



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0128249
(43) 공개일자 2011년11월29일

(51) Int. Cl.
C07D 409/10 (2006.01) C07D 249/08 (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0047885
(22) 출원일자 2011년05월20일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2010-116997 2010년05월21일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
가도마 히로시
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
오사와 노부하루
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
세오 사토시
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
(74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 35 항

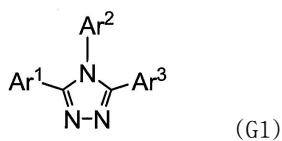
(54) 트리아졸 유도체, 트리아졸 유도체를 사용한 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치

(57) 요약

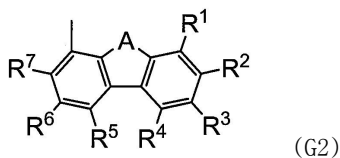
본 발명은 정공이 주입되기 쉽고 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 물질을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 상기 정공이 주입되기 쉽고 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 물질을 사용한 발광 효율이 높은 발광 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 소비 전력이 낮은 발광 장치, 전자 기기 및 조명 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

화학식 1로 나타내어지는 트리아졸 유도체(G1)의 Ar¹ 내지 Ar³ 중 어느 하나에 화학식 2로 나타내어지는 디벤조티오펜-4-일기 또는 디벤조푸란-4-일기가 결합된 트리아졸 유도체(G2)를 제공한다. 화학식 1 및 화학식 2에서 A는 산소 또는 황을 나타내고, Ar¹ 내지 Ar³은 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고, R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

화학식 1

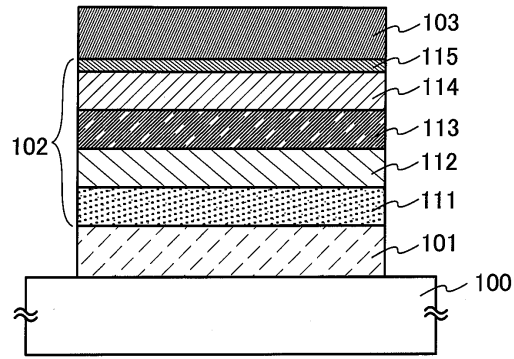


화학식 2



대표도

[도 1a]

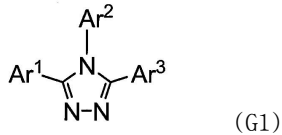


특허청구의 범위

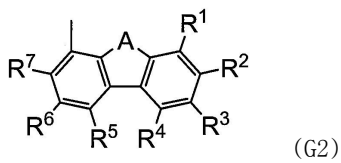
청구항 1

Ar¹ 내지 Ar³ 중 하나에 화학식 2로 나타내어지는 치환기(G2)가 결합된, 화학식 1로 나타내어지는 트리아졸 유도체.

화학식 1



화학식 2



상기 화학식 1 및 화학식 2에서,

A는 산소 또는 황을 나타내고,

Ar¹ 내지 Ar³ 중 상기 치환기에 결합되지 않은 Ar¹ 내지 Ar³은 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,

R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

청구항 2

제 1 항에 기재된 트리아졸 유도체를 한 쌍의 전극 사이에 포함하는, 발광 소자.

청구항 3

한 쌍의 전극 사이에 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 제 1 항에 기재된 트리아졸 유도체를 포함하는, 발광 소자.

청구항 4

한 쌍의 전극 사이에 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 제 1 항에 기재된 트리아졸 유도체와 인광을 발광하는 물질을 포함하는, 발광 소자.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 인광을 발광하는 물질은 400nm 이상 500nm 이하의 파장에서 발광 피크를 갖는, 발광 소자.

청구항 6

제 2 항에 기재된 발광 소자를 포함하는, 발광 장치.

청구항 7

제 6 항에 기재된 발광 장치를 포함하는, 전자 기기.

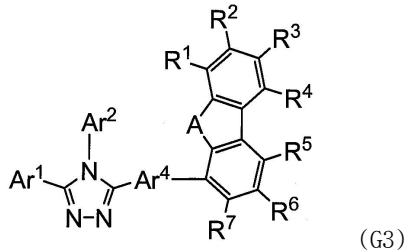
청구항 8

제 2 항에 기재된 발광 소자를 포함하는, 조명 장치.

청구항 9

화학식 3으로 나타내어지는 트리아졸 유도체.

화학식 3



상기 화학식 3에서,

A는 산소 또는 황을 나타내고,

Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,

Ar⁴는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타내고,

R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

Ar¹ 및 Ar²는 각각 페닐기인, 트리아졸 유도체.

청구항 11

제 9 항에 기재된 트리아졸 유도체를 한 쌍의 전극 사이에 포함하는, 발광 소자.

청구항 12

한 쌍의 전극 사이에 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 제 9 항에 기재된 트리아졸 유도체를 포함하는, 발광 소자.

청구항 13

한 쌍의 전극 사이에 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 제 9 항에 기재된 트리아졸 유도체와 인광을 발광하는 물질을 포함하는, 발광 소자.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 인광을 발광하는 물질은 400nm 이상 500nm 이하의 파장에서 발광 피크를 갖는, 발광 소자.

청구항 15

제 11 항에 기재된 발광 소자를 포함하는, 발광 장치.

청구항 16

제 15 항에 기재된 발광 장치를 포함하는, 전자 기기.

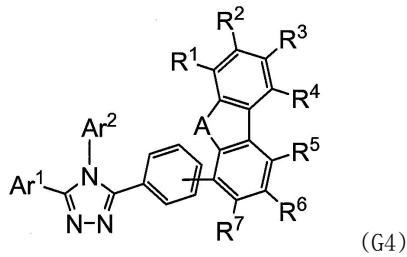
청구항 17

제 11 항에 기재된 발광 소자를 포함하는, 조명 장치.

청구항 18

화학식 4로 나타내어지는 트리아졸 유도체.

화학식 4



상기 화학식 4에서,

A는 산소 또는 황을 나타내고,

Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,

R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

Ar¹ 및 Ar²는 각각 페닐기인, 트리아졸 유도체.

청구항 20

제 18 항에 기재된 트리아졸 유도체를 한 쌍의 전극 사이에 포함하는, 발광 소자.

청구항 21

한 쌍의 전극 사이에 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 제 18 항에 기재된 트리아졸 유도체를 포함하는, 발광 소자.

청구항 22

한 쌍의 전극 사이에 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 제 18 항에 기재된 트리아졸 유도체와 인광을 발광하는 물질을 포함하는, 발광 소자.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 인광을 발광하는 물질은 400nm 이상 500nm 이하의 파장에서 발광 피크를 갖는, 발광 소자.

청구항 24

제 20 항에 기재된 발광 소자를 포함하는, 발광 장치.

청구항 25

제 24 항에 기재된 발광 장치를 포함하는, 전자 기기.

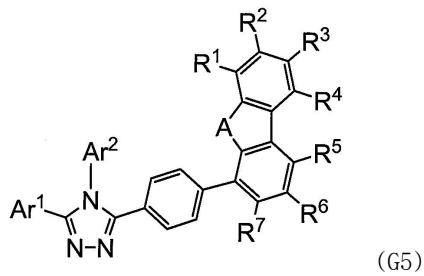
청구항 26

제 20 항에 기재된 발광 소자를 포함하는, 조명 장치.

청구항 27

화학식 5로 나타내어지는 트리아졸 유도체.

화학식 5



상기 화학식 5에서,

A는 산소 또는 황을 나타내고,

Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,

R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

Ar¹ 및 Ar²는 각각 페닐기인, 트리아졸 유도체.

청구항 29

제 27 항에 기재된 트리아졸 유도체를 한 쌍의 전극 사이에 포함하는, 발광 소자.

청구항 30

한 쌍의 전극 사이에 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 제 27 항에 기재된 트리아졸 유도체를 포함하는, 발광 소자.

청구항 31

한 쌍의 전극 사이에 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 제 27 항에 기재된 트리아졸 유도체와 인광을 발광하는 물질을 포함하는, 발광 소자.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

상기 인광을 발광하는 물질은 400nm 이상 500nm 이하의 파장에서 발광 피크를 갖는, 발광 소자.

청구항 33

제 29 항에 기재된 발광 소자를 포함하는, 발광 장치.

청구항 34

제 33 항에 기재된 발광 장치를 포함하는, 전자 기기.

청구항 35

제 29 항에 기재된 발광 소자를 포함하는, 조명 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 트리아졸 유도체에 관한 것이다. 또한, 트리아졸 유도체를 포함하는 전류 여기형 발광 소자, 발광 소자를 갖는 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 근년에 들어, 일렉트로루미네선스(EL: Electro Luminescence)를 이용한 발광 소자의 연구 개발이 활발히 진행되고 있다. 이들 발광 소자의 기본적인 구성은 한 쌍의 전극 사이에 발광 물질을 함유한 층을 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가함으로써 발광 물질로부터의 발광을 얻을 수 있다.

[0003] 이러한 발광 소자는 자발광형이므로 액정 디스플레이와 비교하여 화소의 시인성(視認性)이 높은 점, 백 라이트(backlight)가 불필요한 점 등의 이점이 있어 플랫 패널 디스플레이 소자(flat panel display element)로서 적합하다. 또한, 이러한 발광 소자는 박형 경량으로 제작할 수 있는 점도 큰 이점이다. 또한, 입력 신호에 대한 응답이 매우 빠른 점도 특징 중 하나다.

[0004] 또한, 이들 발광 소자는 막 형상으로 형성할 수 있기 때문에 면 형상 발광을 얻을 수 있다. 이것은 백열 전구나 LED로 대표되는 점광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원에서는 얻기 힘든 특색이기 때문에, 조명 장치 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.

[0005] EL을 이용한 발광 소자는 발광 물질이 유기 화합물인지 무기 화합물인지에 따라 크게 나눌 수 있다. 발광 물질에 유기 화합물을 사용하고 한 쌍의 전극 사이에 상기 유기 화합물을 함유한 층을 제공한 유기 EL 소자의 경우에는, 발광 소자에 전압을 인가함으로써 음극으로부터 전자가 및 양극으로부터 정공(홀)이 각각 발광성 유기 화합물을 함유한 층에 주입되어 전류가 흐른다. 그리고, 주입된 전자 및 정공이 발광성 유기 화합물을 여기 상태로 하고 여기된 발광성 유기 화합물로부터 발광을 얻는다.

[0006] 유기 화합물이 형성하는 여기 상태의 종류로서 1중항 여기 상태와 3중항 여기 상태가 있고, 1중항 여기 상태(S^{*})로부터의 발광이 형광이라고 불리고, 3중항 여기 상태(T^{*})로부터의 발광이 인광이라고 불린다. 또한, 발광 소자에서의 통계적인 생성 비율은 S^{*}:T^{*}=1:3인 것으로 생각되고 있다.

[0007] 실온에서, 1중항 여기 상태를 발광으로 변환하는 화합물(이후, 형광성 화합물이라고 부름)에서 3중항 여기 상태로부터의 발광(인광)은 관측되지 않으며, 1중항 여기 상태로부터의 발광(형광)만이 관측된다. 따라서, 형광성 화합물을 사용한 발광 소자에서의 내부 양자 효율(주입된 캐리어에 대하여 발생하는 포톤의 비율)의 이론적 한계는 S^{*}:T^{*}=1:3인 것을 근거로 하여 25%로 생각되고 있다.

[0008] 한편, 3중항 여기 상태를 발광으로 변환하는 화합물(이하, 인광성 화합물이라고 부름)을 사용하면, 3중항 여기 상태로부터의 발광(인광)이 관측된다. 또한, 인광성 화합물은 공간 교차(intersystem crossing)(1중항 여기 상태에서부터 3중항 여기 상태로 전이되는 상태)가 일어나기 쉽기 때문에, 내부 양자 효율은 이론상 75% 내지 100%로 할 수 있다. 즉, 형광성 화합물과 비교하여 3배 내지 4배의 발광 효율로 할 수 있다. 이러한 이유로 고효율의 발광 소자를 실현하기 위하여 인광성 화합물을 사용한 발광 소자의 개발이 최근 활발하게 진행되고 있다.

[0009] 상술한 인광성 화합물을 사용하여 발광 소자의 발광층을 형성하는 경우에는, 인광성 화합물의 농도 소광(消光)이나 3중항-3중항 소멸로 인한 소광을 억제하기 위하여 다른 화합물로 이루어지는 매트릭스 중에 상기 인광성 화합물이 분산되도록 하여 형성하는 일이 많다. 이 때, 매트릭스로서 기능하는 화합물은 호스트 재료라고 불리고, 인광성 화합물과 같이 매트릭스 중에 분산되는 화합물은 게스트 재료라고 불린다.

[0010] 인광성 화합물을 게스트 재료로 하는 경우에는, 호스트 재료에 필요한 성질은 상기 인광성 화합물보다 큰 3중항

여기 에너지(기저 상태와 3중항 여기 상태의 에너지 차이)를 갖는 것이다.

- [0011] 또한, 1중항 여기 에너지(기저 상태와 1중항 여기 상태의 에너지 차이)는 3중항 여기 에너지보다 크기 때문에, 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 물질은 큰 1중항 여기 에너지도 갖는다. 따라서, 상술한 바와 같은 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 물질은 형광성 화합물을 발광 물질로서 사용한 발광 소자에서도 유익하다.
- [0012] 특허 문헌 1에는 녹색 발광을 나타내는 인광성 화합물의 호스트 재료로서 3-(4-비페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-4-페닐-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ)이 사용된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 일본국 특개2002-352957호 공보

발명의 내용

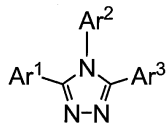
해결하려는 과제

- [0014] TAZ와 같이 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 화합물은 인광성 화합물에 대한 호스트 재료로서 유용하다. 한편, TAZ는 1중항 여기 에너지가 크고, 정공 블록 재료로서도 사용된다. 즉, TAZ에는 정공이 매우 주입되기 어려운 특징이 있다. 따라서, TAZ를 발광층의 호스트 재료로서 사용한 경우에는, 발광층에 정공이 주입되기 어렵고, 발광 영역이 발광층과 정공 수송층의 계면 근방에 치우치게 형성되는 경향이 강하다. 발광 영역이 국소적으로 계면 근방에 치우치면 여기 상태의 발광 물질의 농도 소광이나 3중항-3중항 소멸로 인한 소광이 생겨 발광 효율이 저하되어 버린다.
- [0015] 따라서, 본 발명의 일 형태는 정공이 주입되기 쉽고, 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 물질을 제공하는 것을 목적 중 하나로 한다.
- [0016] 또한, 상기 정공이 주입되기 쉽고 큰 3중항 에너지를 갖는 물질을 사용한 발광 효율이 높고 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공하는 것을 목적 중 하나로 한다. 또한, 소비 전력이 낮은 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명자들은 높은 전자 수송성 및 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 트리아졸 골격과, 정공 수송성을 갖는 디벤조티오펜 골격(또는 디벤조푸란 골격)을 동일 분자 내에 갖는 트리아졸 유도체에 착안하였다. 그리고, 상기 트리아졸 골격과 상기 디벤조티오펜 골격(또는 디벤조푸란 골격)이 아릴렌기를 통하여 결합한 트리아졸 유도체는 합성하기 용이하고, 3중항 여기 에너지가 크고, 전자 수송성과 정공 수송성을 갖는 것을 발견하였다. 더 구체적으로는, 3번 위치, 4번 위치, 5번 위치에 각각 아릴기가 결합한 1,2,4-트리아졸 유도체이며, 상기 아릴기 중 어느 하나에 디벤조티오펜-4-일기 또는 디벤조푸란-4-일기를 갖는 트리아졸 유도체는 3중항 여기 에너지가 크고, 전자 수송성과 정공 수송성을 갖는 것을 발견하였다.
- [0018] 본 발명의 일 형태는 화학식 1로 나타내어지는 트리아졸 유도체(G1)의 Ar¹ 내지 Ar³ 중 어느 하나에 화학식 2로 나타내어지는 디벤조티오펜-4-일기 또는 디벤조푸란-4-일기(G2)가 결합된 트리아졸 유도체다.

화학식 1



[0019]

화학식 2



[0020]

[0021]

상기 화학식 1 및 화학식 2에서,

[0022]

A는 산소 또는 황을 나타내고,

[0023]

Ar¹ 내지 Ar³은 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,

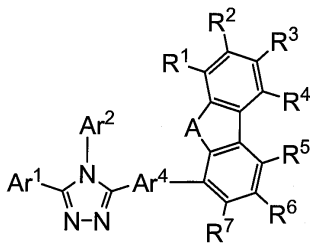
[0024]

R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

[0025]

본 발명의 일 형태는 화학식 3으로 나타내어지는 트리아졸 유도체(G3)다.

화학식 3



[0026]

[0027]

상기 화학식 3에서,

[0028]

A는 산소 또는 황을 나타내고,

[0029]

Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,

[0030]

Ar⁴는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타내고,

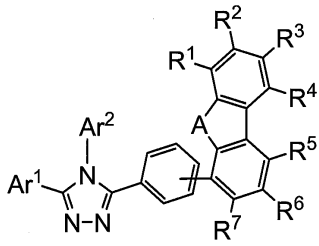
[0031]

R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

[0032]

본 발명의 일 형태는 화학식 4로 나타내어지는 트리아졸 유도체(G4)다.

화학식 4



[0033]

[0034]

[0035]

[0036]

[0037]

[0038]

상기 화학식 4에서,

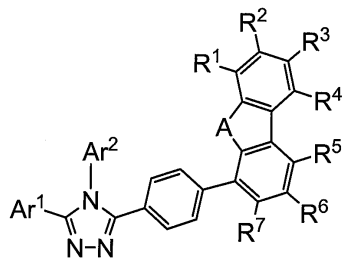
A는 산소 또는 황을 나타내고,

Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,

R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

본 발명의 일 형태는 화학식 5로 나타내어지는 트리아졸 유도체(G5)다.

화학식 5



[0039]

[0040]

[0041]

[0042]

[0043]

[0044]

[0045]

[0046]

[0047]

[0048]

상기 화학식 5에서,

A는 산소 또는 황을 나타내고,

Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,

R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

상기 트리아졸 유도체에서 Ar¹ 및 Ar²가 페닐기라면 합성하기 용이하므로 바람직하다.

또한, 본 발명의 일 형태는 상기 트리아졸 유도체를 사용한 발광 소자다. 구체적으로는, 한 쌍의 전극 사이에 상기 트리아졸 유도체를 갖는 발광 소자다.

또한, 본 발명의 일 형태는 한 쌍의 전극 사이에 발광층을 갖고, 발광층은 상기 트리아졸 유도체를 갖는 발광 소자다.

상기 트리아졸 유도체는 큰 3중항 여기 에너지를 가지므로 발광층이 상기 트리아졸 유도체와 인광을 발광하는 물질을 포함하는 경우에 효과를 더 발휘한다. 특히, 발광 피크 파장이 400nm 이상 500nm 이하인 단파장의 발광을 나타내는 인광을 발광하는 물질을 사용한 경우에도 상기 트리아졸 유도체를 사용함으로써 고효율의 발광을 얻을 수 있다.

또한, 본 발명의 일 형태인 발광 장치는 상기 트리아졸 유도체를 포함하는 발광 소자와, 발광 소자의 발광을 제

어하는 제어 회로를 갖는 것을 특징으로 한다. 또한, 본 명세서 중에서 발광 장치란, 화상 표시 디바이스, 또는 광원을 포함한다. 또한, 패널에 커넥터, 예를 들어, FPC(Flexible Printed Circuit) 또는 TAB(Tape Automated Bonding) 테이프 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, TAB 테이프나 TCP의 끝에 프린트 배선 기판이 제공된 모듈, 또는 발광 소자에 COG(Chip On Glass) 방식에 의하여 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 모두 발광 장치에 포함하는 것으로 한다.

[0049] 또한, 본 발명의 일 형태인 발광 소자를 표시부에 사용한 전자 기기도 본 발명의 범주에 포함하는 것으로 한다. 따라서, 본 발명의 일 형태인 전자 기기는 표시부를 갖고, 표시부는 상술한 발광 소자와, 발광 소자의 발광을 제어하는 제어 회로를 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0050] 본 발명의 일 형태는 정공이 주입되기 쉽고 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 물질을 제공할 수 있다.

[0051] 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 사용함으로써 발광 효율이 높은 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 소비 전력이 낮은 발광 장치, 전자 기기 및 조명 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0052] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 일 형태인 발광 소자를 설명하는 도면.
- 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 형태인 발광 소자를 설명하는 도면.
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 형태인 발광 장치를 설명하는 도면.
- 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 형태인 발광 장치를 설명하는 도면.
- 도 5a 내지 도 5e는 본 발명의 일 형태인 전자 기기를 설명하는 도면.
- 도 6은 본 발명의 일 형태인 조명 장치를 설명하는 도면.
- 도 7a 및 도 7b는 3-[4-(디벤조티오펜-4-일)페닐]-4,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸(약칭: DBTTAZ-II)의 ¹H-NMR 차트를 도시하는 도면.
- 도 8a 및 도 8b는 DBTTAZ-II의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시하는 도면.
- 도 9a 및 도 9b는 DBTTAZ-II의 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시하는 도면.
- 도 10a 및 도 10b는 실시예의 발광 소자를 설명하는 도면.
- 도 11은 실시예의 발광 소자의 전류 밀도-휘도 특성을 도시하는 도면.
- 도 12는 실시예의 발광 소자의 전압-휘도 특성을 도시하는 도면.
- 도 13은 실시예의 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 도면.
- 도 14는 실시예의 발광 소자의 전압-전류 특성을 도시하는 도면.
- 도 15는 실시예의 발광 소자의 신뢰성 시험의 결과를 도시하는 도면.
- 도 16은 실시예의 발광 소자의 전류 밀도-휘도 특성을 도시하는 도면.
- 도 17은 실시예의 발광 소자의 전압-휘도 특성 특성을 도시하는 도면.
- 도 18은 실시예의 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 도면.
- 도 19는 실시예의 발광 소자의 전압-전류 특성을 도시하는 도면.
- 도 20a 및 도 20b는 4-[4-(디벤조티오펜-4-일)페닐]-3,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸(약칭: 4DBTTAZ-II)의 ¹H NMR 차트를 도시하는 도면.

도 21a 및 도 21b는 4DBTTAZ-II의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0053] 이하, 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 사용하여 자세히 설명한다. 다만, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 상세한 내용을 다양하게 변경할 수 있는 것은 당업자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하에 기재하는 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.

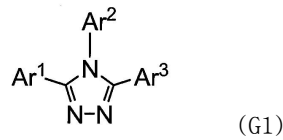
[0054] (실시형태 1)

[0055] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체에 대하여 설명한다.

[0056] 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체는 높은 전자 수송성 및 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 트리아졸 골격과, 정공 수송성을 갖는 디벤조티오펜 골격(또는 디벤조푸란 골격)을 동일 분자 내에 갖는다. 구체적으로는, 3번 위치, 4번 위치, 5번 위치에 각각 아릴기가 결합된 1,2,4-트리아졸 유도체이며, 상기 아릴기 중 어느 하나에 디벤조티오펜-4-일기 또는 디벤조푸란-4-일기를 갖는 트리아졸 유도체다.

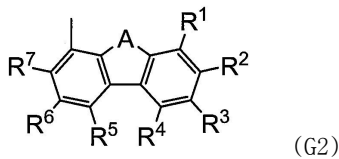
[0057] 본 발명의 일 형태는 화학식 1로 나타내어지는 트리아졸 유도체(G1)의 Ar¹ 내지 Ar³ 중 어느 하나에 화학식 2로 나타내어지는 디벤조티오펜-4-일기 또는 디벤조푸란-4-일기(G2)가 결합된 트리아졸 유도체다.

[0058] 화학식 1



[0059]

[0060] 화학식 2



[0061]

[0062] 상기 화학식 1 및 화학식 2에서,

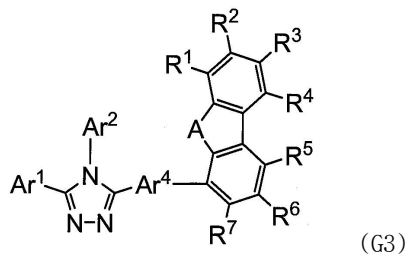
[0063] A는 산소 또는 황을 나타내고,

[0064] Ar¹ 내지 Ar³은 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,

[0065] R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

[0066] 상기 트리아졸 유도체로서, 예를 들어, 화학식 3으로 나타내어지는 트리아졸 유도체(G3)를 들 수 있다.

[0067] 화학식 3



[0068]

[0069] 상기 화학식 3에서,

[0070] A는 산소 또는 황을 나타내고,

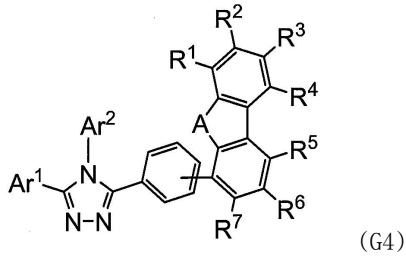
[0071] Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,

[0072] Ar⁴는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타내고,

[0073] R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

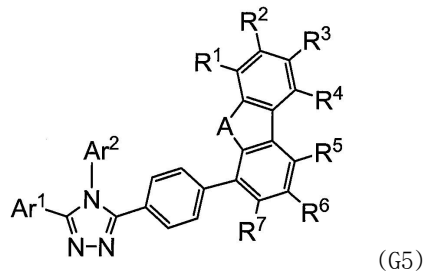
[0074] 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체로서는 화학식 4로 나타내어지는 트리아졸 유도체(G4)가 합성하기 쉬우므로 바람직하다. 또한, 입체 장애가 적고, 합성하기 쉬우므로 화학식 5로 나타내어지는 트리아졸 유도체(G5)가 특히 바람직하다.

[0075] 화학식 4



[0076]

[0077] 화학식 5



[0078]

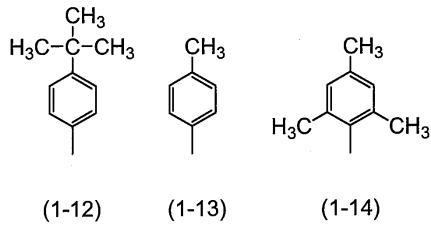
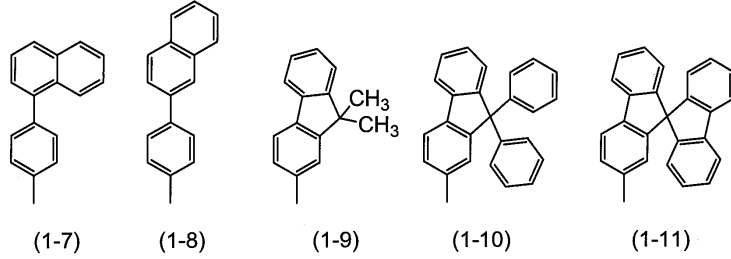
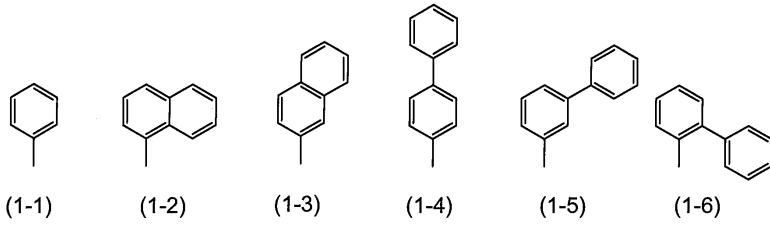
[0079] 상기 화학식 4 및 화학식 5에서,

[0080] A는 산소 또는 황을 나타내고,

[0081] Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,

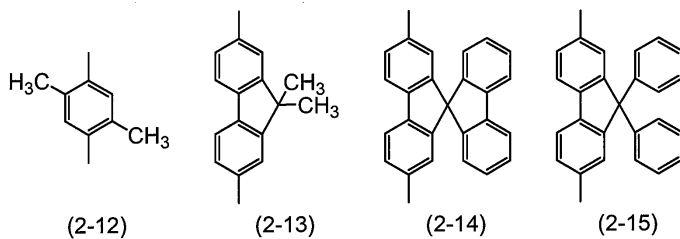
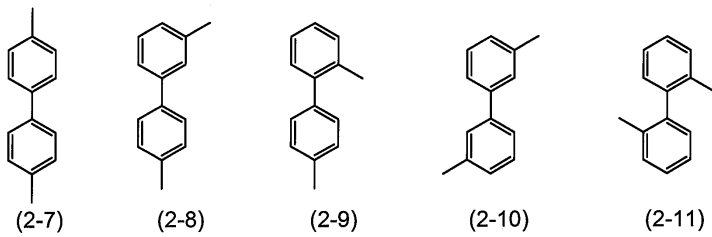
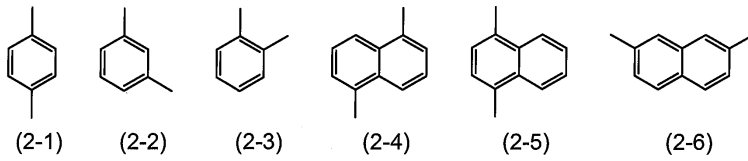
[0082] R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

[0083] 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체에서 Ar¹ 내지 Ar³의 구체적인 구조로서, 예를 들어, 구조식(1-1) 내지 구조식(1-14)으로 나타내는 치환기를 들 수 있다.



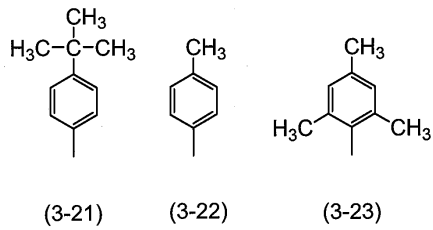
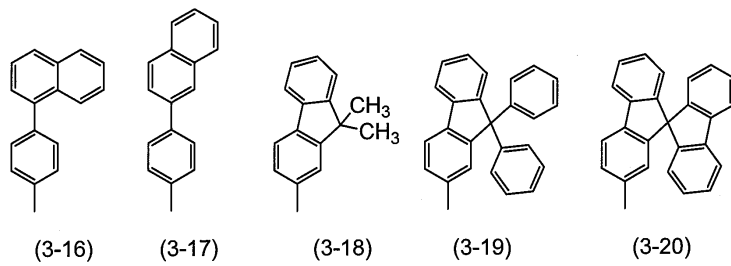
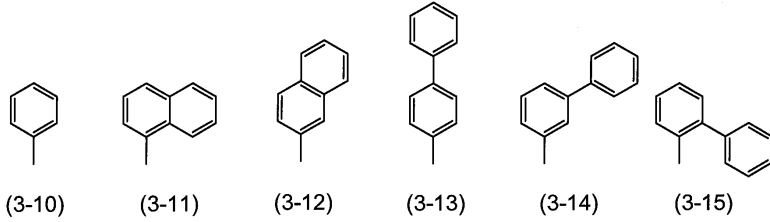
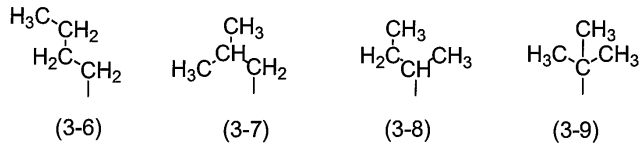
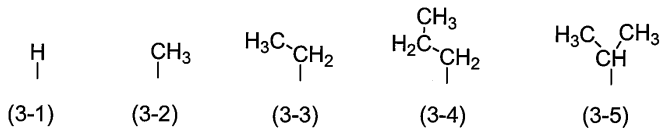
[0084]

[0085] 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체에서 Ar^4 의 구체적인 구조로서, 예를 들어, 구조식(2-1) 내지 구조식(2-15)으로 나타내는 치환기를 들 수 있다.



[0086]

[0087] 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체에서 R^1 내지 R^7 의 구체적인 구조로서, 예를 들어, 구조식(3-1) 내지 구조식(3-23)으로 나타내는 치환기를 들 수 있다.



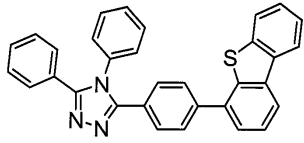
[0088]

[0089]

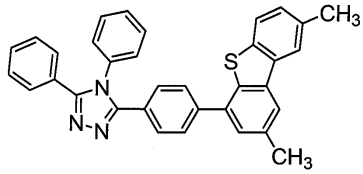
본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체에서 Ar¹ 및 Ar²가 페닐기인 것이 합성하기 쉬우므로 바람직하다. 또한, Ar¹ 및 Ar²가 페닐기인 것이 3중항 여기 에너지가 크므로 바람직하다.

[0090]

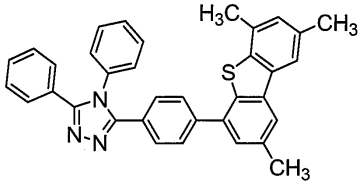
본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체로서 구체적으로는 구조식(100) 내지 구조식(167) 및 구조식(200) 내지 구조식(267)으로 나타내어지는 트리아졸 유도체를 들 수 있다. 다만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.



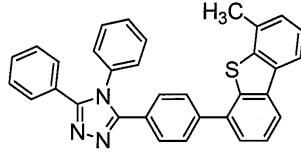
(100)



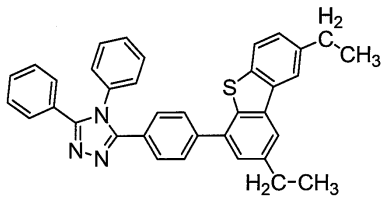
(101)



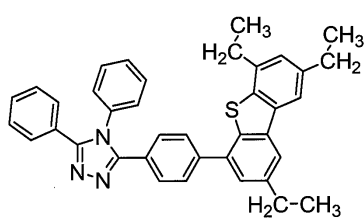
(102)



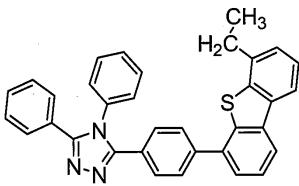
(103)



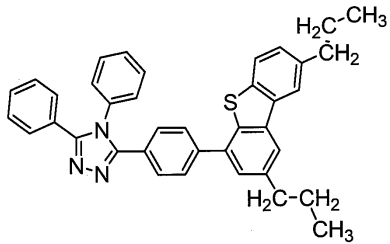
(104)



(105)

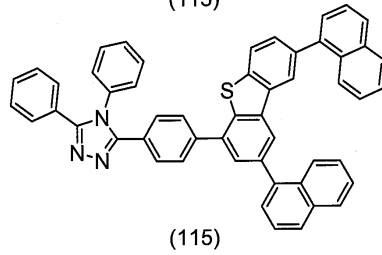
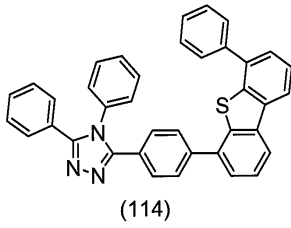
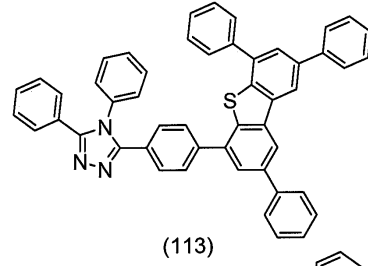
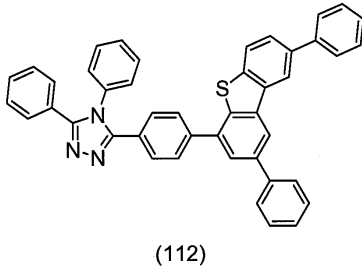
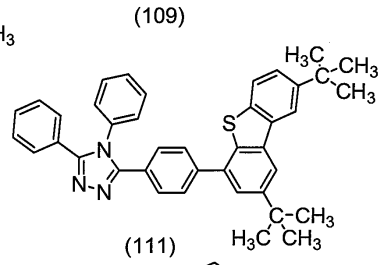
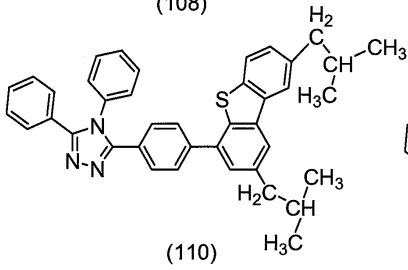
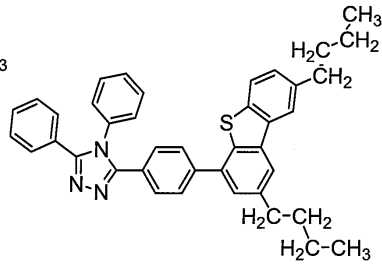
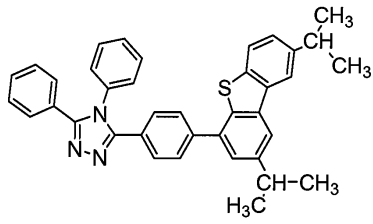


(106)

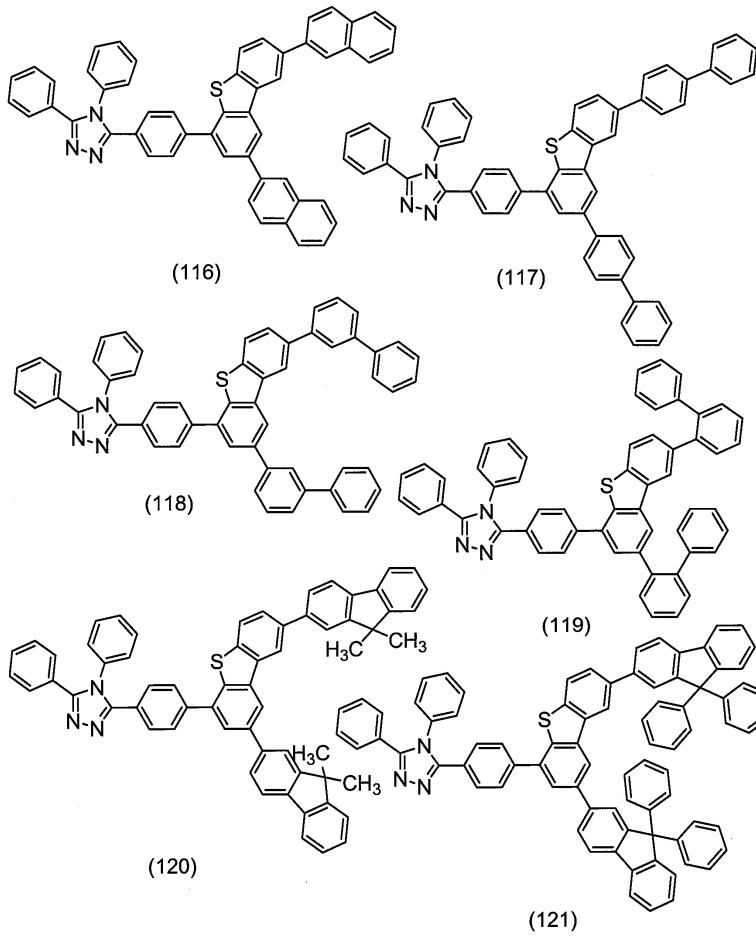


(107)

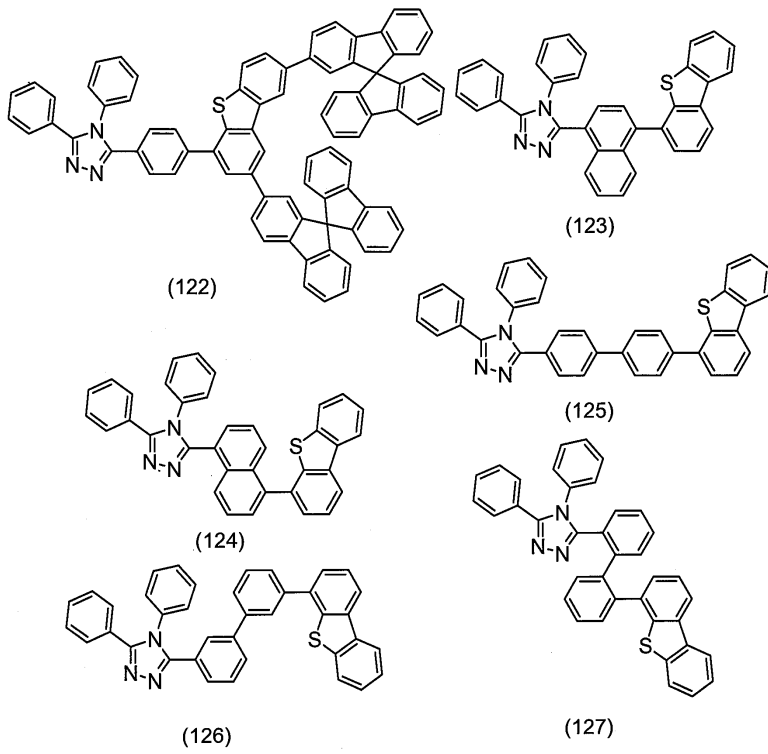
[0091]



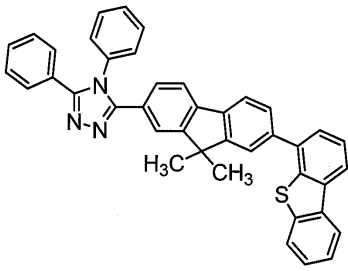
[0092]



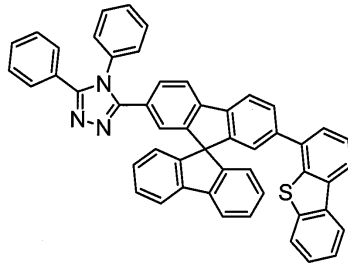
[0093]



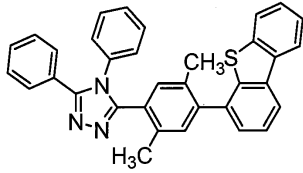
[0094]



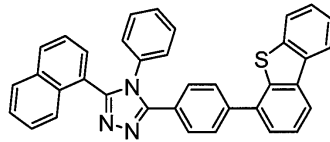
(128)



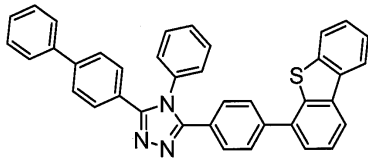
(129)



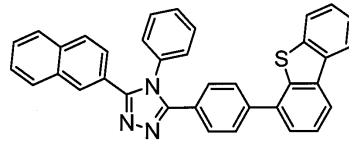
(130)



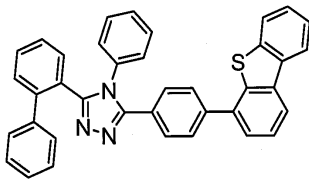
(131)



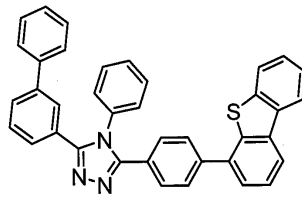
(132)



(133)

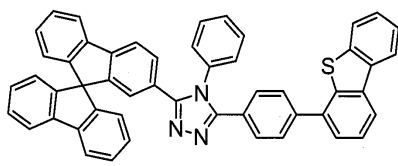


(134)

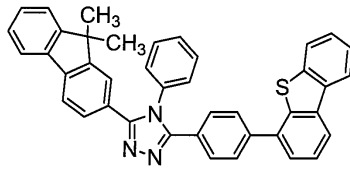


(135)

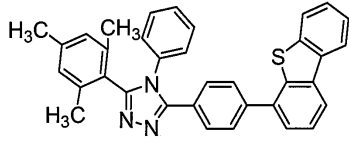
[0095]



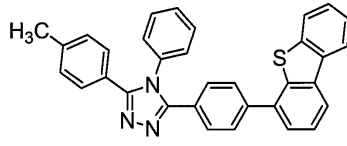
(136)



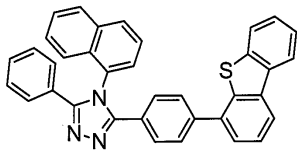
(137)



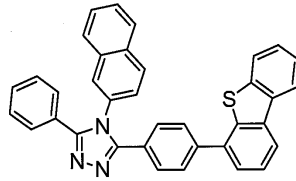
(138)



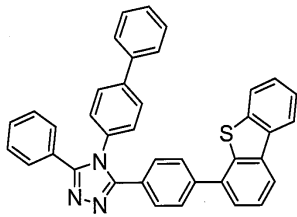
(139)



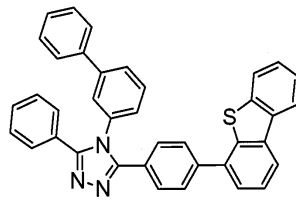
(140)



(141)

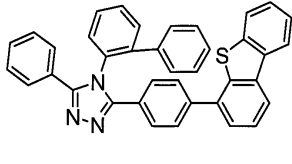


(142)

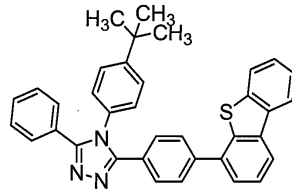


(143)

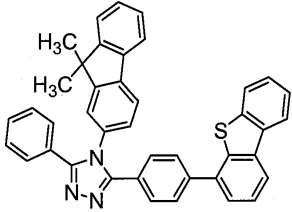
[0096]



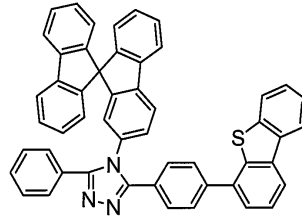
(144)



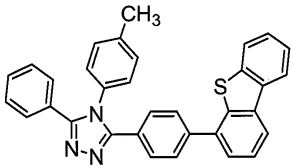
(145)



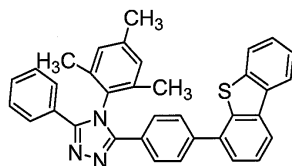
(146)



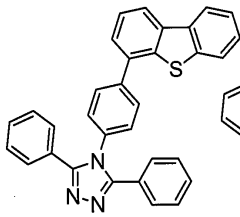
(147)



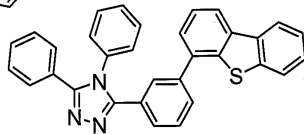
(148)



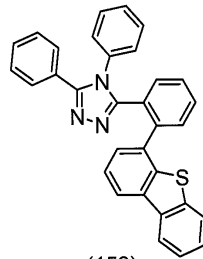
(149)



(150)

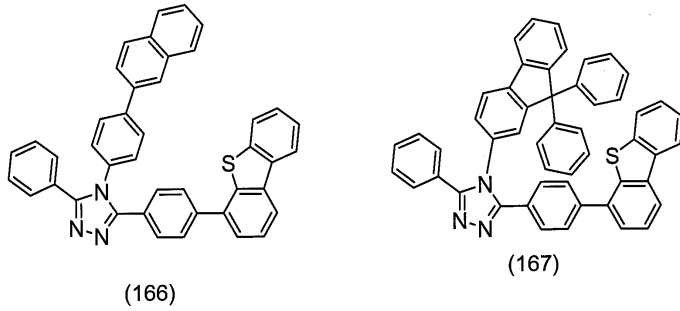
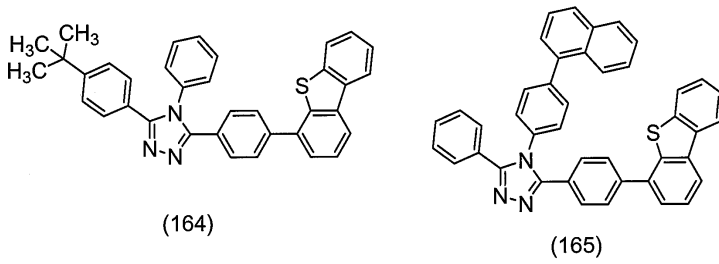
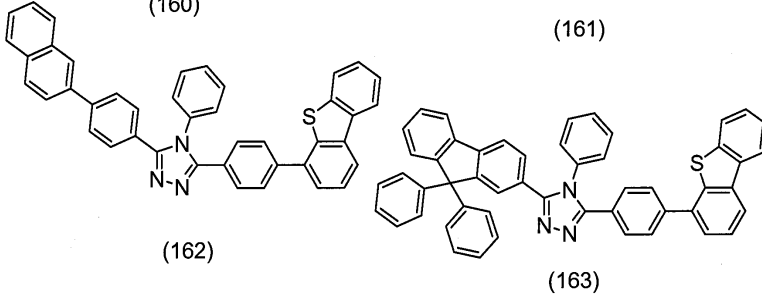
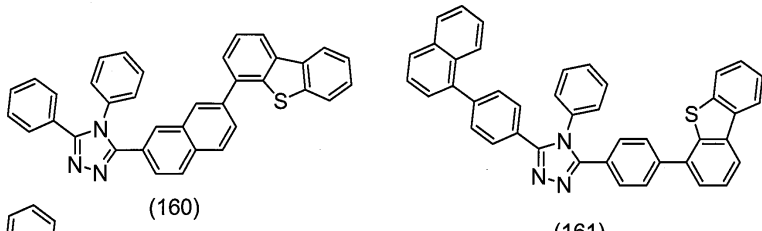


(151)

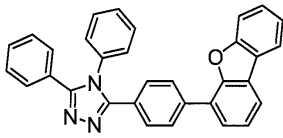


(152)

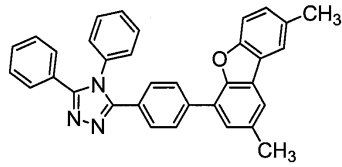
[0097]



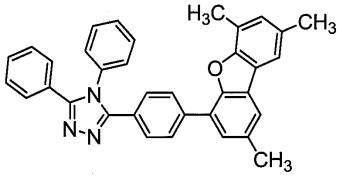
[0099]



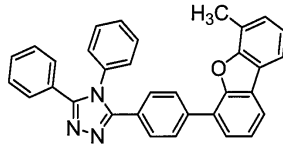
(200)



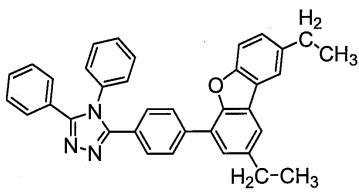
(201)



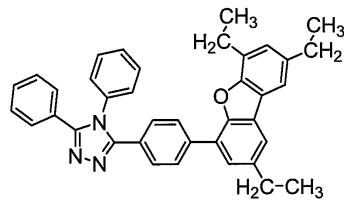
(202)



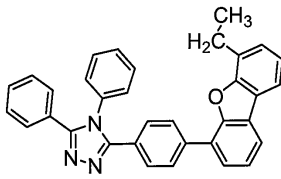
(203)



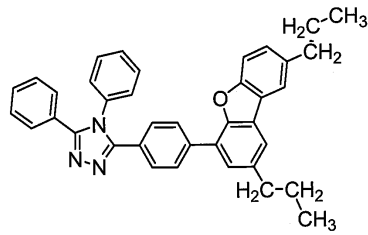
(204)



(205)

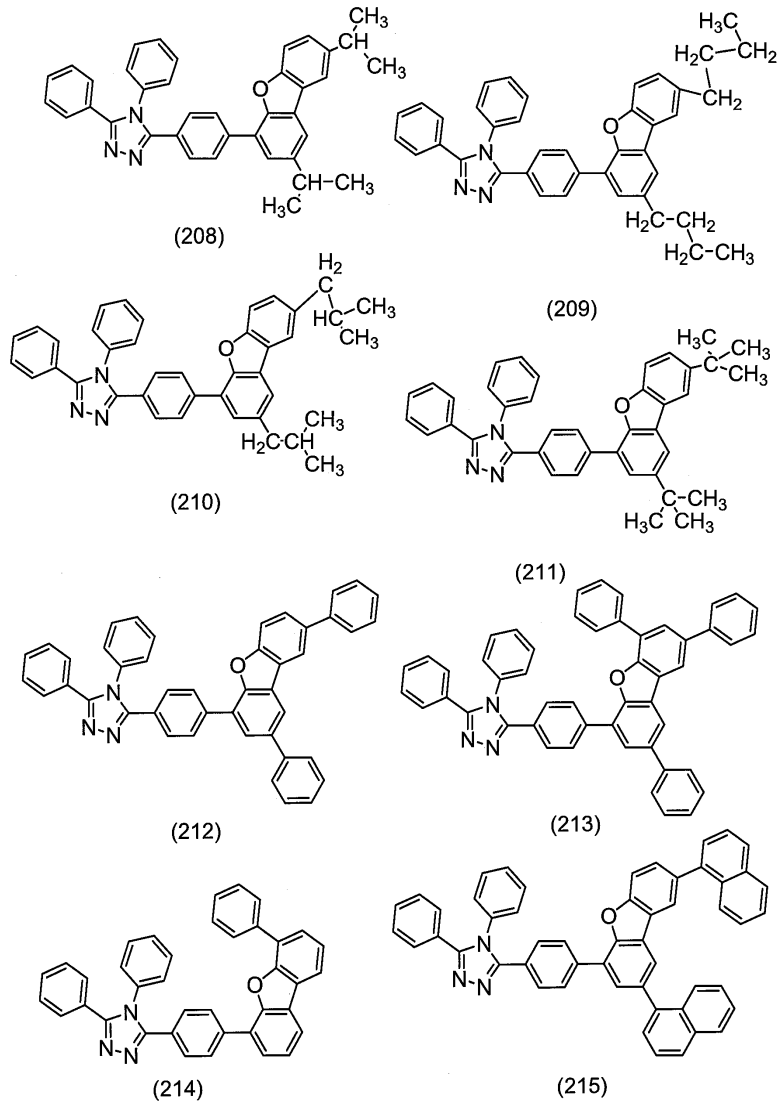


(206)

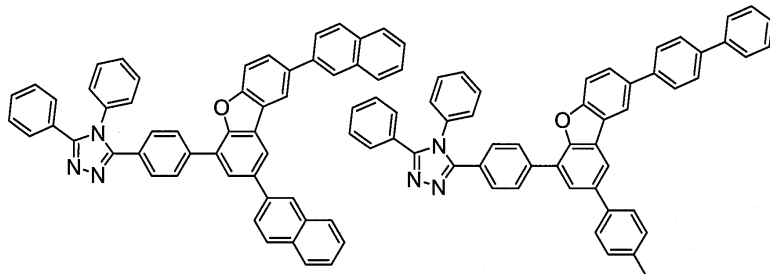


(207)

[0100]

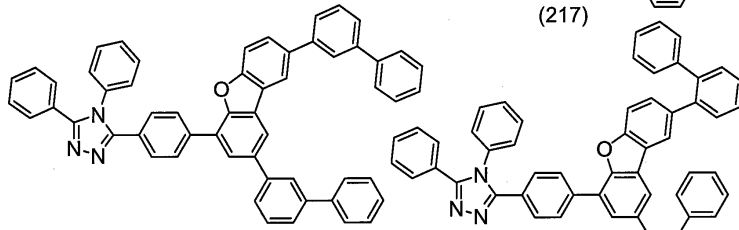


[0101]



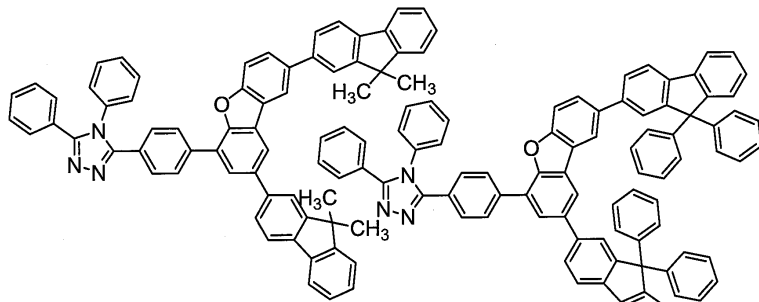
(216)

(217)



(218)

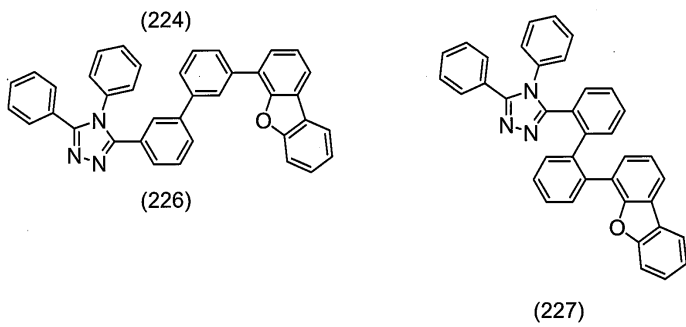
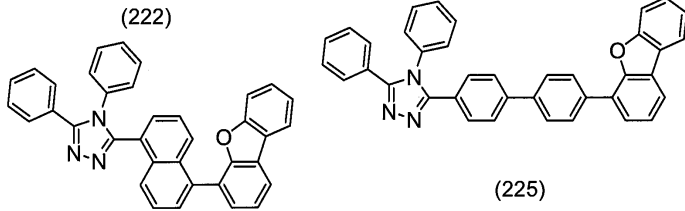
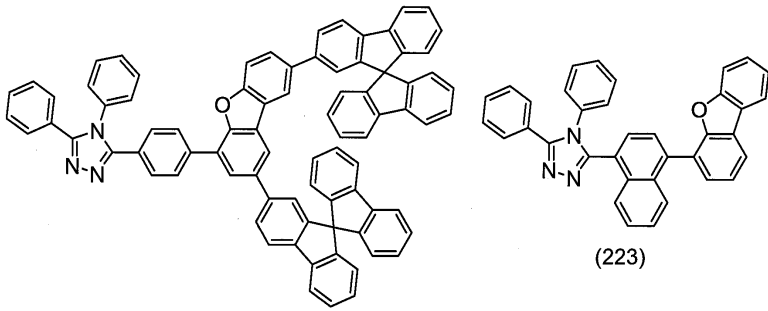
(219)



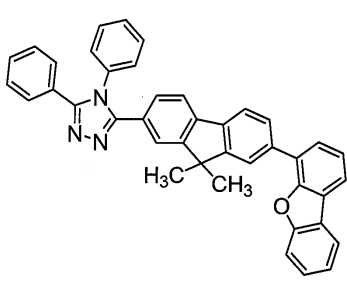
(220)

(221)

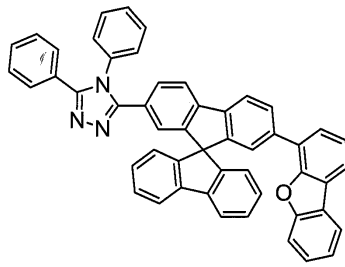
[0102]



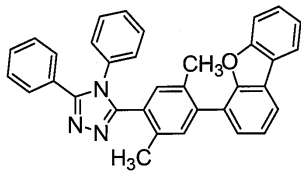
[0103]



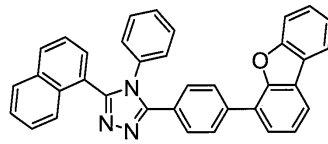
(228)



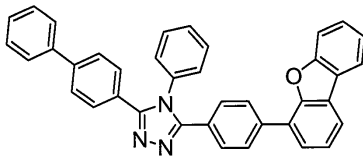
(229)



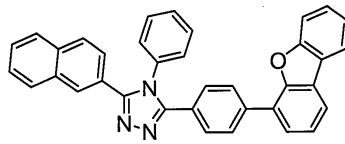
(230)



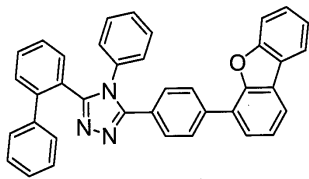
(231)



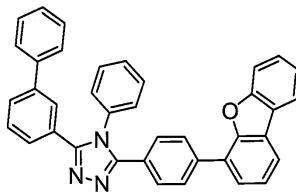
(232)



(233)

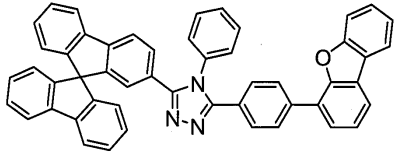


(234)

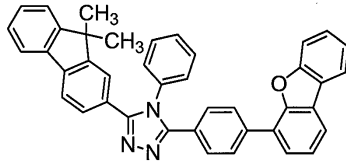


(235)

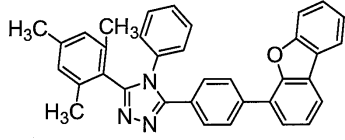
[0104]



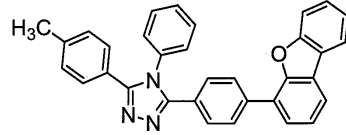
(236)



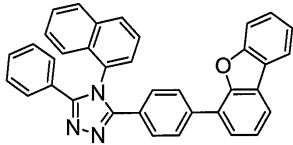
(237)



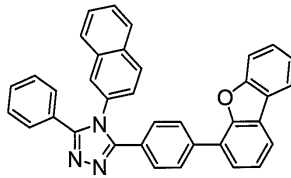
(238)



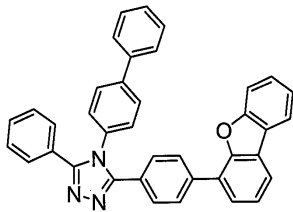
(239)



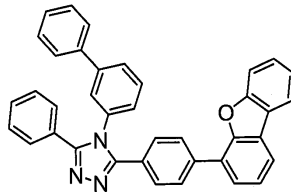
(240)



(241)

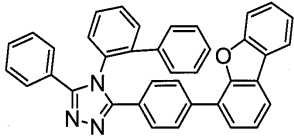


(242)

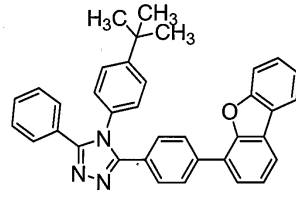


(243)

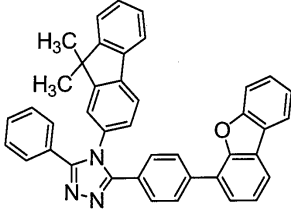
[0105]



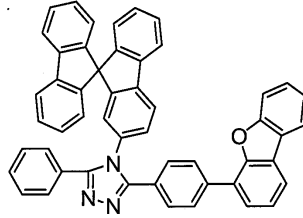
(244)



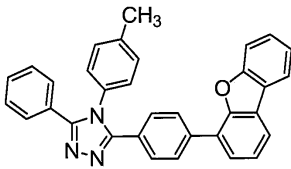
(245)



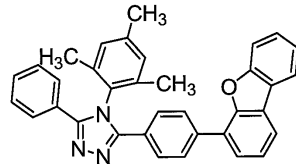
(246)



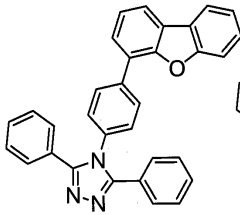
(247)



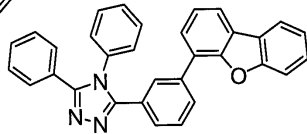
(248)



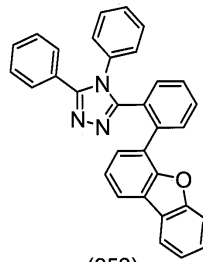
(249)



(250)

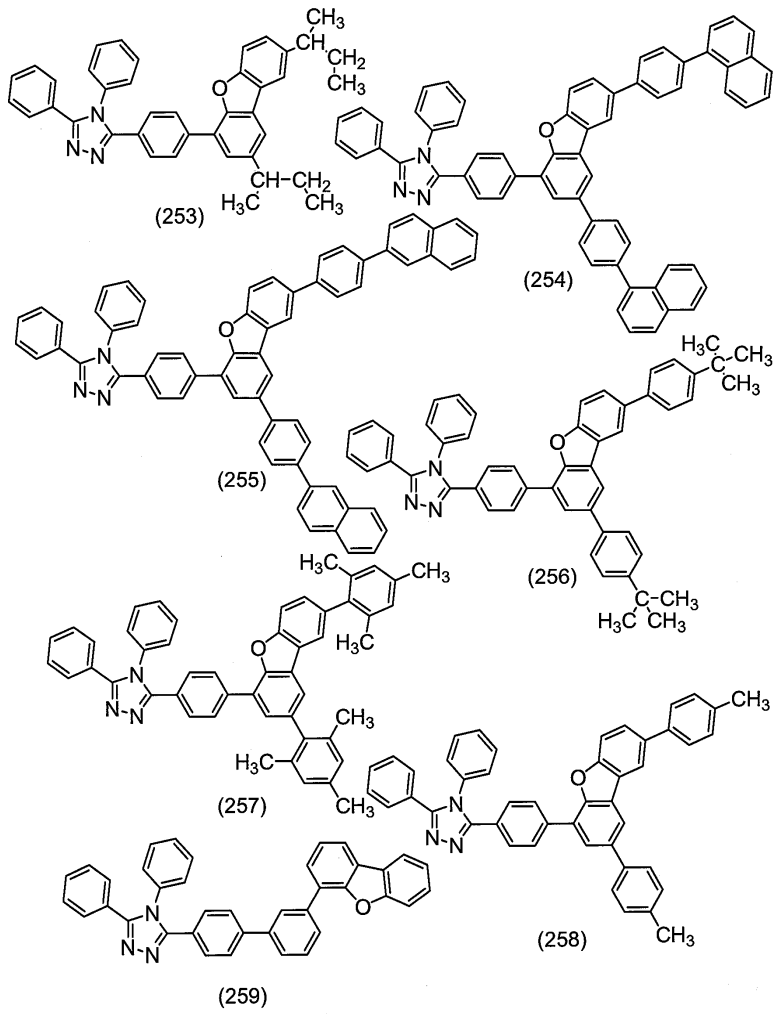


(251)

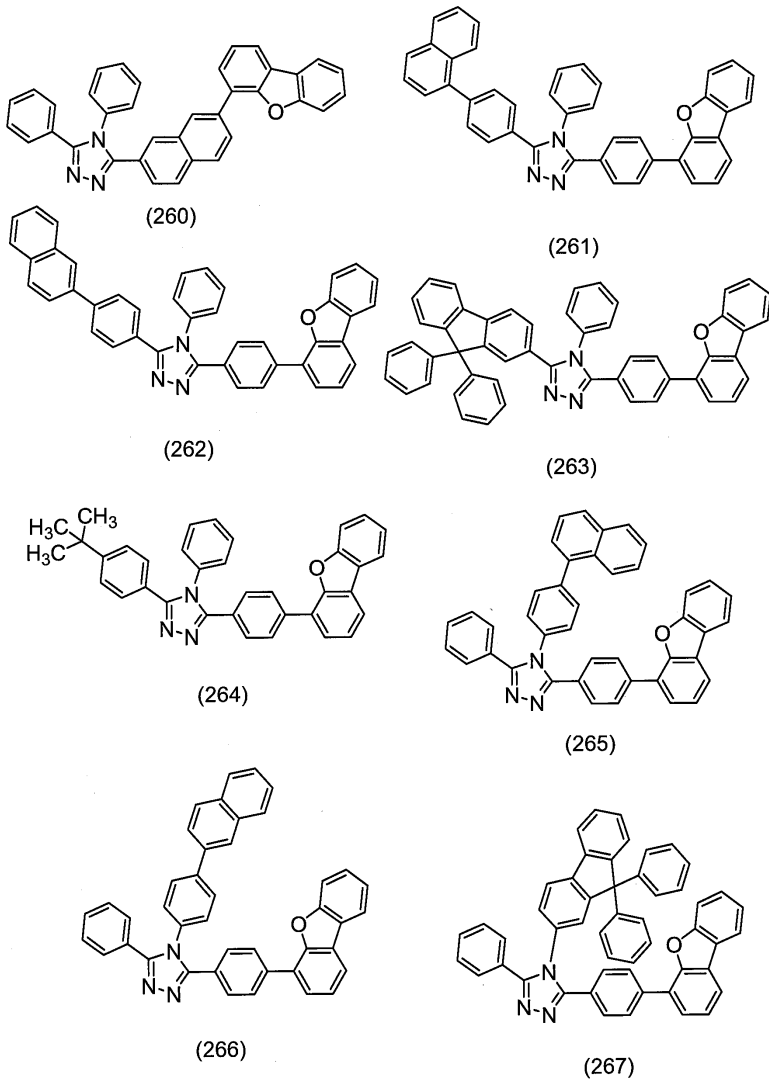


(252)

[0106]



[0107]



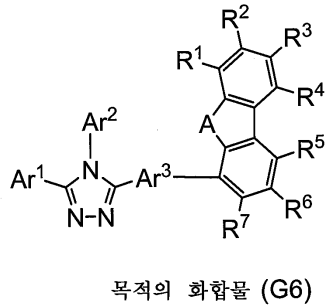
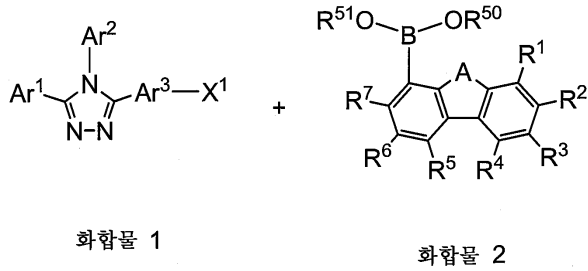
[0108]

[0109] 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체의 합성 방법에 각종 반응을 적용할 수 있다. 예를 들어, 이하에 기재하는 합성 반응을 행함으로써 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 합성할 수 있다. 이하에 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체의 일례인, 목적의 화합물(G6) 및 (G7)을 합성하는 방법에 대하여 설명한다. 또한, 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체의 합성 방법은 이하의 합성 방법에 한정되지 않는다.

[0110] <트리아졸 유도체(G6)의 합성 방법>

[0111] 우선, 반응식 A-1을 이하에 나타낸다.

[0112] 반응식 A-1



(A-1)

- [0113]
- [0114] 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체(G6)는 반응식 A-1과 같이 합성할 수 있다. 즉, 4*H*-트리아졸 유도체의 할로젠화물, 또는 트리플레이트 치환체(화합물 1)와, 디벤조푸란 유도체 또는 디벤조티오펜 유도체의 유기 붕소 화합물 또는 보론산(화합물 2)을 스즈키·미야우라 반응(Suzuki-Miyaura reaction)에 의하여 커플링시킴으로써 목적의 화합물(G6)을 얻을 수 있다.
- [0115] 반응식 A-1에서
- [0116] A는 산소 또는 황을 나타내고,
- [0117] R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기, 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,
- [0118] R⁵⁰ 및 R⁵¹은 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수가 1 내지 6인 알킬기를 나타내고,
- [0119] Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고,
- [0120] Ar³은 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타낸다.
- [0121] 반응식 A-1에서
- [0122] R⁵⁰ 및 R⁵¹은 서로 결합하여 환을 형성하여도 좋다.
- [0123] 또한, X¹은 할로젠기 또는 트리플레이트기를 나타낸다.
- [0124] 반응식 A-1에서 사용할 수 있는 팔라듐 촉매로서 초산팔라듐(II), 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0), 비스(트리페닐포스핀)팔라듐(II)디클로라이드 등을 들 수 있지만, 사용할 수 있는 팔라듐 촉매는 이들에 한정되지 않는다. 반응식 A-1에서 사용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자로서 트리(오르토-톨릴)포스핀이나, 트리페닐포스핀이나, 트리스클로헥실포스핀 등을 들 수 있다. 사용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자는 이들에 한정되지 않는다.
- [0125] 반응식 A-1에서 사용할 수 있는 염기로서 나트륨 *tert*-부톡사이드 등의 유기 염기나, 탄산칼륨, 탄산나트륨 등의 무기 염기 등을 들 수 있지만, 사용할 수 있는 염기는 이들에 한정되지 않는다.
- [0126] 반응식 A-1에서 사용할 수 있는 용매로서 톨루엔과 물의 혼합 용매, 톨루엔과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 크실렌과 물의 혼합 용매, 크실렌과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 벤젠과 물의 혼합 용매, 벤젠과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 에틸렌 글리콜 디메틸 에테르 등의 에테르류와 물의 혼합 용매 등을 들 수 있다. 다만, 사용할 수 있는 용매는 이들에 한정되지 않는다. 또한, 톨루엔과 물, 또는 톨루엔과 에탄

올과 물의 혼합 용매, 에틸렌 글리콜 디메틸 에테르 등의 에테르류와 물의 혼합 용매가 더 바람직하다.

[0127] 반응식 A-1에 나타내는 커플링 반응으로서는 화합물 2로 나타내어지는 유기 붕소 화합물 또는 보론산을 사용하는 스즈키-미야우라 반응 대신에, 유기 알루미늄이나 유기 지르코늄, 유기 아연, 유기 주석 화합물 등을 사용하는 크로스 커플링 반응을 사용하여도 좋다. 다만, 이들에 한정되지 않는다.

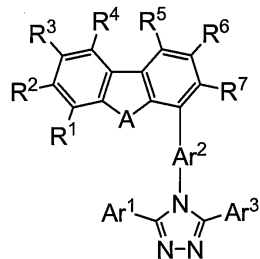
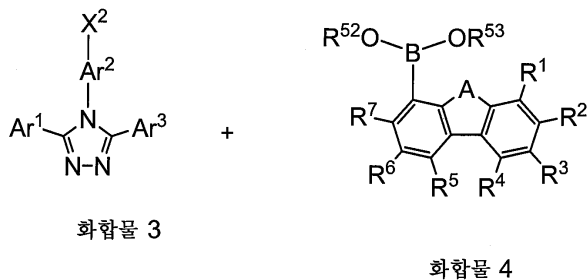
[0128] 또한, 반응식 A-1에 나타내는 스즈키·미야우라 커플링 반응에서 4*H*-트리아졸 유도체의 유기 붕소 화합물 또는 보론산과, 디벤조푸란 유도체 또는 디벤조티오펜 유도체의 할로겐화물 또는 트리플레이트 치환체를 스즈키·미야우라 반응에 의하여 커플링하여도 좋다.

[0129] 상술한 바와 같이, 본 실시형태의 트리아졸 유도체를 합성할 수 있다.

[0130] <트리아졸 유도체(G7)의 합성 방법>

[0131] 우선, 반응식 B-1을 이하에 나타낸다.

[0132] 반응식 B-1



목적의 화합물 (G7) (B-1)

[0133] 반응식 B-1로 나타내는 바와 같이, 4*H*-트리아졸 유도체의 할로겐화물 또는 트리플레이트 치환체(화합물 3)와, 디벤조푸란 유도체 또는 디벤조티오펜 유도체의 유기 붕소 화합물 또는 보론산(화합물 4)을 스즈키·미야우라 반응에 의하여 커플링시킴으로써 목적의 화합물(G7)을 얻을 수 있다.

[0135] 반응식 B-1에서 A는 산소 또는 황을 나타내고, R¹ 내지 R⁷은 각각 독립적으로 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬기 또는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다. R⁵² 및 R⁵³은 각각 독립적으로 수소, 또는 탄소수가 1 내지 6인 알킬기를 나타내고, Ar¹ 및 Ar³은 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고, Ar²는 탄소수가 6 내지 13인 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타낸다. 반응식 B-1에서 R⁵² 및 R⁵³은 서로 결합하여 환을 형성하여도 좋다. 또한, X²는 할로젠기 또는 트리플레이트기를 나타낸다.

[0136] 반응식 B-1에서 사용할 수 있는 팔라듐 촉매로서 초산팔라듐(II), 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0), 비스(트리페닐포스핀)팔라듐(II)디클로라이드 등을 들 수 있지만, 사용할 수 있는 팔라듐 촉매는 이들에 한정되지 않는다. 반응식 B-1에서 사용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자로서 트리(오르토-톨릴)포스핀이나, 트리페닐포스핀이나, 트리스클로헥실포스핀 등을 들 수 있지만, 사용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자는 이들에 한정되지 않는다.

[0137] 반응식 B-1에서 사용할 수 있는 염기로서는 나트륨 *tert*-부톡사이드 등의 유기 염기나, 탄산칼륨, 탄산나트륨

등의 무기 염기 등을 들 수 있지만, 사용할 수 있는 염기는 이들에 한정되지 않는다.

- [0138] 반응식 B-1에서 사용할 수 있는 용매로서 톨루엔과 물의 혼합 용매, 톨루엔과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 크실렌과 물의 혼합 용매, 크실렌과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 벤젠과 물의 혼합 용매, 벤젠과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 에틸렌 글리콜 디메틸 에테르 등의 에테르류와 물의 혼합 용매 등을 들 수 있다. 다만, 사용할 수 있는 용매는 이들에 한정되지 않는다. 또한, 톨루엔과 물, 또는 톨루엔과 에탄올과 물의 혼합 용매, 에틸렌 글리콜 디메틸 에테르 등의 에테르류와 물의 혼합 용매가 더 바람직하다.
- [0139] 반응식 B-1에 나타내는 커플링 반응으로서는 화합물 4로 나타내어지는 유기 붕소 화합물 또는 보론산을 사용하는 스킴키-미야우라 반응 대신에, 유기 알루미늄, 유기 지르코늄, 유기 아연, 유기 주석 화합물 등을 사용하는 크로스 커플링 반응을 사용하여도 좋다. 다만, 이들에 한정되지 않는다.
- [0140] 또한, 반응식 B-1에 나타내는 스킴키·미야우라 커플링 반응에서 4#트리아졸 유도체의 유기 붕소 화합물 또는 보론산과, 디벤조푸란 유도체 또는 디벤조티오펜 유도체의 할로겐화물 또는 트리플레이트 치환체를 스킴키·미야우라 반응에 의하여 커플링하여도 좋다.
- [0141] 상술한 방법에 의하여 본 실시형태의 트리아졸 유도체를 합성할 수 있다.
- [0142] 본 실시형태의 트리아졸 유도체는 3중항 여기 에너지가 크고, 전자 수송성과 정공 수송성을 갖는다. 따라서, 발광 소자에 사용하기 적합하다. 특히, 발광 소자의 발광층은 주입되는 전자와 정공의 밸런스가 중요하기 때문에, 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 발광층에 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체는 3중항 여기 에너지가 크기 때문에, 인광을 발광하는 물질과 함께 발광층에 사용할 수 있다. 특히, 발광 피크 파장이 400nm 이상 500nm 이하인 단파장 발광을 나타내는 인광을 발광하는 물질과 함께 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 발광층에 사용한 경우에도 높은 발광 효율을 실현할 수 있다.
- [0143] 또한, 1중항 여기 에너지(기저 상태와 1중항 여기 상태의 에너지 차이)는 3중항 여기 에너지보다 크기 때문에, 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 물질은 큰 1중항 여기 에너지도 갖는다. 따라서, 3중항 여기 에너지가 큰 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체는 형광을 발광하는 물질과 함께 발광층에 사용한 경우에도 유익하다.
- [0144] 또한, 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체는 캐리어를 수송할 수 있기 때문에 발광 소자에서 캐리어 수송층으로서 사용할 수 있다. 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체는 큰 3중항 에너지를 갖기 때문에, 발광층과 접촉되는 층에 사용하여도 발광층으로부터의 에너지 이동이 일어나기 어렵고 높은 발광 효율을 실현할 수 있다.
- [0145] (실시형태 2)
- [0146] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 EL층에 사용한 발광 소자에 대하여 도 1a 및 도 1b를 사용하여 설명한다.
- [0147] 본 실시형태의 발광 소자는 한 쌍의 전극 사이에 적어도 발광층을 갖는 EL층을 협지(挾持)하여 형성된다. EL층은 발광층 외 복수의 층을 가져도 좋다. 상기 복수의 층은 전극에서 떨어진 개소에 발광 영역이 형성되도록, 즉, 전극에서 떨어진 부위에서 캐리어가 재결합하도록, 캐리어 주입성이 높은 물질과 캐리어 수송성이 높은 물질로 이루어진 층을 조합하여 적층된 것이다. 본 명세서에서는 캐리어 주입성이 높은 물질이나 캐리어 수송성이 높은 물질로 이루어진 층을 캐리어의 주입, 캐리어의 수송 등의 기능을 갖는 기능층이라고도 부른다. 기능층으로서 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 주입층, 전자 수송층 등을 사용할 수 있다.
- [0148] 도 1a에 도시한 본 실시형태의 발광 소자에서 한 쌍의 전극(제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103)) 사이에 발광층(113)을 갖는 EL층(102)이 제공된다. EL층(102)은 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)을 갖는다. 도 1a의 발광 소자는 기판(100) 위에 제 1 전극(101)과, 제 1 전극(101) 위에 순차로 적층한 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)과, 또 그 위에 제공된 제 2 전극(103)으로 구성된다. 또한, 본 실시형태에 기재하는 발광 소자에서 제 1 전극(101)은 양극으로서 기능하고, 제 2 전극(103)은 음극으로서 기능한다.
- [0149] 기판(100)은 발광 소자의 지지체로서 사용된다. 기판(100)으로서는, 예를 들어, 유리, 석영, 또는 플라스틱 등을 사용할 수 있다. 또한, 가요성 기판을 사용하여도 좋다. 가요성 기판이란 구부릴 수 있는(플렉시블) 기판이며, 예를 들어, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르 설폰으로 이루어진 플라스틱 기판 등을 들 수 있다. 또한, 필름(폴리프로필렌, 폴리에스테르, 비닐, 폴리불화비닐, 염화 비닐 등으로 이루어짐), 무기 증착 필름 등을 사용할 수도 있다. 또한, 발광 소자의 지지체로서 기능하는 것이라면 이들 외의 것이어도 좋다.

- [0150] 제 1 전극(101)으로서 일 함수가 큰(구체적으로는 4.0eV 이상) 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 예를 들어, 산화인듐-산화주석(ITO: Indium Tin Oxide), 실리콘 또는 산화실리콘을 함유한 산화인듐-산화주석, 산화인듐-산화아연(IZO: Indium Zinc Oxide), 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐(IWZO) 등을 들 수 있다. 이들 도전성 금속 산화물막은 보통 스퍼터링법에 의하여 형성되지만, 졸-겔(sol-gel)법 등을 응용하여 형성하여도 좋다. 예를 들어, IZO막은 산화인듐에 대하여 1wt% 내지 20wt%의 산화아연을 첨가한 타깃을 사용하여 스퍼터링법으로 형성할 수 있다. 또한, IWZO막은 산화인듐에 대하여 산화텅스텐을 0.5wt% 내지 5wt%, 산화아연을 0.1wt% 내지 1wt% 함유한 타깃을 사용하여 스퍼터링법으로 형성할 수 있다. 그 외, 금, 백금, 니켈, 텅스텐, 크롬, 몰리브덴, 철, 코발트, 구리, 팔라듐, 또는 금속 재료의 질화물(예를 들어, 질화티타늄) 등을 제 1 전극(101)의 재료로서 들 수 있다.
- [0151] 다만, EL층(102) 중 제 1 전극(101)과 접촉되어 형성되는 층이 후술하는 유기 화합물과 전자 수송체(억셉터)를 혼합하여 이루어진 복합 재료를 사용하여 형성되는 경우에는, 제 1 전극(101)에 사용하는 물질은 일 함수의 대소에 관계없이 다양한 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 예를 들어, 알루미늄, 은, 알루미늄을 함유한 합금(예를 들어, Al-Si) 등을 사용할 수도 있다.
- [0152] 제 1 전극(101) 위에 형성되는 EL층(102)은 적어도 발광층(113)을 갖고, 또한, EL층(102)의 일부는 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 포함하여 형성된다. EL층(102)의 일부에 공지의 물질을 사용할 수도 있고, 저분자계 화합물 및 고분자계 화합물의 어느 쪽이든 사용할 수 있다. 또한, EL층(102)을 형성하는 물질은 유기 화합물만으로 이루어진 구성뿐만 아니라 무기 화합물을 일부에 포함하는 구성도 포함하는 것으로 한다.
- [0153] 또한, EL층(102)은 발광층(113) 외 도 1a 및 도 1b에 도시한 바와 같이 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115) 등을 적절히 조합하여 적층함으로써 형성된다.
- [0154] 정공 주입층(111)은 정공 주입성이 높은 물질을 함유한 층이다. 정공 주입성이 높은 물질로서, 예를 들어, 몰리브덴 산화물, 티타늄 산화물, 바나듐 산화물, 레늄 산화물, 루테튬 산화물, 크롬 산화물, 지르코늄 산화물, 하프늄 산화물, 탄탈 산화물, 은 산화물, 텅스텐 산화물, 망간 산화물 등의 금속 산화물을 사용할 수 있다. 또한, 프탈로시아닌(약칭: H₂Pc), 구리(II)프탈로시아닌(약칭: CuPc) 등의 프탈로시아닌계 화합물을 사용할 수 있다.
- [0155] 또한, 저분자 유기 화합물인 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-페닐카르바졸-3-일)-*N*-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[*N*-(9-페닐카르바졸-3-일)-*N*-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[*N*-(1-나프틸)-*N*-(9-페닐카르바졸-3-일)아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCN1) 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다.
- [0156] 또한, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등)을 사용할 수도 있다. 예를 들어, 폴리(*N*-비닐카르바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTIPA), 폴리[*N*-(4-{*N*'-[4-(4-디페닐아미노)페닐]페닐-*N*'-페닐아미노)페닐]메타크릴아미드](약칭: PTPDMA), 폴리[*N,N*'-비스(4-부틸페닐)-*N,N*'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 들 수 있다. 또한, 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌설포산)(PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리(스티렌설포산)(PAni/PSS) 등의 산을 첨가한 고분자 화합물을 사용할 수 있다.
- [0157] 또한, 정공 주입층(111)으로서 유기 화합물과 전자 수송체(억셉터)를 혼합하여 이루어진 복합 재료를 사용하여도 좋다. 이러한 복합 재료는 전자 수송체에 의하여 유기 화합물에 정공이 발생하기 때문에, 정공 주입성 및 정공 수송성이 우수하다. 이 경우에는, 유기 화합물은 발생한 정공을 우수하게 수송하는 재료(정공 수송성이 높은 물질)인 것이 바람직하다.
- [0158] 복합 재료에 사용하는 유기 화합물은 방향족 아민 화합물, 카르바졸 유도체, 방향족 탄화수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등) 등 다양한 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 복합 재료에 사용하는 유기 화합물은 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는, 10⁻⁶ cm²/Vs 이상의 정공 이동도를 갖는 물질인 것이 바람직하다. 다만, 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이면 이들 외의 물질을 사용하여도 좋다. 이하에 복합 재료에 사용할 수 있는 유기 화합물을 구체적으로 열거한다.
- [0159] 복합 재료에 사용할 수 있는 유기 화합물로서, 예를 들어, TDATA, MTDATA, DPAB, DNTPD, DPA3B, PCzPCA1,

PCzPCA2, PCzPCN1, 4,4'-비스[*N*-(1-나프틸)-*N*-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB 또는 α -NPD), *N,N'*-비스(3-메틸페닐)-*N,N'*-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭: TPD), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭: BPAFLP) 등의 방향족 아민 화합물이나, 4,4'-디(*N*-카르바졸릴)비페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(*N*-카르바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카르바졸(약칭: CzPA), 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카르바졸(약칭: PCzPA), 1,4-비스[4-(*N*-카르바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐벤젠 등의 카르바졸 유도체를 사용할 수 있다.

[0160] 또한, 2-*tert*-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 2-*tert*-부틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-디페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 2-*tert*-부틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭: t-BuDBA), 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPAnth), 2-*tert*-부틸안트라센(약칭: t-BuAnth), 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭: DMNA), 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]-2-*tert*-부틸안트라센, 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센 등의 방향족 탄화수소 화합물을 사용할 수 있다.

[0161] 또한, 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, 페틸렌, 2,5,8,11-테트라(*tert*-부틸)페틸렌, 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 사용할 수 있다.

[0162] 또한, 전자 수용체로서, 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오르퀴노디메탄(약칭: F₄-TCNQ), 클로라닐 등의 유기 화합물이나, 전이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한 원소 주기율표 제 4족 내지 제 8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화바나듐, 산화니오브, 산화탄탈, 산화크롬, 산화몰리브덴, 산화텅스텐, 산화망간, 산화레늄은 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 그 중에서도 특히 산화몰리브덴은 대기 중에서도 안정적이고 흡습성이 낮고 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.

[0163] 또한, 상술한 PVK, PVTPA, PTPDMA, Poly-TPD 등의 고분자 화합물과, 상술한 전자 수용체를 사용하여 복합 재료를 형성하고 정공 주입층(111)에 사용하여도 좋다.

[0164] 정공 수송층(112)은 정공 수송성이 높은 물질을 함유한 층이다. 정공 수송성이 높은 물질로서, 예를 들어, NPB, TPD, BPAFLP, 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. 여기에 기술한 물질은 주로 10⁻⁶cm²/Vs 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 다만, 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이면 이들 외의 물질을 사용하여도 좋다. 또한, 정공 수송성이 높은 물질을 함유한 층은 단층에 한정되지 않고 상기 물질로 이루어진 층이 2층 이상 적층된 것으로 하여도 좋다.

[0165] 또한, 정공 수송층(112)에 CBP, CzPA, PCzPA 등 카르바졸 유도체나 t-BuDNA, DNA, DPAnth 등 안트라센 유도체를 사용하여도 좋다.

[0166] 또한, 정공 수송층(112)에 PVK, PVTPA, PTPDMA, Poly-TPD 등 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0167] 발광층(113)은 발광 물질을 함유한 층이다. 또한, 본 실시형태에서는 실시형태 1에 기재한 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 발광층에 사용하는 경우에 대하여 설명한다. 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체는 큰 3중항 여기 에너지 및 큰 1중항 여기 에너지를 갖는다. 따라서, 발광 물질(게스트 재료)을 다른 물질(호스트 재료)에 분산시킨 구성의 발광층에서 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 호스트 재료로서 사용하는 것이 특히 바람직하다. 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 발광층(113)에 사용함으로써, 전자 수송성이 높은 발광층으로 할 수 있다. 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체에 발광 물질인 게스트 재료를 분산시킨 구성으로 함으로써, 게스트 재료로부터 발광을 얻을 수 있다.

[0168] 또한, 발광 물질(게스트 재료)을 분산시키기 위한 물질(호스트 재료)은 복수 종류 사용할 수 있다. 따라서, 발광층은 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체 외 제 2 호스트 재료를 함유하여도 좋다.

[0169] 발광 물질로서, 예를 들어, 형광을 발광하는 형광성 화합물이나 인광을 발광하는 인광성 화합물을 사용할 수 있다.

[0170] 형광성 화합물을 사용하는 경우에는, 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체보다 1중항 여기 에너지가 작은 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체는 큰 1중항 여기 에너지를 갖기 때문에,

발광층(113)에 사용하는 형광성 화합물의 선택의 범위가 넓다.

[0171] 발광층(113)에 사용할 수 있는 형광성 화합물로서, 예를 들어, 청색계 발광 재료로서, *N,N'*-비스[4-(9*H*-카르바졸-9-일)페닐]-*N,N'*-디페닐스티렌-4,4'-디아민(약칭: YGA2S), 4-(9*H*-카르바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9*H*-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBAPA)을 들 수 있다. 또한 녹색계 발광 재료로서, *N*-(9,10-디페닐-2-안트릴)-*N*,9-디페닐-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), *N*-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-*N*,9-디페닐-9*H*-카르바졸-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: 2DPABPhA), *N*-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-*N*-[4-(9*H*-카르바졸-9-일)페닐]-*N*-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), *N,N',N'*-트리페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA) 등을 들 수 있다. 또한, 황색계 발광 재료로서, 루브렌, 5,12-비스(1,1'-비페닐-4-일)-6,11-디페닐테트라센(약칭: BPT) 등을 들 수 있다. 또한, 적색계 발광 재료로서 *N,N,N',N'*-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-디아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-디페닐-*N,N,N',N'*-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2- α]플루오란텐-3,10-디아민(약칭: p-mPhAFD) 등을 들 수 있다.

[0172] 인광성 화합물을 사용하는 경우에는, 실시형태 1에 기재한 트리아졸 유도체보다 3중항 여기 에너지가 작은 물질을 이용하는 것이 바람직하다. 실시형태 1에 기재한 트리아졸 유도체는 3중항 여기 에너지가 크기 때문에, 발광층(113)에 사용하는 인광성 화합물의 선택의 범위가 넓다. 특히, 발광 피크 파장이 400nm 이상 500nm 이하인 단파장의 발광(청색계 발광)을 나타내는 인광성 화합물과 함께 실시형태 1에 기재한 트리아졸 유도체를 발광층(113)에 사용한 경우에도 높은 발광 효율을 실현할 수 있다.

[0173] 또한, 발광층(113)에 사용할 수 있는 인광성 화합물로서, 예를 들어, 청색계 발광 재료로서, 비스[2-(4',6'-디플루오르페닐)피리디나토-*N,C*^{2'}]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-디플루오르페닐)피리디나토-*N,C*^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpic), 비스{2-[3',5'-비스(트리플루오르메틸)페닐]피리디나토-*N,C*^{2'}}이리듐(III)피콜리네이트(약칭: Ir(CF₃ppy)₂(pic)), 비스[2-(4',6'-디플루오르페닐)피리디나토-*N,C*^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIr(acac)) 등을 들 수 있다. 또한, 녹색계 발광 재료로서, 트리스(2-페닐피리디나토-*N,C*^{2'})이리듐(III)(Ir(ppy)₃), 비스(2-페닐피리디나토-*N,C*^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(Ir(ppy)₂(acac)), 비스(1,2-디페닐-1*H*-벤즈이미다졸라토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(Ir(pbi)₂(acac)), 비스(벤조[*h*]퀴놀리나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(Ir(bzq)₂(acac)), 트리스(벤조[*h*]퀴놀리나토)이리듐(III)(약칭: Ir(bzq)₃) 등을 들 수 있다. 또한, 황색계 발광 재료로서, 비스(2,4-디페닐-1,3-옥사졸라토-*N,C*^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(dpo)₂(acac)), 비스[2-(4'-피플루오르페닐페닐)피리디나토]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(p-PF-ph)₂(acac)), 비스(2-페닐벤조티아졸라토-*N,C*^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bt)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오르페닐)-5-메틸피라지나토]이리듐(III)(약칭: Ir(Fdppr-Me)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스{2-(4-메톡시페닐)-3,5-디메틸피라지나토}이리듐(III)(약칭: Ir(dmmoppr)₂(acac)) 등을 들 수 있다. 또한, 주황색계 발광 재료로서, 트리스(2-페닐퀴놀리나토-*N,C*^{2'})이리듐(III)(약칭: Ir(pq)₃), 비스(2-페닐퀴놀리나토-*N,C*^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(pq)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스(3,5-디메틸-2-페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(mppr-Me)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스(5-이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(mppr-iPr)₂(acac)) 등을 들 수 있다. 또한, 적색계 발광 재료로서, 비스[2-(2'-벤조[4,5- α -티에닐)피리디나토-*N,C*^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(ftp)₂(acac)), 비스(1-페닐이소퀴놀리나토-*N,C*^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(piq)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오르페닐)퀴놀살리나토]이리듐(III)(약칭: Ir(Fdpq)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스(2,3,5-트리페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)₂(acac)), (디피마로일메타나토)비스(2,3,5-트리페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)₂(dpm)), 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21*H*,23*H*-포르핀백금(II)(약칭: PtOEP) 등 유기 금속 착체를 들 수 있다. 또한,

트리스(아세틸아세토나토)(모노페난트롤린)테르븀(III)(약칭: Tb(acac)₃(Phen)), 트리스(1,3-디페닐-1,3-프로판 디오나토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(DBM)₃(Phen)), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트리플루오르아세토 나토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(TTA)₃(Phen)) 등 희토류 금속 착체는 희토류 금속 이온으로부터의 발광(다른 다중도 간의 전자 전이)을 나타내기 때문에, 인광성 화합물로서 사용할 수 있다.

[0174] 또한, 발광 물질로서 고분자 화합물을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 청색계 발광 재료로서, 폴리(9,9-디옥틸 플루오렌-2,7-디일)(약칭: PFO), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-*co*-(2,5-디메톡시벤젠-1,4-디일)](약칭: PF-DMOP), 폴리{(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-*co*-[N,N'-디-(*p*-부틸페닐)-1,4-디아미노벤젠]}(약칭: TAB-PFH) 등을 들 수 있다. 또한, 녹색계 발광 재료로서, 폴리(*p*-페닐렌비닐렌)(약칭: PPV), 폴리[(9,9-디헥실플루오렌-2,7-디일)-*alt-co*-(벤조[2,1,3]티아디아졸-4,7-디일)](약칭: PFBT), 폴리[(9,9-디옥틸-2,7-디비닐렌플루오레닐 렌)-*alt-co*-(2-메톡시-5-(2-에틸헥시록시)-1,4-페닐렌)] 등을 들 수 있다. 또한, 주황색 내지 적색계 발광 재 료로서, 폴리[2-메톡시-5-(2'-에틸헥속시)-1,4-페닐렌비닐렌](약칭: MEH-PPV), 폴리(3-부틸티오펜-2,5-디일)(약 칭: R4-PAT), 폴리{[9,9-디헥실-2,7-비스(1-시아노비닐렌)플루오레닐렌]-*alt-co*-[2,5-비스(N,N'-디페닐아미 노)-1,4-페닐렌]}, 폴리{[2-메톡시-5-(2-에틸헥시록시)-1,4-비스(1-시아노비닐렌페닐렌)-*alt-co*-[2,5-비스 (N,N'-디페닐아미노)-1,4-페닐렌]}(약칭: CN-PPV-DPD) 등을 들 수 있다.

[0175] 전자 수송층(114)은 전자 수송성이 높은 물질을 함유한 층이다. 실시형태 1에 기재한 본 발명의 일 형태인 트 리아졸 유도체는 전자 수송성이 우수하기 때문에, 전자 수송층(114)으로서 적합하게 사용할 수 있다. 또한, 전 자 수송층(114)에 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 사용하는 경우에는, 발광층의 호스트 재료는 본 발명 의 일 형태인 트리아졸 유도체에 한정되지 않고, 다른 재료를 사용하여도 좋다.

[0176] 전자 수송성이 높은 물질로서, 예를 들어, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀 리놀라토)알루미늄(약칭: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸- 8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(약칭: BA1q) 등 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체 등을 들 수 있다. 또한, 이 외, 비스[2-(2-하이드록시페닐)-벤조옥사졸라토]아연(약칭: Zn(BOX)₂), 비스[2-(2- 하이드록시페닐)벤조티아졸라토]아연(약칭: Zn(BTZ)₂) 등 옥사졸계 또는 티아졸계 배위자를 갖는 금속 착체 등 도 사용할 수 있다. 또한, 금속 착체 외에도 2-(4-비페닐릴)-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD)이나, 1,3-비스[5-(*p-tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4-비페닐릴)-4-페닐- 5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP) 등 도 사용할 수 있다. 여기에 기술한 물질은 주로 10⁻⁶ cm²/Vs 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 전자 수송층은 단층뿐만 아니라 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 것으로 하여도 좋다.

[0177] 전자 주입층(115)은 전자 주입성이 높은 물질을 함유한 층이다. 전자 주입층(115)에는 리튬, 세슘, 칼슘, 불화 리튬, 불화세슘, 불화칼슘, 리튬 산화물 등 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 불화에르븀 등 희토류 금속 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 전술한 전자 수송층(114)을 구성하는 물질 을 사용할 수도 있다.

[0178] 또는, 전자 주입층(115)에 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합하여 이루어진 복합 재료를 사용하여도 좋다. 이와 같은 복합 재료는 전자 공여체에 의하여 유기 화합물에 전자가 발생되기 때문에 전자 주입성 및 전 자 수송성이 우수하다. 이 경우에는, 유기 화합물로서는 발생한 전자를 우수하게 수송하는 재료인 것이 바람직 하고, 구체적으로는, 예를 들어, 전술한 전자 수송층(114)을 구성하는 물질(금속 착체나 복소 방향족 화합물 등)을 사용할 수 있다. 전자 공여체는 유기 화합물에 대하여 전자 공여성을 나타내는 물질이면 좋다. 구체적 으로는, 알칼리 금속이나 알칼리 토금속이나 희토류 금속이 바람직하고, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 에르븀, 이테르븀 등을 들 수 있다. 또한, 알칼리 금속 산화물이나 알칼리 토금속 산화물이 바람직하고, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또한, 산화마그네슘 등 루이스 염기를 사용할 수도 있다. 또한, 산화마그네슘과 같은 루이스 염기를 사용할 수도 있다. 또한, 테트라티아폴발렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물 을 사용할 수도 있다.

[0179] 또한, 상술한 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)은 각각 증착법(진공 증착법을 포함함), 잉크젯법, 도포법 등의 방법으로 형성할 수 있다.

[0180] 제 2 전극(103)은 제 2 전극(103)이 음극으로서 기능할 때 일 함수가 작은(바람직하게는, 3.8eV 이하) 금속, 합 금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용하여 형성하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 원소 주기율표

의 제 1 족 또는 제 2 족에 속하는 원소, 즉, 리튬이나 세슘 등 알칼리 금속, 및 마그네슘, 칼슘, 스트론튬 등 알칼리 토금속, 및 이들을 포함하는 합금(예를 들어, Mg-Ag, Al-Li), यू로퓼, 이테르븀 등 희토류 금속 및 이들을 포함하는 합금 외 알루미늄이나 은 등을 사용할 수 있다.

- [0181] 다만, EL층(102) 중, 제 2 전극(103)과 접촉되어 형성되는 층이 상술한 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합하여 이루어지는 복합 재료를 사용하는 경우에는, 일 함수의 대소에 상관없이 알루미늄, 은, IT0, 실리콘, 또는 산화실리콘을 함유한 산화인듐-산화주석 등 다양한 도전성 재료를 사용할 수 있다.
- [0182] 또한, 제 2 전극(103)을 형성하는 경우에는, 진공 증착법이나 스퍼터링법을 사용할 수 있다. 또한 은 페이스트 등을 사용할 경우에는, 도포법이나 잉크젯법 등을 사용할 수 있다.
- [0183] 상술한 발광 소자는 제 1 전극(101)과 제 2 전극(103) 사이에 생긴 전위차에 기인하여 전류가 흘러, EL층(102)에서 정공과 전자가 재결합함으로써 발광한다. 그리고, 이 발광은 제 1 전극(101) 또는 제 2 전극(103)의 어느 한쪽 또는 양쪽 모두를 통과하여 외부로 추출된다. 따라서, 제 1 전극(101) 또는 제 2 전극(103)의 어느 한쪽 또는 양쪽 모두가 가시광에 대한 투광성을 갖는 전극이다.
- [0184] 또한, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(103) 사이에 제공되는 층의 구성은 상술한 구성에 한정되지 않는다. 발광 영역과 금속이 근접함으로써 생기는 소광을 방지하기 위하여 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103)에서 떨어진 부위에 정공과 전자가 재결합하는 발광 영역을 제공한 구성이면 상기 외의 구성이라도 좋다.
- [0185] 즉, 층의 적층 구조는 특별히 한정되지 않고, 전자 수송성이 높은 물질, 정공 수송성이 높은 물질, 전자 주입성이 높은 물질, 정공 주입성이 높은 물질, 바이폴러성(전자 수송성 및 정공 수송성이 높은 물질)의 물질, 또는 정공 블록 재료 등으로 이루어진 층을 실시형태 1에 기재한 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 호스트 재료로서 포함하는 발광층과 자유로이 조합하여 구성하면 좋다.
- [0186] 도 1b에 도시하는 발광 소자는 기관(100) 위에서 한 쌍의 전극(제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103)) 사이에 EL층(102)이 제공된다. EL층(102)은 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)을 갖는다. 도 1b의 발광 소자는 기관(100) 위에 음극으로서 기능하는 제 2 전극(103)과, 제 2 전극(103) 위에 순차로 적층한 전자 주입층(115), 전자 수송층(114), 발광층(113), 정공 수송층(112), 정공 주입층(111)과, 그 위에 더 제공된 양극으로서 기능하는 제 1 전극(101)으로 구성된다.
- [0187] 구체적인 발광 소자의 형성 방법을 이하에 기재한다.
- [0188] 본 실시형태의 발광 소자는 한 쌍의 전극 사이에 EL층이 협지된 구조를 갖는다. EL층은 적어도 발광층을 갖고, 발광층은 실시형태 1에 기재한 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 호스트 재료로서 사용하여 형성된다. 또한, EL층에는 발광층 외 기능층(정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층 등)을 포함하여도 좋다. 전극(제 1 전극 및 제 2 전극), 발광층, 및 기능층은 액적 토출법(잉크젯법), 스핀 코트법, 인쇄법 등 습식법을 사용하여 형성하여도 좋고, 진공 증착법, CVD법, 스퍼터링법 등 건식법을 사용하여 형성하여도 좋다. 습식법을 사용하면 대기압하에서 형성할 수 있으므로 간단한 장치 및 공정으로 형성할 수 있기 때문에 공정이 간략화되고 생산성이 향상되는 효과가 있다. 한편, 건식법은 재료를 용해시킬 필요가 없기 때문에 용액에 대하여 용해되기 어려운 재료도 사용할 수 있어 재료의 선택의 범위가 넓다.
- [0189] 발광 소자를 구성하는 모든 박막의 형성을 습식법으로 행하여도 좋다. 이 경우에는, 습식법에 필요한 설비만 사용하여 발광 소자를 제작할 수 있다. 또한, 발광층을 형성할 때까지의 적층을 습식법으로 형성하고, 발광층 위에 적층되는 기능층이나 제 1 전극 등을 건식법으로 형성하여도 좋다. 또한, 발광층을 형성하기 전의 제 2 전극이나 기능층을 건식법으로 형성하고, 발광층 및 발광층 위에 적층되는 기능층이나 제 1 전극을 습식법으로 형성하여도 좋다. 물론, 본 실시형태는 이것에 한정되지 않고, 사용하는 재료나 필요한 막 두께, 계면 상태에 따라 습식법과 건식법을 적절히 선택하고 조합하여 발광 소자를 제작할 수 있다.
- [0190] 본 실시형태에서는 유리, 플라스틱 등으로 이루어지는 기관 위에 발광 소자를 제작한다. 하나의 기관 위에 복수의 이러한 발광 소자를 제작함으로써, 패시브 매트릭스형(passive matrix) 발광 장치를 제작할 수 있다. 또한, 유리, 플라스틱 등으로 이루어지는 기관 위에, 예를 들어, 박막 트랜지스터(TFT)를 형성하고, TFT와 전기적으로 접속된 전극 위에 발광 소자를 제작하여도 좋다. 이로써, TFT에 의하여 발광 소자의 구동을 제어하는 액티브 매트릭스형(active matrix) 발광 장치를 제작할 수 있다. 또한, TFT의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 스테거형(staggered) TFT라도 좋고, 역스테거형(inverted staggered) TFT라도 좋다. 또한, TFT에 사용하는 반도체의 결정성도 특별히 한정되지 않고, 비정질 반도체를 사용하여도 좋고, 결정성 반도체를 사용하여도 좋다. 또한, TFT 기관에 형성되는 구동용 회로도 n형 TFT 및 p형 TFT로 이루어진 것이라도 좋고, 또는 n형 TFT 또는 p

형 TFT의 한쪽만으로 이루어진 것이라도 좋다.

- [0191] 실시형태 1에 기재한 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체는 3중항 여기 에너지가 크고, 전자 수송성과 정공 수송성을 갖는다. 따라서, 실시형태 1에 기재한 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체를 발광 소자에 사용함으로써 발광 효율이 높은 발광 소자를 얻을 수 있다. 또한, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 얻을 수 있다.
- [0192] 또한, 상술한 바와 같이 얻어진 본 발명의 일 형태인 발광 소자를 사용한 발광 장치(화상 표시 디바이스)는 소비 전력을 저감할 수 있다.
- [0193] 또한, 본 실시형태에서 기재한 발광 소자를 사용하여, 패시브 매트릭스형 발광 장치나, 박막 트랜지스터(TFT)에 의하여 발광 소자의 구동이 제어된 액티브 매트릭스형 발광 장치를 제작할 수 있다.
- [0194] 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0195] (실시형태 3)
- [0196] 본 실시형태에서는 복수의 발광 유닛을 적층한 구성의 발광 소자(이하, 적층형 소자라고 함)의 형태에 대하여도 2a 및 도 2b를 참조하여 설명한다. 이 발광 소자는 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 복수의 발광 유닛을 갖는 발광 소자다.
- [0197] 도 2a에서 제 1 전극(301)과 제 2 전극(303) 사이에 제 1 발광 유닛(311)과 제 2 발광 유닛(312)이 적층된다. 본 실시형태에서 제 1 전극(301)은 양극으로서 기능하는 전극이고, 제 2 전극(303)은 음극으로서 기능하는 전극이다. 제 1 전극(301)과 제 2 전극(303)은 실시형태 2와 같은 것을 적용할 수 있다. 또한, 제 1 발광 유닛(311)과 제 2 발광 유닛(312)은 구성이 같아도 좋고 달라도 좋다. 또한, 제 1 발광 유닛(311)과 제 2 발광 유닛(312)의 구성은 실시형태 2의 EL층과 같은 구성이 적용되어도 좋고, 어느 쪽이 다른 구성이 적용되어도 좋다.
- [0198] 또한, 제 1 발광 유닛(311)과 제 2 발광 유닛(312) 사이에는 전하 발생층(313)이 형성된다. 전하 발생층(313)은 제 1 전극(301)과 제 2 전극(303)에 전압을 인가하였을 때 한쪽의 발광 유닛에 전자를 주입하고, 다른 쪽의 발광 유닛에 정공을 주입하는 기능을 갖는다. 본 실시형태의 경우에는, 제 2 전극(303)보다 전위가 높게 되도록 제 1 전극(301)에 전압을 인가하면, 전하 발생층(313)으로부터 제 1 발광 유닛(311)에 전자가 주입되고, 제 2 발광 유닛(312)에 정공이 주입된다.
- [0199] 또한, 전하 발생층(313)은 광 추출 효율의 관점에서 가시광에 대한 투광성을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 전하 발생층(313)은 제 1 전극(301)이나 제 2 전극(303)보다 낮은 도전율을 가져도 기능한다.
- [0200] 전하 발생층(313)은 정공 수송성이 높은 유기 화합물과 전자 수용체(억셉터)를 포함하는 구성이라도 좋고 전자 수송성이 높은 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 포함하는 구성이라도 좋다. 또한, 양쪽 구성이 적층되어도 좋다.
- [0201] 정공 수송성이 높은 유기 화합물과 전자 수용체를 포함하는 구성으로 하는 경우에, 정공 수송성이 높은 유기 화합물로서, 예를 들어, NPB, TPD, TDATA, MTDATA, 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-N'-페닐아미노]비페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다. 여기서 기술한 물질은 주로 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 다만, 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 유기 화합물이면, 상기한 물질 외의 물질을 사용하여도 좋다.
- [0202] 또한, 전자 수용체로서, 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오르퀴노디메탄(약칭: F₄-TCNQ), 클로라닐 등을 들 수 있다. 또한, 전이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한, 원소 주기율표의 제 4족 내지 제 8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화바나듐, 산화니오브, 산화탄탈, 산화크롬, 산화몰리브덴, 산화텅스텐, 산화망간, 산화레늄은 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 그 중에서도 특히 산화몰리브덴은 대기 중에서도 안정적이고 흡습성이 낮고 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.
- [0203] 한편, 전자 수송성이 높은 유기 화합물과 전자 공여체를 포함하는 구성으로 하는 경우에, 전자 수송성이 높은 유기 화합물로서, 예를 들어, Alq, Almq₃, BeBq₂, BA1q 등 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체 등을 사용할 수 있다. 또한, Zn(BOX)₂, Zn(BTZ)₂ 등의 옥사졸계, 티아졸계 배위자를 갖는 금속 착체 등도 사용할 수 있다. 또한, 금속 착체 외에도 PBD나 OXD-7, TAZ, BPhen, BCP 등도 사용할 수 있다. 여기에 기재한 물질은 주로 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 유기 화합물이면, 상기한 것 물질 외의 물질을 사용하여도 상관없다.

- [0204] 또한, 전자 공여체로서 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 원소 주기율표에서의 제 13 족에 속하는 금속 및 그 산화물, 탄산염 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 이테르븀, 인듐, 산화리튬, 탄산세슘 등을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 테트라티아나프타센 등 유기 화합물을 전자 공여체로서 사용하여도 좋다.
- [0205] 또한, 상술한 재료를 사용하여 전하 발생층(313)을 형성함으로써 EL층이 적층된 경우에 구동 전압이 상승하는 것을 억제할 수 있다.
- [0206] 본 실시형태에서는 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에 대하여 설명하지만, 마찬가지로, 도 2b에 도시한 바와 같이, 3개 이상의 발광 유닛을 적층한 발광 소자에도 적용할 수 있다. 예를 들어, n(n은 2 이상의 자연수)층의 적층 구조를 갖는 경우에는, m(m은 자연수, m은 1 이상 (n-1) 이하)번째의 발광 유닛과 (m+1)번째의 발광 유닛 사이에 각각 전하 발생층(313)이 끼워진 구조를 갖는다. 본 실시형태에 따른 발광 소자와 같이 한 쌍의 전극 사이에 복수의 발광 유닛을 전하 발생층으로 구획하여 배치함으로써 전류 밀도를 낮게 유지한 채 고휘도로 발광하는 장수명 소자를 실현할 수 있다.
- [0207] 또한, 각각의 발광 유닛의 발광색을 상이하게 함으로써, 발광 소자 전체로부터 원하는 색깔의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어, 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에서 제 1 발광 유닛의 발광색과 제 2 발광 유닛의 발광색을 보색(補色) 관계가 되도록 함으로써, 발광 소자 전체로부터 백색 발광하는 발광 소자를 얻을 수도 있다. 또한, "보색"이란 혼합하면 무채색이 되는 색들의 관계를 의미한다. 즉, 보색 관계인 색깔을 발광하는 물질로부터 얻어진 광을 혼합하면, 백색 발광을 얻을 수 있다. 또한, 3개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자의 경우에도 마찬가지로, 예를 들어, 제 1 발광 유닛의 발광색이 적색이고, 제 2 발광 유닛의 발광색이 녹색이고, 제 3 발광 유닛의 발광색이 청색인 경우에는, 발광 소자 전체로부터 백색 발광을 얻을 수 있다.
- [0208] 또한, 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.
- [0209] (실시형태 4)
- [0210] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태인, 발광 소자를 갖는 발광 장치에 대하여 도 3a 및 도 3b를 사용하여 설명한다. 또한, 도 3a는 발광 장치를 도시하는 상면도이고, 도 3b는 도 3a를 선A-B 및 선C-D에서 절단한 단면도다.
- [0211] 도 3a에서 점선으로 도시된 부호 401은 구동 회로부(소스측 구동 회로), 부호 402는 화소부, 부호 403은 구동 회로부(게이트측 구동 회로)다. 또한, 부호 404는 밀봉 기관, 부호 405는 절재이고, 절재(405)로 둘러싸인 내측은 공간(407)이다.
- [0212] 또한, 리드 배선(lead wiring)(408)은 소스측 구동 회로(401) 및 게이트측 구동 회로(403)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이고, 외부 입력 단자가 되는 FPC(409)로부터 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등을 받는다. 또한, 여기서는 FPC밖에 도시되지 않지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기관(PWB)이 부착되어도 좋다. 본 명세서의 발광 장치는 발광 장치 본체뿐만 아니라 FPC 또는 PWB가 부착된 상태도 포함하는 것으로 한다.
- [0213] 다음에, 단면 구조에 대하여 도 3b를 참조하여 설명한다. 소자 기관(410) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되지만, 여기서는 구동 회로부인 소스측 구동 회로(401)와, 화소부(402) 중의 하나의 화소가 도시된다.
- [0214] 또한, 소스측 구동 회로(401)는 n채널형 TFT(423)와 p채널형 TFT(424)를 조합한 CMOS 회로가 형성된다. 또한, 구동 회로는 TFT로 형성되는 각종 CMOS 회로, PMOS 회로 또는 NMOS 회로로 형성하여도 좋다. 또한, 본 실시형태에서는 기관 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형을 기재하지만, 반드시 그럴 필요는 없고, 구동 회로를 기관 위가 아니라 외부에 형성할 수도 있다.
- [0215] 또한, 화소부(402)는 스위칭용 TFT(411)와, 전류 제어용 TFT(412)와, 전류 제어용 TFT(412)의 드레인(drain)에 전기적으로 접속된 제 1 전극(413)을 포함하는 복수의 화소에 의해 형성된다. 또한, 제 1 전극(413)의 단부를 덮도록 절연물(414)이 형성된다. 여기서, 절연물(414)은 포지티브형 감광성 아크릴 수지막을 사용하여 형성한다.
- [0216] 또한, 양호한 피복성을 얻기 위하여 절연물(414)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들어, 절연물(414)의 재료로서 포지티브형 감광성 아크릴 수지를 사용한 경우에는, 절연물(414)의 상단부에만 곡률 반경(0.2 μ m 내지 3 μ m)을 갖는 곡면을 갖게 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(414)로서 광의 조사에 의하여 에칭트(etchant)에 불용해성이 되는 네거티브형, 또는 광의 조사에 의하여 에칭트에 용해성이 되는

포지티브형의 어느 쪽이나 사용할 수 있다.

- [0217] 제 1 전극(413) 위에 발광층(416) 및 제 2 전극(417)이 각각 형성된다. 여기서, 양극으로서 기능하는 제 1 전극(413)에 사용하는 재료로서 일 함수가 큰 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, ITO막, 실리콘을 함유한 인듐주석산화물막, 2wt% 내지 20wt%의 산화아연을 함유한 산화인듐막, 질화티타늄막, 크롬막, 텅스텐막, Zn막, Pt막 등의 단층막 외 질화티타늄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막의 적층, 질화티타늄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화티타늄막의 3층 구조 등을 사용할 수 있다. 또한, 적층 구조의 경우에는, 배선의 저항이 낮고 양호한 오믹 접촉(ohmic contact)을 얻을 수 있다.
- [0218] 또한, 발광층(416)은 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법 등의 액적도출법, 인쇄법, 스펀코트법 등 다양한 방법으로 형성된다. 발광층(416)은 실시형태 1에 기재한 트리아졸 유도체를 포함한다. 또한, 발광층(416)을 구성하는 다른 재료로서는 저분자 재료, 올리고머, 덴드리머, 또는 고분자 재료라도 좋다.
- [0219] 또한, 발광층(416) 위에 형성되고 음극으로서 기능하는 제 2 전극(417)에 사용하는 재료로서 일 함수가 작은 재료(Al, Mg, Li, Ca, 또는 이들의 합금이나 화합물, Mg-Ag, Mg-In, Al-Li, LiF, CaF₂ 등)를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 발광층(416)에서 생긴 광이 제 2 전극(417)을 투과하는 경우에는, 제 2 전극(417)으로서 막 두께를 얇게 한 금속 박막과, 투명 도전막(ITO, 2wt% 내지 20wt%의 산화아연을 함유한 산화인듐, 실리콘 또는 산화실리콘을 함유한 산화인듐-산화주석, 산화아연(ZnO) 등)의 적층을 사용하는 것이 좋다.
- [0220] 또한, 절재(405)로 밀봉 기판(404)을 소자 기판(410)과 접합함으로써, 소자 기판(410), 밀봉 기판(404), 및 절재(405)로 둘러싸인 공간(407)에 발광 소자(418)가 구비된 구조가 된다. 또한, 공간(407)에는, 충전재가 충전되고, 불활성 기체(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 외, 절재(405)로 충전되는 경우도 있다.
- [0221] 또한, 절재(405)에는 에폭시계 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이들 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과하지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 밀봉 기판(404)에 사용하는 재료로서 유리 기판이나 석영 기판 외, FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐 플루오라이드), 폴리에스테르 또는 아크릴 등으로 이루어진 플라스틱 기판 등을 사용할 수 있다.
- [0222] 상술한 공정에 의하여 본 발명의 일 형태인 발광 소자를 갖는 액티브 매트릭스형 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0223] 또한, 본 발명의 일 형태인 발광 소자는 상술한 액티브 매트릭스형 발광 장치뿐만 아니라 패시브 매트릭스형 발광 장치에 사용할 수도 있다. 도 4a 및 도 4b에 본 발명의 일 형태인 발광 소자를 사용한 패시브 매트릭스형 발광 장치의 사시도 및 단면도를 도시한다. 도 4a는 발광 장치의 사시도이고, 도 4b는 도 4a를 선X-Y에서 절단한 단면도다.
- [0224] 도 4a 및 도 4b에서 기판(501) 위의 제 1 전극(502)과 제 2 전극(503) 사이에는 EL층(504)이 제공된다. 제 1 전극(502)의 단부는 절연층(505)으로 덮인다. 그리고, 절연층(505) 위에는 격벽층(506)이 형성된다. 격벽층(506)의 측벽은 기판면에 가까워질수록 한쪽의 측벽과 다른 쪽의 측벽 사이의 간격이 좁아지는 경사를 갖는다. 즉, 격벽층(506)의 짧은 변 방향의 단면은 사다리꼴 형상이고, 밀변(절연층(505)의 면 방향과 같은 방향을 향하고, 절연층(505)과 접촉되는 변)이 윗변(절연층(505)의 면 방향과 같은 방향을 향하고, 절연층(505)과 접촉되지 않는 변)보다 짧다. 이와 같이, 격벽층(506)을 제공함으로써 정전기 등에 기인한 발광 소자의 불량을 방지할 수 있다.
- [0225] 상술한 공정에 의하여 본 발명의 일 형태인 발광 소자를 갖는 패시브 매트릭스형 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0226] 또한, 본 실시형태에서 기재한 발광 장치(액티브 매트릭스형, 패시브 매트릭스형)는 모두 본 발명의 일 형태인 발광 소자를 사용하여 형성되기 때문에, 소비 전력이 저감된 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0227] 또한, 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.
- [0228] (실시형태 5)
- [0229] 본 실시형태에서는 본 발명을 적용한 일 형태인 발광 장치를 사용하여 완성시킨 다양한 전자 기기 및 조명 기구의 일례에 대하여 도 5a 내지 도 6을 사용하여 설명한다.
- [0230] 발광 장치를 적용한 전자 기기로서, 예를 들어, 텔레비전 장치(텔레비전, 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 디지털 포토 프레임, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 한다), 휴대형 게임기, 휴대 정보 단말, 음향 재생 장치, 파чин코기 등의 대형 게임기 등을 들

수 있다. 이들의 전자 기기 및 조명 기구의 구체적인 예를 도 5a 내지 도 5e에 도시한다.

- [0231] 도 5a는 텔레비전 장치의 일례를 도시한 것이다. 텔레비전 장치(7100)는 케이스(7101)에 표시부(7103)가 내장된다. 표시부(7103)에 영상을 표시할 수 있고, 발광 장치를 표시부(7103)에 사용할 수 있다. 또한, 여기서는, 스탠드(7105)로 케이스(7101)를 지지한 구성을 도시한다.
- [0232] 텔레비전 장치(7100)는 케이스(7101)가 구비한 조작 스위치나, 별체의 리모트 컨트롤 조작기(7110)로 조작할 수 있다. 리모트 컨트롤 조작기(7110)가 구비한 조작 키(7109)로 채널이나 음량을 조작할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한, 리모트 컨트롤 조작기(7110)에 상기 리모트 컨트롤 조작기(7110)로부터 출력하는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 제공하는 구성으로 하여도 좋다.
- [0233] 또한, 텔레비전 장치(7100)는 수신기나 모뎀 등을 구비한 구성으로 한다. 수신기에 의하여 일반적인 텔레비전 방송을 수신할 수 있고, 또 모뎀을 통하여 유선 또는 무선에 의한 통신 네트워크에 접속함으로써 한 방향(송신자로부터 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자간, 또는 수신자끼리 등)의 정보 통신을 행할 수도 있다.
- [0234] 도 5b는 컴퓨터이며, 본체(7201), 케이스(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한, 컴퓨터는 발광 장치를 그것의 표시부(7203)에 사용함으로써 제작된다.
- [0235] 도 5c는 휴대형 게임기이며, 케이스(7301)와 케이스(7302)의 2개의 케이스로 구성되고, 연결부(7303)에 의하여 개폐할 수 있게 연결된다. 케이스(7301)에 표시부(7304)가 내장되고, 케이스(7302)에 표시부(7305)가 내장된다. 또한, 도 5c에 도시한 휴대형 게임기는 그 외 스피커부(7306), 기록 매체 삽입부(7307), LED 램프(7308), 입력 수단(조작키(7309), 접속 단자(7310), 센서(7311)(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액(液), 자기, 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도, 전장(電場), 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경도, 진동, 냄새, 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것), 마이크로폰(7312)) 등을 구비한다. 물론, 휴대형 게임기의 구성은 상술한 구성에 한정되지 않고, 적어도 표시부(7304) 및 표시부(7305)의 양쪽 또는 한쪽에 발광 장치를 사용하면 좋고, 기타 부속 설비가 적절히 설치된 구성으로 할 수 있다. 도 5c에 도시한 휴대형 게임기는 기록 매체에 기록된 프로그램 또는 데이터를 판독하여 표시부에 표시하는 기능이나, 다른 휴대형 게임기와 무선 통신을 행하여 정보를 공유하는 기능을 갖는다. 또한, 도 5c에 도시한 휴대형 게임기가 갖는 기능은 이것에 한정되지 않고, 다양한 기능을 가질 수 있다.
- [0236] 도 5d는 휴대 전화기의 일례를 도시한 것이다. 휴대 전화기(7400)는 케이스(7401)에 내장된 표시부(7402) 외, 조작 버튼(7403), 외부 접속 포트(7404), 스피커(7405), 마이크로폰(7406) 등을 구비한다. 또한, 휴대 전화기(7400)는 발광 장치를 표시부(7402)에 사용함으로써 제작된다.
- [0237] 도 5d에 기재한 휴대 전화기(7400)는 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 정보를 입력할 수 있다. 또한, 전화를 걸거나 또는 메일을 작성하는 등의 조작은 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 행할 수 있다.
- [0238] 표시부(7402)의 화면은 주로 3가지 모드가 있다. 제 1 모드는 화상의 표시가 주된 표시 모드이고, 제 2 모드는 문자 등의 정보의 입력이 주된 입력 모드다. 제 3 모드는 표시 모드와 입력 모드의 2개의 모드가 혼합된 표시+입력 모드다.
- [0239] 예를 들어, 전화를 걸거나 또는 메일을 작성하는 경우에는, 표시부(7402)를 문자의 입력이 주된 문자 입력 모드로 하고 화면에 표시시킨 문자의 입력 조작을 행하면 좋다. 이 경우에는, 표시부(7402)의 화면의 대부분에 키보드 또는 번호 버튼을 표시시키는 것이 바람직하다.
- [0240] 또한, 휴대 전화기(7400) 내부에 자이로(gyroscope), 가속도 센서 등의 기율기를 검출하는 센서를 갖는 검출 장치를 형성함으로써, 휴대 전화기(7400)의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하여 표시부(7402)의 화면 표시를 자동적으로 전환하도록 할 수 있다.
- [0241] 또한, 화면 모드는 표시부(7402)를 터치하거나 또는 케이스(7401)의 조작 버튼(7403)을 조작함으로써 전환된다. 또한, 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 따라 전환하도록 할 수도 있다. 예를 들어, 표시부에 표시하는 화상 신호가 동영상 데이터라면 표시 모드로 전환하고, 텍스트 데이터라면 입력 모드로 전환한다.
- [0242] 또한, 입력 모드에서 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 좋다.
- [0243] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능시킬 수도 있다. 예를 들어, 표시부(7402)에 손바닥이나 손가락으로 터치

하여 장문(掌紋)이나 지문 등을 촬상(撮像)함으로써 본인 인증을 행할 수 있다. 또한, 표시부에 근적외광(近赤外光)을 발광하는 백 라이트 또는 근적외광을 발광하는 검출용 광원을 사용하면, 손가락 정맥(靜脈), 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.

[0244] 도 5e는 탁상 조명 기구이며, 조명부(7501), 갓(傘)(7502), 가변 아암(7503), 지주(7504), 대(臺)(7505), 전원 스위치(7506)를 포함한다. 또한, 탁상 조명 기구는 발광 장치를 조명부(7501)에 사용함으로써 제작된다. 또한, 조명 기구에는 천장 고정형 조명 기구 또는 벽걸이형 조명 기구 등도 포함된다.

[0245] 도 6은 발광 장치를 실내의 조명 장치(801)로서 사용한 예다. 발광 장치는 대면적화도 가능하므로, 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 그 외, 룰형 조명 장치(802)로서 사용할 수도 있다. 또한, 도 6에 도시한 바와 같이, 실내 조명 장치(801)를 구비한 방에서 도 5e에서 설명한 탁상 조명 기구(803)를 병용하여도 좋다.

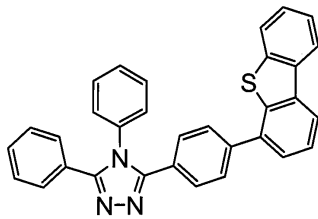
[0246] 상술한 바와 같이, 발광 장치를 적용하여 전자 기기나 조명 기구를 얻을 수 있다. 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓고, 모든 분야의 전자 기기에 적용할 수 있다.

[0247] 또한, 본 실시형태에 기재한 구성은 실시형태 1 내지 실시형태 4에 기재한 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0248] (실시에 1)

[0249] <합성에 1>

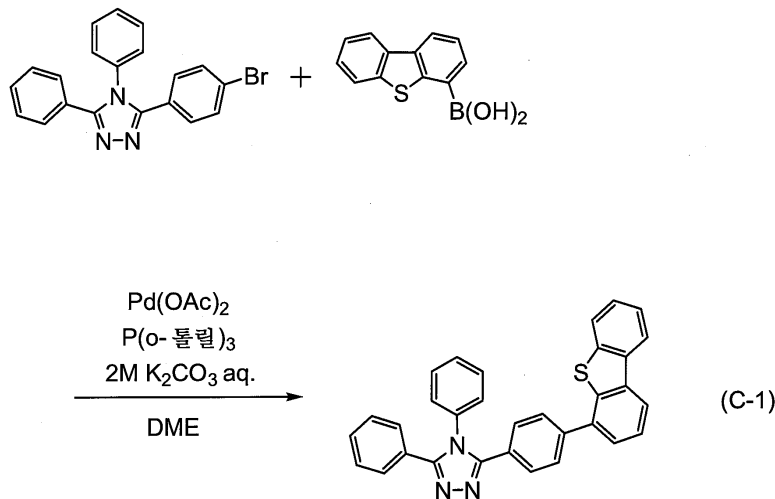
[0250] 본 실시예에서는 상기 구조식(100)에 나타난 3-[4-(디벤조티오펜-4-일)페닐]-4,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸(약칭: DBTTAZ-II)의 합성 방법에 대하여 설명한다.



[0251] DBTTAZ-II

[0252] DBTTAZ-II의 합성 방법의 반응식을 하기 반응식 C-1에 나타낸다.

[0253] 반응식 C-1



[0254] DBTTAZ-II

[0255] 300mL 3구 플라스크에 3-(4-브로모페닐)-4,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸 1.9g(5.3mmol), 디벤조티오펜-4-보론산 1.3g(5.8mmol), 트리(오르토-톨릴)포스핀 0.17g(0.56mmol), 에틸렌 글리콜 디메틸 에테르 50mL, 2M의 탄산칼륨 수용액 5mL를 첨가하였다. 이 혼합물을 감압하에서 교반함으로써 탈기하고, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물에 초산팔라듐(II) 29mg(0.13mmol)을 첨가하였다. 이 혼합물을 질소 기류하에서 80℃로 4시간 교반하

였다. 소정 시간 경과 후, 이 혼합물에 물을 첨가하고, 수층으로부터 유기물을 톨루엔을 사용하여 추출하였다. 얻어진 추출 용액과 유기층을 합치고, 포화 식염수로 세정하고, 유기층을 황산마그네슘으로 건조시켰다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하고, 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 실리카 겔 크로마토그래피에 의하여 정제하였다. 이 때, 전개 용매는 클로로포름과 초산에틸의 혼합 용매(클로로포름:초산에틸=6:1)로 하였다. 또한, 톨루엔을 사용하여 재결정화시킨 결과, 목적물인 백색 분말을 수량 2.3g, 수율 89%로 얻었다.

[0256] 얻어진 목적물인 백색 분말 2.3g을 트레인 서블리메이션법(train sublimation)에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는 압력 10Pa, 아르곤 유량 5mL/min의 조건으로 백색 분말을 250℃로 가열하여 행하였다. 승화 정제 후, 백색 분말을 수량 1.5g, 회수율 65%로 얻었다.

[0257] 핵 자기 공명법(NMR)에 의하여 이 화합물이 목적물인 3-[4-(디벤조티오펜-4-일)페닐]-4,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸(약칭: DBTTAZ-II)인 것을 확인하였다.

[0258] 얻어진 화합물의 ¹H NMR 데이터를 이하에 나타낸다.

¹H NMR (DMSO-d₆,
300 MHz): δ (ppm) = 7.34-7.45 (m, 5H), 7.52-7.66 (m, 11H), 7.76 (d, J = 8.4 Hz, 2H),
8.02-8.04 (m, 1H), 8.41-8.43 (m, 2H).

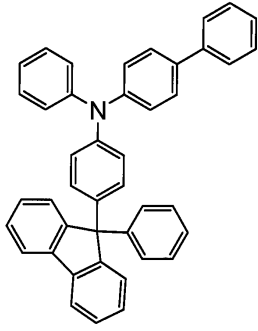
[0259]

[0260] 또한, ¹H NMR 차트를 도 7a 및 도 7b에 도시한다. 또한, 도 7b는 도 7a의 7.0ppm 내지 9.0ppm의 범위를 확대하여 도시한 차트다.

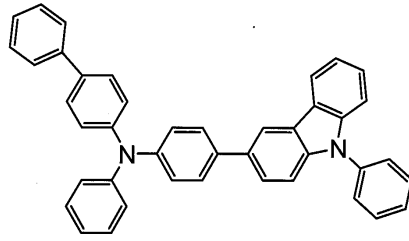
[0261] 또한, DBTTAZ-II의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼을 도 8a에 도시하고, 발광 스펙트럼을 도 8b에 도시한다. 또한, DBTTAZ-II의 박막의 흡수 스펙트럼을 도 9a에 도시하고, 발광 스펙트럼을 도 9b에 도시한다. 측정에는 자외 가시 분광 광도계(Japan Spectroscopy Corporation 제작, V550형)를 사용하였다. 용액은 석영 셀에 넣고, 박막은 석영 기판에 증착하여 샘플을 제작하였다. 용액의 흡수 스펙트럼은 석영 셀에 톨루엔만을 넣고 측정된 흡수 스펙트럼을 뺀 것을 나타내고, 박막의 흡수 스펙트럼은 석영 기판의 흡수 스펙트럼을 뺀 것을 나타낸다. 도 8a 및 도 9a에서 가로 축은 파장(nm)을 나타내고, 세로 축은 흡수 강도(임의 단위)를 나타낸다. 도 8b 및 도 9b에서 가로 축은 파장(nm)을 나타내고, 세로 축은 발광 강도(임의 단위)를 나타낸다. 톨루엔 용액의 경우에는, 292nm, 305nm, 및 332nm 부근에서 흡수 피크가 관측되고, 발광 파장의 피크는 365nm(여기 파장 290nm)이었다. 또한, 박막의 경우에는, 269nm, 294nm, 및 338nm 부근에서 흡수 피크가 관측되고, 발광 파장의 피크는 391nm(여기 파장 341nm)이었다.

[0262] (실시예 2)

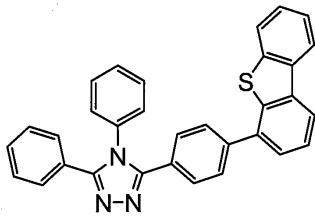
[0263] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태인 발광 소자에 대하여 도 10a를 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 재료의 구조식을 이하에 나타낸다.



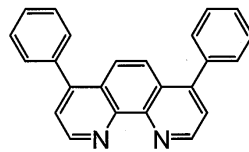
BPAFLP



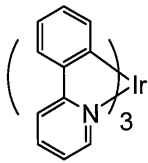
PCBA1BP



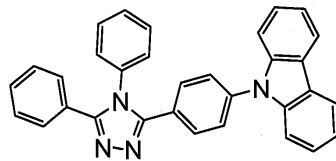
DBTTAZ-II



BPhen



Ir(ppy)₃



CzTAZ-I

[0264]

[0265] 이하에 본 실시예의 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 2의 제작 방법을 기재한다.

[0266] (발광 소자 1)

[0267] 우선, 유리 기판(1100) 위에 산화실리콘을 함유한 인듐주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하여 제 1 전극(1101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm × 2mm로 하였다.

[0268] 다음에, 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃로 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 행하였다.

[0269] 그 후, 10⁻⁴Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 반입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃로 30분간의 진공 소성을 행한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭하였다.

[0270] 다음에, 제 1 전극(1101)이 형성된 면이 하방을 향하도록 제 1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 10⁻⁴Pa 정도까지 감압한 후, 제 1 전극(1101) 위에 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭: BPAFLP)과 산화몰리브덴(VI)을 동시 증착함으로써, 정공 주입층(1111)을 형성하였다. 그 막 두께는 50nm로 하고, BPAFLP와 산화몰리브덴(VI)의 비율은 중량 비율로 4:2(=BPAFLP:산화몰리브덴(VI))가 되도록 조절하였다. 또한, 동시 증착법이란 하나의 처리실내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착하는 증착법이다.

- [0271] 다음에, 정공 주입층(1111) 위에 BPAFLP를 10nm의 막 두께가 되도록 성막하여 정공 수송층(1112)을 형성하였다.
- [0272] 또한, 실시예 1에서 합성한 3-[4-(디벤조티오펜-4-일)페닐]-4,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸(약칭: DBTTAZ-II), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBA1BP), 및 트리스(2-페닐피리디나토-N, C^{2'})이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₃)을 동시 증착하여 정공 수송층(1112) 위에 제 1 발광층(1113a)을 형성하였다. 여기서, DBTTAZ-II, PCBA1BP, 및 Ir(ppy)₃의 중량 비율은 1:0.2:0.08(=DBTTAZ-II:PCBA1BP:Ir(ppy)₃)이 되도록 조절하였다. 또한, 제 1 발광층(1113a)의 막 두께는 20nm로 하였다.
- [0273] 다음에, 제 1 발광층(1113a) 위에 DBTTAZ-II 및 Ir(ppy)₃을 동시 증착하여 제 1 발광층(1113a) 위에 제 2 발광층(1113b)을 형성하였다. 여기서, DBTTAZ-II 및 Ir(ppy)₃의 중량 비율은 1:0.08(=DBTTAZ-II:Ir(ppy)₃)이 되도록 조절하였다. 또한, 제 2 발광층(1113b)의 막 두께는 20nm로 하였다.
- [0274] 또한, 제 2 발광층(1113b) 위에 DBTTAZ-II를 막 두께 15nm가 되도록 형성하여 제 1 전자 수송층(1114a)을 형성하였다.
- [0275] 그 후, 제 1 전자 수송층(1114a) 위에 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 막 두께 15nm가 되도록 형성하여 제 2 전자 수송층(1114b)을 형성하였다.
- [0276] 또한, 제 2 전자 수송층(1114b) 위에 불화리튬(LiF)을 1nm의 막 두께로 증착하여 전자 주입층(1115)을 형성하였다.
- [0277] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(1103)으로서 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써 본 실시예의 발광 소자 1을 제작하였다.
- [0278] 또한, 상술한 증착 과정에서 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.
- [0279] (비교 발광 소자 2)
- [0280] 비교 발광 소자 2의 제 1 발광층(1113a)은 9-[4-(4,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸-3-일)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CzTAZ-I), PCBA1BP, 및 Ir(ppy)₃을 동시 증착함으로써 형성하였다. 여기서, CzTAZ-I, PCBA1BP, 및 Ir(ppy)₃의 중량 비율은 1:0.25:0.08(=CzTAZ-I:PCBA1BP:Ir(ppy)₃)이 되도록 조절하였다. 또한, 제 1 발광층(1113a)의 막 두께는 20nm로 하였다.
- [0281] 또한, 비교 발광 소자 2의 제 2 발광층(1113b)은 CzTAZ-I 및 Ir(ppy)₃을 동시 증착함으로써 형성하였다. 여기서, CzTAZ-I 및 Ir(ppy)₃의 중량 비율은 1:0.08(=CzTAZ-I:Ir(ppy)₃)이 되도록 조절하였다. 또한, 제 2 발광층(1113b)의 막 두께는 20nm로 하였다.
- [0282] 그리고, 비교 발광 소자 2의 제 1 전자 수송층(1114a)은 CzTAZ-I을 막 두께 15nm가 되도록 성막함으로써 형성하였다. 제 1 발광층(1113a) 및 제 2 발광층(1113b) 및 제 1 전자 수송층(1114a) 외는 발광 소자 1과 같은 방법으로 제작하였다.
- [0283] 상술한 공정에 의하여 얻어진 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 2의 소자 구조를 표 1에 기재한다.

표 1

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	제 1 발광층	제 2 발광층	제 1 전자 수송층	제 2 전자 수송층	전자 주입층	제 2 전극
발광 소자 1	ITSO 110nm	BPAFLP: MoOx (=4:2) 50nm	BPAFLP 10nm	DBTTAZ-II : PCBA1BP : Ir(ppy) ₃ (=1 : 0.2 : 0.08) 20nm	DBTTAZ-II : Ir(ppy) ₃ (=1 : 0.08) 20nm	DBTTAZ-II 15nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm
비교 발광 소자 2	ITSO 110nm	BPAFLP: MoOx (=4:2) 50nm	BPAFLP 10nm	CzTAZ-I : PCBA1BP : Ir(ppy) ₃ (=0.1 : 0.25 : 0.08) 20nm	CzTAZ-I : Ir(ppy) ₃ (=1 : 0.08) 20nm	CzTAZ-I 15nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm

[0284]

[0285] 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 2를 질소 분위기하의 글로브 박스 내에서 발광 소자가 대기에 노출되지 않게 밀봉하는 작업을 행한 후, 이들 발광 소자의 동작 특성을 측정하였다. 이 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다.

[0286] 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 2의 전류 밀도-휘도 특성을 도 11에 도시한다. 도 11에서 가로 축은 전류 밀도(mA/cm²)를 나타내고, 세로 축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한 전압-휘도 특성을 도 12에 도시한다. 도 12에서 가로 축은 전압(V)을 나타내고 세로 축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 휘도-전류 효율 특성을 도 13에 도시한다. 도 13에서, 가로 축은 휘도(cd/m²)를 나타내고, 세로 축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 전압-전류 특성을 도 14에 도시한다. 도 14에서 가로 축은 전압(V)을 나타내고, 세로 축은 전류(mA)를 나타낸다. 또한, 각 발광 소자에서 휘도가 1000cd/m² 부근일 때의 전압(V), 전류 밀도(mA/cm²), CIE 색도 좌표(x, y), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 2에 기재한다.

표 2

	전압 (V)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 x 색도 y	휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
발광 소자 1	3.4	1.8	0.32 0.62	1100	62	18
비교 발광 소자 2	5.2	2.0	0.32 0.61	1000	52	16

[0287]

[0288] 표 2에 기재한 바와 같이, 휘도가 1100cd/m²일 때의 발광 소자 1의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.32, 0.62)이었다. 휘도가 1000cd/m²일 때의 비교 발광 소자 2의 CIE 색도 좌표는 (x,y)=(0.32,0.61)이었다. 이들 발광 소자 양쪽 모두로부터 Ir(ppy)₃에 유래되는 발광을 얻은 것을 알 수 있었다.

[0289] 도 12에 의거하면, 발광 소자 1은 비교 발광 소자 2와 비교하여 낮은 전압으로 같은 휘도를 얻을 수 있다. 이 이유는 발광 소자 1이 저전압하에서 높은 전류를 얻을 수 있기 때문이다. 따라서, 발광 소자 1은 비교 발광 소자 2보다 저전압으로 구동할 수 있는 소자라고 말할 수 있다.

[0290] 그리고, 도 13 및 표 2에 의거하면 발광 소자 1은 비교 발광 소자 2와 비교하여 높은 전류 효율을 나타내는 것을 알 수 있다.

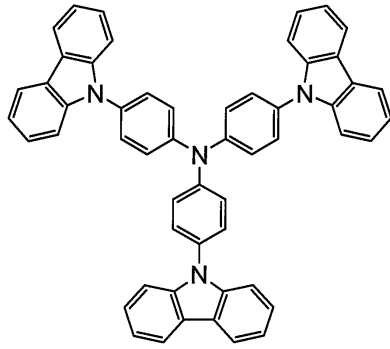
[0291] 상술한 바와 같이, 실시예 1에서 제작한 DBTTAZ-II를 발광층의 호스트 재료로서 사용하여 전류 효율이 높고 저전압으로 구동할 수 있는 발광 소자를 제작할 수 있었다.

[0292] 다음에, 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 2의 신뢰성 시험을 실시하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 15에 도시한다. 도 15에서 세로 축은 초기 휘도를 100%로 하였을 때의 규격화 휘도(%)를 나타내고, 가로 축은 소자의 구동 시간(h)을 나타낸다. 신뢰성 시험은 초기 휘도를 1000cd/m²로 설정하고, 전류 밀도가 일정한 조건으로 본 실시예의 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 2를 구동하였다. 도 15에 의거하면, 발광 소자 1은 초기 휘도의 50%를 440시간 후까지 유지하였지만, 비교 발광 소자 2는 초기 휘도의 50%를 14시간 후까지 유지하였다. 이 신뢰성 시험의 결과에 의거하여, 본 발명의 일 형태인 트리아졸 유도체와 같은 정도로 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 물질인 CzTAZ-I을 발광층의 호스트 재료에 사용한 비교 발광 소자 2와 비교하여 본 발명의 일 형태를 적용한 발광 소자 1은 장수명인 것이 밝혀졌다.

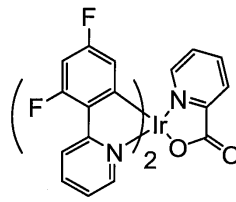
[0293] (실시예 3)

[0294] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태인 발광 소자에 대하여 도 10b를 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한

재료의 구조식을 이하에 나타낸다. 또한, 이미 제시한 재료는 생략한다.



TCTA



Fir(pic)

[0295]

[0296]

[0297]

[0298]

[0299]

[0300]

[0301]

[0302]

[0303]

[0304]

[0305]

[0306]

[0307]

[0308]

[0309]

본 실시예의 발광 소자 3의 제작 방법을 이하에 기재한다.

(발광 소자 3)

우선, 유리 기판(1100) 위에 산화실리콘을 함유한 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하여 제 1 전극(1101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm × 2mm로 하였다.

다음에, 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200°C로 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 행하였다.

그 후, 10⁻⁴Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 반입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170°C로 30분간의 진공 소성을 행한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭하였다.

다음에, 제 1 전극(1101)이 형성된 면이 하방을 향하도록 제 1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고, 10⁻⁴Pa 정도까지 감압한 후, 제 1 전극(1101) 위에 4,4',4"-트리스(카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭: TCTA)과 산화몰리브덴(VI)을 동시 증착함으로써 정공 주입층(1111)을 형성하였다. 그 막 두께는 50nm로 하고, TCTA와 산화몰리브덴(VI)의 비율은 중량비로 4:2(=TCTA:산화몰리브덴(VI))가 되도록 조절하였다. 또한, 동시 증착법이란 하나의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착하는 증착법이다.

다음에, 정공 주입층(1111) 위에 TCTA를 10nm의 막 두께가 되도록 성막하여 정공 수송층(1112)을 형성하였다.

또한, 실시예 1에서 합성한 DBTAZ-II, TCTA, 및 비스[2-(4',6'-디플루오르페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III) 피콜리네이트(약칭: Fir(pic), FIrpic)를 동시 증착하여 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성하였다. 여기서, DBTAZ-II, TCTA, 및 FIrpic의 중량 비율은 1:0.15:0.06(=DBTAZ-II:TCTA:FIrpic)이 되도록 조절하였다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 30nm로 하였다.

다음에, 발광층(1113) 위에 DBTAZ-II를 막 두께 10nm가 되도록 성막하여 제 1 전자 수송층(1114a)을 형성하였다.

그 후, 제 1 전자 수송층(1114a) 위에 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 막 두께 20nm가 되도록 성막하여 제 2 전자 수송층(1114b)을 형성하였다.

또한, 제 2 전자 수송층(1114b) 위에 불화리튬(LiF)을 1nm의 막 두께로 증착하여 전자 주입층(1115)을 형성하였다.

마지막에, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(1103)으로서 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써 본 실시예의 발광 소자 3을 제작하였다.

또한, 상술한 증착 과정에서 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.

상술한 공정에 의하여 발광 소자 3의 소자 구조를 표 3에 기재한다.

표 3

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제 1 전자 수송층	제 2 전자 수송층	전자 주입층	제 2 전극
발광 소자 3	ITSO 110nm	TCTA:MoOx (=4:2) 50nm	TCTA 10nm	DBTAZ-II : TCTA : FIrpc (=1 : 0.15 : 0.06) 30nm	DBTTAZ-II 10nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm

[0310]

[0311]

[0312]

발광 소자 3을 질소분위기하의 글로브 박스 내에서 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 행한 후, 이 발광 소자의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다.

발광 소자 3의 전류 밀도-휘도 특성을 도 16에 도시한다. 도 16에서 가로 축은 전류 밀도(mA/cm²)를 나타내고, 세로 축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 전압-휘도 특성을 도 17에 도시한다. 도 17에서 가로 축은 전압(V)을 나타내고 세로 축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 휘도-전류 효율 특성을 도 18에 도시한다. 도 18에서 가로 축은 휘도(cd/m²)를 나타내고, 세로 축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 전압-전류 특성을 도 19에 도시한다. 도 19에서 가로 축은 전압(V)을 나타내고, 세로 축은 전류(mA)를 나타낸다. 또한, 각 발광 소자에서 휘도가 1000cd/m² 부근일 때의 전압(V), 전류 밀도(mA/cm²), CIE 색도 좌표(x, y), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 4에 기재한다.

표 4

	전압 (V)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 x 색도 y	휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
발광 소자 3	5.8	26	0.21 0.40	1000	3.9	1.7

[0313]

[0314]

표 4에 기재한 바와 같이, 휘도가 1000cd/m²일 때의 발광 소자 3의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.21, 0.40)이었다. 이 발광 소자로부터 FIrpc에 유래되는 발광이 얻어진 것을 알 수 있었다. 본 실시예의 발광 소자는 3중항 여기 에너지가 큰 트리아졸 유도체를 사용하므로 단파장 청색계 발광을 나타내는 FIrpc를 효율적으로 발광시킬 수 있는 것을 알 수 있다. 본 발명을 적용함으로써 단파장 발광을 나타내는 인광성 화합물인 FIrpc를 효율적으로 발광시킬 수 있는 것이 밝혀졌다.

[0315]

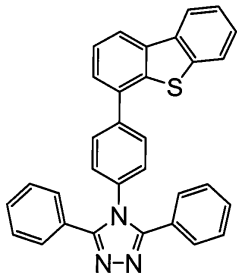
(실시예 4)

[0316]

<합성예 2>

[0317]

본 실시예에서는 상기 구조식(150)으로 나타내어지는 4-[4-(디벤조티오펜-4-일)페닐]-3,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸(약칭: 4DBTTAZ-II)의 합성 방법에 대하여 설명한다.



4DBTTAZ-II

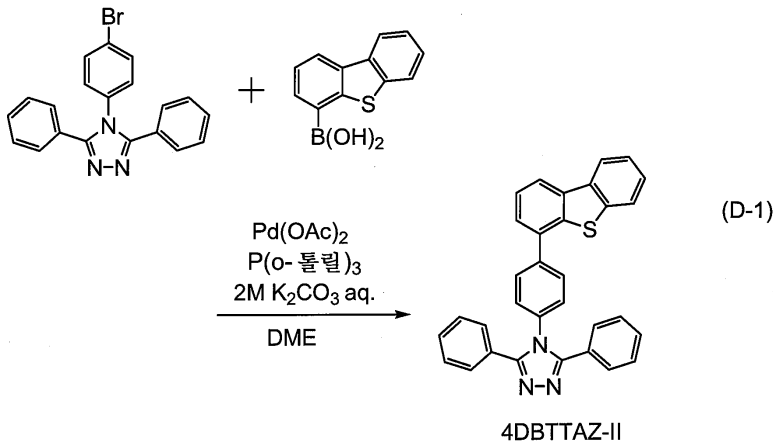
[0318]

[0319]

4DBTTAZ-II의 합성 방법의 반응식을 하기 반응식 D-1에 나타낸다

[0320]

반응식 D-1



[0321]

[0322]

100mL 3구 플라스크에 4-(4-브로모페닐)-3,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸 1.1g(3.0mmol), 디벤조티오펜-4-보론산 0.74g(3.2mmol), 트리스(2-메틸페닐)포스핀 0.21g(0.68mmol)을 첨가하고, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 플라스크에 톨루엔 30mL, 에탄올 3.0mL, 2M의 탄산칼륨 수용액 3.0mL를 첨가하고, 이 혼합물을 감압하에서 교반함으로써 탈기하였다. 이 혼합물에 초산팔라듐(II) 51mg(0.23mmol)을 첨가하였다. 이 혼합물을 질소 기류하에서 80℃로 11시간 교반하였다. 또한, 2M의 탄산칼륨 수용액 3.0mL, 트리스(2-메틸페닐)포스핀 0.14g(0.46mmol), 초산팔라듐(II) 21mg(93 μmol)을 첨가하고, 100℃로 8시간 교반하였다. 교반 후, 이 혼합물에 물을 첨가하고, 수층으로부터 유기물을 클로로포름을 사용하여 추출하였다. 얻어진 추출 용액과 유기층을 합치고, 포화 식염수로 세정하고, 유기층을 황산마그네슘을 사용하여 건조시켰다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하고, 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피(톨루엔:초산에틸=4:1)로 정제하고, 또한, 톨루엔을 사용하여 재결정시킨 결과, 목적물인 백색 분말을 수량 1.1g, 수율 76%로 얻었다.

[0323]

얻어진 목적물인 백색 분말 1.1g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는 압력 2.7Pa, 아르곤 유량 5mL/min의 조건으로 백색 분말을 250℃로 가열하여 행하였다. 승화 정제 후, 백색 분말을 0.91g, 회수율 81%로 얻었다.

[0324]

핵 자기 공명법(NMR)에 의하여 이 화합물이 목적물인 4-[4-(디벤조티오펜-4-일)페닐]-3,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸(약칭: 4DBTTAZ-II)인 것을 확인하였다.

[0325]

얻어진 화합물의 ¹H NMR 데이터를 이하에 기재한다.

¹H NMR (CDCl₃, 300

MHz): δ (ppm) = 7.29 (d, J = 8.4 Hz, 2H), 7.33-7.44 (m, 6H), 7.49-7.53 (m, 7H), 7.59(t, J = 7.8 Hz, 1H), 7.80 (d, J = 8.7 Hz, 2H), 7.85-7.88 (m, 1H), 8.20-8.22 (m, 2H).

[0326]

[0327]

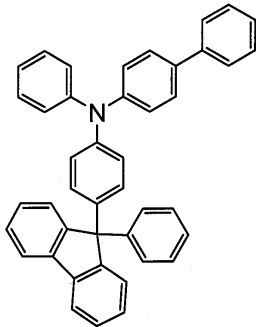
또한, ¹H NMR 차트를 도 20a 및 도 20b에 도시한다. 또한, 도 20b는 도 20a의 7.0ppm 내지 8.5ppm의 범위를 확

대하여 도시한 차트다.

[0328] 또한, 4DBTTAZ-II의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼을 도 21a에 도시하고, 발광 스펙트럼을 도 21b에 도시한다. 측정에는 자외 가시 분광 광도계(Japan Spectroscopy Corporation 제작, V550형)를 사용하였다. 용액을 석영 셀에 넣어 샘플을 제작하였다. 용액의 흡수 스펙트럼은 석영 셀에 톨루엔만을 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 것을 도시한다. 도 21a에서 가로 축은 파장(nm)을 나타내고, 세로 축은 흡수 강도(임의 단위)를 나타낸다. 도 21b에서 가로 축은 파장(nm)을 나타내고, 세로 축은 발광 강도(임의 단위)를 나타낸다. 톨루엔 용액의 경우에는, 282nm, 332nm 부근에서 흡수 피크가 관측되고, 발광 파장의 피크는 360nm(여기 파장 334nm)이었다.

[0329] (참고예 1)

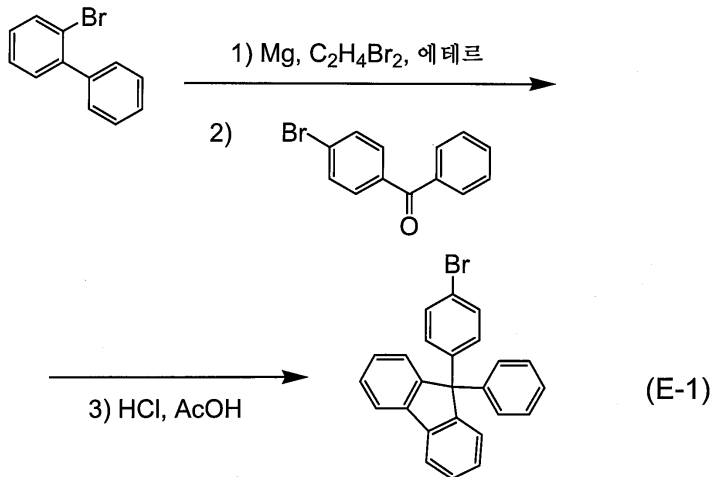
[0330] 상기 실시예에서 사용한 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭: BPAFLP)의 합성 방법에 대하여 구체적으로 설명한다. BPAFLP의 구조를 이하에 나타낸다.



BPAFLP

- [0331]
- [0332] [단계 1: 9-(4-브로모페닐)-9-페닐플루오렌의 합성 방법]
- [0333] 100mL 3구 플라스크에서 마그네슘 1.2g(50mmol)을 감압하에서 가열하면서 30분 교반하여 마그네슘을 활성화시켰다. 이것을 실온까지 냉각하고 질소 분위기로 한 후, 디브로모에탄 몇 방울을 첨가하여 발포 및 발열하는 것을 확인하였다. 여기에 디에틸에테르 10mL 중에 용해한 2-브로모비페닐 12g(50mmol)을 천천히 적하한 후, 가열 환류하에서 2.5시간 교반하여 그리냐드 시약을 얻었다.
- [0334] 4-브로모벤조페논 10g(40mmol), 디에틸에테르 100mL를 500mL 3구 플라스크에 넣었다. 상기 그리냐드 시약을 여기에 천천히 적하한 후, 가열 환류하에서 9시간 교반하였다.
- [0335] 반응 후, 이 혼합액을 여과하여 여과물을 얻었다. 얻어진 여과물을 초산에틸 150mL에 용해시키고, 여기에 1N-염산을 산성이 될 때까지 첨가하여 2시간 교반하였다. 이 액체의 유기층 부분을 물로 세정하고, 황산 마그네슘을 첨가하여 수분을 제거하였다. 이 현탁액을 여과하고, 얻어진 여과액을 농축하여 유상물을 얻었다.
- [0336] 500mL 가지 플라스크에 이 유상물과 빙초산 50mL와 염산 1.0mL를 넣고, 질소 분위기하에서 130℃로 가열하면서 1.5시간 교반하여 반응시켰다.
- [0337] 반응 후, 이 반응 혼합액을 여과하여 여과물을 얻었다. 얻어진 여과물을 물, 수산화나트륨 수용액, 물, 메탄올의 순서로 세정한 후 건조시켜 목적물인 백색 분말을 수량 11g, 수율 69%로 얻었다. 또한, 상기 합성 방법의 반응식을 하기 반응식 E-1에 나타낸다.

[0338] 반응식 E-1



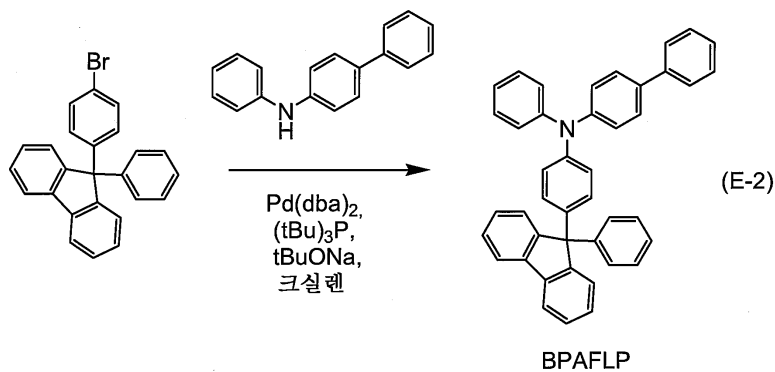
[0339]

[0340] [단계 2: 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭: BPAFLP)의 합성 방법]

[0341] 100mL 3구 플라스크에 9-(4-브로모페닐)-9-페닐플루오렌을 3.2g(8.0mmol), 4-페닐-디페닐아민을 2.0g(8.0mmol), 나트륨 *tert*-부톡시드를 1.0g(10mmol), 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐(0)을 23mg(0.04mmol) 넣고 플라스크 내의 분위기를 질소 치환하였다. 이 혼합물에 탈수 크실렌 20mL를 첨가하였다. 이 혼합물을 감압 하에서 교반하면서 탈기한 후, 트리(*tert*-부틸)포스핀(10wt% 헥산 용액) 0.2mL(0.1mmol)를 첨가하였다. 이 혼합물을 질소 분위기하에서 110°C로 가열하면서 2시간 교반하여 반응시켰다.

[0342] 반응 후, 이 반응 혼합액에 톨루엔 200mL를 첨가하고, 이 현탁액을 플로리실(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 제작, 카탈로그 번호: 540-00135), 셀라이트(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 제작, 카탈로그 번호: 531-16855)를 통과시켜 여과하였다. 얻어진 여과액을 농축하고, 실리카 겔 컬럼 크로마토그래피(전개 용매 톨루엔:헥산=1:4)로 정제시켰다. 얻어진 프랙션(fraction)을 농축하고, 아세톤과 메탄올을 첨가하여 초음파 처리한 후 재결정화시킨 결과, 목적물인 백색 분말을 수량 4.1g, 수율 92%로 얻었다. 또한, 상기 합성 방법의 반응식을 하기 반응식 E-2에 나타낸다.

[0343] 반응식 E-2



[0344]

[0345] 실리카 겔 박층 크로마토그래피(TLC)에서의 R_f값(전개 용매 초산에틸:헥산=1:10)은 목적물은 0.41이고, 9-(4-브로모페닐)-9-페닐플루오렌은 0.51이고, 4-페닐-디페닐아민은 0.27이었다.

[0346] 상기 단계 2에서 얻어진 화합물을 핵자기 공명법(NMR)으로 측정하였다. 이하에 측정 데이터를 나타낸다. 측정 결과에 의거하여, 플루오렌 유도체인 BPAFLP가 얻어진 것을 알 수 있었다.

[0347]

$^1\text{H NMR}$ (CDCl_3 , 300 MHz): δ (ppm) = 6.63-7.02 (m, 3H), 7.06-7.11 (m, 6H),
7.19-7.45 (m, 18H), 7.53-7.55 (m, 2H), 7.75 (d, $J = 6.9$, 2H).

[0348]

부호의 설명

- 100: 기관
- 101: 제 1 전극
- 102: EL층
- 103: 제 2 전극
- 111: 정공 주입층
- 112: 정공 수송층
- 113: 발광층
- 114: 전자 수송층
- 115: 전자 주입층
- 301: 제 1 전극
- 303: 제 2 전극
- 311: 제 1 발광 유닛
- 312: 제 2 발광 유닛
- 313: 전하 발생층
- 401: 소스 측 구동 회로
- 402: 화소부
- 403: 게이트 측 구동 회로
- 404: 밀봉 기관
- 405: 절재
- 407: 공간
- 408: 배선
- 409: FPC
- 410: 소자 기관
- 411: 스위칭용 TFT
- 412: 전류 제어용 TFT
- 413: 제 1 전극
- 414: 절연물
- 416: 발광층
- 417: 제 2 전극
- 418: 발광 소자
- 423: n채널형 TFT
- 424: p채널형 TFT

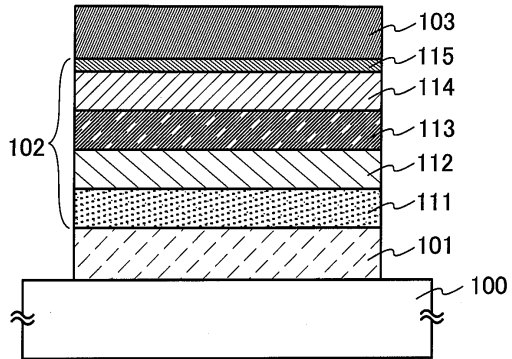
501: 기관
502: 제 1 전극
503: 제 2 전극
504: EL층
505: 절연층
506: 격벽층
801: 조명 장치
802: 조명 장치
803: 탁상 조명 기구
1100: 기관
1101: 제 1 전극
1103: 제 2 전극
1111: 정공 주입층
1112: 정공 수송층
1113: 발광층
1113a: 제 1 발광층
1113b: 제 2 발광층
1114a: 제 1 전자 수송층
1114b: 제 2 전자 수송층
1115: 전자 주입층
7100: 텔레비전 장치
7101: 케이스
7103: 표시부
7105: 스탠드
7107: 표시부
7109: 조작 키
7110: 리모트 컨트롤 조작기
7201: 본체
7202: 케이스
7203: 표시부
7204: 키보드
7205: 외부 접속 포트
7206: 포인팅 디바이스
7301: 케이스
7302: 케이스
7303: 연결부

- 7304: 표시부
- 7305: 표시부
- 7306: 스피커부
- 7307: 기록 매체 삽입부
- 7308: LED 램프
- 7309: 조작 키
- 7310: 접속 단자
- 7311: 센서
- 7312: 마이크로폰
- 7400: 휴대 전화기
- 7401: 케이스
- 7402: 표시부
- 7403: 조작 버튼
- 7404: 외부 접속 포트
- 7405: 스피커
- 7406: 마이크로폰
- 7501: 조명부
- 7502: 갓(傘)
- 7503: 가변 압
- 7504: 지주
- 7505: 대(臺)
- 7506: 전원

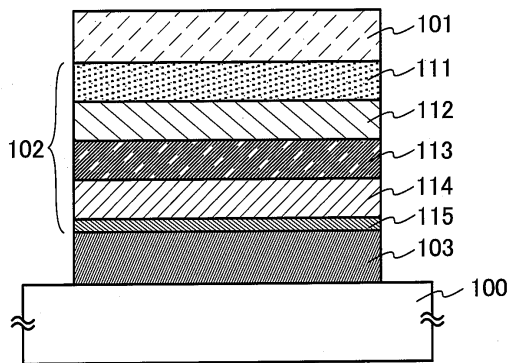
도면

도면1

[도 1a]

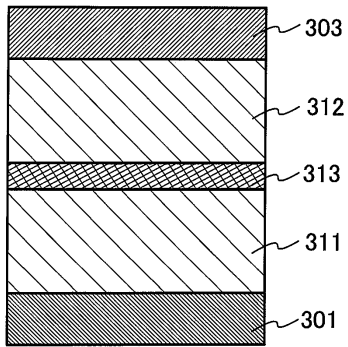


[도 1b]

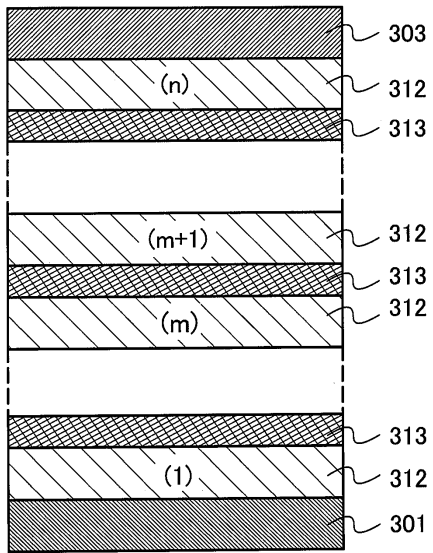


도면2

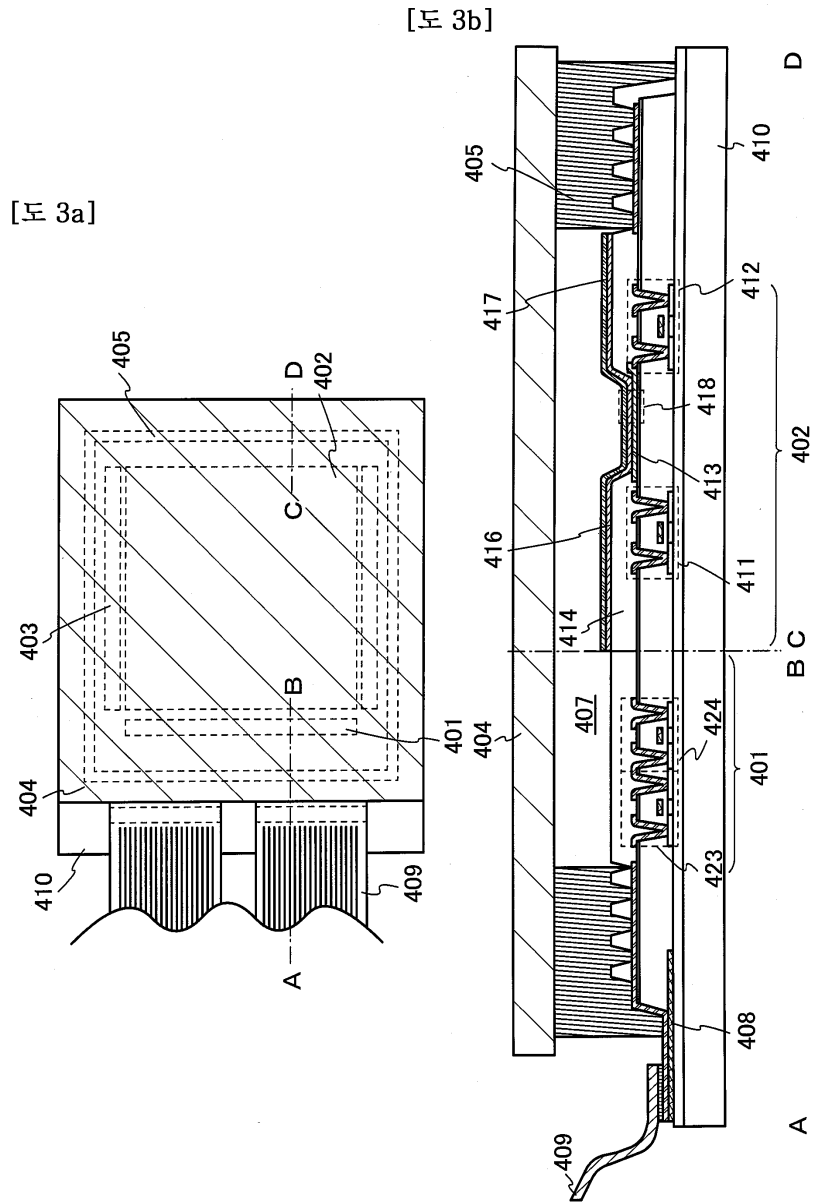
[도 2a]



[도 2b]

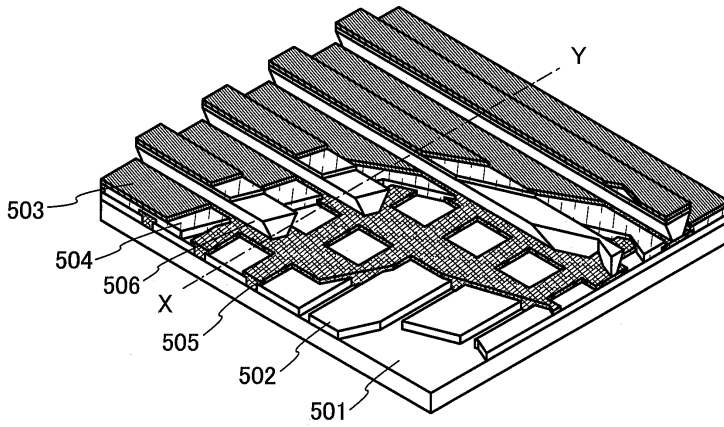


도면3

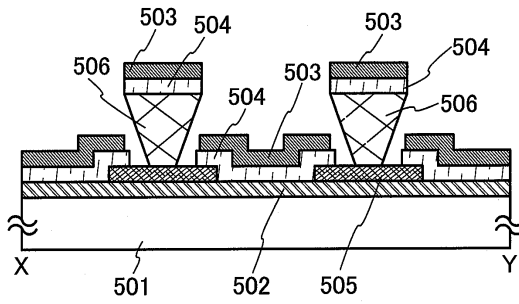


도면4

[도 4a]

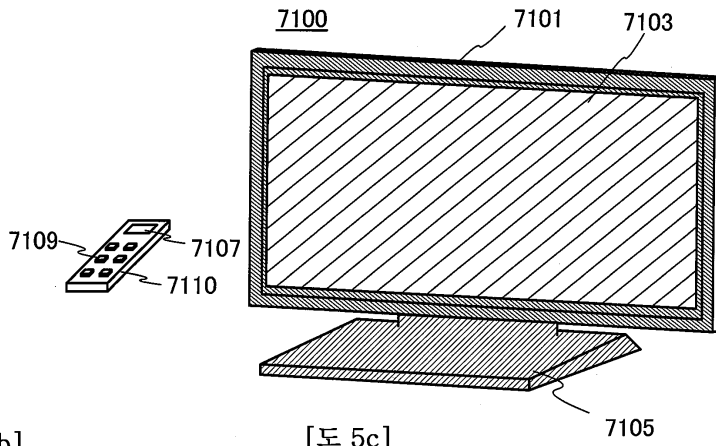


[도 4b]

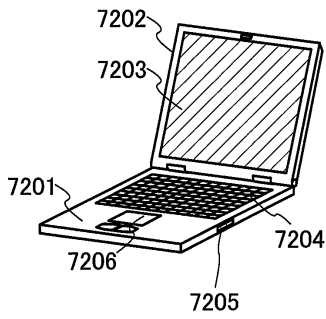


도면5

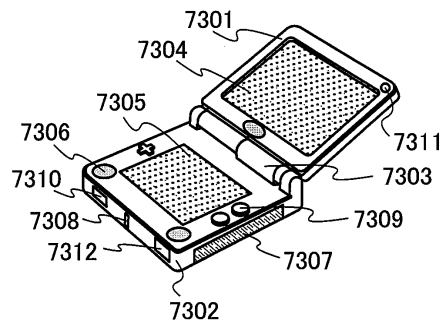
[도 5a]



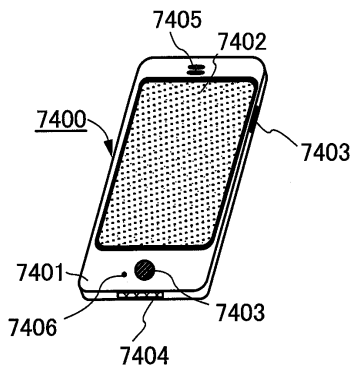
[도 5b]



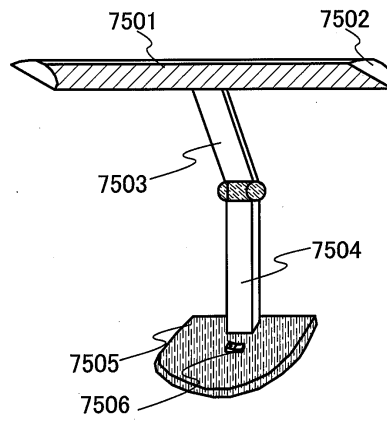
[도 5c]



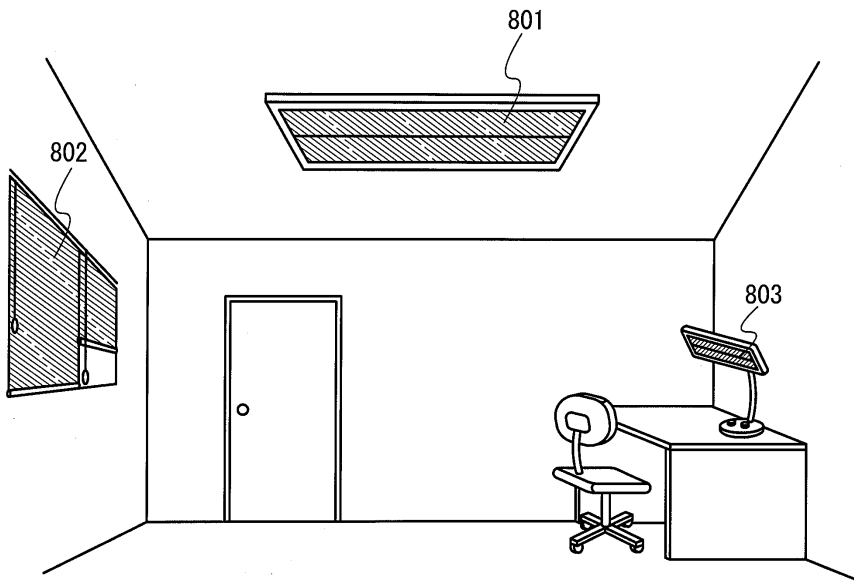
[도 5d]



[도 5e]

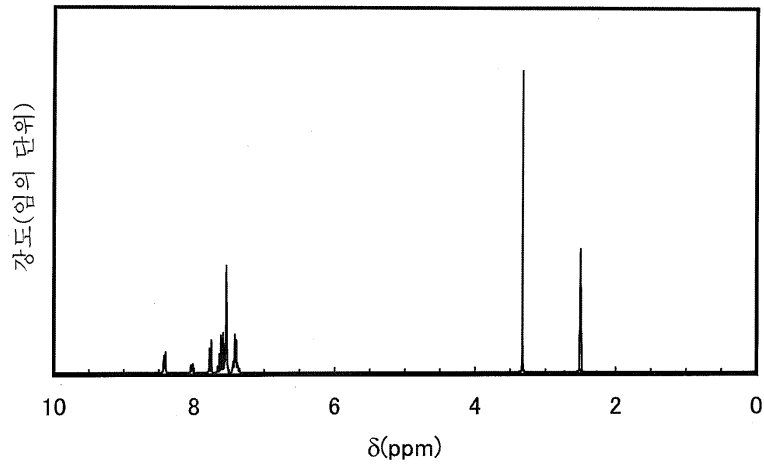


도면6

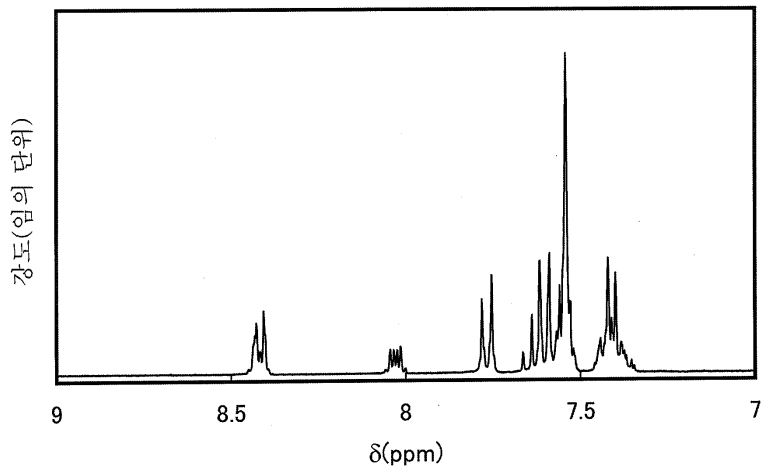


도면7

[도 7a]

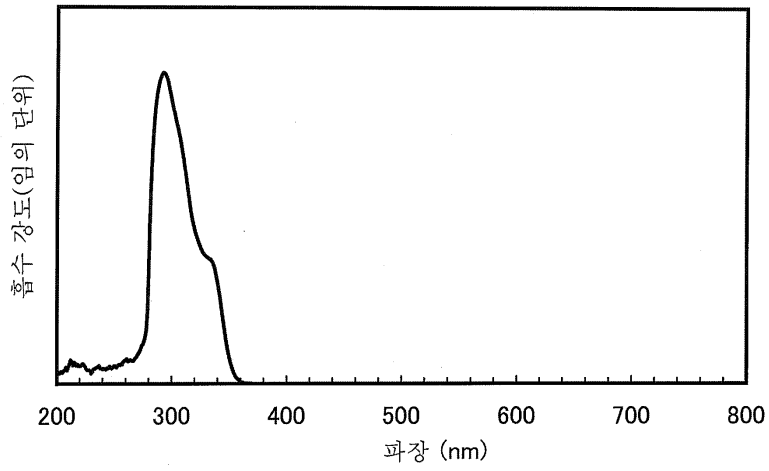


[도 7b]

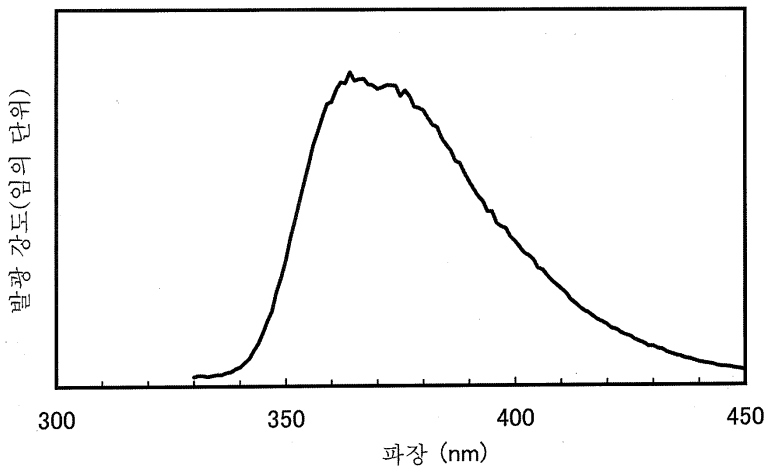


도면8

[도 8a]

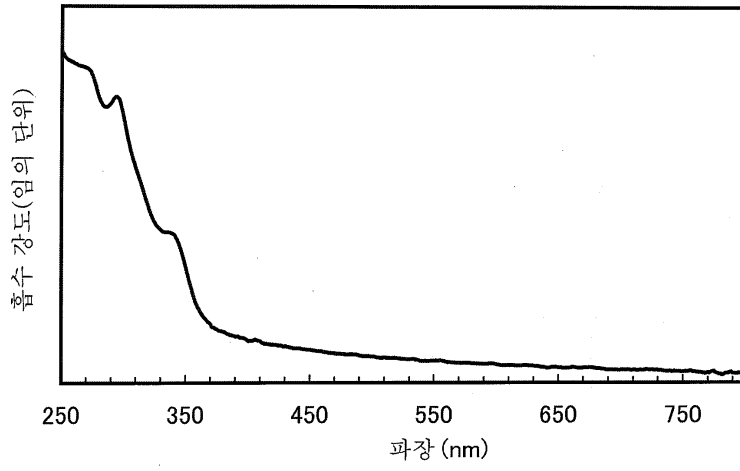


[도 8b]

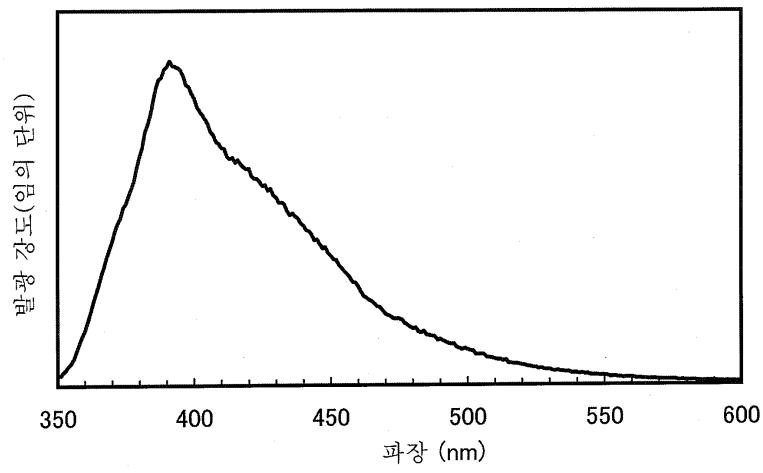


도면9

[도 9a]

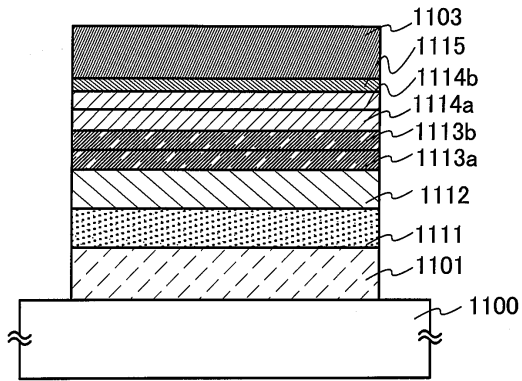


[도 9b]

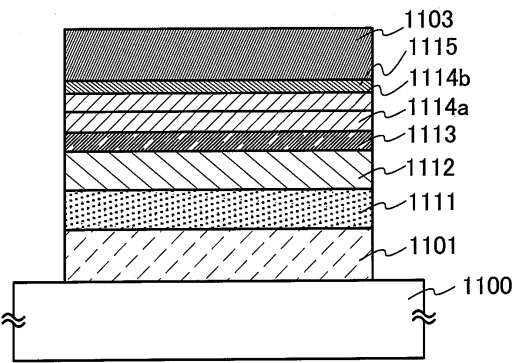


도면10

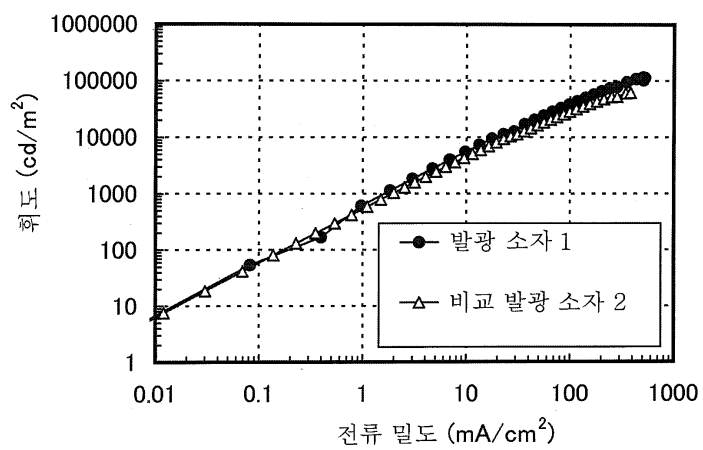
[도 10a]



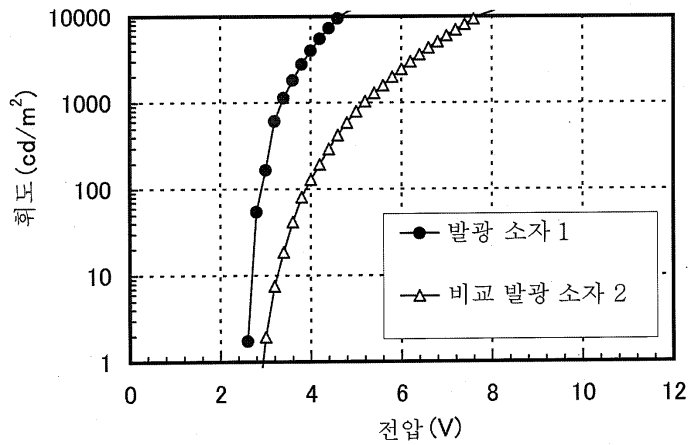
[도 10b]



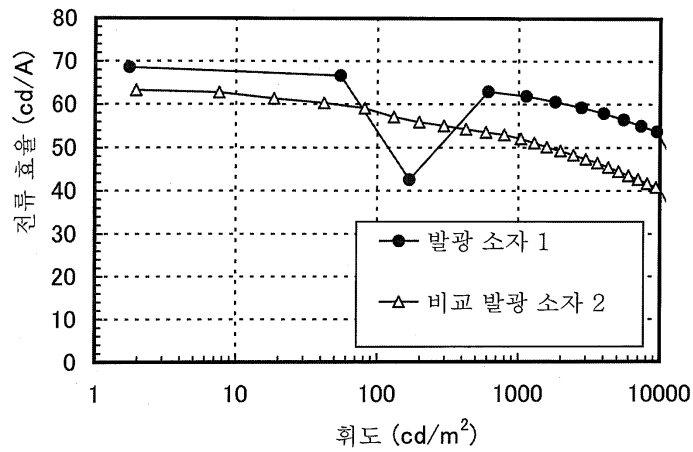
도면11



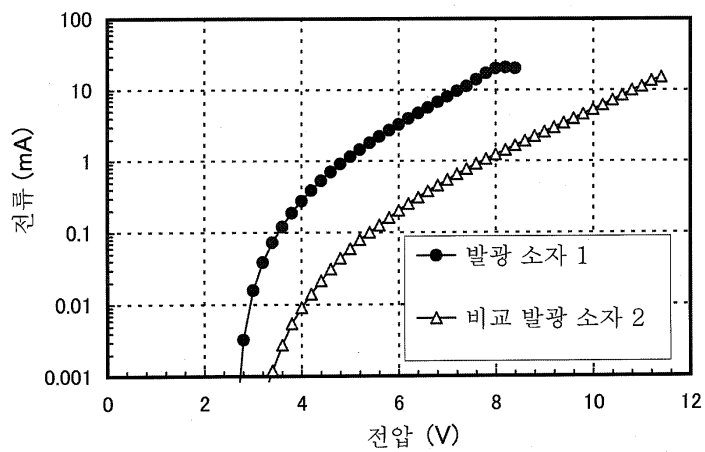
도면12



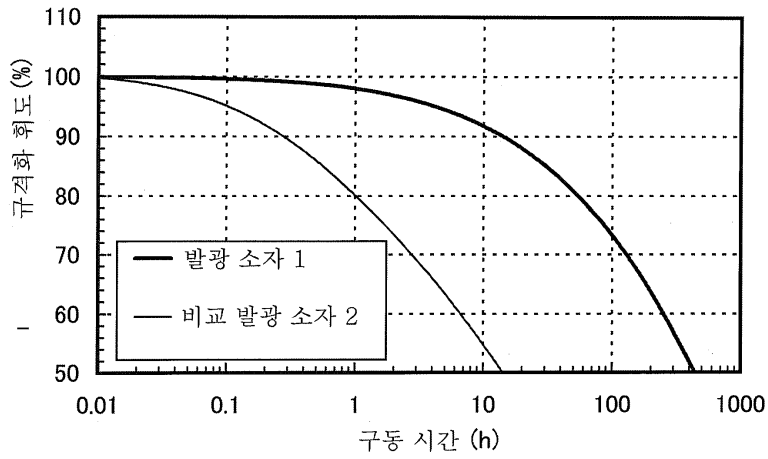
도면13



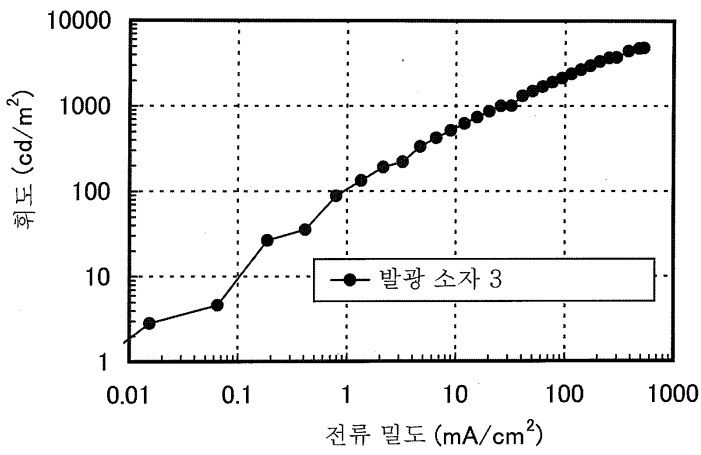
도면14



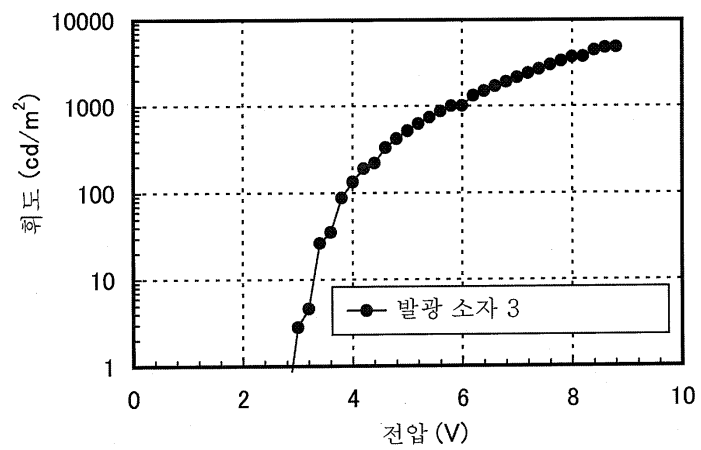
도면15



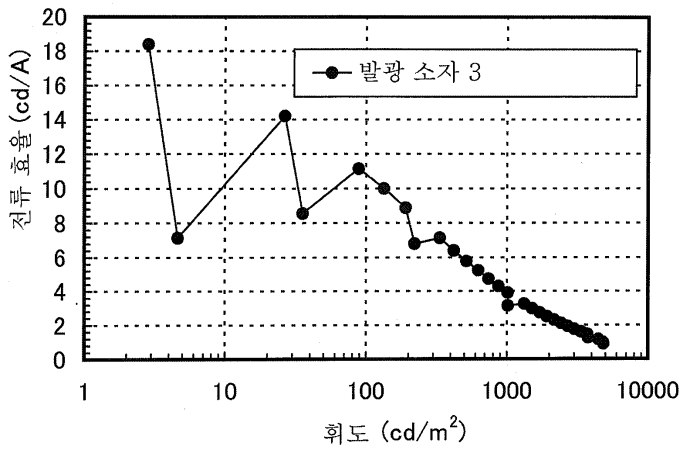
도면16



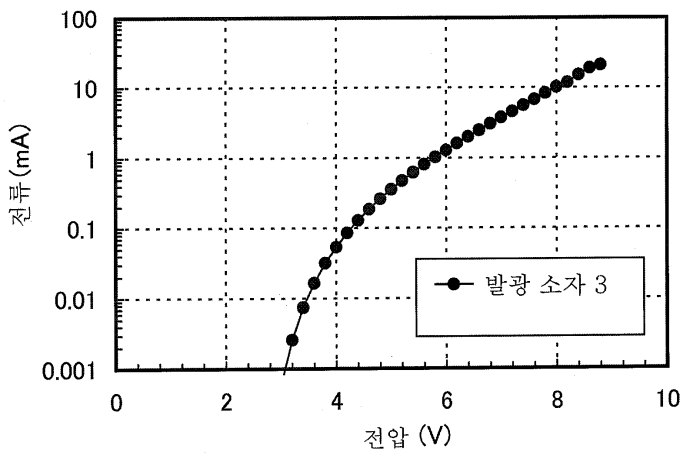
도면17



도면18

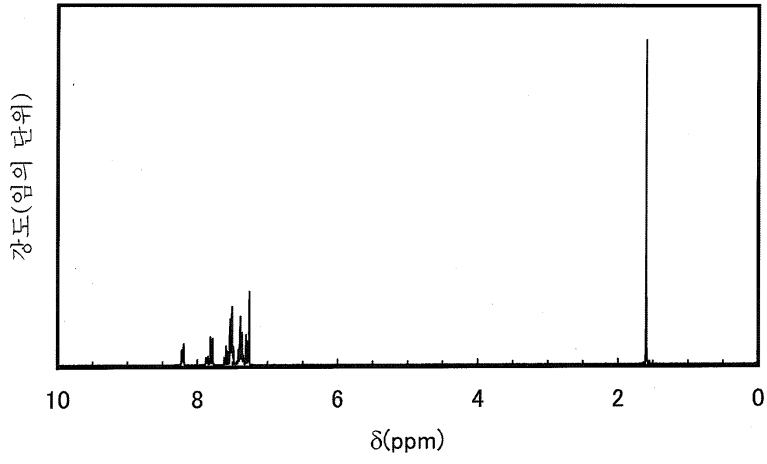


도면19

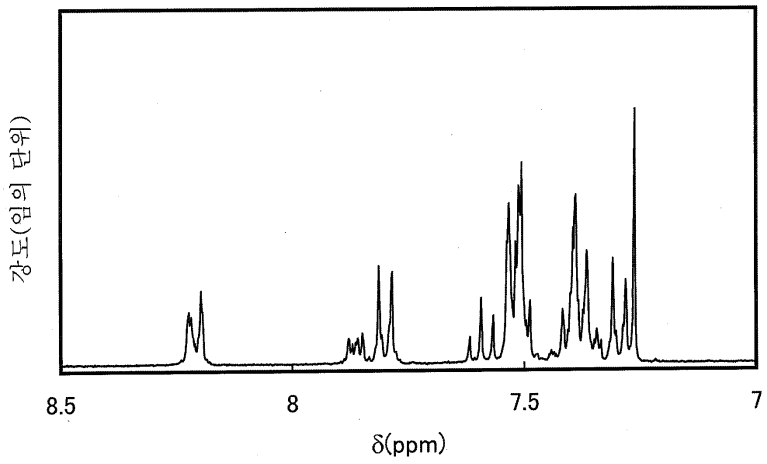


도면20

[도 20a]

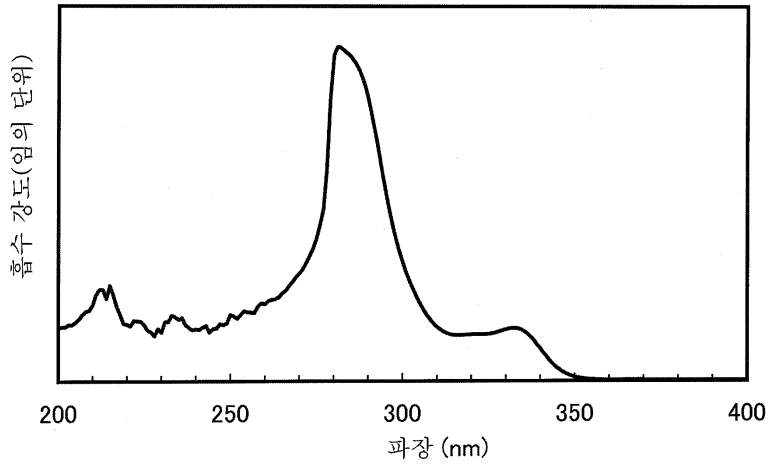


[도 20b]



도면21

[도 21a]



[도 21b]

