



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월23일
(11) 등록번호 10-1596676
(24) 등록일자 2016년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07D 241/42 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-7019690
(22) 출원일자(국제) 2008년02월08일
심사청구일자 2012년12월31일
(85) 번역문제출일자 2009년09월21일
(65) 공개번호 10-2009-0125115
(43) 공개일자 2009년12월03일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2008/052593
(87) 국제공개번호 WO 2008/102713
국제공개일자 2008년08월28일
(30) 우선권주장
JP-P-2007-040379 2007년02월21일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP07026255 A*
JP2006279014 A*
KR1020060044590 A*
KR1020060044591 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시카기이사 한도오마이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
스즈키 쓰네히코
일본 2430036 가나가와 아쓰기시 하세 398 가부시
카기이사 한도오마이 에네루기 켄큐쇼
세오 사토시
일본 2430036 가나가와 아쓰기시 하세 398 가부시
카기이사 한도오마이 에네루기 켄큐쇼
가와카미 사치코
일본 2430036 가나가와 아쓰기시 하세 398 가부시
카기이사 한도오마이 에네루기 켄큐쇼
(74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 15 항

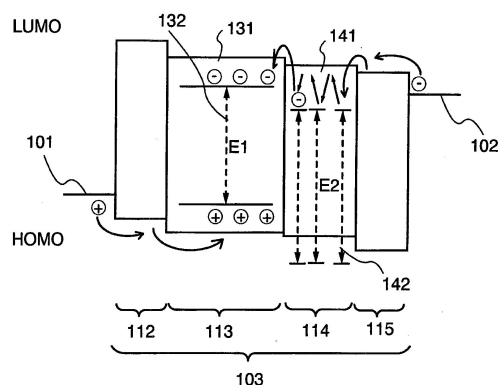
심사관 : 김현숙

(54) 발명의 명칭 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기 및 휘독살린 유도체

(57) 요약

본 발명은 수명이 긴 발광 소자, 및 수명이 긴 발광 장치와 전자 기기를 제공한다. 발광 소자는 제1 전극과 제2 전극의 사이에 제1 층과, 발광 물질을 포함하는 제2 층을 포함한다. 제1 층은 제1 유기 화합물과 제2 유기 화합물을 포함하고, 제1 층은 제2 층과 제2 전극의 사이에 형성되고, 제1 층은 제2 유기 화합물보다도 제1 유기 화합물을 많이 포함하고, 제1 유기 화합물은 전자수송성의 유기 화합물이고, 제2 유기 화합물은 전자 트랩성의 유기 화합물이고, 제2 유기 화합물의 에너지 갭은 발광 물질의 에너지 갭보다도 크고, 제1 전극의 전위가 제2 전극의 전위보다도 높아지도록 전압을 인가함으로써 발광층이 발광한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

발광 소자에 있어서,
 제1 전극과 제2 전극의 사이에 제1 층과 제2 층을 포함하고,
 상기 제1 층이 제1 유기 화합물과 제2 유기 화합물을 포함하며,
 상기 제1 층이 상기 제2 층과 상기 제2 전극의 사이에 형성되고,
 상기 제1 층이 상기 제2 유기 화합물보다 상기 제1 유기 화합물을 더 많은 중량비로 포함하며,
 상기 제1 유기 화합물이 전자 수송성을 갖고,
 상기 제2 유기 화합물이 전자 트랩성(electron-trapping property)을 가지며,
 상기 제2 층이 발광 물질을 포함하며,
 상기 제2 유기 화합물의 에너지 갭이 상기 발광 물질의 에너지 갭보다 크고,
 상기 제2 유기 화합물의 발광 피크 파장은 350nm 이상 450nm 이하이고, 상기 제2 유기 화합물이 2,3-디페닐퀴논 살린 유도체이고,
 상기 제1 전극의 전위가 상기 제2 전극의 전위보다 높아짐으로써 상기 발광 소자로부터 발광을 획득하는, 발광 소자.

청구항 2

발광 소자에 있어서,
 제1 전극과 제2 전극의 사이에 제1 층과 제2 층을 포함하고,
 상기 제1 층이 제1 유기 화합물과 제2 유기 화합물을 포함하며,
 상기 제1 층이 상기 제2 층과 상기 제2 전극의 사이에 형성되고,
 상기 제1 층이 상기 제2 유기 화합물보다 상기 제1 유기 화합물을 더 많은 중량비로 포함하며,
 상기 제1 유기 화합물이 전자 수송성을 갖고,
 상기 제2 유기 화합물의 최저준위 비점유 분자 오비탈이 상기 제1 유기 화합물의 최저준위 비점유 분자 오비탈보다 0.3eV 이상 낮으며,
 상기 제2 층이 발광 물질을 포함하며,
 상기 제2 유기 화합물의 에너지 갭이 상기 발광 물질의 에너지 갭보다 크고,
 상기 제2 유기 화합물의 발광 피크 파장은 350nm 이상 450nm 이하이고, 상기 제2 유기 화합물이 2,3-디페닐퀴논 살린 유도체이고,
 상기 제1 전극의 전위가 상기 제2 전극의 전위보다 높아짐으로써 상기 발광 소자로부터 발광을 획득하는, 발광 소자.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제2 유기 화합물의 에너지 갭이 3.0eV 이상인, 발광 소자.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제2 층이 전자 수송성을 갖는, 발광 소자.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제2 층이 상기 발광 물질과 제3 유기 화합물을 포함하고,

상기 제3 유기 화합물이 상기 발광 물질보다 더 많은 중량비로 포함되어 있고,

상기 제3 유기 화합물이 전자 수송성을 갖는, 발광 소자.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제3 유기 화합물이 안트라센 유도체인, 발광 소자.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 층과 상기 제2 층이 서로 접촉하도록 형성되어 있는, 발광 소자.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 층의 두께가 5nm 이상 20nm 이하인, 발광 소자.

청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 유기 화합물이 금속 착체인, 발광 소자.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

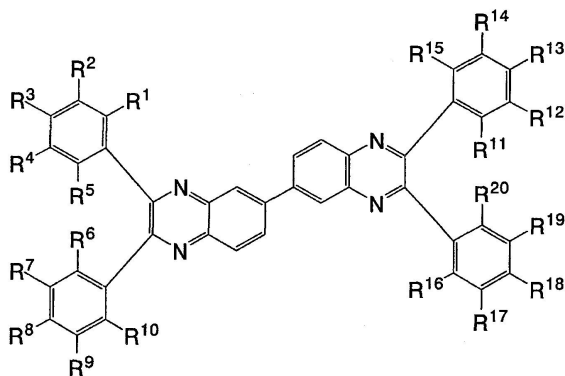
청구항 14

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제2 유기 화합물이 2,3,2',3'-테트라페닐-6,6'-비퀴녹살린 유도체인, 발광 소자.

청구항 15

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제2 유기 화합물이 화학식 1로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체인, 발광 소자.

화학식 1



상기 화학식 1에서,

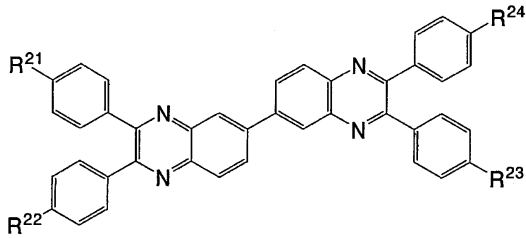
R^1 내지 R^{20} 중의 적어도 하나는 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나이고,

나머지는 수소이다.

청구항 16

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제2 유기 화합물이 화학식 2로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체인, 발광 소자.

화학식 2



상기 화학식 2에서,

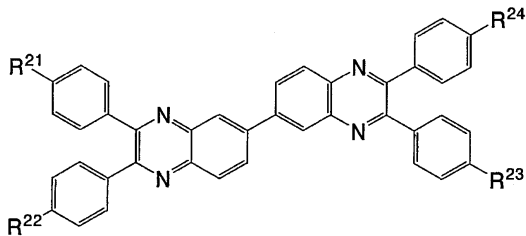
R^{21} 내지 R^{24} 중의 적어도 하나는 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나이고,

나머지는 수소이다.

청구항 17

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제2 유기 화합물이 화학식 2로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체인, 발광 소자.

화학식 2



상기 화학식 2에서,

R^{21} 내지 R^{24} 는 각각 독립적으로 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나이다.

청구항 18

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 전극이 애노드이고, 상기 제2 전극이 캐소드인, 발광 소자.

청구항 19

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 발광 소자가 텔레비전 장치, 컴퓨터, 휴대 전화, 카메라, 백라이트, 테이블 램프 및 실내 조명 장치로 이루어진 그룹으로부터 선택된 것에 도입되는, 발광 소자.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전류 여기형 발광 소자에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기 발광 소자를 갖는 발광 장치 및 전자 기기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 전계 발광(Electroluminescence)을 이용한 발광 소자의 연구 개발이 활발히 실시되고 있다. 이러한 발광 소자의 기본적인 구조에 있어서, 한쌍의 전극 사이에 발광성을 갖는 물질을 포함하는 층이 개재되어 있다. 이 소자에 전압을 인가함으로써 발광성을 갖는 물질로부터 발광을 획득할 수 있다.

[0003] 이러한 발광 소자는 자발광형(self-light-emitting type)이기 때문에, 액정 디스플레이에 비해 화소의 시인성(visibility)이 높고, 백라이트가 불필요하다는 등의 이점이 있어, 플랫 패널 디스플레이 소자로서 매우 적합한 것으로 생각되고 있다. 또한, 이러한 발광 소자는, 박형 경량으로 제작할 수 있고 응답 속도가 매우 빠르다는 것도 또다른 이점이다.

[0004] 이러한 발광 소자는 막상으로 형성하는 것이 가능하기 때문에, 대면적 소자를 형성함으로써 면상의 발광을 용이하게 획득할 수 있다. 이것은, 백열 전구나 LED로 대표되는 점광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원에서는 획득하기 어려운 특색이다. 따라서, 상기 발광 소자는 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서 이용가치도 높다.

[0005] 전계 발광을 이용한 발광 소자는, 발광성을 갖는 물질이 유기 화합물 또는 무기 화합물인지에 따라 크게 분류할 수 있다.

[0006] 발광성을 갖는 물질로서 유기 화합물이 사용되는 경우, 발광 소자에 전압을 인가함으로써, 한쌍의 전극으로부터 전자 및 정공이 발광성의 유기 화합물을 포함하는 층에 주입되어 전류가 흐른다. 전자 및 정공(즉, 캐리어들)이 재결합함으로써, 발광성의 유기 화합물이 여기 상태를 형성한다. 발광성 유기 화합물은 여기 상태에서 기저 상태로 돌아갈 때에 발광한다. 이러한 메카니즘으로부터, 이러한 발광 소자는 전류 여기형 발광 소자로 불린다.

[0007] 유기 화합물이 형성하는 여기 상태의 종류로서는, 단일항 여기 상태와 삼중항 여기 상태가 가능하고, 단일항 여기 상태로부터의 발광이 형광으로 불리고, 삼중항 여기 상태로부터의 발광이 인광으로 불리고 있다.

[0008] 이러한 발광 소자의 소자 특성을 향상시키는데 있어서, 재료에 의존하는 문제가 많아, 이들 문제를 극복하기 위해서 소자 구조의 개량이나 재료 개발 등을 실시하고 있다.

[0009] 예를 들면, 참조문헌 1에서는, 정공 차단층을 발광 소자에 형성함으로써, 인광 재료를 사용한 발광 소자를 효율적으로 발광시키고 있다. 그러나, 참조문헌 1에 기재되어 있는 바와 같은 정공 차단층은 내구성이 없고, 발광 소자의 수명은 짧다[참조: 참조문헌 1: Tetsuo Tsutsui and eight others, Japanese Journal of Applied Physics, vol. 38, L1502-L1504 (1999)]. 따라서, 수명이 긴 발광 소자가 요구되고 있다.

발명의 상세한 설명

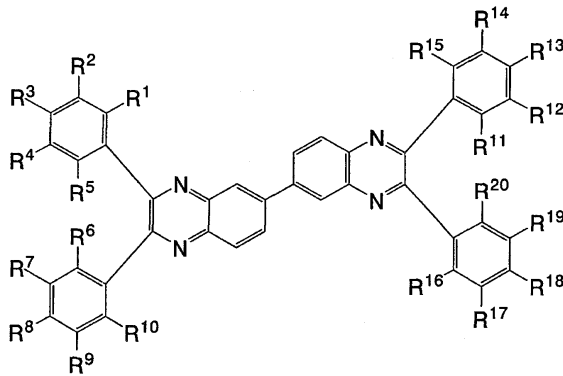
[0010] 발명의 개시

- [0011] 본 발명은 상기 문제에 비추어 이루어졌다. 본 발명의 목적은, 수명이 긴 발광 소자를 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 수명이 긴 발광 장치 및 전자 기기를 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명자들은 예의 검토를 거듭한 결과, 전자 수송층에 전자 트랩성(electron-trapping property)을 갖는 물질을 첨가하여 전자의 이동을 제어함으로써, 캐리어 밸런스의 경시 변화를 억제할 수 있음을 밝혀냈다. 추가로, 본 발명자들은, 그것에 의해, 수명이 긴 발광 소자를 획득할 수 있음을 밝혀냈다. 추가로, 본 발명자들은 전자 트랩성을 갖는 물질의 에너지 갭을 발광 물질의 에너지 갭보다 크게 함으로써, 전자 트랩성을 갖는 물질로부터의 발광을 방지하고 색 순도가 우수한 발광 소자를 획득할 수 있음을 밝혀냈다.
- [0013] 따라서, 본 발명의 양태는, 제1 전극과 제2 전극의 사이에, 제1 층과 발광 물질을 포함한 제2 층을 포함하는 발광 소자이다. 상기 제1 층은 제1 유기 화합물과 제2 유기 화합물을 포함하고, 상기 제2 층과 상기 제2 전극의 사이에 형성되어 있다. 제1 층에는, 상기 제2 유기 화합물보다 제1 유기 화합물이 많이 포함되어 있고, 상기 제1 유기 화합물은 전자 수송성을 갖는 유기 화합물이고, 상기 제2 유기 화합물은 전자 트랩성의 유기 화합물이다. 상기 제2 유기 화합물의 에너지 갭은 상기 발광 물질의 에너지 갭보다 크다. 상기 제1 전극의 전위가 상기 제2 전극의 전위보다 높아지도록 전압을 인가하는 경우, 상기 발광층으로부터의 발광을 획득할 수 있다.
- [0014] 또한, 전자 트랩성을 나타내는 구체적인 수치는 0.3eV 이상의 트랩 깊이인 것이 바람직하다. 따라서, 본 발명의 양태는, 제1 전극과 제2 전극의 사이에, 제1 층과 발광 물질을 포함한 제2 층을 포함하는 발광 소자이다. 상기 제1 층은 제1 유기 화합물과 제2 유기 화합물을 포함하고, 상기 제2 층과 상기 제2 전극의 사이에 형성되어 있다. 상기 제1 층에는 전자 수송성을 갖는 유기 화합물인 제1 유기 화합물이 상기 제2 유기 화합물보다 많이 포함되어 있다. 상기 제2 유기 화합물의 최저준위 비점유 분자 오비탈(LUMO 준위)은, 상기 제1 유기 화합물의 최저준위 비점유 분자 오비탈(LUMO 준위)보다 0.3eV 이상 낮고, 상기 제2 유기 화합물의 에너지 갭은 상기 발광 물질의 에너지 갭보다 크다. 상기 제1 전극의 전위가 상기 제2 전극의 전위보다 높아지도록 전압을 인가하는 경우, 상기 발광층으로부터의 발광을 획득할 수 있다.
- [0015] 추가로, 청색 내지 적색의 가시광을 발광하는 발광 소자는 디스플레이 장치 등의 다양한 분야에 유용하다. 상기 제2 유기 화합물이 가시광보다 큰 에너지 갭을 갖기 때문에, 상기 제2 유기 화합물로부터의 발광을 방지하여 색 순도가 우수한 발광 소자를 획득할 수 있다. 따라서, 상술한 발광 소자에서, 상기 제2 유기 화합물의 에너지 갭은 3.0eV 이상인 것이 바람직하다. 또한, 상기 제2 유기 화합물의 발광이 자외 내지 보라색의 영역에 존재하는 경우, 상기 제2 유기 화합물이 여기되었을 경우에도 상기 발광 물질에 에너지가 이동할 수 있고, 따라서 색 순도가 우수한 발광 소자를 획득할 수 있다. 따라서, 상술한 발광 소자에서, 상기 제2 유기 화합물의 발광 피크 파장은 350nm 내지 450nm 범위인 것이 바람직하다. 따라서, 보다 더 바람직하게는, 상기 제2 유기 화합물의 에너지 갭이 3.0eV 이상이고, 발광 피크 파장이 350nm 내지 450nm 범위이다.
- [0016] 상술한 발광 소자에서, 상기 제2 층이 전자 수송성을 갖는 경우, 특히 장기 수명화의 효과가 현저하다. 따라서, 본 발명의 양태에 따라서, 상기 발광 소자에서, 상기 제2 층은 전자 수송성을 갖고, 보다 바람직하게는, 상기 제2 층은 발광 물질과 제3 유기 화합물을 포함하고, 상기 제3 유기 화합물은 상기 발광 물질보다 많이 포함되어 있으며, 상기 제3 유기 화합물은 전자 수송성을 갖는다. 또한, 이 때, 구동 전압의 상승을 방지하기 위해서, 상기 제3 유기 화합물은 전자 수송성 뿐만 아니라 정공 수용 능력을 갖는 것이 바람직하다. 이러한 관점에서부터, 상기 제3 유기 화합물은 안트라센 유도체인 것이 바람직하다.
- [0017] 또한, 색 순도가 우수한 효과는 상기 제1 층과 상기 제2 층이 서로 접촉하는 경우에 현저하다. 따라서, 본 발명의 양태에 따라서, 상기 발광 소자에서, 상기 제1 층과 상기 발광층은 서로 접하도록 배열되어 있다.
- [0018] 추가로, 상기 제1 층은 전자 트랩성을 갖고 있기 때문에, 막 두께가 너무 두꺼우면 구동 전압이 상승하고, 너무 얇으면 본 발명의 효과가 미약하게 된다. 따라서, 상기 발광 소자에서, 상기 제1 층의 막 두께는 5nm 내지 20nm인 것이 바람직하다.
- [0019] 상기 제1 유기 화합물은 전자 수송성을 갖지만, 전기적 안정성과 적당한 전자 수송성으로부터, 상기 제1 유기 화합물은 금속 착체인 것이 바람직하다.
- [0020] 또한, 상술한 상기 제2 유기 화합물의 조건을 충족시키는 물질로서는 특히 퀴녹살린 유도체가 바람직한 것으로 본 발명자들은 밝혀냈다. 따라서, 본 발명의 양태에 따라서, 상기 발광 소자에서, 상기 제2 유기 화합물은 퀴녹살린 유도체이다. 퀴녹살린 유도체로서는, 화학적 안정성을 고려하면, 2,3-디페닐퀴녹살린 유도체가 바람직하다. 추가로, 2,3-디페닐퀴녹살린 유도체 중에서도, 분자량이 비교적 높고 내열성이 높은, 2,3,2',3'-테트라페닐-6,6'-비퀴녹살린 유도체가 특히 바람직하다.

[0021]

2,3,2',3'-테트라페닐-6,6'-비퀴녹살린 유도체로서는, 페닐 그룹이 전자 흡인 그룹(플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹, 아실옥시 그룹 등)으로 치환되어 있는 2,3,2',3'-테트라페닐-6,6'-비퀴녹살린 유도체가 비교적 높은 전자 트랩성 및 분자량을 갖는 것을 본 발명자들은 밝혀냈다. 따라서, 본 발명의 양태에 따라서, 상기 발광 소자에서, 상기 제2 유기 화합물은 화학식 1로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체이다. 또한, 화학식 1로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체는 본 발명자들이 개발한 신규한 물질이며, 본 발명에 포함된다.

화학식 1



[0022]

[0023]

상기 화학식 1에서,

[0024]

R¹ 내지 R²⁰ 중의 하나 이상은 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나이고,

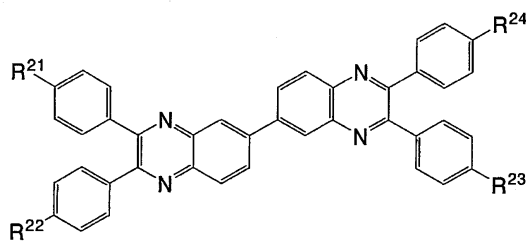
[0025]

나머지는 수소이다.

[0026]

특히, 화학식 1로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체 중에서도 다음 화학식 2로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체가 바람직하다. 따라서, 본 발명의 양태에 따라서, 상기 발광 소자에서, 상기 제2 유기 화합물은 화학식 2로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체이다. 화학식 2로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체는 본 발명자들이 개발한 신규한 물질이며, 본 발명에 포함된다.

화학식 2



[0027]

[0028]

상기 화학식 2에서,

[0029]

R²¹ 내지 R²⁴ 중의 하나 이상은 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나이고,

[0030]

나머지는 수소이다.

[0031]

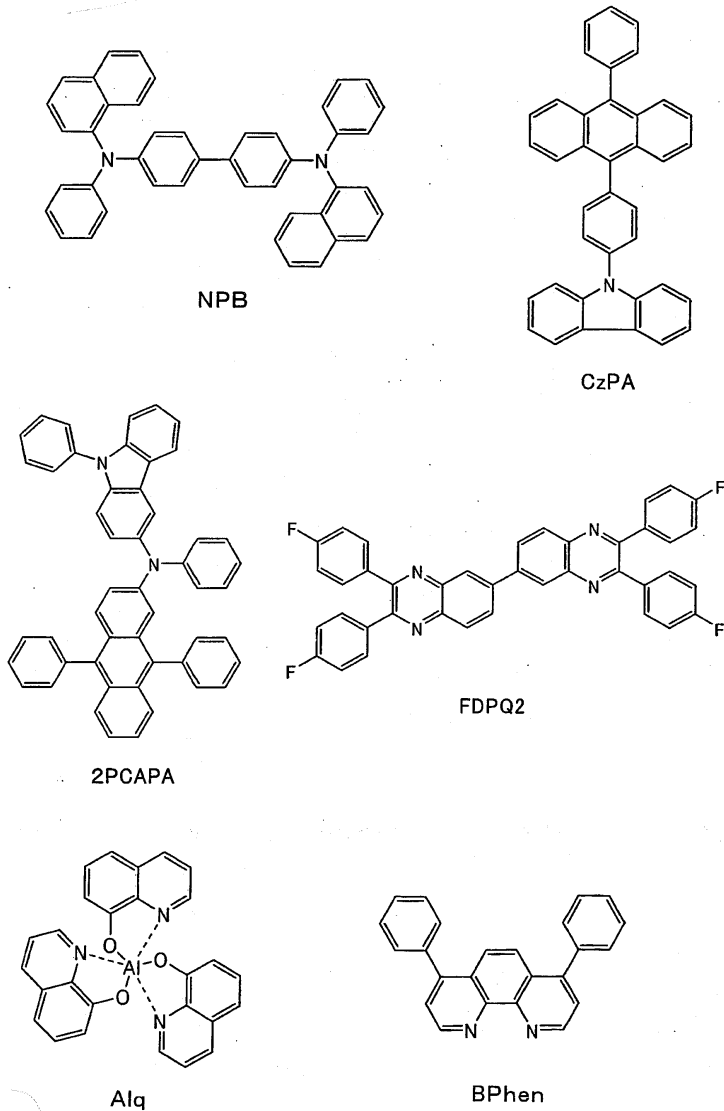
상기 화학식 2에서, R²¹ 내지 R²⁴가 모두 치환되어 있는 경우가, 전자 트랩성이 높기 때문에 바람직하다. 즉, R²¹ 내지 R²⁴가 독립적으로 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나인 것이 바람직하다. 추가로, R²¹ 내지 R²⁴가 독립적으로 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나이고, R²¹ 내지 R²⁴가 동일

한 치환기인 경우가 바람직하다.

- [0032] 상술한 발광 소자는 다양한 발광 장치에 적용할 수 있다. 따라서, 상술한 본 발명의 발광 소자와 상기 발광 소자의 발광을 제어하는 제어 수단을 갖는 발광 장치도 본 발명에 포함하는 것으로 한다. 본 명세서에서 "발광 장치"란, 화상 표시 장치, 발광 장치 및 광원(조명 장치 및 발광 장치를 포함함)을 포함한다. 또한, 발광 소자가 형성된 패널에 커넥터, 예를 들면, FPC(Flexible Printed Circuit), TAB(Tape Automated Bonding) 테이프 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, 이러한 TAB 테이프나 이들 TCP의 하나가 장착된 모듈의 끝에 프린트 배선판이 형성된 모듈, 및 발광 소자에서 COG(Chip On Glass) 방식에 의해 IC(집적회로)가 직접 실장된 모듈도 모두 "발광 장치"에 포함되는 것으로 한다.
- [0033] 또한, 본 발명의 발광 소자는, 시인성이 높고 장수명이기 때문에, 특히 전자 기기의 표시부로서 유용하다. 따라서, 본 발명은, 표시부를 갖고, 상기 표시부가, 상술한 본 발명의 발광 소자와 상기 발광 소자의 발광을 제어하는 제어 수단을 포함하는 전자 기기를 포함한다.
- [0034] 본 발명의 발광 소자는, 전자의 이동을 제어하는 층을 포함하고 캐리어 밸런스의 경시 변화를 억제할 수 있다. 따라서, 장기 수명을 갖는 발광 소자를 얻을 수 있다.
- [0035] 본 발명의 발광 소자를 발광 장치에 적용함으로써, 상기 발광 장치는 장기 수명을 가질 수 있다. 추가로, 본 발명의 발광 소자를 전자 기기의 표시부에 적용함으로써, 상기 전자 기기의 표시부가 장기 수명을 가질 수 있다.

실시예

- [0238] [실시예 1]
- [0239] 본 실시예 1에서는, 본 발명의 발광 소자에 대해서, 도 12를 참조하여 설명한다. 본 실시예에 사용한 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.



[0240]

[0241]

(발광 소자 1)

[0242]

우선, 유리 기판(1100) 위에, 산화규소를 포함하는 인듐 주석 산화물을 스퍼터링법에 의해 성막하여 제1 전극(1101)을 형성했다. 제1 전극(1101)의 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 했다.

[0243]

다음에, 제1 전극(1101)이 형성된 면을 하부가 되도록 하는 방식으로, 제1 전극이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고, 약 10⁻⁴Pa 정도까지 감압하였다. 이어서, 제1 전극(1101) 위에, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB)과 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써, 유기 화합물과 무기 화합물의 복합 재료를 포함하는 층(1111)을 형성했다. 층(1111)의 두께는 50nm로 하고, NPB 대 산화몰리브덴(VI)의 중량비가 4:1(NPB:산화몰리브덴)로 되도록 조절했다. 공증착법이란, 하나의 처리실내에서 복수의 증발 원으로부터 동시에 증착을 실시하는 증착법이다.

[0244]

다음에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해, NPB를 10nm의 두께가 되도록 증착시켜 정공 수송층(1112)을 형성했다.

[0245]

다음에, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성했다. 우선, 정공 수송층(1112) 위에, 9-[4-(10-페닐-9H-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA)과 N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA)을 공증착함으로써 발광층(1113)을 30nm의 두께로 형성했다. 여기서, CzPA 대 2PCAPA의 중량비가

1:0.05(=CzPA:2PCAPA)로 되도록 증착 속도를 조절했다.

- [0246] 추가로, 발광층(1113) 위에, 트리스(8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(III)(약칭: Alq)와 전자 트랩성의 제2 유기 화합물인 2,3,2',3'-테트라키스(4-플루오로페닐)-6,6'-비퀴놀살린(약칭: FDPQ2)를 공증착함으로써 전자의 이동을 제어하는 층(1114)을 10nm의 두께로 형성했다. 여기서, Alq 대 FDPQ2의 중량비가 1:0.005(=Alq: FDPQ2)로 되도록 증착 속도를 조절했다.
- [0247] 그 후, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해, 전자의 이동을 제어하는 층(1114) 위에 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 30nm의 막 두께가 되도록 증착시켜 전자 수송층(1115)을 형성했다.
- [0248] 이어서, 전자 수송층(1115) 위에, 불화리튬(LiF)을 1nm의 두께가 되도록 성막함으로써 전자 주입층(1116)을 형성했다.
- [0249] 마지막으로, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 성막함으로써 제2 전극(1102)을 형성했다. 따라서, 본 발명의 발광 소자 1을 제작했다.
- [0250] 이와 같이 수득한 본 발명의 발광 소자 1을, 질소 분위기의 글로브 박스내에 넣어 발광 소자가 대기에 노출되지 않게 밀봉하였다. 이어서, 이 발광 소자 1의 동작 특성을 측정했다. 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 실시했다.
- [0251] 발광 소자 1의 전류 밀도-휘도 특성을 도 13에 도시한다. 발광 소자 1의 전압-휘도 특성을 도 14에 도시한다. 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 특성을 도 15에 도시한다. 발광 소자 1의 1mA의 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 16에 도시한다. 발광 소자 1의 발광색은 휘도 2910 cd/m² 때의 CIE 색도 좌표가 (x=0.29, y=0.60)에 존재하였고, 2PCAPA에서 유래하는 녹색의 발광을 나타냈다. 또한, 휘도 2910 cd/m² 때의 발광 소자 1의 전류 효율은 11.1 cd/A이며, 구동 전압은 5.8V였다.
- [0252] 발광 소자 1에 관해, 초기 휘도를 5000 cd/m²로서 설정한 정전류 구동에 의한 연속 점등 시험을 실시한 결과로도 도 17에 나타낸다(세로 축은 5000 cd/m²를 100%로 했을 때의 상대 휘도이다). 도 17의 결과로부터, 발광 소자 1은 160시간 후에도 초기 휘도의 93%의 휘도를 유지하고 있고, 장수명을 갖는 것으로 증명되었다.
- [0253] (비교예 1)
- [0254] 이어서, 비교를 위해, 상술한 발광 소자 1의 전자의 이동을 제어하는 층(1114)을 제공하지 않은 비교 발광 소자 2를 제작했다. 비교 발광 소자 2에 대해 도 18을 사용하여 설명한다.
- [0255] 우선, 유리 기판(2100) 위에, 산화규소를 포함하는 인듐 주석 산화물을 스퍼터링법으로 성막하여 제1 전극(2101)을 형성했다. 제1 전극(2101)의 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 했다.
- [0256] 다음에, 제1 전극이 형성된 면을 하부가 되도록 하는 방식으로, 제1 전극이 형성된 기판을 진공 증착 장치내에 설치된 기판 홀더에 고정한다 다음, 약 10⁻⁴Pa 정도까지 감압하였다. 이어서, 제1 전극 위에 NPB와 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써 유기 화합물과 무기 화합물의 복합 재료를 포함하는 층(2111)을 형성했다. 복합 재료를 포함하는 층의 두께는 50nm로 설정하고, NPB 대 산화몰리브덴의 중량비가 4:1(NPB:산화몰리브덴)로 되도록 조절했다. 공증착법이란, 하나의 처리실내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 실시하는 증착법이다.
- [0257] 다음에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해, NPB를 10nm의 두께가 되도록 증착시켜 정공 수송층(2112)을 형성했다.
- [0258] 다음에, 정공 수송층(2112) 위에 발광층(2113)을 형성했다. 정공 수송층(2112) 위에, 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA)와 N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA)를 공증착함으로써 발광층(2113)을 40nm의 두께로 형성했다. 여기서, CzPA 대 2PCAPA의 중량비가 1:0.05(=CzPA:2PCAPA)로 되도록 증착 속도를 조절했다.
- [0259] 그 후, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해, 발광층(2113) 위에 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 30nm의 두께가 되도록 증착시켜 전자 수송층(2115)을 형성했다.
- [0260] 이어서, 전자 수송층(2115) 위에, 불화리튬(LiF)을 1nm의 막 두께가 되도록 성막함으로써 전자 주입층(2116)을

형성했다.

[0261] 마지막으로, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 성막함으로써 제2 전극(2102)을 형성하였다. 따라서, 비교 발광 소자 2를 제작했다.

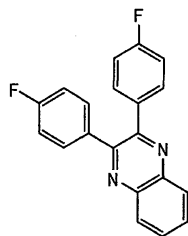
[0262] 이와 같이 수득한 비교 발광 소자 2를, 질소 분위기의 글로브 박스내에 넣어 발광 소자가 대기에 노출되지 않게 밀봉하였다. 이어서, 이러한 발광 소자 2의 동작 특성을 측정했다. 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 실시하였다.

[0263] 비교 발광 소자 2의 발광색은 휘도 3440 cd/m² 때의 CIE 색도 좌표가 (x=0.29, y=0.62)에 존재하였고, 발광 소자 1과 유사하게 2PCAPA에서 유래하는 녹색의 발광을 나타냈다. 1mA의 전류를 흘렸을 때의 비교 발광 소자 2의 발광 스펙트럼을, 본 발명의 발광 소자 1의 결과에 추가하여 도 16에 도시한다. 색도 좌표 및 도 16의 발광 스펙트럼으로부터, 본 발명의 발광 소자 1은 비교 발광 소자 2와 거의 동일한 발광색을 나타내며, FDPQ2에 의한 혼합색은 없는 것으로 증명되었다. 따라서, 본 발명을 적용함으로써 색 순도가 우수한 발광 소자를 수득할 수 있다.

[0264] 또한, 비교 발광 소자 2에 관해, 초기 휘도를 5000 cd/m²로서 설정한 정전류 구동에 의한 연속 점등 시험을 실시하였다. 그 결과를 본 발명의 발광 소자 1의 결과와 함께 도 17에 도시한다(세로 축은 5000 cd/m²를 100%로 했을 때의 상대 휘도이다). 도 17의 결과로부터, 비교 발광 소자 2는, 120시간 후에는 초기 휘도의 72%까지 휘도가 저하되어 비교 발광 소자 2의 수명은 발광 소자 1보다 수명이 짧았다. 따라서, 본 발명을 적용함으로써 장수명의 발광 소자를 수득할 수 있다.

[0265] [실시예 2]

[0266] 본 실시예 2에서는, 본 발명의 발광 소자에 대해 도 12를 사용하여 구체적으로 설명한다. 실시예 2에 사용하는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다. 실시예 1에 기재된 유기 화합물에 대해서는 생략한다.



FDPQ

[0267]

[0268] (발광 소자 3)

[0269] 우선, 유리 기판(1100) 위에, 산화규소를 포함한 인듐 주석 산화물을 스퍼터링법으로 성막하여 제1 전극을 형성했다. 제1 전극(1101)의 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 했다.

[0270] 다음에, 제1 전극이 형성된 면을 하부가 되도록 하는 방식으로, 제1 전극이 형성된 기판을 진공 증착 장치내에 설치된 기판 홀더에 고정하고 다음, 약 10⁻⁴Pa 정도까지 감압하였다. 이어서, 제1 전극(1101) 위에, NPB와 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써 유기 화합물과 무기 화합물의 복합 재료를 포함하는 층(1111)을 형성했다. 복합 재료를 포함하는 층의 두께는 50nm로 설정하고, NPB 대 산화몰리브덴(VI)의 중량비가 4:1(NPB:산화몰리브덴)로 되도록 조절했다. 공증착법이란, 하나의 처리실내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 실시하는 증착법이다.

[0271] 다음에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해, NPB를 10nm의 두께가 되도록 증착시켜 정공 수송층(1112)을 형성했다.

[0272] 다음에, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성했다. 정공 수송층(1112) 위에 CzPA와 2PCAPA를 공증착함으로써, 발광층(1113)을 30nm의 두께로 형성했다. 여기서, CzPA 대 2PCAPA의 중량비가 1:0.05(=CzPA:2PCAPA)

로 되도록 증착 속도를 조절했다.

[0273] 추가로, 발광층(1113) 위에, Alq와 전자 트랩성의 제2 유기 화합물인 2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살린(약칭: FDPQ)를 공증착함으로써 전자의 이동을 제어하는 층(1114)을 10nm의 두께로 형성했다. 여기서, Alq 대 FDPQ의 증량비가 1:0.05(=Alq:FDPQ)로 되도록 증착 속도를 조절했다.

[0274] 그 후, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해, 전자의 이동을 제어하는 층(1114) 위에 BPhen를 30nm의 두께가 되도록 증착시켜 전자 수송층(1115)을 형성했다.

[0275] 이어서, 전자 수송층(1115) 위에, 불화리튬(LiF)을 1nm의 두께가 되도록 성막함으로써 전자 주입층(1116)을 형성했다.

[0276] 마지막으로, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해, 알루미늄을 200nm의 두께가 되도록 성막함으로써 제2 전극(1102)을 형성했다. 따라서, 본 발명의 발광 소자 3을 제작했다.

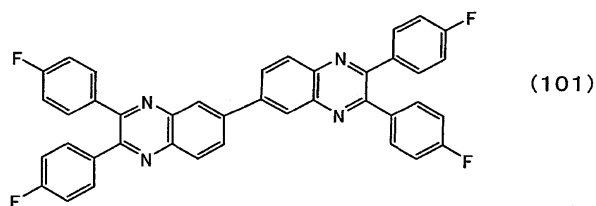
[0277] 이상에 의해 수득한 본 발명의 발광 소자 3을 질소 분위기의 글로브 박스내에 넣어 발광 소자가 대기에 노출되지 않게 밀봉하였다. 이어서, 이러한 발광 소자 3의 동작 특성을 측정했다. 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 실시했다.

[0278] 발광 소자 3의 전류 밀도-휘도 특성을 도 19에 도시한다. 발광 소자 3의 전압-휘도 특성을 도 20에 도시한다. 발광 소자 3의 휘도-전류 효율 특성을 도 21에 나타낸다. 1mA의 전류를 흘렸을 때의 발광 소자 3의 발광 스펙트럼을 도 22에 도시한다. 발광 소자 3의 발광색은 휘도 3010 cd/m² 때의 CIE 색도 좌표가 (x=0.29, y=0.61)에 존재하였고, 실시예 1의 발광 소자 및 비교 발광 소자 2와 유사하게, 2PCAPA에서 유래하는 녹색의 발광을 나타냈다. 따라서, 발광 소자 1과 유사하게, 색 순도가 우수한 발광 소자가 수득된다. 또한, 휘도 3010 cd/m² 때의 발광 소자 3의 전류 효율은 12.9 cd/A이며, 구동 전압은 4.8V이었다.

[0279] 발광 소자 3에 관해, 초기 휘도를 5000 cd/m²로 설정한 정전류 구동에 의한 연속 점등 시험을 실시한 결과를 도 23에 도시한다(세로 축은 5000 cd/m²를 100%로 했을 때의 상대 휘도이다). 도 23의 결과로부터, 발광 소자 3은 160시간 후에도 초기 휘도의 92%의 휘도를 유지하고 있고, 발광 소자 1과 거의 유사한 장수명을 갖는 것으로 증명되었다. 따라서, 본 발명을 적용함으로써 장수명의 발광 소자를 수득할 수 있다.

[0280] [실시예 3]

[0281] 본 실시예 3에서는, 실시예 1에서 사용한 화학식 101로 나타내어지는 본 발명의 퀴녹살린 유도체인, 2,3,2',3'-테트라키스(4-플루오로페닐)-6,6'-비퀴녹살린(약칭: FDPQ2)의 합성예를 구체적으로 설명한다. FDPQ2는, 실시예 1에 있어서의 발광 소자 1에서 전자의 이동을 제어하는 층(1114)(도 12 참조)에서 전자 트랩성의 제2 유기 화합물로서 사용한 물질이다.

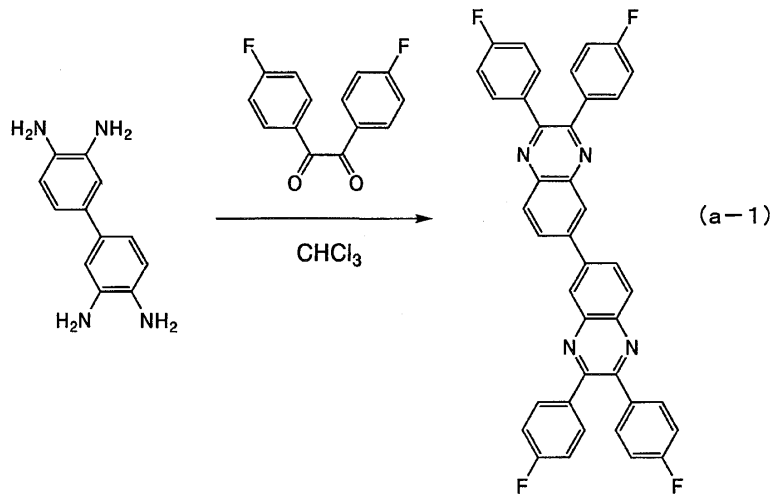


[0282]

[0283] <FDPQ2의 합성예>

[0284] 우선, 3,3'-디아미노벤지딘 2.2g(10mmol), 4,4'-디플루오로벤질 5.2g(20mmol) 및 클로로포름 100mL를 500mL 3구 플라스크에 넣었다. 이 용액을 80℃에서 약 12시간 환류시키고, 담황색 고체를 석출했다. 이 고체를 흡인 여과에 의해 회수했다. 한편, 여액을 물과 1.0mol/L 염산으로 세정한 후, 유기층을 포화 탄산수소나트륨 수용액으로 세정하고, 황산마그네슘에 의해 건조했다. 이 혼합물을 자연 여과하여 황산마그네슘을 제거하고, 여액을 농축하여 담황색 고체를 수득하였다. 이 고체와, 반응 직후에 회수한 담황색 고체를 합하고, 에탄올에 의해 재결정화하여, 목적물인 2,3,2',3'-테트라키스(4-플루오로페닐)-6,6'-비퀴녹살린(약칭: FDPQ2)의 담황색 분말

상 고체 6.0g을 수율 94%로 수득했다. 이후, 수득한 담황색 분말상 고체 2.4g을 트레인형 승화에 의해 정제했다. 승화 정제 조건은, 압력 7.8Pa, 아르곤 가스 유량 3.0mL/min 및 가열 온도 300℃이었다. 승화 정제 후, FDPQ2의 담황색 분말상 고체 2.2g을 수율 94%로 수득했다. FDPQ2의 합성 반응식은 아래에 제시되어 있다.



[0285]

[0286]

상기 합성법으로 수득한 담황색 분말상 고체의 $^1\text{H-NMR}$ (핵자기 공명 분광법) 분석 결과를 나타낸다. 도 24는 ^1H NMR 차트 다이어그램이다. 이것으로부터, 본 합성예에서, 상기 화학식 101로 나타내어지는 본 발명의 퀴녹살린 유도체, 2,3,2',3'-테트라키스(4-플루오로페닐)-6,6'-비퀴녹살린(약칭: FDPQ2)가 수득됨을 알았다.

[0287]

^1H NMR(CDCl_3 , 300MHz): $\delta=7.05\text{--}7.12(\text{m}, 8\text{H})$, $7.54(\text{d}, J=5.4\text{Hz}, 4\text{H})$, $7.57(\text{d}, J=5.4\text{Hz}, 4\text{H})$, $8.24(\text{dd}, J_1=1.8\text{Hz}, J_2=8.8\text{Hz}, 2\text{H})$, $8.30(\text{d}, J=8.3\text{Hz}, 2\text{H})$

[0288]

FDPQ2의 톨루엔 용액 중에서의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도 25에 도시한다. FDPQ2의 증착막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도 26에 도시한다. 도 25 및 도 26에서, 횡축은 파장(nm), 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 흡수 스펙트럼의 측정은 자외 가시 분광 광도계(제팬 스펙트로스코피 코퍼레이션(Japan Spectroscopy Corporation)사 제조의 V550형)를 사용하여 실온에서 측정했다. 또한, 발광 스펙트럼의 측정은 형광 광도계(하마마쓰 포토닉스 가부시카가이샤(Hamamatsu Photonics K.K)사 제조의 FS920)를 사용하여 실온에서 측정했다. 발광 스펙트럼을 측정할 때의 여기 파장은, 톨루엔 용액 중의 경우는 384nm, 증착막의 경우는 313nm로 했다.

[0289]

[실시예 4]

[0290]

본 실시예 4에서는, 실시예 1의 발광 소자 1에서, 전자의 이동을 제어하는 층(1114)에 있어서 전자 트랩성의 제2 유기 화합물로서 사용한 FDPQ2의 에너지 갭, 발광 파장 및 전자 트랩성을 평가했다.

[0291]

<FDPQ2의 에너지 갭>

[0292]

FDPQ2의 에너지 갭을 평가했다. 도 26의 흡수 스펙트럼의 데이터를, 직접 전이를 가정한 τ_{auc} 플롯으로 변환하여, FDPQ2의 고체 상태에 있어서의 에너지 갭을 추측할 수 있다. 그 결과, FDPQ2의 에너지 갭은 3.0eV인 것으로 증명되었다.

[0293]

한편, 실시예 1의 발광 소자 1에서, 발광 물질로서 사용한 2PCAPA의 증착막의 흡수 스펙트럼을 도 27에 도시한다. 도 27의 흡수 스펙트럼의 데이터를, 직접 전이를 가정한 τ_{auc} 플롯으로 변환하여, 2PCAPA의 고체 상태에 있어서의 에너지 갭을 추측할 수 있다. 그 결과, 2PCAPA의 에너지 갭은 2.5eV인 것으로 증명되었다.

[0294]

따라서, 전자 트랩성의 제2 유기 화합물로서 사용한 FDPQ2의 에너지 갭은 발광 물질의 에너지 갭보다 큰 것을

알 수 있다. 또한, FDPQ2의 에너지 갭은 3.0eV 이상이며, FDPQ2는 바람직하게는 본 발명에 사용한다.

- [0295] <FDPQ2의 발광 파장>
- [0296] 도 25 및 도 26에 따라, FDPQ2의 발광 피크 파장은 톨루엔 용액에서 415nm, 증착막에서 430nm이며, FDPQ2는 본 발명에 바람직한 발광 피크 파장(350nm 내지 450nm)을 갖는 것을 알 수 있다.
- [0297] <FDPQ2의 전자 트랩성>
- [0298] FDPQ2의 전자 트랩성을 평가했다. 평가는, 실시예 1에서 사용한 전자 수송성을 갖는 제1 유기 화합물인 Alq와 전자 트랩성의 제2 유기 화합물인 FDPQ2의 환원 반응 특성을 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의해 조사하고, 그 측정으로부터 Alq 및 FDPQ2의 LUMO 준위를 수득하였다. 측정에는 전기화학 애널라이저(비에이에스 인코포레이티드(BAS Inc.)사 제조의 ALS 모델 600A 또는 600C)를 사용했다.
- [0299] CV 측정에 사용된 용액으로서는, 용매로서 탈수 디메틸포름아미드(DMF, 시그마-알드리히 인코포레이티드(Sigma-Aldrich Inc.)사 제품, 99.8%, 카탈로그 번호; 22705-6)을 사용하고, 지지 전해질인 테트라-n-부틸암모늄 퍼클로레이트($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$)(도쿄 케미칼 인더스트리 캄파니(Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.) 제품, 카탈로그 번호; T0836)를 100mmol/L의 농도가 되도록 용매에 용해시켰다. 추가로, 측정 물체를 이의 농도가 1mmol/L로 되도록 용매에 또한 용해시켰다. 또한, 작용 전극으로서는 백금 전극(비에이에스 인코포레이티드사 제품, PTE 백금 전극)을, 보조 전극으로서는 백금 전극(비에이에스 인코포레이티드사 제품, VC-3용 Pt 카운터 전극(5cm))을, 참조 전극으로서는 Ag/Ag^+ 전극(비에이에스 인코포레이티드사 제품, RE5 비수 용매계 참조 전극)을 각각 사용했다. 측정은 실온(20 내지 25°C)에서 실시했다.
- [0300] [참조 전극의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지의 산출]
- [0301] 우선, 본 실시예 4에서 사용하는 참조 전극(Ag/Ag^+ 전극)의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지(eV)를 산출했다. 즉, Ag/Ag^+ 전극의 페르미 준위를 산출했다. 메탄올 중의 페로센의 산화 환원 전위는, 표준 수소 전극에 대해서 +0.610V[vs. SHE]인 것으로 알려져 있다[참조: Christian R. Goldsmith et al., J. Am. Chem. Soc., Vol. 124, No. 1, pp. 83-96, 2002]. 한편, 본 실시예 4에서 사용된 참조 전극을 사용하여 메탄올 중의 페로센의 산화 환원 전위를 산출하는 경우, 결과는 +0.20V[vs. Ag/Ag^+]였다. 따라서, 본 실시예 4에서 사용한 참조 전극의 포텐셜 에너지는, 표준 수소 전극에 대해서 0.41[eV] 낮은 것을 알 수 있었다. 또한, 페로센의 농도는 1mmol/L로 했다.
- [0302] 여기서, 표준 수소 전극의 진공 준위로부터의 포텐셜 에너지는 -4.44eV인 것으로 알려져 있다[참조: Toshihiro Ohnishi and Tamami Koyama, High molecular EL material, Kyotitsu Shuppan, pp. 64-67]. 따라서, 본 실시예 4에서 사용된 참조 전극의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지는 -4.44-0.41=-4.85[eV]인 것으로 산출할 수 있었다.
- [0303] (FDPQ2의 CV 측정에)
- [0304] FDPQ2의 환원 반응 특성을 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의해서 조사했다. 스캔 속도는 0.1V/sec로 했다. 측정 결과를 도 28에 도시한다. 환원 반응 특성의 측정은, 참조 전극에 대한 작용 전극의 전위를 (1) -0.48V로부터 -1.90V까지 주사한 후, (2) -1.90V로부터 -0.48V까지 주사함으로써 수행했다. FDPQ2의 농도는 10mmol/L로 했다.
- [0305] 도 28에 도시된 바와 같이, 환원 피크 전위 E_{pc} 는 -1.81V, 산화 피크 전위 E_{pa} 는 -1.69V인 것을 알 수 있다. 따라서, 반파 전위(E_{pc} 와 E_{pa} 의 중간의 전위)는 -1.75V인 것으로 산출할 수 있다. 이것은, FDPQ2는 -1.75V[vs. Ag/Ag^+]의 전기 에너지에 의해 환원되는 것을 나타내고, 당해 에너지는 LUMO 준위에 상당한다. 여기서, 상술한 바와 같이, 본 실시예 3에서 사용된 참조 전극의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지는 -4.85[eV]이다. 따라서,

FDPQ2의 LUMO 준위는 $-4.85 - (-1.75) = -3.10$ [eV]인 것으로 산출할 수 있었다.

- [0306] (Alq의 CV 측정예)
- [0307] Alq의 환원 반응 특성을 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정예 의해 조사했다. 스캔 속도는 0.1V/sec로 했다. 측정 결과를 도 29에 도시한다. 환원 반응 특성의 측정은, 참조 전극에 대한 작용 전극의 전위를 (1) -0.69V로부터 -2.40V까지 주사한 후, (2) -2.40V로부터 -0.69V까지 주사함으로써 실시했다. Alq의 농도는 1mmol/L로 했다.
- [0308] 도 29에 도시된 바와 같이, 환원 피크 전위 E_{pc} 는 -2.20V, 산화 피크 전위 E_{pa} 는 -2.12V인 것을 알 수 있다. 따라서, 반파 전위(E_{pc} 와 E_{pa} 의 중간 전위)는 -2.16V인 것으로 산출할 수 있다. 이것은, Alq는 -2.16 [vs. Ag/Ag^+]의 전기 에너지에 의해 환원되는 것을 나타내고, 당해 에너지는 LUMO 준위에 상당한다. 여기서, 상술한 바와 같이, 본 실시예 3에서 사용된 참조 전극의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지는 -4.85[eV]이다. 따라서, Alq의 LUMO 준위는 $-4.85 - (-2.16) = -2.69$ [eV]인 것으로 산출할 수 있었다.
- [0309] 상술한 FDPQ2와 Alq의 LUMO 준위를 비교하면, FDPQ2의 LUMO 준위는 Alq보다 0.41[eV]나 낮은 것을 알 수 있다. 이것은, FDPQ2를 Alq 중에 첨가함으로써, FDPQ2가 전자 트랩으로서 작용하는 것을 의미한다. 따라서, 실시예 1의 발광 소자 1에서 전자의 이동을 제어하는 층(1114)에서, FDPQ2는 전자 트랩으로서 작용하고 있다. 트랩 깊이는 0.3eV 이상이다.
- [0310] [실시예 5]
- [0311] 본 실시예 5에서는, 실시예 2의 발광 소자 3에서 전자의 이동을 제어하는 층(1114)에서 전자 트랩성의 제2 유기 화합물로서 사용한 FDPQ의 에너지 갭, 발광 파장 및 전자 트랩성에 대해 평가했다.
- [0312] <FDPQ의 에너지 갭>
- [0313] FDPQ의 에너지 갭을 평가했다. FDPQ의 증착막의 흡수 스펙트럼을 도 30에 도시한다. 도 30의 흡수 스펙트럼의 데이터를, 직접 전이를 가정한 τ_{auc} 플롯으로 변환함으로써, FDPQ의 고체 상태에 있어서의 에너지 갭을 추측할 수 있다. 그 결과, FDPQ의 에너지 갭은 3.2eV인 것으로 증명되었다.
- [0314] 한편, 실시예 2의 발광 소자 3에서 발광 물질로서 사용한 2PCAPA의 에너지 갭은 앞의 실시예 4에 기재된 바와 같이 2.5eV이다. 따라서, 전자 트랩성의 제2 유기 화합물로서 사용한 FDPQ의 에너지 갭은 발광 물질의 에너지 갭보다 큰 것을 알 수 있다. 또한, FDPQ의 에너지 갭은 3.0eV 이상이며, FDPQ는 본 발명에 바람직하게 사용될 수 있는 것을 알 수 있다.
- [0315] <FDPQ의 발광 파장>
- [0316] FDPQ의 증착막의 발광 스펙트럼을 도 30에 도시한다. 또한, 여기 파장은 357nm로 했다. 도 30으로부터, FDPQ의 발광 피크 파장은 증착막에 대해 406nm이며, 따라서 FDPQ는 본 발명에 바람직한 발광 피크 파장(350nm 내지 450nm)을 갖는 것을 알 수 있다.
- [0317] <FDPQ의 전자 트랩성>
- [0318] FDPQ의 전자 트랩성을 평가했다. 평가는, 실시예 2에서 사용된 전자 수송성을 갖는 제1 유기 화합물인 Alq와 전자 트랩성의 제2 유기 화합물인 FDPQ의 환원 반응 특성을 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정예 의해 조사하고, 그 측정으로부터 Alq 및 FDPQ의 LUMO 준위를 수득했다. 측정은 실시예 4와 동일한 방식으로 실시했다.
- [0319] (FDPQ의 CV 측정예)
- [0320] FDPQ의 환원 반응 특성을 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정예 의해 조사했다. 스캔 속도는 0.1V/sec로 했다. 측

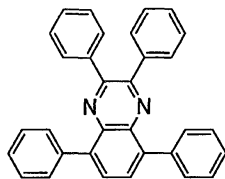
정 결과를 도 31에 도시한다. 환원 반응 특성의 측정은, 참조 전극에 대한 작용 전극의 전위를 -0.37V로부터 -2.30V까지 주사한 후, -2.30V로부터 -0.37V까지 주사하는 단계에 의해 실시했다. FDPQ의 농도는 10mmol/L로 했다.

[0321] 도 31에 도시한 바와 같이, 환원 피크 전위 E_{pc} 는 -1.86V, 산화 피크 전위 E_{pa} 는 -1.78V인 것을 알 수 있다. 따라서, 반파 전위(E_{pc} 와 E_{pa} 의 중간의 전위)는 -1.82V인 것으로 산출할 수 있다. 이것은, FDPQ는 -1.82V[vs. Ag/Ag^+]의 전기 에너지에 의해 환원되는 것을 나타내고, 당해 에너지는 LUMO 준위에 상당한다. 여기서, 상술한 바와 같이, 참조 전극의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지는 -4.85[eV]이다. 따라서, FDPQ의 LUMO 준위는 $-4.85 - (-1.82) = -3.03$ [eV]인 것으로 산출할 수 있었다.

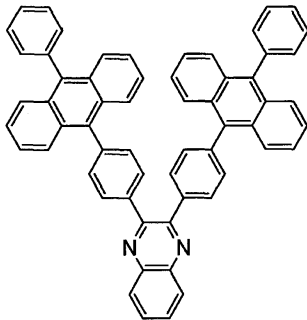
[0322] 또한, Alq의 LUMO 준위는, 실시예 4에 기재된 바와 같이, -2.69eV이다. FDPQ와 Alq의 LUMO 준위를 비교하면, FDPQ의 LUMO 준위는 Alq보다 0.34[eV]나 낮은 것을 알 수 있다. 이것은, FDPQ를 Alq 중에 첨가함으로써, FDPQ가 전자 트랩으로서 작용하는 것을 의미한다. 따라서, 실시예 1의 발광 소자 1에서 전자의 이동을 제어하는 층(1114)에서, FDPQ는 전자 트랩으로서 작용하고 있다. 트랩 깊이는 0.3eV 이상이다.

[0323] [실시예 6]

[0324] 본 실시예 6에서는, 본 발명의 발광 소자(발광 소자 4 및 발광 소자 5)에 대해 구체적으로 도 12를 사용하여 설명한다. 실시예 6에서 사용한 재료의 화학식을 이하에 나타낸다. 또한, 실시예 1에 기재된 유기 화합물에 대해서는 생략한다.



TPQ



PAPQ

[0325]

[0326] (발광 소자 4 및 발광 소자 5)

[0327] 우선, 유리 기판(1100) 위에, 산화규소를 포함한 인듐 주석 산화물(ITO)을 스퍼터링법으로 성막하여 제1 전극(1101)을 형성했다. 제1 전극(1101)의 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 했다.

[0328] 다음에, 제1 전극이 형성된 면을 하부가 되도록, 제1 전극이 형성된 기판을 진공 증착 장치내에 설치된 기판 홀더에 고정하였다. 이어서, 진공 증착 장치를 약 10^{-4} Pa 정도까지 감압한 후, 제1 전극(1101) 위에, NPB와 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써, 유기 화합물과 무기 화합물의 복합 재료를 포함하는 층(1111)을 형성했다. 층(1111)의 막 두께는 50nm로 하고, NPB 대 산화몰리브덴의 비율은 4:1(NPB:산화몰리브덴)로 되도록 조절했다. 공증착법이란, 하나의 처리실내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 실시하는 증착법이다.

- [0329] 다음에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해, NPB를 10nm의 막 두께가 되도록 증착시켜 정공 수송층(1112)을 형성했다.
- [0330] 다음에, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성했다. 정공 수송층(1112) 위에, CzPA와 2PCAPA를 공증착함으로써, 발광층(1113)을 30nm의 막 두께로 형성했다. CzPA 대 2PCAPA의 증량비가 1:0.05(=CzPA:2PCAPA)로 되도록 증착 속도를 조절했다.
- [0331] 추가로, 발광층(1113) 위에 전자의 이동을 제어하는 층(1114)을 10nm의 두께로 형성했다. 여기서, 발광 소자 4의 경우에는, 전자 수송성을 갖는 제1 유기 화합물인 Alq와 전자 트랩성의 제2 유기 화합물인 2,3,5,8-테트라페닐 퀴녹살린(약칭: TPQ)를 공증착함으로써, 전자의 이동을 제어하는 층(1114)을 형성했다. 발광 소자 5의 경우에는, 전자 수송성을 갖는 제1 유기 화합물인 Alq와 전자 트랩성의 제2 유기 화합물인 2,3-비스[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]퀴녹살린(약칭: PAPQ)를 공증착함으로써, 전자의 이동을 제어하는 층(1114)을 형성했다. 여기서, 발광 소자 4에서 Alq와 TPQ의 증량비가 1:0.05(=Alq:TPQ)로 되도록 증착 속도를 조절했다. 또한, 발광 소자 4에서 사용된 TPQ(약칭) 및 발광 소자 5에서 사용한 PAPQ(약칭)에 대해서, 실시예 4 및 실시예 5와 동일한 방법에 의해 에너지 갭을 측정했다. TPQ(약칭)의 에너지 갭은 3.1[eV]이며, PAPQ의 에너지 갭은 2.9[eV]인 것으로 증명되었다. TPQ 및 PAPQ는 모두 퀴녹살린 유도체이며, 전자 트랩성의 유기 화합물이다.
- [0332] 그 후, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해, 전자의 이동을 제어하는 층(1114) 위에 Alq를 30nm의 두께가 되도록 증착시켜 전자 수송층(1115)을 형성했다.
- [0333] 추가로, 전자 수송층(1115) 위에, 불화리튬(LiF)을 1nm의 두께가 되도록 성막함으로써 전자 주입층(1116)을 형성했다.
- [0334] 마지막으로, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 성막함으로써 제2 전극(1102)을 형성했다. 따라서, 본 발명의 발광 소자 4 및 5를 제작했다.
- [0335] 이상에 의해 취득한 본 발명의 발광 소자 4 및 5를, 질소 분위기의 글로브 박스에서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않게 밀봉한 후, 이러한 발광 소자의 동작 특성을 측정했다. 측정은 실온(25°C로 유지된 분위기)에서 실시했다.
- [0336] 발광 소자 4의 전류 밀도-휘도 특성을 도 32에 도시하고, 전압-휘도 특성을 도 33에 도시한다. 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도 34에 도시한다. 1mA의 전류를 흘렸을 때의 발광 소자 4의 발광 스펙트럼을 도 35에 도시한다. 발광 소자 4는, 휘도 3000cd/m² 때의 CIE 색도 좌표가 (x=0.30, y=0.62)이었다. 실시예 1의 발광 소자 1이나 비교 발광 소자 2 및 실시예 2의 발광 소자 3과 유사하게, 발광 소자 4는 2PCAPA에서 유래하는 녹색의 발광을 나타냈다. 따라서, 발광 소자 1 및 발광 소자 3과 유사하게, 색 순도가 우수한 발광 소자 4가 취득되었다. 휘도 3000cd/m² 때의 전류 효율은 13.6cd/A이며, 구동 전압은 6.8V였다.
- [0337] 발광 소자 4에 대해, 초기 휘도를 5000cd/m²로 설정한 정전류 구동에 의한 연속 점등 시험을 실시한 결과를 도 36에 도시한다(세로 축은 5000cd/m²를 100%로 했을 때의 상대 휘도이다). 도 36의 결과로부터, 발광 소자 4는 100시간 후에도 초기 휘도의 92%의 휘도를 유지하고, 발광 소자 4는 발광 소자 1 및 발광 소자 3과 유사하게 장수명인 것을 알 수 있었다. 따라서, 본 발명을 적용함으로써 장수명인 발광 소자를 취득할 수 있다.
- [0338] 발광 소자 5의 전류 밀도-휘도 특성을 도 37에 도시하고, 전압-휘도 특성을 도 38에 도시한다. 발광 소자 5의 휘도-전류 효율 특성을 도 39에 도시한다. 1mA의 전류를 흘렸을 때의 발광 소자 5의 발광 스펙트럼을 도 40에 나타낸다. 발광 소자 5는, 휘도 3280cd/m² 때의 CIE 색도 좌표가 (x=0.30, y=0.62)이었고, 발광 소자 5는, 실시예 1의 발광 소자 1이나 비교 발광 소자 2 및 실시예 2의 발광 소자 3과 유사하게, 2PCAPA에서 유래하는 녹색의 발광을 나타냈다. 따라서, 발광 소자 1 및 발광 소자 3과 유사하게, 색 순도가 우수한 발광 소자 5가 취득된다. 또한, 휘도 3280cd/m² 때의 전류 효율은 13.6cd/A이며, 구동 전압은 7.2V였다.
- [0339] 발광 소자 5에 관해, 초기 휘도를 5000cd/m²로 설정한 정전류 구동에 의한 연속 점등 시험을 실시한 결과를 도 41에 도시한다(세로 축은 5000cd/m²를 100%로 했을 때의 상대 휘도이다). 도 41의 결과로부터, 발광 소자 5는 100시간 후에도 초기 휘도의 93%의 휘도를 유지하고, 발광 소자 5는 발광 소자 1 및 발광 소자 3과 유사하게 장수명인 것을 알 수 있었다. 따라서, 본 발명을 적용함으로써 장수명인 발광 소자를 취득할 수 있다.

[0340] 본원은 2007년 2월 21일자로 일본 특허청에 제출된 일본 특허원 제2007-040379호에 기초하며, 상기 특허원의 전체 내용은 본원에 참조로서 인용된다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 첨부 도면에서,
- [0037] 도 1은 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자의 밴드 다이어그램이다.
- [0038] 도 2A 및 도 2B는 각각 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자를 도시한다.
- [0039] 도 3A 및 도 3B는 각각 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자를 도시한다.
- [0040] 도 4A 내지 도 4C는 각각 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자를 도시한다.
- [0041] 도 5는 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자를 도시한다.
- [0042] 도 6A 및 도 6B는 본 발명의 양태에 따르는 발광 장치를 도시한다.
- [0043] 도 7A 및 도 7B는 본 발명의 양태에 따르는 발광 장치를 도시한다.
- [0044] 도 8A 내지 도 8D는 본 발명의 양태에 따르는 전자 기기를 도시한다.
- [0045] 도 9는 본 발명의 양태에 따르는 발광 장치의 적용예를 도시한다.
- [0046] 도 10은 본 발명의 양태에 따르는 발광 장치의 적용예를 도시한다.
- [0047] 도 11은 본 발명의 양태에 따르는 발광 장치의 적용예를 도시한다.
- [0048] 도 12는 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자의 구조를 도시한다.
- [0049] 도 13은 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(1)의 전류 밀도-휘도 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0050] 도 14는 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(1)의 전압-휘도 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0051] 도 15는 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(1)의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0052] 도 16은 본 발명의 발광 소자(1) 및 비교 발광 소자(2)의 발광 스펙트럼을 도시한다.
- [0053] 도 17은 본 발명의 발광 소자(1) 및 비교 발광 소자(2)의 정전류 구동에 의한 연속 점등 시험 결과를 도시한다.
- [0054] 도 18은 비교 발광 소자(2)의 구조를 도시한다.
- [0055] 도 19는 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(3)의 전류 밀도-휘도 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0056] 도 20은 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(3)의 전압-휘도 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0057] 도 21은 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(3)의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0058] 도 22는 본 발명의 발광 소자(3)의 발광 스펙트럼을 도시한다.
- [0059] 도 23은 본 발명의 발광 소자(3)의 정전류 구동에 의한 연속 점등 시험 결과를 도시한다.
- [0060] 도 24는 본 발명의 양태에 따르는 퀴녹살린 유도체 FDPQ2의 ¹H NMR 차트이다.
- [0061] 도 25는 본 발명의 양태에 따르는 퀴녹살린 유도체 FDPQ2의 톨루엔 용액 중의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시하는 그래프이다.
- [0062] 도 26은 본 발명의 양태에 따르는 퀴녹살린 유도체 FDPQ2의 증착막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시하는 그래프이다.
- [0063] 도 27은 발광 물질인 2PCAPA의 흡수 스펙트럼을 도시하는 그래프이다.
- [0064] 도 28은 본 발명에 따르는 퀴녹살린 유도체 FDPQ2의 환원 반응 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0065] 도 29는 Alq의 환원 반응 특성을 도시하는 그래프이다.

- [0066] 도 30은 퀴녹살린 유도체 FDPQ의 증착막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시하는 그래프이다.
- [0067] 도 31은 퀴녹살린 유도체 FDPQ의 환원 반응 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0068] 도 32는 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(4)의 전류 밀도-휘도 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0069] 도 33은 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(4)의 전압-휘도 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0070] 도 34는 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(4)의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0071] 도 35는 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(4)의 발광 스펙트럼을 도시한다.
- [0072] 도 36은 본 발명의 발광 소자(4)의 정전류 구동에 의한 연속 점등 시험 결과를 도시한다.
- [0073] 도 37은 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(5)의 전류 밀도-휘도 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0074] 도 38은 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(5)의 전압-휘도 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0075] 도 39는 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(5)의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 그래프이다.
- [0076] 도 40은 본 발명의 양태에 따르는 발광 소자(5)의 발광 스펙트럼을 도시한다.
- [0077] 도 41은 본 발명의 발광 소자(5)의 정전류 구동에 의한 연속 점등 시험 결과를 도시한다.
- [0078] [참조 부호]
- [0079] 101: 제1 전극, 102: 제2 전극, 112: 정공 수송층, 113: 제2 층, 114: 제1 층, 115: 전자 수송층, 131: 유기 화합물, 132: 발광 물질, 141: 유기 화합물, 142: 유기 화합물, 200: 기관, 201: 제1 전극, 202: 제2 전극, 203: EL층, 211: 정공 주입층, 212: 정공 수송층, 213: 제2 층, 214: 제1 층, 215: 전자 수송층, 216: 전자 주입층, 217: 전자 수송성이 높은 물질을 포함하는 층, 501: 제1 전극, 502: 제2 전극, 511: 제1 발광 유닛, 512: 제2 발광 유닛, 513: 전하 발생층, 601: 소스측 구동 회로, 602: 화소부, 603: 게이트측 구동 회로, 604: 밀봉 기관, 605: 밀봉재, 607: 공간, 608: 배선, 609: FPC(flexible printed circuit), 610: 소자 기관, 611: 스위칭용 TFT, 612: 전류 제어용 TFT, 613: 제1 전극, 614: 절연물, 616: EL 층, 617: 제2 전극, 618: 발광 소자, 623: n-채널형 TFT, 624: p-채널형 TFT, 701: 기관, 702: 전극, 703: 절연층, 704: 격벽층, 705: EL 층, 706: 전극, 901: 케이스, 902: 액정층, 903: 백라이트, 904: 케이스, 905: 드라이버 IC, 906: 단자, 1001: 케이스, 1002: 광원, 1003: 조명 장치, 1004: 텔레비전 장치, 1100: 유리 기관, 1101: 제1 전극, 1102: 제2 전극, 1111: 복합 재료를 포함하는 층, 1112: 정공 수송층, 1113: 발광층, 1114: 전자의 이동을 제어하는 층, 1115: 전자 수송층, 1116: 전자 주입층, 2100: 유리 기관, 2101: 제1 전극, 2102: 제2 전극, 2111: 복합 재료를 포함하는 층, 2112: 정공 수송층, 2113: 발광층, 2115: 전자 수송층, 2116: 전자 주입층, 9101: 케이스, 9102: 지지 대, 9103: 표시부, 9104: 스피커부, 9105: 비디오 입력 단자, 9201: 본체, 9202: 케이스, 9203: 표시부, 9204: 키보드, 9205: 외부 접속 포트, 9206: 포인팅 디바이스, 9401: 본체, 9402: 케이스, 9403: 표시부, 9404: 음성 입력부, 9405: 음성 출력부, 9406: 조작 키, 9407: 외부 접속 포트, 9408: 안테나, 9501: 본체, 9502: 표시부, 9503: 케이스, 9504: 외부 접속 포트, 9505: 리모트 컨트롤 수신부, 9506: 화상 수상부, 9507: 배터리, 9508: 음성 입력부, 9509: 조작 키, 9510: 접안부
- [0080] 발명을 실시하기 위한 최량의 형태
- [0081] 실시 형태
- [0082] 먼저, 발광 소자에 있어서의 휘도 열화 요인에 대해 설명한다. 통상, 발광 소자는 일정 전류에 의해서 구동되는 것이 많지만, 이러한 경우, 휘도 열화는 전류 효율의 저하를 나타낸다. 전류 효율은 흐르고 있는 전류에 대한 광의 출력이기 때문에, 흐르고 있는 캐리어들 중의 어느 정도가 발광층에서 재결합에 기여하고 있는가(캐리어 밸런스), 또는 발광층내에서 재결합한 캐리어들 중(즉, 여기자들 중) 어느 정도가 발광에 기여하고 있는가(양자 수율)에 크게 좌우된다.
- [0083] 따라서, 휘도 열화 요인으로서, 캐리어 밸런스의 경시적인 변화, 또는 양자 수율의 경시적인 열화가 큰 요인을 차지하고 있다고 생각된다. 본 발명에서는 캐리어 밸런스의 경시적인 변화에 주목했다.
- [0084] 이하, 본 발명의 실시 형태를 첨부 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 본원에 기재된 형태 및 상세는, 본 발명의 취지 및 그 범위로로부터 이탈하는 않고서 다양한 방식으로 변경하는 것이 가능하다는 것은 당업자에게 용이하게 이해될 것이다. 따라서, 본 발명은 이하에 나타내는 실시 형태의 기재 내용으로 한정해서 해석되는 것은

아니다.

- [0085] 본 명세서에서, "복합(composition)"이란 용어는 단지 2개의 재료를 혼합시키는 것 뿐만 아니라, 복수의 재료를 혼합하는 것에 의해 복수의 재료들 사이에서 전자 수송이 일어날 수 있는 상태가 되는 것을 말한다.
- [0086] [실시 형태 1]
- [0087] 우선, 본 발명의 발광 소자의 원리에 관해서 설명한다. 도 1은 본 발명의 발광 소자의 밴드 다이어그램이다. 본 발명의 발광 소자는, 제1 전극(101)과 제2 전극(102)의 사이에, 제1 층(114)과 발광 물질을 포함한 제2 층(113)을 포함한다. 제1 층(114)은 제2 층(113)과 제2 전극(102)의 사이에 형성되어 있다. 제1 층(114)은, 전자 수송성인 제1 유기 화합물(141)과 제2 유기 화합물(142)을 포함하고, 제1 층(114)에는 제2 유기 화합물(142)보다 제1 유기 화합물(141)이 많이 포함되어 있다. 또한, 도 1에 도시된 바와 같이, 제2 유기 화합물(142)의 LUMO 준위는, 제1 유기 화합물(141)의 LUMO 준위보다 낮은 위치에 있기 때문에, 제2 유기 화합물(142)은 전자 트랩성을 갖고 있다. 또한, 도 1의 제2 층(113)은 제3 유기 화합물(131)에 발광 물질(132)이 첨가되어 있는 구성을 갖지만, 발광 물질만으로 제2 층을 구성할 수도 있다. 또한, 참조번호(112)는 정공 수송층, 참조번호(115)는 전자 수송층이지만, 이러한 층은 반드시 필요하지는 않고, 적당하게 제공될 수 있다.
- [0088] 이러한 에너지 밴드 구조의 발광 소자에 대해, 제2 전극(102)보다 제1 전극(101)의 전위가 높아지도록 전압을 인가한다. 그 결과, 제1 전극(101)의 페르미(Fermi) 준위로부터 주입된 정공은, 정공 수송층(112)의 HOMO(최고 준위 점유 분자 오비탈) 준위를 통과하고, 제2 층(113)에 주입된다. 한편, 제2 전극(102)의 페르미 준위로부터 주입된 전자는, 전자 수송층(115)의 LUMO 준위를 통과하고, 제1 층(114)에 주입된다. 제1 층(114)에 주입된 전자는, 전자-트랩성의 제2 유기 화합물(142)에 의해, 전자의 이동이 늦어진다. 늦어진 전자는, 발광 물질(132)을 포함한 제2 층(113)에 주입되어 정공과 재결합하여 발광한다.
- [0089] 예를 들면, 제2 층(113)이 전자 수송성을 갖는 경우, 즉 도 1에 제3 유기 화합물(131)이 전자 수송성인 경우, 정공 수송층(112)으로부터 제2 층(113)에 주입된 정공은 이동이 늦어진다. 따라서, 만약 제1 층(114)을 갖지 않는 종래의 발광 소자이면, 전자의 이동은 느리지 않은 상태로 제2 층(113)에 주입되어 정공 수송층(112)의 계면 부근까지 도달한다. 그 때문에, 발광 영역은 정공 수송층(112)과 제2 층(113)과의 계면 부근에 형성된다. 그 경우, 전자가 정공 수송층(112)까지 도달하게 되어, 정공 수송층(112)을 열화시킬 우려가 있다. 또한, 경시적으로 정공 수송층까지 도달하게 되는 전자의 양이 증가하면, 경시적으로 발광층내에서의 재결합 확률이 저하되기 때문에, 발광 소자 수명의 저하(휘도의 시간 경과 열화)가 유발된다.
- [0090] 한편, 본 발명의 발광 소자에 있어서는, 제1 층(114)이 형성되어 있고, 제1 층(114)은, 전자 수송성을 갖는 제1 유기 화합물에, 전자를 트랩하는 기능을 갖는 제2 유기 화합물이 첨가되어 있다. 따라서, 제1 층(114)에 주입된 전자는, 그 이동이 늦어져, 제2 층(113)으로의 전자 주입이 제어된다. 그 결과, 정공 수송층(112)과 제2 층(113)과의 계면 부근에서 형성되었음이 분명한 발광 영역이, 본 발명의 발광 소자에 있어서는, 제2 층(113)내로부터, 제2 층(113)과 제1 층(114)과의 계면 부근에 걸쳐 형성된다. 따라서, 전자가 정공 수송층(112)까지 도달하게 되어, 정공 수송층(112)을 열화시킬 가능성이 낮아진다. 또한, 제1 층(114)이 전자 수송성을 갖는 제1 유기 화합물을 포함하기 때문에, 정공이 전자 수송층(115)까지 도달하여 전자 수송층(115)을 열화시킬 가능성은 낮다.
- [0091] 추가로, 본 발명에 대해서는, 제1 층(114)에 대하여 단지 전자 이동도가 낮은 화합물을 적용하는 것이 아니라, 전자 수송성을 갖는 유기 화합물에 전자를 트랩하는 기능을 갖는 유기 화합물이 첨가되어 있는 점이 중요하다. 이러한 구성으로 하는 것에 의해, 단지 제2 층(113)으로의 전자 주입을 제어하는 것만이 아니고, 그 제어된 전자 주입량이 경시적으로 변화하는 것을 억제할 수 있다. 따라서, 본 발명의 발광 소자는, 경시적으로 캐리어 밸런스가 악화되어 재결합 확률이 저하되는 현상을 방지할 수 있다. 따라서, 소자 수명을 향상(휘도의 시간 경과 열화를 억제시킬 수 있음)시킬 수 있다.
- [0092] 본 발명의 발광 소자는, 발광층과 정공 수송층과의 계면 또는 발광층과 전자 수송층과의 계면에 발광 영역이 형성되어 있지 않다. 따라서, 정공 수송층이나 전자 수송층에 발광 영역이 근접하는 것에 의한 열화의 영향을 받지 않는다. 또한, 캐리어 밸런스의 경시적인 변화(특히, 전자 주입량의 경시적 변화)를 억제할 수 있다. 따라서, 열화가 적고, 수명이 긴 발광 소자를 수득할 수 있다.
- [0093] 추가로, 본 발명의 발광 소자에 있어서는, 제1 층(114)에 포함되는 제2 유기 화합물의 에너지 갭(E2)가, 제2 층(113)에 포함되는 발광 물질(132)의 에너지 갭(E1)보다 큰 것이 중요해진다. 왜냐하면, 제2 유기 화합물(142)은 전자 트랩성이 높아서 소자 중에서 여기되어 버릴 가능성이 있지만, E2>E1로 하는 것에 의해 제2 유기 화합

물(142)에서 여기자 형성을 억제할 수 있기 때문이다. 따라서, 제2 유기 화합물(142)의 발광색이 혼합되지 않고서, 발광 물질(132)로부터의 발광을 획득할 수 있고, 색 순도가 우수한 발광 소자를 획득할 수 있다.

[0094] 다음에, 본 발명의 발광 소자의 한 종류에 대해 도 2A를 사용하여 이하에 설명한다. 본 발명의 발광 소자는, 한쌍의 전극 사이에 복수의 층을 가진다. 해당 복수의 층은, 전극으로부터 떨어진 부위에 발광 영역이 형성되도록, 즉 전극으로부터 떨어진 부위에서 캐리어가 재결합하도록, 캐리어 주입성이 높은 화합물이나 캐리어 수송성이 높은 화합물로 이루어진 층을 조합하여 적층된 것이다.

[0095] 본 실시 형태에서, 발광 소자는, 제1 전극(201), 제2 전극(202), 및 제1 전극(201)과 제2 전극(202)과의 사이에 형성된 EL 층(203)을 포함한다. EL 층(203)은, 제1 층(214)과 발광 물질을 포함한 제2 층(213)을 포함하고, 제1 층(214)은 제2 층(213)과 제2 전극(202)의 사이에 형성되어 있다. 제1 층(214)은 전자 수송성인 제1 유기 화합물과 제2 유기 화합물을 포함하고, 제1 층(214)에는 제2 유기 화합물보다 제1 유기 화합물(141)이 많이 포함되어 있다. 또한, 제2 유기 화합물은 전자 트랩성을 갖고 있다. 본 실시 형태에서, 제1 전극(201)은 애노드로서 기능하고, 제2 전극(202)은 캐소드로서 기능하는 것에 대해 이하 설명한다. 즉, 제1 전극(201)이 제2 전극(202)보다 전위가 높아지도록, 제1 전극(201)과 제2 전극(202)에 전압을 인가했을 때에, 발광이 획득된다. 이 경우에 대해 이하 설명한다.

[0096] 기관(200)은 발광 소자의 지지체로서 사용된다. 기관(200)으로서는, 예를 들면, 유리 또는 플라스틱 등을 사용할 수 있다. 또한, 발광 소자의 제작 공정에서 지지체로서 기능하는 것이면, 이들 이외의 것이라도 사용할 수 있다.

[0097] 제1 전극(201)으로서는, 일 함수가 큰 (즉, 4.0eV 이상) 재료, 예를 들면, 금속, 합금, 전기전도성 화합물 및 이들의 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 산화인듐주석(ITO: Indium Tin Oxide), 규소 또는 산화규소를 함유한 산화인듐주석, 산화인듐아연(IZO: Indium Zinc Oxide), 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐 등을 들 수 있다. 이러한 전도성 금속 산화물 막은 통상 스퍼터링에 의해 성막되지만, 졸-겔법 등을 응용하여, 잉크젯법, 스펀 코팅법 등에 의해 형성할 수도 있다. 예를 들면, 산화인듐아연(IZO)은, 산화인듐에 대해 1 내지 20중량%의 산화아연을 첨가한 타겟을 사용하여 스퍼터링법에 의해 형성할 수 있다. 또한, 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐은, 산화인듐에 대해 산화텅스텐을 0.5 내지 5중량%, 산화아연을 0.1 내지 1중량% 함유한 타겟을 사용하여 스퍼터링법에 의해 형성할 수 있다. 추가로, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 티탄(Ti) 또는 금속 재료의 질화물(예를 들면, 질화티탄) 등을 사용할 수 있다.

[0098] 또한, 제1 전극(201)과 접하는 층으로서 후술하는 복합 재료를 포함하는 층을 사용했을 경우에는, 제1 전극(201)은, 일 함수의 대소에 상관 없이, 다양한 금속, 합금, 전기전도성 화합물 및 이들의 혼합물 등을 사용하여 형성할 수 있다. 예를 들면, 알루미늄(Al), 은(Ag), 알루미늄 합금(AlSi) 등을 사용할 수 있다. 또한, 일 함수가 작은 재료인, 원소 주기표의 제1족 또는 제2족에 속하는 원소, 즉 리튬(Li) 및 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 알칼리 토금속, 및 이들을 포함한 합금(예: MgAg 및 AlLi); 유퀴륨(Eu), 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이들을 포함한 합금 등을 사용할 수도 있다. 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 이들을 포함한 합금으로 구성된 막은 진공 증착법을 사용하여 형성할 수 있다. 또한, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 포함한 합금은 스퍼터링법에 의해 형성하는 것도 가능하다. 또한, 은 페이스트 등을 잉크젯법 등에 의해 침착시키는 것도 가능하다.

[0099] EL 층(203)은, 제1 층(214) 및 발광 물질을 포함한 제2 층(213) 뿐만 아니라, 정공 주입층(211), 정공 수송층(212), 전자 수송층(215) 및 전자 주입층(216)을 포함한다. 또한, EL 층(203)은, 본 실시 형태에서 구체적으로 기재되어 있는 제1 층(214)과 발광 물질을 포함한 제2 층을 포함해야 하고, 그 외의 층에 대해서는 특히 한정되지 않는다. 예를 들면, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층 등을 적당하게 조합할 수 있다.

[0100] 정공 주입층(211)은 정공 주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 정공 주입성이 높은 물질로서는, 몰리브덴 산화물, 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망간 산화물 등을 사용할 수 있다. 이외에, 저분자 유기 화합물로서는, 프탈로시아닌(약칭: H₂PC), 구리(II) 프탈로시아닌(약칭: CuPc), 바나딜 프탈로시아닌(VOPc) 등의 프탈로시아닌계 화합물이 제공될 수 있다. 추가로, 다음 저분자 화합물이 사용될 수 있다: 4,4',4''-트리스(N,N-디페닐아미노)트리페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-비스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: DPAB), 4,4'-비스[N-(4-[N'-(3-메틸페닐)-N'-페닐아미노]페닐)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: DNTPD), 1,3,5-트리스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B), 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스

[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2) 및 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1) 등의 방향족 아민 화합물.

[0101] 또한, 정공 주입층(211)은 정공 수송성이 높은 물질에 억셉터성(acceptor property) 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용하여 형성할 수 있다. 또한, 정공 수송성이 높은 물질에 억셉터성 물질을 함유시킨 복합 물질을 사용하는 경우, 전극의 일 함수에 상관없이 전극을 형성하는 재료를 선택할 수 있다. 즉, 제1 전극(201)으로서 일 함수가 큰 재료 뿐만이 아니라, 일 함수가 작은 재료를 사용할 수 있다. 이러한 복합 재료는, 정공 수송성이 높은 물질과 억셉터 물질을 공중착함으로써 형성할 수 있다.

[0102] 복합 재료에 사용하는 정공 수송성이 높은 물질로서는, 방향족 아민 화합물, 카바졸 유도체, 방향족 탄화수소 및 고분자 화합물(예: 올리고머, 덴드리머, 중합체) 등의 다양한 화합물을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 10^{-6} cm²/Vs 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이 바람직하게 사용된다. 그러나, 이의 전자 수송성보다 이의 정공-수송성이 높은 물질이면, 이것들 이외의 것을 사용할 수도 있다. 이하에서는, 복합 재료에 사용할 수 있는 정공 수송성이 높은 물질을 구체적으로 열거한다.

[0103] 정공 수송성이 높은 물질에 사용할 수 있는 유기 화합물로서는, 예를 들면, MTDATA, TDATA, DPAB, DNTPD, DPA3B, PCzPCA1, PCzPCA2, PCzPCN1 이외에, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB 또는 α -NPD) 및 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭: TPD) 등의 방향족 아민 화합물; 및 4,4'-디(N-카바졸릴)비페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 1,4-비스[4-(N-카바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐벤젠 등의 카바졸 유도체를 들 수 있다. 또는, 2-3급-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 2-3급-부틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-디페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 2-3급-부틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭: t-BuDBA), 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPAnth), 2-3급-부틸안트라센(약칭: t-BuAnth), 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭: DMNA), 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]-2-3급-부틸-안트라센, 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센, 9,9'-비안트릴, 10,10'-디페닐-9,9'-비안트릴, 10,10'-비스(2-페닐페닐)-9,9'-비안트릴, 10,10'-비스[(2,3,4,5,6-펜타페닐)페닐]-9,9'-비안트릴, 안트라센, 테트라센, 루브렌, 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(3급-부틸)페릴렌, 펜타센, 코로넨, 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)비페닐(약칭: DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-디페닐비닐)페닐]안트라센(약칭: DPVPA) 등의 방향족 탄화수소 화합물을 들 수 있다.

[0104] 억셉터성 물질로서는, 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노디메탄(약칭: F₄-TCNQ), 클로라닐 등의 유기 화합물이나, 전이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한, 원소 주기표에 있어서의 제4족 내지 제8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화바나듐, 산화니오븀, 산화탄탈, 산화크롬, 산화몰리브덴, 산화텅스텐, 산화망간 및 산화레늄은 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 그 중에서도 산화몰리브덴은 대기 중에서도 안정하고, 흡습성이 낮으며, 취급이 쉽기 때문에 특히 바람직하다.

[0105] 또한, 정공 주입층(211)으로서, 고분자 화합물(예: 올리고머, 덴드리머 또는 중합체)을 사용할 수 있다. 예를 들면, 폴리(N-비닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-디페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아미드](약칭: PTPDMA), 및 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: 폴리-TPD) 등의 고분자 화합물을 들 수 있다. 또한, 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌설포네이트)(PEDOT/PSS) 및 폴리아닐린/폴리(스티렌설포네이트)(PAni/PSS) 등의 산과 혼합한 고분자 화합물을 사용할 수 있다.

[0106] 또한, PVK, PVTPA, PTPDMA, 또는 폴리-TPD 등의 고분자 화합물 및 상술한 억셉터성 물질로부터 형성되는 복합 재료를 사용하여 정공 주입층(211)을 형성할 수도 있다.

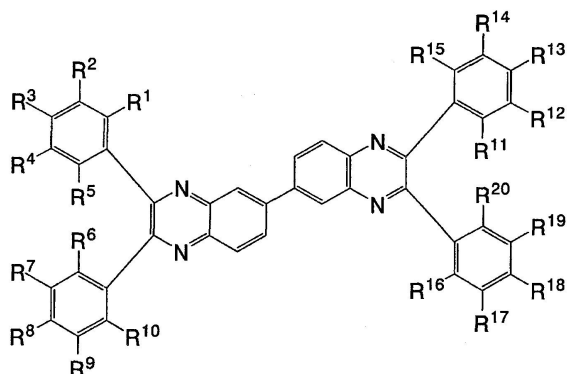
[0107] 정공 수송층(212)은 정공 수송성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 정공 수송성이 높은 물질로서, 저분자 유기 화합물로서는, 상술한 NPB(또는 α -NPD) 및 TPD 이외에, 4,4'-비스[N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: DFLDPBi), 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물을 사용할 수 있다. 본원에 기재된 물질은, 주로 10^{-6} cm²/Vs 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 이의 전자 수송성보다 이의 정공의 수송성이 높은 물질이면, 이것들 이외의 물질을 사용할 수도 있다. 정공 수송성이 높은 물질을 포함하는 층은, 단층의 것 뿐만이 아니라, 상기 물질로 이루어진 층이 2층 이상 적층된 것일 수도 있다.

- [0108] 또한, 정공 수송층(212)은 PVK, PVTPA, PTPDMA, 폴리-TPD 등의 고분자 화합물을 사용하여 형성할 수도 있다.
- [0109] 제2 층(213)은, 발광 물질을 포함하는 층, 즉 발광층이다. 제2 층(213)은 다양한 재료를 사용하여 형성할 수 있다. 구체적으로는, 청색계의 발광 재료로서 N,N'-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N'-디페닐스티렌-4,4'-디아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: YGAPA) 등을 들 수 있다. 녹색계의 발광 재료로서는 N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), N-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-디페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPAPA), N-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2 DPABPhA), N-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)]-N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), N,N,9-트리페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA) 등을 들 수 있다. 또한, 황색계의 발광 재료로서는 루브렌, 5,12-비스(1,1'-비페닐-4-일)-6,11-디페닐테트라센(약칭: BPT) 등을 들 수 있다. 또한, 적색계의 발광 재료로서는 N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-디아민(약칭: p-mPhTD), 7,13-디페닐-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오르안텐-3,10-디아민(약칭: p-mPhAFD) 등을 들 수 있다. 또한, 비스[2-(2'-벤조[4,5-a]티에닐)피리디나토-N,C^{3'}]이리듐(III) 아세틸아세토네이트(약칭: Ir(btp)₂(acac)) 등의 인광 재료를 사용할 수도 있다.
- [0110] 본 발명의 발광 소자에서, 제2 층(213), 즉 발광층은, 전자 수송성인 것이 바람직하다. 발광층이 전자 수송성인 경우, 종래에는 발광층으로부터 전자가 관통하는 것을 방지하기 위해, 전자 차단층이 발광층과 애노드 사이에 제공되어 있었다. 그렇지만, 그 전자 차단층이 경시적으로 열화되면, 재결합 영역이 전자 차단층내(또는 정공 수송층내)까지 연장되고, 전류 효율의 저하(즉, 휘도 열화)가 현저해진다. 한편, 본 발명에서는, 반대로, 전자가 발광층(발광층과 캐소드 사이에)에 주입되기 전에 전자의 이동이 제어된다. 따라서, 다소 전자의 밸런스가 무너졌다고 해도, 발광층에 있어서의 재결합 비율은 거의 변화하지 않고, 휘도가 저하되기 어렵다는 이점이 있다. 상술한 바와 같이, 제2 층(213), 즉 발광층이 전자 수송성인 경우에, 장기 수명화의 효과가 현저해진다.
- [0111] 제2 층(213)은, 상술한 발광 물질을 또 다른 물질에 분산시킨 구성일 수도 있다. 예를 들면, 도 1에 도시된 바와 같이, 제3 유기 화합물에 발광 물질을 분산시킬 수도 있다. 제3 유기 화합물로서는 각종 물질을 사용할 수 있고, 발광 물질보다 최저준위 비점유 분자 오비탈(LUMO) 준위가 높고 최고준위 점유 분자 오비탈(HOMO) 준위가 낮은 물질을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0112] 본 발명의 발광 소자에서, 상술한 바와 같이, 발광층은 전자 수송성인 것이 바람직하다. 즉, 발광층의 정공 수송성보다 이의 전자 수송성이 높은 것이 바람직하다. 따라서, 제3 유기 화합물로서는, 전자 수송성을 갖는 유기 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(III)(약칭: Almq_s), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이트)베릴륨(II)(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀네이트)(4-페닐페놀라토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀레이트)아연(II)(약칭: Znq), 비스[2-(2-벤조옥사졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조티아졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: Zn(BTZ)₂) 등의 금속 착체를 사용할 수 있다. 추가로, 2-(4-비페닐릴)-5-(4-3급-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(4-3급-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4-비페닐릴)-4-페닐-5-(4-3급-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트리일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI), 바소페난트론(약칭: BPhen) 및 바소쿠프로인(약칭: BCP) 등의 헤테로사이클릭 화합물을 사용할 수도 있다. 또는, 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA), 3,6-디페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: DPCzPA), 9,10-비스(3,5-디페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 2-3급-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 9,9'-비안트릴(약칭: BANT), 9,9'-(스티렌-3,3'-디일)디페난트렌(약칭: DPNS), 9,9'-(스티렌-4,4'-디일)디페난트렌(약칭: DPNS2), 3,3',3''-(벤젠-1,3,5-트리일)트리페렌(약칭: TPB3) 등의 축합 방향족 화합물을 사용할 수 있다.
- [0113] 특히, 제3 유기 화합물은, 구동 전압의 상승을 방지하기 위해, 전자 수송성을 갖는 경우에도, 정공을 수용하는 능력도 갖는 것이 바람직하다. 이러한 관점에서, 제3 유기 화합물은, 상술한 CzPA, DPCzPA, DNA 또는 t-BuDNA와 같은 안트라센 유도체인 것이 바람직하다.
- [0114] 발광 물질을 분산시키기 위한 재료로서는, 제3 유기 화합물 이외에, 복수종의 재료를 사용할 수 있다. 예를 들면, 결정화를 억제하기 위해서 루브렌 등의 결정화를 억제하는 화합물을 추가로 첨가할 수도 있다. 또한, 발광

물질로의 에너지 이동을 보다 효율적으로 실시하기 위해서 NPB 또는 Alq 등을 추가로 첨가할 수도 있다.

- [0115] 발광 물질을 또 다른 화합물에 분산시킨 구성을 사용하는 경우, 제2 층(213)의 결정화를 억제할 수 있다. 또한, 발광 물질의 농도가 높은 것으로부터 생성되는 농도 소광을 억제할 수 있다.
- [0116] 또한, 제2 층(213)으로서 고분자 화합물을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 청색계의 발광 재료로서는 폴리(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)(약칭: PFO), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-코-(2,5-디메톡시벤젠-1,4-디일)](약칭: PF-DMOP), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-코-[N,N'-디(p-부틸페닐)-1,4-디아미노벤젠]](약칭: TAB-PFH) 등을 들 수 있다. 또한, 녹색계의 발광 재료로서는 폴리(p-페닐렌비닐렌)(약칭: PPV), 폴리[(9,9-디헥실플루오렌-2,7-디일)-알트-코-(벤조[2,1,3]티아디아졸-4,7-디일)](약칭: PFBT), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디비닐렌플루오레닐렌)-알트-코-(2-메톡시-5-(2-에틸헥실옥시)-1,4-페닐렌)] 등을 들 수 있다. 또한, 오렌지색 내지 적색계의 발광 재료로서는 폴리[2-메톡시-5-(2'-에틸헥옥시)-1,4-페닐렌비닐렌](약칭: MEH-PPV), 폴리(3-부틸티오펜-2,5-디일), 폴리[[9,9-디헥실-2,7-비스(1-시아노비닐렌)플루오레닐렌]-a/t-코-[2,5-비스(N,N'-디페닐아미노)-1,4-페닐렌]], 폴리[[2-메톡시-5-(2-에틸헥실옥시)-1,4-비스(1-시아노비닐렌)페닐렌]-알트-코-[2,5-비스(N,N'-디페닐아미노)-1,4-페닐렌]](약칭: CN-PPV-DPD) 등을 들 수 있다.
- [0117] 제1 층(214)은 전자의 이동을 제어하는 층이다. 제1 층(214)은 2종류 이상의 물질을 포함한다. 제1 층(214)은 제1 유기 화합물 및 제2 유기 화합물을 포함하고, 제1 유기 화합물은 제1 층(214)에서 제2 유기 화합물보다 많이 포함되어 있다.
- [0118] 제1 층(214)은, 발광층인 제2 층(213)보다, 캐소드로서 기능하는 제2 전극(202) 측에 가깝게 형성되어 있기 때문에, 제1 유기 화합물은 전자 수송성을 갖는 유기 화합물이다. 즉, 제1 유기 화합물은, 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 물질인 것이 바람직하다. 구체적으로는, Alq, Almq₃, BeBq₂, BAlq, Znq, BAlq, ZnPBO, ZnBTZ 등의 금속 착체; PBD, OXD-7, TAZ, TPBI, BPhen, BCP 등의 헤테로사이클릭 화합물; CzPA, DPCzPA, DPPA, DNA, t-BuDNA, BANT, DPNS, DPNS2 및 TPB3 등의 축합 방향족 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 폴리[(9,9-디헥실플루오렌-2,7-디일)-코-(피리딘-3,5-디일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-코-(2,2'-피리딘-6,6'-디일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물을 사용할 수 있다. 그 중에서도, 전기적 안정성(특히, 전자에 대한 안정성)과 적당한 전자 수송성의 측면에서 금속 착체인 것이 바람직하다.
- [0119] 또한, 제2 유기 화합물은 전자를 트랩하는 기능을 갖는 화합물이다. 구체적으로는, 제2 유기 화합물은, 제1 유기 화합물의 LUMO 준위보다 0.3eV 이상 낮은 LUMO 준위를 갖는 유기 화합물인 것이 바람직하다. 제2 유기 화합물이 포함되기 때문에, 층 전체적으로는, 제1 유기 화합물만으로 이루어진 층보다 전자 수송 속도가 작아진다. 즉, 제2 유기 화합물을 첨가함으로써, 전자의 이동을 제어하는 것이 가능해진다. 또한, 제2 유기 화합물의 농도를 제어함으로써, 전자의 이동 속도를 제어하는 것이 가능해진다.
- [0120] 추가로, 본 발명의 발광 소자에서, 제2 유기 화합물의 에너지 갭이 제2 층(213)에 포함되는 발광 물질의 에너지 갭보다 큰 것이 특징이다. 이것에 의해, 제2 유기 화합물의 발광색을 혼합하지 않고서, 발광 물질로부터의 발광을 수득할 수 있기 때문에, 색 순도가 우수한 발광 소자를 수득할 수 있다.
- [0121] 에너지 갭은, 실용성이 높은 청색 내지 적색의 가시광선보다 큰 에너지 갭을 갖는 것이 바람직하다. 따라서, 제2 유기 화합물의 에너지 갭은 3.0eV 이상인 것이 바람직하다. 또한, 제2 유기 화합물의 발광이 자외 내지 보라색의 광이면, 제2 유기 화합물이 여기되었을 경우에도 제2 층(213)에 포함되는 발광 물질에 에너지가 이동할 수 있기 때문에, 역시 색 순도가 우수한 발광 소자를 수득할 수 있다. 따라서, 제2 유기 화합물의 발광 피크 파장은 350nm 내지 450nm 범위인 것이 바람직하다.
- [0122] 상술한 에너지 갭의 조건을 갖는 제2 유기 화합물로서는, 특히, 퀴녹살린 유도체가 바람직한 것을 본 발명자들은 밝혀냈다. 퀴녹살린 유도체로서는, 화학적 안정성을 고려하면, 2,3-디페닐퀴녹살린 유도체가 바람직하다. 예를 들면, 2,3-디페닐퀴녹살린(약칭: DPQ), 2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살린(약칭: FDPQ), 2,3-비스(4-트리플루오로메틸페닐)퀴녹살린(약칭: CF₃-DPQ), 2,3,5,8-테트라페닐퀴녹살린(약칭: TPQ), 2,3-비스[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]퀴녹살린(약칭: PAPQ) 등을 들 수 있다.
- [0123] 추가로, 2,3-디페닐퀴녹살린 유도체 중에서도, 분자량이 비교적 높고 내열성이 높은, 2,3,2',3'-테트라페닐-6,6'-비퀴녹살린 유도체가 특히 바람직하다. 구체적인 예로서는, 2,3,2',3'-테트라페닐-6,6'-비퀴녹살린(약칭: DPQ2) 이외에, 아래와 같이 화학식 1로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체를 들 수 있다.

[0124] 화학식 1



[0125]

[0126] 상기 화학식 1에서,

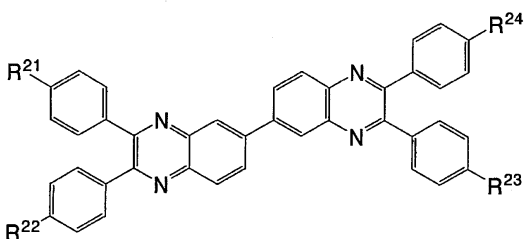
[0127] R^1 내지 R^{20} 중의 하나 이상은 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나이고,

[0128] 나머지는 수소이다.

[0129] 화학식 1로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체에서, 2,3,2',3'-테트라페닐-6,6'-비퀴녹살린의 페닐 그룹은 전자 흡인 그룹(예: 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 또는 아실옥시 그룹 등)으로 치환된다. 화학식 1로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체는 비교적 높은 전자 트랩성 및 분자량을 갖는다. 또한, 상기 화학식 1로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체는, 본 발명자들이 개발한 신규한 물질이고, 이는 본 발명에 포함된다.

[0130] 특히, 화학식 1로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체 중에서도, 화학식 2로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체가 바람직하다. 또한, 아래와 같이 화학식 2로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체는 본 발명자들이 개발한 신규한 물질이고, 이는 본 발명에 포함된다.

[0131] 화학식 2



[0132]

[0133] 상기 화학식 2에서,

[0134] R^{21} 내지 R^{24} 중의 하나 이상은 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나이고,

[0135] 나머지는 수소이다.

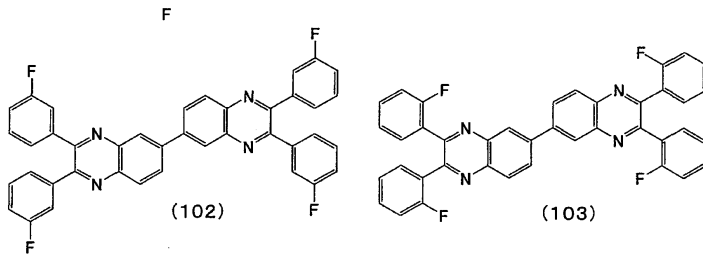
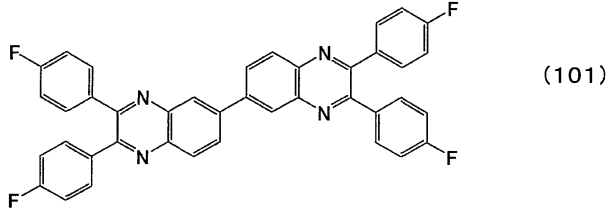
[0136] 상기 화학식 2에서, R^{21} 내지 R^{24} 가 모두 치환되어 있는 경우는, 전자 트랩성이 높기 때문에 바람직하다. 즉, R^{21} 내지 R^{24} 가 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나인 것이 바람직하다. 추가로, 합성상 바람직하게는, R^{21} 내지 R^{24} 가 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나인 경우, 및 R^{21} 내지 R^{24} 가 동일한 치환기인 경우이다.

[0137] 아실 그룹으로서, 아세틸 그룹 등의 탄소수 1 내지 4의 아실 그룹이 바람직하다. 그러나, 습식법으로 제작하

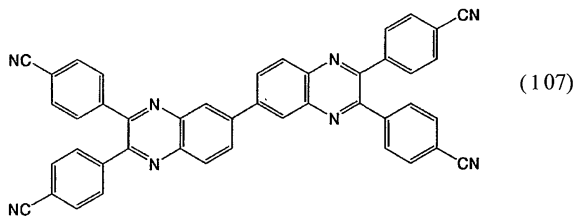
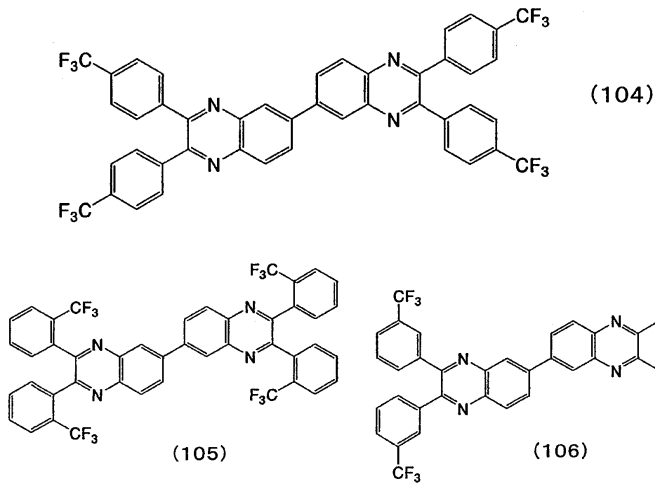
는 발광 소자에 적용하는 경우는 예외로 한다. 또한, 아실옥시 그룹으로서는, 아세톡시 그룹 등의 탄소수 1 내지 4의 아실옥시 그룹이 바람직하다. 그러나, 습식법으로 제작하는 발광 소자에 적용하는 경우는 예외로 한다.

[0138]

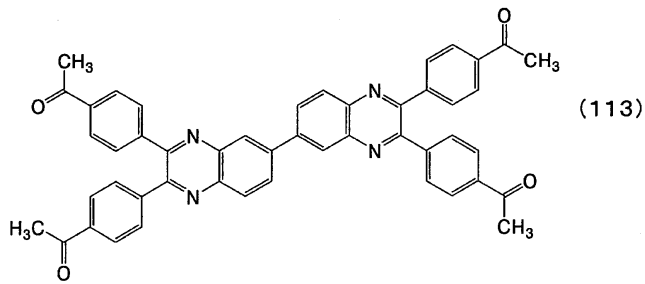
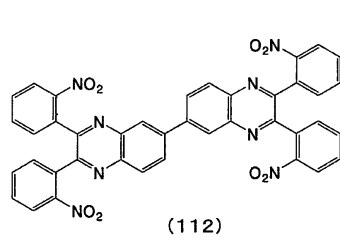
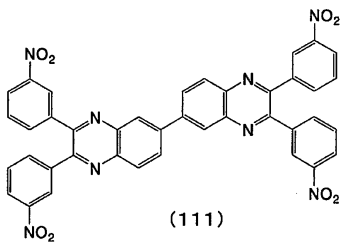
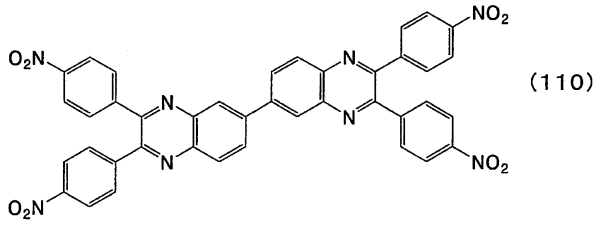
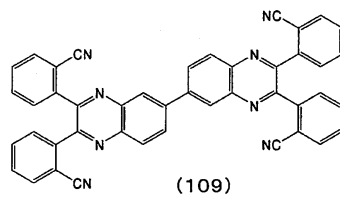
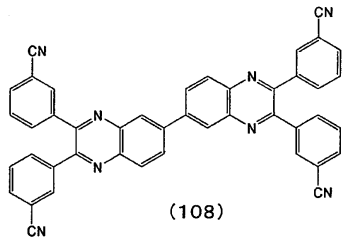
상술한 화학식 1 또는 화학식 2로 나타내어지는 퀴놀살린 유도체의 구체적인 구조로서는 아래와 같은 구조식 101 내지 211 등을 들 수 있다. 그러나, 본 발명의 퀴놀살린 유도체는 이들 화학식으로 한정되지 않는다.



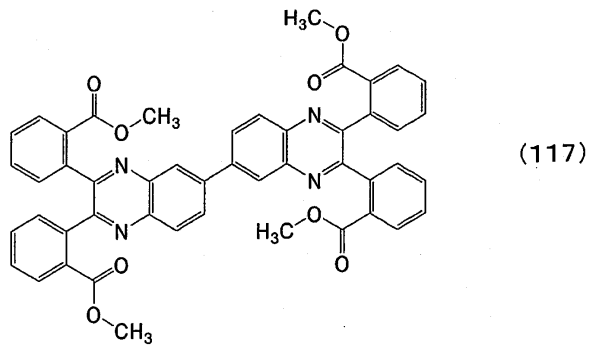
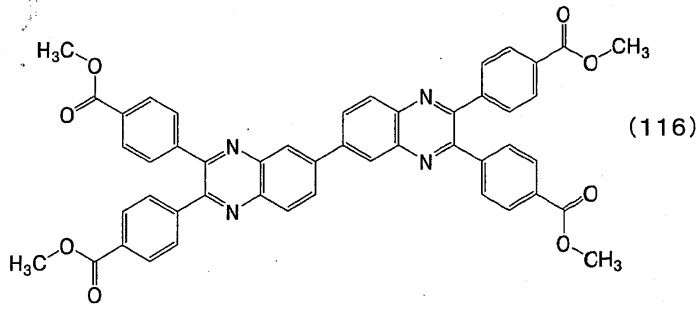
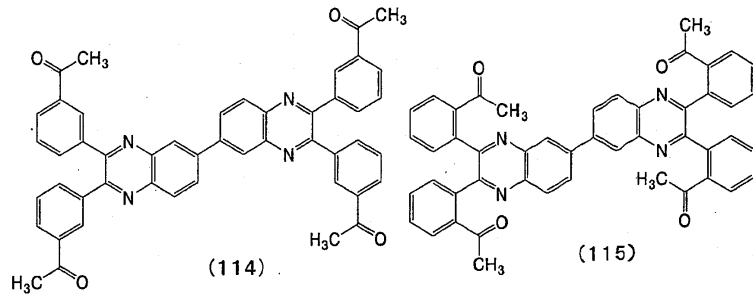
[0139]



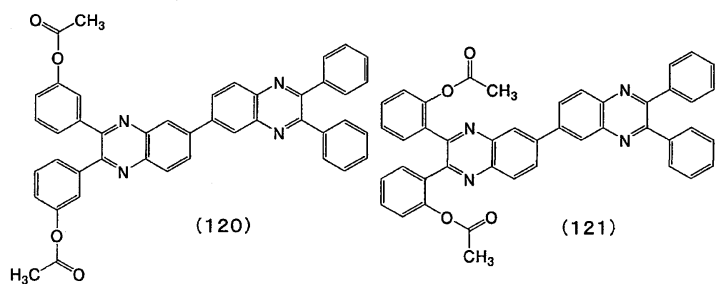
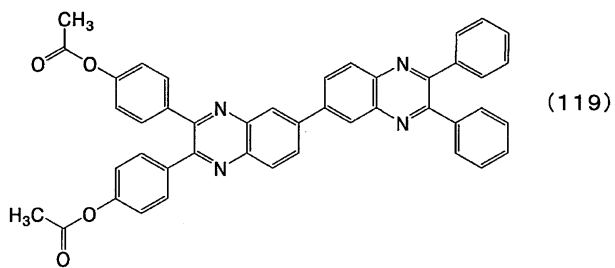
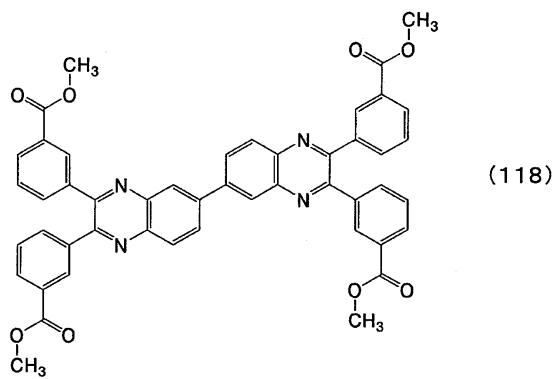
[0140]



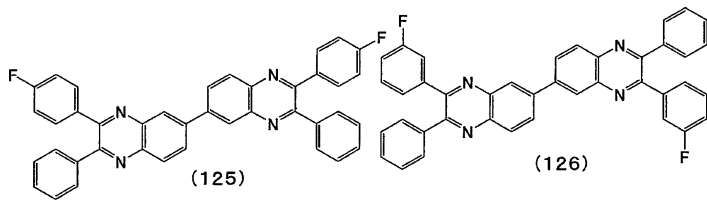
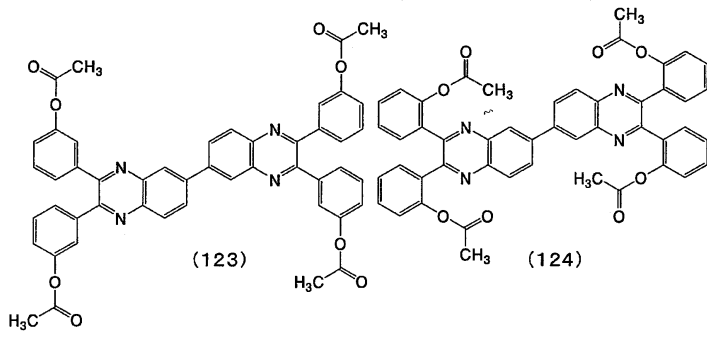
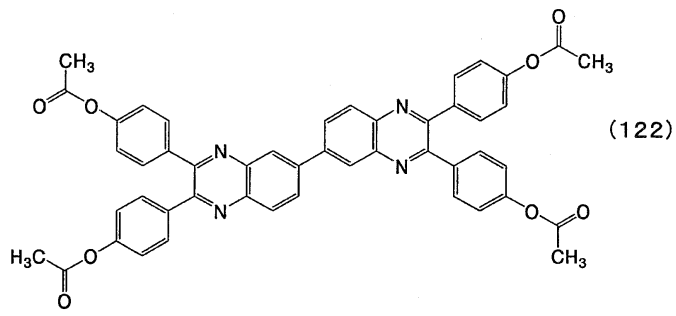
[0141]



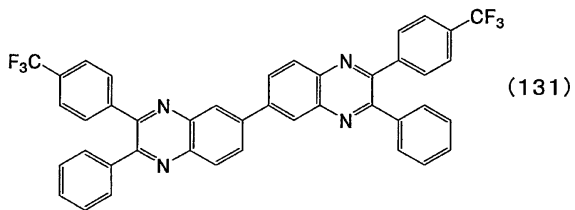
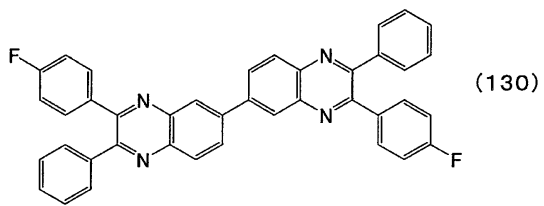
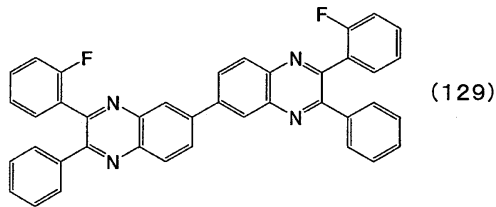
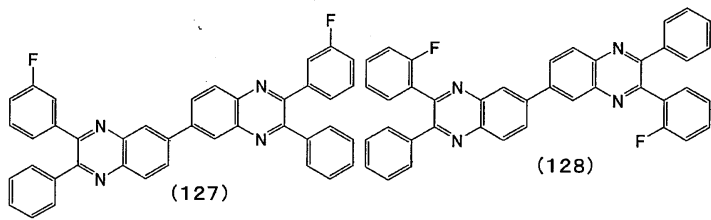
[0142]



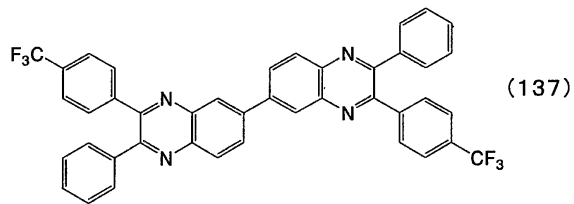
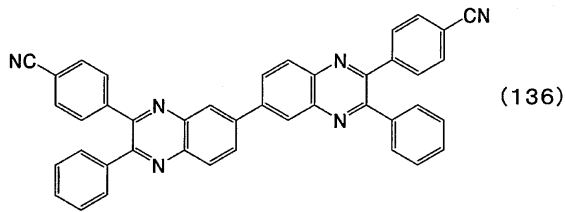
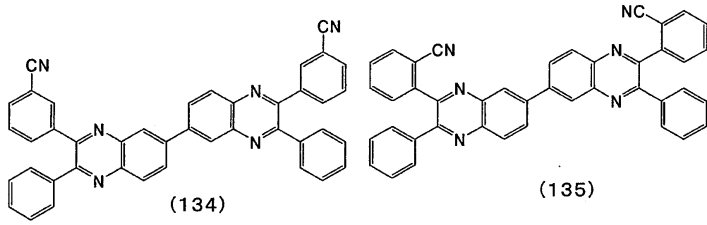
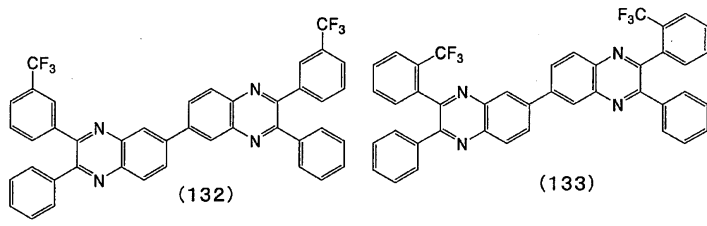
[0143]



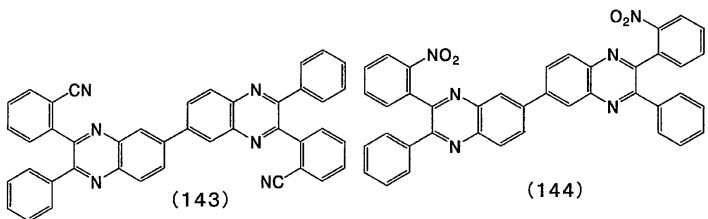
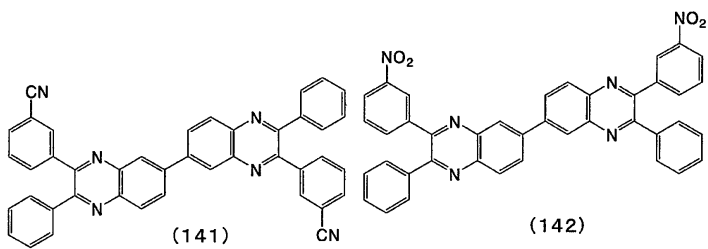
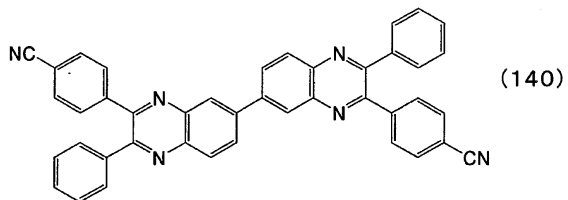
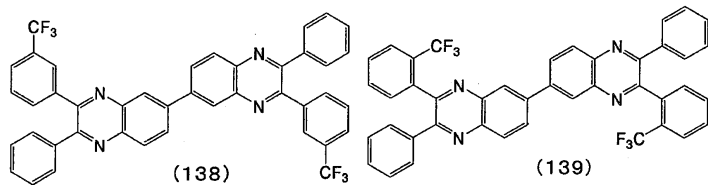
[0144]



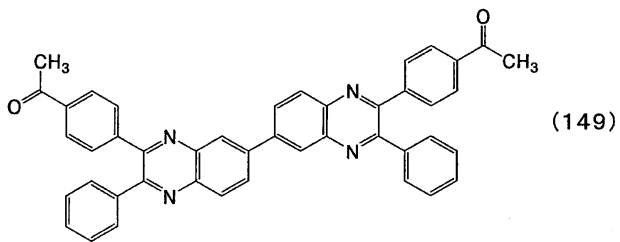
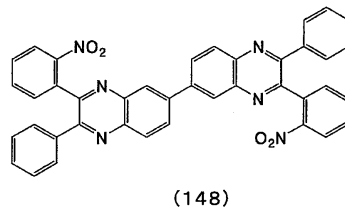
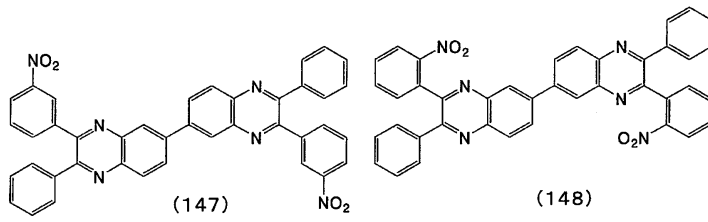
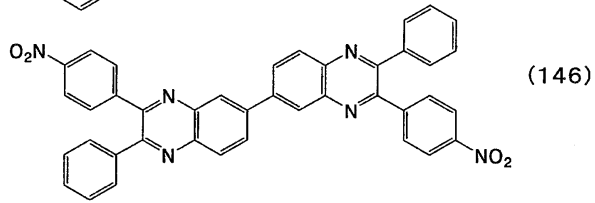
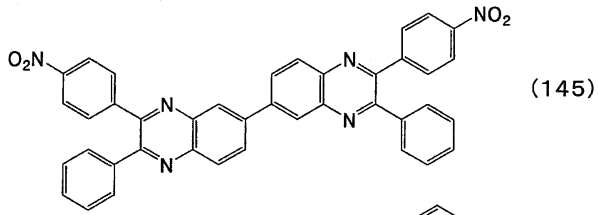
[0145]



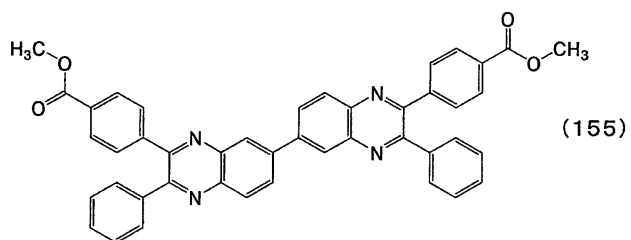
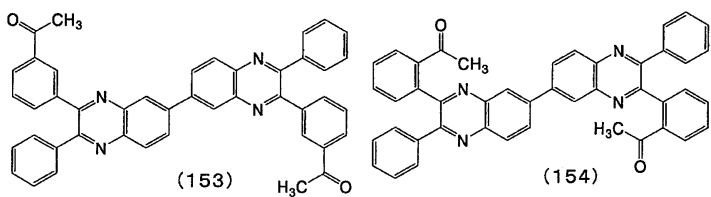
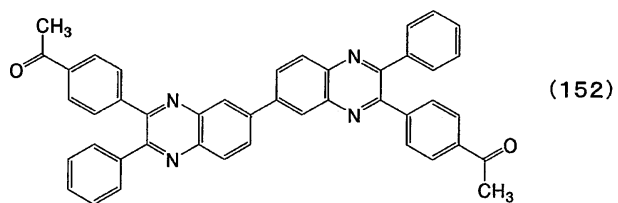
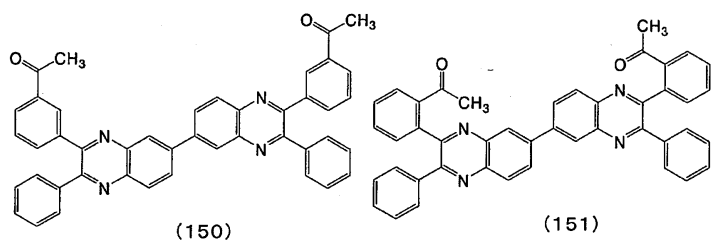
[0146]



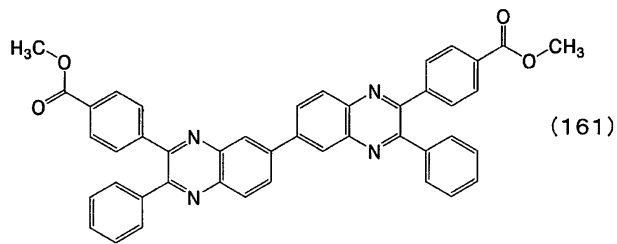
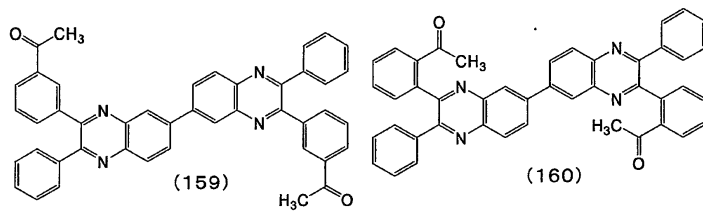
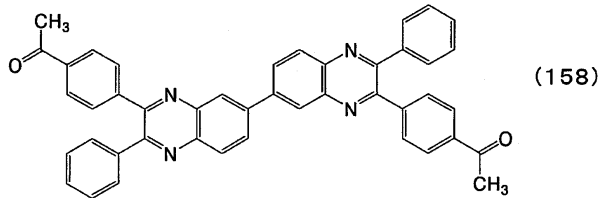
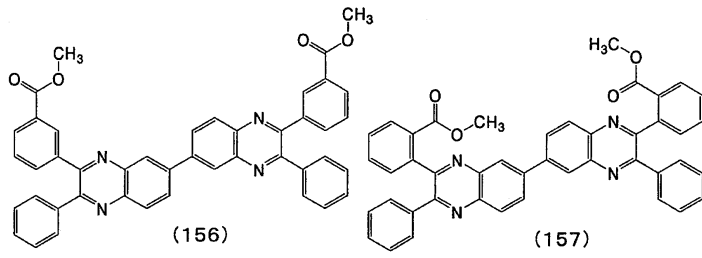
[0147]



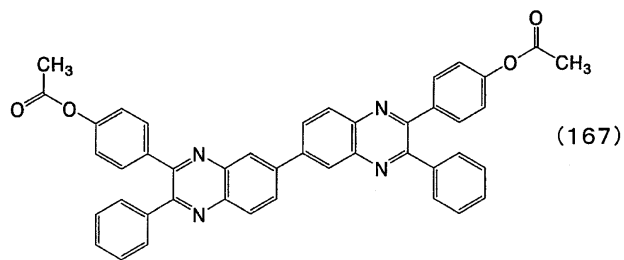
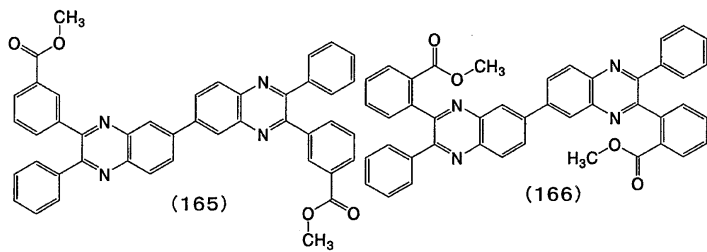
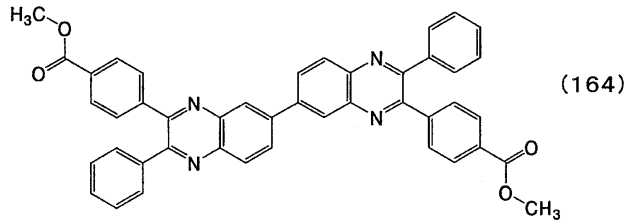
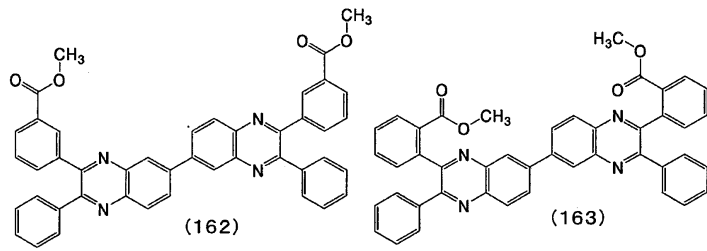
[0148]



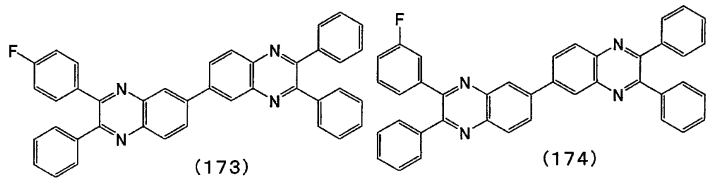
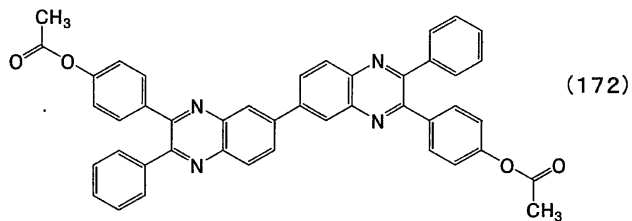
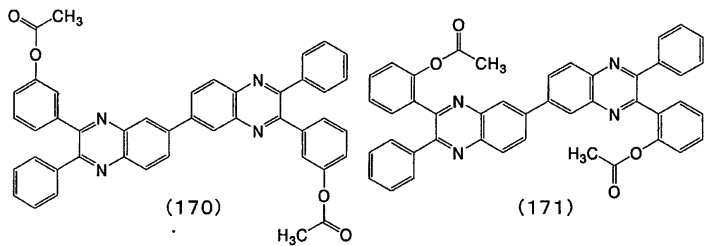
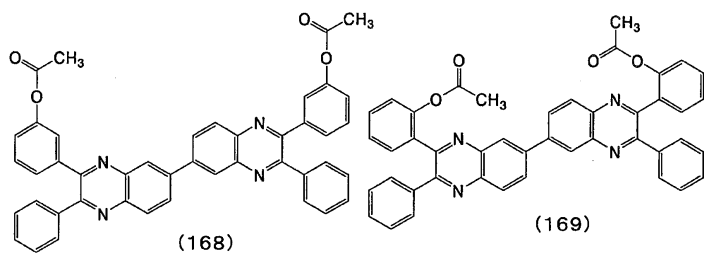
[0149]



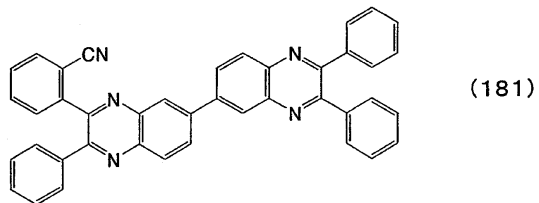
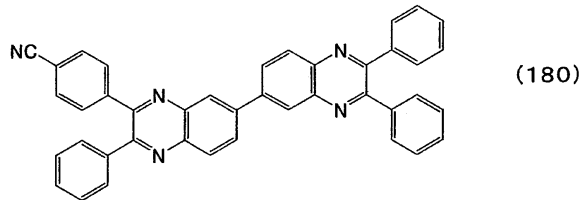
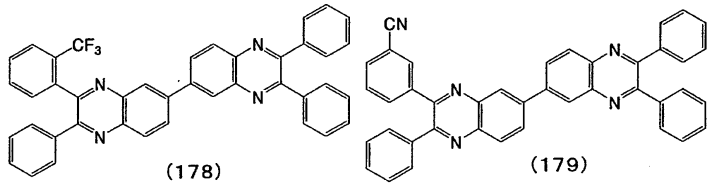
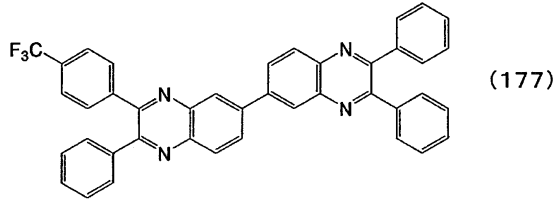
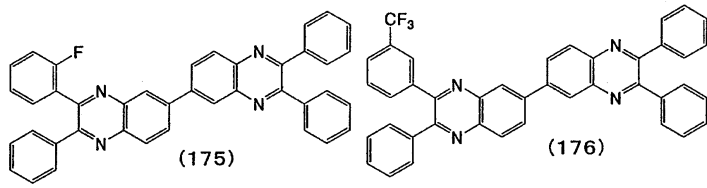
[0150]



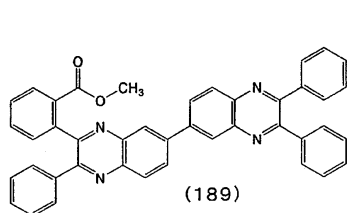
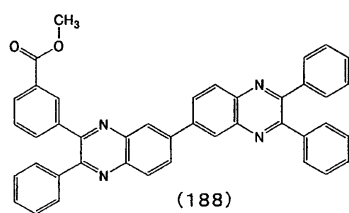
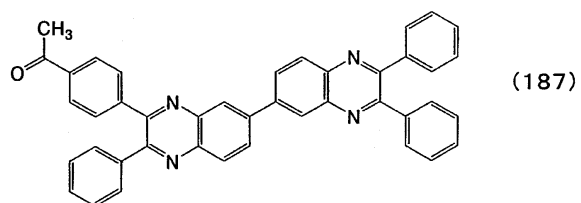
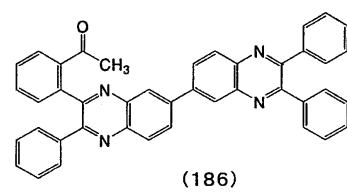
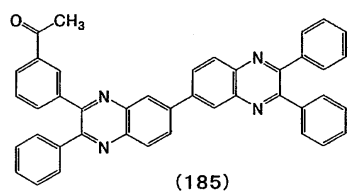
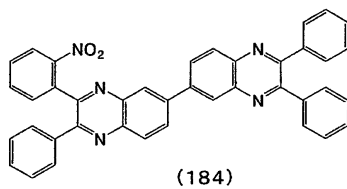
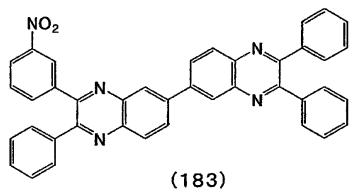
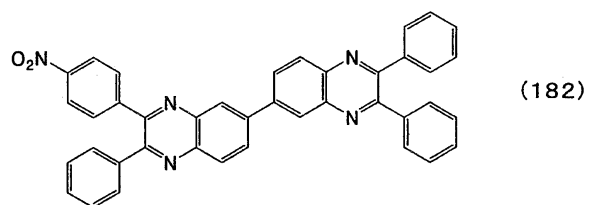
[0151]



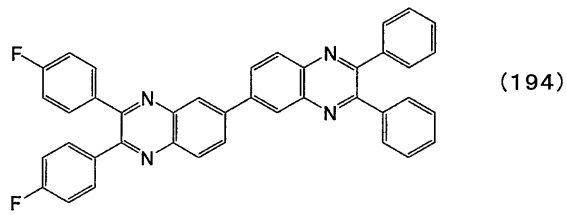
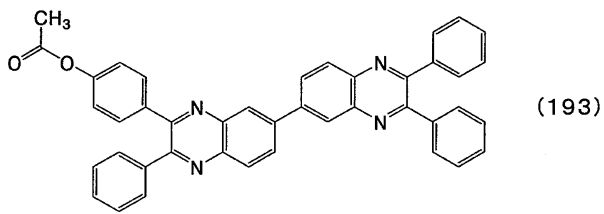
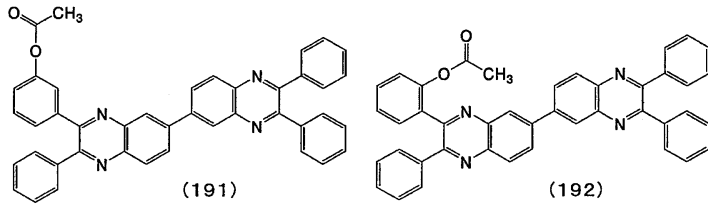
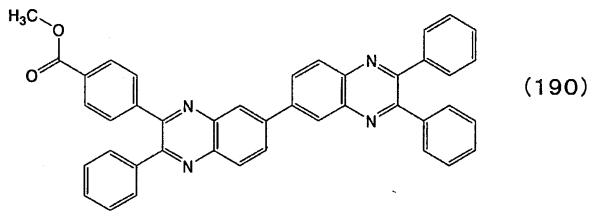
[0152]



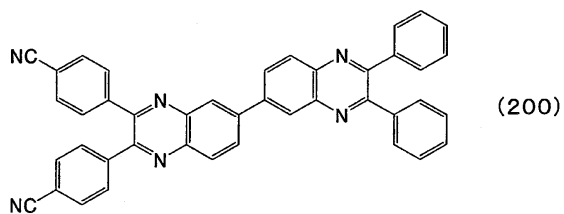
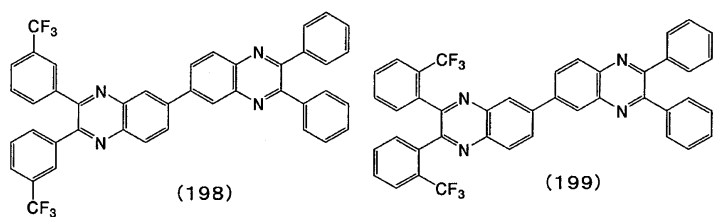
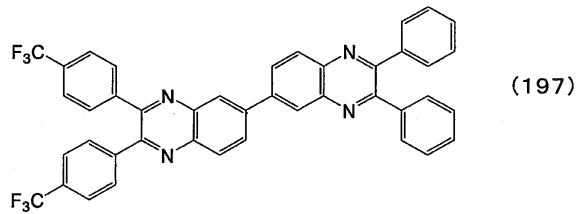
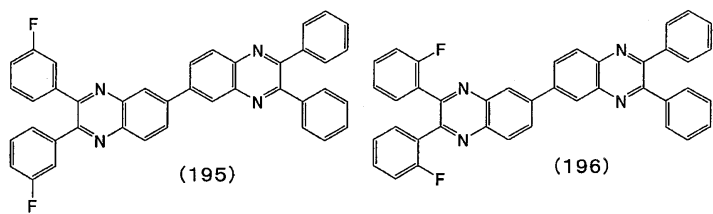
[0153]



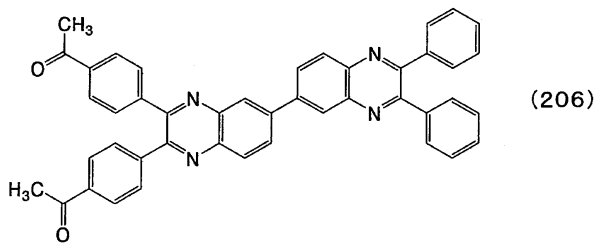
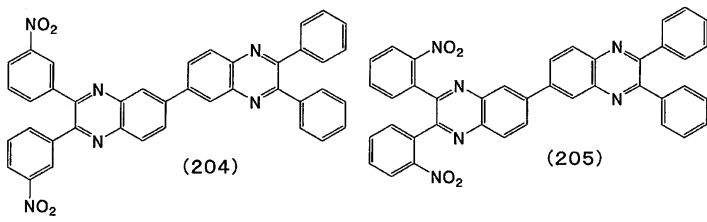
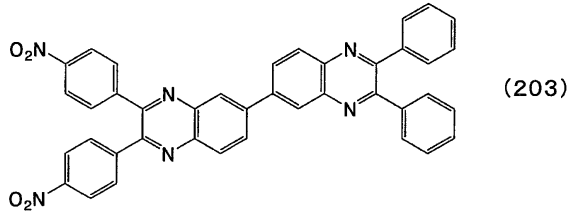
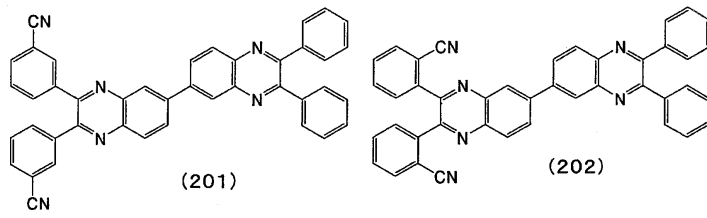
[0154]



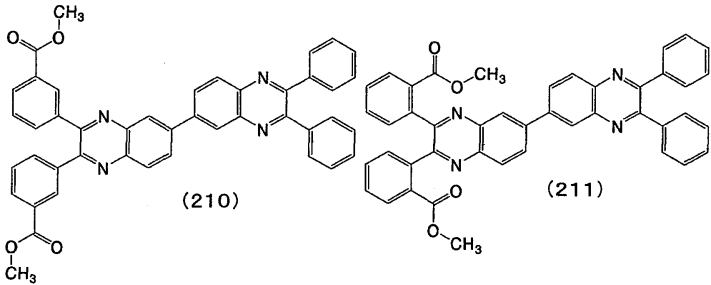
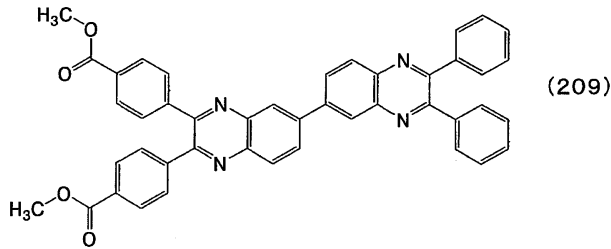
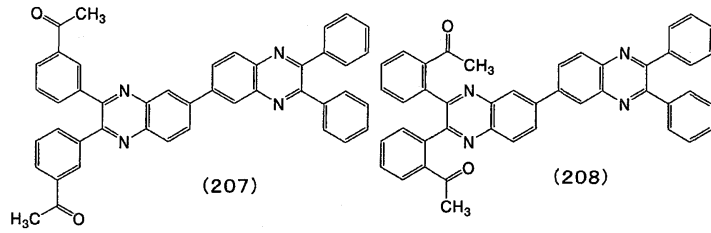
[0155]



[0156]



[0157]



[0158]

[0159]

상기 기재한 바와 같이, 제2 유기 화합물의 LUMO 준위는 제1 유기 화합물의 LUMO 준위보다 0.3eV 이상 낮은 것이 바람직하다. 따라서, 사용하는 제2 유기 화합물의 종류에 따라, 이러한 조건을 충족시키도록 적당한 제1 유기 화합물을 선택할 수 있다. 예를 들면, 실시예에서 후술하는 바와 같이, 제2 유기 화합물로서 상기 구조식 101로 나타내어지는 2,3,2',3'-테트라키스(4-플루오로페닐)-6,6'-비퀴녹살린(약칭: FDPQ2)이나 2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살린(약칭: FDPQ)을 사용하고 제1 유기 화합물로서 Alq를 사용함으로써 상술한 조건을 충족시킬 수 있다.

[0160]

또한, 제1 층(214)의 막 두께는 5nm 내지 20nm 범위인 것이 바람직하다. 막 두께가 너무 두꺼우면, 전자의 이동 속도를 너무 저하시켜 구동 전압이 높아진다. 또한, 막 두께가 너무 얇으면, 전자의 이동을 제어하는 기능이 실현되지 않는다. 이러한 이유 때문에, 제1 층(214)은 5nm 내지 20nm 범위의 두께인 것이 바람직하다.

[0161]

전자 수송층(215)은 전자 수송성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 예를 들면, 저분자 유기 화합물로서는 Alq, Almq₃, BeBq₂, BAq, ZnPBO 또는 ZnBTZ 등의 금속 착체를 사용할 수 있다. 추가로, 금속 착체 이외에도, PBD, OXD-7, TAZ, TPBI, BPhen 또는 BCP 등의 헤테로사이클릭 화합물도 사용할 수 있다. 상술한 물질은 주로 10⁻⁶ cm²/Vs 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 상술한 물질 뿐만 아니라, 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 모든 물질도 전자 수송 물질로서 사용할 수도 있다. 또한, 전자 수송층은, 단층의 것 뿐만이 아니라, 상기 물질로 형성된 층이 2층 이상 적층된 것일 수도 있다.

[0162]

전자 수송층(215)으로서의 고분자 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들면, 폴리[(9,9-디헥실플루오렌-2,7-디일)-코-(피리딘-3,5-디일)](약칭: PF-Py) 또는 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-코-(2,2'-피리딘-6,6'-디일)](약칭: PF-BPy)을 사용할 수 있다.

[0163]

전자 주입층(216)은 전자 주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 전자 주입성이 높은 이러한 물질로서는, 불화리튬(LiF), 불화세슘(CsF), 불화칼슘(CaF₂) 등과 같은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 또는 이의 화합물을 사용할 수 있다. 전자 주입층으로서의 전자 수송성 물질로 이루어진 층 중에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 또는 그러한 화합물을 함유시킨 것, 예를 들면, Alq 층에 마그네슘(Mg)을 함유시킨 것 등을 사용할 수 있다. 또한, 전자 수송성 물질로 이루어진 층 중에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 함유시킨 것을 사용하는 경우,

제2 전극(202)로부터 전자 주입이 효율적으로 실행되어 바람직하다.

- [0164] 제2 전극(202)을 형성하는 물질로서는, 일 함수가 작은(즉, 3.8eV 이하) 재료, 예를 들면, 금속, 합금, 전기전도성 화합물 또는 이들의 혼합물을 사용할 수 있다. 이러한 캐소드 재료의 구체적인 예로서는, 원소 주기표의 제1족 또는 제2족에 속하는 원소, 즉 리튬(Li) 및 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca) 및 스트론튬(Sr) 등의 알칼리 토금속, 및 이들을 포함한 합금(예: MgAg 및 AlLi), 유클로뮴(Eu) 및 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이들을 포함한 합금 등을 들 수 있다. 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 이들을 포함한 합금의 막은 진공 증착법을 사용하여 형성할 수 있다. 또한, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 포함한 합금의 막은 스퍼터링법에 의해 형성할 수도 있다. 또한, 은 페이스트 등을 잉크젯법 등에 의해 침착시키는 것도 가능하다.
- [0165] 전자 주입층(216)으로서는, 전자 수송성 물질로 형성된 층 중에, 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 희토류 금속과 같은 공여성 물질을 함유시킨 층을 사용한다. 이 경우, 일 함수의 대소에 관련없이, Al, Ag, ITO, 규소 또는 산화규소를 함유한 산화인듐주석 등의 다양한 전기전도성 화합물을 제2 전극(202)으로서 사용할 수 있다. 이러한 전기전도성 화합물은, 스퍼터링법이나 잉크젯법, 스핀 코팅법 등을 사용하여 성막하는 것이 가능하다. 공여성 물질로서는 테트라티아폴발렌(약칭: TTF)과 같은 유기 화합물을 사용할 수도 있다.
- [0166] 예를 들면, 도 2B에 도시된 바와 같이, 발광층인 제2 층(213)과 전자의 이동을 제어하는 층인 제1 층(214)과의 사이에, 전자 수송성이 높은 물질을 포함하는 층(217)을 형성할 수도 있다.
- [0167] 보다 바람직하게는, 도 2A에 도시된 바와 같이, 제1 층(214)은 제2 층(213)과 접하도록 형성되는 것이 바람직하다. 이러한 경우에, 색 순도가 우수한 발광을 획득할 수 있는 효과가 현저하기 때문이다. 또한, 제1 층(214)을 제2 층(213)과 서로 접촉하도록 형성함으로써, 발광층인 제2 층(213)으로의 전자 주입을 직접 제어할 수 있고, 발광층내에서 캐리어 밸런스의 경시 변화를 보다 억제할 수 있기 때문에, 소자 수명 향상의 보다 큰 효과를 획득할 수 있다. 또한, 전자 수송성이 높은 물질을 포함하는 층(217)을 형성하지 않기 때문에, 공정이 간편해진다.
- [0168] 제1 층(214)을 제2 층(213)과 서로 접촉하도록 형성하는 경우에, 제1 층(214)에 포함되는 제1 유기 화합물과 제2 층(213)에 많이 포함되어 있는 유기 화합물은 서로 다른 유기 화합물인 것이 바람직하다. 특히, 제2 층(213)의 구성이, 발광성이 높은 물질을 분산시키는 물질(제3 유기 화합물)과 발광 물질을 포함한 경우, 제3 유기 화합물과 제1 유기 화합물은 유기 화합물인 것이 바람직하다. 이러한 구성에 의해, 제1 층(214)로부터 제2 층(213)으로의 전자의 이동은 제1 유기 화합물과 제3 유기 화합물과의 사이에서도 억제되어 전자의 이동을 제어하는 층을 제공하는 효과가 보다 높아진다.
- [0169] 다음에, 발광 소자의 제작방법에 대해 기재한다. EL 층(203)의 형성방법으로서, 건식법 또는 습식법을 불문하고, 각종 방법을 사용할 수 있다. 예를 들면, 진공 증착법, 잉크젯법 또는 스핀 코팅법 등을 사용할 수도 있다. 또한, 각 전극 또는 각 층마다 다른 성막방법(deposition method)을 사용할 수도 있다.
- [0170] 예를 들면, 상술한 재료 가운데, 고분자 화합물을 선택하여 습식법으로 EL 층을 형성할 수도 있다. 또는, 저분자 유기 화합물을 선택하여 습식법으로 EL 층을 형성할 수도 있다. 또한, 저분자 유기 화합물을 선택하여 진공 증착법 등의 건식법을 사용하여 EL 층을 형성할 수도 있다.
- [0171] 유사하게는, 전극은 졸-겔법을 사용하여 습식법으로 형성할 수도 있고, 금속 재료의 페이스트를 사용하여 습식법으로 형성할 수도 있다. 또한, 스퍼터링법이나 진공 증착법 등의 건식법을 사용하여 전극을 형성할 수도 있다.
- [0172] 이하, 구체적인 발광 소자의 형성방법을 기재한다. 본 발명의 발광 소자를 표시 장치에 적용하여 발광층을 선택적으로 각 색에 따라 침착시키는 경우에는 발광층을 습식법에 의해 형성하는 것이 바람직하다. 발광층을 잉크젯법을 사용하여 형성하는 경우, 대형 기판을 사용하는 경우에도 각 색에 대해 발광층의 선택적 침착을 용이하게 실시할 수 있다.
- [0173] 예를 들면, 도 2A에 도시된 구성은, 제1 전극(201)을 건식법인 스퍼터링법, 정공 주입층(211)을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코팅법, 정공 수송층(212)을 건식법인 진공 증착법, 제2 층(213)을 습식법인 잉크젯법, 제1 층(214)을 건식법인 공증착법, 전자 수송층(215) 및 전자 주입층(216)을 건식법인 진공 증착법, 제2 전극(202)을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코팅법을 사용하여 형성하는 단계로 획득할 수 있다. 또한, 상기 구성은 제1 전극(201)을 습식법인 잉크젯법, 정공 주입층(211)을 건식법인 진공 증착법, 정공 수송층(212)을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코팅법, 제2 층(213)을 습식법인 잉크젯법, 제1 층(214)을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코팅법, 전자

수송층(215) 및 전자 주입층(216)을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코팅법, 제2 전극(202)을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코팅법을 사용하여 형성하는 단계로 수득할 수도 있다. 침착법은 상기의 방법으로 한정하지 않고, 습식법과 건식법을 적당하게 조합할 수도 있다.

[0174] 예를 들면, 도 2A에 도시된 구성은, 바람직하게는, 제1 전극(201)을 건식법인 스퍼터링법, 정공 주입층(211) 및 정공 수송층(212)을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코팅법, 발광층인 제2 층(213)을 습식법인 잉크젯법, 제1 층(214)을 건식법인 공증착법, 전자 수송층(215) 및 전자 주입층(216)을 건식법인 진공 증착법, 제2 전극(202)을 건식법인 진공 증착법으로 형성하는 단계로 수득할 수 있다. 즉, 제1 전극(201)이 목적하는 형상으로 미리 형성되어 있는 기판 위에, 정공 주입층(211)으로부터 제2 층(213)까지를 습식법으로 형성하고, 제1 층(214)으로부터 제2 전극(202)까지를 건식법으로 형성할 수 있다. 이 방법에서는, 정공 주입층(211)으로부터 제2 층(213)까지를 대기압에서 형성할 수 있고, 제2 층(213)의 선택적 침착도 각 색에 따라 용이하게 실시할 수 있다. 또한, 제1 층(214)으로부터 제2 전극(202)까지는 진공하에 연속적으로 형성할 수 있다. 따라서, 공정을 간략화하여, 생산성을 향상시킬 수 있다. 이 공정을 이하에 예시적으로 나타낸다. 먼저, 제1 전극(201) 위에 정공 주입층(211)으로서 PEDOT/PSS를 형성한다. PEDOT/PSS는 수용성이기 때문에, 수용액으로서 스핀 코팅법이나 잉크젯법 등에 의해 성막할 수 있다. 정공 수송층(212)은 제공되지 않고, 정공 주입층(211) 위에 발광층으로서 제2 층(213)을 제공한다. 제2 층은, 이미 형성되어 있는 정공 주입층(211)(PEDOT/PSS)을 용해시키지 않는 용매(예: 톨루엔, 도데실벤젠 또는 도데실벤젠과 테트라린과의 혼합 용매)에 발광 물질을 용해시킨 용액을 사용하여 잉크젯법에 의해 형성할 수 있다. 다음에, 제2 층(213) 위에 제1 층(214)을 형성한다. 제1 층(214)을 습식법으로 형성하는 경우에는, 이미 형성되어 있는 정공 주입층(211) 및 제2 층(213)이 용해되지 않는 용매를 사용하여 형성하여야 한다. 이 경우, 용매의 선택 범위가 제한된다. 따라서, 건식법을 사용하는 것이 제1 층(214)의 형성에 보다 용이하다. 따라서, 제1 층(214)으로부터 제2 전극(202)까지를 건식법인 진공 증착법을 사용하여 진공하에 연속적으로 형성함으로써 공정을 간략화할 수 있다.

[0175] 이상과 같은 구성을 갖는 본 발명의 발광 소자에서, 전류는 제1 전극(201)과 제2 전극(202)와의 사이에 생긴 전위차에 의해 흐르고, 이에 의해 EL 층(203)에서 정공과 전자가 재결합하여 발광한다.

[0176] 발광은, 제1 전극(201) 및 제2 전극(202)의 어느 쪽이든 한쪽 또는 양쪽 모두를 통해 외부로 꺼내진다. 따라서, 제1 전극(201) 및 제2 전극(202)의 어느 쪽이든 한쪽 또는 양쪽 모두는 투광성을 갖는 전극이다. 제1 전극(201)만이 투광성을 갖는 전극인 경우, 도 4A에 도시된 바와 같이, 광은 제1 전극(201)을 통해 기판(200) 측에서 꺼내진다. 또한, 제2 전극(202)만이 투광성 전극인 경우, 도 4B에 도시된 바와 같이, 광은 제2 전극(202)을 통해 기판(200)의 반대측에서 꺼내진다. 제1 전극(201) 및 제2 전극(202)이 모두 투광성 전극인 경우, 도 4C에 도시된 바와 같이, 발광은 제1 전극(201) 및 제2 전극(202)를 통해 기판(200) 측 및 기판(200)의 반대측의 양쪽 모두로부터 꺼내진다.

[0177] 도 2A 및 2B는 기판(200) 위에 제1 전극(201)이 형성되어 있는 구성을 도시했지만, 기판(200) 위에 제2 전극(202)이 형성될 수도 있다. 즉, 도 3A에 도시된 바와 같이, 기판(200) 위에, 캐소드로서 기능하는 제2 전극(202), EL 층(203), 애노드로서 기능하는 제1 전극(201)이 순차로 적층된다. EL 층(203)은, 도 2A 및 2B와 유사하게, 전자 주입층(216), 전자 수송층(215), 제1 층(214), 제2 층(213), 정공 수송층(212) 및 정공 주입층(211)을 포함한다. 또한, 도 3B에 도시된 바와 같이, 전자 수송성이 높은 물질을 포함하는 층(217)을 형성할 수도 있고, 이는 도 2B와 유사하다.

[0178] 한편, 도 3A 및 3B에 도시된 구성은, 제2 전극(202)를 건식법인 스퍼터링 또는 진공 증착법, 전자 주입층(216) 및 전자 수송층(215)을 건식법인 진공 증착법, 제1 층(214)을 건식법인 공증착법, 제2 층(213)을 습식법인 잉크젯법, 정공 수송층(212) 및 정공 주입층(211)을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코팅법, 제1 전극(201)을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코팅법에 의해 형성하는 단계로 형성할 수 있다. 이 방법에서는, 제2 전극(202)로부터 제1 층(214)까지를 건식법에 의해 진공하에 연속적으로 형성하고, 제2 층(213)으로부터 제1 전극(201)까지를 대기압에서 형성할 수 있다. 따라서, 공정을 간략화하여, 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0179] 본 실시 형태에서, 유리, 플라스틱 등으로 이루어진 기판 위에 발광 소자가 형성되어 있다. 하나의 기판 위에 이러한 발광 소자를 복수 형성하는 경우, 패시브 매트릭스형의 발광 장치를 형성할 수 있다. 또한, 유리, 플라스틱 등으로 이루어진 기판 위에, 예를 들면, 박막 트랜지스터(TFT)를 형성하고, TFT와 전기적으로 접속된 전극 상에 발광 소자를 형성할 수도 있다. 따라서, TFT에 의해 발광 소자의 구동을 제어하는 액티브 매트릭스형의 발광 장치를 형성할 수 있다. TFT의 구조는 특히 한정되지 않는다. 스테거형의 TFT일 수도 있고, 역스테거형의 TFT일 수도 있다. 또한, TFT 기판 위에 형성되는 구동용 회로는 n형 및 p형의 TFT로부터 제작될 수도 있고,

또는 n형의 TFT 또는 p형의 TFT의 어느 하나로부터 제작될 수도 있다. 또한, TFT의 형성에 사용되는 반도체막의 결정성도 특히 한정되지 않는다. 비정질 반도체막 또는 결정성 반도체막을 사용할 수도 있다.

[0180] 이상에 기재한 본 발명의 발광 소자는 전자의 이동을 제어하는 층(상술한 제1 층)를 포함한다. 제1 층은 2종류 이상의 물질을 포함한다. 따라서, 물질의 편성, 이의 혼합비, 층 두께 등을 제어함으로써 캐리어 밸런스를 정밀하게 제어하는 것이 가능하다.

[0181] 또한, 화합물의 편성, 이의 혼합비, 층 두께 등의 제어에 의해 캐리어 밸런스를 제어하는 것이 가능하기 때문에, 종래 발광 소자보다 용이하게 캐리어 밸런스의 제어가 가능해진다. 즉, 재료 그 자체의 물성을 변화시키지 않아도, 혼합비, 층 두께 등에 의해, 캐리어의 이동을 제어할 수 있다.

[0182] 따라서, 과잉의 전자가 주입되는 것이나, 발광층을 관통하여 정공 수송층이나 정공 주입층에 전자가 도달하는 것을 억제할 수 있다. 따라서, 경시적 발광 효율의 저하를 억제할 수 있다. 즉, 장수명의 발광 소자를 획득할 수 있다.

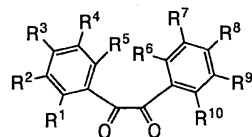
[0183] 제1 층에 포함되는 2종류 이상의 화합물 가운데, 제1 유기 화합물보다 적게 포함되어 있는 제2 유기 화합물을 사용하여 전자의 이동을 제어한다. 따라서, 제1 층에 포함되어 있는 성분 중에서 가장 적은 성분으로 전자의 이동을 제어하는 것이 가능하다. 따라서, 경시 변화에 의한 열화에 강하고 발광 소자의 장기 수명화를 실현할 수 있다. 본 발명에서는, 단일 물질에 의해 캐리어 밸런스를 제어하는 경우와 비교하여, 캐리어 밸런스의 변화가 일어나기 어렵다. 예를 들면, 단일 물질에 의해 형성된 층에서 캐리어의 이동을 제어하는 경우, 부분적인 모르폴로지의 변화나 부분적인 결정화에 의해, 층 전체의 밸런스가 변화된다. 따라서, 이러한 발광 소자는 경시 변화에 의한 열화에 약하다. 그러나, 본 실시 형태에서 제시한 바와 같이, 제1 층에 포함되어 있는 모든 성분 중의 가장 적은 중량%를 갖는 성분으로 캐리어의 이동을 제어하는 경우, 모르폴로지의 변화, 결정화, 응집 등의 영향이 작아지고, 이에 의해 경시 변화에 의한 열화가 일어나기 어렵다. 따라서, 경시적인 발광 효율의 저하가 일어나기 어려운 장수명의 발광 소자를 획득할 수 있다.

[0184] [실시 형태 2]

[0185] 본 실시 형태 2에서는 상술한 본 발명의 귀속살린 유도체의 합성법에 대해 설명한다. 이하에서는, 상술한 화학식 1로 나타내어지는 귀속살린 유도체를 예로서 사용하여 합성법을 설명한다.

[0186] 화학식 1로 나타내어지는 귀속살린 유도체는, 3,3'-디아미노벤지딘, 화학식 3으로 나타내어지는 α-디케톤 A 및 화학식 4로 나타내어지는 α-디케톤 B로부터 합성할 수 있다.

화학식 3



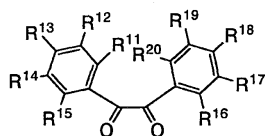
[0187]

[0188] 상기 화학식 3에서,

[0189] R¹ 내지 R¹⁰ 중의 하나 이상은 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나이고,

[0190] 나머지는 수소이다.

화학식 4



[0191]

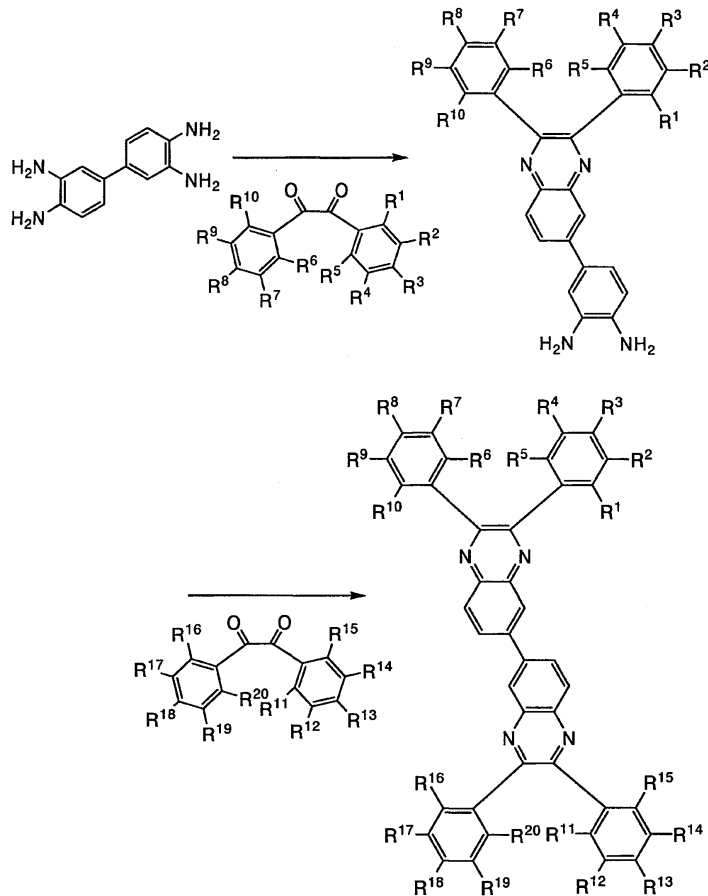
[0192] 상기 화학식 4에서,

[0193] R^{11} 내지 R^{20} 중의 하나 이상은 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나이고,

[0194] 나머지는 수소이다.

[0195] 즉, 합성 반응식(a)에 도시된 바와 같이, 3,3'-디아미노벤지딘, 상기 화학식 3으로 나타내어지는 α -디케톤 A 및 α -디케톤 B를 적당한 용매(예: 클로로포름) 중에서 가열 교반함으로써 화학식 1로 나타내어지는 퀴녹살린 유도체를 수득할 수 있다. α -디케톤 A와 α -디케톤 B가 동일한 화합물인 경우, 합성 반응식(a)와 같은 2단계의 반응이 아니라, 1단계의 반응으로 합성할 수 있다.

반응식 a



[0196] 상기 반응식 a에서,

[0197] 나머지는 수소이다.

[0198] R^1 내지 R^{20} 중의 하나 이상은 플루오로 그룹, 시아노 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 니트로 그룹, 아실 그룹 및 아실옥시 그룹 중의 어느 하나이고,

[0199] 나머지는 수소이다.

[0200] [실시 형태 3]

[0201] 본 실시 형태는, 본 발명에 따르는 복수의 발광 유닛을 적층한 구성의 발광 소자(이하, 적층형 소자라고 한다)의 모양에 대해서도 5를 참조하여 설명한다. 이 발광 소자는, 제1 전극과 제2 전극과의 사이에, 복수의 발광 유닛을 갖는 적층형 발광 소자이다. 각 발광 유닛으로서는, 실시 형태 1에 제시된 EL 층(203)과 동일한 구성을 사용할 수 있다. 즉, 실시 형태 1 및 실시 형태 2 각각에 제시된 발광 소자는 1개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자이다. 그러나, 본 실시 형태에서는 복수의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에 대해 설명한다.

[0202] 도 5에서, 제1 전극(501)과 제2 전극(502)과의 사이에는, 제1 발광 유닛(511)과 제2 발광 유닛(512)가 적층되어 있다. 제1 발광 유닛(511)과 제2 발광 유닛(512)과의 사이에는 전하 발생층(513)이 형성되어 있다. 제1 전극

(501)과 제2 전극(502)은 실시 형태 1과 동일한 전극을 적용할 수 있다. 제1 발광 유닛(511)과 제2 발광 유닛(512)은 동일한 구성이거나 다른 구성일 수 있고, 그 구성은 실시 형태 1과 동일한 구성을 적용할 수 있다.

[0203] 전하 발생층(513)에는 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료가 포함되어 있다. 이 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는 실시 형태 1에 기재되어 있는 복합 재료이며, 유기 화합물과 바나듐 산화물이나 몰리브덴 산화물이나 텅스텐 산화물 등의 금속 산화물을 포함한다. 유기 화합물로서는 방향족 아민 화합물, 카바졸 유도체, 방향족 탄화수소, 및 고분자 화합물(예: 올리고머, 덴드리머 또는 중합체) 등의 다양한 화합물을 사용할 수 있다. 유기 화합물로서는 정공 수송성 유기 화합물로서 정공 이동도가 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상인 것을 적용하는 것이 바람직하다. 그러나, 이의 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이면, 이들 물질 이외의 기타 물질을 사용할 수도 있다. 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는, 캐리어 주입성 및 캐리어 수송성이 우수하고, 따라서 저전압 구동 및 저전류 구동을 실현할 수 있다.

[0204] 전하 발생층(513)은, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료와 또 다른 재료를 조합하여 형성할 수도 있다. 예를 들면, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 포함하는 층과 전자 공여성 물질 중에서 선택된 하나의 화합물 및 전자 수송성이 높은 화합물을 포함하는 층을 조합하여 형성할 수도 있다. 또한, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 포함하는 층과 투명 도전막을 조합하여 형성할 수도 있다.

[0205] 어떠한 경우에도, 제1 발광 유닛(511)과 제2 발광 유닛(512)에 개재하는 전하 발생층(513)은, 제1 전극(501)과 제2 전극(502)에 전압을 인가했을 때에, 한쪽 발광 유닛에 전자를 주입하고 한쪽 발광 유닛에 정공을 주입하는 물질이 사용될 수 있다. 예를 들면, 도 5에서, 제1 전극의 전위가 제2 전극의 전위보다 높아지도록 전압을 인가했을 경우, 전하 발생층(513)은 제1 발광 유닛(511)에 전자를 주입하고 제2 발광 유닛(512)에 정공을 주입할 수 있다.

[0206] 본 실시 형태에서는, 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에 대해 설명했지만, 본 발명은 3개 이상의 발광 유닛을 적층한 발광 소자에 대해서도 동일하게 적용하는 것이 가능하다. 한쌍의 전극간에 복수의 발광 유닛을 전하 발생층에서 나누어 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지한 상태로, 고휘도 영역에서의 장수명 발광 소자를 실현할 수 있다. 또한, 발광 소자를 조명 장치에 응용하는 경우, 전극 재료의 저항에 의한 전압 강하를 작게 할 수 있다. 그러므로, 대면적에 걸쳐 균일 발광이 가능해진다. 즉, 저전압 구동이 가능하고 소비 전력이 낮은 발광 장치를 실현할 수 있다.

[0207] 각각의 발광 유닛의 발광색을 서로 상이한 색으로 하는 경우, 발광 소자 전체적으로, 목적하는 색의 발광을 수득할 수 있다. 예를 들면, 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에서, 제1 발광 유닛의 발광색과 제2 발광 유닛의 발광색을 보색의 관계가 되도록 하는 경우, 발광 소자 전체적으로 백색 발광하는 발광 소자를 수득하는 것도 가능하다. "보색"이란, 혼합하면 무채색이 되는 색끼리의 관계를 말한다. 즉, 보색 관계에 있는 색을 발광하는 물질로부터 수득한 광을 혼합하면, 백색 발광을 수득할 수 있다. 또한, 3개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자의 경우에도 동일하게 적용할 수 있다. 예를 들면, 제1 발광 유닛의 발광색이 적색이고, 제2 발광 유닛의 발광색이 녹색이며, 제3 발광 유닛의 발광색이 청색인 경우, 발광 소자 전체적으로는 백색 발광을 수득할 수 있다.

[0208] 본 실시 형태는 다른 실시 형태와 적당하게 조합하는 것이 가능하다.

[0209] [실시의 형태 4]

[0210] 본 실시 형태에서는 본 발명의 발광 소자를 갖는 발광 장치에 대해 설명한다.

[0211] 본 실시 형태에서, 화소부에 본 발명의 발광 소자를 갖는 발광 장치에 대해 도 6A 및 6B를 사용하여 설명한다. 도 6A는 발광 장치를 도시하는 표면도이고, 도 6B는 도 6A를 A-A' 및 B-B'로 절단한 단면도이다. 점선으로 도시된 참조 번호(601)는 구동 회로부(소스측 구동 회로), 참조번호(602)는 화소부, 참조번호(603)은 구동 회로부(게이트측 구동 회로)이다. 또한, 참조번호(604)는 밀봉 기관, 참조번호(605)는 밀봉재이며, 밀봉재(605)로 둘러싸인 부분은 공간(607)에 상응한다.

[0212] 리드 배선(608)은 소스측 구동 회로(601) 및 게이트측 구동 회로(603)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이며, 이 배선(608)은 외부 입력 단자가 되는 FPC(플렉서블 프린트 서킷)(609)로부터 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 리셋트 신호 등을 받는다. 여기에서는 FPC 밖에 도시되어 있지 않지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기관(PWB)이 장착될 수도 있다. 본 명세서에 있어서의 발광 장치에는, 발광 장치 본체 뿐만 아니라, 거기에 FPC 또는 PWB가 장착된 발광 장치도 포함하는 것으로 한다.

[0213] 다음에, 단면 구조에 대해 도 6B를 사용하여 설명한다. 소자 기관(610) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성

되어 있다. 여기에서는 구동 회로부인 소스측 구동 회로(601)와 화소부(602) 중의 하나의 화소가 나타나 있다.

[0214] 소스측 구동 회로(601)로는 n-채널형 TFT(623)와 p-채널형 TFT(624)를 조합한 CMOS 회로가 형성된다. 구동 회로는, 다양한 종류의 회로, 예를 들면, CMOS 회로, PMOS 회로 또는 NMOS 회로로 형성할 수 있다. 본 실시 형태에서는 화소부와 동일한 기관 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형 장치를 나타내지만, 구동 회로를 반드시 동일한 기관 위에 화소부로서 형성할 필요는 없고, 기관 외부에 형성할 수도 있다.

[0215] 화소부(602)는 스위칭용 TFT(611), 전류 제어용 TFT(612) 및 전류 제어용 TFT(612)의 드레인에 전기적으로 접속된 제1 전극(613)을 포함한 복수의 화소에 의해 형성된다. 제1 전극(613)의 단부를 커버하도록 절연물(614)가 형성되어 있다. 여기에서는 포지티브형의 감광성 아크릴 수지막을 절연물(614)에 사용한다.

[0216] 피복성을 양호하게 하기 위해, 절연물(614)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들면, 절연물(614)의 재료로서 포지티브형의 감광성 아크릴 수지를 사용한 경우, 절연물(614)의 상단부에만 곡률 반경(0.2 μ m 내지 3 μ m)를 갖는 곡면을 갖게 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(614)로서는 광의 조사에 의해 에칭에 불용해성으로 되는 네가티브형 또는 광의 조사에 의해 엣치에 용해성으로 되는 포지티브형의 포토레지스트를 사용할 수 있다.

[0217] 제1 전극(613) 위에는, EL 층(616) 및 제2 전극(617)이 각각 형성되어 본 발명의 발광 소자(618)가 형성되어 있다. 구체적으로는, 발광 소자(618)로서는 실시 형태 1 또는 실시 형태 3에서 도시된 발광 소자를 사용할 수도 있다.

[0218] 제1 전극(613)에 사용하는 재료로서는, 다양한 종류의 재료, 예를 들면, 금속, 합금, 전기전도성 화합물 또는 이들의 혼합물을 사용할 수 있다. 제1 전극(613)을 애노드로서 사용하는 경우에는, 그 중에서도, 일 함수가 큰 (일 함수 4.0eV 이상) 재료, 예를 들면, 금속, 합금, 전기전도성 화합물 및 이들의 혼합물을 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 규소를 함유한 산화인듐주석, 산화인듐아연, 질화티탄막, 크롬막, 텅스텐막, Zn막, Pt 막 등의 단층막 이외에, 질화티탄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과의 적층, 질화티탄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화티탄막과의 3층 구조 등의 적층막을 사용할 수 있다. 제1 전극(613)을 적층 구조로 하면, 제1 전극(613)은 배선으로서 저항도 낮고, 양호한 옴 접촉(ohmic contact)을 취할 수 있다. 추가로, 제1 전극(613)을 애노드로서 기능시킬 수 있다.

[0219] 또한, EL 층(616)은, 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법 및 스�핀 코팅법 등의 다양한 방법에 따라 형성된다. EL 층(616)은, 실시 형태 1에서 제시된 제1 층 및 제2 층(발광층)을 갖고 있다. EL 층(616)을 구성하는 다른 재료로서는, 저분자 화합물 또는 고분자 화합물(올리고머 및 덴드리머를 포함함)을 사용할 수도 있다. 또한, 무기 화합물 뿐만 아니라, 유기 화합물을, EL 층을 형성하기 위한 재료로 사용할 수도 있다.

[0220] 제2 전극(617)을 형성하기 위한 재료로서는, 다양한 재료, 예를 들면, 금속, 합금, 전기전도성 화합물 또는 이들의 혼합물을 사용할 수 있다. 제2 전극(617)을 캐소드로서 사용하는 경우에는, 그 중에서도, 일 함수가 작은 (일 함수 3.8eV 이하) 재료, 예를 들면, 금속, 합금, 전기전도성 화합물 및 이들의 혼합물을 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 원소 주기표의 제1족 또는 제2족에 속하는 원소, 즉 리튬(Li) 및 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca) 및 스트론튬(Sr) 등의 알칼리 토금속, 및 이들을 포함한 합금(예: MgAg 및 AlLi) 등을 들 수 있다. EL 층(616)에서 생성된 광을 제2 전극(617)을 통해 투과시키는 경우에는, 제2 전극(617)으로서의 두께를 얇게 한 금속 박막과 투명 도전막(산화인듐주석(ITO), 규소 또는 산화규소를 함유한 산화인듐주석, 산화인듐아연(IZO), 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐(IWZO) 등)과의 적층을 사용하는 것도 가능하다.

[0221] 밀봉재(605)로 밀봉 기관(604)을 소자 기관(610)에 부착시키고, 이에 의해 소자 기관(610), 밀봉 기관(604) 및 밀봉재(605)로 둘러싸인 공간(607)에 발광 소자(618)를 제공한다. 공간(607)에는 충전재가 충전되어 있고, 공간(607)에는 불활성 기체(예: 질소 또는 아르곤)가 충전되거나 밀봉재(605)로 충전되는 경우도 있다.

[0222] 밀봉재(605)에는 에폭시 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 재료는 가능한 한 수분 및 산소를 투과하지 않는 재료인 것이 바람직하다. 밀봉 기관(604)에 사용하는 재료로서는, 유리 기관이나 석영 기관 이외에, FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐 플루오라이드), 폴리에스테르 또는 아크릴 등으로 이루어진 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.

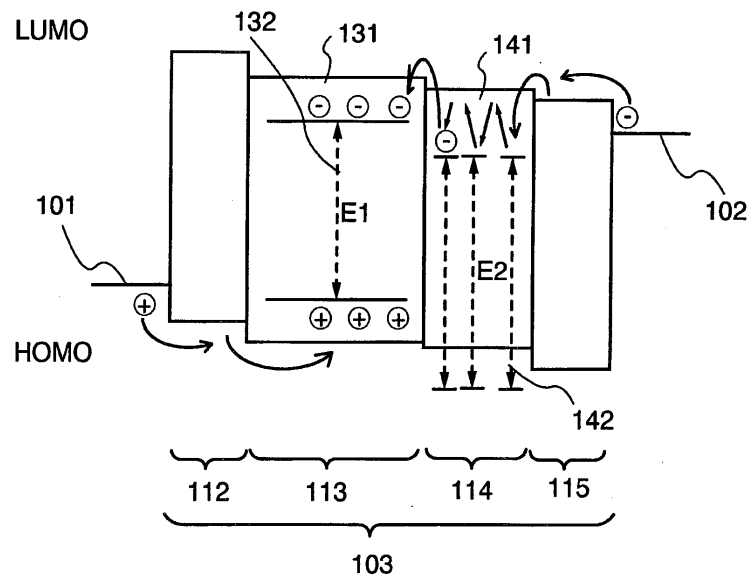
[0223] 이상과 같은 공정에 의해, 본 발명의 발광 소자를 갖는 발광 장치를 획득할 수 있다. 이와 같이 획득한 본 발명의 발광 장치는 장수명의 발광 소자를 갖고, 따라서 이의 장치는 수명이 길다.

- [0224] 본 실시 형태는 트랜지스터에 의해 발광 소자의 구동을 제어하는 액티브 매트릭스형의 발광 장치에 대해 설명했지만, 트랜지스터 등의 발광 소자 구동용의 소자를 특별히 제공하지 않고서 발광 소자를 구동시키는 패시브 매트릭스형의 발광 장치를 사용할 수도 있다. 도 7A 및 7B에는 본 발명을 적용하여 제작한 패시브 매트릭스형의 발광 장치의 사시도 및 단면도를 도시한다. 그림 7A는 발광 장치의 단면도이고, 도 7B는 도 7A를 X-Y로 절단한 단면도이다. 도 7A 및 도 7B에서, 기관(701) 위에는, 전극(702)과 전극(706)과의 사이에 EL 층(705)이 형성되어 있다. 전극(702)의 단부는 절연층(703)으로 덮여 있다. 절연층(703) 위에는 격벽층(704)이 형성되어 있다. 격벽층(704)의 측벽은, 한쪽 측벽과 다른쪽 측벽과의 간격이 기관 표면에 대해 좁게 되도록 경사를 가진다. 즉, 격벽층(704)의 단변 방향의 단면은 사다리꼴 형상이며, 저변(절연층(703)의 면 방향과 동일한 방향을 향해 절연층(703)과 접하는 측면)이 상변(절연층(703)의 면 방향과 동일한 방향을 향해 절연층(703)과 접하지 않는 측면)보다 짧다. 이와 같이 격벽층(704)을 제공함으로써, 정전기 등에 기인한 발광 소자의 불량을 방지할 수 있다. 또한, 패시브 매트릭스형의 발광 장치에 대해서도, 수명이 긴 본 발명의 발광 소자를 포함시킴으로써 수명이 긴 발광 장치를 획득할 수 있다.
- [0225] [실시 형태 5]
- [0226] 본 실시 형태 5는, 실시 형태 4에 기재된 발광 장치를 그 일부에 포함한 본 발명의 전자 기기에 대해 설명한다. 본 발명의 전자 기기는, 실시 형태 1 또는 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 포함하고, 따라서 수명이 긴 표시부를 가진다. 또한, 발광 효율이 높은 발광 소자를 사용하기 때문에, 소비 전력이 저감된 표시부를 획득할 수 있다.
- [0227] 본 발명의 발광 장치를 사용하여 제작한 전자 기기의 통상적인 예로는 비디오 카메라, 디지털 카메라 등의 카메라, 고글형 디스플레이, 네비게이션 시스템, 음향 재생장치(예: 카오디오 컴포넌트 스테레오 및 오디오 컴포넌트 스테레오), 컴퓨터, 게임기기, 휴대 정보 단말(예: 모바일 컴퓨터, 휴대 전화, 휴대형 게임기 및 전자 서적), 기록 매체를 갖춘 화상 재생장치(구체적으로는, DVD 등의 기록 매체를 재생하여, 그 화상을 표시할 수 있는 표시장치를 갖춘 장치) 등을 들 수 있다. 이러한 전자 기기의 구체적인 예를 도 8A 내지 8D에 도시한다.
- [0228] 도 8A는 본 발명에 따르는 텔레비전 장치이며, 케이스(9101), 지지대(9102), 표시부(9103), 스피커부(9104), 비디오 입력 단자(9105) 등을 포함한다. 이 텔레비전 장치에서, 표시부(9103)는, 실시 형태 1 또는 실시 형태 3에 나타난 것과 동일한 발광 소자의 매트릭스 배열을 갖는다. 당해 발광 소자는, 수명이 길다고 하는 특징을 갖고 있다. 발광 소자를 포함하는 표시부(9103)도 동일한 특징을 갖는다. 따라서, 이 텔레비전 장치는 또한 수명이 길다고 하는 특징을 갖고 있다. 즉, 장시간에 걸쳐 사용할 수 있는 텔레비전 장치를 제공할 수 있다.
- [0229] 도 8B는 본 발명에 따르는 컴퓨터이며, 본체(9201), 케이스(9202), 표시부(9203), 키보드(9204), 외부 접속 포트(9205), 위치지정 장치(9206) 등을 포함한다. 이 컴퓨터에서, 표시부(9203)는, 실시 형태 1 또는 실시 형태 3에 나타난 것과 동일한 발광 소자의 매트릭스 배열을 갖는다. 당해 발광 소자는, 수명이 길다고 하는 특징을 갖고 있다. 발광 소자를 포함하는 표시부(9203)도 동일한 특징을 갖는다. 따라서, 이 컴퓨터는 또한 수명이 길다고 하는 특징을 갖고 있다. 즉, 장시간에 걸쳐 사용할 수 있는 컴퓨터를 제공할 수 있다.
- [0230] 도 8C는 본 발명에 따르는 휴대 전화이며, 본체(9401), 케이스(9402), 표시부(9403), 음성 입력부(9404), 음성 출력부(9405), 조작 키(9406), 외부 접속 포트(9407), 안테나(9408) 등을 포함한다. 이 휴대 전화에서, 표시부(9403)는, 실시 형태 1 또는 실시 형태 3에 나타난 것과 동일한 발광 소자의 매트릭스 배열을 갖는다. 당해 발광 소자는, 수명이 길다고 하는 특징을 갖고 있다. 발광 소자를 포함하는 표시부(9403)도 동일한 특징을 갖는다. 따라서, 이 휴대 전화는 또한 수명이 길다고 하는 특징을 갖는다. 즉, 장시간에 걸쳐 사용할 수 있는 휴대 전화를 제공할 수 있다.
- [0231] 도 8D는 본 발명에 따르는 카메라이며, 본체(9501), 표시부(9502), 케이스(9503), 외부 접속 포트(9504), 리모콘 수신부(9505), 화상 수상부(9506), 배터리(9507), 음성 입력부(9508), 조작 키(9509), 접안부(9510) 등을 포함한다. 이 카메라에서, 표시부(9502)는, 실시 형태 1 또는 실시 형태 3에 나타난 것과 동일한 발광 소자의 매트릭스 배열을 갖는다. 당해 발광 소자는 수명이 길다고 하는 특징을 갖는다. 그 발광 소자를 포함하는 표시부(9502)도 동일한 특징을 갖는다. 따라서, 이 카메라는 또한 수명이 길다고 하는 특징을 갖는다. 즉, 장시간에 걸쳐 사용할 수 있는 카메라를 제공할 수 있다.
- [0232] 이상과 같이, 본 발명의 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓고, 이 발광 장치를 다양한 분야의 전자 기기에 적용하는 것이 가능하다. 본 발명의 발광 장치를 사용함으로써, 장시간에 걸쳐 사용할 수 있는, 수명이 긴 표시부를 갖는 전자 기기를 제공하는 것이 가능해진다.

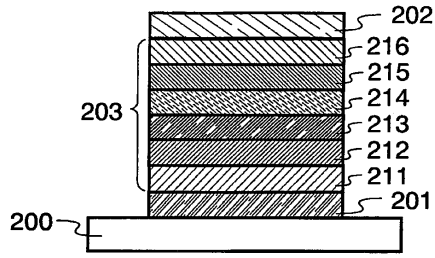
- [0233] 또한, 본 발명의 발광 장치는 조명 장치로서 사용할 수도 있다. 본 발명의 발광 소자를 조명 장치로서 사용하는 일례를 도 9를 사용하여 설명한다.
- [0234] 도 9는, 본 발명의 발광 장치를 백 라이트로서 사용하는 액정 표시장치의 일례이다. 도 9에 도시된 액정 표시 장치는 케이스(901), 액정층(902), 백 라이트(903) 및 케이스(904)를 포함하고, 액정층(902)는 드라이버 IC(905)와 접속되어 있다. 또한, 백 라이트(903)에 본 발명의 발광 장치가 사용되고, 단자(906)에 의해 전류가 공급된다.
- [0235] 본 발명의 발광 장치를 액정 표시장치의 백 라이트로서 사용함으로써, 수명이 긴 백 라이트를 획득할 수 있다. 본 발명의 발광 장치는, 면 발광의 조명 장치이고, 대면적을 가질 수 있다. 따라서, 백 라이트의 대면적화가 가능하고, 액정 표시장치의 대면적화도 가능하게 된다. 추가로, 본 발명의 발광 장치는 얇은 형상을 갖고 저소비 전력이기 때문에, 표시장치의 박형화 및 저소비 전력화도 가능해진다. 또한, 본 발명의 발광 장치는 수명이 길기 때문에, 본 발명의 발광 장치를 도입함으로써 수명이 긴 액정 표시장치를 획득할 수 있다.
- [0236] 도 10은, 본 발명의 발광 장치를 조명 장치인 테이블 램프로서 사용한 예를 도시한다. 도 10에 나타내는 테이블 램프는 케이스(1001)와 광원(1002)을 포함하고, 광원(1002)으로서 본 발명의 발광 장치가 사용된다. 본 발명의 발광 장치는 장수명이기 때문에, 테이블 램프도 장수명이다.
- [0237] 도 11은, 본 발명의 발광 장치를 실내 조명 장치(1003)로서 사용한 예를 도시한다. 본 발명의 발광 장치는 대면적화도 가능하기 때문에, 본 발명의 발광 장치는 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 또한, 본 발명의 발광 장치는 장수명이기 때문에, 장수명의 조명 장치를 획득하는 것이 가능해진다. 본 발명의 발광 장치를 실내 조명 장치(1003)로서 사용한 방에, 도 8A에 설명한 것과 같은 본 발명에 따르는 텔레비전 장치(1004)를 설치하여 공공 방송이나 영화를 감상할 수 있다. 이러한 경우, 양 장치는 장수명이기 때문에, 조명 장치나 텔레비전 장치의 교체 횟수를 감소시킬 수 있고, 환경의 손상을 감소시킬 수 있다.

도면

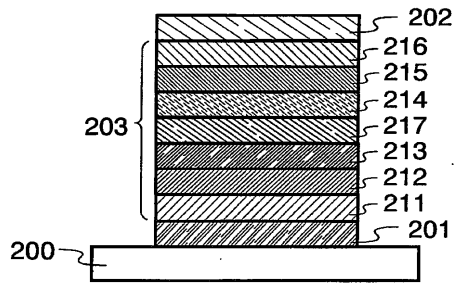
도면1



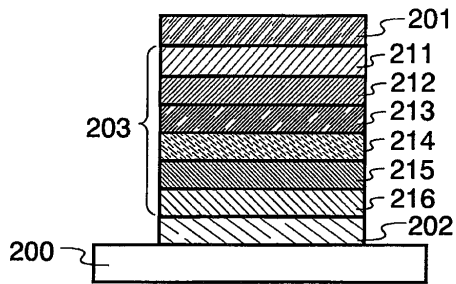
도면2A



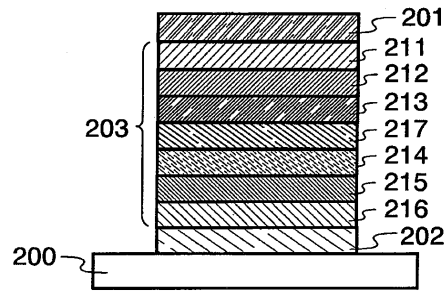
도면2B



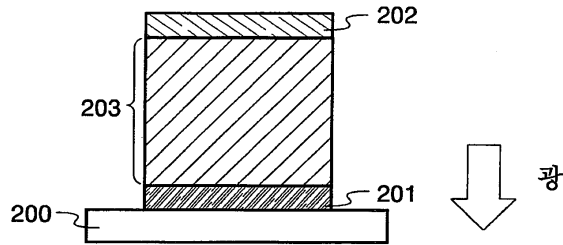
도면3A



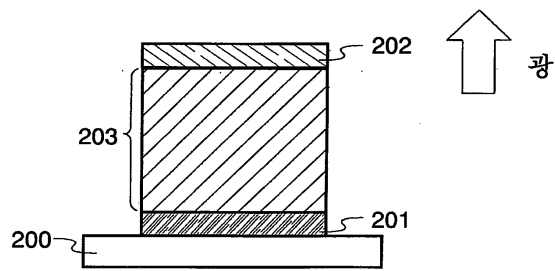
도면3B



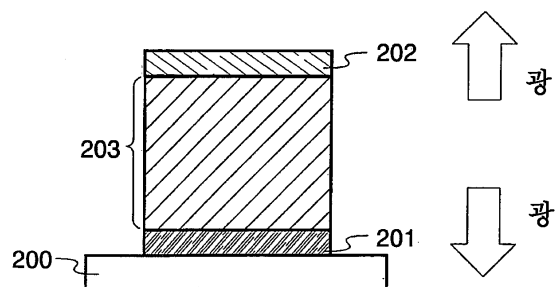
도면4A



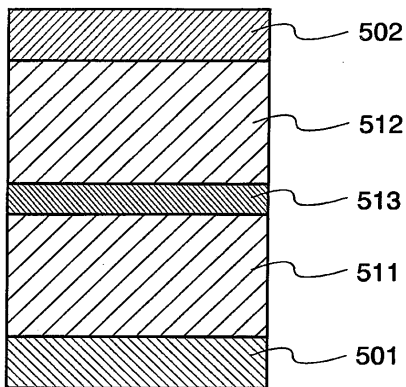
도면4B



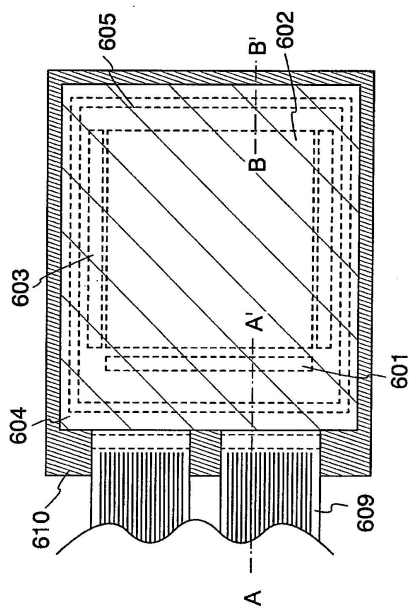
도면4C



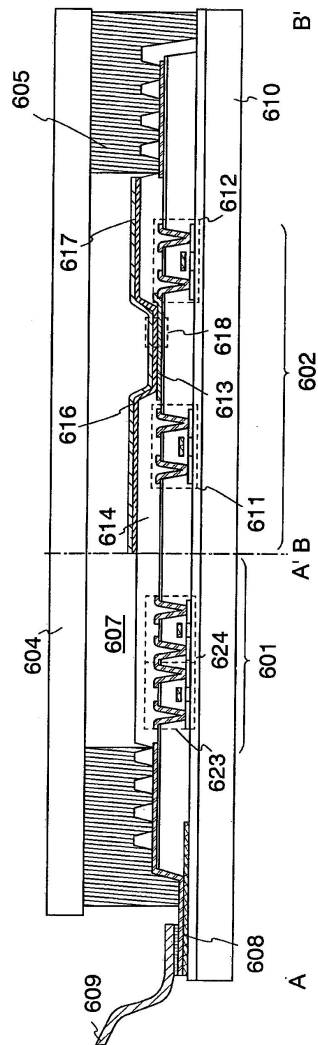
도면5



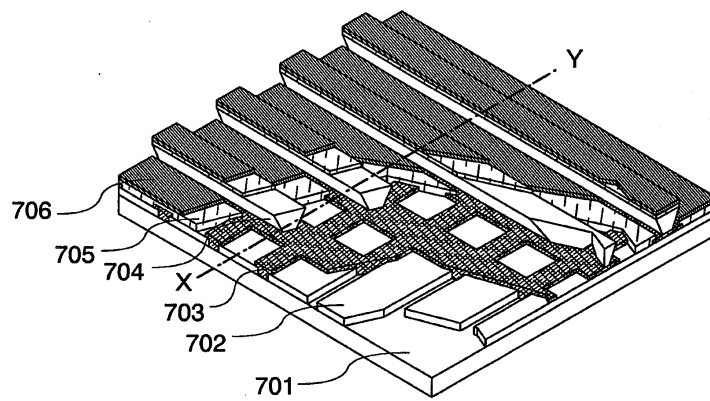
도면6A



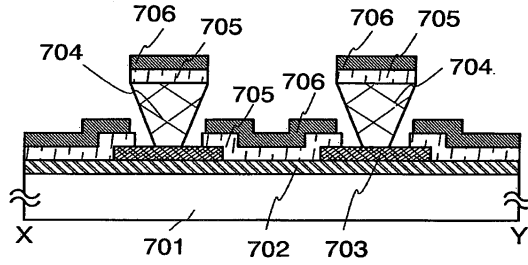
도면6B



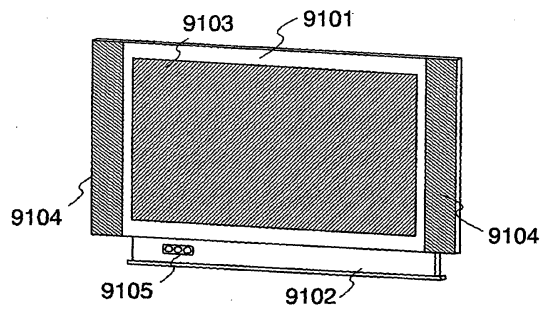
도면7A



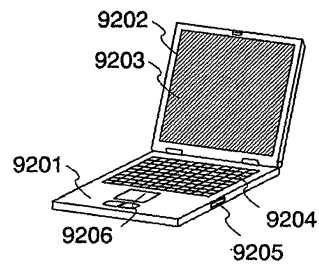
도면7B



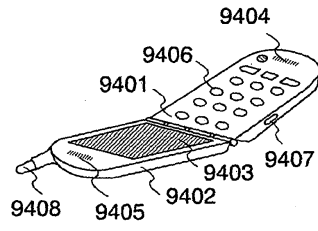
도면8A



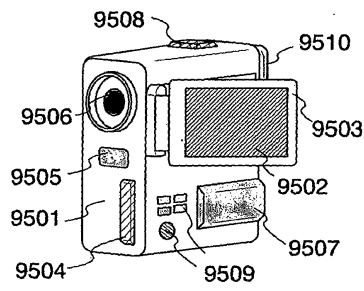
도면8B



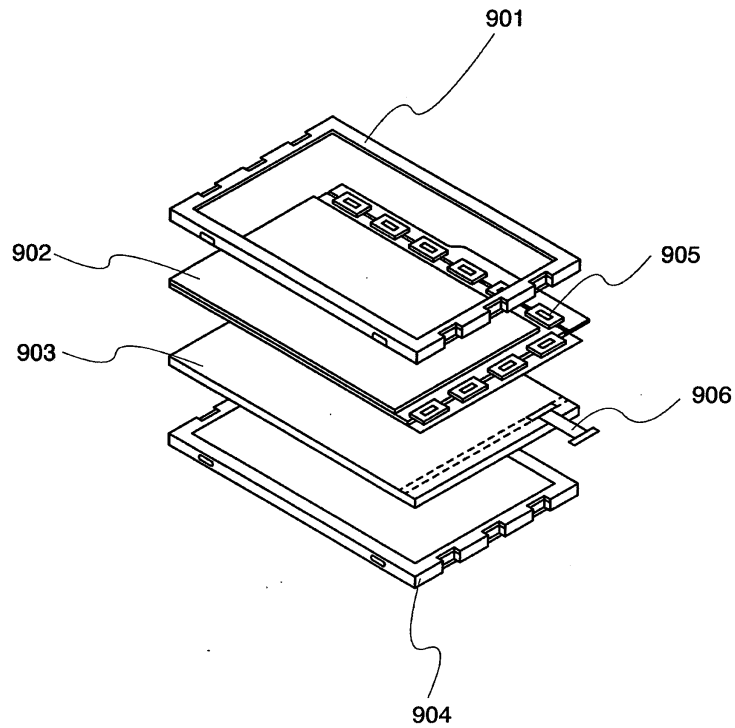
도면8C



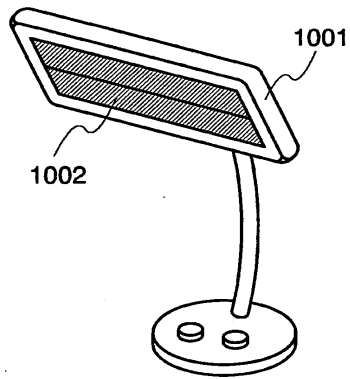
도면8D



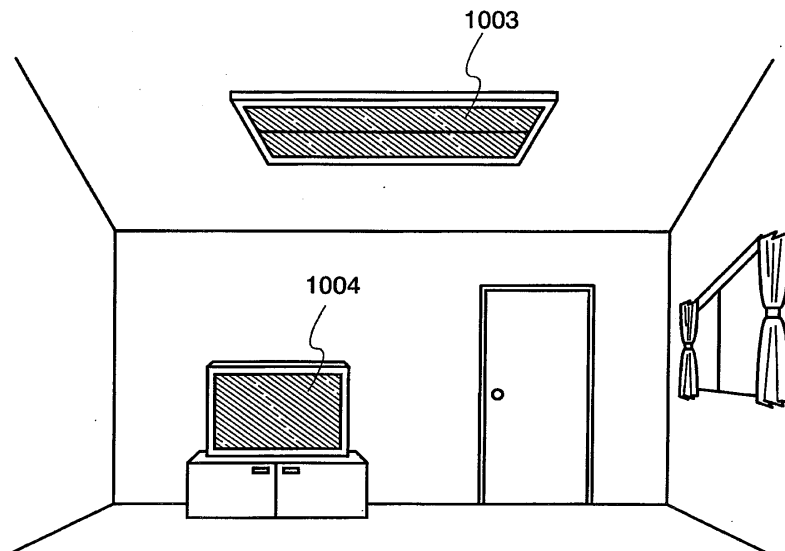
도면9



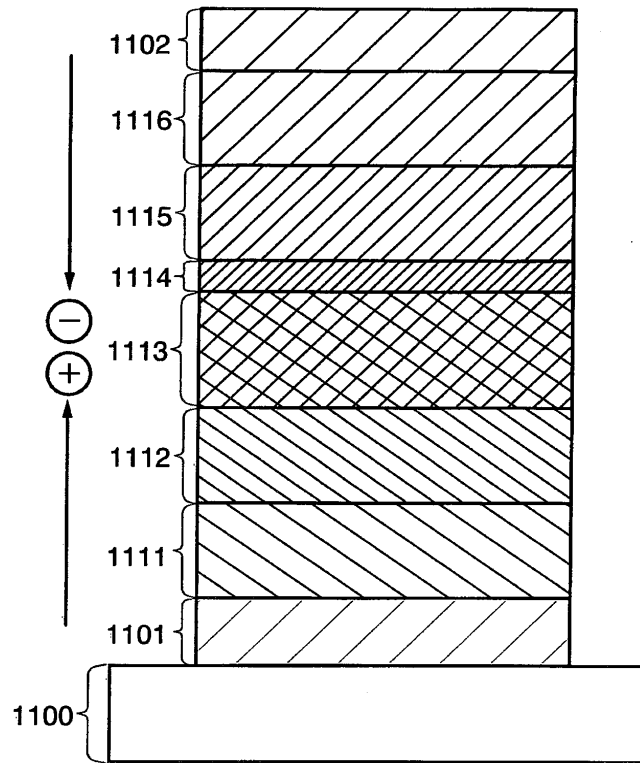
도면10



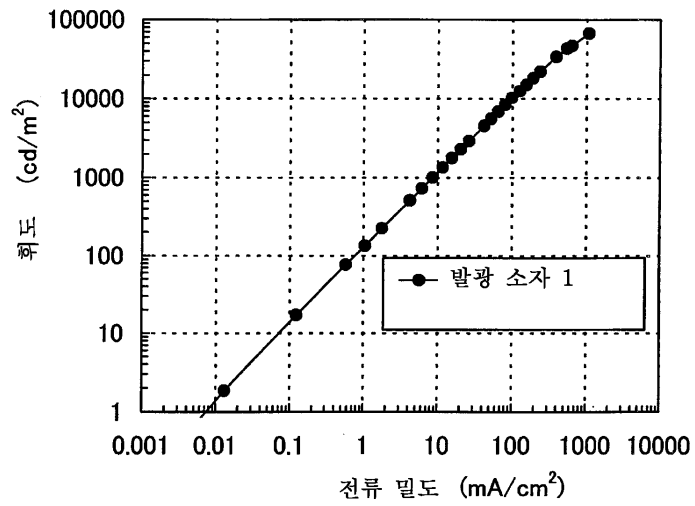
도면11



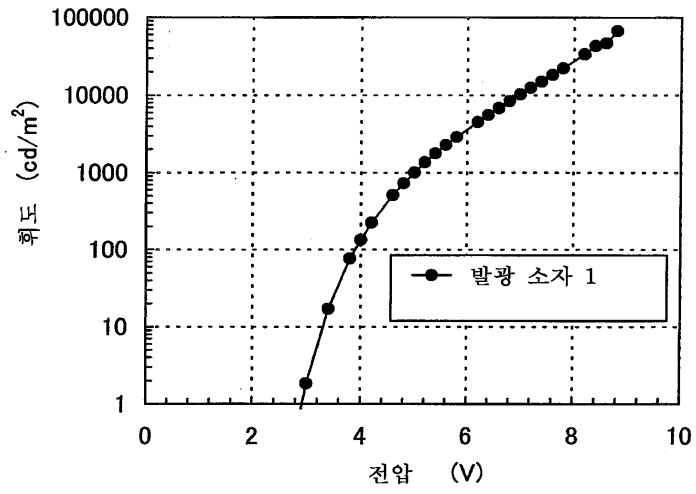
도면12



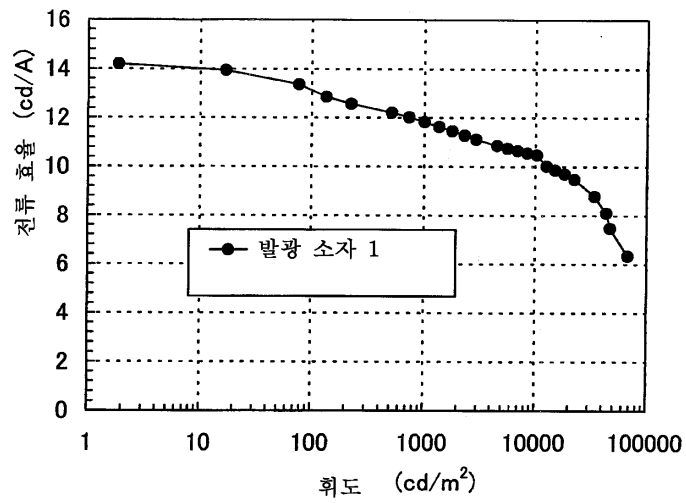
도면13



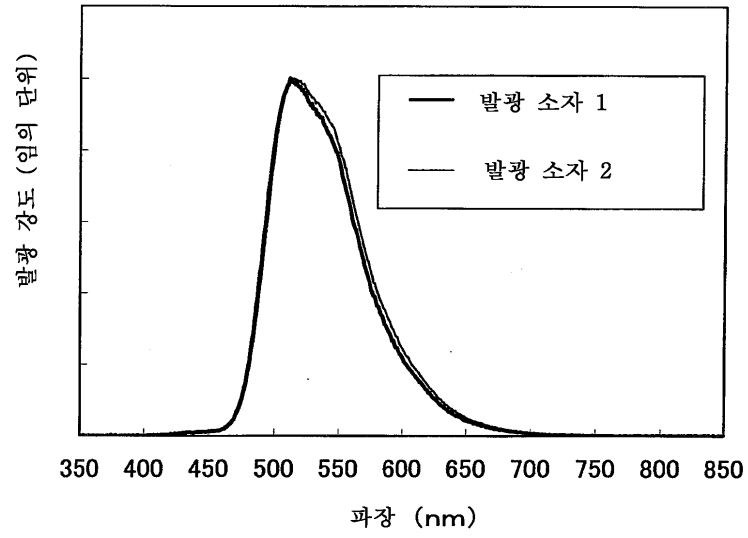
도면14



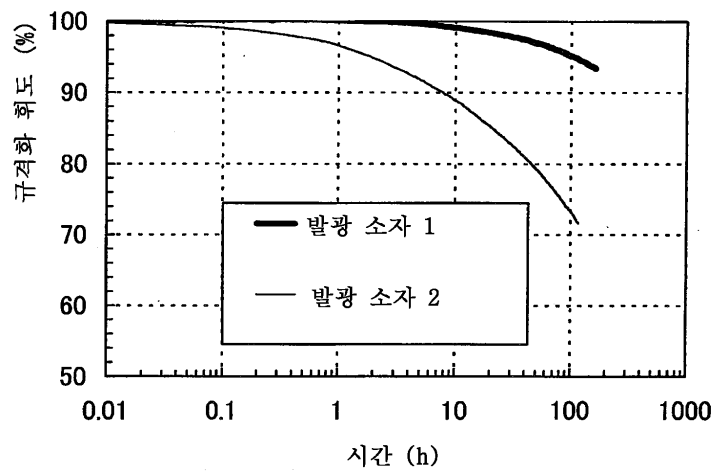
도면15



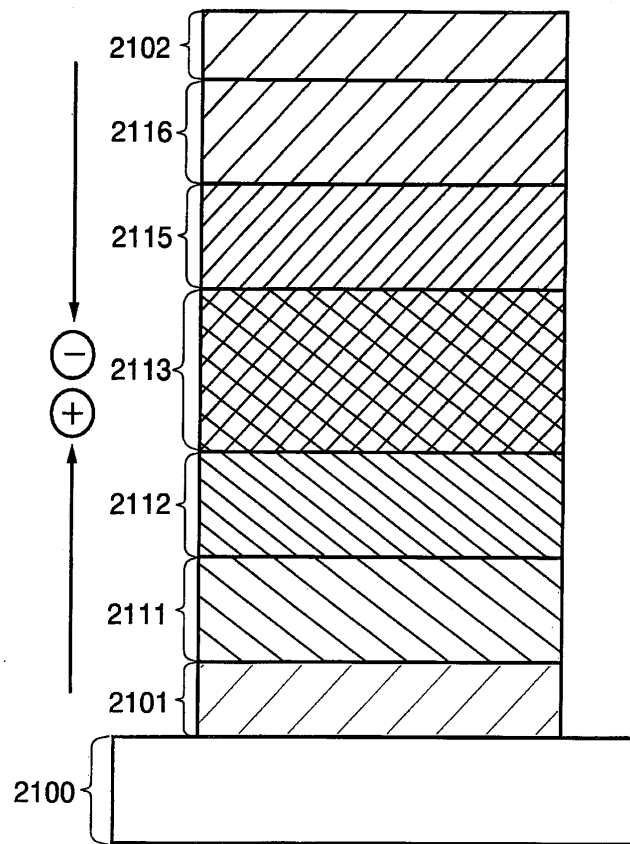
도면16



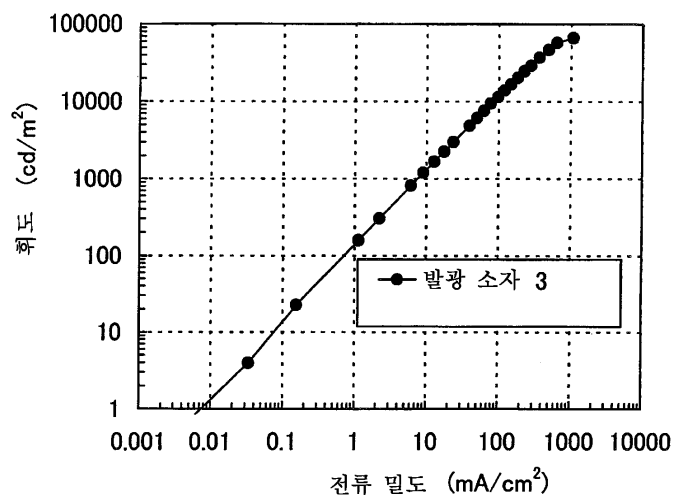
도면17



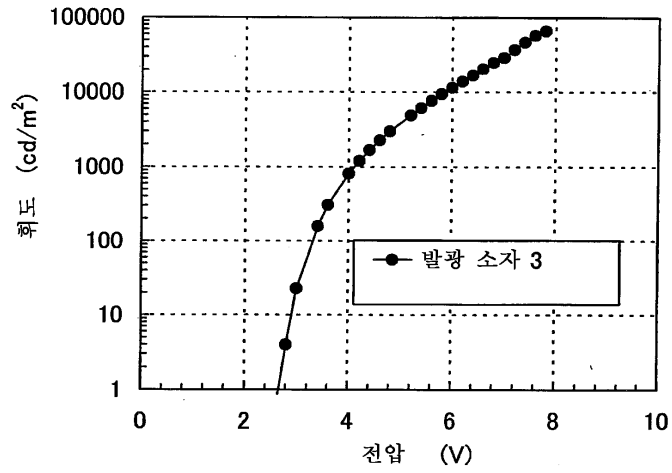
도면18



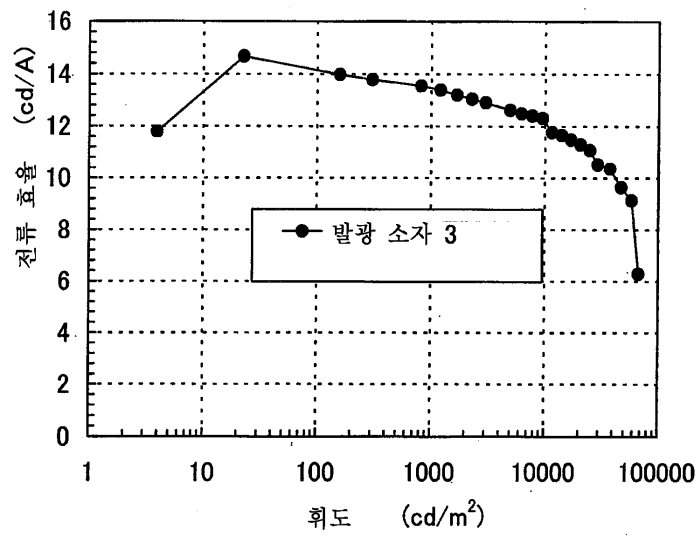
도면19



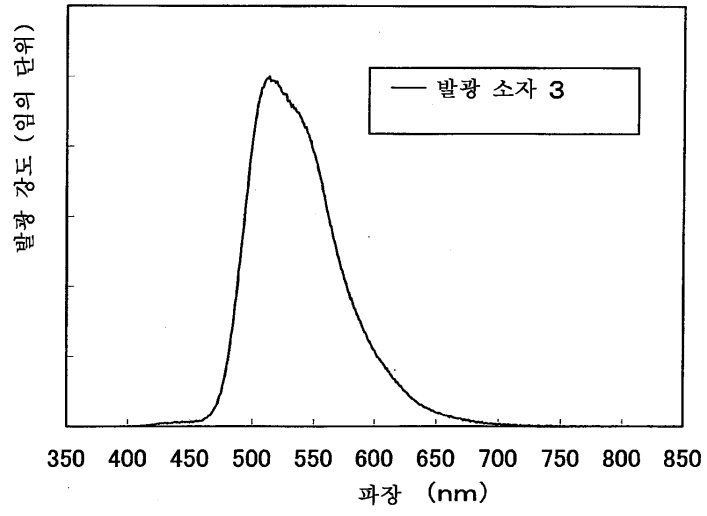
도면20



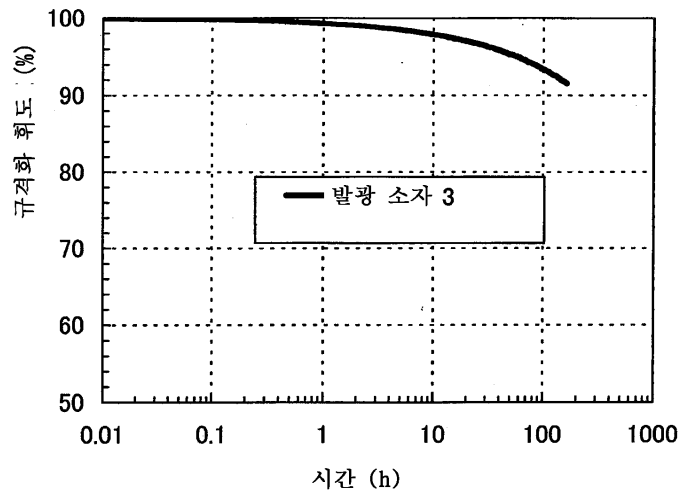
도면21



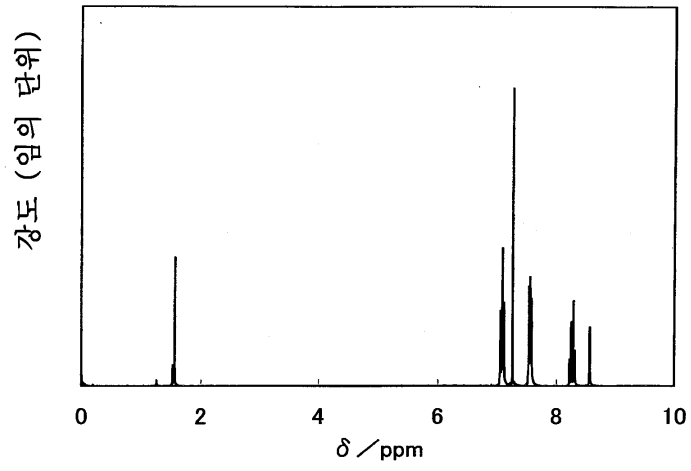
도면22



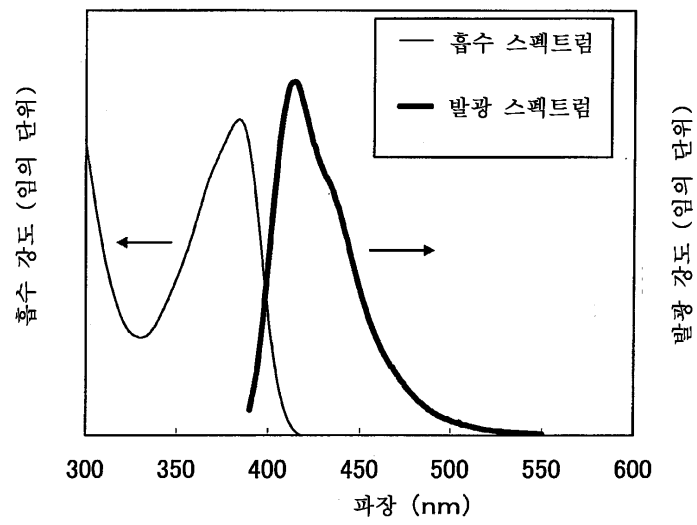
도면23



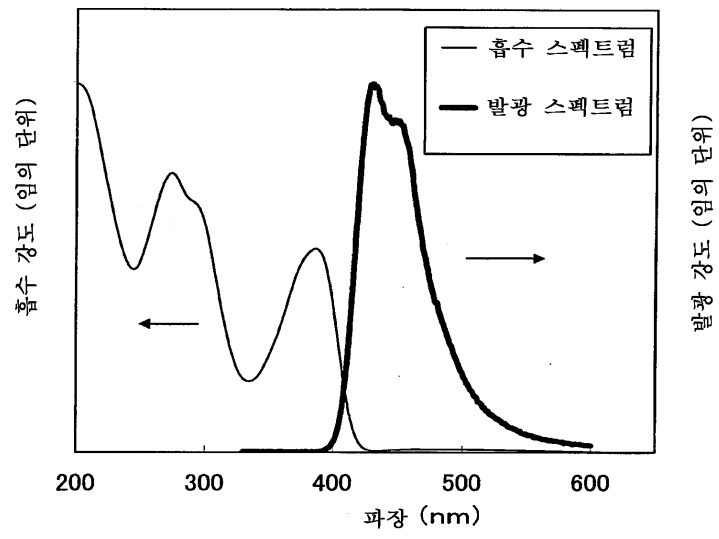
도면24



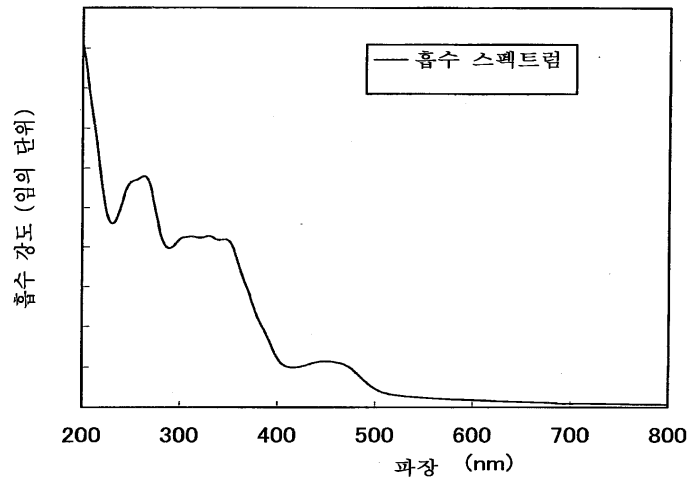
도면25



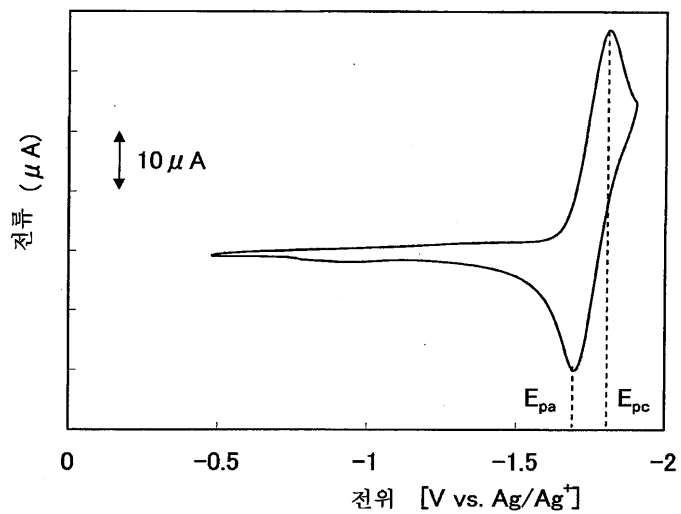
도면26



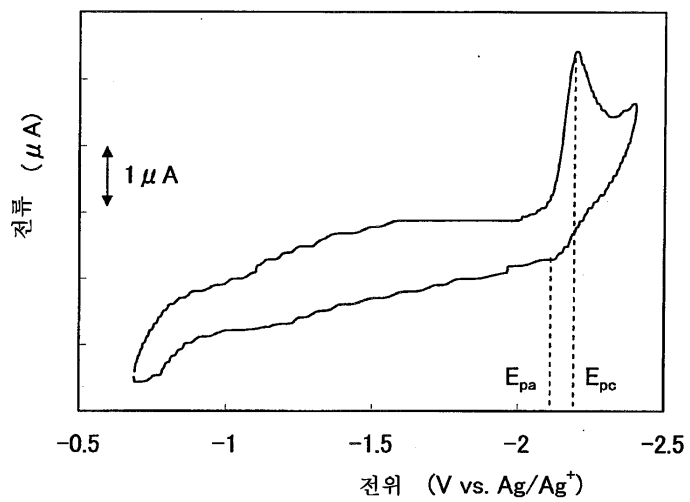
도면27



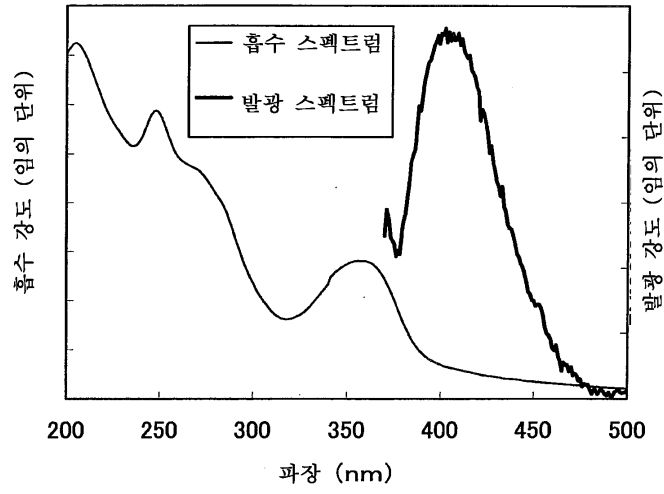
도면28



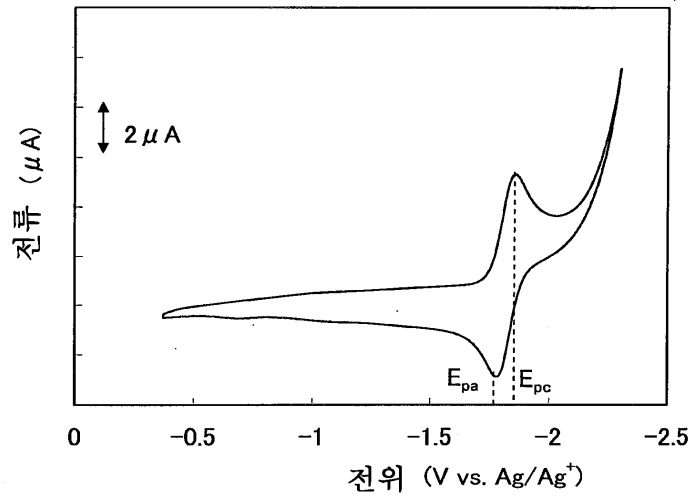
도면29



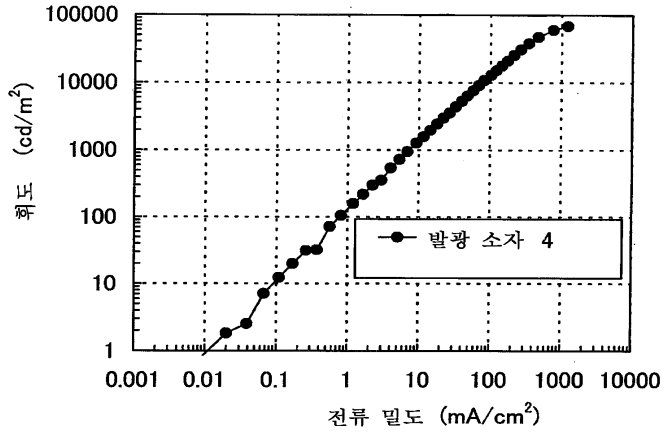
도면30



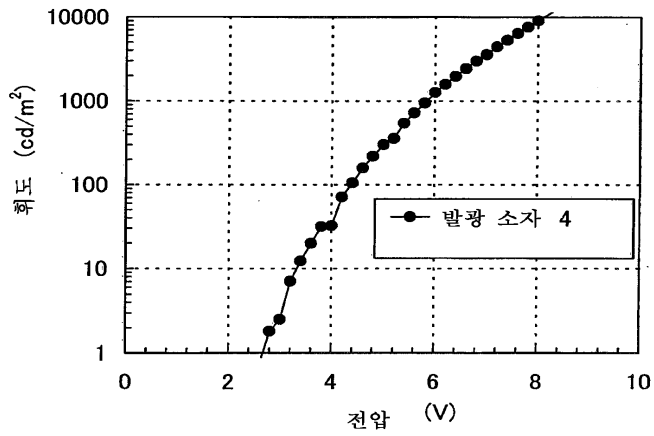
도면31



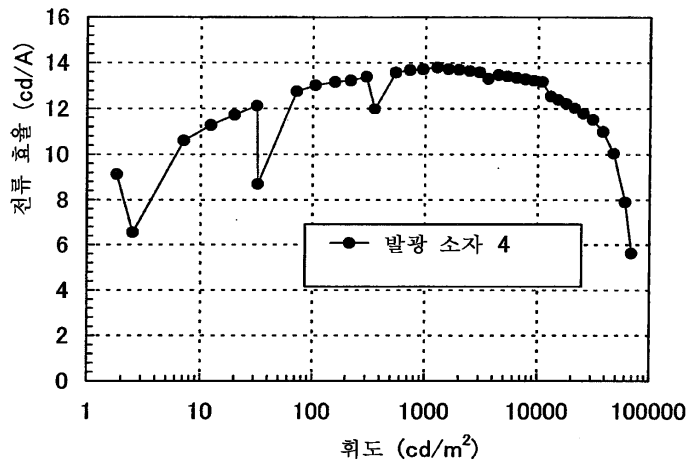
도면32



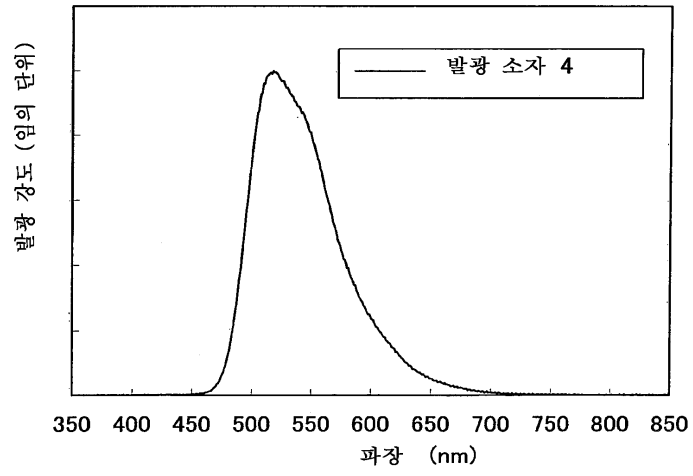
도면33



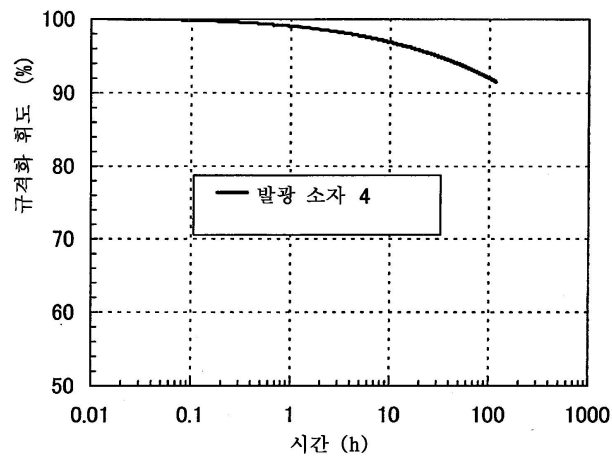
도면34



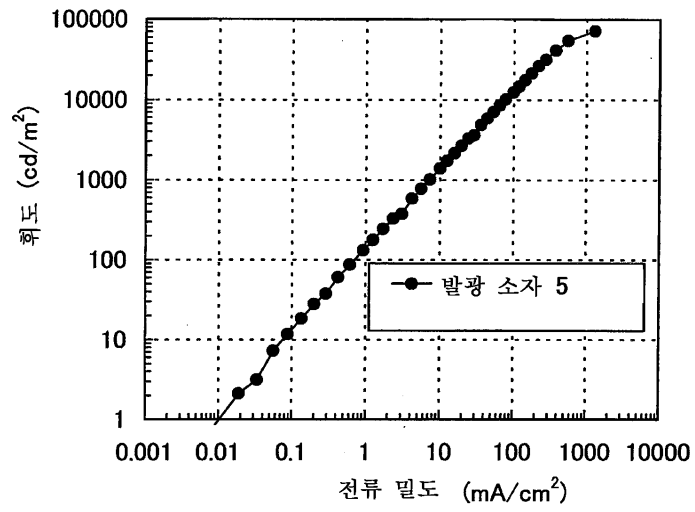
도면35



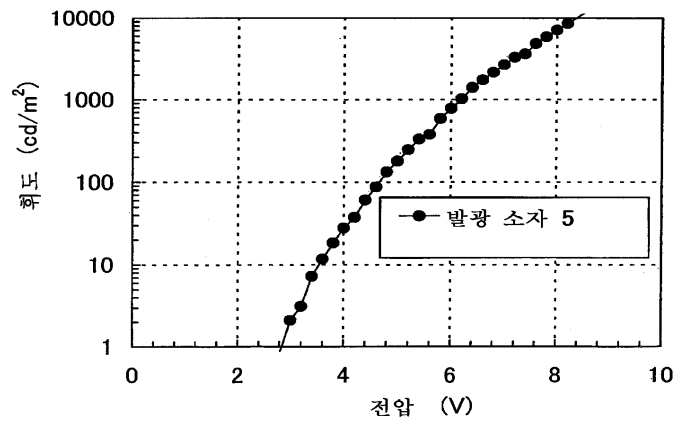
도면36



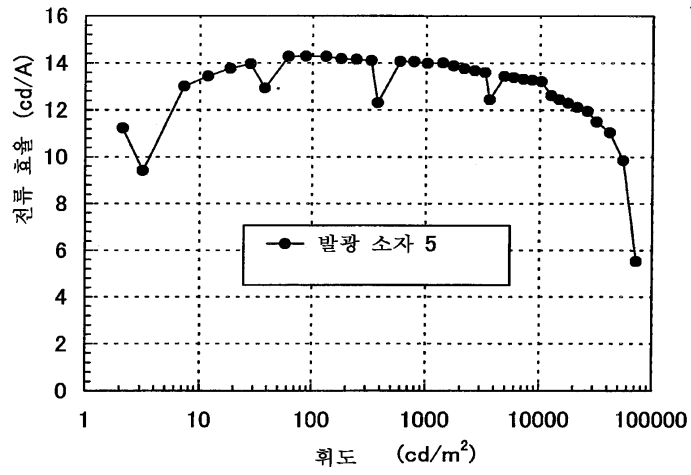
도면37



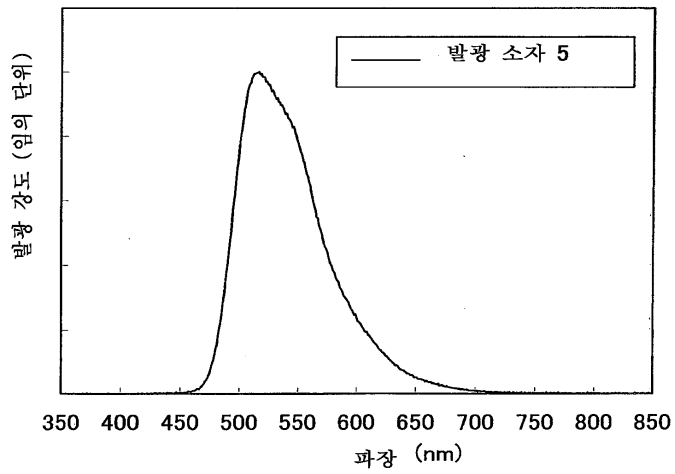
도면38



도면39



도면40



도면41

