



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0061406
(43) 공개일자 2016년05월31일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/06 (2006.01) C07D 209/86 (2006.01)
C07D 307/91 (2006.01) C07D 405/10 (2006.01)
C07D 405/14 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C09K 11/06 (2013.01)
C07D 209/86 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7010953
(22) 출원일자(국제) 2014년08월25일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2016년04월26일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/072202
(87) 국제공개번호 WO 2015/045705
국제공개일자 2015년04월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2013-204378 2013년09월30일 일본(JP)
(뒷면에 계속)
- (71) 출원인
신닛테츠 수미킨 가가쿠 가부시키키가이샤
일본국 도쿄도 치요다쿠 소토칸다 4초메 14반 1고
- (72) 발명자
오가와 준야
일본국 후쿠오카현 기타큐슈시 토바타쿠 오아자
나카바루 사키노하마 46-80, 신닛테츠 수미킨 가
가가쿠 가부시키키가이샤 내
타다 마사시
일본국 후쿠오카현 기타큐슈시 토바타쿠 오아자
나카바루 사키노하마 46-80, 신닛테츠 수미킨 가
가가쿠 가부시키키가이샤 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
윤동열

전체 청구항 수 : 총 11 항

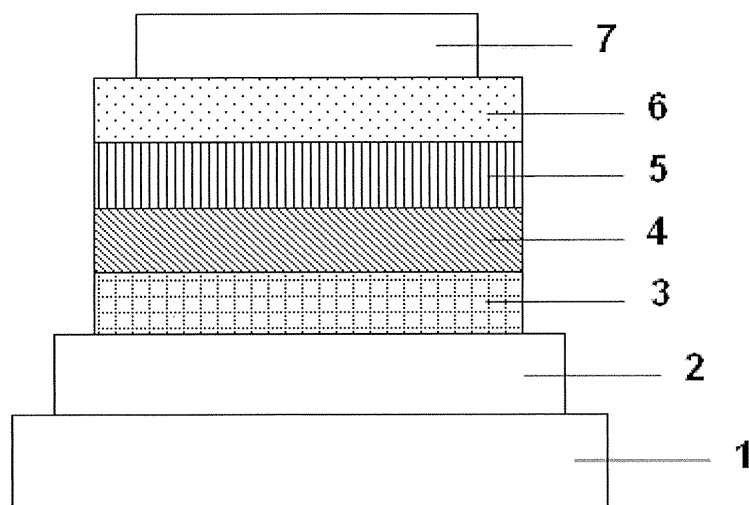
(54) 발명의 명칭 유기 전계발광 소자용 재료 및 이것을 사용한 유기 전계발광 소자

(57) 요약

소자의 발광 효율을 개선하고, 구동 안정성을 충분히 확보하면서 간단한 구성을 갖는 유기 EL 소자용 재료와 이것을 사용한 유기 EL 소자를 제공한다.

이 유기 EL 소자용 재료는, 카르보란 환에 디벤조푸라닐기가 결합된 구조를 갖는 카르보란 화합물로 이루어진다. 또한 이 유기 EL 소자용 재료는, 기관 상에 적층된 양극과 음극 사이에 발광층을 갖는 유기 전계발광 소자의 발광층, 전자 수송층, 또는 정공 저지층에 바람직하게 사용된다. 또한 이 유기 EL 소자용 재료를, 인광 발광성 도펀트와 호스트 재료를 함유하는 발광층의 호스트 재료로 사용한 유기 전계발광 소자를 개시한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C07D 307/91 (2013.01)
C07D 405/10 (2013.01)
C07D 405/14 (2013.01)
H01L 51/0072 (2013.01)
H01L 51/0073 (2013.01)
H01L 51/008 (2013.01)
H01L 51/5016 (2013.01)
C09K 2211/1029 (2013.01)
C09K 2211/1088 (2013.01)

(72) 발명자

우에다 토키코

일본국 후쿠오카켄 기타큐슈시 토바타쿠 오아자 나
카바루 사키노하마 46-80, 신닛테츠 수미킨 가가쿠
가부시키키가이샤 내

카이 타카히로

일본국 후쿠오카켄 기타큐슈시 토바타쿠 오아자 나
카바루 사키노하마 46-80, 신닛테츠 수미킨 가가쿠
가부시키키가이샤 내

(30) 우선권주장

JP-P-2013-249413 2013년12월02일 일본(JP)
JP-P-2014-071440 2014년03월31일 일본(JP)

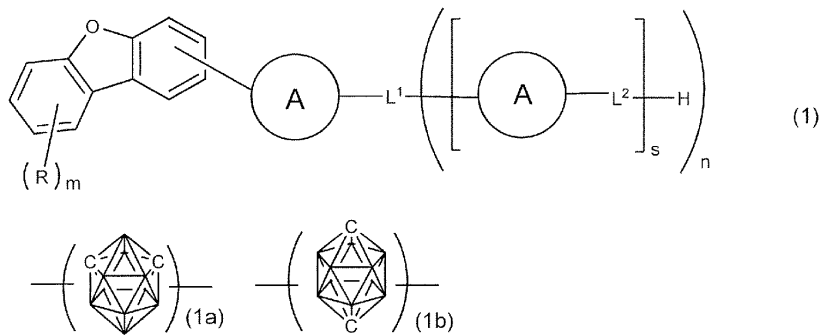
명세서

청구범위

청구항 1

일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자용 재료.

[화학식 1]



여기서, 환 A는 식(1a) 또는 식(1b)로 나타내는 $C_{2}B_{10}H_{10}$ 의 2가의 카르보란기를 나타내고, 분자 내에 환 A가 복수 존재하는 경우에는 동일해도 되고 달라도 된다. s는 반복의 수로서, 1~4의 정수이고, n, m은 치환 수이며, n은 0~4의 정수, m은 0~4의 정수이다. 단, n=1일 때 s=1이다.

L^1 은 n+1가의 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~30의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 혹은 방향족 복소환기의 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결 방향족기를 나타내고, 연결 방향족기인 경우에는 직쇄상이어도 되고 분기상이어도 되며, 연결되는 방향환은 동일해도 되고 달라도 되며, n=1의 경우에는, 적어도 1개의 방향족 복소환기를 포함하는 기 또는 단결합이다.

L^2 는 단결합, 또는 2가의 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~30의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 혹은 방향족 복소환기의 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결 방향족기를 나타내고, 연결 방향족기인 경우에는 직쇄상이어도 되고 분기상이어도 되며, 연결되는 방향환은 동일해도 되고 달라도 되며, 말단의 L^2-H 는 탄소수 1~12의 알킬기, 탄소수 1~12의 알콕시기, 또는 아세틸기이어도 된다.

R은 탄소수 1~12의 알킬기, 탄소수 1~12의 알콕시기, 아세틸기 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~30의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 혹은 방향족 복소환기의 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결 방향족기를 나타내고, 연결 방향족기인 경우에는 직쇄상이어도 되고 분기상이어도 되며, 연결되는 방향환은 동일해도 되고 달라도 된다.

분자 내에 s, L^2 , R이 복수 존재하는 경우에는 동일해도 되고 달라도 된다.

청구항 2

제1항에 있어서,

일반식(1)에서 n이 0 또는 1인 유기 전계발광 소자용 재료.

청구항 3

제1항에 있어서,

일반식(1)에서 환 A가 식(1a)로 나타내는 $C_{2}B_{10}H_{10}$ 의 2가의 카르보란기인 유기 전계발광 소자용 재료.

청구항 4

제2항에 있어서,

일반식(1)에서 환 A가 식(1a)로 나타내는 $C_2B_{10}H_{10}$ 의 2가의 카르보란기인 유기 전계발광 소자용 재료.

청구항 5

제1항에 있어서,

일반식(1) 중 L^1 , L^2 가 각각 독립적으로, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~18의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~17의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 및 상기 방향족 복소환기로부터 선택되는 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되어 있는 연결 방향족기인 유기 전계발광 소자용 재료.

청구항 6

제1항에 있어서,

일반식(1) 중 L^1 , L^2 가 각각 독립적으로, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~30의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 복소환기로부터 선택되는 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되어 있는 연결 방향족기인 유기 전계발광 소자용 재료.

청구항 7

제1항에 있어서,

일반식(1) 중 n이 0인 유기 전계발광 소자용 재료.

청구항 8

기관 상에 양극, 유기층 및 음극이 적층되어 이루어지는 유기 전계발광 소자에서, 제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 기재된 유기 전계발광 소자용 재료를 포함하는 유기층을 갖는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 9

제8항에 있어서,

유기 전계발광 소자용 재료를 포함하는 유기층이 발광층, 전자 수송층, 및 정공 저지층으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 층인 유기 전계발광 소자.

청구항 10

제8항에 있어서,

유기 전계발광 소자용 재료를 포함하는 유기층이 인광 발광 도펀트를 함유하는 발광층인 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자.

청구항 11

제10항에 있어서,

인광 발광 도펀트의 발광 파장이 550nm 이하로 발광 극대 파장을 갖는 유기 전계발광 소자.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 카르보란 화합물을 유기 전계발광 소자용 재료로 사용한 유기 전계발광 소자에 관한 것으로서, 상세하게는 유기 화합물을 포함하는 발광층에 전계를 인가하여 광을 방출하는 박막형(薄膜型) 디바이스에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 일반적으로, 유기 전계발광 소자(이하, 유기 EL 소자라고 함)는 발광층 및 상기 층을 낀 한 쌍의 대향전극으로 구성되는 것이 그 가장 간단한 구조이다. 즉, 유기 EL 소자에서는, 양(兩) 전극 간에 전계가 인가되면, 음극으로부터 전자가 주입되고 양극으로부터 정공이 주입되어 이들이 발광층에서 재결합하여 광을 방출하는 현상을 이용한다.
- [0003] 최근, 유기 박막을 사용한 유기 EL 소자의 개발은 발전을 이루었다. 특히, 발광 효율을 높이기 위해, 전극으로부터 캐리어 주입의 효율 향상을 목적으로 하여 전극의 종류의 최적화가 시도되었고, 그 결과 방향족 디아민으로 이루어지는 정공 수송층과 8-하이드록시퀴놀린알루미늄 착체(Alq_3)로 이루어지는 발광층을 전극 간에 박막으로서 마련한 소자가 개발되었으며, 그에 따라 안트라센 등의 단결정을 사용한 종래의 소자와 비교하여 대폭적인 발광 효율의 개선이 이루어지게 되었고, 그로 인하여 자체발광·고속 응답성과 같은 특징을 갖는 고성능 플랫패널에 대한 실용화를 목표로 하여 상기와 같은 유기 EL 소자의 개발이 독려되었다.
- [0004] 또한 소자의 발광 효율을 높이는 시도로서, 형광이 아니라 인광을 사용하는 것도 검토되고 있다. 상기의 방향족 디아민으로 이루어지는 정공 수송층과 Alq_3 로 이루어지는 발광층을 마련한 소자를 비롯한 많은 소자가 형광 발광을 이용한 것이었지만, 인광 발광을 이용하는, 즉 삼중항 여기(勵起) 상태로부터의 발광을 이용함으로써, 종래의 형광(일중항)을 사용한 소자와 비교하여, 3~4배 정도의 효율 향상이 기대된다. 이 목적을 위해 쿠마린 유도체나 벤조페논 유도체를 발광층으로 하는 것이 검토되어 왔지만, 극히 낮은 휘도밖에 얻을 수 없었다. 또한 삼중항 상태를 이용하는 시도로서, 유로퓸 착체를 사용하는 것이 검토되어 왔지만, 이것도 고효율의 발광에는 이르지 못했다. 최근에는, 특허문헌 1에 제시된 바와 같이 발광의 고효율화나 장수명화를 목적으로 이리듐 착체 등의 유기 금속 착체를 중심으로 연구가 다수 실시되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) WO01/041512 A1
- (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2001-313178호
- (특허문헌 0003) 일본 공개특허공보 2005-162709호
- (특허문헌 0004) 일본 공개특허공보 2005-166574호
- (특허문헌 0005) US2012/0319088 A1
- (특허문헌 0006) WO2013/094834 A1

비특허문헌

- [0006] (비특허문헌 0001) J. Am. Chem. Soc. 2012, 134, 17982-17990
- (비특허문헌 0002) J. Am. Chem. Soc. 2010, 132, 6578-6587

발명의 내용

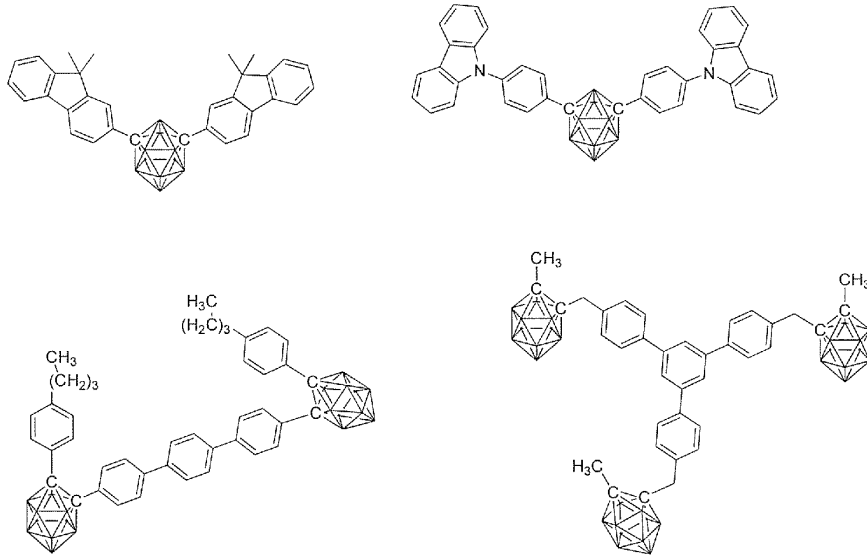
해결하려는 과제

- [0007] 높은 발광 효율을 얻기 위해서는, 상기 도펀트 재료와 함께, 사용하는 호스트 재료가 중요해진다. 호스트 재료로 제안되고 있는 대표적인 것으로서, 특허문헌 2에서 소개되고 있는 카르바졸 화합물인 4,4'-비스(9-카르바졸릴)비페닐(CBP)을 들 수 있다. CBP가 트리스(2-페닐피리딘)이리듐 착체($Ir(ppy)_3$)로 대표되는 녹색 인광 발광 재료의 호스트 재료로 사용된 경우, CBP는 정공을 흘리기 쉽고 전자를 흘리기 어려운 특성상, 전하 주입 밸런스가 깨지고 과잉 정공은 전자 수송층 측으로 유출되어, 결과적으로 $Ir(ppy)_3$ 로부터의 발광 효율이 저하된다.

[0008] 상기한 바와 같이, 유기 EL 소자에서 높은 발광 효율을 얻기 위해서는, 높은 삼중항 여기 에너지를 가지면서 양 전하(정공·전자) 주입 수송 특성에서 밸런스가 잡힌 호스트 재료가 필요하다. 또한 전기 화학적으로 안정적이며, 높은 내열성과 함께 뛰어난 비결정질 안정성을 구비하는 화합물을 원하고 있어서 새로운 개량이 요구되고 있다.

[0009] 특허문헌 3, 4, 5, 6 및 비특허문헌 1, 2에서는, 이하에 나타내는 바와 같은 카르보란 화합물이 개시되어 있다.

[0010] [화학식 1]



[0011]

[0012] 그러나 상기 문헌들 중 어느 것도 디벤조푸라닐기가 하나 이상 결합된 카르보란 화합물의 유용성을 알려 주는 것은 없다.

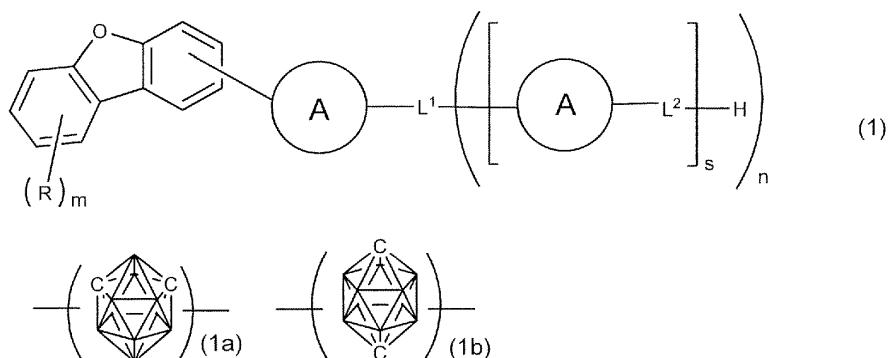
[0013] 유기 EL 소자를 플랫 패널 디스플레이 등의 표시 소자에 응용하기 위해서는, 소자의 발광 효율을 개선함과 동시에 구동 시의 안정성을 충분히 확보할 필요가 있다. 본 발명은 상기 현상에 비추어, 고효율이면서 높은 구동 안정성을 가진 실용상 유용한 유기 EL 소자 및 이에 적합한 화합물을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명자들은 예의 검토한 결과, 디벤조푸라닐기가 적어도 하나 이상 결합된 카르보란 화합물을 유기 EL 소자에 사용함으로써 뛰어난 특성을 나타내는 것을 찾아내어, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[0015] 본 발명은 하기 일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물로 이루어지는 유기 전계발광 소자용 재료에 관한 것이다.

[0016] [화학식 2]



[0017]

[0018] 여기서, 환 A는 식(1a) 또는 식(1b)로 나타내는 $C_2B_{10}H_{10}$ 의 2가의 카르보란기를 나타내고, 분자 내에 환 A가 복수 존재하는 경우에는, 환들은 서로 동일해도 되고 달라도 된다.

- [0019] s는 반복의 수를 나타내고, 1~4의 정수이며, n, m은 치환 수를 나타내고, n은 0~4의 정수, m은 0~4의 정수이다. 단, n=1일 때 s=1이다.
- [0020] L^1 은 n+1개의 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~30의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 혹은 방향족 복소환기의 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결 방향족기를 나타내는데, n=1의 경우, 적어도 1개의 방향족 복소환기를 포함하는 기 또는 단결합이다.
- [0021] L^2 는 단결합, 또는 2개의 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~30의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 혹은 방향족 복소환기의 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결 방향족기를 나타내는데, 말단의 L^2 -H는 탄소수 1~12의 알킬기, 탄소수 1~12의 알콕시기, 또는 아세틸기이어도 된다.
- [0022] R은 탄소수 1~12의 알킬기, 탄소수 1~12의 알콕시기, 아세틸기 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~30의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 혹은 방향족 복소환기의 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결 방향족기를 나타낸다.
- [0023] L^1 , L^2 , R이 연결 방향족기인 경우, 이것은 직쇄상이어도 되고 분기상이어도 되며, 연결되는 방향환은 서로 동일해도 되고 달라도 된다.
- [0024] 분자 내에 s, L^2 , R이 복수 존재하는 경우에는 동일해도 되고 달라도 된다.
- [0025] 상기 일반식(1)에서 다음 1) 내지 4) 중 어느 하나 이상을 만족하는 것이 바람직하다.
- [0026] 1) n이 0 또는 1의 정수인 것.
- [0027] 2) 환 A가 식(1a)로 나타내는 $C_{2B_{10}H_{10}}$ 의 2개의 카르보란기인 것.
- [0028] 3) L^1 , L^2 가 각각 독립적으로, 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~18의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~17의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 및 상기 방향족 복소환기로부터 선택되는 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되어 있는 연결 방향족기인 것.
- [0029] 4) L^1 , L^2 가 각각 독립적으로, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~30의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 복소환기로부터 선택되는 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되어 있는 연결 방향족기인 것.
- [0030] 상기 일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물 중 수소의 일부 또는 전부가 중수소로 치환되어도 좋다.
- [0031] 또한 본 발명은, 기관 상에 양극, 유기층 및 음극이 적층되어 이루어지는 유기 전계발광 소자에서, 상기의 유기 전계발광 소자용 재료를 포함하는 유기층을 갖는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광 소자에 관한 것이다.
- [0032] 상기의 유기 전계발광 소자용 재료를 포함하는 유기층이 발광층, 전자 수송층, 및 정공 저지층으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 층인 것, 또는 인광 발광 도펀트를 함유하는 발광층인 것이 바람직하며, 인광 발광 도펀트를 포함하는 경우, 그 발광 파장이 550nm 이하로 발광 극대 파장을 갖는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0033] 본 발명의 인광 소자용 재료는, 카르보란 골격 상에 적어도 하나 이상의 디벤조푸라닐기가 결합된 구조를 취한다. 이러한 구조적 특징을 갖는 카르보란 화합물은, 전자 주입 수송성에 영향을 주는 최저 공궤도(LUMO)가 분자 전체에 널리 분포되기 때문에 소자의 전자 주입 수송성을 높은 수준으로 제어할 수 있다. 또한 도펀트의 최저 삼중항 여기 에너지(T1 에너지)를 가두기에 충분히 높은 T1 에너지를 갖는 것을 이유로, 도펀트로부터의 효율적인 발광을 가능하게 한다. 이상의 특징으로부터, 이것을 유기 EL 소자에 사용함으로써 소자의 구동 전압의 저감 및 높은 발광 효율을 달성할 수 있다.
- [0034] 또한 본 발명의 유기 전계발광 소자용 재료는, 양호한 비결정질 특성과 높은 열 안정성을 나타냄과 동시에 여기 상태에서 극히 안정적이기 때문에, 이것을 사용한 유기 EL 소자는 구동 수명이 길어서 실용 수준의 내구성을 갖는다.

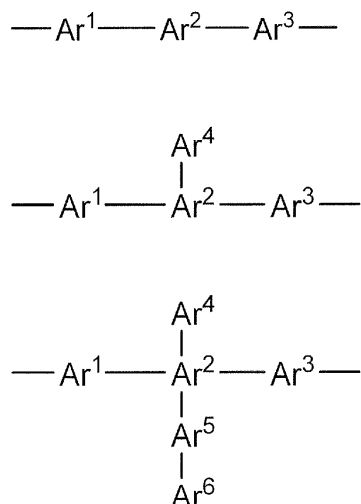
도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 유기 EL 소자의 한 구조예를 나타내는 단면도이다.
도 2는 본 발명의 카르보란 화합물 1의 NMR 차트를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 본 발명의 유기 전계발광 소자용 재료는 상기 일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물이다. 이 카르보란 화합물은 적어도 하나 이상의 디벤조푸라닐기가 결합된 구조를 가짐으로써, 상기과 같은 뛰어난 효과를 가져온다고 생각된다.
- [0037] L^1 은, $n+1$ 개의 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~30의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기, 혹은 방향족 복소환기의 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결 방향족기를 나타낸다. 연결 방향족기인 경우에는, 직쇄상이어도 되고 분기상이어도 되며, 연결되는 방향족은 동일해도 되고 달라도 된다. L^2 , R이 연결 방향족기인 경우도 동일하다.
- [0038] L^2 는 단결합, 또는 2개의 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~30의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기, 혹은 상기 방향족 복소환기의 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결 방향족기를 나타내고, 말단의 L^2 -H는 탄소수 1~12의 알킬기, 탄소수 1~12의 알콕시기, 아세틸기이어도 된다.
- [0039] R은 탄소수 1~12의 알킬기, 탄소수 1~12의 알콕시기, 아세틸기 또는 치환 혹은 미치환의 탄소수 6~30의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 미치환의 탄소수 3~30의 방향족 복소환기, 또는 상기 방향족 탄화수소기 혹은 방향족 복소환기의 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되는 연결 방향족기를 나타낸다.
- [0040] L^1 , L^2 , R이 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기, 또는 연결 방향족기인 경우에 대해 설명한다. 또한 이들 기인 경우, L^1 은 $n+1$ 개의 기, L^2 는 2개의 기, R은 1개의 기이다.
- [0041] 미치환의 방향족 탄화수소기의 구체예로는 벤젠, 나프탈렌, 플루오렌, 안트라센, 페난트렌, 트리페닐렌, 테트라페닐렌, 플루오란텐, 피렌, 크리센 등의 방향족 탄화수소 화합물에서 수소를 제거하고 생기는 기를 들 수 있고, 바람직하게는 벤젠, 나프탈렌, 플루오렌, 페난트렌, 또는 트리페닐렌에서 수소를 제거하고 생기는 기이다.
- [0042] 미치환의 방향족 복소환기의 구체예로는 피리딘, 피리미딘, 트리아진, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 퀴녹살린, 나프티리딘, 카르바졸, 디벤조푸란, 아크리딘, 아제핀, 트리벤조아제핀, 페나진, 페녹사진, 페노티아진, 디벤조포스폴, 디벤조보올 등의 방향족 복소환 화합물에서 수소를 제거하고 생기는 연결기를 들 수 있고, 바람직하게는 피리딘, 피리미딘, 트리아진, 카르바졸, 또는 디벤조푸란에서 수소를 제거하고 생기는 기이다.
- [0043] 방향족 탄화수소 화합물 또는 방향족 복소환 화합물이 복수 연결된 방향족 화합물에서 수소를 제거하고 생기는 기를 연결 방향족기라고 한다. 연결 방향족기는 방향족 환이 2~6개 연결되어 구성되는 기이며, 연결되는 방향족 환은 동일해도 되고 달라도 되며, 방향족 탄화수소기와 방향족 복소환기 모두가 포함되어도 좋다. 연결되는 방향족 환의 수는 2~4가 바람직하고, 보다 바람직하게는 2 또는 3이다.
- [0044] 상기 연결 방향족기의 구체예로는 비페닐, 터페닐, 페닐나프탈렌, 디페닐나프탈렌, 페닐안트라센, 디페닐안트라센, 디페닐플루오렌, 비피리딘, 비피리미딘, 비트리아진, 비스카르바졸, 비스디벤조푸란, 비스디벤조티오펜, 페닐피리딘, 페닐피리미딘, 페닐트리아진, 페닐카르바졸, 페닐디벤조푸란, 디페닐피리딘, 디페닐트리아진, 비스카르바졸틸벤젠, 비스디벤조푸라닐벤젠 등에서 수소를 제거하고 생기는 기를 들 수 있다.
- [0045] 상기 방향족 탄화수소기, 방향족 복소환기 또는 연결 방향족기는 치환기를 가져도 되고, 치환기를 갖는 경우, 바람직한 치환기로는 탄소수 1~12의 알킬기, 탄소수 1~12의 알콕시기, 또는 아세틸기이다. 보다 바람직하게는, 탄소수 1~4의 알킬기, 탄소수 1~2의 알콕시기, 또는 아세틸기이다.
- [0046] 여기서, 상기 연결 방향족기는 2개의 기인 경우, 예를 들면 아래 식으로 나타내며, 직쇄상, 또는 분기상으로 연결되어도 좋다.

[0047] [화학식 3]



[0048]

[0049] (Ar^1 내지 Ar^6 은 치환 또는 미치환의 방향족 탄화수소환 또는 방향족 복소환)

[0050] 일반식(1)에서 s는 반복의 수를 나타내고, 1~4의 정수이며, 바람직하게는 1~2의 정수를 나타낸다.

[0051] 일반식(1)에서 m, n은 치환 수를 나타내고, n은 0~4의 정수, m은 1~4의 정수이며, 바람직하게는 n은 0 또는 1의 정수, m은 1 또는 2의 정수이다.

[0052] R 및 말단의 $\text{L}^2\text{-H}$ 가 알킬기, 알콕시기인 경우에 대해 설명한다.

[0053] 알킬기는 포화이어도 되고 불포화이어도 되며, 직쇄상, 분기상, 환상이어도 되고, 구체예로는 메틸기, 에틸기, 에테닐기, 프로필기, 프로페닐기, 이소프로필기, 부틸기, t-부틸기, 펜틸기, 헥실기, 옥틸기 등의 탄소수 1~8의 알킬기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기 등의 탄소수 5~8의 시클로알킬기를 바람직하게 들 수 있다.

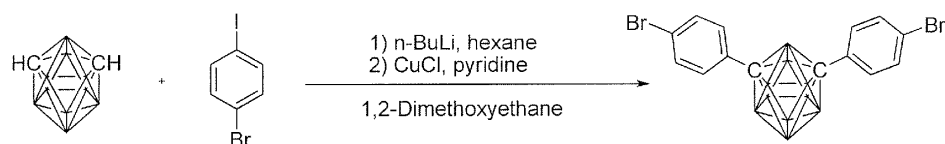
[0054] 알콕시기는 직쇄상, 분기상이어도 되고, 구체예로는 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기, 이소프로폭시기, 부톡시기, t-부톡시기, 펜톡시기, 2-에틸부톡시기, 헥실옥시기, 옥틸옥시기 등의 탄소수 1~8의 알콕시기를 바람직하게 들 수 있다.

[0055] 일반식(1)에서 환 A는 식(1a) 또는 (1b)로 나타내는 $\text{C}_2\text{B}_{10}\text{H}_{10}$ 의 2가의 카르보란기를 나타낸다. 2가의 카르보란기가 갖는 2개의 결합손은 C로부터 생겨도 되고, B로부터 생겨도 되지만, L^1 , L^2 와 결합하는 결합손은 C로부터 생기는 것이 바람직하다. 2가의 카르보란기 중에서도, 식(1a)로 나타내는 카르보란기가 바람직하다.

[0056] 일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물은, 목적으로 하는 화합물 구조에 따라 원료를 선택하고, 공지의 방법을 이용하여 합성할 수 있다.

[0057] 문헌 [Journal of Organometallic Chemistry, 1993, 462, p19-29]에 기재된 합성예를 참고하여 이하의 반응식에 의해 (A-1)을 합성할 수 있다.

[0058] [화학식 4]



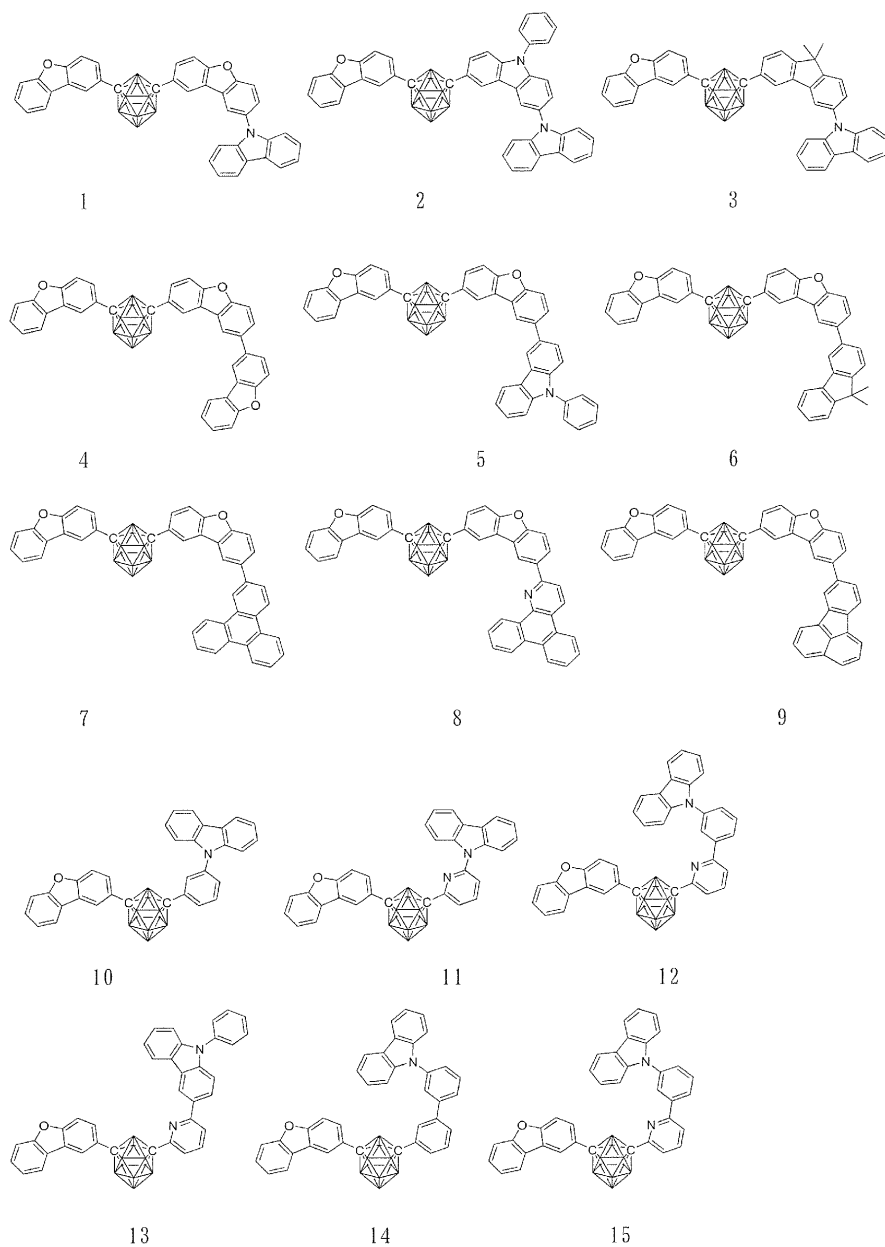
[A-1]

[0059]

[0060] 일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물의 구체예를 이하에 나타내지만, 본 발명의 유기 전계발광 소자용 재료는 이들에 한정되지 않는다.

[0061]

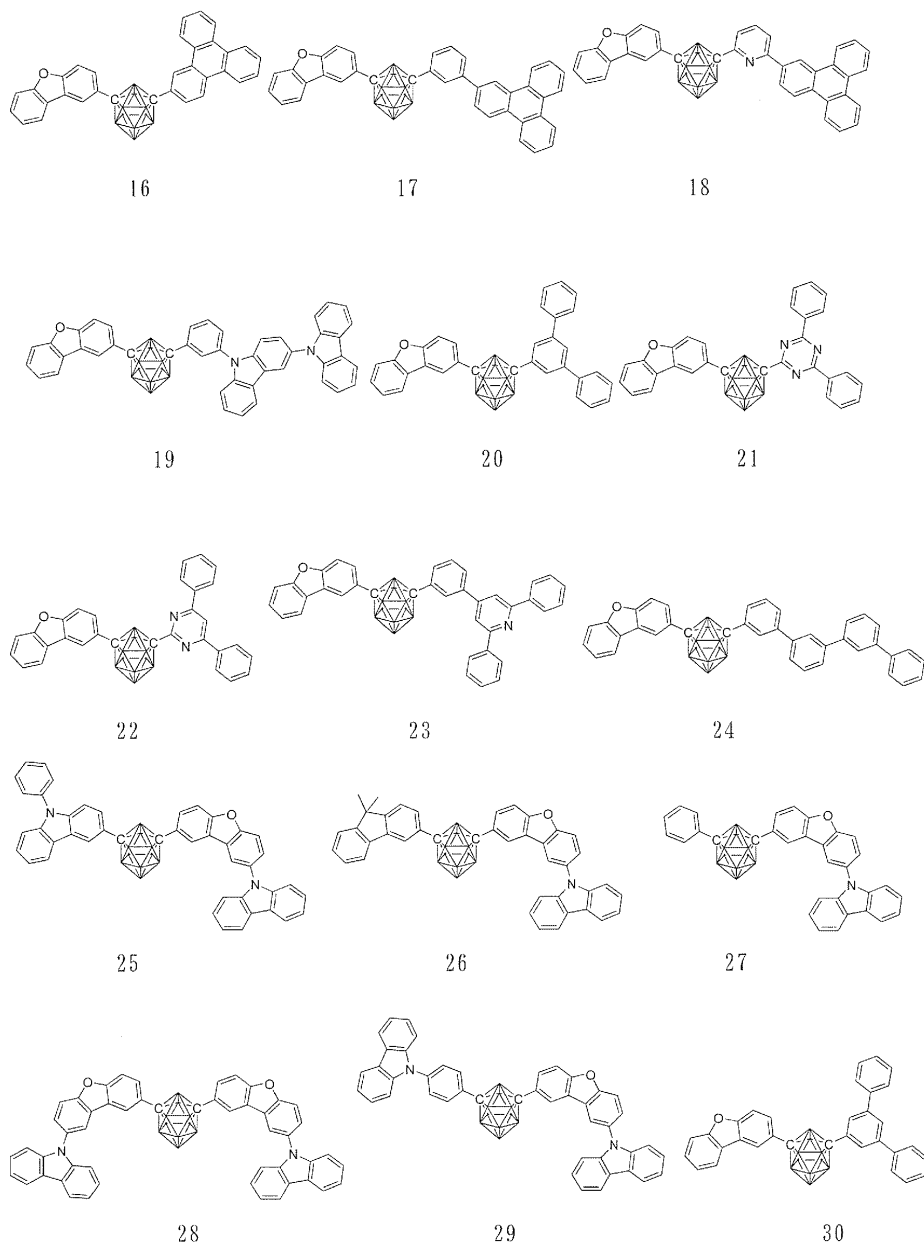
[화학식 5]



[0062]

[0063]

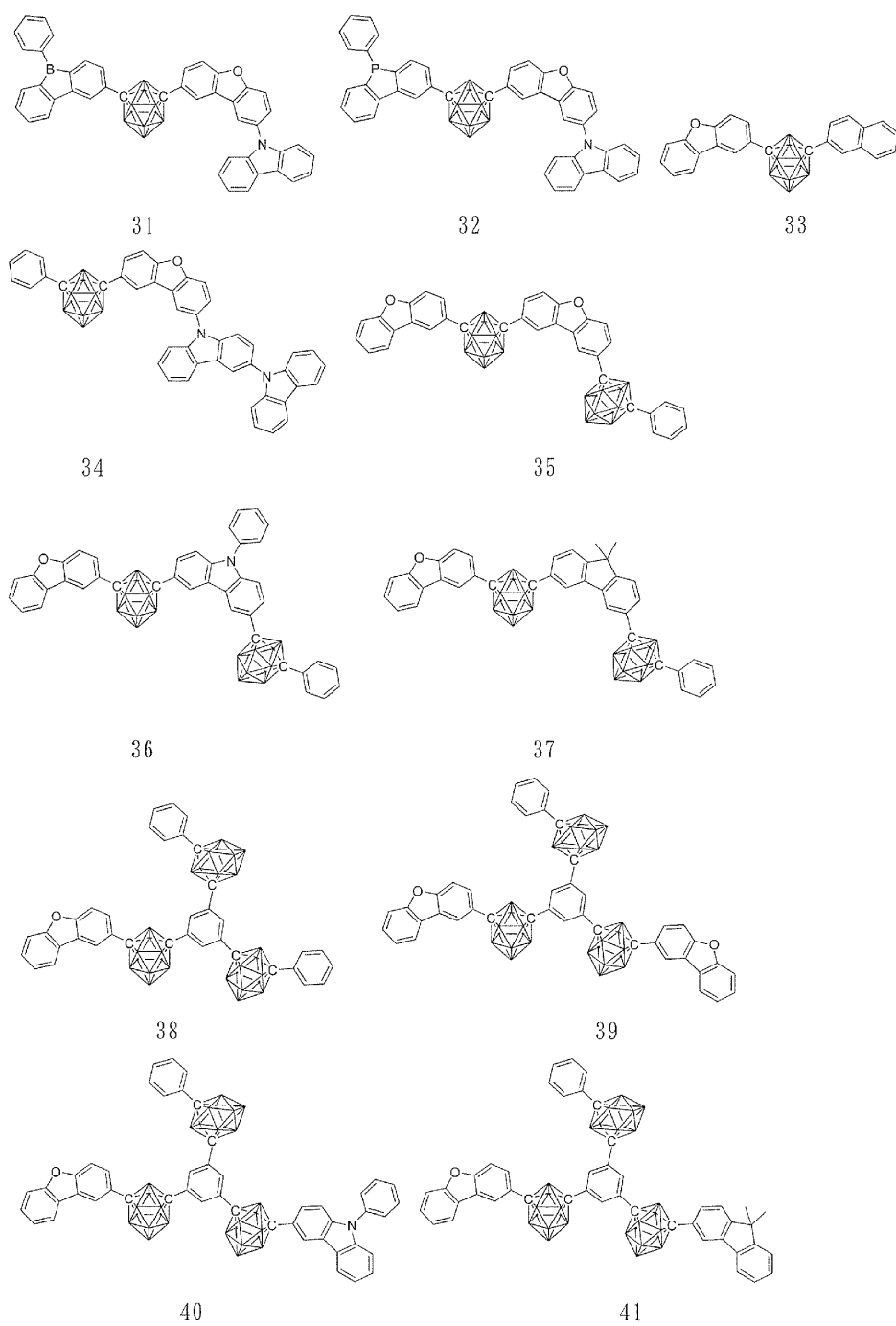
[화학식 6]



[0064]

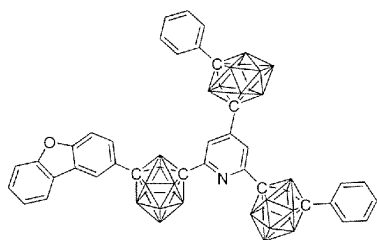
[0065]

[화학식 7]

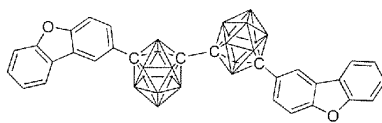


[0066]

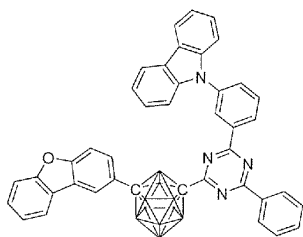
[0067] [화학식 8]



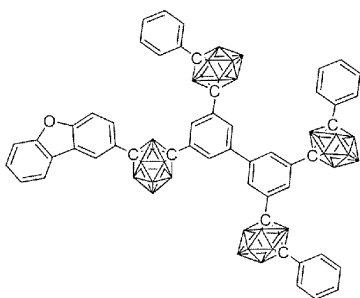
42



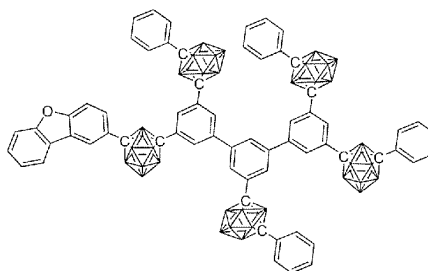
43



44



45



46

[0068]

[0069]

본 발명의 유기 전계발광 소자용 재료(본 발명의 화합물 또는 일반식(1)로 나타내는 화합물 또는 카르보란 화합물이라고도 함.)는, 기판 상에 양극, 복수의 유기층 및 음극이 적층되어 이루어지는 유기 EL 소자가 적어도 1개의 유기층에 함유시킴으로써 뛰어난 유기 전계발광 소자를 부여한다. 함유시키는 유기층으로는 발광층, 전자 수송층 또는 정공 저지층이 적합하다. 여기서, 발광층에 사용하는 경우에는, 형광 발광, 지연 형광 발광 또는 인광 발광성의 도펀트를 함유하는 발광층의 호스트 재료로 사용할 수 있는 것 외에, 본 발명의 화합물을 형광 및 지연 형광을 방사하는 유기 발광 재료로 사용할 수 있다. 형광 및 지연 형광을 방사하는 유기 발광 재료로 사용하는 경우, 여기 일중항 에너지, 여기 삼중항 에너지 중 적어도 어느 한쪽이 본 발명의 화합물보다 높은 값을 갖는 다른 유기 화합물을 호스트 재료로 사용하는 것이 바람직하다. 본 발명의 화합물은 인광 발광 도펀트를 함유하는 발광층의 호스트 재료로 함유시키는 것이 특히 바람직하다.

[0070]

다음으로, 본 발명의 유기 전계발광 소자용 재료를 사용한 유기 EL 소자에 대해 설명한다.

[0071]

본 발명의 유기 EL 소자는 기판 상에 적층된 양극과 음극 간에, 적어도 하나의 발광층을 갖는 유기층을 가지면서, 적어도 하나의 유기층은 본 발명의 유기 전계발광 소자용 재료를 포함한다. 유리한 것은, 인광 발광 도펀트와 함께 본 발명의 유기 전계발광 소자용 재료를 발광층 중에 포함하는 것이다.

[0072]

다음으로, 본 발명의 유기 EL 소자의 구조에 대해 도면을 참조하면서 설명하지만, 본 발명의 유기 EL 소자의 구조는 절대적으로 도시한 것에 한정되는 것이 아니다.

[0073]

도 1은 본 발명에 사용되는 일반적인 유기 EL 소자의 구조 예를 나타내는 단면도로서, 1은 기판, 2는 양극, 3은 정공 주입층, 4는 정공 수송층, 5는 발광층, 6은 전자 수송층, 7은 음극을 각각 나타낸다. 본 발명의 유기 EL 소자에서는 발광층과 인접하여 여기자 저지층을 가져도 되고, 또한 발광층과 정공 주입층 사이에 전자 저지층을 가져도 된다. 여기자 저지층은 발광층의 양극 측, 음극 측 모두에 삽입할 수 있으며, 양쪽 동시에 삽입하는 것

도 가능하다. 본 발명의 유기 EL 소자에서는, 기관, 양극, 발광층 및 음극을 필수적인 층으로 갖지만, 필수적인 층 이외의 층에 정공 주입 수송층, 전자 주입 수송층을 갖는 것이 좋고, 또한 발광층과 전자 주입 수송층 사이에 정공 저지층을 갖는 것이 좋다. 또한 정공 주입 수송층은, 정공 주입층과 정공 수송층 중 어느 하나 또는 양쪽을 의미하며, 전자 주입 수송층은, 전자 주입층과 전자 수송층 중 어느 하나 또는 양쪽을 의미한다.

[0074] 또한 도 1과는 반대의 구조, 즉 기관(1) 상에 음극(7), 전자 수송층(6), 발광층(5), 정공 수송층(4), 양극(2) 순으로 적층하는 것도 가능하며, 이 경우에도, 필요에 따라 층을 추가하거나 생략하는 것이 가능하다.

[0075] -기관-

[0076] 본 발명의 유기 EL 소자는, 기관에 지지되어 있는 것이 바람직하다. 이 기관에 대해서는 특별히 제한은 없으며, 종래부터 유기 EL 소자에 관용되고 있는 것이면 되고, 예를 들면 유리, 투명 플라스틱, 석영 등으로 이루어지는 것을 사용할 수 있다.

[0077] -양극-

[0078] 유기 EL 소자에서의 양극으로는, 일함수가 큰(4eV 이상) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물 및 이들 혼합물을 전극 물질로 하는 것이 바람직하게 사용된다. 이러한 전극 물질의 구체예로는 Au 등의 금속, CuI, 인듐주석산화물(ITO), SnO₂, ZnO 등의 도전성 투명 재료를 들 수 있다. 또한 IDIXO(In₂O₃-ZnO) 등 비결정질로 투명 도전막을 제작 가능한 재료를 사용해도 된다. 양극은 이들 전극 물질을 증착이나 스퍼터링 등의 방법에 의해 박막을 형성시키며, 포토리소그래피법으로 원하는 형상의 패턴을 형성해도 되고, 혹은 패턴 정밀도를 별로 필요로 하지 않는 경우에는(100 μ m 이상 정도), 상기 전극 물질의 증착이나 스퍼터링 시에 원하는 형상의 마스크를 통해 패턴을 형성해도 된다. 혹은 유기 도전성 화합물과 같이 도포 가능한 물질을 사용하는 경우에는, 인쇄 방식, 코팅 방식 등 습식 성막법을 사용할 수도 있다. 이 양극으로부터 발광을 추출하는 경우에는, 투과율을 10%보다 크게 하는 것이 바람직하며, 또한 양극으로서의 시트 저항은 수백 $\Omega/\square$ 이하가 바람직하다. 또한 막두께는 재료에 따라 서로 다르지만, 보통 10~1000nm, 바람직하게는 10~200nm의 범위에서 선택된다.

[0079] -음극-

[0080] 한편, 음극으로는 일함수가 작은(4eV 이하) 금속(전자 주입성 금속이라고 칭함), 합금, 전기 전도성 화합물 및 이들 혼합물을 전극 물질로 하는 것이 사용된다. 이러한 전극 물질의 구체예로는 나트륨, 나트륨-칼륨 합금, 마그네슘, 리튬, 마그네슘/구리 혼합물, 마그네슘/은 혼합물, 마그네슘/알루미늄 혼합물, 마그네슘/인듐 혼합물, 알루미늄/산화알루미늄(Al₂O₃) 혼합물, 인듐, 리튬/알루미늄 혼합물, 희토류 금속 등을 들 수 있다. 이들 중에서, 전자 주입성 및 산화 등에 대한 내구성 면에서, 전자 주입성 금속과 이보다 일함수의 값이 크고 안정된 금속인 제2금속의 혼합물, 예를 들면, 마그네슘/은 혼합물, 마그네슘/알루미늄 혼합물, 마그네슘/인듐 혼합물, 알루미늄/산화알루미늄(Al₂O₃) 혼합물, 리튬/알루미늄 혼합물, 알루미늄 등이 바람직하다. 음극은 이들 전극 물질을 증착이나 스퍼터링 등의 방법에 의해 박막을 형성시키므로써 제작할 수 있다. 또한 음극으로서의 시트 저항은 수백 $\Omega/\square$ 이하가 바람직하고, 막두께는 보통 10nm~5 μ m, 바람직하게는 50~200nm의 범위에서 선택된다. 또한 발광한 광을 투과시키기 위해, 유기 EL 소자의 양극 또는 음극 중 어느 한쪽이 투명 또는 반투명하면 발광 휘도가 향상되어 적합하다.

[0081] 또한 음극에 상기 금속을 1~20nm의 막두께로 제작한 후에, 양극의 설명에서 예로 든 도전성 투명 재료를 그 위에 제작함으로써, 투명 또는 반투명의 음극을 제작할 수 있고, 이를 응용함으로써 양극과 음극 모두가 투과성을 갖는 소자를 제작할 수 있다.

[0082] -발광층-

[0083] 발광층은 양극 및 음극의 각각으로부터 주입된 정공 및 전자가 재결합함으로써 여기자가 생성된 후 발광하는 층이며, 발광층에는 유기 발광 재료와 호스트 재료를 포함한다.

[0084] 발광층이 형광 발광층인 경우, 형광 발광 재료는 적어도 1종의 형광 발광 재료를 단독으로 사용해도 상관없지만, 형광 발광 재료를 형광 발광 도펀트로 사용하고, 호스트 재료를 포함하는 것이 바람직하다.

[0085] 발광층에서의 형광 발광 재료로는, 일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물을 사용할 수 있지만, 다수의 특허문헌 등에 의해 알려져 있으므로 이들에서 선택할 수도 있다. 예를 들면, 벤조옥사졸 유도체, 벤조티아졸 유도체, 벤조이미다졸 유도체, 스티릴벤젠 유도체, 폴리페닐 유도체, 디페닐부타디엔 유도체, 테트라페닐부타디엔 유도체, 나프탈이미드 유도체, 쿠마린 유도체, 축합 방향족 화합물, 페리논 유도체, 옥사디아졸 유도체, 옥사진 유

도체, 알다진 유도체, 피롤리딘 유도체, 시클로펜타디엔 유도체, 비스스티릴안트라센 유도체, 퀴나크리돈 유도체, 피롤로피리딘 유도체, 티아디아졸로피리딘 유도체, 스티릴아민 유도체, 디케토피롤로피롤 유도체, 방향족 디메틸리덴 화합물, 8-퀴놀리놀 유도체의 금속 착체나 피로메텐 유도체의 금속 착체, 히토류 착체, 천이 금속 착체로 대표되는 각종 금속 착체 등, 폴리티오펜, 폴리페닐렌, 폴리페닐렌비닐렌 등의 폴리머 화합물, 유기 실란 유도체 등을 들 수 있다. 바람직하게는 축합 방향족 화합물, 스티릴 화합물, 디케토피롤로피롤 화합물, 옥사진 화합물, 피로메텐 금속 착체, 천이 금속 착체, 란타노이드 착체를 들 수 있고, 보다 바람직하게는 나프타센, 피렌, 크리센, 트리페닐렌, 벤조[c]페난트렌, 벤조[a]안트라센, 펜타센, 페릴렌, 플루오란텐, 아세나프토플루오란텐, 디벤조[a,j]안트라센, 디벤조[a,h]안트라센, 벤조[a]나프타센, 헥사센, 안탄트렌, 나프토[2,1-f]이소퀴놀린, α -나프타페난트리딘, 페난트록사졸, 퀴놀리노[6,5-f]퀴놀린, 벤조티오판트렌 등을 들 수 있다. 이들은 치환기로서 알킬기, 아릴기, 방향족 복소환기, 디아릴아미노기를 갖고 있어도 된다.

[0086] 발광층에서의 형광 호스트 재료로는, 일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물을 사용할 수 있지만, 다수의 특허 문헌 등에 의해 알려져 있으므로 이들에서 선택할 수도 있다. 예를 들면, 나프탈렌, 안트라센, 페난트렌, 피렌, 크리센, 나프타센, 트리페닐렌, 페릴렌, 플루오란텐, 플루오렌, 인텐 등의 축합 아릴환을 갖는 화합물이나 그 유도체, N,N'-디나프틸-N,N'-디페닐-4,4'-디페닐-1,1'-디아민 등의 방향족 아민 유도체, 트리스(8-퀴놀리나토)알루미늄(III)을 비롯한 금속 킬레이트화 옥시노이드 화합물, 디스티릴벤젠 유도체 등의 비스스티릴 유도체, 테트라페닐부타디엔 유도체, 인텐 유도체, 쿠마린 유도체, 옥사디아졸 유도체, 피롤로피리딘 유도체, 페리는 유도체, 시클로펜타디엔 유도체, 피롤로피롤 유도체, 티아디아졸로피리딘 유도체, 디벤조푸란 유도체, 카르바졸 유도체, 인돌로카르바졸 유도체, 트리아진 유도체, 폴리머계에서는, 폴리페닐렌비닐렌 유도체, 폴리파라페닐렌 유도체, 폴리플루오렌 유도체, 폴리비닐카르바졸 유도체, 폴리티오펜 유도체 등을 사용할 수 있지만 특별히 한정되는 것이 아니다.

[0087] 상기 형광 발광 재료를 형광 발광 도펀트로 사용하고, 호스트 재료를 포함하는 경우, 형광 발광 도펀트가 발광층 중에 함유되는 양은 0.01~20중량%, 바람직하게는 0.1~10중량%의 범위에 있는 것이 좋다.

[0088] 보통, 유기 EL 소자는 양극, 음극의 양(兩) 전극으로부터 발광 물질에 전하를 주입하여, 여기 상태의 발광 물질을 생성하고 발광시킨다. 전하 주입형인 유기 EL 소자의 경우, 생성된 여기자 중 일중항 여기 상태로 여기되는 것은 25%이며, 나머지 75%는 삼중항 여기 상태로 여기된다고 한다. 문헌 [Advanced Materials 2009, 21, 4802-4806.]에 기재되어 있는 바와 같이, 특정 형광 발광 물질은 항간 교차 등에 의해 삼중항 여기 상태로 에너지가 천이한 후, 삼중항-삼중항 소멸 혹은 열 에너지의 흡수에 의해 일중항 여기 상태로 역항간 교차되어 형광을 방출하여 열활성화 지연 형광을 발현하는 것이 알려져 있다. 본 발명의 유기 EL 소자에서도 지연 형광을 발현할 수 있다. 이 경우, 형광 발광 및 지연 형광 발광 모두를 포함할 수도 있다. 단, 발광의 일부 혹은 부분적으로 호스트 재료로부터의 발광이 있어도 된다.

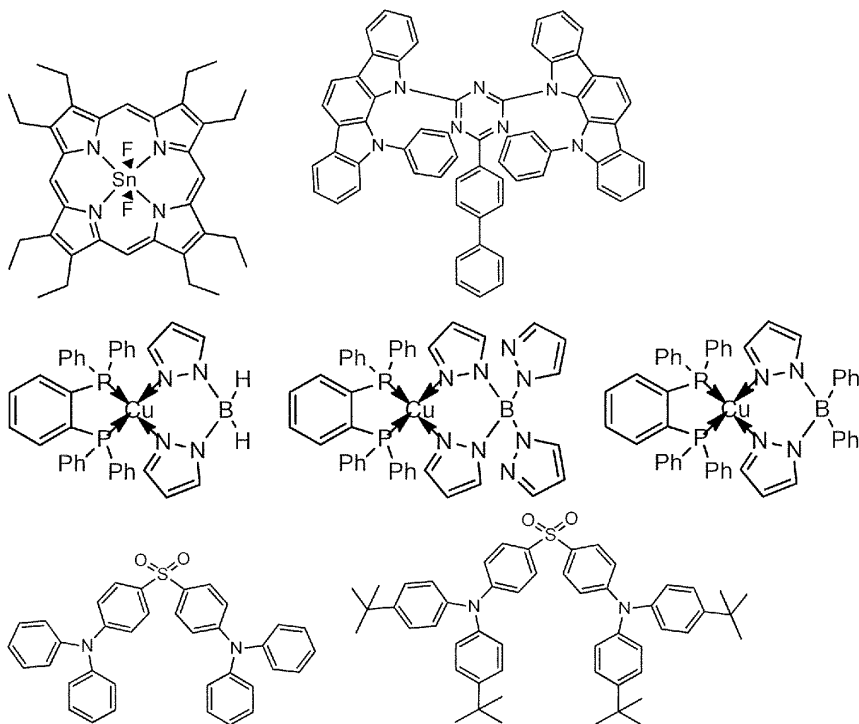
[0089] 발광층이 지연 형광 발광층인 경우, 지연 발광 재료는 적어도 1종의 지연 발광 재료를 단독으로 사용해도 상관 없지만, 지연 형광 재료를 지연 형광 발광 도펀트로 사용하고, 호스트 재료를 포함하는 것이 바람직하다.

[0090] 발광층에서의 지연 형광 발광 재료로는, 일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물을 사용할 수 있지만, 공지의 지연 형광 발광 재료에서 선택할 수도 있다. 예를 들면, 주석 착체, 인돌로카르바졸 유도체, 구리 착체, 카르바졸 유도체 등을 들 수 있다. 구체적으로는, 이하의 비특허문헌, 특허문헌에 기재되어 있는 화합물을 들 수 있지만, 이들 화합물에 한정되는 것이 아니다.

[0091] 1) Adv. Mater. 2009, 21, 4802-4806, 2) Appl. Phys. Lett. 98, 083302(2011), 3) 일본 공개특허공보 2011-213643호, 4) J. Am. Chem. Soc. 2012, 134, 14706-14709.

[0092] 지연 발광 재료의 구체적인 예를 나타내지만, 하기의 화합물에 한정되는 것이 아니다.

[0093] [화학식 9]



[0094]

[0095]

상기 지연 형광 발광 재료를 지연 형광 발광 도펀트로 사용하고, 호스트 재료를 포함하는 경우, 지연 형광 발광 도펀트가 발광층 중에 함유되는 양은 0.01~50중량%, 바람직하게는 0.1~20중량%, 보다 바람직하게는 0.01~10%의 범위에 있는 것이 좋다.

[0096]

발광층에서의 지연 형광 호스트 재료로는, 일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물을 사용할 수 있지만, 카르보란 이외의 화합물에서 선택할 수도 있다. 예를 들면, 나프탈렌, 안트라센, 페난트렌, 피렌, 크리센, 나프타센, 트리페닐렌, 페틸렌, 플루오란텐, 플루오렌, 인덴 등의 축합 아릴환을 갖는 화합물이나 그 유도체, N,N'-디나프틸-N,N'-디페닐-4,4'-디페닐-1,1'-디아민 등의 방향족 아민 유도체, 트리스(8-퀴놀리나토)알루미늄(III)을 비롯한 금속 킬레이트화 옥시노이드 화합물, 디스티릴벤젠 유도체 등의 비스스티릴 유도체, 테트라페닐부타디엔 유도체, 인덴 유도체, 쿠마린 유도체, 옥사디아졸 유도체, 피롤로피리딘 유도체, 페리논 유도체, 시클로펜타디엔 유도체, 피롤로피롤 유도체, 티아디아졸로피리딘 유도체, 디벤조푸란 유도체, 카르바졸 유도체, 인돌로카르바졸 유도체, 트리아진 유도체, 폴리머계에서는, 폴리페닐렌비닐렌 유도체, 폴리파라페닐렌 유도체, 폴리플루오렌 유도체, 폴리비닐카르바졸 유도체, 폴리티오펜 유도체, 아릴실란 유도체 등을 사용할 수 있지만 특별히 한정되는 것이 아니다.

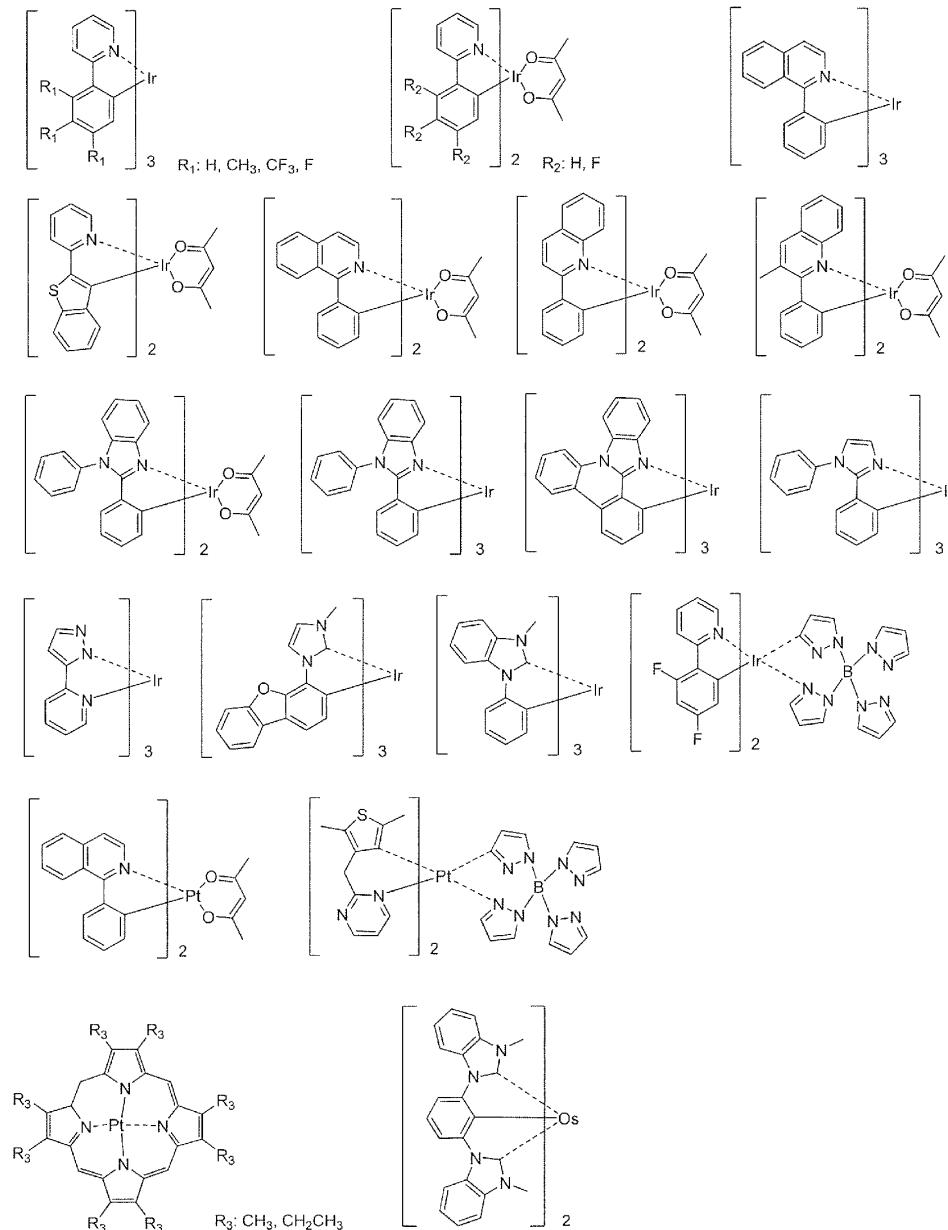
[0097]

발광층이 인광 발광층인 경우, 발광층은 인광 발광 도펀트와 호스트 재료를 포함한다. 인광 발광 도펀트 재료로는, 루테튬, 로튬, 팔라듐, 은, 레늄, 오스뮴, 이리듐, 백금 및 금에서 선택되는 적어도 하나의 금속을 포함하는 유기 금속 착체를 함유하는 것이 좋다.

[0098]

바람직한 인광 발광 도펀트로는, Ir 등의 귀금속 원소를 중심 금속으로 갖는 Ir(ppy)₃ 등의 착체류, Ir(bt)₂·acac₃ 등의 착체류, PtOEt₃ 등의 착체류를 들 수 있다. 이들 착체류의 구체예를 이하에 나타내지만, 하기의 화합물에 한정되지 않는다.

[0099] [화학식 10]



[0100]

[0101] 상기 인광 발광 도펀트가 발광층 중에 함유되는 양은 2~40중량%, 바람직하게는 5~30중량%의 범위에 있는 것이 좋다.

[0102] 발광층이 인광 발광층인 경우, 발광층에서의 호스트 재료로는, 본 발명의 카르보란 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 그러나 상기 카르보란 화합물을 발광층 이외의 다른 어느 유기층에 사용하는 경우에는, 발광층에 사용하는 재료는 카르보란 화합물 이외의 다른 호스트 재료이어도 된다. 또한 카르보란 화합물과 다른 호스트 재료를 병용해도 된다. 또한 공지의 호스트 재료를 복수 종류 병용하여 사용해도 된다.

[0103] 사용할 수 있는 공지의 호스트 화합물로는, 정공 수송능, 전자 수송능을 가지면서 발광의 장(長)파장화를 막고, 또한 높은 유리 전이 온도를 갖는 화합물인 것이 바람직하다.

[0104] 이러한 다른 호스트 재료는, 다수의 특허문헌 등에 의해 알려져 있으므로, 이들에서 선택할 수 있다. 호스트 재료의 구체예로는 특별히 한정되는 것이 아니지만, 인돌 유도체, 카르바졸 유도체, 트리아졸 유도체, 옥사졸 유도체, 옥사디아졸 유도체, 이미다졸 유도체, 폴리아릴알칸 유도체, 피라졸린 유도체, 피라졸론 유도체, 페닐렌디아민 유도체, 아릴아민 유도체, 아미노 치환 갈콘 유도체, 스티릴안트라센 유도체, 플루오레논 유도체, 하이drazone 유도체, 스티벤 유도체, 실라잔 유도체, 방향족 제3아민 화합물, 스티릴아민 화합물, 방향족 디메틸리텐계 화합물, 포르피린계 화합물, 안트라퀴노디메탄 유도체, 안트론 유도체, 디페닐퀴논 유도체, 티오피란디옥사

이드 유도체, 나프탈렌페틸렌 등의 복소환 테트라카르복실산 무수물, 프탈로시아닌 유도체, 8-퀴놀리놀 유도체의 금속 착체나 메탈프탈로시아닌, 벤조옥사졸이나 벤조티아졸 유도체의 금속 착체로 대표되는 각종 금속 착체, 폴리 실란계 화합물, 폴리(N-비닐카르바졸) 유도체, 아닐린계 공중합체, 티오펜올리고머, 폴리티오펜 유도체, 폴리페닐렌 유도체, 폴리페닐렌비닐렌 유도체, 폴리플루오렌 유도체 등의 고분자 화합물 등을 들 수 있다.

[0105] 발광층은 형광 발광층, 지연 형광 발광층 혹은 인광 발광층 중 어느 것이어도 되지만, 인광 발광층인 것이 바람직하다.

[0106] -주입층-

[0107] 주입층이란, 구동 전압 저하나 발광 휘도 향상을 위해 전극과 유기층 간에 마련되는 층으로써, 정공 주입층과 전자 주입층이 있고, 양극과 발광층 또는 정공 수송층 사이, 및 음극과 발광층 또는 전자 수송층 사이에 존재시켜도 된다. 주입층은 필요에 따라 마련할 수 있다.

[0108] -정공 저지층-

[0109] 정공 저지층이란, 넓은 의미에서는 전자 수송층의 기능을 가지며, 전자를 수송하는 기능을 가지면서 정공을 수송하는 능력이 현저하게 작은 정공 저지 재료로 이루어지고, 전자를 수송하면서 정공을 저지함으로써 전자와 정공의 재결합 확률을 향상시킬 수 있다.

[0110] 정공 저지층에는 본 발명에 따른 일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물을 사용하는 것이 바람직하지만, 카르보란 화합물을 다른 어느 유기층에 사용하는 경우에는, 공지의 정공 저지층 재료를 사용해도 된다. 또한 정공 저지층 재료로는, 후술하는 전자 수송층의 재료를 필요에 따라 사용할 수 있다.

[0111] -전자 저지층-

[0112] 전자 저지층이란, 정공을 수송하는 기능을 가지면서 전자를 수송하는 능력이 현저하게 작은 재료로 이루어지고, 정공을 수송하면서 전자를 저지함으로써 전자와 정공이 재결합할 확률을 향상시킬 수 있다.

[0113] 전자 저지층의 재료로는, 후술하는 정공 수송층의 재료를 필요에 따라 사용할 수 있다. 전자 저지층의 막두께는 바람직하게는 3~100nm이며, 보다 바람직하게는 5~30nm이다.

[0114] -여기자 저지층-

[0115] 여기자 저지층이란, 발광층 내에서 정공과 전자가 재결합함으로써 생긴 여기자가 전하 수송층에 확산되는 것을 저지하기 위한 층이며, 본 층의 삽입에 의해 여기자를 효율적으로 발광층 내에 가둘 수 있게 되어 소자의 발광 효율을 향상시킬 수 있다. 여기자 저지층은 발광층에 인접하여 양극 측, 음극 측 모두에 삽입할 수 있으며, 양쪽 동시에 삽입하는 것도 가능하다.

[0116] 여기자 저지층의 재료로는, 일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물을 사용할 수 있지만, 다른 재료로서 예를 들면, 1,3-디카르바졸릴벤젠(mCP)이나, 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)-4-페닐페놀라토알루미늄(III)(BA1q)을 들 수 있다.

[0117] -정공 수송층-

[0118] 정공 수송층이란, 정공을 수송하는 기능을 갖는 정공 수송 재료로 이루어지고, 정공 수송층은 단층 또는 복수층 마련할 수 있다.

[0119] 정공 수송 재료로는, 정공의 주입 또는 수송, 전자의 장벽성 중 어느 하나를 갖는 것으로서, 유기물, 무기물 중 어느 것이어도 된다. 사용할 수 있는 공지의 정공 수송 재료로는 일반식(1)로 나타내는 카르보란 화합물을 사용하는 것이 바람직하지만, 종래 공지의 화합물 중에서 임의의 것을 선택하여 사용할 수 있다. 사용할 수 있는 공지의 정공 수송 재료로는, 예를 들면, 트리아졸 유도체, 옥사디아졸 유도체, 이미다졸 유도체, 폴리아릴알칸 유도체, 피라졸린 유도체 및 피라졸론 유도체, 페닐렌디아민 유도체, 아릴아민 유도체, 아미노 치환 칼콘 유도체, 옥사졸 유도체, 스티릴안트라센 유도체, 플루오레논 유도체, 하이드라존 유도체, 스티벤 유도체, 실라잔 유도체, 아닐린계 공중합체, 또한 도전성 고분자 올리고머, 특히 티오펜올리고머 등을 들 수 있지만, 포르피린 화합물, 방향족 제3급 아민 화합물 및 스티릴아민 화합물을 사용하는 것이 바람직하고, 방향족 제3급 아민 화합물을 사용하는 것이 보다 바람직하다.

[0120] -전자 수송층-

[0121] 전자 수송층이란, 전자를 수송하는 기능을 갖는 재료로 이루어지고, 전자 수송층은 단층 또는 복수층 마련할 수

있다.

[0122] 전자 수송 재료(정공 저지 재료를 겸하는 경우도 있음)로는, 음극으로부터 주입된 전자를 발광층에 전달하는 기능을 갖고 있으면 된다. 전자 수송층에는 본 발명의 카르보란 화합물을 사용하는 것이 바람직하지만, 종래 공지 의 화합물 중에서 임의의 것을 선택하여 사용할 수 있고, 예를 들면, 니트로 치환 플루오렌 유도체, 디페닐퀴논 유도체, 티오피란디옥사이드 유도체, 카르보다이미드, 플루오레닐리덴메탄 유도체, 안트라퀴노디메탄 및 안트론 유도체, 옥사디아졸 유도체 등을 들 수 있다. 또한 상기 옥사디아졸 유도체에서, 옥사디아졸환의 산소원자를 황 원자로 치환한 티아디아졸 유도체, 전자 흡인기로 알려져 있는 퀴녹살린환을 갖는 퀴녹살린 유도체도 전자 수송 재료로 사용할 수 있다. 또한 이들 재료를 고분자쇄에 도입했거나, 이들 재료를 고분자의 주쇄로 한 고분자 재료를 사용할 수도 있다.

[0123] 실시예

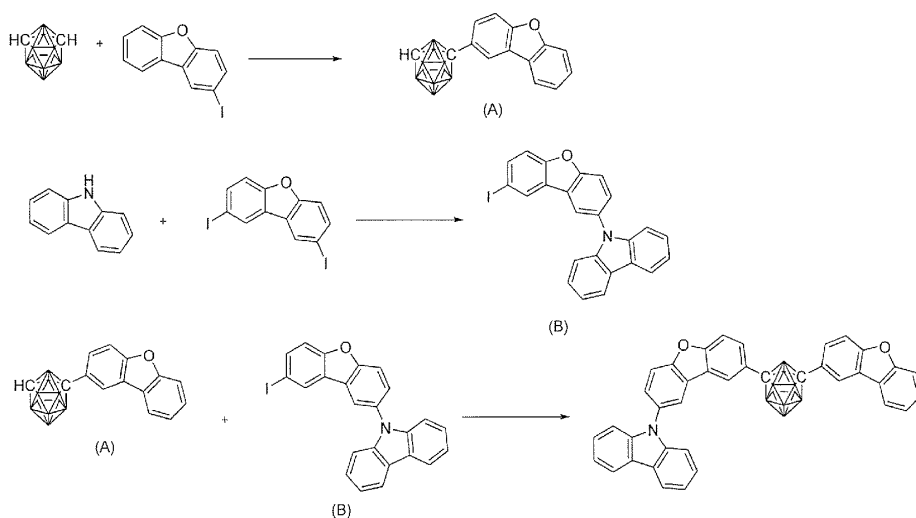
[0124] 이하, 본 발명을 실시예에 의해 더욱 상세하게 설명하지만, 본 발명은 물론, 이들 실시예에 한정되는 것이 아니라, 그 요지를 초과하지 않는 한에서 다양한 형태로 실시하는 것이 가능하다.

[0125] 이하에 나타내는 루트에 의해 유기 전계발광 소자용 재료가 되는 카르보란 화합물을 합성했다. 또한 화합물 번호는 상기 화학식에 붙인 번호에 대응한다.

[0126] 실시예 1

[0127] 다음 반응식에 따라 화합물 1을 합성한다.

[0128] [화학식 11]



1

[0129]

[0130] 질소 분위기하, m-카르보란 35.0g(0.243mol), 1,2-디메톡시에탄(DME)을 350 ml 첨가하여 얻어진 DME 용액을 0℃까지 냉각했다. 2.69M의 n-부틸리튬헥산 용액을 96.8ml 적하하고 빙냉하에서 30분 교반했다. 피리딘 67ml을 첨가하고 실온에서 10분 교반한 후, 염화구리(I)를 75.6g(0.763mol) 첨가하여 65℃에서 30분 교반했다. 그 후, 2-요오드화디벤조푸란 76.4g(0.260mol)을 첨가하여 95℃에서 하룻밤 교반했다. 반응 용액을 실온까지 냉각한 후에, 석출된 결정을 여과하여 용매를 감압 증류 제거했다. 얻어진 잔사를 실리카겔 칼럼 크로마토그래피로 정제를 실시하여 중간체A를 25.0g(3.22mmol, 수율 33%) 얻었다.

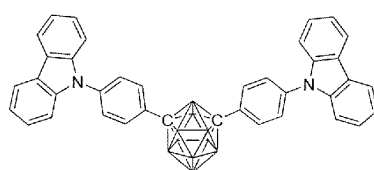
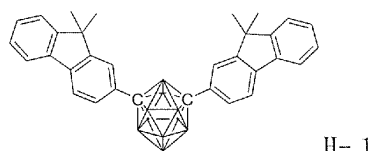
[0131] 질소 분위기하, 2,8-디요오드화디벤조푸란 30.0g(0.07mol), 카르바졸 11.9g(0.07mol), 요오드화구리 1.33g(7.0mmol), 제3인산칼륨 44.6g(0.21mol), trans-1,2-시클로헥산디아민 2.4g(21.0mmol), 1,4-디옥산을 1L 첨가하여 115℃에서 하룻밤 교반했다. 반응 용액을 실온까지 냉각한 후에, 석출된 결정을 여과하여 용매를 감압 증류 제거했다. 얻어진 잔사를 실리카겔 칼럼 크로마토그래피로 정제를 실시하여 백색 고체로서 중간체B를 14.9g(2.17mmol, 수율 47%) 얻었다.

[0132] 질소 분위기하, 중간체A 8.8g(0.0285mol), 1,2-디메톡시에탄(DME)을 63.0ml 첨가하여 얻어진 DME 용액을 0℃까지 냉각했다. 2.69M의 n-부틸리튬헥산 용액을 11.3ml 적하하고 빙냉하에서 30분 교반했다. 피리딘 7.8ml를 첨가하여 실온에서 10분 교반한 후, 염화구리(I)를 8.7g(88.4mmol) 첨가하고 65℃에서 30분 교반했다. 그 후, 중간체B

14.0g(0.0305mol)을 첨가하여 95℃에서 4일간 교반했다. 반응 용액을 실온까지 냉각한 후에, 석출된 결정을 여과하여 용매를 감압 증류 제거했다. 얻어진 잔사를 실리카겔 칼럼 크로마토그래피로 정제를 실시하여 화합물 1을 3.0g(4.67mmol, 수율 16%) 얻었다. APCI-TOFMS, m/z 642 [M+H]⁺, ¹H-NMR 측정 결과(측정 용매: CDC13)를 도 2에 나타낸다.

[0133] 상기 합성예에 준하여, 화합물 13, 25, 26, 29, 및 36을 합성했다. 또한 비교를 위한 화합물 H-1, H-2를 합성했다.

[0134] [화학식 12]



[0135]

[0136] 실시예 2

[0137] 막두께 70nm의 산화인듐주석(ITO)으로 이루어지는 양극이 형성된 유리 기판 상에, 각 박막을 진공 증착법으로 진공도 2.0×10^{-5} Pa로 적층시켰다. 먼저, ITO 상에 정공 주입층으로서 구리프탈로시아닌(CuPC)을 30nm의 두께로 형성했다. 다음으로, 정공 수송층으로서 디페닐나프틸디아민(NPD)을 15nm의 두께로 형성했다. 다음으로, 정공 수송층 상에, 발광층의 호스트 재료로서의 화합물 1과 도펀트로서의 청색 인광재료인 이리듐 착체[이리듐(III)비스(4,6-디-플루오로페닐)-피리디나토-N,C2']피콜리네이트(FIrpic)를 다른 증착원으로부터 공증착하여 30nm의 두께로 발광층을 형성했다. FIrpic의 농도는 20%이었다. 다음으로, 전자 수송층으로서 Alq₃을 25nm 두께로 형성했다. 또한 전자 수송층 상에, 전자 주입층으로서 불화리튬(LiF)을 1.0nm 두께로 형성했다. 마지막으로, 전자 주입층 상에, 전극으로서 알루미늄(Al)을 70nm 두께로 형성했다. 얻어진 유기 EL 소자는, 도 1에 나타내는 유기 EL 소자에서, 음극과 전자 수송층 사이에 전자 주입층이 추가된 층구성을 갖는다.

[0138] 얻어진 유기 EL 소자에 외부 전원을 접속하여 직류 전압을 인가한 결과, 표 2에 나타내는 바와 같은 발광 특성을 갖는 것이 확인되었다. 표 1에서 휘도, 전압, 및 발광 효율은 2.5mA/cm²에서의 값(초기 특성)을 나타낸다. 또한 소자 발광 스펙트럼의 극대 파장은 475nm이며, FIrpic로부터의 발광을 얻은 것을 알 수 있었다.

[0139] 실시예 3~7

[0140] 실시예 2에서의 발광층의 호스트 재료로, 화합물 1을 대신하여 화합물 13, 25, 26, 29, 36을 사용한 것 이외에는 실시예 2와 동일하게 하여 유기 EL 소자를 제작했다.

[0141] 비교예 1

[0142] 실시예 2에서의 발광층의 호스트 재료로 mCP를 사용한 것 이외에는 실시예 2와 동일하게 하여 유기 EL 소자를 제작했다.

[0143] 비교예 2~3

[0144] 실시예 2에서의 발광층의 호스트 재료로 화합물 H-1, H-2를 사용한 것 이외에는 실시예 2와 동일하게 하여 유기 EL 소자를 제작했다.

[0145] 실시예 2~7 및 비교예 1~3으로부터 얻어진 유기 EL 소자에 대해 실시예 3과 동일하게 하여 평가한 결과, 표 1에 나타내는 바와 같은 발광 특성을 갖는 것이 확인되었다. 또한 실시예 2~7 및 비교예 1~3으로부터 얻어진 유기 EL 소자의 발광 스펙트럼의 극대 파장은 475nm이며, FIrpic로부터의 발광을 얻었다고 동정(同定)되었다.

표 1

	호스트 재료 화합물	휘도 (cd/m ²)	전압 (V)	시감 발광 효율 (lm/W)
실시예 2	1	200	7.3	3.4
실시예 3	13	180	7.1	3.2
실시예 4	25	210	7.4	3.6
실시예 5	26	210	7.6	3.5
실시예 6	29	190	7.6	3.1
실시예 7	36	200	7.0	3.6
비교예 1	mCP	140	8.7	2.0
비교예 2	H-1	100	7.7	1.6
비교예 3	H-2	140	7.5	2.4

[0146]

[0147]

표 1로부터, 본 발명의 카르보란 화합물을 발광층에 사용한 실시예 2~7은, 발광 효율은 비교예 1~4에 비해 양호한 특성을 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

[0148]

실시예 8

[0149]

막두께 70nm의 산화인듐주석(ITO)으로 이루어지는 양극이 형성된 유리 기판 상에, 각 박막을 진공 증착법으로 진공도 2.0×10^{-5} Pa로 적층시켰다. 먼저, ITO 상에 정공 주입층으로서, 구리프탈로시아닌(CuPC)을 30nm의 두께로 형성했다. 다음으로, 정공 수송층으로서 디페닐나프틸디아민(NPD)을 15nm의 두께로 형성했다. 다음으로, 정공 수송층 상에, 발광층의 호스트 재료로서의 화합물 1과 도펀트로서의 Ir(ppy)₃을 다른 증착원으로부터 공증착하여 30nm의 두께로 발광층을 형성했다. Ir(ppy)₃의 농도는 10%이었다. 다음으로, 전자 수송층으로서 Alq₃을 25nm의 두께로 형성했다. 또한 전자 수송층 상에, 전자 주입층으로서 불화리튬(LiF)을 1nm의 두께로 형성했다. 마지막으로, 전자 주입층 상에, 전극으로서 알루미늄(Al)을 70nm의 두께로 형성하여 유기 EL 소자를 제작했다.

[0150]

얻어진 유기 EL 소자에 외부 전원을 접속하여 직류 전압을 인가한 결과, 표 2에 나타내는 바와 같은 발광 특성을 갖는 것이 확인되었다. 표 2에서, 휘도, 전압 및 발광 효율은 20mA/cm²에서의 구동 시의 값(초기 특성)을 나타낸다. 소자 발광 스펙트럼의 극대 파장은 530nm이며, Ir(ppy)₃으로부터의 발광을 얻은 것을 알 수 있었다.

[0151]

실시예 9~13

[0152]

실시예 10에서의 발광층의 호스트 재료로, 화합물 1을 대신하여 화합물 13, 25, 26, 29, 36을 사용한 것 이외에는 실시예 7과 동일하게 하여 유기 EL 소자를 제작했다.

[0153]

비교예 4~6

[0154]

실시예 8에서의 발광층의 호스트 재료로 CBP, H-1, H-2를 사용한 것 이외에는 실시예 8과 동일하게 하여 유기 EL 소자를 제작했다.

[0155]

상기 실시예 및 비교예에서 얻어진 유기 EL 소자에 대해 실시예 8과 동일하게 하여 평가한 결과, 표 2에 나타내는 바와 같은 발광 특성을 갖는 것이 확인되었다. 또한 상기 실시예 및 비교예에서 얻어진 유기 EL 소자의 발광 스펙트럼의 극대 파장은 모두 530nm이며, Ir(ppy)₃으로부터의 발광을 얻었다고 동정되었다.

표 2

	호스트 재료 화합물	휘도 (cd/m ²)	전압 (V)	시감 발광 효율 (lm/W)
실시예 8	1	2000	8.5	3.7
실시예 9	13	1980	8.3	3.7
실시예 10	25	2100	8.6	3.8
실시예 11	26	2100	8.7	3.8
실시예 12	29	1980	8.7	3.6
실시예 13	36	2000	8.3	3.8
비교예 4	CBP	1120	8.7	2.0
비교예 5	H-1	1200	8.5	2.2
비교예 6	H-2	1000	8.3	1.9

[0156]

[0157] 표 2로부터, 본 발명의 카르보란 화합물을 발광층에 사용한 실시예 8~13은, 비교예 4~6에 비해 양호한 발광 효율을 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

[0158] 실시예 14

[0159] 막두께 70nm의 산화인듐주석(ITO)으로 이루어지는 양극이 형성된 유리 기판 상에, 각 박막을 진공 증착법으로 진공도 2.0×10^{-5} Pa로 적층시켰다. 먼저, ITO 상에 정공 주입층으로서, 구리프탈로시아닌(CuPC)을 30nm의 두께로 형성했다. 다음으로, 정공 수송층으로서 디페닐나프틸디아민(NPD)을 15nm의 두께로 형성했다. 다음으로, 정공 수송층 상에, 발광층의 호스트 재료로서의 mCP와 도펀트로서의 FIrpic를 다른 증착원으로부터 공증착하여 30nm의 두께로 발광층을 형성했다. FIrpic의 농도는 20%이었다. 다음으로, 발광층 상에 정공 저지층으로서 화합물 1을 5nm의 두께로 형성했다. 다음으로, 전자 수송층으로서 Alq₃을 20nm 두께로 형성했다. 또한 전자 수송층 상에, 전자 주입층으로서 불화리튬(LiF)을 1.0nm 두께로 형성했다. 마지막으로, 전자 주입층 상에, 전극으로서 알루미늄(Al)을 70nm 두께로 형성했다. 얻어진 유기 EL 소자는, 도 1에 나타내는 유기 EL 소자에서, 음극과 전자 수송층 사이에 전자 주입층, 및 발광층과 전자 수송층 사이에 정공 저지층이 추가된 층구성을 갖는다.

[0160] 얻어진 유기 EL 소자에 외부 전원을 접속하여 직류 전압을 인가한 결과, 표 3에 나타내는 바와 같은 발광 특성을 갖는 것이 확인되었다. 표 3에서, 휘도, 전압 및 발광 효율은 20mA/cm²에서의 구동 시의 값(초기 특성)을 나타낸다. 소자 발광 스펙트럼의 극대 파장은 475nm이며, FIrpic로부터의 발광을 얻은 것을 알 수 있었다.

[0161] 실시예 15~19

[0162] 실시예 14에서의 정공 저지 재료로, 화합물 1을 대신하여 화합물 13, 25, 26, 29, 또는 36을 사용한 것 이외에는 실시예 14와 동일하게 하여 유기 EL 소자를 제작했다.

[0163] 비교예 7

[0164] 실시예 14에서의 전자 수송층으로서의 Alq₃의 막두께를 25nm으로 하고, 정공 저지층을 마련하지 않는 것 이외에는, 실시예 14와 동일하게 하여 유기 EL 소자를 제작했다

[0165] 비교예 8~9

[0166] 실시예 14에서의 정공 저지 재료로 화합물 H-1, H-2를 사용한 것 이외에는 실시예 14와 동일하게 하여 유기 EL 소자를 제작했다.

[0167] 상기 실시예 및 비교예에서 얻어진 유기 EL 소자에 대해 실시예 14와 동일하게 하여 평가한 결과, 표 3에 나타내는 바와 같은 발광 특성을 갖는 것이 확인되었다. 또한 상기 실시예 및 비교예에서 얻어진 유기 EL 소자의 발광 스펙트럼의 극대 파장은 475nm이며, FIrpic로부터의 발광을 얻었다고 동정되었다. 또한 실시예 15~19 및 비교예 7~9에서 사용한 발광층의 호스트 재료는 모두 mCP이다.

표 3

	정공 저지 재료 화합물	휘도 (cd/m ²)	전압 (V)	시감 발광 효율 (lm/W)
실시예 1 4	1	210	8.0	3.3
실시예 1 5	1 3	190	7.8	3.1
실시예 1 6	2 5	195	8.0	3.1
실시예 1 7	2 6	195	8.0	3.1
실시예 1 8	2 9	200	8.0	3.1
실시예 1 9	3 6	210	7.8	3.4
비교예 7	—	140	8.7	2.0
비교예 8	H-1	170	8.2	2.6
비교예 9	H-2	180	8.3	2.7

[0168]

[0169]

표 3으로부터, 본 발명의 카르보란 화합물을 정공 저지층에 사용하며, 실시예 14~19는 정공 저지 재료를 사용하지 않는 비교예 7 및 다른 화합물을 사용한 비교예 8, 9에 비해 양호한 특성을 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

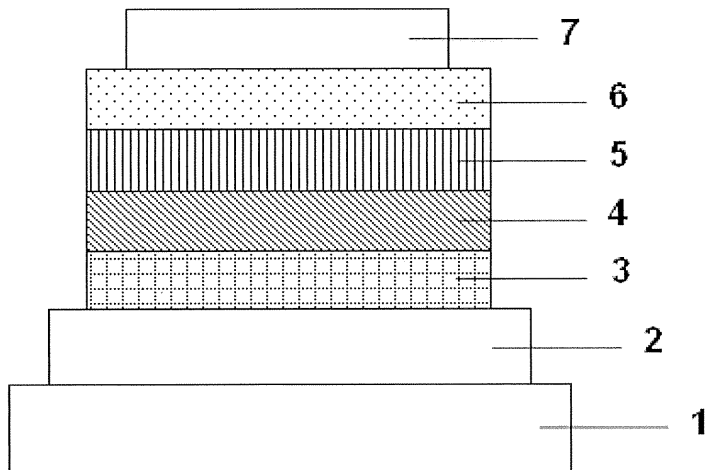
부호의 설명

[0170]

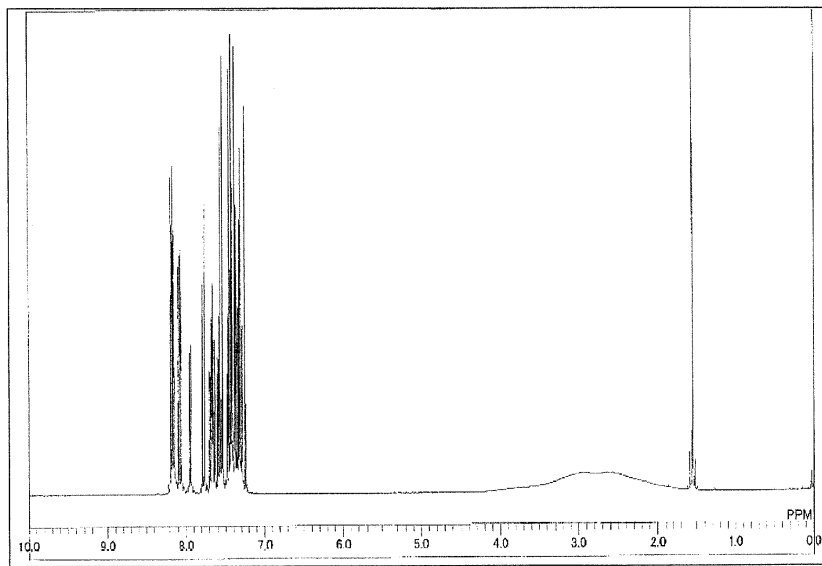
- 1: 기판
- 2: 양극
- 3: 정공 주입층
- 4: 정공 수송층
- 5: 발광층
- 6: 전자 수송층
- 7: 음극

도면

도면1



도면2



专利名称(译)	有机电致发光器件材料和使用其的有机电致发光器件		
公开(公告)号	KR1020160061406A	公开(公告)日	2016-05-31
申请号	KR1020167010953	申请日	2014-08-25
当前申请(专利权)人(译)	Sinnit铁路寿美健化学株式会社		
[标]发明人	OGAWA JUNYA 오가와준야 TADA MASASHI 타다마사시 UEDA TOKIKO 우에다토키코 KAI TAKAHIRO 카이타카히로		
发明人	오가와준야 타다마사시 우에다토키코 카이타카히로		
IPC分类号	C09K11/06 C07D209/86 C07D307/91 C07D405/10 C07D405/14 H01L51/00 H01L51/50		
CPC分类号	C09K11/06 C07D209/86 C07D307/91 C07D405/10 C07D405/14 H01L51/0072 H01L51/0073 H01L51/008 H01L51/5016 C09K2211/1029 C09K2211/1088 C09K11/025 C09K2211/1007 C09K2211/1011 C09K2211/185 H01L51/0058 H01L51/0085 H01L51/5096 H05B33/20 B32B2457/206 C07F5/05		
代理人(译)	Yundongyeol		
优先权	2013204378 2013-09-30 JP 2013249413 2013-12-02 JP 2014071440 2014-03-31 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在提高元件的发光效率并充分确保驱动稳定性的同时，提供了具有简单构造的有机EL元件材料和使用该有机EL元件材料的有机EL元件。用于有机EL装置的材料由具有其中二苯并咪唑基键合至碳硼烷环的结构的碳硼烷化合物组成。另外，有机EL器件的材料优选用于有机电致发光器件的发光层，电子传输层或空穴阻挡层，该有机电致发光器件具有在阳极和阴极之间堆叠在基板上的发光层。另外，公开了使用该有机EL元件用材料作为包含磷光掺杂剂和主体材料的发光层的主体材料的有机电致发光元件。

