의 무기 물질없이 유기 물질(들)을 포함할 수 있고, 양극 캐핑층들 중 적어도 하나는 무기 물질(들)과 선택적으로 유기 물질(들)을 포함한다.

양극 캐핑층에 둘 이상의 유기 물질들이 존재하는 경우, 각 유기 물질은 예를 들어 약 99(제1금속):1(제2금속) 내지 약 1(제1금속):99(제2금속)과 같은 임의의 적당한 체적비로 존재할 수도 있다. 유기 물질과 무기 물질의 체적비는 예를 들어 약 99(유기물질):1(무기물질) 내지 약 1(유기물질):99(무기물질), 특히 약 90(유기물질):10(무기물질) 내지 약 10(유기물질):90(무기물질)의 범위를 가진다.

양극 캐핑층을 위한 적절한 유기 물질들은 예를 들어 구리 프탈로시아닌; 구리 테트라메틸 프탈로시아닌; 아연 프탈로시아닌; 티타늄 옥사이드 프탈로시아닌; 마그네슘 프탈로시아닌 등과 같은 물질들을 포함하는 3차 방향족 아민 유도체, 인돌카바졸 유도체 및 포르피린 유도체와 같은 정공 수송 물질들을 포함한다. 다른 적당한 정공 수송 물질들은 폴리피롤, 폴리아닐린, 폴리(페닐렌 비닐렌), 폴리티오펜, 폴리아릴아민을 포함한다. 양극 캐핑 영역을 위한 유기 물질들은 또한 예를 들어 금속 킬레이트 도는 트리아진과 같이 여기에서 설명된 것과 같은 전자 수송 물질을 포함한다.

둘 이상의 양극 캐핑층들을 포함하는 실시예들에서, 양극 캐핑층들은, 예를 들어, 물질(들), 둘 이상의 물질들이 존재하는 경우의 물질 농도, 및 층 두께와 같이 양극 캐핑층들을 구성하는 측면들의 각각에 대하여 서로 동일하거나 같을 수도 있다.

실시예들에서, 원소 금속 그리고/또는 금속 합금이 양극 캐핑층(들)에 사용될 때, 원소 금속과 금속 합금이 하나 이상의 금속 함유 화합물들(예: 금속 산화물)로의 부분적 또는 심지어 전체적인 화학적 변형을 일으킬 수도 있고, 상기 양극 캐핑층(들)이 형성된 직후(1시간 미만) 또는 장시간(1시간 이상) 후에 그 변형이 일어나는 경우, 제조 환경에 존재하거나 양극 캐핑층(들) 또는 OLED의 나머지에 존재하는 다른 물질들과의 상호작용의 결과로써 부분적 또는 심지어 전체적인 화학적 변형을 일으킬 수도 있다.

2. 전자 수용층

실시예들에서, 특히 전자 수용층이 둘 이상의 양극 캐핑층들 사이에 개재될 때, 발광 영역에 대하여 여기에서 설명된 동일한 전자 수용층이 양극 캐핑 영역의 지정된 부분일 수도 있다.

양극 캐핑층(들)은 상기 전자 수용층과 임의의 적절한 순서로 위치할 수도 있다.

양극 캐핑 영역의 두께, 및 양극 캐핑 영역의 각 층(예: 양극 캐핑층 및 전자 수용층)의 두께는, 예를 들어, 약 0.1 nm 내지 약 100 nm, 전형적으로, 약 0.5 nm 내지 약 50 nm, 특히 약 0.5 nm 내지 약 15 nm까지 변화될 수 있다. Z

본 발명의 실시예들은 투명 또는 반투명의 양극 캐핑 영역을 포함하고, 그러므로 실시예들에서 현재의 OLED들은, 저부(bottom) 방출 OLED들 또는 투명(비치 보이는) OLED들에서와 같이 투명 양극(예: 가시 범위에서 적어도 약 70%, 전형적으로는, 적어도 약 90%의 투명도를 갖는 양극들)이 선호될 때, 응용들을 위하여 적합하다. 양극 캐핑층의 투명 또는 반투명 실시예들에서, 양극 캐핑층의 광학적 투과도는 가시 범위에서 박막 층들을 이용하여 적어도 약 50%, 전형적으로 적어도 약 70%, 그리고 바람직하게는 적어도 약 90%로 만들어질 수 있는데, 전체 양극 캐핑 영역의 광학적 투과도가 원하는 범위 내에 있도록 상기 박막층들의 각각은 약 200 옹스트롬 이하, 바람직하게는, 약 100 옹스트롬 이하이다. 장치 방출이 양극을 통하여 투과되도록 요구되거나 투명 및/또는 투명 또는 반투명 기관들(유리와 같은 단단한 투명 기관들, 또는 플라스틱 기관들과 같은 유연성의 투명 기관들)을 포함하는 다른 응용들에서, 이들 투명 실시예들은, 특히, 예를 들어, 수동 매트릭스 OLED 표시장치들 및 몇몇 능동 매트릭스 표시장치들과 같이, Z양극 방출(또한 때때로 저부 방출로 불리우는) OLED들을 위하여 적합하다.

실시예들에서, 양극 캐핑층이 불투명 양극을 갖는 OLED에 사용되어 그의 광학적 투과도를 최대화하는 것이 덜 중요하게 될 때, 양극 캐핑 영역의 더 두꺼운 층(들), 예를 들어, 약 100 옹스트롬 내지 약 2,000 옹스트롬 범위의 층(들)이 사용될 수 있고, 예를 들어, 증가된 기계적 견고성, 광학적 반사도, 또는 전기 전도와 같은 추가적인 장점들을 제공할 수도 있다. 실시예들에서, 투명 양극 캐핑 영역이 사용될 수 있고, 그리고 때때로 가시 영역에서 예를 들어 적어도 약 80%의 반사도를 갖는 반사 양극들, 또는 가시 영역에서 예를 들어 약 50%의 반사도 미만의 양극들과 같은 비-반사 양극들을 갖는 것처럼, 불투명 양극을 갖는 것이 바람직하다.

양극

광학적으로 투명한, 반투명한, 불투명한, 반사의 그리고 비반사의 양극들을 포함하는 임의의 적당한 양극이 사용될 수도 있다. 이 양극은 단일층이거나 예를 들어 인듐 주석 산화물(ITO), 주석 산화물, 금 또는 백금, 또는 그들의 혼합물로 구성되는 다수층이다. 양극을 형성하기 위한 다른 적당한 재료들은, 제한되지는 않지만, 전기적으로 전도성의 카본, 예를 들어, 약 4 eV이거나, 약 4 eV보다 크거나, 약 4 eV 내지 약 6 eV까지의 일함수를 갖는 폴리아닐린(polyaniline), 폴리티오펜(polythiophene), 폴리피롤(polypyrrole) 등과 같이 π -공액 폴리머를 포함한다. 실시예들에서, 양극은 ZnO를 기본으로 하는 양극들일 수 있는데, 이는 주장 등(Zugang et al.)이 발표한 J. Phys. Condens. Matter 8, 3221 (1996)과 김 등(Kim et al.)이 발표한 Appl. Phys. Lett. 83, 3809 (2003) 또는 김 등이 발표한 Appl. Phys. Lett. 80, 3844 (2002)와 카터 등

(Carter et al.)등이 발표한 Appl. Phys. Lett. 70, 2067에 설명된 것처럼, conducting polymer anodes like glycerol-doped poly (3,4-ethylenedioxy-thiophene)-poly(sytrene sulfonate) (:PEDOT:PSS") or polyaniline ("PANT")에서 설명되고, 이들 문헌들은 전체가 참조로서 합철된다.

양극은 임의의 적절한 형태를 가질 수 있다. 얇은 전도성 층이 예를 들어 투명 또는 실질적으로 투명한 유리 기판 또는 플라스틱 필름과 같은 광 투과 기판 위에 코팅될 수 있다. 유기 발광소자들의 실시예들은 유리 위에 코팅된 주석 산화물 또는 인듐 주석 산화물로부터 형성된 광 투과성 양극을 포함할 수 있다. 또한, 매우 얇은, 예를 들어, 200 Å 미만, 특히 약 75 Å 내지 약 150 Å의 두께를 갖는 투광성 금속 양극들이 사용될 수 있다. 이들 얇은 양극들은 금, 팔라듐 등과 같은 금속들을 포함한다. 아울러, 전도성 카본 또는 폴리아닐린, 폴리티오펜, 폴리피롤 등과 같은 공액 폴리머로 된 투명 또는 반투명의 얇은 층들이 양극들을 형성하기 위하여 사용될 수 있다. 이들 얇은 층들은 예를 들어 50 Å 내지 약 175 Å의 두께를 가질 수 있다. 양극의 추가적인 적당한 형태들은 미국특허 4,885,211에서 개시되어 있고, 이는 전체가 참조로써 합철된다. 실시예들에서, 양극은 미국 출원공개 2002/0180349 A1에서 설명되었듯이, 금속-유기 혼합층(MOML)을 포함하고, 상기한 미국 특허공개 문서는 여기에서 참조로써 전체가 합철된다.

투광성 양극의 실시예들에서, 양극의 두께는 예를 들어 약 1 nm 내지 약 5000 nm 또는 약 30 nm 내지 약 300 nm의 범위를 가질 수 있다. 양극의 두께는 양극 물질의 광학 상수들에 의존한다.

OLED의 실시예들에서, 양극은 불투명(즉, 비투광성 또는 투명하지 않은)일 수 있다. 그러한 불투명 양극은 여기에서 설명된 예를 들어 약 10 nm 내지 약 2 mm 범위의 두께를 갖는 물질들로 제조된다. 투명하지 않은 양극들은, 예를 들어, 첸 등(Chen et al.)이 발표한 Appl. Phys. Lett. 83, 5127 (2003)에서 설명된 것처럼 반사도가 높거나, 예를 들어, 미국 특허 출원 공개 2002/0180349 A1에서 설명된 것처럼 비반사적인, 예를 들어, Si, Ni, Au, Ag, Cu 및/또는 Pt를 포함할 수 있는데, 위에서 언급된 문헌들은 전체가 참조로써 합철된다. 불투명 양극을 갖는 현재의 OLED의 실시예들은 활성 매트릭스 OLED 표시장치들 및 기타 장치들에서 일반적으로 사용되는 음극-방출 OLED들(예: 음극 투과가 가시 범위에서 적어도 약 70%, 전형적으로는, 가시 범위에서 적어도 약 80%인 투명 음극들을 갖는 OLED들; 또한 때때로 탑(top)-방출 OLED로 불리우는)을 포함한다.

기판

기판은 단단하거나 유연할 수 있으며 하나, 둘, 셋 또는 그 이상의 층들로 구성된다. 기판은 예를 들어 약 10 내지 약 5000 마이크로미터, 더욱 바람직하게는, 약 25 내지 약 1000 마이크로미터 범위의 두께를 가질 수 있다.

실질적으로 투명한 기판은 예를 들어, 고분자 성분들, 유리, 석영 등을 포함하는 다양하고 적절한 재료들을 포함할 수 있다. 적절한 고분자 성분들은, 제한되지는 않지만, MYLAR®, 폴리카보네이트, 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 폴리술폰 등과 같은 폴리에스테르들을 포함한다. 다른 기판 재료들이 또한 선택되어 제공될 수 있는데, 예를 들어, 이 재료들은 다른 층들을 효과적으로 지지할 수 있고, 장치의 기능성 성능과 간섭하지 않는다.

불투명 기판은 카본 블랙과 같은 착색제 또는 염료를 함유하는 MYLAR®, 폴리카보네이트, 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 폴리술폰 등과 같은 폴리에스테르와 같이, 예를 들어, 고분자 성분들을 포함하는 다양하고 적절한 재료들을 포함할 수 있다. 또한, 기판은 비정질 실리콘, 다결정 실리콘, 단결정 실리콘 등과 같은 실리콘으로 구성될 수 있다. 기판에 사용될 수 있는 또 다른 클래스의 재료들은, 금속 산화물, 할로겐화물, 수산화물, 황화물 등과 같이, 금속 화합물과 같은 세라믹이다.

실시예들에서, 현재의 OLED는 비정질-Si, 폴리-Si, 또는 유연성의 금속 포일(foils) 및 벨트(예: 스테인레스 스틸 벨트 또는 Ni 벨트)와 같은 전도성 기판을 이용한다.

다양한 배열들이 언급된 순서를 갖는 경우에 본 OLED의 예시적인 배열들이 설명된다. 실시예들에서, 양극과 음극 중 하나 또는 양자는 투광성이다.

배열 1:

음극

전자 수송층 (발광 영역)

전계 발광층 (발광 영역)

정공 수송층(발광 영역)

전자 수송층(발광 영역)

유기 물질을 포함하는 제2 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

무기 물질을 포함하는 제1 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

양극

기관

배열 2:

음극

전자 수송층 (발광 영역)

전계 발광층 (발광 영역)

정공 수송층(발광 영역)

전자 수송층(발광 영역)

무기 물질을 포함하는 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

양극

기관

배열 3:

음극

전자 수송층 (발광 영역)

전계 발광층 (발광 영역)

정공 수송층(발광 영역)

전자 수송층(발광 영역)

유기 물질을 포함하는 제3 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

무기 물질을 포함하는 제2 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

유기 물질을 포함하는 제1 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

양극

기관

배열 4:

음극

전자 수송층 (발광 영역)

전계 발광층 (발광 영역)

정공 수송층(발광 영역)

유기 물질을 포함하는 제2 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

전자 수용층(양극 캡핑 영역)

무기 물질을 포함하는 제1 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

양극

기관

배열 5:

음극

전자 수송층 (발광 영역)

전계 발광층 (발광 영역)

정공 수송층(발광 영역)

전자 수용층(발광 영역)

무기 물질을 포함하는 제5 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

유기 물질을 포함하는 제4 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

무기 물질을 포함하는 제3 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

유기 물질을 포함하는 제2 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

무기 물질을 포함하는 제1 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

양극

기관

배열 6:

음극

전자 수송층 (발광 영역)

전계 발광층 (발광 영역)

정공 수송층(발광 영역)

전자 수용층(발광 영역)

무기 물질을 포함하는 제3 양극 캐핑층(양극 캐핑 영역)

유기 물질을 포함하는 제2 양극 캐핑층(양극 캐핑 영역)

무기 물질을 포함하는 제1 양극 캐핑층(양극 캐핑 영역)

양극

기관

배열 7:

음극

전자 수송층 (발광 영역)

전계 발광층 (발광 영역)

정공 수송층(발광 영역)

전자 수용층(발광 영역)

무기 물질을 포함하는 제2 양극 캐핑층(양극 캐핑 영역)

유기 물질을 포함하는 제1 양극 캐핑층(양극 캐핑 영역)

양극

기관

배열 8:

음극

전자 수송층 (발광 영역)

전계 발광층 (발광 영역)

정공 수송층(발광 영역)

전자 수용층(발광 영역)

유기 물질을 포함하는 제4 양극 캐핑층(양극 캐핑 영역)

무기 물질을 포함하는 제3 양극 캐핑층(양극 캐핑 영역)

유기 물질을 포함하는 제2 양극 캐핑층(양극 캐핑 영역)

무기 물질을 포함하는 제1 양극 캐핑층(양극 캐핑 영역)

양극

기관

배열 9:

음극

전자 수송층 (발광 영역)

전계 발광층 (발광 영역)

정공 수송층(발광 영역)

전자 수용층(발광 영역)

무기 물질을 포함하는 제2 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

무기 물질을 포함하는 제1 양극 캡핑층(양극 캡핑 영역)

양극

기관.

본 OLED들의 층들은 적절한 기술로 형성될 수 있다. 예를 들어, 진공에서의 열적 기상증착과 같은 다양한 박막 형성 방법들이 채용될 수 있다. 또한, 전자 빔 증착 및 스퍼터링 증착은 상기 적당한 진공 증착 방법들 중에 속한다. 또한, 화학 기상 증착이 증착 방법으로써 사용될 수 있다. 다양한 물질들의 증착율은 예를 들어 초당 약 0.1 내지 약 100 옹스트롬 ("Å/s"), 또는 약 1 내지 약 10 Å/s이다. 몇몇 경우들에서, 하나 이상의 OLED 층들을 스핀 코팅, 프린팅(예: 잉크젯 프린팅) 또는 다른 코팅 기술들로 형성하는 것이 가능하다.

본 OLED들의 실시예들을 위하여, 다음의 예시적인 휘도 안정성 값들(약 100 cd/m²의 L₀를 갖는 반감기)이 제공된다:

청색광 발광 OLED들: 적어도 약 2,000시간, 적어도 약 10,000시간, 또는 적어도 약 15,000시간.

녹색광 발광 OLED들: 적어도 약 5,000시간, 적어도 약 10,000시간, 또는 적어도 약 15,000시간.

적색광 발광 OLED들: 적어도 약 2,000시간, 적어도 약 4,000시간, 또는 적어도 약 6,000시간.

백색광 발광 OLED들: 적어도 약 4,000시간, 적어도 약 8,000시간, 또는 적어도 약 12,000시간.

실시예들에서, 양극 캡핑층(들)은 본 OLED들의 휘도 안정성 비가 예를 들어 1보다 크거나, 약 2보다 크거나, 약 5보다 크거나, 또는 약 10보다 큰 임의의 적당한 값이다. 휘도 안정성 비는 (1) 양극 캡핑층(들)을 포함하는 본 OLED의 휘도가 초기 휘도 L₀(여기서, 예를 들어, L₀=100 cd/m², 300 cd/m², 500 cd/m², 또는 1000 cd/m²)의 소정율(예:10%, 20%, 50% 등)만큼 강하되기 전에 경과된 구동시간과, (2) 비교 OLED (이는 양극 캡핑층(들)이 없다는 것을 제외하고 모든 점에서 동일한)가 동일한 시험 조건들 하에서 동일한 초기 휘도 L₀로 동작될 때, 비교 OLED의 휘도가 동일한 율로 강하되기 전에 경과된 구동 시간 사이의 비를 말하며, 여기서 테스트는 소자들의 알려진 초기 번-인(burn-in) 주기 후 언제라도 수행될 수 있다. 실시예들에서, 주어진 초기 휘도 L₀에서 본 OLED들에 대하여, 휘도 안정성 비는 선택된 특별한 휘도 감소율에 따라서 상당히 변화되거나 변화되지 않을 수도 있다(예: 10% 감소율에서 측정된 안정성 비는 50%에서 측정된 안정성 비와 상당히 다를 수도 있고, 다르지 않을 수도 있다). 어떤 실시예들에서, 휘도 안정성 비는 사용된 특별한 감소율에 상관없이 비교적 일관될 것이다(즉, 실시예들에서, 휘도 안정성 비는 사용된 특별한 감소율에 비교적 독립적이다). 휘도 안정성 비가

사용된 특별한 감소율에 의존하고 휘도 안정성 비를 정확하게 판단하는 것이 중요한 실시예들에 대하여, 10%의 감소율이 사용되어야 한다. 10%의 감소율이 선택되어 50%(반감기)의 감소율을 위하여 요구되는 시간의 길이와 비교하여 더 빠른 판단을 가능하게 한다.

휘도 안정성 비가 사용된 특별한 초기 휘도 L_0 에 의존하고 휘도 안정성 비를 판단하는 것이 중요한 실시예들에 대하여, 다음의 초기 휘도 L_0 가 사용되어야 한다(모두가 약 31.25 mA/cm²의 평균 정전류 밀도에서 AC 구동을 사용하는).

청색광 발광 OLED들: 300 cd/m².

녹색광 발광 OLED들: 1,000 cd/m².

적색광 발광 OLED들: 150 cd/m².

백색광 발광 OLED들: 1,000 cd/m².

변-인 주기는 OLED의 초기 휘도에 의존하고, 여기서 일반적으로 OLED가 동작하는 초기 휘도가 높으면 높을수록 변-인 주기는 짧아진다. 예를 들어, 100 cd/m²의 초기 휘도에서 동작하는 OLED의 경우, 변-인 주기는 보통 최초 100 시간, 전형적으로 OLED의 동작의 최초 500 시간이고, 300 cd/m²의 초기 휘도에서 동작하는 OLED의 경우, 변-인 주기는 보통 최초 35 시간, 전형적으로 OLED의 동작의 최초 175 시간이고, 500 cd/m²의 초기 휘도에서 동작하는 OLED의 경우, 변-인 주기는 보통 최초 20시간, 전형적으로 OLED의 동작의 최초 100 시간이고, 그리고 1000 cd/m²의 초기 휘도에서 동작하는 OLED의 경우, 변-인 주기는 보통 최초 10시간, 전형적으로 OLED의 동작의 최초 50 시간이다.

양극 캐핑층(들)에게 특정된 휘도 안정도 비를 제공하는 문맥에서 "선택된"이란 용어는, 예를 들어, 물질(들), 두 개 이상의 물질들이 존재하는 물질 농도, 층 두께, 및 본 OLED들이 특정된 휘도 안정도 비를 보일 수 있게 하는 양극 캐핑층들의 수와 같이, 양극 캐핑층(들)을 구성하는 측면들을 위하여 만들어진 선택들을 말한다. 양극 캐핑층(들)의 예시적인 실시예들은 여기에서 "선택된"이란 용어를 예증하기 위하여 논의된다.

휘도가 비교 OLED에 상대적인 동일한 초기값으로부터 소정분율만큼 감소하기 전에 본 OLED에 의하여 표시되는 더 긴 시간은 휘도 안정도 비가 >1이 되도록 하고, 소자 휘도 안정성의 증가를 나타낸다. 실시예들에서, 휘도 안정성 비는 예를 들어, 1보다 크거나, 약 2보다 크거나, 약 5보다 크거나, 또는 약 10보다 큰 임의의 적당한 값이다. 실시예들에서, 본 OLED의 구동 전압은 양극 캐핑층(들)의 생략을 제외하고는 모든 점에서 동일한 비교 OLED의 동일 레벨 전류 밀도 및/또는 휘도를 달성하기 위하여 필요한 구동 전압보다 낮거나, 같거나, 혹은 높다. 실시예들에서, 본 OLED의 구동 전압은 양극 캐핑층(들)의 생략을 제외하고는 모든 점에서 동일한 비교 OLED의 동일 레벨 전류 밀도 및/또는 휘도를 달성하기 위하여 필요한 구동 전압보다 상당히 높지는 않다(즉, 약 5 볼트 이상을 초과하지 않거나 약 3 볼트 이상을 초과하지 않는다).

휘도 안정도 비의 값들을 위하여 "약"이란 용어가 사용될 때, 이 용어는, 예를 들어, 언급된 수치보다 낮은 10%에 이르는 편차를 말한다. 예를 들어, 약 2보다 큰 휘도 안정도 비는 2, 2보다 큰 임의 값, 그리고 1.80, 1.85, 1.90, 1.91, 1.92 등과 같이 2보다 작은 소정 값들이다.

실시예들에서, 본 OLED들은 양극 캐핑층(들)의 생략을 제외하고는 모든 점에서 동일한 비교 OLED에 대하여 상대적인 하나 이상의 다음의 속성들, 즉 보다 안정한 휘도 및 보다 안정한 구동 전압을 나타낼 수도 있다.

본 발명은 그의 특정 실시예들에 대하여 상세하게 설명될 것이고, 이들 예들은 단지 설명에 도움이 되는 실례로서 여기에서 언급된 재료들, 조건들 또는 공정 변수들에 한정되는 것으로 의도된 것은 아니다. 모든 백분율들과 부들은 달리 언급되지 않으면 체적에 의한 것들이다.

예들

아래의 예들에서, OLED들의 배열은 다음과 같다: 기관/양극/양극 캐핑층(들)/전자 수용층/발광 영역의 한 층/발광 영역의 또 다른 층/음극.

아래의 예들에서, 지시된 다수의 층들이 있는 경우, 조약은 그 층들이 왼쪽에서 오른쪽으로 읽혀지고, 첫 번째 언급된 층은 다른 층보다 양극에 더 가깝다는 것이다. 예를 들어, 그룹 I을 위한 "발광 영역의 층들: NPB(600)/AlQ3(750)"에 관하여, NPB 층은 AlQ3층보다는 양극에 더 가깝다.

괄호들 속의 숫자들은 옹스트롬 단위의 층 두께이다. 콜론(예: 1:1:)으로 분리된 숫자들은 체적에 대한 재료 비를 나타낸다.

다음 용어들이 설명된다:

"ITO": 인듐 주석 산화물

"NPB": N,N'-디(나프탈렌-1-yl)-N,N'-디페닐-벤지딘.

"AlQ3": 트리스(8-하이드록시퀴놀리네이트) 알루미늄; 또한 트리스(8-하이드록시퀴놀린) 알루미늄 또는 트리스(8-하이드록시퀴놀리나토) 알루미늄.

"F4TCNQ": 테트라플루오로-테트라시아노퀴노디메탄.

"CuPc": 구리 프탈로시아닌; 이 유기금속 화합물은 유기물인 것으로 고려된다.

"BH2": 3차-부틸 치환 9,10-비스[4-(2,2-디페닐에테닐)페닐]안쓰라진; 머리글자 TBADN으로도 표시된다.

"BD2": 3차-부틸 치환 페릴린

"Rub": 5,6,11,12-테트라페닐나프타진; 또한 루브린(Rubrene)으로 불린다.

모든 그룹들 (그룹 I 내지 IV)의 모든 OLED들은 UV-오존 세정을 이용하여 전세정된 코팅된 유리 기관 상에 진공(5×10^{-6} Torr)에서 물리적 기상 증착을 이용하여 제조된다. 모든 소자들은 약 200 nm의 두께를 갖는 ITO인 동일한 양극들을 가진다. 모든 소자들은 약 120 nm의 두께를 갖는 Mg와 Ag (9:1 체적비)로 구성되는 동일한 음극들을 갖는다.

달리 언급되지 않으면, "휘도 안정도 비(vs Comp.)"의 제목으로 된 컬럼에 제공되는 값들은 다음에 근거하여 계산되었다:

약 31.25 mA/cm^2 의 평균 정전류에서 AC 구동을 이용하는 초기 휘도(L_0);

초기 전압(V_0)은 비교예의 초기 전압으로부터 약 5V 이내에 있었다.

휘도 안정성 시험은 약 31.25 mA/cm^2 의 평균 정전류 밀도에서 AC 구동을 이용하여 질소 분위기에서 OLED들을 동작시켜서 수행되었고, 포토다이오드를 이용하여 소자 휘도의 점차적인 감소를 탐지하였다. 약 20시간의 초기 번-인 주기에 후속되는 L_0 로부터 10% 감소를 위하여 경과된 시간이 기록되었다. $L_0 = 100 \text{ cd/m}^2$ 로부터 10% 감소를 위한 시간은 다음의 관계를 이용하여 위에서 측정되었던 L_0 로부터 10% 감소를 위한 시간으로부터 계산되었다:

$L_0 = 100 \text{ cd/cm}^2$ 으로부터 10% 감소를 위한 시간 = (위에서 측정된 L_0 로부터 10% 감소를 위한 시간) $\times$ (위에서 측정된 L_0)/100.

휘도 안정도 비(vs comp.)는 본 발명의 예로 들은 장치로부터 얻어진 $L_0 = 100 \text{ cd/cm}^2$ 으로부터 10% 감소를 위한 시간을 양극 캐핑층(들)의 생략을 제외하고는 모든 점에서 동일한 비교예로 들은 장치로부터 얻어진 $L_0 = 100 \text{ cd/cm}^2$ 으로부터 10% 감소를 위한 시간으로 나누는 것에 의하여 얻어졌다.

그룹 I 예들 (전계 발광 색: 녹색):

그룹 I을 위한 발광 영역의 층들: NPB(600)/AlQ3(750)

Ex.#	양극캐핑층(들)	전자수용층	휘도안정도비 (vs Comp.)	비고
I-1 (Comp.)	없음	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	1	비교예
I-2	Au:Pd(5)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	3.5	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
I-3	Au:Pd(5)/NPB+Mg(1:1)(50)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	7.1	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
그룹 II 예들 (전계 발광 색: 녹색): 그룹 II을 위한 발광 영역의 층들: Ex.#	양극캐핑층(들)	전자수용층	휘도안정도비 (vs Comp.)	비고
II-1 (Comp.)	없음	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	1	비교예
II-2	CuPc+Mg(1:1)(150)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	2	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
그룹 III 예들 (전계 발광 색: 녹색): 그룹 III을 위한 발광 영역의 층들: NPB(600)/AlQ3(750) Ex.#	양극캐핑층(들)	전자수용층	휘도안정도비 (vs Comp.)	비고
III-1 (Comp.)	없음	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	1	비교예
III-2	CuPc+Mg(1:1)(25)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	17.7	비교예 III-1에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
III-3	CuPc+Mg(1:1)(150)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	53.3	비교예 III-1에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
III-4	Mg(25)/CuPc(150)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	18.3	비교예 III-1에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
III-5 (Comp.)	CuPc(150)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	1.1	비교예 III-1에 비하여 휘도안정성이 조금 증가. 양극 캐핑층 내에 Mg가 포함된 다른 예들에 비하여 휘도안정성의 증가는 이 비교예의 경우 훨씬 덜하다(Mg가 없고 양극캐핑층(들)에 유기물질만이 있음)
그룹 IV 예들 (전계 발광 색: 녹색): 그룹 IV를 위한 발광 영역				

의 층들: NPB (600)/AlQ3 (750) Ex.#				
IV-1 (Comp.)	없음	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	1	비교예
IV-2	Cr(7)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	36.4	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
IV-3	Cr(7)/NPB(25)/Cr(7)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	132.6	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
IV-4	NPB(25)/Cr(7)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	27.7	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
그룹 V 예들 (전계 발광 색: 녹색): 그룹 V를 위 한 발광 영역 의 층들: NPB (600)/AlQ3 (750) Ex.#	양극캐핑층(들)	전자수용층	휘도안정도비 (vs Comp.)	비고
V-1 (Comp.)	없음	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	1	비교예
V-2	Mg(50)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	18.6	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
V-3	Mg(25)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	58	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
V-4	Mg(25)/NPB(25)/Mg (25)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	17.5	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
그룹 VI 예들 (전계 발광 색: 녹색): 그룹 VI를 위 한 발광 영역 의 층들: NPB (600)/AlQ3 (750) Ex.#	양극캐핑층(들)	전자수용층	휘도안정도비 (vs Comp.)	비고
VI-1 (Comp.)	없음	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	1	비교예
VI-2 (Comp.)	Ag(7)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	0.36	비교예 VI-1에 비하여 휘도안정성이 감소. 모든 양극 캐핑층이 휘도 안정성의 증가로 귀결되는 것이 아니라는 것을 예증.
VI-3 (Comp.)	Ag(25)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	0.25	비교예 VI-1에 비하여 휘도안정성이 감소. 모든 양극 캐핑층이 휘도 안정성의 증가로 귀결되는 것이 아니라는 것을 예증.
VI-4 (Comp.)	Ag+NPB(1:1)(50)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	0.25	비교예 VI-1에 비하여 휘도안정성이 감소. 모든 양극 캐핑층이 휘도 안정성의 증가로 귀결되는 것이 아니라는 것을 예증.

VI-5 (Comp.)	Sm(5)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	N/A(부족한 성능으로 h 인하여, 휘도안정성 비를 판단할 수 없음)	비교예 VI-1에 비하여 휘도안 정성이 감소. 모든 양극 캡핑 층이 휘도 안정성의 증가로 귀 결되는 것이 아니라는 것을 예 증.
그룹 VII 예 들 (전계 발 광 색: 청색) : 그룹 VII을 위한 발광 영 역의 층들: NPB(300)/ NPB+BH2+BD2 (49:49:2) (300)/BH2 (50)/AlQ3 (250) Ex.#	양극캡핑층(들)	전자수용층	휘도안정도비 (vs Comp.)	비교
VII-1 (Comp.)	없음	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	1	비교예
VII-2	NPB+Mg(1:1) (10)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	4.9	비교예에 비하여 휘도안정성 이 크게 증가
VII-3	NPB+Mg(1:1) (50)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	6.25	비교예에 비하여 휘도안정성 이 크게 증가
그룹 VIII 예 들 (전계 발 광 색: 청색) : 그룹 VIII을 위한 발광 영 역의 층들: NPB(300)/BH2 (300)/AlQ3 (300) Ex.#	양극캡핑층(들)	전자수용층	휘도안정도비 (vs Comp.)	비교
VIII-1 (Comp.)	없음	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	1	비교예
VIII-2 (Comp.)	CuPc(150)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	1.3	비교예 VIII-1에 비하여 휘도 안정성이 조금 증가. 양극 캡 핑층 내에 Mg를 포함하는 예 VII-5에 비하여 휘도안정성의 증가는 이 비교예의 경우 훨씬 덜하다(Mg가 없고 양극캡핑층 (들)에 유기물질만이 있음)
VIII-3 (Comp.)	NPB(150)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	1.5	비교예 VIII-1에 비하여 휘도 안정성이 조금 증가. 양극 캡 핑층 내에 Mg를 포함하는 예 VII-5에 비하여 휘도안정성의 증가는 이 비교예의 경우 훨씬 덜하다(Mg가 없고 양극캡핑층 (들)에 유기물질만이 있음)
VIII-4 (Comp.)	NPB+Ag(1:1)(50)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	0.38	비교예 VIII-1에 비하여 휘도 안정성이 감소. 모든 양극 캡 핑층이 휘도 안정성의 증가로 귀결되는 것이 아니라는 것을 예증.

VIII-5 (Comp.)	NPB+Mg+Ag(48:48:4) (50)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	7.15	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
그룹 IX 예들 (전계 발광 색: 청색): 그룹 IX를 위 한 발광 영역 의 층들: NPB (300)/ NPB+BH2+Rub (49:49:2) (300)/BH2 (300)/AIQ3 (300) Ex.#	양극캐핑층(들)	전자수용층	휘도안정도비 (vs Comp.)	비교
XI-1 (Comp.)	없음	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	1	비교예
XI-2	NPB+Mg(1:1)(50)	NPB+F4TCNQ(9:1)(100)	20	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가

상기한 예들은 단지 실례로서 의도된 것으로서 여기에서 언급된 재료, 조건, 또는 공정 변수들에 한정되는 것을 의도하지는 않는다.

발명의 효과

본 발명에 의하면, OLED들의 휘도 안정성을 증가시킬 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

음극;

유기 전계 발광 물질을 포함하는 층;

전자 수용 물질을 포함하는 층;

무기 물질을 포함하는 양극 캐핑층;

양극; 및

상기 음극의 앞이나 상기 양극의 뒤의 순서로 된 기판을 포함하고,

상기 양극 캐핑층은 1보다 큰 휘도 안정성 비를 소자에 제공하도록 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 양극은 인듐 주석 산화물을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 무기 물질은 무기 금속 함유 물질인 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 무기 물질은 원소 금속, 금속 합금, 또는 상기 원소 금속 및 상기 금속 합금의 혼합물인 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 무기 물질은 원소 금속, 금속 합금, 또는 상기 원소 금속 및 상기 금속 합금의 혼합물이고, 상기 원소 금속과 상기 금속 합금의 금속들은 Mg, Cr, Au 그리고 Pd로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 6.

제1항에 있어서,

상기 양극 캐핑층은 유기 물질을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 7.

제1항에 있어서,

상기 전자 수용층은 테트라시아노퀴노디메탄 화합물, 티오피라닐리딘 화합물, 폴리니트로플루오레논 화합물, 테트라시아노에틸렌 화합물, 크로라닐 화합물, 카르복실플루오레논 말로니트릴 화합물, N,N'비스(디알킬)-1,4,5,8-나프탈렌테트라카르복실릭 디이미드 화합물, N,N'비스(디아릴)-1,4,5,8-나프탈렌테트라카르복실릭 디이미드 화합물, 카르복시벤질나프타퀴논 화합물, 디페노퀴논 화합물들, 무기 루이스 산 화합물, 및 풀러렌 화합물, 그리고 상기한 화합물들의 혼합물로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 8.

제1항에 있어서,

상기 전자 수용층은 유기 물질을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 9.

제1항에 있어서,

상기 전계 발광층은 청색광을 출력할 수 있는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 10.

제1항에 있어서,

상기 전계 발광층은 적색광을 출력할 수 있는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 11.

제1항에 있어서,

상기 전계 발광층은 녹색광을 출력할 수 있는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 12.

제1항에 있어서,

상기 전계 발광층은 백색광을 출력할 수 있는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 13.

제1항에 있어서,

상기 양극 캐핑층은 휘도 안정성 비가 약 2보다 크도록 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 14.

제1항에 있어서,

상기 양극 캐핑층은 휘도 안정성 비가 약 5보다 크도록 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 15.

제1항에 있어서,

상기 양극 캐핑층은 휘도 안정성 비가 약 10보다 크도록 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 16.

음극;

유기 전계 발광 물질을 포함하는 층;

전자 수용 물질을 포함하는 층;

원소 금속, 금속 합금, 또는 상기 원소 금속 및 상기 금속 합금의 혼합물을 포함하는 양극 캡핑층;

양극; 및

상기 음극의 앞이나 상기 양극의 뒤에 순서로 된 기판을 포함하고,

상기 양극 캡핑층은 1보다 큰 휘도 안정성 비를 소자에 제공하도록 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 17.

제16항에 있어서,

상기 양극은 인듐 주석 산화물을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 18.

제16항에 있어서,

상기 원소 금속과 상기 금속 합금의 금속들은 Mg, Cr, Au 및 Pd로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 19.

제16항에 있어서,

상기 양극 캡핑층은 유기 물질을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 20.

제16항에 있어서,

상기 전자 수용층은 테트라시아노퀴노디메탄 화합물, 티오피라닐리딘 화합물, 폴리니트로플루오레논 화합물, 테트라시아노에틸렌 화합물, 크로라닐 화합물, 카르복실플루오레논 말로니트릴 화합물, N,N'비스(디알킬)-1,4,5,8-나프탈렌테트라카르복실릭 디이미드 화합물, N,N'비스(디아릴)-1,4,5,8-나프탈렌테트라카르복실릭 디이미드 화합물, 카르복시벤질나프타퀴논 화합물, 디페노퀴논 화합물들, 무기 루이스 산 화합물, 및 풀러렌 화합물, 그리고 상기한 화합물들의 혼합물로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 21.

제16항에 있어서,

상기 전자 수용층은 유기 물질을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 22.

제16항에 있어서,

상기 전계 발광층은 청색광을 출력할 수 있는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 23.

제16항에 있어서,

상기 전계 발광층은 적색광을 출력할 수 있는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 24.

제16항에 있어서,

상기 전계 발광층은 녹색광을 출력할 수 있는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 25.

제16항에 있어서,

상기 전계 발광층은 백색광을 출력할 수 있는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 26.

제16항에 있어서,

상기 양극 캐핑층은 휘도 안정성 비가 약 2보다 크도록 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 27.

제16항에 있어서,

상기 양극 캐핑층은 휘도 안정성 비가 약 5보다 크도록 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 28.

제16항에 있어서,

상기 양극 캐핑층은 휘도 안정성 비가 약 10보다 크도록 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

专利名称(译)	一种有机发光器件，其具有包括正电极覆盖层的无机材料		
公开(公告)号	KR1020060049050A	公开(公告)日	2006-05-18
申请号	KR1020050070814	申请日	2005-08-02
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	HANY AZIZ 하니아지즈 ZORAN D POPOVIC 조란디포포빅 JENNIFER A COGGAN 제니퍼에이코그간		
发明人	하니아지즈 조란디.포포빅 제니퍼에이.코그간		
IPC分类号	H05B33/26		
CPC分类号	Y10S428/917 H01L51/5206 H01L51/5052 H01L51/5088 H01L51/50 H01L51/506		
优先权	10/909691 2004-08-02 US		
其他公开文献	KR101221124B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种有机发光器件，包括：阴极;包含有机电致发光材料的层;包含电子接受材料的层;阳极覆盖层，包括无机材料;阳极;在阴极之前或阳极之后的序列中的基板，其中选择阳极盖层以使器件具有大于1的亮度稳定性比。

Ex. #	양극성 물질 (層)	전자수용층	휘도안정도비 (vs Comp.)	비고
11-1 (Comp.)	없음	NPB:HF4TORG(9:1)(100)	1	비교예
11-2	Au:Pd(5)	NPB:HF4TORG(9:1)(100)	3.5	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
11-3	Au:Pt(5)/NPB:Mg(1:1)(50)	NPB:HF4TORG(9:1)(100)	7.1	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
그룹 11 예들 (전계 방광 배: 복사): 그룹 11을 위한 발광 영역의 층들:	양극성 물질 (層)	전자수용층	휘도안정도비 (vs Comp.)	비고
Ex. #				
111-1 (Comp.)	없음	NPB:HF4TORG(9:1)(100)	1	비교예
111-2	CuPc:Mg(1:1)(150)	NPB:HF4TORG(9:1)(100)	2	비교예에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
그룹 111 예들 (전계 방광 배: 복사): 그룹 111을 위한 발광 영역의 층들: NPB(600)/Alq3(750) Ex. #	양극성 물질 (層)	전자수용층	휘도안정도비 (vs Comp.)	비고
111-1 (Comp.)	없음	NPB:HF4TORG(9:1)(100)	1	비교예
111-2	CuPc:Mg(1:1)(25)	NPB:HF4TORG(9:1)(100)	17.7	비교예 111-1에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
111-3	CuPc:Mg(1:1)(150)	NPB:HF4TORG(9:1)(100)	53.3	비교예 111-1에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
111-4	Mg(25)/CuPc(150)	NPB:HF4TORG(9:1)(100)	18.3	비교예 111-1에 비하여 휘도안정성이 크게 증가
111-5 (Comp.)	CuPc(150)	NPB:HF4TORG(9:1)(100)	1.1	비교예 111-1에 비하여 휘도안정성이 조금 증가, 양극성 물질 내에 Mg가 포함된 다른 예들에 비하여 휘도안정성이 증가하는 이 비교예의 경우 불순물인 Mg가 없고 양극성 물질 (層)에 유기물 첨가물이 있음
그룹 1V 예들 (전계 방광 배: 복사): 그룹 1V를 위한 발광 영역				