



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년09월12일
(11) 등록번호 10-2576982
(24) 등록일자 2023년09월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/06 (2006.01) C07D 239/72 (2006.01)
C07D 333/76 (2006.01) H10K 50/00 (2023.01)
H10K 99/00 (2023.01)
(52) CPC특허분류
C09K 11/06 (2022.01)
C07D 239/72 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0183605
(22) 출원일자 2015년12월22일
심사청구일자 2020년12월15일
(65) 공개번호 10-2016-0079686
(43) 공개일자 2016년07월06일
(30) 우선권주장
JP-P-2014-264831 2014년12월26일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140108778 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
가부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
하라 도모카
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
이노우에 히데코
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 박충범

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 김수미

(54) 발명의 명칭 발광 소자, 유기 화합물, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치

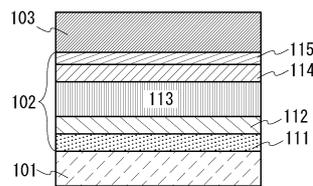
(57) 요약

본 발명은 신규 유기 화합물을 제공한다. 즉, 소자 특성이나 신뢰성을 높이는 데에 유효한 신규 유기 화합물을 제공한다.

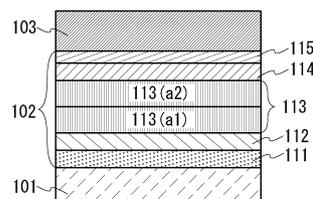
다이벤조퀴나졸린환의 2위치가 정공 수송성을 갖는 골격과 직접 결합된 구조를 갖거나, 또는, 단수 또는 복수의
(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

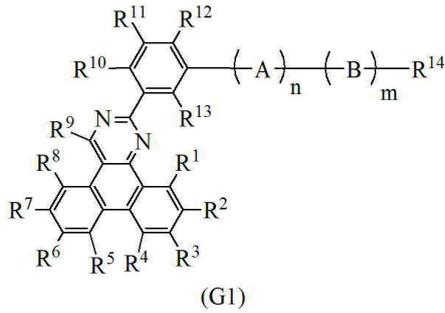
(A)



(B)



아릴렌기를 통하여 정공 수송성을 갖는 골격과 결합된 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 유기 화합물이다.



(상기 식 중에서, n은 0~3 중 어느 하나를 나타내고, m은 1 또는 2를 나타낸다. A는 단결합, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타내고, B는 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란 골격을 갖는 환, 치환 또는 비치환된 다이벤조싸이오펜 골격을 갖는 환, 또는 치환 또는 비치환된 카바졸 골격을 갖는 환을 나타내고, R¹~R¹⁴는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 5~7의 사이클로 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.)

(52) CPC특허분류

- C07D 333/76* (2013.01)
- H10K 50/11* (2023.02)
- H10K 85/6572* (2023.02)
- C09K 2211/1044* (2013.01)
- C09K 2211/1092* (2013.01)

(72) 발명자

다카하시 다츠요시

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부 시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

하마다 다카오

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부 시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

세요 사토시

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부 시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

(56) 선행기술조사문헌

- KR1020140114490 A*
- KR1020140128653 A
- KR1020140133435 A*
- KR1020140141071 A*
- KR102148870 B1
- KR102189887 B1
- KR1020140079315 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

발광 소자에 있어서,

양극;

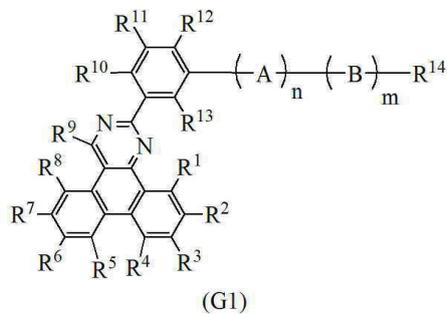
음극; 및

상기 양극과 상기 음극 사이에 EL층을 포함하고,

상기 EL층은 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 제 1 유기 화합물과 발광 물질을 포함하고,

상기 제 1 유기 화합물은 식(G1)으로 나타내어지고,

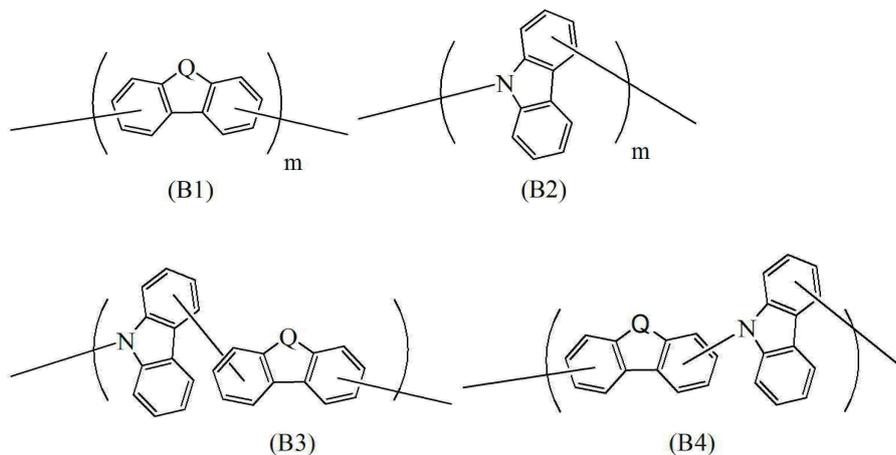


n은 0~3 중 어느 하나를 나타내고,

m은 1 또는 2를 나타내고,

A는 단결합, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타내고,

B는 식(B1)~식(B4) 중 하나를 포함하고,



m은 1 또는 2를 나타내고,

Q는 O, S, 및 N-R¹⁵ 중 어느 하나를 나타내고,

R¹⁵는 수소, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타내고,

R¹-R¹⁴는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 5~7의 사

이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴기 중 어느 하나를 나타내는, 발광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 발광층은 정공 수송성을 갖는 제 2 유기 화합물을 더 포함하는, 발광 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 발광층은 트리아릴아민 골격을 포함하는 제 2 유기 화합물을 더 포함하는, 발광 소자.

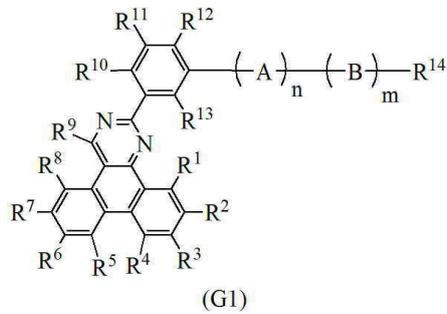
청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 발광 물질은 인광성 화합물인, 발광 소자.

청구항 5

식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물에 있어서,

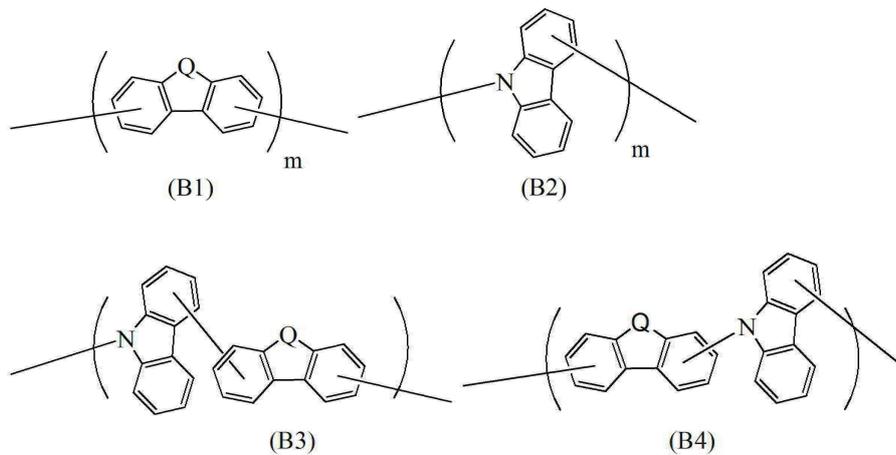


n은 0~3 중 어느 하나를 나타내고,

m은 1 또는 2를 나타내고,

A는 단결합, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타내고,

B는 식(B1)~식(B4) 중 하나를 포함하고,



m은 1 또는 2를 나타내고,

Q는 O, S, 및 N-R¹⁵ 중 어느 하나를 나타내고,

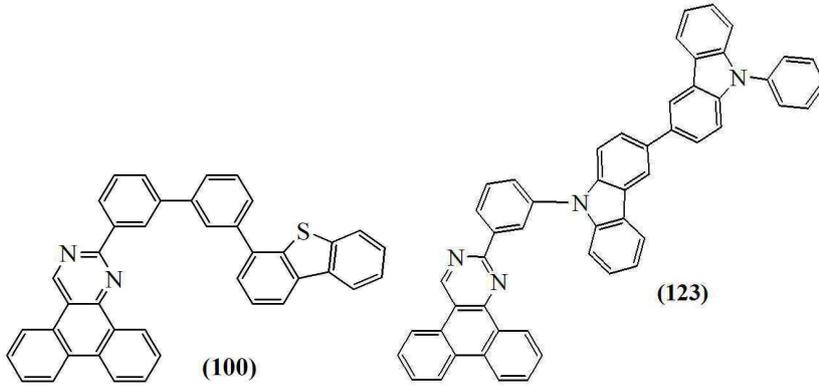
R¹⁵는 수소, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타내고,

R^1 ~ R^{14} 는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 5~7의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴기 중 어느 하나를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 유기 화합물은 식(100) 또는 식(123)으로 나타내어지는, 유기 화합물.



청구항 7

발광 소자에 있어서,

제 5 항에 따른 유기 화합물을 포함하는, 발광 소자.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 일 형태는 물건, 물질, 방법, 또는 제작 방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명의 일 형태는 공정 (process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 특히, 본 발명의 일 형태는 발광 소자, 유기 화합물, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치에 관한 것이다. 또한, 본 발명의 일 형태는, 상기 기술 분야에 한정되지 않는다. 따라서, 본 명세서에 기재되는 본 발명의 일 형태에 따른 기술 분야로서는, 더 구체적인 예로서 반도체 장치, 표시 장치, 액정 표시 장치, 축전 장치, 기억 장치, 촬상 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제작 방법을 들 수 있다.

배경 기술

[0002] 유기 화합물을 발광체로서 사용하고, 박형 경량, 고속 응답 가능, 저구동 전압 등의 특징을 갖는 발광 소자는, 차세대 플랫 패널 디스플레이로의 응용이 기대되고 있다. 특히 복수의 발광 소자를 배치한 발광 장치는 종래의 액정 표시 장치에 비하여 시야각이 넓고 시인성이 우수한 점에서 우위성이 있다고 생각되고 있다.

[0003] 발광 소자의 발광 기구(機構)는 발광체를 포함한 EL층을 한 쌍의 전극 사이에 제공하고 전압을 인가함으로써, 음극으로부터 주입된 전자 및 양극으로부터 주입된 정공이 EL층의 발광 중심에서 재결합하여 분자 여기자를 형성하고, 이 분자 여기자가 기저 상태로 완화될 때 에너지를 방출하여 발광한다는 것이 알려져 있다. 여기 상태로서는 단일항 여기와 3중항 여기가 알려져 있고, 발광은 어느 쪽 여기 상태를 거쳐서도 가능한 것으로 생각되고 있다.

[0004] 이와 같은 발광 소자에 관하여, 그 소자 특성을 향상시키기 위하여 소자 구조의 개량이나 재료 개발 등이 활발히 행해지고 있다(예를 들어, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 공개 특허 2010-182699호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 발광 소자의 개발에 있어서, 발광 소자에 사용되는 유기 화합물은 그의 특성이나 신뢰성을 높이는 데에 매우 중요하다. 그래서, 본 발명의 일 형태에서는, 신규 유기 화합물을 제공한다. 즉, 소자 특성이나 신뢰성을 높이는 데에 유효한 신규 유기 화합물을 제공한다. 또한, 본 발명의 일 형태에서는 발광 소자에 사용될 수 있는 신규 유기 화합물을 제공한다. 또한, 본 발명의 일 형태에서는 발광 소자의 E층에 사용될 수 있는 신규 유기 화합물을 제공한다. 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 신규 유기 화합물을 사용하여 고효율이며 신뢰성이 높은 신규 발광 소자를 제공한다. 또한, 신규 발광 장치, 신규 전자 기기, 또는 신규 조명 장치를 제공한다. 또한, 상술한 과제의 기재(記載)는 다른 과제의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 일 형태는 반드시 상술한 모든 과제를 해결할 필요는 없다. 또한, 상술한 것 외의 과제는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 상술한 것 외의 과제가 만들어질 수 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 형태는, 양극과 음극 사이에 E층을 갖고, 이 E층은 발광층을 갖고, 이 발광층은 제 1 유기 화합물과 발광 물질을 포함하고, 이 제 1 유기 화합물은 다이벤조퀴나졸린환과 정공 수송성을 갖는 골격을 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.

[0008] 본 발명의 다른 일 형태는, 양극과 음극 사이에 E층을 갖고, 이 E층은 발광층을 갖고, 이 발광층은 제 1 유기 화합물, 정공 수송성을 갖는 제 2 유기 화합물, 및 발광 물질을 포함하고, 이 제 1 유기 화합물은 다이벤조퀴나졸린환과 정공 수송성을 갖는 골격을 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.

[0009] 본 발명의 다른 일 형태는, 양극과 음극 사이에 E층을 갖고, 이 E층은 발광층을 갖고, 이 발광층은 제 1 유기 화합물 및 발광 물질을 포함하고, 이 제 1 유기 화합물은 다이벤조퀴나졸린환의 2위치가 정공 수송성을 갖는 골격과 직접 결합된 구조를 갖거나, 또는, 단수 또는 복수의 아틸렌기를 통하여 정공 수송성을 갖는 골격과 결합된 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.

[0010] 본 발명의 다른 일 형태는, 양극과 음극 사이에 E층을 갖고, 이 E층은 발광층을 갖고, 이 발광층은 제 1 유기 화합물, 정공 수송성을 갖는 제 2 유기 화합물, 및 발광 물질을 포함하고, 이 제 1 유기 화합물은 다이벤조퀴나졸린환의 2위치가 정공 수송성을 갖는 골격과 직접 결합된 구조를 갖거나, 또는, 단수 또는 복수의 아틸렌기를 통하여 정공 수송성을 갖는 골격과 결합된 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.

[0011] 또한, 상기 각 구성에 있어서, 정공 수송성을 갖는 골격은 다이아릴아미노기이거나, 또는 π 전자 과잉형 복소 방향환인 것을 특징으로 한다. 또한, π 전자 과잉형 복소 방향환은 5원환의 복소 방향환을 포함하는 것을 특징으로 한다.

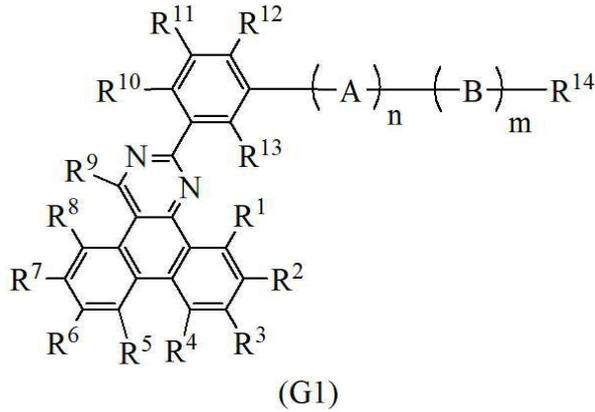
[0012] 또한, 상기 각 구성에 있어서, 정공 수송성을 갖는 골격은 다이벤조퓨란 골격, 다이벤조싸이오펜 골격, 또는 카바졸 골격을 갖는 환인 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 각 구성에 있어서, 정공 수송성을 갖는 골격은 다이벤조퓨란 골격, 다이벤조싸이오펜 골격, 및 카바졸 골격을 갖는 환으로부터 선택되는 환이 복수 결합한 구조를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 각 구성에 있어서, 발광 물질은 인광성 화합물인 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 각 구성에 있어서, 제 1 유기 화합물은 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 것을 특징으로 한다.

[0016] [화학식 1]



[0017]

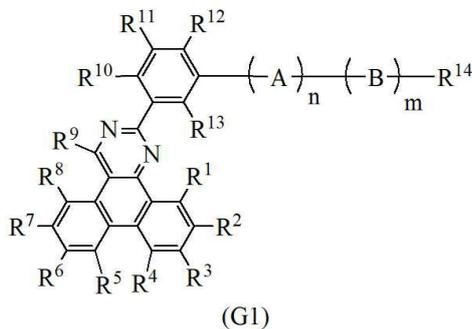
[0018] 다만, 일반식(G1)에서 n은 0~3 중 어느 하나를 나타내고, m은 1 또는 2를 나타낸다. A는 단결합, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타내고, B는 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란 골격, 치환 또는 비치환된 다이벤조싸이오펜 골격, 또는 치환 또는 비치환된 카바졸 골격을 나타내고, R¹~R¹⁴는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 5~7의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0019] 상술한 일반식(G1)에 나타낸 제 1 유기 화합물은 다이벤조퀴나졸린환의 2위치가 1,3-페닐렌기를 통하여 정공 수송성을 갖는 골격과 결합된 구조를 갖기 때문에, 단일항 준위(S1) 및 3중항 준위(T1)를 높게 하여 에너지 갭을 크게 할 수 있어 바람직하다. 또한, 일반식(G1)에 나타낸 제 1 유기 화합물을 발광 소자에 사용하는 경우, 다이벤조퀴나졸린환의 2위치가 1,4-페닐렌기를 통하여 정공 수송성을 갖는 골격과 결합된 구조를 갖는 유기 화합물에 비하여 캐리어 밸런스를 쉽게 조절할 수 있고 캐리어의 이탈이 방지되기 때문에, 발광 효율이 높은 발광 소자를 얻기에 적합하다.

[0020] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 다이벤조퀴나졸린환과 정공 수송성을 갖는 골격을 갖는 것을 특징으로 하는 유기 화합물이고, 더 바람직하게는 다이벤조퀴나졸린환의 2위치가 정공 수송성을 갖는 골격과 직접 결합된 구조를 갖거나, 또는 단수 또는 복수의 아릴렌기를 통하여 정공 수송성을 갖는 골격과 결합된 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 유기 화합물이다.

[0021] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는, 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[0022] [화학식 2]

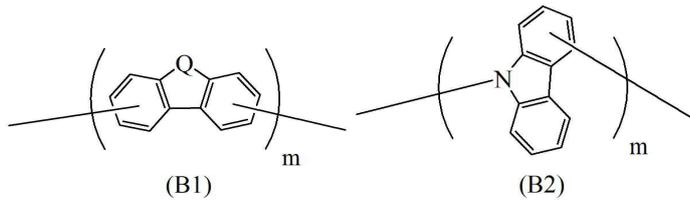


[0023]

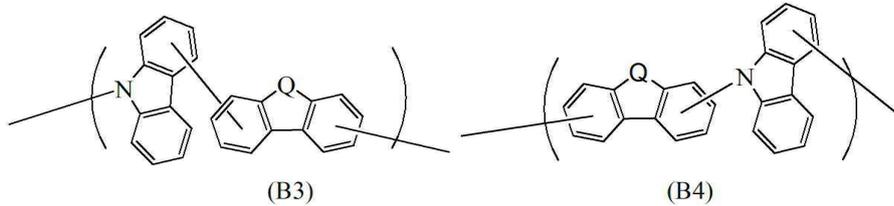
[0024] 다만, 일반식(G1)에서 n은 0~3 중 어느 하나를 나타내고, m은 1 또는 2를 나타낸다. A는 단결합, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타내고, B는 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란 골격을 갖는 환, 치환 또는 비치환된 다이벤조싸이오펜 골격을 갖는 환, 또는 치환 또는 비치환된 카바졸 골격을 갖는 환을 나타내고, R¹~R¹⁴는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 5~7의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0025] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 일반식(G1)에서 B가 하기 일반식(B1)~일반식(B4) 중 어느 하나로 나타내어진다.

[0026] [화학식 3]



[0027]



[0028]

[0029] 다만, 상기 일반식(B1)~일반식(B4)에서 m은 1 또는 2를 나타낸다. 또한, Q는 S, N-R¹⁵, O 중 어느 하나이고, R¹⁵는 수소, 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, 일반식(B1)~일반식(B4)에서 벤젠환은 치환기를 가져도 좋고, 상기 치환기는 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 5~7의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴기 중 어느 하나이다.

[0030] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는, 하기 구조식(100) 또는 구조식(123)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[0031] [화학식 4]



[0032]

[0033] 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물은 인광을 발광하는 발광 물질(인광성 화합물)과 조합하여 발광 소자의 발광층에 사용할 수 있다. 즉, 발광층으로부터, 3중항 여기 상태에서부터의 발광을 얻을 수 있기 때문에 발광 소자의 고효율화가 가능해져 매우 유효적이다. 따라서, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물과 인광성 화합물을 발광층에 사용한 발광 소자는, 본 발명의 일 형태에 포함되는 것으로 한다. 또한, 상기 발광층에는 제 3 물질을 더한 구성으로 하여도 좋다.

[0034] 또한, 본 발명의 일 형태에는, 발광 소자를 갖는 발광 장치를 포함하고, 발광 장치를 갖는 조명 장치도 그 범주에 포함되는 것으로 한다. 따라서, 본 명세서 중에서 발광 장치란 화상 표시 디바이스, 또는 광원(조명 장치를 포함함)을 가리킨다. 또한, 발광 장치에 커넥터, 예를 들어 FPC(Flexible Printed Circuit) 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 부착된 모듈, TCP 끝에 프린트 배선 기판이 제공된 모듈, 또는 발광 소자에 COG(Chip On Glass) 방식으로 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 모두 발광 장치에 포함되는 것으로 한다.

발명의 효과

[0035] 본 발명의 일 형태는, 신규 유기 화합물을 제공할 수 있다. 즉, 소자 특성이나 신뢰성을 높이는 데에 유효한 신규 유기 화합물을 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태에서는 발광 소자에 사용될 수 있는 신규 유기 화합물을 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태에서는 발광 소자의 EL층에 사용될 수 있는 신규 유기 화합물을 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 신규 유기 화합물을 사용하여 고효율이며 신뢰성이 높

은 신규 발광 소자를 제공할 수 있다. 또는, 신규 발광 장치, 신규 전자 기기, 또는 신규 조명 장치를 제공할 수 있다. 또한, 상술한 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 일 형태는 반드시 상술한 모든 효과를 가질 필요는 없다. 또한, 상술한 것 외의 효과는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 상술한 것 외의 효과가 만들어질 수 있다.

도면의 간단한 설명

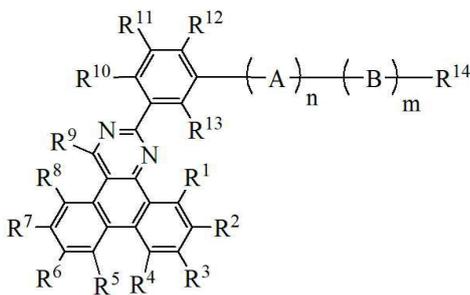
[0036]

- 도 1은 발광 소자의 구조에 대하여 설명하기 위한 도면.
- 도 2는 발광 소자의 구조에 대하여 설명하기 위한 도면.
- 도 3은 발광 장치에 대하여 설명하기 위한 도면.
- 도 4는 전자 기기에 대하여 설명하기 위한 도면.
- 도 5는 전자 기기에 대하여 설명하기 위한 도면.
- 도 6은 조명 장치에 대하여 설명하기 위한 도면.
- 도 7은 조명 장치에 대하여 설명하기 위한 도면.
- 도 8은 터치 패널의 일례를 도시한 도면.
- 도 9는 터치 패널의 일례를 도시한 도면.
- 도 10은 터치 패널의 일례를 도시한 도면.
- 도 11은 터치 센서의 블록도 및 타이밍 차트.
- 도 12는 터치 센서의 회로도.
- 도 13은 구조식(100)으로 나타내어지는 유기 화합물의 ¹H-NMR 차트.
- 도 14는 구조식(100)으로 나타내어지는 유기 화합물의 톨루엔 용액 중의 자외 가시 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼.
- 도 15는 구조식(100)으로 나타내어지는 유기 화합물의 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼.
- 도 16은 발광 소자에 대하여 설명하기 위한 도면.
- 도 17은 발광 소자 1의 전류 밀도-휘도 특성을 도시한 도면.
- 도 18은 발광 소자 1의 전압-휘도 특성을 도시한 도면.
- 도 19는 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 특성을 도시한 도면.
- 도 20은 발광 소자 1의 전압-전류 특성을 도시한 도면.
- 도 21은 발광 소자 1의 발광 스펙트럼을 도시한 도면.
- 도 22는 구조식(123)으로 나타내어지는 유기 화합물의 ¹H-NMR 차트.
- 도 23은 구조식(123)으로 나타내어지는 유기 화합물의 톨루엔 용액 중의 자외 가시 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼.
- 도 24는 구조식(123)으로 나타내어지는 유기 화합물의 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼.
- 도 25는 발광 소자 2의 전류 밀도-휘도 특성을 도시한 도면.
- 도 26은 발광 소자 2의 전압-휘도 특성을 도시한 도면.
- 도 27은 발광 소자 2의 휘도-전류 효율 특성을 도시한 도면.
- 도 28은 발광 소자 2의 전압-전류 특성을 도시한 도면.
- 도 29는 발광 소자 2의 발광 스펙트럼을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 이하, 본 발명의 실시형태에 대하여, 도면을 사용하여 자세히 설명한다. 다만, 본 발명은 이하에 기재되는 설명에 한정되지 않으며, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 상세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하에 기재된 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.
- [0038] 또한, "막"이란 말과, "층"이란 말은 경우 또는 상황에 따라서는 서로 바뀔 수 있다. 예를 들어, "도전층"이란 용어를, "도전막"이란 용어로 변경하는 것이 가능한 경우가 있다. 또는, 예를 들어, "절연막"이란 용어를, "절연층"이란 용어로 변경하는 것이 가능한 경우가 있다.
- [0039] (실시형태 1)
- [0040] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물에 대하여 설명한다.
- [0041] 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물은 다이벤조퀴나졸린환과 정공 수송성을 갖는 골격을 갖는다. 또는 다이벤조퀴나졸린환의 2위치가 정공 수송성을 갖는 골격과 직접 결합된 구조를 갖거나, 또는, 단수 또는 복수의 아릴렌기를 통하여 정공 수송성을 갖는 골격과 결합된 구조를 갖는다. 다이벤조퀴나졸린환은 전자 수송성을 갖기 때문에 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물은 정공 수송성과 전자 수송성을 갖는 화합물이다. 따라서, 발광소자 등에 사용하는 유기 화합물로서 캐리어 수송성이 우수하고 유용하다.
- [0042] 정공 수송성을 갖는 골격으로서는, 다이아릴아미노기나, π 전자 과잉형 복소 방향환인 것이 바람직하다. π 전자 과잉형 복소 방향환이란, 복소 원자의 비공유 전자쌍이 π 전자 밀도를 상승시키는 환을 가리키며, 퓨란이나 싸이오펜, 피롤 등의 복소 원자를 하나 갖는 5원환의 복소 방향환을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0043] 정공 수송성을 갖는 골격으로서 더 구체적으로는, 내열성 및 화학적 안정성이 우수하다는 이유로 다이벤조퓨란 골격, 다이벤조싸이오펜 골격, 또는 카바졸 골격을 갖는 환이 바람직하다. 특히, 다이벤조퓨란 골격, 다이벤조싸이오펜 골격, 및 카바졸 골격을 갖는 환으로부터 선택되는 환이 복수 결합된 구조를 가짐으로써 내열성뿐만 아니라 정공 수송성도 향상된다. 또한, 본 실시형태의 일 형태에서의 다이벤조퓨란 골격, 다이벤조싸이오펜 골격, 및 카바졸 골격을 갖는 환이란, 각각 다이벤조퓨란환, 다이벤조싸이오펜환, 및 카바졸환에 벤젠환이나 나프탈렌환 등이 축합된 것을 포함하는 것으로 한다. 즉, 정공 수송성을 갖는 골격은 다이벤조퓨란환, 다이벤조싸이오펜환, 카바졸환, 벤조나프토피란환, 디나프토피란환, 벤조나프토히오펜환, 디나프토히오펜환, 벤조카바졸환, 다이벤조카바졸환 등도 포함한다.
- [0044] 또한, 본 실시형태에서 설명한 유기 화합물의 일 형태는 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 구조를 갖는 유기 화합물이다.

[0045] [화학식 5]



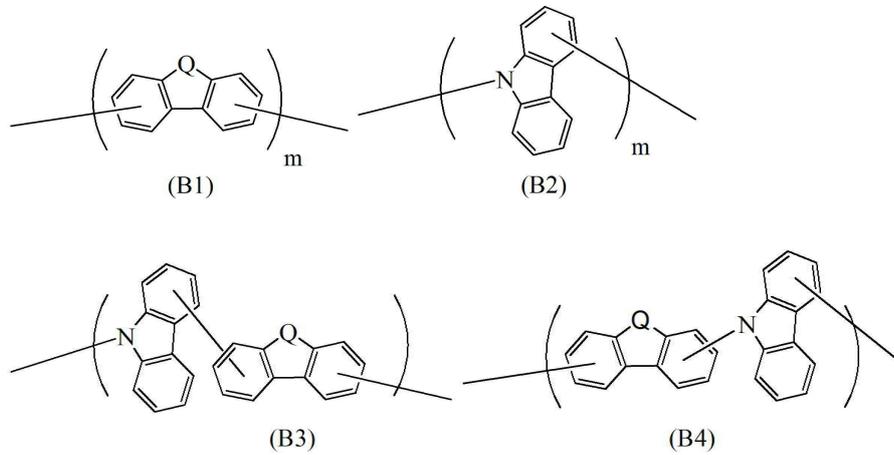
- [0046]
- [0047] 일반식(G1)에서 n은 0~3 중 어느 하나를 나타내고, m은 1 또는 2를 나타낸다. A는 단결합, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타내고, B는 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란 골격을 갖는 환, 치환 또는 비치환된 다이벤조싸이오펜 골격을 갖는 환, 또는 치환 또는 비치환된 카바졸 골격을 갖는 환을 나타내고, R¹-R¹⁴는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 5~7의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 더 구체적으로는, B는 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란환, 치환 또는 비치환된 다이벤조싸이오펜환, 또는 치환 또는 비치환된 카바졸환을 나타낸다. 또한, 상기 구성에서의 치환이란, 바람직하게는 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, sec-뷰틸기, tert-뷰틸기, n-펜틸기, n-헥실기 등의 탄소수 1~6의 알킬기나, 페닐기, o-톨릴기, m-톨릴기, p-톨

릴기, 1-나프틸기, 2-나프틸기, 2-바이페닐기, 3-바이페닐기, 4-바이페닐기 등의 탄소수 6~12의 아릴기 등의 치환기에 의한 치환을 가리킨다. 또한, 이들 치환기는 서로 결합하여 환을 형성하여도 좋다. 예를 들어, 상기 아릴렌기가 치환기로서 9위치에 2개의 페닐기를 갖는 2,7-플루오렌일렌기인 경우, 이 페닐기가 서로 결합하여 스파이로-9,9'-바이플루오렌-2,7-다이일기가 되어도 좋다.

[0048] 또한, 상기 일반식(G1)에서 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기로서는, 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기, 치환 또는 비치환된 나프틸렌기, 치환 또는 비치환된 플루오렌일렌기, 치환 또는 비치환된 페난트렌일렌기를 들 수 있다. 이들 기가 치환기를 더 갖는 경우의 치환기의 구체적인 예로서는, 상술한 바와 같다. 더 구체적으로는 1,2-페닐렌기, 1,3-페닐렌기, 1,4-페닐렌기, 2,6-톨루일렌기, 3,5-톨루일렌기, 2,4-톨루일렌기, 4,6-다이메틸벤젠-1,3-다이일기, 2,4,6-트라이메틸벤젠-1,3-다이일기, 2,3,5,6-테트라메틸벤젠-1,4-다이일기, 3,3'-바이페닐렌기, 3,4'-바이페닐렌기, 4,4'-바이페닐렌기, 1,4-나프틸렌기, 1,5-나프틸렌기, 2,6-나프틸렌기, 2,7-나프틸렌기, 2,7-플루오렌일렌기, 9,9-다이메틸-2,7-플루오렌일렌기, 9,9-다이페닐-2,7-플루오렌일렌기, 9,9-다이메틸-1,4-플루오렌일렌기, 스파이로-9,9'-바이플루오렌-2,7-다이일기, 9,10-다이하이드로-2,7-페난트렌일렌기 등을 들 수 있다.

[0049] 또한, 상기 일반식(G1)에서의 B는 하기 일반식(B1)~일반식(B4) 중 어느 하나로 나타내어지는 것이 바람직하다.

[0050] [화학식 6]



[0051]

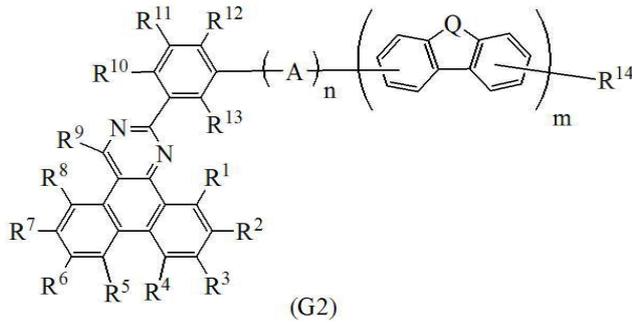
[0052]

[0053] (상기 식 중에서, m은 1 또는 2를 나타낸다. 또한, Q는 S, N-R¹⁵, O 중 어느 하나이고, R¹⁵는 수소, 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, 일반식(B1)~일반식(B4)에서 벤젠환은 치환기를 가져도 좋고, 이 치환기는 탄소수 1~6의 알킬기, 탄소수 5~7의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴기 중 어느 하나이다.)

[0054] 또한, 상기 구성에서의 치환이란, 바람직하게는 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, sec-뷰틸기, tert-뷰틸기, n-펜틸기, n-헥실기 등의 탄소수 1~6의 알킬기나, 페닐기, o-톨릴기, m-톨릴기, p-톨릴기, 1-나프틸기, 2-나프틸기, 2-바이페닐기, 3-바이페닐기, 4-바이페닐기 등의 탄소수 6~12의 아릴기 등의 치환기에 의한 치환을 가리킨다. 또한, 이들 치환기는 서로 결합하여 환을 형성하여도 좋다. 예를 들어, 상기 아릴기가 치환기로서 9위치에 2개의 페닐기를 갖는 2-플루오렌일기인 경우, 이 페닐기가 서로 결합하여 스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일기가 되어도 좋다.

[0055] 또한, 본 실시형태에서 설명하는 유기 화합물의 일 형태는, 하기 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[0056] [화학식 7]



[0057] [0058] 일반식(G2)에서, n은 0~3 중 어느 하나를 나타내고, m은 1 또는 2를 나타낸다. A는 단결합, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타내고, Q는 S, N, O 중 어느 하나이고, Q가 N인 경우에는 치환 또는 비치환된 페닐기를 치환기로서 가져도 좋다. 또한, R¹-R¹⁴는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 5~7의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0059] 또한, 상기 구성에서의 치환이란, 바람직하게는 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, sec-뷰틸기, tert-뷰틸기, n-펜틸기, n-헥실기 등의 탄소수 1~6의 알킬기나, 페닐기, o-톨릴기, m-톨릴기, p-톨릴기, 1-나프틸기, 2-나프틸기, 2-바이페닐기, 3-바이페닐기, 4-바이페닐기 등의 탄소수 6~12의 아릴기 등의 치환기에 의한 치환을 가리킨다. 또한, 이들 치환기는 서로 결합하여 환을 형성하여도 좋다. 예를 들어, 상기 아릴렌기가 치환기로서 9위치에 2개의 페닐기를 갖는 2,7-플루오렌일렌기인 경우, 이 페닐기가 서로 결합하여 스파이로-9,9'-바이플루오렌-2,7-다이일기가 되어도 좋다.

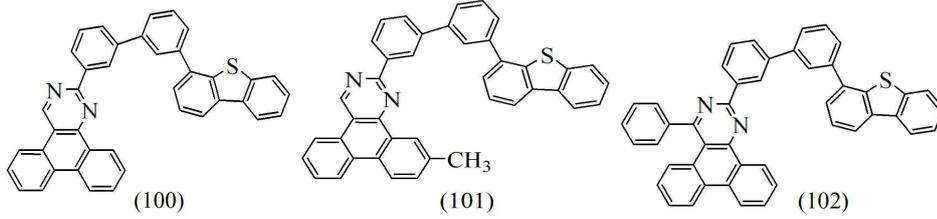
[0060] 또한, 상기 일반식(G1) 및 일반식(G2)에서 R¹-R¹⁴에서의 탄소수 1~6의 알킬기의 구체적인 예로서는, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 아이소프로필기, 뷰틸기, sec-뷰틸기, 아이소뷰틸기, tert-뷰틸기, 펜틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, 네오펜틸기, 헥실기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 네오헥실기, 3-메틸펜틸기, 2-메틸펜틸기, 2-에틸뷰틸기, 1,2-다이메틸뷰틸기, 2,3-다이메틸뷰틸기 등을 들 수 있다.

[0061] 또한, 상기 일반식(G1) 및 일반식(G2)에서 R¹-R¹⁴에서의 탄소수 5~7의 사이클로알킬기의 구체적인 예로서는, 예를 들어 사이클로펜틸기, 사이클로헥실기, 사이클로헵틸기 등을 들 수 있다.

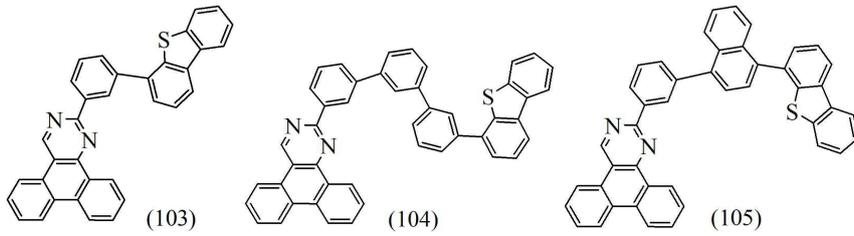
[0062] 또한, 상기 일반식(G1) 및 일반식(G2)에서 R¹-R¹⁴에서의 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴기의 구체적인 예로서는, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 바이페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 플루오렌일기, 치환 또는 비치환된 페난트릴기, 치환 또는 비치환된 인덴일기를 들 수 있다. 또한, 상기 구성에서의 치환이란, 바람직하게는 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, sec-뷰틸기, tert-뷰틸기, n-펜틸기, n-헥실기 등의 탄소수 1~6의 알킬기나, 페닐기, o-톨릴기, m-톨릴기, p-톨릴기, 1-나프틸기, 2-나프틸기, 2-바이페닐기, 3-바이페닐기, 4-바이페닐기 등의 탄소수 6~12의 아릴기 등의 치환기에 의한 치환을 가리킨다. 또한, 이들 치환기는 서로 결합하여 환을 형성하여도 좋다. 예를 들어, 상기 아릴기가 치환기로서 9위치에 2개의 페닐기를 갖는 2-플루오렌일렌기인 경우, 이 페닐기가 서로 결합하여 스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일기가 되어도 좋다. 더 구체적으로는, 예를 들어 페닐기, 톨릴기, 자일릴기, 바이페닐기, 인덴일기, 나프틸기, 플루오렌일기 등을 들 수 있다.

[0063] 다음에, 상술한 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물의 구체적인 구조식을 하기에 나타낸다. 다만, 본 발명은 이들의 한정되지 않는다.

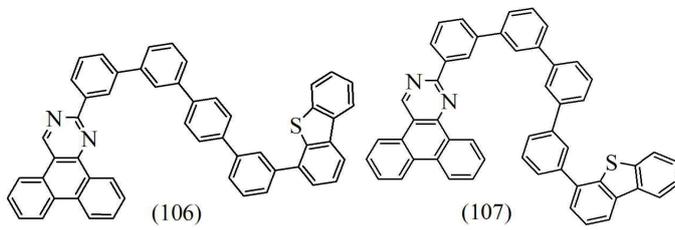
[0064] [화학식 8]



[0065]

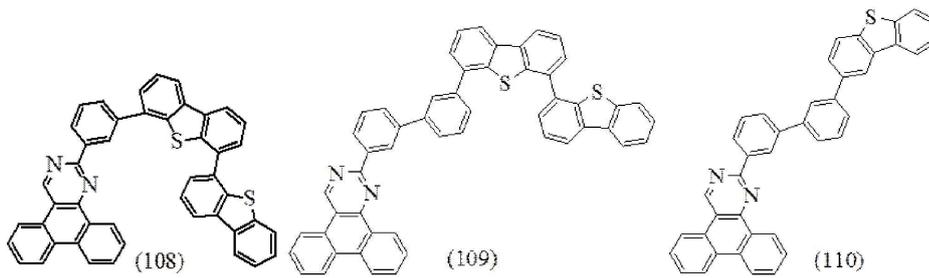


[0066]

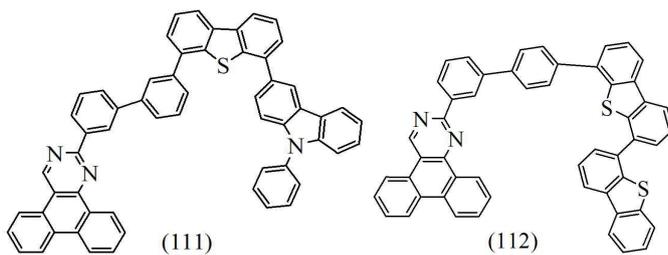


[0067]

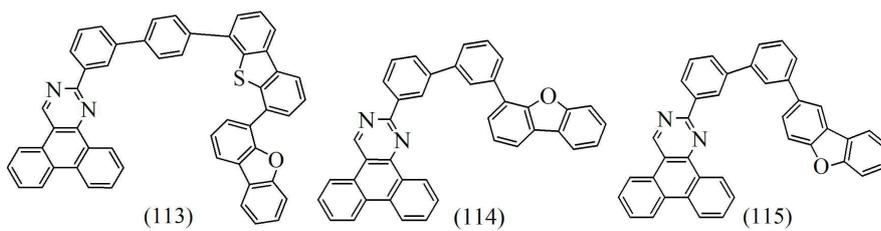
[0068] [화학식 9]



[0069]

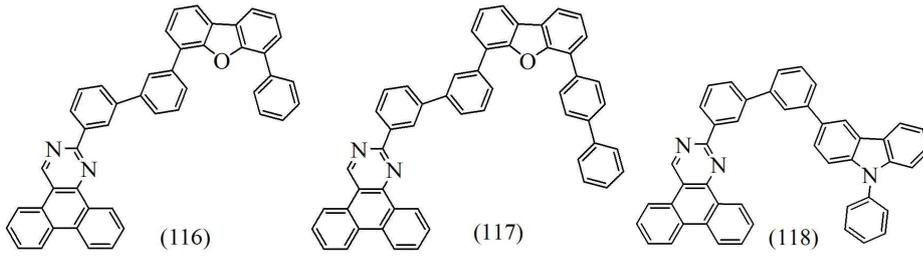


[0070]

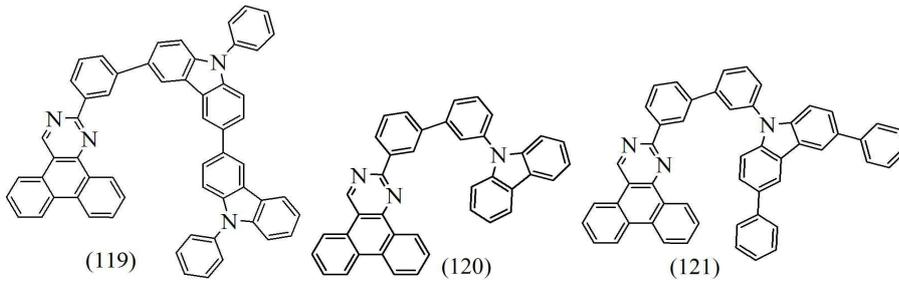


[0071]

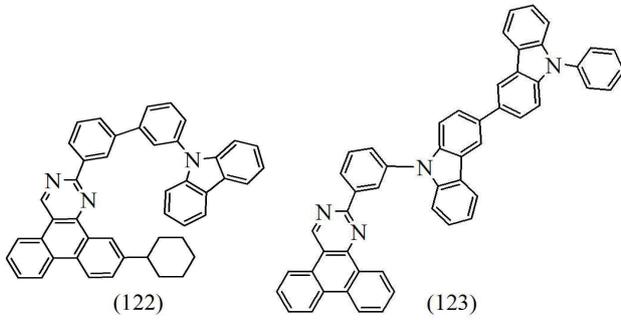
[0072] [화학식 10]



[0073]

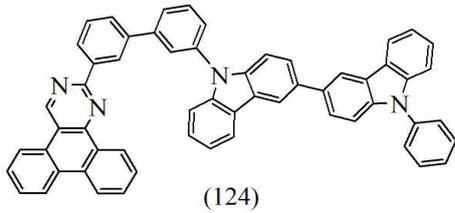


[0074]



[0075]

[0076] [화학식 11]



[0077]

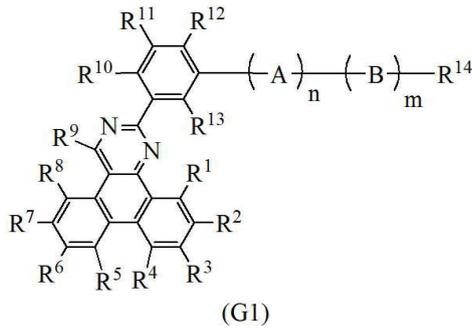
[0078] 또한, 상기 구조식(100)~구조식(124)으로 나타내어지는 유기 화합물은, 상기 일반식(G1) 및 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 화합물에 포함되는 일례이며, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물은 이에 한정되지 않는다.

[0079] 다음에, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물의 합성 방법의 일례에 대하여 설명한다.

[0080] <<일반식(G1)으로 나타내어지는 복소환 화합물의 합성 방법>>

[0081] 우선, 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 복소환 화합물의 합성 방법의 일례에 대하여 설명한다.

[0082] [화학식 12]

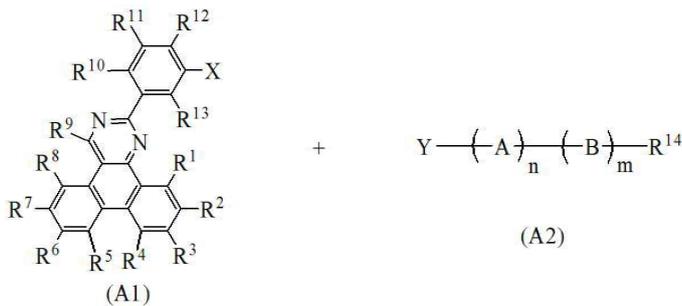


[0083]

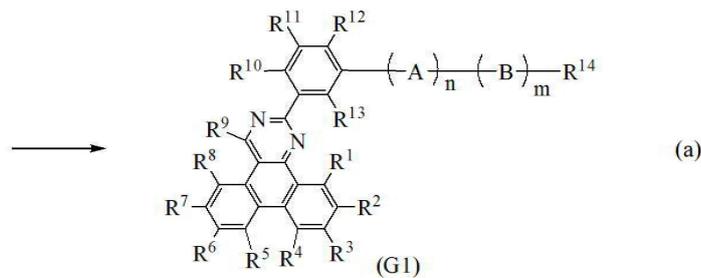
[0084] 일반식(G1)에서 A는 단결합, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타내고, B는 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란 골격, 치환 또는 비치환된 다이벤조싸이오펜 골격, 또는 치환 또는 비치환된 카바졸 골격을 나타내고, R¹-R¹⁴는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 5~7의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0085] 일반식(G1)으로 나타내어지는 복소환 화합물의 합성 스킴(a)을 이하에 나타낸다. 합성 스킴(a)에 나타낸 바와 같이 페닐기, 또는 그 유도체로 치환된 다이벤조퀴나졸린 유도체의 할로젠 화합물(A1)과 다이벤조싸이오펜, 다이벤조퓨란, 카바졸 또는 그 유도체로 치환된 아릴보론산 화합물(A2)을 반응시킴으로써 얻어진다.

[0086] [화학식 13]



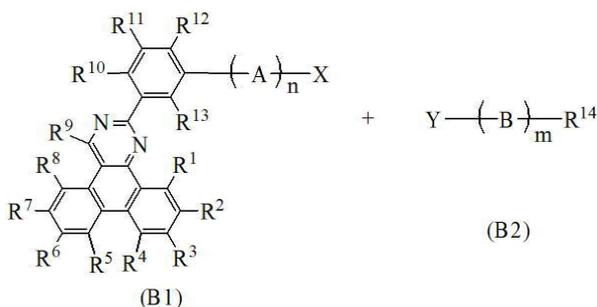
[0087]



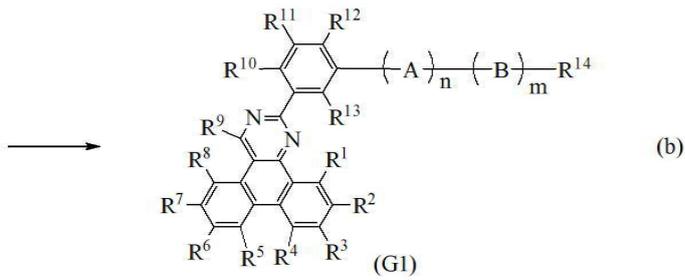
[0088]

[0089] 또한, 합성 스킴(b)에 나타낸 바와 같이 아릴기로 치환된 다이벤조퀴나졸린 유도체의 할로젠 화합물(B1)과 다이벤조싸이오펜, 다이벤조퓨란, 카바졸 또는 그 유도체의 보론산 화합물(B2)을 반응시켜도 좋다.

[0090] [화학식 14]



[0091]



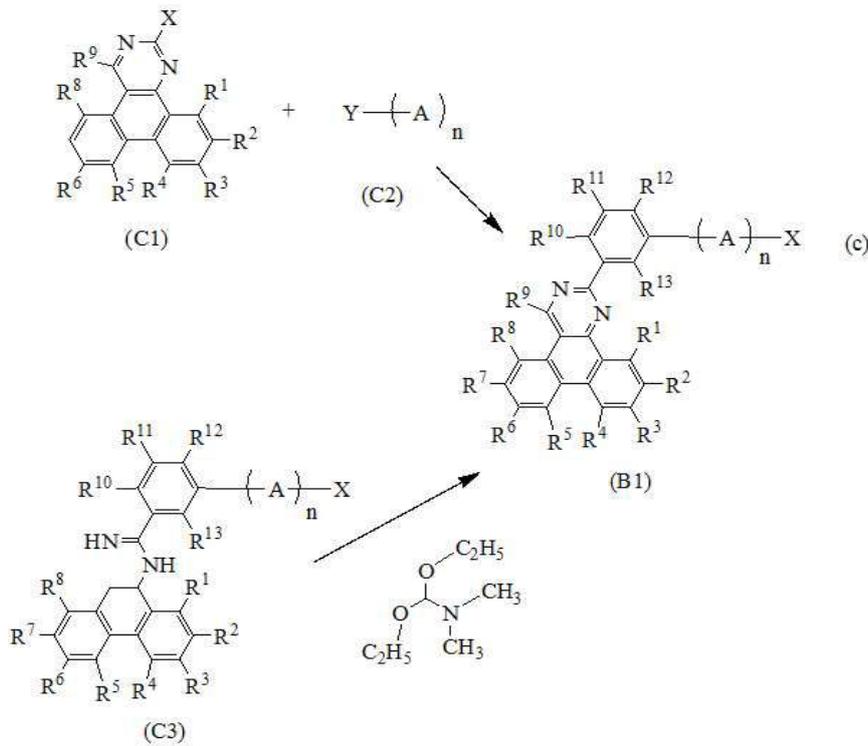
[0092]

[0093]

또한, 상기 합성 스킴(b)에서 화합물(B1)은 합성 스킴(c)에 나타난 바와 같이 합성할 수 있다. 즉, 다이벤조퀴나졸린 유도체의 할로젠 화합물(C1)과 아릴보론산 화합물(C2)을 반응시킴으로써 얻어진다. 또한, 페난트렌, 또는 그 유도체로 치환된 아릴아미딘 유도체의 할로젠 화합물(C3)을 N,N'-다이메틸폼아마이드다이에틸아세탈과 반응시켜도 좋다.

[0094]

[화학식 15]



[0095]

[0096]

상기 합성 스킴(a)~합성 스킴(c)에서 R¹-R¹⁴는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 5~7의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, 식 중에서 X는 할로젠 원소를 나타내고, 염소, 브로민, 또는 요오드인 것이 바람직하다. 또한, Y는 보론산 또는 보론산 에스터 또는 환상 트라이올 보레이트염 등을 나타낸다. 환상 트라이올 보레이트염은 리튬염 외에, 포타슘염, 소듐염을 사용하여도 좋다.

[0097]

기타, 여기서는 스킴으로 나타내지 않았지만, 아릴기로 치환된 다이벤조퀴나졸린 유도체의 할로젠 화합물과 다이벤조싸이오펜, 다이벤조퓨란, 카바졸 또는 그 유도체로 치환된 아릴 보론산 화합물을 반응시켜도 좋다.

[0098]

상기 합성 스킴(a)~합성 스킴(c)에서 화합물(A1), (A2), (B1), (B2), (C1), (C2), (C3)로서는 다양한 종류의 화합물이 시판되고 있거나 합성이 가능하기 때문에, 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물은 수많은 종류의 화합물을 합성할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물은 베리에이션이 풍부한 특징을 갖는다.

[0099]

또한, 상술한 화합물(B1)은 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물의 합성에서 유용한 신규 화합물이며, 본 발명의 일 형태에 포함된다.

[0100]

이와 같이 본 발명의 일 형태로서 복소환 화합물의 합성 방법의 예에 대하여 설명하였지만 본 발명은 이에 한정

되지 않고 다른 합성 방법으로 합성된 것이라도 좋다.

- [0101] 또한, 상술한 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물은 전자 수송성 및 정공 수송성을 갖기 때문에, 발광층의 호스트 재료로서 사용하거나 또는 전자 수송층이나 정공 수송층에도 사용할 수 있다. 또한, T1 준위가 높은 재료인 점에서 인광을 발광하는 물질(인광 재료)과 조합하여 호스트 재료로서 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 형광 발광을 나타내기 때문에 그 자체를 발광 소자의 발광 물질로서 사용할 수도 있다. 따라서, 이들의 유기 화합물을 포함하는 발광 소자도 본 발명의 일 형태에 포함된다.
- [0102] 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물을 사용함으로써, 발광 효율이 높은 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 실현할 수 있다. 또한, 소비 전력이 낮은 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 실현할 수 있다.
- [0103] 또한, 본 실시형태에 있어서, 본 발명의 일 형태에 대하여 서술하였다. 또는, 다른 실시형태에 있어서, 본 발명의 일 형태에 대하여 서술한다. 다만, 본 발명의 일 형태는 이들에 한정되지 않는다. 즉, 본 실시형태 및 다른 실시형태에는 다양한 발명의 형태가 기재되어 있지만 본 발명의 일 형태는 특정의 형태에 한정되지 않는다. 예를 들어, 본 발명의 일 형태로서 발광 소자에 적용한 경우의 예를 설명하였지만, 본 발명의 일 형태는 이에 한정되지 않는다. 또한, 상황에 따라 본 발명의 일 형태는 발광 소자 이외의 것에 적용하여도 좋다. 또한, 상황에 따라 본 발명의 일 형태는 발광 소자에 적용하지 않아도 된다.
- [0104] 본 실시형태에 나타난 구성은 다른 실시형태에 나타난 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0105] (실시형태 2)
- [0106] 본 실시형태에서는 실시형태 1에서 나타난 유기 화합물을 사용한 발광 소자에 대하여 도 1을 사용하여 설명한다.
- [0107] 본 실시형태에 나타난 발광 소자는, 발광층(113)을 포함하는 EL층(102)이 한 쌍의 전극(제 1 전극(양극)(101)과 제 2 전극(음극)(103)) 사이에 끼워지고, EL층(102)은 발광층(113) 외에 정공(또는 홀) 주입층(111), 정공(또는 홀) 수송층(112), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115) 등을 포함하여 형성된다.
- [0108] 그리고 발광 소자에 전압을 인가하면 제 1 전극(101) 측으로부터 주입된 정공과 제 2 전극(103) 측으로부터 주입된 전자가 발광층(113)에서 재결합하여, 이로써 발생된 에너지에 기인하여 발광층(113)에 포함되는 발광 물질이 발광한다.
- [0109] 이하에, 본 실시형태에 나타내는 발광 소자의 구체적인 예에 대하여 설명한다.
- [0110] 제 1 전극(양극)(101) 및 제 2 전극(음극)(103)에는 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide), 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 인듐 주석 산화물, 인듐 아연 산화물(Indium Zinc Oxide), 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크로뮴(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 타이타늄(Ti) 외에, 원소 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소, 즉 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 알칼리 토금속, 마그네슘(Mg), 및 이들 중 어느 것을 포함한 합금(MgAg, AlLi), 유로퓸(Eu), 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이들 중 어느 것을 포함한 합금, 그래핀 등을 사용할 수 있다. 또한, 제 1 전극(양극)(101) 및 제 2 전극(음극)(103)은 예를 들어, 스퍼터링법이나 증착법(진공 증착법을 포함함) 등에 의하여 형성할 수 있다.
- [0111] 정공 주입층(111) 및 정공 수송층(112)에 사용하는 정공 수송성이 높은 물질로서는 예를 들어, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB 또는 α-NPD)이나 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4',4''-트리스(카바졸-9-일)트라이페닐아민(약칭: TCTA), 4,4',4''-트리스(N,N'-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-비스[N-(스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물, 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), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1) 등을 들 수 있다. 또한, 4,4'-다이(N-카바졸일)바이페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸일)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA) 등의 카바졸 유도체 등을 사용할 수 있다. 또한, 실시형태 1에서 나타난 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물도 정공 수송층을 갖기 때문에 마찬가지로 사용할 수 있다. 여기에 설명한 물질은, 주로 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$

이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 다만, 전자보다 정공의 수송성이 높은 물질이면 이들 이외의 물질을 사용하여도 좋다.

- [0112] 또한, 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-다이페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.
- [0113] 또한, 정공 주입층(111)에 사용하는 역셉터성 물질로서는, 원소 주기율표에서 4족~8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 특히 산화 몰리브데넘이 바람직하다.
- [0114] 발광층(113)은, 발광 물질을 포함하는 층이다. 또한, 발광층(113)은 전자 수송성 및 정공 수송성을 갖는 제 1 유기 화합물(호스트 재료)과, 발광 물질(게스트 재료)을 포함하는 구성으로 할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물은 실시형태 1에서 나타난 바와 같이, 다이벤조퀴나졸린환과 정공 수송성을 갖는 골격을 갖기 때문에 전자 수송성 및 정공 수송성을 갖는 화합물이다. 따라서, 정공 및 전자를 둘 다 흘리는 것이 요구되는 발광층의 호스트 재료로서 적합하다. 또한, 특히 전자(환원)에 대하여 안정적인 다이벤조퀴나졸린환이 전자를 받고, 정공(홀)에 대하여 안정적인 정공 수송성을 갖는 골격이 정공을 받아 재결합하기 때문에, 전기 여기에 대하여 안정적이며, 발광 소자의 장수명화를 도모할 수 있다. 또한, 다이벤조퀴나졸린환은 3중항 여기 에너지가 높고, LUMO 준위도 높기 때문에 인광성 화합물을 효율적으로 여기시킬 수 있다. 따라서, 발광층의 호스트 재료로서 실시형태 1에서 나타난 바와 같은 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물을 사용하고, 게스트 재료로서 인광성 화합물을 사용한 발광 소자는, 고효율을 달성할 수 있다. 또한, 정공 수송성을 갖는 골격의 구체적인 구성에 대해서는, 실시형태 1에서 설명한 바와 같다.
- [0115] 또한, 발광층(113)에서는, 전자 수송성 및 정공 수송성을 갖는 제 1 유기 화합물(호스트 재료)과, 발광 물질(게스트 재료)에 대하여 정공 수송성을 갖는 제 2 유기 화합물을 포함하는 구성으로 할 수도 있다. 다만, 이 경우, 제 1 유기 화합물 및 제 2 유기 화합물은 발광층에서 캐리어(전자 및 홀)가 재결합될 때에 들뜬 복합체(excimer라고도 함)를 형성할 수 있는 조합으로 한다. 또한, 발광층에서 들뜬 복합체가 형성됨으로써 제 1 유기 화합물의 형광 스펙트럼 및 제 2 유기 화합물의 형광 스펙트럼은 더 장파장 측에 위치하는 들뜬 복합체의 발광 스펙트럼으로 변환된다. 그리고, 들뜬 복합체의 발광 스펙트럼과 게스트 재료의 흡수 스펙트럼의 겹침이 크게 되는 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 선택함으로써, 단일항 여기 상태에서부터의 에너지 이동을 최대한 높일 수 있다. 또한, 3중항 여기 상태에 대해서도, 호스트 재료가 아니라, 들뜬 복합체로부터 발광 물질로의 에너지 이동이 발생한다고 생각된다.
- [0116] 제 1 유기 화합물 및 제 2 유기 화합물의 조합으로서 들뜬 복합체를 형성하는 것이라면 좋지만, 전자를 받기 쉬운 화합물(전자 트랩성 화합물)과 정공을 받기 쉬운 화합물(정공 트랩성 화합물)을 조합하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 제 1 유기 화합물은 전자뿐만 아니라 정공도 트랩(또는 수송) 가능한 것이 바람직하기 때문에, 실시형태 1에서 나타난 유기 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 제 2 유기 화합물로서는, 정공을 받기 쉬운 화합물인 것이 바람직하다.
- [0117] 정공을 받기 쉬운 화합물로서는, 예를 들어 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1), 4,4',4"-트리스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: 1'-TNATA), 2,7-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: DPA2SF), N,N'-비스(9-페닐카바졸-3-일)-N,N'-다이페닐벤젠-1,3-디아민(약칭: PCA2B), N-(9,9-다이메틸-2-N',N'-다이페닐아미노-9H-플루오렌-7-일)다이페닐아민(약칭: DPNF), N,N',N"-트라이페닐-N,N',N"-트리스(9-페닐카바졸-3-일)벤젠-1,3,5-트리아민(약칭: PCA3B), 2-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: PCASF), 2-[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: DPASF), N,N'-비스[4-(카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐-9,9-다이메틸플루오렌-2,7-디아민(약칭: YGA2F), 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-N-(9,9-다이메틸-2[N'-페닐-N'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)아미노]-9H-플루오렌-7-일)페닐아민(약칭: DFLADFL), 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1), 3-[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzDPA1), 3,6-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzDPA2), 4,4'-비스(N-{4-[N'-(3-메틸페닐)-N'-페닐아미노]페닐}-N-페닐아미노)바이페닐(약칭: DNTPD), 3,6-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-(1-나프틸)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzTPN2), 3,6-비스[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2) 등의 트리아릴아민 골격을 갖는 화합물을 들 수 있다.

- [0118] 상술한 제 1 유기 화합물 및 제 2 유기 화합물의 조합은, 상기 구체적으로 든 예에 한정되지 않고, 들뜬 복합체를 형성할 수 있는 것이며, 들뜬 복합체의 발광 스펙트럼이 발광 물질의 흡수 스펙트럼과 겹치고 들뜬 복합체의 발광 스펙트럼의 피크가 발광 물질의 흡수 스펙트럼의 피크보다 장파장인 것이면 좋다.
- [0119] 또한, 전자를 받기 쉬운 화합물과 정공을 받기 쉬운 화합물로 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 구성하는 경우, 그 혼합 비율에 의하여 캐리어 밸런스를 제어할 수 있다. 구체적으로는, 제 1 유기 화합물:제 2 유기 화합물=1:9~9:1의 범위가 바람직하다.
- [0120] 발광층(113)에서 발광 물질로서 사용할 수 있는 재료에는, 단일항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질, 또는 3중항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질 등을 각각 단독으로 또는 조합하여 사용할 수 있다. 또한, 상기 발광 물질 및 발광 중심 물질로서는, 예를 들어 다음과 같은 것을 들 수 있다.
- [0121] 단일항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는, 예를 들어 형광을 발하는 물질(형광성 화합물)을 들 수 있다.
- [0122] 형광을 발하는 물질로서는, N,N'-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐스티벤-4,4'-다이아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(9,10-다이페닐-2-안트릴)트라이페닐아민(약칭: 2YGAPA), N,9-다이페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA), 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(*tert*-부틸)페릴렌(약칭: TBP), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPA), N,N'-(2-*tert*-부틸안트라센-9,10-다이일다이-4,1-페닐렌)비스[N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민](약칭: DPABPA), N,9-다이페닐-N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPA), N,N,N',N',N'',N''',N''''-옥타페닐다이벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭: DBC1), 쿠마린 30, N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPA), N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPABPhA), 9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), N,N,9-트라이페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA), 쿠마린 545T, N,N'-다이페닐퀴나크리돈(약칭: DPQd), 루브렌, 5,12-비스(1,1'-바이페닐-4-일)-6,11-다이페닐테트라센(약칭: BPT), 2-(2-{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에틸일}-6-메틸-4H-피란-4-일리덴)프로판다이 나이트릴(약칭: DCM1), 2-{2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에틸일]-4H-피란-4-일리덴}프로판다이 나이트릴(약칭: DCM2), N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-다이아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-다이페닐-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-다이아민(약칭: p-mPhAFD), 2-(2-아이스프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에틸일]-4H-피란-4-일리덴)프로판다이 나이트릴(약칭: DCJTI), 2-(2-*tert*-부틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에틸일]-4H-피란-4-일리덴)프로판다이 나이트릴(약칭: DCJTB), 2-(2,6-비스{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에틸일}-4H-피란-4-일리덴)프로판다이 나이트릴(약칭: BisDCM), 2-(2,6-비스[2-(8-메톡시-1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에틸일]-4H-피란-4-일리덴)프로판다이 나이트릴(약칭: BisDCJTM) 등을 들 수 있다.
- [0123] 3중항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는, 예를 들어 인광을 발하는 물질(인광성 화합물)이나 열 활성화 지연 형광(TADF)을 나타내는 TADF 재료(열 활성화 지연 형광성 화합물)를 들 수 있다. 또한, TADF 재료에서 지연 형광이란, 일반적인 형광과 같은 스펙트럼을 가지면서도 수명이 현저하게 긴 발광을 말한다. 그 수명은 1×10^{-6} 초 이상, 바람직하게는 1×10^{-3} 초 이상이다.
- [0124] 인광을 발하는 물질로서는, 비스{2-[3',5'-비스(트라이플루오로메틸)페닐]피리디나토-N,C^{2'}}이리듐(III)피콜리네이트(약칭: [Ir(CF₃ppy)₂(pic)]), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIracac), 트리스(2-페닐피리디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)₃]), 비스(2-페닐피리디나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(ppy)₂(acac)), 트리스(아세틸아세토나토)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: [Tb(acac)₃(Phen)]), 비스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bzq)₂(acac)]), 비스(2,4-다이페닐-1,3-옥사졸라토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(dpo)₂(acac)), 비스{2-[4'-(피플

루오로페닐]페닐]피리디나토-N,C^{2'}}이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(p-PF-ph)₂(acac)]), 비스(2-페닐벤조사이아졸라토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bt)₂(acac)]), 비스[2-(2'-벤조[4,5-a]싸이엔일)피리디나토-N,C^{3'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(btp)₂(acac)]), 비스(1-페닐아이소퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(piq)₂(acac)]), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀살리나토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Fdpq)₂(acac)]), (아세틸아세토나토)비스(3,5-다이메틸-2-페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-Me)₂(acac)]), (아세틸아세토나토)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-iPr)₂(acac)]), (아세틸아세토나토)비스(2,3,5-트라이페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)₂(acac)]), 비스(2,3,5-트라이페닐피라지나토)(다이피발로일메타나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)₂(dpm)]), (아세틸아세토나토)비스(6-tert-부틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₂(acac)]), (아세틸아세토나토)비스(4,6-다이페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(dppm)₂(acac)]), 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린백금(II)(약칭: PtOEP), 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인다이오나토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(DBM)₃(Phen)]), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트리플루오로아세토나토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(TTA)₃(Phen)]) 등을 들 수 있다.

[0125] 또한, TADF 재료로서는, 예를 들어 풀러렌이나 그 유도체, 프로플라빈 등의 아크리딘 유도체, 에오신 등을 들 수 있다. 또한, 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 포함하는 금속 함유 포르피린을 들 수 있다. 이 금속 함유 포르피린으로서, 예를 들어 프로토포르피린 불화 주석 착체(SnF₂(Proto IX)), 메소포르피린 불화 주석 착체(SnF₂(Meso IX)), 헤마토포르피린 불화 주석 착체(SnF₂(Hemato IX)), 코프로포르피린테트라메틸에스터 불화 주석 착체(SnF₂(Copro III-4Me)), 옥타에틸포르피린 불화 주석 착체(SnF₂(OEP)), 에티오포르피린 불화 주석 착체(SnF₂(Etio I)), 옥타에틸포르피린 염화 백금 착체(PtCl₂OEP) 등을 들 수 있다. 또한, 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트리아진(PIC-TRZ) 등의 π 전자 과잉형 복소 방향환 및 π 전자 부족형 복소 방향환을 갖는 복소환 화합물을 사용할 수도 있다. 또한, π 전자 과잉형 복소 방향환과 π 전자 부족형 복소 방향환이 직접 결합된 물질은, π 전자 과잉형 복소 방향환의 도너성과 π 전자 부족형 복소 방향환의 억셉터성의 양쪽이 강해져 S1과 T1의 에너지 차이가 작아지므로 특히 바람직하다.

[0126] 또한, 발광층(113)은 도 1의 (A)에 도시된 단층 구조에만 한정되지 않고, 도 1의 (B)에 도시된 바와 같은 2층 이상의 적층 구조이어도 좋다. 다만, 이 경우에는 적층된 층들 각각으로부터 발광이 얻어지는 구성으로 한다. 예를 들어, 제 1 발광층(113(a1))으로부터는 형광 발광이 얻어지고, 제 1 발광층(113(a1)에 적층되는 제 2 발광층(113(a2))으로부터는 인광 발광이 얻어지는 구성으로 하면 좋다. 또한, 적층 순서는 이 반대라도 좋다. 또한, 인광 발광이 얻어지는 층에서는 들뜬 복합체로부터 도펀트의 에너지 이동에 따른 발광이 얻어지는 구성으로 하는 것이 바람직하다. 또한, 발광색에 대해서는 한쪽 층으로부터 청색 발광이 얻어지는 구성으로 하는 경우, 다른 쪽 층으로부터 주황색 또는 황색 발광 등이 얻어지는 구성으로 할 수 있다. 또한, 각 층에 복수 종류의 도펀트가 포함되는 구성으로 하여도 좋다.

[0127] 전자 수송층(114)은, 전자 수송성이 높은 물질(전자 수송성 화합물이라고도 함)을 포함하는 층이다. 전자 수송층(114)에는, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(약칭: Alq₃), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(약칭: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤즈옥사졸라토]아연(II)(약칭: Zn(BOX)₂), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조사이아졸라토]아연(II)(약칭: Zn(BTZ)₂) 등의 금속 착체를 사용할 수 있다. 또한, 2-(4-바이페닐일)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4'-tert-부틸페닐)-4-페닐-5-(4'-바이페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-바이페닐일)-1,2,4-트리아졸(약칭: p-EtTAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOs) 등의 헤테로 방향족 화합물도 사용할 수 있다. 또한, 폴리(2,5-피리딘다이일)(약칭: PPy), 폴리[(9,9-다이헥실플루오렌-2,7-다이일)-co-(피리딘-3,5-다이일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-다이옥틸플루오렌-

2,7-다이일)-co-(2,2'-바이피리딘-6,6'-다이일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다. 여기에 든 물질은 주로 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 정공보다 전자의 수송성이 높은 물질이면 상술한 물질 이외의 물질을 전자 수송층(114)에 사용하여도 좋다.

[0128] 또한, 전자 수송층(114)은 단층 구조에 한정되지 않고, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 구조로 하여도 좋다.

[0129] 전자 주입층(115)은, 전자 주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 전자 주입층(115)에는 불화 리튬(LiF), 불화 세슘(CsF), 불화 칼슘(CaF₂), 리튬 산화물(LiO_x) 등의 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 불화 에르븀(ErF₃) 등의 희토류 금속 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 전자 주입층(115)에 전자화물(electride)을 사용하여도 좋다. 이 전자화물로서는 예를 들어, 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물에 전자가 고농도로 첨가된 물질 등을 들 수 있다. 또한, 상기 전자 수송층(114)을 구성하는 물질을 사용할 수도 있다.

[0130] 또한, 전자 주입층(115)에, 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합하여 이루어진 복합 재료를 사용하여도 좋다. 이러한 복합 재료는, 전자 공여체에 의하여 유기 화합물에 전자가 발생하기 때문에, 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 이 경우, 유기 화합물로서는, 발생한 전자의 수송이 우수한 재료인 것이 바람직하고, 구체적으로는, 예를 들어, 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 물질(금속 착체나 복소 방향족 화합물 등)을 사용할 수 있다. 전자 공여체로서는, 유기 화합물에 대하여 전자 공여성을 나타내는 물질이면 좋다. 구체적으로는, 알칼리 금속이나 알칼리 토금속이나 희토류 금속이 바람직하며, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 에르븀, 이터븀 등을 들 수 있다. 또한, 알칼리 금속 산화물이나 알칼리 토금속 산화물이 바람직하며, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또한, 산화 마그네슘과 같은 루이스 염기를 사용할 수도 있다. 또한, 테트라싸이아폴발렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다.

[0131] 또한, 상술한 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)은 각각 증착법(진공 증착법을 포함함), 인쇄법(예를 들어, 철판 인쇄법, 요판 인쇄법, 그라비아 인쇄법, 평판 인쇄법, 공판 인쇄법 등), 잉크젯법, 도포법 등의 방법을 단독으로 또는 조합하여 사용하여 형성할 수 있다.

[0132] 상술한 발광 소자의 EL층(102)에서 얻어진 발광은, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103) 중 한쪽 또는 양쪽을 통하여 외부로 추출된다. 따라서, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103) 중 어느 한쪽 또는 양쪽은 투광성을 갖는 전극이 된다.

[0133] 여기까지 설명한 발광 소자는, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물을 EL층에 사용할 수 있기 때문에, 고효율의 발광 소자를 실현할 수 있다.

[0134] 또한, 본 실시형태에 나타난 구성은 다른 실시형태에 나타난 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0135] (실시형태 3)

[0136] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물을 EL 재료로서 EL층에 사용하고 전하 발생층을 끼우는 복수의 EL층을 갖는 구조의 발광 소자(이하, 텐덤형 발광 소자라고 함)에 대하여 설명한다.

[0137] 본 실시형태에 나타내는 발광 소자는 도 2의 (A)에 도시된 바와 같이 한 쌍의 전극(제 1 전극(201)과 제 2 전극(204)) 사이에 복수의 EL층(제 1 EL층(202(1)), 제 2 EL층(202(2)))을 갖는 텐덤형 발광 소자이다.

[0138] 본 실시형태에 있어서 제 1 전극(201)은 양극으로서 기능하는 전극이고, 제 2 전극(204)은 음극으로서 기능하는 전극이다. 또한, 제 1 전극(201) 및 제 2 전극(204)의 구성은 실시형태 2와 같은 구성으로 할 수 있다. 또한, 복수의 EL층(제 1 EL층(202(1))과 제 2 EL층(202(2)))을 모두 실시형태 2에서 나타난 EL층과 같은 구성으로 하여도 좋지만, 어느 하나만을 같은 구성으로 하여도 좋다. 즉, 제 1 EL층(202(1))과 제 2 EL층(202(2))은 서로 같은 구성이든 다른 구성이든 어느 쪽이라도 좋고, 이들의 구성은 실시형태 2에 나타난 것과 같은 것을 적용할 수 있다.

[0139] 또한, 복수의 EL층(제 1 EL층(202(1))과 제 2 EL층(202(2))) 사이에 전하 발생층(205)이 제공된다. 전하 발생층(205)은 제 1 전극(201)과 제 2 전극(204) 사이에 전압이 인가되었을 때, 한쪽 EL층에 전자를 주입하고, 다른 쪽 EL층에 정공을 주입하는 기능을 갖는다. 본 실시형태에서는, 제 1 전극(201)의 전위가 제 2 전극(204)의 전위보다 높게 되도록 전압을 인가하면, 전하 발생층(205)으로부터 제 1 EL층(202(1))에 전자가 주입되고 제 2 EL층(202(2))에 정공이 주입된다.

- [0140] 또한, 전하 발생층(205)은 광의 추출 효율의 관점에서 가시광에 대한 투광성을 갖는(구체적으로는, 전하 발생층(205)의 가시광 투과율이 40% 이상인) 것이 바람직하다. 또한, 전하 발생층(205)은 제 1 전극(201)이나 제 2 전극(204)보다 도전율이 낮아도 가능하다.
- [0141] 전하 발생층(205)은 정공 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 수용체(억셉터)가 첨가된 구성이어도 좋고, 전자 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 공여체(도너)가 첨가된 구성이어도 좋다. 또한, 이들 양쪽의 구성이 적층되어 있어도 된다.
- [0142] 정공 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 수용체가 첨가된 구성으로 하는 경우에 있어서, 정공 수송성이 높은 유기 화합물로서는, 예를 들어, NPB나 TPD, TDATA, MTDATA, BSPB 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다. 여기에 설명한 물질은, 주로 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 다만, 전자보다도 정공의 수송성이 높은 유기 화합물이면, 상기 이외의 물질을 사용하여도 상관없다.
- [0143] 또한, 전자 수용체로서는, 7,7,8,8-테트라시아이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메탄(약칭: F₄-TCNQ), 클로라닐 등을 들 수 있다. 또한 원소 주기율표에 있어서의 4족~8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 몰리브데넘, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 산화 레늄은 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 그 중에서도 특히, 산화 몰리브데넘은 대기 중에서도 안정적이며, 흡습성이 낮고, 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.
- [0144] 한편, 전자 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 공여체가 첨가된 구성으로 하는 경우에, 전자 수송성이 높은 유기 화합물로서는, 예를 들어, Alq, Almq₃, BeBq₂, BA1q 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체 등을 사용할 수 있다. 또한, 이 이외에 Zn(BOX)₂, Zn(BTZ)₂ 등의 옥사졸계, 싸이아졸계 리간드를 갖는 금속 착체 등도 사용할 수 있다. 더구나, 금속 착체 이외에도, PBD나 OXD-7, TAZ, BPhen, BCP 등도 사용할 수 있다. 여기에 설명한 물질은 주로 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 정공보다도 전자의 수송성이 높은 유기 화합물이면, 상기 이외의 물질을 사용하여도 상관없다.
- [0145] 또한, 전자 공여체로서는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 또는 원소 주기율표의 2족 및 13족에 속하는 금속 및 그 산화물, 탄산염을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 리튬(Li), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 이터븀(Yb), 인듐(In), 산화 리튬, 탄산 세슘 등을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 테트라싸이아나프타센과 같은 유기 화합물을 전자 공여체로서 사용하여도 좋다.
- [0146] 또한, 상술한 재료를 사용하여 전하 발생층(205)을 형성함으로써, EL층이 적층된 경우에 구동 전압이 상승되는 것을 억제할 수 있다. 또한, 전하 발생층(205)의 형성 방법으로서, 증착법(진공 증착법을 포함함), 인쇄법(예를 들어, 철판 인쇄법, 요판 인쇄법, 그라비아 인쇄법, 평판 인쇄법, 공판 인쇄법 등), 잉크젯법, 도포법 등의 방법을 단독으로 또는 조합하여 사용하여 형성할 수 있다.
- [0147] 본 실시형태에서는 EL층을 2층 갖는 발광 소자에 대하여 설명하였으나, 도 2의 (B)에 도시된 바와 같이 n층(다만, n은 3 이상)의 EL층(202(1)~202(n))을 적층한 발광 소자에 대해서도 마찬가지로 적용할 수 있다. 본 실시형태에 따른 발광 소자와 같이, 한 쌍의 전극 사이에 복수의 EL층을 갖는 경우, EL층과 EL층 사이에 각각 전하 발생층(205(1)~205(n-1))을 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지하면서 고휘도 영역에서의 발광이 가능하다. 전류 밀도를 낮게 유지할 수 있기 때문에, 장수명 소자를 실현할 수 있다.
- [0148] 또한, 각각의 EL층의 발광색을 상이한 것으로 함으로써, 발광 소자 전체로서 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어 2개의 EL층을 갖는 발광 소자에서 제 1 EL층의 발광색과 제 2 EL층의 발광색을 보색의 관계가 되도록 함으로써, 발광 소자 전체로부터 백색 발광하는 발광 소자를 얻는 것도 가능하다. 또한, 보색이란, 혼합하면 무채색이 되는 색들간의 관계를 말한다. 즉, 보색의 관계에 있는 색의 광을 서로 혼합하면 백색 발광을 얻을 수 있다. 구체적으로는 제 1 EL층으로부터 청색 발광, 제 2 EL층으로부터 황색 발광 또는 주황색 발광이 얻어지는 조합을 들 수 있다. 이 경우, 청색 발광과 황색(또는 주황색) 발광을 모두 형광 발광 또는 인광 발광으로 할 필요는 없으며, 청색 발광이 형광 발광이고 황색(또는 주황색) 발광이 인광 발광인 조합이나 그 반대의 조합으로 하여도 좋다.
- [0149] 또한, 3개의 EL층을 갖는 발광 소자의 경우에도 마찬가지이며, 예를 들어, 제 1 EL층의 발광색이 적색이고, 제 2 EL층의 발광색이 녹색이고, 제 3 EL층의 발광색이 청색인 경우, 발광 소자 전체로서는 백색 발광을 얻을 수 있다.

- [0150] 또한, 본 실시형태에 나타난 구성은 다른 실시형태에 나타난 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0151] (실시형태 4)
- [0152] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물을 EL층에 사용한 발광 소자를 갖는 발광 장치에 대하여 설명한다.
- [0153] 또한, 상기 발광 장치는 패시브 매트릭스형 및 액티브 매트릭스형 중 어느 것이라도 좋다. 또한, 본 실시형태에 나타난 발광 장치에는 다른 실시형태에서 설명한 발광 소자를 적용할 수 있다.
- [0154] 본 실시형태에서는, 먼저 액티브 매트릭스형의 발광 장치에 대하여 도 3을 사용하여 설명한다.
- [0155] 또한, 도 3의 (A)는 발광 장치를 도시한 상면도이고, 도 3의 (B)는 도 3의 (A)에 도시된 섹션 A-A'를 따라 자른 단면도이다. 발광 장치는 소자 기판(301) 위에 제공된 화소부(302), 구동 회로부(소스선 구동 회로)(303), 및 구동 회로부(게이트선 구동 회로)(304(304a, 304b))를 갖는다. 화소부(302), 구동 회로부(303), 및 구동 회로부(304)는 실란트(305)에 의하여 소자 기판(301)과 밀봉 기판(306) 사이에 밀봉된다.
- [0156] 또한, 소자 기판(301) 위에는 구동 회로부(303), 및 구동 회로부(304)에 외부로부터의 신호(예를 들어, 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 또는 리셋 신호 등)나 전위를 전달하는 외부 입력 단자를 접속하기 위한 리드 배선(307)이 제공된다. 여기서는, 외부 입력 단자로서 FPC(308)를 제공하는 예를 나타낸다. 또한, 여기서는 FPC밖에 도시되지 않았지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기판(PWB)이 부착되어 있어도 좋다. 본 명세서에서의 발광 장치에는 발광 장치 본체뿐만 아니라 FPC 또는 PWB가 발광 장치에 부착된 상태도 포함한다.
- [0157] 다음에, 단면 구조에 대해서 도 3의 (B)를 사용하여 설명한다. 소자 기판(301) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되지만, 여기서는 소스선 구동 회로인 구동 회로부(303)와, 화소부(302)가 도시되어 있다.
- [0158] 구동 회로부(303)의 구성의 예로서는 FET(309)와 FET(310)를 조합한 구성을 나타낸다. 또한, 구동 회로부(303)는 단극성(N형 및 P형 중 어느 한쪽만) 트랜지스터를 포함하는 회로로 형성되어도 좋고, N형 트랜지스터와 P형 트랜지스터를 포함하는 CMOS 회로로 형성되어도 좋다. 또한, 본 실시형태에서는 기판 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형을 나타내지만, 반드시 그럴 필요는 없으며, 기판 위가 아니라 외부에 구동 회로를 형성할 수도 있다.
- [0159] 또한, 화소부(302)는 스위칭용 FET(311), 전류 제어용 FET(312), 및 전류 제어용 FET(312)의 배선(소스 전극 또는 드레인 전극)에 전기적으로 접속된 제 1 전극(양극)(313)을 포함하는 복수의 화소로 형성된다. 또한, 본 실시형태에서는 화소부(302)가 스위칭용 FET(311)와 전류 제어용 FET(312)의 2가지 FET로 구성된 예에 대하여 나타내었으나 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 화소부(302)는 3개 이상의 FET와, 용량 소자를 조합하여 형성되어도 좋다.
- [0160] FET(309, 310, 311, 312)로서는, 예를 들어 스택게형이나 역스택게형의 트랜지스터를 사용할 수 있다. FET(309, 310, 311, 312)에 사용할 수 있는 반도체 재료로서는, 예를 들어 13족 반도체, 14족 반도체(실리콘 등), 화합물 반도체, 산화물 반도체, 유기 반도체 재료를 사용할 수 있다. 또한, 이 반도체 재료의 결정성에 대해서는 특별히 한정되지 않고, 예를 들어 비정질 반도체막, 또는 결정성 반도체막을 사용할 수 있다. 특히, FET(309, 310, 311, 312)로서는 산화물 반도체를 사용하면 바람직하다. 이 산화물 반도체로서는, 예를 들어, In-Ga 산화물, In-M-Zn 산화물(M은, Al, Ga, Y, Zr, La, Ce, 또는 Nd) 등을 들 수 있다. FET(309, 310, 311, 312)로서, 예를 들어 에너지 갭이 2eV 이상, 바람직하게는 2.5eV 이상, 더 바람직하게는 3eV 이상인 산화물 반도체 재료를 사용함으로써 트랜지스터의 오프 전류를 저감할 수 있다.
- [0161] 또한, 제 1 전극(313)의 단부를 덮도록 절연물(314)이 형성된다. 여기서는, 절연물(314)로서 포지티브형 감광성 아크릴 수지를 사용하여 형성한다. 또한, 본 실시형태에서는 제 1 전극(313)을 양극으로서 사용한다.
- [0162] 또한, 절연물(314)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되는 것이 바람직하다. 절연물(314)의 형상을 이와 같이 형성함으로써, 절연물(314)의 위에 형성되는 막의 피복성을 양호하게 할 수 있다. 예를 들어, 절연물(314)의 재료로서 네거티브형 감광성 수지 및 포지티브형 감광성 수지 중 어느 하나를 사용할 수 있고, 유기 화합물에 한정되지 않으며 무기 화합물, 예를 들어 산화 실리콘, 산화질화 실리콘, 질화 실리콘 등을 사용할 수 있다.
- [0163] 발광 소자(317)는 제 1 전극(양극)(313), EL층(315) 및 제 2 전극(음극)(316)이 적층된 구조이고, EL층(315)에는 적어도 발광층이 제공된다. 또한, EL층(315)에는 발광층 외에도 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층,

전자 주입층, 전하 발생층 등을 적절히 제공할 수 있다.

- [0164] 또한, 제 1 전극(양극)(313), EL층(315), 및 제 2 전극(음극)(316)에 사용하는 재료로서는 실시형태 2에 제시된 재료를 사용할 수 있다. 또한, 여기서는 도시되지 않았지만, 제 2 전극(음극)(316)은 외부 입력 단자인 FPC(308)에 전기적으로 접속되어 있다.
- [0165] 또한, 도 3의 (B)에 도시된 단면도에서는 발광 소자(317)를 하나만 도시하였지만, 화소부(302)에서 복수의 발광 소자가 매트릭스 형태로 배치되는 것으로 한다. 화소부(302)에는 3종류(R, G, B)의 발광이 얻어지는 발광 소자를 각각 선택적으로 형성함으로써, 풀 컬러 표시가 가능한 발광 장치를 형성할 수 있다. 또한, 3종류(R, G, B)의 발광이 얻어지는 발광 소자 이외에, 예를 들어 백색(W), 황색(Y), 마젠타(M), 시안(C) 등의 발광이 얻어지는 발광 소자를 형성하여도 좋다. 예를 들어, 3종류(R, G, B)의 발광이 얻어지는 발광 소자에 상기 여러 종류의 발광이 얻어지는 발광 소자를 추가함으로써, 색 순도의 향상, 소비 전력의 절감 등의 효과를 얻을 수 있다. 또한, 컬러 필터와 조합함으로써, 풀 컬러 표시가 가능한 발광 장치로 하여도 좋다. 또한, 쿼터닷과 조합함으로써 발광 효율을 향상시키고 소비 전력을 저감한 발광 장치로 하여도 좋다.
- [0166] 또한, 밀봉 기관(306)과 소자 기관(301)을 실란트(305)로 접합함으로써, 소자 기관(301), 밀봉 기관(306), 및 실란트(305)로 둘러싸인 공간(318)에 발광 소자(317)가 구비된 구조가 되어 있다. 또한, 공간(318)에는 불활성 기체(질소나 아르곤 등)나 실란트(305)가 충전되는 경우도 있다. 또한, 실란트를 도포하여 접합시키는 경우에는 UV 처리나 열 처리 등 중 어느 처리, 또는 이들 처리를 조합하여 접합시키는 것이 바람직하다.
- [0167] 또한, 실란트(305)에는 에폭시계 수지나 글라스 프릿을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이들의 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과시키지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 밀봉 기관(306)에 사용하는 재료로서 유리 기관이나 석영 기관 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 등으로 이루어진 플라스틱 기관을 들 수 있다. 실란트로서 글라스 프릿을 사용하는 경우에는 접착성의 관점에서 소자 기관(301) 및 밀봉 기관(306)은 유리 기관인 것이 바람직하다.
- [0168] 여기까지의 과정을 거쳐, 액티브 매트릭스형의 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0169] 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물을 EL층에 사용한 발광 소자를 갖는 발광 장치로서는, 상술한 액티브 매트릭스형의 발광 장치뿐만 아니라 패시브 매트릭스형의 발광 장치로 할 수도 있다.
- [0170] 도 3의 (C)는 패시브 매트릭스형의 발광 장치에서의 화소부의 단면도를 도시한 것이다.
- [0171] 도 3의 (C)에 도시된 바와 같이, 기관(351) 위에는 제 1 전극(352), EL층(354), 및 제 2 전극(353)을 갖는 발광 소자(350)가 형성된다. 또한, 제 1 전극(352)은 섬 형상이고, 한 방향으로 연장된 스트라이프 형상으로 복수 형성되어 있다. 또한, 제 1 전극(352) 위의 일부에 절연막(355)이 형성되어 있다.
- [0172] 또한, 절연막(355) 위에는 절연 재료를 사용하여 이루어진 격벽(356)이 제공된다. 격벽(356)의 측벽은, 기관면에 가까워짐에 따라, 한쪽의 측벽과 다른 쪽의 측벽과의 간격이 좁아지도록 경사를 갖는다. 다른 말로, 격벽(356)의 단면 방향의 단면은 사다리꼴 형상이며, 바닥면(절연막(355)의 면 방향과 같은 방향을 향하고, 절연막(355)과 접하는 변)이 윗변(절연막(355)의 면 방향과 같은 방향을 향하고, 절연막(355)과 접하지 않는 변)보다 짧다. 이와 같이, 격벽(356)을 제공함으로써, 정전기 등에 기인한 발광 소자의 불량을 막을 수 있다. 또한, 이 절연막(355)은 제 1 전극(352) 위의 일부에 개구부를 갖고, 격벽(356)을 형성한 후, EL층(354)을 형성함으로써 그 개구부에서 제 1 전극(352)과 접하는 EL층(354)이 형성된다.
- [0173] 또한, EL층(354)을 형성한 후, 제 2 전극(353)이 형성된다. 따라서, 제 2 전극(353)은 제 1 전극(352)에 접하지 않고, EL층(354) 위, 경우에 따라서는 절연막(355) 위에 형성된다. 또한, EL층(354)과 제 2 전극(353)은 격벽(356)을 형성한 후에 형성되기 때문에, 격벽(356) 위에도 순차적으로 적층된다.
- [0174] 또한, 밀봉하는 방법에 대해서는, 액티브 매트릭스형의 발광 장치의 경우와 같은 방법을 사용할 수 있어, 설명은 생략한다.
- [0175] 여기까지의 과정을 거쳐, 패시브 매트릭스형의 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0176] 예를 들어, 본 명세서 등에서 다양한 기관을 사용하여 트랜지스터 또는 발광 소자를 형성할 수 있다. 기관의 종류는 특정한 것에 한정되지 않는다. 그 기관의 예로서는, 반도체 기관(예를 들어 단결정 기관 또는 실리콘 기관), SOI 기관, 유리 기관, 석영 기관, 플라스틱 기관, 금속 기관, 스테인리스 스틸 기관, 스테인리스 스틸 포일을 갖는 기관, 텅스텐 기관, 텅스텐 포일을 갖는 기관, 가요성 기관, 접합 필름, 섬유형 재료를 포함하는

종이, 또는 기재 필름 등이 있다. 유리 기판의 예로서는, 바륨보로실리케이트 유리, 알루미늄보로실리케이트 유리, 또는 소다라임 유리 등이 있다. 가요성 기판, 접합 필름, 기재 필름 등의 예로서는 이하의 것을 들 수 있다. 예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 폴리에테르 설펜(PES), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)으로 대표되는 플라스틱이 있다. 또는 예로서는 아크릴 등의 합성 수지 등이 있다. 또는 예로서는 폴리프로필렌, 폴리에스터, 폴리불화바이닐 또는 폴리염화바이닐 등이 있다. 또는 예로서는 폴리아마이드, 폴리이미드, 아라미드, 에폭시, 무기 증착 필름 또는 종이류 등이 있다. 특히 반도체 기판, 단결정 기판 또는 SOI 기판 등을 사용하여 트랜지스터를 제작함으로써, 특성, 크기 또는 형상 등의 변동이 적고, 전류 공급 능력이 높으며, 크기가 작은 트랜지스터를 제작할 수 있다. 이와 같은 트랜지스터에 의하여 회로를 구성하면, 회로의 저소비 전력화 또는 회로의 고집적화를 도모할 수 있다.

[0177] 또한, 기판으로서 가요성 기판을 사용하고, 가요성 기판 위에 트랜지스터 또는 발광 소자를 직접 형성하여도 좋다. 또는, 기판과 트랜지스터 사이나, 기판과 발광 소자 사이에 박리층을 제공하여도 좋다. 박리층은, 그 위에 반도체 장치를 일부 또는 전부 완성시킨 후 기판으로부터 분리하여, 다른 기판에 옮겨 전치하기 위하여 사용할 수 있다. 이 때, 트랜지스터 또는 발광 소자는 내열성이 떨어지는 기판이나 가요성 기판에도 전치될 수 있다. 또한 상술한 박리층에는, 예를 들어 텅스텐막과 산화 실리콘막의 무기막의 적층 구조 구성이나, 기판 위에 폴리이미드 등의 유기 수지막이 형성된 구성 등을 사용할 수 있다.

[0178] 즉, 어떠한 기판을 사용하여 트랜지스터 또는 발광 소자를 형성하고 나서, 다른 기판에 트랜지스터 또는 발광 소자를 전치하여 다른 기판 위에 트랜지스터 또는 발광 소자를 배치하여도 좋다. 트랜지스터 또는 발광 소자가 전치되는 기판의 예로서는, 트랜지스터 또는 발광 소자를 형성할 수 있는 상술한 기판에 더하여, 종이 기판, 셀로판 기판, 아라미드 필름 기판, 폴리이미드 필름 기판, 석재 기판, 목재 기판, 직물 기판(천연 섬유((명주(silk), 솜(cotton), 삼(hemp))), 합성 섬유(나일론, 폴리우레탄, 폴리에스터), 또는 재생 섬유(아세테이트, 큐프라, 레이온, 재생 폴리에스터) 등을 포함함), 피혁 기판, 또는 고무 기판 등을 들 수 있다. 이들 기판을 사용함으로써, 특성이 좋은 트랜지스터의 형성, 소비 전력이 작은 트랜지스터의 형성, 내구성이 우수한 장치의 제작, 내열성의 부여, 경량화, 또는 박형화를 도모할 수 있다.

[0179] 또한, 본 실시형태에 나타낸 구성은 다른 실시형태에 나타낸 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0180] (실시형태 5)

[0181] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 적용하여 완성시킨 다양한 전자 기기의 예에 대하여, 도 4를 사용하여 설명한다.

[0182] 발광 장치를 적용한 전자 기기로서, 예를 들어, 텔레비전 장치(텔레비전, 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라 등의 카메라, 디지털 포토 프레임, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대형 게임기, 휴대 정보 단말, 음향 재생 장치, 파칭코기 등의 대형 게임기 등을 들 수 있다. 이들 전자 기기의 구체적인 예를 도 4에 도시하였다.

[0183] 도 4의 (A)는 텔레비전 장치의 일례를 도시한 것이다. 텔레비전 장치(7100)는, 하우징(7101)에 표시부(7103)가 제공된다. 표시부(7103)에 영상을 표시할 수 있고, 표시부(7103)는 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다. 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 표시부(7103)에 사용할 수 있다. 또한, 여기서는, 스탠드(7105)에 의하여 하우징(7101)을 지지한 구성을 나타낸다.

[0184] 텔레비전 장치(7100)는 하우징(7101)이 구비하는 조작 스위치나, 별체의 리모트 컨트롤 조작기(7110)에 의하여 조작될 수 있다. 리모트 컨트롤 조작기(7110)가 구비하는 조작 키(7109)에 의하여, 채널이나 음량을 조작할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한, 리모트 컨트롤 조작기(7110)에, 이 리모트 컨트롤 조작기(7110)로부터 출력하는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 설치하는 구성으로 하여도 된다.

[0185] 이 때, 텔레비전 장치(7100)는, 수신기나 모뎀 등을 구비한 구성으로 한다. 수신기로 일반 텔레비전 방송을 수신할 수 있고, 또한 모뎀을 통하여 유선 또는 무선 통신 네트워크에 접속함으로써 단방향(송신자로부터 수신자로) 또는 쌍방향(송신자와 수신자간, 또는 수신자들끼리 등)의 정보 통신도 가능하다.

[0186] 도 4의 (B)는 컴퓨터이며, 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한, 컴퓨터는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 그 표시부(7203)에 사용하여 제작될 수 있다. 또한, 표시부(7203)는 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다.

- [0187] 도 4의 (C)는 스마트 워치이며, 하우스(7302), 표시부(7304), 조작 버튼(7311, 7312), 접속 단자(7313), 밴드(7321), 버클(7322) 등을 갖는다.
- [0188] 베젤 부분을 겸하는 하우스(7302)에 탑재된 표시부(7304)는 비직사각형의 표시 영역을 갖는다. 표시부(7304)는 시각을 나타내는 아이콘(7305), 기타 아이콘(7306) 등을 표시할 수 있다. 또한, 표시부(7304)는 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다.
- [0189] 또한, 도 4의 (C)에 도시된 스마트 워치는 다양한 기능을 가질 수 있다. 예를 들어, 다양한 정보(정지 화상, 동영상, 텍스트 화상 등)를 표시부에 표시하는 기능, 터치 패널 기능, 달력, 날짜, 시간 등을 표시하는 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)에 의하여 처리를 제어하는 기능, 무선통신 기능, 무선통신 기능에 의하여 다양한 컴퓨터 네트워크에 접속하는 기능, 무선통신 기능에 의하여 다양한 데이터를 송신 또는 수신하는 기능, 기록 매체에 저장된 프로그램 또는 데이터를 판독하고 표시부에 프로그램 또는 데이터를 표시하는 기능 등을 들 수 있다.
- [0190] 또한, 하우스(7302)은 그 내부에 스피커, 센서(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액체, 자기(磁氣), 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도(硬度), 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경사도, 진동, 냄새 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것), 마이크로폰 등을 구비할 수 있다. 또한, 스마트 워치는 발광 장치를 그 표시부(7304)에 사용함으로써 제작할 수 있다.
- [0191] 도 4의 (D)는 휴대 전화기(스마트폰을 포함함)의 일례를 도시한 것이다. 휴대 전화기(7400)는 하우스(7401)에 표시부(7402), 마이크로폰(7406), 스피커(7405), 카메라(7407), 외부 접속부(7404), 조작용 버튼(7403) 등을 구비한다. 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를, 가요성을 갖는 기판에 형성하여 발광 장치를 제작하면, 도 4의 (D)에 도시된 바와 같은 곡면을 갖는 표시부(7402)에 적용할 수 있다.
- [0192] 도 4의 (D)에 도시된 휴대 전화기(7400)는 표시부(7402)를 손가락 등으로 접촉함으로써 정보를 입력할 수 있다. 또한, 전화를 걸거나, 또는 메일을 작성하는 것 등의 조작은, 표시부(7402)를 손가락 등으로 접촉하는 것에 의하여 행할 수 있다.
- [0193] 표시부(7402)의 화면은 주로 3가지 모드가 있다. 제 1 모드는 화상의 표시를 주로 하는 표시 모드이다. 제 2 모드는 텍스트 등의 정보의 입력을 주로 하는 입력 모드이다. 제 3 모드는 표시 모드와 입력 모드의 2가지 모드가 혼합된 표시+입력 모드이다.
- [0194] 예를 들어, 전화를 걸거나, 또는 메일을 작성하는 경우에는, 표시부(7402)를 문자의 입력을 주로 하는 문자 입력 모드로 하고, 화면에 표시시킨 문자의 입력 조작을 행하면 된다. 이 경우, 표시부(7402)의 화면의 대부분에 키보드 또는 번호 버튼을 표시시키는 것이 바람직하다.
- [0195] 또한, 휴대 전화기(7400) 내부에 자이로 센서나 가속도 센서 등의 검출 장치를 제공함으로써, 휴대 전화기(7400)의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하여 표시부(7402)의 화면 표시를 자동적으로 전환 가능하게 할 수 있다.
- [0196] 또한, 화면 모드는 표시부(7402)를 접촉하거나 또는 하우스(7401)의 조작용 버튼(7403)을 조작함으로써 전환된다. 또한, 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 의하여 전환하도록 할 수도 있다. 예를 들어, 표시부에 표시된 화상 신호가 동영상 데이터라면 표시 모드, 텍스트 데이터라면 입력 모드로 전환한다.
- [0197] 또한, 입력 모드에 있어서, 표시부(7402)의 광 센서로 검출되는 신호를 검지하고, 표시부(7402)의 터치 조작에 의한 입력이 일정 기간 없는 경우에는, 화면의 모드를 입력 모드로부터 표시 모드로 전환하도록 제어하여도 된다.
- [0198] 표시부(7402)는, 이미지센서로서 기능시킬 수도 있다. 예를 들어, 표시부(7402)에 손바닥이나 손가락으로 접촉하여, 손바닥 무늬, 지문 등을 촬상함으로써, 본인 인증을 행할 수 있다. 또한, 근적외선을 방출하는 백 라이트 또는 센싱용 광원을 표시부에 제공함으로써, 손가락 정맥, 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.
- [0199] 또한, 휴대 전화기(스마트폰을 포함함)의 다른 구성으로서 도 4의 (D'-1)이나 도 4의 (D'-2)에 도시된 바와 같은 구조를 갖는 휴대 전화기로 할 수도 있다.
- [0200] 또한, 도 4의 (D'-1)이나 도 4의 (D'-2)에 도시된 바와 같은 구조를 갖는 경우에는 문자 정보나 화상 정보 등을 하우스((7500(1)) 및 (7500(2)))의 제 1 면((7501(1)) 및 (7501(2)))뿐만 아니라 제 2 면((7502(1)) 및 (7502(2)))에 표시할 수 있다. 이와 같은 구조를 가지면 휴대 전화기를 상의 포켓에 넣은 채, 제 2 면

((7502(1)) 및 (7502(2))) 등에 표시된 문자 정보나 화상 정보 등을 사용자가 용이하게 확인할 수 있다.

- [0201] 또한, 도 5에 접을 수 있는 휴대 정보 단말(9310)을 도시하였다. 도 5의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이고, 도 5의 (B)는 펼친 상태 및 접은 상태 중 한쪽으로부터 다른 쪽으로 변화하는 도중 상태의 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 도 5의 (C)는 접은 상태의 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 휴대 정보 단말(9310)은 접으면 휴대가 쉽고, 펼치면 이음매가 없는 큰 표시 영역을 갖기 때문에 표시의 일람성이 우수하다.
- [0202] 표시부(9311)는 힌지(9313)로 연결된 3개의 하우징(9315)에 의하여 지지되어 있다. 또한, 표시부(9311)는 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이라도 좋다. 또한, 힌지(9313)를 이용하여 2개의 하우징(9315) 사이에서 표시부(9311)를 구부림으로써 휴대 정보 단말(9310)을 펼친 상태에서부터 접은 상태로 가역적으로 변형시킬 수 있다. 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 표시부(9311)에 사용할 수 있다. 표시부(9311)에서의 표시 영역(9312)은 접은 상태의 휴대 정보 단말(9310)에서 측면에 위치한다. 표시 영역(9312)에는 정보 아이콘이나, 사용 빈도가 높은 애플리케이션이나 프로그램의 바로가기(쇼트컷) 등을 표시할 수 있고, 정보의 확인이나 애플리케이션 등의 기능을 원활하게 할 수 있다.
- [0203] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 적용하여 전자 기기를 얻을 수 있다. 또한, 적용될 수 있는 전자 기기는 본 실시형태에 나타난 것에 한정되지 않고, 다양한 분야의 전자 기기에 적용할 수 있다.
- [0204] 또한, 본 실시형태에 나타난 구성은 다른 실시형태에 나타난 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0205] (실시형태 6)
- [0206] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 적용하여 제작되는 조명 장치의 구성에 대하여 도 6을 사용하여 설명한다.
- [0207] 도 6은 조명 장치의 단면도의 예를 도시한 것이다. 그 중, 도 6의 (A) 및 (B)는 기관 측으로부터 광을 추출하는 배면 발광(bottom emission)형의 조명 장치를 도시한 것이고, 도 6의 (C) 및 (D)는 밀봉 기관 측으로부터 광을 추출하는 전면 발광(top emission)형의 조명 장치를 도시한 것이다.
- [0208] 도 6의 (A)에 도시된 조명 장치(4000)는 기관(4001) 위에 발광 소자(4002)를 갖는다. 또한, 기관(4001)의 외측에 요철을 갖는 기관(4003)을 갖는다. 발광 소자(4002)는 제 1 전극(4004), EL층(4005), 및 제 2 전극(4006)을 갖는다.
- [0209] 제 1 전극(4004)은 전극(4007)과 전기적으로 접속되고, 제 2 전극(4006)은 전극(4008)과 전기적으로 접속된다. 또한, 제 1 전극(4004)과 전기적으로 접속되는 보조 배선(4009)을 제공하여도 좋다. 또한, 보조 배선(4009) 위에는 절연층(4010)이 형성된다.
- [0210] 또한, 기관(4001)과 밀봉 기관(4011)은 실란트(4012)로 접촉되어 있다. 또한, 밀봉 기관(4011)과 발광 소자(4002) 사이에는 건조제(4013)가 제공되는 것이 바람직하다. 기관(4003)은 도 6의 (A)과 같은 요철을 갖기 때문에, 발광 소자(4002)에서 발생한 광의 추출 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0211] 또한, 도 6의 (B)에 도시된 조명 장치(4100)와 같이, 기관(4003) 대신에 기관(4001) 외측에 확산판(4015)을 제공하여도 좋다.
- [0212] 도 6의 (C)에 도시된 조명 장치(4200)는, 기관(4201) 위에 발광 소자(4202)를 갖는다. 발광 소자(4202)는 제 1 전극(4204), EL층(4205), 및 제 2 전극(4206)을 갖는다.
- [0213] 제 1 전극(4204)은 전극(4207)과 전기적으로 접속되고, 제 2 전극(4206)은 전극(4208)과 전기적으로 접속된다. 또한, 제 2 전극(4206)과 전기적으로 접속되는 보조 배선(4209)을 제공하여도 좋다. 또한, 보조 배선(4209) 하부에 절연층(4210)을 제공하여도 좋다.
- [0214] 요철을 갖는 밀봉 기관(4211)과 기관(4201)은 실란트(4212)로 접촉되어 있다. 또한, 밀봉 기관(4211)과 발광 소자(4202) 사이에는 배리어막(4213) 및 평탄화막(4214)을 제공하여도 좋다. 또한, 밀봉 기관(4211)은 도 6의 (C)에 도시된 바와 같은 요철을 갖기 때문에 발광 소자(4202)에서 발생한 광의 추출 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0215] 또한, 도 6의 (D)에 도시된 조명 장치(4300)와 같이, 밀봉 기관(4211) 대신에 발광 소자(4202) 위에 확산판(4215)을 제공하여도 좋다.
- [0216] 또한, 본 실시형태에 나타난 EL층(4005, 4205)에 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물을 적용할 수 있다. 이

경우, 소비 전력이 낮은 조명 장치를 제공할 수 있다.

- [0217] 또한, 본 실시형태에 나타난 구성은 다른 실시형태에 나타난 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0218] (실시형태 7)
- [0219] 본 실시형태에서는, 실시형태 4에서 설명한 발광 장치를 적용한 응용품인 조명 장치의 예에 대하여 도 7을 사용하여 설명한다.
- [0220] 도 7은 발광 장치를 실내의 조명 장치(8001)로서 이용한 예이다. 또한, 발광 장치는 대면적화도 가능하므로 대면적의 조명 장치를 형성할 수도 있다. 또한, 곡면을 갖는 하우징을 사용함으로써 발광 영역이 곡면을 갖는 조명 장치(8002)를 형성할 수도 있다. 본 실시형태에 나타난 발광 장치에 포함되는 발광 소자는 박막 형상이며, 하우징의 디자인 자유도가 높다. 따라서, 다양한 디자인을 집약한 조명 장치를 형성할 수 있다. 또한, 실내의 벽면에 대형 조명 장치(8003)를 제공하여도 좋다.
- [0221] 또한, 발광 장치를 테이블의 표면에 사용함으로써 테이블로서의 기능을 구비한 조명 장치(8004)를 구현할 수 있다. 또한, 그 외의 가구의 일부에 발광 장치를 사용함으로써 가구로서의 기능을 구비한 조명 장치를 구현할 수 있다.
- [0222] 이와 같이 발광 장치를 적용한 다양한 조명 장치를 얻을 수 있다. 또한, 이들 조명 장치는 본 발명의 일 형태에 포함된다.
- [0223] 또한, 본 실시형태에 나타난 구성은 다른 실시형태에 나타난 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0224] (실시형태 8)
- [0225] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자 또는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 갖는 터치 패널에 대하여 도 8~도 12를 사용하여 설명한다.
- [0226] 도 8은 터치 패널(2000)의 사시도이다. 또한, 도 8에는 명료화를 위하여 터치 패널(2000)의 대표적인 구성 요소를 도시하였다.
- [0227] 터치 패널(2000)은 표시 패널(2501)과 터치 센서(2595)를 갖는다(도 8의 (B) 참조). 또한, 터치 패널(2000)은 기관(2510), 기관(2570), 및 기관(2590)을 갖는다.
- [0228] 표시 패널(2501)은 기관(2510) 위에 복수의 화소 및 이 화소에 신호를 공급할 수 있는 복수의 배선(2511)을 갖는다. 복수의 배선(2511)은 기관(2510)의 외주부까지 리드되고, 그 일부가 단자(2519)를 구성한다. 단자(2519)는 FPC(2509(1))와 전기적으로 접속된다.
- [0229] 기관(2590)은 터치 센서(2595)와, 이 터치 센서(2595)에 전기적으로 접속된 복수의 배선(2598)을 갖는다. 복수의 배선(2598)은 기관(2590)의 외주부까지 리드되고, 그 일부가 단자(2599)를 구성한다. 그리고, 상기 단자(2599)는 FPC(2509(2))와 전기적으로 접속된다. 또한, 도 8의 (B)에서는 명료화를 위하여, 기관(2590)의 뒷면(기관(2510)과 대향하는 면) 측에 제공되는 터치 센서(2595)의 전극이나 배선 등을 실선으로 도시하였다.
- [0230] 터치 센서(2595)로서 예를 들어 정전 용량 방식의 터치 센서를 적용할 수 있다. 정전 용량 방식으로서, 표면형 정전 용량 방식, 투영형 정전 용량 방식 등이 있다.
- [0231] 투영형 정전 용량 방식으로서, 주로 구동 방식의 차이에 따라 자기 용량 방식, 상호 용량 방식 등이 있다. 상호 용량 방식을 사용하면 동시 다점 검출이 가능해지므로 바람직하다.
- [0232] 우선, 투영형 정전 용량 방식의 터치 센서를 적용하는 경우에 대하여, 도 8의 (B)를 사용하여 설명한다. 또한, 투영형 정전 용량 방식의 경우에는, 손가락 등의 검지 대상의 근접 또는 접촉을 검지할 수 있는 여러 가지 센서를 적용할 수 있다.
- [0233] 투영형 정전 용량 방식의 터치 센서(2595)는, 전극(2591)과 전극(2592)을 갖는다. 전극(2591) 및 전극(2592)은 복수의 배선(2598) 중 각각 상이한 배선과 전기적으로 접속된다. 또한, 도 8의 (A) 및 (B)에 도시된 바와 같이, 전극(2592)은 한 방향으로 반복적으로 배치된 복수의 사각형이 모서리부에서 배선(2594)에 의하여 한 방향으로 접속된 형상을 갖는다. 전극(2591)도 마찬가지로 복수의 사각형이 모서리부에서 접속된 형상을 갖지만, 접속되는 방향은 전극(2592)이 접속되는 방향과 교차되는 방향이 된다. 또한, 전극(2591)이 접속되는 방향과 전극(2592)이 접속되는 방향은 반드시 직교할 필요는 없고, 0도 초과 90도 미만의 각도를 이루어도 좋다.

- [0234] 또한, 배선(2594)의 전극(2592)과의 교차부의 면적은 가능한 한 작게 되는 형상인 것이 바람직하다. 이로써, 전극이 제공되지 않은 영역의 면적을 저감할 수 있어, 투과율의 편차를 저감할 수 있다. 이로써 터치 센서(2595)를 투과하는 광의 휘도 편차를 저감할 수 있다.
- [0235] 또한 전극(2591), 전극(2592)의 형상은 이것에 한정되지 않고, 다양한 형상을 취할 수 있다. 예를 들어, 복수의 전극(2591)을 가능한 한 틈이 생기지 않도록 배치하고, 절연층을 개재(介在)하여 전극(2592)을 복수로 제공하는 구성으로 하여도 좋다. 이 때, 인접된 2개의 전극(2592) 사이에, 이들과 전기적으로 절연된 더미 전극을 제공하면 투과율이 상이한 영역의 면적을 저감할 수 있어 바람직하다.
- [0236] 다음에 도 9를 사용하여, 터치 패널(2000)의 자세한 사항에 대하여 설명한다. 도 9는, 도 8의 (A)에 도시된 일 점 쇄선 X1-X2를 따라 자른 단면도이다.
- [0237] 터치 패널(2000)은 터치 센서(2595)와 표시 패널(2501)을 갖는다.
- [0238] 터치 센서(2595)는 기관(2590)에 접하여 지그재그 형상으로 배치된 전극(2591) 및 전극(2592), 전극(2591) 및 전극(2592)을 덮는 절연층(2593), 및 서로 인접된 전극(2591)을 전기적으로 접속하는 배선(2594)을 갖는다. 또한, 인접된 전극(2591) 사이에는 전극(2592)이 제공된다.
- [0239] 전극(2591) 및 전극(2592)은 투광성을 갖는 도전 재료를 사용하여 형성할 수 있다. 투광성을 갖는 도전성 재료로서는 산화 인듐, 인듐 주석 산화물, 인듐 아연 산화물, 산화 아연, 갈륨이 첨가된 산화 아연 등 도전성 산화물을 사용할 수 있다. 또한, 그래핀을 사용할 수도 있다. 또한, 그래핀 화합물을 사용하는 경우에는 예를 들어 막 형상으로 형성된 산화 그래핀을 환원하여 형성할 수 있다. 환원하는 방법으로서, 열을 가하는 방법이나, 레이저를 조사하는 방법 등을 들 수 있다.
- [0240] 전극(2591) 및 전극(2592)의 형성 방법으로서, 예를 들어 기관(2590) 위에 스퍼터링법을 사용하여 투광성을 갖는 도전성 재료를 성막한 후, 포토리소그래피법 등의 여러 가지 패터닝 기술에 의하여 불필요한 부분을 제거함으로써 형성할 수 있다.
- [0241] 절연층(2593)에 사용하는 재료로서는, 예를 들어 아크릴, 에폭시 등의 수지, 실록산 결합을 갖는 수지 외에, 산화 실리콘, 산화질화 실리콘, 산화 알루미늄 등의 무기 절연 재료를 사용할 수 있다.
- [0242] 또한, 절연층(2593)의 일부에 형성된 배선(2594)에 의하여, 인접된 전극(2591)이 전기적으로 접속된다. 또한, 배선(2594)에 사용하는 재료는 전극(2591) 및 전극(2592)에 사용되는 재료보다 도전성이 높은 재료를 사용함으로써 전기 저항을 저감할 수 있어 바람직하다.
- [0243] 또한, 배선(2598)은 전극(2591) 또는 전극(2592)과 전기적으로 접속된다. 배선(2598)의 일부는 단자로서 기능한다. 배선(2598)에는 예를 들어, 알루미늄, 금, 백금, 은, 니켈, 타이타늄, 텅스텐, 크로뮴, 몰리브덴, 철, 코발트, 구리, 또는 팔라듐 등의 금속 재료나, 이 금속 재료를 포함하는 합금 재료를 사용할 수 있다.
- [0244] 또한, 단자(2599)에 의하여 배선(2598)과 FPC(2509(2))가 전기적으로 접속된다. 또한, 단자(2599)에는 다양한 이방성 도전 필름(ACF: Anisotropic Conductive Film)이나, 이방성 도전 페이스트(ACP: Anisotropic Conductive Paste) 등을 사용할 수 있다.
- [0245] 또한, 배선(2594)에 접하여 접착층(2597)이 제공된다. 즉, 터치 센서(2595)는 접착층(2597)을 개재하여 표시 패널(2501)에 중첩되도록 접합된다. 또한, 접착층(2597)과 인접되는 표시 패널(2501) 표면은 도 9의 (A)에 도시된 바와 같이, 기관(2570)을 가져도 좋지만, 반드시 필요한 것은 아니다.
- [0246] 접착층(2597)은 투광성을 갖는다. 예를 들어, 접착층(2597)에는 열 경화성 수지나 자외선 경화 수지를 사용할 수 있고, 구체적으로는 아크릴계 수지, 우레탄계 수지, 에폭시계 수지, 또는 실록산계 수지 등을 사용할 수 있다.
- [0247] 도 9의 (A)에 도시된 표시 패널(2501)은 기관(2510)과 기관(2570) 사이에 매트릭스 형태로 배치된 복수의 화소와 구동 회로를 갖는다. 또한, 각 화소는 발광 소자와, 발광 소자를 구동하는 화소 회로를 갖는다.
- [0248] 도 9의 (A)에는 표시 패널(2501)의 화소의 일례로서 화소(2502R)를 도시하고, 구동 회로의 일례로서 주사선 구동 회로(2503g)를 도시하였다.
- [0249] 화소(2502R)는 발광 소자(2550R)와, 이 발광 소자(2550R)에 전력을 공급할 수 있는 트랜지스터(2502t)를 갖는다.

- [0250] 트랜지스터(2502t)는 절연층(2521)으로 덮여 있다. 또한, 절연층(2521)은 미리 형성된 트랜지스터 등에 기인한 요철을 평탄화시키기 위한 기능을 갖는다. 또한, 절연층(2521)에 불순물의 확산을 억제할 수 있는 기능을 부여하여도 좋다. 이 경우, 불순물의 확산에 의하여 트랜지스터 등의 신뢰성이 저하되는 것을 억제할 수 있어 바람직하다.
- [0251] 발광 소자(2550R)는 배선을 통하여 트랜지스터(2502t)와 전기적으로 접속된다. 또한, 배선과 직접 접속되는 것은 발광 소자(2550R)의 한쪽 전극이다. 또한, 발광 소자(2550R)의 한쪽 전극의 단부는 절연체(2528)로 덮여 있다.
- [0252] 발광 소자(2550R)는 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 갖는다. 또한, 발광 소자(2550R)와 중첩되는 위치에 착색층(2567R)이 제공되고, 발광 소자(2550R)가 발하는 광의 일부는 착색층(2567R)을 투과하여 도면에서 도시된 화살표의 방향으로 사출된다. 또한, 착색층의 단부에 차광층(2567BM)이 제공되고, 발광 소자(2550R)와 착색층(2567R) 사이에는 밀봉층(2560)을 갖는다.
- [0253] 또한, 발광 소자(2550R)로부터의 광을 추출하는 방향으로 밀봉층(2560)이 제공되는 경우에는, 밀봉층(2560)은 투광성을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 밀봉층(2560)은 공기보다 큰 굴절률을 갖는 것이 바람직하다.
- [0254] 주사선 구동 회로(2503g)는 트랜지스터(2503t)와 용량 소자(2503c)를 갖는다. 또한, 구동 회로를 화소 회로와 동일한 공정에서 동일 기판 위에 형성할 수 있다. 따라서, 화소 회로의 트랜지스터(2502t)와 마찬가지로 구동 회로(주사선 구동 회로(2503g))의 트랜지스터(2503t)도 절연층(2521)으로 덮여 있다.
- [0255] 또한, 트랜지스터(2503t)에 신호를 공급할 수 있는 배선(2511)이 제공된다. 또한, 배선(2511)과 접하여 단자(2519)가 제공된다. 또한, 단자(2519)는 FPC(2509(1))와 전기적으로 접속되고, FPC(2509(1))는 화소 신호 및 동기 신호 등의 신호를 공급하는 기능을 갖는다. 또한 FPC(2509(1))에는 프린트 배선 기판(PWB)이 부착되어도 좋다.
- [0256] 도 9의 (A)에 도시된 표시 패널(2501)에는 보텀 게이트형 트랜지스터를 적용하는 경우에 대하여 설명하였지만, 트랜지스터의 구조는 이에 한정되지 않고, 다양한 구조의 트랜지스터를 적용할 수 있다. 또한, 도 9의 (A)에 도시된 트랜지스터(2502t) 및 트랜지스터(2503t)에는 산화물 반도체를 포함하는 반도체층을 채널 영역으로서 사용할 수 있다. 그 외에 비정질 실리콘을 포함하는 반도체층이나, 레이저 어닐링 등의 처리에 의하여 결정화시킨 다결정 실리콘을 포함하는 반도체층을 채널 영역으로서 사용할 수 있다.
- [0257] 또한, 도 9의 (A)에 도시된 보텀 게이트형 트랜지스터와는 다른 톱 게이트형 트랜지스터를 표시 패널(2501)에 적용하는 경우의 구성에 대하여 도 9의 (B)에 도시하였다. 또한, 트랜지스터의 구조가 변경된 경우에도 채널 영역에 사용할 수 있는 배리어이션에 대해서는 마찬가지로 한다.
- [0258] 도 9의 (A)에 도시된 터치 패널(2000)은 도 9의 (A)에 도시된 바와 같이 화소로부터의 광이 외부로 사출되는 측의 표면에, 적어도 화소와 중첩되도록 반사 방지층(2567p)을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 반사 방지층(2567p)으로서 원 편광판 등을 사용할 수 있다.
- [0259] 도 9의 (A)에 도시된 기판(2510), 기판(2570), 기판(2590)으로서는 예를 들어, 수증기의 투과율이 $1 \times 10^{-5} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 이하, 바람직하게는 $1 \times 10^{-6} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 이하이며, 가요성을 갖는 재료를 적합하게 사용할 수 있다. 또는, 이들 기판의 열 팽창률이 대략 같은 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 선 팽창률이 $1 \times 10^{-3} /\text{K}$ 이하, 바람직하게는 $5 \times 10^{-5} /\text{K}$ 이하, 보다 바람직하게는 $1 \times 10^{-5} /\text{K}$ 이하인 재료를 들 수 있다.
- [0260] 다음에, 도 9에 도시된 터치 패널(2000)과는 구성이 다른 터치 패널(2000')에 대하여 도 10을 사용하여 설명한다. 또한, 터치 패널(2000')도 터치 패널(2000)과 마찬가지로 적용할 수 있다.
- [0261] 도 10에는 터치 패널(2000')의 단면도를 도시하였다. 도 10에 도시된 터치 패널(2000')은 도 9에 도시된 터치 패널(2000)과 표시 패널(2501)에 대한 터치 센서(2595)의 위치가 다르다. 여기서는, 상이한 구성에 대한 설명만 행하고, 같은 구성을 적용할 수 있는 부분에 대해서는 터치 패널(2000)의 설명을 원용하기로 한다.
- [0262] 착색층(2567R)은 발광 소자(2550R)와 중첩된 위치에 있다. 또한, 도 10의 (A)에 도시된 발광 소자(2550R)는 트랜지스터(2502t)가 제공되어 있는 측으로 광을 사출한다. 즉, 발광 소자(2550R)로부터의 광(일부)은 착색층(2567R)을 투과하여 도면에 도시된 화살표의 방향으로 사출된다. 또한, 착색층(2567R)의 단부에는 차광층(2567BM)이 제공된다.

- [0263] 또한, 터치 센서(2595)는 표시 패널(2501)의 발광 소자(2550R)로부터 빠져 트랜지스터(2502t)가 제공되어 있는 측에 제공된다(도 10의 (A) 참조).
- [0264] 또한, 접촉층(2597)은 표시 패널(2501)이 갖는 기관(2510)과 접하고, 도 10의 (A)에 도시된 구조의 경우에는 표시 패널(2501)과 터치 센서(2595)를 접합시킨다. 다만, 접촉층(2597)에 의하여 접합되는 표시 패널(2501)과 터치 센서(2595) 사이에 기관(2510)을 제공하지 않은 구성으로 하여도 좋다.
- [0265] 또한, 터치 패널(2000)의 경우와 마찬가지로 터치 패널(2000')의 경우도 표시 패널(2501)에는 다양한 구조의 트랜지스터를 적용할 수 있다. 또한, 도 10의 (A)에는 보텀 게이트형 트랜지스터를 적용하는 경우를 도시하였지만, 도 10의 (B)에 도시된 바와 같이 톱 게이트형 트랜지스터를 적용하여도 좋다.
- [0266] 다음에, 터치 패널의 구동 방법의 일례에 대하여, 도 11을 사용하여 설명한다.
- [0267] 도 11의 (A)는 상호 용량 방식의 터치 센서의 구성을 도시한 블록도이다. 도 11의 (A)에서는 펄스 전압 출력 회로(2601), 전류 검출 회로(2602)를 도시하였다. 또한, 도 11의 (A)에서는 펄스 전압이 공급되는 전극(2621)을 X1~X6으로 하고, 전류의 변화를 검지하는 전극(2622)을 Y1~Y6으로 하고, 각각 6개의 배선으로 예시하였다. 또한, 도 11의 (A)는 전극(2621)과 전극(2622)이 중첩됨으로써 형성되는 용량 소자(2603)를 도시한 것이다. 또한, 전극(2621)과 전극(2622)은 그 기능을 서로 치환하여도 좋다.
- [0268] 펄스 전압 출력 회로(2601)는 배선(X1~X6)에 순차적으로 펄스를 인가하기 위한 회로이다. 배선(X1~X6)에 펄스 전압이 인가됨으로써 용량 소자(2603)를 형성하는 전극(2621)과 전극(2622) 사이에 전계가 발생된다. 이들 전극들 사이에 발생하는 전계가 차폐 등에 의하여 용량 소자(2603)의 상호 용량을 변화시키는 것을 이용하여, 피검지체의 근접 또는 접촉을 검출할 수 있다.
- [0269] 전류 검출 회로(2602)는 용량 소자(2603)에서의 상호 용량의 변화에 따른 배선(Y1~Y6)에서의 전류 변화를 검출하기 위한 회로이다. 배선(Y1~Y6)에서는, 피검지체의 근접 또는 접촉이 없으면 검출되는 전류값에 변화는 없지만, 검출되는 피검지체의 근접 또는 접촉에 의하여 상호 용량이 감소되는 경우에는, 전류값이 감소되는 변화를 검출한다. 또한 전류는 적분 회로 등을 사용하여 검출하면 좋다.
- [0270] 다음에, 도 11의 (B)는 도 11의 (A)에 도시된 상호 용량 방식의 터치 센서에서의 입출력 파형의 타이밍 차트이다. 도 11의 (B)에서는 1프레임 기간에 각 행렬에서의 피검지체의 검지를 행하는 것으로 한다. 또한, 도 11의 (B)에는 2가지 경우(피검지체를 검출하지 않는 경우(비(非)터치)와 피검지체를 검출하는 경우(터치))에 대하여 도시하였다. 또한 배선(Y1~Y6)에 대해서는 검출되는 전류값에 대응하는 전압값의 파형을 나타내고 있다.
- [0271] 배선(X1~X6)에는 순차적으로 펄스 전압이 인가되어, 이 펄스 전압에 따라 배선(Y1~Y6)에서의 파형이 변화된다. 피검지체의 근접 또는 접촉이 없는 경우에는 배선(X1~X6)의 전압의 변화에 따라 배선(Y1~Y6)의 파형이 한결같이 변화한다. 한편, 피검지체가 근접 또는 접촉되는 개소에서는 전류값이 감소되기 때문에 이에 대응하는 전압값의 파형도 변화된다. 이와 같이, 상호 용량의 변화를 검출함으로써 피검지체의 근접 또는 접촉을 검지할 수 있다.
- [0272] 또한, 도 11의 (A)에는 터치 센서로서 배선의 교차부에 용량 소자(2603)만을 제공하는 패시브형 터치 센서의 구성을 도시하였지만, 트랜지스터와 용량을 갖는 액티브형 터치 센서로 하여도 좋다. 액티브형 터치 센서에 포함되는 센서 회로의 일례를 도 12에 도시하였다.
- [0273] 도 12에 도시된 센서 회로는 용량 소자(2603), 트랜지스터(2611), 트랜지스터(2612), 및 트랜지스터(2613)를 갖는다.
- [0274] 트랜지스터(2613)의 게이트에는 신호(G2)가 공급되고, 소스 및 드레인 중 한쪽에는 전압(VRES)이 공급되고, 다른 쪽은 용량 소자(2603)의 한쪽 전극 및 트랜지스터(2611)의 게이트와 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(2611)의 소스 및 드레인 중 한쪽은 트랜지스터(2612)의 소스 및 드레인 중 한쪽에 전기적으로 접속되고, 다른 쪽에는 전압(VSS)이 공급된다. 트랜지스터(2612)의 게이트에는 신호(G1)가 공급되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽은 배선(ML)에 전기적으로 접속된다. 용량 소자(2603)의 다른 쪽 전극에는 전압(VSS)이 공급된다.
- [0275] 다음에, 도 12에 도시된 센서 회로의 동작에 대하여 설명한다. 먼저, 신호(G2)로서 트랜지스터(2613)를 온 상태로 하는 전위가 공급됨으로써, 트랜지스터(2611)의 게이트가 접속되는 노드(n)에 전압(VRES)에 대응하는 전위가 공급된다. 다음에, 신호(G2)로서 트랜지스터(2613)를 오프 상태로 하는 전위가 공급됨으로써, 노드(n)의 전위가 유지된다. 이어서 손가락 등 피검지체의 근접 또는 접촉에 의하여 용량 소자(2603)의 상호 용량이 변화되

는 것에 따라 노드(n)의 전위가 VRES로부터 변화된다.

[0276] 관독 동작에서는 신호(G1)로서 트랜지스터(2612)를 온 상태로 하는 전위를 공급한다. 노드(n)의 전위에 따라 트랜지스터(2611)에 흐르는 전류, 즉 배선(ML)을 흐르는 전류가 변화된다. 이 전류를 검출함으로써 피검지체의 근접 또는 접촉을 검지할 수 있다.

[0277] 트랜지스터(2611), 트랜지스터(2612) 및 트랜지스터(2613)로서는 산화물 반도체층을 채널 영역이 형성되는 반도체층에 사용하는 것이 바람직하다. 특히 트랜지스터(2613)에 이와 같은 트랜지스터를 적용함으로써, 노드(n)의 전위가 장기간에 걸쳐 유지될 수 있게 되어 노드(n)에 VRES를 다시 공급하는 동작(리프레시 동작)의 빈도를 줄일 수 있다.

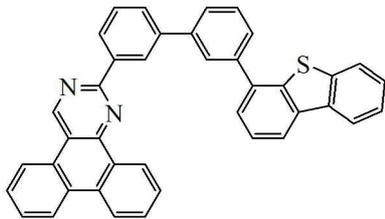
[0278] 본 실시형태는, 적어도 그 일부를 본 명세서 중에 기재된 다른 실시형태와 적절히 조합하여 실시할 수 있다.

[0279] (실시예 1)

[0280] <<합성에 1>>

[0281] 본 실시예에서는, 실시형태 1의 구조식(100)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물, 2-[3'-(다이벤조다이오펜-4-일)(1,1'-바이페닐-3-일)]다이벤조[f,h]퀴나졸린(약칭: 2mDBtBPDBqz)의 합성 방법에 대하여 설명한다. 또한, 2mDBtBPDBqz의 구조를 이하에 나타낸다.

[0282] [화학식 16]



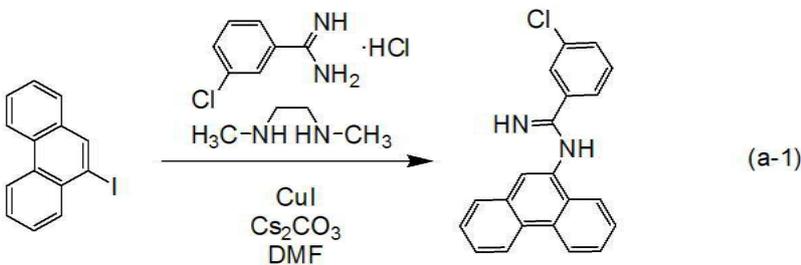
2mDBtBPDBqz (100)

[0283]

[0284] <단계 1: N-(페난트렌-9-일)-3-클로로벤즈아미딘의 합성>

[0285] 3-클로로벤즈아미딘염산염 3.27g(17mmol), 9-요오도페난트렌 5.2g(17mmol), 요오드화구리 0.31g(1.6mmol), 탄산 세슘 16g(49mmol), N,N-다이메틸에틸렌디아민 0.29g(3.3mmol), 다이메틸폼아마이드(DMF) 80mL를 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소로 치환하고, 100℃로 21시간 동안 가열 교반하였다. 또한, 요오드화 구리 0.31g(1.6mmol), N,N-다이메틸에틸렌디아민 0.29g(3.3mmol)을 첨가하고, 110℃로 8.5시간 동안 가열 교반하였다. 얻어진 반응 용액을 흡인 여과하고, 고체를 톨루엔으로 세정하였다. 얻어진 여과액을 물로 세정하고, 유기층을 포화 식염수로 세정하였다. 유기층에 황산 마그네슘을 첨가하여 건조시켜, 얻어진 혼합물을 자연 여과하여 여과액을 얻었다. 이 여과액을 농축하여 목적물을 얻었다(갈색 유상 물질, 수율 50%). 단계 1의 합성 스킴을 하기의 식(a-1)에 나타낸다.

[0286] [화학식 17]



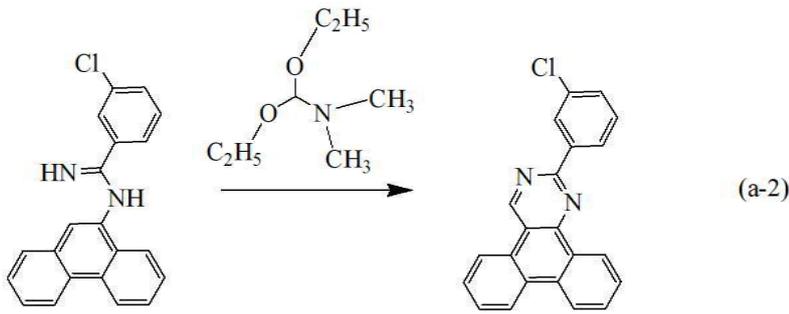
[0287]

[0288] <단계 2: 2-(3-클로로페닐)다이벤조[f,h]퀴나졸린의 합성>

[0289] 다음에, N-(페난트렌-9-일)-3-클로로벤즈아미딘 2.8g(8.4mmol), N,N'-다이메틸폼아마이드 다이에틸아세탈 50mL를 300mL의 플라스크에 넣고, 120℃로 1시간 동안 가열 환류하였다. 소정시간이 지난 후, 얻어진 반응 용액을 흡인 여과하고, 얻어진 고체를 에탄올로 세정하였다. 이 고체를 톨루엔을 사용하여 재결정시킴으로써 목적물을

얻었다(연한 적색의 고체, 수율 77%). 단계 2의 합성 스킴을 하기의 식(a-2)에 나타낸다.

[0290] [화학식 18]

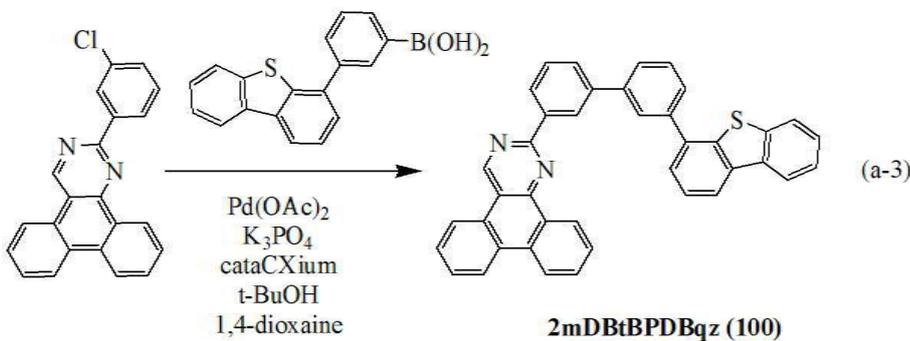


[0291]

[0292] <단계 3: 2-[3'(다이벤조다이오펜-4-일)(1,1'-바이페닐-3-일)]다이벤조[f,h]퀴나졸린(약칭: 2mDBtBPDBqz)의 합성>

[0293] 다음에, 2-(3-클로로페닐)다이벤조[f,h]퀴나졸린 2.1g(6.2mmol), 4-다이벤조싸이오펜-4-일-페닐보론산 2.1g(6.8mmol), 다이(1-아다만틸)-n-부틸포스핀(cataCXium(등록 상표)) 44mg(0.12mmol), 인산삼포타슘 3.9g(19mmol), 다이옥산 41mL, tert-부탄올 1.4g(19mmol)을 3구 플라스크에 넣고 플라스크 내를 탈기하고, 질소 치환하였다. 이 혼합물에 초산 팔라듐(II) 14mg(0.062mmol)을 첨가하고, 80℃에서 4시간 동안, 100℃에서 19시간 동안 가열 교반하였다. 얻어진 반응 용액을 흡인 여과하고, 얻어진 고체를 물, 에탄올로 세정하였다. 이 고체를 톨루엔에 용해하고, 적층된 셀라이트, 알루미늄, 셀라이트를 통하여 흡인 여과하였다. 얻어진 여과액을 농축하여 얻은 고체를 열 톨루엔으로 세정함으로써 목적물을 얻었다(백색 고체, 수율 52%). 단계 3의 합성 스킴을 하기의 식(a-3)에 나타낸다.

[0294] [화학식 19]



[0295]

[0296] 얻어진 고체를 트레인 서블리메이션법(train sublimation method)에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는, 압력 2.5×10^{-2} Pa, 가열 온도 290℃의 조건으로 행하였다. 승화 정제 후, 목적물인 백색의 고체를 회수율 46%로 얻었다.

[0297] 단계 3으로 얻어진 백색의 고체의 핵자기 공명 분광법($^1\text{H-NMR}$)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 또한, 도 13에 $^1\text{H-NMR}$ 차트를 나타낸다. 이 결과를 보면 알 수 있듯이 본 합성예에 의하여 상술한 구조식(100)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물 2mDBtBPDBqz가 얻어졌다.

[0298] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.47-7.50(m, 2H), 7.61-7.63(m, 2H), 7.68-7.89(m, 10H), 8.18-8.23(m, 3H), 8.67(d, 1H), 8.70(dd, 2H), 8.79(d, 1H), 9.11(s, 1H), 9.54(d, 1H), 10.1(s, 1H).

[0299] 다음에, 2mDBtBPDBqz의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하, 단순히 '흡수 스펙트럼'이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 고체 박막은 석영 기판 위에 진공 증착법으로 제작하였다. 흡수 스펙트럼의 측정에는, 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하였다. 또한, 발광 스펙트럼의 측정에는, 형광 광도계(Hamamatsu Photonics K.K. 제조, FS920)를 사용하였다. 얻어진 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 14에 나타낸다. 도 14에서 가로 축은 파장, 세로 축은 흡광도 및 발광 강도를 나타낸다. 또한, 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 15에 나타

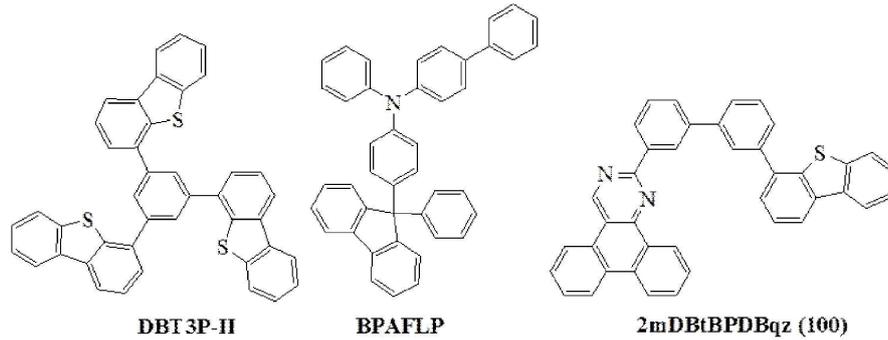
낸다. 도 15에서 가로 축은 파장, 세로 축은 흡광도 및 발광 강도를 나타낸다.

[0300] 도 14의 결과로부터, 2mDBtBPDBqz의 톨루엔 용액에서는 331nm 및 356nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 360nm 및 377nm 부근에 발광 파장의 피크가 확인되었다. 또한, 도 15의 결과로부터, 2mDBtBPDBqz의 고체 박막에서는 338nm 및 363nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 394nm 부근에 발광 파장의 피크가 확인되었다.

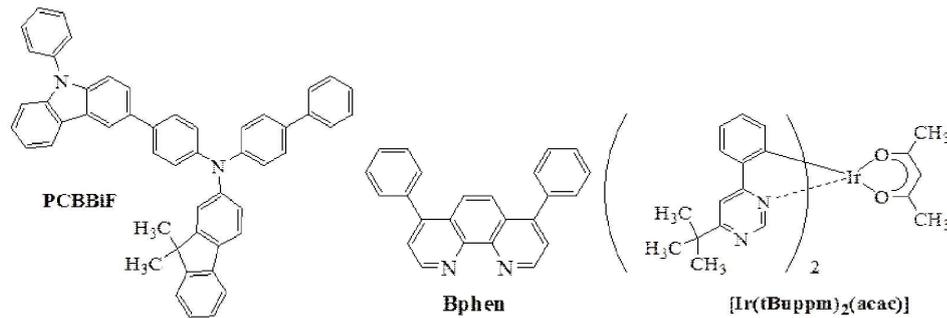
[0301] (실시에 2)

[0302] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물 2mDBtBPDBqz(구조식(100))를 발광층에 사용한 발광 소자 1을 제작하고, 발광 스펙트럼을 측정하였다. 또한, 발광 소자 1의 제작에 대해서는 도 16을 사용하여 설명한다. 또한, 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.

[0303] [화학식 20]



[0304]



[0305]

[0306] <<발광 소자 1의 제작>>

[0307] 우선, 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITO-1)을 스퍼터링법에 의하여 유리로 된 기판(900) 위에 성막하여, 양극으로서 기능하는 제 1 전극(901)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm × 2mm로 하였다.

[0308] 다음에, 기판(900) 위에 발광 소자 1을 형성하기 위한 전(前) 처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃로 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 수행하였다.

[0309] 그 후, 내부가 1 × 10⁻⁴Pa 정도까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃로 30분간 진공 소성을 수행한 후, 기판(900)을 30분 정도 방치하여 냉각하였다.

[0310] 이어서, 제 1 전극(901)이 형성된 면이 아래 쪽이 되도록, 기판(900)을 진공 증착 장치 내에 제공된 홀더에 고정하였다. 본 실시예에서는, 진공 증착법에 의하여, EL층(902)을 구성하는 정공 주입층(911), 정공 수송층(912), 발광층(913), 전자 수송층(914), 전자 주입층(915)이 순차적으로 형성되는 경우에 대하여 설명한다.

[0311] 진공 증착 장치 내를 1 × 10⁻⁴Pa로 감압한 후, 1,3,5-트라이(다이벤조싸이오펜-4-일)벤젠(약칭: DBT3P-II)과 산화 몰리브덴을, DBT3P-II:산화 몰리브덴=4:2(질량 비율)가 되도록 공증착함으로써, 제 1 전극(901) 위에 정공 주입층(911)을 형성하였다. 그 막 두께는 20nm로 하였다. 또한, 공증착이란, 복수의 서로 상이한 물질을 각각 다른 증발원으로부터 동시에 증발시키는 증착 방법을 가리킨다.

[0312] 다음에, 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP)을 20nm의 두께가 되도록 증착시킴으로

써 정공 수송층(912)을 형성하였다.

[0313] 다음에, 정공 수송층(912) 위에 발광층(913)을 형성하였다. 2-[3'-(다이벤조다이오펜-4-일)(1,1'-바이페닐-3-일)]다이벤조[f,h]퀴나졸린(약칭: 2mDBtBPDBqz), N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF), [Ir(tBuppm)₂(acac)]를, 2mDBtBPDBqz:PCBBiF:[Ir(tBuppm)₂(acac)]=0.7:0.3:0.05(질량 비율)가 되도록 공증착하였다. 또한, 막 두께는 20nm로 하였다. 또한, 2mDBtBPDBqz:PCBBiF:[Ir(tBuppm)₂(acac)]=0.8:0.2:0.05(질량 비율)가 되도록 공증착하였다. 또한, 막 두께는 20nm로 하였다. 따라서, 발광층(913)은 막 두께 40nm의 적층 구조를 갖는다.

[0314] 다음에, 발광층(913) 위에 2mDBtBPDBqz를 20nm가 되도록 증착한 후, 바소페난트롤린(약칭: Bphen)을 10nm가 되도록 증착함으로써, 전자 수송층(914)을 형성하였다. 또한, 전자 수송층(914) 위에 불화 리튬을 1nm가 되도록 증착함으로써, 전자 주입층(915)을 형성하였다.

[0315] 마지막으로, 전자 주입층(915) 위에 알루미늄을 막 두께 200nm가 되도록 증착하고, 음극이 되는 제 2 전극(903)을 형성하여 발광 소자 1을 얻었다. 또한, 상술한 증착 과정에서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.

[0316] 여기까지의 과정으로 얻어진 발광 소자 1의 소자 구조를 표 1에 나타낸다.

[0317] [표 1]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	전자 수송층		전자 주입층	제 2 전극
발광 소자 1	ITO-1 (110nm)	DBT3P-II :MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	*	2mDBtBPDBqz (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
* 2mDBtBPDBqz:PCBBiF:[Ir(tBuppm) ₂ (acac)] (0.7:0.3:0.05 20nm \ 0.8:0.2:0.05 20nm)								

[0318] 또한, 제작된 발광 소자 1은 대기에 노출되지 않도록 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 밀봉(실란트를 소자의 주위에 도포하고 밀봉 시에 UV 처리 및 80℃로 1시간 동안 가열 처리)하였다.

[0320] <<발광 소자 1의 동작 특성>>

[0321] 제조된 발광 소자 1의 동작 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다.

[0322] 도 17에는 발광 소자 1의 전류 밀도-휘도 특성을 나타내고, 도 18에는 발광 소자 1의 전압-휘도 특성을 나타내고, 도 19에는 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 특성을 나타내고, 도 20에는 발광 소자 1의 전압-전류 특성을 나타낸다.

[0323] 이들 결과로부터 알 수 있듯이, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자 1은 고효율의 소자이다. 또한, 이하의 표 2는 약 1000cd/m² 부근의 발광 소자 1의 주된 초기 특성값을 나타낸 것이다.

[0324] [표 2]

	전압(V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도(x,y)	휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)	파워 효율 (lm/W)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 1	2.9	0.037	0.9	(0.41,0.58)	1100	120	130	31

[0325] 상기 결과로부터 알 수 있듯이, 본 실시예에서 제작한 발광 소자 1은 양호한 전류 효율과 높은 외부 양자 효율을 나타낸다.

[0327] 또한, 발광 소자 1에 전류 밀도 25mA/cm²로 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 21에 나타냈다. 도 21에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 1의 발광 스펙트럼은 541nm 부근에 피크가 확인되고, 발광층(913)에 포함되는 유기 금속 착체[Ir(tBuppm)₂(acac)]의 발광에서 유래하고 있는 것이 시사된다. 또한, 본 실시예에서 발광층 및 전자 수송층에 사용한 2mDBtBPDBqz는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물이고, 2mDBtBPDBqz는 다이벤조퀴나

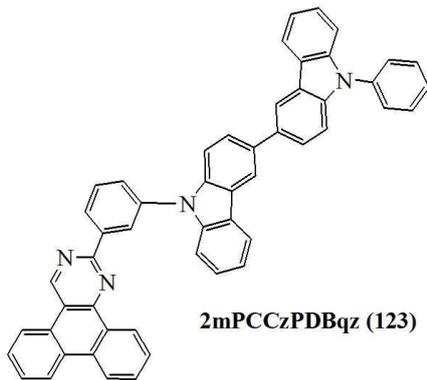
졸린환의 2위치가 1,3-페닐렌기를 통하는 구조를 갖고, 단일항 준위(S1) 및 3중항 준위(T1)를 높게 하여 에너지 갭을 크게 할 수 있기 때문에, 1,4-페닐렌기를 통하는 것보다 캐리어 밸런스를 쉽게 조절할 수 있고 캐리어의 이탈을 방지할 수 있다. 따라서, 본 실시예의 발광 소자 1의 발광 효율이 향상되는 것은 2mDBtBPDBqz를 사용한 효과라고 할 수 있다.

[0328] (실시예 3)

[0329] <<합성에 2>>

[0330] 본 실시예에서는, 실시형태 1의 구조식(123)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물, 2-[3-(9'-페닐-3,3'-바이-9H-카바졸-9-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴나졸린(약칭: 2mPCCzPDBqz)의 합성 방법에 대하여 설명한다. 또한, 2mPCCzPDBqz의 구조를 이하에 나타낸다.

[0331] [화학식 21]

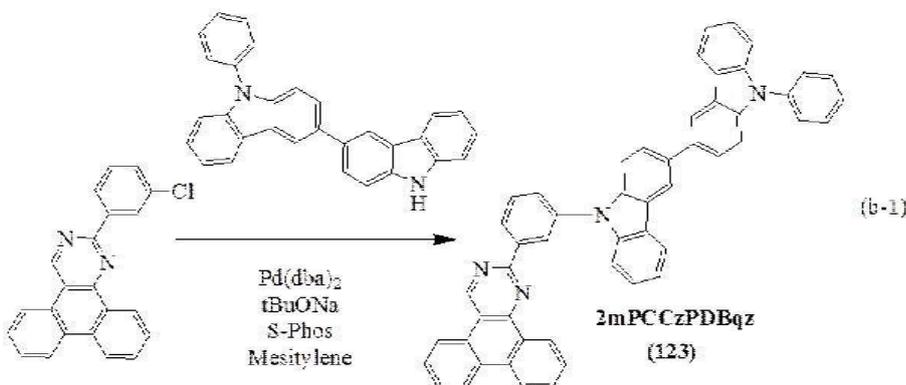


[0332]

[0333] 2-(3-클로로페닐)다이벤조[f,h]퀴나졸린 2.5g(7.3mmol), 9-페닐-3,3'-바이-9H-카바졸 3.0g(7.3mmol), 소듐 *tert*-부톡사이드 2.1g(22mmol), 2-다이사이클로헥실포스피노-2',6'-다이메톡시바이페닐(S-Phos) 120mg(0.30mmol), 메시틸렌 37mL를 3구 플라스크에 넣고, 플라스크 내를 탈기하고, 질소 치환하였다. 이 혼합물에 비스(다이벤질리튬아세톤)팔라듐(0) 84mg(0.146mmol)을 첨가하고, 130℃에서 21시간 동안 가열 교반하였다.

[0334] 얻어진 반응 용액을 흡인 여과하여 고체를 물, 에탄올로 세정하였다. 이 고체를 톨루엔에 용해하고, 적층된 셀라이트, 알루미늄, 셀라이트를 통하여 흡인 여과하였다. 얻어진 여과액을 농축하여 얻은 고체를 톨루엔을 사용하여 재결정함으로써 목적물을 얻었다(백색 고체, 수율 51%). 본 합성 방법의 합성 스킴을 하기의 식(b-1)에 나타낸다.

[0335] [화학식 22]



[0336]

[0337] 얻어진 고체를 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는 압력 3.4Pa, 아르곤 가스 유량 15mL/min, 가열 온도 385℃의 조건 하에서 행하였다. 승화 정제 후에 황색 고체의 목적물을 회수율 74%로 얻었다.

[0338] 상기 합성 방법으로 얻어진 황색 고체를 핵자기 공명 분광법(¹H-NMR)에 의하여 분석한 결과를 이하에 제시한다.

또한, $^1\text{H-NMR}$ 차트를 도 22에 나타낸다. 이 결과를 보면 알 수 있듯이 본 합성예에 의하여 상술한 구조식(123)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물 2mPCCzPDBqz가 얻어졌다.

[0339] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.33(t, 1H), 7.37(t, 1H), 7.42-7.51(m, 4H), 7.54(d, 1H), 7.59(d, 1H), 7.63-7.67(m, 5H), 7.75-7.88(m, 8H), 8.28(dd, 2H), 8.50(dd, 2H), 8.68(d, 1H), 8.70(t, 2H), 8.90(d, 1H), 9.06(s, 1H), 9.46(d, 1H), 10.1(s, 1H).

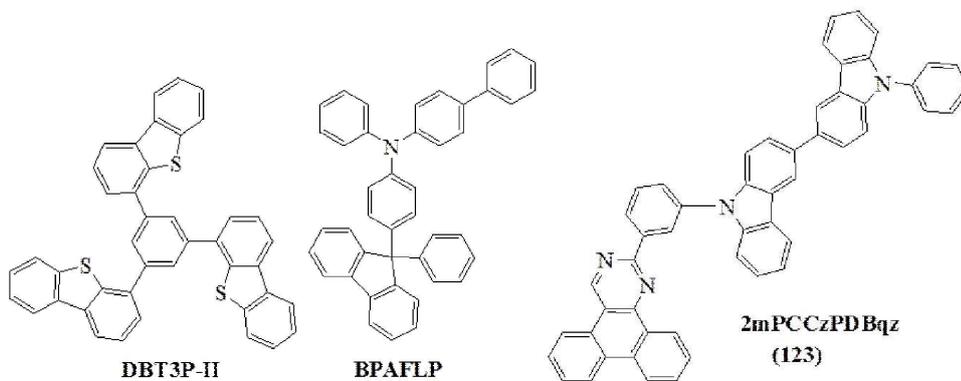
[0340] 다음에, 2mPCCzPDBqz의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하, 단순히 '흡수 스펙트럼'이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 고체 박막은 석영 기판 위에 진공 증착법으로 제작하였다. 흡수 스펙트럼의 측정에는, 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하였다. 또한, 발광 스펙트럼의 측정에는, 형광 광도계(Hamamatsu Photonics K.K. 제조, FS920)를 사용하였다. 얻어진 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 23에 나타낸다. 도 23에서 가로 축은 파장, 세로 축은 흡광도 및 발광 강도를 나타낸다. 또한, 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 24에 나타낸다. 도 24에서 가로 축은 파장, 세로 축은 흡광도 및 발광 강도를 나타낸다.

[0341] 도 23의 결과로부터 2mPCCzPDBqz의 톨루엔 용액에서는 281nm 및 304nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 447nm 부근에 발광 파장의 피크(여기 파장 304nm)가 확인되었다. 또한, 도 24의 결과로부터, 2mPCCzPDBqz의 고체 박막에서는 346nm 및 362nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 480nm 부근에 발광 파장의 피크가 확인되었다.

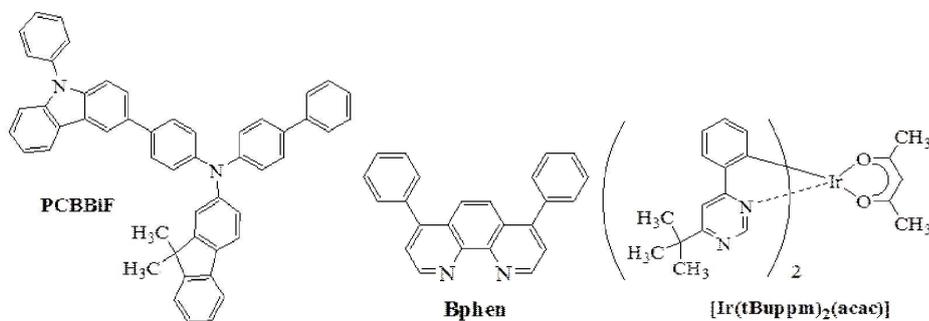
[0342] (실시예 4)

[0343] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물 2mPCCzPDBqz(구조식(123))를 발광층에 사용한 발광 소자 2를 제작하고, 발광 스펙트럼을 측정하였다. 또한, 발광 소자 2의 제작에 대해서는 실시예 2에 나타낸 발광 소자 1과 같은 부분에 관해서는 설명을 생략한다. 또한, 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.

[0344] [화학식 23]



[0345]



[0346]

[0347] <<발광 소자 2의 제작>>

[0348] 본 실시예에서 제작한 발광 소자 2의 소자 구조를 표 3에 나타낸다. 또한, 발광 소자 2의 제 1 전극은 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITO-2)을 스퍼터링법으로 성막하여 형성하였다. 또한, 발광 소자 2의 발광층 및 전자 수송층에는 실시예 3에서 합성한 2mPCCzPDBqz를 사용하였다.

[0349] [표 3]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	전자 수송층		전자 주입층	제 2 전극
발광 소자 2	ITO-2 (70nm)	DBT3P-II:MoOx (4:2 60nm)	BPAFLP (20nm)	*	2mPCCzPDBqz (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
* 2mPCCzPDBqz:PCBBiF:[Ir(tBuppm) ₂ (acac)] (0.7:0.3:0.05 20nm \ 0.8:0.2:0.05 20nm)								

[0350]

[0351] 또한, 제작한 발광 소자 2는 대기에 노출되지 않도록 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 밀봉하였다(실란트를 소자의 주위에 도포하고 밀봉할 때 UV 처리 및 80℃로 1시간 동안 가열 처리).

[0352] 《발광 소자 2의 동작 특성》

[0353] 제작한 발광 소자 2의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다.

[0354] 또한, 도 25는 발광 소자 2의 전류 밀도-휘도 특성을 나타내고, 도 26은 전압-휘도 특성을 나타내고, 도 27은 휘도-전류 효율 특성을 나타내고, 도 28은 전압-전류 특성을 나타낸다.

[0355] 이들 결과로부터 알 수 있듯이, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자 2는 고효율의 소자이다. 또한, 이하의 표 4는 1000cd/m² 부근의 발광 소자 2의 주된 초기 특성값을 나타낸 것이다.

[0356] [표 4]

	전압(V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도(x,y)	휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)	과위 효율 (lm/W)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 2	3.0	0.037	0.93	(0.43,0.56)	1000	100	110	28

[0357]

[0358] 상기 결과로부터 알 수 있듯이, 본 실시예에서 제작한 발광 소자 2는 양호한 전류 효율과 높은 외부 양자 효율을 나타낸다.

[0359] 또한, 발광 소자 2에 25mA/cm²의 전류 밀도로 전류를 흘려 보냈을 때의 발광 스펙트럼을 도 29에 나타낸다. 도 29에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 2의 발광 스펙트럼은 545nm 부근에 피크를 갖고, 발광층(913)에 포함되는 유기 금속 착체[Ir(tBuppm)₂(acac)]의 발광에서 유래하고 있는 것이 시사된다. 또한, 본 실시예에서 발광층 및 전자 수송층에 사용한 2mPCCzPDBqz는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 화합물이고, 2mPCCzPDBqz는 다이벤조퀴나졸린환의 2위치가 1,3-페닐렌기를 통하여 정공 수송성을 갖는 골격과 결합된 구조를 갖고, 3중항 준위를 높게 유지할 수 있어 고효율의 소자를 얻을 수 있다. 또한, 다이벤조퀴나졸린환의 2위치가 1,3-페닐렌기를 통하여 정공 수송성을 갖는 골격과 결합된 구조는, 다이벤조퀴나졸린환의 2위치가 1,4-페닐렌기를 통하여 정공 수송성을 갖는 골격과 결합된 구조에 비하여 밴드 갭 및 HOMO-LUMO 준위에서 그다지 차이가 없는 경향이 있지만, 1,4-페닐렌기를 통하는 구조보다 캐리어 밸런스를 쉽게 조절할 수 있고, 캐리어의 이탈을 방지할 수 있기 때문에 고효율이며 신뢰성이 높은 소자가 얻어지고, 호스트 재료로서 사용하기 쉽다. 따라서, 본 실시예의 발광 소자 2의 발광 효율의 향상은 2mPCCzPDBqz를 사용한 효과라고 할 수 있다.

부호의 설명

[0360] 101: 제 1 전극

102: EL층

103: 제 2 전극

111: 정공 주입층

112: 정공 수송층

- 113: 발광층
- 114: 전자 수송층
- 115: 전자 주입층
- 201: 제 1 전극
- 202(1): 제 1 EL층
- 202(2): 제 2 EL층
- 202(n-1): 제 (n-1) EL층
- 202(n): 제 (n) EL층
- 204: 제 2 전극
- 205: 전하 발생층
- 205(1): 제 1 전하 발생층
- 205(2): 제 2 전하 발생층
- 205(n-2): 제 (n-2) 전하 발생층
- 205(n-1): 제 (n-1) 전하 발생층
- 301: 소자 기판
- 302: 화소부
- 303: 구동 회로부(소스선 구동 회로)
- 304a: 구동 회로부(게이트선 구동 회로)
- 304b: 구동 회로부(게이트선 구동 회로)
- 305: 실라트
- 306: 밀봉 기판
- 307: 배선
- 308: FPC
- 309: FET
- 310: FET
- 311: 스위칭용 FET
- 312: 전류 제어용 FET
- 313: 제 1 전극(양극)
- 314: 절연물
- 315: EL층
- 316: 제 2 전극(음극)
- 317: 발광 소자
- 318: 공간
- 351: 기판
- 352: 제 1 전극
- 353: 제 2 전극

354: EL층
 355: 절연막
 356: 격벽
 900: 기관
 901: 제 1 전극
 902: EL층
 903: 제 2 전극
 911: 정공 주입층
 912: 정공 수송층
 913: 발광층
 914: 전자 수송층
 915: 전자 주입층
 2000: 터치 패널
 2501: 표시 패널
 2502R: 화소
 2502t: 트랜지스터
 2503c: 용량 소자
 2503g: 주사선 구동 회로
 2503t: 트랜지스터
 2509: FPC
 2510: 기관
 2511: 배선
 2519: 단자
 2521: 절연층
 2528: 절연체
 2550R: 발광 소자
 2560: 밀봉층
 2567BM: 차광층
 2567p: 반사 방지층
 2567R: 착색층
 2570: 기관
 2590: 기관
 2591: 전극
 2592: 전극
 2593: 절연층
 2594: 배선

- 2595: 터치 센서
- 2597: 접촉층
- 2598: 배선
- 2599: 단자
- 2601: 펄스 전압 출력 회로
- 2602: 전류 검출 회로
- 2603: 용량 소자
- 2611: 트랜지스터
- 2612: 트랜지스터
- 2613: 트랜지스터
- 2621: 전극
- 2622: 전극
- 4000: 조명 장치
- 4001: 기관
- 4002: 발광 소자
- 4003: 기관
- 4004: 전극
- 4005: EL층
- 4006: 전극
- 4007: 전극
- 4008: 전극
- 4009: 보조 배선
- 4010: 절연층
- 4011: 밀봉 기관
- 4012: 실란트
- 4013: 건조제
- 4015: 확산판
- 4100: 조명 장치
- 4200: 조명 장치
- 4201: 기관
- 4202: 발광 소자
- 4204: 전극
- 4205: EL층
- 4206: 전극
- 4207: 전극
- 4208: 전극

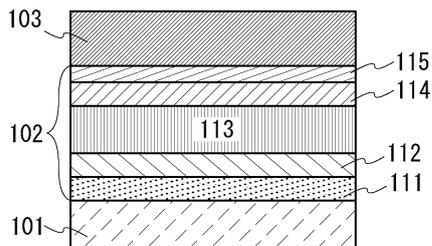
- 4209: 보조 배선
- 4210: 절연층
- 4211: 밀봉 기관
- 4212: 실란트
- 4213: 배리어막
- 4214: 평탄화막
- 4215: 확산관
- 4300: 조명 장치
- 7100: 텔레비전 장치
- 7101: 하우징
- 7103: 표시부
- 7105: 스탠드
- 7107: 표시부
- 7109: 조작 키
- 7110: 리모트 컨트롤 조작기
- 7201: 본체
- 7202: 하우징
- 7203: 표시부
- 7204: 키보드
- 7205: 외부 접속 포트
- 7206: 포인팅 디바이스
- 7302: 하우징
- 7304: 표시부
- 7305: 시각을 나타내는 아이콘
- 7306: 기타 아이콘
- 7311: 조작 버튼
- 7312: 조작 버튼
- 7313: 접속 단자
- 7321: 밴드
- 7322: 버클
- 7400: 휴대 전화기
- 7401: 하우징
- 7402: 표시부
- 7403: 조작용 버튼
- 7404: 외부 접속부
- 7405: 스피커

- 7406: 마이크론
- 7407: 카메라
- 7500(1): 하우징
- 7500(2): 하우징
- 7501(1): 제 1 면
- 7501(2): 제 1 면
- 7502(1): 제 2 면
- 7502(2): 제 2 면
- 8001: 조명 장치
- 8002: 조명 장치
- 8003: 조명 장치
- 8004: 조명 장치
- 9310: 휴대 정보 단말
- 9311: 표시부
- 9312: 표시 영역
- 9313: 힌지
- 9315: 하우징

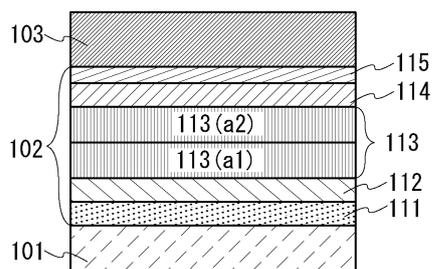
도면

도면1

(A)

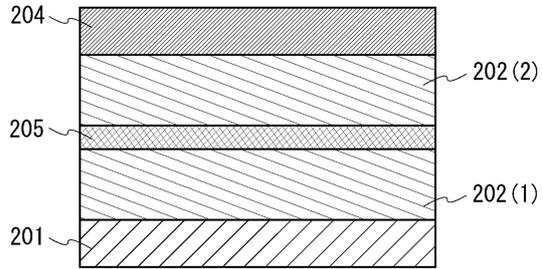


(B)

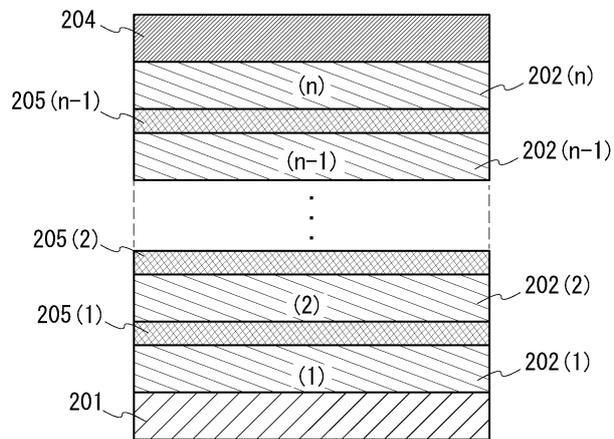


도면2

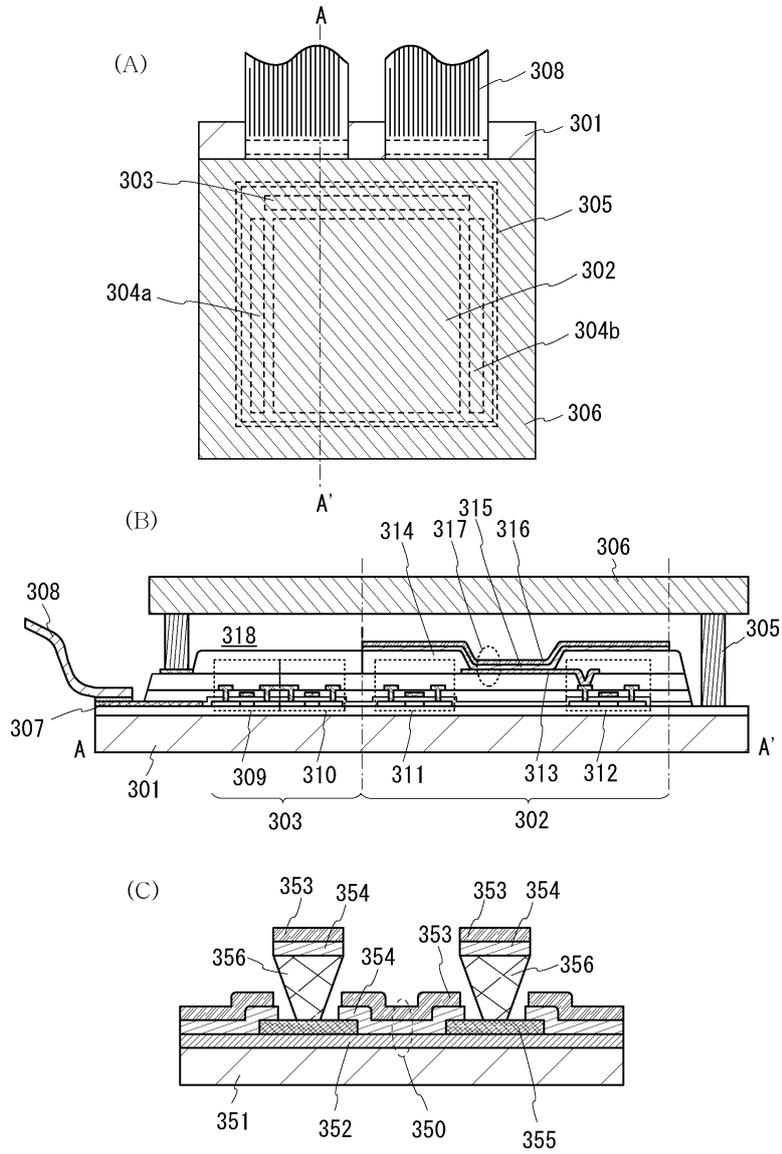
(A)



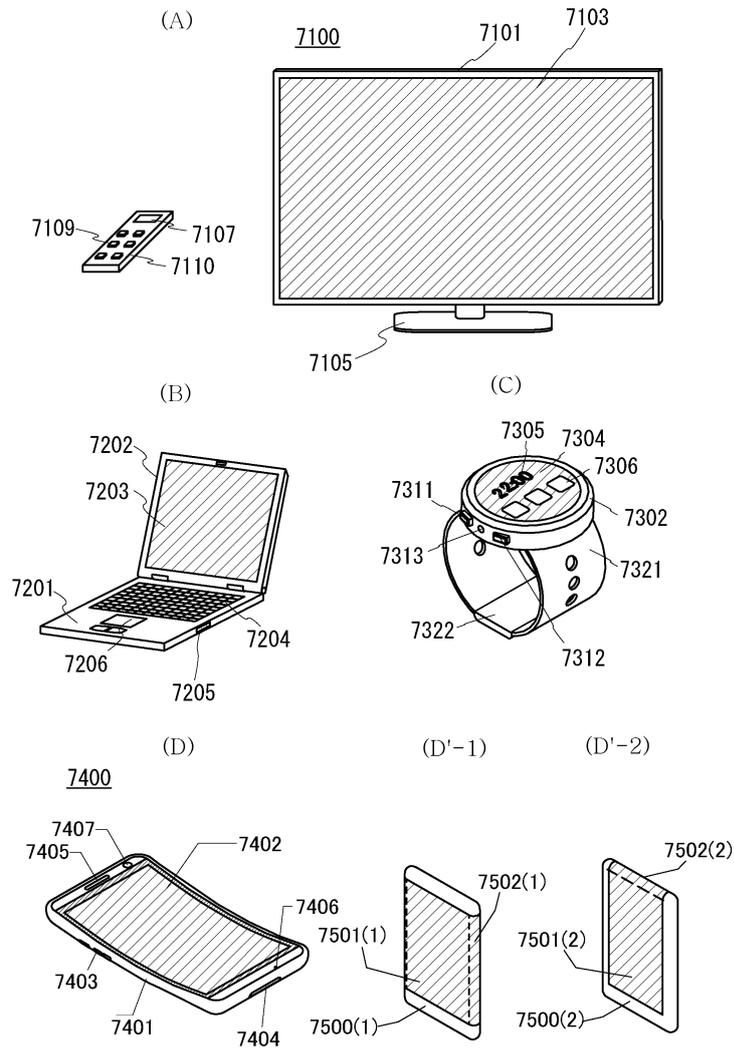
(B)



도면3

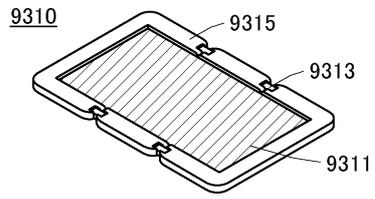


도면4

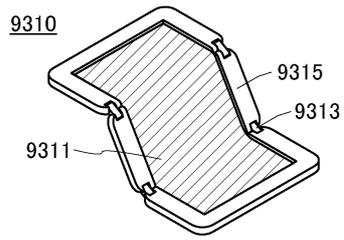


도면5

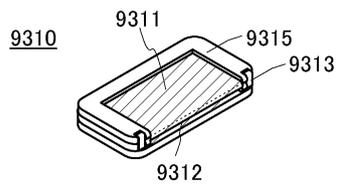
(A)



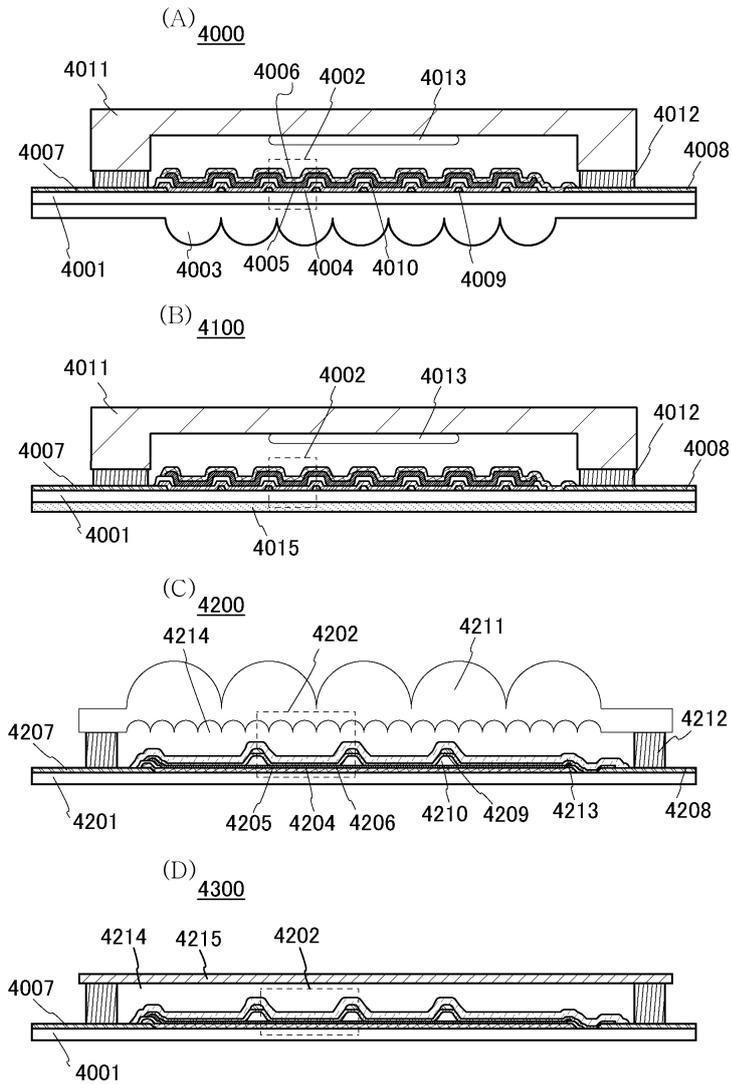
(B)



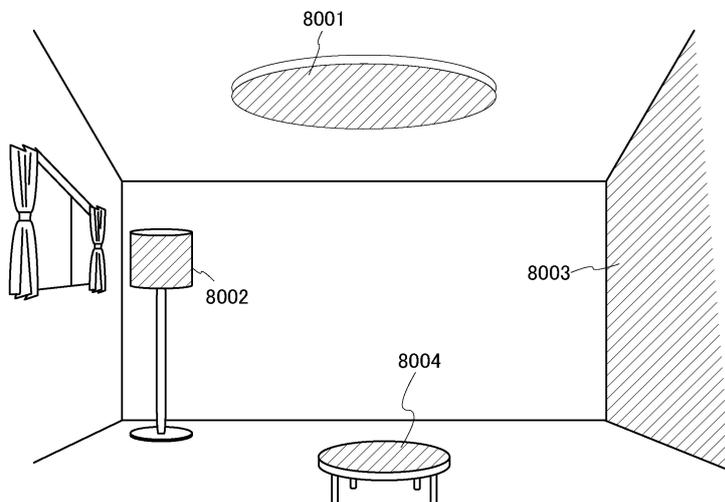
(C)



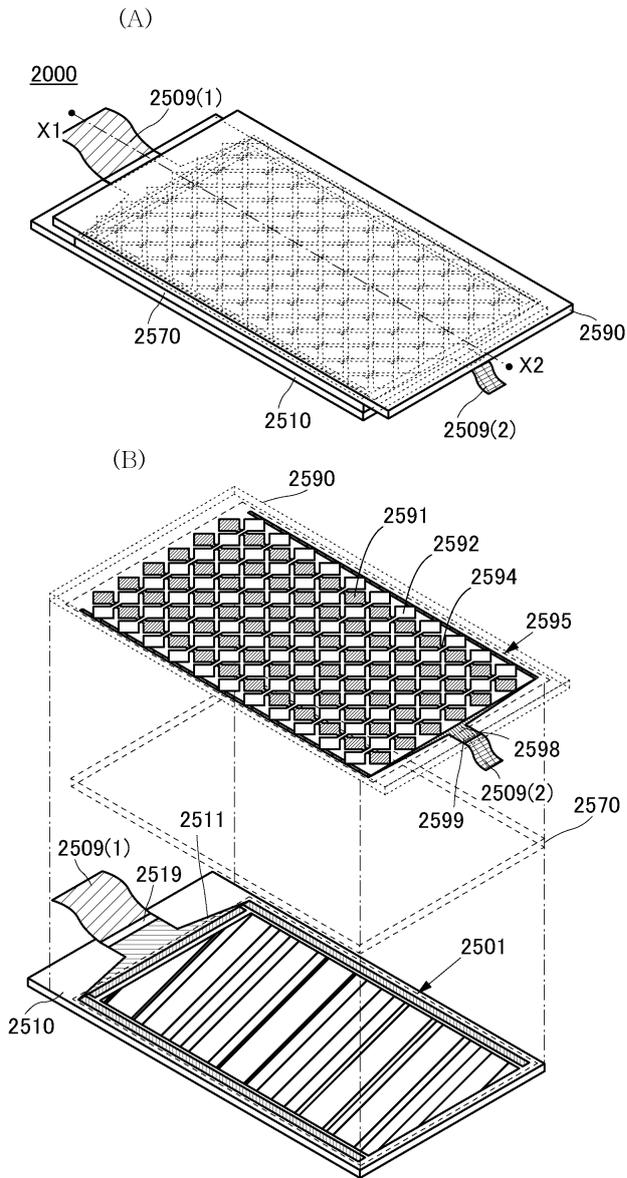
도면6



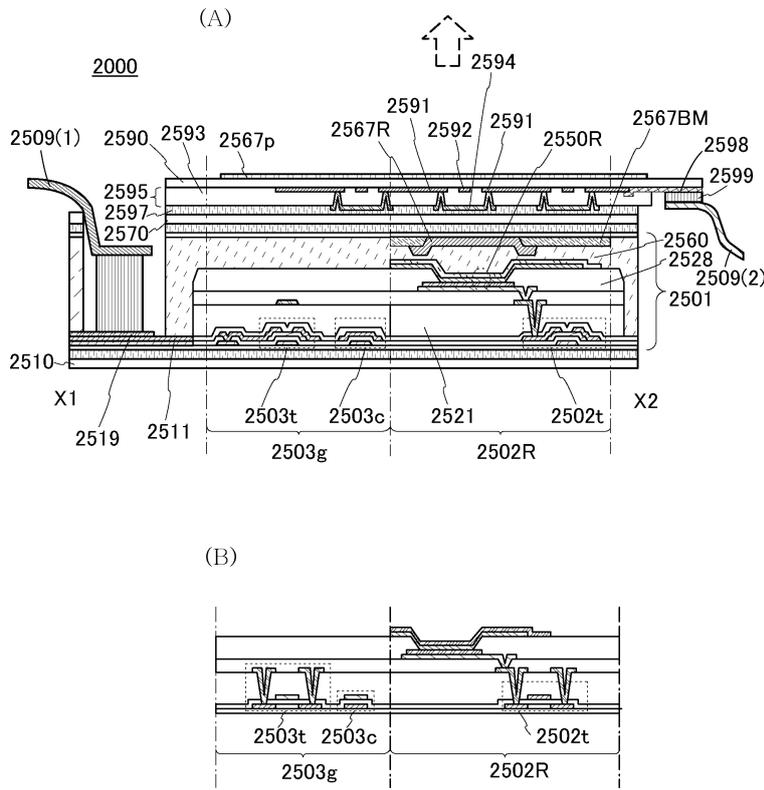
도면7



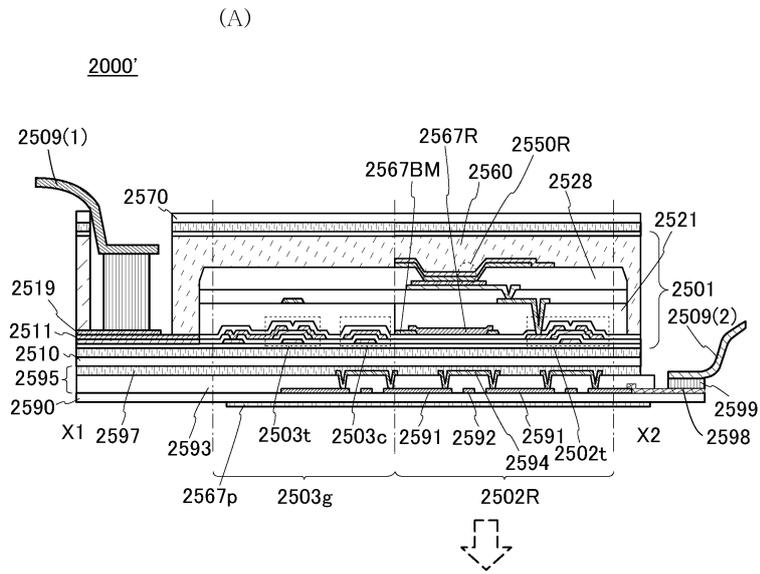
도면8



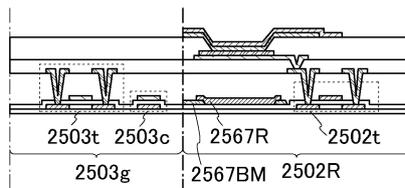
도면9



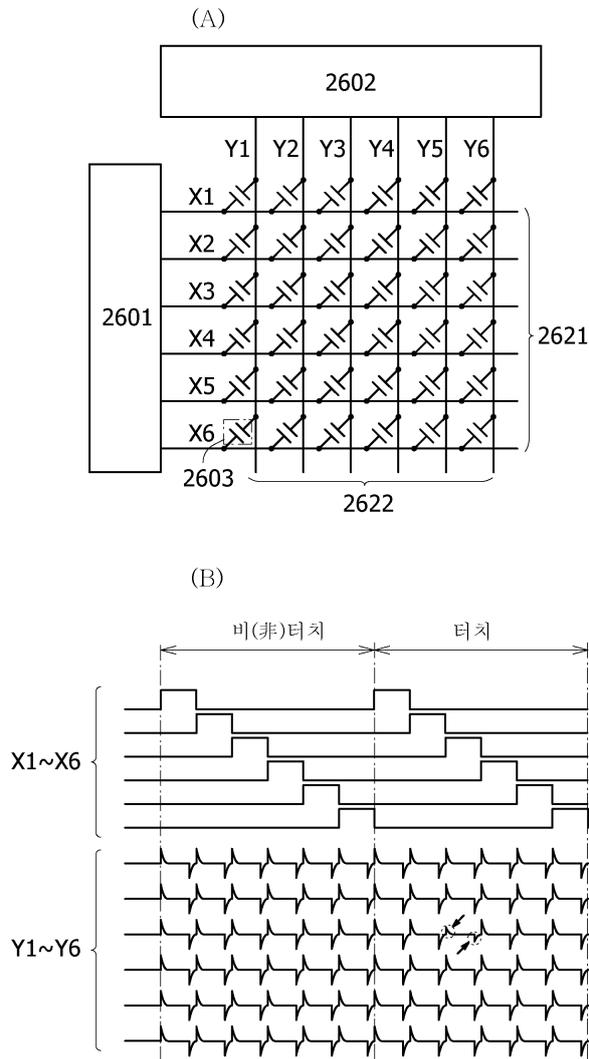
도면10



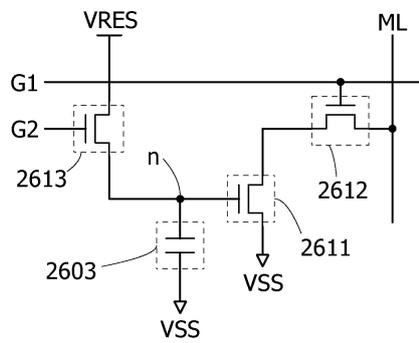
(B)



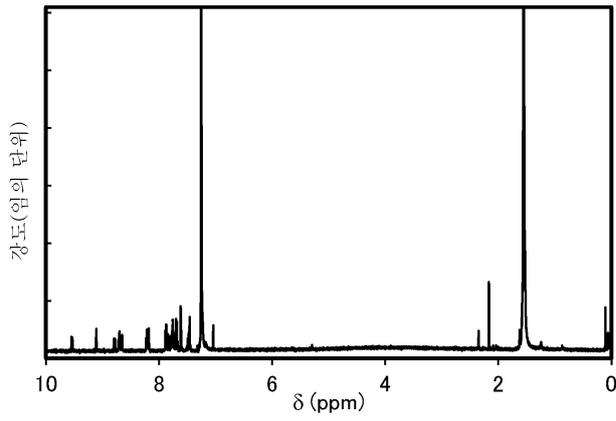
도면11



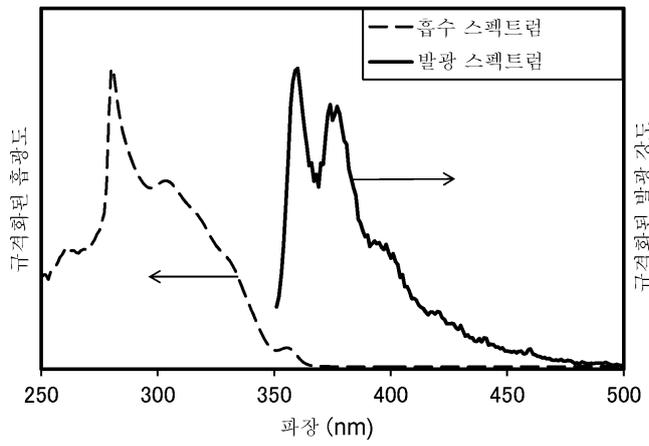
도면12



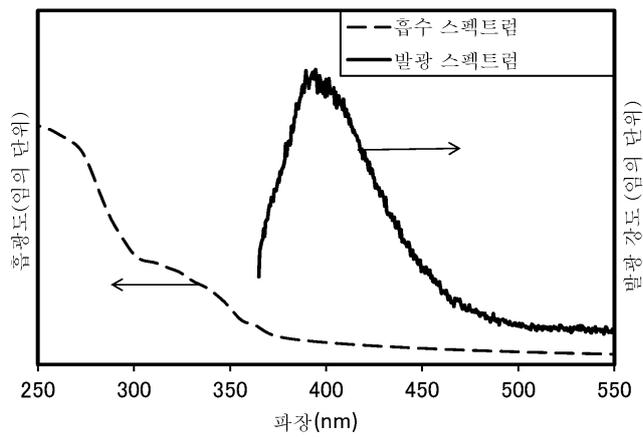
도면13



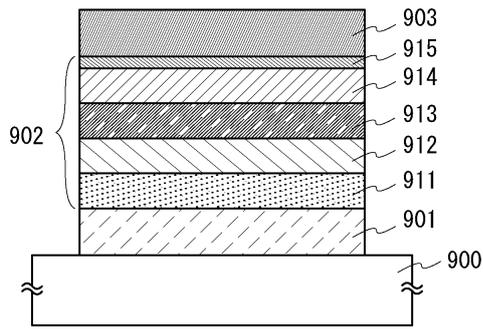
도면14



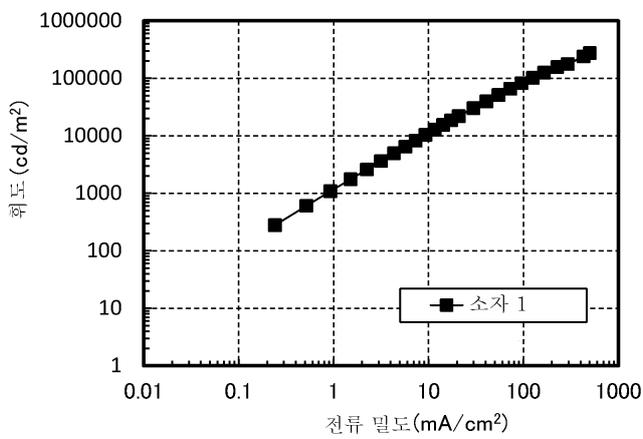
도면15



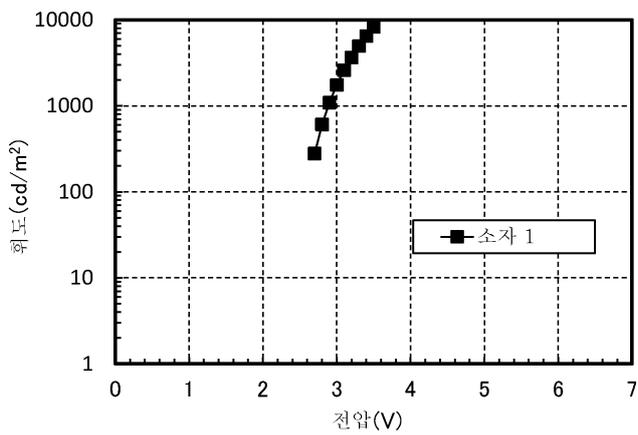
도면16



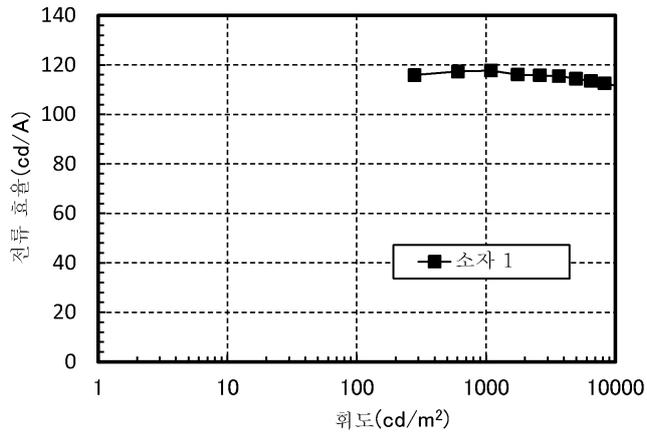
도면17



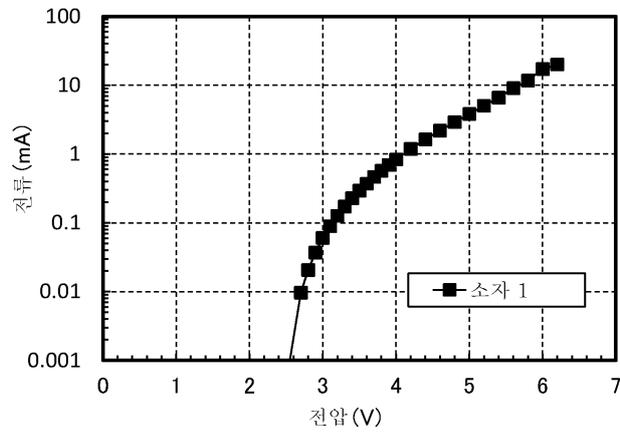
도면18



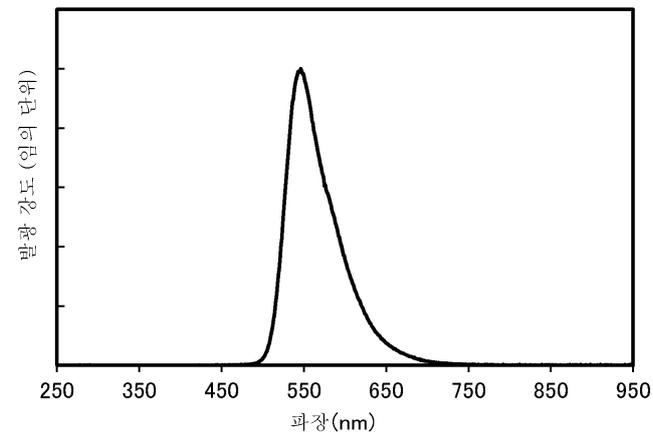
도면19



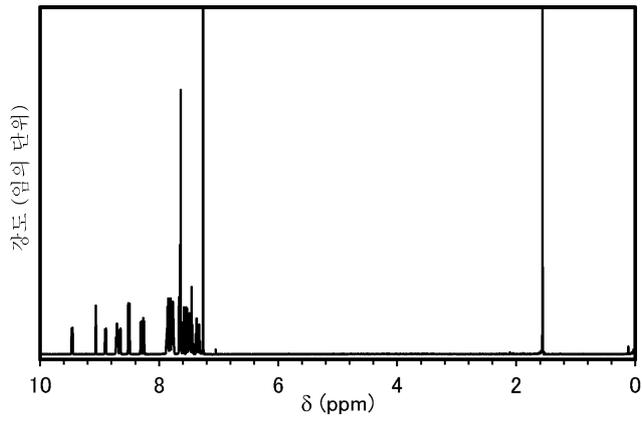
도면20



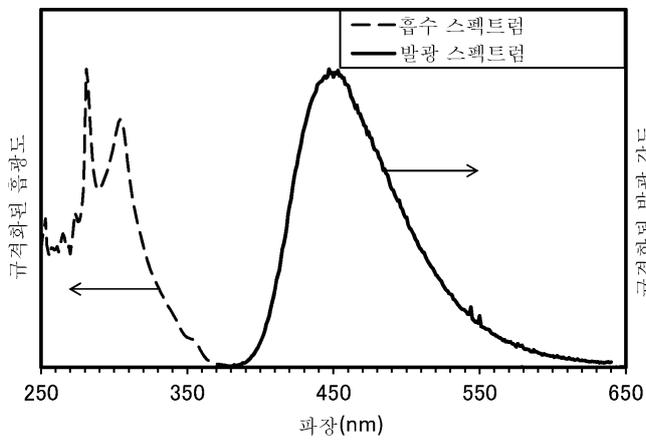
도면21



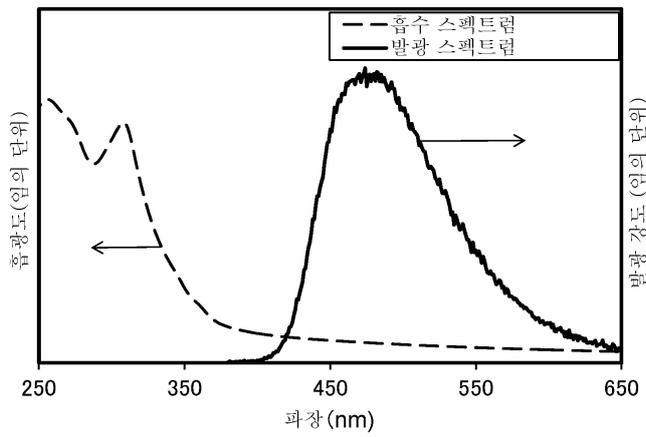
도면22



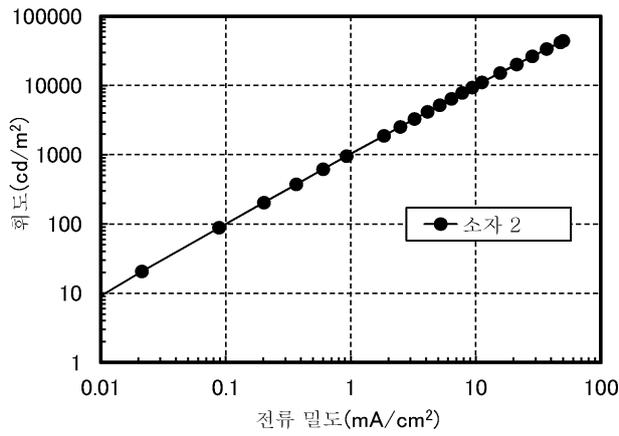
도면23



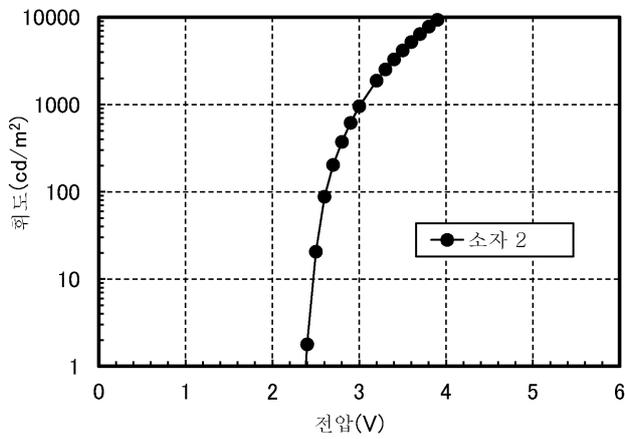
도면24



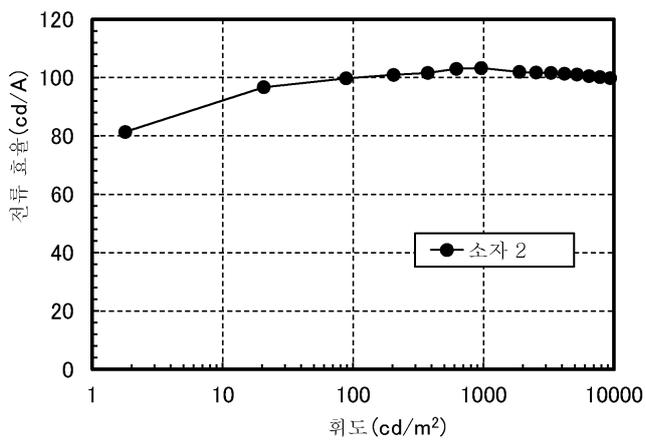
도면25



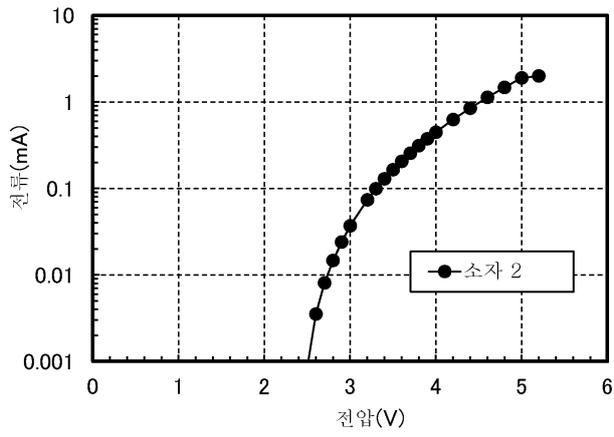
도면26



도면27



도면28



도면29

