



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0045201
(43) 공개일자 2017년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5004 (2013.01)
C09K 11/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7003229
(22) 출원일자(국제) 2015년08월21일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년02월06일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/073508
(87) 국제공개번호 WO 2016/031703
국제공개일자 2016년03월03일
(30) 우선권주장
JP-P-2014-174589 2014년08월28일 일본(JP)

(71) 출원인
이데미쓰 고산 가부시키가이샤
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 1반 1고
(72) 발명자
오기와라 도시나리
일본 2990293 치바켄 소테가우라시 가미이즈미
1280
요시다 게이
일본 2990293 치바켄 소테가우라시 가미이즈미
1280
(74) 대리인
김진희, 김태홍

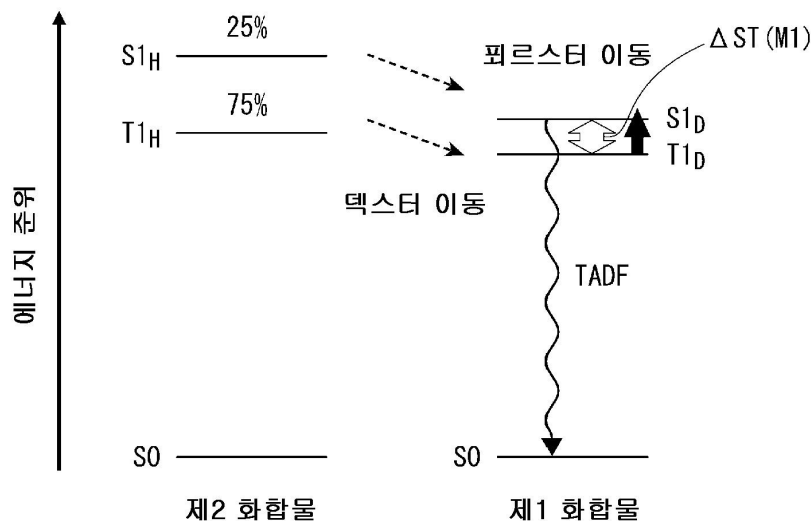
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 유기 일렉트로루미네센스 소자 및 전자 기기

(57) 요약

양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극의 사이에 포함되는 제1 유기층과, 상기 제1 유기층과 상기 음극의 사이에 포함되는 제2 유기층과, 상기 제1 유기층과 상기 제2 유기층의 사이에 포함되며, 바이폴라성을 갖는 바이폴라층을 구비하고, 상기 제1 유기층 및 상기 제2 유기층 중 적어도 어느 하나가, 제1 화합물과, 제2 화합물을 포함하며, 상기 제1 화합물은, 지연 형광 발광성을 갖고, 상기 제2 화합물의 77[K]에 있어서의 에너지 갭 $T_{77K}(M2)$ 는, 상기 제1 화합물의 77[K]에 있어서의 에너지 갭 $T_{77K}(M1)$ 보다 큰 유기 일렉트로루미네센스 소자.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류

H01L 51/0072 (2013.01)

H01L 51/5016 (2013.01)

C09K 2211/1029 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

양극과,

음극과,

상기 양극과 상기 음극의 사이에 포함되는 제1 유기층과,

상기 제1 유기층과 상기 음극의 사이에 포함되는 제2 유기층과,

상기 제1 유기층과 상기 제2 유기층의 사이에 포함되며, 바이폴라성을 갖는 바이폴라층을 구비하고,

상기 제1 유기층 및 상기 제2 유기층 중 적어도 어느 하나가, 제1 화합물과, 제2 화합물을 포함하며,

상기 제1 화합물은, 지연 형광 발광성을 갖고,

상기 제2 화합물의 77[K]에 있어서의 에너지 갭 $T_{77K}(M2)$ 는, 상기 제1 화합물의 77[K]에 있어서의 에너지 갭 $T_{77K}(M1)$ 보다 큰 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제2 유기층이 상기 제1 화합물을 포함하고 있는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 유기층이 상기 제1 화합물을 포함하고 있는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 유기층 및 상기 제2 유기층이 상기 제1 화합물을 포함하고 있는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1 유기층에 포함되는 상기 제1 화합물과, 상기 제2 유기층에 포함되는 상기 제1 화합물이 서로 상이한 구조를 갖고,

상기 제1 유기층에 포함되는 상기 제1 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 $\lambda 1$ (단위: nm)과, 상기 제2 유기층에 포함되는 상기 제1 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 $\lambda 2$ (단위: nm)가, 하기 수식(수학식 1)의 관계를 만족시키는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

$$|\lambda 1 - \lambda 2| \leq 150 \text{ nm} \dots (\text{수학식 1})$$

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 제1 유기층에 포함되는 상기 제1 화합물과, 상기 제2 유기층에 포함되는 상기 제1 화합물이 서로 상이한 구조를 갖고,

상기 제1 유기층에 포함되는 상기 제1 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 $\lambda 1$ (단위: nm)과, 상기 제2 유기층에 포함되는 상기 제1 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 $\lambda 2$ (단위: nm)가, 하기 수식(수학식 2)의 관계를 만족시키는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

$$|\lambda 1 - \lambda 2| \geq 100 \text{ nm} \dots (\text{수학식 2})$$

청구항 7

제4항 또는 제6항에 있어서, 백색으로 발광하는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1 유기층 및 상기 제2 유기층 중 한쪽이 상기 제1 화합물 및 상기 제2 화합물을 포함하고,

상기 제1 유기층 및 상기 제2 유기층 중 다른쪽이 발광성을 갖는 제3 화합물을 포함하는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제1 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 $\lambda 1$ (단위: nm)과, 상기 제3 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 $\lambda 3$ (단위: nm)이, 하기 수식(수학식 3)의 관계를 만족시키는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

$$|\lambda 1 - \lambda 3| \leq 150 \text{ nm} \dots (\text{수학식 3})$$

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 제1 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 $\lambda 1$ (단위: nm)과, 상기 제3 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 $\lambda 3$ (단위: nm)이, 하기 수식(수학식 4)의 관계를 만족시키는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

$$|\lambda 1 - \lambda 3| \geq 100 \text{ nm} \dots (\text{수학식 4})$$

청구항 11

제8항 또는 제10항에 있어서, 백색으로 발광하는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 12

제8항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제3 화합물은, 형광 발광성 또는 인광 발광성을 갖는 화합물인 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 13

제8항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제3 화합물은, 형광 발광성을 갖는 화합물인 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 유기층 및 상기 제2 유기층 중 적어도 어느 하나가, 상기 제1 화합물을 20 질량% 이상 80 질량% 이하의 농도로 포함하고 있는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 유기층 및 상기 제2 유기층에는, 인광 발광성의 금속 착체를 포함하지 않는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 바이폴라층은, 하기 일반식 (2)로 표시되는 제4 화합물을 포함하고 있는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

[화학식 1]



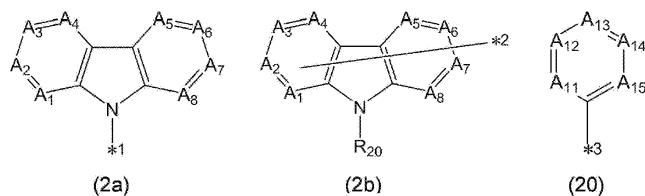
(상기 일반식 (2)에 있어서,

Cz는, 하기 일반식 (2a) 또는 하기 일반식 (2b)로 표시되고, 복수의 Cz는, 서로 동일하거나, 또는 상이하며,

n은, 1 이상 4 이하의 정수이고,

L_2 는, 단결합 또는 연결기이며, L_2 에 있어서의 연결기는, 치환 혹은 무치환의 환(環) 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되는 기이고, R_2 는, 하기 일반식 (20)으로 표시된다.)

[화학식 2]



(상기 일반식 (2a) 및 (2b)에 있어서,

*1 및 *2는, L_2 와의 결합 부위를 나타내고,

A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 , A_6 , A_7 및 A_8 은, 각각 독립적으로, 질소 원자, 또는 CR_{21} 이며,

R_{21} 은, 수소 원자 또는 치환기이고, R_{21} 이 치환기인 경우의 치환기는,

치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기,

치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기,

치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기,

치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 플루오로알킬기,

치환 혹은 무치환의 탄소수 3~30의 시클로알킬기,

치환 혹은 무치환의 탄소수 7~30의 아랄킬기,

치환 실릴기,

치환 게르마늄기,

치환 포스핀옥사이드기,

할로게노기,

시아노기,

카르보닐기, 및

카르복시기로 이루어지는 군에서 선택되며, 복수의 R_{21} 은, 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋으며, 복수의 R_{21} 중 적어도 2개가 치환기인 경우, 치환기 R_{21} 끼리는, 서로 결합하여 환 구조가 구축되어 있어도 좋고,

R_{20} 은,

치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기,

치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기,

치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기,

치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 플루오로알킬기,

치환 혹은 무치환의 탄소수 3~30의 시클로알킬기,

치환 혹은 무치환의 탄소수 7~30의 아랄킬기, 및

치환 실릴기로 이루어지는 군에서 선택되는 치환기이며, 복수의 R_{20} 은, 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋다.

상기 일반식 (20)에 있어서,

*3은, L_2 와의 결합 부위를 나타내고,

A_{11} , A_{12} , A_{13} , A_{14} , 및 A_{15} 는, 각각 독립적으로, 질소 원자, 또는 CR_{22} 이며,

R_{22} 는, 수소 원자 또는 치환기이고, R_{22} 가 치환기인 경우의 치환기는,

치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기,

치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기,

치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기,

치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 플루오로알킬기,

치환 혹은 무치환의 탄소수 3~30의 시클로알킬기,

치환 혹은 무치환의 탄소수 7~30의 아랄킬기,

치환 실릴기,

치환 게르마늄기,

치환 포스핀옥사이드기,

할로게노기,

시아노기,

카르보닐기, 및

카르복시기로 이루어지는 군에서 선택되며, 복수의 R_{22} 는, 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋으며, 복수의 R_{22} 중 적어도 2개가 치환기인 경우, 치환기 R_{22} 끼리는, 서로 결합하여 환 구조가 구축되어 있어도 좋고,

$A_{11} \sim A_{15}$ 중 적어도 하나는 질소 원자이거나, 혹은 $A_{11} \sim A_{15}$ 모두가 CR_{22} 인 경우에는, 복수의 R_{22} 중 적어도 하나는 시아노기이다.)

청구항 17

제16항에 있어서, A_{11} , A_{13} , 및 A_{15} 중 적어도 2개가 질소 원자인 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 18

제16항 또는 제17항에 있어서, A_{11} , A_{13} , 및 A_{15} 가 질소 원자인 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 19

제16항에 있어서, $A_{11} \sim A_{15}$ 가 CR_{22} 이며, 복수의 R_{22} 중 적어도 하나가 시아노기인 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 20

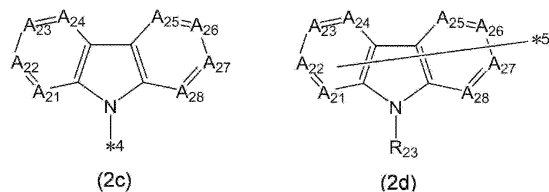
제16항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서, n 이 1 또는 2인 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 21

제16항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 일반식 (2a)에 있어서의 $A_1 \sim A_8$ 중 적어도 하나가 CR_{21} 이고,

R_{21} 중 적어도 하나가 하기 일반식 (2c) 또는 하기 일반식 (2d)로 표시되는 복소환기인 유기 일렉트로루미네센스 소자.

[화학식 3]



(상기 일반식 (2c) 및 (2d)에 있어서,

*4 및 *5는, 상기 일반식 (2a)에 있어서의 A₁~A₈과의 결합 부위를 나타내고,

A₂₁, A₂₂, A₂₃, A₂₄, A₂₅, A₂₆, A₂₇ 및 A₂₈은, 각각 독립적으로, 질소 원자, 또는 CR₂₄이며,

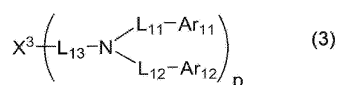
R₂₄는, 수소 원자 또는 치환기이고, R₂₄가 치환기인 경우의 치환기는, R₂₁이 치환기인 경우에 열거된 치환기의 군에서 선택되며, 복수의 R₂₄는, 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋으며, 복수의 R₂₄ 중 적어도 2개가 치환기인 경우, 치환기 R₂₄끼리는, 서로 결합하여 환 구조가 구축되어 있어도 좋고,

R₂₃은, R₂₀에 대해 열거된 치환기의 군에서 선택되며, 복수의 R₂₃은, 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋다.

청구항 22

제1항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 유기층 및 상기 제2 유기층 중 적어도 한쪽이 상기 제1 화합물, 상기 제2 화합물 및 하기 일반식 (3)으로 표시되는 제5 화합물을 포함하는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

[화학식 4]



(상기 일반식 (3)에 있어서,

X³은, 환 형성 탄소수 10~40의 치환 혹은 무치환의 축합 방향족 탄화수소기를 나타내고,

Ar₁₁ 및 Ar₁₂는, 각각 독립적으로,

치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~40의 방향족 탄화수소기, 및

치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되는 기를 나타내며,

L₁₁~L₁₃은, 각각 독립적으로, 단결합 또는 연결기를 나타내고, L₁₁~L₁₃이 연결기인 경우의 연결기는,

치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 복소환기, 및

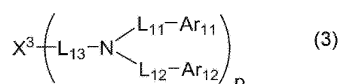
치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기의 2가의 잔기로 이루어지는 군에서 선택되며,

p는 1~4의 정수를 나타낸다.)

청구항 23

제16항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 바이폴라층이, 하기 일반식 (3)으로 표시되는 제5 화합물을 더 포함하고 있는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

[화학식 5]



(상기 일반식 (3)에 있어서,

X^3 은, 환 형성 탄소수 10~40의 치환 혹은 무치환의 축합 방향족 탄화수소기를 나타내고,

Ar_{11} 및 Ar_{12} 는, 각각 독립적으로,

치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~40의 방향족 탄화수소기, 및

치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되는 기를 나타내며,

$L_{11} \sim L_{13}$ 은, 각각 독립적으로, 단결합 또는 연결기를 나타내고, $L_{11} \sim L_{13}$ 이 연결기인 경우의 연결기는,

치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 복소환기, 및

치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기의 2가의 잔기로 이루어지는 군에서 선택되며,

p는 1~4의 정수를 나타낸다.)

청구항 24

제1항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 양극과 상기 제1 유기층의 사이에 정공 수송층이 포함되는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 25

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 음극과 상기 제2 유기층의 사이에 전자 수송층이 포함되는 유기 일렉트로루미네센스 소자.

청구항 26

제1항 내지 제25항 중 어느 한 항에 기재된 유기 일렉트로루미네센스 소자를 구비하는 전자 기기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 일렉트로루미네센스 소자 및 전자 기기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 일렉트로루미네센스 소자(이하, 「유기 EL 소자」라고 하는 경우가 있다.)에 전압을 인가하면, 양극으로부터 정공이, 또한 음극으로부터 전자가, 각각 발광층에 주입된다. 그리고, 발광층에 있어서, 주입된 정공과 전자가 재결합하여, 여기자가 형성된다. 이때, 전자 스핀의 통계법칙에 의해, 일중항 여기자, 및 삼중항 여기자가 25%:75%의 비율로 생성된다.

[0003] 유기 EL 소자는, 휴대 전화나 텔레비전 등의 디스플레이에 응용되고 있다. 유기 EL 소자의, 발광 효율이나 발광 수명 등의 발광 특성을 더욱 향상시키는 것이 요망되고 있다.

[0004] 예컨대, 특허문헌 1~8에는, 발광 특성을 향상시키기 위해서, 복수의 발광층을 적층시킨 유기 EL 소자가 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 특허 공표 제2004-522276호 공보

(특허문헌 0002) 특허문헌 2: 국제 공개 제2005/099313호

(특허문헌 0003) 특허문헌 3: 국제 공개 제2005/112518호

(특허문헌 0004) 특허문헌 4: 일본 특허 공개 제2006-172762호 공보

(특허문헌 0005) 특허문헌 5: 일본 특허 공개 제2006-172763호 공보

(특허문헌 0006) 특허문헌 6: 국제 공개 제2008/123178호

(특허문헌 0007) 특허문헌 7: 일본 특허 공개 제2013-8492호 공보

(특허문헌 0008) 특허문헌 8: 일본 특허 공개 제2014-75249호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은, 발광 효율을 향상시킬 수 있는 유기 일렉트로루미네센스 소자를 제공하는 것, 및 상기 유기 일렉트로루미네센스 소자를 구비하는 전자 기기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 양태에 의하면, 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극의 사이에 포함되는 제1 유기층과, 상기 제1 유기층과 상기 음극의 사이에 포함되는 제2 유기층과, 상기 제1 유기층과 상기 제2 유기층의 사이에 포함되며, 바이폴라성을 갖는 바이폴라층을 구비하고, 상기 제1 유기층 및 상기 제2 유기층 중 적어도 어느 하나가, 제1 화합물과, 제2 화합물을 포함하며, 상기 제1 화합물은, 지연 형광 발광성을 갖고, 상기 제2 화합물의 77[K]에 있어서의 에너지 갭 $T_{77K}(M2)$ 는, 상기 제1 화합물의 77[K]에 있어서의 에너지 갭 $T_{77K}(M1)$ 보다 큰 유기 일렉트로루미네센스 소자가 제공된다.

[0008] 또한, 본 발명의 일 양태에 의하면, 전술한 본 발명의 일 양태에 따른 유기 일렉트로루미네센스 소자를 구비하는 전자 기기가 제공된다.

[0009] 본 발명의 일 양태에 의하면, 발광 효율을 향상시킬 수 있는 유기 일렉트로루미네센스 소자를 제공하는 것, 및 상기 유기 일렉트로루미네센스 소자를 구비하는 전자 기기를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 일 실시형태에 따른 유기 일렉트로루미네센스 소자의 일례의 개략 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 과도 PL을 측정하는 장치의 개략도이다.

도 3은 과도 PL의 감쇠 곡선의 일례를 도시한 도면이다.

도 4는 발광층에 있어서의 제1 화합물 및 제2 화합물의 에너지 준위 및 에너지 이동의 관계를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] [제1 실시형태]

[0012] (유기 EL 소자의 소자 구성)

[0013] 도 1에, 본 실시형태에서의 유기 EL 소자의 일례의 개략 구성을 도시한다.

[0014] 유기 EL 소자(1)는, 투광성의 기판(2)과, 양극(3)과, 정공 주입층(5)과, 정공 수송층(6)과, 제1 유기층(11)과, 바이폴라층(13)과, 제2 유기층(12)과, 전자 수송층(7)과, 전자 주입층(8)과, 음극(4)을 구비하고, 이 순서로 적층되어 구성된다. 제1 유기층(11)과 바이폴라층(13)이 접합하고 있는 것이 바람직하다. 제2 유기층(12)과 바이폴라층(13)이 접합하고 있는 것이 바람직하다.

[0015] (제1 유기층 및 제2 유기층)

[0016] 본 실시형태에서는, 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12)이, 지연 형광 발광성을 갖는 제1 화합물을 포함하고 있다. 제1 유기층(11)에 포함되는 제1 화합물과, 제2 유기층(12)에 포함되는 제1 화합물은, 구조가 동일해도 좋고 상이해도 좋다.

[0017] 예컨대, 동일한 구조의 제1 화합물을 이용하면, 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12)으로부터 동일한 색의 발광을

방사시키는 것이 가능한 점에서 바람직하다.

- [0018] 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12) 중 적어도 어느 하나에 제2 화합물이 포함되어 있어도 좋다. 본 실시형태에서는, 제1 유기층(11)은, 제2 화합물을 더 포함하고 있다. 제2 화합물의 $77[K]$ 에 있어서의 에너지 갭 $T_{77K}(M2)$ 는, 상기 제1 화합물의 $77[K]$ 에 있어서의 에너지 갭 $T_{77K}(M1)$ 보다 크다.
- [0019] 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12)은, 금속 착체를 포함해도 좋으나, 본 실시형태에서는, 인광 발광성의 금속 착체를 포함하지 않는 것이 바람직하고, 인광 발광성의 금속 착체 이외의 금속 착체도 포함하지 않는 것이 보다 바람직하다. 본 실시형태의 제1 화합물은, 금속 착체가 아니다.
- [0020] 또한, 예컨대, 제1 유기층(11)에 포함되는 제1 화합물과, 제2 유기층(12)에 포함되는 제1 화합물이 서로 상이한 구조를 갖고 있어도 좋다. 이 경우, 제1 유기층(11)에 포함되는 제1 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 λ_1 (단위: nm)과, 제2 유기층(12)에 포함되는 제1 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 λ_2 (단위: nm)가, 하기 수식(수학식 1)의 관계를 만족시키는 것이 바람직하다.
- [0021] $|\lambda_1 - \lambda_2| \leq 150 \text{ nm} \dots (\text{수학식 1})$
- [0022] $|\lambda_1 - \lambda_2|$ 의 값이 90 nm 이하인 것이 보다 바람직하고, 50 nm 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0023] 또한, 예컨대, 제1 유기층(11)에 포함되는 제1 화합물과, 제2 유기층(12)에 포함되는 제1 화합물이 서로 상이한 구조를 갖고 있어도 좋다. 이 경우, 제1 유기층(11)에 포함되는 제1 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 λ_1 (단위: nm)과, 제2 유기층(12)에 포함되는 제1 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 λ_2 (단위: nm)가, 하기 수식(수학식 2)의 관계를 만족시키는 것도 바람직하다.
- [0024] $|\lambda_1 - \lambda_2| \geq 100 \text{ nm} \dots (\text{수학식 2})$
- [0025] 또한, 유기 EL 소자(1)가 백색으로 발광하는 것이 바람직하다. 이 경우, 예컨대, 제1 유기층(11)으로부터의 발광색과 제2 유기층(12)으로부터의 발광색이 혼합되어 백색이 되도록, 소정의 발광색의 제1 화합물을 적절히 선택하여, 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12)에 이용하면 된다. 예컨대, 제1 유기층(11)에 청색으로 발광 가능한 제1 화합물을 이용하고, 제2 유기층(12)에 황색으로 발광 가능한 제1 화합물을 이용해도 좋다.
- [0026] · 지연 형광 발광성
- [0027] 지연 형광(열 활성화 지연 형광)에 대해서는, 「유기 반도체의 디바이스 물성」(아다치 치하야 편찬, 고단샤 발행)의 261~268페이지에서 해설되어 있다. 그 문헌 중에서, 형광 발광 재료의 여기 일중항 상태와 여기 삼중항 상태의 에너지차 ΔE_{13} 을 작게 할 수 있으면, 통상은 천이 확률이 낮은 여기 삼중항 상태에서부터 여기 일중항 상태로의 역에너지 이동이 고효율로 발생하여, 열 활성화 지연 형광(Thermally Activated delayed Fluorescence, TADF)이 발현된다고 설명되어 있다. 또한, 상기 문헌 중의 도 10.38에서, 지연 형광의 발생 메커니즘이 설명되어 있다. 본 실시형태에서의 제1 화합물은, 이러한 메커니즘으로 발생하는 열 활성화 지연 형광을 나타내는 화합물이다.
- [0028] 지연 형광의 발광은 과도 PL(Photo Luminescence) 측정에 의해 확인할 수 있다.
- [0029] 과도 PL 측정으로부터 얻은 감쇠 곡선에 기초하여 지연 형광의 거동을 해석할 수도 있다. 과도 PL 측정이란, 시료에 펄스 레이저를 조사하여 여기시키고, 조사를 정지한 후의 PL 발광의 감쇠 거동(과도 특성)을 측정하는 수법이다. TADF 재료에 있어서의 PL 발광은, 최초의 PL 여기로 생성되는 일중항 여기자로부터의 발광 성분과, 삼중항 여기자를 경유하여 생성되는 일중항 여기자로부터의 발광 성분으로 분류된다. 최초의 PL 여기로 생성되는 일중항 여기자의 수명은, 나노초 오더로, 매우 짧다. 그 때문에, 상기 일중항 여기자로부터의 발광은, 펄스 레이저를 조사 후, 신속하게 감쇠한다.
- [0030] 한편, 지연 형광은, 수명이 긴 삼중항 여기자를 경유하여 생성되는 일중항 여기자로부터의 발광이기 때문에, 완만히 감쇠한다. 이와 같이 최초의 PL 여기로 생성되는 일중항 여기자로부터의 발광과, 삼중항 여기자를 경유하여 생성되는 일중항 여기자로부터의 발광에서는, 시간적으로 큰 차가 있다. 그 때문에, 지연 형광 유래의 발광 강도를 구할 수 있다.
- [0031] 도 2에는, 과도 PL을 측정하기 위한 예시적 장치의 개략도가 도시되어 있다.
- [0032] 본 실시형태의 과도 PL 측정 장치(100)는, 소정 파장의 광을 조사 가능한 펄스 레이저부(101)와, 측정 시료를 수용하는 시료실(102)과, 측정 시료로부터 방사된 광을 분광하는 분광기(103)와, 2차원 이미지를 결상하기 위한

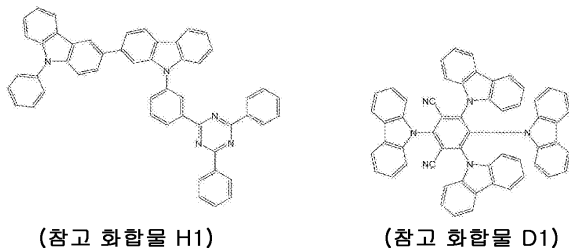
스트리크 카메라(104)와, 2차원 이미지를 받아들여 해석하는 퍼스널 컴퓨터(105)를 구비한다. 한편, 과도 PL의 측정은, 본 실시형태에서 설명하는 장치에 한정되지 않는다.

[0033] 시료실(102)에 수용되는 시료는, 매트릭스 재료에 대해, 도핑 재료가 12 질량%의 농도로 도핑된 박막을 석영 기판에 성막(成膜)함으로써 얻어진다.

[0034] 시료실(102)에 수용된 박막 시료에 대해, 펄스 레이저부(101)로부터 펄스 레이저를 조사하여, 도핑 재료를 여기시킨다. 여기광의 조사 방향에 대해 90도의 방향으로 발광을 추출하고, 추출한 광을 분광기(103)에 의해 분광하며, 스트리크 카메라(104) 내에서 2차원 이미지를 결상한다. 그 결과, 종축이 시간에 대응하고, 횡축이 파장에 대응하며, 휘점이 발광 강도에 대응하는 2차원 화상을 얻을 수 있다. 이 2차원 화상을 소정의 시간축에서 잘라내면, 종축이 발광 강도이고, 횡축이 파장인 발광 스펙트럼을 얻을 수 있다. 또한, 상기 2차원 화상을 파장축에서 잘라내면, 종축이 발광 강도의 로그이고, 횡축이 시간인 감쇠 곡선(과도 PL)을 얻을 수 있다.

[0035] 예컨대, 매트릭스 재료로서, 하기 참고 화합물 H1을 이용하고, 도핑 재료로서 하기 참고 화합물 D1을 이용해서 전술한 바와 같이 하여 박막 시료 A를 제작하고, 과도 PL 측정을 행하였다.

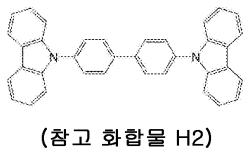
[0036] [화합식 1]



[0038] 여기서는, 전술한 박막 시료 A, 및 박막 시료 B를 이용하여 감쇠 곡선을 해석하였다. 박막 시료 B는, 매트릭스 재료로서 하기 참고 화합물 H2를 이용하고, 도핑 재료로서 상기 참고 화합물 D1을 이용해서, 전술한 바와 같이 하여 박막 시료를 제작하였다.

[0039] 도 3에는, 박막 시료 A 및 박막 시료 B에 대해 측정한 과도 PL로부터 얻은 감쇠 곡선이 도시되어 있다.

[0040] [화합식 2]



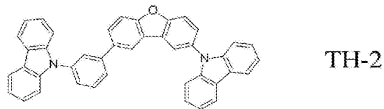
[0042] 상기한 바와 같이 과도 PL 측정에 의해, 종축을 발광 강도로 하고, 횡축을 시간으로 하는 발광 감쇠 곡선을 얻을 수 있다. 이 발광 감쇠 곡선에 기초하여, 광 여기에 의해 생성된 일중항 여기 상태에서부터 발광하는 형광과, 삼중항 여기 상태를 경유하여, 역에너지 이동에 의해 생성되는 일중항 여기 상태에서부터 발광하는 지연 형광의, 형광 강도비를 추측할 수 있다. 지연 형광 발광성의 재료에서는, 신속히 감쇠하는 형광의 강도에 대해, 완만히 감쇠하는 지연 형광의 강도의 비율이, 어느 정도 크다.

[0043] 본 실시형태에서의 지연 형광 발광량은, 도 2의 장치를 이용하여 구할 수 있다. 상기 제1 화합물은, 상기 제1 화합물이 흡수하는 파장의 펄스광(펄스 레이저로부터 조사되는 광)으로 여기된 후, 상기 여기 상태에서부터 즉석에서 관찰되는 Prompt 발광(즉시 발광)과, 상기 여기 후, 즉석에서는 관찰되지 않고, 그 후 관찰되는 Delay 발광(지연 발광)이 존재한다. 본 실시형태에서는, Delay 발광(지연 발광)의 양이 Prompt 발광(즉시 발광)의 양에 대해 5% 이상인 것이 바람직하다.

[0044] Prompt 발광과 Delay 발광의 양은, "Nature 492, 234-238, 2012"에 기재된 방법과 동일한 방법에 의해 구할 수 있다. 한편, Prompt 발광 및 Delay 발광의 양의 산출에 사용되는 장치는, 상기 문헌에 기재된 장치에 한정되지 않는다.

[0045] 또한, 지연 형광 발광성의 측정에 이용되는 시료는, 예컨대, 제1 화합물과 하기 화합물 TH-2를, 제1 화합물의 비율이 12 질량%가 되도록 석영 기판 상에 공증착하여, 막 두께 100 nm의 박막을 형성한 시료를 사용할 수 있다.

[0046] [화학식 3]



[0047]

[0048] 본 실시형태의 제1 화합물은, 지연 형광 발광성의 화합물이며, 그 발광색은 특별히 한정되지 않는다. 예컨대, 제1 화합물은, 주피크 파장이 550 nm 이하의 발광을 나타내는 것이 바람직하고, 주피크 파장이 480 nm 이하의 발광을 나타내는 것이 보다 바람직하다. 한편, 제1 화합물은, 주피크 파장이 550 nm를 초과하는 발광을 나타내는 것도 바람직하다. 주피크 파장이란, 측정 대상 화합물이 10^{-6} 몰/리터 이상 10^{-5} 몰/리터 이하의 농도로 용해되어 있는 톨루엔 용액에 대해, 측정한 발광 스펙트럼에 있어서의 발광 강도가 최대가 되는 발광 스펙트럼의 피크 파장을 말한다.

[0049] · TADF 기구

[0050] 본 실시형태의 유기 EL 소자에서는, 제1 화합물로서 ΔST 가 작은 화합물을 이용하는 것이 바람직하다. ΔST 는, 화합물의 일중항 에너지와 삼중항 에너지의 차를 말한다. 제1 화합물의 ΔST 를 이하, $\Delta ST(M1)$ 라고 표기한다. $\Delta ST(M1)$ 가 작으면, 외부로부터 주어지는 열에너지에 의해, 제1 화합물의 삼중항 준위로부터 제1 화합물의 일중항 준위로의 역항간 교차가 발생하기 쉬워진다. 유기 EL 소자 내부의 전기 여기된 여기자의 여기 삼중항 상태가, 역항간 교차에 의해, 여기 일중항 상태로 스핀 교환이 되는 에너지 상태 변환 기구를 TADF 기구라고 부른다.

[0051] 도 4는 제1 유기 화합물 및 제2 유기 화합물을 포함하는 층(예컨대, 발광층)에 있어서의 제1 화합물 및 제2 화합물의 에너지 준위의 관계의 일례를 도시한다. 도 4에 있어서, S_0 은, 기저 상태를 나타내고, S_{1H} 는, 제2 화합물의 최저 여기 일중항 상태를 나타내며, T_{1H} 는, 제2 화합물의 최저 여기 삼중항 상태를 나타내고, S_{1D} 는, 제1 화합물의 최저 여기 일중항 상태를 나타내며, T_{1D} 는, 제1 화합물의 최저 여기 삼중항 상태를 나타낸다. 도 4 중의 파선의 화살표는, 각 여기 상태간의 에너지 이동을 나타낸다. 제2 화합물의 최저 여기 삼중항 상태 T_{1H} 로부터의 텍스터 이동에 의해, 제1 화합물의 최저 여기 일중항 상태 S_{1D} 또는 최저 여기 삼중항 상태 T_{1D} 로 에너지 이동한다. 또한, 제1 화합물로서 $\Delta ST(M1)$ 가 작은 재료를 이용하면, 제1 화합물의 최저 여기 삼중항 상태 T_{1D} 는 열에너지에 의해 최저 여기 일중항 상태 S_{1D} 로 역항간 교차하는 것이 가능하다. 이 결과, 제1 화합물의 최저 여기 일중항 상태 S_{1D} 로부터의 형광 발광을 관측할 수 있다. 이 TADF 기구에 의한 지연 형광을 이용함으로써, 이론적으로 내부 효율을 100%까지 높일 수 있다고 생각되고 있다.

[0052] 본 실시형태에 있어서, 제2 화합물의 일중항 에너지 $S(M2)$ 는, 제1 화합물의 일중항 에너지 $S(M1)$ 보다 큰 것이 바람직하다.

[0053] 본 실시형태에서는, 제1 유기층(11)에 제1 화합물이 20 질량% 이상 80 질량% 이하의 농도로 포함되어 있는 것이 바람직하고, 40 질량% 이상 60 질량% 이하의 농도로 포함되어 있는 것이 보다 바람직하다.

[0054] 본 실시형태에서는, 제2 유기층(12)에 제1 화합물이 20 질량% 이상 80 질량% 이하의 농도로 포함되어 있는 것이 바람직하고, 40 질량% 이상 60 질량% 이하의 농도로 포함되어 있는 것이 보다 바람직하다.

[0055] · 제1 유기층 및 제2 유기층의 막 두께

[0056] 본 실시형태의 유기 EL 소자(1)에 있어서의 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12)의 막 두께는, 각각 독립적으로, 5 nm 이상 50 nm 이하인 것이 바람직하고, 7 nm 이상 50 nm 이하인 것이 보다 바람직하며, 10 nm 이상 50 nm 이하인 것이 더욱 바람직하다. 막 두께가 5 nm 이상이면 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12)을 형성하기 쉬워지거나, 색도의 조정을 행하기 쉬워진다. 막 두께가 50 nm 이하이면, 구동 전압의 상승을 억제하기 쉬워진다.

[0057] 본 실시형태에 있어서, 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12) 중 적어도 어느 하나에 제5 화합물이 더 포함되어 있어도 좋다. 또한, 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12) 중 적어도 어느 하나가, 제1 화합물과 제5 화합물의 2성분으로 구성되어 있어도 좋다. 또한, 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12) 중 적어도 어느 하나가, 제1 화합물과, 제2 화합물과, 제5 화합물의 3성분으로 구성되어 있어도 좋다.

[0058] 제5 화합물로서는, 특별히 한정되지 않으나, 형광 발광성의 화합물인 것이 바람직하다. 형광 발광성의 화합물의

발광색이나 발광 파장은 특별히 한정되지 않는다.

- [0059] 예컨대, 제5 화합물은, 적색, 황색, 녹색, 또는 청색의 형광 발광을 나타내는 것이 바람직하다. 제5 화합물은, 형광 양자 수율이 높은 재료인 것이 바람직하다.
- [0060] (바이폴라층)
- [0061] 바이폴라층(13)은, 제1 유기층(11)과 제2 유기층(12)의 사이에 포함된다. 본 명세서에 있어서, 바이폴라성이란, 정공 및 전자를 이동시킬 수 있는 성질을 나타낸다. 바이폴라층(13)은, 정공 및 전자를 이동시킬 수 있는 층이다.
- [0062] 바이폴라층(13)은, 단일의 재료에 의해 구성되어 있어도 좋고, 복수의 재료에 의해 구성되어 있어도 좋다. 단일의 재료에 의해 바이폴라층(13)이 구성되는 경우, 일분자 중에 정공 수송성의 부분 구조 및 전자 수송성의 부분 구조를 갖는 화합물을 이용하는 것이 바람직하다. 복수의 재료에 의해 바이폴라층(13)이 구성되는 경우, 정공 수송성 화합물 및 전자 수송성 화합물을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0063] 바이폴라층(13)은, 바이폴라성을 갖는 제4 화합물을 포함하고 있는 것이 바람직하다. 제1 화합물의 분자 구조와 제4 화합물의 분자 구조가 동일해도 좋고 상이해도 좋다.
- [0064] · 바이폴라층의 막 두께
- [0065] 바이폴라층(13)의 막 두께는, 1 nm 이상 30 nm 이하인 것이 바람직하고, 1 nm 이상 20 nm 이하인 것이 보다 바람직하며, 1 nm 이상 10 nm 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0066] 자연 형광 발광성을 갖는 화합물(자연 형광 발광성 화합물)을 포함하는 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12)의 사이에 바이폴라층(13)이 형성되어 있기 때문에, 본 실시형태의 유기 EL 소자(1)에 의하면, 발광 효율을 향상시킬 수 있다. 자연 형광 발광성 화합물은, 전술한 ΔST 가 작고, 정공 및 전자를 이동시키기 쉽다. 자연 형광 발광성 화합물은, 층 중의 농도가 10 질량%를 초과해도 농도 소광이 발생하기 어렵기 때문에, 고농도로 함유시켜 장수명화나 저전압화를 도모할 수 있다. 전술한 바와 같이, 자연 형광 발광성 화합물은, 정공 및 전자를 이동시키기 쉽기 때문에, 자연 형광 발광성 화합물이 높은 농도로 층에 포함되어 있으면 정공이나 전자의 전도성은 더욱 높아진다. 그 때문에, 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12)에 주입된 정공 및 전자는, 재결합하지 않고, 인접하는 층으로 누출되기 쉽다고 생각된다. 본 실시형태에서는, 바이폴라층(13)이 형성되어 있기 때문에, 예컨대 제1 유기층(11)으로부터 누출된 정공은, 바이폴라층(13)을 거쳐 제2 유기층(12)에 주입된다. 그렇기 때문에, 제1 유기층(11)에서 재결합에 이용되지 않아도, 제2 유기층(12)에서 재결합에 이용될 확률이 향상되고, 마찬가지로, 제2 유기층(12)으로부터 누출된 전자는, 제1 유기층(11)에서 재결합에 이용될 확률이 향상된다고 생각된다. 그 결과, 유기 EL 소자(1)의 발광 효율이 향상된다고 생각된다.
- [0067] 한편, 선행 기술로서 열거한 특허문헌 1~7에 기재된 유기 EL 소자는, 형광 발광성 또는 인광 발광성의 화합물을 포함한 발광층을 적층시킨 구성을 갖는다. 그러나, 농도 소광의 문제나, 경제성의 문제로부터, 발광층 중의 형광 발광성 화합물이나 인광 발광성 화합물의 농도는, 약 10 질량% 이하로 낮게 억제되어 있고, 그 결과, 종래의 유기 EL 소자에서는 형광 발광성 화합물이나 인광 발광성 화합물을 포함하는 층으로부터 주변층으로의 정공이나 전자의 누출은, 자연 형광성을 갖는 화합물과 비교하여 발생하기 어려웠다고 추측된다.
- [0068] 또한, 특허문헌 8에 기재된 유기 EL 소자는, 자연 형광성의 화합물을 포함한 발광층과 형광 발광성의 화합물을 포함한 발광층을 적층시킨 구성을 갖는다. 그러나, 자연 형광 발광성 화합물을 포함하는 층으로부터 누출된 정공이나 전자를 효과적으로 활용하기 위해서 바이폴라층을 형성한다고 하는 기술적 사상이 발견되지 않았다고 생각된다.
- [0069] 또한, 유기 EL 소자의 장수명화나 고발광 효율화의 관점에서 본 실시형태에서의 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12) 중 적어도 어느 하나에, 제1 화합물과, 제1 화합물의 $T_{77K}(M1)$ 보다 큰 $77[K]$ 에 있어서의 에너지 갭 $T_{77K}(M2)$ 를 갖는 제2 화합물이 포함된다고 하는 기술 사상도, 종래, 발견되지 않았다고 생각된다.
- [0070] [제2 실시형태]
- [0071] 제2 실시형태에 따른 유기 EL 소자의 구성에 대해 설명한다. 제2 실시형태의 설명에 있어서 제1 실시형태와 동일한 구성 요소는, 동일 부호나 명칭을 붙이는 등 하여 설명을 생략 혹은 간략하게 한다. 또한, 제2 실시형태에서는, 특별히 언급되지 않는 재료나 화합물에 대해서는, 상기 실시형태에서 설명한 재료나 화합물과 동일한 재

료나 화합물을 이용할 수 있다.

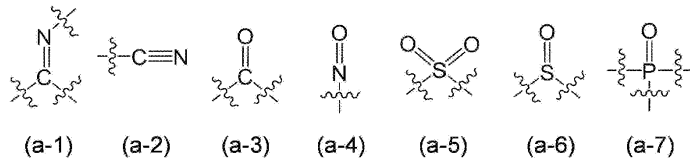
- [0072] 본 실시형태에서는, 제1 유기층(11)이, 지연 형광 발광성을 갖는 제1 화합물과, 제2 화합물을 포함하고, 제2 유기층(12)이, 발광성을 갖는 제3 화합물을 포함한다. 즉, 제2 실시형태는, 제2 유기층(12)에 포함되는 화합물의 점에서 제1 실시형태와 상이하고, 그 외의 점에 대해서는 제1 실시형태와 동일하다.
- [0073] 제3 화합물은, 형광 발광성 또는 인광 발광성을 갖는 화합물이어도 좋고, 형광 발광성을 갖는 화합물인 것이 바람직하다.
- [0074] 제1 유기층(11)에 있어서 발광하는 화합물과, 제2 유기층(12)에 있어서 발광하는 화합물이 상이한 것도 바람직하다. 예컨대, 제1 유기층(11)에서는, 제1 화합물이 발광하고, 제2 유기층(12)에서는, 제3 화합물이 발광하는 것이 바람직하다.
- [0075] 제3 화합물을 포함하는 층으로서, 전술한 발광성을 갖는 화합물을 다른 물질(호스트 재료)에 분산시킨 구성으로 해도 좋다. 발광성 화합물을 분산시키기 위한 물질로서는, 각종의 물질을 이용할 수 있고, 발광성 화합물보다 최저 공궤도 준위(LUMO 준위)가 높고, 최고 피점유 궤도 준위(HOMO 준위)가 낮은 물질을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0076] 본 실시형태에 있어서, 제1 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 $\lambda 1$ (단위: nm)과, 제3 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 $\lambda 3$ (단위: nm)이, 하기 수식(수학식 3)의 관계를 만족시키는 것이 바람직하다.
- [0077] $|\lambda 1 - \lambda 3| \leq 150 \text{ nm} \dots (\text{수학식 } 3)$
- [0078] $|\lambda 1 - \lambda 3|$ 의 값이 90 nm 이하인 것이 보다 바람직하고, 50 nm 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0079] 상기 제1 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 $\lambda 1$ (단위: nm)과, 상기 제3 화합물의 발광 스펙트럼의 주피크 파장 $\lambda 3$ (단위: nm)이, 하기 수식(수학식 4)의 관계를 만족시키는 것도 바람직하다.
- [0080] $|\lambda 1 - \lambda 3| \geq 100 \text{ nm} \dots (\text{수학식 } 4)$
- [0081] 제2 실시형태에 있어서, 예컨대, 제1 화합물의 발광색 및 제3 화합물의 발광색이 동일한 것도 바람직하다.
- [0082] 또한, 제2 실시형태의 유기 EL 소자가 백색으로 발광하는 것이 바람직하다. 이 경우, 예컨대, 제1 유기층(11)으로부터의 발광색과 제2 유기층(12)으로부터의 발광색이 혼합되어 백색이 되도록, 소정의 발광색의 제1 화합물 및 제3 화합물을 적절히 선택하여, 각각 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12)에 이용하면 된다.
- [0083] 제2 실시형태에 있어서도, 지연 형광 발광성 화합물을 포함하는 제1 유기층(11), 및 발광성의 제3 화합물을 포함하는 제2 유기층(12)의 사이에 바이폴라층(13)이 형성되어 있기 때문에, 제2 실시형태의 유기 EL 소자에 의해서도 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0084] 본 실시형태의 다른 양태로서, 예컨대, 제1 유기층(11)이, 제3 화합물을 포함하고, 제2 유기층(12)이 제1 화합물과, 제2 화합물을 포함하는 유기 EL 소자여도 좋다. 이 양태의 유기 EL 소자에서는, 예컨대, 제1 유기층(11)에서는, 제3 화합물이 발광하고, 제2 유기층(12)에서는, 제1 화합물이 발광하는 것이 바람직하다.
- [0085] [제3 실시형태]
- [0086] 제3 실시형태에 따른 유기 EL 소자의 구성에 대해 설명한다. 제3 실시형태의 설명에 있어서 제1 실시형태와 동일한 구성 요소는, 동일 부호나 명칭을 붙이는 등 하여 설명을 생략 혹은 간략하게 한다. 또한, 제3 실시형태에서는, 특별히 언급되지 않는 재료나 화합물에 대해서는, 상기 실시형태에서 설명한 재료나 화합물과 동일한 재료나 화합물을 이용할 수 있다.
- [0087] 본 실시형태에서는, 바이폴라층(13)에 제5 화합물을 포함하는 점에서, 제1 실시형태와 상이하고, 그 외의 점에 대해서는 제1 실시형태와 동일하다. 또한, 바이폴라층(13)에, 제4 화합물 및 제5 화합물이 포함되어 있는 것도 바람직하다. 제5 화합물이 포함되어 있으면, 바이폴라층(13)에 있어서의 캐리어 밸런스가 향상되기 때문이다. 제2 실시형태의 유기 EL 소자에 있어서도 바이폴라층(13)에 제5 화합물이 포함되어 있는 것도 바람직하다.
- [0088] 제3 실시형태에 있어서도, 지연 형광 발광성 화합물을 포함하는 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12)의 사이에 바이폴라층(13)이 형성되어 있기 때문에, 제3 실시형태의 유기 EL 소자에 의해서도 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0089] [제4 실시형태]

- [0090] 제4 실시형태에 따른 유기 EL 소자의 구성에 대해 설명한다. 제4 실시형태의 설명에 있어서 제1 실시형태와 동일한 구성 요소는, 동일 부호나 명칭을 붙이는 등 하여 설명을 생략 혹은 간략하게 한다. 또한, 제4 실시형태에서는, 특별히 언급되지 않는 재료나 화합물에 대해서는, 상기 실시형태에서 설명한 재료나 화합물과 동일한 재료나 화합물을 이용할 수 있다.
- [0091] 본 실시형태에서는, 제1 유기층(11)이, 자연 형광 발광성을 갖는 제1 화합물과, 제2 화합물을 포함하고, 제2 유기층(12)이, 발광성을 갖는 제3 화합물을 포함하며, 바이폴라층(13)이, 제5 화합물을 포함한다. 즉, 제4 실시형태는, 제2 유기층(12)에 포함되는 화합물, 및 바이폴라층(13)에 포함되는 화합물의 점에서 제1 실시형태와 상이하고, 그 외의 점에 대해서는 제1 실시형태와 동일하다.
- [0092] 제1 유기층(11)에 있어서 발광하는 화합물과, 제2 유기층(12)에 있어서 발광하는 화합물이 상이한 것도 바람직하다. 예컨대, 제1 유기층(11)에서는, 제1 화합물이 발광하고, 제2 유기층(12)에서는, 제3 화합물이 발광하는 것이 바람직하다.
- [0093] 제3 화합물은, 형광 발광성 또는 인광 발광성을 갖는 화합물인 것이 바람직하다.
- [0094] 본 실시형태에 있어서, 제2 유기층(12)에는, 제1 화합물이 포함되어 있지 않은 것도 바람직하다.
- [0095] 본 실시형태에 있어서, 제2 유기층(12)은, 제3 화합물과, 전술한 발광성을 갖는 화합물과는 상이한 다른 물질(호스트 재료)을 포함하는 구성이어도 좋다. 호스트 재료로서는, 제2 실시형태에서 설명한 화합물과 동일한 화합물을 이용할 수 있다.
- [0096] 바이폴라층(13)에, 제4 화합물 및 제5 화합물이 포함되어 있는 것도 바람직하다. 제5 화합물이 포함되어 있으면, 바이폴라층(13)에 있어서의 캐리어 밸런스가 향상되기 때문이다.
- [0097] 제4 실시형태에 있어서도, 자연 형광 발광성 화합물을 포함하는 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12)의 사이에 바이폴라층(13)이 형성되어 있다. 그 때문에, 제4 실시형태의 유기 EL 소자에 의해서도 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0098] 본 실시형태의 다른 양태로서, 예컨대, 제4 실시형태의 제2 유기층(12)에 포함되는 제3 화합물 대신에 제5 화합물을 포함하는 유기 EL 소자여도 좋다.
- [0099] [제1, 제2, 제3, 제4, 및 제5 화합물]
- [0100] 각 실시형태에서 이용할 수 있는 화합물의 일례를 이하에 설명한다.
- [0101] (제1 화합물)
- [0102] 자연 형광 발광성을 갖는 제1 화합물은, 동일 분자 내에 도너성 부위와 억셉터성 부위를 갖는 것이 바람직하다.
- [0103] 본 실시형태에 있어서, 제1 화합물로서는, 예컨대, 하기 일반식 (1)로 표시되는 화합물을 들 수 있다.
- [0104] [화학식 4]
- [0105]
$$\{ (B)_b (L)_c \}_d (A)_e \quad (1)$$
- [0106] 상기 일반식 (1)에 있어서,
- [0107] A는 억셉터성 부위이며, 하기 일반식 (a-1)~(a-7)에서 선택되는 부분 구조를 갖는 기이다. A가 복수 존재하는 경우, 복수의 A는 서로 동일하거나 또는 상이하고, A끼리가 결합하여 포화 또는 불포화의 환(環)을 형성해도 좋다.
- [0108] B는 도너성 부위이며, 하기 일반식 (b-1)~(b-6)에서 선택되는 부분 구조를 갖는다. B가 복수 존재하는 경우, 복수의 B는 서로 동일하거나 또는 상이하고, B끼리가 결합하여 포화 또는 불포화의 환을 형성해도 좋다.
- [0109] a, b, 및 d는, 각각 독립적으로, 1~5의 정수이고,
- [0110] c는 0~5의 정수이며,
- [0111] c가 0일 때, A와 B는 단결합 또는 스피로 결합으로 결합하고,
- [0112] c가 1~5의 정수일 때, L은,

[0113] 치환 또는 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 및

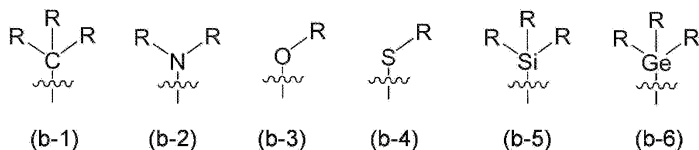
[0114] 치환 또는 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되는 연결기이며, L이 복수 존재하는 경우, 복수의 L은 서로 동일하거나 또는 상이하고, L끼리가 결합하여 포화 또는 불포화의 환을 형성해도 좋다.

[0115] [화학식 5]



[0116]

[0117] [화학식 6]



[0118]

[0119] 상기 일반식 (b-1)~(b-6)에 있어서,

[0120] R은, 각각 독립적으로, 수소 원자 또는 치환기이고, R이 치환기인 경우의 치환기는,

[0121] 치환 또는 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기,

[0122] 치환 또는 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기, 및

[0123] 치환 또는 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기로 이루어지는 군에서 선택되며, R이 복수 존재하는 경우, 복수의 R은 서로 동일하거나 또는 상이하고, R끼리가 결합하여 포화 또는 불포화의 환을 형성해도 좋다.

[0124] 상기 일반식 (1)로 표시되는 화합물의 결합 양식의 일례로서, 예컨대 하기 표 1에 나타내는 결합 양식을 들 수 있다.

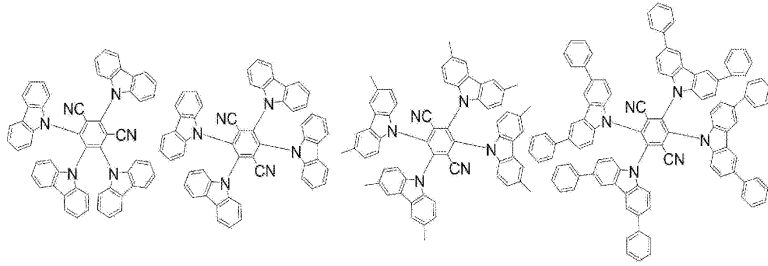
표 1

No.	a	b	c	d	결합 양식
(1A)	1	1	0	1	B—A
(1B)	1	1	1	1	B—L—A
(1C)	2	1	0	1	B—A—A , B—A
(1D)	1	2	0	1	B—B—A , B—A
(1E)	2	1	1	1	B—L—A—A , B—L—A
(1F)	1	2	1	1	B—B—L—A , B—L—A
(1G)	1	1	2	1	B—L—L—A
(1H)	1	1	1	2	B—L—A , B—L—A , B—L—B—L—A

[0125]

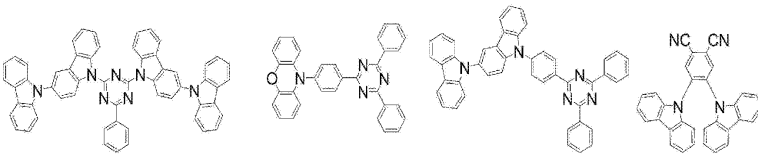
[0126] 제1 화합물의 구체적인 예를 이하에 나타낸다. 한편, 본 발명에서의 제1 화합물은, 이들 예에 한정되지 않는다.

[0127] [화학식 7]



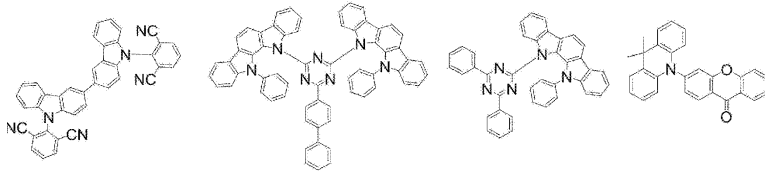
[0128]

[0129] [화학식 8]



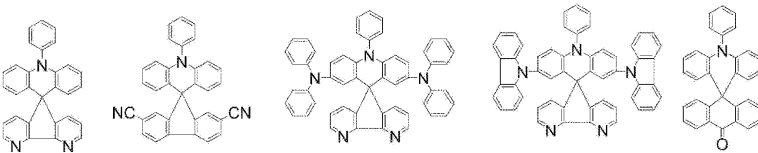
[0130]

[0131] [화학식 9]



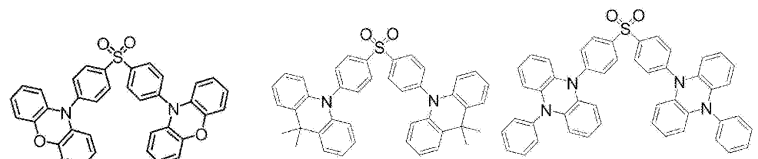
[0132]

[0133] [화학식 10]



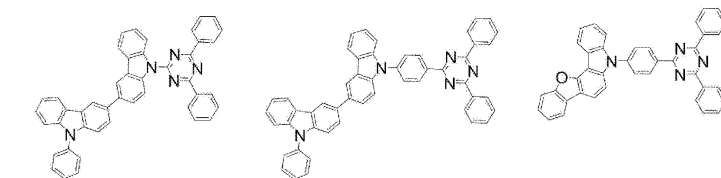
[0134]

[0135] [화학식 11]



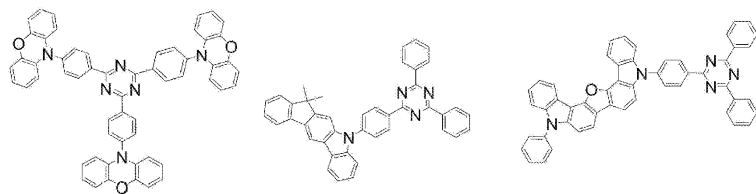
[0136]

[0137] [화학식 12]



[0138]

[0139] [화학식 13]



[0140]

[0141] · 제1 화합물의 제조 방법

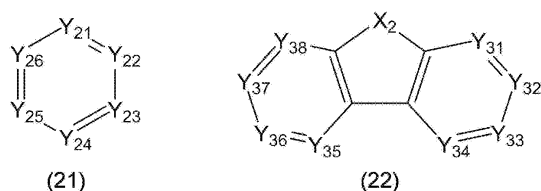
[0142] 제1 화합물은, 예컨대, 국제 공개 제2013/180241호, 국제 공개 제2014/092083호, 및 국제 공개 제2014/104346호 등에 기재된 방법에 의해 제조할 수 있다.

[0143] (제2 화합물)

[0144] 제2 화합물로서는, 특별히 한정되지 않으나, 아민 화합물 이외의 화합물인 것이 바람직하다. 또한, 예컨대, 제2 화합물로서는, 카르바졸 유도체, 디벤조푸란 유도체, 디벤조티오펜 유도체를 이용할 수 있으나, 이들 유도체에 한정되지 않는다.

[0145] 제2 화합물은, 하나의 분자 중에 하기 일반식 (21)로 표시되는 부분 구조 및 하기 일반식 (22)로 표시되는 부분 구조 중 적어도 어느 하나를 포함하는 화합물인 것도 바람직하다.

[0146] [화학식 14]



[0147]

[0148] 상기 일반식 (21)에 있어서,

[0149] $Y_{21} \sim Y_{26}$ 은, 각각 독립적으로, 질소 원자, 또는 제2 화합물의 분자 중에 있어서의 다른 원자와 결합하는 탄소 원자이고,

[0150] 단, $Y_{21} \sim Y_{26}$ 중 적어도 어느 하나는, 제2 화합물의 분자 중에 있어서의 다른 원자와 결합하는 탄소 원자이며,

[0151] 상기 일반식 (22)에 있어서,

[0152] $Y_{31} \sim Y_{38}$ 은, 각각 독립적으로, 질소 원자, 또는 제2 화합물의 분자 중에 있어서의 다른 원자와 결합하는 탄소 원자이고,

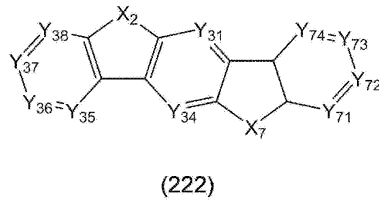
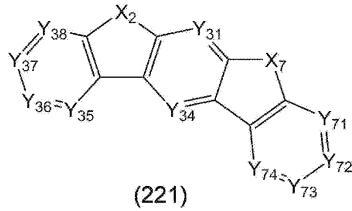
[0153] 단, $Y_{31} \sim Y_{38}$ 중 적어도 어느 하나는, 제2 화합물의 분자 중에 있어서의 다른 원자와 결합하는 탄소 원자이며,

[0154] X_2 는, 질소 원자, 산소 원자, 또는 황 원자이다.

[0155] 상기 일반식 (22)에 있어서, $Y_{31} \sim Y_{38}$ 중 적어도 2개가 제2 화합물의 분자 중에 있어서의 다른 원자와 결합하는 탄소 원자이고, 상기 탄소 원자를 포함하는 환 구조가 구축되어 있는 것도 바람직하다.

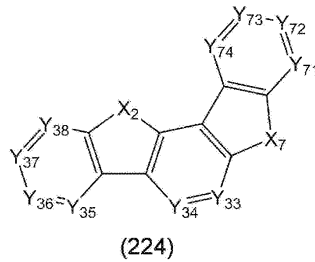
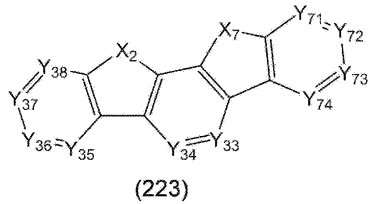
[0156] 예컨대, 상기 일반식 (22)로 표시되는 부분 구조가, 하기 일반식 (221), (222), (223), (224), (225) 및 (226)으로 표시되는 부분 구조로 이루어지는 군에서 선택되는 어느 하나인 것이 바람직하다.

[0157] [화학식 15]



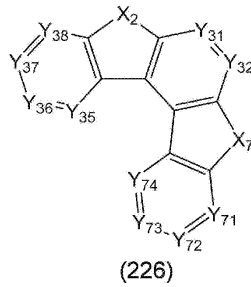
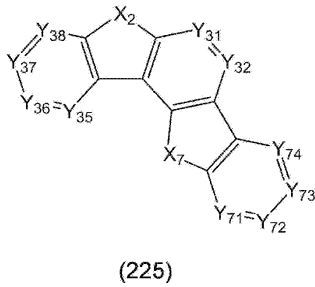
[0158]

[0159] [화학식 16]



[0160]

[0161] [화학식 17]



[0162]

[0163] 상기 일반식 (221)~(226)에 있어서,

[0164] X_2 는, 질소 원자, 산소 원자, 또는 황 원자이고,

[0165] $Y_{31} \sim Y_{38}$ 은, 각각 독립적으로, 질소 원자, 또는 제2 화합물의 분자 중에 있어서의 다른 원자와 결합하는 탄소 원자이며,

[0166] X_7 은, 질소 원자, 산소 원자, 황 원자, 또는 탄소 원자이고,

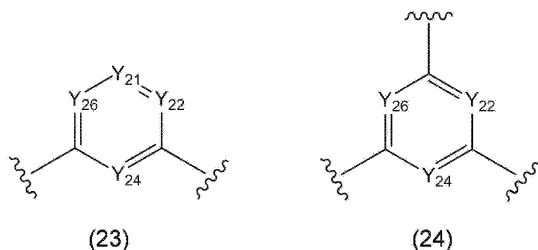
[0167] $Y_{71} \sim Y_{74}$ 는, 각각 독립적으로, 질소 원자, 또는 제2 화합물의 분자 중에 있어서의 다른 원자와 결합하는 탄소 원자이다.

[0168] 본 실시형태에서는, 제2 화합물은, 상기 일반식 (221)~(226) 중 상기 일반식 (223)으로 표시되는 부분 구조를 갖는 것이 바람직하다.

[0169] 상기 일반식 (21)로 표시되는 부분 구조는, 하기 일반식 (23)으로 표시되는 기 및 하기 일반식 (24)로 표시되는 기로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 어느 하나의 기로서 제2 화합물에 포함되는 것이 바람직하다.

[0170] 하기 일반식 (23) 및 하기 일반식 (24)로 표시되는 바와 같이, 결합 개소가 서로 메타 위치에 위치하는 것은, 77[K]에 있어서의 에너지 갭 $T_{77K}(M3)$ 를 높게 유지할 수 있기 때문에, 제2 화합물로서 바람직하다.

[0171] [화학식 18]



[0172]

[0173] 상기 일반식 (23) 및 상기 일반식 (24)에 있어서,

[0174] Y_{21} , Y_{22} , Y_{24} 및 Y_{26} 은, 각각 독립적으로, 질소 원자, 또는 CR_{31} 이고,

[0175] R_{31} 은, 수소 원자 또는 치환기이며, R_{31} 이 치환기인 경우의 치환기는, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 플루오로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 3~30의 시클로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 7~30의 아랄킬기, 치환 실릴기, 치환 게르마늄기, 치환 포스핀옥사이드기, 할로겐 원자, 시아노기, 니트로기, 및 카르복시기로 이루어지는 군에서 선택되는 치환기이고, 단, R_{31} 에 있어서의 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기는, 비축합환인 것이 바람직하다.

[0176] 상기 일반식 (23) 및 상기 일반식 (24)에 있어서, 파선(波線) 부분은, 제2 화합물의 분자 중에 있어서의 다른 원자 또는 다른 구조와의 결합 개소를 나타낸다.

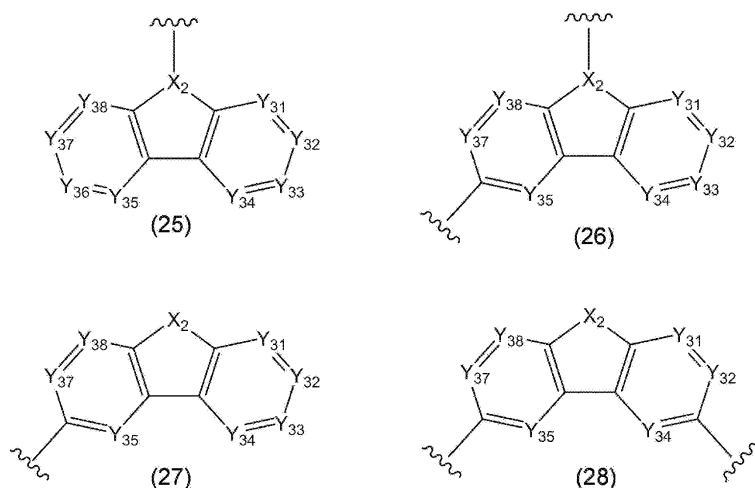
[0177] 상기 일반식 (23)에 있어서, Y_{21} , Y_{22} , Y_{24} 및 Y_{26} 은, 각각 독립적으로, CR_{31} 인 것이 바람직하고, 복수의 R_{31} 은, 동일해도 좋고 상이해도 좋다.

[0178] 또한, 상기 일반식 (24)에 있어서, Y_{22} , Y_{24} 및 Y_{26} 은, 각각 독립적으로, CR_{31} 인 것이 바람직하고, 복수의 R_{31} 은, 동일해도 좋고 상이해도 좋다.

[0179] 치환 게르마늄기는, $-Ge(R_{101})_3$ 으로 표시되는 것이 바람직하다. R_{101} 은, 각각 독립적으로, 치환기이다. 치환기 R_{101} 은, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 또는 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기인 것이 바람직하다. 복수의 R_{101} 은, 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋다.

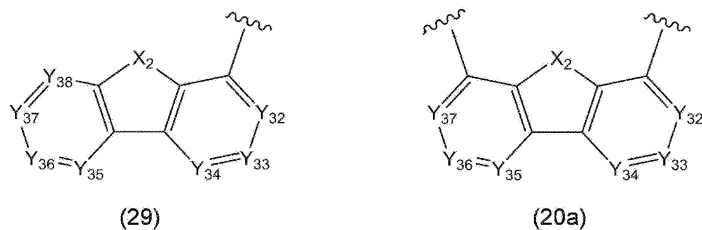
[0180] 상기 일반식 (22)로 표시되는 부분 구조는, 하기 일반식 (25)로 표시되는 기, 하기 일반식 (26)으로 표시되는 기, 하기 일반식 (27)로 표시되는 기, 하기 일반식 (28)로 표시되는 기, 하기 일반식 (29)로 표시되는 기, 및 하기 일반식 (20a)로 표시되는 기로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 어느 하나의 기로서 제2 화합물에 포함되는 것이 바람직하다.

[0181] [화학식 19]



[0182]

[0183] [화학식 20]



[0184]

[0185] 상기 일반식 (25)~(29), (20a)에 있어서,

[0186] Y₃₁, Y₃₂, Y₃₃, Y₃₄, Y₃₅, Y₃₆, Y₃₇, 및 Y₃₈은, 각각 독립적으로, 질소 원자 또는 CR₃₂이고,

[0187] R₃₂는, 수소 원자 또는 치환기이며, R₃₂가 치환기인 경우의 치환기는, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 플루오로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 3~30의 시클로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 7~30의 아탈킬기, 치환 실릴기, 치환 게르마늄기, 치환 포스핀옥사이드기, 할로겐 원자, 시아노기, 니트로기, 및 카르복시기로 이루어지는 군에서 선택되는 치환기이고, 단, R₃₂에 있어서의 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기는, 비축합환인 것이 바람직하며,

[0188] 상기 일반식 (25), (26)에 있어서, X₂는, 질소 원자이고,

[0189] 상기 일반식 (27)~(29), (20a)에 있어서, X₂는, NR₃₃, 산소 원자 또는 황 원자이며,

[0190] R₃₃은, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 플루오로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 3~30의 시클로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 7~30의 아탈킬기, 치환 실릴기, 치환 게르마늄기, 치환 포스핀옥사이드기, 불소 원자, 시아노기, 니트로기, 및 카르복시기로 이루어지는 군에서 선택되는 치환기이고, 단, R₃₃에 있어서의 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기는, 비축합환인 것이 바람직하다.

[0191] 상기 일반식 (25)~(29), (20a)에 있어서, 파선 부분은, 제2 화합물의 분자 중에 있어서의 다른 원자 또는 다른 구조와의 결합 개소를 나타낸다.

[0192] 상기 일반식 (25)에 있어서, Y₃₁~Y₃₈은, 각각 독립적으로, CR₃₂인 것이 바람직하고, 상기 일반식 (26) 및 상기 일반식 (27)에 있어서, Y₃₁~Y₃₅, Y₃₇ 및 Y₃₈은, 각각 독립적으로, CR₃₂인 것이 바람직하며, 상기 일반식 (28)에 있어서, Y₃₁, Y₃₂, Y₃₄, Y₃₅, Y₃₇ 및 Y₃₈은, 각각 독립적으로, CR₃₂인 것이 바람직하고, 상기 일반식 (29)에 있어서, Y₃₂~Y₃₈은, 각각 독립적으로, CR₃₂인 것이 바람직하며, 상기 일반식 (20a)에 있어서, Y₃₂~Y₃₇은, 각각 독립적으로, CR₃₂인 것이 바람직하고, 복수의 R₃₂는, 동일해도 좋고 상이해도 좋다.

[0193] 제2 화합물에 있어서, X₂는, 산소 원자 혹은 황 원자인 것이 바람직하고, 산소 원자인 것이 보다 바람직하다.

[0194] X₇은, 산소 원자 혹은 황 원자인 것이 바람직하고, 산소 원자인 것이 보다 바람직하다.

[0195] 또한, X₂ 및 X₇이 산소 원자인 것이 바람직하다.

[0196] 제2 화합물에 있어서, R₃₁ 및 R₃₂는, 각각 독립적으로, 수소 원자 또는 치환기이고, R₃₁ 및 R₃₂에 있어서의 치환기는, 불소 원자, 시아노기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되는 치환기인 것이 바람직하다. R₃₁ 및 R₃₂는, 수소 원자, 시아노기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 또는 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기인 것이 보다 바람직하다. 단, R₃₁ 및 R₃₂에 있어서의 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기는, 비축합환인 것이 바람직하

다.

- [0197] 제2 화합물에 있어서, R_{33} 은, 각각 독립적으로, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되는 치환기인 것이 바람직하고, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~20의 방향족 탄화수소기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~20의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되는 치환기인 것이 보다 바람직하다. 단, R_{33} 에 있어서의 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기는, 비축합환인 것이 바람직하다.
- [0198] 제2 화합물은, 방향족 탄화수소 화합물, 또는 방향족 복소환 화합물인 것도 바람직하다. 또한, 제2 화합물은, 분자 중에 축합 방향족 탄화수소환을 갖고 있지 않은 것이 바람직하다.
- [0199] · 제2 화합물의 제조 방법
- [0200] 제2 화합물은, 예컨대, 국제 공개 제2012/153780호 및 국제 공개 제2013/038650호 등에 기재된 방법에 의해 제조할 수 있다.
- [0201] 제2 화합물에 있어서의 치환기의 예는, 예컨대, 이하와 같으나, 본 발명은 이들 예에 한정되지 않는다.
- [0202] 방향족 탄화수소기(아릴기라고 칭하는 경우가 있다.)의 구체예로서는, 페닐기, 톨릴기, 크실릴기, 나프틸기, 페난트릴기, 피레닐기, 크리세닐기, 벤조[c]페난트릴기, 벤조[g]크리세닐기, 벤조안트릴기, 트리페닐레닐기, 플루오레닐기, 9,9-디메틸플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 비페닐기, 터페닐기, 쿼터페닐기, 플루오란테닐기 등을 들 수 있고, 바람직하게는 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 쿼터페닐기, 나프틸기, 트리페닐레닐기, 플루오레닐기 등을 들 수 있다.
- [0203] 치환기를 갖는 방향족 탄화수소기로서는, 톨릴기, 크실릴기, 9,9-디메틸플루오레닐기 등을 들 수 있다.
- [0204] 구체예가 나타내는 바와 같이, 아릴기는, 축합 아릴기 및 비축합 아릴기의 양방을 포함한다.
- [0205] 방향족 탄화수소기로서는, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 쿼터페닐기, 나프틸기, 트리페닐레닐기, 플루오레닐기가 바람직하다.
- [0206] 방향족 복소환기(헤테로아릴기, 헤테로 방향족환기, 또는 복소환기라고 칭하는 경우가 있다.)의 구체예로서는, 피롤릴기, 피라졸릴기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 피리딜기, 트리아지닐기, 인돌릴기, 이소인돌릴기, 이미다졸릴기, 벤조이미다졸릴기, 인다졸릴기, 이미다조[1,2-a]피리디닐기, 푸릴기, 벤조푸라닐기, 이소벤조푸라닐기, 디벤조푸라닐기, 아자디벤조푸라닐기, 티오펜릴기, 벤조티오펜릴기, 디벤조티오펜릴기, 아자디벤조티오펜릴기, 퀴놀릴기, 이소퀴놀릴기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 나프티리디닐기, 카르바졸릴기, 아자카르바졸릴기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 페노티아지닐기, 페녹사지닐기, 옥사졸릴기, 옥사디아졸릴기, 푸라자닐기, 벤즈옥사졸릴기, 티에닐기, 티아졸릴기, 티아디아졸릴기, 벤즈티아졸릴기, 트리아졸릴기, 테트라졸릴기 등을 들 수 있고, 바람직하게는, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜릴기, 카르바졸릴기, 피리딜기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 아자디벤조푸라닐기, 아자디벤조티오펜릴기 등을 들 수 있다.
- [0207] 방향족 복소환기로서는, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜릴기, 카르바졸릴기, 피리딜기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 아자디벤조푸라닐기, 아자디벤조티오펜릴기가 바람직하고, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜릴기, 아자디벤조푸라닐기, 아자디벤조티오펜릴기가 더욱 바람직하다.
- [0208] 제2 화합물에 있어서, 치환 실릴기는, 치환 혹은 무치환의 트리알킬실릴기, 치환 혹은 무치환의 아릴알킬실릴기, 또는 치환 혹은 무치환의 트리아릴실릴기인 것도 바람직하다.
- [0209] 치환 혹은 무치환의 트리알킬실릴기의 구체예로서는, 트리메틸실릴기, 트리에틸실릴기를 들 수 있다.
- [0210] 치환 혹은 무치환의 아릴알킬실릴기의 구체예로서는, 디페닐메틸실릴기, 디톨릴메틸실릴기, 페닐디메틸실릴기 등을 들 수 있다.
- [0211] 치환 혹은 무치환의 트리아릴실릴기의 구체예로서는, 트리페닐실릴기, 트리톨릴실릴기 등을 들 수 있다.
- [0212] 제2 화합물에 있어서, 치환 포스핀옥사이드기는, 치환 혹은 무치환의 디아릴포스핀옥사이드기인 것도 바람직하다.
- [0213] 치환 혹은 무치환의 디아릴포스핀옥사이드기의 구체예로서는, 디페닐포스핀옥사이드기, 디톨릴포스핀옥사이드기

등을 들 수 있다.

- [0214] (제3 화합물)
- [0215] 제3 화합물은, 형광 발광성 또는 인광 발광성을 갖는 화합물인 것이 바람직하다.
- [0216] 청색계의 형광 발광성 재료로서, 피렌 유도체, 스티릴아민 유도체, 크리센 유도체, 플루오란텐 유도체, 플루오렌 유도체, 디아민 유도체, 트리아릴아민 유도체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, N,N'-비스[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-N,N'-디페닐스티렌-4,4'-디아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카르바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBAPA) 등을 들 수 있다. 그 외에도, 청색계의 형광 발광성 재료로서는, 붕소 착체 화합물을 들 수 있고, 예컨대, 비스(아지닐)아민붕소 착체, 및 피로메텐붕소 착체를 들 수 있다.
- [0217] 녹색계의 형광 발광성 재료로서, 방향족 아민 유도체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), N-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPAPA), N-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPABPhA), N-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)]-N-[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), N,N,9-트리페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA) 등을 들 수 있다. 그 외에도, 녹색계의 형광 발광성 재료로서는, 붕소 착체 화합물을 들 수 있고, 예컨대, 비스(아지닐)아민붕소 착체, 및 피로메텐붕소 착체를 들 수 있다.
- [0218] 적색계의 형광 발광성 재료로서, 테트라센 유도체, 디아민 유도체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-디아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-디페닐-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-디아민(약칭: p-mPhAFD) 등을 들 수 있다. 그 외에도, 적색계의 형광 발광성 재료로서는, 붕소 착체 화합물을 들 수 있고, 예컨대, 비스(아지닐)아민붕소 착체, 및 피로메텐붕소 착체를 들 수 있다.
- [0219] 청색계의 인광 발광성 재료로서, 이리듐 착체, 오스뮴 착체, 백금 착체 등의 금속 착체가 사용된다. 구체적으로는, 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디네이토-N,C2']이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디네이토-N,C2']이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpic), 비스[2-(3',5'-비스트리플루오로메틸페닐)피리디네이토-N,C2']이리듐(III)피콜리네이트(약칭: Ir(CF₃ppy)₂(pic)), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디네이토-N,C2']이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIracac) 등을 들 수 있다.
- [0220] 녹색계의 인광 발광성 재료로서, 이리듐 착체 등이 사용된다. 트리스(2-페닐피리디네이토-N,C2')이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₃), 비스(2-페닐피리디네이토-N,C2')이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(ppy)₂(acac)), 비스(1,2-디페닐-1H-벤조이미다졸레이토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(pbi)₂(acac)), 비스(벤조[h]퀴놀리네이토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bzq)₂(acac)) 등을 들 수 있다.
- [0221] 적색계의 인광 발광성 재료로서, 이리듐 착체, 백금 착체, 테르븀 착체, 유로퓸 착체 등의 금속 착체가 사용된다. 구체적으로는, 비스[2-(2'-벤조[4,5-a]티에닐)피리디네이토-N,C3']이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(btp)₂(acac)), 비스(1-페닐이소퀴놀리네이토-N,C2')이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(piq)₂(acac)), (아세틸아세토네이토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살리네이토]이리듐(III)(약칭: Ir(Fdpq)₂(acac)), 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린 백금(II)(약칭: PtOEP) 등의 유기 금속 착체를 들 수 있다.
- [0222] 또한, 트리스(아세틸아세토네이토)(모노페난트롤린)테르븀(III)(약칭: Tb(acac)₃(Phen)), 트리스(1,3-디페닐-1,3-프로판디오네이토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(DBM)₃(Phen)), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트리플루오로아세토네이토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(TTA)₃(Phen)) 등의 희토류 금속 착체는, 희토류 금속 이온으로부터의 발광(상이한 다중도 간의 전자 천이)이기 때문에, 인광 발광성 화합물로서 이용할 수 있다.
- [0223] (제4 화합물)
- [0224] 제4 화합물은, 하기 일반식 (2)로 표시되는 것도 바람직하다.

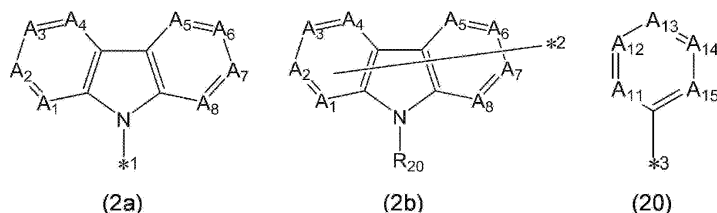
[0225] [화학식 21]



[0226]

[0227] 상기 일반식 (2)에 있어서, Cz는, 하기 일반식 (2a) 또는 하기 일반식 (2b)로 표시되고, 복수의 Cz는, 서로 동일하거나, 또는 상이하며, n은, 1 이상 4 이하의 정수이고, L₂는, 단결합 또는 연결기이며, L₂에 있어서의 연결기는, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되는 기이고, R₂는, 하기 일반식 (20)으로 표시된다.

[0228] [화학식 22]



[0229]

[0230] 상기 일반식 (2a) 및 (2b)에 있어서,

[0231] *1 및 *2는, L₂와의 결합 부위를 나타내고,

[0232] A₁, A₂, A₃, A₄, A₅, A₆, A₇ 및 A₈은, 각각 독립적으로, 질소 원자, 또는 CR₂₁이며,

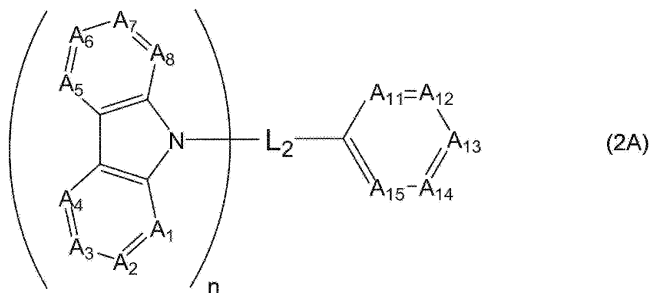
[0233] R₂₁은, 수소 원자 또는 치환기이고, R₂₁이 치환기인 경우의 치환기는, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 플루오로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 3~30의 시클로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 7~30의 아랄킬기, 치환 실릴기, 치환 게르마늄기, 치환 포스핀옥사이드기, 할로게노기, 시아노기, 카르보닐기, 및 카르복시기로 이루어지는 군에서 선택되며, 복수의 R₂₁은, 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋으며, 복수의 R₂₁ 중 적어도 2개가 치환기인 경우, 치환기 R₂₁끼리는, 서로 결합하여 환 구조가 구축되어 있어도 좋고,

[0234] R₂₀은, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 플루오로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 3~30의 시클로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 7~30의 아랄킬기, 및 치환 실릴기로 이루어지는 군에서 선택되는 치환기이며, 복수의 R₂₀은, 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋다.

[0235] 상기 일반식 (20)에 있어서, *3은, L₂와의 결합 부위를 나타내고, A₁₁, A₁₂, A₁₃, A₁₄, 및 A₁₅는, 각각 독립적으로, 질소 원자, 또는 CR₂₂이며, R₂₂는, 수소 원자 또는 치환기이고, R₂₂가 치환기인 경우의 치환기는, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 플루오로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 3~30의 시클로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 7~30의 아랄킬기, 치환 실릴기, 치환 게르마늄기, 치환 포스핀옥사이드기, 할로게노기, 시아노기, 카르보닐기, 및 카르복시기로 이루어지는 군에서 선택되며, 복수의 R₂₂는, 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋으며, 복수의 R₂₂ 중 적어도 2개가 치환기인 경우, 치환기 R₂₂끼리는, 서로 결합하여 환 구조가 구축되어 있어도 좋고, A₁₁~A₁₅ 중 적어도 하나는 질소 원자이거나, 혹은 A₁₁~A₁₅ 모두가 CR₂₂인 경우에는, 복수의 R₂₂ 중 적어도 하나는 시아노기이다.

[0236] 제4 화합물은, 하기 일반식 (2A)로 표시되는 것도 바람직하다.

[0237] [화학식 23]



[0238]

[0239] 상기 일반식 (2A)에 있어서, $A_1 \sim A_8$, $A_{11} \sim A_{15}$, L_2 , 및 n 은, 각각 상기 일반식 (2)에 있어서의 $A_1 \sim A_8$, $A_{11} \sim A_{15}$, L_2 , 및 n 과 같은 의미이다.

[0240]

A_{11} , A_{13} , 및 A_{15} 중 적어도 2개가 질소 원자인 것이 바람직하다. A_{11} , A_{13} , 및 A_{15} 가 질소 원자인 것도 바람직하다. A_{11} , A_{13} , 및 A_{15} 가 질소 원자인 경우, A_{12} 및 A_{14} 가 CR_{21} 이고, R_{21} 이 치환기인 것이 바람직하며, 이 치환기 R_{21} 이, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기인 것이 바람직하고, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~20의 방향족 탄화수소기인 것이 보다 바람직하며, 페닐기인 것이 더욱 바람직하다.

[0241]

$A_{11} \sim A_{15}$ 가 CR_{22} 이고, 복수의 R_{22} 중 적어도 하나가 시아노기인 것도 바람직하다.

[0242]

A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 , A_6 , A_7 및 A_8 은, 각각 독립적으로, CR_{21} 인 것도 바람직하다. 또한, A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 , A_6 , A_7 및 A_8 은, CR_{21} 이고, R_{21} 이 수소 원자인 것도 바람직하다.

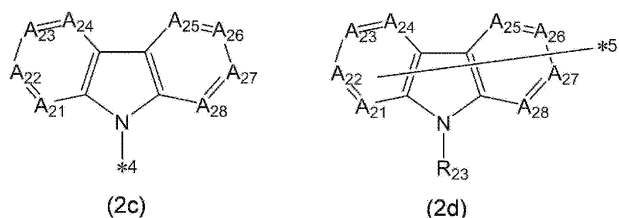
[0243]

n 이 1 또는 2인 것도 바람직하다.

[0244]

상기 일반식 (2a)에 있어서의 $A_1 \sim A_8$ 중 적어도 하나가 CR_{21} 이고, R_{21} 중 적어도 하나가 하기 일반식 (2c) 또는 하기 일반식 (2d)로 표시되는 복소환기인 것도 바람직하다.

[0245] [화학식 24]



[0246]

상기 일반식 (2c) 및 (2d)에 있어서,

[0248]

*4 및 *5는, 상기 일반식 (2a)에 있어서의 $A_1 \sim A_8$ 과의 결합 부위를 나타내고,

[0249]

A_{21} , A_{22} , A_{23} , A_{24} , A_{25} , A_{26} , A_{27} 및 A_{28} 은, 각각 독립적으로, 질소 원자, 또는 CR_{24} 이며,

[0250]

R_{24} 는, 수소 원자 또는 치환기이고, R_{24} 가 치환기인 경우의 치환기는, R_{21} 이 치환기인 경우에 열거된 치환기의 군에서 선택되며, 복수의 R_{24} 는, 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋으며, 복수의 R_{24} 중 적어도 2개가 치환기인 경우, 치환기 R_{24} 끼리는, 서로 결합하여 환 구조가 구축되어 있어도 좋고,

[0251]

R_{23} 은, R_{20} 에 대해 열거된 치환기의 군에서 선택되며, 복수의 R_{23} 은, 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋다.

[0252]

A_{21} , A_{22} , A_{23} , A_{24} , A_{25} , A_{26} , A_{27} 및 A_{28} 은, 각각 독립적으로, CR_{24} 인 것도 바람직하다. 또한, A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 , A_6 , A_7 및 A_8 은, CR_{24} 이며, R_{24} 가 수소 원자인 것도 바람직하다.

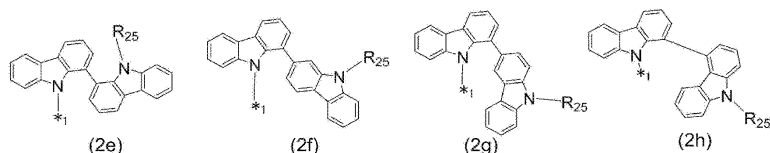
[0253]

상기 일반식 (2c)에 있어서의 결합 부위 *4는, A_3 또는 A_6 과 결합하고 있는 것도 바람직하다.

[0254] 상기 일반식 (2) 및 (2A)에 있어서의 L_2 는, 단결합 또는 연결기이고, L_2 에 있어서의 연결기는, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~20의 방향족 탄화수소기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~20의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되는 것이 보다 바람직하며, L_2 에 있어서의 연결기는, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~20의 방향족 탄화수소기인 것이 보다 바람직하다. 상기 일반식 (2) 및 (2A)에 있어서의 L_2 는, 페닐렌기, 비페닐디일기 또는 나프틸렌기인 것이 바람직하고, 페닐렌기 또는 비페닐디일기인 것이 보다 바람직하며, p-페닐렌기가 더욱 바람직하다. 상기 일반식 (2) 및 (2A)에 있어서의 L_2 의 치환기로서는, 페닐기, 알킬기, 및 시아노기 중 적어도 어느 하나가 바람직하다.

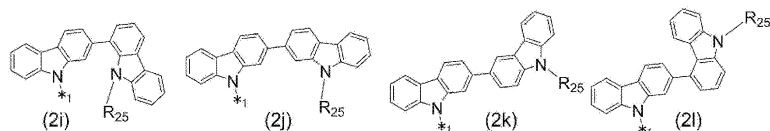
[0255] 상기 일반식 (2a)는, 하기 일반식 (2e)~(2t) 중 어느 하나로 표시되는 것도 바람직하다.

[0256] [화학식 25]



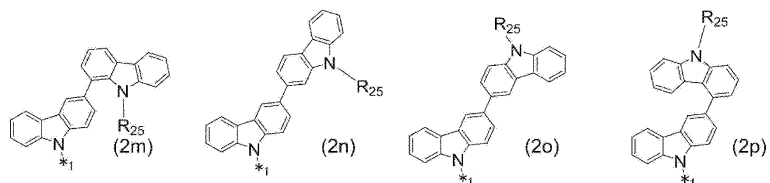
[0257]

[0258] [화학식 26]



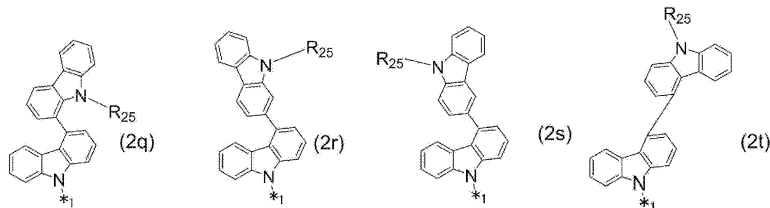
[0259]

[0260] [화학식 27]



[0261]

[0262] [화학식 28]



[0263]

[0264] 상기 일반식 (2e)~(2t)에 있어서, $*_1$ 은, L_2 와의 결합 부위를 나타내고, R_{25} 는, 수소 원자 또는 치환기이며, R_{25} 가 치환기인 경우의 치환기는, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 플루오로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 3~30의 시클로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 7~30의 아랄킬기, 치환 실릴기, 치환 게르마늄기, 치환 포스핀옥사이드기, 할로게노기, 시아노기, 카르보닐기, 및 카르복시기로 이루어지는 군에서 선택된다.

[0265] 또한, 상기 일반식 (2e)~(2t)의 카르바졸환은, 치환기를 갖고 있어도 좋고, 그 치환기는, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 플루오로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 3~30의 시클로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 7~30의 아랄킬기, 치환 실릴기, 치환 게르마늄기, 치환 포스핀옥사이드기, 할로게노기, 시아노기, 카르보닐기, 및 카르복시기로 이루어지는 군에서 선택되며, 복수의 치환기는, 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋으며, 복수의 치환기끼리는, 서로 결합하여 환 구조가 구축되어 있어도

좋다.

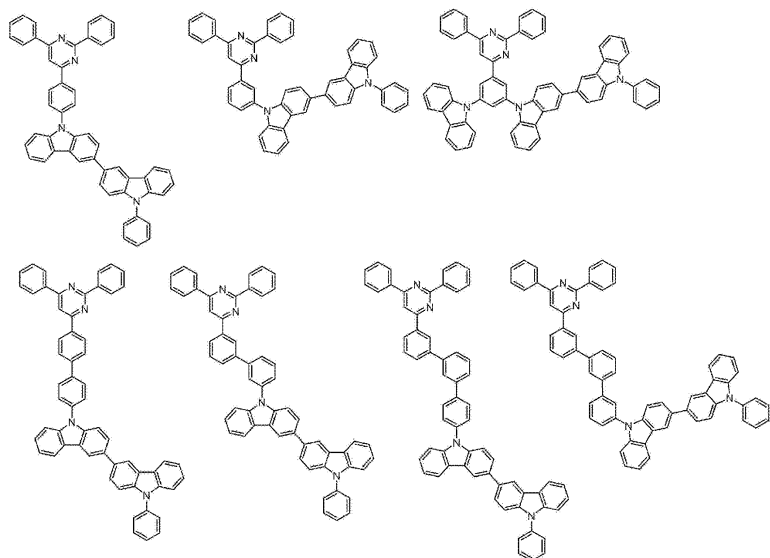
[0266] 상기 일반식 (2e)~(2t) 중, 상기 일반식 (2a)는, 상기 일반식 (2j), (2k), (2l), (2n), (2p), (2r) 또는 (2s) 중 어느 하나인 것이 더욱 바람직하다.

[0267] · 제4 화합물의 제조 방법

[0268] 상기 제4 화합물은, 예컨대, 국제 공개 제2003/080760호, 국제 공개 제2011/132683호, 또는 국제 공개 제2011/132684호에 기재된 방법에 의해 제조할 수 있다.

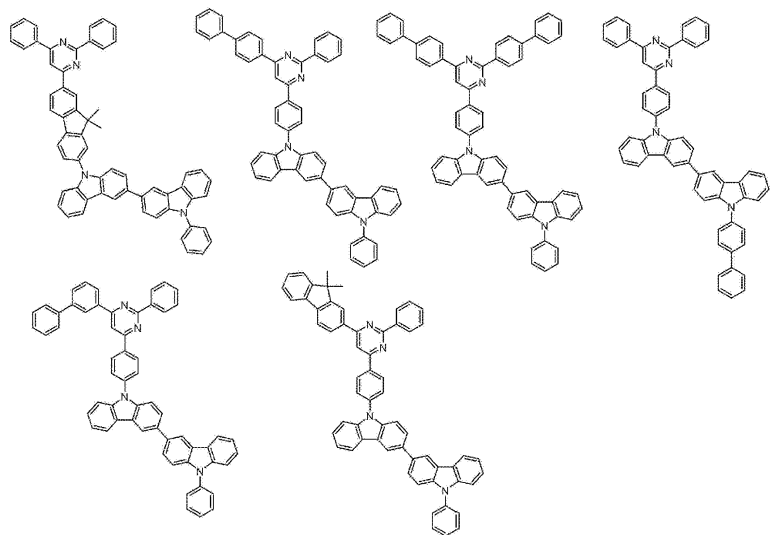
[0269] 제4 화합물의 예를 이하에 나타낸다. 한편, 본 발명에서의 제4 화합물은, 이들 예에 한정되지 않는다.

[0270] [화학식 29]



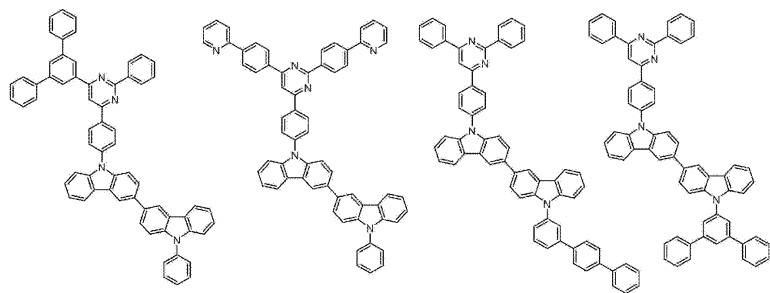
[0271]

[0272] [화학식 30]



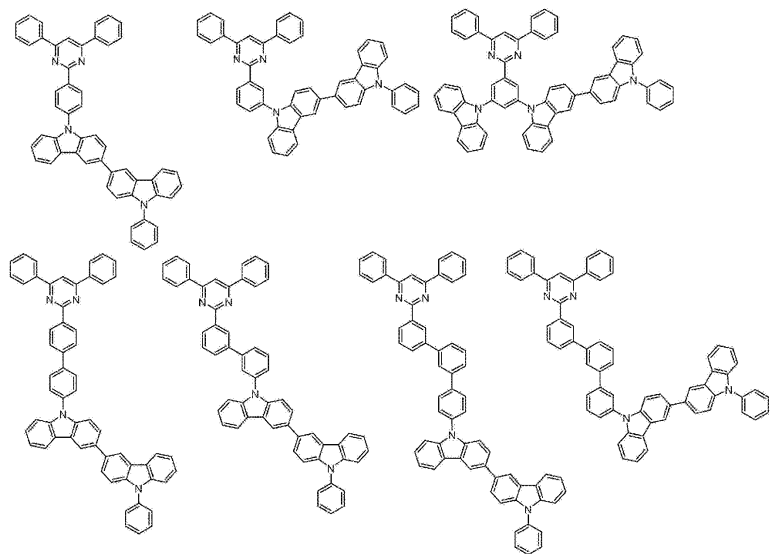
[0273]

[0274] [화학식 31]



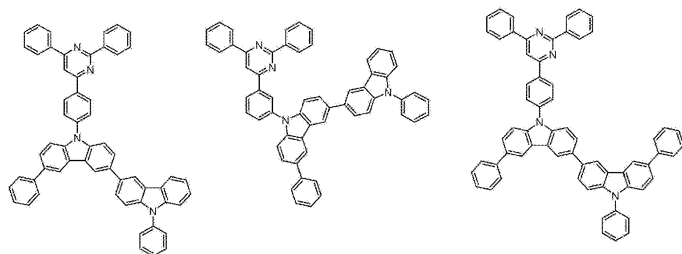
[0275]

[0276] [화학식 32]



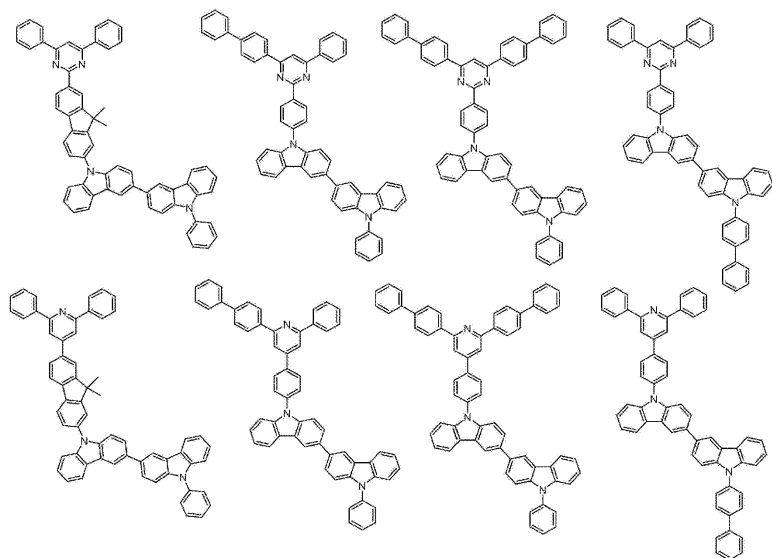
[0277]

[0278] [화학식 33]



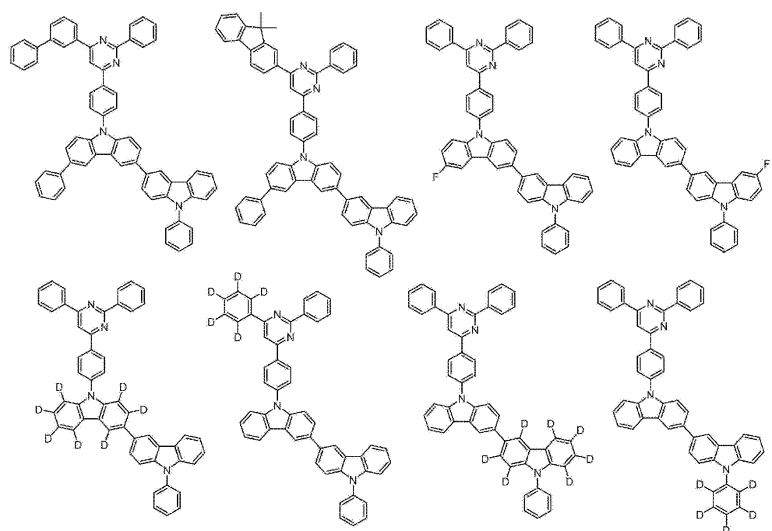
[0279]

[0280] [화학식 34]



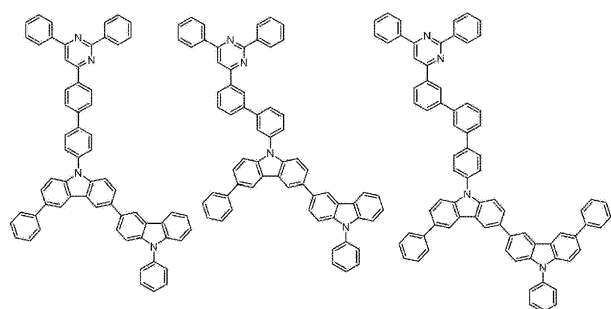
[0281]

[0282] [화학식 35]



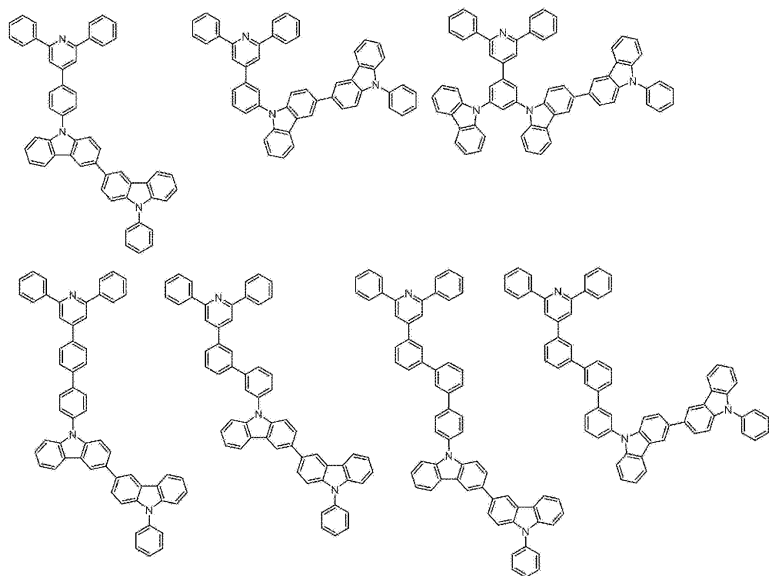
[0283]

[0284] [화학식 36]



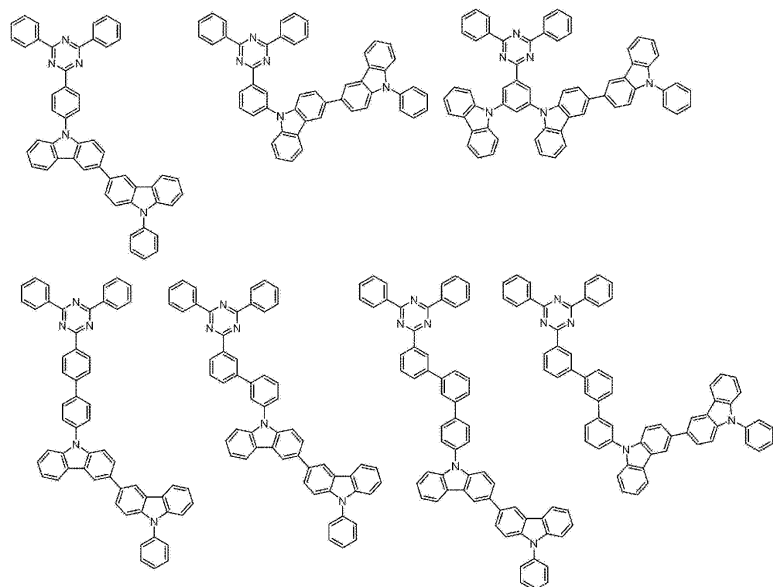
[0285]

[0286] [화학식 37]



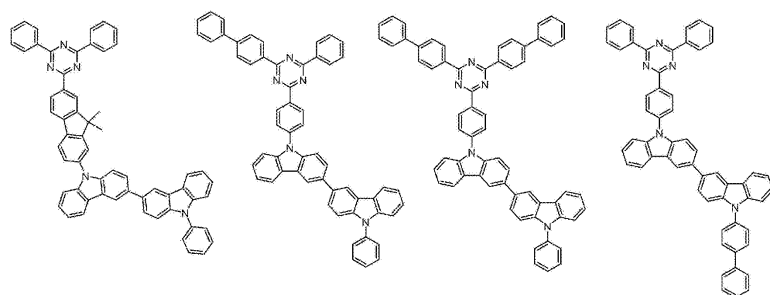
[0287]

[0288] [화학식 38]



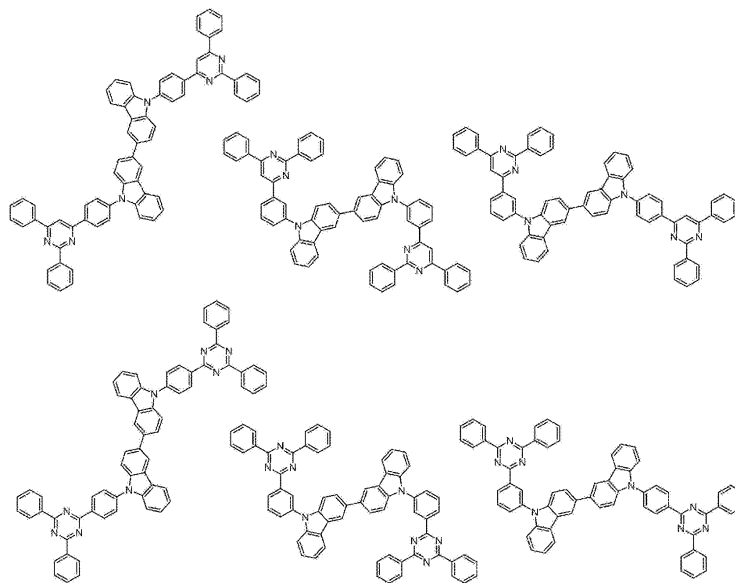
[0289]

[0290] [화학식 39]



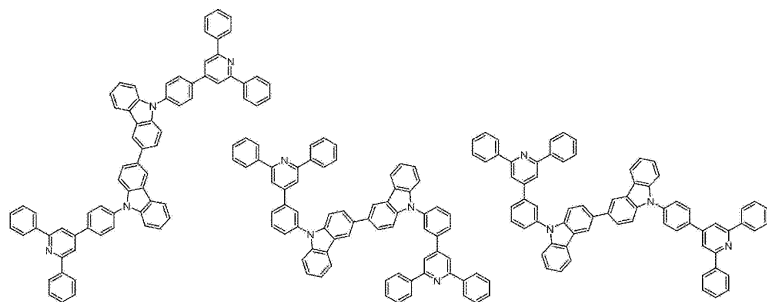
[0291]

[0292] [화학식 40]



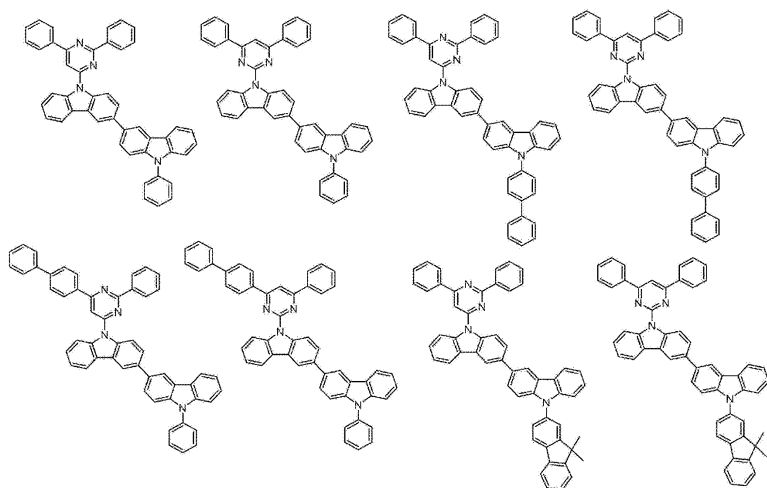
[0293]

[0294] [화학식 41]



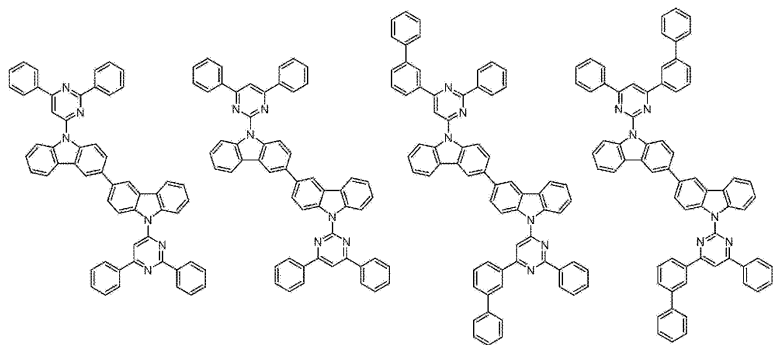
[0295]

[0296] [화학식 42]



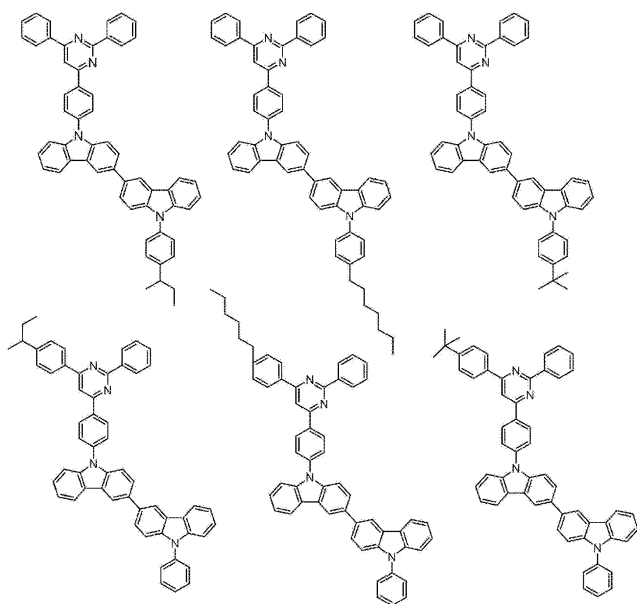
[0297]

[0298] [화학식 43]



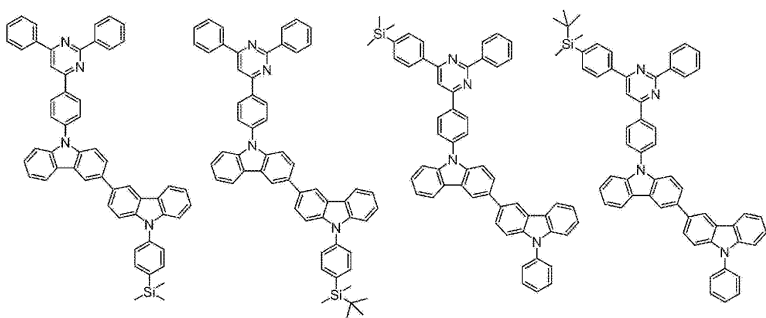
[0299]

[0300] [화학식 44]



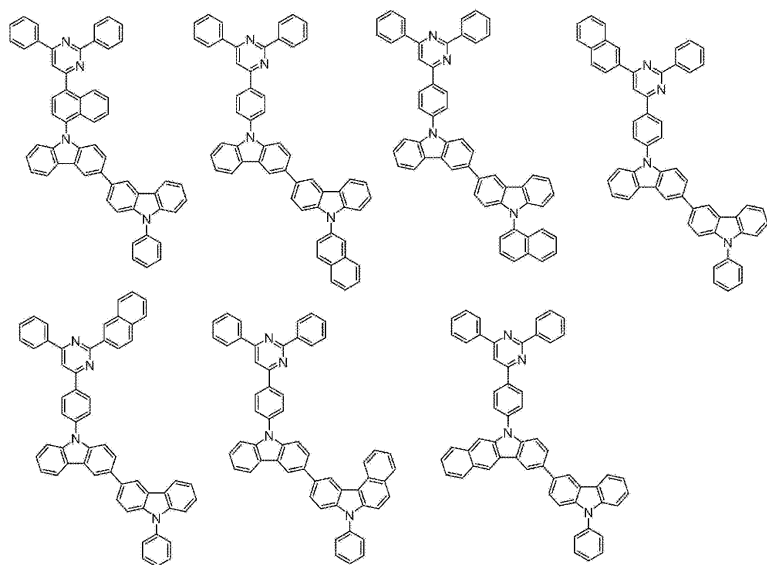
[0301]

[0302] [화학식 45]



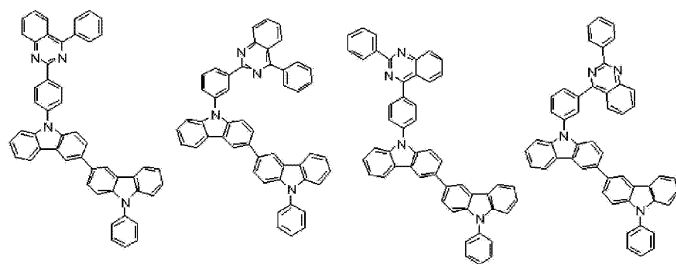
[0303]

[0304] [화학식 46]



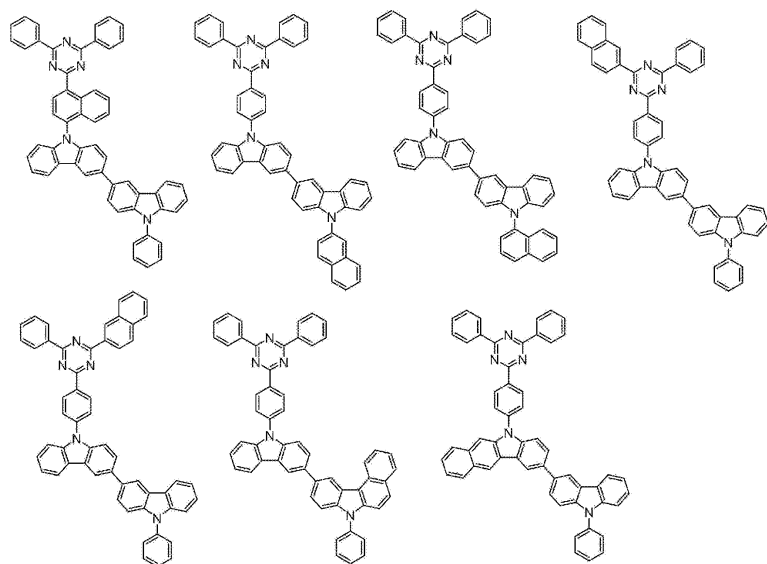
[0305]

[0306] [화학식 47]



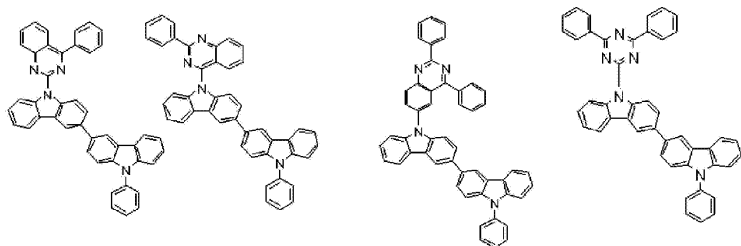
[0307]

[0308] [화학식 48]



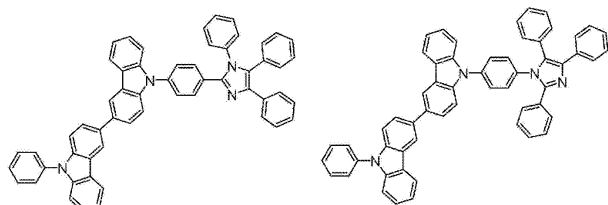
[0309]

[0310] [화학식 49]



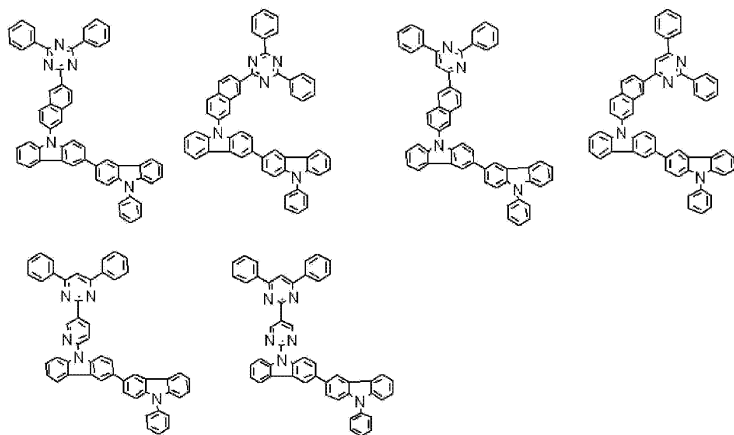
[0311]

[0312] [화학식 50]



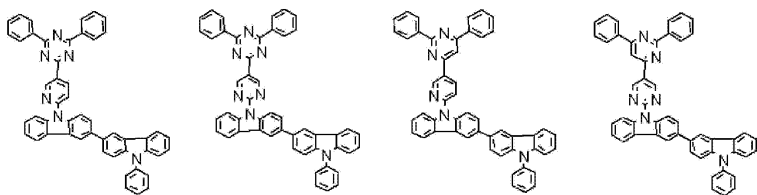
[0313]

[0314] [화학식 51]



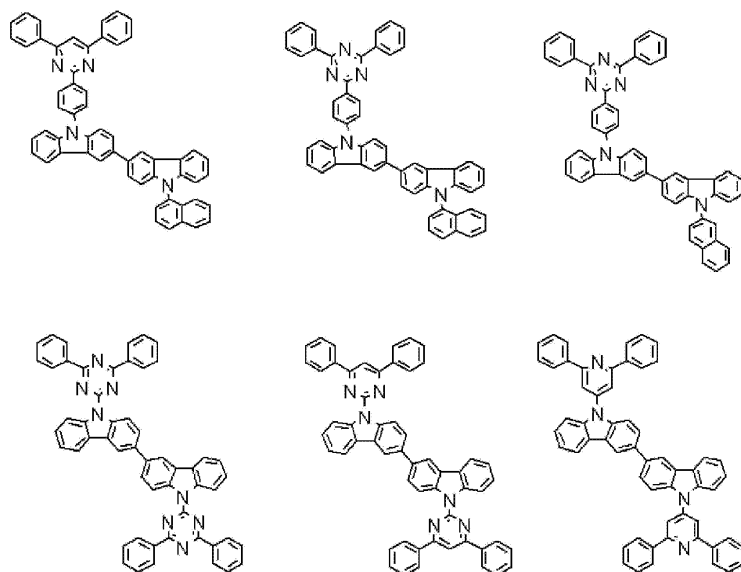
[0315]

[0316] [화학식 52]



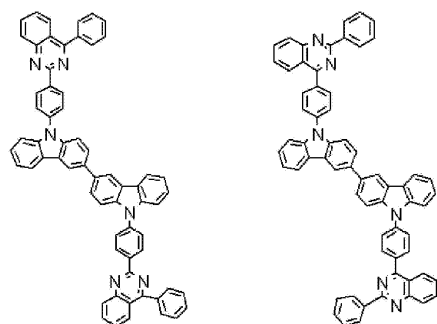
[0317]

[0318] [화학식 53]



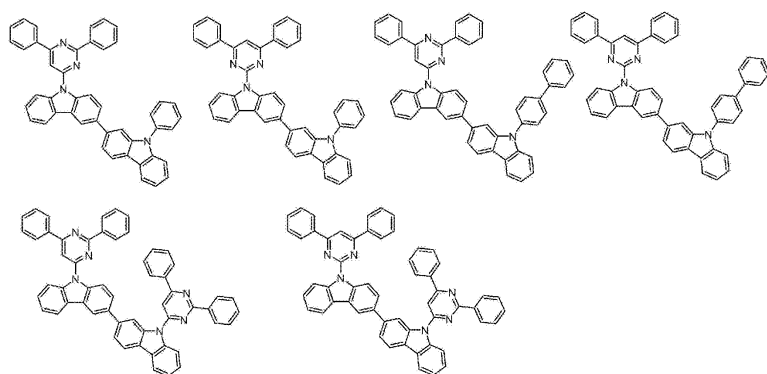
[0319]

[0320] [화학식 54]



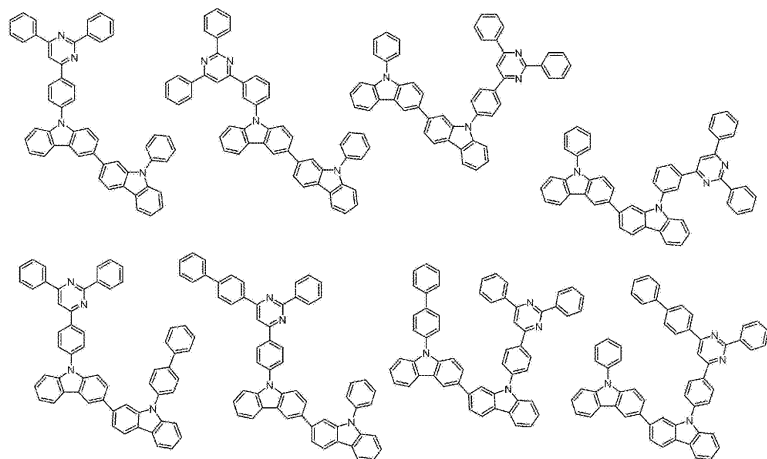
[0321]

[0322] [화학식 55]



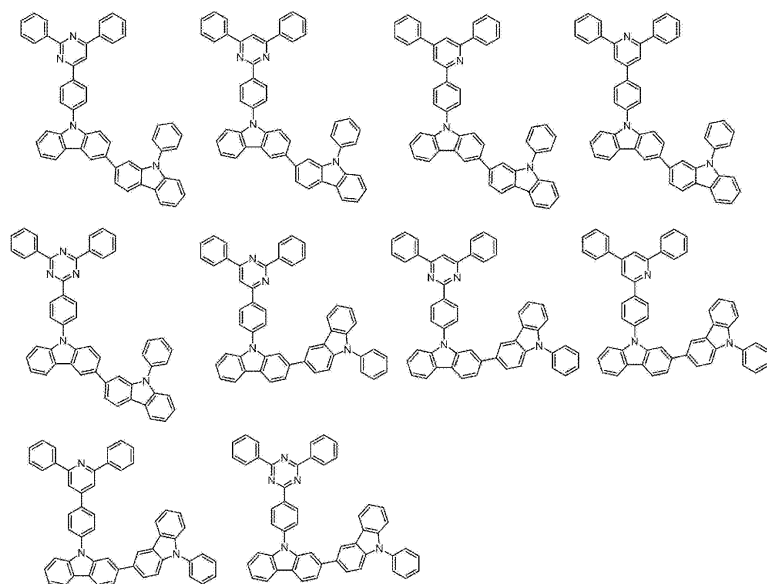
[0323]

[0324] [화학식 56]



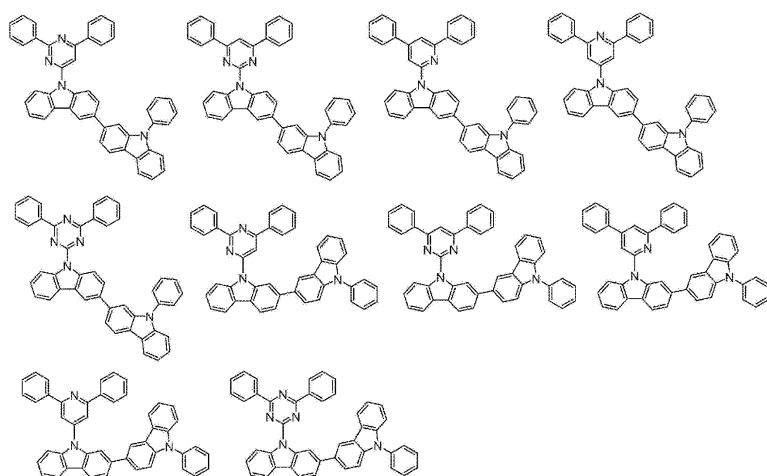
[0325]

[0326] [화학식 57]



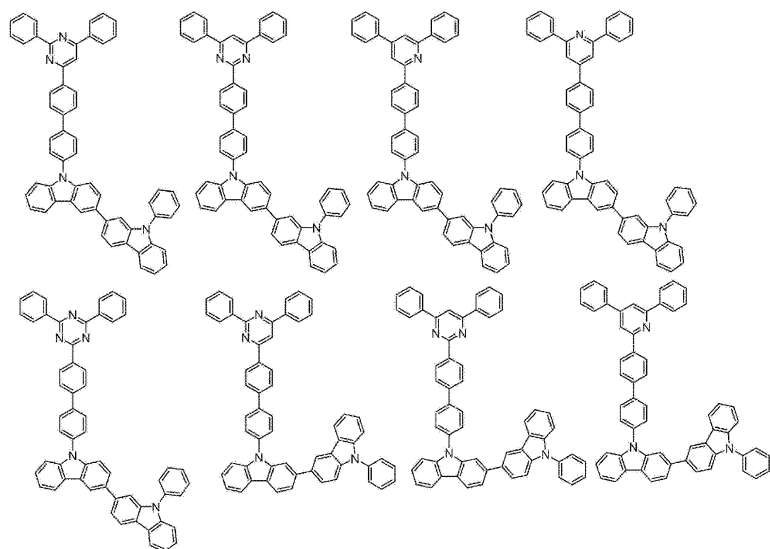
[0327]

[0328] [화학식 58]



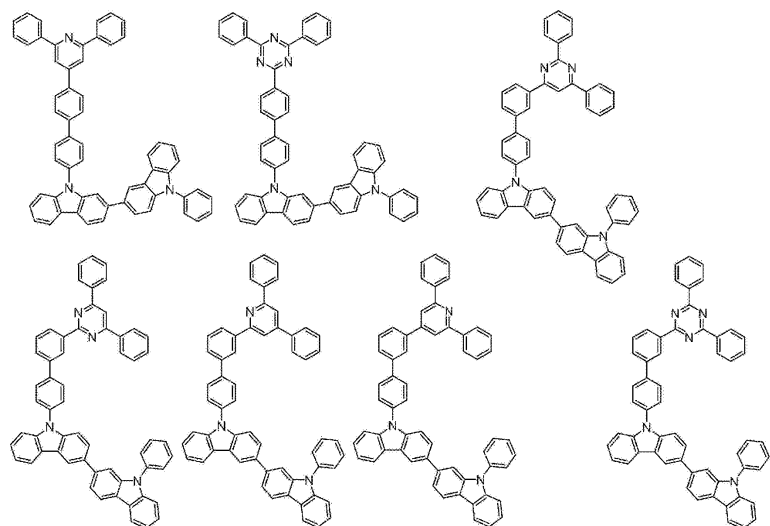
[0329]

[0330] [화학식 59]



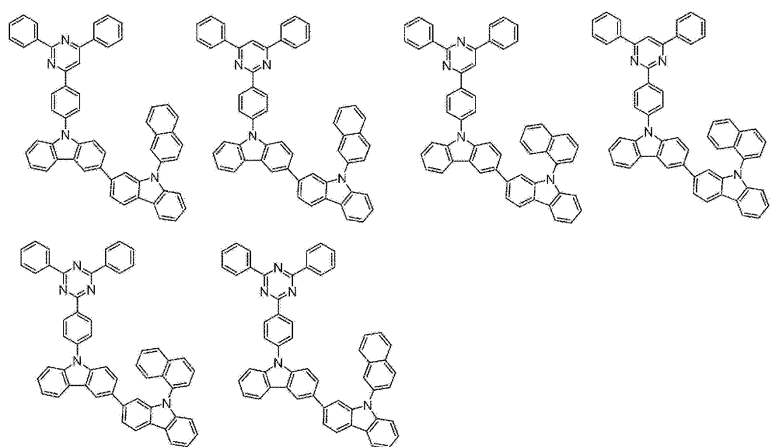
[0331]

[0332] [화학식 60]



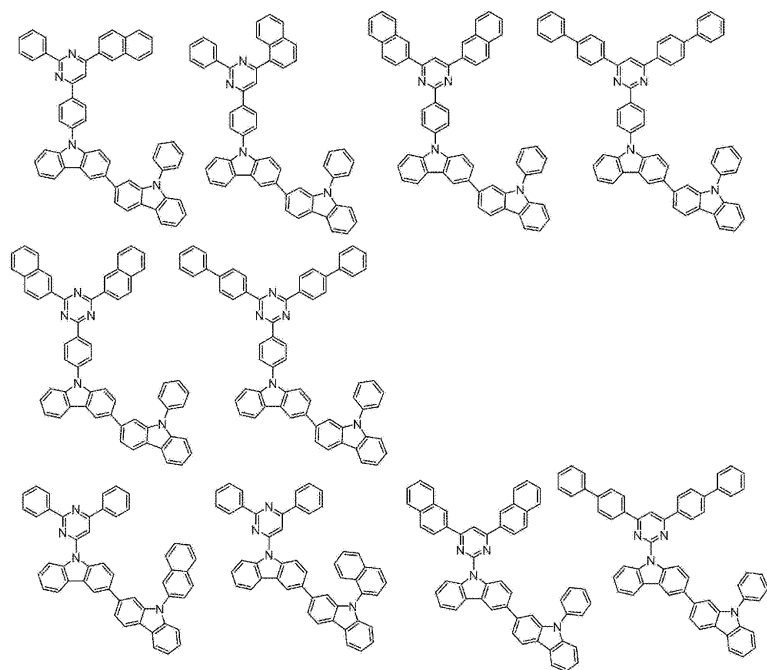
[0333]

[0334] [화학식 61]



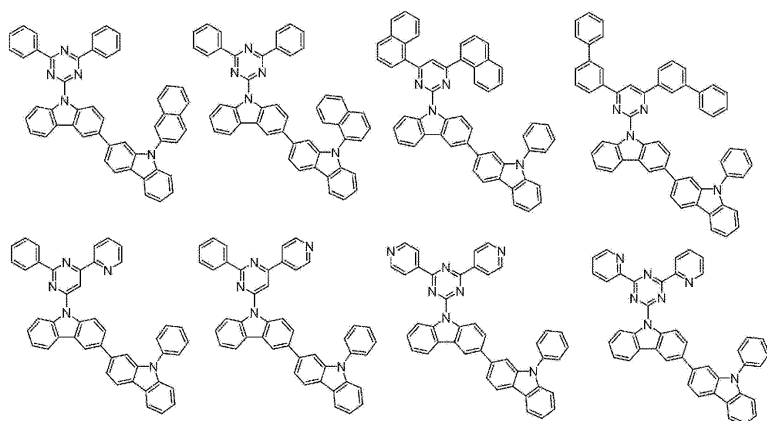
[0335]

[0336] [화학식 62]



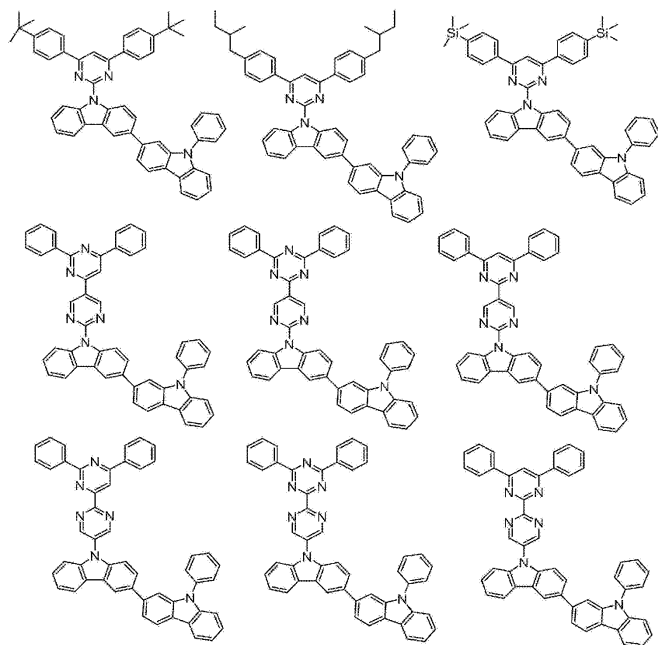
[0337]

[0338] [화학식 63]



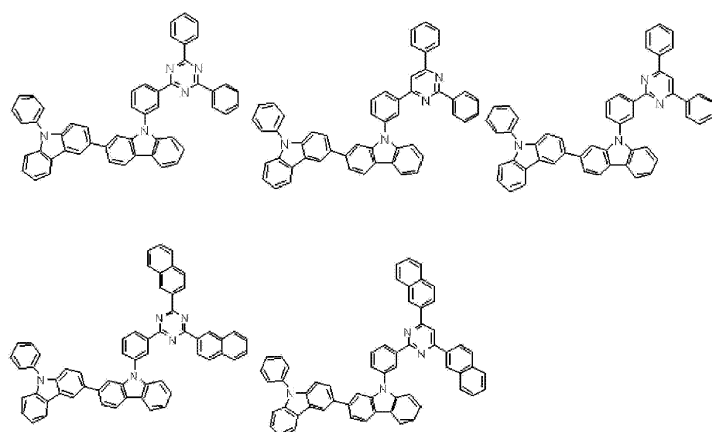
[0339]

[0340] [화학식 64]



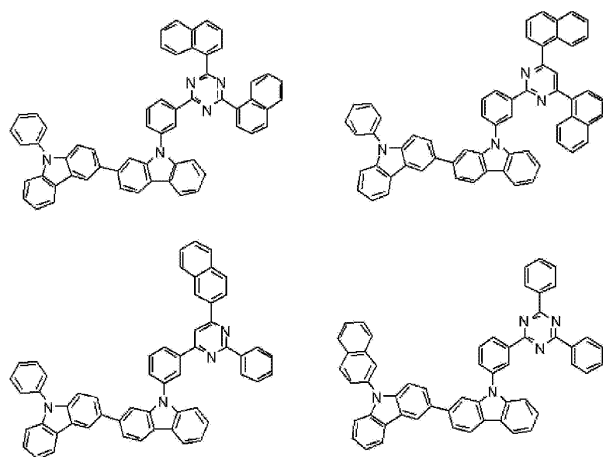
[0341]

[0342] [화학식 65]



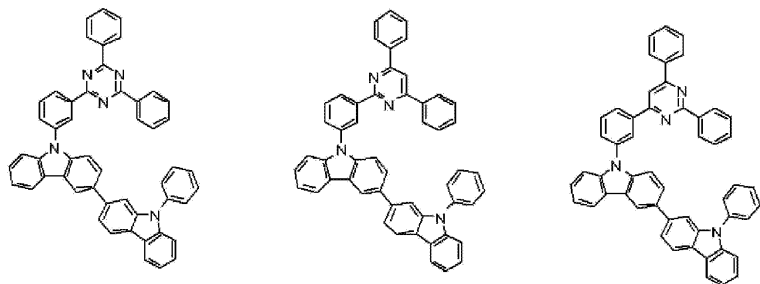
[0343]

[0344] [화학식 66]



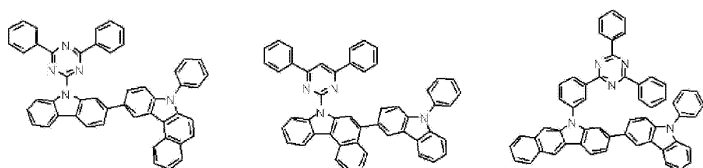
[0345]

[0346] [화학식 67]



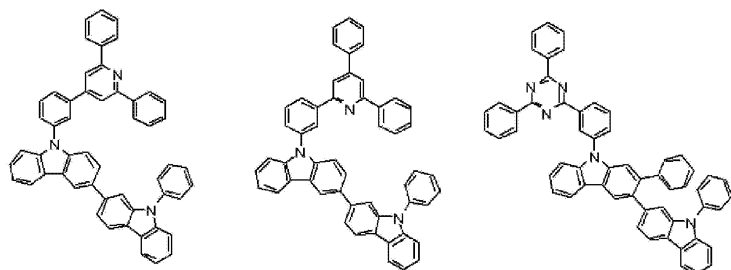
[0347]

[0348] [화학식 68]



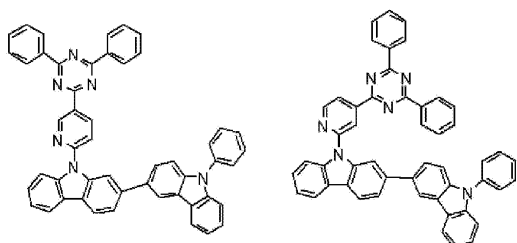
[0349]

[0350] [화학식 69]



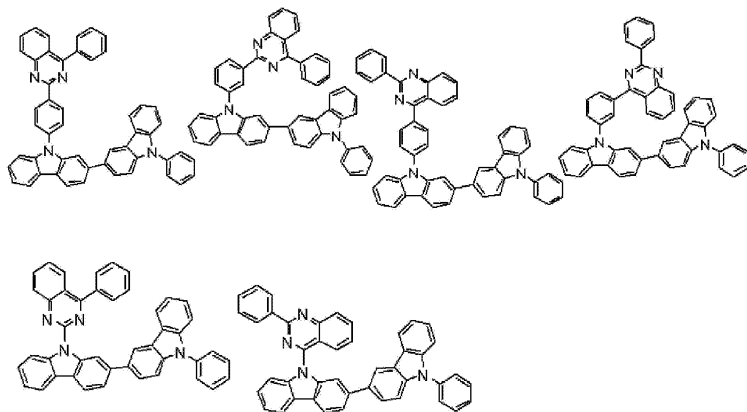
[0351]

[0352] [화학식 70]



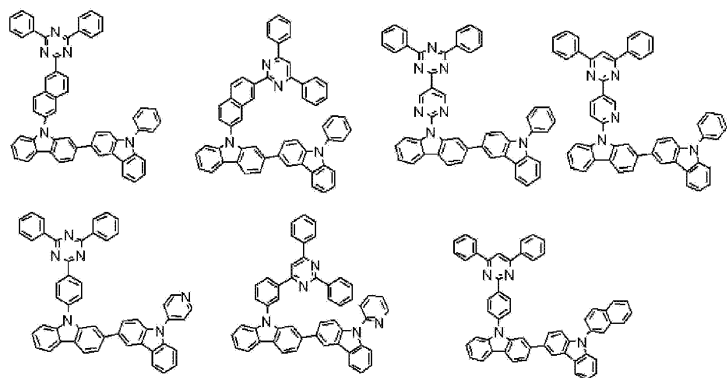
[0353]

[0354] [화학식 71]



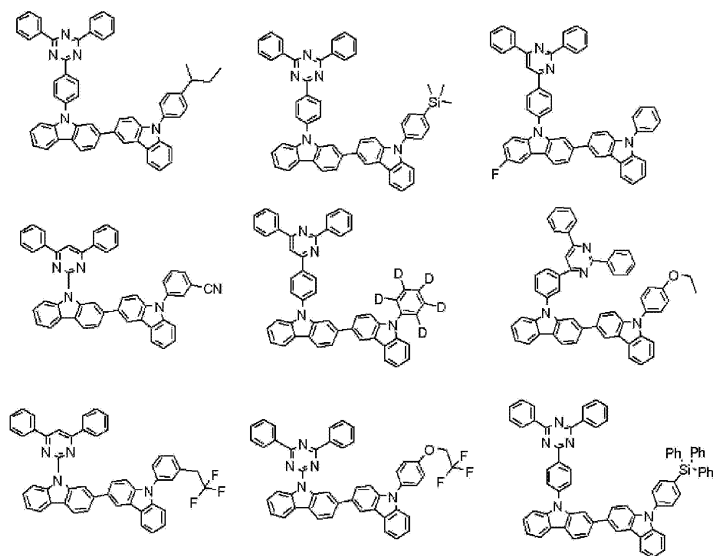
[0355]

[0356] [화학식 72]



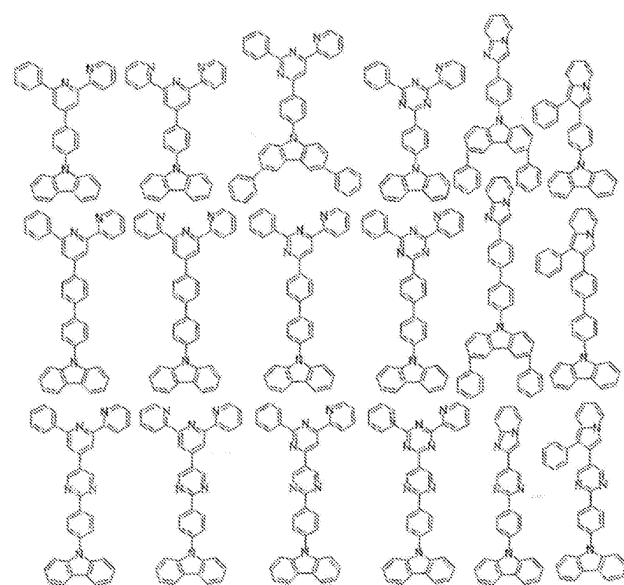
[0357]

[0358] [화학식 73]



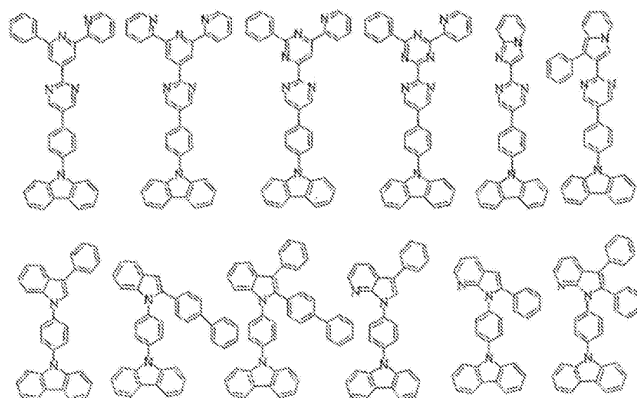
[0359]

[0360] [화학식 74]



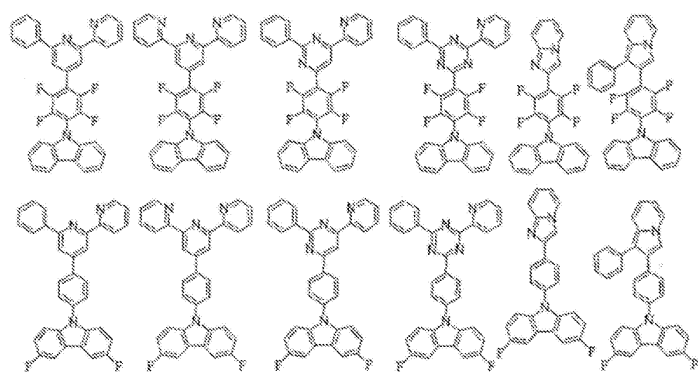
[0361]

[0362] [화학식 75]



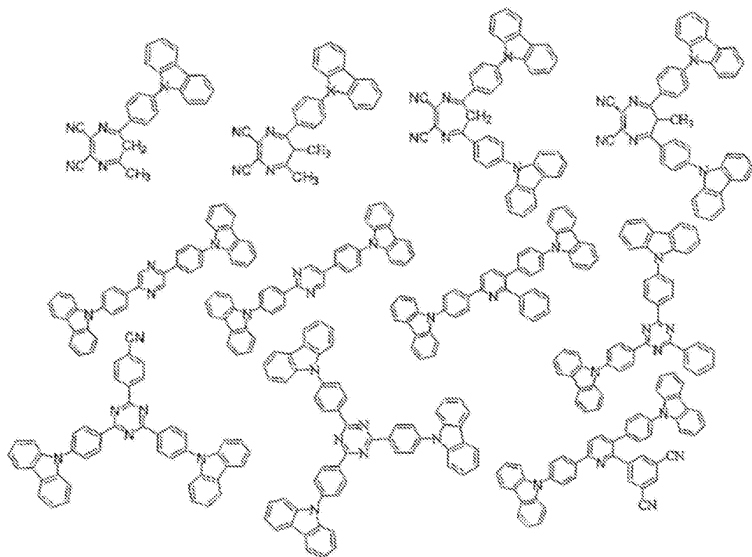
[0363]

[0364] [화학식 76]



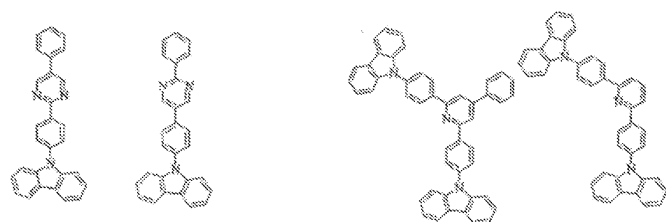
[0365]

[0366] [화학식 77]



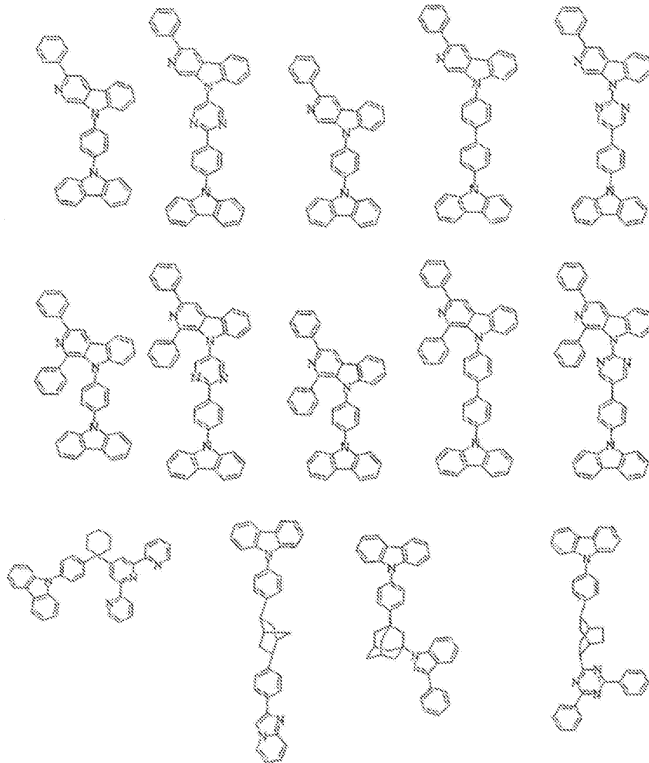
[0367]

[0368] [화학식 78]



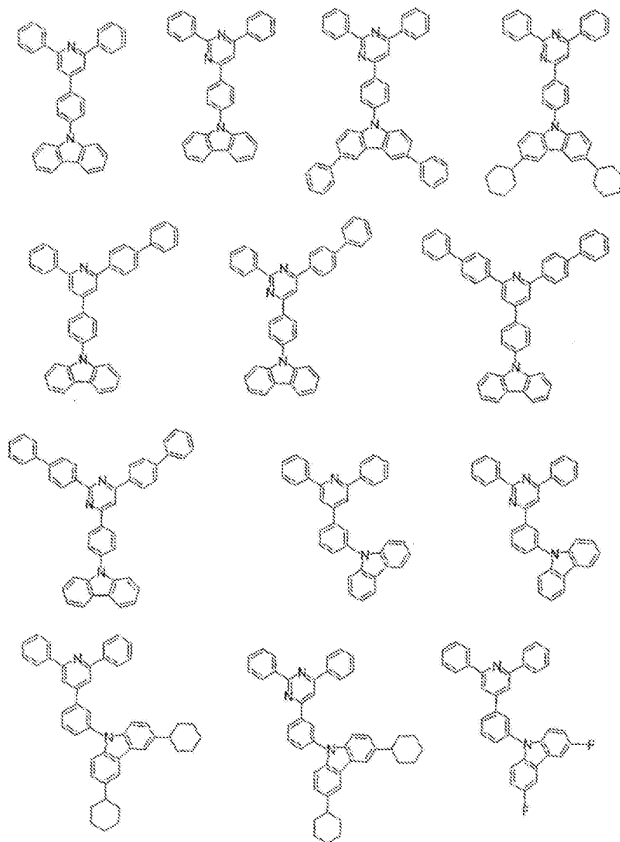
[0369]

[0370] [화학식 79]



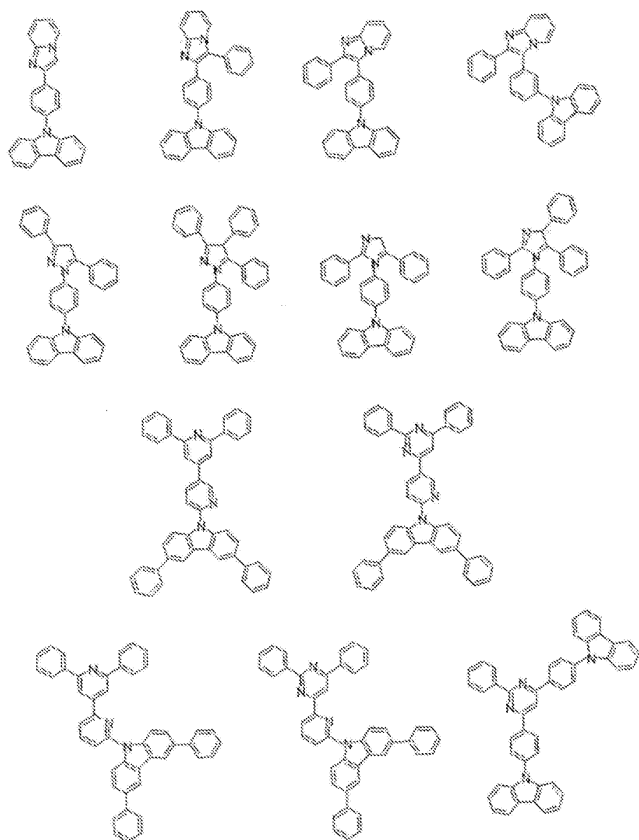
[0371]

[0372] [화학식 80]



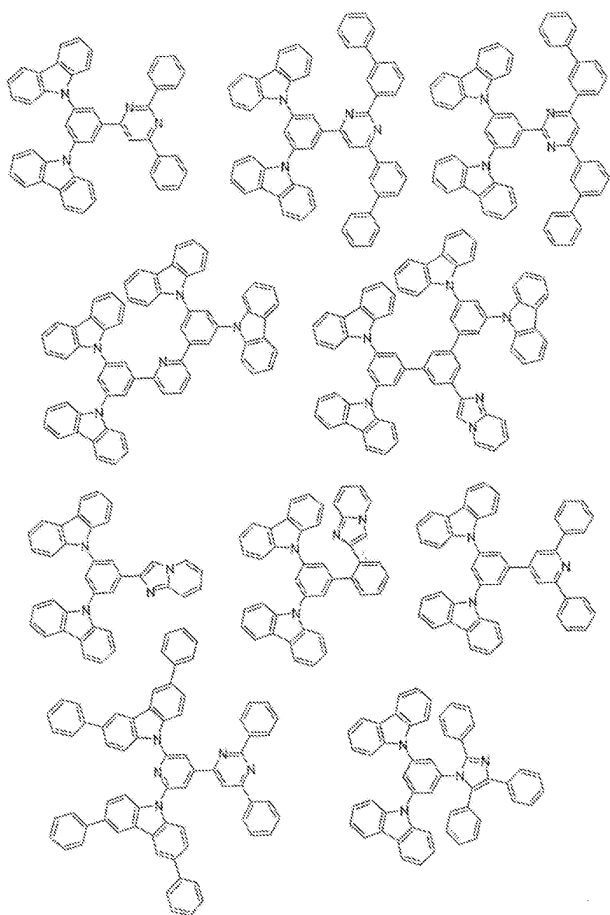
[0373]

[0374] [화학식 81]



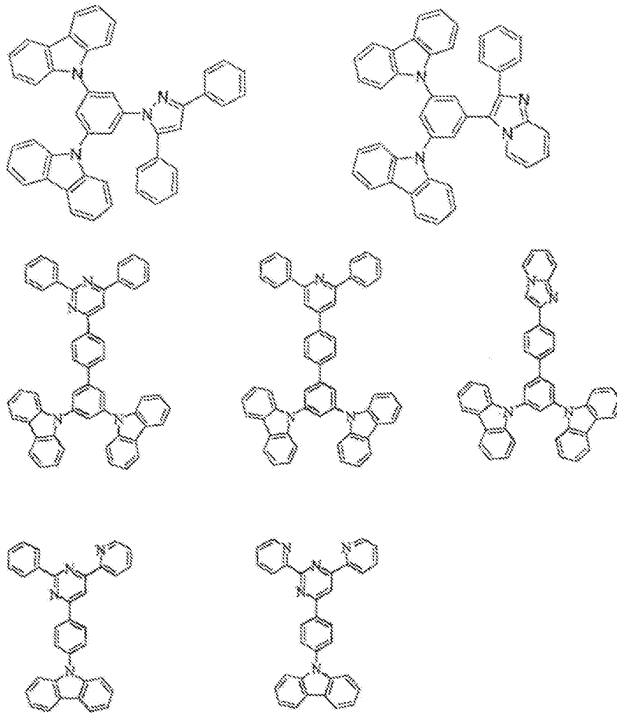
[0375]

[0376] [화학식 82]



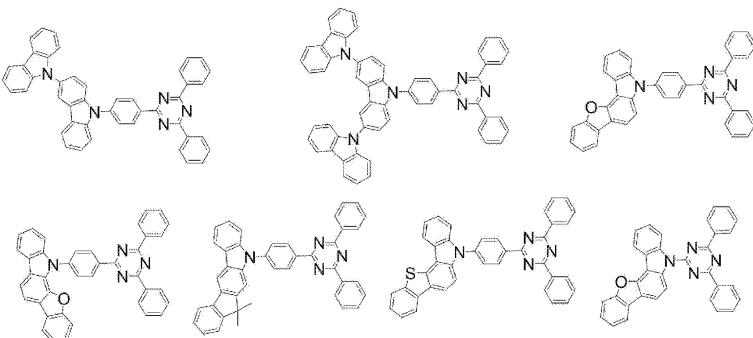
[0377]

[0378] [화학식 83]



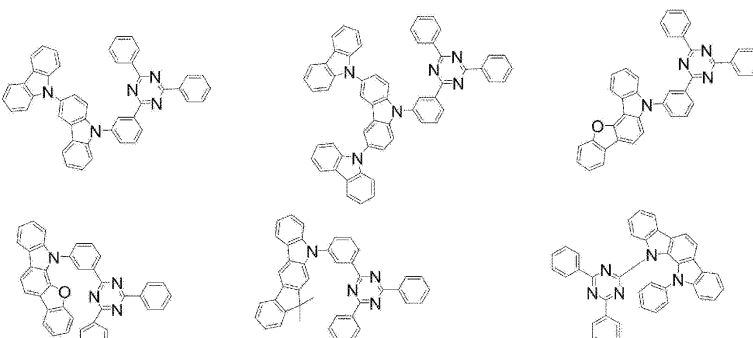
[0379]

[0380] [화학식 84]



[0381]

[0382] [화학식 85]



[0383]

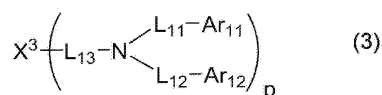
[0384] (제5 화합물)

[0385] 제5 화합물로서는, 형광 발광성 재료를 이용할 수 있다. 구체적으로는, 예컨대, 비스아릴아미노나프탈렌 유도체, 아릴 치환 나프탈렌 유도체, 비스아릴아미노안트라센 유도체, 아릴기 치환 안트라센 유도체, 비스아릴아미노피렌 유도체, 아릴기 치환 피렌 유도체, 비스아릴아미노크리센 유도체, 아릴 치환 크리센 유도체, 비스아릴아미노플루오란텐 유도체, 아릴 치환 플루오란텐 유도체, 인데노페릴렌 유도체, 피로메텐붕소 착체 화합물, 피로메텐 골격을 갖는 화합물, 피로메텐 골격을 갖는 화합물의 금속 착체, 디케토피롤로피롤 유도체, 페릴렌 유

도체, 아릴아미노플루오렌 유도체, 아릴 치환 플루오렌 유도체, 아릴아미노벤즈플루오렌 유도체, 아릴 치환 벤즈플루오렌 유도체, 아릴아미노인덴도플루오렌 유도체, 아릴 치환 인덴도플루오렌 유도체 등을 들 수 있다.

[0386] 제5 화합물로서는, 하나의 분자 중에 하기 일반식 (3)으로 표시되는 부분 구조 중 적어도 어느 하나를 포함하는 화합물을 이용하는 것이 바람직하다. 제5 화합물이, 하기 일반식 (3)으로 표시되는 부분 구조를 복수 포함하는 경우, 복수의 부분 구조는 서로 동일해도 좋고 상이해도 좋다.

[0387] [화학식 86]



[0388]

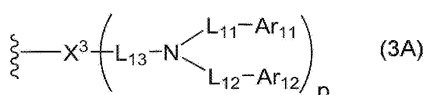
[0389] 상기 일반식 (3)에 있어서, X^3 은, 환 형성 탄소수 10~40의 치환 혹은 무치환의 축합 방향족 탄화수소를 나타내고, Ar_{11} 및 Ar_{12} 는, 각각 독립적으로, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~40의 방향족 탄화수소기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되는 기를 나타내며, L_{11} , L_{12} , 및 L_{13} 은, 각각 독립적으로, 단결합 또는 연결기를 나타내고, L_{11} , L_{12} , 및 L_{13} 이 연결기인 경우의 연결기는, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되며, p 는 1~4의 정수를 나타낸다.

[0390] 상기 일반식 (3)에 있어서, X^3 은, 나프탈렌, 페난트렌, 플루오란텐, 안트라센, 피렌, 페릴렌, 코로넨, 크리센, 피센, 디페닐안트라센, 플루오렌, 트리페닐렌, 루비센, 벤조안트라센, 페닐안트라센, 비스안트라센, 디안틸벤젠, 디벤조안트라센, 벤조플루오렌, 인덴도플루오렌, 및 벤즈인덴도플루오렌으로 이루어지는 군에서 선택되는 축합 방향족 탄화수소환의 잔기인 것이 바람직하다.

[0391] 특히, X^3 이 안트라센의 잔기인 경우, 제5 화합물은, 9,10-치환 안트라센 또는 2,6-치환 안트라센이 바람직하다. X^3 이 피렌의 잔기인 경우, 제5 화합물은, 1,6-치환 피렌 또는 3,8-치환 피렌이 바람직하다. X^3 이 크리센의 잔기인 경우, 제5 화합물은, 6,12-치환 크리센이 바람직하다.

[0392] 상기 일반식 (3)으로 표시되는 부분 구조는, 하기 일반식 (3A)로 표시되는 기인 것이 바람직하다.

[0393] [화학식 87]

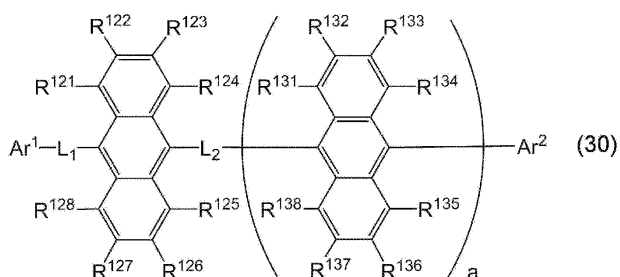


[0394]

[0395] 상기 일반식 (3A)에 있어서, X^3 , Ar_{11} , Ar_{12} , L_{11} , L_{12} , L_{13} , 및 p 는, 각각 독립적으로, 상기 일반식 (3)에 있어서의 X^3 , Ar_{11} , Ar_{12} , L_{11} , L_{12} , L_{13} , 및 p 와 같은 의미이다. 상기 일반식 (3A)에 있어서, 파선 부분은, 상기 제5 화합물의 분자 중에 있어서의 다른 원자 또는 다른 구조와의 결합 개소를 나타낸다.

[0396] 상기 제5 화합물은, 하기 일반식 (30)으로 표시되는 화합물인 것도 바람직하다.

[0397] [화학식 88]

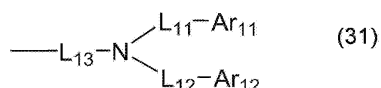


[0398]

[0399] 상기 일반식 (30)에 있어서, a 는, 0 또는 1의 정수이고, a 가 0인 경우, L_2 와 Ar^2 가 직접 결합하며, Ar^1 , Ar^2 ,

$R^{121}, R^{122}, R^{123}, R^{124}, R^{125}, R^{126}, R^{127}$, 및 R^{128} 중 적어도 2개가 하기 일반식 (31)로 표시되는 기이고, a 가 1인 경우, $Ar^1, Ar^2, R^{121}, R^{122}, R^{123}, R^{124}, R^{125}, R^{126}, R^{127}, R^{128}, R^{131}, R^{132}, R^{133}, R^{134}, R^{135}, R^{136}, R^{137}$, 및 R^{138} 중 적어도 2개가 하기 일반식 (31)로 표시되는 기이며, 하기 일반식 (31)로 표시되는 기 이외의 $Ar^1, Ar^2, R^{121}, R^{122}, R^{123}, R^{124}, R^{125}, R^{126}, R^{127}, R^{128}, R^{131}, R^{132}, R^{133}, R^{134}, R^{135}, R^{136}, R^{137}$, 및 R^{138} 은, 각각 독립적으로, 수소 원자 또는 치환기이고, $Ar^1, Ar^2, R^{121}, R^{122}, R^{123}, R^{124}, R^{125}, R^{126}, R^{127}, R^{128}, R^{131}, R^{132}, R^{133}, R^{134}, R^{135}, R^{136}, R^{137}$, 및 R^{138} 이 치환기인 경우의 치환기는, 할로젠 원자, 시아노기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 2~30의 알케닐기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 2~30의 알키닐기, 치환 실릴기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~20의 트리플루오로알킬기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알콕시기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 아릴알킬기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 아릴옥시기로 이루어지는 군에서 선택되며, L_1 및 L_2 는, 각각 독립적으로, 단결합 또는 연결기이고, L_1 및 L_2 가 연결기인 경우의 연결기는, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택된다. $R^{121} \sim R^{128}, R^{131} \sim R^{138}$ 중, 2개 이상이 치환기인 경우, 치환기끼리는 서로 결합하여 환을 형성해도 좋다.

[0400] [화학식 89]



[0401]

[0402] 상기 일반식 (31)에 있어서, L_{11}, L_{12} , 및 L_{13} 은, 각각 독립적으로, 단결합 또는 연결기를 나타내고, $L_{11} \sim L_{13}$ 이 연결기인 경우의 연결기는, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되며, Ar_{11} 및 Ar_{12} 는, 각각 독립적으로, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기로 이루어지는 군에서 선택되는 기이다.

[0403] 상기 일반식 (30)에 있어서, 상기 a 가 0이고, 상기 Ar^1 및 Ar^2 가, 상기 일반식 (31)로 표시되는 기인 것이 바람직하다.

[0404] 또한, 상기 일반식 (30)에 있어서, 상기 a 가 0이고, 상기 R^{122} 및 R^{126} 이, 상기 일반식 (31)로 표시되는 기인 것도 바람직하다.

[0405] 또한, 상기 일반식 (30)에 있어서, 상기 a 가 1이고, 상기 Ar^1 및 Ar^2 가, 상기 일반식 (31)로 표시되는 기인 것도 바람직하다.

[0406] 상기 일반식 (30)에 있어서, 치환기 $Ar^1, Ar^2, R^{121} \sim R^{128}, R^{131} \sim R^{138}$ 은, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 치환 실릴기, 시아노기 및 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~20의 트리플루오로알킬기로 이루어지는 군에서 선택되는 것이 바람직하다.

[0407] · 제5 화합물의 제조 방법

[0408] 제5 화합물은, 예컨대, 국제 공개 제2004/092111호(WO2004/092111 A1) 및 국제 공개 제2011/096506호(WO2011/096506 A1) 등에 기재된 방법에 따라 제조할 수 있다.

[0409] 본 명세서에 있어서, 환 형성 탄소수란, 원자가 환형으로 결합한 구조의 화합물(예컨대, 단환 화합물, 축합환 화합물, 가교 화합물, 탄소환 화합물, 복소환 화합물)의 상기 환 자체를 구성하는 원자 중의 탄소 원자의 수를 나타낸다. 상기 환이 치환기에 의해 치환되는 경우, 치환기에 포함되는 탄소는 환 형성 탄소수에는 포함하지 않는다. 이하에 기재되는 「환 형성 탄소수」에 대해서는, 특필(特筆)하지 않는 한 마찬가지로 한다. 예컨대, 벤젠환은 환 형성 탄소수가 6이고, 나프탈렌환은 환 형성 탄소수가 10이며, 피리디닐기는 환 형성 탄소수가 5이고, 푸라닐기는 환 형성 탄소수가 4이다. 또한, 벤젠환이나 나프탈렌환에 치환기로서 예컨대 알킬기가 치환

되어 있는 경우, 상기 알킬기의 탄소수는, 환 형성 탄소수의 수에 포함시키지 않는다. 또한, 플루오렌환에 치환기로서 예컨대 플루오렌환이 결합하고 있는 경우(스피로플루오렌환을 포함한다), 치환기로서의 플루오렌환의 탄소수는 환 형성 탄소수의 수에 포함시키지 않는다. 본 명세서에 있어서, 환 형성 원자수란, 원자가 환형으로 결합한 구조(예컨대 단환, 축합환, 환 집합)의 화합물(예컨대 단환 화합물, 축합환 화합물, 가교 화합물, 탄소환 화합물, 복소환 화합물)의 상기 환 자체를 구성하는 원자의 수를 나타낸다. 환을 구성하지 않는 원자(예컨대 환을 구성하는 원자의 결합손을 종단하는 수소 원자)나, 상기 환이 치환기에 의해 치환되는 경우의 치환기에 포함되는 원자는 환 형성 원자수에는 포함하지 않는다. 이하에 기재되는 「환 형성 원자수」에 대해서는, 특별하지 않는 한 마찬가지로 한다. 예컨대, 피리딘환은, 환 형성 원자수가 6이고, 퀴나졸린환은, 환 형성 원자수가 10이며, 푸란환은, 환 형성 원자수가 5이다. 피리딘환이나 퀴나졸린환의 탄소 원자에 각각 결합하고 있는 수소 원자나 치환기를 구성하는 원자에 대해서는, 환 형성 원자수의 수에 포함시키지 않는다. 또한, 플루오렌환에 치환기로서 예컨대 플루오렌환이 결합하고 있는 경우(스피로플루오렌환을 포함한다), 치환기로서의 플루오렌환의 원자수는 환 형성 원자수의 수에 포함시키지 않는다.

[0410] 다음으로 본 명세서에서의 상기 일반식에 기재된 각 치환기에 대해 설명한다.

[0411] 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기(아릴기라고 칭하는 경우가 있다.)로서는, 예컨대, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 안트릴기, 페난트릴기, 플루오레닐기, 피레닐기, 크리세닐기, 플루오란테닐기, 벤조[a]안트릴기, 벤조[c]페난트릴기, 트리페닐레닐기, 벤조[k]플루오란테닐기, 벤조[g]크리세닐기, 벤조[b]트리페닐레닐기, 피세닐기, 및 페틸레닐기 등을 들 수 있다.

[0412] 아릴기로서는, 환 형성 탄소수가 6~20인 것이 바람직하고, 6~14인 것이 보다 바람직하며, 6~12인 것이 더욱 바람직하다. 상기 아릴기 중에서도 페닐기, 비페닐기, 나프틸기, 페난트릴기, 터페닐기, 플루오레닐기가 보다 더 바람직하다. 1-플루오레닐기, 2-플루오레닐기, 3-플루오레닐기 및 4-플루오레닐기에 대해서는, 9위치의 탄소 원자에, 후술하는 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기나 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~18의 아릴기가 치환되어 있는 것이 바람직하다.

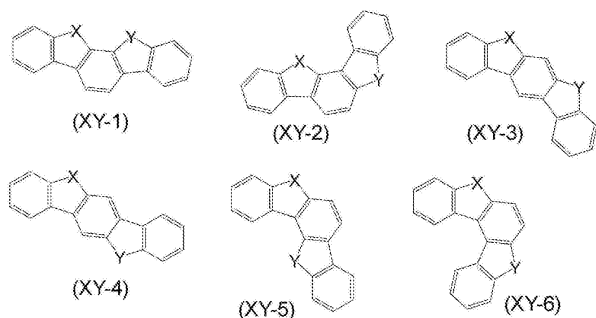
[0413] 환 형성 원자수 5~30의 복소환기(헤테로아릴기, 헤테로 방향족환기, 또는 방향족 복소환기라고 칭하는 경우가 있다.)는, 헤테로 원자로서, 질소, 황, 산소, 규소, 셀레늄 원자, 및 게르마늄 원자로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 어느 하나의 원자를 포함하는 것이 바람직하고, 질소, 황, 및 산소로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 어느 하나의 원자를 포함하는 것이 보다 바람직하다.

[0414] 환 형성 원자수 5~30의 복소환기(헤테로아릴기, 헤테로 방향족환기, 또는 방향족 복소환기라고 칭하는 경우가 있다.)로서는, 예컨대, 피리딘기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀릴기, 이소퀴놀리닐기, 나프티리디닐기, 프탈라지닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 피롤릴기, 이미다졸릴기, 피라졸릴기, 트리아졸릴기, 테트라졸릴기, 인돌릴기, 벤즈이미다졸릴기, 인다졸릴기, 이미다조피리디닐기, 벤즈트리아졸릴기, 카르바졸릴기, 푸릴기, 티에닐기, 옥사졸릴기, 티아졸릴기, 이소옥사졸릴기, 이소티아졸릴기, 옥사디아졸릴기, 티아디아졸릴기, 벤조푸라닐기, 벤조티오펜기, 벤조옥사졸릴기, 벤조티아졸릴기, 벤조이소옥사졸릴기, 벤조이소티아졸릴기, 벤조옥사디아졸릴기, 벤조티아디아졸릴기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜기, 피페리디닐기, 피롤리디닐기, 피페라지닐기, 모르폴릴기, 페나지닐기, 페노티아지닐기, 및 페녹사지닐기 등을 들 수 있다.

[0415] 복소환기의 환 형성 원자수는, 5~20인 것이 바람직하고, 5~14인 것이 더욱 바람직하다. 상기 복소환기 중에서도 1-디벤조푸라닐기, 2-디벤조푸라닐기, 3-디벤조푸라닐기, 4-디벤조푸라닐기, 1-디벤조티오펜기, 2-디벤조티오펜기, 3-디벤조티오펜기, 4-디벤조티오펜기, 1-카르바졸릴기, 2-카르바졸릴기, 3-카르바졸릴기, 4-카르바졸릴기, 및 9-카르바졸릴기가 보다 더 바람직하다. 1-카르바졸릴기, 2-카르바졸릴기, 3-카르바졸릴기 및 4-카르바졸릴기에 대해서는, 9위치의 질소 원자에, 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 아릴기 또는 치환 혹은 무치환의 환 형성 원자수 5~30의 복소환기가 치환되어 있는 것이 바람직하다.

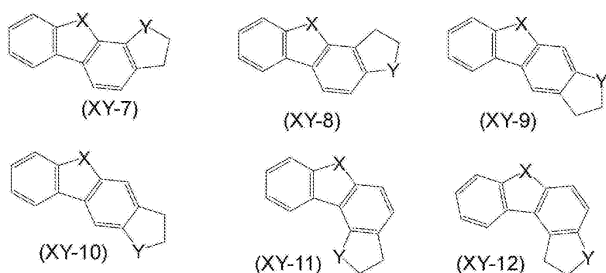
[0416] 또한, 복소환기는, 예컨대, 하기 일반식 (XY-1)~(XY-18)로 표시되는 부분 구조로부터 유도되는 기여도 좋다.

[0417] [화학식 90]



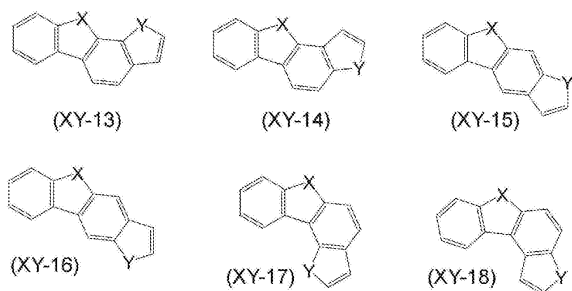
[0418]

[0419] [화학식 91]



[0420]

[0421] [화학식 92]

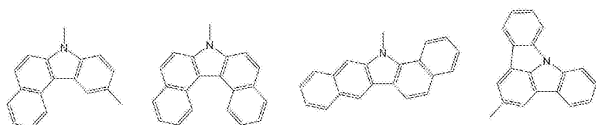


[0422]

[0423] 상기 일반식 (XY-1)~(XY-18)에 있어서, X 및 Y는, 각각 독립적으로, 헤테로 원자이고, 산소 원자, 황 원자, 셀레늄 원자, 규소 원자, 또는 게르마늄 원자인 것이 바람직하다. 상기 일반식 (XY-1)~(XY-18)로 표시되는 부분 구조는, 임의의 위치에서 결합손을 갖고 복소환기가 되며, 이 복소환기는, 치환기를 갖고 있어도 좋다.

[0424] 또한, 치환 혹은 무치환의 카르바졸틸기로서는, 예컨대, 하기 식으로 표시되는 바와 같은, 카르바졸환에 대해 환이 더 축합된 기도 포함할 수 있다. 이러한 기도 치환기를 갖고 있어도 좋다. 또한, 결합손의 위치도 적절히 변경될 수 있다.

[0425] [화학식 93]



[0426]

[0427] 탄소수 1~30의 알킬기로서는, 직쇄, 분기쇄 또는 환형의 어느 것이어도 좋다. 직쇄 또는 분기쇄의 알킬기로서는, 예컨대, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, s-부틸기, 이소부틸기, t-부틸기, n-펜틸기, n-헥실기, n-헵틸기, n-옥틸기, n-노닐기, n-데실기, n-운데실기, n-도데실기, n-트리데실기, n-테트라데실기, n-펜타데실기, n-헥사데실기, n-헵타데실기, n-옥타데실기, 네오펜틸기, 아밀기, 이소아밀기, 1-메틸펜틸기, 2-메틸펜틸기, 1-펜틸헥실기, 1-부틸펜틸기, 1-헵틸옥틸기, 및 3-메틸펜틸기 등을 들 수 있다.

[0428] 직쇄 또는 분기쇄의 알킬기의 탄소수는, 1~10인 것이 바람직하고, 1~6인 것이 더욱 바람직하다. 상기 직쇄 또는 분기쇄의 알킬기 중에서도 메틸기, 에틸기, 프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, s-부틸기, 이소부틸기, t-부틸

기, n-펜틸기, n-헥실기, 아틸기, 이소아틸기, 및 네오펜틸기가 보다 더 바람직하다.

[0429] 시클로알킬기로서는, 시클로프로필기, 시클로부틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 4-메틸시클로헥실기, 아다만틸기, 및 노르보르닐기 등을 들 수 있다. 시클로알킬기의 환 형성 탄소수는, 3~10인 것이 바람직하고, 5~8인 것이 더욱 바람직하다. 상기 시클로알킬기 중에서도, 시클로펜틸기나 시클로헥실기가 보다 더 바람직하다.

[0430] 알킬기가 할로겐 원자로 치환된 할로겐화 알킬기로서는, 예컨대, 상기 탄소수 1~30의 알킬기가 1 이상의 할로겐 원자로 치환된 기를 들 수 있다. 구체적으로는, 플루오로메틸기, 디플루오로메틸기, 트리플루오로메틸기, 플루오로에틸기, 트리플루오로메틸메틸기, 트리플루오로에틸기, 펜타플루오로에틸기 등을 들 수 있다.

[0431] 치환 실릴기로서는 알킬실릴기 및 아릴실릴기를 들 수 있다.

[0432] 탄소수 3~30의 알킬실릴기로서는, 상기 탄소수 1~30의 알킬기에서 예시한 알킬기를 갖는 트리알킬실릴기를 들 수 있고, 구체적으로는 트리메틸실릴기, 트리에틸실릴기, 트리-n-부틸실릴기, 트리-n-옥틸실릴기, 트리아이소부틸실릴기, 디메틸에틸실릴기, 디메틸이소프로필실릴기, 디메틸-n-프로필실릴기, 디메틸-n-부틸실릴기, 디메틸-t-부틸실릴기, 디에틸이소프로필실릴기, 비닐디메틸실릴기, 프로필디메틸실릴기, 및 트리아이소프로필실릴기 등을 들 수 있다. 트리알킬실릴기에 있어서의 3개의 알킬기는, 각각 동일해도 좋고 상이해도 좋다.

[0433] 환 형성 탄소수 6~30의 아릴실릴기로서는, 예컨대 디알킬아릴실릴기, 알킬디아릴실릴기, 및 트리아릴실릴기를 들 수 있다.

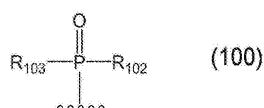
[0434] 디알킬아릴실릴기는, 예컨대, 상기 탄소수 1~30의 알킬기에서 예시한 알킬기를 2개 갖고, 상기 환 형성 탄소수 6~30의 아릴기를 하나 갖는 디알킬아릴실릴기를 들 수 있다. 디알킬아릴실릴기의 탄소수는, 8~30인 것이 바람직하다.

[0435] 알킬디아릴실릴기는, 예컨대, 상기 탄소수 1~30의 알킬기에서 예시한 알킬기를 하나 갖고, 상기 환 형성 탄소수 6~30의 아릴기를 2개 갖는 알킬디아릴실릴기를 들 수 있다. 알킬디아릴실릴기의 탄소수는, 13~30인 것이 바람직하다.

[0436] 트리아릴실릴기는, 예컨대, 상기 환 형성 탄소수 6~30의 아릴기를 3개 갖는 트리아릴실릴기를 들 수 있다. 트리아릴실릴기의 탄소수는, 18~30인 것이 바람직하다.

[0437] 치환 포스핀옥사이드기는, 하기 일반식 (100)으로 표시되는 것이 바람직하다.

[0438] [화학식 94]



[0439]

[0440] 상기 일반식 (100)에 있어서, R_{102} 및 R_{103} 은, 각각 독립적으로, 치환기이다. 치환기 R_{102} 및 치환기 R_{103} 은, 각각 독립적으로, 치환 혹은 무치환의 탄소수 1~30의 알킬기, 및 치환 혹은 무치환의 환 형성 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기로 이루어지는 군에서 선택되는 것이 바람직하다.

[0441] 치환 포스핀옥사이드기는, 치환 혹은 무치환의 디아릴포스핀옥사이드기인 것이 보다 바람직하다.

[0442] 탄소수 1~30의 알콕시기는, $-\text{OZ}_1$ 로 표시된다. 이 Z_1 의 예로서, 상기 탄소수 1~30의 알킬기를 들 수 있다. 알콕시기는, 예컨대 메톡시기, 에톡시기, 프로톡시기, 부톡시기, 펜톡시기, 및 헥실옥시기를 들 수 있다. 알콕시기의 탄소수는, 1~20인 것이 바람직하다.

[0443] 알콕시기가 할로겐 원자로 치환된 할로겐화 알콕시기로서는, 예컨대, 상기 탄소수 1~30의 알콕시기가 1 이상의 불소 원자로 치환된 기를 들 수 있다.

[0444] 환 형성 탄소수 6~30의 아릴옥시기는, $-\text{OZ}_2$ 로 표시된다. 이 Z_2 의 예로서, 상기 환 형성 탄소수 6~30의 아릴기를 들 수 있다. 아릴옥시기의 환 형성 탄소수는, 6~20인 것이 바람직하다. 이 아릴옥시기로서는, 예컨대, 페녹시기를 들 수 있다.

[0445] 탄소수 2~30의 알킬아미노기는, $-\text{NHR}_V$, 또는 $-\text{N}(\text{R}_V)_2$ 로 표시된다. 이 R_V 의 예로서, 상기 탄소수 1~30의 알킬기를 들 수 있다.

- [0446] 환 형성 탄소수 6~60의 아릴아미노기는, $-NHR_w$, 또는 $-N(R_w)_2$ 로 표시된다. 이 R_w 의 예로서, 상기 환 형성 탄소수 6~30의 아릴기를 들 수 있다.
- [0447] 탄소수 1~30의 알킬티오기는, $-SR_v$ 로 표시된다. 이 R_v 의 예로서, 상기 탄소수 1~30의 알킬기를 들 수 있다. 알킬티오기의 탄소수는, 1~20인 것이 바람직하다.
- [0448] 환 형성 탄소수 6~30의 아릴티오기는, $-SR_w$ 로 표시된다. 이 R_w 의 예로서, 상기 환 형성 탄소수 6~30의 아릴기를 들 수 있다. 아릴티오기의 환 형성 탄소수는, 6~20인 것이 바람직하다.
- [0449] 할로겐 원자로서는, 불소 원자, 염소 원자, 브롬 원자, 및 요오드 원자 등을 들 수 있고, 불소 원자가 바람직하다.
- [0450] 본 명세서에 있어서, 「환 형성 탄소」란 포화환, 불포화환, 또는 방향환을 구성하는 탄소 원자를 의미한다. 「환 형성 원자」란 헤테로환(포화환, 불포화환, 및 방향환을 포함한다)을 구성하는 탄소 원자 및 헤테로 원자를 의미한다.
- [0451] 또한, 본 명세서에 있어서, 수소 원자란, 중성자수가 상이한 동위체, 즉, 경수소(Protium), 중수소(Deuterium), 삼중수소(Tritium)를 포함한다.
- [0452] 또한, 본 명세서에 있어서, 「치환 혹은 무치환의」라고 하는 경우에 있어서의 치환기로서는, 전술한 바와 같은 아릴기, 복소환기, 알킬기(직쇄 또는 분기쇄의 알킬기, 시클로알킬기, 할로알킬기), 알킬실릴기, 아릴실릴기, 알콕시기, 아릴옥시기, 알킬아미노기, 아릴아미노기, 알킬티오기, 아릴티오기 외에, 알케닐기, 알키닐기, 아랄킬기, 할로겐 원자, 시아노기, 히드록실기, 니트로기, 및 카르복시기를 들 수 있다.
- [0453] 여기서 든 치환기 중에서는, 아릴기, 복소환기, 알킬기, 할로겐 원자, 알킬실릴기, 아릴실릴기, 시아노기가 바람직하고, 나아가서는, 각 치환기의 설명에 있어서 바람직하다고 한 구체적인 치환기가 바람직하다.
- [0454] 이들 치환기는, 상기한 치환기에 의해 더 치환되어도 좋다. 또한, 이들 치환기는 복수가 서로 결합하여 환을 형성해도 좋다.
- [0455] 알케닐기로서는, 탄소수 2~30의 알케닐기가 바람직하고, 직쇄, 분기쇄, 또는 환형의 어느 것이어도 좋으며, 예컨대, 비닐기, 프로페닐기, 부테닐기, 올레일기, 에이코사펜타에닐기, 도코사헥사에닐기, 스티릴기, 2,2-디페닐비닐기, 1,2,2-트리페닐비닐기, 2-페닐-2-프로페닐기, 시클로펜타디에닐기, 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 및 시클로헥사디에닐기 등을 들 수 있다.
- [0456] 알키닐기로서는, 탄소수 2~30의 알키닐기가 바람직하고, 직쇄, 분기쇄, 또는 환형의 어느 것이어도 좋으며, 예컨대, 에티닐, 프로피닐, 및 2-페닐에티닐 등을 들 수 있다.
- [0457] 아랄킬기로서는, 환 형성 탄소수 6~30의 아랄킬기가 바람직하고, $-Z_3-Z_4$ 로 표시된다. 이 Z_3 의 예로서, 상기 탄소수 1~30의 알킬기에 대응하는 알킬렌기를 들 수 있다. 이 Z_4 의 예로서, 상기 환 형성 탄소수 6~30의 아릴기의 예를 들 수 있다. 이 아랄킬기는, 탄소수 7~30의 아랄킬기(아릴 부분은 탄소수 6~30, 바람직하게는 6~20, 보다 바람직하게는 6~12), 알킬 부분은 탄소수 1~24(바람직하게는 1~20, 보다 바람직하게는 1~10, 더욱 바람직하게는 1~6)인 것이 바람직하다. 이 아랄킬기로서는, 예컨대, 벤질기, 2-페닐프로판-2-일기, 1-페닐에틸기, 2-페닐에틸기, 1-페닐이소프로필기, 2-페닐이소프로필기, 페닐-t-부틸기, α -나프틸메틸기, 1- α -나프틸에틸기, 2- α -나프틸에틸기, 1- α -나프틸이소프로필기, 2- α -나프틸이소프로필기, β -나프틸메틸기, 1- β -나프틸에틸기, 2- β -나프틸에틸기, 1- β -나프틸이소프로필기, 2- β -나프틸이소프로필기를 들 수 있다.
- [0458] 본 명세서에 있어서, 「치환 혹은 무치환의」라고 하는 경우에 있어서의 「무치환」이란 상기 치환기로 치환되어 있지 않고, 수소 원자가 결합하고 있는 것을 의미한다. 한편, 본 명세서에 있어서, 「치환 혹은 무치환의 탄소수 XX-YY의 ZZ기」라고 하는 표현에 있어서의 「탄소수 XX-YY」는, ZZ기가 무치환인 경우의 탄소수를 나타내고, 치환되어 있는 경우의 치환기의 탄소수는 포함시키지 않는다. 여기서, 「YY」는 「XX」보다 크고, 「XX」와 「YY」는 각각 1 이상의 정수를 의미한다.
- [0459] 본 명세서에 있어서, 「치환 혹은 무치환의 원자수 XX-YY의 ZZ기」라고 하는 표현에 있어서의 「원자수 XX-YY」는, ZZ기가 무치환인 경우의 원자수를 나타내고, 치환되어 있는 경우의 치환기의 원자수는 포함시키지 않는다. 여기서, 「YY」는 「XX」보다 크고, 「XX」와 「YY」는 각각 1 이상의 정수를 의미한다.

- [0460] 이하에 설명하는 화합물 또는 그 부분 구조에 있어서, 「치환 혹은 무치환의」라고 하는 경우에 대해서도, 상기와 동일하다.
- [0461] 본 명세서에 있어서, 치환기끼리가 서로 결합하여 환 구조가 구축되는 경우, 환 구조는, 포화환, 불포화환, 또는 방향환이다.
- [0462] 본 명세서에 있어서, 연결기에 있어서의 방향족 탄화수소기 및 복소환기로서는, 전술한 1가의 기로부터, 하나 이상의 원자를 더 제거하여 얻어지는 2가 이상의 기를 들 수 있다.
- [0463] 또한, 본 명세서에 있어서, 방향족 탄화수소환 및 복소환으로서는, 전술한 1가의 기의 유래가 되는 환 구조를 들 수 있다.
- [0464] [유기 EL 소자의 구성 요소]
- [0465] 전술한 구성 요소 이외의 유기 EL 소자의 구성 요소의 예에 대해 이하에 설명한다.
- [0466] (기관)
- [0467] 기관(2)은, 유기 EL 소자(1)의 지지체로서 이용된다. 기관(2)으로서, 예컨대, 유리, 석영, 및 플라스틱 등을 이용할 수 있다. 또한, 가요성 기관을 이용해도 좋다. 가요성 기관이란, 접어 구부릴 수 있는(플렉시블) 기관을 말하며, 예컨대, 플라스틱 기관 등을 들 수 있다. 플라스틱 기관을 형성하는 재료로서는, 예컨대, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르술폰, 폴리프로필렌, 폴리에스테르, 폴리불화비닐, 폴리염화비닐, 폴리이미드, 및 폴리에틸렌나프탈레이트 등을 들 수 있다. 또한, 무기 증착 필름을 이용할 수도 있다.
- [0468] (양극)
- [0469] 기관(2) 상에 형성되는 양극(3)에는, 일함수가 큰(구체적으로는 4.0 eV 이상) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 이용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 예컨대, 산화인듐-산화주석(ITO: Indium Tin Oxide), 규소 혹은 산화규소를 함유한 산화인듐-산화주석, 산화인듐-산화아연, 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐, 및 그래핀 등을 들 수 있다. 이 외에, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 티탄(Ti), 또는 금속 재료의 질화물(예컨대, 질화티탄) 등을 들 수 있다.
- [0470] 이들 재료는, 통상, 스퍼터링법에 의해 성막(成膜)된다. 예컨대, 산화인듐-산화아연은, 산화인듐에 대해 1 질량% 이상 10 질량% 이하의 산화아연을 첨가한 타겟을 이용함으로써, 스퍼터링법으로 형성할 수 있다. 또한, 예컨대, 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐은, 산화인듐에 대해 산화텅스텐을 0.5 질량% 이상 5 질량% 이하, 산화아연을 0.1 질량% 이상 1 질량% 이하 함유한 타겟을 이용함으로써, 스퍼터링법으로 형성할 수 있다. 그 외에, 진공 증착법, 도포법, 잉크젯법, 및 스핀 코트법 등에 의해 제작해도 좋다.
- [0471] 양극(3) 상에 형성되는 유기층 중, 양극(3)에 접하여 형성되는 정공 주입층(5)은, 양극(3)의 일함수에 관계없이 정공(홀) 주입이 용이한 복합 재료를 이용하여 형성된다. 그 때문에, 그 외에 전극 재료로서 사용 가능한 재료(예컨대, 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물, 그 외에, 원소 주기표의 제1족 또는 제2족에 속하는 원소도 포함한다)를 양극(3)으로서 이용할 수도 있다.
- [0472] 일함수가 작은 재료인, 원소 주기표의 제1족에 속하는 원소, 원소 주기표의 제2족에 속하는 원소, 희토류 금속, 및 이들을 포함하는 합금 등을 양극(3)으로서 이용할 수도 있다. 원소 주기표의 제1족에 속하는 원소로서는, 알칼리 금속을 들 수 있다. 원소 주기표의 제2족에 속하는 원소로서는, 알칼리토류 금속을 들 수 있다. 알칼리 금속으로서, 예컨대, 리튬(Li) 및 세슘(Cs) 등을 들 수 있다. 알칼리토류 금속으로서, 예컨대, 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등을 들 수 있다. 희토류 금속으로서, 예컨대, 유로퓸(Eu), 및 이테르븀(Yb) 등을 들 수 있다. 이들 금속을 포함하는 합금으로서, 예컨대, MgAg, 및 AlLi 등을 들 수 있다.
- [0473] (정공 주입층)
- [0474] 정공 주입층(5)은, 정공 주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 정공 주입성이 높은 물질로서는, 예컨대, 몰리브덴 산화물, 티탄 산화물, 바나듐 산화물, 레늄 산화물, 루테튬 산화물, 크롬 산화물, 지르코늄 산화물, 하프늄 산화물, 탄탈 산화물, 은 산화물, 텅스텐 산화물, 및 망간 산화물 등을 이용할 수 있다.
- [0475] 또한, 정공 주입성이 높은 물질로서는, 예컨대, 저분자의 유기 화합물인 4,4',4''-트리스(N,N-디페닐아미노)트리페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-

비스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: DPAB), 4,4'-비스(N-{4-[N'-(3-메틸페닐)-N'-페닐아미노]페닐}-N-페닐아미노)비페닐(약칭: DNTPD), 1,3,5-트리스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B), 3-[N-(9-페닐카르바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카르바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA2), 및 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카르바졸-3-일)아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCN1) 등의 방향족 아민 화합물 등, 및 디피라지노[2,3-f:20,30-h]퀴놀살린-2,3,6,7,10,11-헥사카르보니트릴(HAT-CN) 등도 들 수 있다.

[0476] 또한, 정공 주입성이 높은 물질로서는, 고분자 화합물을 이용할 수도 있다. 고분자 화합물로서는, 예컨대, 올리고머, 덴드리머, 및 폴리머 등을 들 수 있다. 구체적으로는, 폴리(N-비닐카르바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTFA), 폴리[N-(4-{N'-(4-(4-디페닐아미노)페닐)페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아미드](약칭: PTPDMA), 및 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 들 수 있다. 또한, 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌술포산)(PEDOT/PSS), 및 폴리아닐린/폴리(스티렌술포산)(PANI/PSS) 등의 산을 첨가한 고분자 화합물을 이용할 수도 있다.

[0477] (정공 수송층)

[0478] 정공 수송층(6)은, 정공 수송성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 정공 수송층(6)에는, 예컨대, 방향족 아민 화합물, 카르바졸 유도체, 및 안트라센 유도체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭: TPD), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭: BAFLP), 4,4'-비스[N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: DFLDPBi), 4,4',4''-트리스(N,N-디페닐아미노)트리페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민(약칭: MTDATA), 및 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물 등을 이용할 수 있다. 여기서 서술한 물질은, 주로 $10^{-6} \text{ cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$ 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다.

[0479] 정공 수송층(6)에는, CBP, 9-[4-(N-카르바졸릴)]페닐-10-페닐안트라센(CzPA), 및 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트라닐)페닐]-9H-카르바졸(PCzPA)과 같은 카르바졸 유도체, 및 t-BuDNA, DNA, 및 DPAnth와 같은 안트라센 유도체를 이용해도 좋다. 폴리(N-비닐카르바졸)(약칭: PVK), 및 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTFA) 등의 고분자 화합물을 이용할 수도 있다.

[0480] 단, 전자보다 정공의 수송성이 높은 물질이면, 이들 이외의 물질을 이용해도 좋다. 한편, 정공 수송성이 높은 물질을 포함하는 층은, 단층뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 구성이어도 좋다.

[0481] 정공 수송층을 2층 이상 배치하는 경우, 에너지 갭이 보다 큰 재료를 포함하는 층을, 발광층에 가까운 측에 배치하는 것이 바람직하다.

[0482] (전자 수송층)

[0483] 전자 수송층(7)은, 전자 수송성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 전자 수송층(7)에는, 1) 알루미늄 착체, 베릴륨 착체, 및 아연 착체 등의 금속 착체, 2) 이미다졸 유도체, 벤조이미다졸 유도체, 아진 유도체, 카르바졸 유도체, 및 페난트롤린 유도체 등의 복소 방향족 화합물, 및 3) 고분자 화합물을 사용할 수 있다. 구체적으로는 저분자의 유기 화합물로서, Alq, 트리스(4-메틸-8-퀴놀리노레이토)알루미늄(약칭: Almq₃), 비스(10-히드록시벤조[h]퀴놀리네이토)베릴륨(약칭: BeBq₂), BAq, Znq, ZnPBO, 및 ZnBTZ 등의 금속 착체 등을 이용할 수 있다. 또한, 금속 착체 이외에도, 2-(4-비페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-페닐-5-(4-비페닐릴)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-비페닐릴)-1,2,4-트리아졸(약칭: p-EtTAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 및 4,4'-비스(5-메틸벤조옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOs) 등의 복소 방향족 화합물도 이용할 수 있다. 본 실시양태에서는, 벤조이미다졸 화합물을 적합하게 이용할 수 있다. 여기서 서술한 물질은, 주로 $10^{-6} \text{ cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$ 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 한편, 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 물질이면, 상기 이외의 물질을 전자 수송층(7)으로서 이용해도 좋다. 또한, 전자 수송층(7)은, 단층뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 구성이어도 좋다.

[0484] 또한, 전자 수송층(7)에는, 고분자 화합물을 이용할 수도 있다. 예컨대, 폴리[(9,9-디헥실플루오렌-2,7-디일)-co-(피리딘-3,5-디일)](약칭: PF-Py), 및 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-(2,2'-비피리딘-6,6'-디

일)](약칭: PF-BPy) 등을 이용할 수 있다.

[0485] (전자 주입층)

[0486] 전자 주입층(8)은, 전자 주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 전자 주입층(8)에는, 리튬(Li), 세슘(Cs), 칼슘(Ca), 불화리튬(LiF), 불화세슘(CsF), 불화칼슘(CaF₂), 및 리튬 산화물(LiOx) 등과 같은, 알칼리 금속, 알칼리토류 금속, 또는 이들의 화합물을 이용할 수 있다. 그 외에, 전자 수송성을 갖는 물질에 알칼리 금속, 알칼리토류 금속, 또는 이들의 화합물을 함유시킨 재료나, 구체적으로는 Alq 중에 마그네슘(Mg)을 함유시킨 재료 등을 이용해도 좋다. 한편, 이 경우에는, 음극(4)으로부터의 전자 주입을 보다 효율적으로 행할 수 있다.

[0487] 혹은, 전자 주입층(8)에, 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합하여 이루어지는 복합 재료를 이용해도 좋다. 이러한 복합 재료는, 전자 공여체에 의해 유기 화합물에 전자가 발생하기 때문에, 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 이 경우, 유기 화합물로서는, 발생한 전자의 수송이 우수한 재료인 것이 바람직하고, 구체적으로는, 예컨대 전술한 전자 수송층(7)을 구성하는 물질(금속 착체나 복소 방향족 화합물 등)을 이용할 수 있다. 전자 공여체로서는, 유기 화합물에 대해 전자 공여성을 나타내는 물질이면 된다. 구체적으로는, 알칼리 금속, 알칼리토류 금속, 또는 희토류 금속이 바람직하고, 예컨대, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 에르븀, 및 이테르븀 등을 들 수 있다. 또한, 알칼리 금속 산화물, 또는 알칼리토류 금속 산화물을 전자 공여체로서 이용하는 것도 바람직하고, 예컨대, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 및 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또한, 산화마그네슘과 같은 루이스 염기를 이용할 수도 있다. 또한, 테트라티아폴발렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 이용할 수도 있다.

[0488] (음극)

[0489] 음극(4)에는, 일함수가 작은(구체적으로는 3.8 eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 이용하는 것이 바람직하다. 이러한 음극 재료의 구체예로서는, 원소 주기표의 제1족에 속하는 원소, 원소 주기표의 제2족에 속하는 원소, 희토류 금속, 및 이들을 포함하는 합금 등을 들 수 있다. 원소 주기표의 제1족에 속하는 원소로서는, 알칼리 금속을 들 수 있다. 원소 주기표의 제2족에 속하는 원소로서는, 알칼리토류 금속을 들 수 있다. 알칼리 금속으로서, 예컨대, 리튬(Li), 및 세슘(Cs) 등을 들 수 있다. 알칼리토류 금속으로서, 예컨대, 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 및 스트론튬(Sr) 등을 들 수 있다. 희토류 금속으로서, 예컨대, 유로퓸(Eu), 및 이테르븀(Yb) 등을 들 수 있다. 이들 금속을 포함하는 합금으로서, 예컨대, MgAg, 및 AlLi 등을 들 수 있다.

[0490] 한편, 알칼리 금속, 알칼리토류 금속, 및 이들을 포함하는 합금을 이용하여 음극(4)을 형성하는 경우에는, 진공 증착법이나 스퍼터링법을 이용할 수 있다. 또한, 은 페이스트 등을 이용하는 경우에는, 도포법이나 잉크젯법을 이용할 수 있다.

[0491] 한편, 전자 주입층(8)을 형성함으로써, 일함수의 대소에 상관없이, Al, Ag, IT0, 그래핀, 및 규소 또는 산화규소를 함유한 산화인듐-산화주석 등, 여러 가지 도전성 재료를 이용하여 음극(4)을 형성할 수 있다. 이들 도전성 재료는, 스퍼터링법, 잉크젯법, 및 스펀 코팅법 등을 이용하여 성막할 수 있다.

[0492] (층 형성 방법)

[0493] 상기 실시형태의 유기 EL 소자의 각 층의 형성 방법으로서, 상기에서 특별히 언급한 것 이외에는 제한되지 않으나, 진공 증착법, 스퍼터링법, 플라즈마법, 및 이온 플레이팅법 등의 건식 성막법이나, 스펀 코팅법, 디핑법, 플로우 코팅법, 및 잉크젯법 등의 습식 성막법 등의 공지의 방법을 채용할 수 있다.

[0494] (막 두께)

[0495] 상기 실시형태의 유기 EL 소자의 각 유기층의 막 두께는, 상기에서 특별히 언급한 것 이외에는 제한되지 않으나, 일반적으로 막 두께가 지나치게 얇으면 핀홀 등의 결함이 발생하기 쉽고, 반대로 지나치게 두꺼우면 높은 인가 전압이 필요해져 효율이 나빠지기 때문에, 통상은 수 nm 내지 1 μm의 범위가 바람직하다.

[0496] (전자 기기)

[0497] 본 발명의 일 실시형태에 따른 유기 EL 소자(1)는, 표시 장치나 발광 장치 등의 전자 기기에 사용할 수 있다. 표시 장치로서는, 예컨대, 유기 EL 패널 모듈 등의 표시 부품, 텔레비전, 휴대 전화, 태블릿 혹은 퍼스널 컴퓨터 등을 들 수 있다. 발광 장치로서는, 예컨대, 조명, 혹은 차량용 등기구 등을 들 수 있다.

[0498] [실시형태의 변형]

- [0499] 한편, 본 발명은 전술한 실시형태에 한정되지 않고, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 범위에서의 변경, 개량 등은, 본 발명에 포함된다.
- [0500] 상기 실시형태에서는, 제1 유기층(11)과 제2 유기층(12)의 사이에 바이폴라층(13)을 형성한 양태의 유기 EL 소자를 예로 들어 설명하였으나, 본 발명은 이러한 양태의 유기 EL 소자에 한정되지 않는다. 예컨대, 유기층과 바이폴라층을 교대로 복수 회 적층시킨 양태의 유기 EL 소자여도 좋다.
- [0501] 예컨대, 다음과 같은 구성 (A)~(C)를 갖는 유기 EL 소자여도 좋다. 단, 본 발명은 이들 구성 (A)~(C)를 갖는 유기 EL 소자에 한정되지 않는다.
- [0502] · 구성 (A)
- [0503] 양극/정공 주입층/정공 수송층/제1 유기층/제1 바이폴라층/제2 유기층/제2 바이폴라층/제3 유기층/전자 수송층/전자 주입층/음극
- [0504] · 구성 (B)
- [0505] 양극/정공 주입층/정공 수송층/제1 유기층/제1 바이폴라층/제2 유기층/제3 유기층/전자 수송층/전자 주입층/음극
- [0506] · 구성 (C)
- [0507] 양극/정공 주입층/정공 수송층/제1 유기층/제3 유기층/제1 바이폴라층/제2 유기층/전자 수송층/전자 주입층/음극
- [0508] 백색으로 발광하는 유기 EL 소자로서는, 상기 실시형태에서 서술한 소자 외에, 예컨대, 상기 구성 (A)에 있어서, 제1 유기층(11)에 청색으로 발광 가능한 제1 화합물을 이용하고, 제2 유기층(12)에 녹색으로 발광 가능한 제1 화합물을 이용하며, 제3 유기층에 적색으로 발광 가능한 제1 화합물을 이용한 경우를 들 수 있다.
- [0509] 또한, 예컨대, 상기 구성 (A) 또는 구성 (B)에 있어서, 제1 유기층(11)에 청색으로 발광 가능한 제1 화합물을 이용하고, 제2 유기층(12)에 녹색으로 발광 가능한 제3 화합물을 이용하며, 제3 유기층에 적색으로 발광 가능한 제3 화합물을 이용한 경우를 들 수 있다.
- [0510] 또한, 예컨대, 상기 구성 (C)에 있어서, 제1 유기층(11)에 적색으로 발광 가능한 제3 화합물을 이용하고, 제3 유기층에 녹색으로 발광 가능한 제3 화합물을 이용하며, 제2 유기층(12)에 청색으로 발광 가능한 제1 화합물을 이용한 경우를 들 수 있다.
- [0511] 유기 EL 소자가, 상기 구성 (A)~(C)와 같이, 복수의 바이폴라층을 갖는 경우, 각 바이폴라층에는 상기 실시형태에서 서술한 화합물을 이용할 수 있으며, 각 층에서 이용하는 화합물이 동일해도 좋고 상이해도 좋다.
- [0512] 또한, 유기 EL 소자를 백색으로 발광시키기 위한 발광색의 조합은, 전술한 조합에 한정되지 않는다.
- [0513] 제2 화합물은, 제1 유기층(11) 및 제2 유기층(12)의 양방에 포함되어 있어도 좋다. 이 경우, 제1 유기층(11)에 포함되는 제2 화합물과, 제2 유기층(12)에 포함되는 제2 화합물은, 구조가 동일해도 좋고 상이해도 좋다.
- [0514] 또한, 제1 유기층(11)이, 제1 화합물과, 제2 화합물의 2성분으로 구성되어 있어도 좋고, 제2 유기층(12)이, 제1 화합물과, 제2 화합물과, 제5 화합물의 3성분으로 구성되어 있어도 좋다.
- [0515] 상기 실시형태에서는, 바이폴라층을 갖는 화합물에 의해 바이폴라층이 형성된 유기 EL 소자를 예로 들어 설명하였으나, 본 발명은 이러한 양태에 한정되지 않는다. 예컨대, 바이폴라층이, 정공 수송성의 화합물 및 전자 수송성의 화합물을 포함하여 구성되어 있어도 좋다. 정공 수송성의 화합물 및 전자 수송성의 화합물로서는, 예컨대, 전술한 정공 수송층이나 전자 수송층의 설명에서 나타난 화합물을 들 수 있다.
- [0516] 상기 실시형태에서는, 제1 유기층(11)과 양극(3)의 사이에 있어서의 정공 수송 대역이 정공 주입층(5)과 정공 수송층(6)을 포함하는 양태를 예로 들어 설명하였으나, 본 발명은 이러한 양태에 한정되지 않는다. 정공 수송 대역은, 정공 주입층 및 정공 수송층 중 적어도 어느 하나의 층을 포함하고 있는 것이 바람직하다. 정공 주입층은, 각각 하나의 층으로 구성되어 있어도 좋고, 서로 상이한 화합물을 포함하는 복수의 층으로 구성되어 있어도 좋다. 정공 수송층은, 각각 하나의 층으로 구성되어 있어도 좋고, 서로 상이한 화합물을 포함하는 복수의 층으로 구성되어 있어도 좋다.
- [0517] 상기 실시형태에서는, 제2 유기층(12)과 음극(4)의 사이에 있어서의 전자 수송 대역이 전자 수송층(7)과 전자

주입층(8)을 포함하는 양태를 예로 들어 설명하였으나, 본 발명은 이러한 양태에 한정되지 않는다. 전자 수송 대역은, 전자 주입층 및 전자 수송층 중 적어도 어느 하나의 층을 포함하고 있는 것이 바람직하다. 전자 주입층은, 각각 하나의 층으로 구성되어 있어도 좋고, 서로 상이한 화합물을 포함하는 복수의 층으로 구성되어 있어도 좋다. 전자 수송층은, 각각 하나의 층으로 구성되어 있어도 좋고, 서로 상이한 화합물을 포함하는 복수의 층으로 구성되어 있어도 좋다.

[0518] 또한, 예컨대, 제1 유기층의 양극측이나, 제2 유기층의 음극측에 장벽층을 인접시켜 형성해도 좋다. 장벽층은, 제1 유기층이나 제2 유기층에 접하여 배치되고, 정공, 전자 및 여기자 중 적어도 어느 하나를 저지하는 것이 바람직하다.

[0519] 예컨대, 제2 유기층의 음극측에 접하여 장벽층이 배치된 경우, 상기 장벽층은, 전자를 수송하고, 정공이 상기 장벽층보다 음극측의 층(예컨대, 전자 수송층)에 도달하는 것을 저지한다. 유기 EL 소자가, 전자 수송층을 포함하는 경우에는, 제2 유기층과 전자 수송층의 사이에 상기 장벽층을 포함하는 것이 바람직하다.

[0520] 또한, 제1 유기층의 양극측에 접하여 장벽층이 배치된 경우, 상기 장벽층은, 정공을 수송하고, 전자가 상기 장벽층보다 양극측의 층(예컨대, 정공 수송층)에 도달하는 것을 저지한다. 유기 EL 소자가, 정공 수송층을 포함하는 경우에는, 제1 유기층과 정공 수송층의 사이에 상기 장벽층을 포함하는 것이 바람직하다.

[0521] 또한, 여기 에너지가 제1 유기층이나 제2 유기층으로부터 그 주변층으로 누출되지 않도록, 장벽층을 제1 유기층이나 제2 유기층에 인접시켜 형성해도 좋다. 제1 유기층이나 제2 유기층에서 생성된 여기자가, 상기 장벽층보다 전극측의 층(예컨대, 전자 수송층이나 정공 수송층)으로 이동하는 것을 저지한다.

[0522] 제1 유기층이나 제2 유기층과 장벽층은 접합하고 있는 것이 바람직하다.

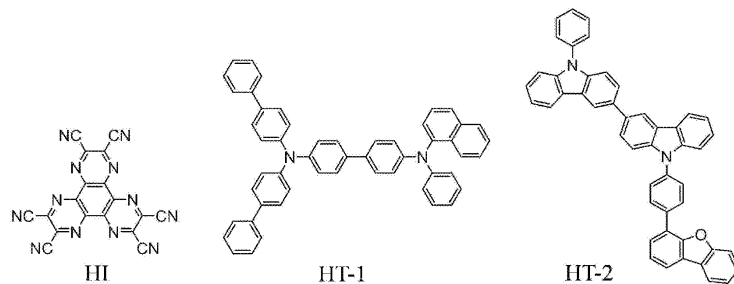
[0523] 그 외에, 본 발명의 실시예에 있어서의 구체적인 구조 및 형상 등은, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 범위에서 다른 구조 등으로 해도 좋다.

[0524] 실시예

[0525] 다음으로, 실시예를 설명한다. 본 발명은 이들 실시예의 기재 내용에 조금도 제한되지 않는다.

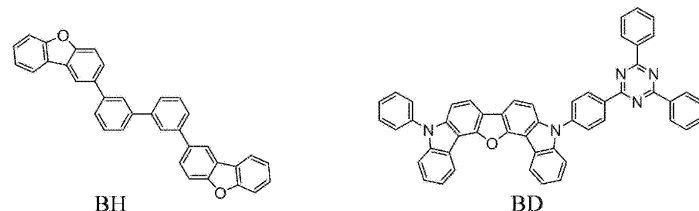
[0526] 유기 EL 소자의 제조에 이용한 화합물을 이하에 나타낸다.

[0527] [화학식 95]



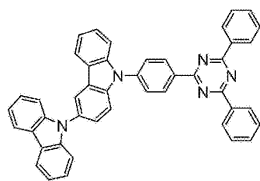
[0528]

[0529] [화학식 96]

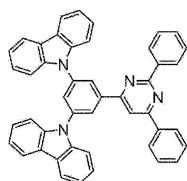


[0530]

[0531] [화학식 97]



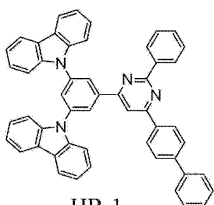
BP-1



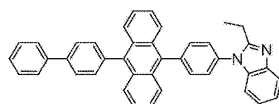
BP-2

[0532]

[0533] [화학식 98]



HB-1



ET

[0534]

[0535] <화합물의 평가>

[0536] 다음으로, 본 실시예에서 사용한 화합물의 물성을 측정하였다. 측정 방법 및 산출 방법을 이하에 나타낸다.

[0537] · 지연 형광 발광성

[0538] 지연 형광 발광성은 도 2에 도시된 장치를 이용하여 과도 PL을 측정함으로써 확인하였다. 상기 화합물 BD와 상기 화합물 TH-2를 화합물 BD의 비율이 12 질량%가 되도록 석영 기판 상에 공증착하고, 막 두께 100 nm의 박막을 형성하여 시료를 제작하였다. 상기 화합물 BD가 흡수하는 파장의 펄스광(펄스 레이저로부터 조사되는 광)으로 여기된 후, 상기 여기 상태에서 즉시에서 관찰되는 Prompt 발광(즉시 발광)과, 상기 여기 후, 즉시에서는 관찰되지 않고, 그 후 관찰되는 Delay 발광(지연 발광)이 존재한다. 본 실시예에서의 지연 형광 발광이란, Delay 발광(지연 발광)의 양이 Prompt 발광(즉시 발광)의 양에 대해 5% 이상을 의미한다. 화합물 BD는 Delay 발광(지연 발광)의 양이 Prompt 발광(즉시 발광)의 양에 대해 5% 이상인 것을 확인하였다. Prompt 발광과 Delay 발광의 양은, "Nature 492, 234-238, 2012"에 기재된 방법과 동일한 방법에 의해 구할 수 있다. 한편, Prompt 발광과 Delay 발광의 양의 산출에 사용되는 장치는, 도 2의 장치나 문헌에 기재된 장치에 한정되지 않는다.

[0539] · 77[K]에 있어서의 에너지 갭 T_{77K}

[0540] T_{77K} 의 측정은, 다음과 같이 하여 행하였다. 여기서는, 화합물 BD 및 화합물 BH를 측정 대상으로 하였다. 측정 대상이 되는 화합물을 EPA(디에틸에테르:이소펜탄:에탄올=5:5:2(용적비)) 중에, 농도가 10 $\mu\text{mol/L}$ 가 되도록 용해하고, 이 용액을 석영 셀 중에 넣어 측정 시료로 하였다. 이 측정 시료에 대해, 저온(77[K])에서 인광 스펙트럼(종축: 인광 발광 강도, 횡축: 파장으로 한다.)을 측정하고, 이 인광 스펙트럼의 단파장측의 상승에 대해 접선을 그으며, 그 접선과 횡축과의 교점의 파장값 $\lambda_{\text{edge}}[\text{nm}]$ 에 기초하여, 다음 환산식 1로부터 산출되는 에너지량을 77[K]에 있어서의 에너지 갭 T_{77K} 로 하였다.

[0541] 환산식 1: $T_{77K}[\text{eV}] = 1239.85 / \lambda_{\text{edge}}$

[0542] 인광의 측정에는, (주)히타치 하이테크놀로지 제조의 F-4500형 분광 형광 광도계 본체를 이용하였다.

[0543] 인광 스펙트럼의 단파장측의 상승에 대한 접선은 이하와 같이 그었다. 인광 스펙트럼의 단파장측으로부터, 스펙트럼의 극대값 중, 가장 단파장측의 극대값까지 스펙트럼 곡선 상을 이동할 때에, 장파장측을 향해 곡선 상의 각 점에 있어서의 접선을 생각한다. 이 접선은, 곡선이 상승함에 따라(즉 종축이 증가함에 따라), 기울기가 증가한다. 이 기울기의 값이 극대값을 취하는 점에 있어서 그은 접선(즉 변곡점에 있어서의 접선)이, 상기 인광 스펙트럼의 단파장측의 상승에 대한 접선으로 하였다.

[0544] 한편, 스펙트럼의 최대 피크 강도의 15% 이하의 피크 강도를 갖는 극대점은, 전술한 가장 단파장측의 극대값에는 포함시키지 않고, 가장 단파장측의 극대값에 가장 가까운, 기울기의 값이 극대값을 취하는 점에 있어서 그은 접선을 상기 인광 스펙트럼의 단파장측의 상승에 대한 접선으로 하였다.

- [0545] 화합물 BD의 T_{77K} 는, 2.90 eV였다. 화합물 BH의 T_{77K} 는, 2.92 eV였다.
- [0546] <유기 EL 소자의 제작 및 평가>
- [0547] 유기 EL 소자를 이하와 같이 제작하고, 평가하였다.
- [0548] (실시예 1)
- [0549] 25 mm×75 mm×1.1 mm 두께의 ITO 투명 전극(양극)을 갖는 유리 기판(지오매텍사 제조)을, 이소프로필알코올 중에서 5분간 초음파 세정을 행한 후, UV 오존 세정을 30분간 행하였다. ITO의 막 두께는, 130 nm로 하였다.
- [0550] 세정 후의 투명 전극 라인을 갖는 상기 유리 기판을 진공 증착 장치의 기판홀더에 장착하고, 먼저 투명 전극 라인이 형성되어 있는 측의 면 상에 투명 전극을 덮도록 해서 화합물 HI를 증착하여, 막 두께 5 nm의 정공 주입층을 형성하였다.
- [0551] 다음으로, 정공 주입층 상에, 화합물 HT-1을 증착하여, HI막 상에 막 두께 80 nm의 제1 정공 수송층을 형성하였다.
- [0552] 다음으로, 이 제1 정공 수송층 상에, 화합물 HT-2를 증착하여, 막 두께 15 nm의 제2 정공 수송층을 형성하였다.
- [0553] 또한, 이 제2 정공 수송층 상에, 제1 화합물로서의 화합물 BD와, 제2 화합물로서의 화합물 BH를 공증착하여, 막 두께 12 nm의 제1 유기층을 형성하였다. 제1 유기층에 있어서의 화합물 BD의 농도를 50 질량%로 하였다.
- [0554] 다음으로, 이 제1 유기층 상에, 화합물 BP-1을 증착하여, 막 두께 4 nm의 바이폴라층을 형성하였다.
- [0555] 다음으로, 이 바이폴라층 상에, 제1 화합물로서의 화합물 BD와, 제2 화합물로서의 화합물 BH를 공증착하여, 막 두께 13 nm의 제2 유기층을 형성하였다. 제2 유기층에 있어서의 화합물 BD의 농도를 50 질량%로 하였다.
- [0556] 다음으로, 이 제2 유기층 상에, 화합물 HB-1을 증착하여, 막 두께 5 nm의 장벽층을 형성하였다.
- [0557] 다음으로, 이 장벽층 상에, 화합물 ET를 증착하여, 막 두께 20 nm의 전자 수송층을 형성하였다.
- [0558] 다음으로, 이 전자 수송층 상에, 불화리튬(LiF)을 증착하여, 막 두께 1 nm의 전자 주입성 전극(음극)을 형성하였다.
- [0559] 그리고, 이 전자 주입성 전극 상에, 금속 알루미늄(Al)을 증착하여, 막 두께 80 nm의 금속 Al 음극을 형성하였다.
- [0560] 실시예 1의 유기 EL 소자의 소자 구성을 약식적으로 나타내면, 다음과 같다.
- [0561] ITO(130)/HI(5)/HT-1(80)/HT-2(15)/BH:BD(12, 50%)/BP-1(4)/BH:BD(13, 50%)/HB-1(5)/ET(20)/LiF(1)/Al(80)
- [0562] 한편, 괄호 안의 숫자는, 막 두께(단위: nm)를 나타낸다. 또한, 마찬가지로 괄호 안에 있어서, 퍼센트 표시된 숫자는, 제1 유기층 및 제2 유기층에 있어서의 제1 화합물의 비율(질량%)을 나타낸다.
- [0563] (실시예 2)
- [0564] 실시예 2의 유기 EL 소자는, 실시예 1의 바이폴라층에 있어서의 화합물 BP-1을 화합물 BP-2로 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 제작하였다.
- [0565] 실시예 2의 유기 EL 소자의 소자 구성을 약식적으로 나타내면, 다음과 같다.
- [0566] ITO(130)/HI(5)/HT-1(80)/HT-2(15)/BH:BD(12, 50%)/BP-2(4)/BH:BD(13, 50%)/HB-1(5)/ET(20)/LiF(1)/Al(80)
- [0567] (비교예 1)
- [0568] 비교예 1의 유기 EL 소자는, 실시예 1에 있어서의 제1 유기층의 막 두께를 25 nm로 변경하고, 바이폴라층 및 제2 유기층의 형성을 생략하며, 제1 유기층 위에 장벽층을 형성한 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 제작하였다.
- [0569] 비교예 1의 유기 EL 소자의 소자 구성을 약식적으로 나타내면, 다음과 같다.
- [0570] ITO(130)/HI(5)/HT-1(80)/HT-2(15)/BH:BD(25, 50%)/HB-1(5)/ET(20)/LiF(1)/Al(80)
- [0571] [유기 EL 소자의 평가]

- [0572] 실시예 1, 2 및 비교예 1에 있어서 제작한 유기 EL 소자에 대해, 이하의 평가를 행하였다. 평가 결과를 표 2에 나타낸다.
- [0573] · 구동 전압
- [0574] 전류 밀도가, 0.10 mA/cm², 1.00 mA/cm², 또는 10 mA/cm²가 되도록 ITO 투명 전극과 금속 Al 음극의 사이에 통전(通電)했을 때의 전압(단위: V)을 측정하였다.
- [0575] · 휘도 및 CIE1931 색도
- [0576] 전류 밀도가, 0.10 mA/cm², 1.00 mA/cm², 또는 10 mA/cm²가 되도록 소자에 전압을 인가했을 때의 휘도 및 CIE1931 색도 좌표 (x, y)를, 분광 방사 휘도계 CS-1000(코니카미놀타사 제조)으로 측정하였다.
- [0577] · 전류 효율 L/J 및 전력 효율 η
- [0578] 전류 밀도가, 0.10 mA/cm², 1.00 mA/cm², 또는 10 mA/cm²가 되도록 소자에 전압을 인가했을 때의 분광 방사 휘도 스펙트럼을, 상기 분광 방사 휘도계로 측정하였다. 얻어진 분광 방사 휘도 스펙트럼으로부터, 전류 효율(단위: cd/A) 및 전력 효율 η (단위: lm/W)를 산출하였다.
- [0579] · 주피크 파장 λ_p
- [0580] 얻어진 상기 분광 방사 휘도 스펙트럼으로부터 주피크 파장 λ_p 를 구하였다.
- [0581] · 외부 양자 효율 EQE
- [0582] 전류 밀도가, 0.10 mA/cm², 1.00 mA/cm², 또는 10 mA/cm²가 되도록 소자에 전압을 인가했을 때의 분광 방사 휘도 스펙트럼을 상기 분광 방사 휘도계로 측정하였다. 얻어진 상기 분광 방사 휘도 스펙트럼으로부터, 램버시안 방사를 행했다고 가정하여 외부 양자 효율 EQE(단위:%)를 산출하였다.

표 2

	전류 밀도 [mA/cm ²]	전압 [V]	휘도 [cd/m ²]	색도 x	색도 y	L/J [cd/A]	η [lm/W]	EQE [%]	λ_p [nm]
실시예 1	0.10	2.84	61.8	0.252	0.492	61.82	68.41	22.62	497
	1.00	3.17	593.2	0.249	0.487	59.32	58.88	21.85	497
	10	3.79	4523.1	0.244	0.479	45.23	37.51	16.85	496
실시예 2	0.10	2.96	61.8	0.252	0.500	61.83	65.62	22.44	499
	1.00	3.46	604.2	0.248	0.495	60.42	54.85	22.08	499
	10	4.31	4570.5	0.242	0.486	45.71	33.34	16.95	496
비교예 1	0.10	2.90	55.5	0.247	0.493	55.49	60.17	20.40	498
	1.00	3.30	540.3	0.244	0.489	54.03	51.40	19.97	497
	10	3.99	4172.1	0.240	0.482	41.72	32.82	15.58	496

- [0583]
- [0584] 표 2에 의하면, 바이폴라층을 갖는 실시예 1 및 실시예 2의 유기 EL 소자는, 바이폴라층을 갖지 않는 비교예 1의 유기 EL 소자에 비해, 발광 효율이 향상된 것을 알 수 있었다.
- [0585] (실시예 3)
- [0586] 실시예 1과 동일하게 하여 ITO 투명 전극(양극)을 갖는 유리 기판에 화합물 HI를 증착하여, 막 두께 5 nm의 정공 주입층을 형성하였다.
- [0587] 다음으로, 정공 주입층 상에, 화합물 HT-1을 증착하여, HI막 상에 막 두께 110 nm의 제1 정공 수송층을 형성하였다.
- [0588] 다음으로, 이 제1 정공 수송층 상에, 화합물 HT-2를 증착하여, 막 두께 15 nm의 제2 정공 수송층을 형성하였다.
- [0589] 또한, 이 제2 정공 수송층 상에, 제1 화합물로서의 화합물 BD와, 제2 화합물로서의 화합물 BH를 공증착하여, 막 두께 12 nm의 제1 유기층을 형성하였다. 제1 유기층에 있어서의 화합물 BD의 농도를 50 질량%로 하였다.
- [0590] 다음으로, 이 제1 유기층 상에, 화합물 BP-2와, 화합물 BD2를 공증착하여, 막 두께 4 nm의 바이폴라층을 형성하

였다. 바이폴라층에 포함되는 화합물 BD2의 농도를 1 질량%로 하였다.

[0591] 다음으로, 이 바이폴라층 상에, 제1 화합물로서의 화합물 BD와, 제2 화합물로서의 화합물 BH와, 제5 화합물로서의 화합물 BD2를 공증착하여, 막 두께 13 nm의 제2 유기층을 형성하였다. 제2 유기층에 있어서의 화합물 BD의 농도를 50 질량%로 하고, 화합물 BD2의 농도를 1 질량%로 하였다.

[0592] 다음으로, 이 제2 유기층 상에, 화합물 HB-1을 증착하여, 막 두께 5 nm의 장벽층을 형성하였다.

[0593] 다음으로, 이 장벽층 상에, 화합물 ET를 증착하여, 막 두께 35 nm의 전자 수송층을 형성하였다.

[0594] 다음으로, 이 전자 수송층 상에, 불화리튬(LiF)을 증착하여, 막 두께 1 nm의 전자 주입성 전극(음극)을 형성하였다.

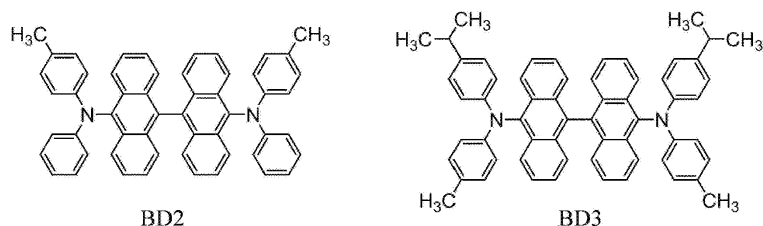
[0595] 그리고, 이 전자 주입성 전극 상에, 금속 알루미늄(Al)을 증착하여, 막 두께 80 nm의 금속 Al 음극을 형성하였다.

[0596] 실시예 3의 유기 EL 소자의 소자 구성을 약식적으로 나타내면, 다음과 같다.

[0597] ITO(130)/HI(5)/HT-1(110)/HT-2(15)/BH:BD(12, 50%)/BP-2:BD2(4, 1%)/BH:BD:BD2(13, 50%, 1%)/HB-1(5)/ET(35)/LiF(1)/Al(80)

[0598] 한편, 괄호 안의 숫자는, 막 두께(단위: nm)를 나타낸다. 또한, 마찬가지로 괄호 안에 있어서, 퍼센트 표시된 숫자는, 제1 유기층에 있어서의 화합물 BD의 비율(질량%)을 나타내고, 바이폴라층에 있어서의 화합물 BD2의 비율(질량%)을 나타내며, 제2 유기층에 있어서의 화합물 BD 및 화합물 BD2의 비율(질량%)을 나타낸다.

[0599] [화학식 99]



[0600]

[0601] (실시예 4)

[0602] 실시예 4의 유기 EL 소자는, 실시예 3의 바이폴라층 및 제2 유기층에 있어서의 화합물 BD2를 화합물 BD3으로 변경한 것 이외에는, 실시예 3과 동일하게 하여 제작하였다.

[0603] 실시예 4의 유기 EL 소자의 소자 구성을 약식적으로 나타내면, 다음과 같다.

[0604] ITO(130)/HI(5)/HT-1(110)/HT-2(15)/BH:BD(12, 50%)/BP-2:BD3(4, 1%)/BH:BD:BD3(13, 50%, 1%)/HB-1(5)/ET(35)/LiF(1)/Al(80)

[0605] 한편, 괄호 안의 숫자는, 막 두께(단위: nm)를 나타낸다. 또한, 마찬가지로 괄호 안에 있어서, 퍼센트 표시된 숫자는, 제1 유기층에 있어서의 화합물 BD의 비율(질량%)을 나타내고, 바이폴라층에 있어서의 화합물 BD2의 비율(질량%)을 나타내며, 제2 유기층에 있어서의 화합물 BD 및 화합물 BD2의 비율(질량%)을 나타낸다.

[0606] (비교예 2)

[0607] 비교예 2의 유기 EL 소자는, 실시예 3에 있어서의 제1 유기층 및 바이폴라층의 형성을 생략하고, 제2 유기층의 막 두께를 25 nm로 변경하며, 제2 유기층 위에 장벽층을 형성한 것 이외에는, 실시예 3과 동일하게 하여 제작하였다.

[0608] 비교예 2의 유기 EL 소자의 소자 구성을 약식적으로 나타내면, 다음과 같다.

[0609] ITO(130)/HI(5)/HT-1(110)/HT-2(15)/BH:BD:BD2(25, 50%, 1%)/HB-1(5)/ET(35)/LiF(1)/Al(80)

[0610] [유기 EL 소자의 평가]

[0611] 실시예 3, 4 및 비교예 2에 있어서 제작한 유기 EL 소자에 대해, 전술과 동일한 평가를 행하였다. 평가 결과를 표 3에 나타낸다.

표 3

	전류 밀도 [mA/cm ²]	전압 [V]	휘도 [cd/m ²]	색도x	색도y	L/J [cd/A]	η [lm/W]	EQE [%]	λ_p [nm]
실시예 3	0.10	3.20	82.6	0.262	0.562	82.64	81.18	27.04	514
	1.00	3.65	710.2	0.258	0.559	71.02	61.17	23.34	511
	10	4.48	4951.4	0.253	0.555	49.51	34.71	16.40	511
실시예 4	0.10	3.27	82.7	0.263	0.562	82.71	79.39	27.01	514
	1.00	3.73	725.1	0.260	0.560	72.51	61.00	23.77	513
	10	4.58	5070.6	0.256	0.555	50.71	34.79	16.73	512
비교예 2	0.10	2.94	45.9	0.257	0.578	45.92	49.13	14.66	514
	1.00	3.25	482.1	0.254	0.575	48.21	46.66	15.46	514
	10	3.98	4266.9	0.250	0.572	42.67	33.70	13.75	512

[0612]

[0613] 표 3에 의하면, 실시예 3 및 실시예 4의 유기 EL 소자는, 바이폴라층을 갖고, 제4 화합물과 제5 화합물을 포함하고 있으며, 그 결과, 비교예 2의 유기 EL 소자에 비해 발광 효율이 향상된 것을 알 수 있었다.

[0614] (실시예 5)

[0615] 25 mm×75 mm×1.1 mm 두께의 ITO 투명 전극(양극)을 갖는 유리 기판(지오메텍사 제조)을, 이소프로필알코올 중에서 5분간 초음파 세정을 행한 후, UV 오존 세정을 30분간 행하였다. ITO의 막 두께는, 130 nm로 하였다.

[0616] 세정 후의 투명 전극 라인을 갖는 상기 유리 기판을 진공 증착 장치의 기판홀더에 장착하고, 먼저 투명 전극 라인이 형성되어 있는 측의 면 상에 투명 전극을 덮도록 해서 화합물 HI-2를 증착하여, 막 두께 10 nm의 정공 주입층을 형성하였다.

[0617] 다음으로, 정공 주입층 상에, 화합물 HT-3을 증착하여, 막 두께 10 nm의 정공 수송층을 형성하였다.

[0618] 다음으로, 이 정공 수송층 상에, 제1 화합물로서의 화합물 YD와, 제2 화합물로서의 화합물 YH를 공증착하여, 막 두께 20 nm의 제1 유기층을 형성하였다. 제1 유기층에 있어서의 화합물 YD의 농도를 20 질량%로 하였다.

[0619] 다음으로, 이 제1 유기층 상에, 화합물 BP-2를 증착하여, 막 두께 5 nm의 바이폴라층을 형성하였다.

[0620] 다음으로, 이 바이폴라층 상에, 제1 화합물로서의 화합물 BH-2와, 제2 화합물로서의 화합물 BH-3과, 제5 화합물로서의 화합물 BD4를 공증착하여, 막 두께 20 nm의 제2 유기층을 형성하였다. 제2 유기층에 있어서의 화합물 BH-2의 농도를 50 질량%로 하고, 화합물 BD4의 농도를 1 질량%로 하였다.

[0621] 다음으로, 이 제2 유기층 상에, 화합물 BP-2를 증착하여, 막 두께 5 nm의 장벽층을 형성하였다.

[0622] 다음으로, 이 장벽층 상에, 화합물 ET를 증착하여, 막 두께 35 nm의 전자 수송층을 형성하였다.

[0623] 다음으로, 이 전자 수송층 상에, 불화리튬(LiF)을 증착하여, 막 두께 1 nm의 전자 주입성 전극(음극)을 형성하였다.

[0624] 그리고, 이 전자 주입성 전극 상에, 금속 알루미늄(Al)을 증착하여, 막 두께 80 nm의 금속 Al 음극을 형성하였다.

[0625] 실시예 5의 유기 EL 소자의 소자 구성을 약식적으로 나타내면, 다음과 같다.

[0626] ITO(130)/HI-2(10)/HT-3(10)/YH:YD(20, 20%)/BP-2(5)/BH-3:BH-2:BD4(20, 50%, 1%)/BP-2(5)/ET(35)/LiF(1)/Al(80)

[0627] 한편, 괄호 안의 숫자는, 막 두께(단위: nm)를 나타낸다. 또한, 마찬가지로 괄호 안에 있어서, 퍼센트 표시된 숫자는, 제1 유기층에 있어서의 제1 화합물의 비율(질량%), 및 제2 유기층에 있어서의 제1 화합물 및 제5 화합물의 비율(질량%)을 나타낸다.

[0628] (비교예 3)

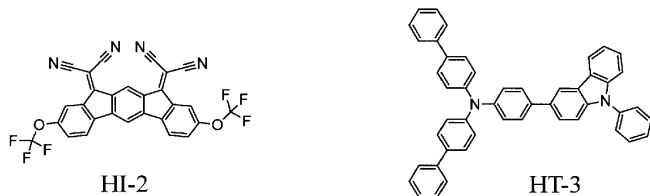
[0629] 비교예 3의 유기 EL 소자는, 실시예 5에 있어서의 제1 유기층의 막 두께를 25 nm로 변경하고, 바이폴라층의 형성을 생략한 것 이외에는, 실시예 5와 동일하게 하여 제작하였다.

[0630] 비교예 3의 유기 EL 소자의 소자 구성을 약식적으로 나타내면, 다음과 같다.

[0631] ITO(130)/HI-2(10)/HT-3(10)/YH:YD(25, 20%)/BH-3:BH-2:BD4(20, 50%, 1%)/BP-2(5)/ET(35)/LiF(1)/Al(80)

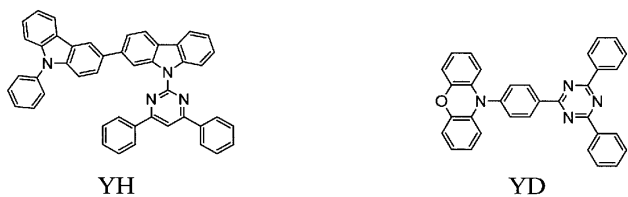
[0632] 실시예 5 및 비교예 3에서 이용한 화합물은, 전술한 화합물 외에, 하기의 화합물도 이용하였다.

[0633] [화학식 100]



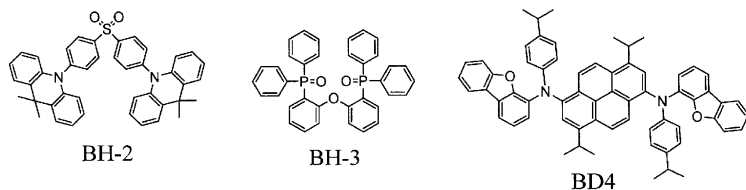
[0634]

[0635] [화학식 101]



[0636]

[0637] [화학식 102]



[0638]

[0639] 화합물 YH의 T_{77K} 는, 2.74 eV였다. 화합물 YD의 T_{77K} 는, 2.56 eV였다.

[0640] [유기 EL 소자의 평가]

[0641] 실시예 5 및 비교예 3에 있어서 제작한 유기 EL 소자에 대해, 전술과 동일한 평가를 행하였다. 평가 결과를 표 4에 나타낸다. 한편, 평가 항목은, CIE1931 색도, 외부 양자 효율 EQE, 및 주피크 파장 λ_p 로 하였다. 각 항목의 측정은, 전류 밀도가, 1.00 mA/cm²가 되도록 소자에 전압을 인가하여 행하였다. 외부 양자 효율 EQE는, 비교예 3의 EQE값을 1.00으로 하고, 이 EQE값에 대한 비로 나타내었다.

표 4

	전류 밀도 [mA/cm ²]	색도x	색도y	EQE [a.u.]	λ_p [nm]
실시예 5	1.00	0.259	0.341	1.11	464
비교예 3	1.00	0.254	0.342	1.00	466

[0642]

[0643] 표 4에 나타나 있는 바와 같이, 바이폴라층을 갖는 실시예 5의 유기 EL 소자는, 바이폴라층을 갖지 않는 비교예 3의 유기 EL 소자에 비해, 외부 양자 효율이 1.11배 향상되었다. 실시예 5의 유기 EL 소자는, 색도의 값이 나타내는 바와 같이, 백색으로 발광하였다.

부호의 설명

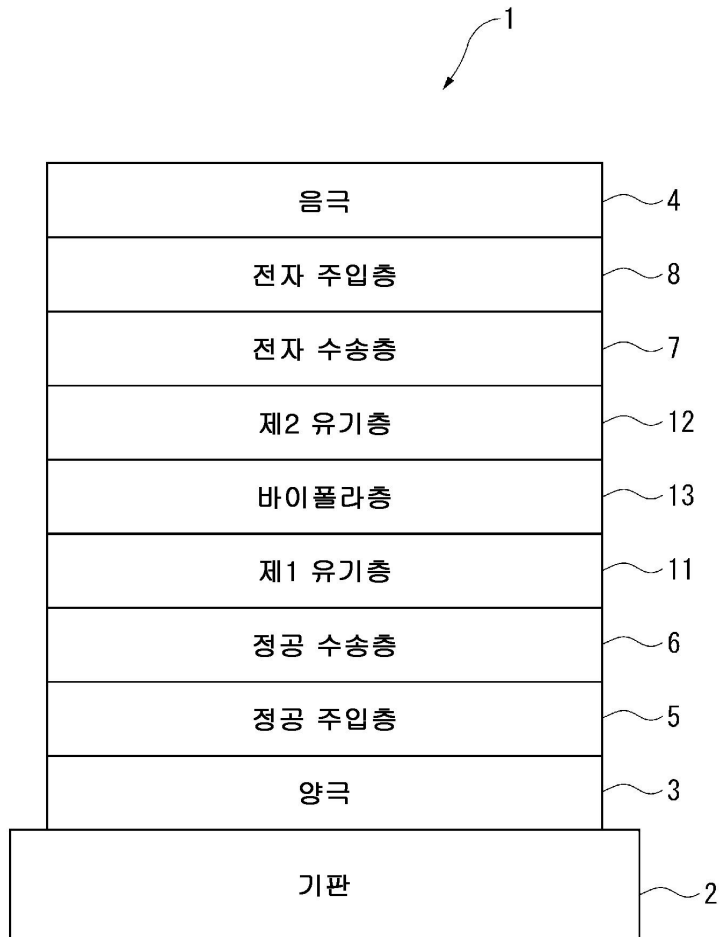
[0644] 1: 유기 EL 소자 3: 양극

4: 음극 6: 정공 수송층

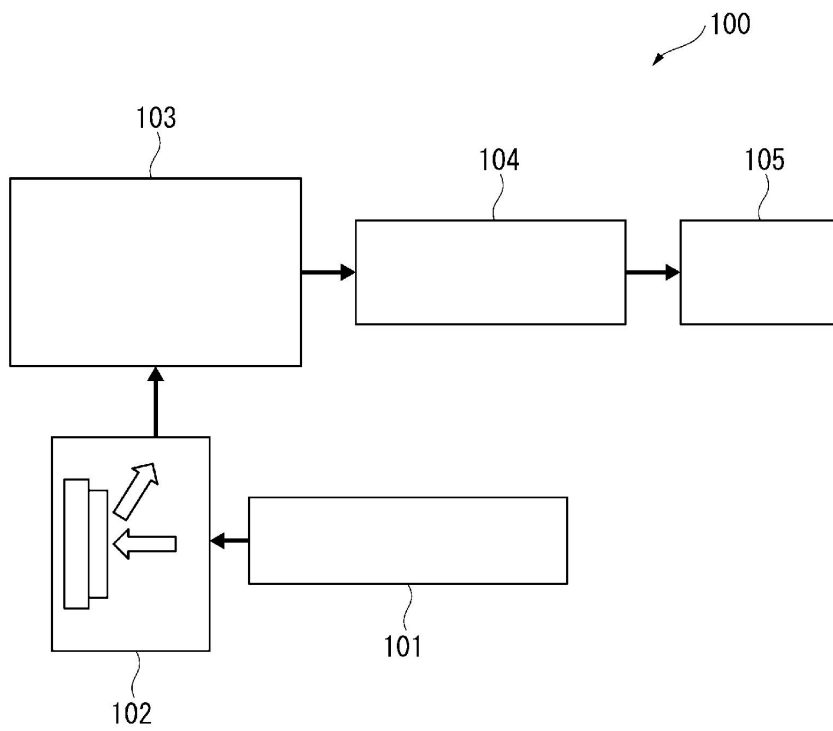
7: 전자 수송층 11: 제1 유기층
12: 제2 유기층 13: 바이폴라층

도면

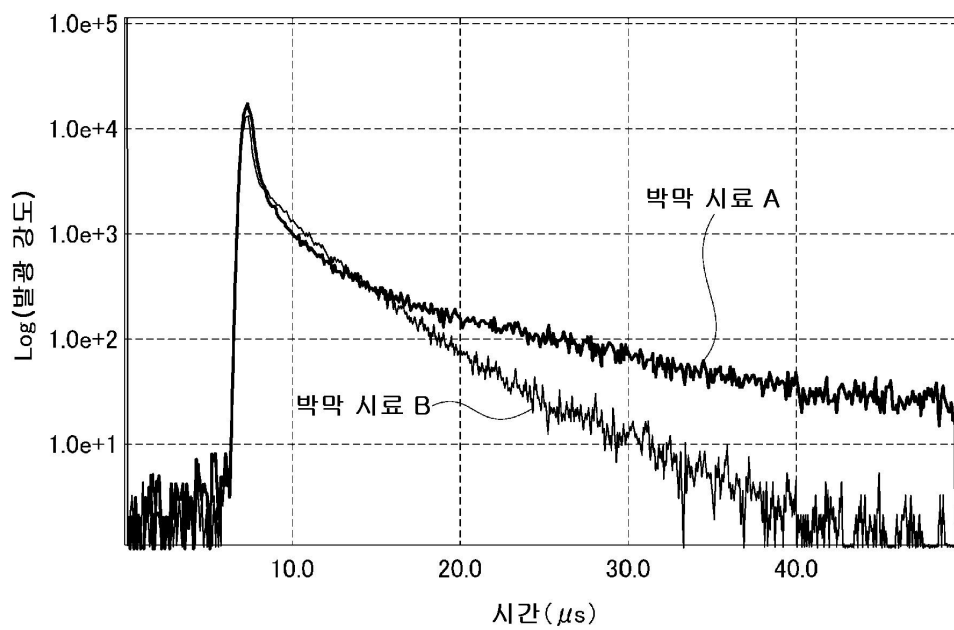
도면1



도면2



도면3



도면4

