



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년12월27일
(11) 등록번호 10-0788625
(24) 등록일자 2007년12월18일

(51) Int. Cl.

H05B 33/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2001-0013394

(22) 출원일자 2001년03월15일

심사청구일자 2006년03월15일

(65) 공개번호 10-2001-0092369

(43) 공개일자 2001년10월24일

(30) 우선권주장

2000-071445 2000년03월15일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

EP0845925 A2

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

소니 가부시끼 가이샤

일본국 도쿄도 미나토구 코난 1-7-1

(72) 발명자

우에다나오유키

일본국도쿄도시나가와구키타시나가와6초메7반35고
소니가부시끼가이샤내

키지마야스노리

일본국도쿄도시나가와구키타시나가와6초메7반35고
소니가부시끼가이샤내

타무라시니치로

일본국도쿄도시나가와구키타시나가와6초메7반35고
소니가부시끼가이샤내

(74) 대리인

이병호, 장훈

전체 청구항 수 : 총 11 항

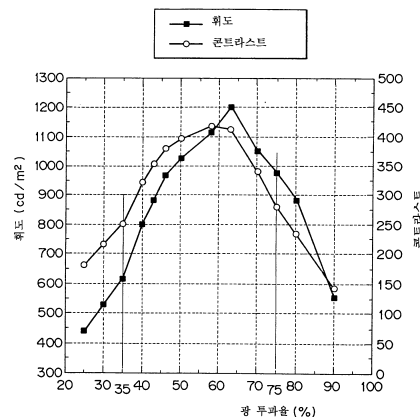
심사관 : 추장희

(54) 발광 소자 및 발광 소자의 이용

(57) 요약

발광 소자는, 양극(anode)과 음극(cathode) 사이에 제공되고 발광 영역을 포함하는 층을 포함하고, 양극(anode)이 35 내지 75%의 가시광(380 내지 780nm 파장을 가짐) 투과율 및 0.3 내지 7.0eV의 일함수(work function)를 가지므로, 장치는 고휘도를 유지하면서 향상된 콘트라스트(contrast) 특성을 갖는다.

대표도 - 도6



(56) 선행기술조사문헌

EP0880304 A2

JP03203982 A

JP07150137 A

JP2000068063 A

특허청구의 범위

청구항 1

발광 영역을 포함하는 층이 양극과 음극의 사이에 설치된 발광 소자에 있어서,

상기 양극의 가시광 투과율은 35 내지 75%이며,

상기 양극은 Ni, Ru, Ir, Rh, Pt, Pd, Re, Ti, Zr, Nb, Mo 및 W로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 금속을 포함하는 제 1 층과, 아연, 인듐 또는 주석을 포함하는 제 2 층을 포함하는 것을 특징으로 하는, 발광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 가시광은 380nm 내지 780nm 범위의 파장을 갖는, 발광 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 양극은 주기율표의 IIIA, IVA, VA, VIA VIIA, VIIIA, 및 IB 족의 금속들로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 요소(member) 및 그들의 화합물들을 포함하는, 발광 소자.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 요소는 산화물들, 질화물들, 및 산화-질화물들로부터 선택된 금속 화합물로 구성되는, 발광 소자.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 양극은 상기 요소를 포함하는 결정상과, 아연, 인듐 또는 주석을 포함하는 결정상의 단층 또는 적층(built-up layer)으로 이루어지는, 발광 소자.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 양극은 3.0 내지 7.0eV의 일함수(work function)를 갖는, 발광 소자.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 소자는 투명 기판상에, 상기 양극, 상기 발광 영역을 포함하는 유기 또는 무기 층, 및 상기 음극을 포함하는 적층체를 포함하는, 발광 소자.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 유기층은 상기 양극 측에 홀 수송층(hole transport layer) 및 상기 음극 측에 전자 수송층(electron transport layer)을 포함하는, 발광 소자.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 유기층은 상기 양극과 상기 홀 수송층 사이에 홀 주입층을 더 포함하는, 발광 소자.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 유기층은 상기 홀 수송층 및 상기 전자 수송층 사이에 발광층을 갖는, 발광 소자.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 발광 소자는 디스플레이, 컴퓨터, 텔레비전 세트, 게시판, 스튜디오 스크린, 팩시밀리, 휴대 전화기, 휴대 단말기, 자동차 및 음향기기에서 이용되는, 발광 소자.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <9> (발명의 배경)
- <10> 본 발명은, 예를 들어 컬러 디스플레이와 같은 디스플레이 장치로서 이용된 자발적 발광형의 발광 소자 및 이것의 이용에 관한 것이다.
- <11> 최근에, 인간과 기계간의 인터페이스의 중요성이 특히 대중매체 지향의 제품 등에서 증가하고 있다. 더 안전하고 효율적으로 기계를 동작시키기 위해, 기계로부터 충분한 양의 정보를 간략하고 순간적으로 검색하는 것이 필요하다. 이를 위해, 다양한 디스플레이 장치의 연구가 행해지고 있다.
- <12> 기계가 소형화됨에 따라, 날마다 디스플레이 장치에 대하여 작고 박형화(thinning)에 관한 요구가 증가하고 있다. 주요 디스플레이 장치의 특정 예들이 아래에 상술된다.
- <13> 전형적인 디스플레이 장치들의 하나인 액정 디스플레이는 요즘 다양한 제품의 인터페이스로서 이용되고 있고, 랩톱형 정보 처리 기계들에 광범위하게 이용되고 있으며, 또한 소형 텔레비전 세트, 시계, 데스크탑 계산기 등을 포함하는 가정용 제품으로서 이용되고 있다.
- <14> 액정이 감소된 소비 전력을 갖고 낮은 전압에서 구동되는 특성을 이용하면서, 액정 디스플레이는 소형에서 대용량 디스플레이 장치들을 포함하는 장치들의 키(key)인 인터페이스로서 유일하게 연구되어 왔다.
- <15> 하지만, 액정 디스플레이는 백라이트(back light)가 필수적인 수광형(light-receiving type)이다. 백라이트의 구동을 위해, 액정용 전력보다 큰 전력을 제공하는 것이 필수적이다. 따라서, 배터리가 내장되지만, 전력 공급에 있어 제한이 생기고, 가동 시간이 단축되어 이용상의 제한을 일으키는 문제가 발생한다.
- <16> 또한, 액정 디스플레이에 대하여, 고유의 문제가 지적될 수 있다.
- <17> 처음으로, 협소한 시야 각으로 인해, 액정 디스플레이는 대형 디스플레이를 위해 적합하지 않다. 또한, 액정 디스플레이는 디스플레이가 액정 분자들의 배향 상태에 따라 실현되는 디스플레이이고, 콘트라스트가 디스플레이의 시야 각 범위 내에 있더라도 각도에 따라 변화할 수 있는 문제가 갖는다.
- <18> 한편, 구동 시스템에 있어서, 액정 디스플레이의 액티브 매트릭스 시스템은 움직임 화상을 처리하기 위해 충분한 응답 속도를 보인다. 그럼에도 불구하고, TFT 구동 회로가 이용되므로, 화소 결함들로 인한 영향에 의해 화면 크기를 확대하기 어렵다. 또한, 액티브 매트릭스 시스템은 비용 절감의 관점에서 이득이 없다.
- <19> 구동 시스템의 또 다른 유형인 간단한 매트릭스 시스템은 상기의 경우와 달리 저가이며, 상대적으로 화상 크기를 확대하기에 용이하지만, 응답 속도가 움직임 화상에 충분히 대처하지 못하는 문제를 갖는다.
- <20> 상기 상술된 것과 같은 이러한 액정 소자와 대조적으로, 이하에서 상술되는 플라즈마 디스플레이 장치, 무기 전계발광 소자 등은 자발적 발광형에 속하는 소자들이다.

- <21> 플라즈마 디스플레이 장치는 디스플레이를 위해 낮은 압력의 가스에서 플라즈마 방광을 이용하고, 대용량의 실현 및 확대에 적합하다. 하지만, 이 장치는 박형화 및 가격 상의 문제를 갖고 있다. 또한, 고전압의 AC 바이어스가 이것을 구동시키기 위해 필요하고, 따라서 플라즈마 디스플레이 장치는 휴대용 장치로서 이용하기에 적합하지 않다.
- <22> 무기 전계발광 소자에 대해, 녹색 발광 디스플레이는 상품화되어 있고, 플라즈마 디스플레이 장치처럼 AC 바이어스 구동을 위해 수백 볼트[V]가 필요하고, 따라서 이용자는 수용할 수 없다.
- <23> 사실, 그 후의 기술적 진보의 결과로서, 지금은 컬러 디스플레이를 위해 필요한 RGB의 삼원색의 발광이 성공하였다. 소자 구성을 위해 무기 재료들이 필요하므로, 분자 설계에 의한 발광 파장을 제어하는 것은 불가능하다. 이러한 견지에서, 완전한 컬러 디스플레이를 실현하는 것은 곤란성이 수반한다고 예상된다.
- <24> 유기 전계발광 소자는 유기 화합물에 기초한 전계발광을 이용하고, 이 현상은 약 30 수년 전에 발견되었다. 특히, 1960년대 전반기에, 캐리어들이 형광을 강하게 발생시키는 안트라센(anthracene) 단결정에 주입될 때, (형광에 의해 유도된) 고유한 발광 현상이 일어나는 것이 관찰되었다. 그 이후로, 유기 전계발광 소자가 오랫동안 연구되어 왔지만, 낮은 휘도 및 단색으로 인해 또한 단결정의 이용으로 인해 유기 재료에 캐리어를 주입하는 것에 기술적 중점을 두었고, 따라서 이러한 연구는 기초 단계에 있었다.
- <25> 1980년대 중반이 지나갈 쯤, 환경이 변화하였다. 1987년에, 이스트만 코닥(Eastman Kodak) 사의 탕(Tang) 등은, 그 당시에 획기적인 유기 박막 전계발광 소자를 개발하였다. 이는 비정질 발광층을 갖는 적층 구조의 조성으로 저전압 구동 및 고휘도 발광이 가능하다. 이러한 적층 구조의 개시를 시작으로, 유기 발광소자의 연구 및 개발이 더욱 장려되었다. 결국, 지금까지 연구들은 RGB의 삼원색 발광, 안정성, 휘도의 상승, 적층 구조 및 제조 방법에 대해 광범위하게 이루어지고 있다.
- <26> 또한, 디스플레이를 위한 신규 재료들이 유기 재료들에서만 가능한 분자 설계를 이용하여 연속적으로 개발되었다. 따라서, DC 저전압 구동, 박형화, 자발적 발광성 등과 같은 훌륭한 특성을 갖는 유기 전계발광 소자가 출현하였다. 컬러 디스플레이에 대한 응용연구가 집중적으로 행해지고 있다.
- <27> 전형적인 디스플레이 장치의 장점들 및 단점들은 개발 역사와 함께 설명되었다. 본 발명은 이들 디스플레이 장치 중에서 유기 및 무기 전계발광 소자의 개발에 관한 것이므로, 지금 전계발광 소자들에 관련되고 많은 산업 분야에 요청되는 극복될 관련 문제들이 이하에서 상술된다.
- <28> 콘트라스트 특성은 디스플레이의 주요한 성질 중의 한가지이다. 유기 전계발광 소자 및 무기 전계발광 소자 등과 같은 자발적 발광형 디스플레이 장치로서, 만족할 만한 콘트라스트가 메탈 백(metal back)의 영향(즉, 음극(cathode)에 의한 외부 광의 반사)에 의해 얻어질 수 있다. 특히, 유기 전계발광 소자의 콘트라스트는 기껏해야 대략 200:1 정도이다. 따라서, 많은 산업분야에서 상술된 콘트라스트를 초과하기에 충분한 콘트라스트를 갖는 디스플레이 장치의 개발에 대한 요구가 있다.
- <29> 유기 전계발광 소자의 휘도 효율성은 여전히 불만족스럽다. 이에 대한 원인 중의 한가지로서, 전극에서 유기 층으로 캐리어들의 주입 효율이 작다는 사실이 언급된다.
- <30> 또한, 유기 전계발광 소자를 개발하는데 있어 커다란 장애물은, 음극 재료가 거의 ITO, ZnO, SnO₂ 및 관련된 물질에 한정되어, 음극 재료와 홀 주입 재료의 에너지 정합에 커다란 제약이 되고 있는 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <31> (발명의 요약)
- <32> 따라서, 본 발명의 목적은 선행 기술의 문제나 단점을 극복하는, 유기 전계발광 소자, 무기 전계발광 소자 등을 포함하는 발광 소자를 제공하는 것이다.
- <33> 본 발명의 또 다른 목적은, 고휘도를 유지하면서 향상된 콘트라스트를 갖는 발광 소자를 제공하는 것이다.
- <34> 상기 목적은 본 발명에 따라, 양극 및 음극, 발광 영역을 포함하고 양극과 음극 사이에 제공된 층을 포함하고 양극이 35 내지 75%의 가시광 투과율을 갖는 발광 소자에 의해 달성될 수 있다.
- <35> 발광 영역을 포함하는 용어 "층"은 이하에 상술된 기능을 갖는 유기 화합물 층 및/또는 무기 화합물 층을 포함하는 층 배열을 의미한다. 또한, 용어 "가시광"은 보통 380 내지 780 nm의 파장을 갖는 전자기파를 의미한다.

- <36> 양극의 가시광 투과율이 35 내지 75%(바람직하게는 40 내지 70%)의 범위 내로 정의될 때, 즉 양극이 "반투명"의 광학적으로 특정 상태를 유지하도록 구성될 때, 결국 유기 전계발광 소자뿐만 아니라 무기 전계발광 소자를 포함하는 발광 소자는 고휘도를 유지하면서 콘트라스트를 확실히 향상시킬 수 있는 것을 알았다. 특히, 양극의 광 투과율이 위에서 정의된 범위로 설정되면, 조사광의 금속 음극에서 소자 상의 외부 광의 조사량 및 반사 광의 투과량은 모두 감소될 수 있고, 따라서 콘트라스트의 향상을 이룰 수 있다. 더욱이, 적절하게 정합될 수 있는 다양한 재료들로부터 양극 재료의 선택은 에너지 수준에 있어서, 광 투과율의 상기 범위 내의 홀 주입 층을 이용하여 가능하게 된다. 따라서, 광 투과율이 낮아지면, 캐리어 주입량(즉, 발광량)은 고휘도를 유지하면서 증가될 수 있다. 반대로, 광 투과율이 상기 범위 밖이면, 상기 효과는 충분히 나타나지 않는다.
- <37> 특히, 유기 전계발광 소자에서, 양극의 광 투과율이 35 내지 70% 내에서 정의된다. 양극의 일함수는 3.0 내지 7.0eV의 범위에서 임의적으로 정의될 수 있다. 이 상태에서, 홀 주입 층과의 에너지 정합을 보장하는 양극 재료를 적절히 선택할 때(즉, 이것들 간의 에너지 정합이 최적화될 때), 홀들의 주입 효율은 개선될 수 있으며, 휘도 효율이 개선된다.
- <38> 또한, 양극 재료의 선택폭이 이 방식에서 확대될 수 있어, 홀 주입 재료의 종류에 있어 제한은 제거될 수 있고, 따라서 선행 기술과 비교하여 광범위한 재료들로부터 두 재료들의 선택이 가능하다.
- 발명의 구성 및 작용**
- <39> 본 발명의 실시에서, 고휘도를 유지하고 콘트라스트를 향상시키기 위해, 양극은 가시광 범위(보통 380 내지 780 nm의 파장을 가짐)를 통해 35 내지 75%의 투과율을 유지해야 한다.
- <40> 이를 달성하기 위해, 양극 재료로서 주기율표의 IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA, VIIIA, 및 IB 족의 금속들로부터 선택된 하나 이상의 금속들 및 이들의 하나 이상의 화합물을 선택하는 것이 바람직하다.
- <41> 이 금속의 특정 예는 Ni, Ru, Ir, Rh, Pt, Pd, Re, Ti, Zr, Nb, Mo, W 등을 포함한다.
- <42> 금속 화합물은 바람직하게는 산화물, 질화물 또는 산화-질화물을 포함한다. 특정 예들은 LiNiO_2 , PtRhO_x , WReO_x , NiO , RuO_x , PtO_x , RhO_x , PdO_x , ReO_x , WO_x , NiNO , LiNiNO , RuNO , IrNO , PtNO , RhNO , ReNO , WNO , TiNO , TiN , ZrN 등을 포함한다. 양극의 물리 화학적 특성을 개선하기 위해, 양극 재료에 도펀트(dopant)를 첨가하는 것이 편리하다. 불순물 첨가된 양극 재료의 전형적인 예들은 R_xNiO (여기서 $R = \text{H}, \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}, \text{Cu}, \text{Ag}$ 또는 Au), R_xWO_3 (여기서 $R = \text{H}, \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}, \text{Cu}, \text{Ag}$ 또는 Au), TiNb_xO_y 등을 포함한다.
- <43> 양극 재료의 조성은 항상 화학량론 조성이 아니고 부정비(indenfinite ratio)를 가질 수 있다는 것을 유의하라.
- <44> 양극 재료의 결정상은 단결정상 또는 다결정상 중 어느 것이어도 좋다.
- <45> 물론, 양극층의 형태는 중요한 것이 아니다. 높은 평탄도(smoothness)를 갖는 균일한 막, 즉 비정질 막, 미세한 결정막, 에피택셜막을, 단결정 막 또는 이와 유사한 막을 이용하는 것이 바람직하다.
- <46> 홀 주입 효율을 높이기 위해, 양극 재료는 p 형 전기 전도 특성을 갖는 것이 바람직하다. 양극은 단일층 또는 복수층들로 이루어질 수 있다. 특히, ITO와 같은 투명한 전극을 포함하는 내장형 구조가 제공되어, 조성 및 층 두께의 최적화하여 다른 특성의 희생 없이 광 투과율, 이하에서 요구되는 일함수, 및 전기 저항의 바람직한 제어 가능하게 가능하다.
- <47> 상기 결정상 및 층에 관하여 바람직한 양극의 구조예를 들면, 기술한 금속 또는 금속 산화물을 포함하는 결정상과, 아연, 인듐, 또는 주석을 포함하는 결정상이 단층화 또는 적층화된 구조가 바람직하다.
- <48> 본 발명의 실시에서, 양극(anode)은 반투명성을 위한 요구를 만족할 뿐만 아니라, 3.0 내지 7.0eV 내에 한정된 일함수를 갖는 것이 바람직하다.
- <49> 이들 요구들이 만족되면, 홀 주입 층과 양극 사이의 에너지 정합은 최적화될 수 있다. 이는 홀 주입 효율 및 발광 효율의 향상뿐만 아니라 홀 주입층 및 양극을 상호 접촉하는 제약을 해결할 수 있어, 광범위한 재료의 이용이 가능하다.
- <50> 본 발명의 발광소자의 양극을 제조하기 위해, 당분야에서 공지된 임의의 막 형성과정, 예를 들어 스퍼터링, 전자빔 적층, 이온 플레이팅(plating), 레이저 어블레이션(ablation) 등과 같은 기술이 이용될 수 있다는 것을 유의하라.

- <51> 상술한 바와 같이, 외부 광의 취출(retrieval) 효율을 높이기 위해, 필연적으로 양극으로서, IT0, ZnO, SnO₂ 또는 이와 관련된 재료와 같은 제한된 재료를 이용하여 소위 "투명 전극"이 80% 이상의 가시광 투과율을 갖도록 한다. 그 결과, 홀 주입 재료 및 양극 재료는 에너지 정합에 대해 상호 강하게 제약되고, 이들 선택 및 응용은 각각 상당히 제한된다. 이 문제는 양극의 가시광 투과율이 선행 기술에서 이용되지 않은 특정 범위로 정의되는 본 발명에 따라 해결된다.
- <52> 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 발광소자의 구조 배열은 첨부 도면들을 적절히 참조하여 상술된다.
- <53> 우선, 본 발명의 발광소자의 실제로 바람직한 기본 구조는 양극, 발광영역을 포함하는 유기 또는 무기 층, 및 투명 기관 상에 연속적으로 겹쳐진 음극을 포함한다.
- <54> 유기 층은 목적에 따라 층 배열에 대해 다양한 대안을 가질 수 있다. 예를 들어, 홀 수송층은 양극측에 형성되고, 전자 수송층은 음극측에 형성될 수 있다.
- <55> 또한, 홀 주입층은 양극 및 홀 수송층 사이에 제공될 수 있다.
- <56> 또한, 발광층은 홀 수송층 및 전자 수송층 사이에 형성될 수 있다.
- <57> 도 1a 및 1b는 각각 본 발명의 발광소자의 예를 도시한다. 이 장치는 유기 전계발광 소자라고 불린다. 도면에서, 상기 언급된 층 구조를 제외하고 부가층을 포함하는 배열이 도시되어 있다. 특히, 도 1a의 발광소자는 진공 침착에 의해 이러한 순서로 겹쳐진 투명기관(1) 상에 양극(2), 홀 주입 층(3), 홀 수송층(4), 발광층(5), 전자 수송층(6), 전자 주입층(7), 완충층(8) 및 음극(9)을 포함한다.
- <58> 반대로, 도 1b에 도시된 발광소자는 각각의 층들이 도 1a의 발광소자 층들과 반대 순서로 기관 상에 형성된다.
- <59> 도 2의 발광소자는 투명기관 상에 양극(2), 발광층(5) 및 음극(9)을 상기 순서대로 포함하는 소위 무기 전계발광 소자이다.
- <60> 홀 주입층, 홀 수송층, 발광층, 전자수송층, 전자 주입층, 완충층 및 음극용 재료들에 대해 당해 분야에서 일반적으로 이용되는 공지의 재료가 제한없이 이러한 목적을 위해 이용될 수 있다.
- <61> 예를 들어, 홀 수송층의 배열에 대해, 벤지딘 유도체(benzidine derivatives), 스티릴래민(styrylamine) 유도체, 트리페닐메탄(triphenylmethane) 유도체, 히드라존(hydrazone) 유도체 등이 이용될 수 있다. 그 중에서도, 도 3에 도시된 α -NPD(α -naphthylphenyldiamine)이 홀 주입 재료로서 자주 이용된다.
- <62> 또한, 전자 수송층의 형성을 위해, 페닐린(perylene) 유도체, 비스티릴(bisstyryl) 유도체, 피라진(pyrazine) 유도체 등이 이용된다. 특히, 도 4에 도시된 Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)이 바람직하게 전자 수송 재료로서 이용된다.
- <63> 홀 주입층의 형성을 위해, 도 5에 도시된 m-MTDATA(4, 4', 4"-tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamin)가 홀 주입 재료로서 이용되는 것이 바람직하다.
- <64> 발광층의 발광 스펙트럼을 제어하기 위해, 다른 유형의 유기 재료가 공동 적층될 수 있다. 이 목적을 위해, 페닐린 유도체, 코마린(coumarin) 유도체, 벤지딘 유도체 등이 이용된다. 물론, 피렌(pyran) 유도체를 함유하는 유기층이 이용될 수 있다.
- <65> 음극 재료는 바람직하게 다른 층으로 효과적으로 전자를 수송하기 위해 진공 레벨로부터 동일한 일함수를 갖는 금속을 포함한다. 예를 들어, In, Mg, Ca, Sr, Ba, Li 등이 안전성을 위해 다른 유형의 금속을 합금한 후 편리하게 이용된다.
- <66> 다른 층으로 전자들을 효과적으로 주입하기 위해, 버퍼층은 Li₂O, LiF, SrO, CaF₂ 등과 같은 알칼리 금속 산화물, 알칼리 금속 플로라이드(fluoride), 알칼린(alkaline) 토금속 산화물 또는 알라린 토금속 플로라이드가 음극 재료 및 전자 주입 재료 사이에 삽입되어 배열될 수 있다.
- <67> 본 발명의 발광소자의 구동을 위해, 예를 들어 안전성을 높이기 위해 대기 산소의 영향이 배제되고 주위 공간이 진공에 노출되도록 게르마늄 산화물로서 소자를 미리 기밀 밀봉(seal)한다.
- <68> 본 발명의 발광소자는 디스플레이, 컴퓨터, 텔레비전 수상기, 게시판, 스튜디오 스크린, 팩시밀리 세트, 휴대 전화기, 휴대 단말기, 차량, 또는 음향기기에 이롭게 이용될 수 있다.

<69> 본 발명은 특히 예로서 상술된다.

<70> 예 1

<71> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO(약 120nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 30nm×30nm 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 25%이고, 그 일함수는 5.51eV 였다. 2nm×2nm 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α-NPD(α-naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<72> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 38.7mA/cm²이고, 휘도는 440 cd/m² 이다. 3001x의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 2.44 cd/m² 으로 콘트라스트는 180:1 이다.

<73> 예 2

<74> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO(약 100nm의 막 두께를 갖음)는 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 각각 30nm×30nm 유리 기판 상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 30%이고, 그 일함수는 5.52eV이다. 2nm×2nm 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α-NPD(α-naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<75> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 38.7mA/cm²이고, 휘도는 528 cd/m² 이다. 3001x의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 2.45 cd/m² 으로 콘트라스트는 220:1 이다.

<76> 예 3

<77> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO(약 80nm의 막 두께를 갖음)는 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 각각 30nm×30nm 유리 기판 상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 35%이고, 그 일함수는 5.5eV이다. 2nm×2nm 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α-NPD(α-naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<78> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 38.8mA/cm²이고, 휘도는 620 cd/m² 이다. 3001x의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 2.46 cd/m² 으로 콘트라스트는 250:1 이다.

<79> 예 4

<80> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO(약 70nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 30nm×30nm 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 40%이고, 그 일함수는 5.47eV 였다. 2nm×2nm 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α-NPD(α-naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약

200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<81> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 $41.0\text{mA}/\text{cm}^2$ 이고, 휘도는 $800\text{ cd}/\text{m}^2$ 이다. 300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 $2.49\text{ cd}/\text{m}^2$ 으로 콘트라스트는 320:1이다.

<82> 예 5

<83> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO(약 60nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 $30\text{nm} \times 30\text{nm}$ 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 43%이고, 그 일함수는 5.45eV였다. $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 발광 영역 이외의 영역이 SiO_2 의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α -NPD(α -naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께($0.2\text{nm}/\text{second}$ 의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq_3 (8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li_2O 가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<84> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 $41.5\text{mA}/\text{cm}^2$ 이고, 휘도는 $880\text{ cd}/\text{m}^2$ 이다. 300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 $2.50\text{ cd}/\text{m}^2$ 으로 콘트라스트는 350:1이다.

<88> 예 6

<89> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO(약 55nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 $30\text{nm} \times 30\text{nm}$ 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 46%이고, 그 일함수는 5.40eV였다. $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 발광 영역 이외의 영역이 SiO_2 의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α -NPD(α -naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께($0.2\text{nm}/\text{second}$ 의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq_3 (8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li_2O 가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<90> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 $42.1\text{ mA}/\text{cm}^2$ 이고, 휘도는 $970\text{ cd}/\text{m}^2$ 이다. 300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 $2.55\text{ cd}/\text{m}^2$ 으로 콘트라스트는 380:1이다.

<91> 예 7

<92> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO(약 40nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 $30\text{nm} \times 30\text{nm}$ 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 50%이고, 그 일함수는 5.38eV였다. $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 발광 영역 이외의 영역이 SiO_2 의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α -NPD(α -naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께($0.2\text{nm}/\text{second}$ 의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq_3 (8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li_2O 가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<93> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 $41.6\text{mA}/\text{cm}^2$ 이고, 휘도는 $1030\text{ cd}/\text{m}^2$ 이다. 300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 $2.59\text{ cd}/\text{m}^2$ 으로 콘트라스트는 400:1이다.

<94> 예 8

<95> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO(약 30nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 $30\text{nm} \times 30\text{nm}$ 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 58%이고, 그 일함수는 5.32eV였다. 2mm

×2mm 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α-NPD(α-naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<96> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 40.0mA/cm²이고, 휘도는 1110 cd/m²이다. 300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 2.68 cd/m²으로 콘트라스트는 420:1이다.

<97> 예 9

<98> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO(약 22nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 30nm×30nm 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 63%이고, 그 일함수는 5.31eV였다. 2mm×2mm 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α-NPD(α-naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<99> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 39.6mA/cm²이고, 휘도는 1200 cd/m²이다. 300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 2.92 cd/m²으로 콘트라스트는 410:1이다.

<100> 예 10

<101> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO(약 18nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 30nm×30nm 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 70%이고, 그 일함수는 5.27eV였다. 2mm×2mm 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α-NPD(α-naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<102> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 37.2mA/cm²이고, 휘도는 1050 cd/m²이다. 300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 3.10 cd/m²으로 콘트라스트는 340:1이다.

<103> 예 11

<104> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO(약 15nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 30nm×30nm 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 75%이고, 그 일함수는 5.27eV였다. 2mm×2mm 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α-NPD(α-naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<105> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 38.4mA/cm²이고, 휘도는 980 cd/m²이다.

3001x의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 3.49 cd/m^2 으로 콘트라스트는 290:1 이다.

<106> 예 12

<107> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO(약 10nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 $30\text{nm} \times 30\text{nm}$ 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 80%이고, 그 일함수는 5.10eV 였다. $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α -NPD(α -naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<108> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 32.2mA/cm^2 이고, 휘도는 880 cd/m^2 이다. 3001x의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 3.78 cd/m^2 으로 콘트라스트는 230:1 이다.

<109> 예 13

<110> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음)는 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 $30\text{nm} \times 30\text{nm}$ 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 90%이고, 그 일함수는 4.80eV 였다. $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α -NPD(α -naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<111> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 21.9mA/cm^2 이고, 휘도는 556 cd/m^2 이다. 3001x의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 3.92 cd/m^2 으로 콘트라스트는 140:1 이다.

<112> 소자들의 양극들의 광 투과율(파장: 520)에 대해 6V로 구동된 예 1 내지 12 및 예 13의 소자들의 콘트라스트 및 휘도는 도 6에 도시된다. 이 도면으로부터 도시된 바와 같이, 양극의 광 투과율은 35% 내지 75% 범위일 때, 250:1 이상의 콘트라스트가 달성된다. 또한, 양극의 광 투과율이 40% 이상 및 70% 미만의 범위에 있을 때, 300:1의 콘트라스트가 달성된다. 또한, 양극의 광 투과율일 50% 이상 및 70% 미만의 범위에 있을 때, 300:1 이상의 콘트라스트 및 1000 cd/m^2 이상의 휘도가 달성된다.

<113> 예 14

<114> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO : Li (약 1 mol%의 Li 농도 및 약 25nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 $30\text{nm} \times 30\text{nm}$ 유리 기판 상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 60%이고, 그 일함수는 5.32eV 였다. $2\text{nm} \times 2\text{nm}$ 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α -NPD(α -naphthylphenyldiamine)가 홀 수송층으로서 침착된다. 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<115> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 63.6mA/cm^2 이고, 휘도는 2720 cd/m^2 이다. 3001x의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 2.86 cd/m^2 으로 콘트라스트는 950:1 이다.

<116> 예 15

- <117> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 LiNiO₂(약 25nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 30nm×30nm 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 60%이고, 그 일함수는 5.32eV 였다. 2mm×2mm 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α-NPD(α-naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.
- <118> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 119mA/cm²이고, 휘도는 3110 cd/m² 이다. 300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 2.95 cd/m² 으로 콘트라스트는 1050:1 이다.
- <119> 예 16
- <120> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음)는 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 30nm×30nm 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 90%이고, 그 일함수는 4.8eV 였다. 2mm×2mm 발광 영역 이외의 영역이 SiO₂의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, α-NPD(α-naphthylphenyldiamine)가 진공 적층 기술에 따라 진공 하에서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li₂O가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.
- <121> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 58.2mA/cm²이고, 휘도는 2210 cd/m² 이다. 300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 3.95 cd/m² 으로 콘트라스트는 560:1 이다.
- <122> 예 17
- <123> 각각 진공 적층 기술에 따라 약 200nm의 두께로 음극으로서 Al-Li(약 1 mol%의 Li 농도를 갖음), 50nm 두께로 전자 수송 발광층으로서 Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum), 및 50nm 두께로 홀 수송층으로서 α-NPD(α-naphthylphenyldiamine)가 30nm×30nm 유리 기판 상에 형성되었다. 다음으로, 2nm×2nm 발광 영역 이외의 영역은 진공 적층 기술에 의해 SiO₂로서 마스크되었다. RuO₂(약 6nm의 두께를 갖음)는 유기 전계발광 소자를 제조하기 위해 RF 스퍼터링에 의한 막 형성 시에 양극으로서 연속적으로 형성되었다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 58% 이고, 그 일함수는 5.18eV이다.
- <124> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 34.4mA/cm²이고, 휘도는 780 cd/m² 이다. 300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 2.45 cd/m² 으로 콘트라스트는 320:1 이다.
- <125> 예 18
- <126> 각각 진공 적층 기술에 따라 약 200nm의 두께로 음극으로서 Al-Li(약 1 mol%의 Li 농도를 갖음), 50nm 두께로 전자 수송 발광층으로서 Alq₃(8-hydroxyquinoline aluminum), 및 50nm 두께로 홀 수송층으로서 α-NPD(α-naphthylphenyldiamine)가 30nm×30nm 유리 기판 상에 형성되었다. 다음으로, 2nm×2nm 발광 영역 이외의 영역은 진공 적층 기술에 의해 SiO₂로서 마스크되었다. ITO(약 150nm의 두께를 갖음)는 유기 전계발광 소자를 제조하기 위해 RF 스퍼터링에 의한 막 형성 시에 양극으로서 연속적으로 형성되었다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 90% 이고, 그 일함수는 4.8eV이다.
- <127> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.32, 0.55) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 6V의 구동 전압에서 전류 밀도는 20.5mA/cm²이고, 휘도는 520 cd/m² 이다.

300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 3.51 cd/m^2 으로 콘트라스트는 150:1 이다.

<128> 예 19

<129> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 NiO : Li (약 1 mol%의 Li 농도 및 약 20nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 $30\text{nm} \times 30\text{nm}$ 유리 기판 상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 60%이고, 그 일함수는 5.29eV 였다. $2\text{nm} \times 2\text{nm}$ 발광 영역 이외의 영역이 SiO_2 의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, m-NTDATA(4, 4', 4"-tris[[N-(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine]])가 진공 적층 기술에 따른 진공 하에서 25nm의 두께(0.2nm/second의 침착율로)로 홀 주입층으로서 적층되었고, α -NPD(α -naphthylphenyldiamine)가 홀 수송층으로서 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율로)로 홀 수송층으로서 침착된다. Alq_3 (8-hydroxyquinoline aluminum)가 연속적으로 전자 수송 발광층으로서 50nm의 두께로 적층되고, Li_2O 가 0.5nm 두께로 완충층으로서 침착된다. Al은 또한 약 200nm의 두께로 음극으로서 적층되어 유기 전계발광 소자를 만든다.

<130> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.34, 0.56) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 10V의 구동 전압에서 전류 밀도는 14.6mA/cm^2 이고, 휘도는 710 cd/m^2 이다. 300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 2.82 cd/m^2 으로 콘트라스트는 250:1 이다.

<131> 예 20

<132> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음)는 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 $30\text{nm} \times 30\text{nm}$ 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 90%이고, 그 일함수는 4.8eV 였다. $2\text{nm} \times 2\text{nm}$ 발광 영역 이외의 영역이 SiO_2 의 침착에 의해 마스크된 유기 전계발광 소자를 제조용 셀은 이 적층체 상에 형성된다. 다음으로, 25nm의 두께(0.2nm/second의 침착율)로 홀 주입 수송층으로서 m-NTDATA(4, 4', 4"-tris[[N-(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine]])가 진공 적층 기술에 따른 진공 하에서 적층되었다. 계속해서, 50nm의 두께(0.2nm/second의 침착율)로 홀 수송층으로서 α -NPD(α -naphthylphenyldiamine), 0.5nm의 두께로 전자 수송 발광층으로서 Alq_3 (8-hydroxyquinoline aluminum), 0.5nm의 두께로 음극으로서 Li_2O , 및 약 200nm의 두께로 음극으로서 Al이 개별적으로 적층되어, 유기 전계발광 소자를 제조한다.

<133> 유기 전계발광소자의 특성 측정치는 최대 발광 파장이 520nm 에서, CIE 색도 좌표 상의 (0.34, 0.56) 좌표를 갖고 녹색을 잘 발광한다고 밝혀졌다. 10V의 구동 전압에서 전류 밀도는 11.0mA/cm^2 이고, 휘도는 498 cd/m^2 이다. 300lx의 조사(irradiation) 시에 비 발광 휘도는 3.84 cd/m^2 으로 콘트라스트는 130:1 이다.

<134> 예 21

<135> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음) 및 LiNiO_2 (약 40nm의 막 두께를 갖음)는 각각 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 $30\text{nm} \times 30\text{nm}$ 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 48%이고, 그 일함수는 5.40eV 였다. $2\text{nm} \times 2\text{nm}$ 발광 영역 이외의 영역이 SiO_2 침착에 의해 마스크된 발광 소자 제조용 ITO가 이 적층체 상에 형성되었다. 발광 중앙에서 형광체로서 $\text{CaCa}_2\text{S}_4:\text{Ce}$ 로 만들어진 무기 전계발광 소자가 기판 상에 형성되었다. 소자가 5V 및 60Hz 조건 하에서 구동될 때, 최대 휘도는 15cd/m^2 이었다. 300lx 조사 하에서 비 발광 휘도는 2.55cd/m^2 이고 콘트라스트는 6:1 이었다.

<136> 예 22

<137> ITO(약 150nm의 막 두께를 갖음)는 양극으로서 RF 스퍼터링에 의해 $30\text{nm} \times 30\text{nm}$ 유리 기판상에 침착된다. 이 양극의 광 투과율은 520nm에서 90%이고, 그 일함수는 4.8eV 였다. $2\text{nm} \times 2\text{nm}$ 발광 영역 이외의 영역이 SiO_2 의 침착에 의해 마스크된 발광 소자 제조용 ITO 기판은 이 적층체 상에 형성되었다. 발광 중앙부에서 형광체로서 $\text{CaCa}_2\text{S}_4:\text{Ce}$ 로 만들어진 무기 전계발광 소자가 기판 상에 형성되었다. 소자가 5V 및 60Hz 조건 하에서 구동될 때, 최대 휘도는 8cd/m^2 이었다. 300lx 조사 하에서 비 발광 휘도는 3.92cd/m^2 이었고, 콘트라스트는 2:1 이었다. 이 무기 전계발광 소자와 예 21의 무기 전계발광 소자를 비교했을 때 이 소자의 휘도 및 콘트라스트가 더 낮게 나타났다. 따라서, 예 21의 무기 전계발광 소자의 발광이 더 효율적임을 보여준다.

- <138> 예 1 내지 22에서 얻어진 양극들의 가시광(520nm의 파장) 투과율, 일함수, 및 콘트라스트가 표 1에 도시된다.
- <139> 예 1 내지 13에서 얻어진 광 투과율(520nm에서)에 관한 휘도 및 콘트라스트는 도 6에 도시된다. 예 1 내지 13에서 얻어진 투과 스펙트럼은 도 7에 도시된다. 예 9 및 13의 DC 구동 하에서 전압-휘도 특성의 관계는 도 8에 도시된다.

표 1

| | 양극의 가시광 투과율(%) | 일함수(eV) | 콘트라스트 (명/암) |
|------|-------------------|---------|----------------|
| 예 1 | 25 | 5.51 | 180 : 1 |
| 예 2 | 30 | 5.52 | 220 : 1 |
| 예 3 | 35 | 5.50 | 250 : 1 |
| 예 4 | 40 | 5.47 | 320 : 1 |
| 예 5 | 43 | 5.45 | 350 : 1 |
| 예 6 | 46 | 5.40 | 380 : 1 |
| 예 7 | 50 | 5.38 | 400 : 1 |
| 예 8 | 58 | 5.32 | 420 : 1 |
| 예 9 | 63 | 5.31 | 410 : 1 |
| 예 10 | 70 | 5.27 | 340 : 1 |
| 예 11 | 75 | 5.27 | 290 : 1 |
| 예 12 | 80 | 5.10 | 230 : 1 |
| 예 13 | 90 | 4.80 | 140 : 1 |
| 예 14 | 60 | 5.32 | 950 : 1 |
| 예 15 | 60 | 5.32 | 1050 : 1 |
| 예 16 | 90 | 4.80 | 560 : 1 |
| 예 17 | 58 | 5.18 | 320 : 1 |
| 예 18 | 90 | 4.80 | 150 : 1 |
| 예 19 | 68 | 5.29 | 250 : 1 |
| 예 20 | 90 | 4.80 | 130 : 1 |
| 예 21 | 48 | 5.40 | 6 : 1 |
| 예 22 | 90 | 4.80 | 2 : 1 |

<140>

발명의 효과

- <141> 상술한 바와 같이, 본 발명(예 3 내지 11, 14, 15, 17, 19 및 21)의 발광 소자들은 높은 휘도를 유지하면서 콘트라스트가 확실히 향상될 수 있는 상태 하에서 양극이 35 내지 75%의 광 투과율을 갖는 것으로 정의된다. 또한, 양극의 일함수가 3.0 내지 7.0eV의 범위로 한정될 때, 발광 소자의 홀 주입 효율은 향상된다. 이는 휘도 효율을 향상시킬 뿐만 아니라 양극 및 홀 주입층 재료의 광범위한 선택을 하고 홀 주입층 및 양극 사이의 에너지 정합을 최적화함으로써 다양한 유형의 재료들을 이용할 수 있게 한다.
- <142> 양극의 광 투과율이 35 내지 75% 범위에서 정의됨으로써, 유기 전계발광 소자와 무기 전계발광 소자를 포함하는 발광 소자는 높은 휘도를 유지하면서 콘트라스트가 확실히 향상된다.

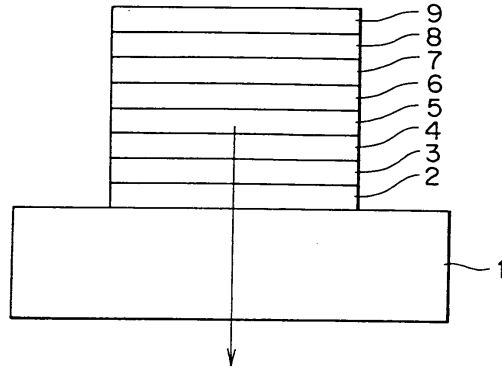
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1a 및 1b는 각각 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계발광 소자의 구성을 도시하는 개략적인 단면도.
- <2> 도 2는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 무기 전계발광 소자의 구성을 도시하는 개략적인 단면도.
- <3> 도 3은 유기 전계발광 소자의 홀 수송층에 이용된 α-NPD의 구조식을 도시하는 도면.
- <4> 도 4는 유기 전계발광 소자의 전자 수송층에 이용된 Alq₃의 구조식을 도시하는 도면.
- <5> 도 5는 유기 전계발광 소자의 홀 주입층에 이용된 m-MTDATA의 구조식을 도시하는 도면.

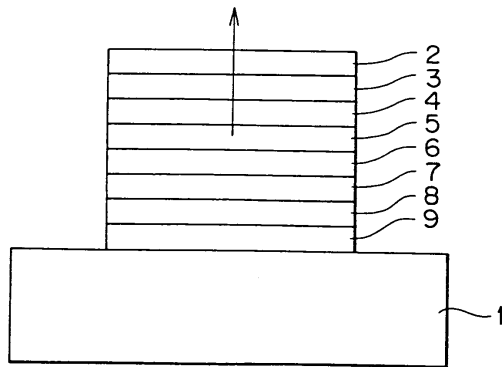
- <6> 도 6은 발광 소자의 양극의 광 투과율에서 변화에 관한 휘도 및 콘트라스트를 도시하는 그래프.
 <7> 도 7은 발광 소자 예들의 광 투과율 스펙트럼을 도시하는 그래프.
 <8> 도 8은 DC 구동 조건 하에서 발광 소자 예들의 전압 대 휘도 특성을 도시하는 그래프.

도면

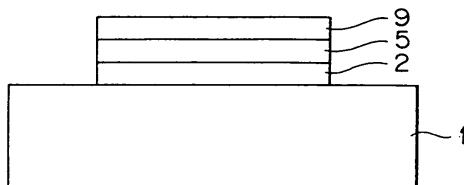
도면1a



도면1b

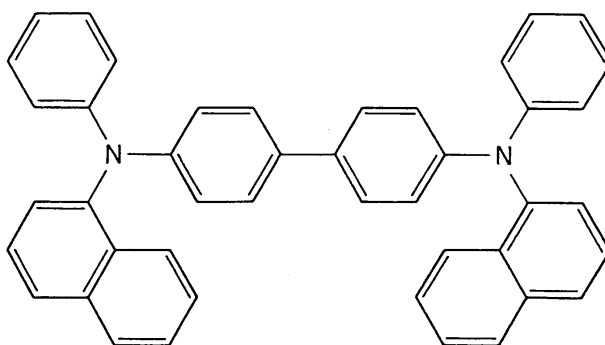


도면2



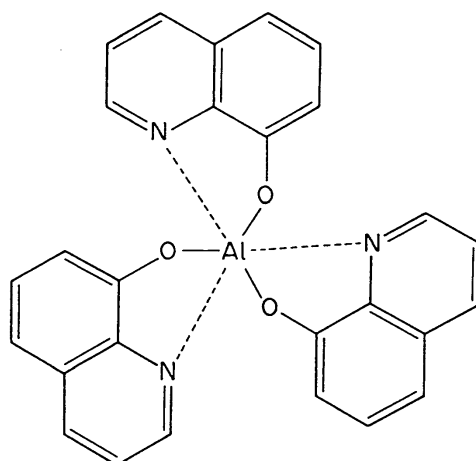
도면3

α -NPD :



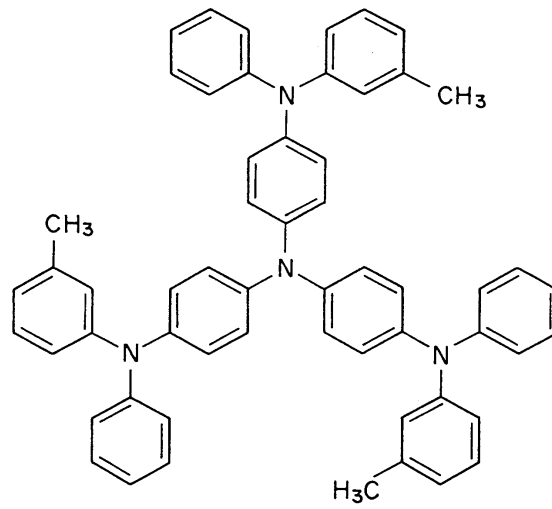
도면4

Alq₃ :

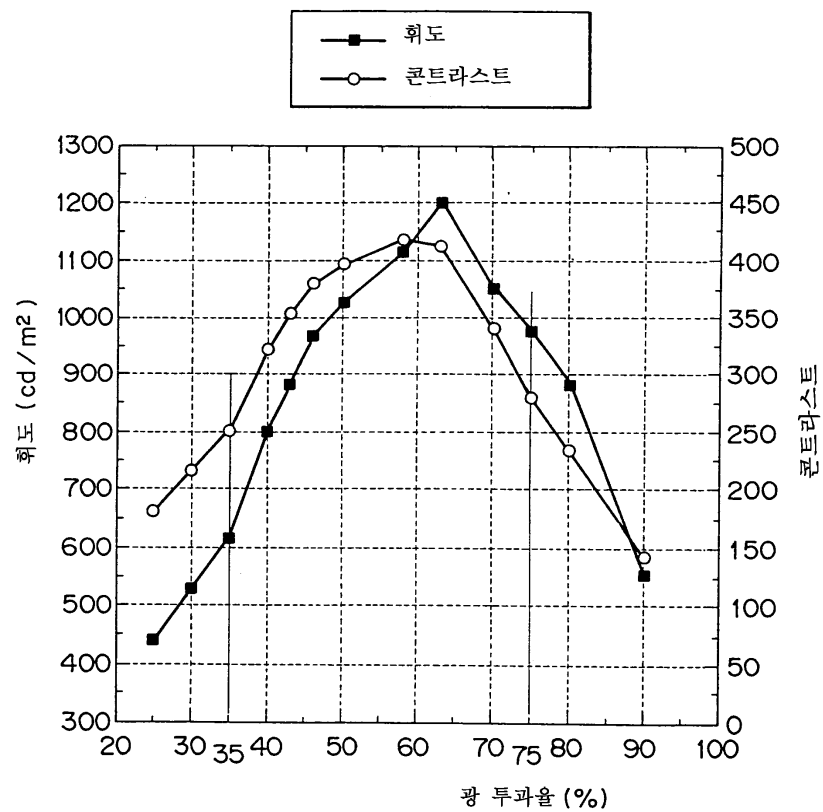


도면5

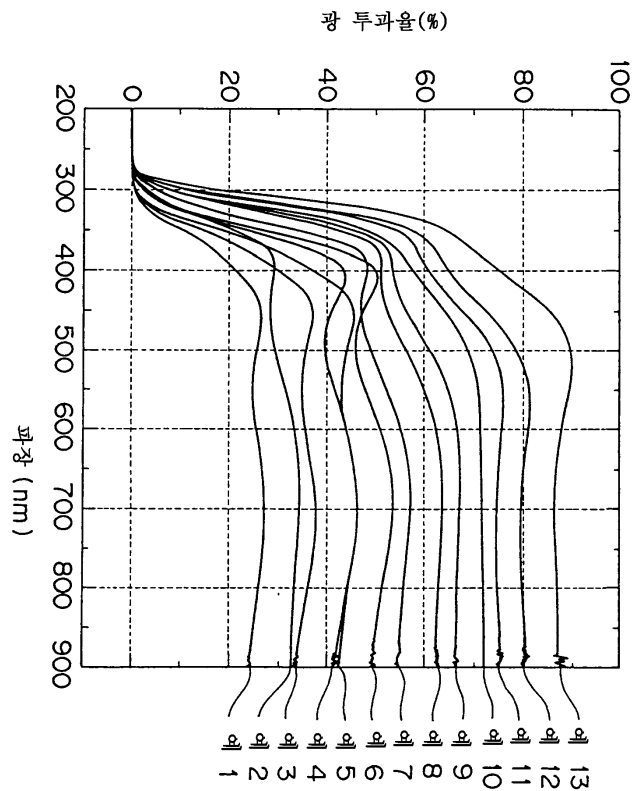
m-MTDATA :



도면6



도면7



도면8

