



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월03일
 (11) 등록번호 10-1764599
 (24) 등록일자 2017년07월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C09K 11/06 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
 H05B 33/10 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-0026637
 (22) 출원일자 2010년03월25일
 심사청구일자 2015년03월25일
 (65) 공개번호 10-2010-0109413
 (43) 공개일자 2010년10월08일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2009-086444 2009년03월31일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2006523611 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 가부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
 일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
 (72) 발명자
 노무라 히로코
 일본 819-0161 후쿠오카켄 후쿠오카시 니시쿠 이
 마주쿠히가시 3-14-5-106
 가와카미 사치코
 일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
 부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 장훈

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 송이화

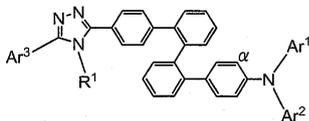
(54) 발명의 명칭 **트리아졸 유도체, 트리아졸 유도체를 사용한 발광 소자, 발광 장치, 조명 장치 및 전자 기기**

(57) 요약

[과제] 바이폴라성을 갖는 신규한 트리아졸 유도체를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 발광 효율이 높은 발광 소자 및 발광 장치, 전자 기기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[해결수단] 화학식 G1로 표시되는 트리아졸 유도체 및 화학식 G1의 트리아졸 유도체를 사용하여 형성된 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기를 제공한다. 화학식 G1로 표시되는 트리아졸 유도체를 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기에 사용함으로써, 발광 효율이 높은 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기를 획득할 수 있다.

화학식 G1



(72) 발명자

오사와 노부하루

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

세오 사토시

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

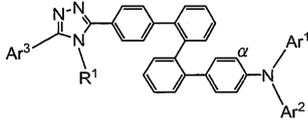
명세서

청구범위

청구항 1

화학식 G1로 표시되는, 트리아졸 유도체.

화학식 G1



위의 화학식 G1에서,

Ar¹ 내지 Ar³은 각각 탄소수 6 내지 10의 치환되지 않은 아릴기, 또는 하나 이상의 치환기를 갖는 탄소수 6 내지 10의 아릴기이고,

R¹은 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 탄소수 6 내지 10의 치환되지 않은 아릴기, 및 하나 이상의 치환기를 갖는 탄소수 6 내지 10의 아릴기 중 어느 하나이다.

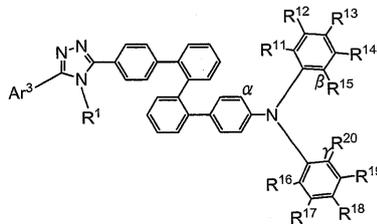
청구항 2

제1항에 있어서, Ar¹ 및 α 탄소가 서로 결합하거나, Ar¹ 및 Ar²가 서로 결합하여 카바졸 골격을 형성하는, 트리아졸 유도체.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 트리아졸 유도체가 화학식 G2로 표시되는, 트리아졸 유도체.

화학식 G2



위의 화학식 G2에서,

R¹¹ 내지 R²⁰은 각각 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 탄소수 6 내지 10의 아릴기 중 어느 하나이다.

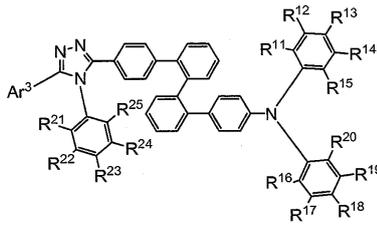
청구항 4

제3항에 있어서, α 탄소, β 탄소 및 γ 탄소 중 어느 두 개가 서로 결합하여 카바졸 골격을 형성하는, 트리아졸 유도체.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 트리아졸 유도체가 화학식 G3으로 표시되는, 트리아졸 유도체.

화학식 G3



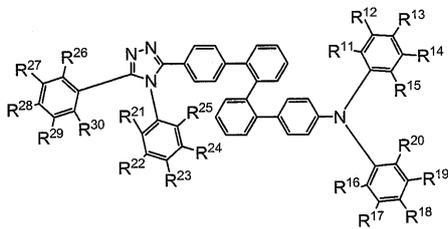
위의 화학식 G3에서,

R¹¹ 내지 R²⁵는 각각 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 탄소수 6 내지 10의 아릴기 중 어느 하나이다.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 트리아졸 유도체가 화학식 G4로 표시되는, 트리아졸 유도체.

화학식 G4



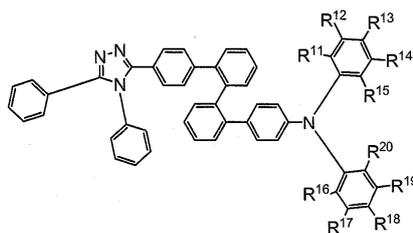
위의 화학식 G4에서,

R¹¹ 내지 R³⁰은 각각 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 탄소수 6 내지 10의 아릴기 중 어느 하나이다.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 트리아졸 유도체가 화학식 G5로 표시되는, 트리아졸 유도체.

화학식 G5



청구항 8

제1 전극;

제2 전극; 및

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 발광 층을 포함하는 발광 소자로서,

상기 발광 층은 발광 물질 및 제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따르는 트리아졸 유도체를 포함하는, 발광 소자.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 발광 물질이 인광성 화합물인, 발광 소자.

청구항 10

제8항에 따르는 발광 소자를 포함하는 광원 및 하우징을 갖는, 조명 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 발광 물질이 인광성 화합물인, 조명 장치.

청구항 12

제8항에 따르는 발광 소자를 포함하는 표시부 및 하우징을 갖는 전자 기기.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 발광 물질이 인광성 화합물인, 전자 기기.

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

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은, 발광 재료에 관한 것이다. 또한, 한 쌍의 전극과, 전계를 가함으로써 발광이 수득되는 발광 물질을 포함하는 층을 갖는 발광 소자에 관한 것이다. 또한, 이러한 발광 소자를 갖는 발광 장치에 관한 것이다.
- [0002] 또한, 본 발명은, 상기의 발광 소자를 사용한 발광 장치, 조명 장치, 및 전자 기기에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 유기 화합물은 무기 화합물에 비해, 다양한 구조를 취할 수 있고, 적절한 분자 설계에 의해 여러 가지 기능을 갖는 재료를 합성할 수 있는 가능성이 있다. 이러한 이점에서, 최근, 기능성 유기 재료를 사용한 일렉트로닉스에 주목이 집중되고 있다.
- [0004] 예를 들면, 유기 화합물을 기능성 재료로서 사용한 일렉트로닉스 디바이스의 예로서, 태양 전지나 발광 소자, 유기 트랜지스터 등을 들 수 있다. 이들은 유기 화합물의 전기 물성 및 광 물성을 이용한 디바이스이며, 특히 발광 소자는 놀라운 발전을 보이고 있다.
- [0005] 발광 소자의 발광 기구는, 한 쌍의 전극 간에 발광층을 끼워 전압을 인가함으로써, 음극으로부터 주입된 전자 및 양극으로부터 주입된 정공이 발광층의 발광 중심에서 재결합하여 분자 여기자를 형성하고, 그 분자 여기자가 기저 상태로 완화될 때에 에너지를 방출하여 발광한다고 한다. 여기 상태에는 1중항 여기 상태(S^*)와 3중항 여기 상태(T^*)가 알려져 있으며, 발광은 어느 여기 상태를 거쳐도 가능하다고 생각되고 있다. 또한, 발광 소자에 있어서의 그 통계적인 생성 비율은, $S^*:T^*=1:3$ 이라고 생각되고 있다.
- [0006] 1중항 여기 상태를 발광으로 변환하는 화합물(이하, 형광성 화합물이라고 칭한다)은 실온에 있어서, 3중항 여기 상태에서부터의 발광(인광)은 관측되지 않고, 1중항 여기 상태에서부터의 발광(형광)만이 관측된다. 따라서, 형광성 화합물을 사용한 발광 소자에 있어서의 내부 양자 효율(주입한 캐리어에 대해 발생하는 광자의 비율)의 이론적 한계는, $S^*:T^*=1:3$ 인 것을 근거로 25%로 되어 있다.
- [0007] 한편, 3중항 여기 상태를 발광으로 변환하는 화합물(이하, 인광성 화합물이라고 칭한다)을 사용하면, 내부 양자 효율은 75 내지 100%까지 이론상은 가능해진다. 즉, 형광성 화합물에 비해 3 내지 4배의 발광 효율이 가능해진다. 이러한 이유로부터, 고효율의 발광 소자를 실현하기 위해서, 인광성 화합물을 사용한 발광 소자의 개발이

최근 왕성하게 이루어지고 있다.

- [0008] 상기한 인광성 화합물을 사용하여 발광 소자의 발광층을 형성하는 경우, 인광성 화합물의 농도 소광이나 3중항-3중항 소멸(T-T 아니힐레이션(annihilation))에 의한 소광을 억제하기 위해서, 다른 물질로 이루어진 매트릭스 중에 당해 인광성 화합물이 분산되도록 하여 형성하는 경우가 많다. 이 때, 매트릭스가 되는 물질은 호스트 재료, 인광성 화합물과 같이 매트릭스 중에 분산되는 물질은 게스트 재료라고 불린다.
- [0009] 인광성 화합물을 게스트 재료로 하는 경우, 호스트 재료에 필요한 성질은, 당해 인광성 화합물보다도 큰 3중항 여기 에너지(기저 상태와 3중항 여기 상태의 에너지 차)를 갖는 것이다. 이로 인해, 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 물질의 개발이 진행되고 있다.
- [0010] 예를 들면, 비특허문헌 1에서는, 청색의 발광을 나타내는 인광성 화합물의 호스트 재료 및 정공 수송층으로서, 쿼터페닐렌 골격(quaterphenylene skeleton)을 갖는 재료가 사용되고 있다.
- [0011] 선행기술문헌
- [0012] 비특허문헌
- [0013] 비특허문헌 1 J. Kido, 외 2명, 케미스트리 레터즈, Vol. 36, No. 2, 316-317(2007)

발명의 내용

해결하려는 과제

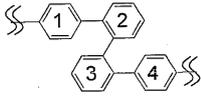
- [0014] 비특허문헌 1에 기재되어 있는 호스트 재료는, 홀 수송층에 사용되고 있는 것으로부터도 홀 수송성을 나타낸다. 이로 인해, 비특허문헌 1에 기재되어 있는 재료를 발광층의 호스트 재료로서 사용한 경우, 발광층을 홀이 꿰뚫고 나가는 것이 예상된다. 비특허문헌 1에서는, 발광층을 홀이 꿰뚫고 나가는 것을 방지하기 위해서, 발광층의 음극측에 홀 블록 재료인 t-Bu TAZ를 사용하여 전자 수송층을 형성하고 있는 것으로 생각된다. 이와 같이 발광층의 호스트 재료가 홀 수송성이면, 발광 영역이 발광층과 전자 수송층(홀 블록층)의 계면으로 치우칠 가능성이 있다.
- [0015] 발광 영역이 국소적으로 치우치면, 발광 물질의 3중항-3중항 소멸(T-T 아니힐레이션)에 의한 소광이나, 발광층에 인접하는 층(홀 수송층, 전자 수송층 또는 홀 블록층)으로의 여기자의 확산이 일어나 발광 효율이 저하되어 버린다.
- [0016] 그래서, 호스트 재료는 산화 및 환원의 어느 것이라도 가능한 바이폴라성(bipolar property)을 가지며, 쌍방에 안정적인 것이 요구된다. 그러나, 전자 수송성을 갖는 골격과 정공 수송성을 갖는 골격을 직접 결합시키면, 밴드갭의 저하를 초래하기 때문에, 높은 3중항 여기 에너지를 갖는 재료를 합성하는 것은 곤란하다. 또한, 전자 수송성을 갖는 골격과 정공 수송성을 갖는 골격간에 치환기를 도입하여 공액계(conjugation system)를 확장하면, 밴드갭의 저하 및 3중항 여기 에너지의 저하를 일으키는 문제가 있다.
- [0017] 상기 문제를 감안하여, 본 발명의 1 형태는, 바이폴라성을 갖는 신규한 재료를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0018] 또한, 본 발명의 1 형태는, 발광 소자의 발광 효율을 향상시키는 것을 목적으로 한다.
- [0019] 또한, 본 발명의 1 형태는, 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기의 소비 전력을 저감하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0020] 본 발명자들은, 전자 수송성을 갖는 트리아졸 골격과 정공 수송성을 갖는 골격을, 공액이 확대되기 어려운 비틀어진 쿼터페닐렌 골격을 개재하여 결합한 트리아졸 유도체를 합성하고, 당해 재료가, 여기 에너지가 크고, 전자 수송성과 홀 수송성을 갖는(즉, 바이폴라성을 갖는) 것을 밝혀내었다.
- [0021] 공액이 확대되기 어려운 비틀어진 쿼터페닐렌 골격이란, 구체적으로는, 하기에 나타내는 구조 Z-1과 같이, 벤젠 환 2 및 벤젠 환 3이 오르토 위치에서 결합하고 있는 골격이다. 이러한 오르토 위치에서 결합하고 있는 벤젠

환을 2개 가짐으로써, 공액이 확대되기 어려운 비틀어진 퀴터페닐렌 골격으로 할 수 있다.

[0022] 화학식 Z-1

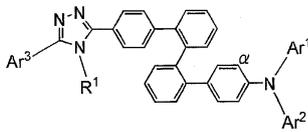


[0023]

[0024] 분자 내에 전자 수송성을 갖는 골격과 정공 수송성을 갖는 골격을 갖는 화합물이라도, 바이폴라성을 갖지 않는 경우도 있다. 그러나, 본 발명의 1 형태인 트리아졸 유도체는, 전자 수송성을 갖는 골격과 정공 수송성을 갖는 골격을, 공액이 확대되기 어려운 비틀어진 퀴터페닐렌 골격을 개재하여 결합하고 있기 때문에, 전자 수송성을 갖는 골격과 정공 수송성을 갖는 골격이 분자 내에서 상호 작용하는 것을 억제하여, 바이폴라성을 실현하고 있는 것으로 생각된다.

[0025] 구체적으로는, 본 발명의 1 형태는, 화학식 G1로 표시되는 트리아졸 유도체이다.

[0026] 화학식 G1



[0027]

[0028] 상기 화학식 G1에서,

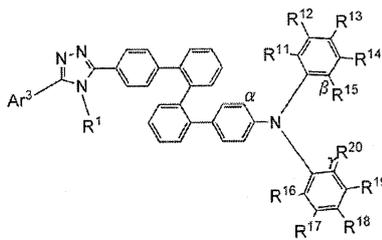
[0029] Ar¹ 내지 Ar³은 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기이고, 치환기를 가지고 있어도 양호하며,

[0030] R¹은 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 중 어느 하나이고, R¹이 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기인 경우, 치환기를 가지고 있어도 양호하며,

[0031] Ar¹과 α 탄소, 또는 Ar¹과 Ar²는 각각 서로 결합하여 카바졸 골격을 형성하고 있어도 양호하다.

[0032] 또한, 본 발명의 다른 1 형태는, 화학식 G2로 표시되는 트리아졸 유도체이다.

[0033] 화학식 G2



[0034]

[0035] 상기 화학식 G2에서,

[0036] Ar³은 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기이고, 치환기를 가지고 있어도 양호하며,

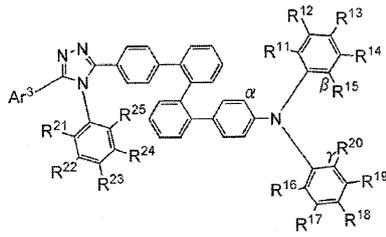
[0037] R¹은 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 중 어느 하나이고, R¹이 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기인 경우, 치환기를 가지고 있어도 양호하며,

[0038] R¹¹ 내지 R²⁰은 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 중 어느 하나이고,

[0039] α 탄소, β 탄소, 및 γ 탄소 중 두 개는, 각각 서로 결합하여 카바졸 골격을 형성하고 있어도 양호하다.

[0040] 또한, 본 발명의 다른 1 형태는, 화학식 G3으로 표시되는 트리아졸 유도체이다.

[0041] 화학식 G3



[0042]

[0043] 상기 화학식 G3에서,

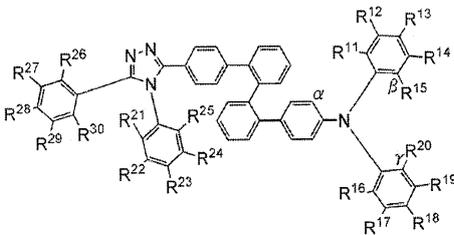
[0044] Ar³은 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기이고, 치환기를 가지고 있어도 양호하며,

[0045] R¹¹ 내지 R²⁵는 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 중 어느 하나이고,

[0046] α 탄소, β 탄소, 및 γ 탄소 중 두 개는, 각각 서로 결합하여 카바졸 골격을 형성하고 있어도 양호하다.

[0047] 또한, 본 발명의 다른 1 형태는, 화학식 G4로 표시되는 트리아졸 유도체이다.

[0048] 화학식 G4



[0049]

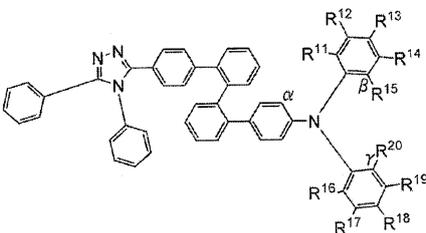
[0050] 상기 화학식 G4에서,

[0051] R¹¹ 내지 R³⁰은 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 중 어느 하나이고,

[0052] α 탄소, β 탄소, 및 γ 탄소 중 두 개는, 각각 서로 결합하여 카바졸 골격을 형성하고 있어도 양호하다.

[0053] 또한, 본 발명의 다른 1 형태는, 화학식 G5로 표시되는 트리아졸 유도체이다.

[0054] 화학식 G5



[0055]

[0056] 상기 화학식 G5에서,

[0057] α 탄소, β 탄소, 및 γ 탄소 중 두 개는, 각각 서로 결합하여 카바졸 골격을 형성하고 있어도 양호하다.

[0058] 이상에서 서술한 화학식 G1 내지 화학식 G5로 표시되는 본 발명의 1 형태인 트리아졸 유도체는 바이폴라성을 가지고 있기 때문에, 발광 소자나 유기 트랜지스터 등의 유기 디바이스의 재료로서 적합하게 사용할 수 있다. 따라서 본 발명의 다른 1 형태는, 상기의 트리아졸 유도체를 포함하는 발광 소자이다.

[0059] 또한, 본 발명의 1 형태인 트리아졸 유도체는 큰 여기 에너지를 갖기 때문에, 발광 소자에 있어서의 발광층의

호스트 재료로서 최적이다. 따라서 본 발명의 다른 1 형태는, 상기의 트리아졸 유도체와 발광 물질을 포함하는 발광층을 갖는 발광 소자이다.

[0060] 특히, 본 발명의 1 형태인 트리아졸 유도체는 큰 3중항 여기 에너지를 갖기 때문에, 상기 발광 물질로서는 인광성 화합물이 적합하다. 이러한 구성으로 함으로써, 발광 효율·신뢰성이 우수한 발광 소자를 획득할 수 있다.

[0061] 또한, 본 발명의 1 형태인 트리아졸 유도체를 포함하는 층을, 발광층에 접하여 마련한 발광 소자도 본 발명의 1 형태이다. 본 발명의 1 형태인 트리아졸 유도체는, 전자 및 정공 수송성이 높은 바이폴라 재료이기 때문에, 캐리어 수송 재료로서 발광 소자의 기능층으로서도 사용할 수 있다.

[0062] 또한, 본 발명의 1 형태인 트리아졸 유도체는 큰 여기 에너지를 갖기 때문에, 발광 소자의 기능층으로서 사용함으로써, 발광층에서 발생한 여기자가 다른 층으로 확산되는 것을 방지할 수 있다. 그 결과, 발광 효율이 높은 발광 소자를 획득할 수 있다.

[0063] 또한, 이렇게 하여 획득된 본 발명의 1 형태인 발광 소자는 발광 효율이 높기 때문에, 이것을 사용한 발광 장치(화상 표시 디바이스)는, 저소비 전력을 실현할 수 있다. 따라서, 본 발명의 다른 1 형태는, 상기의 발광 소자를 사용한 발광 장치이다. 또한, 당해 발광 장치를 사용한 전자 기기도 본 발명의 1 형태에 포함하는 것으로 한다.

[0064] 또한, 본 명세서 중에 있어서의 발광 장치란, 발광 소자를 사용한 화상 표시 디바이스를 포함한다. 또한, 발광 소자에 커넥터(connector), 예를 들면 이방 도전성 필름 또는 TAB(Tape Automated Bonding) 테이프 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, TAB 테이프나 TCP의 앞에 프린트 배선판이 마련된 모듈, 또는 발광 소자에 COG(Chip On Glass) 방식에 의해 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 모두 발광 장치에 포함하는 것으로 한다. 또한, 조명 기구 등에 사용되는 발광 장치도 포함하는 것으로 한다.

발명의 효과

[0065] 본 발명의 1 형태인 트리아졸 유도체는, 신규한 바이폴라성의 재료이다.

[0066] 또한, 본 발명의 1 형태인 트리아졸 유도체를 발광 소자에 적용함으로써, 발광 효율이 높은 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0067] 또한, 본 발명의 1 형태인 트리아졸 유도체는, 전자 수송성을 갖는 트리아졸 골격과 정공 수송성을 갖는 골격을 공액이 확대되기 어려운 비틀어진 쿼터페닐렌 골격을 개재하여 결합하고 있기 때문에, 3중항 여기 에너지를 저하시키지 않고, 분자량을 증가시킬 수 있고, 입체적으로 부피가 큰 분자 골격을 구축하는 것이 가능하다. 또한, 큰 밴드갭을 갖는 구조로 할 수 있다. 이러한 재료를 발광 소자에 사용함으로써, 막질을 안정화시킬 수 있다.

[0068] 또한, 상기한 발광 소자를 사용하여 발광 장치를 제작함으로써, 소비 전력이 적은 발광 장치를 제공할 수 있다. 또한, 이러한 발광 장치를 전자 기기에 적용함으로써, 소비 전력이 적은 전자 기기를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0069] 도 1은 본 발명의 1 형태의 발광 소자를 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 1 형태의 발광 소자를 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 1 형태의 발광 소자를 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 1 형태의 발광 소자를 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 1 형태의 발광 장치를 설명하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 1 형태의 발광 장치를 설명하는 도면이다.

도 7은 본 발명의 1 형태의 전자 기기를 설명하는 도면이다.

- 도 8은 본 발명의 1 형태의 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 1 형태의 조명 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 1 형태의 조명 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 11은 Z-CzPTAZ의 ¹H NMR 차트를 도시하는 도면이다.
- 도 12는 Z-CzPTAZ의 톨루엔 용액 및 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시하는 도면이다.
- 도 13은 실시예의 발광 소자를 설명하는 도면이다.
- 도 14는 발광 소자 1의 전류 밀도-휘도 특성을 도시하는 도면이다.
- 도 15는 발광 소자 1의 전압-휘도 특성을 도시하는 도면이다.
- 도 16은 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 도면이다.
- 도 17은 발광 소자 1의 발광 스펙트럼을 도시하는 도면이다.
- 도 18은 발광 소자 2의 전류 밀도-휘도 특성을 도시하는 도면이다.
- 도 19는 발광 소자 2의 전압-휘도 특성을 도시하는 도면이다.
- 도 20은 발광 소자 2의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 도면이다.
- 도 21은 발광 소자 2의 발광 스펙트럼을 도시하는 도면이다.
- 도 22는 계산에 의해 구한 Z-CzPTAZ의 최고준위 점유 분자 오비탈 및 최저준위 비점유 분자 오비탈을 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0070] 이하, 본 발명의 실시의 형태에 관해서 도면을 사용하여 상세하게 설명한다. 단, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 이탈하지 않고 그 형태 및 상세를 다양하게 변경할 수 있는 것은 당업자라면 용이하게 이해될 것이다. 따라서, 본 발명은 이하에 나타내는 실시 형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것이 아니다.

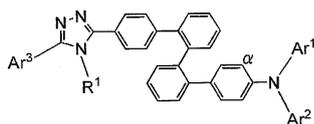
[0071] (실시 형태 1)

[0072] 본 실시 형태에서는, 본 발명의 1 형태인 트리아졸 유도체에 관해서 설명한다.

[0073] 본 발명자들은, 예의 검토의 결과, 하나의 분자 내에 전자 수송성의 골격과 정공 수송성의 골격을 공액이 확대 되기 어려운 비틀어진 쿼터페닐렌 골격을 개재하여 도입함으로써, 높은 3중항 여기 에너지를 갖는 바이폴라성의 유기 화합물이 수득되는 것을 밝혀내었다.

[0074] 본 발명의 1 형태인 트리아졸 유도체는, 화학식 G1로 표시되는 트리아졸 유도체이다.

[0075] 화학식 G1



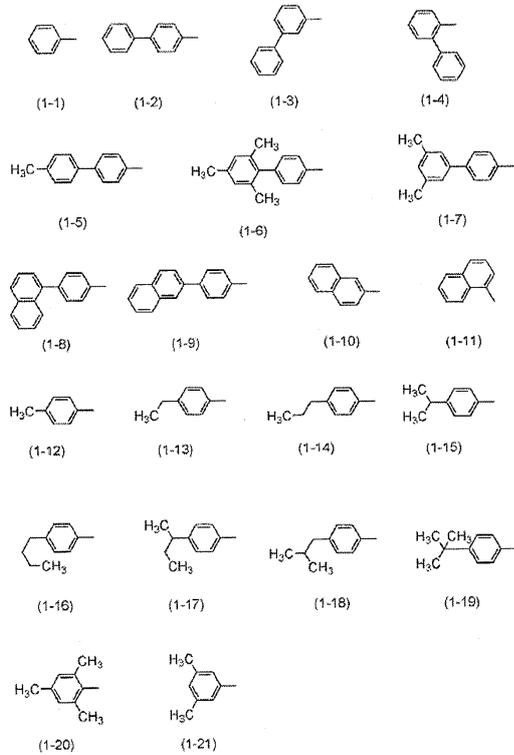
[0076] [0077] 상기 화학식 G1에서,

[0078] Ar¹ 내지 Ar³은 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기이고, 치환기를 가지고 있어도 양호하며,

[0079] R¹은 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 중 어느 하나이고, R¹이 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기인 경우, 치환기를 가지고 있어도 양호하며,

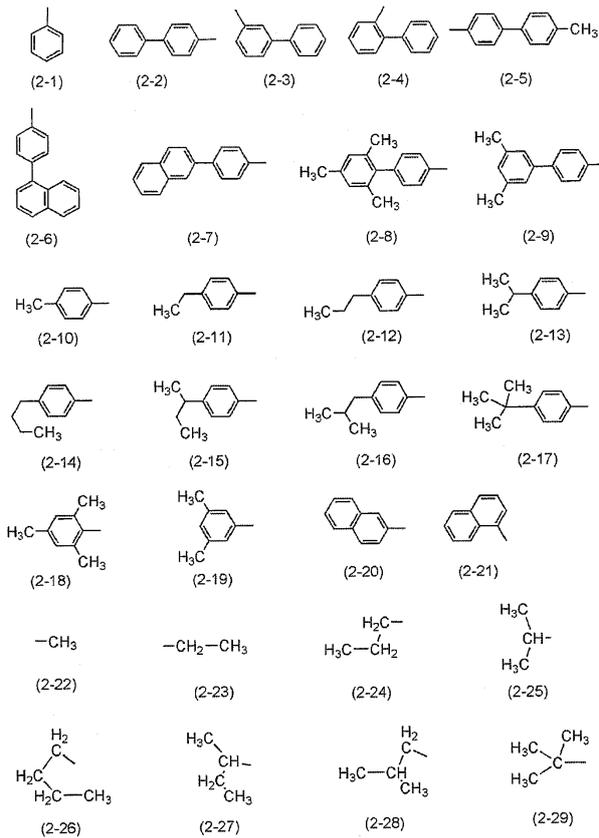
[0080] Ar^1 과 a 탄소, 또는 Ar^1 과 Ar^2 는 각각 서로 결합하여 카바졸 골격을 형성하고 있어도 양호하다.

[0081] 또한, 화학식 G1에 있어서의 Ar^1 내지 Ar^3 은 또한 치환기를 가지고 있어도 양호하며, 치환기로서는 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 등을 들 수 있다. 또한, 본 명세서 중에서 나타내는 아릴기의 탄소수는, 주 골격의 환을 형성하는 탄소수를 나타내고 있으며, 여기에 결합하는 치환기의 탄소수를 포함하는 것이 아니다. 화학식 G1에 있어서의 Ar^1 내지 Ar^3 의 구체적인 구조로서는, 예를 들면, 화학식 1-1 내지 화학식 1-21의 치환기를 들 수 있다.



[0082]

[0083] 또한, 화학식 G1에 있어서, R^1 이 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기인 경우, R^1 은 또한 치환기를 가지고 있어도 양호하며, 치환기로서는 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 등을 들 수 있다. 화학식 G1에 있어서의 R^1 의 구체적인 구조로서는, 예를 들면, 화학식 2-1 내지 화학식 2-29의 치환기를 들 수 있다.



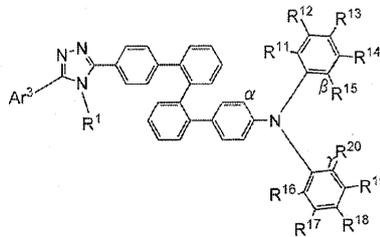
[0084]

[0085]

또한, 본 발명의 1 형태는, 화학식 G2로 표시되는 트리아졸 유도체이다.

[0086]

화학식 G2



[0087]

[0088]

상기 화학식 G2에서,

[0089]

Ar³은 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기이고, 치환기를 가지고 있어도 양호하며,

[0090]

R¹은 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 중 어느 하나이고, R¹이 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기인 경우, 치환기를 가지고 있어도 양호하며,

[0091]

R¹¹ 내지 R²⁰은 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 중 어느 하나이고,

[0092]

α 탄소, β 탄소, 및 γ 탄소 중 두 개는, 각각 서로 결합하여 카바졸 골격을 형성하고 있어도 양호하다.

[0093]

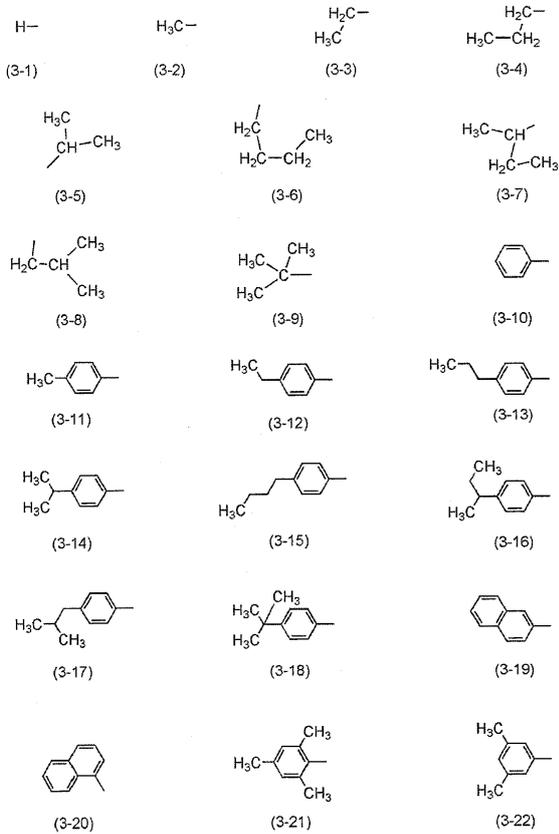
또한, 화학식 G2에 있어서의 Ar³은 또한 치환기를 가지고 있어도 양호하며, 치환기로서는 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 등을 들 수 있다. 화학식 G2에 있어서의 Ar³의 구체적 인 구조로서는, 상기에 나타낸 화학식 1-1 내지 화학식 1-21의 치환기 등을 들 수 있다.

[0094]

또한, 화학식 G2에 있어서의 R¹이 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기인 경우, R¹은 또한 치환기를 가지

고 있어도 양호하며, 치환기로서는 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 등을 들 수 있다. 화학식 G2에 있어서의 R¹의 구체적인 구조로서는, 상기에 나타낸 화학식 2-1 내지 화학식 2-29에 나타내는 치환기를 들 수 있다.

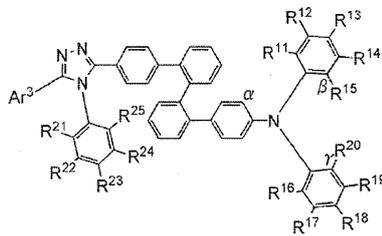
[0095] 또한, 화학식 G2에 있어서의 R¹¹ 내지 R²⁰의 구체적인 구조로서는, 예를 들면, 화학식 3-1 내지 화학식 3-22의 치환기를 들 수 있다.



[0096]

[0097] 또한, 본 발명의 1 형태는, 화학식 G3으로 표시되는 트리아졸 유도체이다.

[0098] 화학식 G3



[0099]

[0100] 상기 화학식 G3에서,

[0101] Ar³은 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기이고, 치환기를 가지고 있어도 양호하며,

[0102] R¹¹ 내지 R²⁵는 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 중 어느 하나이고,

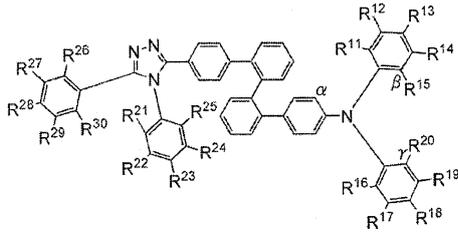
[0103] α 탄소, β 탄소, 및 γ 탄소 중 두 개는, 각각 서로 결합하여 카바졸 골격을 형성하고 있어도 양호하다.

[0104] 또한, 화학식 G3에 있어서의 Ar³은 또한 치환기를 가지고 있어도 양호하며, 치환기로서는 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 등을 들 수 있다. 화학식 G3에 있어서의 Ar³의 구체적인 구조로서는, 상기에 나타낸 화학식 1-1 내지 화학식 1-21의 치환기 등을 들 수 있다.

[0105] 또한, 화학식 G3에 있어서의 R¹¹ 내지 R²⁵의 구체적인 구조로서는, 예를 들면, 상기에 나타낸 화학식 3-1 내지 화학식 3-22의 치환기를 들 수 있다.

[0106] 또한, 본 발명의 1 형태는, 화학식 G4로 표시되는 트리아졸 유도체이다.

[0107] 화학식 G4



[0108]

[0109] 상기 화학식 G4에서,

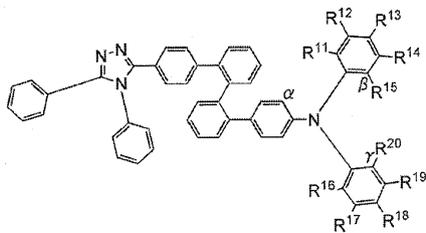
[0110] R¹¹ 내지 R³⁰은 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기 중 어느 하나이고,

[0111] α 탄소, β 탄소, 및 γ 탄소 중 두 개는, 각각 서로 결합하여 카바졸 골격을 형성하고 있어도 양호하다.

[0112] 또한, 화학식 G4에 있어서의 R¹¹ 내지 R³⁰의 구체적인 구조로서는, 예를 들면, 상기에 나타낸 화학식 3-1 내지 화학식 3-22의 치환기를 들 수 있다.

[0113] 또한, 본 발명의 1 형태는, 화학식 G5로 표시되는 트리아졸 유도체이다.

[0114] 화학식 G5

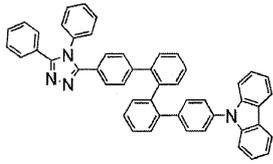


[0115]

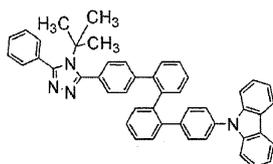
[0116] 상기 화학식 G5에서,

[0117] α 탄소, β 탄소, 및 γ 탄소 중 두 개는, 각각 서로 결합하여 카바졸 골격을 형성하고 있어도 양호하다.

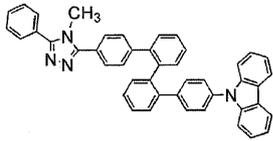
[0118] 본 실시 형태의 트리아졸 유도체의 구체예로서는, 예를 들면, 화학식 100 내지 206의 트리아졸 유도체를 들 수 있다. 단, 본 실시 형태는 이들에 한정되지 않는다.



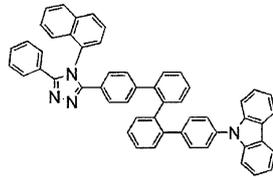
(100)



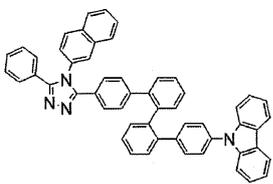
(101)



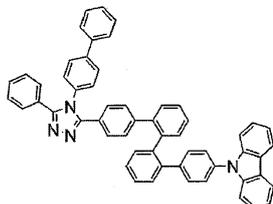
(102)



(103)

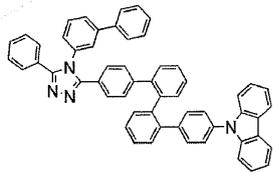


(104)

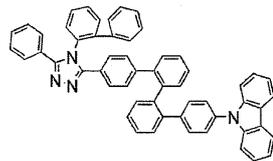


(105)

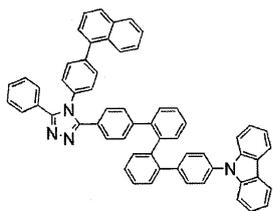
[0119]



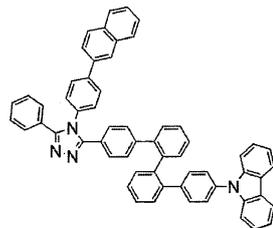
(106)



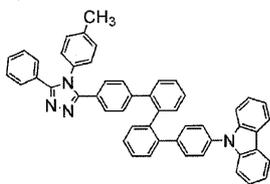
(107)



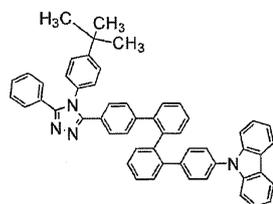
(108)



(109)

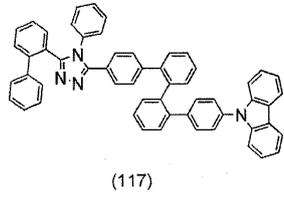
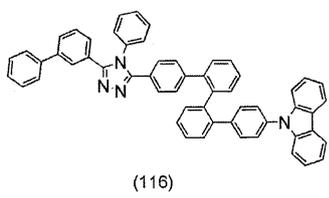
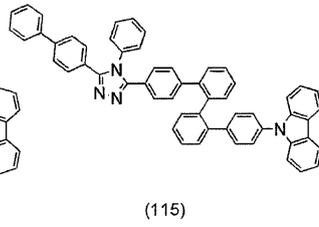
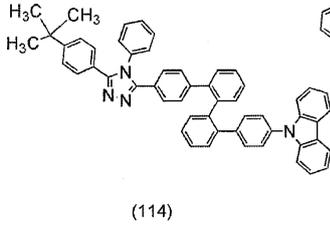
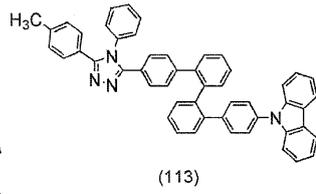
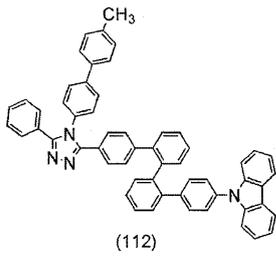


(110)

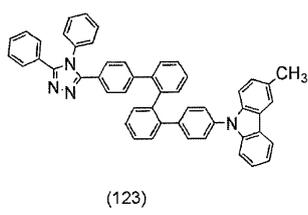
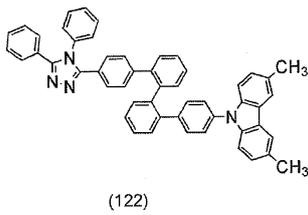
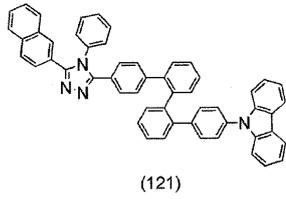
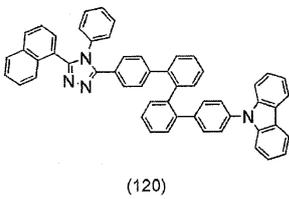
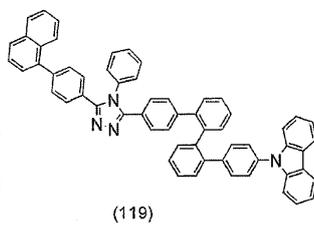
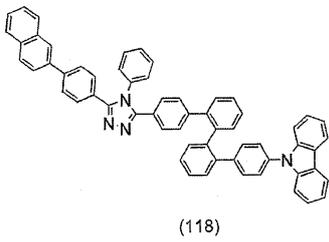


(111)

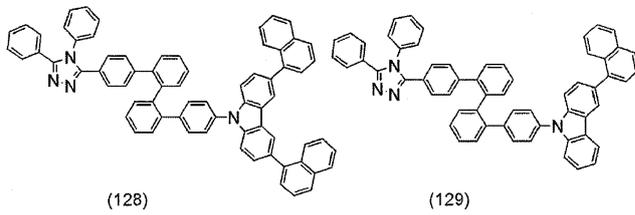
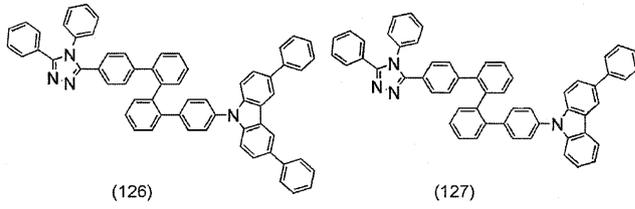
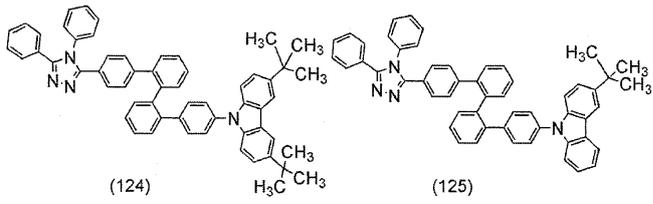
[0120]



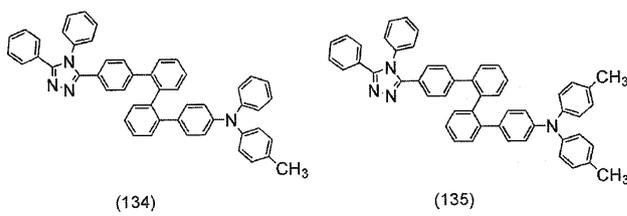
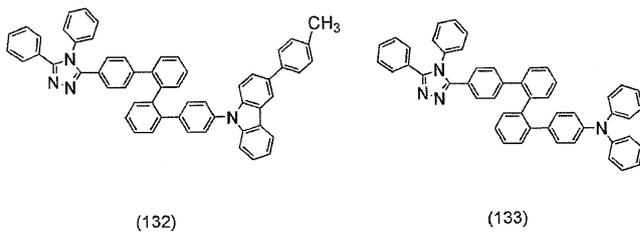
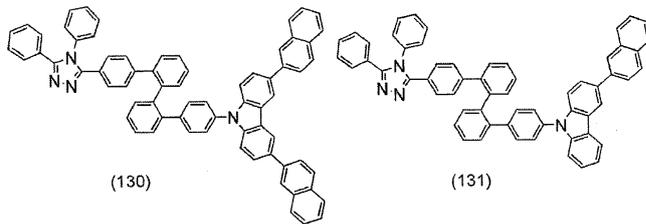
[0121]



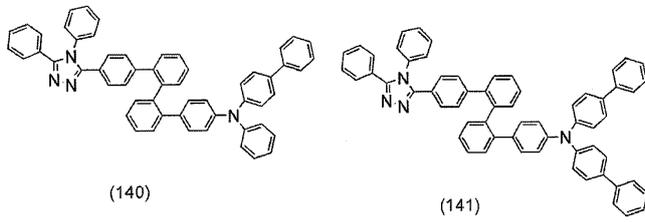
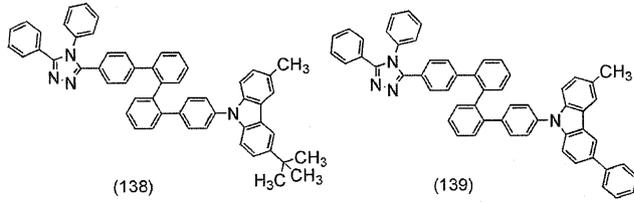
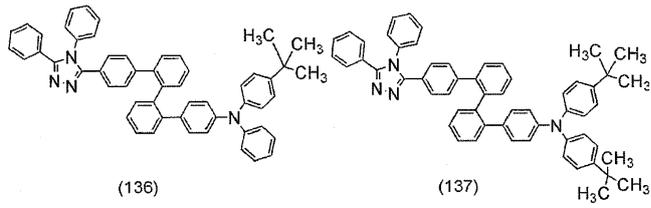
[0122]



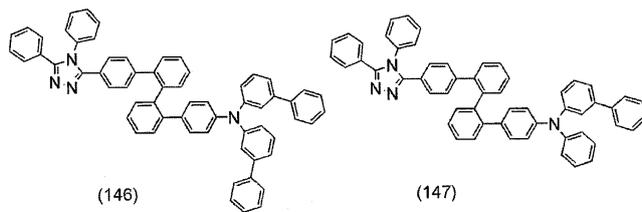
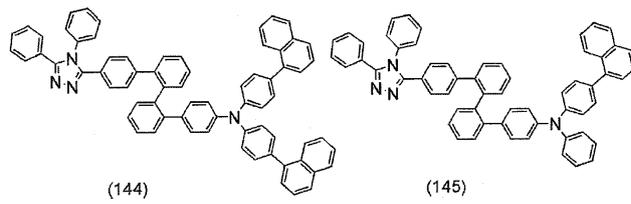
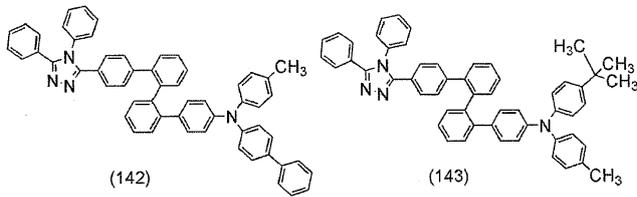
[0123]



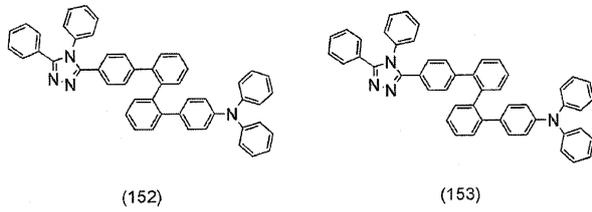
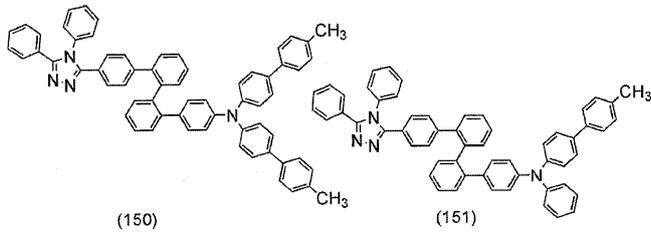
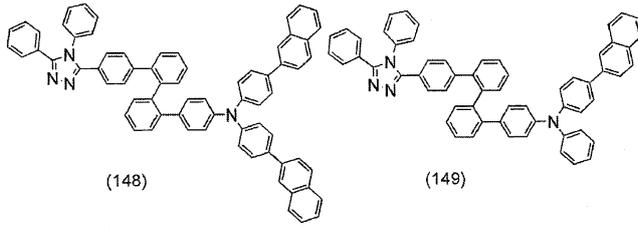
[0124]



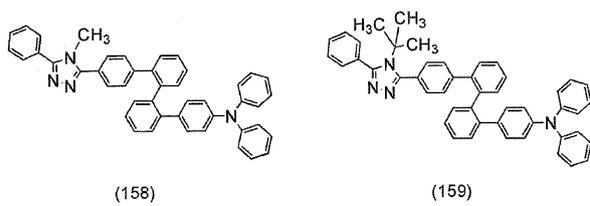
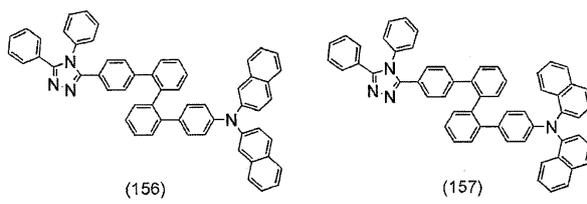
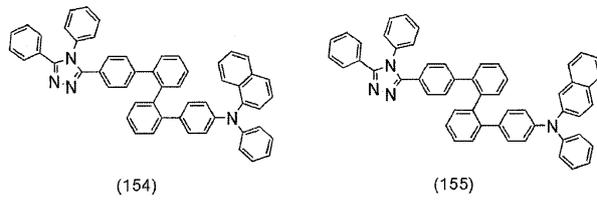
[0125]



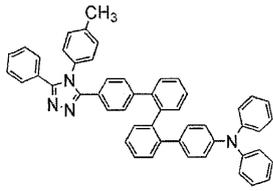
[0126]



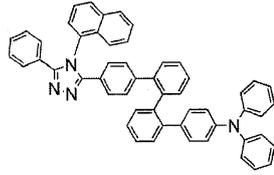
[0127]



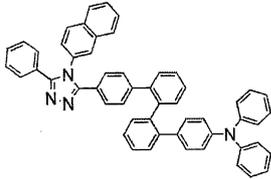
[0128]



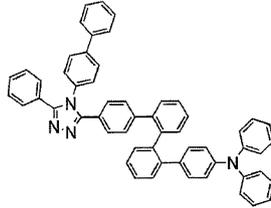
(160)



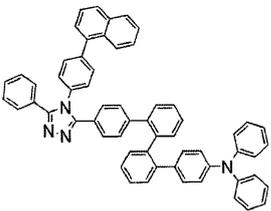
(161)



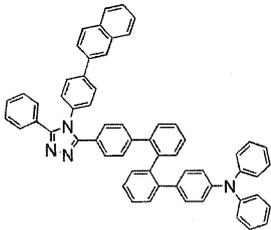
(162)



(163)

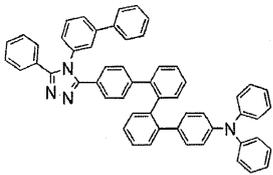


(164)

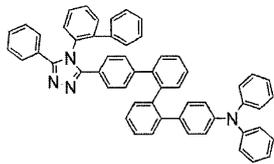


(165)

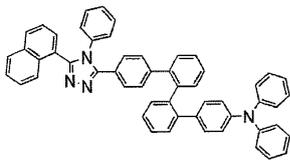
[0129]



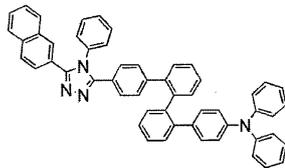
(166)



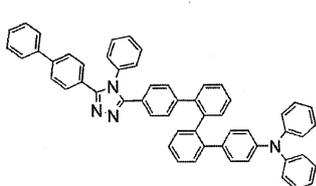
(167)



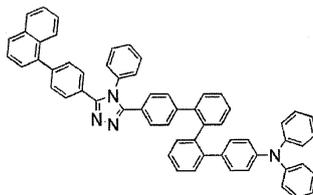
(168)



(169)

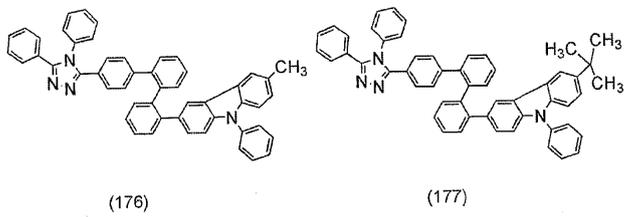
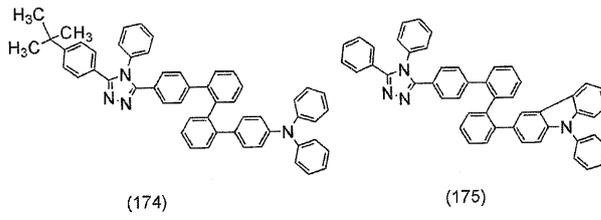
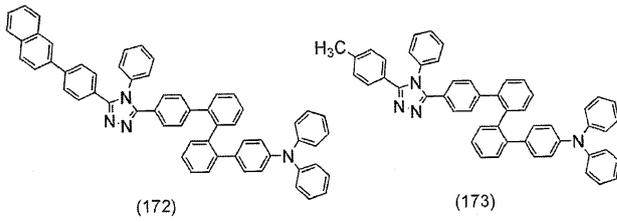


(170)

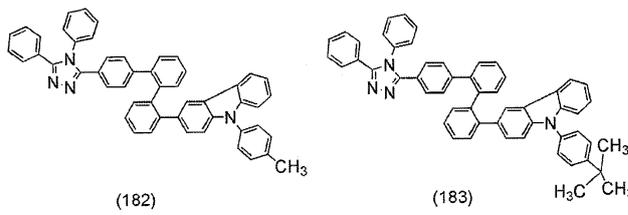
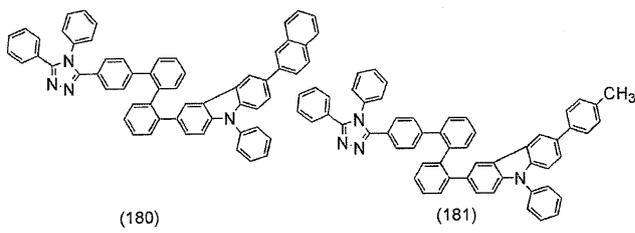
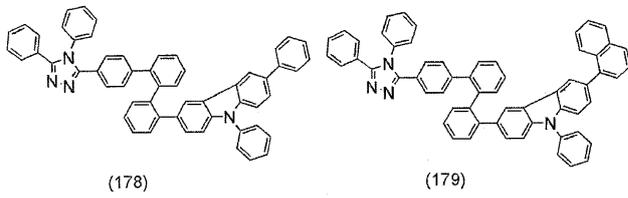


(171)

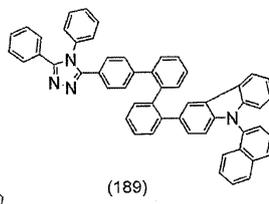
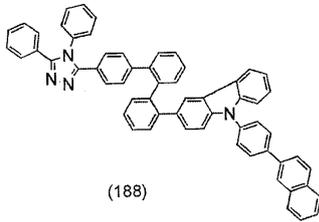
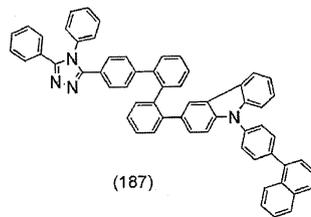
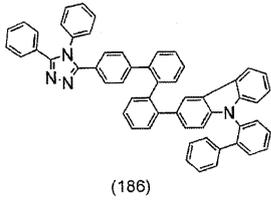
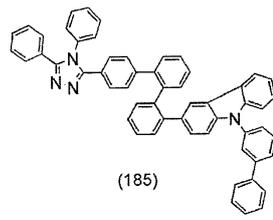
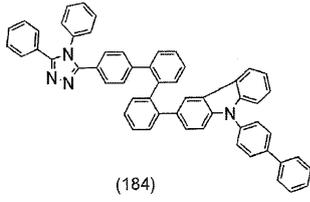
[0130]



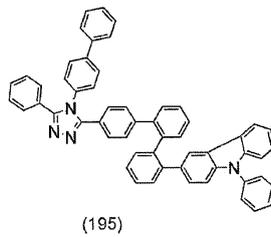
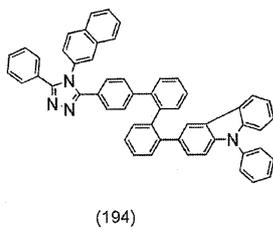
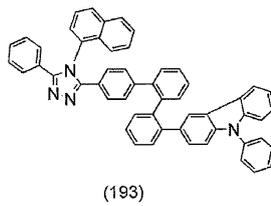
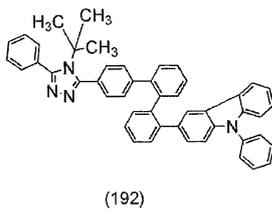
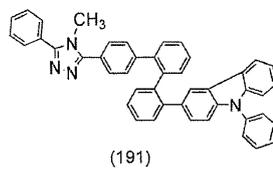
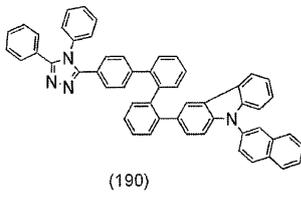
[0131]



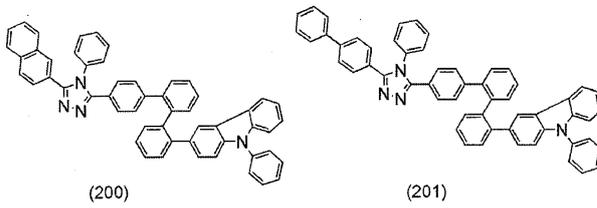
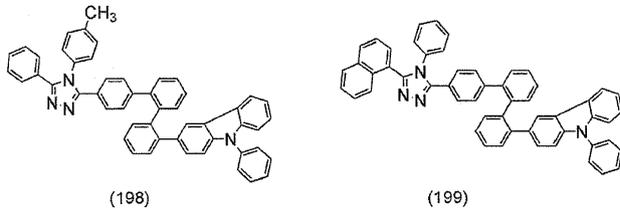
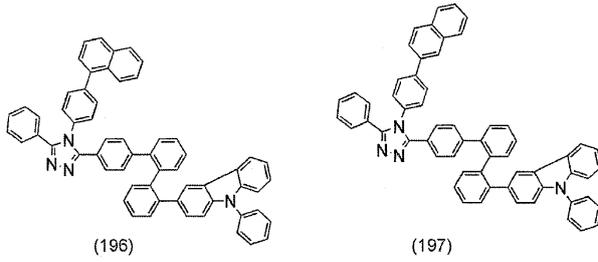
[0132]



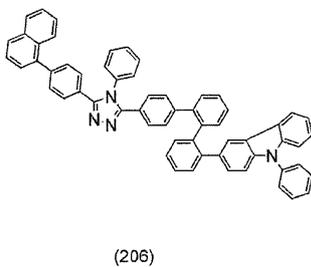
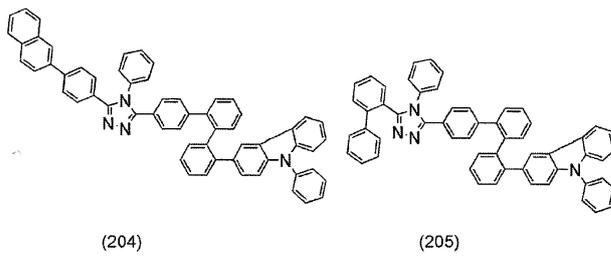
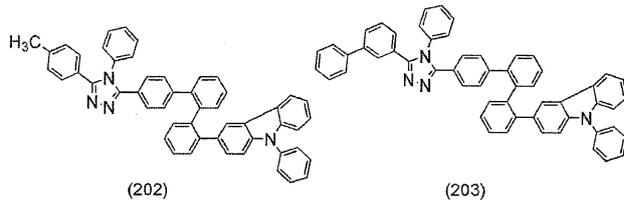
[0133]



[0134]



[0135]

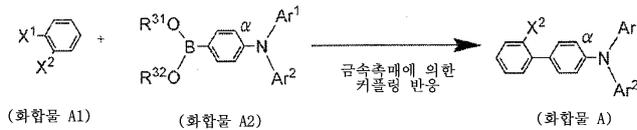


[0136]

[0137] 화학식 G1로 표시되는 트리아졸 유도체는, 이하에 있어서 합성 반응식 M-1 내지 M-5로 표시되는 합성 방법에 의해 합성할 수 있다. 이하, 본 실시 형태의 트리아졸 유도체의 합성 방법의 일례에 관해서 설명한다.

[0138] 처음에, 할로겐화된 아민 화합물(화합물 A)을 합성한다. 합성 반응식 M-1을 이하에 나타낸다.

[0139] 합성 반응식 M-1



[0140]

[0141] 할로겐화된 아민 화합물(화합물 A)은, 합성 반응식 M-1과 같이 하여 합성할 수 있다. 즉 디할로젠화 벤젠(화합물 A1)과 아릴아민 화합물의 보론산 또는 유기 붕소 화합물(화합물 A2)을 염기 존재하, 팔라듐 촉매를 사용한 스즈키·미야우라(Suzuki-Miyaura) 반응에 의해 커플링함으로써, 할로겐화된 아민 화합물(화합물 A)을 수득할 수 있다.

[0142] 합성 반응식 M-1에 있어서, X¹ 및 X²는 각각 할로젠 또는 트리플레이트기를 나타내고, 할로젠으로서는, 요오드, 브롬, 염소가 바람직하다. 또한, 합성 반응식 M-1에 있어서, R³¹과 R³²는 각각 수소 또는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 나타내고, R³¹과 R³²는 서로 결합하여 환 구조를 형성하고 있어도 양호하다.

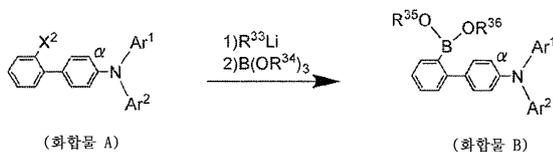
[0143] 또한, 합성 반응식 M-1에 있어서, Ar¹, Ar²는 환을 형성하는 탄소수가 6 내지 10인 아릴기를 나타내고, 치환기를 가지고 있어도 양호하다.

[0144] 합성 반응식 M-1에 있어서 사용할 수 있는 팔라듐 촉매로서는, 아세트산팔라듐(II), 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0) 등을 들 수 있다. 합성 반응식 M-1에 있어서, 사용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자로서는, 트리(오르토-톨릴)포스핀이나, 트리페닐포스핀이나, 트리스아이클로헥실포스핀 등을 들 수 있다.

[0145] 합성 반응식 M-1에 있어서 사용할 수 있는 염기로서는, 나트륨 3급-부톡사이드 등의 유기 염기나, 탄산칼륨 등의 무기 염기 등을 들 수 있다. 합성 반응식 M-1에 있어서, 사용할 수 있는 용매로서는, 톨루엔과 물의 혼합 용매, 톨루엔과 에탄올 등의 알콜과 물의 혼합 용매, 크실렌과 물의 혼합 용매, 크실렌과 에탄올 등의 알콜과 물의 혼합 용매, 벤젠과 물의 혼합 용매, 벤젠과 에탄올 등의 알콜과 물의 혼합 용매, 1,2-디메톡시에탄 등의 에테르류와 물의 혼합 용매 등을 들 수 있다. 또한, 톨루엔과 물, 또는 톨루엔, 에탄올 및 물의 혼합 용매가 보다 바람직하다.

[0146] 이어서, 합성 반응식 M-1에서 수득한 할로겐화 아릴아민 화합물(화합물 A)을, 알킬리튬 시약과 붕소 시약을 사용하여 보론산화함으로써, 아릴아민 화합물의 보론산 또는 유기 붕소 화합물(화합물 B)을 수득할 수 있다. 합성 반응식 M-2를 이하에 나타낸다.

[0147] 합성 반응식 M-2



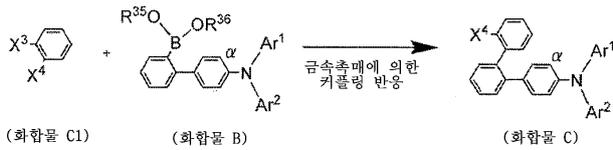
[0148]

[0149] 합성 반응식 M-2에 있어서 R³³ 및 R³⁴는 각각 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 나타낸다. 또한, R³⁵ 및 R³⁶은 각각 수소, 또는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 나타낸다. R³⁵와 R³⁶은 서로 결합하여 환 구조를 형성하고 있어도 양호하다.

[0150] 합성 반응식 M-2에 있어서, 알킬리튬 시약으로서는 n-부틸리튬, 메틸리튬 등을 사용할 수 있다. 또한, 붕소 시약으로서는 붕산트리메틸, 붕산트리이소프로필 등을 사용할 수 있다.

[0151] 이어서, 디할로젠화 벤젠(화합물 C1)과, 합성 반응식 M-2에서 수득한 아릴아민 화합물의 보론산 또는 유기 붕소 화합물(화합물 B)을 염기 존재하, 팔라듐 촉매를 사용한 스즈키·미야우라 반응에 의해 커플링함으로써, 할로겐화된 아민 화합물(화합물 C)을 수득할 수 있다. 합성 반응식 M-3을 이하에 나타낸다.

[0152] 합성 반응식 M-3



[0153]

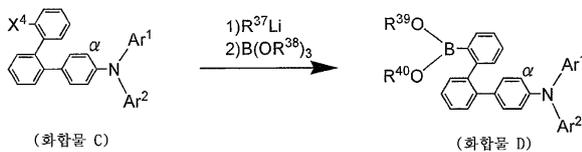
[0154] 합성 반응식 M-3에 있어서, X^3 및 X^4 는 각각 할로젠 또는 트리플레이트기를 나타내고, 할로젠으로서는, 요오드, 브롬, 염소가 바람직하다.

[0155] 합성 반응식 M-3에 있어서, 사용할 수 있는 팔라듐 촉매로서는, 아세트산팔라듐(II), 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0) 등을 들 수 있다. 합성 반응식 M-3에 있어서, 사용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자로서는, 트리(오르토-톨릴)포스핀이나, 트리페닐포스핀이나, 트리스아이클로헥실포스핀 등을 들 수 있다.

[0156] 합성 반응식 M-3에 있어서, 사용할 수 있는 염기로서는, 나트륨 3급-부톡사이드 등의 유기 염기나, 탄산칼륨 등의 무기 염기 등을 들 수 있다. 합성 반응식 M-3에 있어서, 사용할 수 있는 용매로서는, 톨루엔과 물의 혼합 용매, 톨루엔과 에탄올 등의 알콜과 물의 혼합 용매, 크실렌과 물의 혼합 용매, 크실렌과 에탄올 등의 알콜과 물의 혼합 용매, 벤젠과 물의 혼합 용매, 벤젠과 에탄올 등의 알콜과 물의 혼합 용매, 1,2-디메톡시에탄 등의 에테르류와 물의 혼합 용매 등을 들 수 있다. 또한, 톨루엔과 물, 또는 톨루엔, 에탄올 및 물의 혼합 용매가 보다 바람직하다.

[0157] 이어서, 합성 반응식 M-3에서 수득한 할로겐화 아릴아민 화합물(화합물 C)을 알킬리튬 시약과 붕소 시약을 사용하여 보론산화합으로써, 아릴아민 화합물의 보론산 또는 유기 붕소 화합물(화합물 D)을 수득할 수 있다. 합성 반응식 M-4를 이하에 나타낸다.

[0158] 합성 반응식 M-4



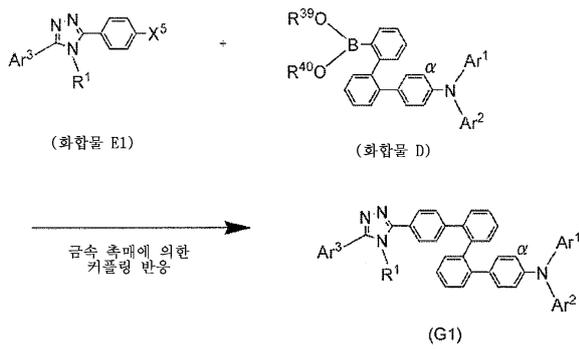
[0159]

[0160] 합성 반응식 M-4에 있어서, R^{37} 및 R^{38} 은 각각 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 나타낸다. 또한, R^{39} 및 R^{40} 은 각각 수소 또는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 나타낸다. R^{39} 와 R^{40} 은 서로 결합하여 환 구조를 형성하고 있어도 양호하다.

[0161] 합성 반응식 M-4에 있어서, 알킬리튬 시약으로서 n-부틸리튬, 메틸리튬 등을 사용할 수 있다. 또한, 붕소 시약으로서는 붕산트리메틸, 붕산트리이소프로필 등을 사용할 수 있다.

[0162] 이어서, 할로겐화된 트리아졸 유도체(화합물 E1)와, 합성 반응식 M-4에서 수득한 아릴아민 화합물의 보론산 또는 유기 붕소 화합물(화합물 D)을 염기 존재하, 팔라듐 촉매를 사용한 스즈키·미야우라 반응에 의해 커플링함으로써, 화학식 G1로 표시되는 본 실시 형태의 트리아졸 유도체를 수득할 수 있다. 합성 반응식 M-5를 이하에 나타낸다.

[0163] 합성 반응식 M-5



[0164]

[0165] 합성 반응식 M-5에 있어서, X⁵는 할로젠 또는 트리플레이트기를 나타내고, 할로젠으로서는, 요오드, 브롬, 염소가 바람직하다.

[0166] 합성 반응식 M-5에 있어서, 사용할 수 있는 팔라듐 촉매로서는, 아세트산팔라듐(II), 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0) 등을 들 수 있다. 합성 반응식 M-5에 있어서, 사용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자로서는, 트리(오르토-톨릴)포스핀이나, 트리페닐포스핀이나, 트리아이클로헥실포스핀 등을 들 수 있다.

[0167] 합성 반응식 M-5에 있어서, 사용할 수 있는 염기로서는, 나트륨 3급-부톡사이드 등의 유기 염기나, 탄산칼륨 등의 무기 염기 등을 들 수 있다. 합성 반응식 M-5에 있어서, 사용할 수 있는 용매로서는, 톨루엔과 물의 혼합 용매, 톨루엔과 에탄올 등의 알콜과 물의 혼합 용매, 크실렌과 물의 혼합 용매, 크실렌과 에탄올 등의 알콜과 물의 혼합 용매, 벤젠과 물의 혼합 용매, 벤젠과 에탄올 등의 알콜과 물의 혼합 용매, 1,2-디메톡시에탄 등의 에테르류와 물의 혼합 용매 등을 들 수 있다. 또한, 톨루엔과 물, 또는 톨루엔, 에탄올 및 물의 혼합 용매가 보다 바람직하다.

[0168] 이상에 의해, 본 실시 형태의 트리아졸 유도체를 합성할 수 있다.

[0169] 본 실시 형태의 트리아졸 유도체는 여기 에너지가 높고, 전자 수송성과 정공 수송성을 갖는다. 따라서, 발광 소자에 적합하게 사용할 수 있다. 특히, 발광 소자의 발광층에 있어서는, 주입되는 전자와 정공의 균형이 중요하기 때문에, 전자 수송성과 정공 수송성을 갖는 본 실시 형태의 트리아졸 유도체를, 발광층에 사용하는 것이 보다 바람직하다. 또한, 본 실시 형태의 트리아졸 유도체는, 3중항 여기 에너지가 크기 때문에, 인광을 발광하는 물질과 함께 발광층에 사용할 수 있다.

[0170] 또한, 1중항 여기 에너지(기저 상태와 1중항 여기 상태의 에너지 차)는 3중항 여기 에너지보다도 크기 때문에, 큰 3중항 여기 에너지를 갖는 물질은 큰 1중항 여기 에너지도 갖는다. 따라서, 3중항 여기 에너지가 큰 본 실시 형태의 트리아졸 유도체는 형광을 발광하는 물질과 함께 발광층에 사용한 경우에 있어서도 유익하다.

[0171] 또한, 본 실시 형태의 트리아졸 유도체는, 전자 수송성을 갖는 트리아졸 골격과 정공 수송성을 갖는 골격을, 공액이 확대되기 어려운 비틀어진 퀴터페닐렌 골격을 개재하여 결합함으로써, 높은 3중항 여기 에너지를 유지한 채 분자량을 크게 할 수 있기 때문에, 열적 안정성이 높은 트리아졸 유도체로 하는 것이 가능하다.

[0172] 또한, 본 실시 형태의 트리아졸 유도체는, 캐리어를 수송할 수 있기 때문에, 발광 소자에 있어서, 캐리어 수송층으로서 사용할 수 있다. 특히, 본 실시 형태의 트리아졸 유도체는, 큰 3중항 에너지를 갖기 때문에, 발광층에 접하는 층에 사용해도 발광층으로부터의 에너지 이동이 일어나기 어려워 높은 발광 효율을 실현할 수 있다.

[0173] (실시 형태 2)

[0174] 실시 형태 1의 트리아졸 유도체를 사용한 발광 소자의 1 형태에 관해서 도 1a를 사용하여 이하에 설명한다.

[0175] 본 실시 형태의 발광 소자는, 한 쌍의 전극 간에 적어도 발광 물질을 포함하는 층(발광층이라고도 한다)을 갖는 EL층을 협지(挾持)하여 형성된다. EL층은 발광 물질을 포함하는 층 이외에 복수의 층을 가져도 양호하다. 당해 복수의 층은, 전극으로 떨어진 곳에 발광 영역이 형성되도록, 즉 전극으로부터 떨어진 부위에서 캐리어의 재

결합이 실시되도록, 캐리어 주입성이 높은 물질이나 캐리어 수송성이 높은 물질로 이루어진 층을 조합하여 적층된 것이다. 본 명세서에서는, 캐리어 주입성이 높은 물질이나 캐리어 수송성이 높은 물질로 이루어진 층을 캐리어의 주입, 수송 등에 기능하는, 기능층이라고도 부른다. 기능층으로서, 정공 주입성이 높은 물질을 포함하는 층(정공 주입층이라고 한다), 정공 수송성이 높은 물질을 포함하는 층(정공 수송층이라고 한다), 전자 주입성이 높은 물질을 포함하는 층(전자 주입층이라고 한다), 전자 수송성이 높은 물질을 포함하는 층(전자 수송층이라고 한다) 등을 사용할 수 있다.

[0176] 도 1에 도시하는 본 실시 형태의 발광 소자에 있어서, 제1 전극(102) 및 제2 전극(107)의 한 쌍의 전극 간에 EL층(108)이 마련되어 있다. EL층(108)은, 제1 층(103), 제2 층(104), 제3 층(105), 및 제4 층(106)을 가지고 있다. 도 1에 있어서의 발광 소자는, 기판(101) 위에, 제1 전극(102)과, 제1 전극(102) 위에 순서대로 적층한 제1 층(103), 제2 층(104), 제3 층(105), 제4 층(106)과, 또한 그 위에 마련된 제2 전극(107)으로 구성되어 있다. 또한, 본 실시 형태에서는 제1 전극(102)은 양극으로서 기능하고, 제2 전극(107)은 음극으로서 기능하는 것으로서 이하에 설명한다.

[0177] 기판(101)은 발광 소자의 지지체로서 사용된다. 기판(101)으로서, 예를 들면 유리 기판, 석영 기판, 또는 플라스틱 기판 등을 사용할 수 있다. 또한 가요성 기판을 사용해도 양호하다. 가요성 기판이란, 구부릴 수 있는(플렉시블) 기판이며, 예를 들면, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르설폰으로 이루어진 플라스틱 기판 등을 들 수 있다. 또한, 필름(폴리프로필렌, 폴리에스테르, 비닐, 폴리플루오르화비닐, 염화비닐 등으로 이루어진다), 무기 증착 필름을 사용할 수도 있다. 또한, 발광 소자의 제작 공정에 있어서 지지체로서 기능하는 것이면, 이들 이외의 것이라도 양호하다.

[0178] 제1 전극(102)으로서, 일함수가 큰(구체적으로는 4.0eV 이상) 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 예를 들면, 산화인듐-산화주석(ITO: Indium Tin Oxide), 규소 또는 산화규소를 함유한 산화인듐-산화주석, 산화인듐-산화아연(IZO: Indium Zinc Oxide), 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐(IWZO) 등을 들 수 있다. 이들 도전성 금속 산화물막은, 통상 스퍼터링(sputtering)에 의해 성막되지만, 졸겔법 등을 응용하여 제작해도 상관없다. 예를 들면, 산화인듐-산화아연(IZO)은, 산화인듐에 대해 1 내지 20wt%의 산화아연을 가한 타겟을 사용하여 스퍼터링법에 의해 형성할 수 있다. 또한, 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐(IWZO)은, 산화인듐에 대해 산화텅스텐을 0.5 내지 5wt%, 산화아연을 0.1 내지 1wt% 함유한 타겟을 사용하여 스퍼터링법에 의해 형성할 수 있다. 이밖에, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 또는 금속 재료의 질화물(예를 들면, 질화티탄) 등을 들 수 있다.

[0179] 제1 층(103)은, 정공 주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 몰리브덴 산화물이나 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망간 산화물 등을 사용할 수 있다. 이밖에, 프탈로시아닌(약칭: H₂Pc)이나 구리프탈로시아닌(CuPc) 등의 프탈로시아닌계 화합물, 4,4'-비스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: DPAB), N,N'-비스[4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐]-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭: DNTPD) 등의 방향족 아민 화합물, 또는 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌설폰산)(PEDOT/PSS) 등의 고분자 등에 의해서도 제1 층(103)을 형성할 수 있다.

[0180] 또한, 제1 층(103)으로서, 유기 화합물과 무기 화합물을 복합하여 이루어진 복합 재료를 사용할 수 있다. 특히, 유기 화합물과, 유기 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 포함하는 복합 재료는, 유기 화합물과 무기 화합물간에 전자의 수수(授受)가 이루어져 캐리어 밀도가 증대하기 때문에, 정공 주입성, 정공 수송성이 우수하다.

[0181] 또한, 제1 층(103)으로서 유기 화합물과 무기 화합물을 복합하여 이루어진 복합 재료를 사용한 경우, 제1 전극(102)과 옴 접촉(ohmic contact)을 하는 것이 가능해지기 때문에, 일함수에 상관없이 제1 전극을 형성하는 재료를 선택할 수 있다.

[0182] 복합 재료에 사용하는 무기 화합물로서는, 전이 금속의 산화물인 것이 바람직하다. 또한 원소주기표에 있어서의 제4족 내지 제8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화바나듐, 산화니오브, 산화탄탈, 산화크롬, 산화몰리브덴, 산화텅스텐, 산화망간, 산화레늄은 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 이 중에서도 특히, 산화몰리브덴은 대기 중에서 안정적이며, 흡습성이 낮고 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.

[0183] 복합 재료에 사용하는 유기 화합물로서는, 방향족 아민 화합물, 카바졸 유도체, 방향족 탄화수소, 고분자 화합

물(올리고머, 덴드리머를 포함) 등, 다양한 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 복합 재료에 사용하는 유기 화합물로서는, 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는, $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖는 물질인 것이 바람직하다. 이하에서는, 복합 재료에 사용할 수 있는 유기 화합물을 구체적으로 열거한다.

- [0184] 예를 들면, 방향족 아민 화합물로서는, N,N'-디(p-톨릴)-N,N'-디페닐-p-페닐렌디아민(약칭: DTDPPA), 4,4'-비스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: DPAB), N,N'-비스[4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐]-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭: DNTPD), 1,3,5-트리스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B) 등을 들 수 있다.
- [0185] 복합 재료에 사용할 수 있는 카바졸 유도체로서는, 구체적으로는, 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.
- [0186] 또한, 4,4'-디(N-카바졸릴)비페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(N-카바졸릴)페닐]-10-페닐안트라센(약칭: CzPA), 1,4-비스[4-(N-카바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐벤젠 등을 사용할 수 있다.
- [0187] 또한, 복합 재료에 사용할 수 있는 방향족 탄화수소로서는, 예를 들면, 2-3급-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 2-3급-부틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-디페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 2-3급-부틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭: t-BuDBA), 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPAnth), 2-3급-부틸안트라센(약칭: t-BuAnth), 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭: DMNA), 2-3급-부틸-9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센, 9,9'-비안트릴, 10,10'-디페닐-9,9'-비안트릴, 10,10'-비스(2-페닐페닐)-9,9'-비안트릴, 10,10'-비스[(2,3,4,5,6-펜타페닐)페닐]-9,9'-비안트릴, 안트라센, 테트라센, 루브렌, 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(3급-부틸)페릴렌 등을 들 수 있다. 또한, 이밖에, 펜타센, 코로넨 등도 사용할 수 있다. 이와 같이, $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 가지며, 탄소수 14 내지 42인 방향족 탄화수소를 사용하는 것이 보다 바람직하다.
- [0188] 또한, 복합 재료에 사용할 수 있는 방향족 탄화수소는, 비닐 골격을 가지고 있어도 양호하다. 비닐기를 가지고 있는 방향족 탄화수소로서는, 예를 들면, 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)비페닐(약칭: DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-디페닐비닐)페닐]안트라센(약칭: DPVPA) 등을 들 수 있다.
- [0189] 또한, 폴리(N-비닐카바졸)(약칭: PVK)이나 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTPA) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.
- [0190] 또한, 실시 형태 1에서 나타낸 트리아졸 유도체를 복합 재료에 사용할 수도 있다.
- [0191] 제2 층(104)을 형성하는 물질로서는, 정공 수송성이 높은 물질, 구체적으로는, 방향족 아민(즉, 벤젠 환-질소의 결합을 갖는 것)의 화합물인 것이 바람직하다. 널리 사용되고 있는 재료로서, 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]비페닐, 이의 유도체인 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(이하, NPB라고 기재한다), 4,4',4''-트리스(N,N-디페닐-아미노)트리페닐아민, 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민 등의 스타버스트형(starburst) 방향족 아민 화합물을 들 수 있다. 여기에 서술한 물질은, 주로 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 제2 층(104)은, 단층의 것뿐만 아니라, 상기 물질의 혼합층, 또는 2층 이상 적층된 것이라도 양호하다.
- [0192] 또한, 실시 형태 1에서 나타낸 트리아졸 유도체를 정공 수송 재료로서 사용할 수도 있다.
- [0193] 또한, PMMA와 같은 전기적으로 불활성인 고분자 화합물에, 정공 수송성 재료를 첨가해도 양호하다.
- [0194] 또한, 폴리(N-비닐카바졸)(약칭: PVK)이나 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTPA), 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: 폴리-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용해도 양호하며, 또한 상기 고분자 화합물에 상기 정공 수송성 재료를 적절히 첨가해도 양호하다.
- [0195] 제3 층(105)은, 발광 물질을 포함하는 층(발광층이라고도 한다)이다. 본 실시 형태에서는, 제3 층(105)은 실시 형태 1에서 나타낸 트리아졸 유도체를 사용하여 형성한다. 실시 형태 1의 트리아졸 유도체는, 보라색 내지 청

색의 발광을 나타내고, 발광 물질로서 발광 소자에 적합하게 사용할 수 있다.

- [0196] 또한, 제3 층(105)은, 실시 형태 1의 트리아졸 유도체를 호스트로서 사용할 수도 있고, 실시 형태 1의 트리아졸 유도체에 발광 물질이 되는 도판트(dopant)를 분산시킨 구성으로 함으로써, 발광 물질이 되는 도판트로부터의 발광을 수득할 수 있다. 실시 형태 1의 트리아졸 유도체는, 큰 여기 에너지를 갖기 때문에, 그 트리아졸 유도체에 발광 물질을 분산시킨 구성으로 하는 것이 특히 바람직하다.
- [0197] 실시 형태 1의 트리아졸 유도체를 다른 발광 물질을 분산시키는 재료로서 사용하는 경우, 발광 물질에 기인한 발광색을 수득할 수 있다. 또한, 실시 형태 1의 트리아졸 유도체에 기인한 발광색과, 트리아졸 유도체 중에 분산되어 있는 발광 물질에 기인한 발광색의 혼색의 발광색을 수득할 수도 있다.
- [0198] 실시 형태 1의 트리아졸 유도체에 분산시키는 발광 물질로서는, 형광을 발광하는 물질이나 인광을 발광하는 물질을 사용할 수 있다.
- [0199] 인광을 발광하는 물질(인광성 화합물)을 사용하는 경우에는, 특별히 제한되지 않고 각종 물질을 사용하는 것이 가능하지만, 실시 형태 1의 트리아졸 유도체보다도 3중항 여기 에너지가 작은 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 실시 형태 1의 트리아졸 유도체는, 3중항 여기 에너지가 크기 때문에, 발광층에 사용하는 인광성 화합물의 선택지가 넓어진다.
- [0200] 실시 형태 1의 트리아졸 유도체와 함께 발광층에 사용할 수 있는 인광성 화합물로서는, 예를 들면, 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpic), 비스[2-(3',5'-비스트리플루오로메틸페닐)피리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: Ir(CF₃ppy)₂(pic)), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIracac), 트리스(2-페닐피리디네이토)이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₃), 비스(2-페닐피리디네이토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(ppy)₂(acac)), 트리스(아세틸아세토네이트)(모노페난트롤린)테르븀(III)(약칭: Tb(acac)₃(Phen)), 비스(벤조[h]퀴놀리네이토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(btq)₂(acac)), 비스(2,4-디페닐-1,3-옥사졸레이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(dpo)₂(acac)), 비스[2-(4'-피플루오로페닐페닐)피리디네이토]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(p-PF-ph)₂(acac)), 비스(2-페닐벤조티아졸레이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bt)₂(acac)), 비스[2-(2'-벤조[4,5-a]티에닐)피리디네이토-N,C^{3'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(btp)₂(acac)), 비스(1-페닐이소퀴놀리네이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(piq)₂(acac)), (아세틸아세토네이트)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀살리네이토]이리듐(III)(약칭: Ir(Fdqp)₂(acac)), (아세틸아세토네이트)비스(2,3,5-트리페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)₂(acac)), 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린 백금(II)(약칭: PtOEP), 트리스(1,3-디페닐-1,3-프로판디오네이트)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(DBM)₃(Phen)), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트리플루오로아세토네이토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(TTA)₃(Phen)) 등을 들 수 있다.
- [0201] 형광을 발광하는 물질을 사용하는 경우에는, 특별히 제한없이 각종 재료를 사용하는 것이 가능하지만, 실시 형태 1의 트리아졸 유도체보다도 1중항 여기 에너지가 작은 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체는, 큰 1중항 여기 에너지를 갖기 때문에, 발광층에 사용하는 형광성 화합물의 선택지가 넓어진다.
- [0202] 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체와 함께 발광층에 사용할 수 있는 형광성 화합물로서는, 예를 들면, 쿠마린6이나 쿠마린545T 등의 쿠마린 유도체, N,N'-디메틸퀴나클리돈이나 N,N'-디페닐퀴나클리돈 등의 퀴나클리돈 유도체, N-페닐아크리돈이나 N-메틸아크리돈 등의 아크리돈 유도체, 2-3급-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPhA), 루브렌, 페리플란텐, 2,5,8,11-테트라(3급-부틸)페릴렌(약칭: TBP) 등의 축합 방향족 화합물, 4-디시아노메틸렌-2-[p-(디메틸아미노)스티릴]-6-메틸-4H-피란 등의 피란 유도체, 4-(2,2-디페닐비닐)트리페닐아민, 9-(4-{N-[4-(카바졸-9-일)페닐]-N-페닐아미노}페닐)-10-페닐안트라센(약칭: YGAPA), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-

(9-페닐-9H-카바졸 3-일)트리페닐아민(약칭: PCBAPA) 등의 아민 유도체 등을 들 수 있다.

- [0203] 또한, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체를, 그 트리아졸 유도체보다도 큰 밴드갭을 갖는 재료(호스트)로 이루어진 층 중에 첨가한 발광 소자를 제작함으로써, 실시 형태 1의 트리아졸 유도체로부터의 발광을 수득할 수 있다. 즉, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체는 도판트로서도 기능한다.
- [0204] 제4 층(106)은, 전자 수송성이 높은 물질을 사용할 수 있다. 예를 들면, 트리스(8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(약칭: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이트)베릴륨(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이트)(4-페닐페놀레이트)알루미늄(약칭: BA1q) 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체 등으로 이루어진 층이다. 또한, 이밖에 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조옥사졸레이트]아연(약칭: Zn(BOX)₂), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조티아졸레이트]아연(약칭: Zn(BTZ)₂) 등의 옥사졸계, 티아졸계 배위자를 갖는 금속 착체 등도 사용할 수 있다. 또한, 금속 착체 이외에도, 2-(4-비페닐릴)-5-(4-3급-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD)이나, 1,3-비스[5-(p-3급-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4-비페닐릴)-4-페닐-5-(4-3급-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP) 등도 사용할 수 있다. 여기에 서술한 물질은, 주로 10⁶ cm²/Vs 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 전자 수송층은, 단층의 것뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어진 층이 2층 이상 적층된 것으로 해도 양호하다.
- [0205] 또한, 실시 형태 1에서 나타낸 트리아졸 유도체를 전자 수송 재료로서 사용할 수도 있다.
- [0206] 또한, 제4 층(106)과 제2 전극(107) 사이에 전자 주입을 촉진시키는 기능을 갖는 층(전자 주입층)을 마련해도 양호하다. 전자 주입을 촉진시키는 기능을 갖는 층으로서, 플루오르화리튬(LiF), 플루오르화세슘(CsF), 플루오르화칼슘(CaF₂) 등과 같은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들면, 전자 수송성을 갖는 물질로 이루어진 층 중에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 또는 이들의 화합물을 함유시킨 것, 예를 들면 Alq 중에 마그네슘(Mg)을 함유시킨 것 등을 사용할 수 있다. 또한, 전자 주입층으로서, 전자 수송성을 갖는 물질로 이루어진 층 중에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 함유시킨 것을 사용함으로써, 제2 전극(107)으로부터의 전자 주입이 효율적으로 실시되기 때문에 보다 바람직하다.
- [0207] 전자 주입층에는, 유기 화합물과 전자 공여체[도너(donor)]를 혼합하여 이루어진 복합 재료를 사용해도 양호하다. 이러한 복합 재료는, 전자 공여체에 의해 유기 화합물에 전자가 발생하기 때문에, 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 이 경우, 상기의 유기 화합물은, 발생한 전자의 수송이 우수한 재료인 것이 바람직하고, 예를 들면, 상기한 제4 층(106)을 구성하는 물질을 사용할 수 있다. 또한, 실시 형태 1에서 나타낸 트리아졸 유도체를 사용할 수도 있다. 전자 공여체는, 유기 화합물에 대해 전자 공여성을 나타내는 물질이면 양호하다. 구체적으로는, 알칼리 금속이나 알칼리 토금속이나 희토류 금속이 바람직하고, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 에르븀, 이테르븀 등을 사용하면 양호하다. 또한, 알칼리 금속 산화물이나 알칼리 토금속 산화물이 바람직하고, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 바륨 산화물 등을 사용하면 양호하다. 또한, 산화마그네슘과 같은 루이스 염기를 사용할 수도 있다. 또한, 테트라티아폴발렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다.
- [0208] 제2 전극(107)을 형성하는 물질로서는, 일함수가 작은(구체적으로는 3.8eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 음극 재료의 구체예로서는, 원소주기표의 1족 또는 2족에 속하는 원소, 즉 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 알칼리 토금속, 및 이들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi), 유로퓸(Eu), 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이들을 포함하는 합금 등을 들 수 있다. 그러나, 제2 전극(107)과 제4 층(106) 사이에, 전자 주입을 촉진시키는 기능을 갖는 층을, 당해 제2 전극과 적층하여 마련함으로써, 일함수의 대소에 관계없이, Al, Ag, ITO, 규소 또는 산화규소를 함유한 ITO 등 여러 가지 도전성 재료를 제2 전극(107)으로서 사용할 수 있다.
- [0209] 또한, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체는, 전자 및 정공 수송성이 높은 바이폴라 재료이기 때문에, 캐리어 수송 재료로서 발광 소자의 기능층으로서도 사용할 수 있다. 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체는 큰 여기 에너지를 갖기 때문에, 발광 소자의 기능층으로서 사용함으로써, 발광층에서 발생한 여기자가 다른 층으로 확산되는 것을 방지할 수 있다. 그 결과, 발광 효율이 높은 발광 소자를 수득할 수 있다.
- [0210] 또한, 제1 층(103), 제2 층(104), 제3 층(105), 제4 층(106)의 형성 방법은, 증착법, 스퍼터법, 액적 토출법(droplet discharging method)(잉크젯법), 스핀 코팅법, 인쇄법 등의 다양한 방법을 사용할 수 있다. 또한 각

전극 또는 각 층별로 상이한 성막 방법을 사용하여 형성해도 상관없다.

- [0211] 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체가 용매에 용해된 용액상의 조성물을 사용하여, 습식법에 의해 박막을 형성하는 경우, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체를 포함하는 박막의 형성 재료를 용매에 용해하고, 그 용액상의 조성물을 피형성 영역에 부착시켜 용매를 제거하고 고착화시킴으로써 박막으로서 형성한다.
- [0212] 습식법으로서는, 스핀 코트법, 롤 코트법, 스프레이법, 캐스트법, 딥법(dipping method), 액적 토출(분출)법(잉크젯법), 디스펜서법(dispenser method), 각종 인쇄법(스크린(공판) 인쇄, 오프셋(평판) 인쇄, 볼록판 인쇄나 그라비아(오목판) 인쇄 등 원하는 패턴으로 형성되는 방법) 등을 사용할 수 있다. 또한, 액상의 조성물을 사용하는 방법이면 상기에 한정되지 않고, 본 실시 형태의 조성물을 사용할 수 있다.
- [0213] 또한, 상기한 조성물에 있어서, 용매로서는 다양한 용매를 사용할 수 있다. 예를 들면, 톨루엔, 크실렌, 메톡시벤젠(아니솔), 도데실벤젠, 또는 도데실벤젠과 테트라린의 혼합 용매와 같은 방향족 환(예를 들면, 벤젠 환)을 갖는 용매에 용해시킬 수 있다. 또한, 상기한 트리아졸 유도체는, 디메틸설폭사이드(DMSO), 디메틸포름아미드(DMF), 클로로포름 등 방향족 환을 갖지 않는 유기 용매에 대해서도 용해되는 것이 가능하다.
- [0214] 또한, 다른 용매로서, 아세트, 메틸 에틸 케톤, 디에틸 케톤, n-프로필 메틸 케톤 또는 사이클로헥산 등의 케톤계 용매, 아세트산 에틸, 아세트산 n-프로필, 아세트산 n-부틸, 프로피온산 에틸, γ -부티로락톤 또는 탄산 디에틸 등의 에스테르계 용매, 디에틸에테르, 테트라하이드로푸란, 또는 디옥산 등의 에테르계 용매, 에탄올, 이소프로판올, 2-메톡시에탄올 또는 2-에톡시에탄올 등의 알코올계 용매 등도 들 수 있다.
- [0215] 또한, 본 실시 형태에서 나타내는 조성물에, 또 다른 유기 재료를 포함해도 양호하다. 유기 재료로서는, 상온에서, 고체 상태인 방향족 화합물 또는 헤테로 방향족 화합물을 들 수 있다. 유기 재료로서는, 저분자 화합물이나 고분자 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 저분자 화합물을 사용하는 경우에는, 용매에 대한 용해성을 높이는 치환기를 가지고 있는 저분자 화합물[중분자 화합물(medium molecular)이라고 불려도 된다]을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0216] 또한, 성막한 막의 성질을 향상시키기 위해서, 또한 바인더(binder)를 포함하고 있어도 양호하다. 바인더로서는, 전기적으로 불활성의 고분자 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 폴리메틸메타크릴레이트(약칭: PMMA)나, 폴리이미드 등을 사용할 수 있다.
- [0217] 이상과 같은 구성을 갖는 본 실시 형태의 발광 소자는, 제1 전극(102)과 제2 전극(107) 사이에 생긴 전위차에 의해 전류가 흐르고, 발광성이 높은 물질을 포함하는 층인 제3 층(105)에 있어서 정공과 전자가 재결합하여 발광하는 것이다. 즉 제3 층(105)에 발광 영역이 형성되는 구성으로 되어 있다.
- [0218] 발광은, 제1 전극(102) 또는 제2 전극(107) 중 어느 한쪽 또는 양자를 통해 외부로 추출된다. 따라서, 제1 전극(102) 또는 제2 전극(107)의 어느 한쪽 또는 양자는, 투광성을 갖는 물질로 이루어진다. 제1 전극(102)만이 투광성을 갖는 물질로 이루어진 것인 경우, 도 1a에 도시하는 바와 같이, 발광은 제1 전극(102)을 통해 기관측으로부터 추출된다. 또한, 제2 전극(107)만이 투광성을 갖는 물질로 이루어진 것인 경우, 도 1b에 도시하는 바와 같이, 발광은 제2 전극(107)을 통해 기관과 반대측으로부터 추출된다. 제1 전극(102) 및 제2 전극(107)이 모두 투광성을 갖는 물질로 이루어진 것인 경우, 도 1c에 도시하는 바와 같이, 발광은 제1 전극(102) 및 제2 전극(107)을 통해 기관측 및 기관과 반대측의 양자로부터 추출된다.
- [0219] 또한, 제1 전극(102)과 제2 전극(107) 사이에 마련되는 층의 구성은, 상기의 것에는 한정되지 않는다. 발광 영역과 금속이 근접함으로써 생기는 소광을 방지하도록, 제1 전극(102) 및 제2 전극(107)으로부터 떨어진 부위에 정공과 전자가 재결합하는 발광 영역을 마련한 구성이면, 상기 이외의 것이라도 양호하다.
- [0220] 즉, 층의 적층 구조에 관해서는 특별히 한정되지 않으며, 전자 수송성이 높은 물질 또는 정공 수송성이 높은 물질, 전자 주입성이 높은 물질, 정공 주입성이 높은 물질, 바이폴라성(전자 및 정공 수송성이 높은 물질)의 물질, 정공 블록 재료 등으로 이루어진 층을, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체를 포함하는 발광층과 자유롭게 조합하여 구성하면 양호하다.
- [0221] 도 2에 도시하는 발광 소자는, 기관(301) 위에, 제1 전극(302) 및 제2 전극(307)의 한 쌍의 전극 간에, EL층(308)이 마련되어 있다. EL층(308)은, 전자 수송성이 높은 물질로 이루어진 제1 층(303), 발광 물질을 포함하는 제2 층(304), 정공 수송성이 높은 물질로 이루어진 제3 층(305), 정공 주입성이 높은 물질로 이루어진 제4 층(306)을 포함하고 있다. 음극으로서 기능하는 제1 전극(302), 전자 수송성이 높은 물질로 이루어진 제1 층(303), 발광 물질을 포함하는 제2 층(304), 정공 수송성이 높은 물질로 이루어진 제3 층(305), 정공 주입성이

높은 물질로 이루어진 제4 층(306), 양극으로서 기능하는 제2 전극(307)이 순서대로 적층된 구성으로 되어 있다.

- [0222] 이하, 구체적인 발광 소자의 형성 방법을 나타낸다.
- [0223] 본 실시 형태의 발광 소자는 한 쌍의 전극 간에 EL층이 협지되는 구조로 되어 있다. EL층은 적어도 실시 형태 1에 나타난 트리아졸 유도체를 사용하여 형성된 발광 물질을 포함하는 층(발광층이라고도 한다)을 포함한다. 또한, EL층에는, 발광 물질을 포함하는 층 이외에 기능층(정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층 등)을 포함해도 양호하다. 전극(제1 전극 및 제2 전극), 발광 물질을 포함하는 층, 및 기능층은 액적 토출법(잉크젯법), 스핀 코트법, 인쇄법 등의 습식법을 사용하여 형성해도 양호하며, 진공 증착법, CVD법, 스퍼터링법 등의 건식법을 사용하여 형성해도 양호하다. 습식법을 사용하면, 대기압 하에서 형성할 수 있기 때문에, 간이 장치 및 공정으로 형성할 수 있어 공정이 간략화되어 생산성이 향상된다고 하는 효과가 있다. 한편 건식법은, 재료를 용해시킬 필요가 없어 용액에 난용인 재료도 사용할 수 있어 재료의 선택의 폭이 넓다.
- [0224] 발광 소자를 구성하는 박막의 모든 형성을 습식법으로 실시해도 양호하다. 이 경우, 습식법에서 필요한 설비만으로 발광 소자를 제작할 수 있다. 또한, 발광 물질을 포함하는 층을 형성할 때까지의 적층을 습식법으로 실시하고, 발광 물질을 포함하는 층 위에 적층하는 기능층이나 제2 전극 등을 건식법에 의해 형성해도 양호하다. 또한, 발광 물질을 포함하는 층을 형성하기 전의 제1 전극이나 기능층을 건식법에 의해 형성하고, 발광 물질을 포함하는 층, 및 발광 물질을 포함하는 층 위에 적층하는 기능층이나 제2 전극을 습식법에 의해 형성해도 양호하다. 물론, 본 실시 형태는 이것에 한정되지 않으며, 사용하는 재료나 필요한 막 두께, 계면 상태에 따라서 적절히 습식법과 건식법을 선택하고, 조합하여 발광 소자를 제작할 수 있다.
- [0225] 본 실시 형태에 있어서는, 유리, 플라스틱 등으로 이루어진 기판 위에 발광 소자를 제작하고 있다. 기판 위에 이러한 발광 소자를 복수 제작함으로써, 패시브 매트릭스형(passive matrix)의 발광 장치를 제작할 수 있다. 또한, 유리, 플라스틱 등으로 이루어진 기판 위에, 예를 들면 박막 트랜지스터(TFT)를 형성하고, TFT와 전기적으로 접속된 전극 위에 발광 소자를 제작해도 양호하다. 이것에 의해, TFT에 의해 발광 소자의 구동을 제어하는 액티브 매트릭스형의 발광 장치를 제작할 수 있다. 또한, TFT의 구조는, 특별히 한정되지 않는다. 스테거형(staggered)의 TFT라도 양호하고, 역스테거형의 TFT라도 양호하다. 또한, TFT에 사용하는 반도체의 결정성에 관해서도 특별히 한정되지 않으며, 비정질 반도체를 사용해도 양호하며, 결정성 반도체를 사용해도 양호하다. 또한, TFT 기판에 형성되는 구동용 회로에 관해서도, N형 및 P형의 TFT로 이루어진 것이라도 양호하고, 또는 N형 또는 P형 중 어느 한쪽만으로 이루어진 것이라도 양호하다.
- [0226] 실시 형태 1에 나타난 트리아졸 유도체는, 밴드갭이 넓어 전자 및 정공 수송성이 높은 바이폴라 재료이다. 따라서, 실시 형태 1에 나타난 트리아졸 유도체를, 발광 소자에 사용함으로써, 캐리어 균형이 양호한 고효율의 발광 소자를 수득할 수 있다.
- [0227] 또한, 실시 형태 1에 나타난 트리아졸 유도체를 사용함으로써, 고효율의 발광 장치 및 전자 기기를 수득할 수 있다.
- [0228] (실시 형태 3)
- [0229] 본 실시 형태에서는, 실시 형태 2에서 나타난 구성과 상이한 구성의 발광 소자에 관해서 도 3a, 3b를 사용하여 설명한다.
- [0230] 전자 수송층과 발광층 사이에 전자 캐리어의 이동을 제어하는 층을 마련해도 양호하다. 도 3a에, 전자 수송층인 제4 층(106)과 발광층인 제3 층(105)(발광층(105)이라고도 기재한다) 사이에 전자 캐리어의 이동을 제어하는 층(130)을 마련하는 구성을 나타낸다. 이것은 상기와 같은 전자 수송성이 높은 재료에, 전자 트랩성(electron-trapping property)이 높은 물질을 소량 첨가한 층, 또는 전자 수송성이 높은 재료에 최저준위 비점유 분자 오비탈(LUMO)의 에너지 값이 낮은 홀 수송성을 갖는 재료를 첨가한 층으로서, 전자 캐리어의 이동을 억제함으로써, 캐리어 균형을 조절하는 것이 가능해진다. 이러한 구성은, 제3 층(105)을 전자가 꿰뚫고 나가버리는 것에 의해 발생하는 문제(예를 들면 소자 수명의 저하)의 억제에 큰 효과를 발휘한다.
- [0231] 또한, 다른 구성으로서, 발광층(105)을 2층 이상의 복수층으로 구성해도 양호하다. 도 3b에, 발광층(105)을 제1 발광층(105a), 제2 발광층(105b)과 2층의 복수층으로 구성하는 예를 도시한다.
- [0232] 예를 들면, 제1 발광층(105a)과 제2 발광층(105b)을 정공 수송층인 제2 층(104)측에서부터 순서대로 적층하여

발광층(105)으로 하는 경우, 제1 발광층(105a)의 호스트 재료로서 정공 수송성을 갖는 물질을 사용하고, 제2 발광층(105b)으로서 전자 수송성을 갖는 물질을 사용하는 구성 등이 있다.

- [0233] 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체는, 단독으로 발광층으로서 사용할 수 있는 것 이외에, 호스트로서 사용할 수도 있고, 또한 도판트로서 사용할 수도 있다.
- [0234] 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체를 호스트로서 사용하는 경우, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체에 발광 물질이 되는 도판트를 분산시킨 구성으로 함으로써, 발광 물질이 되는 도판트로부터의 발광을 수득할 수 있다.
- [0235] 한편, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체를 도판트로서 사용하는 경우, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체보다도 큰 밴드갭을 갖는 재료(호스트)로 이루어진 층 중에 첨가한 구성으로 함으로써, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체로부터의 발광을 수득할 수 있다.
- [0236] 또한 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체는 정공 수송성과 전자 수송성의 바이폴라성을 갖기 때문에, 정공 수송성을 갖는 경우, 제1 발광층(105a)에 사용할 수 있고, 전자 수송성을 갖는 경우, 제2 발광층(105b)으로서 사용할 수 있다. 제1 발광층(105a), 제2 발광층(105b)에는, 단독으로 발광층으로서 사용해도 양호하며, 호스트 재료, 도판트 재료로서 사용해도 양호하다. 단독으로 발광층 또는 호스트 재료로서 사용하는 경우는 그 캐리어 수송성에 의해, 정공 수송성의 제1 발광층(105a)이나, 전자 수송성의 제2 발광층(105b)에 사용할지 결정하면 양호하다.
- [0237] 또한, 본 실시 형태는, 다른 실시 형태와 적절히 조합하는 것이 가능하다.
- [0238] (실시 형태 4)
- [0239] 본 실시 형태는, 복수의 발광 유니트를 적층한 구성의 발광 소자(이하, 적층형 소자라고 한다)의 형태에 관해서, 도 4를 참조하여 설명한다. 당해 발광 소자는, 제1 전극과 제2 전극 사이에, 복수의 발광 유니트를 갖는 발광 소자이다.
- [0240] 도 4에 있어서, 제1 전극(501)과 제2 전극(502) 사이에는, 제1 발광 유니트(511)와 제2 발광 유니트(512)가 적층되어 있다. 제1 전극(501)과 제2 전극(502)은 실시 형태 2와 동일한 것을 적용할 수 있다. 또한, 제1 발광 유니트(511)와 제2 발광 유니트(512)는 동일한 구성이라도 상이한 구성이라도 양호하며, 그 구성은 실시 형태 2와 동일한 것을 적용할 수 있다.
- [0241] 전하 발생층(513)에는, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료가 포함되어 있다. 당해 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는, 실시 형태 2에서 나타낸 복합 재료이며, 유기 화합물과 V₂O₅이나 MoO₃이나 WO₃ 등의 금속 산화물을 포함한다. 유기 화합물로서는, 방향족 아민 화합물, 카바졸 유도체, 방향족 탄화수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머를 포함) 등, 다양한 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 실시 형태 1에서 나타낸 트리아졸 유도체를 사용할 수도 있다. 또한, 유기 화합물로서는, 정공 수송성 유기 화합물로서 정공 이동도가 10⁻⁶cm²/Vs 이상인 것을 적용하는 것이 바람직하다. 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는, 캐리어 주입성, 캐리어 수송성이 우수하기 때문에, 저전압 구동, 저전류 구동을 실현할 수 있다.
- [0242] 또한, 전하 발생층(513)은, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료와 다른 재료를 조합하여 형성해도 양호하다. 예를 들면, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 포함하는 층과, 전자 공여성 물질 중에서 선택된 하나의 화합물과 전자 수송성이 높은 화합물을 포함하는 층을 조합하여 형성해도 양호하다. 또한, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 포함하는 층과, 투명 도전막을 조합하여 형성해도 양호하다.
- [0243] 어쨌든 간에, 제1 발광 유니트(511)와 제2 발광 유니트(512)에 끼워지는 전하 발생층(513)은, 제1 전극(501)과 제2 전극(502)에 전압을 인가했을 때에, 한쪽의 발광 유니트에 전자를 주입하고, 다른쪽의 발광 유니트에 정공을 주입하는 것이면 양호하다.
- [0244] 본 실시 형태에서는, 2개의 발광 유니트를 갖는 발광 소자에 관해서 설명하였지만, 마찬가지로, 3개 이상의 발광 유니트를 적층한 발광 소자에 관해서도, 동일하게 적용하는 것이 가능하다. 본 실시 형태에 따르는 발광 소자와 같이, 한 쌍의 전극 간에 복수의 발광 유니트를 전하 발생층으로 칸막이하어 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지한 채로, 고휘도 영역에서의 장수명 소자를 실현할 수 있다.

- [0245] 또한, 본 실시 형태는, 다른 실시 형태와 적절히 조합하는 것이 가능하다.
- [0246] (실시 형태 5)
- [0247] 본 실시 형태에서는, 상기 실시 형태에서 나타낸 트리아졸 유도체를 사용하여 제작된 발광 장치에 관해서 설명한다.
- [0248] 본 실시 형태에서는, 실시 형태 1의 트리아졸 유도체를 사용하여 제작된 발광 장치에 관해서 도 5를 사용하여 설명한다. 또한, 도 5a는, 발광 장치를 도시하는 상면도, 도 5b는 도 5a를 A-B 및 C-D에서 절단한 단면도이다. 점선으로 나타낸 601은 구동 회로부(소스측 구동 회로), 602는 화소부, 603은 구동 회로부(게이트측 구동 회로)이다. 또한, 604는 봉지(封止) 기관, 605은 셀재이며, 셀재(605)로 둘러 싸인 내측은, 공간(607)으로 되어 있다.
- [0249] 또한, 리드 배선(608)은 소스측 구동 회로(601) 및 게이트측 구동 회로(603)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이며, 외부 입력 단자가 되는 FPC(플렉시블 프린트 서킷)(609)로부터 비디오 신호, 클럭 신호(clock signal), 스타트 신호, 리셋 신호(reset signal) 등을 받는다. 또한, 여기에서는 FPC밖에 도시되어 있지 않지만, 당해 FPC에는 프린트 배선 기관(PWB)이 장착되어 있어도 양호하다. 본 명세서에 있어서의 발광 장치에는, 발광 장치 본체 뿐만 아니라, 여기에 FPC 또는 PWB가 장착된 상태도 포함하는 것으로 한다.
- [0250] 다음에, 단면 구조에 관해서 도 5b를 사용하여 설명한다. 소자 기관(610) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되어 있지만, 여기에서는, 구동 회로부인 소스측 구동 회로(601)와, 화소부(602) 중의 하나의 화소가 도시되어 있다.
- [0251] 또한, 소스측 구동 회로(601)는 n채널형 TFT(623)와 p채널형 TFT(624)를 조합한 CMOS 회로가 형성된다. 또한, 구동 회로를 형성하는 TFT는, 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로 또는 NMOS 회로로 형성해도 양호하다. 또한, 본 실시 형태에서는, 기관 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형을 나타내지만, 반드시 그럴 필요는 없으며, 구동 회로를 기관 위가 아니라 외부에 형성할 수도 있다.
- [0252] 또한, 화소부(602)는 스위칭용 TFT(611)와, 전류 제어용 TFT(612)와 그 드레인에 전기적으로 접속된 제1 전극(613)을 포함하는 복수의 화소에 의해 형성된다. 또한, 제1 전극(613)의 말단부를 덮고 절연물(614)이 형성되어 있다. 여기에서는, 포지티브형의 감광성 아크릴 수지막을 사용함으로써 형성한다.
- [0253] 또한, 피복성을 양호한 것으로 하기 위해서, 절연물(614)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들면, 절연물(614)의 재료로서 포지티브형의 감광성 아크릴을 사용한 경우, 절연물(614)의 상단부에만 곡률 반경(0.2 내지 3 μ m)을 갖는 곡면을 갖게 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(614)로서, 광의 조사에 의해 에chant(etchant)에 불용해성이 되는 네가티브형 또는 광의 조사에 의해 에chant에 용해성이 되는 포지티브형의 어느 것이라도 사용할 수 있다.
- [0254] 제1 전극(613) 위에는, 발광 물질을 포함하는 층(616) 및 제2 전극(617)이 각각 형성되어 있다. 여기에서, 양극으로서 기능하는 제1 전극(613)에 사용하는 재료로서는, 일함수가 큰 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, ITO막, 또는 규소를 함유한 인듐주석 산화물막, 2 내지 20wt%의 산화아연을 포함하는 산화인듐막, 질화티탄막, 크롬막, 텅스텐막, Zn막, Pt막 등의 단층막 이외에, 질화티탄과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과의 적층, 질화티탄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화티탄막의 3층 구조 등을 사용할 수 있다. 또한, 적층 구조로 하면, 배선으로서의 저항도 낮으며, 양호한 옴 접촉이 수득되어 또한 양극으로서 기능시킬 수 있다.
- [0255] 또한, 발광 물질을 포함하는 층(616)은, 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법 등의 액적 토출법, 인쇄법, 스펀 코팅법 등의 다양한 방법에 의해 형성된다. 발광 물질을 포함하는 층(616)은, 실시 형태 1에서 나타낸 트리아졸 유도체를 포함하고 있다. 또한, 발광 물질을 포함하는 층(616)을 구성하는 다른 재료로서는, 저분자 재료 또는 고분자 재료(올리고머, 덴드리머를 포함)라도 양호하다.
- [0256] 또한, 발광 물질을 포함하는 층(616) 위에 형성되어, 음극으로서 기능하는 제2 전극(617)에 사용하는 재료로서는, 일함수가 작은 재료(Al, Mg, Li, Ca, 또는 이들의 합금이나 화합물, MgAg, MgIn, AlLi, LiF, CaF₂ 등)를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 발광 물질을 포함하는 층(616)에서 발생한 광이 제2 전극(617)을 투과시키는 경우에는, 제2 전극(617)으로서, 막 두께를 얇게 한 금속 박막과, 투명 도전막(ITO, 2 내지 20wt%의 산화아연을

포함하는 산화인듐, 규소 또는 산화규소를 함유한 산화인듐-산화주석, 산화아연(ZnO 등)과의 적층을 사용하는 것이 양호하다.

[0257] 또한 절재(605)로 봉지 기관(604)을 소자 기관(610)과 접합함으로써, 소자 기관(610), 봉지 기관(604), 및 절재(605)로 둘러싸인 공간(607)에 발광 소자(618)가 구비된 구조로 되어 있다. 또한, 공간(607)에는, 충전 재료가 충전되어 있으며, 불활성 기체(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 이외에, 절재(605)로 충전되는 경우도 있다.

[0258] 또한, 절재(605)에는 에폭시계 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이들 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과하지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 봉지 기관(604)에 사용하는 재료로서 유리 기관이나 석영 기관 이외에, FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐 플로라이드), 폴리에스테르 또는 아크릴 등으로 이루어진 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.

[0259] 이상과 같이 하여, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체를 사용하여 제작된 발광 장치를 획득할 수 있다.

[0260] 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체는, 밴드갭이 넓고, 전자 및 정공 수송성이 높은 바이폴라 재료이다. 따라서, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체를 발광 소자에 사용함으로써, 캐리어 균형이 양호한 고효율의 발광 소자를 획득할 수 있다.

[0261] 또한, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체를 사용함으로써, 고효율의 발광 장치 및 전자 기기를 획득할 수 있다.

[0262] 이상과 같이, 본 실시 형태에서는, 트랜지스터에 의해 발광 소자의 구동을 제어하는 액티브형의 발광 장치에 관해서 설명하였지만, 이밖에, 패시브 매트릭스형의 발광 장치라도 양호하다. 도 6에는 상기 실시 형태를 적용하여 제작한 패시브 매트릭스형의 발광 장치 사시도를 도시한다. 도 6에 있어서, 기관(951) 위에는, 전극(952)과 전극(956) 사이에는 발광 물질을 포함하는 층(955)이 마련되어 있다. 전극(952)의 말단부는 절연층(953)으로 덮여 있다. 그리고, 절연층(953) 위에는 격벽층(954)이 마련되어 있다. 격벽층(954)의 측벽은, 기관면에 가까워짐에 따라, 한쪽의 측벽과 다른쪽의 측벽의 간격이 좁아져 가는 경사를 갖는다. 즉, 격벽층(954)의 단면(short side) 방향의 단면은, 사다리꼴상이며, 저변(절연층(953)의 면방향과 동일한 방향을 향하고, 절연층(953)과 접하는 변)쪽이 상변(절연층(953)의 면방향과 동일한 방향을 향하고, 절연층(953)과 접하지 않는 변)보다도 짧다. 이와 같이, 격벽층(954)을 마련함으로써, 정전기 등에 기인한 발광 소자의 불량을 방지할 수 있다. 패시브 매트릭스형의 발광 장치에 있어서도, 상기 실시 형태의 발광 소자를 포함함으로써, 고신뢰성의 발광 장치를 획득할 수 있다.

[0263] (실시 형태 6)

[0264] 본 실시 형태에서는, 본 발명을 적용한 한 형태인 발광 장치를 그 일부에 포함하는 전자 기기에 관해서 설명한다. 본 실시 형태의 전자 기기는, 실시 형태 1에 나타낸 트리아졸 유도체를 포함하고, 고신뢰성의 표시부를 갖는다.

[0265] 실시 형태 1의 트리아졸 유도체를 사용하여 제작된 발광 소자를 갖는 전자 기기로서, 비디오 카메라, 디지털 카메라, 고글형 디스플레이, 내비게이션 시스템, 음향 재생 장치(카 오디오, 오디오컴폰넌트 등), 컴퓨터, 게임 기기, 휴대 정보 단말(모바일 컴퓨터, 휴대전화, 휴대형 게임기 또는 전자 서적 등), 기록 매체를 구비한 화상 재생 장치(구체적으로는 Digital Versatile Disc(DVD) 등의 기록 매체를 재생하고, 그 화상을 표시할 수 있는 표시 장치를 구비한 장치) 등을 들 수 있다. 이러한 전자 기기의 구체예를 도 7에 도시한다.

[0266] 도 7a는 본 실시 형태에 따르는 표시 장치이며, 하우징(筐體)(8001), 지지대(8002), 표시부(8003), 스피커부(8004), 비디오 입력 단자(8005) 등을 포함한다. 또한, 표시 장치는, 퍼스널 컴퓨터용, TV 방송 수신용, 광고 표시용 등의 모든 정보 표시용 장치가 포함된다. 이 표시 장치에 있어서, 표시부(8003)는, 실시 형태 2 또는 실시 형태 3에서 설명한 것과 동일한 발광 소자를 매트릭스상으로 배열하여 구성되어 있다. 당해 발광 소자는, 신뢰성이 높다고 하는 특징을 가지고 있다. 그 발광 소자로 구성되는 표시부(8003)도 동일한 특징을 갖기 때문에, 이 표시 장치는 화질의 열화가 적어 고신뢰성화가 도모되고 있다. 이러한 특징에 의해, 표시 장치에 있어서, 열화 보상 기능을 갖는 회로나 전원 회로를 대폭 삭감 또는 축소할 수 있기 때문에, 하우징(8001)이나 지지대(8002)의 소형 경량화를 도모하는 것이 가능하다.

[0267] 도 7b는 본 실시 형태에 따르는 컴퓨터이며, 하우징(8102), 표시부(8103), 키보드(8104), 외부 접속 포트

(8105), 포인팅 디바이스(8106) 등을 포함한다. 당해 컴퓨터에 있어서, 표시부(8103)는, 실시 형태 2 또는 3에서 설명한 것과 동일한 발광 소자를 매트릭스상으로 배열하여 구성되어 있다. 당해 발광 소자는, 신뢰성이 높다고 하는 특징을 가지고 있다. 그 발광 소자로 구성되는 표시부(8103)도 동일한 특징을 갖기 때문에, 당해 컴퓨터는 화질의 열화가 적어 고신뢰성화가 도모되고 있다. 이러한 특징에 의해, 컴퓨터에 있어서, 열화 보상 기능을 갖는 회로나 전원 회로를 대폭 삭감 또는 축소할 수 있기 때문에, 컴퓨터의 소형 경량화를 도모하는 것이 가능하다.

[0268] 도 7c는 본 실시 형태에 따르는 비디오 카메라이며, 표시부(8202), 외부 접속 포트(8204), 리모콘 수신부(8205), 수상부(8206), 조작 키(8209) 등을 포함한다. 당해 비디오 카메라에 있어서, 표시부(8202)는 실시 형태 2 또는 3에서 설명한 것과 동일한 발광 소자를 매트릭스상으로 배열하여 구성되어 있다. 당해 발광 소자는, 신뢰성이 높다고 하는 특징을 가지고 있다. 그 발광 소자로 구성되는 표시부(8202)도 동일한 특징을 갖기 때문에, 당해 비디오 카메라는 화질의 열화가 적어 고신뢰성화가 도모되고 있다. 이러한 특징에 의해, 비디오 카메라에 있어서, 열화 보상 기능을 갖는 회로나 전원 회로를 대폭 삭감 또는 축소할 수 있기 때문에, 본체의 소형 경량화를 도모하는 것이 가능하다. 본 실시 형태에 따르는 비디오 카메라는, 고화질 및 소형 경량화가 도모되고 있기 때문에, 휴대에 적합한 제품을 제공할 수 있다.

[0269] 도 7d는 본 실시 형태에 따르는 휴대전화이며, 표시부(8403), 음성 입력부(8404), 음성 출력부(8405), 조작 키(8406), 외부 접속 포트(8407) 등을 포함한다. 당해 휴대전화에 있어서, 표시부(8403)는, 실시 형태 2 또는 3에서 설명한 것과 동일한 발광 소자를 매트릭스상으로 배열하여 구성되어 있다. 당해 발광 소자는, 신뢰성이 높다고 하는 특징을 가지고 있다. 그 발광 소자로 구성되는 표시부(8403)도 동일한 특징을 갖기 때문에, 당해 휴대전화는 화질의 열화가 적어, 고신뢰성화가 도모되고 있다. 이러한 특징에 의해, 휴대전화에 있어서, 열화 보상 기능을 갖는 회로나 전원 회로를 대폭 삭감 또는 축소할 수 있기 때문에, 본체의 소형 경량화를 도모하는 것이 가능하다. 본 실시 형태에 따르는 휴대전화는, 고화질 및 소형 경량화가 도모되고 있기 때문에, 휴대에 적합한 제품을 제공할 수 있다.

[0270] 이상과 같이, 상기 실시 형태에서 나타난 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓으며, 당해 발광 장치를 모든 분야의 전자 기기에 적용하는 것이 가능하다. 실시 형태 1의 트리아졸 유도체를 사용함으로써, 고신뢰성의 표시부를 갖는 전자 기기를 제공하는 것이 가능해진다.

[0271] 또한, 상기 실시 형태에서 나타난 발광 장치는, 조명 장치로서 사용할 수도 있다. 상기의 발광 소자를 조명 장치로서 사용하는 1 형태를, 도 8을 사용하여 설명한다.

[0272] 도 8은, 상기 실시 형태를 적용한 발광 장치를 백라이트(backlight)로서 사용한 액정 표시 장치의 일례이다. 도 8에 도시한 액정 표시 장치는, 하우징(901), 액정층(902), 백라이트(903), 하우징(904)을 가지며, 액정층(902)은, 드라이버 IC(905)와 접속되어 있다. 또한, 백라이트(903)는, 상기 실시 형태에서 나타난 발광 장치가 사용되고 있으며, 단자(906)에 의해, 전류가 공급되고 있다.

[0273] 상기 실시 형태에서 나타난 발광 장치를 액정 표시 장치의 백라이트로서 사용함으로써, 고신뢰성의 백라이트가 수득된다. 또한, 상기 실시 형태에서 나타난 발광 장치는, 면발광의 조명 장치이며 대면적화도 가능하기 때문에, 백라이트의 대면적화가 가능하고, 액정 표시 장치의 대면적화도 가능하게 된다. 또한, 상기 실시 형태에서 나타난 발광 장치는 박형이기 때문에, 표시 장치의 박형화도 가능해진다.

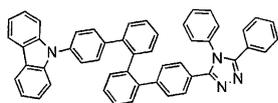
[0274] 도 9는, 상기 실시 형태를 적용한 발광 장치를, 조명 장치인 전기 스탠드로서 사용한 예이다. 도 9에 도시하는 전기 스탠드는, 하우징(2001)과 광원(2002)을 가지며, 광원(2002)으로서, 상기 실시 형태의 발광 장치가 사용되고 있다. 상기 실시 형태의 발광 장치는, 신뢰성이 높기 때문에, 전기 스탠드도 고신뢰성이다.

[0275] 도 10은, 상기 실시 형태를 적용한 발광 장치를, 실내의 조명 장치(3001)로서 사용한 예이다. 상기 실시 형태의 발광 장치는 대면적화도 가능하기 때문에, 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 또한, 상기 실시 형태의 발광 장치는, 박형이기 때문에, 박형화의 조명 장치로서 사용하는 것이 가능해진다.

[0276] 실시예 1

[0277] 본 실시예에서는, 화학식 100의 9-[4''-(4,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸-3-일)-[1,1':2',1'':2'',1''']쿼터페닐-4-일]-9H-카바졸(약칭: Z-CzPTAZ)을 제조하는 예를 나타낸다.

화학식 100

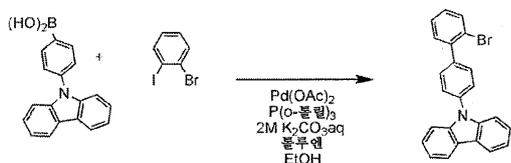


[0278]

[0279] [단계 1]

[0280] 당해 단계는, 9-(2'-브로모비페닐-4-일)-9H-카바졸의 합성 공정이며, 그 단계를 합성 반응식 E1-1에 나타내는 동시에 그 단계의 반응에 관해서 이하에 있어서 상술한다.

[0281] 합성 반응식 E1-1



[0282]

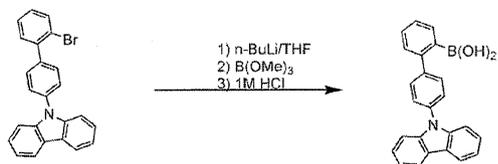
[0283] 4-(9H-카바졸-9-일)페닐보론산 15g(52mmol), 2-브로모요오도벤젠 22g(78mmol), 아세트산팔라듐(II) 0.12g(0.52mmol), 트리(오르토-톨릴)포스핀 1.1g(3.7mmol)을 300mL 3구 플라스크에 넣었다. 당해 혼합물에 톨루엔 90mL, 에탄올 15mL, 2M 탄산칼륨 수용액 45mL를 가하고, 당해 혼합물을 감압하에서 교반함으로써 탈기하여, 당해 플라스크 내를 질소 치환하였다.

[0284] 당해 혼합물을 90℃에서 5시간 동안 교반하였다. 교반후, 당해 혼합물에 톨루엔을 가하고, 유기층을 포화 탄산나트륨 수용액, 포화 식염수의 순으로 세정하였다. 세정후, 유기층에 황산마그네슘을 가하여 건조시켰다. 건조후, 당해 혼합물을 흡인 여과하고, 여액을 수득하였다. 수득된 여액을 농축하여 수득한 오일상물을, 실리카겔 칼럼 크로마토그래피에 의한 정제를 실시하였다. 칼럼 크로마토그래피는 우선, 헥산을 전개 용매로서 사용하고, 계속해서 헥산:아세트산에틸=20:1의 혼합 용매를 전개 용매로서 사용함으로써 실시하였다. 수득된 분획을 농축하여 건조시킨 결과, 무색 오일상 물질을 수량 15g, 수율 74%로 수득하였다.

[0285] [단계 2]

[0286] 당해 단계는, 4'-(9H-카바졸-9-일)비페닐-2-보론산의 합성 공정이며, 그 단계를 합성 반응식 E1-2에 나타내는 동시에 그 단계의 반응에 관해서 이하에 있어서 상술한다.

[0287] 합성 반응식 E1-2



[0288]

[0289] 9-(2'-브로모비페닐-4-일)-9H-카바졸 15g(38mmol), 테트라하이드로푸란 250mL의 혼합 용액을 500mL 3구 플라스크에 넣고, 당해 용액을 감압하에서 교반함으로써 탈기하고, 당해 플라스크 내를 질소 치환하였다. 당해 용액을 -78℃에서 20분 동안 교반하였다. 교반후, 1.6mol/L의 n-부틸리튬의 헥산 용액 29mL(45mmol)를 실린지로 적가하고, -78℃에서 2시간 동안 교반하였다. 교반후, 붕산트리메틸 8.0mL를 가하고 -78℃에서 1시간, 그 후, -78℃로부터 서서히 실온으로 되돌리면서, 24시간 동안 교반하였다.

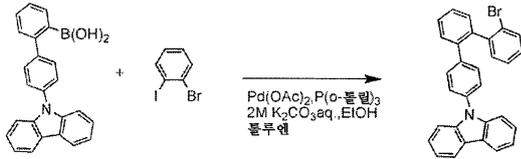
[0290] 교반후, 당해 용액에 1M 묽은 염산을 50mL 가하고, 실온에서 30분 동안 교반하였다. 교반후, 당해 혼합물에 아세트산에틸을 가하여 추출하였다. 수득된 추출 용액을 포화 식염수로 세정하였다. 세정후, 유기층에 황산마그

네습을 가하여 건조시켰다. 건조후, 당해 혼합물을 흡인 여과하고, 여액을 수득하였다. 수득된 여액을 농축하여 수득한 화합물을 톨루엔과 헥산의 혼합 용매로 재결정한 결과, 분말상 백색 고체를 수량 9.6g, 수율 70%로 수득하였다.

[0291] [단계 3]

[0292] 당해 단계는, 9-(2''-브로모-[1,1':2',1'']테르페닐-4-일)-9H-카바졸의 합성 공정이며, 그 단계를 합성 반응식 E1-3에 나타내는 동시에 그 단계의 반응에 관해서 이하에 있어서 상술한다.

[0293] 합성 반응식 E1-3



[0294]

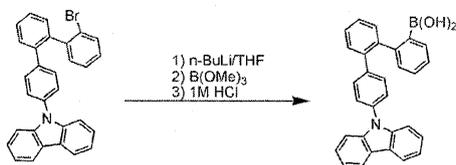
[0295] 4'-(9H-카바졸-9-일)비페닐-2-보론산 9.4g(26mmol), 2-브로모요오도벤젠 11g(39mmol), 아세트산팔라듐(II) 0.058g(0.26mmol), 트리(오르토-톨릴)포스핀 0.55g(1.8mmol)을 200mL 3구 플라스크에 넣고, 톨루엔 60mL, 에탄올 5mL, 2M 탄산칼륨 수용액 30mL를 가하였다. 당해 혼합물을 감압하에서 교반함으로써 탈기한 후, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 당해 혼합물을 질소 기류하, 95℃에서 5시간 동안 교반하였다. 교반후, 당해 혼합물에 톨루엔을 가하고, 유기층과 수층을 분리하고, 유기층을 포화 탄산나트륨 수용액, 포화 식염수의 순으로 세정하였다.

[0296] 세정후, 유기층에 황산마그네슘을 가하여 건조시켰다. 건조후, 당해 혼합물을 셀라이트(와코준야쿠고교 가부시키가이샤, 카탈로그 번호: 531-16855), 플로리실(와코준야쿠고교 가부시키가이샤, 카탈로그 번호: 540-00135), 알루미늄을 통과시켜 흡인 여과하고, 여액을 수득하였다. 수득된 여액을 농축하여 수득한 오일상물을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피에 의해 정제하였다. 칼럼 크로마토그래피는 우선, 헥산을 전개 용매로서 사용하고, 이어서 헥산:톨루엔=2:1의 혼합 용매를 전개 용매로서 사용함으로써 실시하였다. 수득된 분획을 농축하고, 건조시킨 결과, 무색 오일상 물질을 수량 8.0g, 수율 65%로 수득하였다.

[0297] [단계 4]

[0298] 당해 단계는, 4''-(9H-카바졸-9-일)-[1,1':2',1'']테르페닐-2-보론산의 합성 공정이며, 그 단계를 합성 반응식 E1-4에 나타내는 동시에 그 단계의 반응에 관해서 이하에 있어서 상술한다.

[0299] 합성 반응식 E1-4



[0300]

[0301] 9-(2''-브로모-[1,1':2',1'']테르페닐-4-일)-9H-카바졸 8.0g(17mmol)을 300mL 3구 플라스크에 넣고, 테트라하이드로푸란 150mL를 가하고 교반하였다. 당해 용액을 감압하에서 교반함으로써 탈기하고, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 당해 용액을 -78℃에서 20분 동안 교반하였다. 당해 용액에 1.6M의 n-부틸리튬헥산 용액 13mL(20mmol)를 실린지로 적가하고, -78℃에서 2시간 동안 교반하였다. 교반후, 당해 용액에 붕산트리메틸 3.8mL(34mmol)를 가하고 -78℃에서 1시간 동안 교반후, -78℃에서부터 서서히 실온으로 되돌리고, 24시간 동안 교반하였다. 교반후, 당해 용액에 1M 묽은 염산을 50mL 가하고, 실온에서 30분 동안 교반하였다.

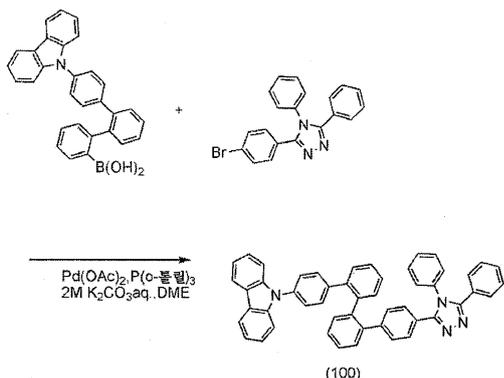
[0302] 교반후, 당해 혼합물의 수층을 아세트산에틸로 추출하였다. 추출후, 유기층을 포화 식염수로 세정하였다. 세정후, 유기층에 황산마그네슘을 가하고 건조시켰다. 건조후, 당해 혼합물을 흡인 여과하여 여액을 수득하였다.

수득된 여액을 농축하고, 톨루엔과 헥산의 혼합 용매에로 재결정한 결과, 분말상 백색 고체를 수량 4.0g, 수율 54%로 수득하였다.

[0303] [단계 5]

[0304] 당해 단계는, 9-[4''-(4,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸-3-일)-[1,1':2',1'':2'',1''']쿼터페닐-4-일]-9H-카바졸 (약칭: Z-CzPTAZ)의 합성 공정이며, 그 단계를 합성 반응식 E1-5에 나타내는 동시에 그 단계의 반응에 관해서 이하에 있어서 상술한다.

[0305] 합성 반응식 E1-5



[0306]

[0307] 4'-(9H-카바졸-9-일)-[1,1':2',1'']테르페닐-2-보론산 1.2g(2.7mmol), 3-(4-브로모페닐)-4,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸 1.0g(2.7mmol), 아세트산팔라듐(II) 0.060g(0.027mmol), 트리(오르토-톨릴)포스핀 0.57g(0.19mmol)을 200mL 3구 플라스크에 넣고, 1,2-디메톡시에탄(약칭: DME) 15mL, 2M 탄산칼륨 수용액 7mL를 가하였다. 당해 혼합물을 감압 탈기하여 교반한 후, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 당해 혼합물을 질소 기류하, 90℃에서 10시간 동안 교반하였다.

[0308] 교반후, 당해 혼합물에 클로로포름을 가하고, 유기층과 수층을 분리하고, 유기층을 물로 세정하였다. 세정후, 유기층에 황산마그네슘을 가하고 건조시켰다. 건조후, 당해 혼합물을 셀라이트를 통과시켜서 흡인 여과하고, 여액을 수득하였다. 수득된 여액을 농축하여 수득한 화합물을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피에 의한 정제를 실시하였다. 칼럼 크로마토그래피는 우선, 톨루엔을 전개 용매로서 사용하고, 이어서 아세트산에틸:톨루엔=1:5의 혼합 용매를 전개 용매로서 사용함으로써 실시하였다. 수득된 분획을 농축하여 수득한 화합물을 디클로로메탄과 헥산의 혼합 용매로 재결정한 결과, 분말상 백색 고체를 수량 1.0g, 수율 56%로 수득하였다.

[0309] 수득된 백색 고체 1.0g을 트레인 서블리메이션법(train sublimation method)에 의해 승화 정제하였다. 승화 정제는 2.9Pa의 감압하, 아르곤의 유량을 5mL/min로 흘리면서, 300℃에서 18시간 동안 가열하였다. 승화 정제후, 목적물을 수량 0.83g, 수율은 83%로 수득하였다.

[0310] 핵자기공명법(NMR)에 의해, 당해 화합물이 목적물인 9-[4''-(4,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸-3-일)-[1,1':2',1'':2'',1''']쿼터페닐-4-일]-9H-카바졸(약칭: Z-CzPTAZ)인 것을 확인하였다.

[0311] 수득된 화합물의 ¹H NMR 데이터를 이하에 나타낸다.

[0312] ¹H NMR (CDCl₃, 300MHz): δ = 6.60-6.68 (m, 4H), 7.06-7.56 (m, 29H), 8.14 (d, J = 7.8 Hz, 2H)

[0313] 또한, ¹H NMR 차트를 도 11a, 11b에 도시한다. 또한 도 11b는, 도 11a에 있어서의 6.5 내지 8.5ppm의 범위를 확대하여 도시한 차트이다.

[0314] 또한, Z-CzPTAZ의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도 12a에 도시한다. 또한 Z-CzPTAZ의 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도 12b에 도시한다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(니혼분코 가부시기가이샤 제조, V550형)를 사용하였다. 용액은 석영 셀에 넣고, 박막은 석영 기판에 증착하여 샘플을 제작하여 측정을 실시하였다. 흡수 스펙트럼에 관해서는, 용액에 관해서는 석영 셀에 톨루엔만을 넣어서 측정된 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타내고, 박막에 관해서는 석영 기판의 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타낸다.

펙트럼을, 도 12a 및 12b에 도시하였다. 도 12a 및 12b에 있어서 횡축은 파장(nm), 종축은 강도(임의 단위)를 나타낸다. 톨루엔 용액의 경우에는 340nm 부근에 흡수가 나타나며, 발광 파장은 350nm, 367nm, 384nm(여기 파장 316nm)이었다. 또한, 박막의 경우에는 296nm 및 344nm 부근에 흡수가 나타나며, 최대 발광 파장은 388nm(여기 파장 345nm)이었다.

[0315] 또한, Z-CzPTAZ의 박막 상태에 있어서의 HOMO 준위와 LUMO 준위의 측정을 실시하였다. HOMO 준위의 값은, 대기 중의 광전자 분광 장치(리켄케이키사 제조, AC-2)로 측정된 이온화 포텐셜의 값을, 음의 값으로 환산함으로써 취득하였다. 또한, LUMO 준위의 값은, 도 12b에 도시한 Z-CzPTAZ의 박막의 흡수 스펙트럼의 데이터를 사용하고, 직접 전이를 가정한 T_{auc} 플롯으로부터 흡수단을 구하고, 그 흡수단을 광학적 에너지 갭으로서 HOMO 준위의 값에 가산함으로써 취득하였다. 그 결과, Z-CzPTAZ의 HOMO 준위는, -5.72eV 이며, 에너지 갭은 3.48eV 이며, LUMO 준위는 -2.24eV 이었다.

[0316] 따라서, Z-CzPTAZ는 큰 에너지 갭을 갖는 물질인 것을 알 수 있었다.

[0317] 또한, Z-CzPTAZ의 기저 상태에 있어서의 최적 분자 구조를, 밀도범함수법(density functional theory: DFT)을 사용하여 계산하였다. DFT의 전체 에너지는 포텐셜 에너지, 전자간 정전 에너지, 전자의 운동 에너지와 복잡한 전자간의 상호 작용을 모두 포함하는 교환 상관 에너지의 합으로 나타낸다. DFT에서는, 교환 상관 상호 작용을 전자 밀도로 표현된 1전자 포텐셜의 범함수(함수의 함수의 뜻)로 근사하고 있기 때문에, 계산은 고속이며 고정밀도이다. 여기에서는, 혼합 범함수인 B3LYP를 사용하고, 교환과 상관 에너지에 따르는 각 파라미터의 무게를 규정하였다. 또한, 기저 함수로서, 6-311(각각의 원자가 궤도에 세개의 단축 함수를 사용한 triple split valence 기저계의 기저 함수)을 모든 원자에 적용하였다. 상기의 기저 함수에 의해, 예를 들면, 수소 원자이면, 1s 내지 3s의 궤도가 고려되고, 또한, 탄소원자이면, 1s 내지 4s, 2p 내지 4p의 궤도가 고려되게 된다. 또한, 계산 정밀도 향상을 위해, 분극 기저계로서, 수소 원자에는 p함수를, 수소 원자 이외에는 d함수를 가하였다.

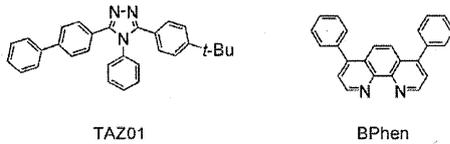
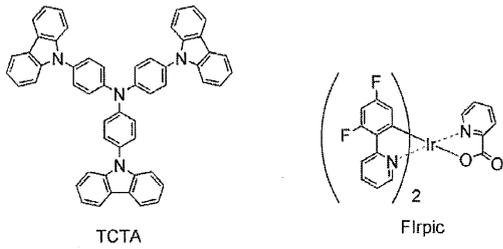
[0318] 또한, 양자 화학 계산 프로그램으로서는, Gaussian 03을 사용하였다. 계산은, 고성능 컴퓨터(SGI사 제조, Altix4700)를 사용하여 실시하였다.

[0319] 계산에 의해 구한 Z-CzPTAZ의 최적 분자 구조에 있어서의 최고준위 점유 분자 오비탈(HOMO)와 최저준위 비점유 분자 오비탈(LUMO)을, Gauss View 4.1에 의해 가시화하여 도 22에 도시한다. 도 22a는, 최고준위 점유 분자 오비탈(HOMO)을 도시하는 것이며, 도 22b는, 최저준위 비점유 분자 오비탈(LUMO)을 도시하는 것이다. 도면 중의 구(球)는, Z-CzPTAZ를 구성하는 원자를 나타내고 있으며, 원자의 주변에 존재하는 구름상물(cloud-like object)은, 최고준위 점유 분자 오비탈(HOMO) 또는 최저준위 비점유 분자 오비탈(LUMO)을 나타내고 있다.

[0320] 도 22로부터, Z-CzPTAZ에 있어서는 최고준위 점유 분자 오비탈이 카바졸 부근에 존재하고 있는 것을 알 수 있고, Z-CzPTAZ의 홀 수송성에는 카바졸릴기의 기여가 큰 것을 알 수 있다. 또한, 최저준위 비점유 분자 오비탈이 트리아졸 부근에 존재하고 있는 점에서, Z-CzPTAZ의 전자 수송성에는 트리아졸릴기의 기여가 큰 것을 알 수 있다. 따라서, Z-CzPTAZ는, 전자 수송성을 갖는 헤테로 방향족 환인 트리아졸 골격과, 정공 수송성을 갖는 카바졸 골격이 분자 내에 도입되어 있기 때문에, 전자 및 정공 수송성도 바이폴라 재료인 것을 알 수 있다.

[0321] 실시예 2

[0322] 본 실시예에서는, 본 발명의 1 형태에 따르는 발광 소자에 관해서 도 13을 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.



[0323]

[0324]

[0325]

[0326]

[0327]

[0328]

[0329]

[0330]

[0331]

[0332]

[0333]

이하에, 본 실시예의 발광 소자 1의 제작 방법을 나타낸다.

(발광 소자 1)

우선, 유리 기판(2101) 위에, 산화규소를 포함하는 인듐주석 산화물을 스퍼터링법으로 성막하고, 제1 전극(2102)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

다음에, 제1 전극이 형성된 면이 하방(下方)이 되도록, 제1 전극이 형성된 기판을 진공 증착 장치내에 마련된 기판 홀더에 고정시키고, 10⁻⁴Pa 정도까지 감압한 후, 제1 전극(2102) 위에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해, 4,4',4''-트리스(N-카바졸릴)트리페닐아민(약칭: TCTA)과 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써, 제1 층(2103)으로서 유기 화합물과 무기 화합물을 복합하여 이루어진 복합 재료를 포함하는 층을 형성하였다. 그 막 두께는 40nm로 하고, TCTA와 산화몰리브덴(VI)의 비율은, 중량비로 4:2(=TCTA:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다. 또한, 공증착법이란, 1개의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 실시하는 증착법이다.

다음에, 복합 재료를 포함하는 층인 제1 층(2103) 위에 TCTA를 20nm의 막 두께가 되도록 성막하고, 제2 층(2104)을 정공 수송층으로서 형성하였다.

또한, 실시예 1에서 합성한 트리아졸 유도체인 Z-CzPTAZ와 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디네이트-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: Flrpic)를 공증착함으로써, 제2 층(2104) 위에 제3 층(2105)을 발광층으로서 형성하였다. 여기에서, Z-CzPTAZ와 Flrpic의 중량비는, 1:0.06(=Z-CzPTAZ:Flrpic)이 되도록 조절하였다. 또한, 제3 층(2105)의 막 두께는 30nm로 하였다.

그 후, 제3 층(2105) 위에 3-(4-비페닐릴)-4-페닐-5-(4-3급-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ01)을 10nm, 이어서 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 20nm 증착하여 적층함으로써, 제4 층(2106)을 전자 수송층으로서 형성하였다. 또한, 제4 층(2106) 위에, 플루오르화리튬(LiF)을 막 두께 1nm로 증착함으로써 제5 층(2107)을 전자 주입층으로서 형성하였다. 마지막으로 음극으로서 기능하는 제2 전극(2108)으로서 알루미늄을 200nm 증착하고, 본 실시예의 발광 소자 1을 제작하였다.

또한, 상기한 증착 과정에 있어서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.

이하의 표 1에 발광 소자 1의 소자 구조를 기재한다.

표 1

	제 1 전극 2102	제 1 층 2103	제 2 층 2104	제 3 층 2105	제 4 층 2106	제 5 층 2107	제 2 전극 2108	
발광소자1	ITSO 110nm	TCTA: MoOx (=4:2) 40nm	TCTA 20nm	Z-CzPTAZ: Flrpic (=1:0.06) 30nm	TAZ01 10nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm

* 혼합비는 모두 중량비

[0334] 이상으로부터 수득된 발광 소자 1을, 질소 분위기의 글러브 박스내에 있어서, 발광 소자 1이 대기에 노출되지 않도록 봉지하는 작업을 실시한 후, 이들 발광 소자 1의 동작 특성에 관해서 측정을 실시하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 실시하였다.

[0335] 발광 소자 1의 전류 밀도-휘도 특성을 도 14에 도시한다. 도 14에 있어서, 횡축은 전류 밀도(mA/cm²)를, 종축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 전압-휘도 특성을 도 15에 도시한다. 도 15에 있어서, 횡축은 인가한 전압(V), 종축은 휘도(cd/m²)를 나타내고 있다. 또한, 휘도-전류 효율 특성을 도 16에 도시한다. 도 16에 있어서, 횡축은 휘도(cd/m²), 종축은 전류 효율(cd/A)을 나타내고 있다.

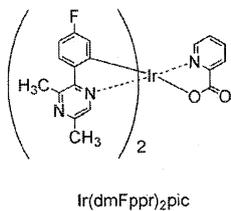
[0336] 발광 소자 1의 휘도 1060cd/m²에 있어서의 전류 효율은, 21cd/A이며, 매우 고효율이었다. 또한, 이 때의 외부 양자 효율은 11%, 전압은 5.6V이었다.

[0337] 또한, 0.5mA의 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 17에 도시한다. 도 17에 있어서, 횡축은 파장(nm), 종축은 강도(임의 단위)를 나타낸다. 도 17로부터, 제작한 발광 소자 1은, 모두 FIrpic 유래의 청색의 발광이 관측되었다. 발광 소자 1은, 휘도 1060cd/m²일 때, CIE 색도 좌표는 (x=0.18, y=0.33)이었다.

[0338] 이상 나타낸 것 같이, 실시예 1에서 제작한 트리아졸 유도체를 발광층의 호스트 재료로서 사용함으로써, 고효율의 발광 소자를 제작할 수 있었다.

[0339] 실시예 3

[0340] 본 실시예에서는, 실시예 2와는 별도의 구성을 갖는 발광 소자에 관해서 설명한다. 본 실시예에서 사용한 재료의 화학식을 이하에 나타낸다. 또한, 이미 화학식을 나타낸 재료에 관해서는 생략한다. 소자 구조에 관해서는 실시예 2와 동일하며, 도 13을 참조하기 바란다.



[0341] 이하에, 본 실시예의 발광 소자 2의 제작 방법을 나타낸다.

[0342] (발광 소자 2)

[0343] 우선, 유리 기판(2101) 위에, 산화규소를 포함하는 인듐주석 산화물을 스퍼터링법으로 성막하고, 제1 전극(2102)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0344] 다음에, 제1 전극이 형성된 면이 하방이 되도록, 제1 전극이 형성된 기판을 진공 증착 장치내에 마련된 기판 홀더에 고정시키고, 10⁻⁴Pa 정도까지 감압한 후, 제1 전극(2102) 위에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의해, TCTA와 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써, 제1 층(2103)으로서 유기 화합물과 무기 화합물을 복합하여 이루어진 복합 재료를 포함하는 층을 형성하였다. 그 막 두께는 40nm로 하고, TCTA와 산화몰리브덴(VI)의 비율은, 중량비로 4:2(=TCTA:산화몰리브덴)이 되도록 조절하였다.

[0345] 다음에, 복합 재료를 포함하는 층인 제1 층(2103) 위에 TCTA를 20nm의 막 두께가 되도록 성막하고, 제2 층(2104)을 정공 수송층으로서 형성하였다.

[0346] 또한, 실시예 1에서 합성한 트리아졸 유도체인 Z-CzPTAZ와 비스{2-(4-플루오로페닐)-3,5-디메틸피라지네이트}(피콜리네이트)이리듐(III)(약칭: Ir(dmFppr)₂pic)를 공증착함으로써, 제2 층(2104) 위에 제3 층(2105)을 발광층으로서 형성하였다. 여기에서, Z-CzPTAZ와 Ir(dmFppr)₂pic의 중량비는, 1:0.06(=Z-CzPTAZ:Ir(dmFppr)₂pic)이 되도록 조절하였다. 또한, 제3 층(2105)의 막 두께는 30nm로 하였다.

[0347] 그 후, 제3 층(2105) 위에 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 30nm 증착하여 적층함으로써, 제4 층(2106)을 전자 수송층으로서 형성하였다. 또한, 제4 층(2106) 위에, 플루오르화리튬(LiF)을 막 두께 1nm로 증착함으로써 제5

층(2107)을 전자 주입층으로서 형성하였다. 마지막으로 음극으로서 기능하는 제2 전극(2108)으로서 알루미늄을 200nm 증착하고, 본 실시예의 발광 소자 2를 제작하였다.

[0349] 또한, 상기한 증착 과정에 있어서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.

[0350] 이하의 표 2에 발광 소자 2의 소자 구조를 기재한다.

표 2

	제 1 전극 2102	제 1 층 2103	제 2 층 2104	제 3 층 2105	제 4 층 2106	제 5 층 2107	제 2 전극 2108
발광소자2	ITO 110nm	TCTA:MoOx (=4:2) 40nm	TCTA 20nm	Z-CzPTAZ:Ir(dmFppr) ₂ pic (=1:0.06) 30nm	BPhen 30nm	LiF 1nm	Al 200nm

* 혼합비는 모두 중량비

[0351]

[0352] 이상에 의해 수득된 발광 소자 2를, 질소 분위기의 글러브 박스 내에 있어서, 발광 소자 2가 대기에 노출되지 않도록 봉지하는 작업을 실시한 후, 이들 발광 소자 2의 동작 특성에 관해서 측정을 실시하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 실시하였다.

[0353] 발광 소자 2의 전류 밀도-휘도 특성을 도 18에 도시한다. 도 18에 있어서, 횡축은 전류 밀도(mA/cm²)를, 종축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 전압-휘도 특성을 도 19에 도시한다. 도 19에 있어서, 횡축은 인가한 전압(V), 종축은 휘도(cd/m²)를 나타내고 있다. 또한, 휘도-전류 효율 특성을 도 20에 도시한다. 도 20에 있어서, 횡축은 휘도(cd/m²), 종축은 전류 효율(cd/A)을 나타내고 있다.

[0354] 발광 소자 2의 휘도 973cd/m²에 있어서의 전류 효율은, 38cd/A이며, 매우 고효율이었다. 또한, 이 때의 외부 양자 효율은 11%, 전압은 5.0V이었다.

[0355] 또한, 0.1mA의 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 21에 도시한다. 도 21에 있어서, 횡축은 파장(nm), 종축은 강도(임의 단위)를 나타낸다. 도 21로부터 제작한 발광 소자 2는, Ir(dmFppr)₂pic 유래의 녹색의 발광이 관측되고, 휘도 973cd/m²일 때, CIE 색도 좌표는 (x=0.40, y=0.59)이었다.

[0356] 이상 나타낸 바와 같이, 실시예 1에서 제작한 트리아졸 유도체를 발광층의 호스트 재료로서 사용함으로써, 고효율의 발광 소자를 제작할 수 있었다.

부호의 설명

- [0357] 101 기관
- 102 제1 전극
- 103 제1 층
- 104 제2 층
- 105 제3 층
- 105a 발광층
- 105b 발광층
- 106 제4 층
- 107 제2 전극
- 108 EL층
- 130 층
- 301 기관

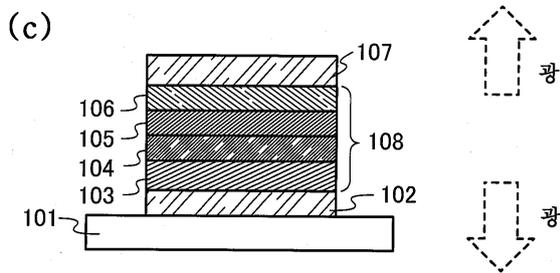
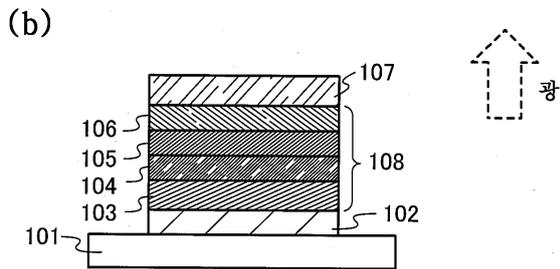
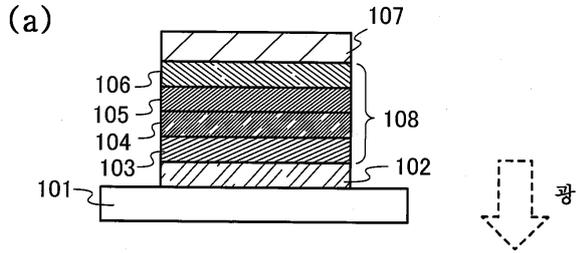
- 302 제1 전극
- 303 제1 층
- 304 제2 층
- 305 제3 층
- 306 제4 층
- 307 제2 전극
- 308 EL층
- 501 제1 전극
- 502 제2 전극
- 511 제1 발광 유니트
- 512 제2 발광 유니트
- 513 진하 발생층
- 601 소스측 구동 회로
- 602 화소부
- 603 게이트측 구동 회로
- 604 봉지 기관
- 605 씰재
- 607 공간
- 608 배선
- 609 FPC(플렉시블 프린트 서킷)
- 610 소자 기관
- 611 스위칭용 TFT
- 612 전류 제어용 TFT
- 613 제1 전극
- 614 절연물
- 616 발광 물질을 포함하는 층
- 617 제2 전극
- 618 발광 소자
- 623 n채널형 TFT
- 624 p채널형 TFT
- 901 하우징
- 902 액정층
- 903 백라이트
- 904 하우징
- 905 드라이버 IC
- 906 단자

- 951 기관
- 952 전극
- 953 절연층
- 954 격벽층
- 955 발광 물질을 포함하는 층
- 956 전극
- 2001 하우스징
- 2002 광원
- 2101 유리 기관
- 2102 제1 전극
- 2103 제1 층
- 2104 제2 층
- 2105 제3 층
- 2106 제4 층
- 2107 제5 층
- 2108 제2 전극
- 3001 조명 장치
- 8001 하우스징
- 8002 지지대
- 8003 표시부
- 8004 스피커부
- 8005 비디오 입력 단자
- 8102 하우스징
- 8103 표시부
- 8104 키보드
- 8105 외부 접속 포트
- 8106 포인팅 디바이스
- 8202 표시부
- 8204 외부 접속 포트
- 8205 리모콘 수신부
- 8206 수상부
- 8209 조작 키
- 8403 표시부
- 8404 음성 입력부
- 8405 음성 출력부
- 8406 조작 키

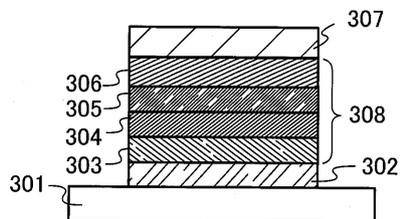
8407 외부 접속 포트

도면

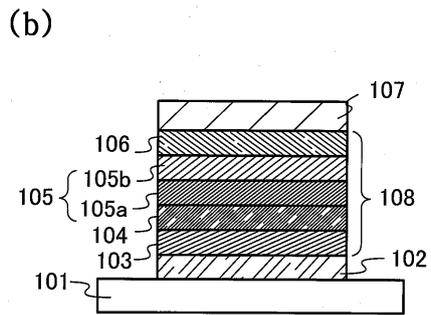
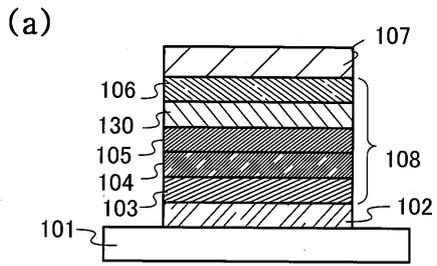
도면1



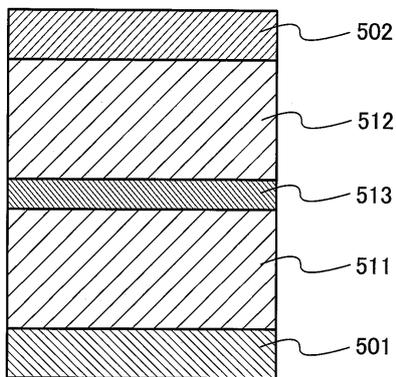
도면2



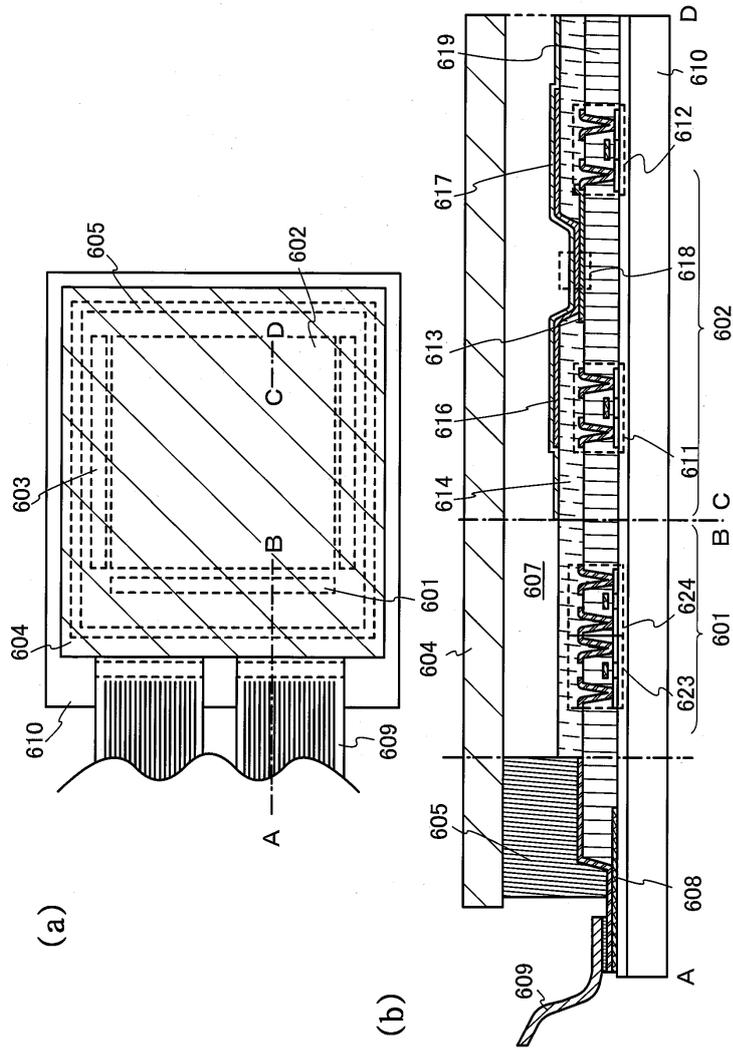
도면3



도면4

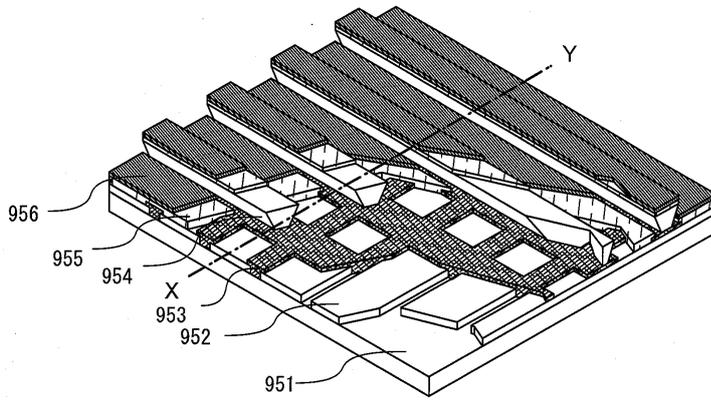


도면5

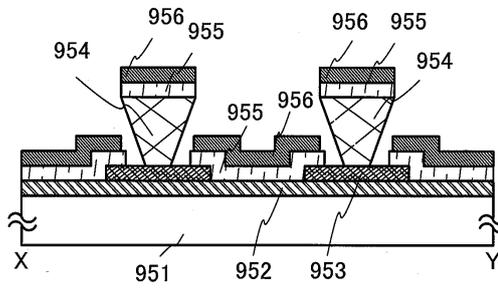


도면6

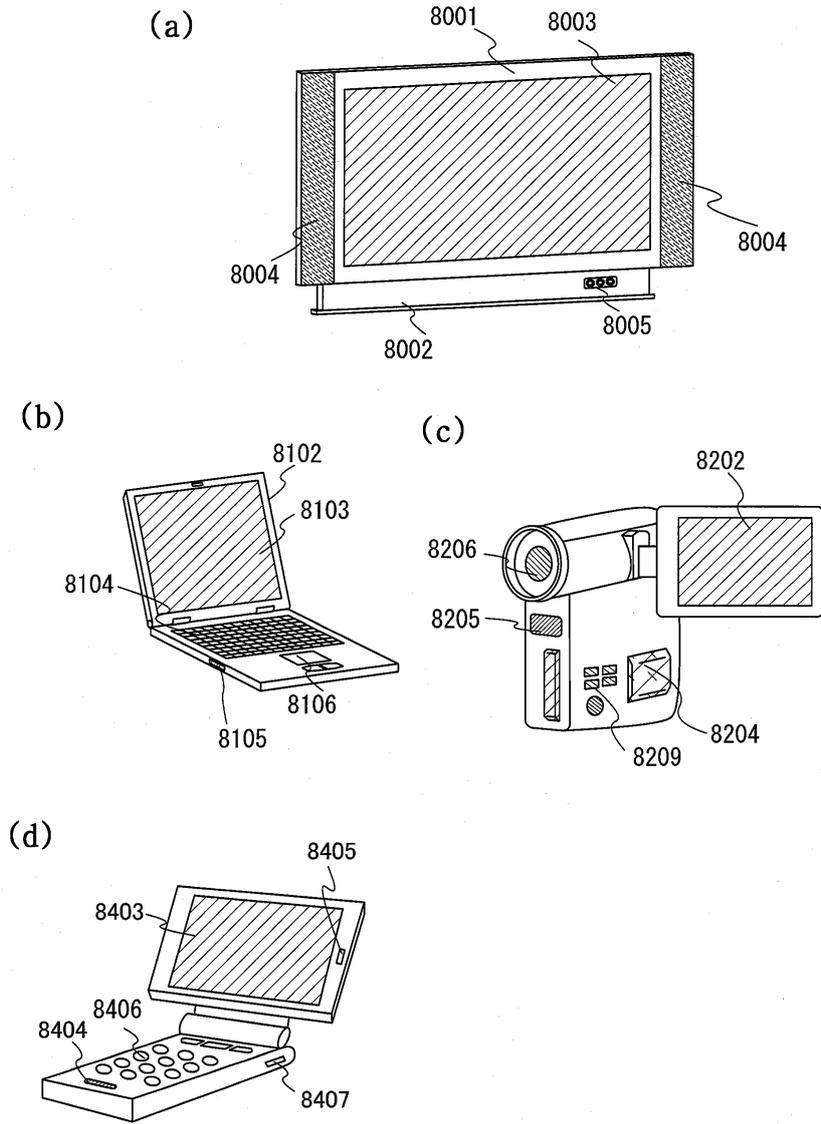
(a)



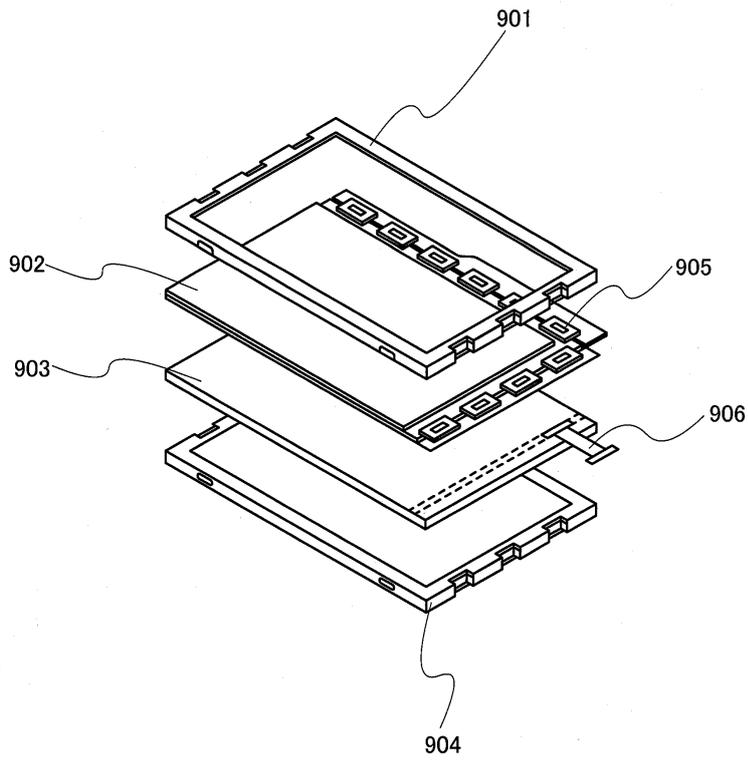
(b)



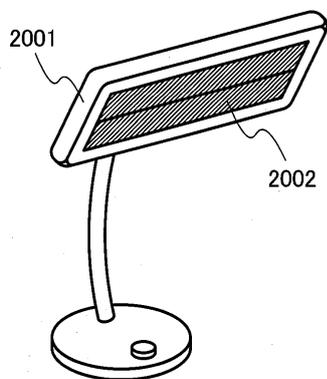
도면7



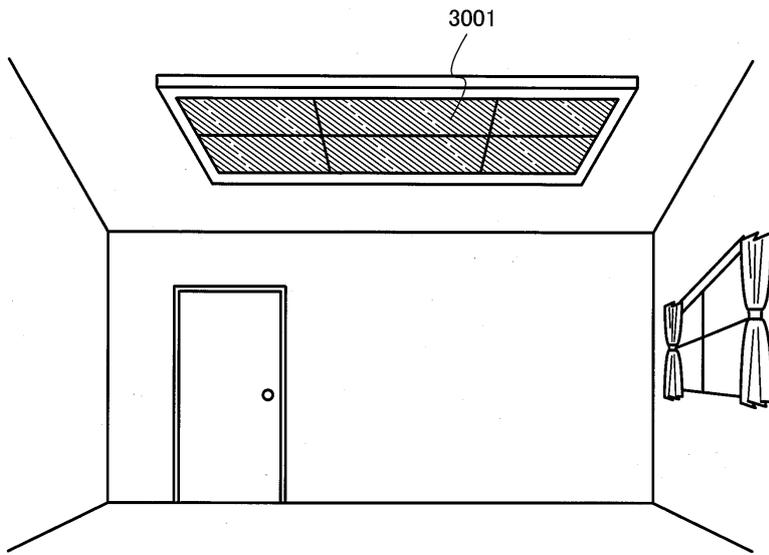
도면8



도면9

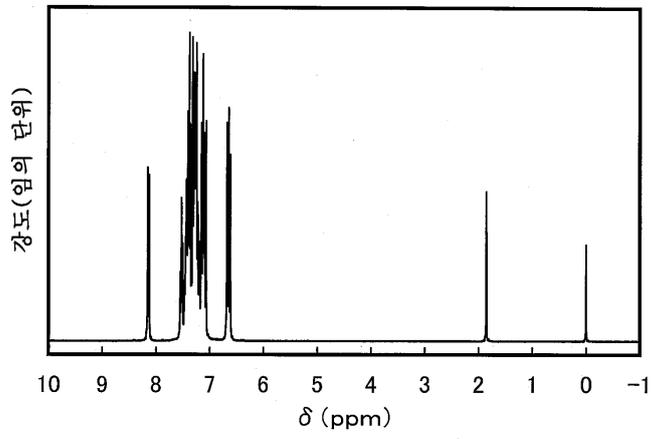


도면10

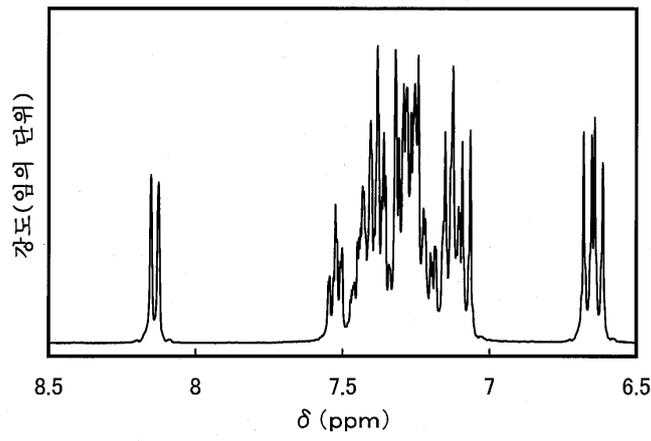


도면11

(a)

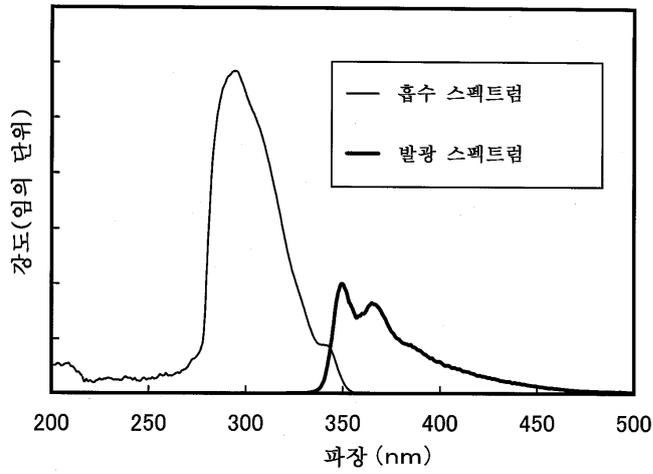


(b)

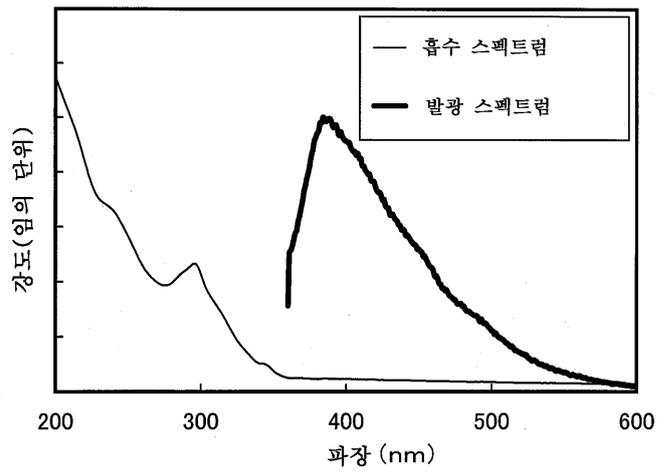


도면12

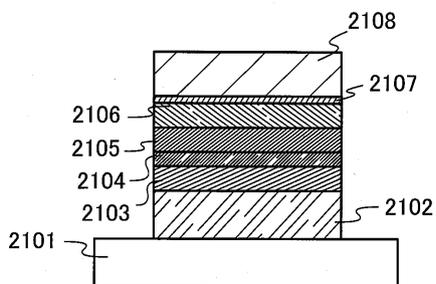
(a)



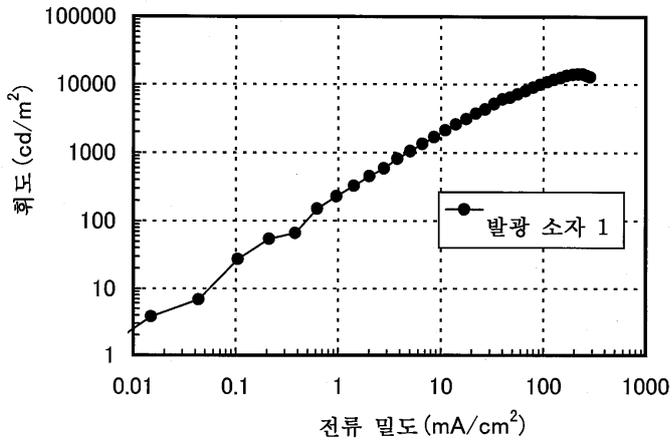
(b)



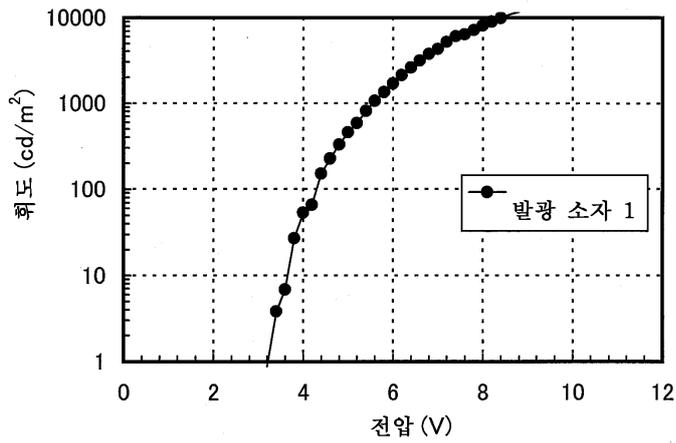
도면13



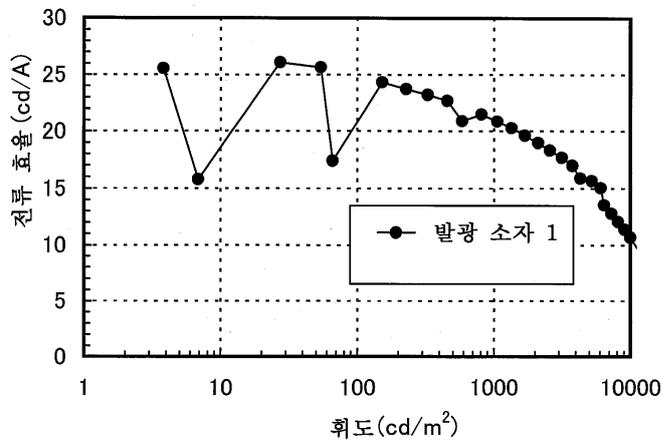
도면14



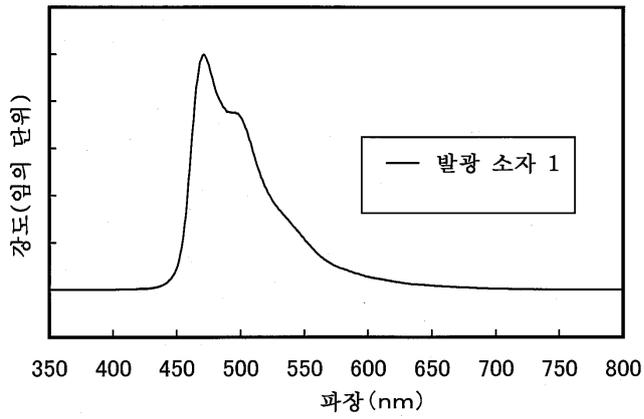
도면15



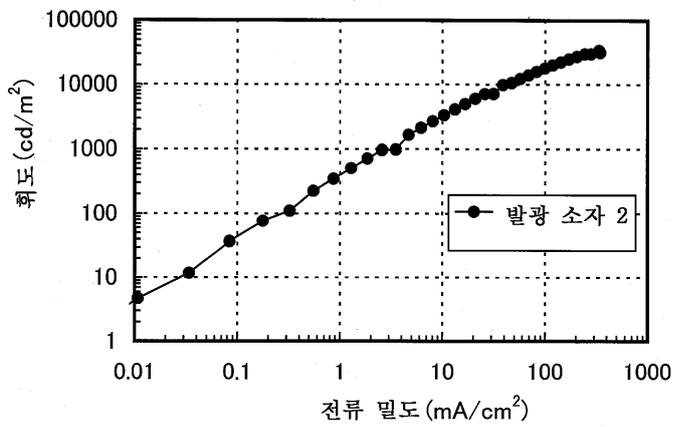
도면16



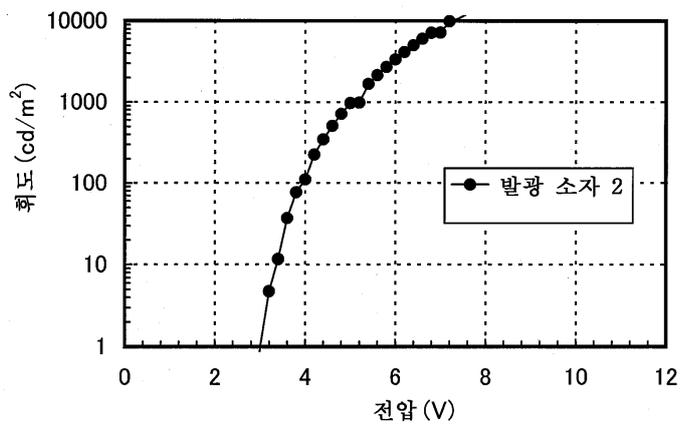
도면17



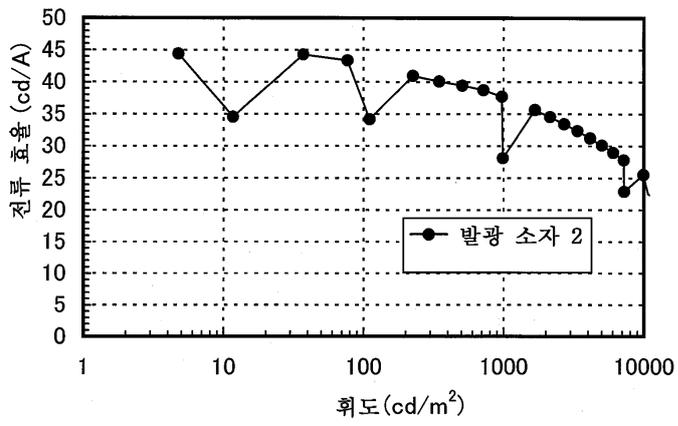
도면18



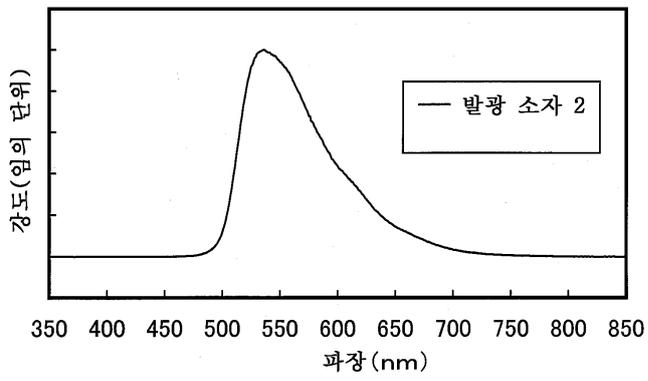
도면19



도면20

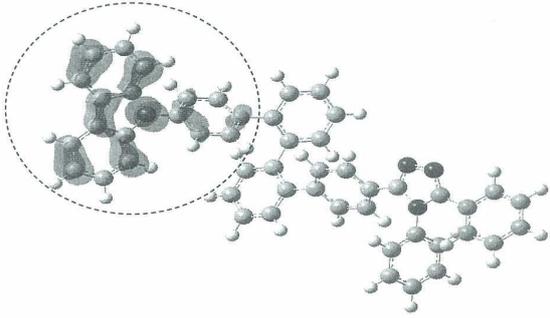


도면21



도면22

(a)



(b)

