



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년04월29일
 (11) 등록번호 10-0826441
 (24) 등록일자 2008년04월23일

(51) Int. Cl.
C09K 11/06 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2006-0125570
 (22) 출원일자 2006년12월11일
 심사청구일자 2006년12월11일
 (65) 공개번호 10-2007-0067616
 (43) 공개일자 2007년06월28일
 (30) 우선권주장
 11/312,695 2005년12월21일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP11204259 A
 JP2001291591 A
 KR100246496 B1
 JP2001338759 A

(73) 특허권자
엘지디스플레이 주식회사
 서울 영등포구 여의도동 20번지
 (72) 발명자
이지스 해니
 캐나다 엘6에이치 7엘6, 온타리오, 오크빌, 채플린
 로드 2457
포포빅 조란 디.
 캐나다 엘5엘 2제트8, 온타리오, 미씨싸우가, 소밀
 벨리 드라이브3349
후 난성
 캐나다 엘6에이치 6비4, 온타리오, 편리 크레센트
 159
 (74) 대리인
허용록

전체 청구항 수 : 총 18 항

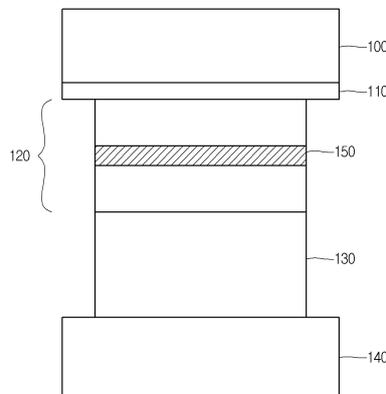
심사관 : 손창호

(54) 유기 발광 소자

(57) 요약

본 발명의 유기 전계발광 소자는 양극, 음극, 그리고 정공 수송 영역과 전자 수송 영역을 포함하는 발광 구역을 포함한다. 상기 정공 수송 영역은 상기 양극에 인접하지 않게 위치한 적어도 하나의 정공 수송지연 물질을 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

양극;

음극; 그리고

정공 수송 영역과 전자 수송 영역을 포함하는 발광 구역을 포함하고, 상기 정공 수송 영역은 상기 양극에 인접하지 않게 위치된 적어도 하나의 정공 수송지연 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정공 수송지연 물질은 하나의 단일층을 형성하는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정공 수송지연 물질은 CuPc를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정공 수송지연 물질은 AlQ₃를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전자 수송 영역은 AlQ₃를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 정공 수송 영역은 적어도 하나의 정공 수송 물질을 포함하고, 상기 적어도 하나의 정공 수송지연 물질은 상기 적어도 하나의 정공 수송 물질의 수송율보다 작은 정공 수송율을 가지는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정공 수송지연 물질은 정공 수송율의 적어도 10배인 전자 수송율을 갖는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 발광 구역은 청색광을 발광할 수 있는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 발광 구역은 적색광을 발광할 수 있는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 발광 구역은 녹색광을 발광할 수 있는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 발광 구역은 백색광을 발광할 수 있는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정공 수송지연 물질은 휘도 안정도 비율이 2보다 크도록 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정공 수송지연 물질은 휘도 안정도 비율이 5보다 크도록 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정공 수송지연 물질은 휘도 안정도 비율이 10보다 크도록 선택되는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정공 수송지연 물질은 상기 정공 수송지연 물질이 없는 해당 소자에 대하여 전압이 실질적으로 증가되지 않도록 배열되는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 정공 수송 영역은 소정 두께를 가지고, 상기 적어도 하나의 정공 수송지연 물질은 상기 정공 수송 영역의 두께의 적어도 1/3만큼 상기 양극으로부터 측정된 거리에 제공되는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 정공 수송 영역은 소정 두께를 가지고, 상기 적어도 하나의 정공 수송지연 물질은 상기 정공 수송 영역의 두께의 적어도 1/2만큼 상기 양극으로부터 측정된 거리에 제공되는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 정공 수송 영역은 소정 두께를 가지고, 상기 적어도 하나의 정공 수송지연 물질은 상기 정공 수송 영역의 두께의 적어도 2/3만큼 상기 양극으로부터 측정된 거리에 제공되는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <6> 본 발명은 광전 소자들에 관한 것으로서, 특히, 유기 발광 소자들(유기 EL 소자들)에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 그들의 휘도가 초기값의 50%와 같이, 초기 휘도값의 소정 백분율로 떨어지기 전에 적어도 1,000시간과 같이, 상대적으로 긴 동작 수명을 가지며, 정공 수송 영역에 정공 수송지연(impeding) 물질을 포함하는, 실질적으로 안정한 유기 EL 소자들에 관한 것이다.
- <7> 유기 전계발광 소자(Organic electroluminescent (EL) device)는 인듐 주석 산화물과 같이 전형적으로 투명한 전도체로 구성되는 양극과, 마그네슘, 칼슘, 알루미늄, 또는 다른 금속들과 이들의 합금들과 같이 전형적으로 낮은 일함수를 갖는 음극과, 상기 양극과 음극 사이에 전도적으로 개재된 유기 발광 물질의 층을 포함할 수 있다. EL 소자는 전기장 하에서, 양의 전하들(정공들)과 음의 전하들(전자들)이 각각 양극과 음극으로부터 발광층으로 주입되어 재조합을 거쳐서 이후 빛을 방출하는 여기 상태를 형성하는 원리로 작동한다. 수많은 유기 EL 소자들이 유기 발광물질 및 서로 반대되는 극성을 가진 전극들의 라미네이트로부터 제조되었는데, 이들 소자들은, 예를 들어, 명세서가 여기에서 참조로서 결합된 미국특허번호 3,530,325에서 설명된 것처럼, 발광 물질로서 단결정 안트라센(anthracene)과 같은 단결정 물질을 포함한다. 이러한 유형의 소자들은 100 볼트 이상의 여기 전압들을 필요로 하는 것으로 여겨진다.
- <8> 다층 구조를 갖는 유기 EL 소자는, 소자의 유기 발광 구역으로서 기능하는 층으로서, 정공 수송을 지원하는 양극에 인접한 하나의 유기층과, 전자 수송을 지원하며 소자의 유기 발광 구역으로서 작용하는 음극에 인접한 또 다른 유기층을 포함할 수 있다. 이들 소자들의 예들은 명세서 전체가 여기에서 참조로서 결합된 미국특허번호 4,356,429; 4,539,507; 4,720,432, 그리고 4,769,292에 개시되어 있다. 명세서 전체가 여기에서 참조로서 결합된 미국특허번호 4,769,292에서, 유기 EL 소자는 세 개의 분리된 층들, 즉 정공 수송층, 발광층, 그리고 전자 수송층을 포함하고, 이들 층들은 순차적으로 라미네이트되어 양극과 음극 사이에 샌드위치되며, 여기에서 형광 도펀트 물질이 발광 구역 또는 발광층에 부가되고, 그리하여 전하들의 재결합은 형광 물질의 여기로 귀결된다. 예를 들어, 명세서들이 여기에서 참조로서 완전히 결합된 미국특허번호 4,720,432에서 설명된 유기 발광 소자들과 같은, 이러한 다층구조들의 일부들에서, 상기 유기 발광 소자는 상기 정공 수송층과 상기 양극 사이에 위치한 버퍼층을 더 포함한다. 정공 수송층과 상기 버퍼층의 조합은 이중층 정공 수송 영역을 형성하는데, 이러한 문헌으로는, 여기에서 참조로서 완전하게 결합된 S. A. Van Slyke 등의, "Organic Electroluminescent Devices with Improved Stability," Appl. Phys. Lett. 69, pp. 2160-2162, 1996이 있다.
- <9> 혼합층들, 예를 들어, 정공 수송 물질과 방출 전자 수송 물질이 함께 하나의 단일층에 혼합된 층들을 포함하는 유기 발광 소자들로부터 전계발광을 얻기 위한 시도들이 있었는데, 이러한 예들로는, Kido 등의, "Organic Electroluminescent Devices Based On Molecularly Doped Polymers," Appl. Phys. Lett. 61, pp. 761-763, 1992; S. Naka 등의, "Organic Electroluminescent Devices Using a Mixed Single Layer," Jpn. J. Appl. Phys. 33, pp. L1772-L1774, 1994; W. Wen 등의, Appl. Phys. Lett. 71, 1302 (1997); 그리고 C. Wu 등의, "Efficient Organic Electroluminescent Devices Using Single-Layer Doped Polymer Thin Films with Bipolar Carrier Transport Abilities", IEEE Transactions on Electron Devices 44, pp. 1269-1281, 1997이 있다. 수많은 이들 소자들에서, 전자 수송 물질과 전자 방출 물질은 동일할 수 있고 혹은 상기 혼합층은 도펀트로서 방출 물질을 더 포함할 수 있다. 정공 수송 물질과 전자 수송 물질을 포함하는 단일 유기층으로 형성되는 유기 발광 소자들의 다른 예들은, 예를 들어, 명세서들 전체가 여기에서 참조로서 결합된 미국특허번호 5,853,905; 5,925,980; 6,114,055 그리고 6,130,001에서 볼 수 있다.
- <10> 유기 EL 연구에서의 최근의 진전은 광범위한 응용들을 위한 유기 EL 소자들의 포텐셜을 높였지만, 현재 이용가능한 소자들의 동작 안정성은 일부 예들에서는 기대 이하일 수 있다. 수많은 알려진 유기 발광 소자들은 그들의 휘도가 초기값의 일부 백분율까지 떨어지기 전에 상대적으로 짧은 구동 수명들을 가진다. 예를 들어, S. A. Van Slyke 등의, "Organic Electroluminescent Devices with Improved Stability," Appl. Phys. Lett. 69, pp. 2160-2162, 1996에서 설명된 것처럼 계면층들을 제공하는 것과, 예를 들어, Y. Hamada 등의, "Influence of the Emission Site on the Running Durability of Organic Electroluminescent Devices", Jpn. J. Appl. Phys. 34, pp. L824-L826, 1995에서 설명된 것처럼 도핑하는 것은 아마도 상온 동작에 대한 유기 발광 소자들의 구동 수명을 증가시킬 수도 있지만, 이들 유기 발광 소자들의 효율은 고온 소자 구동의 경우 악화된다.
- <11> 버퍼층으로서 CuPc의 층을 양극 위에 제공하는 것은 정공 주입 특성들을 촉진하고 소자의 안정성을 증가시킨다

는 사실이 개시되었다. S. A. Van Slyke 등의, "Organic Electroluminescent Devices with improved Stability," Appl. Phys. Lett. 69, pp. 2160-2162, Appl. Phys. Lett., 1996. 그러나, 이 소자는 받아들일 수 없는 전압 증가가 일어났다. H. Aziz 등, Science, 1999; H.Aziz 등 MRS, (1999).

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <12> 유기 전계발광 소자의 예시적 실시 예는 양극, 음극, 그리고 발광 구역을 포함하고, 상기 발광 구역은 정공 수송 영역과 전자 수송 영역을 포함하고, 여기서 상기 정공 수송 영역은 양극에 인접하지 않게 위치한 정공 수송 지연 물질을 포함한다.
- <13> 예시적 실시 예에서, 상기 정공 수송지연 물질은 층이다.
- <14> 예시적 실시 예에서, 상기 정공 수송지연 물질은 CuPe를 포함한다. 예시적 실시 예에서, 상기 정공 수송지연 층은 AlQ₃를 포함한다. 예시적 실시 예에서, 상기 전자 수송 영역은 AlQ₃를 포함한다.
- <15> 예시적 실시 예에서, 상기 정공 수송지연 물질은 상기 정공 수송 영역에서 정공 수송 물질의 정공 수송율보다 작은 정공 수송율을 가진다.
- <16> 예시적 실시 예에서, 상기 발광 구역은 청색 광을 방출할 수 있다. 예시적 실시 예에서, 상기 발광 구역은 적색 광을 방출할 수 있다. 예시적 실시 예에서, 상기 발광 구역은 녹색 광을 방출할 수 있다. 예시적 실시 예에서, 상기 발광 구역은 백색 광을 방출할 수 있다.
- <17> 예시적 실시 예에서, 상기 정공 수송지연 물질은 휘도 안정성 비율이 2 보다 크도록 선택된다. 예시적 실시 예에서, 상기 정공 수송지연 물질은 휘도 안정성 비율이 5 보다 크도록 선택된다. 예시적 실시 예에서, 상기 정공 수송지연 물질은 휘도 안정성 비율이 10 보다 크도록 선택된다.
- <18> 예시적 실시 예에서, 상기 정공 수송지연 물질은 그것이 없는 해당 소자에 비하여 전압이 실질적으로 증가되지 않도록 배열된다.

발명의 구성 및 작용

- <19> 본 발명의 실시 예들이 다음의 도면들을 참조하여 상세하게 설명될 것이다.
- <20> 본 발명은 개선된 성능을 갖는 유기 발광 소자들(OLEDs)을 제공한다. 본 발명에 따르는 예시적인 실시 예들은 동작 전압을 감소시켰고 또한 에너지 변환 효율을 증가시켰다.
- <21> 본 발명에 따르는 발광 소자들의 예시적인 실시 예들은 양극, 음극, 그리고 상기 양극과 상기 음극 사이의 발광 구역을 포함한다. 상기 발광 구역은 넓은 범위의 다른 유기 발광 물질들을 포함할 수 있다.
- <22> 본 발명의 범주를 이해함에 있어서 혼란을 피하기 위하여 다음의 지침들이 사용될 수 있다.
- <23> "층(layer)"이란 용어는 인접한 층의 구성과 다른 구성을 갖는 단일 코팅을 말한다.
- <24> "영역(region)"이란 용어는 단일층, 2,3 또는 그 이상의 층들과 같은 다수의 층들을 말한다.
- <25> 발광 구역의 문맥에서 사용된 것처럼, "구역(zone)"이란 용어는 단일층, 다수의 층들, 어떤 층에서 단일 기능 영역(area), 어떤 층에서 다수의 기능 영역들, 또는 하나 이상의 영역들(regions)을 말한다.
- <26> 일반적으로, 두 전극들 사이에 있거나 표시 소자를 구동하기 위하여 필요한 전하 전도 과정들에 참여하는 표시 소자의 모든 영역들과 층들은 음극, 발광 영역, 또는 양극 중 어느 하나의 일부로서 간주된다.
- <27> 일반적으로, 표시 소자의 전하 전도 과정들에 참여하지 않고 두 전극들의 외측에 있는 것으로 보일 수 있는 층(예: 기판)은 전극들의 일부로 간주되지 않을 것이다. 그러나, 그러한 층(예: 기판)은 여전히 표시 소자의 일부로서 간주될 수도 있다.
- <28> "발광 구역(light emission zone)", "발광 구역(light emittign zone)" 그리고 "발광 영역(luminescent zone)"이 상호교환적으로 사용된다.
- <29> 도 1은 본 발명에 따르는 유기 발광 소자(OLED)(1)의 예시적 실시 예를 예시한다. 유기 발광 소자(1)는 기판(100); 기판(100)에 인접한 양극(110); 양극(110)에 인접한 정공 수송 영역(120); 정공 수송 영역(120)에 인접한 전자 수송 영역(130); 그리고 전자 수송 영역(130)에 인접한 음극(140)을 포함한다. 비록 도 1이 양극에 인

접한 기관(100)을 예시하고 있지만, 선택적 실시 예들에서, 기관(100)은 음극(140)에 인접할 수 있다.

- <30> 일반적으로, 정공 수송 영역(120)과 전자 수송 영역(130)은 집합적으로 발광 구역(light emission or luminescent zone)으로서 언급된다. 동작 동안, 인가된 전압은 양전하들(정공들)과 음전하들(전자들)이 양극(110)과 음극(140)으로부터 각각 발광 구역으로 주입되어 재결합하도록 하여 상기 발광 구역에서 발광을 생성하도록 한다.
- <31> 소자(1)는 정공 수송 영역(120) 내에 정공 수송지연 물질(150)의 층, 영역, 또는 도핑을 포함한다. 예시적 실시 예에서, 정공 수송지연 물질(150)은 양극에 인접하지 않는다.
- <32> 일반적으로, 정공 수송지연 물질(150)은 정공들의 전자 수송 영역(130)까지의 수송을 "늦추는(slow down)" 물질이다. 그러한 것으로서, 일반적으로, 정공 수송지연 물질(150)은 정공 수송 영역(120)에 있는 다른 물질의 정공 수송율보다 더 작은 정공 수송율을 가진다. 일부 실시 예들에서, 정공 수송지연 물질(150)은 계면이 전자 수송 영역(130)까지의 정공들의 수송을 저해하도록 정공 수송 영역(120)에서 다른 물질과 함께 계면을 형성하는 임의의 물질이다. 다른 실시 예들에서, 정공 수송지연 물질(150)은 그의 정공 수송율의 적어도 10 배의 전자 수송율을 갖는 전자 수송 물질로 간주된다. 또 다른 실시 예들에서, 정공 수송지연 물질(150)은 그의 정공 수송율보다 적어도 100배 더 큰 전자 수송율을 갖는다.
- <33> 전자 수송 영역(130)에서 AlQ_3 가 전자 수송 물질인 예시적인 실시 예에서, 정공 수송지연 물질(150)은 AlQ_3 까지의 정공들의 전달을 지연시켜서 AlQ_3 /정공 수송 영역 계면에서 AlQ_3 농도가 증가되도록 한다. 그것으로서, 이는 상대적으로 불안정한 AlQ_3^+ 중간물의 수명을 더 짧게 하고, 소자 안정성이 더 증가되도록 한다. 정공 수송지연 물질을 양극에 인접하지 않게 위치시키는 것은 소자의 동작 전압을 감소시킨다.
- <34> 위의 배경기술에서 언급되었듯이, 양극 상에 버퍼층을 제공하는 것은 결과적인 소자의 안정성을 증가시키기 위하여 개시되었지만, 받아들일 수 없는 전압 증가로 귀결되었다. 본 발명은 정공 수송지연 물질을 양극에 인접하지 않게 배열하는 것이 전압의 임의 증가를 감소시키거나 제거한다는 것을 보여준다. 정공 수송지연 물질은 상기 정공 수송 영역 내에서 양극으로부터 임의의 거리에 있을 수 있다. 예를 들어, 양극으로부터 측정되었을 때, 정공 수송지연 물질은 정공 수송 영역의 적어도 $1/3$ 두께, 정공 수송 영역의 적어도 $1/2$ 두께, 정공 수송 영역의 적어도 $2/3$ 두께, 또는 정공 수송 영역의 적어도 $5/6$ 두께일 수 있다.
- <35> 발광 구역은 유기 발광 물질로 구성된다. 적합한 유기 발광 물질들의 예들은, 예를 들어, 금속 옥시노이드 화합물들, 스틸벤 화합물들, 안트라신 화합물들, 옥사디아졸 금속 킬레이트 화합물들, 폴리플루오렌들, 폴리페닐렌 비닐렌들 및 유도체들 그리고 이들의 혼합물들로부터 선택될 수 있다. 다른 적합한 유기 발광 물질들이 아래에서 설명된다.
- <36> 정공 수송 영역(120)은 적합한 정공 수송 물질들, 예를 들어, 폴리페닐렌비닐렌들, 폴리티오펜들(polythiophenes), 3차 방향족 아민들, 그리고 인돌로카바졸(indolocarbazole) 화합물들, 그리고 다른 물질들; 그리고 적합한 전자 수송 물질들, 예를 들어, 금속 옥시노이드들, 트리아진들, 옥사디아졸 금속 킬레이트, 스틸벤들, 폴리플루오렌들 및 다른 물질들을 포함할 수 있다.
- <37> 상기 유기 발광 소자들의 실시 예들은 넓은 범위의 파장들에 대하여 광을 방출하도록 제조될 수 있다. 발광 물질들, 정공 수송 물질들 및 전자 수송 물질들의 적합한 조합들과 혼합물들의 선택에 의하여, 발광은 400 nm 내지 700 nm의 파장들에서 상기 유기 발광 소자들로부터 달성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기 발광 소자들은 적절한 물질의 선택에 의하여 다른 컬러들의 범위를 갖는 광을 방출할 수 있다. 이러한 발광색들의 다양성은 본 발명의 유기 발광 소자들이 적, 녹 또는 청색과 같이, 특정 광 컬러들이 요구되는 다양한 응용들에서 사용될 수 있도록 한다.
- <38> 다양한 발광 물질들, 정공 수송 물질들 그리고 전자 수송 물질들이 이 기술에서 알려지고, 또한 그들의 조합된 선택이 있을 때 원하는 컬러 방출들을 달성하는 것으로 알려진다. 또한, 원하는 컬러 방출을 제공하기 위한 그러한 물질들의 선택은 통상적인 실험을 이용하여 이 기술에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 쉽게 수행될 수 있다.
- <39> 유기 발광 소자들의 실시 예들은 교류(AC) 및/또는 직류(DC) 구동 조건들 하에서 동작될 수 있다. AC 구동 조건들은 연장된 동작 수명들을 제공할 수도 있다.
- <40> 이제, 본 발명에 따르는 유기 발광 소자들의 다른 부분들이 보다 상세히 설명될 것이다.

- <41> 기관(100)은 임의의 적합한 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 기관(100)은 고분자 성분들, 유리, 석영 등을 포함할 수 있다. 적합한 고분자 성분들은, 이들에 국한되지는 않지만, MYLAR™와 같은 폴리에스테르, 폴리카보네이트, 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 폴리술폰 등을 포함한다. 이들 다양한 물질들의 혼합물들도 사용될 수 있다. 예를 들어, 다른 기관 물질들이 효과적으로 다른 층들을 지원할 수 있고, 그들이 소자의 기능적 성능과 간섭하지 않으면, 이들 기관 물질들도 선택될 수 있다. 기관(100)은 투광성 물질로 형성될 수 있다.
- <42> 기관(100)의 두께는 유기 발광 소자의 구조적인 요구들과 그의 의도된 사용에 의한 것을 제외하면 특별히 제한되지 않는다. 전형적으로 기관은, 예를 들어, 25 μm 내지 적어도 1,000 μm의 두께를 가질 수 있다.
- <43> 기관(100) 위에 형성된 양극(110)은 임의의 적합한 공지되거나 나중에 개발된 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 인듐 주석 산화물(ITO), 주석 산화물, 금 및 팔라듐과 같은 양전하 주입 전극들이 사용될 수 있다. 양극을 위한 다른 적합한 물질들은, 이들에 국한되지는 않지만, 전기 전도성 탄소, 예를 들어, 적어도 4 eV, 바람직하게는, 4 eV 내지 6 eV의 일함수를 갖는, 폴리아닐린, 폴리피롤과 같은 π-공액 고분자들을 포함한다.
- <44> 양극(110)은 임의의 적합한 구조를 가질 수 있다. 얇은 전도층이, 예를 들어, 투명하거나 실질적으로 투명한 유리판 또는 플라스틱 필름 위에 코팅될 수 있다. 본 발명에 따르는 유기 발광 소자들의 실시 예들은 유리 위에 코팅된 주석 산화물 또는 인듐 주석 산화물로부터 형성된 투광성 양극을 포함할 수 있다. 또한, 예를 들어, 200 Å 미만, 바람직하게는, 75 Å 내지 150 Å의 두께를 가지는 매우 얇은 투광성 금속 양극들이 사용될 수 있다. 이들 얇은 양극들은 금, 팔라듐 등과 같은 금속들을 포함할 수 있다. 아울러, 예를 들어, 50 Å 내지 175 Å의 두께를 가지는, 전도성 탄소 또는 위에서 언급된 공액 중합체들로 된 투명하거나 반-투명한 얇은 층들이 양극들로서 사용될 수 있다. 양극(110)(그리고 아래에서 더욱 상세히 설명되는 것처럼 음극(140))의 추가적인 적합한 형태들은 전체가 참조로서 결합된 미국특허번호 4,885,211에 개시된다.
- <45> 양극(110)의 두께는 1 nm 내지 500 nm 범위를 가질 수 있고 예시적인 두께 범위는 양극 물질의 광학적 상수들에 의존한다. 양극 두께의 하나의 예시적인 범위는 30 nm 내지 300 nm이다. 물론, 이 범위를 벗어난 두께도 사용될 수 있다.
- <46> 상기 발광 구역은 임의의 적합한 공지된 또는 나중에 개발된, 유기 발광 물질을 포함하는 하나 이상의 물질들을 포함할 수 있다. 상기 발광 구역에 이용될 수 있는 적합한 유기 발광 물질들은, 예를 들어, 폴리(p-페닐렌비닐렌) PPV, 폴리(2-메톡시-5-(2-에틸헥시록시)1,4-페닐렌비닐렌) (MEHPPV)와 같은 폴리페닐렌비닐렌류; 폴리(2,5-디알콕시페닐렌비닐렌) (PDMeOPV), 그리고 전체가 참조로서 여기에서 결합된 미국특허번호 5,247,190에서 개시된 기타 물질을 포함한다.
- <47> 상기 발광 구역에 이용될 수 있는 다른 적합한 유기 발광 물질들은, 예를 들어, 폴리(p-페닐렌)(PPP), 래더-폴리-파라-페닐렌 (LPPP), 그리고 폴리(테트라하이드로피렌) (PTHP)와 같은 폴리페닐렌류를 포함한다.
- <48> 상기 발광 구역에 이용될 수 있는 또 다른 적합한 예시적인 발광 물질들은, 예를 들어, 전체가 참조로서 여기에서 결합된 Bernius 등의, "Proceedings of SPIE Conference on Organic Light Emitting Materials and Devices III, Denver, Colo., July 1999, Volume 3797, p. 129에서 기술된 것처럼, 예를 들어, 폴리(9,9-디-n-옥틸플루오렌-2,7-디일), 폴리(2,8-(6,7,12,12-테트라알킬인덴도플루오렌)과 같은 폴리플루오렌들과, 플루오렌-아민 공중합체들과 같은 플루오렌을 포함하는 공중합체들이 사용될 수 있다.
- <49> 상기 발광 구역에 이용될 수 있는 유기 발광 물질들의 예시적인 류는, 이들에 국한되지는 않지만, 각각의 명세서 전체가 여기에서 참조로서 결합된 미국 특허 번호 4,539,507; 5,151,629; 5,150,006; 5,141,671 그리고 5,846,666에서 설명된 것처럼, 금속 옥시노이드(oxinoid) 화합물들 포함한다. 실례들은 하나의 전형적인 예인 트리스(8-하이드록시퀴놀리네이트)알루미늄 (AlQ₃)과 또 다른 전형적인 예인 비스(8-하이드록시퀴놀라토)-(4-페닐페노라토)알루미늄 (BAIQ)를 포함한다. 이런 류의 물질들의 다른 예들은 트리스(8-하이드록시퀴놀리네이트)갈륨, 비스(8-하이드록시퀴놀리네이트)마그네슘, 비스(8-하이드록시퀴놀리네이트)아연, 트리스(5-메틸-8-하이드록시퀴놀리네이트)알루미늄, 트리스(7-프로필-8-퀴놀리노라토)알루미늄, 비스[벤조{f}-8-퀴놀리네이트]아연, 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이트)베릴륨, 등이 있으며, 그리고 비스(8-퀴놀린티오라토)아연, 비스(8-퀴놀린티오라토)카드뮴, 트리스(8-퀴놀린티오라토)갈륨, 트리스(8-퀴놀린티오라토)인듐, 비스(5-메틸퀴놀린티오라토)아연, 트리스(5-메틸퀴놀린티오라토)갈륨, 트리스(5-메틸퀴놀린티오라토)인듐, 비스(5-메틸퀴놀린티오라토)카드뮴, 비스(3-메틸퀴놀린티오라토)카드뮴, 비스(5-메틸퀴놀린티오라토)아연, 비스[벤조{f}-8-퀴놀린티오라토]아연, 비스[3-메틸벤조{f}-8-퀴놀린티오라토]아연, 비스[3,7-디메틸벤조{f}-8-퀴놀린티오라토]아연, 그리고 유사류의 금속 티옥시노이드(thioxinoid) 화합물들과 같이 명세서 전체가 여기

에서 참조로서 결합된 미국 특허번호 5,846,666에서 개시된 금속 티옥시노이드 화합물들을 포함한다. 예시적인 물질들은 비스(8-퀴놀린티오라토)아연, 비스(8-퀴놀린티오라토)카드뮴, 트리스(8-퀴놀린티오라토)갈륨, 트리스(8-퀴놀린티오라토)인듐 그리고 비스[벤조{f}-8-퀴놀린티오라토]아연이다.

<50> 상기 발광 구역에 이용될 수 있는 유기 발광 물질들의 또 다른 류는 명세서 전체가 여기에서 참조로서 결합된 미국특허번호 5,516,577에서 개시된 것들과 같은 스틸벤 유도체들이다. 예시적인 스틸벤 유도체는 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)비페닐이다.

<51> 상기 발광 구역을 형성하기 위한 적합한 유기 발광 물질들의 또 다른 류는 명세서 전체가 여기에서 참조로서 결합되고 1997년 3월 31일에 출원된 동시계류중인 미국출원번호 08/829,398에서 개시된 옥사디아졸 금속 킬레이트들이다. 이들 물질들은, 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-페닐-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-페닐-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(1-나프틸)-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(1-나프틸)-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스[5-비페닐-2-(2-하이드록시페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[5-비페닐-2-(2-하이드록시페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스(2-하이드록시페닐)-5-페닐-1,3,4-옥사디아졸라토]리튬; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-p-토릴-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-p-토릴-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스[5-(p-터트-부틸페닐)-2-(2-하이드록시페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[5-(p-터트-부틸페닐)-2-(2-하이드록시페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(3-플루오로페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(4-플루오로페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(4-플루오로페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스[5-(4-클로로페닐)-2-(2-하이드록시페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(4-메톡시페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[2-(2-하이드록시-4-메틸페닐)-5-페닐-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[2-알파-(2-하이드록시나프틸)-5-페닐-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-p-피리딜-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-p-피리딜-1,3,4-옥사디아졸라토]베릴륨; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(2-티오페닐)-1,3,4-옥사디아졸라토]아연; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-페닐-1,3,4-티아디아졸라토]아연; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-페닐-1,3,4-티아디아졸라토]베릴륨; 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(1-나프틸)-1,3,4-티아디아졸라토]아연; 그리고 비스[2-(2-하이드록시페닐)-5-(1-나프틸)-1,3,4-티아디아졸라토]베릴륨 등을 포함한다.

<52> 상기 발광 구역에 이용될 수 있는 또 다른 류의 적합한 유기 발광 물질들은, 명세서 전체가 여기에서 참조로 결합된 미국 특허번호 6,057,048와 2000년 1월 21일에 출원된 동시계류 미국특허출원번호 09/489,144에서 개시된 것들과 같은 트리아진들이다.

<53> 상기 발광 구역에 이용될 수 있는 또 다른 류의 적합한 유기 발광 물질들은안트라센들이다.

<54> 상기 발광 구역에 이용될 수 있는 유기 발광 물질들의 다른 실례들은, 예를 들어, 쿠마린(coumarin), 디시아노메틸렌 피란(dicyanomethylene pyranes), 폴리메틴(polymethine), 옥사벤잔트란(oxabenzanthrane), 크산텐(xanthene), 피릴륨, 카보스틸(carbostyl), 페릴렌(perylene) 등과 같은 형광성 물질들이다. 형광성 물질들의 또 다른 특별한 예시적인 류는 퀴나크리돈(quinacridone) 염료들이다. 퀴나크리돈 염료들의 실례들은, 명세서 전체가 여기에서 참조로 결합된 미국 특허번호 5,227,252; 5,276,381; 그리고 5,593,788에서 기술된 것처럼, 퀴나크리돈, 2-메틸퀴나크리돈, 2,9-디메틸퀴나크리돈, 2-클로로퀴나크리돈, 2-플루오로퀴나크리돈, 1,2-벤조퀴나크리돈, N,N'-디메틸퀴나크리돈, N,N'-디메틸-2-메틸퀴나크리돈, N,N'-디메틸-2,9-디메틸퀴나크리돈, N,N'-디메틸-2-클로로퀴나크리돈, N,N'-디메틸-2-플루오로퀴나크리돈, N,N'-디메틸-1,2-벤조퀴나크리돈 등을 포함한다. 또 다른 예시적인 류의 형광성 물질들은 접합 고리 형광 염료들이다. 상기 접합 고리 형광 염료들의 예들은, 명세서 전체가 참조로서 결합된 미국 특허번호 3,172,862에서 예시된 것처럼, 페릴렌, 루브린(rubrene), 안트라센, 코로넨(coronene), 페난트라센(phenanthrene), 피렌(pyrene) 등을 포함한다. 또한, 형광 물질들은 명세서 전체가 여기에서 참조로서 결합된 미국 특허번호 4,356,429와 5,516 577에서 개시된 것처럼 1,4-디페닐부타디엔과 테트라페닐부타디엔과 같은 부타디엔들, 그리고 스틸벤, 그리고 유사류들을 포함한다. 사용될 수 있는 다른 예시적인 형광 물질들은 명세서 전체가 여기에서 참조로서 결합된 미국 특허번호 5,601,903에서 개시된다.

<55> 상기 발광 구역에 이용될 수 있는 또 다른 예시적인 류의 유기 발광 물질들은 미국특허번호 5,935,720(전체가 여기에서 참조로서 결합된)에서 개시된 형광 염료들이다. 이들 염료들의 전형적인 물질들은, 예를 들어, 4-(디시아노메틸렌)-2-1-프로필-6-(1,1,7,7-테트라메틸줄로리딜(tetramethyljulolidyl)-9-에닐)-4H-피란 (DCJTB)을

포함한다.

- <56> 상기 발광 구역에 이용될 수 있는 또 다른 예시적인 류의 유기 발광 물질들은, 전체가 여기에서 참조로서 결합된 Kido 등, "White light emitting organic electroluminescent device using lanthanide complexes," Jpn. J. Appl. Phys., Volume 35, pp. L394-L396 (1996)에 개시된 것들과 같이, 예를 들어, 트리스(아세틸 아세토나토)(페난트롤린)테르븀, 트리스(아세틸 아세토나토)(페난트롤린)유로퓸, 그리고 트리스(테노일 트리스플루오로 아세토나토)(페난트롤린)유로퓸과 같은 란타나이드(lanthanide) 금속 킬레이트 복합물들이다.
- <57> 상기 발광 구역에 이용될 수 있는 또 다른 예시적인 류의 유기 발광 물질들은, 전체가 여기에 참조로서 결합된 Baldo 등의 "Highly efficient organic phosphorescent emission from organic electroluminescent devices", Letters to Nature, 395, pp 151-154 (1998)에서 개시된 것들과 같이, 강한 스핀-궤도 결합으로 이끌리며 중금속 원소를 함유하는 예를 들어 유기금속 화합물들과 같은 인광 물질들이다. 전형적인 예들은 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H23H-포르핀(phorphine) 백금(II) (PtOEP) 그리고 fac 트리스(2-페닐피리딘)이리듐 (Ir(ppy)3)을 포함한다.
- <58> 여기에서 논의된 유기 발광 물질들의 유용성에 대한 제한없이, 청색 유기 발광 물질은, 예를 들어, 폴리플루오렌, 예를 들어, 9,10-디페닐안트라센("DPA"), 9,10-비스[4-2,2-디페닐에테닐]페닐]안트라센 ("ADN"), 그리고 3차-부틸 치환된 9,10-비스[4-(2,2-디페닐에테닐)페닐]안트라센 ("TBADN" 이는 또한 "BH2"의 약어로도 표현된다)과 같이, 미국특허번호 6,479,172, 6,562,485, 6,465,115, 그리고 6,565,996에서 설명된 것과 같은 안트라센 유도체, 위에서 설명된 것들과 같은 스틸벤 유도체, 미국특허번호 6,229,012에서 설명된 것들과 같은 트리아진 유도체, 바이카보졸(bicarbozole) 유도체들을 포함하는 카바졸 유도체, 또는 2004년 2월 10일에 제출된 미국 특허출원번호 10/774,577에서 설명된 것들과 같은 바이나프틸(binaphtyl) 유도체일 수도 있다. 언급된 특허들과 출원들의 명세서들은 여기에서 참고로서 완전히 결합된다.
- <59> 여기에서 논의된 유기 발광 물질들의 유용성에 대한 제한없이, 적색 유기 발광 물질은, 예를 들어, 위에서 언급된 것들과 같은 폴리플루오렌, MeHPPV와 같은 폴리페닐렌 비닐렌, 또는 여기에서 설명된 것처럼 다른 물질들일 수도 있다. 예시적인 실시 예들에서, 어떤 적색 발광 소자들은 스스로 녹색 또는 청색광을 내보내지만, 하나 이상의 적색 발광 물질들로 도핑된 전계발광 물질을 이용한다.
- <60> 여기에서 논의된 유기 발광 물질들의 유용성에 대한 제한없이, 녹색 유기 발광 물질은, 위에서 언급된 것들과 같은 폴리플루오렌, 여기에서 설명된 것들과 같은 폴리페닐렌 비닐렌, 또는 AlQ₃와 같은 금속 킬레이트, 또는 여기에서 설명된 기타 물질들일 수 있다. 예시적인 실시예들에서, 어떤 녹색 발광 소자들은 스스로 청색광을 내보내지만, 하나 이상의 녹색 발광 물질들로 도핑된 전계발광 물질을 이용한다.
- <61> 백색광을 발생하는 발광 구역은, 예를 들어, 적어도 하나의 층이 청색 발광을 생성하고 적어도 하나의 층이 황색, 오렌지색 또는 적색 발광을 생성하는 둘 또는 그 이상의 층들을 포함할 수 있다. 청색 발광을 생성하는 하나 또는 그 이상의 층들은, 예를 들어, 여기에서 설명된 하나 또는 그 이상의 청색 전계발광 물질들을 포함하고, 녹색, 오렌지색 또는 적색 발광을 생성하는 적어도 하나 이상의 층들은, 여기에서 설명된 것들처럼, 발광 도펀트들을 적절한 전계발광 물질 내에 첨가함으로써 원하는 컬러 범위로 방출할 수 있는 임의의 전계발광 물질로 구성될 수 있다. 선택적으로, 백색광을 발생하는 백색 발광 구역 또는 영역(region)은 황색, 오렌지색, 또는 적색 발광 도펀트를 저농도, 예를 들어, 2체적% 미만, 그리고 전형적으로는, 1체적% 미만, 그리고 때때로 0.5체적% 미만의 저농도로, 더 포함하는 청색 전계발광 물질의 단일층으로 구성될 수 있고, 여기서 상기 저농도의 도펀트는 청색 전계발광 물질로부터 청색 발광의 부분적인 유지를 허용하고, 상기 도펀트로부터 황색, 오렌지색, 또는 적색 방출 성분들과 결합될 때, 그것은 백색 발광을 제공한다.
- <62> 본 발명에 이용될 수 있는 정공 수송 물질은 임의의 적합한 공지 또는 나중에 개발된 물질일 수 있다.
- <63> 예시적인 정공 수송 물질들은, (전체가 여기에서 참조로서 결합된 미국특허번호 5,728,801에서 개시된) 폴리피롤, 폴리아닐린, 폴리(페닐렌 비닐렌), 폴리티오펜, 폴리아릴아민, 그리고 그들의 유도체들, 그리고 공지된 반도체성의 유기 물질들; 전체가 여기에서 참조로서 결합된 미국특허번호 4,356,429에서 개시된 1,10,15,20-테트라페닐-21H,23H-포피린 구리 (II)와 같은 포피린 유도체들; 구리 프탈로시아닌; 구리 테트라메틸 프탈로시아닌; 아연 프탈로시아닌; 티타늄 산화물 프탈로시아닌; 마그네슘 프탈로시아닌 등을 포함한다.
- <64> 상기 발광 영역에 사용될 수 있는 예시적인 류의 정공 수송물질들은, 전체가 여기에서 참조로서 결합된 미국특허번호 4,539,507에서 개시된 것들과 같은 방향족 3차 아민들이다. 적합하고 예시적인 방향족 3차 아민들은, 예를 들어, 비스(4-디메틸아미노-2-메틸페닐)페닐메탄; N,N,N-트리(p-토릴)아민;

1,1-비스(4-디-p-토릴아미노페닐)시클로헥산; 1,1-비스(4-디-p-토릴아미노페닐)-4-페닐 시클로헥산; N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-1,1'-비페닐-4,4'-디아민; N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-1,1'-비페닐-4,4'-디아민; N,N'-디페닐-N,N'-비스(4-메톡시페닐)-1,1'-비페닐-4,4'-디아민; N,N,N',N'-테트라-p-토릴-1,1'-비페닐-4,4'-디아민; N,N'-디-1-나프틸-N,N'-디페닐-1,1'-비페닐-4,4'-디아민; 이들의 혼합물들 등을 포함한다.

- <65> 이용가능한 방향족 3차 아민들의 또 다른 류는 다핵 방향족 아민들이다. 그러한 다핵 방향족 아민들의 예들은, 예를 들어, N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-토릴아미노)-4-비페닐일]아닐린; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-토릴아미노)-4-비페닐일]-m-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-토릴아미노)-4-비페닐일]-p-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-p-토릴아미노)-4-비페닐일]아닐린; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-p-토릴아미노)-4-비페닐일]-m-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-p-토릴아미노)-4-비페닐일]-p-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-p-클로로페닐아미노)-4-비페닐일]-m-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-클로로페닐아미노)-4-비페닐일]-m-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-클로로페닐아미노)-4-비페닐일]-p-톨루이딘; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-토릴아미노)-4-비페닐일]-p-클로로아닐린; N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-p-토릴아미노)-4-비페닐일]-m-클로로아닐린; 그리고 N,N-비스-[4'-(N-페닐-N-m-토릴아미노)-4-비페닐일]-1-아미노나프탈렌, 이들의 혼합물들과 유사류를 포함한다.
- <66> 이용가능한 정공 수송 물질들의 또 다른 류는, 예를 들어, 4,4'-비스(9-카바조릴)-1,1'-비페닐과 4,4'-비스(3-메틸-9-카바조릴)-1,1'-비페닐 등과 같은 4,4'-비스(9-카바조릴)-1,1'-비페닐 화합물들로 구성된다.
- <67> 이용가능한 정공 수송물질들의 예시적인 류는, 전체가 여기에서 참조로서 결합된 미국특허번호 5,942,340과 5,952,115에서 개시된 것들과 같은, 인돌로-카라바졸들이다.
- <68> 이용가능한 정공 수송 물질들의 또 다른 예시적인 류는 N,N,N',N'-테트라아릴벤지딘들이 있고, 여기에서 아릴은 페닐, m-토릴, p-토릴, m-메톡시페닐, p-메톡시페닐, 1-나프틸, 2-나프틸 등으로부터 선택될 수 있다. N,N,N',N'-테트라아릴벤지딘의 실례들은 N,N'-디-1-나프틸-N,N'-디페닐-1,1'-비페닐-4,4'-디아민이고 더 예시적으로는 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-1,1'-비페닐-4,4'-디아민; N,N'-비스(3-메톡시페닐)-N,N'-디페닐-1,1'-비페닐-4,4'-디아민 등이다.
- <69> 이용가능한 예시적인 정공 수송 물질들은 나프틸-치환된 벤지딘 유도체들이다.
- <70> 이용가능한 전자 수송 물질의 예들은 금속 옥시노이드 화합물들, 옥사디아졸 금속 킬레이트 화합물들, 트리아진 화합물들 그리고 스티벤 화합물들로서, 이들의 예들은 위에서 설명되었다.
- <71> 이용가능한 전자 수송 물질들의 다른 예들은, 폴리(9,9-디-n-옥틸플루오렌-2,7-디일), 폴리(2,8-(6,7,12,12-테트라알킬인덴노플루오렌)과 같은 폴리플루오렌들과, 플루오렌-아민 공중합체들과 같이 플루오렌들을 함유한 공중합체들이다. 예를 들어, Berrnius 등의, "Proceedings of SPIE Conference on Organic Light Emitting Materials and Devices III, Denver, Colo., July 1999, Volume 3797, p.129를 보라.
- <72> 여기에서 기술된 적합한 예시적인 정공 수송 물질들과 전자 수송 물질들 중 임의의 것들의 혼합물들을 이용하여 상기 정공 수송 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 혼합 영역이 형성될 수 있다.
- <73> 상기 발광 구역을 포함하는 하나 이상의 층들은 임의의 적합한 공지 또는 나중에서 개발된 방법에 의하여 상기에서 기술된 물질들 중 하나를 박막으로 형성하므로써 준비될 수 있다. 이 목적을 위한 적합한 방법들은, 예를 들어, 기상 증착 및 스펀-코팅 기술들을 포함한다.
- <74> 상기 발광 구역은 10 nm 내지 1000 nm 범위의 두께를 가질 수 있다. 바람직하게는, 이 두께는 50 nm 내지 250 nm까지이다. 상기 발광 영역이 하나 이상의 인접한 층들로 구성되는 실시 예들에서, 개별적인 층들의 두께는 적어도 5 nm일 수 있다.
- <75> 음극(140)은 4 eV 내지 6 eV 범위의 일함수를 갖는 금속들처럼 높은 일함수 성분들을 포함하는 금속들 또는 2.5 eV 내지 4.0 eV 범위의 일함수를 갖는 금속들처럼 낮은 일함수 성분들을 포함하는 금속들과 같은 적합한 금속을 포함할 수 있다. 상기 음극은 낮은 일함수(4 eV 미만) 금속과 적어도 하나의 다른 금속의 조합을 포함할 수 있다. 제2 또는 다른 금속에 대한 낮은 일함수 금속의 유효 분율들은 0.1 중량% 내지 99.9 중량%이다. 낮은 일함수 금속들의 실례들은, 이들에 국한되지는 않지만, 리튬 또는 나트륨과 같은 알칼리 금속; 베릴륨, 마그네슘, 칼슘 또는 바륨과 같은 2A족 또는 알칼리 토금속; 그리고 스칸듐, 이트륨, 란타넘, 세륨, 유로퓸, 테르븀 또는 악티늄과 같은 희토류 금속과 악티나이드 족 금속들을 포함하는 III족 금속들을 포함한다. 리튬, 마그네슘 그리고 칼슘은 예시적인 낮은 일함수 금속들이다.
- <76> 미국특허번호 4,885,211의 Mg-Ag 합금 음극들은 하나의 적합한 음극 구성이다. 또 다른 예시적인 음극 구성은

미국특허번호 5,429,884에 기술되어 있는데, 여기서 음극들은 알루미늄 그리고 인듐과 같은 다른 높은 일함수 금속들을 갖는 리튬 합금들로부터 형성된다. 이들 특허들은 전체가 여기에서 참조로서 결합된다.

<77> 음극(140)의 두께는, 예를 들어, 10 nm 내지 500 nm 범위일 수 있다. 물론, 이들 범위 밖의 두께들이 사용될 수도 있다.

<78> 정공 수송지연 물질은 소자의 휘도 안정성 비율이 임의의 적합한 값, 예를 들어, 1보다 크거나, 2보다 크거나, 5보다 크거나, 또는 10보다 크도록 선택되고 배열된다. 휘도 안정성 비율은 (1) 정공 수송지연 물질을 함유하는 소자의 휘도가 초기 휘도 L_0 (예를 들어, L_0 는 100 cd/m^2 , 300 cd/m^2 , 500 cd/m^2 , 1000 cd/m^2)의 소정율(예를 들어, 10%, 20%, 50% 등) 만큼 떨어지기 전까지 경과된 시간 또는 동작, 그리고 (2) 상기 소자들의 공지된 초기 번-인(burn-in) 기간 이후 언제라도 테스트가 수행될 수 있는 동일한 시험 조건들 하에서 동일한 초기 휘도 L_0 로서 동작될 때, 비교 소자(이 비교 소자는 정공 수송지연 물질의 부재 또는 위치를 제외하고는 모든 점에서 동일하다)의 휘도가 동일한 율로 떨어지기 전까지 경과된 시간 또는 동작 사이의 비율을 나타낸다.

<79> **예 1**

<80> 제1 예에서, 다음과 같은 5개의 소자들이 형성되어 평가되었다:

<81> 소자 1. N(600)/A(750)

<82> 소자 2. C(150)/N(600)/A(750)

<83> 소자 3. N(200)/C(150)/N(400)/A(750)

<84> 소자 4. N(400)/C(150)/N(200)/A(750)

<85> 소자 5. N(500)/C(150)/N(100)/A(750)

<86> "N", "A", 그리고 "C"는 이들 물질들이 양극으로부터 음극까지 적층된 순서로 발광 구역 내의 물질들을 나타낸다. 괄호안의 숫자는 옹스트롬 단위의 두께를 나타낸다. "N"은 나프틸 치환된 벤지딘 유도체, N,N'-di-1-나프틸-N,N'-디페닐-1,1'-비페닐-4,4'-디아민 (NPB)이고, 상기 정공 수송 영역에서 정공 수송 물질로서 사용되었다. "A"는 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄 (AlQ_3)로서, 상기 전자 수송 영역에서 전자 수송 물질로서 사용되었다. "C"는 CuPc로서, 정공 수송 영역에서 정공 수송지연 물질로서 사용된다.

<87> 소자 1은 정공 수송 영역 내에 정공 수송지연 물질을 갖지 않고; 소자 2는 양극에 인접한 정공 수송지연층을 가지며, 소자 3-5는 정공 수송 영역 내에 정공 수송지연 물질을 가진다. 소자 1과 2는 선행 기술의 소자들을 나타내고, 비교를 위하여 포함된다.

<88> 이들 소자들은 그들의 전류 밀도 (J) 대 전압 (V) 그리고 휘도(L)/초기 휘도(L_0) 대 시간 특성들을 판단하기 위하여 평가되었다.

<89> 도 2a와 도 2b로부터 알 수 있듯이, 소자 1은 선호할만한 전류 밀도 (J) 대 전압 (V) 특성들을 보였지만, 받아들일 수 없는 휘도(L)/초기 휘도(L_0) 대 시간 특성들을 보였다. 반면에, 소자 2는 선호할만한 휘도(L)/초기 휘도(L_0) 대 시간 특성들을 보였지만, 좋지 않은 전류 밀도 (J) 대 전압 (V) 특성들을 보였다. 소자들 3-5, 그리고 특히 소자들 3과 4는 선호할만한 휘도(L)/초기 휘도(L_0) 대 시간 특성들과 전류 밀도 (J) 대 전압 (V) 특성들을 보였다.

<90> **예 2**

<91> 제2 예에서, 다음과 같은 3개의 소자들이 형성되어 평가되었다:

<92> 소자 1. N(600)/A(750)

<93> 소자 2. C(180)/A(20)/N(400)/A(750)

<94> 소자 3. N(430)/A(20)/N(150)/A(750)

<95> "N"과 "A"는 이들 물질들이 양극으로부터 음극까지 적층된 순서로 발광 구역 내의 물질들을 나타낸다. 괄호안의 숫자는 옹스트롬 단위의 두께를 나타낸다. "N"은 나프틸 치환된 벤지딘 유도체, N,N'-di-1-나프틸-N,N'-디페닐-1,1'-비페닐-1,1'-비페닐-4,4'-디아민 (NPB)이고, 상기 정공 수송 영역에서 정공 수송 물질로서 사용되었다.

"A"는 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄 (AlQ_3)로서, 상기 전자 수송 영역에서 전자 수송 물질로서 사용되었다.

- <96> 소자 1은 정공 수송 영역 내에 정공 수송지연 물질을 갖지 않는다. 소자들 2와 3은 정공 수송 영역 내에 정공 수송지연 물질을 가진다. 소자 1은 선행 기술의 소자를 나타내고, 비교를 위하여 포함된다.
- <97> 이들 소자들은 그들의 전류 밀도 (J) 대 전압 (V) 그리고 휘도(L)/초기 휘도(L_0) 대 시간 특성들을 판단하기 위하여 평가되었다. 상기 소자들은 동일한 조건들 하에서 시험되었다.
- <98> 도 3a와 도 3b로부터 알 수 있듯이, 소자 1은 선호할만한 전류 밀도 (J) 대 전압 (V) 특성들을 보였지만, 받아들일 수 없는 휘도(L)/초기 휘도(L_0) 대 시간 특성들을 보였다. 반면에, 소자 2는 선호할만한 휘도(L)/초기 휘도(L_0) 대 시간 특성들과 전류 밀도 (J) 대 전압 (V) 특성들을 보였다. 유사하게, 소자 3은 선호할만한 전류 밀도 (J) 대 전압 (V) 특성들을 보였다.
- <99> 본 발명의 양수인이 소유하는 다음의 미국특허출원들은 본 발명과 함께 이용될 수 있고, 여기에서 전체가 참조로서 결합된다: 10/909,691; 10/909,689; 10/372,547; 10/702,857; 10/401,238; 11/006,000; 10/774,577; 11/133,977; 11/133,978; 11/133,975; 11/133,752; 11/122,290; 11/122,288; 11/133,753; 11/122,290; 11/122,288; 11/133,753; 11/184,775; 그리고 11/184,776.
- <100> 본 발명은 여기에서 기술된 특정 실시예들과 관련하여 설명되었지만, 수많은 대안들, 변경들 및 변화들이 이 기술에서 통상의 지식을 가진 자들에게 있을 수 있다는 것은 분명하다. 따라서, 위에서 주장된 본 발명의 바람직한 실시 예들은 예시적인 것이지 제한하려는 것은 아니다. 본 발명의 사상과 범주를 벗어남이 없이 다양한 변화들이 있을 수 있다.

발명의 효과

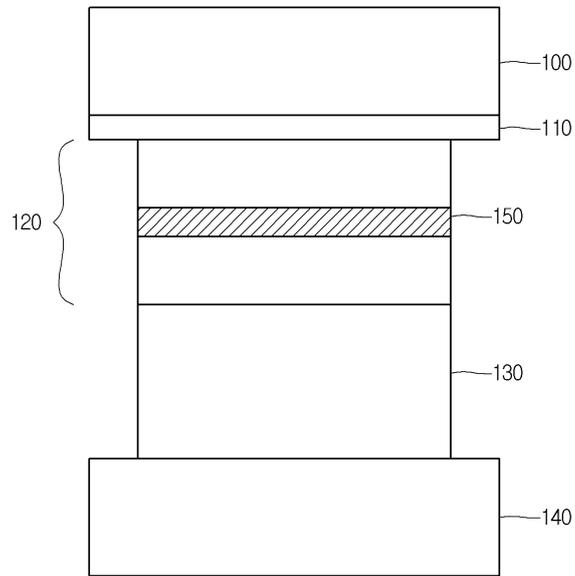
- <101> 본 발명에 의하면 개선된 성능을 갖는 유기 발광 소자들(OLEDs)을 제공한다. 본 발명에 따르는 예시적인 실시 예들은 동작 전압을 감소시켰고 또한 에너지 변환 효율을 증가시켰다.

도면의 간단한 설명

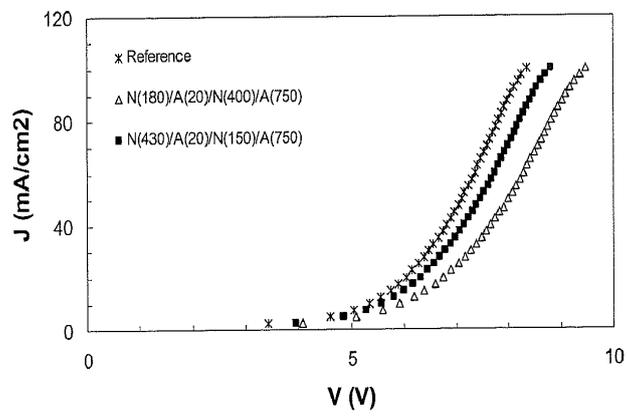
- <1> 도 1은 본 발명에 따르는 유기 발광 소자의 예시적인 실시 예를 예시한다.
- <2> 도 2a는 본 발명에 따르는 유기 발광 소자들과 종래의 유기 발광 소자들의 전류 밀도(J) 대 전압 (V) 특성들을 예시한다.
- <3> 도 2b는 본 발명에 따르는 유기 발광 소자와 DC 구동 조건들 하에서 종래의 유기 발광 소자의 휘도(L)/초기 휘도(L_0) 대 시간 특성들을 예시한다.
- <4> 도 3a는 본 발명에 따르는 유기 발광 소자들과 종래의 유기 발광 소자들의 전류 밀도(J) 대 전압 (V) 특성들을 예시한다.
- <5> 도 3b는 본 발명에 따르는 유기 발광 소자와 DC 구동 조건들 하에서 종래의 유기 발광 소자의 휘도(L)/초기 휘도(L_0) 대 시간 특성들을 예시한다.

도면

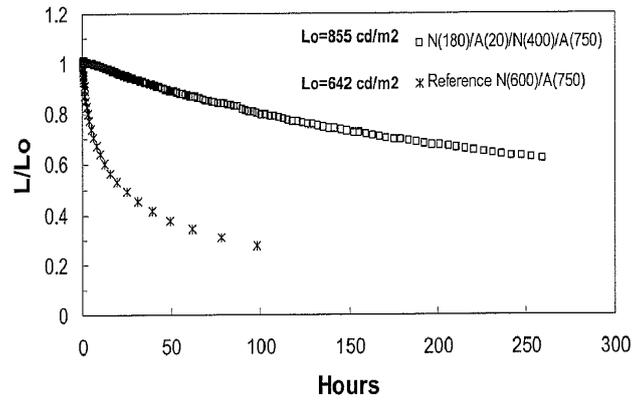
도면1



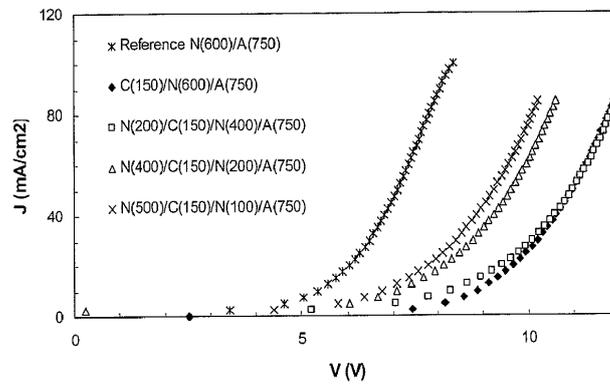
도면2a



도면2b



도면3a



도면3b

