



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년01월31일
 (11) 등록번호 10-1108215
 (24) 등록일자 2012년01월13일

- (51) Int. Cl.
H05B 33/22 (2006.01) *H05B 33/14* (2006.01)
H05B 33/12 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2006-7003093
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2004년08월20일
 심사청구일자 2009년08월06일
 (85) 번역문제출일자 2006년02월14일
 (65) 공개번호 10-2006-0071399
 (43) 공개일자 2006년06월26일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2004/012327
 (87) 국제공개번호 WO 2005/027586
 국제공개일자 2005년03월24일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2003-00298269 2003년08월22일 일본(JP)
 JP-P-2004-00019247 2004년01월28일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP08078163 A*
 JP2000058264 A*
 JP2000340361 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 소니 가부시키키가이샤
 일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1
- (72) 발명자
 카시와바라 미츠히로
 일본국 141-0001 도쿄-토 시나가와-쿠 기타시나가와 6-초메 7-35소니 가부시키키가이샤 내
- (74) 대리인
 김학수, 문경진

전체 청구항 수 : 총 5 항

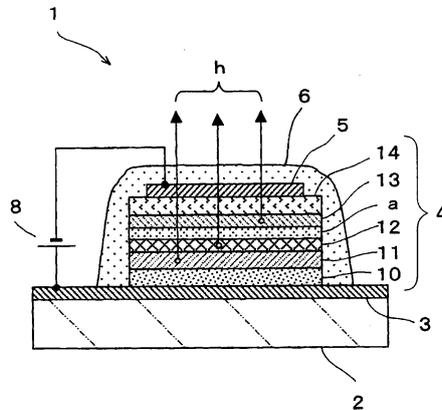
심사관 : 추장희

(54) 유기 EL 소자 및 표시장치

(57) 요약

양극(3)과 음극(5) 사이에 적색 발광층(發光層)(11), 녹색 발광층(12), 청색 발광층(13)을 이 순(順)으로 적층해서 이루어지고, 녹색 발광층(12)과 청색 발광층(13) 사이에 유기 재료로 이루어지는 중간층(a)을 설치했다. 중간층(a)의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭은 녹색 발광층(12)을 구성하는 녹색 발광 재료의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭보다도 크다. 또, 중간층(a)은 정공(正孔) 수송성을 가지고 있다. 이 유기(有機) EL 소자(素子)(1)를 이용해서 표시장치를 구성하는 경우에는, 광 취출면(取出面: extracting surface) 측에 컬러 필터를 설치한다. 이것에 의해, 풀컬러(full-color)의 표시장치에 적합한 백런스가 양호한 적(赤: red), 녹(綠: green), 청(靑: blue) 3색의 발광 성분이 고효율(高效率: high efficiency)로 얻어지는 유기 EL 소자를 제공할 수가 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

발광색이 다른 복수(複數)의 발광층(發光層)을 양극과 음극 사이에 적층해서 이루어지는 유기(有機) EL 소자(素子)에 있어서,

상기 양극과 음극 사이에는 제 1 일함수를 갖는 상기 양극 측으로부터 제 1 일함수보다 낮은 제 2 일함수를 갖는 상기 음극 측으로 가면서 적색 발광층, 녹색 발광층, 청색 발광층이 이 순(順)으로 적층되어 있고,

상기 적색, 녹색 및 청색 발광층은 정공 수송 재료와 전자 수송 재료를 포함하고, 상기 적색 발광층은 상기 양극에 접촉하여 형성된 정공 수송층과 접촉하여 형성되고, 상기 청색 발광층은 상기 음극에 접촉하여 형성된 전자 수송층과 접촉하여 형성되고,

상기 청색 발광층과 상기 녹색 발광층 사이에는 유기 재료로 이루어지고 0.1nm 내지 20nm의 막두께를 가지고 전자 저지성과 정공 수송성을 가지는 제 1 중간층이 설치되고, 상기 제 1 중간층은 전자 저지성과 정공 수송성을 가지고 있어 청색 발광층에서 녹색 발광층으로의 전자의 주입을 제한하고 녹색 발광층에서 청색 발광층으로의 정공의 주입을 조장하고,

상기 적색 발광층과 상기 녹색 발광층 사이에는 유기 재료로 이루어지고 0.1nm 내지 20nm의 막두께를 가지고 전자 저지성과 정공 수송성을 가지는 제 2 중간층이 설치되고, 상기 제 2 중간층은 전자 저지성과 정공 수송성을 가지고 있어 적색 발광층으로의 전자의 주입을 제한하고 녹색 발광층으로의 정공의 주입을 조장하는

것을 특징으로 하는 유기 EL 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제 1 중간층의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭은, 제 1 중간층에 인접(隣接)해서 배치되는 발광층을 구성하는 적어도 하나의 재료의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭보다도 큰

것을 특징으로 하는 유기 EL 소자.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 정공 수송성을 가지는 제 1 중간층의 LUMO의 에너지 레벨이 녹색 발광층의 전자 수송성 성분의 LUMO의 에너지 레벨보다도 높은

것을 특징으로 하는 유기 EL 소자.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 정공 수송성을 가지는 제 2 중간층의 LUMO의 에너지 레벨이 적색 발광층의 전자 수송성 성분의 LUMO의 에너지 레벨보다도 높은

것을 특징으로 하는 유기 EL 소자.

청구항 8

발광색이 다른 복수의 발광층을 양극과 음극 사이에 적층해서 이루어지는 유기 EL 소자의 광 추출면 측에 컬러 필터를 설치해서 이루어지는 표시장치에 있어서,

상기 유기 EL 소자는 상기 양극과 음극 사이에 제 1 입합수를 갖는 상기 양극 측으로부터 제 1 입합수보다 낮은 제 2 입합수를 갖는 상기 음극 측으로 가면서 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층이 이 순(順)으로 적층되어 형성되어 있고,

상기 적색, 녹색 및 청색 발광층은 정공 수송 재료와 전자 수송 재료를 포함하고, 상기 적색 발광층은 상기 양극에 접촉하여 형성된 정공 수송층과 접촉하여 형성되고, 상기 청색 발광층은 상기 음극에 접촉하여 형성된 전자 수송층과 접촉하여 형성되고,

상기 청색 발광층과 상기 녹색 발광층 사이에는 유기 재료로 이루어지고 0.1nm 내지 20nm의 막두께를 가지고 전자 저지성과 정공 수송성을 가지는 제 1 중간층이 설치되고, 상기 제 1 중간층은 전자 저지성과 정공 수송성을 가지고 있어, 녹색 발광층으로의 전자의 주입을 제한하고 청색 발광층으로의 정공의 주입을 조장하고,

상기 적색 발광층과 상기 녹색 발광층 사이에는 유기 재료로 이루어지고 0.1nm 내지 20nm의 막두께를 가지고 전자 저지성과 정공 수송성을 가지는 제 2 중간층이 설치되고, 상기 제 2 중간층은 전자 저지성과 정공 수송성을 가지고 있어, 적색 발광층으로의 전자의 주입을 제한하고 녹색 발광층으로의 정공의 주입을 조장하는.

것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 양극과 음극 사이에 발광층(發光層)을 가지는 유기층(有機層)을 협지(狹持: interpose)해서 이루어지는 유기 EL 소자(素子), 및 유기 EL 소자를 이용한 표시장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 근년(近年)에, 브라운관(CRT)을 대신하는 표시장치로서, 경량이고 소비 전력(電力)이 작은 플랫 표시장치(디스플레이)의 연구, 개발이 활발히 행해지고 있다. 그 중에서, 무기(無機) EL(Electroluminescence) 소자나 유기 EL 소자 등의 자발광형(自發光型: self-light-emission-type)의 표시 소자(소위 발광 소자)를 이용한 표시장치는 저소비 전력으로의 구동이 가능한 표시장치로서 주목받고 있다.

[0003] 이와 같은 발광 소자를 이용한 표시장치를 풀컬러(full-color)화(化)하는 구성의 하나로, 백색 발광하는 유기 EL 소자와, 청(靑: blue), 녹(綠: green) 또는 적(赤: red)의 파장 영역의 광만을 투과시키는 각 컬러 필터를 조합(組合)한 구성이 있다. 또, 백색(白色) 발광하는 유기 EL 소자로서는, 정공(正孔) 수송층(輸送層) 측으로부터 청색 발광층, 녹색 발광층, 적색 발광층을 순차(順次) 적층한 3파장의 발광 성분을 가지는 구성의 것이 개시되어 있다[일본 특개평(特開平)10-3990호 공보(특히, 도 1 참조) 참조].

발명의 상세한 설명

- [0004] 그러나, 상술한 구성의 백색 발광 유기 EL 소자는 청, 녹 및 적의 파장 영역에서의 발광 강도의 밸런스가 충분하지 않아, 이와 같은 유기 EL 소자를 이용해도, CRT와 같은(同) 정도로 색 재현성(再現性)이 양호한 표시장치를 얻을 수는 없었다.
- [0005] 그래서, 본 발명은 풀컬러의 표시장치에 적합(適)한 밸런스가 좋은 발광 성분의 고휘도(高輝度) 발광이 가능한 유기 EL 소자 및, 이 유기 EL 소자를 이용하는 것에 의해 색 재현성이 우수한 표시가 가능한 표시장치를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.
- [0006] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 유기 EL 소자는, 발광색이 다른 복수(複數)의 발광층을 양극과 음극 사이에 적층해서 이루어지는 유기 EL 소자에 있어서, 발광층 사이의 적어도 1개소(箇所)에 유기 재료로 이루어지는 중간층을 설치한 것을 특징으로 하고 있다.
- [0007] 이와 같은 구성의 유기 EL 소자에서는, 발광층 사이에 중간층을 설치한 것에 의해, 각 발광층에서 전하(電荷)의 재결합에 의해서 생긴 여기자(勵起子)의 에너지가, 발광층 사이를 이동하기 어렵게 된다. 이 때문에, 이와 같은 여기자의 에너지 이동에 의한 특정 발광층의 발광 효율의 저하가 방지된다. 따라서, 각 색의 발광층에서의 발광 효율의 밸런스가 유지된다.
- [0008] 특히, 상술한 여기자의 에너지는 최고 점유 분자 궤도(HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital)-최저 비점유(非占有) 분자 궤도(LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 사이의 에너지 갭이 작은 재료가 존재하는 층으로 이동하기 쉬우며, 이것에 의해 에너지 갭이 큰 발광층의 발광 효율이 저하한다. 이 때문에, 이들 발광층 사이에 설치한 중간층에서의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭을, 이 중간층에 인접(隣接)하는 발광층을 구성하는 재료의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭보다도 크게 하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 발광층 사이에서 상술한 에너지 이동을 일으키는 것이 확실하게 방지된다. 또, 중간층으로 에너지가 이동해서 이 중간층에서 에너지가 방출되는 일도 없다. 또한, 중간층의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭은 이 중간층에 인접하는 발광층을 구성하는 모든 재료의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭보다도 크게 할 필요는 없으며, 상술한 여기자의 에너지가 이동하기 쉬운 정도로 에너지 갭이 작은 재료가 있는 경우에, 이 재료보다도 크면 좋다. 다만, 중간층의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭이, 인접하는 발광층을 구성하는 모든 재료의 HOMO-LUMO 사이의 에너지갭보다도 크면, 상술한 발광층 사이에서의 에너지 이동은 확실하게 방지되게 된다.
- [0009] 또, 상기 구성의 유기 EL 소자에서는, 각각의 발광층에 인접하는 발광층을 거쳐서 전자(電子) 또는 정공이 수송되게 된다. 이 때문에, 이들 발광층 사이에 설치되는 중간층을 전자 수송성(輸送性) 또는 정공 수송성으로 하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 인접하는 발광층에 대해서 전자 또는 정공이 수송되기 쉽게 된다. 따라서, 음극 측에 설치된 발광층의 발광 강도가 약한 경우, 이 발광층의 양극 측에 정공 수송성 또한 전자 저지성(阻止性)의 중간층을 설치하는 것에 의해, 음극 측에 설치된 발광층으로 수송되는 정공의 양을 증가시키고 동시에 양극 측에 설치된 발광층으로 수송되는 전자를 제한할 수 있고, 해당(當該) 발광층에서의 전자와 정공과의 재결합 확률을 증가시켜서 발광 강도를 강하게 할 수가 있다. 한편, 양극 측에 설치된 발광층의 발광 강도가 약한 경우, 이 발광층의 음극 측에 전자 수송성이나 정공 저지성의 중간층을 설치하는 것에 의해, 양극 측에 설치된 발광층으로 수송되는 전자의 양을 증가시키고 동시에 음극 측에 설치된 발광층으로 수송되는 정공을 제한할 수 있고, 해당 발광층에서의 전자와 정공과의 재결합 확률을 증가시켜서 발광 강도를 강하게 할 수가 있다.
- [0010] 또, 발광층은 양극 측으로부터 적색 발광층, 녹색 발광층, 청색 발광층의 순(順)으로 발광층을 적층시킨 구성으로 하는 것에 의해, 적색 발광층에서의 발광 효율을 충분히 확보하면서, 적색 발광층보다도 음극 측의 녹색 발광층 및 청색 발광층에 충분히 정공을 주입(注入)할 수 있는 구성으로 할 수가 있다.
- [0011] 이 경우, 녹색 발광층과 청색 발광층 사이에, 정공 수송성이나 전자 저지성의 중간층을 설치하는 것으로 한다. 이것에 의해, 가장 음극 측에 설치된 청색 발광층에서의 정공의 주입이 조장(助長)됨과 동시에 녹색 발광층에서의 전자의 주입을 제한할 수 있어, 청색 발광층에서의 재결합 확률이 확보된다. 이것에 의해서도, 밸런스가 양호한 백색 발광이 얻어지게 된다. 이 때, 녹색 발광층에서의 전자 주입의 장벽(障壁)을 설치하기 위해서, 중간층의 LUMO의 에너지 레벨(에너지의 값)이 녹색 발광층의 호스트 재료로 되는 전자 수송성 성분의 LUMO의 에너지 레벨보다도 높은 것이 바람직하다.
- [0012] 또 이 경우, 적색 발광층과 녹색 발광층 사이에, 정공 수송성 또한 전자 저지성의 중간층을 설치해도 좋다. 이것에 의해, 중간층보다도 음극 측에 설치된 청색 발광층 및 녹색 발광층에서의 정공의 주입이 조장됨과 동시에, 적색 발광층에서의 전자의 주입을 제한할 수 있어, 청색 발광층 및 녹색 발광층에서의 재결합 확률이 확보된다. 이것에 의해서도, 밸런스가 양호한 백색 발광이 얻어지게 된다. 이 때, 적색 발광층(12)에서의 전자 주입의 장벽

을 설치하기 위해서, 중간층의 LUMO의 에너지 레벨이 적색 발광층의 전자 수송성 성분의 LUMO의 에너지 레벨보다도 높은 것이 바람직하다. 이렇게 함으로써, 적색 발광층에의 전자의 주입을 제한할 수가 있다.

- [0013] 또, 본 발명의 표시장치는 상술한 유기 EL 소자의 광 취출면(取出面: extracting surface) 측에 컬러 필터를 설치한 것을 특징으로 하고 있다.
- [0014] 이와 같은 표시장치에 의하면, 각 발광색의 밸런스가 우수한 복수의 유기 EL 소자에 각 색의 컬러 필터를 조합(組合)하는 것에 의해, 각 발광색의 광을 밸런스 좋게 취출할 수가 있다.

실시예

- [0023] [발명을 실시하기 위한 최량의 형태]
- [0024] 이하, 본 발명의 유기 EL 소자의 구성을 도면에 의거해서 상세하게 설명한다.
- [0025] 도 1 및 도 2는 본 발명의 유기 EL 소자를 모식적으로 도시하는 단면도이다.
- [0026] 이들 도면에 도시하는 유기 EL 소자(1, 1')는 예를 들면 표시장치를 구성하는 기관(2)의 각 화소(畫素)에 설치된 것이고, 기관(2) 측으로부터 차례(順)로 양극(3), 유기층(4) 및 음극(5)을 적층해서 이루어지며, 보호막(6)으로 기밀(氣密)하게 덮인 구성으로 되어 있다. 특히, 도 1에 도시하는 유기 EL 소자(1)는 이 유기 EL 소자(1)에서 발광한 발광광(h)을 기관(2)과 반대측에서 취출하는, 소위 톱 에미션형(top emission type)으로서 구성되어 있다. 한편, 도 2에 도시하는 유기 EL 소자(1')는 이 유기 EL 소자(1')에서 발광한 발광광(h)을 기관(2)측에서 취출하는, 소위 보텀 에미션형(bottom emission type)으로서 구성되어 있다.
- [0027] 다음에, 이들 유기 EL 소자(1, 1')를 구성하는 각 부의 상세한 구성을 기관(2), 양극(3), 양극(3)과 한쌍(對: pair)을 이루는 음극(5), 이들 양극(3)과 음극(5) 사이에 협지된 유기층(4)의 순(順)으로 설명한다.
- [0028] <기관>
- [0029] 우선, 기관(2)은 유리, 실리콘, 플라스틱 기관, 또 TFT(Thin Film Transistor)가 형성된 TFT 기관 등으로 이루어지고, 특히 도 2에 도시하는 보텀 에미션형의 유기 EL 소자의 경우에는, 이 기관(2)은 광 투과성을 가지는 재료로 구성되는 것으로 한다. 또, 유기 EL 소자(1, 1')를 다른 표시 소자와 조합해서 이용하는 경우에는, 다른 표시 소자와 기관을 공용할 수도 있다.
- [0030] <양극>
- [0031] 그리고, 이 기관(2) 상(上)에 설치된 양극(3)은 일(仕事: work) 함수가 큰 도전성(導電性) 재료로 구성되어 있는 것으로 한다. 일 함수가 큰 도전성 재료로서는, 예를 들면 니켈, 은, 금, 백금, 팔라듐, 셀렌, 로듐, 루테튬, 이리듐, 레늄, 텅스텐, 몰리브덴, 크롬, 탄탈, 니오브나 이들의 합금, 혹은 산화 주석(SnO₂), 산화 인듐 주석(ITO: Indium Tin Oxide), 산화 아연, 산화 티탄 등이 있다.
- [0032] <음극>
- [0033] 한편, 이 양극(3)과 전원(電源)(8)을 거쳐서 접속되어 있는 음극(5)은 일 함수가 작은 도전성 재료를 이용해서 구성되어 있다. 이와 같은 도전성 재료로서는, 예를 들면 Li, Mg, Ca 등의 활성(活性)인 금속과 Ag, Al, In 등의 금속과의 합금, 혹은 이들을 적층한 구조를 사용할 수가 있다. 또, 유기층(4)과의 사이에 예를 들면 Li, Mg, Ca 등의 활성인 금속과 불소, 취소(臭素: 브롬) 등의 할로젠이나 산소 등과의 화합물층을 얇게 삽입한 구조로 해도 좋다.
- [0034] 그리고, 이들 양극(3) 및 음극(5) 중, 이 유기층(4)에서 생긴 발광광(h)을 취출하는 측으로 되는 전극은 상술한 재료 중에서 광 투과성을 가지는 재료를 적당히 선택해서 이용하는 것으로 하고, 용도에 맞는 광 투과율이 얻어지도록 그 막두께(膜厚)가 조정되고 있는 것으로 한다. 한편, 다른쪽의 전극으로는, 반사율이 양호한 재료를 적당히 선택해서 이용하는 것으로 한다.
- [0035] 또, 양극(3) 및 음극(5)은 이 유기 EL 소자(1, 1')에 의해서 구성되는 표시장치의 구동 방식에 따라서 적합한 형상(形狀)으로 패터닝되어 있는 것으로 한다. 예를 들면, 이 표시장치의 구동 방식이 단순 매트릭스형(型)인 경우에는, 이 양극(3) 및 음극(5)은 서로 교차(交叉)하는 스트라이프 모양(狀)으로 형성되고, 이들이 교차한 부분이 유기 EL 소자(1, 1')로 된다. 또, 표시장치의 구동 방식이 화소마다 TFT를 구비한 액티브 매트릭스형인

경우에는, 양극(3)은 복수 배열된 각 화소에 대응시켜서 패턴 형성되고, 마찬가지로 각 화소에 설치된 TFT에 대해서, 이들 TFT를 덮는 층간 절연막에 형성된 콘택트 홀(도시 생략)을 거쳐서 각각이 접속되는 상태로 형성되는 것으로 한다. 한편, 음극(5)은 기판(2) 상의 일면(一面)을 덮는 상태로 성막(成膜)된 베타막 모양으로 형성되어도 좋고, 각 화소에 공통의 전극으로서 이용되는 것으로 한다. 다만, 표시장치의 구동 방식으로서 액티브 매트릭스형을 채용하는 경우에는, 도 1에 도시한 틱 에미션형의 유기 EL 소자(1)를 이용함으로써 소자의 개구율(開口率)을 향상시키는 것이 바람직하다.

[0036] <유기층>

[0037] 그리고, 이들 양극(3)과 음극(5) 사이에 협지되는 유기층(4)은 양극(3) 측으로부터 차례로 정공 수송층(10), 적색 발광층(11), 녹색 발광층(12), 중간층(a), 청색 발광층(13), 전자 수송층(14)을 적층해서 이루어진다. 특히, 녹색 발광층(12)과 청색 발광층(13) 사이에 중간층(a)을 설치한 것이 특징으로 된다. 이하, 층(10~15), 중간층(a)의 순으로 이들 각 층의 구성을 설명한다.

[0038] <정공 수송층>

[0039] 우선, 양극(3) 상에 설치되는 정공 수송층(10)은 정공을 수송하도록 설계된 층이다. 이 정공 수송층(10)은 정공 수송 성능을 향상시키기 위해서, 복수종(複數種)의 정공 수송 재료를 적층한 구성이라도 좋다.

[0040] 이 정공 수송층(10)을 형성하는 재료(정공 수송성 재료)로서는, 예를 들면 벤지딘 또는 그의 유도체(誘導體), 스티릴아민 또는 그의 유도체, 트리페닐메탄 또는 그의 유도체를 비롯해서, 포르피린 또는 그의 유도체, 트리아졸 또는 그의 유도체, 이미다졸 또는 그의 유도체, 옥사디아졸 또는 그의 유도체, 폴리아릴알칸 또는 그의 유도체, 페닐렌디아민 또는 그의 유도체, 아릴아민 또는 그의 유도체, 옥사졸 또는 그의 유도체, 안트라센 또는 그의 유도체, 플루오레논 또는 그의 유도체, 히드라존 또는 그의 유도체, 스티벤 또는 그의 유도체, 프탈로시아닌 또는 그의 유도체, 폴리실라계(系) 화합물, 비닐카르바졸계 화합물, 티오펜계 화합물, 아닐린계 화합물 등의 복소환식 공역계(共役系: conjugated system)의 모노머, 올리고머, 폴리머 등을 들 수 있다.

[0041] 이와 같은 정공 수송성 재료의 구체예로서는, α-나프틸페닐디아민(α-NPD), 포르피린, 금속 테트라페닐포르피린, 금속 나프탈로시아닌, 4, 4', 4"-트리메틸트리페닐아민, 4, 4', 4"-트리스(3-메틸페닐페닐아미노)트리페닐아민(m-MTDATA), N, N, N', N'-테트라키스(p-트릴)p-페닐렌디아민, N, N, N', N'-테트라페닐-4, 4'-디아미노비페닐, N-페닐카르바졸, 4-디-p-트릴아미노스틸벤, 폴리(파라페닐렌비닐렌), 폴리(티오펜비닐렌), 폴리(2, 2'-티에닐피롤) 등을 들 수 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0042] <적색 발광층>

[0043] 다음에, 이 정공 수송층(10) 상에 설치된 적색 발광층(11)은 정공 수송층(10)으로부터 주입한 정공의 일부가 이 적색 발광층(11) 내에서 재결합하여 적색의 발광이 얻어지고, 나머지의 발광에 기여하지 않는 정공이 녹색 발광층(12)으로 수송되어, 녹색 및 청색 발광에 기여하는 것이 바람직하다.

[0044] 이와 같은 적색 발광층(11)은 a) 적색 발광 재료(형광성 또는 인광성(燐光性)), b) 정공 수송성 재료, c) 전자 수송성 재료, 더 나아가서는 d) 양(兩) 전하 수송성 재료 중에서 적당히 필요로 되는 재료를 조합해서 구성된다. 이들 각 재료는 발광 성능 및 정공 수송 성능이 확보되도록, 필요에 따라서 하기(下記)에 나타내는 각 재료 카테고리 중에서 단수(單數) 또는 복수의 재료를 적당히 선택해서 이용된다.

[0045] 즉, 상기 재료 카테고리로서는 시클로펜타디엔 유도체, 테트라페닐부타디엔 유도체, 트리페닐아민 유도체, 옥사디아졸 유도체, 바소페난트롤린 유도체, 피라조로퀴놀린 유도체, 스티릴벤젠 유도체, 스티릴아릴렌 유도체, 아미노스티릴 유도체, 시롤 유도체, 티오펜환(環) 화합물, 피리딘환 화합물, 페리논 유도체, 페릴렌 유도체, 올리고티오펜 유도체, 쿠마린(Coumarin) 유도체, 루브렌 유도체, 키나클리돈 유도체, 스쿠아람 유도체, 포르피린 유도체, 스티릴계 색소, 테트라센 유도체, 피라졸린 유도체, 트리후마닐아민 유도체, 안트라센 유도체, 디페닐안트라센 유도체, 피렌 유도체, 카르바졸 유도체, 옥사디아졸다이어, 피라졸린다이어, 아르미퀴노리놀 착체(錯體), 벤조퀴노리놀베릴륨 착체, 벤조옥사졸 아연 착체, 벤조티아졸 아연 착체, 아조메틸 아연 착체, 포르피린 아연 착체, 유로퓸 착체, 이리듐 착체, 백금 착체 등, 중심(中心) 금속으로 Al, Zn, Be, Pt, Ir, Tb, Eu, Dy 등의 금속을 가지고, 배위자(配位子)로 옥사디아졸, 티아디아졸, 페닐피리딘, 페닐벤조이미다졸, 퀴놀린 구조 등을 가지는 금속 착체 등이 예시된다.

[0046] 특히, a) 적색 발광 재료의 구체예로서는, 스티릴아릴렌 유도체인 하기 식 (1)로 나타내는 BSN을 들 수가 있다. 이와 같은 스티릴아릴렌계 재료는 일본 특개 2002-226722호 공보에 기재 예가 있지만, 호스트 재료에 대해서 고

것으로 한다. 이것에 의해, 전자 수송층(14)으로부터 청색 발광층(13)에 주입된 전자의 일부는 청색 발광층(13) 내에서 청색 발광에 기여하고, 나머지는 녹색 발광층(12)으로 수송됨으로써 녹색 및 적색 발광에 기여한다.

[0057] 청색 발광층(13)은 a) 청색 발광 재료(형광성 또는 인광성), b) 정공 수송성 재료, c) 전자 수송성 재료, 더 나아가서는 d) 양 전하 수송성 재료 중에서 적당히 필요로 되는 재료를 조합해서 구성된다. 이들 각 재료는 발광 성능 및 정공 수송 성능이 확보되도록, 필요에 따라서 상술한 각 재료 카테고리 중에서 단수 또는 복수의 재료가 적당히 선택해서 이용된다.

[0058] 특히, a) 청색 발광 재료의 구체예로서는, 페릴렌을 들 수 있고, b) 정공 수송성 재료의 구체예로서는 α -NPD, c) 전자 수송성 재료의 구체예로서는 스티릴아릴렌 유도체인 상기한 식 (2)의 DPVBi를 들 수 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0059] 또, 청색 발광층(13)은 녹색 발광층(12) 측으로부터 차례로 양 전하 수송성 청색 발광층과 전자 수송성 청색 발광층을 적층한 구성이라도 좋다. 청색 발광층(13)을 이와 같은 적층 구조로 하는 것에 의해, 청색 발광층(13)내 전체에 효율 좋게 정공을 옮길 수 있어, 고효율(高效率: high efficiency)이고 또한 안정적인 색순도(色純度)가 높은 발광이 가능해진다. 청색 발광층(13)에 양 전하 수송성을 갖게 하는 방법으로서는 (1) 양 전하 수송성 호스트에 청색 발광 재료를 도프한다, (2) 정공 수송성 호스트에 전자 수송성 청색 발광 재료를 도프한다, (3) 전자 수송성 호스트에 정공 수송성 청색 발광 재료를 도프한다, (4) 정공 수송성 재료와 전자 수송성 재료의 혼합 호스트에 청색 발광 재료를 도프한다, 등의 방법이 생각된다.

[0060] 본 발명의 청색 발광층(13)은 청색 발광층(13) 내에서 전하의 재결합에 의해 생긴 여기자의 에너지가 적색 발광층(11)이나 녹색 발광층(12)으로 이동하는 것을 가능한 한 작게 해서 청색 발광층(13)에서의 발광에 기여하는 구성으로 하기 위해서, 가장 음극(5) 측에 청색 발광층(13)을 설치하는 것이 바람직하다.

[0061] <전자 수송층>

[0062] 또, 청색 발광층(13)과 음극(5) 사이에 설치된 전자 수송층(14)은 전자를 수송하도록 설계된 층이다. 이 전자 수송층(14)은 전자 수송 성능을 향상시키기 위해서, 복수종의 전자 수송 재료를 적층한 구성이라도 좋다.

[0063] 이와 같은 전자 수송성 재료로서 사용 가능한 재료로서는, 8-히드록시퀴놀린알루미늄(Alq3), 8-히드록시메틸퀴놀린알루미늄, 안트라센, 나프탈렌, 페난트렌, 피렌, 크리센, 페릴렌, 부타디엔, 쿠마린, 아크리딘, 스티벤, 또는 이들의 유도체 등을 들 수 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0064] <중간층>

[0065] 그 다음에, 상술한 녹색 발광층(12)과 청색 발광층(13) 사이에 설치된 중간층(a)은 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭이, 녹색 발광층(12)이나 청색 발광층(13)을 구성하는 재료의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭보다도 큰 유기 재료로 구성되어 있는 것으로 한다. 여기에서는, 청색 발광층(13)에서 생긴 여기자의 에너지가 녹색 발광층(12)으로 이동하는 것을 방지하기 위해서, 녹색 발광층(12)의 발광 재료인 도펀트(dopant: 도프물질, 불순물)의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭보다도, HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭이 큰 유기 재료로 중간층을 구성하는 것으로 한다.

[0066] 또, 상술한 각 발광층(11, 12, 13)에서의 발광에서, 중간층(a)의 양극(3) 측에 배치되어 있는 녹색 발광층(12)에서의 발광 강도가 강하고, 중간층(a)의 음극(5) 측에 배치되어 있는 청색 발광층(13)에서의 발광 강도가 약한 경우에는, 상술한 에너지 갭 특성을 가지고, 또 정공 수송성 또한 전자 저지성을 가지는 재료를 이용해서 중간층(a)을 구성하도록 한다.

[0067] 한편, 발광 강도가 이것과 역(逆)인 경우에는, 상술한 에너지갭 특성을 가지고, 또 전자 수송성이나 정공 저지성을 가지는 재료를 이용해서 중간층(a)을 구성하도록 한다. 또한, 여기에서는, 중간층(a)이 정공 수송성이나 전자 저지성인 것으로 한다.

[0068] 이와 같은 특성을 가지는 중간층(a)을 구성하는 유기 재료로서는, 정공 수송층(10)으로 사용 가능한 재료, 발광층(11~13)으로 사용 가능한 재료 및 전자 수송층(14)으로 사용 가능한 재료 중에서 적당히 선택해서 이용된다. 이 경우, 이 중간층(a)에 인접해서 배치되는 발광층(12, 13)을 구성하는 재료의 에너지 갭 특성을 고려하여, 중간층(a)으로서 상술한 각 특성이 얻어지는 바와 같은 재료가 선택되는 것으로 한다. 본 실시 형태의 유기 EL 소자(1, 1')에 이용되는 유기 재료의 구체예로서는 TPD, α -NPD, CBP 등의 정공 수송성이 있으며, HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭이 비교적 큰 재료를 들 수가 있다.

[0069] 또, 이 중간층(a)은 막두께가 0.1nm~20nm의 범위, 더욱더 바람직하게는 중간층(a)의 막두께는 0.5nm~10nm의

범위로 설정되는 것으로 한다. 이렇게 함으로써 중간층(a)은 충분히 기능을 발휘하는 것이다. 즉, 중간층(a)의 막두께가 이 범위보다도 얇으면, 중간층(a)을 설치한 것에 의한 하기의 효과를 충분히 얻을 수 없다. 한편, 중간층(a)의 막두께가 이 범위보다도 두꺼우면, 유기층(4)의 후막화(厚膜化)에 의한 구동 전압의 상승이나, 구동 수명의 저하, 전하 재결합 영역의 제어가 불충분하게 되는 것이다.

[0070] 또한, 이 중간층(a)의 배치 위치는 녹색 발광층(12)과 청색 발광층(13) 사이에 한정되는 일은 없고, 각 발광층 사이에 설치할 수가 있다. 본 실시 형태이면, 녹색 발광층(12)-청색 발광층(13) 사이 및 적색 발광층(11)-녹색 발광층(12) 사이의 적어도 한쪽에 설치된다. 또, 복수의 발광층을 더 적층시킨 경우에는, 각 발광층 사이에 중간층(a)을 설치할 수가 있다. 다만, 어느쪽의 위치에 설치되는 중간층(a)과, 이 중간층(a)에 인접해서 배치되는 발광층의 특성을 고려하여 상술한 바와 마찬가지로 특성을 구비하고 있는 것으로 한다.

[0071] 또, 이상 기술한 바와 같은 적층 구조로 구성된 유기층(4)은 주지(周知)의 방법으로 합성된 각 유기 재료를 이용해서, 진공 증착이나 스핀 코트 등의 주지의 방법을 적용하여 행할 수가 있다.

[0072] 그리고, 상술한 구성의 유기 EL 소자(1, 1')와 컬러 필터를 조합해서 풀컬러의 표시장치를 구성하는 경우에는, 복수의 유기 EL 소자(1, 1')의 각각의 광 추출면 측에 청, 녹, 적의 파장 영역의 광만을 투과하는 컬러 필터를 설치한 구성으로 한다.

[0073] 이상 설명한 구성의 유기 EL 소자(1, 1')에 의하면, 녹색 발광층(12)과 청색 발광층(13) 사이에 중간층(a)을 설치한 것에 의해, 녹색 발광층(12)과 청색 발광층(13)의 각각에서 전하 재결합하여 생성한 여기(勵起)의 에너지가, 녹색 발광층(12)-청색 발광층(13) 사이를 이동하기 어렵게 된다. 특히, 이와 같은 적층 구조의 유기 EL 소자(1, 1')에서는, HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭이 큰 청색 발광층(13)에서 발생한 여기자의 에너지가 녹색 발광층(12)으로 이동하는 경우가 있어, 청색 발광층(13)에서의 발광 강도가 저하하는 경우가 있었다. 그러나, 본 실시 형태에서는, 중간층(a)의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭을, 녹색 발광층(12)의 발광 재료인 불순물의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭보다도 크게 한 것에 의해, 청색 발광층(13) 내에서 생성한 여기자 에너지가 녹색 발광층(12)으로 이동하기 어려워, 청색 발광층(13)에서의 청색 발광의 강도를 높게 유지하는 것이 가능하다. 또, 중간층(a)으로 에너지가 이동해서 이 중간층(a)에서 에너지가 방출되는 일도 없다.

[0074] 게다가, 가장 양극(3) 측을 적색 발광층(11)으로 한 것에 의해, 고농도로 도프 가능한 정공 수송성 적색 발광 재료를 이용해서 적색 발광층(11)을 구성하고, 적색 발광층(11)보다도 음극(5) 측의 녹색 발광층(12) 및 청색 발광층(13)으로 정공을 수송하기 쉬운 구성으로 할 수가 있다.

[0075] 이와 같은 상태에서, 특히 본 실시 형태의 중간층(a)이 정공 수송성 및 전자 저지성을 가지는 구성으로 되어 있기 때문에, 이 중간층(a)보다도 음극(5) 측에 설치된 청색 발광층(13)으로까지 충분히 정공을 수송할 수 있음과 동시에 녹색 발광층(12)에의 전자의 주입을 제한할 수 있어, 청색 발광층(13)에서의 전자와 정공과의 재결합 확률을 높이는 것이 가능해진다. 이것으로부터도, 청색 발광의 강도를 높이는 것이 가능하다. 이 때, 녹색 발광층(12)에의 전자 주입의 장벽을 설치하기 위해서, 정공 수송성을 가지는 중간층(a)의 LUMO의 에너지 레벨이 녹색 발광층(12)의 호스트 재료로 되는 전자 수송성 성분의 LUMO의 에너지 레벨보다도 높은 것이 바람직하다. 이와 같은 구성을 에너지 레벨로 나타내면, 도 3 과 같이 된다. 즉, 양극(3)과 음극(5) 사이에, 양극(3) 측으로부터 정공 수송층(10), 적색 발광층(11), 녹색 발광층(12), 중간층(a), 청색 발광층(13), 전자 수송층(14)을 적층시킨 구성인 경우에 있어서, 중간층(a)의 LUMO의 에너지 레벨[즉, 에너지: Energy(eV)의 값]이 녹색 발광층의 호스트 재료로 되는 전자 수송성 성분의 LUMO의 에너지 레벨[즉, 에너지: Energy(eV)의 값]보다도 높은 것이 바람직한 것이다. 이렇게 함으로써, 녹색 발광층(12)에의 전자의 주입을 제한할 수가 있다.

[0076] 따라서, 각각의 발광층(11, 12, 13)에서 밸런스가 양호하고 고효율인 각 색 발광이 추출되어, 각 색의 발광 강도의 밸런스가 양호하고, 또한 발광 효율이 양호한 백색 발광을 얻는 것이 가능해진다.

[0077] 또한, 이상 설명한 실시 형태에서는, 중간층(a)이 녹색 발광층(12)과 청색 발광층(13) 사이에 배치되는 경우를 예시했다. 그러나, 상술한 바와 같이, 중간층은 녹색 발광층(12)-청색 발광층(13) 사이 및 적색 발광층(11)-녹색 발광층(12) 사이의 적어도 한쪽에 설치되면 좋은 것이며, 어느 쪽의 위치에 설치되는 중간층이더라도, 이들 중간층에 인접해서 배치되는 발광층의 특성을 고려하여 상술한 바와 같은 특성을 구비하고 있는 것으로 한다.

[0078] 예를 들면, 도 4에 도시하는 바와 같이, 적색 발광층(11)-녹색 발광층(12) 사이에도 중간층(a')을 설치한 유기 EL 소자(1')에서는, 이 중간층(a')은 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭이, 적색 발광층(11)이나 녹색 발광층(12)을 구성하는 재료의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭보다도 큰 유기 재료로 구성되어 있는 것으로 한다. 구체적인 1예로서는, 녹색 발광층(12)에서 생긴 여기자의 에너지가 적색 발광층(11)으로 이동하는 것을 방지하기 위해서, 적

색 발광층(11)의 발광 재료인 불순물의 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭보다도, HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭이 큰 유기 재료로 중간층(a')을 구성하는 것으로 한다.

[0079] 그리고, 상술한 실시 형태와 마찬가지로, 적색 발광층(11)과 녹색 발광층(12) 사이에 배치된 중간층(a')의 양극(3) 측에 배치되어 있는 적색 발광층(11)에서의 발광 강도가 강하고, 중간층(a')의 음극(5) 측에 배치되어 있는 녹색 발광층(12)에서의 발광 강도가 약한 경우에는, 상술한 에너지 갭 특성을 가지고 또 정공 수송성이나 전자 저지성을 가지는 재료를 이용해서 중간층(a)을 구성하도록 한다. 한편, 발광 강도가 이것과 역인 경우에는, 상술한 에너지갭 특성을 가지고, 또 전자 수송성 또한 정공 저지성을 가지는 재료를 이용해서 중간층(a)을 구성하도록 한다.

[0080] 이와 같은 구성의 유기 EL 소자(1')이면, 적색 발광층(11)과 녹색 발광층(12) 사이에 중간층(a')을 설치한 것에 의해, 적색 발광층(11)과 녹색 발광층(12)의 각각에서 전하 재결합하여 생성한 여기의 에너지가, 적색 발광층(11)-녹색 발광층(12) 사이를 이동하기 어렵게 된다. 또 특히, 중간층(a')이 정공 수송성 및 전자 저지성을 가지는 구성으로 되어 있으면, 이 중간층(a')보다도 음극(5) 측에 설치된 녹색 발광층(12) 및 청색 발광층(13)으로까지 충분히 정공을 수송할 수 있음과 동시에, 적색 발광층(11)에의 전자의 주입을 제한할 수 있어, 녹색 발광층(12) 및 청색 발광층(13)에서의 전자와 정공과의 재결합 확률을 높이는 것이 가능해진다. 이 때, 적색 발광층(11)에의 전자 주입의 장벽을 설치하기 위해서, 정공 수송성을 가지는 중간층(a')의 LUMO의 에너지 레벨이 적색 발광층(11)의 전자 수송성 성분의 LUMO의 에너지 레벨보다 높은 것이 바람직하다. 이렇게 함으로써, 적색 발광층(11)에의 전자의 주입을 제한할 수가 있다.

[0081] 따라서, 상술한 실시 형태와 마찬가지로, 각각의 발광층(11, 12, 13)에서 밸런스가 양호하고 고효율인 각 색 발광이 취출되어, 각 색의 발광 강도의 밸런스가 양호하고, 또한 발광 효율이 양호한 백색 발광을 얻는 것이 가능해진다.

[0082] 또, 이상 설명한 실시 형태에서는, 양극(3) 측으로부터 차례로 적색 발광층(11), 녹색 발광층(12), 청색 발광층(13)의 순으로 적층된 구성을 설명했지만, 본 발명은 이와 같은 적층 순에 한정되는 일은 없으며, 역(거꾸로)의 적층순서라도 좋다. 다만 이 경우, 각 발광층의 전하 수송성도 적당히 변경되게 된다. 즉, 가장 양극(3)에 설치된 청색 발광층은 적어도 정공 수송성을 가지고, 이 음극(5) 측에 설치된 녹색 발광층은 양 전하 수송성을 가지며, 또 가장 음극(5) 측에 설치된 적색 발광층은 적어도 전자 수송성을 가지고 있는 것으로 한다. 이와 같은 구성이라도, 각 발광층 사이에 설치되는 중간층의 특성은 상술한 것과 마찬가지로 생각되며, 마찬가지로 효과를 얻을 수가 있다.

[0083] 예를 들면, 가장 양극(3) 측의 청색 발광층과 그 음극(5) 측의 녹색 발광층 사이에, HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭이 상술한 바와 같이 큰 중간층을 설치하는 것에 의해, 청색 발광층과 녹색 발광층에서 생긴 여기자의 에너지의 이동을 방지할 수가 있다. 또, 이와 같은 구성에서, 이 중간층을 전자 수송성 또한 정공 저지성으로 하는 것에 의해, 양극(3) 측에 배치된 청색 발광층에서의 전하의 재결합 확률을 높이는 것이 가능하다. 이 때, 녹색 발광층(12)에의 정공 주입의 장벽을 설치하기 위해서, 중간층의 HOMO의 에너지 레벨을 녹색 발광층(12)의 정공 수송성 성분의 HOMO의 에너지 레벨보다도 낮게 함으로써 녹색 발광층(12)에의 정공 주입을 제한할 수가 있다.

[0084] 한편, 이 중간층을 정공 수송성이나 전자 저지성으로 하는 것에 의해, 중간층보다도 음극(5) 측에 배치된 녹색 발광층이나 적색 발광층에서의 전하의 재결합 확률을 높이는 것이 가능하다.

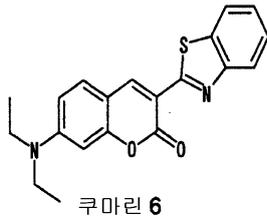
[0085] 게다가 본 발명은, 기판(2) 상에 양극(3)을 설치하고, 이 양극(3) 상에 유기층(4) 및 음극(5)을 적층한 구성에 한정되는 일도 없으며, 기판(2) 상에 음극을 설치하고, 이 음극 상에 유기층 및 양극을 이 순으로 적층한 구성의 유기 EL 소자에도 적용 가능하다. 또한, 이와 같은 구성인 경우에서도, 음극 및 양극의 재료나 막두께를 적당히 선택함으로써, 톱 에미션형 및 보텀 에미션형의 양쪽의 구성이 가능하고, 상술한 유기 EL 소자(1, 1', 1'')와 마찬가지로 효과를 얻을 수가 있다.

[0086] (실시예)

[0087] <실시예 1>

[0088] 본 실시예 1에서는, 도 2를 이용해서 설명한 보텀 에미션형의 유기 EL 소자(1')를 다음과 같이 제작했다.

[0089] 우선, 30mm×30mm의 유리판으로 이루어지는 기판(2) 상에 양극(3)으로서 ITO(막두께 약 100nm)를 형성하고, 또 감광성 유기 절연 재료에 의해 양극(3)의 중앙부의 2mm×2mm의 발광 영역 이외를 절연막(도시 생략)으로 마스크한 유기 EL 소자용의 셀을 제작했다. 다음에, 개구를 가지는 금속 마스크를, 각 발광 영역으로 되는 양극



쿠마린 6

... (7)

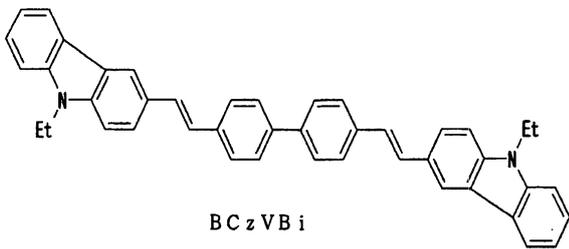
[0097]

[0098]

그리고, 정공 수송성을 가지는 중간층(a)으로서, 상기한 α -NPD를 3nm의 두께로 성막했다. 증착 레이트는 0.1nm/초로 했다. 또한, α -NPD는 그 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭이, 녹색 발광층(12)의 녹색 발광 재료인 쿠마린6의 에너지 갭보다도 크다. 또, α -NPD의 LUMO의 에너지 레벨은 녹색 발광층(12)의 전자 수송 성분인 DPVBi의 LUMO의 에너지 레벨보다도 높다.

[0099]

또, 청색 발광층(13)으로서, 상기한 DPVBi를 호스트로 하여 청색의 발광 재료로서, 하기 식 (8)로 나타내는 BCzVBi(4, 4'-(Bis(9-ethyl-3-carbazovinylylene)-1, 1-biphenyl)을 3% 도포한 공증착 층을 30nm의 두께로 성막했다. 증착 레이트는 0.2nm/초로 했다.



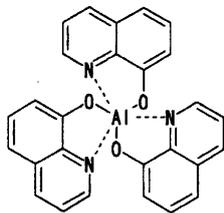
BCzVBi

... (8)

[0100]

[0101]

그 다음에, 전자 수송층(14)으로서, 하기 식 (9)로 나타내는 Alq3을 20nm의 두께로 성막했다. 증착 레이트는 0.2nm/초로 했다.



Alq3

... (9)

[0102]

[0103]

다음에, 음극(5)으로서, Mg와 Ag의 공증착 비 10:1의 박막을 50nm의 막두께로 성막하고, 또 Ag를 150nm의 두께로 형성했다. 증착 레이트는 0.5nm/초로 했다.

[0104]

이상에 의해 제작한 실시예 1의 유기 EL 소자의 발광 스펙트럼을 도 5에 도시한다. 이 도면에 도시하는 바와 같이, 실시예 1의 유기 EL 소자로부터는 청, 녹, 적 각각의 발광 성분이 얻어지는 것이 확인되었다. 또, 전류 밀도 25mA/cm²이고, 휘도 1337cd/m², CIE 색도(0.319, 0.294)의 발광이 발광면에서 얼룩(irregularity, difference)없이 균일하게 얻어졌다.

[0105]

<실시예 2>

[0106]

본 실시예 2에서는, 도 4를 이용해서 설명한 보텀 에미션형의 유기 EL 소자(1')를 제작했다. 또한, 도 6에는, 본 실시예 2에서의 유기층에서의 에너지 레벨의 모식도(模式圖)를 도시한다.

[0107]

이 경우, 상술한 실시예 1의 유기 EL 소자의 제작 수순(手順)에서, 적색 발광층(11)과 녹색 발광층(12) 사이에 중간층(a')을 형성하는 공정을 더한 것 이외에는, 실시예 1과 마찬가지로 해서 보텀 에미션형의 유기 EL 소자(1')를 제작했다. 다만, 녹색 발광층(12)과 청색 발광층(13) 사이의 중간층(a)은 막두께 2nm(실시예 1에서는 3nm)로 형성했다. 또, 적색 발광층(11)과 녹색 발광층(12) 사이의 중간층(a')으로서, 상기한 α -NPD를 2nm의 두께로 성막했다. 증착 레이트는 0.1nm/초로 했다. 또한, 중간층(a')을 구성하는 α -NPD는 그 HOMO-LUMO 사이의 에너지 갭은 적색 발광층(11)의 적색 발광 재료인 BSN의 에너지 갭보다도 크다. 또, α -NPD의 LUMO의 에너지 레벨은 적색 발광층(11)의 전자 수송 성분으로 되는 BSN의 LUMO의 에너지 레벨보다도 높다.

- [0108] 이상에 의해 제작한 실시예 2의 유기 EL 소자의 발광 스펙트럼을 도 7에 도시한다. 이 도면에 도시하는 바와 같이, 실시예 2의 유기 EL 소자로부터는 청, 녹, 적 각각의 발광 성분이 얻어지는 것이 확인되었다. 또, 전류 밀도 25mA/cm²이고, 휘도 1706cd/m², CIE 색도(0.324, 0.362)의 발광이 발광면에서 얼룩없이 균일하게 얻어졌다.
- [0109] <비교예>
- [0110] 비교예에서는, 실시예 1에서 제작한 유기 EL 소자(1')의 구성으로부터 중간층(a)을 생략한 구성의 유기 EL 소자를 제작했다. 이와 같은 유기 EL 소자의 제작은 상술한 실시예의 제조 수순에서, 중간층(a)의 형성 수순을 생략한 것 이외에는, 실시예와 마찬가지로 수순으로 유기 EL 소자를 제작했다.
- [0111] 이상에 의해 제작한 비교예의 유기 EL 소자의 발광 스펙트럼을 도 8에 도시한다. 이 도면에 도시하는 바와 같이, 비교예의 유기 EL 소자로부터는 청, 녹, 적 각각의 발광 성분이 얻어지는 것이 확인되었다. 전류 밀도 25 mA/cm²이고, 휘도 1311cd/m², CIE 색도(0.392, 0.390)이었다.
- [0112] 그러나, 도 5, 도 7의 발광 스펙트럼(실시예 1, 2)과 도 8의 발광 스펙트럼(비교예)을 비교하면, 실시예의 중간층을 설치한 유기 EL 소자가, 청색 발광 성분이 크고 백색 발광으로서 밸런스가 잡힌 발광이 얻어지는 것이 확인되었다.

산업상 이용 가능성

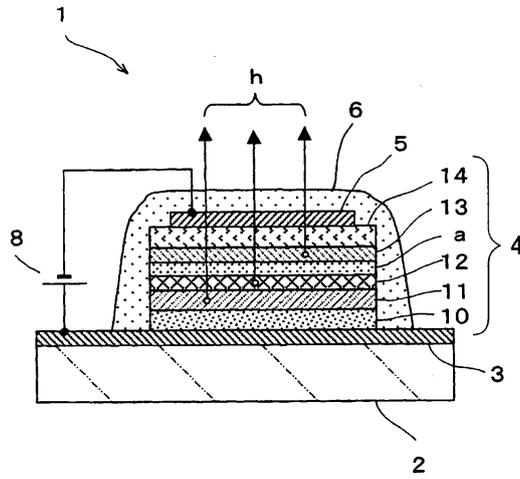
- [0113] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 유기 EL 소자에 의하면, 다른 파장 영역의 광을 밸런스 좋게 고효율로 발광시키는 것이 가능해진다. 따라서, 청, 녹, 적의 각 발광색의 발광층을 적층시킴으로써, 발광 강도의 밸런스가 양호하여 발광 효율이 양호한 백색 발광을 얻는 것이 가능해진다. 또, 이 유기 EL 소자와 컬러 필터를 조합한 표시장치에 의하면, 각 발광색의 광을 밸런스 좋게 취출할 수 있어, 색 재현성이 우수한 표시가 가능해진다. 패널을 구성하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

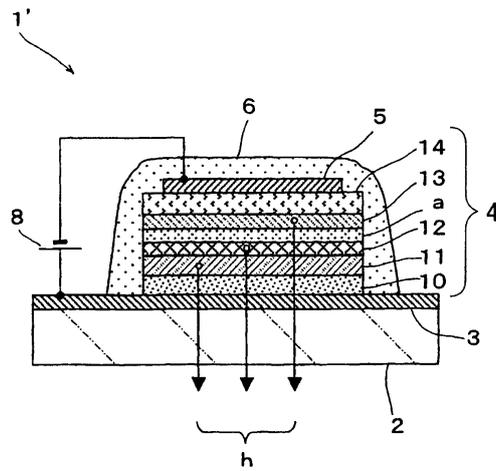
- [0015] 도 1 은 실시 형태의 유기 EL 소자의 구성을 도시하는 단면도,
- [0016] 도 2는 실시 형태의 유기 EL 소자의 다른 구성(실시예 1)을 도시하는 단면도,
- [0017] 도 3은 실시 형태의 유기 EL 소자에서의 에너지 레벨을 도시하는 모식도(模式圖),
- [0018] 도 4는 실시 형태의 유기 EL 소자의 또 다른 구성(실시예 2)을 도시하는 단면도,
- [0019] 도 5는 실시예 1에서 제작한 유기 EL 소자의 발광 스펙트럼도,
- [0020] 도 6은 실시예 2에서의 유기막의 에너지 레벨을 도시하는 모식도,
- [0021] 도 7은 실시예 2에서 제작한 유기 EL 소자의 발광 스펙트럼도,
- [0022] 도 8은 비교예에서 제작한 유기 EL 소자의 발광 스펙트럼도.

도면

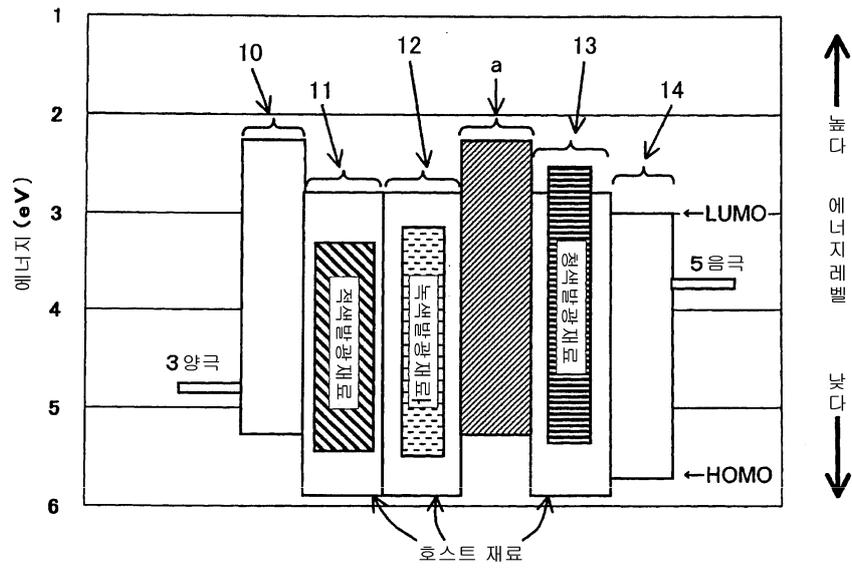
도면1



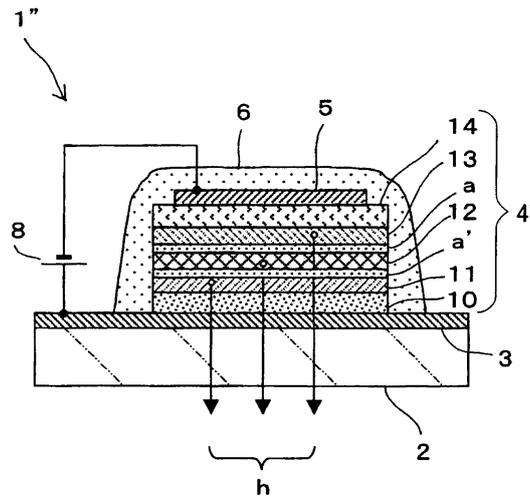
도면2



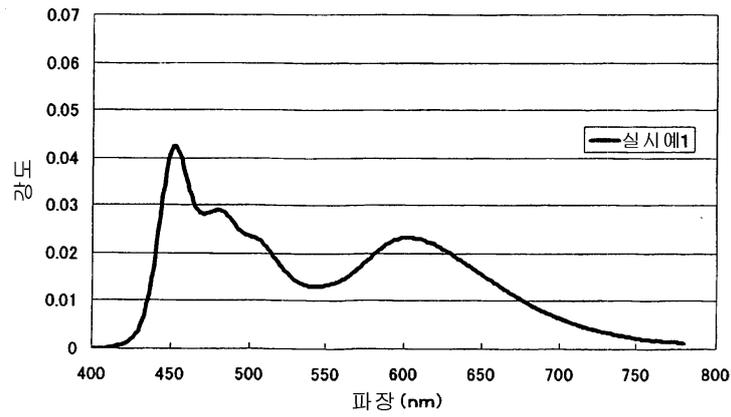
도면3



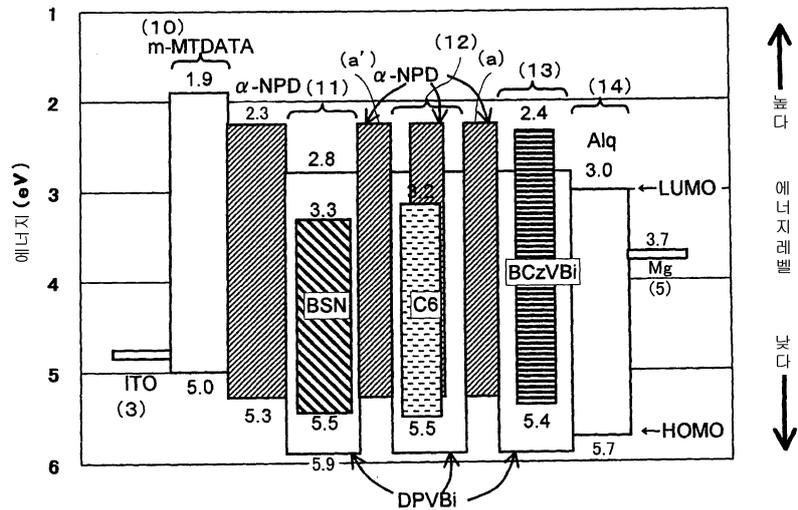
도면4



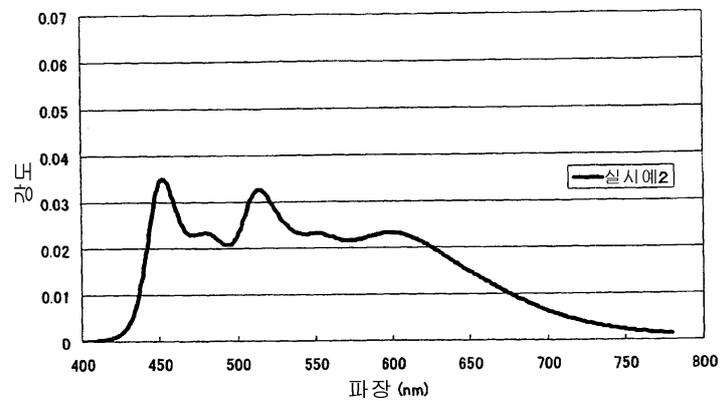
도면5



도면6



도면7



도면8

