



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년06월25일
 (11) 등록번호 10-1993015
 (24) 등록일자 2019년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
CO9K 11/06 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-7033685
 (22) 출원일자(국제) 2013년06월20일
 심사청구일자 2017년04월03일
 (85) 번역문제출일자 2013년12월18일
 (65) 공개번호 10-2014-0043091
 (43) 공개일자 2014년04월08일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2012/065778
 (87) 국제공개번호 WO 2012/176818
 국제공개일자 2012년12월27일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2011-141258 2011년06월24일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020040094842 A*
 KR1020090035729 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 이데미쓰 고산 가부시키키가이샤
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 1반 1고
 (72) 발명자
 니시무라 가즈키
 일본 지바켄 소테가우라시 가미이즈미 1280반치
오기와라 도시나리
 일본 지바켄 소테가우라시 가미이즈미 1280반치
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 김진희, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 송이화

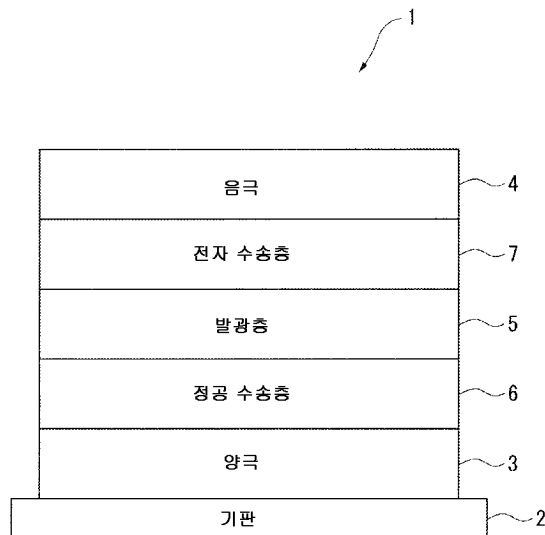
(54) 발명의 명칭 **유기 일렉트로루미네선스 소자**

(57) 요약

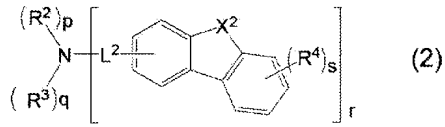
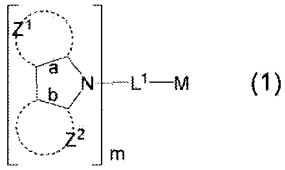
양극 및 음극과, 상기 양극과 상기 음극의 사이에 적어도 발광층이 존재하는 유기 일렉트로루미네선스 소자로서, 상기 발광층은 주성분으로서의 제 1 호스트 재료와, 제 2 호스트 재료와, 인광 발광성 도펀트 재료를 함유하고, 상기 제 1 호스트 재료는 하기 일반식 (1) 로 나타내는 화합물이며, 상기 제 2 호스트 재료는 하기 일반식 (2)

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



로 나타내는 화합물인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.



(72) 발명자

아라카네 다카시

일본 지바켄 소테가우라시 가미이즈미 1280반치

히비노 구미코

일본 지바켄 소테가우라시 가미이즈미 1280반치

명세서

청구범위

청구항 1

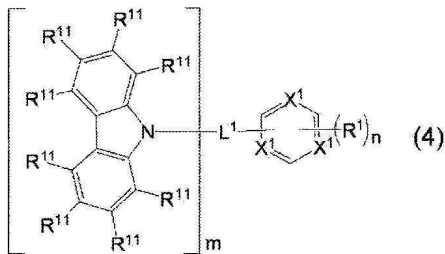
양극 및 음극과, 상기 양극과 상기 음극의 사이에 적어도 발광층이 존재하는 유기 일렉트로루미네선스 소자로서,

상기 발광층은 주성분인 제 1 호스트 재료와 함께,

제 2 호스트 재료, 및 인광 발광성 도펀트 재료를 함유하고,

상기 제 1 호스트 재료는 하기 일반식 (4) 로 나타내는 화합물이며,

상기 제 2 호스트 재료는 하기 일반식 (2) 로 나타내는 화합물인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.



[일반식 (4) 에 있어서, L^1 은

단결합 또는 연결기이며, 연결기로서는,

고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기,

고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기,

고리 형성 탄소수 5 ~ 30 의 고리형 탄화수소기, 또는,

이들이 서로 결합한 기를 나타낸다.

X^1 은 질소 원자 또는 $C-R^{10}$ 이며, 복수의 X^1 중 적어도 1 개는 질소 원자이다.

R^1 , R^{10} 및 R^{11} 은 각각 독립적으로

수소 원자, 불소 원자, 시아노기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알킬기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알콕시기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알킬기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알콕시기,

탄소수 1 ~ 10 의 치환 혹은 비치환의 알킬실릴기,

탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 아릴실릴기,

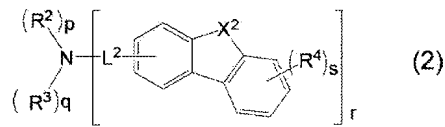
고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기, 또는,

고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기를 나타낸다.

복수의 R^{11} 은 서로 동일하거나 상이해도 되고, 복수의 X^1 은 서로 동일하거나 상이해도 되며, 복수의 R^1 은 서로 동

일하거나 상이해도 된다.

m 및 n 은 각각 1 ~ 2 의 정수를 나타낸다.]



[일반식 (2) 에 있어서, X^2 는 황 원자 또는 산소 원자이며,

L^2 는 단결합 또는 연결기이며, 상기 일반식 (4) 에 있어서의 L^1 과 동의이다.

$R^2 \sim R^3$ 은 각각 독립적으로

고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기 또는

고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기이다.

R^4 는 수소 원자, 불소 원자, 시아노기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알킬기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알콕시기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알킬기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알콕시기,

탄소수 1 ~ 10 의 치환 혹은 비치환의 알킬실릴기,

탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 아릴실릴기,

고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기, 또는,

고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기를 나타내고, 단, 복수의 R^4 은 서로 동일하거나 상이해도 된다.

p, q 는 각각 0 ~ 2, r 은 1 ~ 3 의 정수를 나타내고, $p+q+r = 3$ 이다.

s 는 1 ~ 4 의 정수를 나타낸다. s 가 2 ~ 4 의 정수인 경우, 복수의 R^4 는 각각 동일하거나 상이해도 된다.]

청구항 2

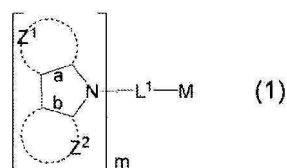
양극 및 음극과, 상기 양극과 상기 음극의 사이에 적어도 발광층이 존재하는 유기 일렉트로루미네선스 소자로서,

상기 발광층은 주성분인 제 1 호스트 재료와 함께,

제 2 호스트 재료, 및 인광 발광성 도펀트 재료를 함유하고,

상기 제 1 호스트 재료는 하기 일반식 (1) 로 나타내는 화합물이며,

상기 제 2 호스트 재료는 하기 일반식 (2) 로 나타내는 화합물인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.



[일반식 (1) 에 있어서, Z^1 은 a 에 있어서 축합되어 있는 하기 일반식 (1-1) 또는 (1-2) 로 나타내는 고리 구조를 나타낸다. Z^2 는 b에 있어서 축합되어 있는 하기 일반식 (1-1) 또는 (1-2) 로 나타내는 고리 구조를 나타낸다.

M 은 고리 형성 탄소수 2 ~ 40 의 치환 혹은 비치환의 질소 함유 헤테로 방향족 고리이며,

L^1 은

단결합 또는 연결기이며, 연결기로서는,

고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기,

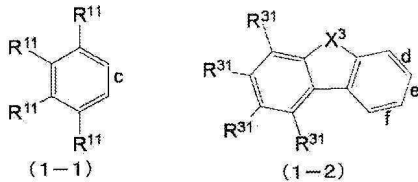
고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기,

고리 형성 탄소수 5 ~ 30 의 고리형 탄화수소기, 또는,

이들이 서로 결합한 기를 나타낸다.

m 은 1 또는 2 이다.]

m이 1인 경우, Z^1 및 Z^2 중 적어도 하나는 하기 식(1-2)로 표시되고, m이 2인 경우, 복수의 Z^1 및 복수의 Z^2 중 적어도 하나는 하기 식 (1-2)로 표시된다.



[상기 일반식 (1-1) 및 (1-2) 에 있어서 c, d, e, f 는 각각 상기 일반식 (1) 의 a 또는 b 에 있어서 축합되어 있는 것을 나타낸다.

R^{11} 및 R^{31} 은 각각 독립적으로

수소 원자, 불소 원자, 시아노기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알킬기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알콕시기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알킬기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알콕시기,

탄소수 1 ~ 10 의 치환 혹은 비치환의 알킬실릴기,

탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 아릴실릴기,

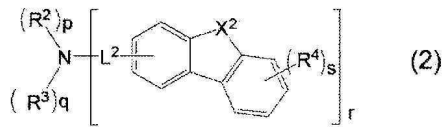
고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기, 또는,

고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기를 나타낸다.

단, 복수의 R^{11} 은 서로 동일하거나 상이해도 되고,

복수의 R^{31} 은 서로 동일하거나 상이해도 된다.

X^3 은 황 원자 또는 산소 원자이다.]



[일반식 (2) 에 있어서, X^2 는 황 원자, 산소 원자, 또는 $N-R^5$ 이며,

L^2 는 단결합 또는 연결기이며, 상기 일반식 (1) 에 있어서의 L^1 과 동의이다.

$R^2 \sim R^3$ 은 각각 독립적으로

고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기 또는

고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기이다.

$R^4 \sim R^5$ 는 각각 상기 일반식 (1-1) 및 (1-2) 에 있어서의 R^{11} 및 R^{31} 과 동의이다.

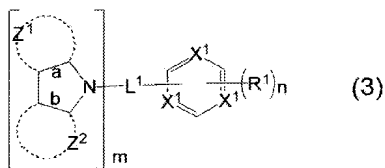
p, q 는 각각 0 ~ 2, r 은 1 ~ 3 의 정수를 나타내고, $p+q+r = 3$ 이다.

s 는 1 ~ 4 의 정수를 나타낸다. s 가 2 ~ 4 의 정수인 경우, 복수의 R^4 는 각각 동일하거나 상이해도 된다.]

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 호스트 재료는 하기 일반식 (3) 으로 나타내는 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.



[일반식 (3) 에 있어서, Z^1 은 a 에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-1) 또는 (1-2) 로 나타내는 고리 구조를 나타낸다. Z^2 는 b 에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-1) 또는 (1-2) 로 나타내는 고리 구조를 나타낸다.

L^1 은

단결합 또는 연결기이며, 연결기로서는,

고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기,

고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기,

고리 형성 탄소수 5 ~ 30 의 고리형 탄화수소기, 또는,

이들이 서로 결합한 기를 나타낸다.

X^1 은 질소 원자 또는 $C-R^{10}$ 이며, 복수의 X^1 중 적어도 1 개는 질소 원자이다.

R^1 및 R^{10} 은 각각 독립적으로

수소 원자, 불소 원자, 시아노기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알킬기,

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알콕시기,
 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알킬기,
 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알콕시기,
 탄소수 1 ~ 10 의 치환 혹은 비치환의 알킬실릴기,
 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 아릴실릴기,
 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기, 또는,
 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기를 나타낸다.

복수의 X^1 은 서로 동일하거나 상이해도 되고, 복수의 R^1 은 서로 동일하거나 상이해도 된다.
 m 및 n 은 각각 1 ~ 2 의 정수를 나타낸다.

m이 1인 경우, Z^1 및 Z^2 중 적어도 하나는 상기 식(1-2)로 표시되고, m이 2인 경우, 복수의 Z^1 및 복수의 Z^2 중 적어도 하나는 상기 식 (1-2)로 표시된다.

상기 일반식 (1-1) 및 (1-2) 에 있어서, c, d, e, f 는 각각 상기 일반식 (3) 의 a 또는 b 에 있어서 축합되어 있는 것을 나타낸다.]

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 호스트 재료의 이온화 포텐셜 I_p (h1), 상기 제 2 호스트 재료의 이온화 포텐셜 I_p (h2) 및 상기 인광 발광성 도펀트 재료의 이온화 포텐셜 I_p (d) 는 하기의 관계를 만족시키는 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

$$I_p (h1) > I_p (h2) > I_p (d)$$

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 인광 발광성 도펀트 재료의 발광 피크 파장이 510 nm 이상 570 nm 이하인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 호스트 재료의 이온화 포텐셜 I_p (h1), 상기 제 2 호스트 재료의 이온화 포텐셜 I_p (h2) 및 상기 인광 발광성 도펀트 재료의 이온화 포텐셜 I_p (d) 는 하기의 관계를 만족시키는 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

$$I_p (h1) > I_p (h2) > I_p (d)$$

청구항 7

제 1 항에 있어서,

복수의 X^1 중 2개 또는 3개가 질소 원자이며, 복수의 X^1 중 나머지는 CR^{10} 이고,

R^4 는 수소, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

복수의 X^1 중 2개 또는 3개가 질소 원자이며, 복수의 X^1 중 나머지는 CR_{10} 이고,

R^{10} 은 수소 원자이며,

R^4 는 수소, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이고,

r 은 1 또는 2인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

복수의 X^1 중 2개 또는 3개가 질소 원자이며, 복수의 X^1 중 나머지는 CR^{10} 이고,

R^{10} 은 수소 원자이며,

R^1 은 비치환의 페닐기 또는 비치환의 비페닐기이고,

n 은 2이며,

R^4 는 수소, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이고,

r 은 1 또는 2이며,

L^2 는 단결합, 비치환의 페닐렌기, 또는 비치환의 비페닐디일기인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

복수의 X^1 중 2개 또는 3개가 질소 원자이며, 복수의 X^1 중 나머지는 CR^{10} 이고,

R^{10} 은 수소 원자이며,

R^1 은 비치환의 페닐기 또는 비치환의 비페닐기이고,

n 은 2이며,

L^1 은 단결합, 비치환의 페닐렌기, 또는 비치환의 비페닐디일기이고,

R^4 는 수소, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이며,

r 은 1 또는 2이고,

L^2 는 단결합, 비치환의 페닐렌기, 또는 비치환의 비페닐디일기이며,

R^2 및 R^3 은 치환 혹은 비치환의 고리 형성 탄소수 6~30의 아릴기인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

복수의 X^1 중 2개 또는 3개가 질소 원자이며, 복수의 X^1 중 나머지는 CR^{10} 이고,

R^{10} 은 수소 원자이며,

R^1 은 비치환의 페닐기 또는 비치환의 비페닐기이고,

n 은 2이며,

L^1 은 단결합, 비치환의 페닐렌기, 또는 비치환의 비페닐디일기이고,

R^{11} 은 수소, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이며,

R^4 는 수소, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이고,

r 은 1 또는 2이며,

L^2 는 단결합, 비치환의 페닐렌기, 또는 비치환의 비페닐디일기이고,

R^2 및 R^3 은 비치환의 고리 형성 탄소수 6~30의 아릴기인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 12

제 3 항에 있어서,

Z^1 은 a 에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-2)로 표시되는 고리 구조를 나타내고,

Z^2 는 b 에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-1)로 표시되는 고리 구조를 나타내며,

R^4 는 수소, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 13

제 3 항에 있어서, Z^1 은 a 에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-2)로 표시되는 고리 구조를 나타내고,

Z^2 는 b 에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-1)로 표시되는 고리 구조를 나타내며,

R^{11} 및 R^{31} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이고,

R^4 는 수소, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이며,

r 은 1 또는 2인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 14

제 3 항에 있어서,

Z^1 은 a 에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-2)로 표시되는 고리 구조를 나타내고,

Z^2 는 b 에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-1)로 표시되는 고리 구조를 나타내며,

R^{11} 및 R^{31} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이고,

m 은 1이며,

R^4 는 수소, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이고,

r 은 1 또는 2이며,

L^2 는 단결합, 비치환의 페닐렌기, 또는 비치환의 비페닐디일기인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 15

제 3 항에 있어서,

Z^1 은 a에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-2)로 표시되는 고리 구조를 나타내고,

Z^2 는 b에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-1)로 표시되는 고리 구조를 나타내며,

R^{11} 및 R^{31} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이고,

m은 1이며,

복수의 X^1 중 2개 또는 3개가 질소 원자이고, 복수의 X^1 중 나머지는 CR^{10} 이며,

R^{10} 은 수소 원자이고,

R^4 는 수소, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이며,

r은 1 또는 2이고,

L^2 는 단결합, 비치환의 페닐렌기, 또는 비치환의 비페닐디일기이며,

R^2 및 R^3 은 치환 혹은 비치환의 고리 형성 탄소수 6~30의 아릴기인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 16

제 3 항에 있어서,

Z^1 은 a에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-2)로 표시되는 고리 구조를 나타내고,

Z^2 는 b에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-1)로 표시되는 고리 구조를 나타내며,

R^{11} 및 R^{31} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이고,

m은 1이며,

복수의 X^1 중 2개 또는 3개가 질소 원자이고, 복수의 X^1 중 나머지는 CR^{10} 이며,

R^{10} 은 수소 원자이고,

R^1 은 비치환의 페닐기, 또는 비치환의 비페닐기이며,

R^4 는 수소, 비치환의 페닐기, 비치환의 비페닐기, 또는 비치환의 탄소수 1~6의 알킬기이고,

r은 1 또는 2이며,

L^2 는 단결합, 비치환의 페닐렌기, 또는 비치환의 비페닐디일기이고,

R^2 및 R^3 은 비치환의 고리 형성 탄소수 6~30의 아릴기인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 유기 일렉트로루미네선스 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

[0002] 양극과 음극의 사이에 발광층을 포함하는 발광 유닛을 구비하고, 발광층에 주입된 정공과 전자의 재결합에 의해 생기는 여기자 (엑시톤) 에너지로부터 발광을 얻는 유기 일렉트로루미네선스 소자 (이하, 유기 EL 소자라고 한다.) 가 알려져 있다.

[0003] 유기 EL 소자로서는, 발광 재료로서 인광 발광성 도펀트 재료를 이용하는, 인광형의 유기 EL 소자가 알려져 있다. 인광형의 유기 EL 소자는, 인광 발광성 도펀트 재료의 여기 상태의 일중항 상태와 삼중항 상태를 이용함으로써, 높은 발광 효율을 달성할 수 있다. 이것은, 발광층 내에서 정공과 전자가 재결합할 때에는 스핀 다중도의 차이에서 일중항 여기자(勵起子)와 삼중항 여기자가 1 : 3 의 비율로 생성된다고 생각되고 있으므로, 형광 발광 재료만을 사용한 경우와 비교하여, 3 ~ 4 배의 발광 효율을 달성할 수 있다고 생각되기 때문이다.

[0004] 특허문헌 1 에는, 인광 발광성 도펀트 재료와 조합하여 사용할 수 있는 인광 호스트 재료로서 바람직한 아릴카르바조일기 또는 카르바조일알킬렌기에 질소 함유 헤테로고리기가 결합한 화합물이 기재되어 있다. 그리고, 인광 발광성 도펀트 재료와 이 화합물을 발광층에 사용함으로써, 저전압으로 구동하고, 색 순도가 높은 유기 EL 소자가 얻어진다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 국제 공개 제2003/080760호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 그러나, 특허문헌 1 에 기재된 인광 호스트 재료에서는, HOMO 가 커서, 발광층에의 정공 주입이 어려웠다. 그 때문에, 특허문헌 1 에 기재된 유기 EL 소자에서는, 인광 발광성 도펀트 재료의 HOMO 를 사용하여 발광층에의 정공 주입을 실시하여, 인광 발광성 도펀트 재료의 농도가 유기 EL 소자의 성능을 좌우하고 있었다. 그리고, 인광 발광성 도펀트 재료의 농도가 낮은 경우에는, 발광층에의 정공 주입이 곤란해져, 정공과 전자의 재결합이 부족하여 초기 특성이 저하됨과 함께, 정공 수송층 계면에서의 발광이 되기 때문에, 수명도 저하된다는 문제가 있었다. 그러나, 인광 발광성 도펀트 재료의 농도를 높게 하면, 농도 소광에 의한 발광 효율의 저하를 야기한다는 문제가 있었다.

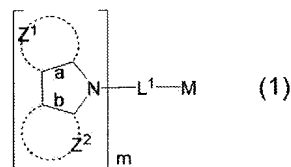
[0007] 본 발명의 목적은, 인광 발광성 도펀트 재료가 저농도이어도, 발광 효율이 높고, 장수명의 유기 일렉트로루미네선스 소자를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명자들은, 상기 목적을 달성하기 위해서, 예의 연구를 거듭한 결과, 발광층에 있어서, 주성분으로서의 특정의 제 1 호스트 재료에 특정의 제 2 호스트 재료를 조합하여 함유시킴으로써, 발광층과 인접층의 에너지 장벽을 작게 할 수 있고, 인광 발광성 도펀트 재료의 함유량을 억제하면서도 발광층에의 정공의 주입 효율을 향상할 수 있는 것을 알아냈다. 본 발명은 이러한 지견에 기초하여 완성한 것이다.

[0009] 본 발명의 유기 일렉트로루미네선스 소자는 양극 및 음극과, 상기 양극과 상기 음극의 사이에 적어도 발광층이 존재하는 유기 일렉트로루미네선스 소자로서, 상기 발광층은 주성분으로서의 제 1 호스트 재료와, 제 2 호스트 재료와, 인광 발광성 도펀트 재료를 함유하고, 상기 제 1 호스트 재료는 하기 일반식 (1) 로 나타내는 화합물이며, 상기 제 2 호스트 재료는 하기 일반식 (2) 로 나타내는 화합물인 것을 특징으로 한다.

[0010] [화학식 1]



[0011]

[0012] [일반식 (1) 에 있어서, Z^1 은 a 에 있어서 축합되어 있는 하기 일반식 (1-1) 또는 (1-2) 로 나타내는 고리 구조를 나타낸다. Z^2 는 b 에 있어서 축합되어 있는 하기 일반식 (1-1) 또는 (1-2) 로 나타내는 고리 구조를 나타낸다. 단, Z^1 또는 Z^2 중 적어도 어느 1 개는 하기 일반식 (1-1) 로 나타낸다.

[0013] M 은 고리 형성 탄소수 2 ~ 40 의 치환 혹은 비치환의 질소 함유 헤테로 방향족 고리이며,

[0014] L^1 은

[0015] 단결합 또는 연결기이며, 연결기로서는,

[0016] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기,

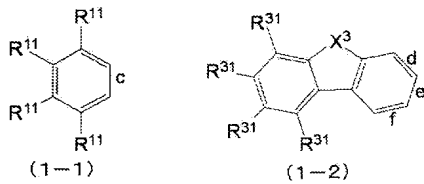
[0017] 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기,

[0018] 고리 형성 탄소수 5 ~ 30 의 고리형 탄화수소기, 또는,

[0019] 이들이 서로 결합한 기를 나타낸다.

[0020] m 은 1 또는 2 이다.]

[0021] [화학식 2]



[0022] [일반식 (1-1) 및 (1-2) 에 있어서 c, d, e, f 는 각각 상기 일반식 (1) 의 a 또는 b 에 있어서 축합되어 있는 것을 나타낸다.

[0024] R^{11} 및 R^{31} 은 각각 독립적으로

[0025] 수소 원자, 불소 원자, 시아노기,

[0026] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알킬기,

[0027] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알콕시기,

[0028] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알킬기,

[0029] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알콕시기,

[0030] 탄소수 1 ~ 10 의 치환 혹은 비치환의 알킬실릴기,

[0031] 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 아릴실릴기,

[0032] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기, 또는,

[0033] 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기를 나타낸다.

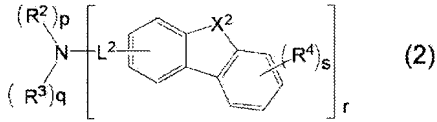
[0034] 단, 복수의 R^{11} 은 서로 동일하거나 상이해도 되고,

[0035] 복수의 R^{31} 은 서로 동일하거나 상이해도 된다.

[0036] X^3 은 황 원자, 산소 원자, 또는 $N-R^{32}$ 이며,

[0037] R^{32} 는 상기 R^{11} 및 R^{31} 과 동의이다.]

[0038] [화학식 3]



[0039]

[0040] [일반식 (2) 에 있어서, X² 는 황 원자, 산소 원자, 또는 N-R⁵ 이며,

[0041] L² 는 단결합 또는 연결기이며, 상기 일반식 (1) 에 있어서의 L¹ 과 동의이다.

[0042] R² ~ R³ 은 각각 독립적으로

[0043] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기 또는

[0044] 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기이다.

[0045] R⁴ ~ R⁵ 는 각각 상기 일반식 (1-1) 및 (1-2) 에 있어서의 R¹¹ 및 R³¹ 과 동의이다.

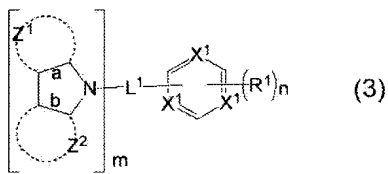
[0046] p, q 는 각각 0 ~ 2, r 은 1 ~ 3 의 정수를 나타내고, p+q+r = 3 이다.

[0047] s 는 1 ~ 4 의 정수를 나타낸다. s 가 2 ~ 4 의 정수인 경우, 복수의 R⁴ 는 각각 동일하거나 상이해도 된다.]

[0048] 여기서, 「주성분으로서」란, 발광층에 있어서, 제 1 호스트 재료가 50 질량% 이상 함유되어 있는 것을 의미한다.

[0049] 또한, 본 발명의 유기 일렉트로루미네선스 소자에서는, 상기 제 1 호스트 재료는 하기 일반식 (3) 으로 나타내는 것이 바람직하다.

[0050] [화학식 4]



[0051]

[0052] [일반식 (3) 에 있어서, Z¹ 은 a 에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-1) 또는 (1-2) 로 나타내는 고리 구조를 나타낸다. Z² 는 b 에 있어서 축합되어 있는 상기 일반식 (1-1) 또는 (1-2) 로 나타내는 고리 구조를 나타낸다. 단, Z¹ 또는 Z² 중 적어도 어느 1 개는 상기 일반식 (1-1) 로 나타낸다.

[0053] L¹ 은

[0054] 단결합 또는 연결기이며, 연결기로서는,

[0055] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기,

[0056] 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기,

[0057] 고리 형성 탄소수 5 ~ 30 의 고리형 탄화수소기, 또는,

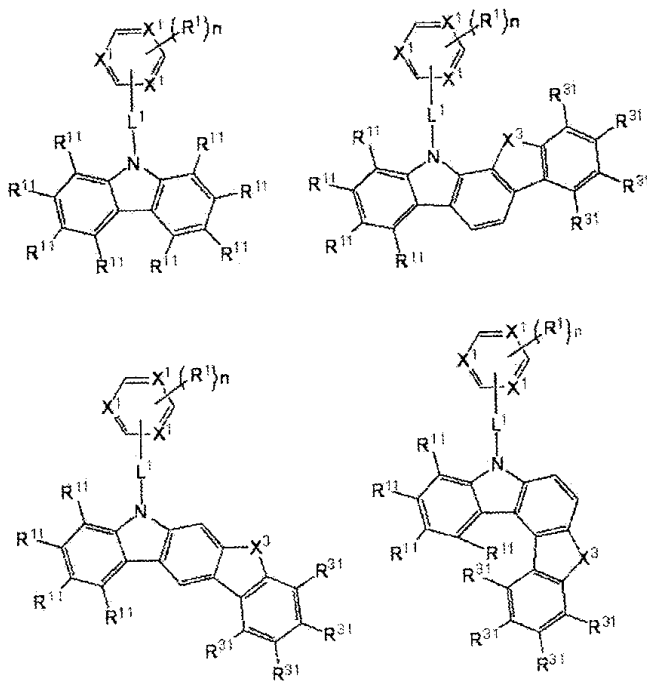
[0058] 이들이 서로 결합한 기를 나타낸다.

[0059] X¹ 은 질소 원자 또는 C-R¹⁰ 이며, 복수의 X¹ 중 적어도 1 개는 질소 원자이다.

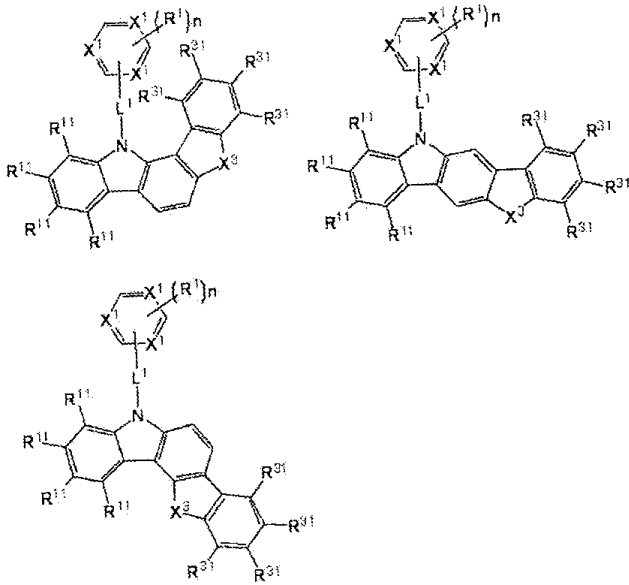
[0060] R¹ 및 R¹⁰ 은 각각 독립적으로

[0061] 수소 원자, 불소 원자, 시아노기,

- [0062] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알킬기,
- [0063] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알콕시기,
- [0064] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알킬기,
- [0065] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알콕시기,
- [0066] 탄소수 1 ~ 10 의 치환 혹은 비치환의 알킬실릴기,
- [0067] 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 아릴실릴기,
- [0068] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기, 또는,
- [0069] 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기를 나타낸다.
- [0070] m 및 n 은 각각 1 ~ 2 의 정수를 나타낸다.
- [0071] 상기 일반식 (1-1) 및 (1-2) 에 있어서, c, d, e, f 는 각각 상기 일반식 (3) 의 a 또는 b 에 있어서 축합되어 있는 것을 나타낸다.]
- [0072] 여기서, 상기 일반식 (3) 에 있어서의 a, b 에 있어서, 상기 일반식 (1-1) 및 (1-2) 가 축합되어 있는 화합물로서는, 하기 일반식으로 나타내는 것을 들 수 있다.
- [0073] [화학식 5]



[0074]



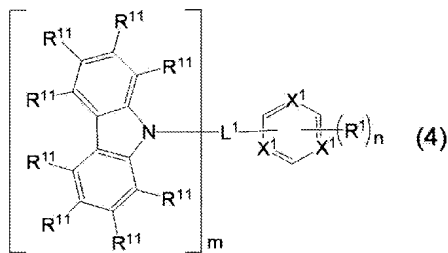
[0075]

[0076]

그리고, 본 발명의 유기 일렉트로루미네이션 소자에서는, 상기 제 1 호스트 재료는 하기 일반식 (4) 로 나타내는 것이 보다 바람직하다.

[0077]

[화학식 6]



[0078]

[0079]

[일반식 (4) 에 있어서, L^1 은

[0080]

단결합 또는 연결기이며, 연결기로서는,

[0081]

고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기,

[0082]

고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기,

[0083]

고리 형성 탄소수 5 ~ 30 의 고리형 탄화수소기, 또는,

[0084]

이들이 서로 결합한 기를 나타낸다.

[0085]

X^1 은 질소 원자 또는 $C-R^{10}$ 이며, 복수의 X^1 중 적어도 1 개는 질소 원자이다.

[0086]

R^1 , R^{10} 및 R^{11} 은 각각 독립적으로

[0087]

수소 원자, 불소 원자, 시아노기,

[0088]

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알킬기,

[0089]

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알콕시기,

[0090]

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알킬기,

[0091]

탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알콕시기,

[0092]

탄소수 1 ~ 10 의 치환 혹은 비치환의 알킬실릴기,

[0093]

탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 아릴실릴기,

- [0094] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기, 또는,
- [0095] 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기를 나타낸다.
- [0096] m 및 n 은 각각 1 ~ 2 의 정수를 나타낸다.]
- [0097] 또, 본 발명의 유기 일렉트로루미네선스 소자에서는, 상기 제 1 호스트 재료의 이온화 포텐셜 I_p (h1), 상기 제 2 호스트 재료의 이온화 포텐셜 I_p (h2) 및 상기 인광 발광성 도펀트 재료의 이온화 포텐셜 I_p (d) 는 하기의 관계를 만족시키는 것이 바람직하다.
- [0098] I_p (h1) > I_p (h2) > I_p (d)
- [0099] 또한, 본 발명의 유기 일렉트로루미네선스 소자에서는, 상기 인광 발광성 도펀트 재료의 발광 피크 파장이 510 nm 이상 570 nm 이하인 것이 바람직하다.
- [0100] 본 발명에 의하면, 인광 발광성 도펀트 재료가 저농도이어도, 발광 효율이 높고, 장수명의 유기 일렉트로루미네선스 소자를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0101] 도 1 은 본 발명의 제 1 실시형태에 있어서의 유기 EL 소자의 일례의 개략 구성을 나타내는 도면.
 도 2 는 제 2 실시형태에 있어서의 유기 EL 소자의 일례의 개략 구성을 나타내는 도면.
 도 3 은 제 3 실시형태에 있어서의 유기 EL 소자의 일례의 개략 구성을 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0102] [제 1 실시형태]
- [0103] (유기 EL 소자의 구성)
- [0104] 이하, 본 발명에 관련된 유기 일렉트로루미네선스 소자 (이하, 유기 EL 소자라고 부른다) 의 소자 구성에 대해 설명한다.
- [0105] 유기 EL 소자의 대표적인 소자 구성으로서는,
- [0106] (1) 양극/발광층/음극
- [0107] (2) 양극/정공 주입층/발광층/음극
- [0108] (3) 양극/발광층/전자 주입 · 수송층/음극
- [0109] (4) 양극/정공 주입층/발광층/전자 주입 · 수송층/음극
- [0110] (5) 양극/정공 주입 · 수송층/발광층/전자 주입 · 수송층/음극
- [0111] 등의 구조를 들 수 있다.
- [0112] 상기 중에서 (5) 의 소자 구성이 바람직하게 이용되지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.
- [0113] 또한, 상기 「발광층」 이란, 일반적으로 도핑 시스템이 채용되고 있고, 호스트 재료와 도펀트 재료를 함유하는 유기층이다. 호스트 재료는 일반적으로 전자와 정공의 재결합을 촉진하고, 재결합에 의해 생긴 여기 에너지를 도펀트 재료에 전달시킨다. 도펀트 재료로서는, 양자 수율이 높은 화합물이 선호되고, 호스트 재료로부터 여기 에너지를 받은 도펀트 재료는 높은 발광 성능을 나타낸다.
- [0114] 상기 「정공 주입 · 수송층」 은 「정공 주입층 및 정공 수송층 중 적어도 어느 하나」 를 의미하고, 「전자 주입 · 수송층」 은 「전자 주입층 및 전자 수송층 중 적어도 어느 하나」 를 의미한다. 여기서, 정공 주입층 및 정공 수송층을 갖는 경우에는, 양극측에 정공 주입층이 형성되어 있는 것이 바람직하다. 또, 전자 주입층 및 전자 수송층을 갖는 경우에는, 음극측에 전자 주입층이 형성되어 있는 것이 바람직하다.
- [0115] 다음으로, 제 1 실시형태에 있어서의 유기 EL 소자 (1) 를 도 1 에 나타낸다.
- [0116] 유기 EL 소자 (1) 는 투명한 기판 (2) 과 양극 (3) 과 음극 (4) 과 정공 수송층 (6) 과 발광층 (5) 과 전자 수송층 (7) 을 구비한다.

[0117] 그리고, 양극 (3) 측으로부터 순서대로, 정공 수송층 (6), 발광층 (5), 전자 수송층 (7) 및 음극 (4) 이 적층된다.

[0118] [발광층]

[0119] 발광층 (5) 은 주성분으로서의 제 1 호스트 재료, 제 2 호스트 재료 및 인광 발광성 도펀트 재료를 함유한다.

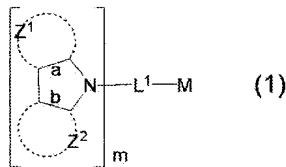
[0120] 여기서, 발광층에 있어서, 제 1 호스트 재료는 50 질량% 이상 90 질량% 이하, 제 2 호스트 재료는 5 질량% 이상 50 질량% 미만, 인광 발광성 도펀트 재료는 0.1 질량% 이상 30 질량% 이하로 하는 것이 바람직하다.
 여기서, 발광층은 제 1 호스트 재료, 제 2 호스트 재료, 및 인광 발광성 도펀트의 총량이 100 질량% 인 것이 바람직하다.

[0121] 이와 같은 발광층 (5) 은 전자와 정공의 재결합의 장을 제공하고, 이것을 발광에 연결하는 기능을 갖는다.

[0122] (제 1 호스트 재료)

[0123] 본 발명의 유기 EL 소자에 사용되는 제 1 호스트 재료로서는, 하기 일반식 (1) 로 나타내는 화합물을 사용할 수 있다.

[0124] [화학식 7]



[0125]

[0126] [일반식 (1) 에 있어서, Z¹ 은 a 에 있어서 축합되는 하기 일반식 (1-1) 또는 (1-2) 로 나타내는 고리 구조를 나타낸다. Z² 는 b 에 있어서 축합되는 하기 일반식 (1-1) 또는 (1-2) 로 나타내는 고리 구조를 나타낸다.

단, Z¹ 또는 Z² 중 적어도 어느 1 개는 하기 일반식 (1-1) 로 나타낸다.

[0127] M 은 고리 형성 탄소수 2 ~ 40 의 치환 혹은 비치환의 질소 함유 헥테로 방향족 고리이며,

[0128] L¹ 은

[0129] 단결합 또는 연결기이며, 연결기로서는,

[0130] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기,

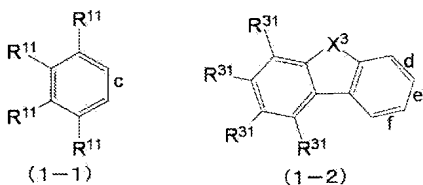
[0131] 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기,

[0132] 고리 형성 탄소수 5 ~ 30 의 고리형 탄화수소기, 또는,

[0133] 이들이 서로 결합한 기를 나타낸다.

[0134] m 은 1 또는 2 이다.]

[0135] [화학식 8]



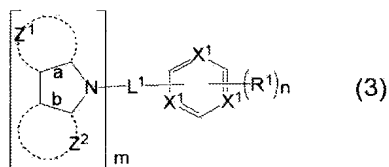
[0136]

[0137] [상기 일반식 (1-1) 및 (1-2) 에 있어서 c, d, e, f 는 각각 상기 일반식 (1) 의 a 또는 b 에 있어서 축합되어 있는 것을 나타낸다.

[0138] R¹¹ 및 R³¹ 은 각각 독립적으로

[0139] 수소 원자, 불소 원자, 시아노기,

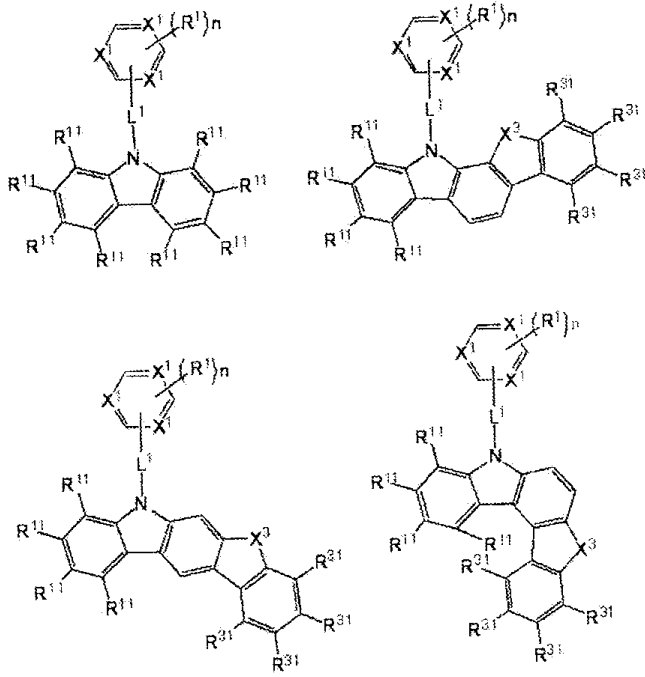
- [0140] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알킬기,
- [0141] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알콕시기,
- [0142] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알킬기,
- [0143] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알콕시기,
- [0144] 탄소수 1 ~ 10 의 치환 혹은 비치환의 알킬실릴기,
- [0145] 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 아릴실릴기,
- [0146] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기, 또는,
- [0147] 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기를 나타낸다.
- [0148] 단, 복수의 R¹¹ 은 서로 동일하거나 상이해도 되고,
- [0149] 복수의 R³¹ 은 서로 동일하거나 상이해도 된다.
- [0150] X³ 은 황 원자, 산소 원자, 또는 N-R³² 이며,
- [0151] R³² 는 상기 R¹¹ 및 R³¹ 과 동의이다.]
- [0152] 상기 일반식 (1-1) 에 있어서 c 는 상기 일반식 (1) 의 a 또는 b 에 있어서 축합되어 있는 것을 나타낸다.
- [0153] 상기 일반식 (1-2) 에 있어서 d, e, f 중 어느 것은 상기 일반식 (1) 의 a 또는 b 에 있어서 축합되어 있는 것을 나타낸다.
- [0154] 여기서, 「주성분으로서」란, 발광층에 있어서, 제 1 호스트 재료가 50 질량% 이상 함유되어 있는 것을 의미한다.
- [0155] 또한, 「질소 함유 헤테로 방향족 고리」에는, 아진 고리가 함유된다.
- [0156] 본 발명에 있어서, 수소 원자란, 중성자 수가 상이한 동위체, 즉, 경수소 (protium), 중수소 (deuterium), 삼중수소 (tritium) 를 포함한다.
- [0157] 상기 일반식 (1) 에 있어서 M 으로 나타내는 질소 함유 헤테로 방향족 고리로서는, 피리딘, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 아지리딘, 아자인돌리딘, 인돌리딘, 이미다졸, 인돌, 이소인돌, 인다졸, 푸린, 프테리딘, β-카르볼린, 나프티리딘, 퀴놀살린, 터피리딘, 비피리딘, 아크리딘, 페난트롤린, 페나진, 이미다조피리딘 등을 들 수 있다.
- [0158] 특히, 피리딘, 피리미딘, 트리아진이 바람직하고, 제 1 호스트 재료는 하기 일반식 (3) 으로 나타내는 것이 바람직하다.
- [0159] [화학식 9]



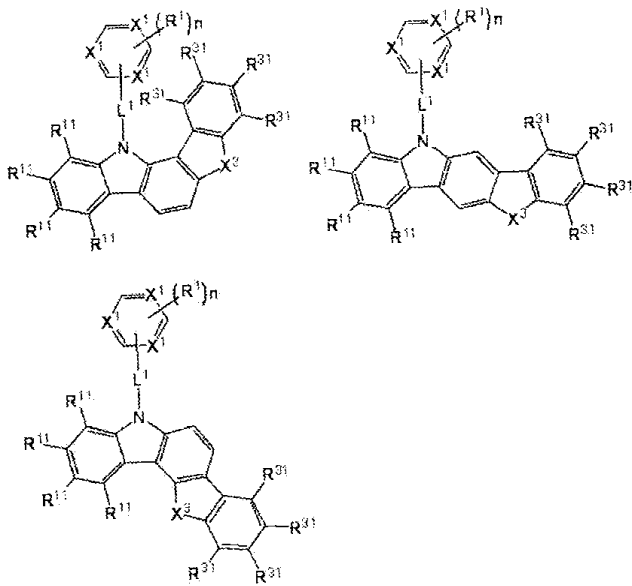
- [0160]
- [0161] [일반식 (3) 에 있어서, Z¹ 은 a 에 있어서 축합되는 상기 일반식 (1-1) 또는 (1-2) 로 나타내는 고리 구조를 나타낸다. Z² 는 b 에 있어서 축합되는 상기 일반식 (1-1) 또는 (1-2) 로 나타내는 고리 구조를 나타낸다. 단, Z¹ 또는 Z² 중 적어도 어느 1 개는 상기 일반식 (1-1) 로 나타낸다.
- [0162] L¹ 은
- [0163] 단결합 또는 연결기이며, 연결기로서는,

- [0164] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기,
- [0165] 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기,
- [0166] 고리 형성 탄소수 5 ~ 30 의 고리형 탄화수소기, 또는,
- [0167] 이들이 서로 결합한 기를 나타낸다.
- [0168] X^1 은 질소 원자 또는 $C-R^{10}$ 이며, 복수의 X^1 중 적어도 1 개는 질소 원자이다.
- [0169] R^1 및 R^{10} 은 각각 독립적으로
- [0170] 수소 원자, 불소 원자, 시아노기,
- [0171] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알킬기,
- [0172] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알콕시기,
- [0173] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알킬기,
- [0174] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알콕시기,
- [0175] 탄소수 1 ~ 10 의 치환 혹은 비치환의 알킬실릴기,
- [0176] 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 아릴실릴기,
- [0177] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기, 또는,
- [0178] 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기를 나타낸다.
- [0179] m 및 n 은 각각 1 ~ 2 의 정수를 나타낸다.
- [0180] 상기 일반식 (1-1) 및 (1-2) 에 있어서, c, d, e, f 는 각각 상기 일반식 (3) 의 a 또는 b 에 있어서 축합되어 있는 것을 나타낸다.]
- [0181] 상기 일반식 (3) 의 a, b 는 상기 일반식 (1-1) 이 c 에 있어서 축합되어 있거나, 또는, 상기 일반식 (1-2) 가 d, e, f 중 어느 것에 있어서 축합되어 있는 것을 나타낸다.
- [0182] 단, 복수의 X^1 은 서로 동일하거나 상이해도 된다.
- [0183] n 이 2 의 경우, 복수의 R^1 은 서로 동일하거나 상이해도 된다.
- [0184] 여기서, 상기 일반식 (3) 에 있어서의 a, b 에 있어서, 상기 일반식 (1-1) 및 (1-2) 가 축합되어 있는 화합물로서는, 하기 일반식으로 나타내는 것을 들 수 있다.

[0185] [화학식 10]



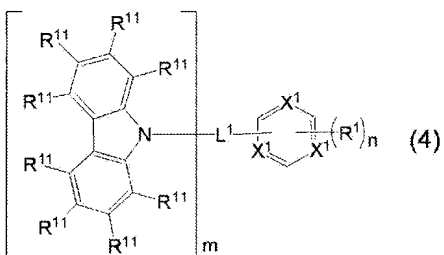
[0186]



[0187]

[0188] 그리고, 제 1 호스트 재료는 하기 일반식 (4) 로 나타내는 것이 보다 바람직하다.

[0189] [화학식 11]



[0190]

[0191] [일반식 (4) 에 있어서, L¹ 은

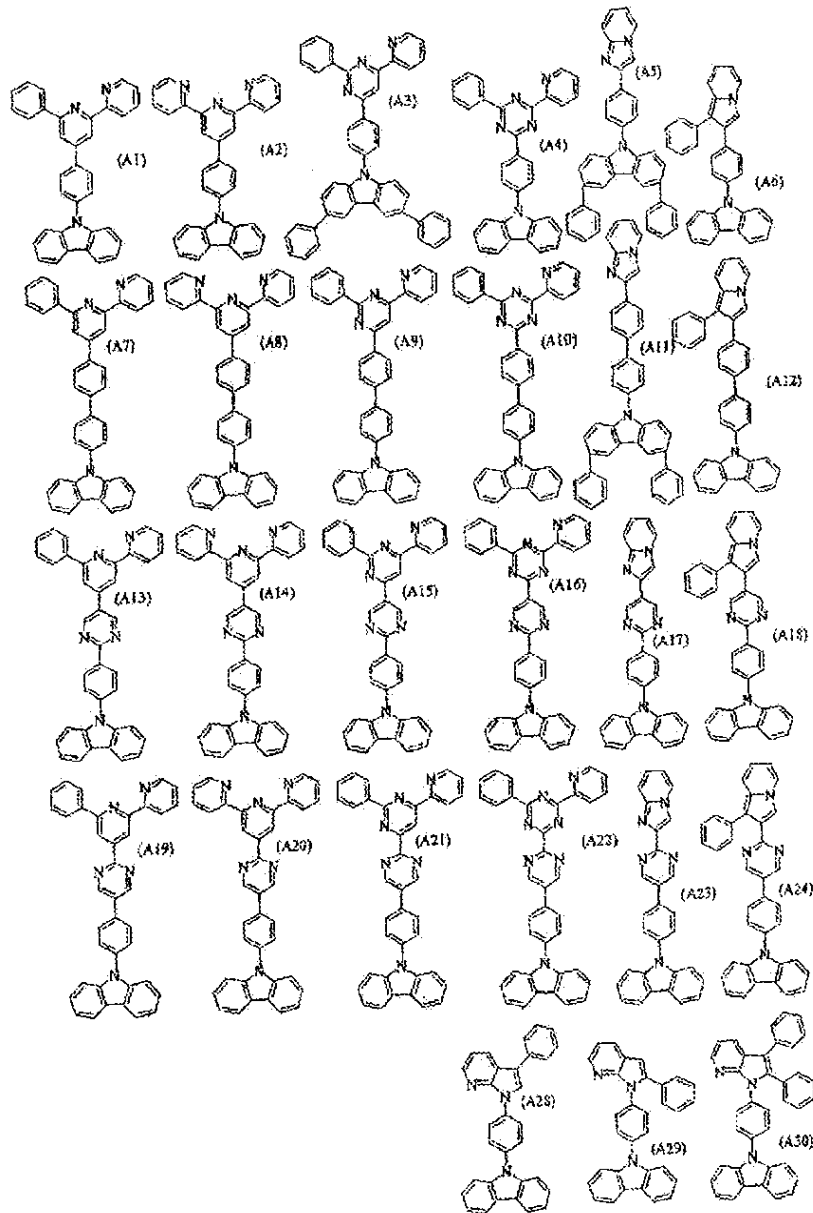
- [0192] 단결합 또는 연결기이며, 연결기로서는,
- [0193] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기,
- [0194] 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기,
- [0195] 고리 형성 탄소수 5 ~ 30 의 고리형 탄화수소기, 또는,
- [0196] 이들이 서로 결합한 기를 나타낸다.
- [0197] X^1 은 질소 원자 또는 $C-R^{10}$ 이며, 복수의 X^1 중 적어도 1 개는 질소 원자이다.
- [0198] R^1 , R^{10} 및 R^{11} 은 각각 독립적으로
- [0199] 수소 원자, 불소 원자, 시아노기,
- [0200] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알킬기,
- [0201] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 알콕시기,
- [0202] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알킬기,
- [0203] 탄소수 1 ~ 20 의 치환 혹은 비치환의 할로알콕시기,
- [0204] 탄소수 1 ~ 10 의 치환 혹은 비치환의 알킬실릴기,
- [0205] 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 아릴실릴기,
- [0206] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기, 또는, 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기를 나타낸다.
- [0207] m 및 n 은 각각 1 ~ 2 의 정수를 나타낸다.]
- [0208] 단, 복수의 R^{11} 은 서로 동일하거나 상이해도 되고, 복수의 X^1 은 서로 동일하거나 상이해도 되고, 복수의 R^1 은 서로 동일하거나 상이해도 된다.
- [0209] 또, n 이 2 의 경우, 복수의 R^1 은 서로 동일하거나 상이해도 된다.
- [0210] 상기 일반식 (1), (3) ~ (4), (1-1) 및 (1-2) 에 있어서, R^1 , $R^{10} \sim R^{11}$ 및 $R^{31} \sim R^{32}$ 로 나타내는 알킬기, 알콕시기, 할로알킬기, 할로알콕시기, 알킬실릴기로서는, 직사슬형, 분기 사슬형, 고리형 중 어느 것이어도 된다.
- [0211] 상기 일반식 (1), (3) ~ (4), (1-1) 및 (1-2) 에 있어서, 상기 탄소수 1 ~ 20 의 알킬기로서는, 예를 들어, 메틸기, 에틸기, 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, 1-메틸펜틸기, 2-메틸펜틸기, 1-펜틸헥실기, 1-부틸펜틸기, 1-헵틸옥틸기, 3-메틸펜틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로옥틸기, 3,5-테트라메틸시클로헥실기 등을 들 수 있다.
- [0212] 상기 탄소수 1 ~ 20 의 알콕시기로서는, 탄소수 1 ~ 6 의 알콕시기가 바람직하고, 구체적으로는, 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기, 펜틸옥시기, 헥실옥시기 등을 들 수 있다.
- [0213] 상기 탄소수 1 ~ 20 의 할로알킬기로서는, 예를 들어, 상기 탄소수 1 ~ 20 의 알킬기가 1 이상의 할로젠기로 치환된 것을 들 수 있다.
- [0214] 상기 탄소수 1 ~ 20 의 할로알콕시기로서는, 예를 들어, 상기 탄소수 1 ~ 20 의 알콕시기가 1 이상의 할로젠기로 치환된 것을 들 수 있다.
- [0215] 상기 탄소수 1 ~ 10 의 알킬실릴기로서는, 예를 들어, 트리메틸실릴기, 트리에틸실릴기, 트리부틸실릴기, 디메틸에틸실릴기, 디메틸이소프로필실릴기, 디메틸프로필실릴기, 디메틸부틸실릴기, 디메틸터셔리부틸실릴기, 디에틸이소프로필실릴기 등을 들 수 있다.
- [0216] 상기 탄소수 6 ~ 30 의 아릴실릴기로서는, 예를 들어, 페닐디메틸실릴기, 디페닐메틸실릴기, 디페닐터셔리부틸

실릴기, 트리페닐실릴기 등을 들 수 있다.

- [0217] 상기 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 방향족 복소 고리기 (축합 방향족 복소 고리기를 포함한다.) 로서는, 피롤릴기, 피라지닐기, 피리디닐기, 인돌릴기, 이소인돌릴기, 푸릴기, 벤조푸라닐기, 이소벤조푸라닐기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜닐기, 퀴놀릴기, 이소퀴놀릴기, 퀴놀살리닐기, 카르바졸릴기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 티에닐기, 및 피리딘 고리, 피라진 고리, 피리미딘 고리, 피리다진 고리, 트리아진 고리, 인돌 고리, 퀴놀린 고리, 아크리딘 고리, 피롤리딘 고리, 디옥산 고리, 피페리딘 고리, 모르폴린 고리, 피페라진 고리, 카르바졸 고리, 푸란 고리, 티오펜 고리, 옥사졸 고리, 옥사디아졸 고리, 벤조옥사졸 고리, 티아졸 고리, 티아디아졸 고리, 벤조티아졸 고리, 트리아졸 고리, 이미다졸 고리, 벤조이미다졸 고리, 피란 고리, 디벤조푸란 고리로 형성되는 기를 들 수 있다.
- [0218] 상기 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 방향족 탄화수소기 (축합 방향족 탄화수소기를 포함한다.) 로서는, 페닐기, 나프틸기, 페난트릴기, 비페닐기, 터페닐기, 쿼터페닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 페난트레닐기, 플루오레닐기를 들 수 있다.
- [0219] 상기 일반식 (1), (3) ~ (4) 에 있어서의 L^1 로 나타내는 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 방향족 탄화수소기 및 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 방향족 복소 고리기로서는, 상기한 기의 2 가에 상당하는 기를 들 수 있다.
- [0220] 또, 고리 형성 탄소수 5 ~ 30 의 고리형 탄화수소기로서는, 예를 들어, 시클로펜틸렌기, 시클로헥실렌기, 시클로헥틸렌기 등을 들 수 있다.
- [0221] 상기 일반식 (1), (3) ~ (4), (1-1) 및 (1-2) 에 있어서의 L^1 , $X^1 \sim X^2$, R^1 , $R^{10} \sim R^{11}$ 및 $R^{31} \sim R^{32}$ 가 1 개 또는 복수의 치환기를 갖는 경우, 상기 치환기는 직사슬형, 분기 사슬형 또는 고리형의 탄소수 1 ~ 20 의 알킬기, 직사슬형, 분기 사슬형 또는 고리형의 탄소수 1 ~ 20 의 알콕시기, 직사슬형, 분기 사슬형 또는 고리형의 탄소수 1 ~ 20 의 할로알킬기, 직사슬형, 분기 사슬형 또는 고리형의 탄소수 1 ~ 10 의 알킬실릴기, 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 아릴실릴기, 시아노기, 할로젠 원자, 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 방향족 탄화수소기 또는 축합 방향족 탄화수소기, 또는 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 방향족 복소 고리기 또는 축합 방향족 복소 고리기인 것이 바람직하다.
- [0222] 상기 직사슬형, 분기 사슬형 또는 고리형의 탄소수 1 ~ 20 의 알킬기, 상기 직사슬형, 분기 사슬형 또는 고리형의 탄소수 1 ~ 20 의 알콕시기, 상기 직사슬형, 분기 사슬형 또는 고리형의 탄소수 1 ~ 20 의 할로알킬기, 상기 직사슬형, 분기 사슬형 또는 고리형의 탄소수 1 ~ 10 의 알킬실릴기, 상기 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 아릴실릴기, 상기 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 방향족 탄화수소기 또는 축합 방향족 탄화수소기, 상기 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 방향족 복소 고리기 또는 축합 방향족 복소 고리기로서는, 예를 들어, 전술한 기를 들 수 있고, 할로젠 원자로서는, 불소 원자를 들 수 있다.
- [0223] 상기 일반식 (1) ~ (4) 로 나타내는 화합물의 예로서는, 이하를 들 수 있다.

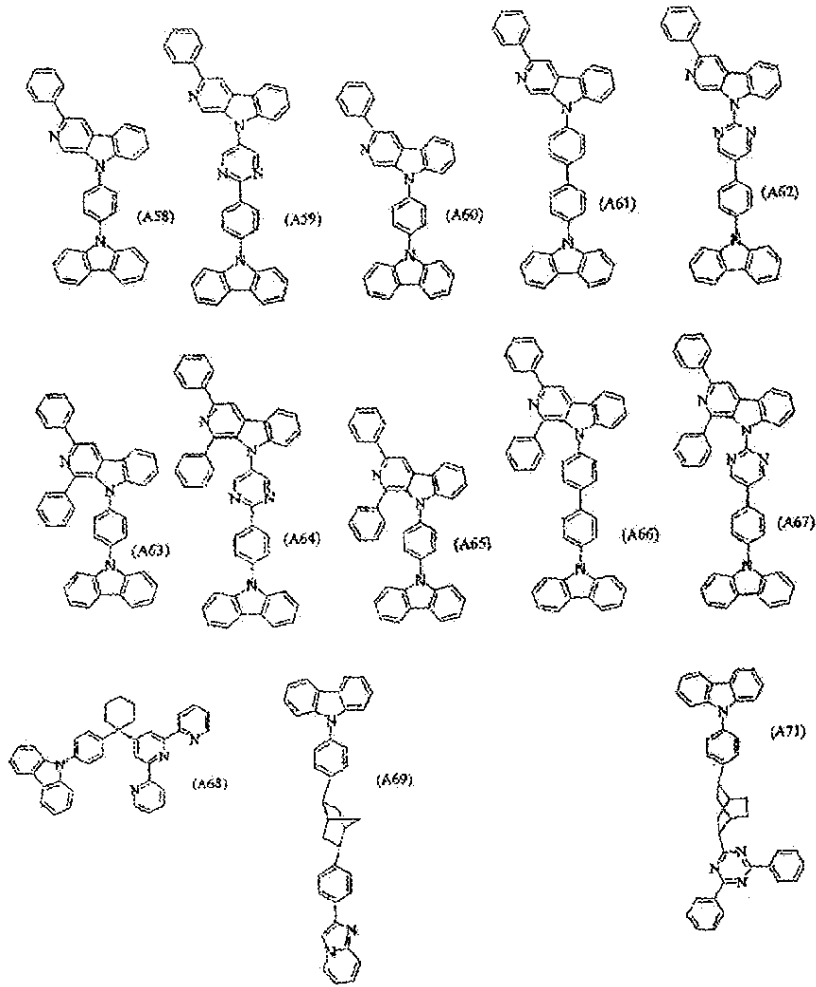
[0224]

[화학식 12]



[0225]

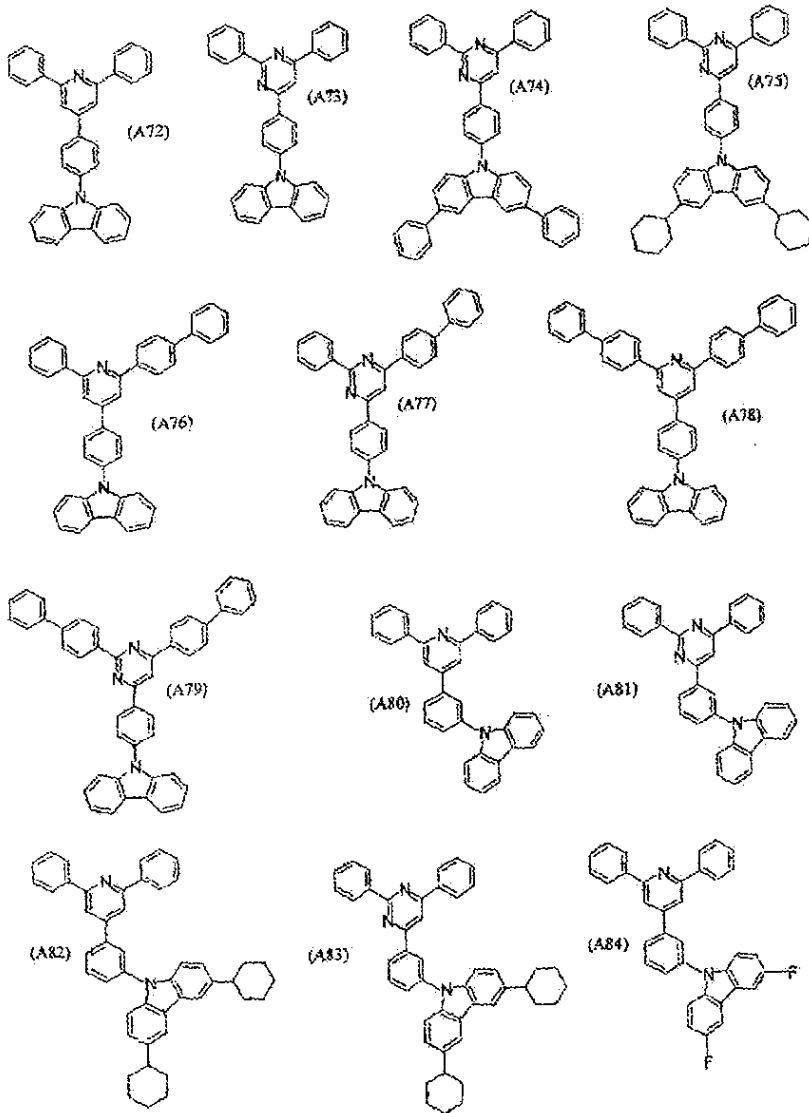
[0228] [화학식 14]



[0229]

[0230]

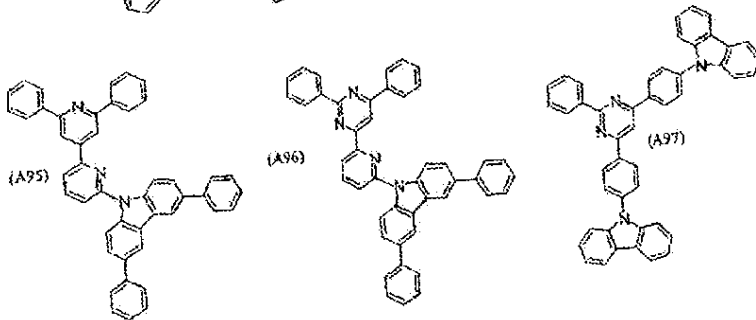
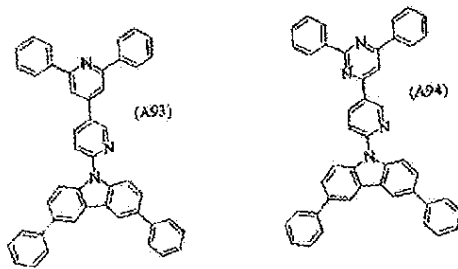
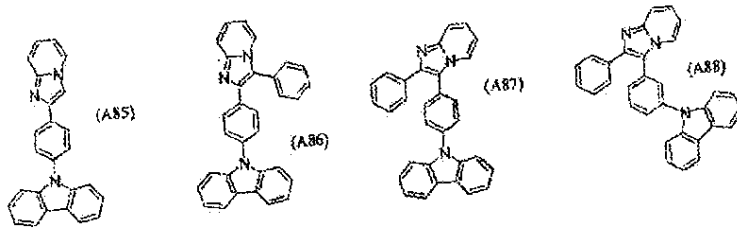
[화학식 15]



[0231]

[0232]

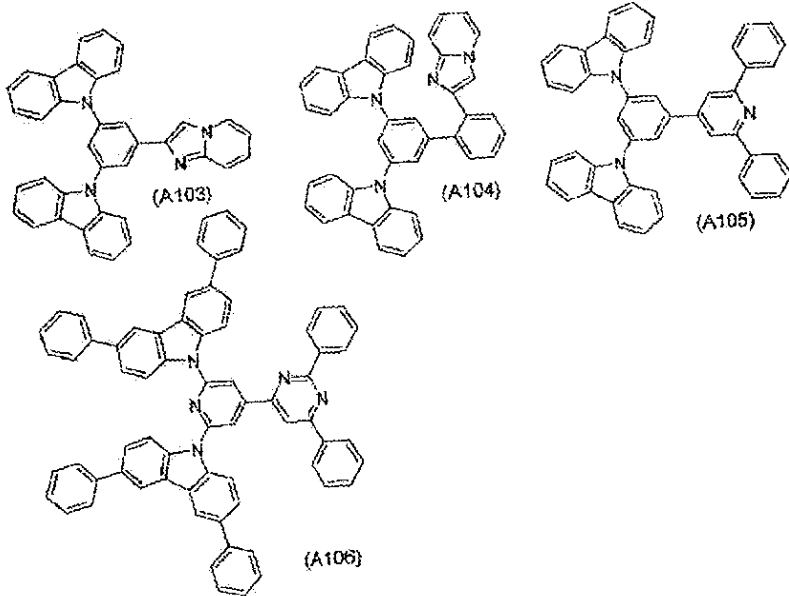
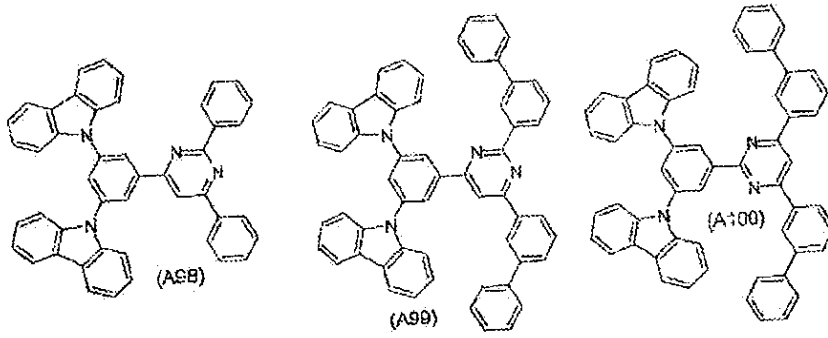
[화학식 16]



[0233]

[0234]

[화학식 17]

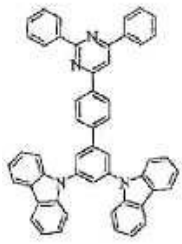


[0235]

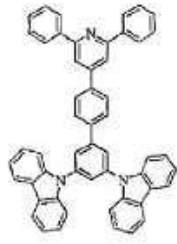
[0236] [화학식 18]



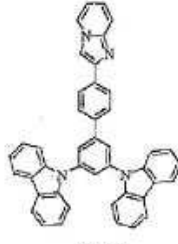
(A109)



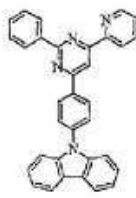
(A110)



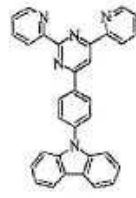
(A111)



(A112)



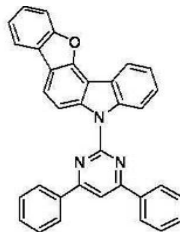
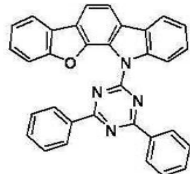
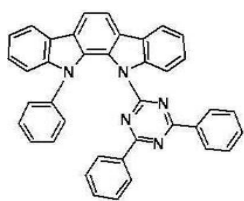
(A113)



(A114)

[0237]

[0238] [화학식 19]



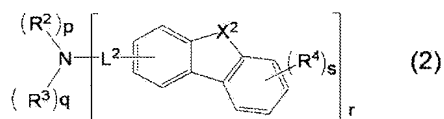
[0239]

[0240] 또, 정공 수송 재료, 후술하는 제 2 호스트 재료 및 인광 발광성 도펀트 재료와의 조합에 따라 다르기도 하지만, 제 1 호스트 재료로서는, 이온화 포텐셜 Ip (h1) 이 5.5 eV 이상 6.2 eV 이하인 것이 바람직하고, 5.7 eV 이상 6.1 eV 이하인 것이 보다 바람직하다.

[0241] (제 2 호스트 재료)

[0242] 본 발명의 유기 EL 소자에 사용되는 제 2 호스트 재료로서는, 하기 일반식 (2) 로 나타내는 화합물을 사용하는 것이 바람직하다.

[0243] [화학식 20]

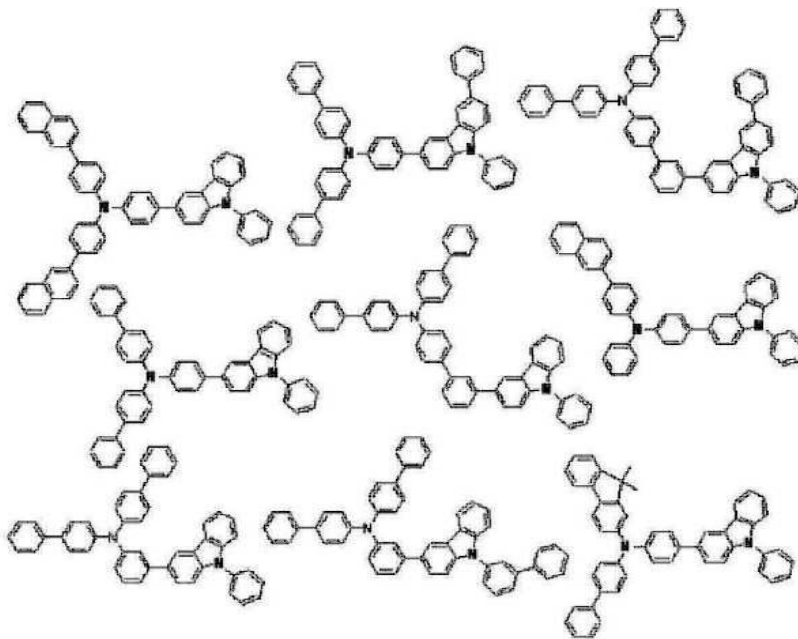


[0244]

[0245] [일반식 (2) 에 있어서, X² 는 황 원자, 산소 원자, 또는 N-R⁵ 이며,

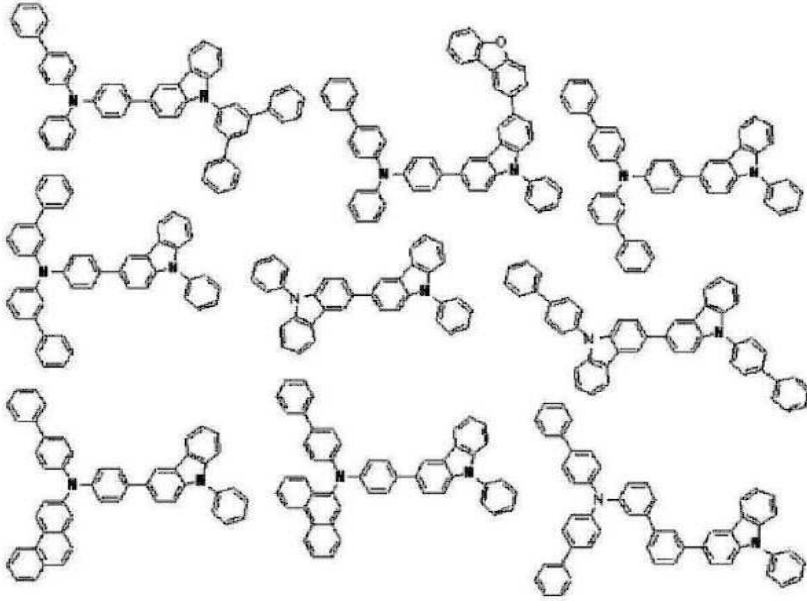
[0246] L² 는 단결합 또는 연결기이며, 상기 일반식 (1) 에 있어서의 L¹ 과 동의이다.

- [0247] $R^2 \sim R^3$ 은 각각 독립적으로
- [0248] 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 탄화수소기 또는
- [0249] 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 치환 혹은 비치환의 방향족 복소 고리기이다.
- [0250] $R^4 \sim R^5$ 는 각각 상기 일반식 (1-1) 및 (1-2) 에 있어서의 R^{11} 및 R^{31} 과 동의이다.
- [0251] p, q 는 각각 0 ~ 2, r 은 1 ~ 3 의 정수를 나타내고, $p+q+r = 3$ 이다.
- [0252] s 는 1 ~ 4 의 정수를 나타낸다. s 가 2 ~ 4 의 정수인 경우, 복수의 R^4 는 각각 동일하거나 상이해도 된다.]
- [0253] r 이 2 ~ 3 의 정수인 경우, 복수의 X^2 는 각각 동일하거나 상이해도 되고, 복수의 L^2 는 각각 동일하거나 상이해도 된다.
- [0254] p 가 2 인 경우, 복수의 R^2 는 각각 동일하거나 상이해도 된다. q 가 2 인 경우, 복수의 R^3 은 각각 동일하거나 상이해도 된다.
- [0255] 상기 일반식 (2) 에 있어서, $R^2 \sim R^5$ 로 나타내는 알킬기, 알콕시기, 할로알킬기, 할로알콕시기, 알킬실릴기로서는, 직사슬형, 분기 사슬형, 고리형 중 어느 것이어도 된다.
- [0256] 상기 일반식 (2) 에 있어서, 탄소수 1 ~ 20 의 알킬기, 탄소수 1 ~ 20 의 알콕시기, 탄소수 1 ~ 20 의 할로알킬기, 탄소수 1 ~ 20 의 할로알콕시기, 탄소수 1 ~ 10 의 알킬실릴기, 탄소수 6 ~ 30 의 아릴실릴기, 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 방향족 탄화수소기, 고리 형성 탄소수 6 ~ 30 의 축합 방향족 탄화수소기, 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 방향족 복소 고리기, 및 고리 형성 탄소수 2 ~ 30 의 축합 방향족 복소 고리기로서는, 상기한 일반식 (1) 에 있어서의 것과 동일하다.
- [0257] 또, 상기 일반식 (2) 에 있어서, $L^2, X^2, R^2 \sim R^5$ 가 1 개 또는 복수의 치환기를 갖는 경우, 상기 치환기는 상기한 일반식 (1) 에 있어서의 것과 동일하다.
- [0258] 상기 일반식 (2) 로 나타내는 화합물의 예로서는, 이하를 들 수 있다.
- [0259] [화학식 21]



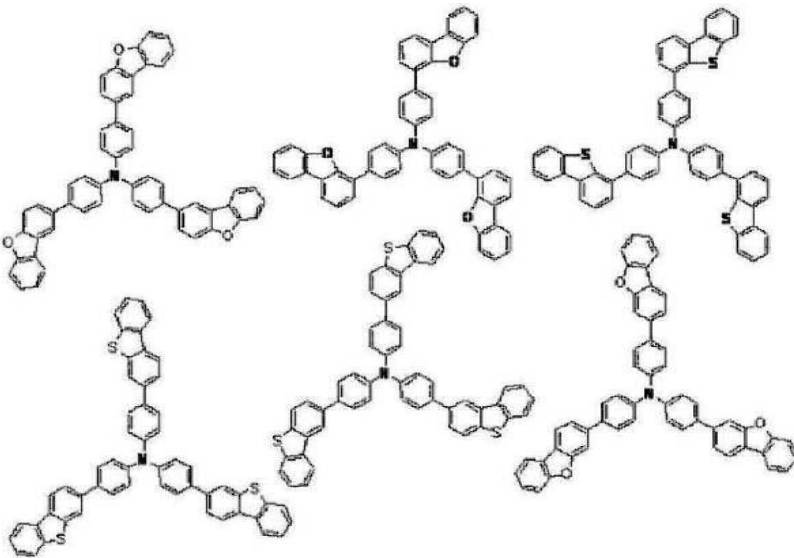
[0260]

[0261] [화학식 22]



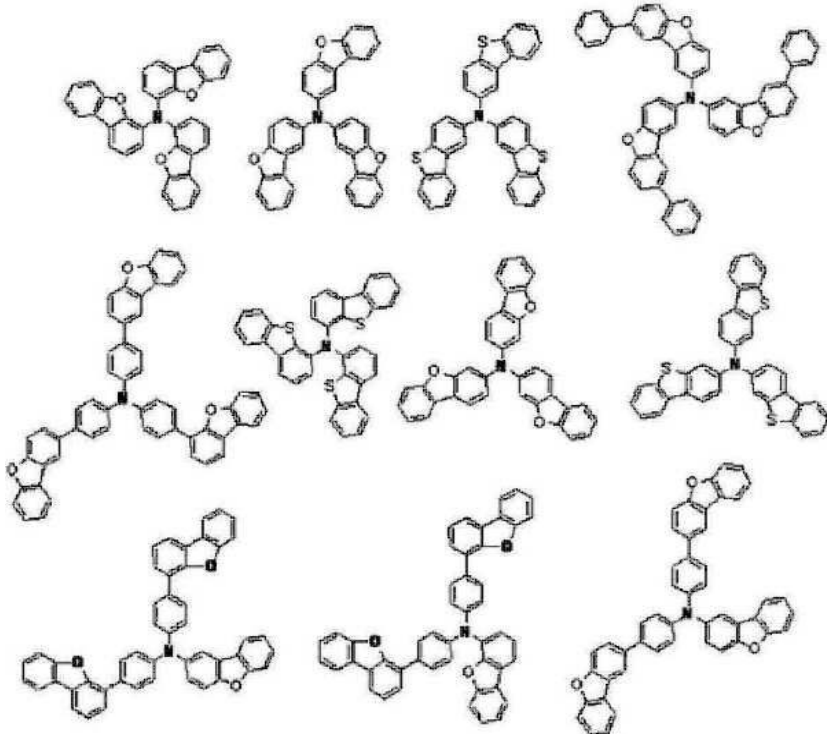
[0262]

[0263] [화학식 23]



[0264]

[0265] [화학식 24]



[0266]

[0267] 또, 정공 수송 재료, 제 1 호스트 재료 및 후술하는 인광 발광성 도펀트 재료와의 조합에 따라 다르기도 하지만, 제 2 호스트 재료로서는, 이온화 포텐셜 I_p ($h\nu$) 가 5.3 eV 이상 5.7 eV 이하인 것이 바람직하고, 5.4 eV 이상 5.6 eV 이하인 것이 보다 바람직하다.

[0268] (인광 발광성 도펀트 재료)

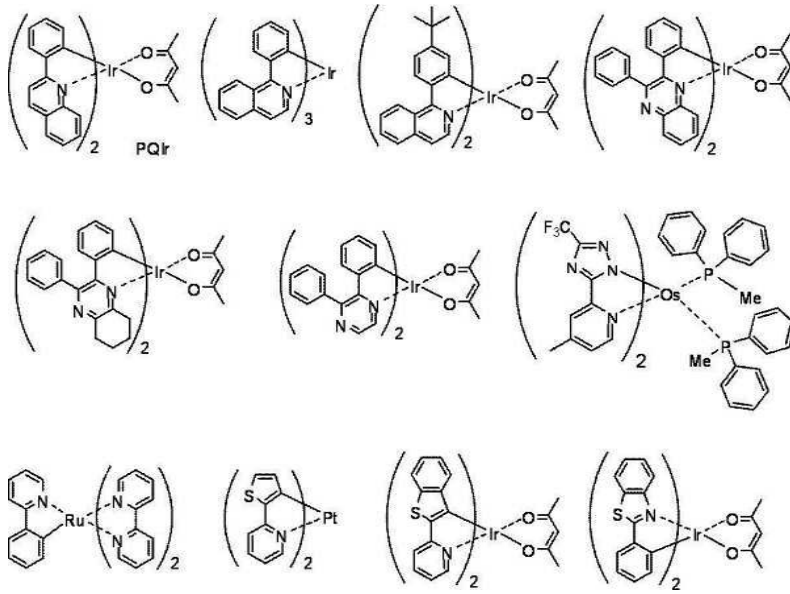
[0269] 인광 발광성 도펀트 재료는 금속 착물을 함유하고, 이 금속 착물은 Ir (이리듐), Pt (백금), Os (오스뮴), Au (금), Cu (구리), Re (레늄) 및 Ru (루테튬) 에서 선택되는 금속 원자와 배위자를 갖는 것이 바람직하다.

[0270] 특히, 상기 배위자는 오르토 메탈 결합을 갖는 것이 바람직하다.

[0271] 인광 양자 수율이 높고, 유기 EL 소자의 외부 양자 효율을 보다 향상시킬 수 있다는 점에서, Ir, Os 및 Pt 에서 선택되는 금속 원자를 함유하는 화합물이면 바람직하고, 이리듐 착물, 오스뮴 착물, 백금 착물 등의 금속 착물 이면 더욱 바람직하고, 그 중에서도 이리듐 착물 및 백금 착물이 보다 바람직하고, 오르토 메탈화 이리듐 착물 이 가장 바람직하다. 또, 발광 효율 등의 관점에서 페닐퀴놀린, 페닐이소퀴놀린, 페닐피리딘, 페닐피리미딘, 페닐피라진 및 페닐이미다졸에서 선택되는 배위자로 구성되는 유기 금속 착물이 바람직하다.

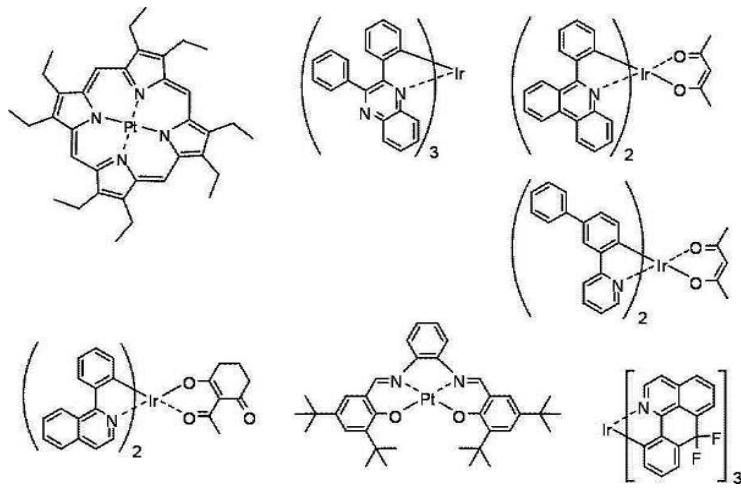
[0272] 바람직한 금속 착물의 구체예를 이하에 나타낸다.

[0273] [화학식 25]



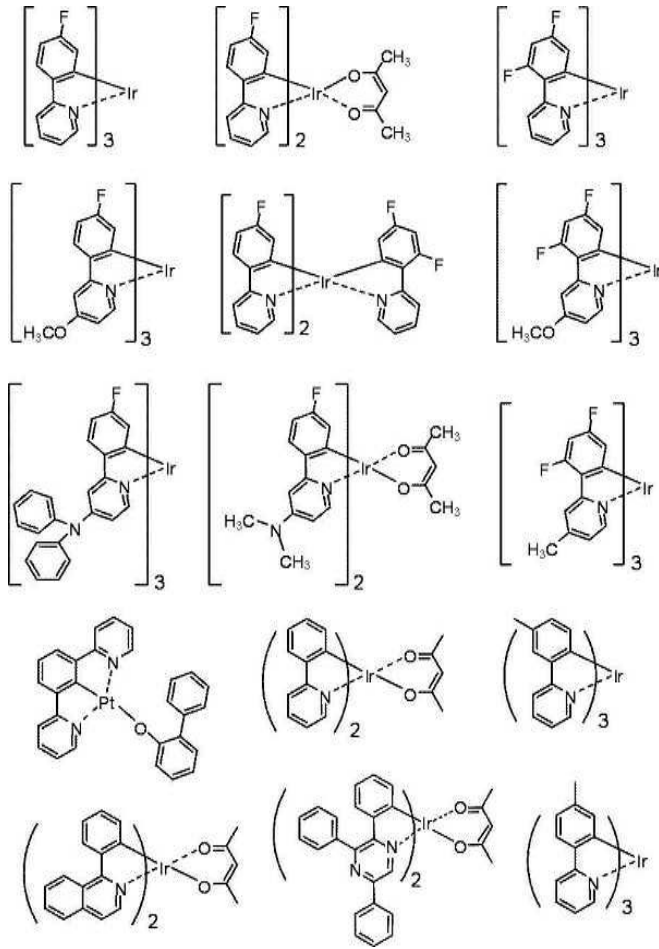
[0274]

[0275] [화학식 26]



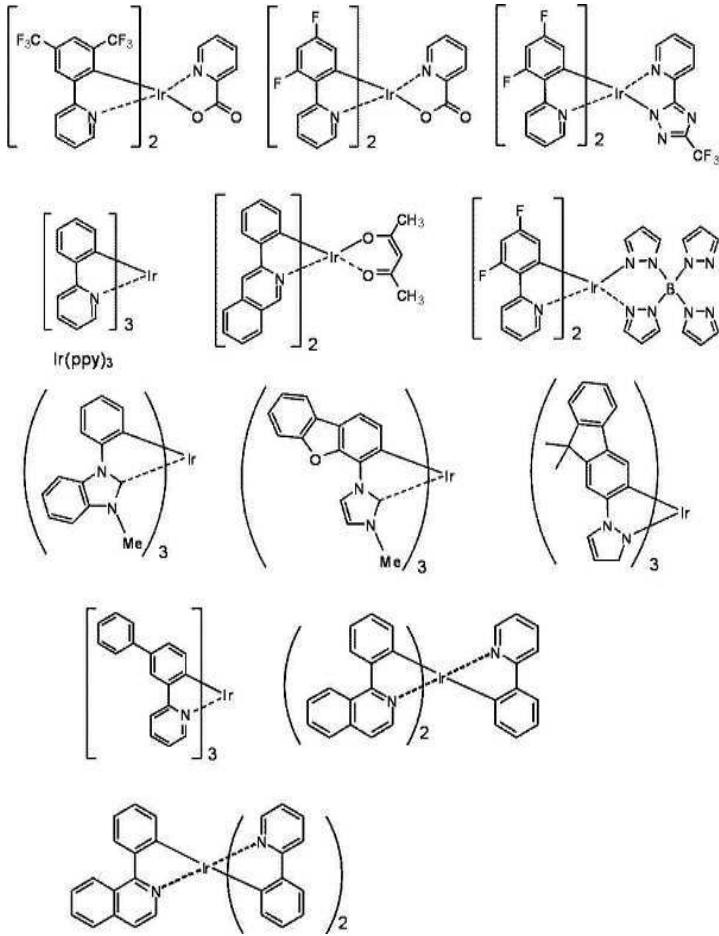
[0276]

[0277] [화학식 27]



[0278]

[0279] [화학식 28]



[0280]
 [0281] 인광 발광성 도펀트 재료는 단독으로 사용해도 되고, 2 종 이상을 병용해도 된다.

[0282] 발광층 (5) 에 포함되는 상기 인광 발광성 도펀트 재료 중 적어도 1 종은 발광 파장의 피크가 500 nm 이상 650 nm 이하인 것이 바람직하고, 510 nm 이상 630 nm 이하인 것이 보다 바람직하다. 본 실시형태에 있어서의 발광색으로서는, 녹색이 바람직하다. 일반적으로 녹색을 나타내는 발광 파장의 피크는 495 nm 이상 570 nm 이하이지만, 본 실시형태에 있어서, 특히 발광 파장이 510 nm 이상 570 nm 이하인 것이 바람직하다.

[0283] 이와 같은 발광 파장의 인광 발광성 도펀트 재료를, 전술한 특징의 제 1, 제 2 호스트 재료에 도포하여 발광층 (5) 을 구성함으로써, 고효율인 유기 EL 소자로 할 수 있다.

[0284] (발광층 내에 있어서의 각 재료의 이온화 포텐셜의 관계)

[0285] 본 발명에 있어서, 제 1 호스트 재료의 이온화 포텐셜 $I_p(h1)$, 상기 제 2 호스트 재료의 이온화 포텐셜 $I_p(h2)$ 및 상기 인광 발광성 도펀트 재료의 이온화 포텐셜 $I_p(d)$ 는 하기의 관계를 만족시키는 것이 바람직하다.

[0286] $I_p(h1) > I_p(h2) > I_p(d)$ (수학식 1)

[0287] 또한, 이온화 포텐셜 (I_p) 는 후술하는 측정 방법으로 측정한다.

[0288] 통상적으로, 발광층 (5) 에 있어서, 상기 일반식 (1) 로 나타내는 제 1 호스트 재료의 에너지 장벽 (즉, 이온화 포텐셜 $I_p(h1)$) 이 큰 경우, 제 1 호스트 재료의 HOMO 에의 정공 주입은 직접 일어나지 않고, 보다 에너지 장벽이 작은 인광 발광성 도펀트 재료의 HOMO 에 정공이 주입된다. 그러나, 상기 일반식 (2) 로 나타냄과 함께 이온화 포텐셜 $I_p(h2)$ 가 상기 (수학식 1) 을 만족시키는 제 2 호스트 재료가 함유되는 경우, 인광 발광성 도펀트 재료에 더하여, 제 2 호스트 재료의 HOMO 에 대해서도 정공이 주입된다.

[0289] 여기서, 제 1 호스트 재료에의 정공 주입 효율을 높이기 위해서는, 인광 발광성 도펀트 재료의 농도를 높게 하는 것이 생각되지만, 인광 발광성 도펀트 재료의 농도를 높게 하면, 농도 소광에 의한 발광 효율의 저하가 발생하는 데다가, 일반적으로 고가인 인광 발광성 도펀트 재료를 보다 많이 필요로 함으로써, 비용의 증대가 발생한다.

다. 또, 인광 발광성 도펀트 재료의 농도를 작게 하면, 발광층 내의 정공이 부족하고, 정공과 전자의 재결합이 인접하는 정공 수송층 계면에 편재화되어 수명이 짧아진다.

[0290] 그러나, 본 발명에 의하면, 상기 일반식 (2) 로 나타내는 제 2 호스트 재료를 첨가하기 때문에, 인광 발광성 도펀트 재료의 농도를 작게 하여, 비용을 억제하면서도, 발광층 (5) 에의 정공 주입 효율을 유지할 수 있다. 또, 인광 발광성 도펀트 재료를 저농도로 억제할 수 있으므로, 농도 소광의 발생을 억제할 수 있다. 또한, 발광층 내의 캐리어 밸런스를 향상시킬 수 있으므로, 정공과 전자의 재결합을 발광층 (5) 전체에 넓힐 수 있다. 이로써, 유기 EL 소자 (1) 에 있어서, 구동 전압 등의 초기 특성을 유지하면서, 발광 효율 및 수명을 향상시킬 수 있다.

[0291] [기관]

[0292] 유기 EL 소자 (1) 는 투광성의 기관 (2) 상에 양극 (3), 발광층 (5), 음극 (4) 등이 적층되어 구성된다. 기관 (2) 은 이들 양극 (3) 등을 지지하는 기관이며, 400 nm ~ 700 nm 의 가시 영역의 광의 투과율이 50 % 이상으로 평활한 기관이 바람직하다.

[0293] 투광성의 기관으로서, 유리판, 폴리머판 등을 들 수 있다.

[0294] 유리판으로서, 특히 소다 석회 유리, 바륨·스트론튬 함유 유리, 납 유리, 알루미늄노규산 유리, 붕규산 유리, 바륨붕규산 유리, 석영 등을 원료로서 사용하여 이루어지는 것을 들 수 있다.

[0295] 또 폴리머판으로서, 폴리카보네이트, 아크릴, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에테르설파이드, 폴리설폰 등을 원료로서 사용하여 이루어지는 것을 들 수 있다.

[0296] [양극 및 음극]

[0297] 유기 EL 소자 (1) 의 양극 (3) 은 정공을 정공 주입층, 정공 수송층 (6) 또는 발광층 (5) 에 주입하는 역할을 담당하는 것이며, 4.5 eV 이상의 일 함수를 갖는 것이 효과적이다.

[0298] 양극 재료의 구체예로서, 산화인듐주석 합금 (ITO), 산화주석 (NESA), 산화인듐아연 산화물, 금, 은, 백금, 구리 등을 들 수 있다.

[0299] 양극 (3) 은 이들의 양극 재료를 증착법이나 스퍼터링법 등의 방법으로, 예를 들어 기관 (2) 상에 박막을 형성 시킴으로써 제조할 수 있다.

[0300] 발광층 (5) 으로부터의 발광을 양극 (3) 측에서 취출하는 경우, 양극 (3) 의 가시 영역의 광의 투과율을 10 % 보다 크게 하는 것이 바람직하다. 또, 양극 (3) 의 시트 저항은 수 백 Ω / \square 이하가 바람직하다. 양극 (3) 의 막두께는 재료에 따라 다르기도 하지만, 통상적으로 10 nm ~ 1 μm , 바람직하게는 10 nm ~ 200 nm 의 범위에서 선택된다.

[0301] 음극으로서, 발광층에 전자를 주입하는 목적에서, 일 함수가 작은 재료가 바람직하다.

[0302] 음극 재료는 특별히 한정되지 않지만, 구체적으로는 인듐, 알루미늄, 마그네슘, 마그네슘-인듐 합금, 마그네슘-알루미늄 합금, 알루미늄-리튬 합금, 알루미늄-스칸듐-리튬 합금, 마그네슘-은 합금 등을 사용할 수 있다.

[0303] 음극 (4) 도, 양극 (3) 과 마찬가지로, 증착법이나 스퍼터링법 등의 방법으로, 예를 들어 전자 수송층 (7) 상에 박막을 형성시킴으로써 제조할 수 있다. 또, 음극 (4) 측으로부터, 발광층 (5) 으로부터의 발광을 취출하는 양태를 채용할 수도 있다. 발광층 (5) 으로부터의 발광을 음극 (4) 측에서 취출하는 경우, 음극 (4) 의 가시 영역의 광의 투과율을 10 % 보다 크게 하는 것이 바람직하다.

[0304] 음극의 시트 저항은 수 백 Ω / \square 이하가 바람직하다.

[0305] 음극의 막두께는 재료에 따라 다르기도 하지만, 통상적으로 10 nm ~ 1 μm , 바람직하게는 50 ~ 200 nm 의 범위에서 선택된다.

[0306] [그 밖의 층]

[0307] 또한 전류 (또는 발광) 효율을 올리기 위해서, 필요에 따라, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 주입층 등을 형성해도 된다. 유기 EL 소자 (1) 에는, 정공 수송층 (6) 및 전자 수송층 (7) 을 형성하고 있다.

[0308] 또, 발광층에의 정공 주입성을 높이는 관점에서, 발광층 (5) 의 양극측에 인접하여 형성되는 인접층 (정공 주입층이나 정공 수송층 등) 의 이온화 포텐셜 I_p (HT) 와 발광층 (5) 의 이온화 포텐셜 I_p (EML) 의 차 ΔI_p (EML-

HT) 가 다음 식의 관계를 만족시키는 것이 바람직하고, ΔI_p (EML-HT) 가 작을수록 보다 바람직하다.

[0309]

$$0.1 \text{ eV} \leq \Delta I_p \text{ (EML-HT)} \leq 0.5 \text{ eV}$$

[0310]

여기서, I_p (HT) 와 제 1 호스트 재료와 인광 발광성 도펀트 재료를 함유하고, 제 2 호스트 재료를 함유하지 않는 발광층의 이온화 포텐셜 I_p (EML2) 의 차를 ΔI_p (EML2-HT) 로 한다. 이 ΔI_p (EML2-HT) 와, ΔI_p (EML-HT) 의 차분과, ΔI_p (EML-HT) 의 비는 하기 (수학식 2) 의 관계를 만족시키면 더욱 바람직하다.

[0311]

$$\{ \Delta I_p \text{ (EML2-HT)} - \Delta I_p \text{ (EML-HT)} \} \times 100 / \Delta I_p \text{ (EML-HT)} \geq 10$$

[0312]

...(수학식 2)

[0313]

또한, 발광층 (5) 의 이온화 포텐셜 I_p (EML) 로서는, 제 1 호스트 재료의 이온화 포텐셜 I_p (h1), 제 2 호스트 재료의 이온화 포텐셜 I_p (h2), 인광 발광성 도펀트 재료의 이온화 포텐셜 I_p (d) 와 각 재료의 발광층에 있어서의 농도 (질량%) 로부터, 이하의 (수학식 3) 으로 구해진다.

[0314]

$$I_p \text{ (EML)} = I_p \text{ (h1)} \times Q \text{ (h1)} / 100 + I_p \text{ (H2)} \times Q \text{ (h2)} / 100 + I_p \text{ (d)} \times Q \text{ (d)} / 100 \quad \dots \text{(수학식 3)}$$

[0315]

상기 식에 있어서, Q (h1) 은 제 1 호스트 재료의 농도 (질량%), Q (h2) 는 제 2 호스트 재료의 농도 (질량%), Q (d) 는 인광 발광성 도펀트 재료의 농도 (질량%) 를 나타낸다.

[0316]

(정공 수송층)

[0317]

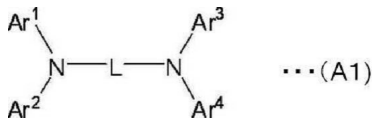
정공 수송층 (6) 은, 발광층에의 정공 주입을 도와, 정공을 발광 영역까지 수송하는 층으로서, 정공 이동도가 크고, 이온화 포텐셜이 작다.

[0318]

정공 수송층 (6) 을 형성하는 정공 수송 재료로서는, 보다 낮은 전계 강도로 정공을 발광층 (5) 에 수송하는 재료가 바람직하고, 본 발명의 상기 일반식 (2) 로 나타내는 제 2 호스트 재료를 사용할 수 있다. 그 밖에, 예를 들어, 하기 일반식 (A1) 로 나타내는 방향족 아민 유도체가 바람직하게 사용된다.

[0319]

[화학식 29]



[0320]

상기 일반식 (A1) 에 있어서, Ar^1 내지 Ar^4 까지는

[0321]

고리 형성 탄소수 6 이상 50 이하의 방향족 탄화수소기,

[0322]

고리 형성 탄소수 6 이상 50 이하의 축합 방향족 탄화수소기,

[0323]

고리 형성 탄소수 2 이상 40 이하의 방향족 복소 고리기,

[0324]

고리 형성 탄소수 2 이상 40 이하의 축합 방향족 복소 고리기,

[0325]

그들 방향족 탄화수소기와 그들 방향족 복소 고리기를 결합시킨 기,

[0326]

그들 방향족 탄화수소기와 그들 축합 방향족 복소 고리기를 결합시킨 기

[0327]

그들 축합 방향족 탄화수소기와 그들 방향족 복소 고리기를 결합시킨 기, 또는

[0328]

그들 축합 방향족 탄화수소기와 그들 축합 방향족 복소 고리기를 결합시킨 기

[0329]

를 나타낸다. 단, 여기서 예시한 방향족 탄화수소기, 축합 방향족 탄화수소기, 방향족 복소 고리기, 및 축합 방향족 복소 고리기는 치환기를 가져도 된다.

[0330]

상기 일반식 (A1) 에 있어서, L 은 연결기이며,

[0331]

고리 형성 탄소수 6 이상 50 이하의 2 개의 방향족 탄화수소기,

[0332]

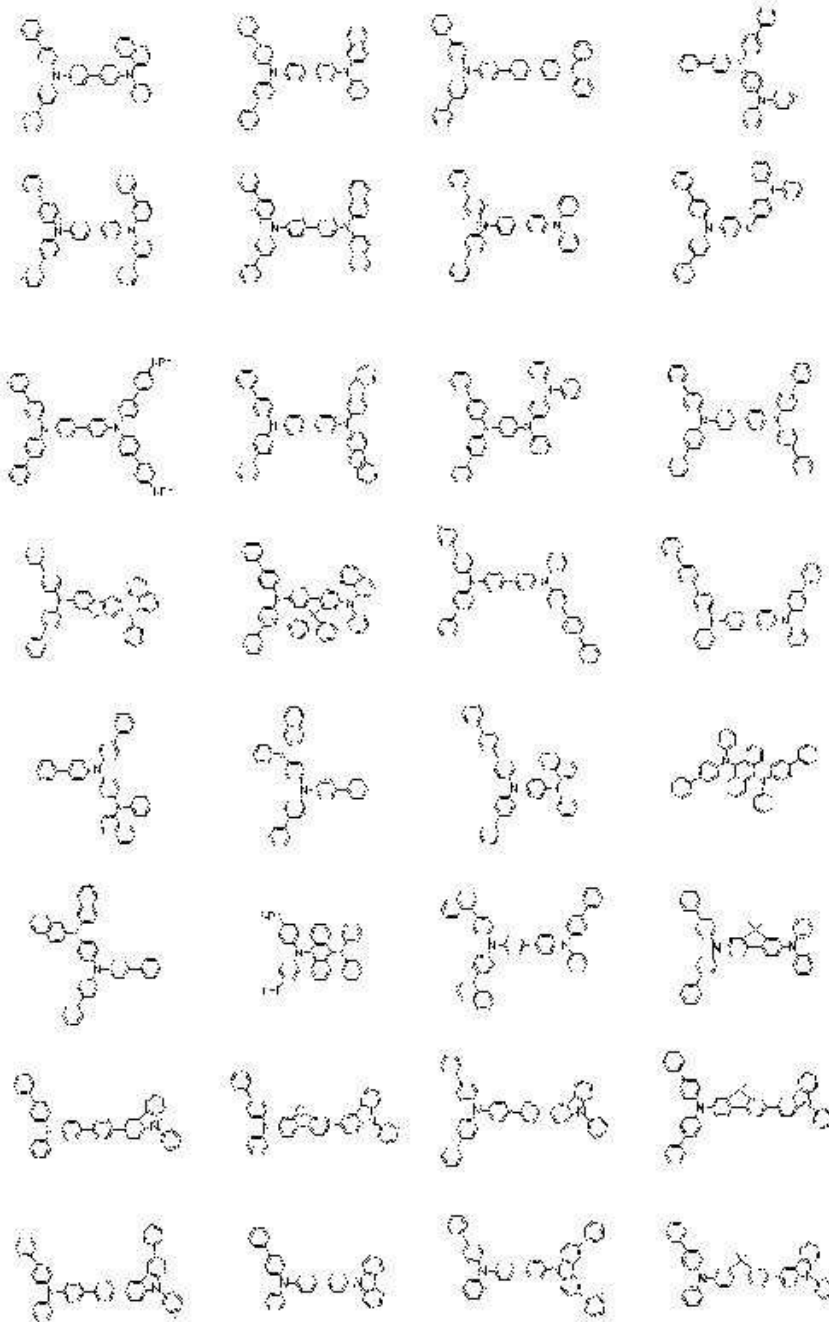
고리 형성 탄소수 6 이상 50 이하의 2 개의 축합 방향족 탄화수소기,

[0333]

고리 형성 탄소수 5 이상 50 이하의 2 개의 방향족 복소 고리기,

- [0335] 고리 형성 탄소수 5 이상 50 이하의 2 개의 축합 방향족 복소 고리기,
- [0336] 2 개 이상의 방향족 탄화수소기 또는 방향족 복소 고리기를
- [0337] 단결합,
- [0338] 에테르 결합,
- [0339] 티오에테르 결합,
- [0340] 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬렌기,
- [0341] 탄소수 2 이상 20 이하의 알케닐렌기, 혹은
- [0342] 아미노기
- [0343] 로 결합하여 얻어지는 2 개의 기
- [0344] 를 나타낸다. 단, 여기서 예시한 2 개의 방향족 탄화수소기, 2 개의 축합 방향족 탄화수소기, 2 개의 방향족 복소 고리기, 및 2 개의 축합 방향족 복소 고리기는 치환기를 가져도 된다.
- [0345] 상기 일반식 (A1) 의 화합물의 구체예를 이하에 기재하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

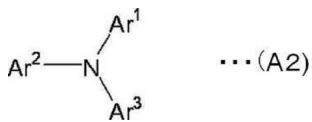
[0346] [화학식 30]



[0347]

[0348] 또, 하기 일반식 (A2) 의 방향족 아민도 정공 수송층의 형성에 바람직하게 사용된다.

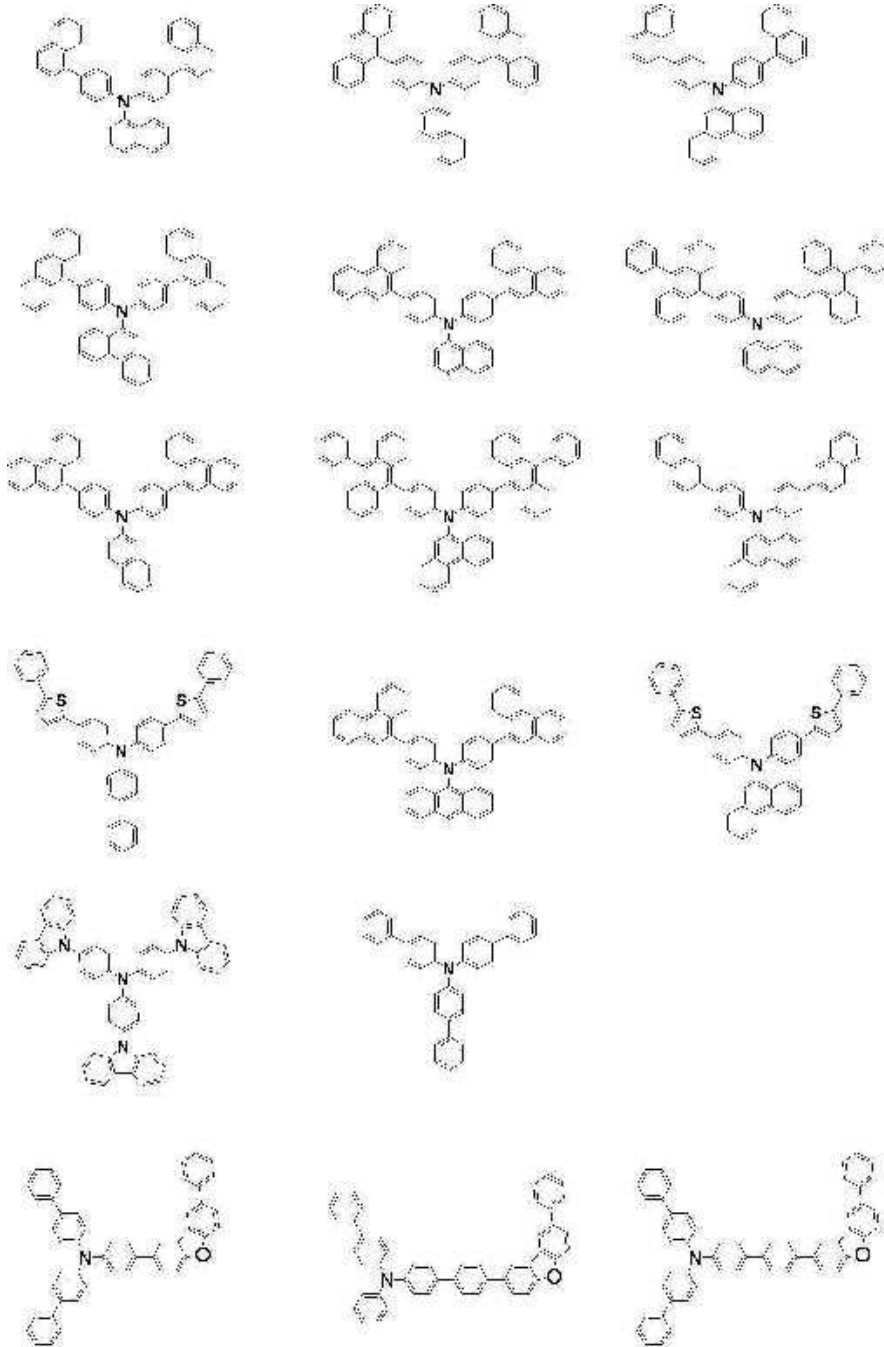
[0349] [화학식 31]



[0350]

[0351] 상기 일반식 (A2) 에 있어서, Ar¹ 내지 Ar³ 까지의 정의는 상기 일반식 (A1) 의 Ar¹ 내지 Ar⁴ 까지의 정의와 동일하다. 이하에 일반식 (A2) 의 화합물의 구체예를 기재하지만 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0352] [화학식 32]



[0353]

[0354] 발광층 (5) 에 있어서의 제 1 호스트 재료, 제 2 호스트 재료 및 인광 발광성 도펀트 재료의 조합에 따라 다르기도 하지만, 정공 수송 재료로서는, 이온화 포텐셜 I_p (HT) 가 5.3 eV 이상 5.7 eV 이하인 것이 바람직하다.

[0355] (전자 수송층)

[0356] 전자 수송층 (7) 은 발광층 (5) 에의 전자의 주입을 돕는 층으로서, 전자 이동도가 크다.

[0357] 본 실시형태는 발광층 (5) 과 음극의 사이에 전자 수송층 (7) 을 가지며, 전자 수송층 (7) 은 함질소 고리 유도체를 주성분으로서 함유해도 바람직하다. 여기서, 전자 주입층은 전자 수송층으로서 기능하는 층이어도 된다.

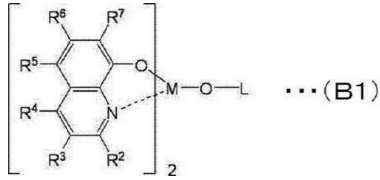
[0358] 또한, 「주성분으로서」란, 전자 수송층 (7) 이 50 질량% 이상의 함질소 고리 유도체를 함유하고 있는 것을 의미한다.

[0359] 전자 수송층 (7) 에 사용하는 전자 수송성 재료로서는, 분자 내에 헤테로 원자를 1 개 이상 함유하는 방향족 헤테로 고리 화합물이 바람직하게 사용되고, 특히 함질소 고리 유도체가 바람직하다. 또, 함질소 고리 유도체

로서는, 합질소 6 원자 고리 혹은 5 원자 고리 골격을 갖는 방향족 고리, 또는 합질소 6 원자 고리 혹은 5 원자 고리 골격을 갖는 축합 방향족 고리 화합물이 바람직하다.

[0360] 이 합질소 고리 유도체로서는, 예를 들어, 하기 일반식 (B1) 로 나타내는 합질소 고리 금속 킬레이트 착물이 바람직하다.

[0361] [화학식 33]



[0362] 일반식 (B1) 에 있어서의 R² 내지 R⁷까지는 독립적으로

[0364] 수소 원자,

[0365] 할로겐 원자,

[0366] 옥시기,

[0367] 아미노기,

[0368] 탄소수 1 이상 40 이하의 탄화수소기,

[0369] 알콕시기,

[0370] 아릴옥시기,

[0371] 알콕시카르보닐기, 또는,

[0372] 방향족 복소 고리기이며,

[0373] 이들은 치환기를 가져도 된다.

[0374] 할로겐 원자로서는, 불소, 염소, 브롬, 요오드 등을 들 수 있다. 또, 치환되어 있어도 되는 아미노기의 예로서는, 알킬아미노기, 아릴아미노기, 아르알킬아미노기를 들 수 있다.

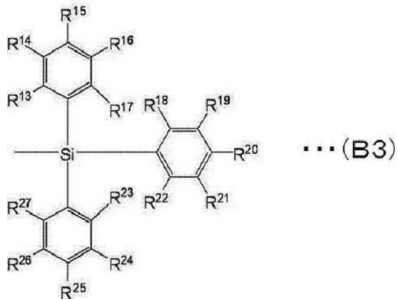
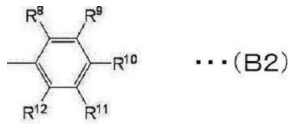
[0375] 알콕시카르보닐기는 -COOY' 로 나타내고, Y' 의 예로서는 상기 알킬기와 동일한 것을 들 수 있다. 알킬아미노기 및 아르알킬아미노기는 -NQ¹Q² 로 나타낸다. Q¹ 및 Q²의 구체예로서는, 독립적으로, 상기 알킬기, 상기 아르알킬기 (알킬기의 수소 원자가 아릴기로 치환된 기) 에서 설명한 것과 동일한 것을 들 수 있고, 바람직한 예도 동일하다. Q¹ 및 Q²의 일방은 수소 원자이어도 된다. 또한, 아르알킬기는 상기 알킬기의 수소 원자가 상기 아릴기로 치환된 기이다.

[0376] 아릴아미노기는 -NAr¹Ar² 로 나타내고, Ar¹ 및 Ar²의 구체예로서는, 각각 독립적으로 상기 방향족 탄화수소기 및 축합 방향족 탄화수소기에서 설명한 기와 동일하다. Ar¹ 및 Ar²의 일방은 수소 원자이어도 된다.

[0377] M 은 알루미늄 (Al), 갈륨 (Ga) 또는 인듐 (In) 이며, In 이면 바람직하다.

[0378] 상기 일반식 (B1) 의 L 은 하기 일반식 (B2) 또는 (B3) 으로 나타내는 기이다.

[0379] [화학식 34]



[0380]

[0381] 상기 일반식 (B2) 중, R⁸ 내지 R¹²까지는 독립적으로

[0382] 수소 원자, 또는 탄소수 1 이상 40 이하의 탄화수소기이며, 서로 인접하는 기가 고리형 구조를 형성하고 있어도 된다. 이 탄화수소기는 치환기를 가져도 된다.

[0383] 또, 상기 일반식 (B3) 중, R¹³ 내지 R²⁷까지는 독립적으로

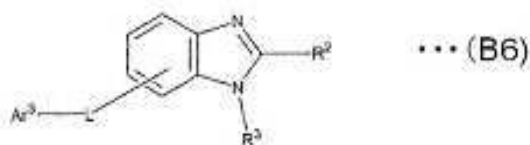
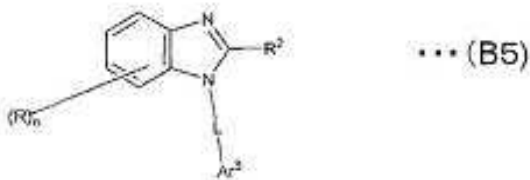
[0384] 수소 원자, 또는 탄소수 1 이상 40 이하의 탄화수소기이며, 서로 인접하는 기가 고리형 구조를 형성하고 있어도 된다. 이 탄화수소기는 치환기를 가져도 된다.

[0385] 상기 일반식 (B2) 및 일반식 (B3)의 R⁸ 내지 R¹²까지, 및 R¹³ 내지 R²⁷까지가 나타내는 탄소수 1 이상 40 이하의 탄화수소기로서는, 상기 일반식 (B1) 중의 R² 내지 R⁷까지의 구체예와 동일한 것을 들 수 있다.

[0386] 또, R⁸ 내지 R¹²까지, 및 R¹³ 내지 R²⁷까지의 서로 인접하는 기가 고리형 구조를 형성한 경우의 2 개의 기로서는, 테트라메틸렌기, 펜타메틸렌기, 헥사메틸렌기, 디페닐메탄-2,2'-디일기, 디페닐에탄-3,3'-디일기, 디페닐프로판-4,4'-디일기 등을 들 수 있다.

[0387] 또, 전자 수송층은 하기 일반식 (B4) 내지 (B6) 까지로 나타내는 함질소 복소 고리 유도체 중 적어도 어느 1 개를 함유하는 것이 바람직하다.

[0388] [화학식 35]



[0389]

[0390] 상기 일반식 (B4) 내지 (B6)까지의 식 중, R 은

- [0391] 수소 원자,
- [0392] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 방향족 탄화수소기,
- [0393] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 축합 방향족 탄화수소기,
- [0394] 피리딜기,
- [0395] 퀴놀릴기,
- [0396] 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 또는
- [0397] 탄소수 1 이상 20 이하의 알콕시기이다.
- [0398] n 은 0 이상 4 이하의 정수이다.
- [0399] 상기 일반식 (B4) 내지 (B6) 까지의 식 중, R^1 은
- [0400] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 방향족 탄화수소기
- [0401] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 축합 방향족 탄화수소기,
- [0402] 피리딜기,
- [0403] 퀴놀릴기,
- [0404] 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 또는
- [0405] 탄소수 1 이상 20 이하의 알콕시기이다.
- [0406] 상기 일반식 (B4) 내지 (B6) 까지의 식 중, R^2 및 R^3 은 독립적으로
- [0407] 수소 원자,
- [0408] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 방향족 탄화수소기
- [0409] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 축합 방향족 탄화수소기,
- [0410] 피리딜기,
- [0411] 퀴놀릴기,
- [0412] 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 또는
- [0413] 탄소수 1 이상 20 이하의 알콕시기이다.
- [0414] 상기 일반식 (B4) 내지 (B6) 까지의 식 중, L 은
- [0415] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 방향족 탄화수소기
- [0416] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 축합 방향족 탄화수소기,
- [0417] 피리디닐렌기,
- [0418] 퀴놀리닐렌기, 또는
- [0419] 플루오레닐렌기이다.
- [0420] 상기 일반식 (B4) 내지 (B6) 까지의 식 중, Ar^1 은
- [0421] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 방향족 탄화수소기
- [0422] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 축합 방향족 탄화수소기,
- [0423] 피리디닐렌기,
- [0424] 퀴놀리닐렌기이다.
- [0425] 상기 일반식 (B4) 내지 (B6) 까지의 식 중, Ar^2 는

- [0426] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 방향족 탄화수소기
- [0427] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 축합 방향족 탄화수소기,
- [0428] 피리딜기,
- [0429] 퀴놀릴기,
- [0430] 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 또는
- [0431] 탄소수 1 이상 20 이하의 알콕시기이다.

[0432] 상기 일반식 (B4) 내지 (B6) 까지의 식 중, Ar³ 은

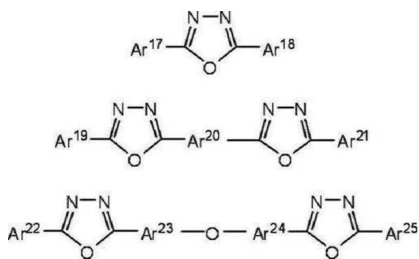
- [0433] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 방향족 탄화수소기
- [0434] 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 축합 방향족 탄화수소기,
- [0435] 피리딜기,
- [0436] 퀴놀릴기,
- [0437] 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기,
- [0438] 탄소수 1 이상 20 이하의 알콕시기, 또는

[0439] 「-Ar¹-Ar²」로 나타내는 기 (Ar¹ 및 Ar² 는 각각 상기와 동일하다) 이다.

[0440] 또, 상기 일반식 (B4) 내지 (B6) 까지의 식 중의 R, R¹, R², R³, L, Ar¹, Ar², 및 Ar³ 의 설명에서 예시한 방향족 탄화수소기, 축합 방향족 탄화수소기, 피리딜기, 퀴놀릴기, 알킬기, 알콕시기, 피리디닐렌기, 퀴놀리닐렌기, 플루오레닐렌기는 치환기를 가져도 된다.

[0441] 전자 주입층 또는 전자 수송층에 사용되는 전자 전달성 화합물로서는, 8-하이드록시퀴놀린 또는 그 유도체의 금속 착물, 옥사디아졸 유도체, 합질소 복소 고리 유도체가 바람직하다. 상기 8-하이드록시퀴놀린 또는 그 유도체의 금속 착물의 구체예로서는, 옥신 (일반적으로 8-퀴놀리놀 또는 8-하이드록시퀴놀린) 의 킬레이트를 함유하는 금속 킬레이트 옥시노이드 화합물, 예를 들어 트리스(8-퀴놀리놀)알루미늄을 사용할 수 있다. 그리고, 옥사디아졸 유도체로서는, 하기의 것을 들 수 있다.

[0442] [화학식 36]



[0443] 이들 옥사디아졸 유도체의 각 일반식 중, Ar¹⁷, Ar¹⁸, Ar¹⁹, Ar²¹, Ar²² 및 Ar²⁵ 는

- [0444] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 방향족 탄화수소기, 또는
- [0445] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 축합 방향족 탄화수소기이다.

[0447] 단, 여기서 예시한 방향족 탄화수소기 및 축합 방향족 탄화수소기는 치환기를 가져도 된다. 또, Ar¹⁷ 과 Ar¹⁸, Ar¹⁹ 와 Ar²¹, Ar²² 와 Ar²⁵ 는 서로 동일하거나 상이해도 된다.

[0448] 여기서 예시한 방향족 탄화수소기 또는 축합 방향족 탄화수소기로서는, 페닐기, 나프틸기, 비페닐기, 안트라닐기, 페릴레닐기, 피레닐기 등을 들 수 있다. 그리고, 이들예의 치환기로서는 탄소수 1 이상 10 이하의 알킬기, 탄소수 1 이상 10 이하의 알콕시기 또는 시아노기 등을 들 수 있다.

[0449] 이들 옥사디아졸 유도체의 각 일반식 중, Ar²⁰, Ar²³ 및 Ar²⁴ 는

[0450] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 2 개의 방향족 탄화수소기, 또는

[0451] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 2 개의 축합 방향족 탄화수소기이다.

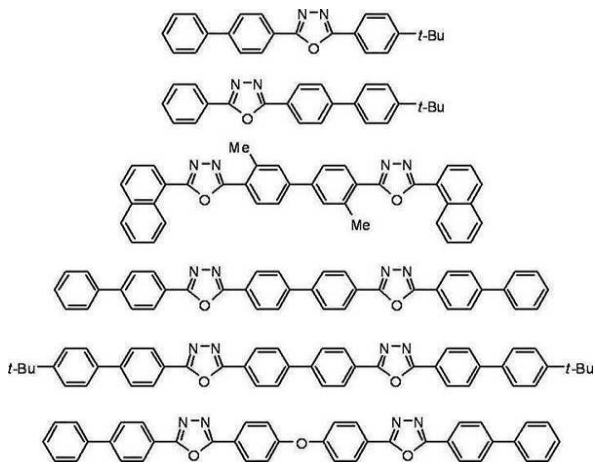
[0452] 단, 여기서 예시한 방향족 탄화수소기 및 축합 방향족 탄화수소기는 치환기를 가져도 된다.

[0453] 또, Ar²³ 과 Ar²⁴ 는 서로 동일하거나 상이해도 된다.

[0454] 여기서 예시한 2 개의 방향족 탄화수소기 또는 2 개의 축합 방향족 탄화수소기로서는, 페닐렌기, 나프틸렌기, 비페닐렌기, 안트라닐렌기, 페릴레닐렌기, 피레닐렌기 등을 들 수 있다. 그리고, 이들예의 치환기로서는 탄소수 1 이상 10 이하의 알킬기, 탄소수 1 이상 10 이하의 알콕시기 또는 시아노기 등을 들 수 있다.

[0455] 이들의 전자 전달성 화합물은 박막 형성성이 양호한 것이 바람직하게 사용된다. 그리고, 이들 전자 전달성 화합물의 구체예로서는, 하기의 것을 들 수 있다.

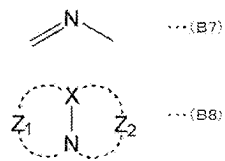
[0456] [화학식 37]



[0457]

[0458] 전자 전달성 화합물로서의 합질소 복소 고리 유도체는 이하의 일반식을 갖는 유기 화합물로 이루어지는 합질소 복소 고리 유도체로서, 금속 착물이 아닌 합질소 화합물을 들 수 있다. 예를 들어, 하기 일반식 (B7) 에 나타내는 골격을 함유하는 5 원자 고리 혹은 6 원자 고리나, 하기 일반식 (B8) 에 나타내는 구조의 것을 들 수 있다.

[0459] [화학식 38]



[0460]

[0461] 상기 일반식 (B8) 중, X 는 탄소 원자 혹은 질소 원자를 나타낸다. Z₁ 그리고 Z₂ 는 각각 독립적으로 합질소 헤테로 고리가 형성 가능한 원자군을 나타낸다.

[0462] 합질소 복소 고리 유도체는, 더욱 바람직하게는, 5 원자 고리 혹은 6 원자 고리로 이루어지는 합질소 방향 다고리족을 갖는 유기 화합물이다. 나아가서는, 이와 같은 복수 질소 원자를 갖는 합질소 방향 다고리족의 경우에는, 상기 일반식 (B7) 과 (B8) 혹은 상기 일반식 (B7) 과 하기 일반식 (B9) 를 조합한 골격을 갖는 합질소 방향 다고리 유기 화합물이 바람직하다.

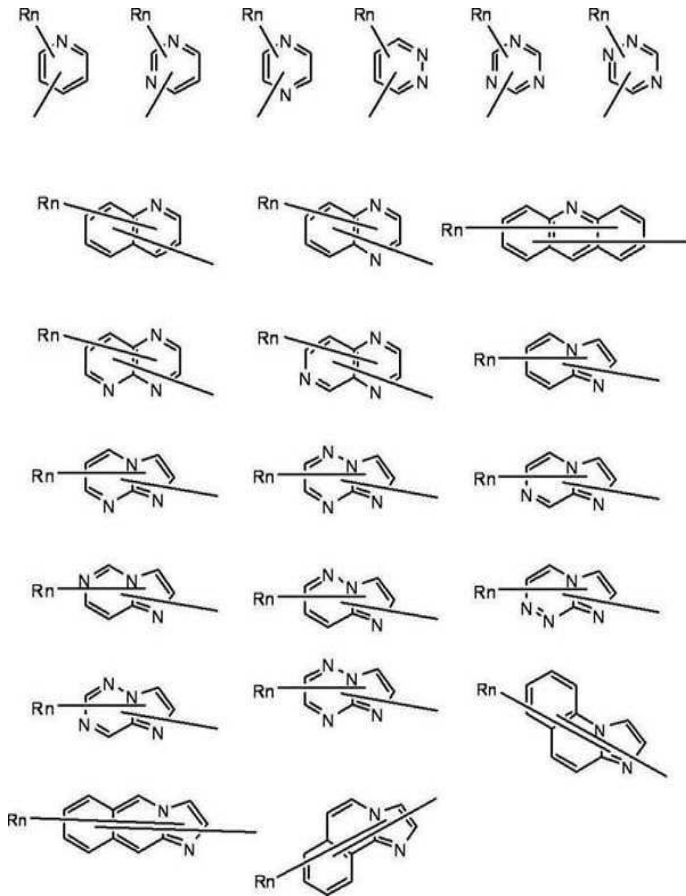
[0463] [화학식 39]



[0464]

[0465] 상기의 합질소 방향 다고리 유기 화합물의 합질소기는, 예를 들어, 이하의 일반식으로 나타내는 합질소 복소 고리에서 선택된다.

[0466] [화학식 40]



[0467]

[0468] 이들 합질소 복소 고리기의 각 일반식 중, R 은

[0469] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 방향족 탄화수소기,

[0470] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 축합 방향족 탄화수소기,

[0471] 고리 형성 탄소수 2 이상 40 이하의 방향족 복소 고리기,

[0472] 고리 형성 탄소수 2 이상 40 이하의 축합 방향족 복소 고리기,

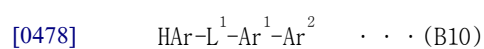
[0473] 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 또는

[0474] 탄소수 1 이상 20 이하의 알콕시기

[0475] 이다.

[0476] 이들 합질소 복소 고리기의 각 일반식 중, n 은 0 이상 5 이하의 정수이며, n 이 2 이상의 정수일 때, 복수의 R 은 서로 동일 또는 상이해도 된다.

[0477] 또한, 바람직한 구체적인 화합물로서, 하기 일반식 (B10) 으로 나타내는 합질소 복소 고리 유도체를 들 수 있다.



[0479] 상기 일반식 (B10) 중, HAr 은

[0480] 고리 형성 탄소수 1 이상 40 이하의 합질소 복소 고리기이다.

[0481] 상기 일반식 (B10) 중, L^1 은

- [0482] 단결합,
- [0483] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 방향족 탄화수소기,
- [0484] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 축합 방향족 탄화수소기,
- [0485] 고리 형성 탄소수 2 이상 40 이하의 방향족 복소 고리기, 또는
- [0486] 고리 형성 탄소수 2 이상 40 이하의 축합 방향족 복소 고리기이다.

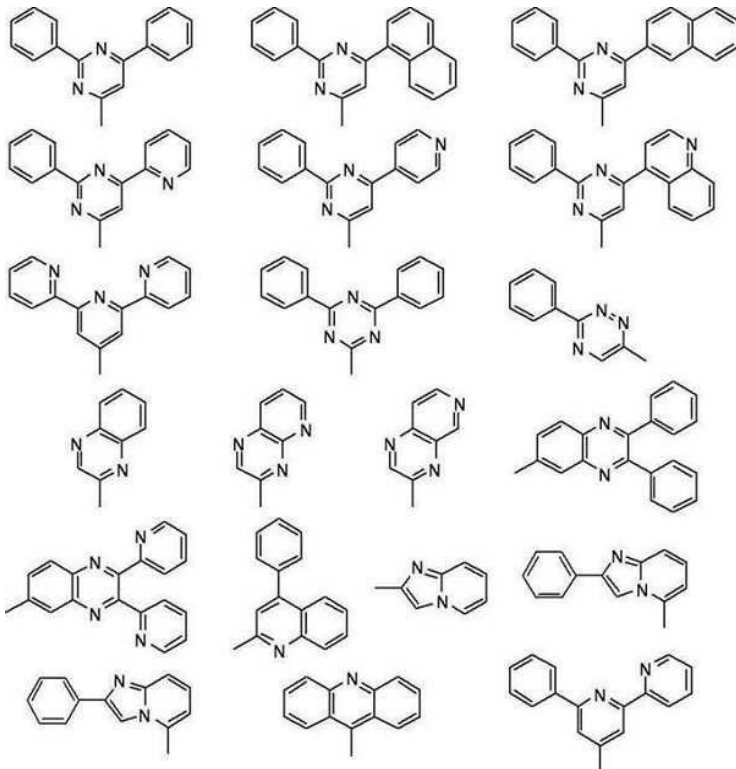
[0487] 상기 일반식 (B10) 중, Ar¹ 은
 [0488] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 2 개의 방향족 탄화수소기이다.

- [0489] 상기 일반식 (B10) 중, Ar² 는
- [0490] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 방향족 탄화수소기,
- [0491] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 축합 방향족 탄화수소기,
- [0492] 고리 형성 탄소수 2 이상 40 이하의 방향족 복소 고리기, 또는
- [0493] 고리 형성 탄소수 2 이상 40 이하의 축합 방향족 복소 고리기이다.

[0494] 또, 상기 일반식 (B10) 의 식 중의 HAr, L¹, Ar¹, 및 Ar² 의 설명에서 예시한 합질소 복소 고리기, 방향족 탄화수소기, 축합 방향족 탄화수소기, 방향족 복소 고리기, 및 축합 방향족 복소 고리기는 치환기를 가져도 된다.

[0495] 상기 일반식 (B10) 의 식 중의 HAr 은, 예를 들어, 하기의 군에서 선택된다.

[0496] [화학식 41]



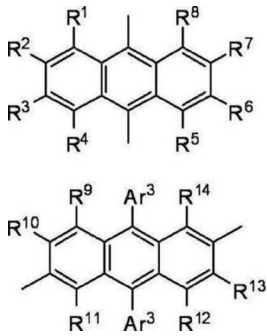
- [0497]
- [0498] 상기 일반식 (B10) 의 식 중의 L¹ 은, 예를 들어, 하기의 군에서 선택된다.
- [0499] [화학식 42]



[0500]

[0501] 상기 일반식 (B10) 의 식 중의 Ar^1 은, 예를 들어, 하기의 아릴안트릴기에서 선택된다.

[0502] [화학식 43]



[0503]

[0504] 상기 아릴안트릴기의 일반식 중, R^1 내지 R^{14} 까지는 독립적으로

[0505] 수소 원자,

[0506] 할로겐 원자,

[0507] 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기,

[0508] 탄소수 1 이상 20 이하의 알콕시기,

[0509] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 아릴옥시기,

[0510] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 방향족 탄화수소기,

[0511] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 축합 방향족 탄화수소기,

[0512] 고리 형성 탄소수 2 이상 40 이하의 방향족 복소 고리기, 또는

[0513] 고리 형성 탄소수 2 이상 40 이하의 축합 방향족 복소 고리기이다.

[0514] 상기 아릴안트릴기의 일반식 중, Ar^3 은

[0515] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 방향족 탄화수소기,

[0516] 고리 형성 탄소수 6 이상 40 이하의 축합 방향족 탄화수소기,

[0517] 고리 형성 탄소수 2 이상 40 이하의 방향족 복소 고리기, 또는

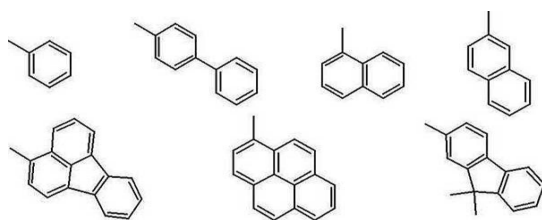
[0518] 고리 형성 탄소수 2 이상 40 이하의 축합 방향족 복소 고리기이다.

[0519] 단, 상기 아릴안트릴기의 일반식 중의 R^1 내지 R^{14} 까지, 및 Ar^3 의 설명에서 예시한 방향족 탄화수소기, 축합 방향족 탄화수소기, 방향족 복소 고리기, 및 축합 방향족 복소 고리기는 치환기를 가져도 된다.

[0520] 또, R^1 내지 R^8 까지는 모두 수소 원자인 함질소 복소 고리 유도체이어도 된다.

[0521] 상기 아릴안트릴기의 일반식 중, Ar^2 는, 예를 들어, 하기의 군에서 선택된다.

[0522] [화학식 44]

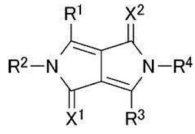


[0523]

[0524] 전자 전달성 화합물로서의 함질소 방향 다고리 유기 화합물에는, 이 밖에, 하기의 화합물 (일본 공개특허공보

평9-3448호 참조) 도 바람직하게 사용된다.

[0525] [화학식 45]



[0526] 이 합질소 방향 다고리 유기 화합물의 일반식 중, R¹ 내지 R⁴까지는 독립적으로

[0527] 수소 원자,

[0528] 지방족기,

[0529] 지방족식 고리기,

[0530] 탄소 고리형 방향족 고리기, 또는

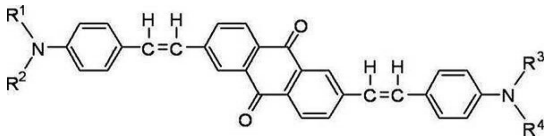
[0531] 복소 고리기

[0532] 를 나타낸다. 단, 여기서 예시한 지방족기, 지방족식 고리기, 탄소 고리형 방향족 고리기, 및 복소 고리기는 치환기를 가져도 된다.

[0533] 이 합질소 방향 다고리 유기 화합물의 일반식 중, X¹, X²는 독립적으로 산소 원자, 황 원자, 또는 디시아노메틸렌기를 나타낸다.

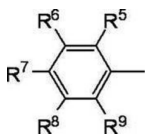
[0534] 또, 전자 전달성 화합물로서, 하기의 화합물 (일본 공개특허공보 2000-173774호 참조) 도 바람직하게 사용된다.

[0535] [화학식 46]



[0536] 상기 일반식 중, R¹, R², R³ 및 R⁴는 서로 동일한 또는 상이한 기로서, 하기 일반식으로 나타내는 방향족 탄화수소기 또는 축합 방향족 탄화수소기이다.

[0537] [화학식 47]



[0538] 상기 일반식 중, R⁵, R⁶, R⁷, R⁸ 및 R⁹는 서로 동일한 또는 상이한 기로서, 수소 원자, 혹은 그들의 적어도 1 개가 포화 혹은 불포화 알콕실기, 알킬기, 아미노기, 또는 알킬아미노기이다.

[0539] 또한, 전자 전달성 화합물은 그 합질소 복소 고리기 또는 합질소 복소 고리 유도체를 함유하는 고분자 화합물이어도 된다.

[0540] 또, 전자 주입층의 구성 성분으로서, 합질소 고리 유도체 외에, 무기 화합물로서 절연체 또는 반도체를 사용하는 것이 바람직하다. 전자 주입층이 절연체나 반도체로 구성되어 있으면, 전류의 리크를 유효하게 방지하여, 전자 주입성을 향상시킬 수 있다.

[0541] 또한, 본 발명에 있어서의 전자 주입층은 환원성 도펀트를 함유하고 있어도 바람직하다.

[0542] [막두께]

[0543] 본 발명의 유기 EL 소자에 있어서, 양극과 음극의 사이에 형성된 각 층의 막두께는, 전술한 것 중에서 특별히 규정한 것을 제외하고, 특별히 제한되지 않지만, 일반적으로 막두께가 너무 얇으면 핀홀 등의 결함이 발생하기

쉽고, 반대로 너무 두꺼우면 높은 인가 전압이 필요하게 되어 효율이 나빠지기 때문에, 통상적으로는 수 nm 내지 1 μ m 의 범위가 바람직하다.

[0547] [유기 EL 소자의 제조법]

[0548] 본 발명의 유기 EL 소자의 제조법에 대해서는, 특별히 제한은 없고, 종래의 유기 EL 소자에 사용되는 제조 방법을 이용하여 제조할 수 있다. 구체적으로는, 각 층을 진공 증착법, 캐스트법, 도포법, 스핀 코트법 등에 의해 형성할 수 있다. 또, 폴리카보네이트, 폴리우레탄, 폴리스티렌, 폴리아릴레이트, 폴리에스테르 등의 투명 폴리머에, 각 층의 유기 재료를 분산시킨 용액을 사용한 캐스트법, 도포법, 스핀 코트법 외에, 유기 재료와 투명 폴리머의 동시 증착 등에 의해서도 형성할 수 있다.

[0549] [물성의 측정 방법]

[0550] 유기 EL 소자에 사용하는 재료의 물성에 대해서는, 이하에 나타내는 방법으로 측정된다.

[0551] · 이온화 포텐셜 (Ip)

[0552] 재료에 모노크로메이터로 분광한 중수소 램프의 광 (여기 광) 을 조사하고, 방출된 광 전자 방출을 일렉트로미터로 측정하고, 얻어진 광 전자 방출의 조사 광자 에너지 곡선으로부터의 광 전자 방출의 임계값을 외삽법에 의해 구하여 측정한다. 측정 기기로서, 대기 중 자외선 광 전자 분석 장치 AC-3 (리켄 계기 주식회사 제조) 을 사용한다.

[0553] [제 2 실시형태]

[0554] 다음으로, 제 2 실시형태에 대해 설명한다.

[0555] 제 2 실시형태의 설명에 있어서 제 1 실시형태와 동일한 구성 요소는 동일 부호나 명칭을 부여하거나 하여 설명을 생략 혹은 간략하게 한다. 또, 제 2 실시형태에서는, 제 1 실시형태에서 설명한 것과 동일한 재료나 합물을 사용할 수 있다.

[0556] 제 2 실시형태에 관련된 유기 EL 소자 (1A) 는 발광 유닛 (5A), 제 3 발광층 (53) 이 형성되고, 발광 유닛 (5A) 과 제 3 발광층 (53) 의 사이에 스페이싱 레이어 (8) 가 형성되어 있는 점에서 제 1 실시형태와 다르다. 그리고, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 기판 (2) 상에, 양극 (3), 정공 수송층 (6), 발광 유닛 (5A), 스페이싱 레이어 (8), 제 3 발광층 (53), 전자 수송층 (7), 및 음극 (4) 이 이 순서대로 적층되어 있다.

[0557] 발광 유닛 (5A) 은 정공 수송층 (6) 에 연속해서 형성된 제 1 발광층 (51) 과, 제 1 발광층 (51) 및 스페이싱 레이어 (8) 의 사이에 연속해서 형성된 제 2 발광층 (52) 을 구비한다.

[0558] 제 1 발광층 (51) 은 제 1 호스트 재료 및 제 1 발광 재료를 함유한다. 제 1 호스트 재료로서는, 모노아민 화합물, 디아민 화합물, 트리아민 화합물, 테트라민 화합물, 카르바졸기로 치환된 아민 화합물 등의 아민 유도체가 바람직하다. 또한, 제 1 호스트 재료로서는, 상기한 일반식 (1) 로 나타내는 제 1 호스트 재료 및 일반식 (2) 로 나타내는 제 2 호스트 재료와 동일한 재료를 사용해도 된다. 제 1 발광 재료로서는, 570 nm 이상의 발광 피크를 나타내는 것이 바람직하다. 여기서, 570 nm 이상의 발광 피크를 나타내는 발광색으로서, 예를 들어, 적색이다.

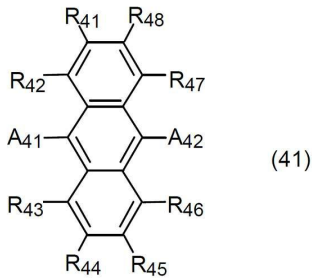
[0559] 제 2 발광층 (52) 은 본 발명의 발광층으로, 즉 제 1 실시형태의 발광층 (5) 과 동일하다.

[0560] 스페이싱 레이어 (8) 란, 인접하는 제 2 발광층 (52) 및 제 3 발광층 (53) 간에 HOMO 레벨, LUMO 레벨의 에너지 장벽을 형성함으로써, 제 2 발광층 (52) 및 제 3 발광층 (53) 에의 전하 (정공 또는 전자) 주입을 조정하여, 제 2 발광층 (52) 및 제 3 발광층 (53) 에 주입되는 전하의 밸런스를 조정하기 위한 층이다. 또, 삼중항 에너지의 장벽을 형성함으로써, 제 2 발광층 (52) 에서 생긴 삼중항 에너지를 제 3 발광층 (53) 에 확산하는 것을 방지하여, 제 2 발광층 (52) 내에서 효율적으로 발광시키기 위한 층이다.

[0561] 제 3 발광층 (53) 은, 예를 들어, 청색의 형광 발광을 나타내는 층이며, 피크 파장은 450 nm 이상 500 nm 이하이다. 제 3 발광층 (53) 은 제 3 호스트 재료와 제 3 발광 재료를 함유한다.

[0562] 제 3 호스트 재료로서는, 예를 들어, 안트라센 중심 골격을 갖는 하기 식 (41) 에 나타내는 구조를 갖는 화합물을 들 수 있다.

[0563] [화학식 48]



[0564]

[0565] 식 (41) 중, A₄₁ 및 A₄₂ 는 각각 치환기를 가져도 되는 핵 탄소수 6 ~ 20 의 방향족 고리로부터 유도되는 기이다.

[0566] R₄₁ ~ R₄₈ 은 각각 수소 원자, 치환기를 가져도 되는 핵 탄소수 6 ~ 50 의 아틸기, 치환기를 가져도 되는 핵 원자수 5 ~ 50 의 헤테로아틸기, 치환기를 가져도 되는 탄소수 1 ~ 50 의 알킬기, 치환기를 가져도 되는 탄소수 3 ~ 50 의 시클로알킬기, 치환기를 가져도 되는 탄소수 1 ~ 50 의 알콕시기, 치환기를 가져도 되는 탄소수 6 ~ 50 의 아르알킬기, 치환기를 가져도 되는 핵 원자수 5 ~ 50 의 아릴옥시기, 치환기를 가져도 되는 핵 원자수 5 ~ 50 의 아릴티오기, 치환기를 가져도 되는 탄소수 1 ~ 50 의 알콕시카르보닐기, 치환기를 가져도 되는 실릴기, 카르복실기, 할로젠 원자, 시아노기, 니트로기, 및 하이드록실기 중 어느 것이다.

[0567] A₄₁ 및 A₄₂ 의 방향족 고리에 치환되는 치환기로서는, 치환기를 가져도 되는 핵 탄소수 6 ~ 50 의 아틸기, 치환기를 가져도 되는 탄소수 1 ~ 50 의 알킬기, 치환기를 가져도 되는 탄소수 3 ~ 50 의 시클로알킬기, 치환기를 가져도 되는 탄소수 1 ~ 50 의 알콕시기, 치환기를 가져도 되는 탄소수 6 ~ 50 의 아르알킬기, 치환기를 가져도 되는 핵 원자수 5 ~ 50 의 아릴옥시기, 치환기를 가져도 되는 핵 원자수 5 ~ 50 의 아릴티오기, 치환기를 가져도 되는 탄소수 1 ~ 50 의 알콕시카르보닐기, 치환기를 가져도 되는 실릴기, 카르복실기, 할로젠 원자, 시아노기, 니트로기, 및 하이드록실기 중 어느 것을 들 수 있다.

[0568] 제 3 발광 재료로서는, 예를 들어, 아릴아민 화합물, 스티릴아민 화합물, 안트라센, 나프탈렌, 페난트렌, 피렌, 테트라센, 코로넨, 크리센, 플루오레세인, 페릴렌, 프탈로페릴렌, 나프탈로페릴렌, 페리논, 프탈로페리논, 나프탈로페리논, 디페닐부타디엔, 테트라페닐부타디엔, 쿠마린, 옥사디아졸, 알다진, 비스벤즈옥사졸린, 비스스티릴, 피라진, 시클로펜타디엔, 퀴놀린 금속 착물, 아미노퀴놀린 금속 착물, 벤조퀴놀린 금속 착물, 이민, 디페닐에틸렌, 비닐안트라센, 디아미노카르바졸, 피란, 티오피란, 폴리메틴, 메로시아닌, 이미다졸 킬레이트화 옥시노이드 화합물, 퀴나크리돈, 루브렌 및 형광 색소 등을 들 수 있다.

[0569] 제 3 발광층 (53) 은, 예를 들어, 청색의 형광 발광을 나타내는 층이며, 피크 파장은 450 ~ 500 nm 이다.

[0570] 유기 EL 소자 (1A) 에서는, 적색으로 발광하는 제 1 발광층 (51), 녹색으로 발광하는 제 2 발광층 (52), 및 청색으로 발광하는 제 3 발광층 (53) 을 구비하기 때문에, 소자 전체로서 백색 발광시킬 수 있다.

[0571] 따라서, 유기 EL 소자 (1A) 는 조명이나 백라이트 등의 면 광원으로서 바람직하게 이용할 수 있다.

[0572] [제 3 실시형태]

[0573] 다음으로, 제 3 실시형태에 대해 설명한다.

[0574] 제 3 실시형태의 설명에 있어서 제 1 실시형태와 동일한 구성 요소는 동일 부호나 명칭을 부여하거나 하여 설명을 생략 혹은 간략하게 한다. 또, 제 3 실시형태에서는, 제 1 실시형태에서 설명한 것과 동일한 재료나 화합물을 사용할 수 있다.

[0575] 제 3 실시형태의 유기 EL 소자는 전하 발생층과 2 개 이상의 발광 유닛을 구비하는 이른바 탠덤형의 소자이다. 1 쌍의 전극으로부터 주입되는 전하에 더하여, 전하 발생층으로부터 공급되는 전하가 발광 유닛 내에 주입되게 되므로, 전하 발생층을 형성함으로써, 주입한 전류에 대한 발광 효율 (전류 효율) 이 향상된다.

[0576] 도 3 에 나타내는 바와 같이, 제 3 실시형태의 유기 EL 소자 (1B) 는, 기관 (2) 상에, 양극 (3), 정공 수송층 (6), 발광 유닛 (5A), 전자 수송층 (7), 전하 발생층 (9), 제 2 정공 수송층 (6B), 제 2 발광 유닛 (5B), 제 2 전자 수송층 (7B), 및 음극 (4) 이 이 순서대로 적층되어 있다.

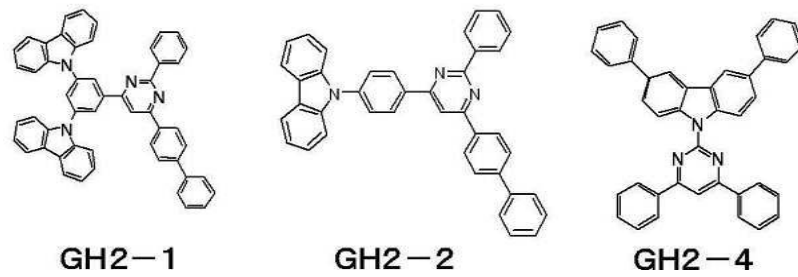
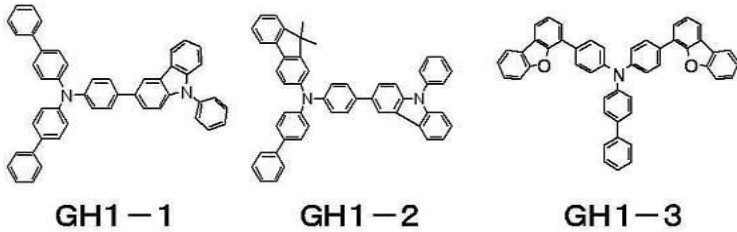
- [0577] 발광 유닛 (5A) 은 제 2 실시형태에 있어서의 발광 유닛과 동일하고, 이 발광 유닛 (5A) 을 구성하는 제 2 발광층 (52) 은 본 발명의 발광층으로, 즉 제 1 실시형태의 발광층 (5) 및 제 2 실시형태의 제 2 발광층과 동일하다.
- [0578] 제 2 발광 유닛 (5B) 은 제 2 정공 수송층 (6B) 에 연속해서 형성된 제 3 발광층 (53) 과, 제 3 발광층 (53) 과 제 2 전자 수송층 (7B) 의 사이에 연속해서 형성된 제 4 발광층 (54) 을 구비한다.
- [0579] 제 3 발광층 (53) 은 제 2 실시형태의 제 3 발광층과 동일하다.
- [0580] 제 4 발광층 (54) 은 녹색으로 발광하는 형광 발광층이며, 피크 파장은 대략 500 nm 이상 570 nm 이하이다. 제 4 발광층 (54) 은 제 4 호스트 재료와 제 4 발광 재료를 함유한다.
- [0581] 전하 발생층 (9) 은, 유기 EL 소자 (1B) 에 전계를 인가했을 때에, 전하가 발생하는 층이며, 전자 수송층 (7) 에 전자를 주입하고, 제 2 정공 수송층 (6B) 에 정공을 주입한다.
- [0582] 전하 발생층 (9) 의 재료로서는, 공지된 재료나, 예를 들어, US 7,358,661 에 기재된 재료를 사용할 수 있다. 구체적으로는, In, Sn, Zn, Ti, Zr, Hf, V, Mo, Cu, Ga, Sr, La, Ru 등의 금속 산화물, 질화물, 요오드화물, 붕화물 등을 들 수 있다. 또, 제 3 발광층 (53) 이 전하 발생층 (9) 으로부터 전자를 용이하게 받아들일도록 하기 위해, 전자 수송층 (7) 에 있어서의 전하 발생층 계면 근방에 알칼리 금속으로 대표되는 도너를 도프하는 것이 바람직하다. 도너로서는, 도너성 금속, 도너성 금속 화합물 및 도너성 금속 착물 중 적어도 일종을 선택할 수 있다. 이와 같은 도너성 금속, 도너성 금속 화합물 및 도너성 금속 착물에 사용할 수 있는 화합물의 구체예로서, 특허 출원 번호 PCT/JP2010/003434 의 공보에 기재된 화합물을 들 수 있다.
- [0583] 또한, 제 2 정공 수송층 (6B) 및 제 2 전자 수송층 (7B) 은 제 1 실시형태의 정공 수송층 및 전자 수송층과 동일하다.
- [0584] 유기 EL 소자 (1B) 는 이른바 탠덤형 소자이기 때문에, 구동 전류의 저감을 도모할 수 있고, 내구성의 향상도 도모할 수 있다.
- [0585] [실시형태의 변형예]
- [0586] 또한, 본 발명은 상기의 설명에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 취지를 일탈하지 않는 범위에서의 변경은 본 발명에 포함된다.
- [0587] 제 1 실시형태, 제 2 실시형태에서는, 양극에 연속해서 정공 수송층을 형성하는 구성을 나타냈지만, 양극 및 정공 수송층간에 정공 주입층을 추가로 형성해도 된다.
- [0588] 이와 같은 정공 주입층의 재료로서는, 포르피린 화합물, 방향족 제 3 급 아민 화합물 또는 스티릴아민 화합물을 사용하는 것이 바람직하고, 특히, 헥사시아노헥사아자트리페닐렌 (HAT) 등의 방향족 제 3 급 아민 화합물을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0589] 또, 제 1 실시형태 ~ 제 3 실시형태에서는, 음극에 연속해서 전자 수송층을 형성하는 구성을 나타냈지만, 음극 및 전자 수송층간에 전자 주입층을 추가로 형성해도 된다.
- [0590] 그리고, 제 3 실시형태에서는, 2 개의 발광 유닛을 형성하는 구성을 나타냈지만, 발광 유닛을 3 개 이상 형성해도 된다.
- [0591] 실시예
- [0592] 이하, 실시예 및 비교예를 들어, 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다. 또한, 본 발명은 실시예 등의 내용에 전혀 한정되는 것은 아니다.
- [0593] [실시예 1]
- [0594] 실시예 1 에 관련된 유기 EL 소자는 이하와 같이 하여 제조했다.
- [0595] 25 mm × 75 mm × 1.1 mm 두께의 ITO 투명 전극 (양극) 이 형성된 유리 기판 (지오마텍 (주) 제조) 을 이소프로필알코올 중에서 초음파 세정을 5 분간 실시한 후, UV 오존 세정을 30 분간 실시했다.
- [0596] 세정 후의 투명 전극 라인이 형성된 유리 기판을 진공 증착 장치의 기판 홀더에 장착하고, 먼저 투명 전극 라인이 형성되어 있는 측의 면 상에 상기 투명 전극을 덮도록 하여, 화합물 HA-1 을 증착하고, 막두께 5 nm 의 HA-1

막을 막형성했다. 이 HA-1 막은 정공 주입층으로서 기능한다.

- [0597] 이 HA-1 막 상에, 화합물 HT-1 을 증착하여, 막두께 55 nm 의 HT-1 막을 막형성했다. 이 HT-1 막은 제 1 정공 수송층으로서 기능한다.
- [0598] 이어서, HT-1 막 상에, 화합물 GH1-1 을 증착하여, 막두께 10 nm 의 GH1-1 막을 막형성했다. 이 GH1-1 막은 제 2 정공 수송층으로서 기능한다.
- [0599] 이 제 2 정공 수송층 상에, 제 1 호스트 재료로서 화합물 GH2-1 과, 제 2 호스트 재료로서 화합물 GH1-1 과, 인광 발광성 도펀트 재료로서 Ir(Phppy)₃ 을 공증착했다. 이로써, 녹색 발광을 나타내는 두께 35 nm 의 발광층을 형성했다. 또한, 제 2 호스트 재료의 농도 및 인광 발광성 도펀트 재료의 농도를 10 질량% 로 하고, 나머지를 제 1 호스트 재료로 했다.
- [0600] 그리고, 이 발광층 상에 화합물 GH2-1 을 증착하여, 막두께 5 nm 의 정공 저지층을 형성했다.
- [0601] 그리고, 이 정공 저지층 상에 화합물 ET-1 을 증착하여, 막두께 30 nm 의 전자 수송층을 형성했다.
- [0602] 또한, 전자 수송층 상에, LiF 를 레이트 1 Å /min 으로 증착하여, 두께 1 nm 의 전자 주입층을 형성했다. 또한, 전자 주입성 음극 상에, 금속 Al 을 증착하여, 두께 80 nm 의 음극을 형성했다.
- [0603] (비교예 1)
- [0604] 실시예 1 에 있어서, 제 2 호스트 재료의 화합물 GH1-1 을 사용하지 않은 것 이외에는 실시예 1 과 마찬가지로 하여 유기 EL 소자를 제조했다.
- [0605] 표 1 에 실시예 1 및 비교예 1 의 소자 구성을 나타낸다. 또한, 표 1 중의 괄호 () 내의 숫자 중 단위가 없는 것은 각 층의 두께 (단위 : nm) 를 나타낸다. 또, % 의 표시가 있는 것은 당해 화합물의 질량% 농도를 나타낸다. 발광층에 대해서는, 제 2 호스트 재료 및 인광 발광성 도펀트 재료의 질량% 농도를 나타내고, 제 1 호스트 재료의 농도의 기재는 생략했다.
- [0606] (유기 EL 소자의 평가)
- [0607] 제조한 유기 EL 소자의 구동 전압, 전류 효율 L/J, 전력 효율 η , 외부 양자 효율 EQE, 및 수명에 대해 평가를 실시했다. 각 평가 항목에 대해, 전류 밀도는 10.00 mA/cm² 로 했다. 결과를 표 2 에 나타낸다.
- [0608] · 구동 전압
- [0609] 전류 밀도가 10.00 mA/cm² 가 되도록 ITO 와 Al 의 사이에 통전했을 때의 전압 (단위 : V) 을 측정했다.
- [0610] · 전류 효율 L/J, 및 전력 효율 η
- [0611] 전류 밀도가 10.00 mA/cm² 가 되도록 소자에 전압을 인가했을 때의 분광 방사 휘도 스펙트럼을 분광 방사 휘도계 (CS-1000 : 코니카 미놀타사 제조) 로 측정하고, 얻어진 분광 방사 휘도 스펙트럼으로부터, 전류 효율 (단위 : cd/A), 및 전력 효율 η (단위 : lm/W) 를 산출했다.
- [0612] · 외부 양자 효율 EQE
- [0613] 얻어진 상기 분광 방사 휘도 스펙트럼으로부터, 램버시안 방사를 실시했다고 가정하고 외부 양자 효율 EQE (단위 : %) 를 산출했다.
- [0614] · 수명
- [0615] 초기 휘도 25,000 nit (cd/m²) 로부터, 휘도가 80 % 로 감소하는 시간 (LT80) 을 구했다.
- [0616] (실시예 2 ~ 9 및 비교예 2 ~ 6)
- [0617] 실시예 2 ~ 9 및 비교예 2 ~ 6 은, 실시예 1 의 각 재료, 각 층의 두께, 및 각 재료의 농도를 표 1 에 나타내는 바와 같이 변경한 것 이외에는, 실시예 1 과 마찬가지로 하여 유기 EL 소자를 제조했다.
- [0618] 이하에 실시예 1 ~ 9 및 비교예 1 ~ 6 에서 사용한 화합물을 나타낸다. 또한, 실시예 1 ~ 9 에 있어서, 발광층에 포함되는 GH2-1, GH2-2, GH2-4 는 본 발명에 있어서의 제 1 호스트 재료이며, GH1-1, GH1-2, GH1-3 은 본 발명에 있어서의 제 2 호스트 재료이다.
- [0619] 또, 표 2 에 이들의 유기 EL 소자를 실시예 1 과 마찬가지로 평가한 결과를 나타낸다.

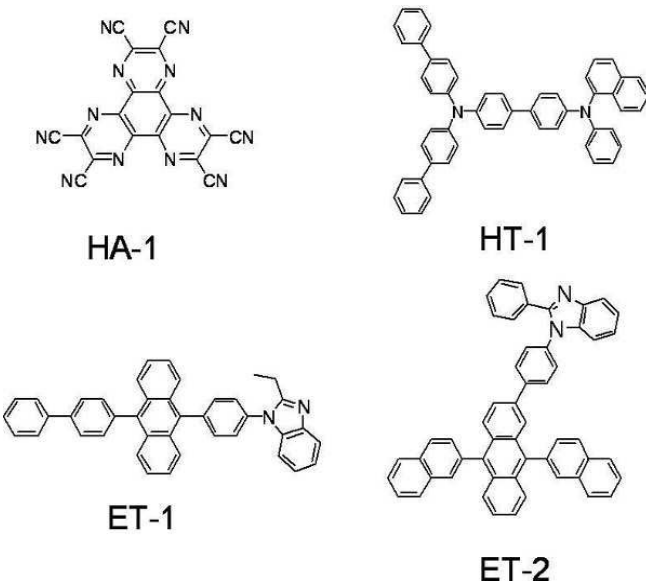
[0620] 또한, 표 1 및 표 2 에 있어서, A ~ C 에서 나타내는 소자 계통은 제 1 호스트 재료의 화합물, 제 2 호스트 재료의 화합물 및 그들의 첨가 농도 이외의 소자 구성의 차이를 나타내고 있다. 예를 들어, 소자 계통 A 에서는, 도펀트 재료로서 Ir(Phppy)₃ 을 사용하고 있는데 대해, 소자 계통 B 에서는 Ir(ppy)₃ 을 사용하고 있다. 또, 소자 계통 C 에서는, 제 1, 제 2 정공 수송층의 막두께, 정공 저지층을 형성하지 않은 점, 및 전자 수송층에 사용되는 화합물이 ET-2 인 점에서, 소자 계통 B 와는 다르다.

[0621] [화학식 49]



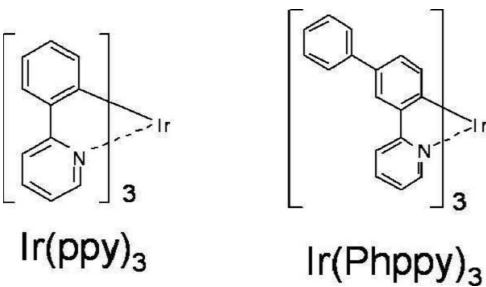
[0622]

[0623] [화학식 50]



[0624]

[0625] [화학식 51]



[0626]

표 2

	소자 계통	전류 밀도 (mA/cm ²)	구동 전압 (V)	L/J (cd/A)	η (lm/W)	EQE (%)	LT80 @25000nit (hrs)	
실시에 1	A	10	3.43	79.1	72.4	21.0	100	
비교예 1		10	3.55	75.9	67.2	20.2	70	
실시에 2		10	3.40	79.2	73.2	21.1	150	
실시에 3	B	10	3.17	71.3	70.6	19.3	90	
비교예 2		10	3.15	63.1	63.0	17.1	40	
실시에 4		10	3.21	68.2	66.7	18.5	100	
비교예 3		10	3.04	61.1	63.2	16.6	50	
실시에 5		10	4.31	74.6	54.4	20.2	80	
비교예 4		10	4.70	71.9	48.0	19.5	40	
실시에 6		C	10	3.69	53.6	45.7	15.0	35
실시에 7			10	4.06	59.2	45.9	16.5	45
실시에 8	10		4.01	45.4	35.6	12.6	30	
실시에 9	10		4.22	57.9	43.1	15.9	50	
비교예 5	10		4.03	38.1	29.7	10.4	20	
비교예 6	10		3.92	50.7	40.7	14.1	30	

[0628]

[0629]

또, 각 제 1 호스트 재료, 제 2 호스트 재료, 정공 수송 재료의 이온화 포텐셜을 측정된 결과를 표 3 에 나타낸다. 측정은 전술한 바와 같이 대기하에서 광 전자 분광 장치 (리켄 계기 (주) 제조 : AC-3) 를 사용하여 실시했다. 구체적으로는, 재료에 광을 조사하고, 그 때에 전하 분리에 의해 생기는 전하량을 측정함으로써 측정했다.

표 3

화합물	Ip(eV)
GH1-1	5.50
GH1-2	5.48
GH1-3	5.61
GH2-1	6.13
GH2-2	6.11
GH2-4	5.71
Ir(ppy) ₃	5.1
Ir(Phppy) ₃	4.8

[0630]

[0631]

표 3 에 나타내는 바와 같이, 상기 실시예 1 ~ 9 에서 사용되는 제 1 호스트 재료의 이온화 포텐셜 Ip (h1), 제 2 호스트 재료 Ip (h2), 및 인광 발광성 도펀트 재료의 이온화 포텐셜 Ip (d) 는

[0632]

Ip (h1) > Ip (h2) > Ip (d)

[0633] 의 관계를 만족시키고 있다.

[0634] 또, 상기한 각 화합물의 이온화 포텐셜로부터, 각 실시예의 발광층의 이온화 포텐셜 Ip (EML) 을 상기한 (수학식 3) 에 기초하여 산출한 결과, 각 실시예에 있어서, 상기한 (수학식 2) 의 관계가 성립하는 것이 확인되었다. 산출 결과를 표 4 에 나타낸다.

표 4

제 2 정공 수송층/발광층										
종	제 1 호스트 재료		제 2 호스트 재료		인광 발광성 도펀트 재료 Ir(ppy) ₃ Ip(d)	Ip (EML)	ΔIp(EML2)	ΔIp(EML-HT)	ΔIp(EML2-HT)	$\frac{\Delta Ip(EML2-HT)}{\Delta Ip(EML-HT)} \times \frac{\Delta Ip(EML2-HT)}{\Delta Ip(EML-HT)}$
	GH1-1 Ip(H1)	GH1-1 Ip(H2)	GH1-1 Ip(H2)	GH1-1 Ip(H2)						
비교예1	5.5 eV	6.1 eV	90	0	4.8 eV	5.934	5.997	0.434	0.497	0.063
실시예1	5.5 eV	6.1 eV	80	10	4.8 eV	5.934	5.997	0.434	0.497	0.063
제 2 정공 수송층/발광층										
종	제 1 호스트 재료		제 2 호스트 재료		인광 발광성 도펀트 재료 Ir(ppy) ₃ Ip(d)	Ip (EML)	ΔIp(EML2)	ΔIp(EML-HT)	ΔIp(EML2-HT)	$\frac{\Delta Ip(EML2-HT)}{\Delta Ip(EML-HT)} \times \frac{\Delta Ip(EML2-HT)}{\Delta Ip(EML-HT)}$
	GH1-1 Ip(H1)	GH1-1 Ip(H2)	GH1-1 Ip(H2)	GH1-1 Ip(H2)						
비교예2	5.5 eV	6.1 eV	90	0	5.1 eV	6.009	6.009	0.448	0.509	0.061
실시예3	5.5 eV	6.1 eV	80	10	5.1 eV	6.009	6.009	0.448	0.509	0.061
제 2 정공 수송층/발광층										
종	제 1 호스트 재료		제 2 호스트 재료		인광 발광성 도펀트 재료 Ir(ppy) ₃ Ip(d)	Ip (EML)	ΔIp(EML2)	ΔIp(EML-HT)	ΔIp(EML2-HT)	$\frac{\Delta Ip(EML2-HT)}{\Delta Ip(EML-HT)} \times \frac{\Delta Ip(EML2-HT)}{\Delta Ip(EML-HT)}$
	GH1-1 Ip(H1)	GH1-1 Ip(H2)	GH1-1 Ip(H2)	GH1-1 Ip(H2)						
비교예4	5.5 eV	5.7 eV	90	0	5.1 eV	5.649	5.649	0.128	0.149	0.021
실시예5	5.5 eV	5.7 eV	80	10	5.1 eV	5.628	5.628	0.128	0.149	0.021
제 2 정공 수송층/발광층										
종	제 1 호스트 재료		제 2 호스트 재료		인광 발광성 도펀트 재료 Ir(ppy) ₃ Ip(d)	Ip (EML)	ΔIp(EML2)	ΔIp(EML-HT)	ΔIp(EML2-HT)	$\frac{\Delta Ip(EML2-HT)}{\Delta Ip(EML-HT)} \times \frac{\Delta Ip(EML2-HT)}{\Delta Ip(EML-HT)}$
	GH1-1 Ip(H1)	GH1-1 Ip(H2)	GH1-1 Ip(H2)	GH1-1 Ip(H2)						
비교예5	5.5 eV	6.1 eV	95	0	5.1 eV	6.0785	6.0785	0.5155	0.5785	0.063
실시예6	5.5 eV	6.1 eV	85	10	5.1 eV	6.0155	6.0155	0.5155	0.5785	0.063
제 2 정공 수송층/발광층										
종	제 1 호스트 재료		제 2 호스트 재료		인광 발광성 도펀트 재료 Ir(ppy) ₃ Ip(d)	Ip (EML)	ΔIp(EML2)	ΔIp(EML-HT)	ΔIp(EML2-HT)	$\frac{\Delta Ip(EML2-HT)}{\Delta Ip(EML-HT)} \times \frac{\Delta Ip(EML2-HT)}{\Delta Ip(EML-HT)}$
	GH1-1 Ip(H1)	GH1-1 Ip(H2)	GH1-1 Ip(H2)	GH1-1 Ip(H2)						
비교예6	5.5 eV	6.1 eV	90	0	5.1 eV	6.027	6.027	0.464	0.527	0.063
실시예7	5.5 eV	6.1 eV	80	10	5.1 eV	5.964	6.027	0.464	0.527	0.063

[0635]

[0636] 그리고, 표 1 에 있어서, 소자 계통별로 실시예 및 비교예의 유기 EL 소자를 비교하면, 호스트 재료로서 실시예의 제 1 호스트 재료와 동일한 화합물을 함유하고, 인광 발광성 도펀트 농도가 실시예와 동일한 경우에 있어서, 실시예의 유기 EL 소자는, 모두 비교예의 유기 EL 소자보다, 고효율 또한 장수명인 것을 알 수 있다.

[0637] 예를 들어, 실시예 1 의 유기 EL 소자에서는, 제 2 호스트 재료로서 GH1-1 을 10 질량% 첨가함으로써, 제 2 호

스트 재료가 첨가되어 있지 않은 비교예 1 에 비해 구동 전압, 전류 효율, 전압 효율, 외부 양자 효율 EQE, 수명 모두에 있어서, 향상을 볼 수 있었다.

[0638] 또, 비교예 6 의 유기 EL 소자는 인광 발광성 도펀트 재료 Ir(ppy)₃ 을 10 질량% 함유하는 것에 대해, 비교예 5 의 유기 EL 소자는 5 질량% 이다. 표 2 를 참조하면, 인광 발광성 도펀트 재료가 적은 비교예 5 는, 비교예 6 에 비해, 상기 모든 평가 항목에 있어서 성능이 열등한 것을 알 수 있다. 그러나, 제 2 호스트 재료로서 GH1-1 을 함유하는 실시예 6 의 유기 EL 소자에서는 인광 발광성 도펀트 재료의 함유량이 비교예 5 와 동일한 5 질량% 이어도, 비교예 5 는 물론, 비교예 6 과 비교해도, 성능이 향상되어 있는 것을 알 수 있다. 즉, 실시예 6 에 있어서는, 제 2 호스트 재료를 첨가함으로써, 인광 발광성 도펀트 재료의 함유량을 억제하면서도, 유기 EL 소자의 성능, 특히 효율 및 수명을 향상시킬 수 있다.

[0639] (실시예 10)

[0640] 실시예 10 의 유기 EL 소자는, 실시예 1 의 각 재료, 각 층의 두께, 및 각 재료의 농도를 표 5 에 나타내는 바와 같이 변경하여, 발광층 상에 전자 수송층을 형성한 것 이외에는, 실시예 1 과 마찬가지로 하여 제조했다. 요컨대, 실시예 10 의 유기 EL 소자는 정공 저지층을 형성하지 않았다. 또한, 실시예 10 과 비교를 위해, 상기 비교예 6 의 소자 구성 등을 이하에 있어서 병기한다.

표 5

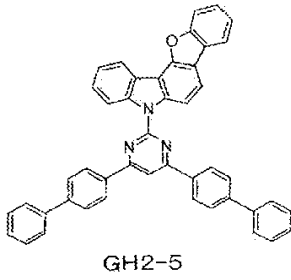
	소자 구성
실시예 10	ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(150)/GH1-1(20)/GH2-5:GH1-1:Ir(ppy) ₃ (40, 10%:10%)/ET-2(30)/LIF(1)/Al(80)
비교예 6	ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(150)/GH1-1(20)/GH2-1:Ir(ppy) ₃ (40, 10%)/ET-2(30)/LIF(1)/Al(80)

[0641]

[0642] 실시예 10 에서 사용한 화합물 GH2-5 를 나타낸다. 그 밖의 재료는 상기와 동일하다.

[0643] 또한, 실시예 10 에 있어서, 발광층에 함유되는 GH2-5 는 본 발명에 있어서의 제 1 호스트 재료이며, GH1-1 은 본 발명에 있어서의 제 2 호스트 재료이다. 화합물 GH2-5 의 이온화 포텐셜은 5.9 eV 였다. 이온화 포텐셜의 측정은 상기 서술과 마찬가지로 실시했다.

[0644] [화학식 52]



[0645] (유기 EL 소자의 평가)

[0647] 제조한 유기 EL 소자의 구동 전압, 전류 효율 L/J, 전력 효율 η , 외부 양자 효율 EQE, 및 수명 (LT80) 에 대해, 상기 서술과 마찬가지로 하여 평가를 실시했다. 각 평가 항목에 대해, 전류 밀도는 10.00 mA/cm² 로 했다. 결과를 표 6 에 나타낸다.

표 6

	구동 전압 (V)	L/J (cd/A)	η (lm/W)	EQE (%)	LT80 @2500nit (hrs)
실시에 10	4.41	55.6	39.6	15.3	44
비교예 6	3.92	50.7	40.7	14.1	30

[0648]

[0649] 표 6 에 나타나 있는 바와 같이, 실시예 10 의 유기 EL 소자는 발광 효율이 높고, 비교예 6 의 유기 EL 소자와 비교해서 소자 수명이 약 1.5 배였다.

[0650] 또, 상기한 각 화합물의 이온화 포텐셜로부터, 실시예 10 의 발광층의 이온화 포텐셜 I_p (EML) 을 상기한 (수학식 3) 에 기초하여 산출한 결과, 실시예 10 에 있어서, 상기한 (수학식 2) 의 관계가 성립하는 것이 확인되었다. 산출 결과를 표 7 에 나타낸다. 또한, I_p (EML2) 의 값은 제 1 호스트 재료 (화합물 GH2-5) 와 인광 발광성 도펀트 재료 (Ir(ppy)₃) 를 함유하고, 제 2 호스트 재료 (화합물 GH1-1) 를 함유하지 않는 발광층으로서 산출했다. 이 때, 발광층에 있어서의 각 재료의 농도는, 실시예 10 에서는, 제 1 호스트 재료가 90 질량%, 인광 발광성 도펀트 재료가 10 질량% 로 했다. 요컨대, 함유하지 않은 제 2 호스트 재료의 질량의 분을 제 1 호스트 재료로서 증량했다.

표 7

종	제 2 정공 수용층	발광층						I _p (EML) [eV]	I _p (EML2) [eV]	ΔI _p (EML-HT)	ΔI _p (EML2-HT)	ΔI _p (EML2-HT) -ΔI _p (EML-HT)	[ΔI _p (EML2-HT) -ΔI _p (EML-HT)] / ΔI _p (EML-HT)	
		제 1 호스트 재료	제 2 호스트 재료	인광 발광성 도펀트 재료		제 3 호스트 재료								
회합들	GH1-1	GH2-5	GH1-1	I _r (ppy) ₃	I _r (ppy) ₃	제 3 호스트 재료	제 3 호스트 재료	제 3 호스트 재료	제 3 호스트 재료	제 3 호스트 재료	제 3 호스트 재료	제 3 호스트 재료		
I _p 와 농도	I _p (HT) [eV]	I _p (h1) [eV] [농도%]	I _p (h2) [eV] [농도%]	I _p (h3) [eV] [농도%]	I _p (h4) [eV] [농도%]	I _p (h5) [eV] [농도%]	I _p (h6) [eV] [농도%]	I _p (h7) [eV] [농도%]	I _p (h8) [eV] [농도%]	I _p (h9) [eV] [농도%]	I _p (h10) [eV] [농도%]	I _p (h11) [eV] [농도%]		
실시예 10	5.5	5.9	80	5.5	5.5	10	5.1	10	5.78	5.82	0.280	0.320	0.040	14.286

[0651]

[0652] 산업상 이용가능성

[0653] 본 발명의 유기 EL 소자는 디스플레이나 조명 장치에 이용할 수 있다.

부호의 설명

[0654] 1, 1A, 1B : 유기 EL 소자 (유기 일렉트로루미네선스 소자)

2 : 기관

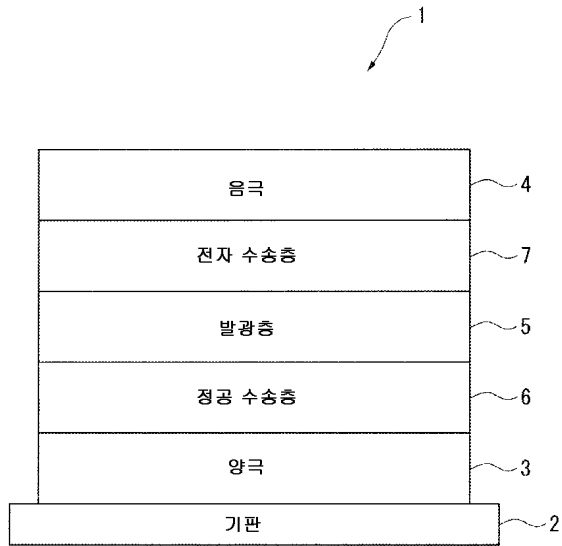
3 : 양극

4 : 음극

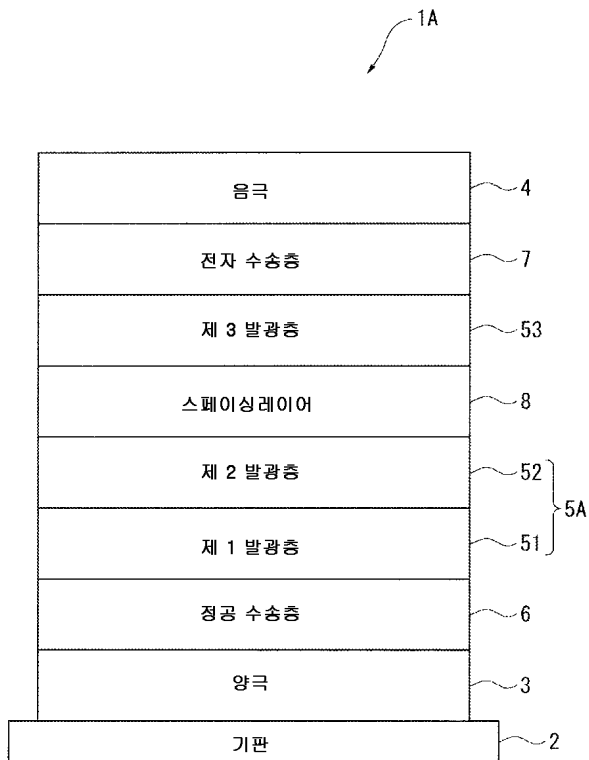
- 5 : 발광층
- 6 : 정공 수송층
- 7 : 전자 수송층

도면

도면1



도면2



도면3

