

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0133505 (43) 공개일자 2014년11월19일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C09K 11/06 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01) C07D 209/86 (2006.01) H01L 51/54 (2006.01)		(71) 출원인 도레이 카부시키가이샤 일본 103 도쿄도 주오구 니혼바시 무로마찌 2쥬메 1방 1고
(21) 출원번호 10-2014-7021023	(22) 출원일자(국제) 2013년02월13일 심사청구일자 없음	(72) 발명자 나가오 카즈마사 일본 도쿄도 주오구 니혼바시 무로마찌 2쥬메 1방 1고 도레이 카부시키가이샤 도쿄 혼샤 나이
(85) 번역문제출일자 2014년07월25일	(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/053347	마츠키 신이치 일본 시가켄 오츠시 소노야마 1쥬메 1-1 도레이 카부시키가이샤 시가 지교쥬 나이
(87) 국제공개번호 WO 2013/122082 국제공개일자 2013년08월22일	(30) 우선권주장 JP-P-2012-030176 2012년02월15일 일본(JP)	(뒷면에 계속) (74) 대리인 하영옥

전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 발광 소자 재료 및 발광 소자

(57) 요약

특정의 카르바졸 골격을 갖는 화합물을 함유하는 발광 소자 재료를 이용함으로써 고발광 효율과 내구성을 양립한 유기 박막 발광 소자를 제공한다.

(72) 발명자

사카이노 히로토시

일본 시가켄 오츠시 소노야마 1쥬메 1-1 도레이 카
부시키가이샤 시가 지교쥬 나이

아라이 타케시

일본 시가켄 오츠시 소노야마 1쥬메 1-1 도레이 카
부시키가이샤 시가 지교쥬 나이

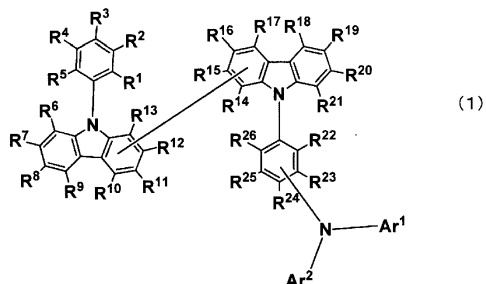
토미나가 츠요시

일본 시가켄 오츠시 소노야마 1쥬메 1-1 도레이 카
부시키가이샤 시가 지교쥬 나이

특허청구의 범위

청구항 1

하기 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물을 함유하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 재료.



($R^1 \sim R^{21}$ 은 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 로 이루어지는 군에서 선택된다. R^{27} 및 R^{28} 은 아릴기 또는 헤테로아릴기이다. 단, $R^6 \sim R^{13}$ 중 1개소 및 $R^{14} \sim R^{21}$ 중 1개소에 있어서 2개의 카르바줄 골격은 연결한다. $R^{22} \sim R^{26}$ 은 이하의 (A), (B) 중 어느 하나를 충족한다.

(A) R^{23} 또는 R^{25} 중 적어도 하나가 NAr^1Ar^2 이고, 그 외에는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 로 이루어지는 군에서 선택되고, Ar^1 및 Ar^2 는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 치환 또는 무치환의 페닐기를 나타낸다.

(B) R^{24} 가 NAr^1Ar^2 이고, 그 외에는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 로 이루어지는 군에서 선택되고, Ar^1 및 Ar^2 는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 무치환의 페닐기, 알킬기로 치환된 페닐기, 할로젠으로 치환된 페닐기 또는 페닐기로 치환된 페닐기를 나타내고, Ar^1 과 Ar^2 가 동시에 페닐기로 치환된 페닐기로 되는 일은 없다.)

청구항 2

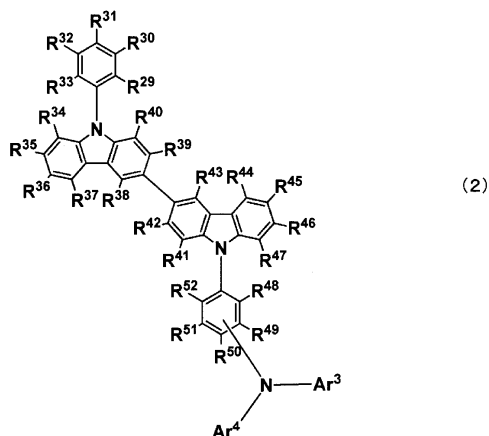
제 1 항에 있어서,

상기 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물의 삼중항 에너지는 2.60eV 이상인 것을 특징으로 하는 발광 소자 재료.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물은 하기 일반식(2)으로 나타내어지는 화합물인 것을 특징으로 하는 발광 소자 재료.



($R^{29} \sim R^{47}$ 은 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{53}R^{54}$ 로 이루어지는 군에서 선택된다. R^{53} 및 R^{54} 는 아릴기 또는 헤테로아릴기이다. $R^{48} \sim R^{52}$ 는 이하의 (A'), (B') 중 어느 하나를 충족한다.

(A') R^{49} 또는 R^{51} 중 적어도 하나가 NAr^3Ar^4 이고, 그 외에는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{53}R^{54}$ 로 이루어지는 군에서 선택되고, Ar^3 및 Ar^4 는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 치환 또는 무치환의 페닐기를 나타낸다.

(B') R^{49} 또는 R^{51} 중 적어도 하나가 NAr^3Ar^4 이고, 그 외에는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{53}R^{54}$ 로 이루어지는 군에서 선택되고, Ar^3 및 Ar^4 는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 무치환의 페닐기, 알킬기로 치환된 페닐기, 할로젠으로 치환된 페닐기 또는 페닐기로 치환된 페닐기를 나타내고, Ar^3 및 Ar^4 가 동시에 페닐기로 치환된 페닐기로 되는 일은 없다.)

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 일반식(1)에 있어서 $R^{22} \sim R^{26}$ 이 조건(A)을 충족하고, Ar^1 및 Ar^2 가 무치환의 페닐기, 페닐기로 치환된 페닐기, 알킬기로 치환된 페닐기, 또는 할로젠으로 치환된 페닐기인 것을 특징으로 하는 발광 소자 재료.

청구항 5

제 1 항, 제 2 항 또는 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 일반식(1)에 있어서 $R^{22} \sim R^{26}$ 이 조건(A)을 충족하고, $R^1 \sim R^{21}$ 이 모두 수소이고, $R^{22} \sim R^{26}$ 은 R^{23} 또는 R^{25} 중 하나가 NAr^1Ar^2 이고, 그 외에는 모두 수소인 것을 특징으로 하는 발광 소자 재료.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 일반식(1)에 있어서 $R^{22} \sim R^{26}$ 이 조건(B)을 충족하고, Ar^1 및 Ar^2 중 어느 것이 한쪽이 무치환의 페닐기이고, 다른 한쪽이 알킬기로 치환된 페닐기, 할로젠으로 치환된 페닐기 또는 페닐기로 치환된 페닐기인 것을 특징으로 하는 발광 소자 재료.

청구항 7

제 1 항, 제 2 항 또는 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 일반식(1)에 있어서 $R^{22} \sim R^{26}$ 이 조건(B)을 충족하고, $R^{1} \sim R^{21}$ 이 모두 수소이고, $R^{22} \sim R^{26}$ 은 R^{24} 가 NAr^1Ar^2 이고, 이외에는 모두 수소인 것을 특징으로 하는 발광 소자 재료.

청구항 8

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항 또는 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

Ar^1 및 Ar^2 가 다른 것을 특징으로 하는 발광 소자 재료.

청구항 9

양극과 음극 사이에 유기층이 존재하고, 전기 에너지에 의해 발광하는 발광 소자로서, 상기 양극과 음극 사이의 어느 하나의 층에 제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 기재된 발광 소자 재료를 함유하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 유기층에 적어도 정공 수송층이 존재하고, 정공 수송층에 제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 기재된 발광 소자 재료를 함유하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 유기층에 적어도 정공 주입층이 존재하고, 정공 주입층에 제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 기재된 발광 소자 재료를 함유하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 정공 수송층과 상기 양극 사이에 정공 주입층이 존재하고, 정공 주입층이 엑셉터성 재료를 함유하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 13

제 10 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유기층에 적어도 발광층이 존재하고, 발광층에 삼중항 발광 재료를 함유하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 삼중항 발광 재료는 이리듐 또는 백금을 포함하는 금속 착체인 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 15

제 9 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유기층에 적어도 전자 수송층이 존재하고, 전자 수송층이 전자 수용성 질소를 포함하고, 탄소, 수소, 질소, 산소, 규소, 인 중에서 선택되는 원소로 구성되는 헤테로아릴환 구조를 갖는 화합물을 더 함유하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 전자 수송층은 도너성 재료를 함유하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 전기 에너지를 광으로 변환할 수 있는 발광 소자 및 그것에 사용되는 발광 소자 재료에 관한 것이다. 보다 상세하게는 표시 소자, 플랫 패널 디스플레이, 백라이트, 조명, 인테리어, 표식, 간판, 전자 사진기 및 광 신호 발생기 등의 분야에 이용가능한 발광 소자 및 그것에 사용되는 발광 소자 재료에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 음극으로부터 주입된 전자와 양극으로부터 주입된 정공이 양 극에 끼워진 유기 형광체 내에서 재결합할 때에 발광한다고 하는 유기 박막 발광 소자의 연구가 최근 활발하게 행해지고 있다. 이 발광 소자는 박형이고, 또한 저 구동 전압 하에서의 고휘도 발광과, 형광 재료를 선택함에 따른 다색 발광이 특징이며, 주목을 모으고 있다.

[0003] 이 연구는 코닥사의 C. W. Tang 등에 의해서 유기 박막 소자가 고휘도로 발광하는 것을 나타낸 이래 다수의 실용화 검토가 이루어지고 있으며, 유기 박막 발광 소자는 휴대 전화의 메인 디스플레이 등에 채용되는 등 착실하게 실용화가 진행되고 있다. 그러나, 아직 기술적인 과제도 많고, 그 중에서도 소자의 고효율화와 장수명화의 양립은 큰 과제 중 하나이다.

[0004] 소자의 구동 전압은 정공이나 전자라고 하는 캐리어를 발광층까지 수송하는 캐리어 수송 재료에 크게 좌우된다. 이 중, 정공을 수송하는 재료(정공 수송 재료)로서 카르바졸 골격을 갖는 재료가 알려져 있다(예를 들면, 특허 문헌 1~특허문헌 3 참조). 또한, 상기 카르바졸 골격을 갖는 재료는 높은 삼중항 에너지를 갖는 것이 알려져 있고(예를 들면, 특허문헌 4 참조), 특히 인광 발광층으로부터의 삼중항 여기자를 가두는 재료로서 이용되는 것이 제안되어 있다(예를 들면, 특허문헌 5 참조).

선행기술문헌

특허문헌

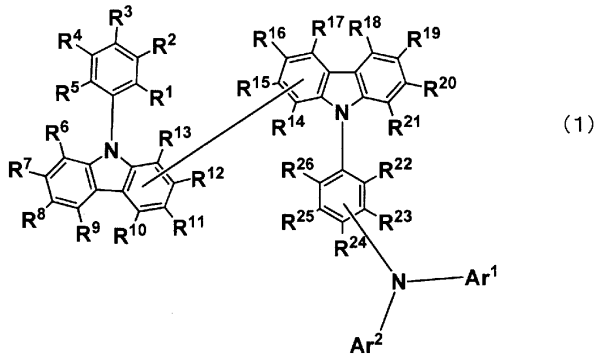
- [0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 평8-3547호 공보
- (특허문헌 0002) 대한민국 특허 출원 공개 제2010-0079458호 공보
- (특허문헌 0003) 국제 공개 제2010/95621호
- (특허문헌 0004) 국제 공개 제2006/61759호
- (특허문헌 0005) 국제 공개 제2012/001986호

발명의 내용

[0006] 그러나, 종래의 기술에서는 소자의 구동 전압을 충분하게 낮추는 것은 곤란하고, 또한 구동 전압을 낮출 수 있었더라도 소자의 발광 효율, 내구 수명이 불충분했다. 이와 같이, 높은 발광 효율, 또한 내구 수명도 양립시키는 기술은 아직 발견되고 있지 않다.

[0007] 본 발명은 이러한 종래 기술의 문제를 해결하고, 발광 효율 및 내구 수명을 개선한 유기 박막 발광 소자를 제공하는 것을 목적으로 하는 것이다.

[0008] 본 발명은 하기 일반식(1)으로 나타내어지는 카르바졸 이량체 골격을 갖는 화합물을 함유하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 재료.



[0009]

[0010]

($R^1 \sim R^{21}$ 은 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 로 이루어지는 군에서 선택된다. R^{27} 및 R^{28} 은 아릴기 또는 헤테로아릴기이다. 단, $R^6 \sim R^{13}$ 중 1개소 및 $R^{14} \sim R^{21}$ 중 1개소에 있어서 2개의 카르바졸 골격은 연결한다. $R^{22} \sim R^{26}$ 은 이하의 (A), (B) 중 어느 하나를 충족한다.

[0011]

(A) R^{23} 또는 R^{25} 중 적어도 하나가 NaR^1Ar^2 이고, 그 외에는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 로 이루어지는 군에서 선택되고, Ar^1 및 Ar^2 는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 치환 또는 무치환의 페닐기를 나타낸다.

[0012]

(B) R^{24} 가 NaR^1Ar^2 이고, 그 외에는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 로 이루어지는 군에서 선택되고, Ar^1 및 Ar^2 는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 무치환의 페닐기, 알킬기로 치환된 페닐기, 할로젠으로 치환된 페닐기 또는 페닐기로 치환된 페닐기를 나타내고, Ar^1 과 Ar^2 가 동시에 페닐기로 치환된 페닐기로 되는 일은 없다.)

[0013]

(발명의 효과)

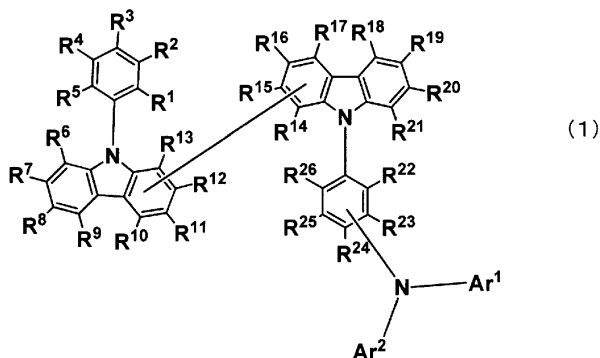
[0014]

본 발명에 의해 높은 발광 효율을 갖고, 또한 충분한 내구 수명도 겸비한 유기 전계 발광 소자를 제공할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015]

본 발명에 있어서의 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물에 대해서 상세하게 설명한다.



[0016]

[0017]

$R^1 \sim R^{21}$ 은 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 로 이루어지는 군에서 선택된다. R^{27} 및 R^{28} 은 아릴기 또는 헤테로아릴기이다. 단, $R^6 \sim R^{13}$ 중 1개소 및 $R^{14} \sim R^{21}$ 중 1개소에 있어서

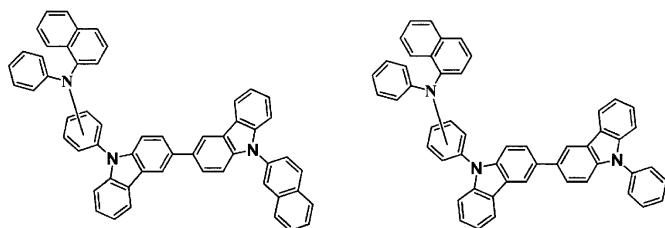
2개의 카르바졸 골격은 연결한다. $R^{22} \sim R^{26}$ 은 이하의 (A), (B) 중 어느 하나를 충족한다.

- [0018] (A) R^{23} 또는 R^{25} 중 적어도 하나가 NaR^1Ar^2 이고, 그 외에는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 로 이루어지는 군에서 선택되고, Ar^1 및 Ar^2 는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 치환 또는 무치환의 페닐기를 나타낸다.
- [0019] (B) R^{24} 가 NaR^1Ar^2 이고, 그 외에는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 로 이루어지는 군에서 선택되고, Ar^1 및 Ar^2 는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 무치환의 페닐기, 알킬기로 치환된 페닐기, 할로젠으로 치환된 페닐기 또는 페닐기로 치환된 페닐기를 나타내고, Ar^1 과 Ar^2 가 동시에 페닐기로 치환된 페닐기로 되는 일은 없다.
- [0020] 이들 치환기 중, 수소는 중수소여도 좋다. 또한, 「무치환의 페닐기」 등의 표현의 경우, 상기 페닐기에 포함되는 수소는 중수소여도 좋다.
- [0021] 알킬기이란, 예를 들면 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기 등의 포화 지방족 탄화수소기를 나타내고, 이것은 치환기를 갖고 있어도 좋고 갖고 있지 않아도 좋다. 알킬기의 탄소수는 특별히 한정되지 않지만, 입수의 용이성이나 비용의 점에서 통상 1 이상 20 이하, 보다 바람직하게는 1 이상 8 이하의 범위이다.
- [0022] 시클로알킬기란, 예를 들면 시클로프로필, 시클로헥실, 노르보닐, 아다만틸 등의 포화 지환식 탄화수소기를 나타내고, 이것은 치환기를 갖고 있어도 좋고 갖고 있지 않아도 좋다. 알킬기 부분의 탄소수는 특별히 한정되지 않지만, 통상 3 이상 20 이하의 범위이다.
- [0023] 복소환기란, 예를 들면 피란환, 피페리딘환, 환상 아미드 등의 탄소 이외의 원자를 환 내에 갖는 지방족환을 나타내고, 이것은 치환기를 갖고 있어도 좋고 갖고 있지 않아도 좋다. 복소환기의 탄소수는 특별히 한정되지 않지만, 통상 2개 이상 20개 이하의 범위이다.
- [0024] 알케닐기란, 예를 들면 비닐기, 알릴기, 부타디에닐기 등의 이중 결합을 포함하는 불포화 지방족 탄화수소기를 나타내고, 이것은 치환기를 갖고 있어도 좋고 갖고 있지 않아도 좋다. 알케닐기의 탄소수는 특별히 한정되지 않지만, 통상 2개 이상 20개 이하의 범위이다.
- [0025] 시클로알케닐기란, 예를 들면 시클로펜테닐기, 시클로펜타디에닐기, 시클로헥세닐기 등의 이중 결합을 포함하는 불포화 지환식 탄화수소기를 나타내고, 이것은 치환기를 갖고 있어도 좋고 갖고 있지 않아도 좋다. 시클로알케닐기의 탄소수는 특별히 한정되지 않지만, 통상 2개 이상 20개 이하의 범위이다.
- [0026] 알키닐기란, 예를 들면 에틸닐기 등의 삼중 결합을 포함하는 불포화 지방족 탄화수소기를 나타내고, 이것은 치환기를 갖고 있어도 좋고 갖고 있지 않아도 좋다. 알키닐기의 탄소수는 특별히 한정되지 않지만, 통상 2개 이상 20개 이하의 범위이다.
- [0027] 할로젠이란 불소, 염소, 브롬, 요오드를 나타낸다.
- [0028] 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기는 치환기를 갖고 있어도 좋고 갖고 있지 않아도 좋다.
- [0029] 실릴기란, 예를 들면 트리메틸실릴기 등의 규소 원자로의 결합을 갖는 관능기를 나타내고, 이것은 치환기를 갖고 있어도 좋고 갖고 있지 않아도 좋다. 실릴기의 탄소수는 특별히 한정되지 않지만, 통상 3개 이상 20개 이하의 범위이다. 또한, 규소수는 통상 1개 이상 6개 이하의 범위이다.
- [0030] $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 은 치환기를 갖고 있어도 좋고 갖고 있지 않아도 좋다.
- [0031] 아릴기란, 예를 들면 페닐기, 비페닐기, 플루오레닐기, 페난트릴기, 트리페닐레닐기, 터페닐기 등의 방향족 탄화수소기를 나타낸다. 아릴기는 치환기를 갖고 있어도 좋고 갖고 있지 않아도 좋다. 아릴기의 탄소수는 특별히 한정되지 않지만, 통상 6개 이상 40개 이하의 범위이다.
- [0032] 헤테로아릴기란 푸라닐기, 티오펜닐기, 피리딜기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 벤조푸라닐기, 벤조티오펜닐기, 인돌릴기 등의 탄소 이외의 원자를 1개 또는 복수개 환 내에 갖는 환상 방향족기를 나타내고, 이

것은 무치환이어도 치환되어 있어도 상관없다. 헤테로아릴기의 탄소수는 특별히 한정되지 않지만, 통상 2개 이상 30개 이하의 범위이다.

[0033] 종래의 카르바졸 골격을 갖는 화합물은 발광 소자 재료로서 반드시 충분한 성능을 갖는 것은 아니었다. 예를 들면, 9,9'-디페닐-9H,9'H-3,3'-비카르바졸이나 1,3-디(9H-카르바졸-9-일)벤젠(약칭: mCP)은 삼중항 에너지가 높고, 여기자 블록 재료로서 범용의 재료이지만, 이온화 퍼텐셜이 크고, 정공 주입·수송성이 좋지 않기 때문에 구동 전압이 높아진다고 하는 문제가 있었다.

[0034] 본 발명자들은 그 개량의 검토에 있어서 카르바졸 골격을 갖는 화합물의 정공 수송능의 강도와 삼중항 에너지의 높이에 주목했다. 일반적으로 카르바졸 골격을 갖는 화합물은 정공과 전자의 양 전하를 수송하는 특성을 갖는다. 본 발명자들은 종래의 카르바졸 골격을 갖는 화합물은 그 정공 수송능이 작기 때문에 발광층으로 들어가는 정공의 비율이 전자 수송층으로부터 들어가는 전자에 비해서 작아 발광층 중의 전하의 밸런스가 붕괴되는 것이 소자 성능의 저하로 이어지는 것은 아닐까라고 생각했다. 그래서, 본 발명의 화합물과 같이 카르바졸을 이량화하면 공역이 넓어져서 정공 수송성이 향상된다. 그러나, 질소 원자 상의 치환기에 따라서는 정공 수송능을 저해할 우려도 있어 모든 카르바졸 이량체의 정공 수송성이 높다고는 한정하지 않는다. 여기서, 카르바졸 이량체의 질소 원자 상의 치환기로서 종래부터 정공 수송성 치환기로서 우수한 특성을 나타내는 트리아릴아민 골격을 가짐으로써 더욱 높은 정공 수송성을 갖는 것이 가능해진다. 그러나, 그 골격 중의 아릴기에 대해서도 모든 아릴기에 대해서 같은 효과가 얻어지는 것은 아닌 것을 알 수 있었다. 예를 들면, 대한민국 특허 출원 공개 제 2010-0079458호 공보의 화합물 33 또는 화합물 36(이하에 나타내는 구조)이 갖는 나프틸기는 그 자체의 삼중항 에너지가 낮아 화합물의 삼중항 에너지를 낮춰 버리는 것을 알 수 있었다. 삼중항 에너지가 낮은 화합물을 여기자 블록재로서 이용하여 소자를 작성하면, 발광층으로부터 누출되어 나오는 여기자에 의해서 발광 효율은 저하되어 버리므로 보다 높은 삼중항 에너지를 갖고 있는 것이 바람직하다.



[0035]

[0036] 한편, 국제 공개 제2006/61759호의 Table 1에 나타난 화합물과 같이, 카르바졸 이량체의 오르토 위치에 치환기를 갖는 화합물은 분자가 틀어져 있으며, 카르바졸을 이량화해도 공역이 넓어지지 않기 때문에 카르바졸 자체의 삼중항 에너지가 유지되어 있고, 화합물로서의 삼중항 에너지도 높은 값을 나타낸다. 그러나, 상술한 바와 같이 공역이 넓어져 있지 않기 때문에 정공 수송성을 높이는 효과가 얻어지지 않는다.

[0037] 이상과 같이, 높은 삼중항 에너지를 유지하는 것과, 높은 정공 수송성을 발휘하는 것은 트레이드 오프의 관계에 있고, 실용화 단계에서 양립할 수 있는 재료는 발견되어 있지 않았다. 본 발명자들은 예의 검토의 결과, 질소 원자 상의 치환기로서 트리아릴아민 골격 중에서도 특히 트리페닐아민 골격을 갖는 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물이 높은 삼중항 에너지를 유지하면서 높은 정공 수송성을 갖는 것을 발견하고, 본 발명에 이르렀다.

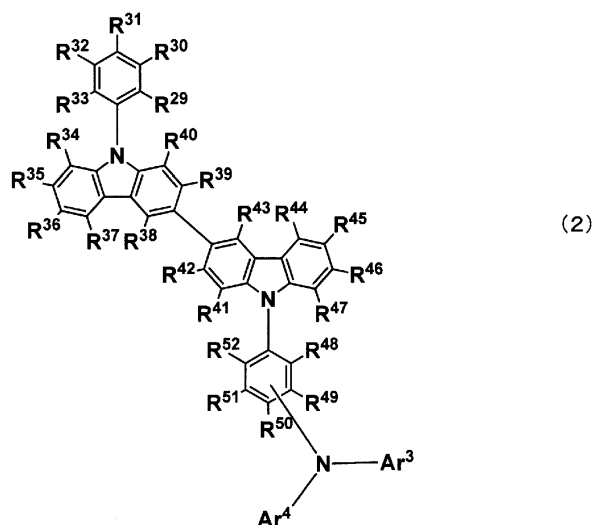
[0038] 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물은 분자 중에 카르바졸 골격이 2개 포함되는 것이 바람직하고, 이것에 의해 높은 박막 안정성과 우수한 내열성을 갖는다. 또한, 카르바졸 골격이 3개 이상 포함되는 경우에는 열적 분해가 우려되기 때문에 2개인 것이 바람직하다. 또한, 2개의 카르바졸 골격은 직접 연결한다.

[0039] 또한, 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물은 1개의 질소 원자 상의 치환기가 트리페닐아민 골격을 가짐으로써 우수한 정공 수송능을 나타낸다. 한편, 2개의 질소 원자 상의 치환기 양쪽 모두 트리페닐아민 골격을 갖는 것이 라면 분자량이 800 이상으로 되고, 승화 온도 및 증착 온도가 높아진다. 일반적으로 유기 재료를 증착할 때에 장시간 고온 하에서 증착을 행하기 때문에 분해 온도와 승화 온도의 차가 큰 쪽이 바람직하다. 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물의 분자량이 너무 커져서 고온에서 증착하지 않으면 안된다고 하면, 화합물 자체에 가해지는 열 부하가 커지고, 그 일부가 분해되어 증착될 가능성이 있다. 이러한 분해물의 혼입은 소자 특성, 특히 수명에 큰 영향을 미칠 우려가 있다. 그 우려를 억제하기 위해 분자량은 750 이하가 바람직하고, 또한 730 이하라면 승화 온도의 마진이 넓어지므로 보다 바람직하다. 또한, 더욱 바람직하게는 725 이하, 특히 바람직하게는 700 이하이다. 따라서, 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물은 1개의 질소 원자 상의 치환기만이 트리페닐아민

골격을 갖는 것이 바람직하다.

- [0040] 그 트리페닐아민 골격을 갖는 치환기에 대해서 두 가지의 실시형태가 예시된다. 하나의 실시형태(A)에서는 R^{23} 또는 R^{25} 중 적어도 하나가 NAr^1Ar^2 이고, 그 외에는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 로 이루어지는 군에서 선택되고, Ar^1 및 Ar^2 는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 치환 또는 무치환의 페닐기를 나타낸다.
- [0041] R^{23} 또는 R^{25} 중 적어도 한쪽이 NAr^1Ar^2 임으로써 분자의 비대칭성이 더욱 증가하기 때문에 안정된 박막이 형성될 수 있어 내구성의 향상으로 이어진다. 특히, R^{23} 또는 R^{25} 중 어느 한쪽이 NAr^1Ar^2 인 것이 바람직하다.
- [0042] 실시형태(A)에 있어서의 Ar^1 및 Ar^2 는 치환 또는 무치환의 페닐기이지만, 이 경우의 치환기로서는 아틸기, 알킬기 또는 할로젠이 바람직하다. 아틸기는 약간 공역을 늘리기 때문에 삼중항 준위를 약간 작게 하는 효과가 있지만, 무치환의 페닐기에 비해서 양이온을 안정화하는 효과가 있기 때문에 화합물의 안정성이 증가된다. 화합물의 안정성이 증가되면, 화합물 자체의 열화를 억제할 수 있고, 내구성을 개선할 수 있다. 알킬기나 할로젠은 공역에 거의 영향을 미치지 않고, 높은 삼중항 에너지를 유지할 수 있다.
- [0043] 또한, 다른 하나의 실시형태(B)에서는 R^{24} 가 NAr^1Ar^2 이고, 그 외에는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알키닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 로 이루어지는 군에서 선택되고, Ar^1 및 Ar^2 는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 무치환의 페닐기, 알킬기로 치환된 페닐기, 할로젠으로 치환된 페닐기 또는 페닐기로 치환된 페닐기를 나타내고, Ar^1 과 Ar^2 가 동시에 페닐기로 치환된 페닐기로 되는 일은 없다.
- [0044] R^{24} 가 NAr^1Ar^2 이고, Ar^1 및 Ar^2 가 상기와 같이 선택됨으로써 이온화 포텐셜이 적어지고, 정공 주입·수송 특성이 향상되어 구동 전압을 낮게 할 수 있다. 또한, 정공 주입 특성이 향상되기 때문에 접하는 발광층으로 들어가는 정공의 비율이 커지므로 발광층 내에서의 전자와의 재결합 확률을 향상되어 발광 효율이 향상된다. 또한, Ar^1 및 Ar^2 중 어느 한쪽이 무치환의 페닐기이고, 다른 한쪽이 알킬기로 치환된 페닐기, 할로젠으로 치환된 페닐기 또는 페닐기로 치환된 페닐기임으로써 분자의 비대칭성이 더욱 증가되기 때문에 안정된 박막이 형성될 수 있어 내구성의 향상으로 이어진다. 또한, 양이온을 안정화하는 효과가 있기 때문에 화합물의 안정성이 증가된다. 화합물의 안정성이 증가되면, 화합물 자체의 열화를 억제할 수 있고, 내구성을 개선할 수 있다. 알킬기나 할로젠 공역에 거의 영향을 미치지 않고, 높은 삼중항 에너지를 유지할 수 있다.
- [0045] 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물이 정공 수송층에 이용되고, 그 정공 수송층이 삼중항 발광성 도펀트를 함유하는 발광층에 직접 접하고 있는 경우, 정공 수송층의 삼중항 에너지가 낮으면 삼중항 여기 에너지의 발광층으로부터의 누출이 발생하여 발광 효율이 저하된다. 특히, 정공 수송층이 녹색의 발광성 도펀트를 함유하는 발광층에 직접 접하는 경우, 그 정공 수송층의 삼중항 에너지가 상기 발광성 도펀트의 삼중항 에너지보다 높으면 삼중항 여기 에너지의 발광층으로부터의 누출을 억제하는 것이 가능해지고, 발광 소자의 고발광 효율화 및 장수명화의 효과를 높이는 것이 가능해진다. 이러한 관점에서, 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물의 삼중항 에너지는 2.60eV 이상인 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 2.65eV 이상, 특히 바람직하게는 2.70eV 이상이다. 상한으로는 특별히 제한은 없지만, 3.10eV 이하인 것이 바람직하다.
- [0046] 또한, 본 발명에 있어서의 삼중항 에너지는 인광 스펙트럼으로부터 구해지는 값이다. 구체적인 측정 방법의 일례를 이하에 나타낸다. 유기 재료를 적당한 용매에 용해(시료 10 μ mol/l)하여 인광 측정용 시료로 한다. 석영 셀에 넣은 시료를 77K로 냉각하고, 여기광을 조사하여 인광을 측정한다. 인광 스펙트럼의 리딩에지에 대하여 접선을 긋고, 그 파장값을 에너지값으로 환산한 값을 T1로 한다. 측정 장치의 일례로서 HORIBA제 형광 인광 분광광도계 Fluoromax-4P와 저온 측정용 옵션 비품이 예시된다. 또한, 측정 장치는 그 제한은 없고, 냉각 장치 및 저온용 용기와 여기 광원, 수광 장치를 조합함으로써 측정해도 좋다.
- [0047] 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물은 일반식(2)으로 나타내어지는 형태이면 벤지딘 골격과 마찬가지로 부위를 갖고, 정공 수송능이 더욱 향상되기 때문에 바람직하다. 또한, 일반식(2)으로 나타내어지는 화합물은 2개의 카르바졸 골격의 질소 원자 상의 치환기가 다른 기이고, 분자가 비대칭 구조로 되기 때문에 카르바졸 골격끼리의

상호 작용 억제 효과가 높아지고, 안정된 박막을 형성할 수 있어 내구성의 향상으로 이어진다.



$R^{29} \sim R^{47}$ 은 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알킬닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{53}R^{54}$ 로 이루어지는 군에서 선택된다. R^{53} 및 R^{54} 는 아릴기 또는 헤테로아릴기이다. $R^{48} \sim R^{52}$ 는 이하의 (A'), (B') 중 어느 하나를 충족한다.

(A') R^{49} 또는 R^{51} 중 적어도 하나가 NAr^3Ar^4 이고, 그 외에는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알킬닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{53}R^{54}$ 로 이루어지는 군에서 선택되고, Ar^3 및 Ar^4 는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 치환 또는 무치환의 페닐기를 나타낸다.

(B') R^{49} 또는 R^{51} 중 적어도 하나가 NAr^3Ar^4 이고, 그 외에는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 수소, 알킬기, 시클로알킬기, 복소환기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알킬닐기, 할로젠, 카르보닐기, 카르복실기, 옥시카르보닐기, 카바모일기, 실릴기 및 $-P(=O)R^{53}R^{54}$ 로 이루어지는 군에서 선택되고, Ar^3 및 Ar^4 는 각각 같아도 좋고 달라도 좋고, 무치환의 페닐기, 알킬기로 치환된 페닐기, 할로젠으로 치환된 페닐기 또는 페닐기로 치환된 페닐기를 나타내고, Ar^3 과 Ar^4 가 동시에 페닐기로 치환된 페닐기로 되는 일은 없다.

이들 치환기의 설명은 상기 일반식(1)의 설명과 마찬가지로이다.

또한, 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물이 실시형태(A)인 경우로서 Ar^1 및 Ar^2 , 및 일반식(2)으로 나타내어지는 화합물이 실시형태(A)인 경우로서 Ar^3 및 Ar^4 가 무치환의 페닐기, 페닐기로 치환된 페닐기, 알킬기로 치환된 페닐기, 또는 할로젠으로 치환된 페닐기이면, 높은 삼중항 에너지를 유지하는 것이 가능해져 용이한 실험을 억제할 수 있기 때문에 높은 발광 효율이 달성된다. 페닐기는 약간 공역을 늘리기 때문에 삼중항 준위를 약간 작게 하는 효과가 있지만, 무치환의 페닐기에 비해서 양이온을 안정화하는 효과가 있기 때문에 화합물의 안정성이 증가한다. 화합물의 안정성이 증가하면, 화합물 자체의 열화를 억제할 수 있고, 내구성을 개선할 수 있다. 알킬기나 할로젠은 공역에 거의 영향을 미치지 않고, 높은 삼중항 에너지를 유지할 수 있다.

또한, 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물이 실시형태(A)인 경우로서 $R^1 \sim R^{21}$ 이 모두 수소이고, $R^{22} \sim R^{26}$ 은 R^{23} 또는 R^{25} 중 하나가 NAr^1Ar^2 이고, 그 외에는 모두 수소이면, 화합물의 안정성이 증가하고, 화합물 자체의 열화를 억제할 수 있어 내구성을 개선할 수 있다. 또한, 합성 프로세스상 저렴하게 대량 합성이 가능해진다.

또한, 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물이 실시형태(B)인 경우로서 $R^1 \sim R^{21}$ 이 모두 수소이고, $R^{22} \sim R^{26}$ 은 R^{24} 가 NAr^1Ar^2 이고, 그 외에는 모두 수소이면, 화합물의 안정성이 증가하고, 화합물 자체의 열화를 억제할 수 있어 내

구성을 개선할 수 있다. 또한, 합성 프로세스상 저렴하게 대량 합성이 가능해진다.

[0056]

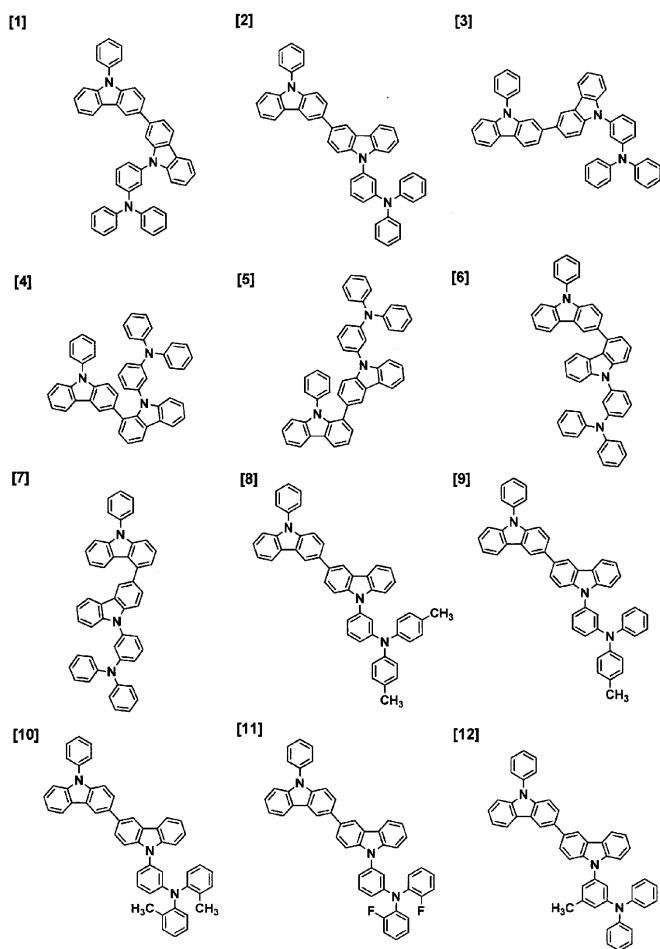
또한, Ar^1 및 Ar^2 가 다르면, 트리아릴아민의 비대칭성에 의해 분자 자체의 비대칭성이 더욱 증가하여 안정된 박막을 형성할 수 있고, 내구성의 향상으로 이어지기 때문에 바람직하다. Ar^1 및 Ar^2 가 다르다는 것은 치환기의 유무, 위치 및 종류도 포함하여 Ar^1 로 나타내어지는 기와 Ar^2 로 나타내어지는 기가 전혀 일치하지 않는 것을 말한다.

[0057]

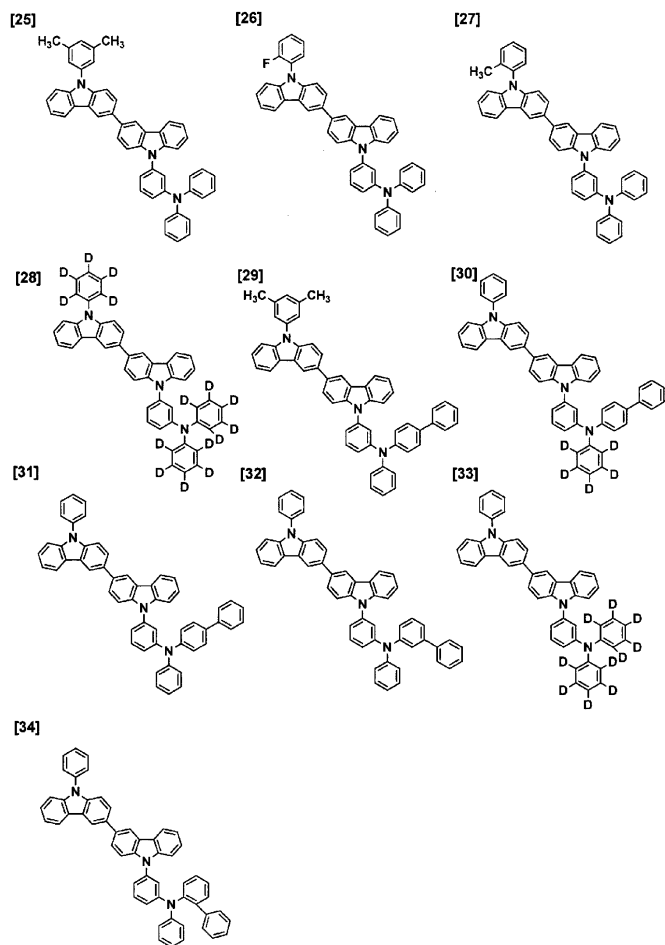
상기 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물로서는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 구체적으로는 이하와 같은 예가 예시된다. 또한, 이하는 예시이고, 여기에 명기된 화합물 이외에도 일반식(1)으로 나타내어지는 것이라면 마찬가지로 바람직하게 이용된다.

[0058]

실시형태(A)인 경우의 화합물의 일례는 이하와 같다.

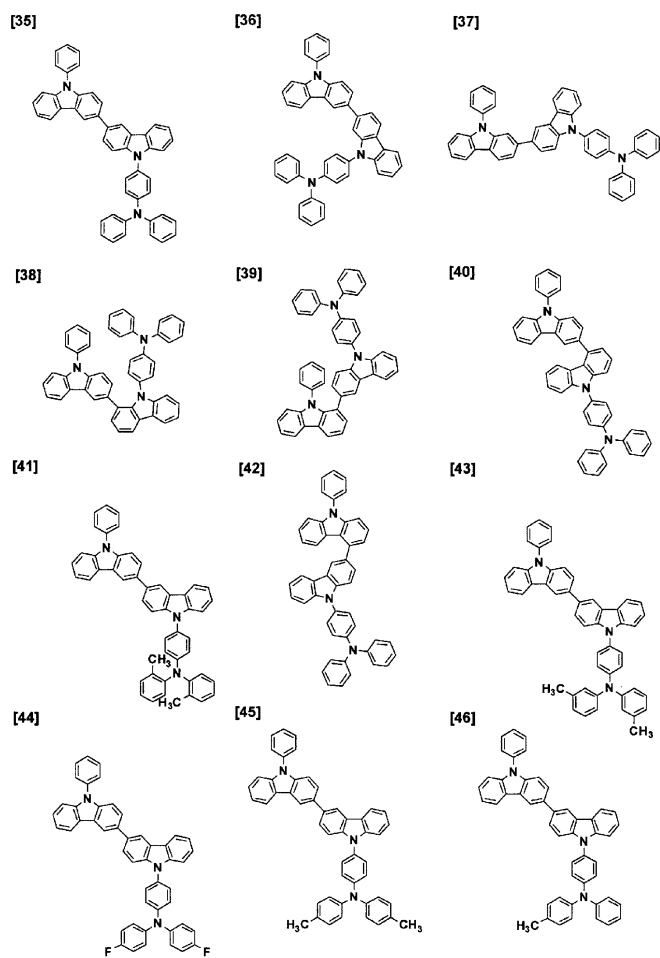


[0059]

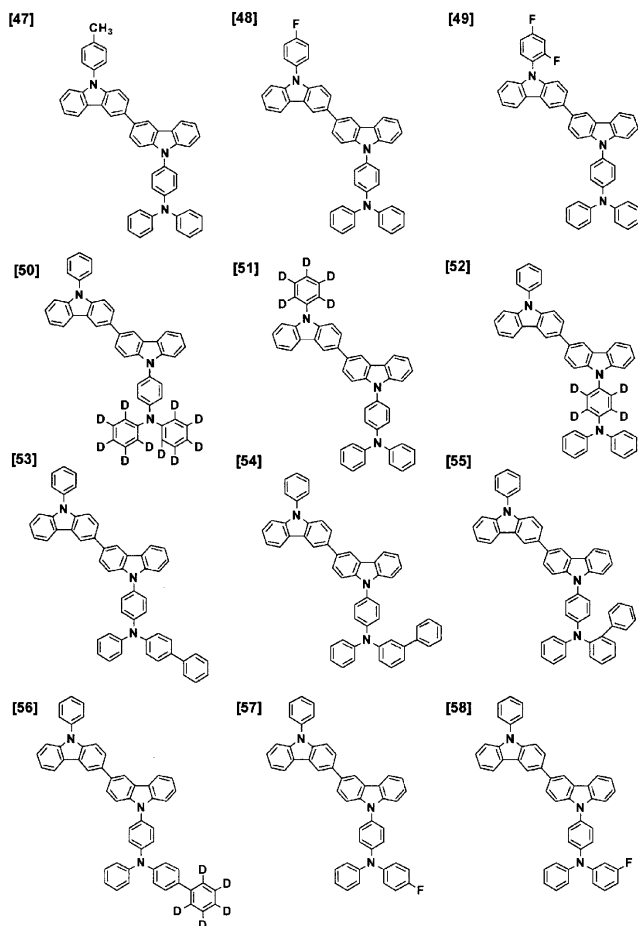


[0060]

[0061] 실시형태(B)인 경우의 화합물의 일례는 이하와 같다.



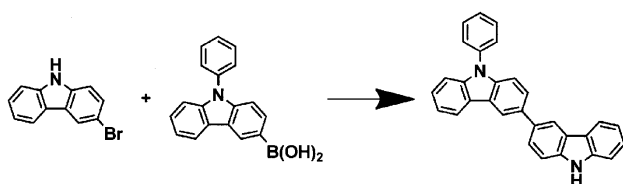
[0062]



[0063]

[0064]

상기와 같은 카르바졸 골격을 갖는 화합물의 합성에는 공지된 방법을 사용할 수 있다. 카르바졸 이량체를 합성하는 방법으로서, 예를 들면 팔라듐이나 구리 촉매를 이용한 카르바졸 유도체와 할로젠화물 또는 트리플레이트화체의 커플링 반응을 이용하는 방법이 예시되지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 일례로서, 9-페닐카르바졸-3-보론산을 이용한 예를 이하에 나타낸다.



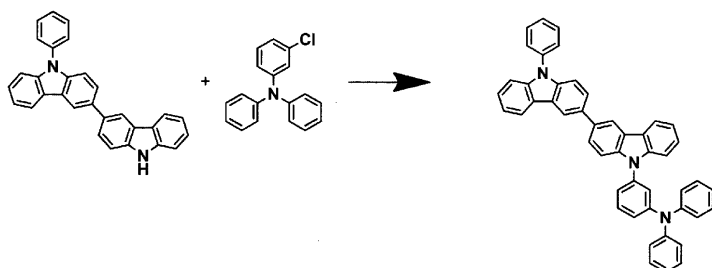
[0065]

[0066]

또한, 상기 반응에 있어서 9-페닐카르바졸-3-보론산 대신에 9-페닐카르바졸-2-보론산 에스테르를 이용해도 마찬가지로 반응은 진행된다. 이 경우에는, 카르바졸 이량체의 위치 이성체를 합성하는 것이 가능하다.

[0067]

또한, 카르바졸의 N 상에 치환기를 도입하는 방법으로서, 예를 들면 팔라듐이나 구리 촉매를 이용한 카르바졸 유도체와 할로젠화물의 커플링 반응을 이용하는 방법이 예시되지만, 이것에 한정되는 것은 아니다.



[0068]

- [0069] 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물은 발광 소자 재료로서 이용된다. 여기서, 본 발명에 있어서의 발광 소자 재료란 발광 소자 중 어느 하나의 층에 사용되는 재료를 나타내고, 상술한 바와 같이 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층 및/또는 전자 수송층에 사용되는 재료인 것 외에, 음극의 보호막에 사용되는 재료도 포함한다. 본 발명에 있어서의 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물을 발광 소자 중 어느 하나의 층에 사용함으로써 높은 발광 효율을 얻어지고, 또한 내구성이 우수한 발광 소자가 얻어진다.
- [0070] 이어서, 본 발명의 발광 소자의 실시형태에 대해서 상세하게 설명한다. 본 발명의 발광 소자는 양극과 음극, 및 그것들의 양극과 음극 사이에 개재하는 유기층을 갖고, 그 유기층이 전기 에너지에 의해 발광한다.
- [0071] 이러한 발광 소자에 있어서의 양극과 음극 사이의 층 구성은 발광층만으로 이루어지는 구성 이외에, 1) 발광층/전자 수송층, 2) 정공 수송층/발광층, 3) 정공 수송층/발광층/전자 수송층, 4) 정공 주입층/정공 수송층/발광층/전자 수송층, 5) 정공 수송층/발광층/전자 수송층/전자 주입층, 6) 정공 주입층/정공 수송층/발광층/전자 수송층/전자 주입층이라고 하는 적층 구성이 예시된다. 또한, 상기 각 층은 각각 단일층, 복수층 중 어느 것이라도 좋고, 도핑되어 있어도 좋다.
- [0072] 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물은 발광 소자에 있어서 상기의 어느 층에 사용되어도 좋지만, 정공 수송층에 특히 적합하게 이용된다.
- [0073] 본 발명의 발광 소자에 있어서, 양극과 음극은 소자의 발광을 위해서 충분한 전류를 공급하기 위한 역할을 갖는 것이고, 광을 인출하기 위해서 적어도 한쪽은 투명 또는 반투명인 것이 바람직하다. 통상, 기판 상에 형성되는 양극을 투명 전극으로 한다.
- [0074] 양극에 사용하는 재료는 정공을 유기층에 효율적으로 주입할 수 있는 재료, 또한 광을 인출하기 위해서 투명 또는 반투명이라면, 산화아연, 산화주석, 산화인듐, 산화주석인듐(ITO), 산화아연인듐(IZO) 등의 도전성 금속 산화물, 또는 금, 은, 크롬 등의 금속, 요드화구리, 황화구리 등의 무기 도전성 물질, 폴리티오펜, 폴리피롤, 폴리아닐린 등의 도전성 폴리머 등 특별히 한정되는 것은 아니지만, ITO 유리나 네사 유리를 이용하는 것이 특히 바람직하다. 이들 전극 재료는 단독으로 사용해도 좋지만, 복수의 재료를 적층 또는 혼합하여 사용해도 좋다. 투명 전극의 저항은 소자의 발광에 충분한 전류를 공급할 수 있으면 좋으므로 한정되지 않지만, 소자의 소비 전력의 관점에서는 저저항인 것이 바람직하다. 예를 들면, 300Ω/□ 이하의 ITO 기판이라면 소자 전극으로서 기능하지만, 현재로서는 10Ω/□ 정도의 기판의 공급도 가능하게 되어 있기 때문에 20Ω/□ 이하의 저저항의 기판을 사용하는 것이 특히 바람직하다. ITO의 두께는 저항값에 맞추어서 임의로 선택할 수 있지만, 통상 50~300nm 사이에서 이용되는 경우가 많다.
- [0075] 또한, 발광 소자의 기계적 강도를 유지하기 위해서 발광 소자를 기판 상에 형성하는 것이 바람직하다. 기판은 소다 유리나 무알칼리 유리 등의 유리 기판이 적합하게 이용된다. 유리 기판의 두께는 기계적 강도를 유지하는데 충분한 두께로 되면 좋으므로 0.5mm 이상이면 충분하다. 유리의 재질에 대해서는 유리로부터의 용출 이온이 적은 쪽이 좋으므로 무알칼리 유리 쪽이 바람직하다. 또는, SiO₂ 등의 배리어 코팅을 실시한 소다 라임 유리도 시판되고 있으므로 이것을 사용할 수 있다. 또한, 제 1 전극이 안정적으로 기능하는 것이라면 기판은 유리일 필요는 없고, 예를 들면 플라스틱 기판 상에 양극을 형성해도 좋다. ITO 막 형성 방법은 전자선빔법, 스퍼터링법 및 화학 반응법 등 특별히 제한을 받는 것은 아니다.
- [0076] 음극에 사용하는 재료는 전자를 효율적으로 발광층에 주입할 수 있는 물질이라면 특별히 한정되지 않는다. 일반적으로는 백금, 금, 은, 구리, 철, 주석, 알루미늄, 인듐 등의 금속, 또는 이들 금속과 리튬, 나트륨, 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등의 저일함수 금속의 합금이나 다층 적층 등이 바람직하다. 그 중에서도, 주성분으로서는 알루미늄, 은, 마그네슘이 전기 저항값이나 제막 용이성, 막의 안정성, 발광 효율 등의 면에서 바람직하다. 특히 마그네슘과 은으로 구성되면, 본 발명에 있어서의 전자 수송층 및 전자 주입층으로의 전자 주입이 용이해지고, 저전압 구동이 가능해지기 때문에 바람직하다.
- [0077] 또한, 음극 보호를 위해서 백금, 금, 은, 구리, 철, 주석, 알루미늄 및 인듐 등의 금속, 또는 이들 금속을 이용한 합금, 실리카, 티타니아 및 질화규소 등의 무기물, 폴리비닐알코올, 폴리염화비닐, 탄화수소계 고분자 화합물 등의 유기 고분자 화합물을 보호막층으로서 음극 상에 적층하는 것이 바람직한 예로서 예시된다. 단, 음극 측으로부터 광을 인출하는 소자 구조(톱 에미션 구조)의 경우에는 보호막층은 가시광 영역에서 광투과성이 있는 재료로부터 선택된다. 이들 전극의 제작법은 저항 가열, 전자선빔, 스퍼터링, 이온 플레이팅 및 코팅 등 특별히 제한되지 않는다.
- [0078] 정공 주입층은 양극과 정공 수송층 사이에 삽입되는 층이다. 정공 주입층은 1층이어도, 복수의 층이 적층되어

있어도 어느 것이라도 좋다. 정공 수송층과 양극 사이에 정공 주입층이 존재하면 보다 저전압 구동하고, 내구 수명도 향상될 뿐만 아니라, 또한 소자의 캐리어 밸런스가 향상되어 발광 효율도 향상되기 때문에 바람직하다.

[0079] 정공 주입층에 이용되는 재료는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들면 4,4'-비스(N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노)비페닐(TPD), 4,4'-비스(N-(1-나프틸)-N-페닐아미노)비페닐(NPD), 4,4'-비스(N,N-비스(4-비페닐릴)아미노)비페닐(TBDB), 비스(N,N'-디페닐-4-아미노페닐)-N,N-디페닐-4,4'-디아미노-1,1'-비페닐(TPD232)이라고 한 벤지딘 유도체, 4,4',4"-트리스(3-메틸페닐(페닐)아미노)트리페닐아민(m-MTDATA), 4,4',4"-트리스(1-나프틸(페닐)아미노)트리페닐아민(1-TNATA) 등의 스타버스트 아릴아민이라고 불리는 재료군, 비스(N-아릴카르바졸) 또는 비스(N-알킬카르바졸) 등의 비스카르바졸 유도체, 피라졸린 유도체, 스틸벤계 화합물, 히드라존계 화합물, 벤조푸란 유도체, 티오펜 유도체, 옥사디아졸 유도체, 프탈로시아닌 유도체, 포피린 유도체 등의 헤테로환 화합물, 폴리머계에서는 상기 단량체를 측쇄에 갖는 폴리카보네이트나 스티렌 유도체, 폴리티오펜, 폴리아닐린, 폴리플루오렌, 폴리비닐카르바졸 및 폴리실란 등이 이용된다. 또한, 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물을 이용할 수도 있다. 그 중에서도, 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물보다 얇은 HOMO 준위를 갖고, 양극으로부터 정공 수송층으로 원활하게 정공을 주입 수송한다고 하는 관점에서 벤지딘 유도체, 스타버스트 아릴아민계 재료군이 보다 바람직하게 이용된다.

[0080] 이들 재료는 단독으로 사용해도 좋고, 2종 이상의 재료를 혼합하여 사용해도 좋다. 또한, 복수의 재료를 적층하여 정공 주입층으로 해도 좋다. 또한, 이 정공 주입층이 엑셉터성 재료 단독으로 구성되어 있거나, 또는 상기와 같은 정공 주입 재료에 엑셉터성 재료를 도프하여 이용하면, 상술한 효과가 보다 현저하게 얻어지므로 보다 바람직하다. 엑셉터성 재료란 단층막으로서 이용하는 경우에는 접하고 있는 정공 수송층과, 도프하여 사용하는 경우에는 정공 주입층을 구성하는 재료와 전하 이동 착체를 형성하는 재료이다. 이러한 재료를 이용하면, 정공 주입층의 도전성이 향상되고, 보다 소자의 구동 전압 저하에 기여하여 발광 효율의 향상, 내구 수명 향상이라고 한 효과가 얻어진다.

[0081] 엑셉터성 재료의 예로서는 염화철(III), 염화알루미늄, 염화갈륨, 염화인듐, 염화안티몬과 같은 금속 염화물, 산화몰리브덴, 산화바나듐, 산화텅스텐, 산화루테튬과 같은 금속 산화물, 트리스(4-브로모페닐)알루미늄헥사클로로안티모네이트(TBPAH)와 같은 전하 이동 착체가 예시된다. 또한, 분자 내에 니트로기, 시아노기, 할로젠 또는 트리플루오로메틸기를 갖는 유기 화합물이나, 퀴논계 화합물, 산 무수물계 화합물, 플러렌 등도 적합하게 이용된다. 이들 화합물의 구체적인 예로서는 헥사시아노부타디엔, 헥사시아노벤젠, 테트라시아노에틸렌, 테트라시아노퀴노디메탄(TCNQ), 테트라플루오로테트라시아노퀴노디메탄(F4-TCNQ), 라디알렌 유도체, p-플루오레닐, p-클로라닐, p-브로마닐, p-벤조퀴논, 2,6-디클로로벤조퀴논, 2,5-디클로로벤조퀴논, 테트라메틸벤조퀴논, 1,2,4,5-테트라시아노벤젠, o-디시아노벤젠, p-디시아노벤젠, 1,4-디시아노테트라플루오로벤젠, 2,3-디클로로-5,6-디시아노벤조퀴논, p-디니트로벤젠, m-디니트로벤젠, o-디니트로벤젠, p-시아노니트로벤젠, m-시아노니트로벤젠, o-시아노니트로벤젠, 1,4-나프토퀴논, 2,3-디클로로나프토퀴논, 1-니트로나프탈렌, 2-니트로나프탈렌, 1,3-디니트로나프탈렌, 1,5-디니트로나프탈렌, 9-시아노안트라센, 9-니트로안트라센, 9,10-안트라퀴논, 1,3,6,8-테트라니트로카르바졸, 2,4,7-트리니트로-9-플루오레논, 2,3,5,6-테트라시아노피리딘, 말레산 무수물, 프탈산 무수물, C60 및 C70 등이 예시된다.

[0082] 이들 중에서도, 금속 산화물이나 시아노기 함유 화합물이 취급하기 쉽고, 증착도 쉽기 때문에, 용이하게 상술한 효과가 얻어지므로 바람직하다. 정공 주입층이 엑셉터성 재료 단독으로 구성되는 경우, 또는 정공 주입층에 엑셉터성 재료가 도프되어 있는 경우 중 어느 경우도 정공 주입층은 1층이어도 좋고, 복수의 층이 적층되어 구성되어 있어도 좋다.

[0083] 정공 수송층은 양극으로부터 주입된 정공을 발광층까지 수송하는 층이다. 정공 수송층은 단일층이어도, 복수의 층이 적층되어 구성되어 있어도 어느 것이라도 좋다.

[0084] 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물은 5.1~6.0eV의 이온화 포텐셜(증착막의 AC-2(리켄케이키) 측정값), 높은 삼중항 에너지, 높은 정공 수송성 및 박막 안정성을 갖고 있기 때문에 발광 소자의 정공 주입층 및 정공 수송층에 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물은 종래의 벤지딘 골격을 갖는 정공 수송 재료에 대하여 에너지 갭이 크기 때문에 LUMO 준위가 높고, 전자 블록성이 우수하다. 또한, 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물은 삼중항 발광 재료를 사용한 소자의 정공 수송 재료로서 이용하는 것이 바람직하다. 종래의 벤지딘 골격을 갖는 정공 수송 재료는 삼중항 에너지가 낮고, 삼중항 발광성 도펀트를 함유하는 발광층에 직접 접하고 있으면 삼중항 여기 에너지의 누출이 발생하여 발광 효율이 저하되지만, 일반식(1)으로 나타내어지는 화

합물은 높은 삼중항 에너지를 갖고 있어 그와 같은 문제가 발생되지 않기 때문이다.

[0085] 복수층의 정공 수송층으로 구성되는 경우에는 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물을 포함하는 정공 수송층은 발광층에 직접 접하고 있는 것이 바람직하다. 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물은 높은 전자 블록성을 갖고 있어 발광층으로부터 흘러 나오는 전자의 침입을 방지할 수 있기 때문이다. 또한, 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물은 높은 삼중항 에너지를 갖고 있기 때문에 삼중항 발광 재료의 여기 에너지를 가두는 효과도 갖고 있다. 그 때문에, 발광층에 삼중항 발광 재료가 포함되는 경우라도 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물을 포함하는 정공 수송층은 발광층에 직접 접하고 있는 것이 바람직하다.

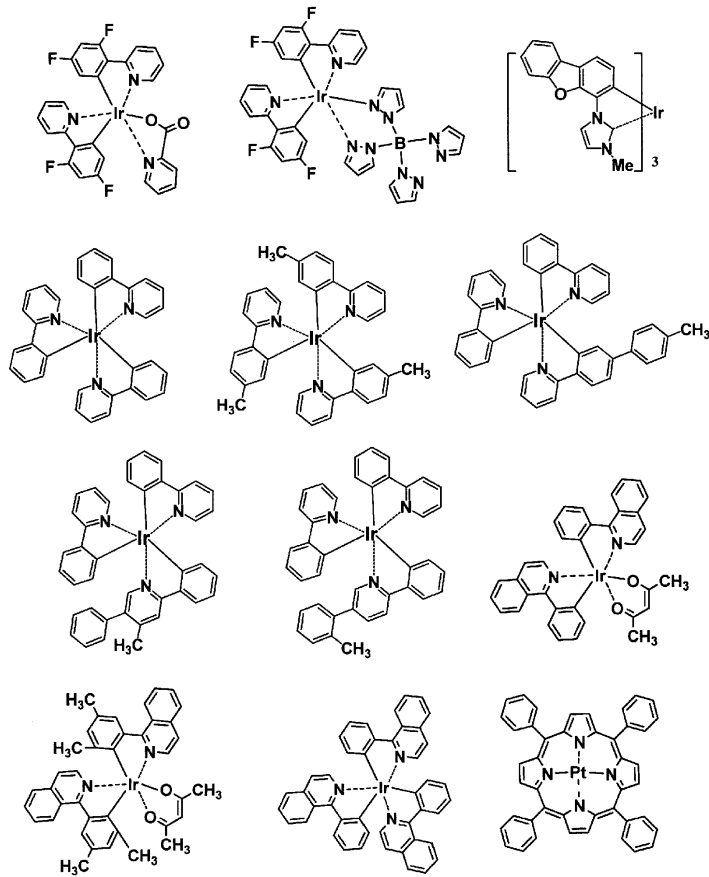
[0086] 정공 수송층은 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물만으로 구성되어 있어도 좋고, 본 발명의 효과를 손상시키지 않는 범위에서 다른 재료가 혼합되어 있어도 좋다. 이 경우 이용되는 다른 재료로서는, 예를 들면 4,4'-비스(N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노)비페닐(TPD), 4,4'-비스(N-(1-나프틸)-N-페닐아미노)비페닐(NPD), 4,4'-비스(N,N-비스(4-비페닐릴)아미노)비페닐(TBDB), 비스(N,N'-디페닐-4-아미노페닐)-N,N'-디페닐-4,4'-디아미노-1,1'-비페닐(TPD232)라고 한 벤지딘 유도체, 4,4',4"-트리스(3-메틸페닐(페닐)아미노)트리페닐아민(m-MTDATA), 4,4',4"-트리스(1-나프틸(페닐)아미노)트리페닐아민(1-TNATA) 등의 스타버스트 아릴아민이라고 불리는 재료군, 비스(N-아릴카르바졸) 또는 비스(N-알킬카르바졸) 등의 비스카르바졸 유도체, 피라졸린 유도체, 스틸벤계 화합물, 히드라존계 화합물, 벤조푸란 유도체, 티오펜 유도체, 옥사디아졸 유도체, 프탈로시아닌 유도체, 포피린 유도체 등의 헤테로환 화합물, 폴리머계에서는 상기 단량체를 측쇄에 갖는 폴리카보네이트나 스티렌 유도체, 폴리티오펜, 폴리아닐린, 폴리플루오렌, 폴리비닐카르바졸 및 폴리실란 등이 예시된다.

[0087] 발광층은 단일층, 복수층 중 어느 쪽이어도 좋고, 각각 발광 재료(호스트 재료, 도펀트 재료)에 의해 형성되고, 이것은 호스트 재료와 도펀트 재료의 혼합물이어도, 호스트 재료 단독이어도, 2종류의 호스트 재료와 1종류의 도펀트 재료의 혼합물이어도, 어느 것이라도 좋다. 즉, 본 발명의 발광 소자에서는 각 발광층에 있어서 호스트 재료 또는 도펀트 재료만이 발광되어도 좋고, 호스트 재료와 도펀트 재료가 모두 발광해도 있다. 전기 에너지를 효율적으로 이용하여 고색순도의 발광을 얻을 수 있다고 하는 관점에서는 발광층은 호스트 재료와 도펀트 재료의 혼합으로 이루어지는 것이 바람직하다. 또한, 호스트 재료와 도펀트 재료는 각각 1종류이어도, 복수의 조합이어도, 어느 것이라도 좋다. 도펀트 재료는 호스트 재료의 전체에 포함되어 있어도, 부분적으로 포함되어 있어도, 어느 것이라도 좋다. 도펀트 재료는 적층되어 있어도, 분산되어 있어도, 어느 것이라도 좋다. 도펀트 재료는 발광색의 제어가 가능하다. 도펀트 재료의 양은 너무 많으면 농도 소광 현상이 일어나기 때문에, 호스트 재료에 대하여 30중량% 이하로 사용하는 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 20중량% 이하이다. 도핑 방법은 호스트 재료와의 공증착법에 의해서 형성될 수 있지만, 호스트 재료와 미리 혼합하고 나서 동시에 증착해도 좋다.

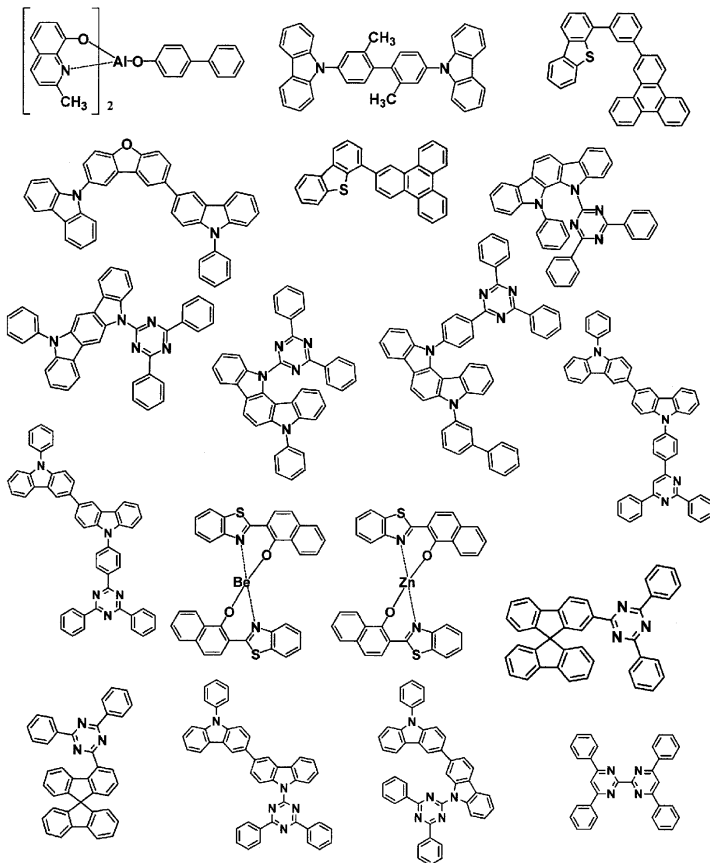
[0088] 발광 재료는 일반식(1)으로 나타내어지는 화합물 이외에, 이전부터 발광체로서 알려져 있던 안트라센이나 피렌 등의 축합환 유도체, 트리스(8-퀴놀리놀레이트)알루미늄을 비롯한 금속 킬레이트화옥시노이드 화합물, 비스스티릴안트라센 유도체나 디스티릴벤젠 유도체 등의 비스스티릴 유도체, 테트라페닐부타디엔 유도체, 인덴 유도체, 쿠마린 유도체, 옥사디아졸 유도체, 피롤로피리딘 유도체, 페리논 유도체, 시클로펜타디엔 유도체, 옥사디아졸 유도체, 티아디아졸로피리딘 유도체, 디벤조푸란 유도체, 카르바졸 유도체, 인돌로카르바졸 유도체, 폴리머계에서는 폴리페닐렌비닐렌 유도체, 폴리파라페닐렌 유도체, 그리고 폴리티오펜 유도체 등이 사용될 수 있지만, 특별히 한정되는 것은 아니다.

[0089] 발광 재료에 함유되는 호스트 재료는 화합물 1종에만 한정될 필요는 없고, 본 발명의 복수의 화합물을 혼합하여 사용하거나, 기타 호스트 재료 중 1종류 이상을 혼합하여 사용해도 좋다. 또한, 적층하여 사용해도 좋다. 호스트 재료로서는 특별히 한정되지 않지만, 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 킬레이트화옥시노이드 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 등이 사용될 수 있지만, 특별히 한정되는 것은 아니다. 그 중에서도, 발광층이 삼중항 발광(인광 발광)을 행할 때에 이용되는 호스트로서는 금속 킬레이트화옥시노이드 화합물, 디벤조푸란 유도체, 디벤조티오펜 유도체, 카르바졸 유도체, 인돌로카르바졸 유도체, 트리아진 유도체, 트리페닐렌 유도체 등이 적합하게 이용된다.

- [0090] 발광 재료에 함유되는 도펀트 재료는 특별히 한정되지 않지만, 나프탈렌, 안트라센, 페난트렌, 피렌, 트리페닐렌, 페틸렌, 플루오렌, 인덴 등의 아릴환을 갖는 화합물이나 그 유도체(예를 들면, 2-(벤조티아졸-2-일)-9,10-디페닐안트라센이나 5,6,11,12-테트라페닐나프타센 등), 푸란, 피롤, 티오펜, 실롤, 9-실라플루오렌, 9,9'-스피로비실라플루오렌, 벤조티오펜, 벤조푸란, 인돌, 디벤조티오펜, 디벤조푸란, 이미다조피리딘, 페난트롤린, 피라진, 나프티리딘, 퀴녹살린, 피롤로피리딘, 티옥산텐 등의 헤테로아릴환을 갖는 화합물이나 그 유도체, 디스티릴벤젠 유도체, 4,4'-비스(2-(4-디페닐아미노페닐)에테닐)비페닐, 4,4'-비스(N-(스티렌-4-일)-N-페닐아미노)스티렌 등의 아미노스티릴 유도체, 방향족 아세틸렌 유도체, 테트라페닐부타디엔 유도체, 스티렌 유도체, 알다진 유도체, 피로메텐 유도체, 디케토피롤로[3,4-c]피롤 유도체, 2,3,5,6-1H,4H-테트라히드로-9-(2'-벤조티아졸릴)퀴놀리지노[9,9a,1-gh]쿠마린 등의 쿠마린 유도체, 이미다졸, 티아졸, 티아디아졸, 카르바졸, 옥사졸, 옥사디아졸, 트리아졸 등의 아졸 유도체 및 그 금속 착체, 및 N,N'-디페닐-N,N'-디(3-메틸페닐)-4,4'-디페닐-1,1'-디아민으로 대표되는 방향족 아민 유도체 등이 예시된다.
- [0091] 그 중에서도, 발광층이 삼중항 발광(인광 발광)을 행할 때에 이용되는 도펀트로서는 이리듐(Ir), 루테튬(Ru), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 오스뮴(Os) 및 레늄(Re)으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 하나의 금속을 포함하는 금속 착체 화합물인 것이 바람직하다. 배위자는 페닐피리딘 골격 또는 페닐퀴놀린 골격 또는 카르벤 골격 등의 함질소 방향족 헤테로환을 갖는 것이 바람직하다. 그러나, 이것들에 한정되는 것이 아니라, 요구되는 발광색, 소자 성능, 호스트 화합물과의 관계로부터 적절한 착체가 선택된다. 구체적으로는 트리스(2-페닐피리딜)이리듐 착체, 트리스{2-(2-티오펜일)피리딜}이리듐 착체, 트리스{2-(2-벤조티오펜일)피리딜}이리듐 착체, 트리스(2-페닐벤조티아졸)이리듐 착체, 트리스(2-페닐벤조옥사졸)이리듐 착체, 트리스벤조퀴놀린이리듐 착체, 비스(2-페닐피리딜)(아세틸아세토네이트)이리듐 착체, 비스{2-(2-티오펜일)피리딜}이리듐 착체, 비스{2-(2-벤조티오펜일)피리딜}(아세틸아세토네이트)이리듐 착체, 비스(2-페닐벤조티아졸)(아세틸아세토네이트)이리듐 착체, 비스(2-페닐벤조옥사졸)(아세틸아세토네이트)이리듐 착체, 비스벤조퀴놀린(아세틸아세토네이트)이리듐 착체, 비스{2-(2,4-디플루오로페닐)피리딜}(아세틸아세토네이트)이리듐 착체, 테트라에틸포피린 백금 착체, {트리스(세노일트리플루오로아세톤)모노(1,10-페난트롤린)}유로퓸 착체, {트리스(세노일트리플루오로아세톤)모노(4,7-디페닐-1,10-페난트롤린)}유로퓸 착체, {트리스(1,3-디페닐-1,3-프로판디온)모노(1,10-페난트롤린)}유로퓸 착체, 트리스아세틸아세톤테르븀 착체 등이 예시된다. 또한, 일본 특허 공개 2009-130141호에 기재되어 있는 인광 도펀트도 적합하게 이용된다. 이것들에 한정되는 것은 아니지만, 고효율 발광이 얻어지기 쉽기 때문에 이리듐 착체 또는 백금 착체가 바람직하게 이용된다.
- [0092] 도펀트 재료로서 이용되는 상기 삼중항 발광 재료는 발광층 중에 각각 1종류만이 포함되어 있어도 좋고, 2종 이상을 혼합하여 사용해도 좋다. 삼중항 발광 재료를 2종 이상 이용할 때에는 도펀트 재료의 총 중량이 호스트 재료에 대하여 30중량% 이하인 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 20중량% 이하이다.
- [0093] 또한, 발광층에는 상기 호스트 재료 및 삼중항 발광 재료 이외에 발광층 내의 캐리어 밸런스를 조정하기 위해서나 발광층의 층 구조를 안정화시키기 위한 제 3 성분을 더 포함하고 있어도 좋다. 단, 제 3 성분으로서는 일반식(1)으로 나타내어지는 카르바졸 골격을 갖는 화합물로 이루어지는 호스트 재료 및 삼중항 발광 재료로 이루어지는 도펀트 재료 사이에 상호 작용을 일으키지 않는 재료를 선택한다.
- [0094] 삼중항 발광계에 있어서의 바람직한 호스트 및 도펀트로서는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 구체적으로는 이하와 같은 예가 예시된다.



[0095]



[0096]

[0097]

본 발명에 있어서, 전자 수송층이란 음극으로부터 전자가 주입되고, 또한 전자를 수송하는 층이다. 전자 수송층

에는 전자 주입 효율이 높고, 주입된 전자를 효율적으로 수송하는 것이 바람직하다. 그 때문에, 전자 수송층은 전자 친화력이 크고, 또한 전자 이동도가 크고, 또한 안정성이 우수하여 트랩으로 되는 불순물이 제조시 및 사용시에 발생되기 어려운 물질인 것이 요구된다. 특히, 막 두께를 두껍게 적층하는 경우에는 저분자량의 화합물은 결정화되거나 해서 막질이 열화되기 쉽기 때문에 안정된 막질을 유지하는 분자량 400 이상의 화합물이 바람직하다. 그러나, 정공과 전자의 수송 밸런스를 고려한 경우에, 전자 수송층이 양극으로부터의 정공이 재결합되지 않고 음극 측으로 흐르는 것을 효율적으로 방지할 수 있는 역할을 주로 한다면, 전자 수송 능력이 그렇게 높지 않은 재료로 구성되어 있더라도 발광 효율을 향상시키는 효과는 전자 수송 능력이 높은 재료로 구성되어 있는 경우와 동등해진다. 따라서, 본 발명에 있어서의 전자 수송층에는 정공의 이동을 효율적으로 방지할 수 있는 정공 저지층도 마찬가지로 포함된다.

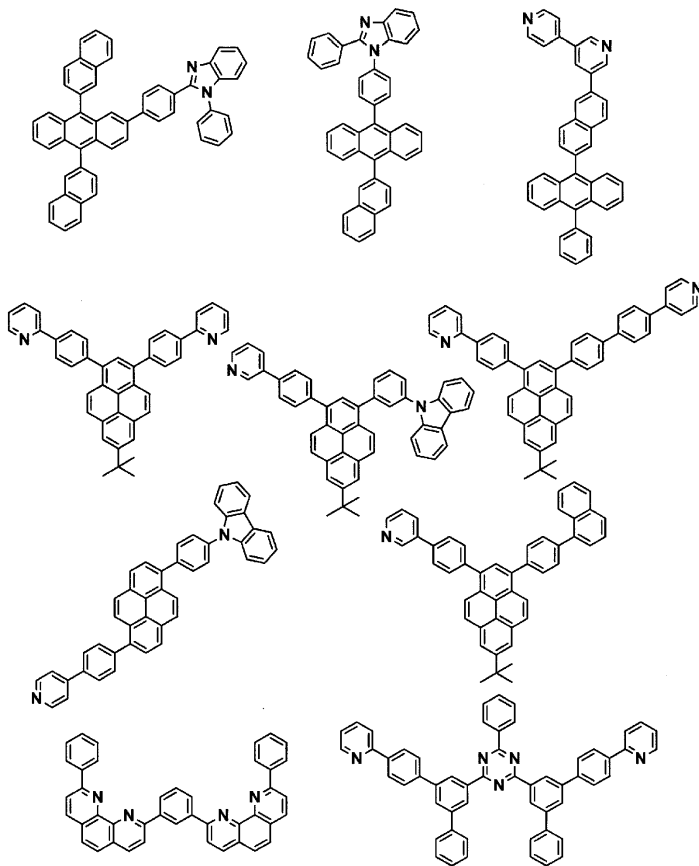
[0098] 전자 수송층에 이용되는 전자 수송 재료로서는 나프탈렌, 안트라센 등의 축합 다환 방향족 유도체, 4,4'-비스(디페닐에테닐)비페닐로 대표되는 스티릴계 방향족 유도체, 안트라퀴논이나 디페노퀴논 등의 퀴논 유도체, 인옥시드 유도체, 트리스(8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(III) 등의 퀴놀리놀 착체, 벤조퀴놀리놀 착체, 히드록시아졸 착체, 아조메틴 착체, 트로폴론 금속 착체 및 플라보놀 금속 착체 등의 각종 금속 착체가 예시되지만, 구동 전압을 저감시키고, 고효율 발광이 얻어지기 때문에 탄소, 수소, 질소, 산소, 규소, 인 중에서 선택되는 원소로 구성되고, 전자 수용성 질소를 포함하는 헤테로아릴환 구조를 갖는 화합물을 이용하는 것이 바람직하다.

[0099] 여기서 말하는 전자 수용성 질소란 인접 원자와의 사이에 다중 결합을 형성하고 있는 질소 원자를 나타낸다. 질소 원자가 높은 전자 음성도를 갖기 때문에, 그 다중 결합은 전자 수용적인 성질을 갖는다. 그러므로, 전자 수용성 질소를 포함하는 방향족 복소환은 높은 전자 친화성을 갖는다. 전자 수용성 질소를 갖는 전자 수송 재료는 높은 전자 친화력을 갖는 음극으로부터의 전자를 수취하기 쉽게 하여 보다 저전압 구동이 가능해진다. 또한, 발광층으로의 전자의 공급이 많아져 재결합 확률이 높아지므로 발광 효율이 향상된다.

[0100] 전자 수용성 질소를 포함하는 헤테로아릴환으로서, 예를 들면 피리딘환, 피라진환, 피리미딘환, 퀴놀린환, 퀴녹살린환, 나프티리딘환, 피리미도피리미딘환, 벤조퀴놀린환, 페난트롤린환, 이미다졸환, 옥사졸환, 옥사디아졸환, 트리아졸환, 티아졸환, 티아디아졸환, 벤조옥사졸환, 벤조티아졸환, 벤즈이미다졸환, 페난트로이미다졸환 등이 예시된다.

[0101] 이들 헤테로아릴환 구조를 갖는 화합물로서는, 예를 들면 벤즈이미다졸 유도체, 벤조옥사졸 유도체, 벤즈티아졸 유도체, 옥사디아졸 유도체, 티아디아졸 유도체, 트리아졸 유도체, 피라진 유도체, 페난트롤린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 퀴놀린 유도체, 벤조퀴놀린 유도체, 비피리딘이나 터피리딘 등의 올리고피리딘 유도체, 퀴녹살린 유도체 및 나프티리딘 유도체 등이 바람직한 화합물로서 예시된다. 그 중에서도, 트리스(N-페닐벤즈이미다졸-2-일)벤젠 등의 이미다졸 유도체, 1,3-비스[(4-tert-부틸페닐)1,3,4-옥사디아졸릴]페닐렌 등의 옥사디아졸 유도체, N-나프틸-2,5-디페닐-1,3,4-트리아졸 등의 트리아졸 유도체, 바소큐프로인이나 1,3-비스(1,10-페난트롤린-9-일)벤젠 등의 페난트롤린 유도체, 2,2'-비스(벤조[h]퀴놀린-2-일)-9,9'-스피로비플루오렌 등의 벤조퀴놀린 유도체, 2,5-비스(6'-(2',2"-비피리딜))-1,1-디메틸-3,4-디페닐실롤 등의 비피리딘 유도체, 1,3-비스(4'-(2,2':6'2"-터피리딜))벤젠 등의 터피리딘 유도체, 비스(1-나프틸)-4-(1,8-나프티리딘-2-일)페닐포스핀옥시드 등의 나프티리딘 유도체가 전자 수송층의 관점에서 바람직하게 이용된다. 또한, 이들 유도체가 축합 다환 방향족 골격을 갖고 있으면, 유리 전이 온도가 향상됨과 아울러 전자 이동도도 커져서 발광 소자의 저전압화의 효과가 크므로 보다 바람직하다. 또한, 소자 내구 수명이 향상되고, 합성의 용이성, 원료 입수가 용이하다는 것을 고려하면, 축합 다환 방향족 골격은 안트라센 골격, 피렌 골격 또는 페난트롤린 골격인 것이 특히 바람직하다. 상기 전자 수송 재료는 단독으로도 이용되지만, 상기 전자 수송 재료 중 2종 이상을 혼합하여 사용하거나, 기타 전자 수송 재료 중 1종 이상을 상기 전자 수송 재료에 혼합하여 사용해도 상관없다.

[0102] 바람직한 전자 수송 재료로서는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 구체적으로는 이하와 같은 예가 예시된다.



[0103]

[0104] 상기 전자 수송 재료는 단독으로 이용되거나, 상기 전자 수송 재료 중 2종 이상을 혼합하여 사용하거나, 기타 전자 수송 재료 중 1종 이상을 상기 전자 수송 재료에 혼합하여 사용해도 상관없다. 또한, 도너성 재료를 함유해도 좋다. 여기서, 도너성 재료란 전자 주입 장벽의 개선에 의해 음극 또는 전자 주입층으로부터의 전자 수송층으로의 전자 주입을 용이하게 하고, 또한 전자 수송층의 전기 전도성을 향상시키는 화합물이다.

[0105]

도너성 재료의 바람직한 예로서는 알칼리 금속, 알칼리 금속을 함유하는 무기염, 알칼리 금속과 유기물의 착체, 알칼리 토류 금속, 알칼리 토류 금속을 함유하는 무기염 또는 알칼리 토류 금속과 유기물의 착체 등이 예시된다. 알칼리 금속, 알칼리 토류 금속의 바람직한 종류로서는 저일함수로 전자 수송능 향상의 효과가 큰 리튬, 나트륨, 칼륨, 루비듐, 세슘이라고 한 알칼리 금속이나, 마그네슘, 칼슘, 세륨, 바륨이라고 한 알칼리 토류 금속이 예시된다.

[0106]

또한, 진공 중에서 증착이 용이하고 취급이 우수하기 때문에, 금속 단체보다 무기염 또는 유기물과의 착체의 형태인 것이 바람직하다. 또한, 대기 중에서의 취급을 용이하게 하고, 첨가 농도의 제어의 용이성의 점에서 유기물과의 착체의 상태로 되는 것이 보다 바람직하다. 무기염의 예로서는 LiO , Li_2O 등의 산화물, 질화물, LiF , NaF , KF 등의 불화물, Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 , Rb_2CO_3 , Cs_2CO_3 등의 탄산염 등이 예시된다. 또한, 알칼리 금속 또는 알칼리 토류 금속의 바람직한 예로서는 큰 저전압 구동 효과가 얻어진다고 하는 관점에서는 리튬, 세슘이 예시된다. 또한, 유기물과의 착체에 있어서의 유기물의 바람직한 예로서는 퀴놀리놀, 벤조퀴놀리놀, 피리딜페놀, 플라보놀, 히드록시이미다조피리딘, 히드록시벤즈아졸, 히드록시트리아졸 등이 예시된다. 그 중에서도, 보다 발광 소자의 저전압화의 효과가 크다고 하는 관점에서는 알칼리 금속과 유기물의 착체가 바람직하고, 또한 합성의 용이성, 열 안정성이라고 하는 관점에서 리튬과 유기물의 착체가 보다 바람직하고, 비교적 저렴하게 입수할 수 있는 리튬퀴놀리놀이 특히 바람직하다.

[0107]

전자 수송층의 이온화 포텐셜은 특별히 한정되지 않지만, 바람직하게는 5.6eV 이상 8.0eV 이하이고, 보다 바람직하게는 5.6eV 이상 7.0eV 이하이다.

[0108]

발광 소자를 구성하는 상기 각 층의 형성 방법은 저항 가열 증착, 전자빔 증착, 스퍼터링, 분자 적층법, 코팅법

등 특별히 한정되지 않지만, 통상은 소자 특성의 점에서 저항 가열 증착 또는 전자빔 증착이 바람직하다.

- [0109] 유기층의 두께는 발광 물질의 저항값에도 따르므로 한정하는 것은 불가능하지만 1~1,000nm인 것이 바람직하다. 발광층, 전자 수송층, 정공 수송층의 막 두께는 각각 바람직하게는 1nm 이상 200nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 5nm 이상 100nm 이하이다.
- [0110] 본 발명의 발광 소자는 전기 에너지를 광으로 변환할 수 있는 기능을 갖는다. 여기서, 전기 에너지로서는 주로 직류 전류가 사용되지만, 펄스 전류나 교류 전류를 이용하는 것도 가능하다. 전류값 및 전압값은 특별히 제한은 없지만, 소자의 소비 전력이나 수명을 고려하면 가능한 한 낮은 에너지로 최대의 휘도가 얻어지도록 선택되어야 한다.
- [0111] 본 발명의 발광 소자는, 예를 들면 매트릭스 및/또는 세그먼트 방식으로 표시하는 디스플레이로서 적합하게 이용된다.
- [0112] 매트릭스 방식이란 표시를 위한 화소가 격자 형상이나 모자이크 형상 등 이차원적으로 배치되고, 화소의 집합으로 문자나 화상을 표시한다. 화소의 형상이나 사이즈는 용도에 따라서 결정된다. 예를 들면, 퍼스널 컴퓨터, 모니터, 텔레비전의 화상 및 문자 표시에는 통상 한 변이 300 μ m 이하인 사각형의 화소가 사용되고, 또한 표시 패널과 같은 대형 디스플레이의 경우에는 한 변이 mm 오더인 화소를 사용하게 된다. 모노크로 표시의 경우에는 같은 색의 화소를 배열하면 좋지만, 컬러 표시의 경우에는 적색, 녹색, 청색의 화소를 배열하여 표시시킨다. 이 경우, 전형적으로는 델타 타입과 스트라이프 타입이 있다. 그리고, 이 매트릭스의 구동 방법은 선 순차 구동 방법이나 액티브 매트릭스 중 어느 것이라도 좋다. 선 순차 구동은 그 구조가 간단하지만 동작 특성을 고려한 경우 액티브 매트릭스 쪽이 우수한 경우가 있으므로 이것도 용도에 따라서 구분되는 것이 필요하다.
- [0113] 본 발명에 있어서의 세그먼트 방식이란 미리 정해진 정보를 표시하도록 패턴을 형성하고, 이 패턴의 배치에 의해서 정해진 영역을 발광시키는 방식이다. 예를 들면, 디지털 시계나 온도계에 있어서의 시각이나 온도 표시, 오디오 기기나 전자 조리기 등의 동작 상태 표시 및 자동차의 패널 표시 등이 예시된다. 그리고, 상기 매트릭스 표시와 세그먼트 표시는 같은 패널 중에 공존하고 있어도 좋다.
- [0114] 본 발명의 발광 소자는 각종 기기 등의 백라이트로서도 바람직하게 이용된다. 백라이트는 주로 자체 발광하지 않는 표시 장치의 시인성을 향상시킬 목적으로 사용되고, 액정 표시 장치, 시계, 오디오 장치, 자동차 패널, 표시판 및 표식 등으로 사용된다. 특히, 액정 표시 장치, 그 중에서도 박형화가 검토되고 있는 퍼스널 컴퓨터 용도의 백라이트에 본 발명의 발광 소자는 바람직하게 사용되고, 종래의 것보다 박형이고 경량인 백라이트를 제공할 수 있다.
- [0115] 실시예
- [0116] 이하, 실시예를 들어서 본 발명을 설명하지만, 본 발명은 이들 실시예에 의해서 한정되는 것은 아니다. 또한, 하기 각 실시예에 있는 화합물의 번호는 상기에 기재한 화합물의 번호를 가리키는 것이다.
- [0117] 또한, 각 화합물의 최저 여기 삼중항 에너지 T1은 이하와 같이 하여 측정했다. 2-메틸테트라히드로푸란을 용매로 해서 각 화합물의 10 μ mol/l의 용액을 조정했다. 인광 측정은 77K에서 석영 셀 중, 형광 인광 분광광도계 Fluoromax-4P(HORIBA제)를 이용하여 행하고, 얻어진 인광 스펙트럼의 단파장 측의 리딩에지에 대하여 접선을 그어 가로축과의 교점인 파장(발광단)을 구하고, 이 파장을 에너지값으로 환산했다.
- [0118] 합성예 1
- [0119] 화합물 [2]의 합성
- [0120] 3-브로모카르바졸 20.9g, 9-페닐카르바졸-3-보론산 15.0g, 아세트산 팔라듐 366mg, 트리스(2-메틸페닐)포스핀 300mg, 2M 탄산칼륨 수용액 105ml, 디메톡시에탄 260ml의 혼합 용액을 질소 기류 하, 6시간 환류했다. 실온으로 냉각한 후 테트라히드로푸란 500ml로 추출했다. 유기층을 포화 식염수 100ml로 2회 세정하고, 황산 마그네슘으로 건조 후 이배퍼레이트했다. 얻어진 농축물을 o-크실렌 재결정에 의해 정제하고, 진공 건조한 후 9-페닐-9H,9'H-3,3'-비카르바졸 13.5g을 얻었다.
- [0121] 이어서, 9-페닐-9H,9'H-3,3'-비카르바졸 11.4g, 3-브로모트리페닐아민 10.0g, 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐 161mg, 디-t-부틸(2,2-디페닐-1-메틸-1-시클로프로필)포스핀 198mg, 나트륨 tert-부톡시드 3.8g과 o-크실렌 140ml의 혼합 용액을 질소 기류 하, 환류 하에서 2시간 가열 교반했다. 실온으로 냉각한 후 톨루엔 100ml로 추출했다. 유기층을 물 80ml로 3회 세정하고, 황산 마그네슘으로 건조 후 이배퍼레이트했다. 얻어진 농축물을 실리카

겔 컬럼크로마토그래피에 의해 정제하고, 이배퍼레이트하여 얻어진 고체를 진공 건조한 후 백색 고체 17.0g을 얻었다.

[0122] 얻어진 분말의 $^1\text{H-NMR}$ 분석 결과는 다음과 같고, 상기에서 얻어진 백색 고체가 화합물 [2]인 것이 확인되었다.

[0123] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 7.06(t, 2H, $J=7.3\text{Hz}$), 7.15-7.35(m, 13H), 7.39-7.54(m, 8H), 7.60-7.64(m, 4H), 7.76(d, 2H, $J=8.4\text{Hz}$), 8.18-8.26(m, 2H), 8.43(dd, 2H, $J=1.6\text{Hz}$, 8.1Hz).

[0124] 또한, 이 화합물 [2]는 오일 확산 펌프를 이용하여 $1 \times 10^{-3}\text{Pa}$ 의 압력 하, 약 290°C 에서 승화 정제를 행하고나서 발광 소자 재료로서 사용했다. HPLC 순도(측정 파장 254nm에 있어서의 면적%)는 승화 정제 전이 99.7%, 승화 정제 후가 99.9%였다. 또한, 화합물 [2]의 최저 여기 삼중항 에너지 T1은 2.76eV였다.

[0125] 합성예 2

[0126] 화합물 [8]의 합성

[0127] 3-클로로-N,N-디페닐아닐린 대신에 3-클로로-N,N-디-p-톨릴아닐린을 이용한 것 이외에는 합성예 1과 마찬가지로의 방법에 의해 합성하여 백색 고체를 얻었다.

[0128] 얻어진 분말의 $^1\text{H-NMR}$ 분석 결과는 다음과 같고, 상기에서 얻어진 백색 고체가 화합물 [8]인 것이 확인되었다.

[0129] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 2.31(s, 6H), 7.06-7.22(m, 10H), 7.28-7.67(m, 15H), 7.74-7.78(m, 2H), 8.18-8.26(m, 2H), 8.41-8.45(m, 2H).

[0130] 또한, 이 화합물 [8]은 오일 확산 펌프를 이용하여 $1 \times 10^{-3}\text{Pa}$ 의 압력 하, 약 320°C 에서 승화 정제를 행하고나서 발광 소자 재료로서 사용했다. HPLC 순도(측정 파장 254nm에 있어서의 면적%)는 승화 정제 전이 99.6%, 승화 정제 후가 99.9%였다. 또한, 화합물 [8]의 최저 여기 삼중항 에너지 T1은 2.76eV였다.

[0131] 합성예 3

[0132] 화합물 [31]의 합성

[0133] 3-브로모트리페닐아민 대신에 N-(3-클로로페닐)-N-페닐-[1,1'-비페닐]-4-아민을 이용한 것 이외에는 합성예 1과 마찬가지로의 방법에 의해 합성하여 백색 고체를 얻었다.

[0134] 얻어진 분말의 $^1\text{H-NMR}$ 분석 결과는 다음과 같고, 상기에서 얻어진 백색 고체가 화합물 [31]인 것이 확인되었다.

[0135] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 7.06-7.79(m, 33H), 8.19-8.25(m, 2H), 8.41-8.44(m, 2H).

[0136] 또한, 이 화합물 [31]은 오일 확산 펌프를 이용하여 $1 \times 10^{-3}\text{Pa}$ 의 압력 하, 약 350°C 에서 승화 정제를 행하고나서 발광 소자 재료로서 사용했다. HPLC 순도(측정 파장 254nm에 있어서의 면적%)는 승화 정제 전이 99.5%, 승화 정제 후가 99.9%였다. 또한, 화합물 [31]의 최저 여기 삼중항 에너지 T1은 2.60eV였다.

[0137] 합성예 4

[0138] 화합물 [32]의 합성

[0139] 3-브로모트리페닐아민 대신에 N-(3-클로로페닐)-N-페닐-[1,1'-비페닐]-3-아민을 이용한 것 이외에는 합성예 1과 마찬가지로의 방법에 의해 합성하여 백색 고체를 얻었다.

[0140] 얻어진 분말의 $^1\text{H-NMR}$ 분석 결과는 다음과 같고, 상기에서 얻어진 백색 고체가 화합물 [32]인 것이 확인되었다.

[0141] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 7.06-7.76(m, 33H), 8.17-8.26(m, 2H), 8.39-8.42(m, 2H).

[0142] 또한, 이 화합물 [32]는 오일 확산 펌프를 이용하여 $1 \times 10^{-3}\text{Pa}$ 의 압력 하, 약 350°C 에서 승화 정제를 행하고나서 발광 소자 재료로서 사용했다. HPLC 순도(측정 파장 254nm에 있어서의 면적%)는 승화 정제 전이 99.7%, 승화 정제 후가 99.9%였다. 또한, 화합물 [32]의 최저 여기 삼중항 에너지 T1은 2.60eV였다.

- [0143] 합성예 5
- [0144] 화합물 [33]의 합성
- [0145] 3-클로로아닐린 3.2g, 브로모벤젠-d5 8.9g, 나트륨 tert-부톡시드 5.3g, 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐 431mg, 트리-tert-부틸포스포늄테트라플루오로보레이트 196mg과 톨루엔 50ml의 혼합 용액을 질소 기류 하, 50℃에서 2 시간 가열 교반했다. 톨루엔 50ml로 추출하고, 유기층을 물 30ml로 3회 세정하고, 황산 마그네슘으로 건조 후 이배퍼레이트했다. 얻어진 농축물을 실리카겔 컬럼크로마토그래피에 의해 정제하고, 진공 건조한 후 중간체 4.5g을 얻었다.
- [0146] 이어서, 9-페닐-9H,9'H-3,3'-비카르바졸 2.3g, 상기 중간체 2.0g, 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐 35mg, 디-t-부틸(2,2-디페닐-1-메틸-1-시클로프로필)포스핀 42mg, 나트륨 tert-부톡시드 0.77g과 o-크실렌 29ml의 혼합 용액을 질소 기류 하, 환류 하에서 1시간 가열 교반했다. 실온에서 냉각한 후, 톨루엔 100ml로 추출했다. 유기층을 물 100ml로 3회 세정하고, 황산 마그네슘으로 건조 후 이배퍼레이트했다. 얻어진 농축물을 실리카겔 컬럼크로마토그래피에 의해 정제하고, 이배퍼레이트하여 얻어진 고체를 진공 건조한 후 백색 고체 2.5g을 얻었다.
- [0147] 얻어진 분말의 $^1\text{H-NMR}$ 분석 결과는 다음과 같고, 상기에서 얻어진 백색 고체가 화합물 [33]인 것이 확인되었다.
- [0148] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 7.16-7.77(m, 19H), 8.18-8.26(m, 2H), 8.41-8.44(d, 2H, J=8.37).
- [0149] 또한, 이 화합물 [33]은 오일 확산 펌프를 이용하여 1×10^{-3} Pa의 압력 하, 약 330℃에서 승화 정제를 하고나서 발광 소자 재료로서 사용했다. HPLC 순도(측정 파장 254nm에 있어서의 면적%)는 승화 정제 전이 99.7%, 승화 정제 후가 99.9%였다. 또한, 화합물 [33]의 최저 여기 삼중항 에너지 T1은 2.76eV였다.
- [0150] 합성예 6
- [0151] 화합물 [35]의 합성
- [0152] 3-브로모트리페닐아민 대신에 4-브로모트리페닐아민을 이용한 것 이외에는 합성예 1과 마찬가지로의 방법에 의해 합성하여 백색 고체를 얻었다.
- [0153] 얻어진 분말의 $^1\text{H-NMR}$ 분석 결과는 다음과 같고, 상기에서 얻어진 백색 고체가 화합물 [35]인 것이 확인되었다.
- [0154] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 7.09(t, 2H, J=7.2Hz), 7.21-7.27(m, 5H), 7.30-7.36(m, 8H), 7.62-7.64(m, 4H), 7.76-7.81(dt, 2H, J=7.8Hz), 8.22-8.26(m, 2H), 8.45(t, 2H, J=1.6Hz).
- [0155] 또한, 이 화합물 [35]는 오일 확산 펌프를 이용하여 1×10^{-3} Pa의 압력 하, 약 290℃에서 승화 정제를 행하고나서 발광 소자 재료로서 사용했다. HPLC 순도(측정 파장 254nm에 있어서의 면적%)는 승화 정제 전이 99.8%, 승화 정제 후가 99.9%였다. 또한, 화합물 [35]의 최저 여기 삼중항 에너지 T1은 2.76eV였다.
- [0156] 합성예 7
- [0157] 화합물 [40]의 합성
- [0158] 4-히드록시카르바졸 4.5g, 디클로로메탄 360ml과 디이소프로필아민 3.0g의 혼합 용액을 질소 기류 하, 0℃로 냉각하고, 무수 트리플루오로메탄술폰산 8.3g을 적하했다. 이 혼합 용액을 실온에서 2시간 교반한 후 물 50ml를 주입하고, 디클로로메탄 50ml로 추출했다. 유기층을 물 50ml로 2회 세정하고, 황산 마그네슘으로 건조 후 이배퍼레이트했다. 실리카겔 컬럼크로마토그래피에 의해 정제하고, 진공 건조한 후 9H-카르바졸-4-일트리플루오로메탄술포네이트 7.0g을 얻었다.
- [0159] 이어서, 9H-카르바졸-4-일트리플루오로메탄술포네이트 3.2g, 9-페닐카르바졸-3-보론산 3.3g, 1M 탄산나트륨 수용액 22.6ml, 1,2-디메톡시에탄 51ml와 비스(트리페닐포스핀)팔라듐(II)디클로라이드 223mg의 혼합 용액을 질소 기류 하, 4시간 환류했다. 실온으로 냉각한 후 톨루엔으로 추출했다. 유기층을 물로 2회 세정하고, 황산 마그네슘으로 건조 후 이배퍼레이트했다. 얻어진 농축물을 실리카겔 컬럼크로마토그래피에 의해 정제하고, 진공 건조한 후 9-페닐-9H,9'H-3,4'-비카르바졸 3.4g을 얻었다.
- [0160] 이어서, 9-페닐-9H,9'H-3,4'-비카르바졸 3.0g, 4-브로모트리페닐아민 2.86g, 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐 42mg, 디-t-부틸(2,2-디페닐-1-메틸-1-시클로프로필)포스핀 52mg, 나트륨 tert-부톡시드 988mg과 o-크실렌 37ml의

혼합 용액을 질소 기류 하, 환류 하에서 2시간 가열 교반했다. 실온으로 냉각한 후, 톨루엔 100ml로 추출했다. 유기층을 물 80ml로 3회 세정하고, 황산 마그네슘으로 건조 후 이배퍼레이트했다. 얻어진 농축물을 실리카겔 컬럼크로마토그래피에 의해 정제하고, 이배퍼레이트하여 얻어진 고체를 진공 건조한 후 백색 고체 4.1g을 얻었다.

[0161] 얻어진 분말의 $^1\text{H-NMR}$ 분석 결과는 다음과 같고, 상기에서 얻어진 백색 고체가 화합물 [40]인 것이 확인되었다.

[0162] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 6.92-6.97(m, 2H), 7.07-7.74(m, 27H), 8.13-8.16(d, 2H, $J=7.83$), 8.43-8.44(d, 2H, $J=13.5$).

[0163] 또한, 이 화합물 [40]은 오일 확산 펌프를 이용하여 1×10^{-3} Pa의 압력 하, 약 300℃에서 승화 정제를 행하고나서 발광 소자 재료로서 사용했다. HPLC 순도(측정 파장 254nm에 있어서의 면적%)는 승화 정제 전이 99.8%, 승화 정제 후가 99.9%였다. 또한, 화합물 [40]의 최저 여기 삼중항 에너지 T1은 2.69eV였다.

[0164] 합성에 8

[0165] 화합물 [50]의 합성

[0166] 4-클로로아닐린 3.2g, 브로모벤젠-d5 8.9g, 나트륨 tert-부톡시드 5.3g, 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐 431mg, 트리-tert-부틸포스포늄테트라플루오로보레이트 196mg과 톨루엔 50ml의 혼합 용액을 질소 기류 하, 50℃에서 2시간 가열 교반했다. 톨루엔 50ml로 추출하고, 유기층을 물 30ml로 3회 세정하고, 황산 마그네슘으로 건조 후 이배퍼레이트했다. 얻어진 농축물을 실리카겔 컬럼크로마토그래피에 의해 정제하고, 진공 건조한 후 중간체 4.5g을 얻었다.

[0167] 이어서, 9-페닐-9H,9'H-3,3'-비카르바졸 2.3g, 상기 중간체 2.0g, 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐 35mg, 디-t-부틸(2,2-디페닐-1-메틸-1-시클로프로필)포스핀 42mg, 나트륨 tert-부톡시드 0.77g과 o-크실렌 29ml의 혼합 용액을 질소 기류 하, 환류 하에서 1시간 가열 교반했다. 실온으로 냉각한 후, 톨루엔 100ml로 추출했다. 유기층을 물 100ml로 3회 세정하고, 황산 마그네슘으로 건조 후 이배퍼레이트했다. 얻어진 농축물을 실리카겔 컬럼크로마토그래피에 의해 정제하고, 이배퍼레이트하여 얻어진 고체를 진공 건조한 후 백색 고체 2.5g을 얻었다.

[0168] 얻어진 분말의 $^1\text{H-NMR}$ 분석 결과는 다음과 같고, 상기에서 얻어진 백색 고체가 화합물 [50]인 것이 확인되었다.

[0169] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 7.29-7.79(m, 19H), 8.23-8.26(m, 2H), 8.45(s, 2H).

[0170] 또한, 이 화합물 [50]은 오일 확산 펌프를 이용하여 1×10^{-3} Pa의 압력 하, 약 330℃에서 승화 정제를 행하고나서 발광 소자 재료로서 사용했다. HPLC 순도(측정 파장 254nm에 있어서의 면적%)는 승화 정제 전이 99.7%, 승화 정제 후가 99.9%였다. 또한, 화합물 [50]의 최저 여기 삼중항 에너지 T1은 2.76eV였다.

[0171] 합성에 9

[0172] 화합물 [53]의 합성

[0173] 3-브로모트리페닐아민 대신에 N-(4-클로로페닐)-N-페닐-[1,1'-비페닐]-4-아민을 이용한 것 이외에는 합성에 1과 마찬가지로의 방법에 의해 합성하여 백색 고체를 얻었다.

[0174] 얻어진 분말의 $^1\text{H-NMR}$ 분석 결과는 다음과 같고, 상기에서 얻어진 백색 고체가 화합물 [53]인 것이 확인되었다.

[0175] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 7.12-7.62(m, 31H), 7.77-7.78(m, 2H), 8.23-8.26(d, 2H, $J=7.29$), 8.46(s, 2H).

[0176] 또한, 이 화합물 [53]은 오일 확산 펌프를 이용하여 1×10^{-3} Pa의 압력 하, 약 330℃에서 승화 정제를 행하고나서 발광 소자 재료로서 사용했다. HPLC 순도(측정 파장 254nm에 있어서의 면적%)는 승화 정제 전이 99.5%, 승화 정제 후가 99.9%였다. 또한, 화합물 [53]의 최저 여기 삼중항 에너지 T1은 2.61eV였다.

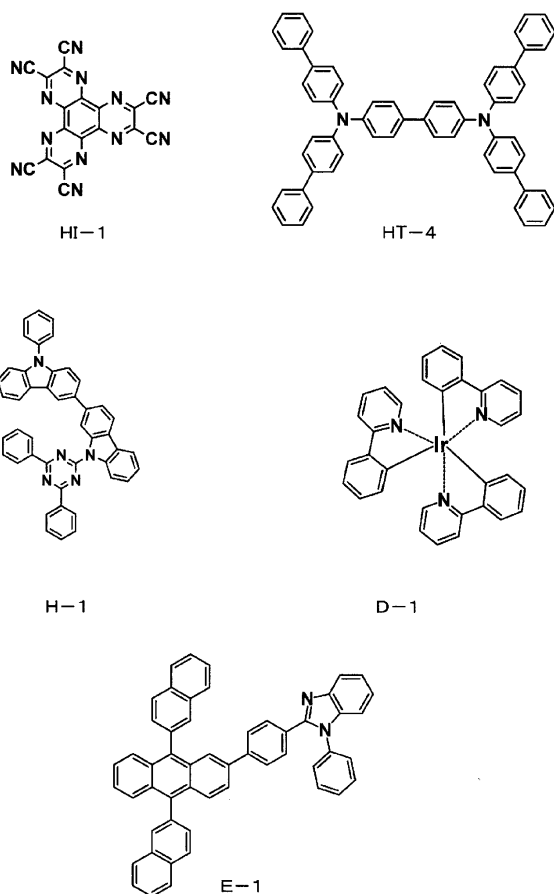
[0177] 실시예 1

[0178] ITO 투명 도전막을 50nm 퇴적시킨 유리 기판(지오마텍(주)제, $11\Omega/\square$, 스퍼터폼)을 $38 \times 46\text{mm}$ 로 절단하여 에칭을 행했다. 얻어진 기판을 "세미코클린 56"(상품명, 후루우치카가쿠(주)제)으로 15분 동안 초음파 세정하고나서 초순수로 세정했다. 이 기판을 소자를 제작하기 직전에 1시간 UV-오존 처리하고, 진공 증착 장치 내에 설치하여

장치 내의 진공도가 5×10^{-4} Pa 이하로 될 때까지 배기했다. 저항 가열법에 의해서 정공 주입층으로서 화합물 HI-1을 10nm 증착했다. 이어서, 제 1 정공 수송층으로서 화합물 HT-4를 80nm 증착했다. 이어서, 제 2 정공 수송층으로서, 화합물 [2]를 10nm 증착했다. 이어서, 발광층으로서 호스트 재료에 화합물 H-1을, 도펀트 재료에 화합물 D-1을 이용하여 도펀트 재료의 도프 농도가 10중량%로 되도록 하여 30nm의 두께로 증착했다. 이어서, 화합물 E-1과 도너성 재료(Liq: 리튬퀴놀리놀)를 증착 속도비 1:1(=0.05nm/s:0.05nm/s)로 혼합한 층을 전자 수송층으로서 35nm의 두께로 적층했다.

[0179]

이어서, 리튬퀴놀리놀을 1nm 증착한 후, 마그네슘과 은의 공증착막을 증착 속도비가 마그네슘:은=10:1(=0.5nm/s:0.05nm/s)로 100nm 증착하여 음극으로 하고, 5×5 mm의 소자를 제작했다. 여기서 말하는 막 두께는 수정 발진식 막 두께 모니터 표시값이다. 이 발광 소자를 10mA/cm²로 직류 구동한 결과, 발광 효율 52.0lm/W의 고효율 녹색 발광이 얻어졌다. 이 발광 소자를 10mA/cm²의 직류로 연속 구동한 결과 3,600 시간에서 휘도 반감했다. 또한, 화합물 HI-1, HT-4, H-1, D-1, E-1은 이하에 나타내는 화합물이다.



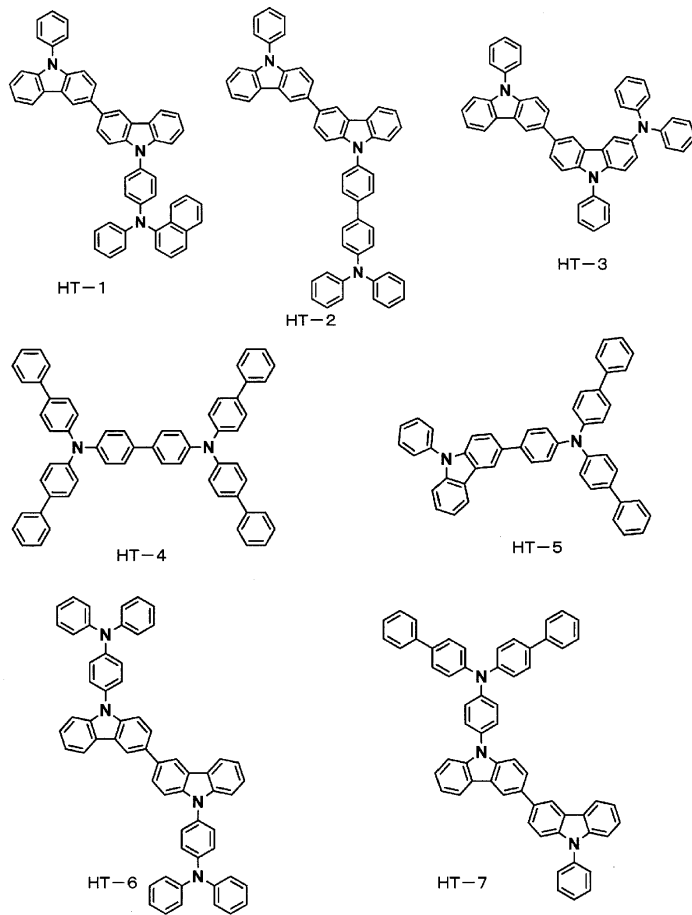
[0180]

[0181]

실시예 2~실시예 5, 비교예 1~비교예 7

[0182]

제 2 정공 수송층으로서 표 2에 기재된 재료를 이용한 것 이외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 결과를 표 2에 나타낸다. 또한, HT-1~HT-7은 이하에 나타내는 화합물이고, 그것들의 최저 여기 삼중항 에너지 T1은 표 1에 나타내는 대로이다.



[0183]

표 1

화합물	삼중항 준위 (eV)
화합물[2]	2.76
화합물[8]	2.76
화합물[31]	2.6
화합물[32]	2.6
화합물[33]	2.76
화합물[35]	2.76
화합물[40]	2.69
화합물[50]	2.76
화합물[53]	2.61
HT-1	2.41
HT-2	2.54
HT-3	2.57
HT-4	2.43
HT-5	2.56
HT-6	2.76
HT-7	2.57

[0184]

표 2

	정공 주입층	제 1 정공 수송층	제 2 정공 수송층	호스트 재료	도펀트 재료	전자 수송층	발광색	발광 효율 (lm/W)	휘도 발광 시간 (h)
실시예 1	H-1	HT-4	화합물 [2]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	52.0	3600
실시예 2	H-1	HT-4	화합물 [8]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	54.0	3700
실시예 3	H-1	HT-4	화합물 [31]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	55.0	4000
실시예 4	H-1	HT-4	화합물 [32]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	54.0	3900
실시예 5	H-1	HT-4	화합물 [33]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	52.0	3600
비교예 1	H-1	HT-4	HT-1	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	29.0	1400
비교예 2	H-1	HT-4	HT-2	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	29.0	1750
비교예 3	H-1	HT-4	HT-3	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	26.0	1100
비교예 4	H-1	HT-4	HT-4	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	27.0	1600
비교예 5	H-1	HT-4	HT-5	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	28.0	1700
비교예 6	H-1	HT-4	HT-6	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	31.0	1200
비교예 7	H-1	HT-4	HT-7	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	31.0	1800

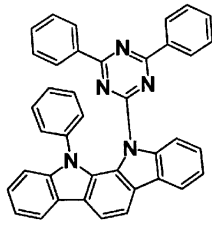
[0185]

[0186]

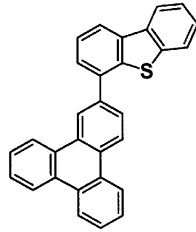
실시예 6~실시예 8

[0187]

제 2 정공 수송층으로서 표 2에 기재한 재료를 이용하고, 호스트 재료에 화합물 H-1 대신에 화합물 H-2와 화합물 H-3의 혼합 호스트를 이용한 것 이외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 화합물 H-2와 화합물 H-3의 공중착막을 증착 속도비가 1:1로 증착되고, 또한 도펀트를 도프 농도가 10중량% 되도록 증착되게 했다. 결과를 표 3에 나타낸다. 또한, H-2, H-3는 이하에 나타내는 화합물이다.



H-2



H-3

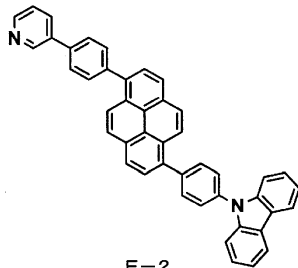
[0188]

[0189]

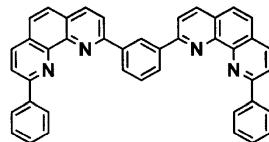
실시예 9~실시예 11

[0190]

제 2 정공 수송층으로서 표 2에 기재한 재료를 이용하여 전자 수송층을 2층 적층 구성으로 하고, 제 1 전자 수송층으로서 화합물 E-2를 10nm의 두께로 증착하고, 제 2 전자 수송층으로서 화합물 E-3과 도너성 금속(Li: 리튬)의 공증착막을 증착 속도비 100:1(=0.2nm/s:0.002nm/s)로 25nm의 두께로 증착하여 적층한 것 이외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 결과를 표 3에 나타낸다. 또한, E-2, E-3은 이하에 나타내는 화합물이다.



E-2



E-3

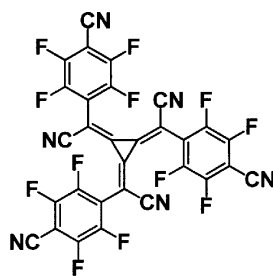
[0191]

[0192]

실시예 12~실시예 14

[0193]

제 2 정공 수송층으로서 표 2에 기재한 재료를 이용하고, 정공 주입층으로서 화합물 HI-1 대신에 화합물 [2]와 화합물 HI-2를 이용하여 정공 주입층 내의 화합물 [2]에 대하여 화합물 HI-2의 도프 농도가 5중량%로 되도록 하여 10nm 증착한 것 이외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 결과를 표 3에 나타낸다. 또한, HI-2는 이하에 나타내는 화합물이다.



HI-2

[0194]

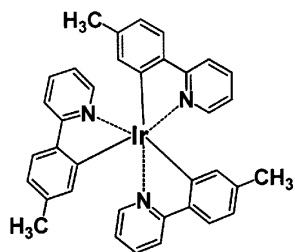
[0195]

실시예 15

[0196]

ITO 투명 도전막을 50nm 퇴적시킨 유리 기판(지오마텍(주)제, 11Ω/□, 스퍼터폼)을 38×46mm로 절단하고, 에칭을 행했다. 얻어진 기판을 "세미코클린 56"(상품명, 후루우치카가쿠(주)제)으로 15분 동안 초음파 세정하고 나서 초순수로 세정했다. 이 기판을 소자를 제작하기 직전에 1시간 UV-오존 처리하고, 진공 증착 장치 내에 설치하여 장치 내의 진공도가 5×10^{-4} Pa 이하로 될 때까지 배기했다. 저항 가열법에 의해서 정공 주입층으로서 화합물 HI-1을 10nm 증착했다. 이어서, 제 1 정공 수송층으로서 화합물 HT-4를 80nm 증착했다. 이어서, 제 2 정공 수송층으로서 화합물 [2]를 10nm 증착했다. 이어서, 발광층으로서 호스트 재료에 화합물 H-2를, 도펀트 재료에 화합물 D-2를 이용하여 도펀트 재료의 도프 농도가 10중량%로 되도록 하여 30nm의 두께로 증착했다. 이어서, 전자 수송층으로서 화합물 E-3을 35nm의 두께로 적층했다.

[0197] 이어서, 리튬퀴놀리놀을 1nm 증착한 후 마그네슘과 은의 공증착막을 증착 속도비가 마그네슘:은=10:1(=0.5nm/s:0.05nm/s)로 100nm 증착하여 음극으로 하고, 5×5mm의 소자를 제작했다. 여기서 말하는 막 두께는 수정 발진식 막 두께 모니터 표시값이다. 이 발광 소자를 10mA/cm²로 직류 구동한 결과, 발광 효율 43.01lm/W의 고효율 녹색 발광이 얻어졌다. 이 발광 소자를 10mA/cm²의 직류로 연속 구동한 결과 3,000 시간에서 휘도 반감했다. 또한, D-2는 이하에 나타내는 화합물이다.



D-2

[0198]

[0199] 실시예 16

[0200] 호스트 재료에 화합물 H-2 대신에 화합물 H-2와 화합물 H-3의 혼합 호스트를 이용한 것 이외에는 각각 실시예 15와 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 화합물 H-2와 화합물 H-3의 공증착막을 증착 속도비가 1:1로 증착되고, 또한 도펀트가 도프 농도가 10중량%로 되도록 증착되게 했다. 결과를 표 3에 나타낸다.

[0201] 실시예 17

[0202] 전자 수송층으로서, 화합물 E-3 대신에 화합물 E-1과 도너성 재료(Liq: 리튬퀴놀리놀)를 혼합한 층을 증착 속도비 1:1(=0.05nm/s:0.05nm/s)로 증착하여 적층한 것 이외에는 각각 실시예 15와 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 결과를 표 3에 나타낸다.

표 3

	정공 주입층	제 1 정공 수송층	제 2 정공 수송층	호스트 재료	도펀트 재료	전자 수송층	발광색	발광 효율 (lm/W)	취도 반감 시간 (h)
실시예 6	HI-1	HT-4	화합물 [2]	H-2/H-3	D-1	E-1/Liq(도프)	녹색	53.0	4400
실시예 7	HI-1	HT-4	화합물 [8]	H-2/H-3	D-1	E-1/Liq(도프)	녹색	54.0	4500
실시예 8	HI-1	HT-4	화합물 [31]	H-2/H-3	D-1	E-1/Liq(도프)	녹색	58.0	5100
실시예 9	HI-1	HT-4	화합물 [2]	H-1	D-1	1층 E-2 2층 E-3/Li(도프)	녹색	54.0	4000
실시예 10	HI-1	HT-4	화합물 [31]	H-1	D-1	1층 E-2 2층 E-3/Li(도프)	녹색	59.0	5000
실시예 11	HI-1	HT-4	화합물 [32]	H-1	D-1	1층 E-2 2층 E-3/Li(도프)	녹색	58.0	4700
실시예 12	화합물 [2]/HI-2	HT-4	화합물 [2]	H-1	D-1	E-1/Liq(도프)	녹색	55.0	4200
실시예 13	화합물 [2]/HI-2	HT-4	화합물 [31]	H-1	D-1	E-1/Liq(도프)	녹색	59.0	5200
실시예 14	화합물 [2]/HI-2	HT-4	화합물 [32]	H-1	D-1	E-1/Liq(도프)	녹색	58.0	4800
실시예 15	HI-1	HT-4	화합물 [2]	H-2	D-2	E-3	녹색	43.0	3000
실시예 16	HI-1	HT-4	화합물 [2]	H-2/H-3	D-2	E-3	녹색	40.0	4200
실시예 17	HI-1	HT-4	화합물 [2]	H-2	D-2	E-1/Liq(도프)	녹색	44.0	5000

[0203]

[0204]

실시예 18

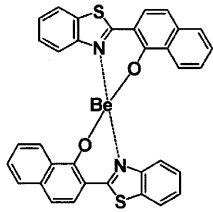
[0205]

ITO 투명 도전막을 50nm 퇴적시킨 유리 기판(지오마텍(주)제, 11Ω/□, 스피터폼)을 38×46mm로 절단하고, 에칭을 행했다. 얻어진 기판을 "세미코클린56"(상품명, 후루우치카가쿠(주)제)로 15분 동안 초음파 세정하고나서 초순수로 세정했다. 이 기판을 소자를 제작하기 직전에 1시간 UV-오존 처리하고, 진공 증착 장치 내에 설치하여 장치 내의 진공도가 5×10^{-4} Pa 이하로 될 때까지 배기했다. 저항 가열법에 의해서 정공 주입층으로서 화합물 HI-1을 10nm 증착했다. 이어서, 제 1 정공 수송층으로서 화합물 HT-4를 50nm 증착했다. 이어서, 제 2 정공 수송층으로서 화합물 [2]를 40nm 증착했다. 이어서, 발광층으로서 호스트 재료에 화합물 H-4를, 도펀트 재료에 화합물 D-3을 이용하여 도펀트 재료의 도프 농도가 5중량%로 되도록 하여 30nm의 두께로 증착했다. 이어서, 전자 수송층으로서 화합물 E-3을 35nm의 두께로 적층했다.

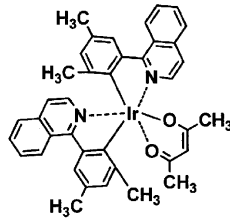
[0206]

이어서, 불화리튬을 0.5nm 증착한 후 알루미늄을 1,000nm 증착하여 음극으로 하고, 5×5mm의 소자를 제작했다. 여기서 말하는 막 두께는 수정 발진식 막 두께 모니터 표시값이다. 이 발광 소자를 10mA/cm²로 직류 구동한

결과, 발광 효율 13.01m/W의 고효율 적색 발광이 얻어졌다. 이 발광 소자를 10mA/cm²의 직류로 연속 구동한 결과, 3,000 시간에서 휘도 반감했다. 또한, 화합물 H-4, D-3은 이하에 나타내는 화합물이다.



H-4



D-3

[0207]

[0208]

실시예 19~실시예 20

[0209]

제 2 정공 수송층으로서 표 4에 기재한 재료를 이용한 것 이외에는 실시예 18과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작하여 평가했다. 결과를 표 4에 나타낸다.

[0210]

비교예 8~비교예 12

[0211]

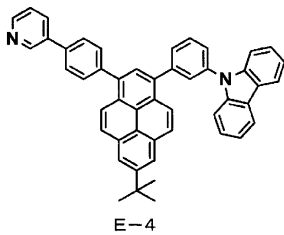
제 2 정공 수송층으로서 표 4에 기재한 화합물을 이용한 것 이외에는 실시예 18과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작하여 평가했다. 결과를 표 4에 나타낸다.

[0212]

실시예 21~실시예 22

[0213]

제 2 정공 수송층으로서 표 4에 기재한 재료를 이용하여 전자 수송층을 2층 적층 구성으로 하고, 제 1 전자 수송층으로서 화합물 E-4를 25nm의 두께로 증착하고, 제 2 전자 수송층으로서 화합물 E-3을 10nm의 두께로 증착하여 적층한 것 이외에는 실시예 18과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작하여 평가했다. 결과를 표 4에 나타낸다.



E-4

[0214]

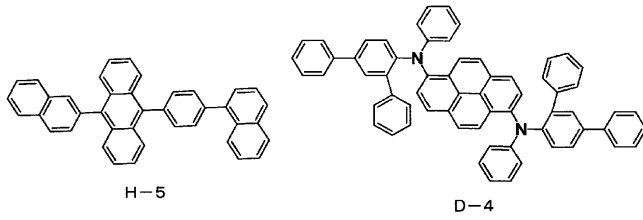
표 4

	정공 주입층	제 1 정공 수송층	제 2 정공 수송층	호스트 재료	도펀트 재료	전자 수송층	발광색	발광 효율 (lm/W)	휘도 발광 시간 (h)
실시예 18	H-1	HT-4	화합물 [2]	H-4	D-3	E-3	적색	130	3000
실시예 19	H-1	HT-4	화합물 [8]	H-4	D-3	E-3	적색	150	3300
실시예 20	H-1	HT-4	화합물 [31]	H-4	D-3	E-3	적색	190	3500
비교예 8	H-1	HT-4	HT-1	H-4	D-3	E-3	적색	73	1300
비교예 9	H-1	HT-4	HT-2	H-4	D-3	E-3	적색	88	1000
비교예 10	H-1	HT-4	HT-3	H-4	D-3	E-3	적색	86	900
비교예 11	H-1	HT-4	HT-4	H-4	D-3	E-3	적색	90	1300
비교예 12	H-1	HT-4	HT-6	H-4	D-3	E-3	적색	120	1000
실시예 21	H-1	HT-4	화합물 [2]	H-4	D-3	1층재 E-4 2층재 E-3	적색	125	3600
실시예 22	H-1	HT-4	화합물 [31]	H-4	D-3	1층재 E-4 2층재 E-3	적색	200	4000

실시예 23

ITO 투명 도전막을 50nm 퇴적시킨 유리 기판(지오마텍(주)제, 11Ω/□, 스퍼터폼)을 38×46mm로 절단하고, 에칭을 행했다. 얻어진 기판을 "세미코클린 56"(상품명, 후루우치카가쿠(주)제)으로 15분 동안 초음파 세정하고나서 초순수로 세정했다. 이 기판을 소자를 제작하기 직전에 1시간 UV-오존 처리하고, 진공 증착 장치 내에 설치하여 장치 내의 진공도가 5×10^{-4} Pa 이하로 될 때까지 배기했다. 저항 가열법에 의해서 정공 주입층으로서 HI-1을 10 nm 증착했다. 이어서, 제 1 정공 수송층으로서 HT-4를 110nm 증착했다. 이어서, 제 2 정공 수송층으로서 화합물 [2]를 10nm 증착했다. 이어서, 발광층으로서 호스트 재료에 화합물 H-5를, 도펀트 재료에 화합물 D-4를 이용하여 도펀트 재료의 도프 농도가 5중량%로 되도록 하여 40nm의 두께로 증착했다. 이어서, 화합물 E-1과 도너성 재료(Liq: 리튬퀴놀리놀)를 증착 속도비 1:1(=0.05nm/s:0.05nm/s)로 혼합한 층을 전자 수송층으로서 35nm의 두께로 적층했다.

이어서, 불화리튬을 0.5nm, 알루미늄을 60nm 증착하여 음극으로 하고, 5×5mm의 소자를 제작했다. 여기서 말하는 막 두께는 수정 발진식 막 두께 모니터 표시값이다. 이 발광 소자를 10mA/cm²로 직류 구동한 결과 발광 효율 4.8lm/W의 청색 발광이 얻어졌다. 이 발광 소자를 10mA/cm²의 직류로 연속 구동한 결과 1,800 시간에서 휘도 반감했다. 또한, 화합물 H-5, D-4는 이하에 나타내는 화합물이다.



[0219]

[0220]

실시예 24, 비교예 13~비교예 14

[0221]

제 2 정공 수송층으로서 표 5에 기재한 재료를 이용한 것 이외에는 실시예 23과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작하여 평가했다. 결과를 표 5에 나타낸다.

[0222]

실시예 25~실시예 27

[0223]

제 2 정공 수송층으로서 표 5에 기재한 재료를 이용하여 전자 수송층을 2층 적층으로 하고, 제 1 전자 수송층으로서 화합물 E-4 또는 화합물 E-2를 25nm의 두께로 증착하고, 제 2 전자 수송층으로서 E-3을 10nm의 두께로 증착하여 적층한 것 이외에는 실시예 23과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작하여 평가했다. 결과를 표 5에 나타낸다.

표 5

	정공 주입층	제 1 정공 수송층	제 2 정공 수송층	호스트 재료	도펀트 재료	전자 수송층	발광색	발광 효율 (lm/W)	휘도 반감 시간 (h)
실시예 23	H-1	HT-4	화합물 [2]	H-5	D-4	E-1/Liq (도프)	청색	4.8	1800
실시예 24	H-1	HT-4	화합물 [31]	H-5	D-4	E-1/Liq (도프)	청색	5.0	2500
비교예 13	H-1	HT-4	HT-5	H-5	D-4	E-1/Liq (도프)	청색	2.9	1300
비교예 14	H-1	HT-4	HT-6	H-5	D-4	E-1/Liq (도프)	청색	3.0	1200
실시예 25	H-1	HT-4	화합물 [2]	H-5	D-4	1층재 E-3 2층재 E-4	청색	5.0	1700
실시예 26	H-1	HT-4	화합물 [31]	H-5	D-4	1층재 E-3 2층재 E-4	청색	5.2	2800
실시예 27	H-1	HT-4	화합물 [31]	H-5	D-4	1층재 E-3 2층재 E-3	청색	5.1	2800

[0224]

- [0225] 실시예 28~실시예 35
- [0226] 제 2 정공 수송층으로서 표 6에 기재한 재료를 이용한 것 이외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 결과를 표 6에 나타낸다.
- [0227] 실시예 36~실시예 37
- [0228] 제 2 정공 수송층으로서 표 6에 기재한 재료를 이용하고, 호스트 재료에 화합물 H-1 대신에 화합물 H-2와 화합물 H-3의 혼합 호스트를 이용한 것 이외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 화합물 H-2와 화합물 H-3의 공증착막을 증착 속도비가 1:1로 증착되고, 또한 도펀트가 도프 농도가 10중량%로 되도록 증착되게 했다. 결과를 표 6에 나타낸다.
- [0229] 실시예 38~실시예 39
- [0230] 제 2 정공 수송층으로서 표 6에 기재한 재료를 이용하여 전자 수송층을 2층 적층 구성으로 하고, 제 1 전자 수송층으로서 화합물 E-2를 10nm의 두께로 증착하고, 제 2 전자 수송층으로서 화합물 E-3과 도너성 금속(Li: 리튬)의 공증착막을 증착 속도비 100:1(=0.2nm/s:0.002nm/s)로 25nm의 두께로 증착하여 적층한 것 이외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 결과를 표 6에 나타낸다.
- [0231] 실시예 40~실시예 41
- [0232] 제 2 정공 수송층으로서 표 6에 기재한 재료를 이용하고, 정공 주입층으로서 화합물 HI-1 대신에 화합물 [53]과 화합물 HI-2를 이용하여 정공 주입층 내의 화합물 [53]에 대하여 화합물 HI-2의 도프 농도가 2중량%로 되도록 하여 10nm 증착한 것 이외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 결과를 표 6에 나타낸다.
- [0233] 실시예 42
- [0234] 제 2 정공 수송층으로서 화합물 [2] 대신에 화합물 [35]를 이용한 것 이외에는 실시예 15과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 결과를 표 6에 나타낸다.
- [0235] 실시예 43
- [0236] 제 2 정공 수송층으로서 화합물 [2] 대신에 화합물 [35]를 이용한 것 이외에는 실시예 16과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 결과를 표 6에 나타낸다.
- [0237] 실시예 44
- [0238] 제 2 정공 수송층으로서 화합물 [2] 대신에 화합물 [35]를 이용한 것 이외에는 실시예 17과 마찬가지로 하여 발광 소자를 제작했다. 결과를 표 6에 나타낸다.

표 6

	경공 주입층	제 1 경공 수송층	제 2 경공 수송층	호스트 재료	도펀트 재료	전자 수송층	발광색	발광 효율 (lm/w)	취도 반감 시간 (h)
실시예 28	H-1	HT-4	화합물 [35]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	44.0	3300
실시예 29	H-1	HT-4	화합물 [40]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	40.0	2700
실시예 30	H-1	HT-4	화합물 [44]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	44.0	3400
실시예 31	H-1	HT-4	화합물 [46]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	50.0	4000
실시예 32	H-1	HT-4	화합물 [48]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	43.0	3000
실시예 33	H-1	HT-4	화합물 [50]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	44.0	3300
실시예 34	H-1	HT-4	화합물 [53]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	51.0	4100
실시예 35	H-1	HT-4	화합물 [57]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	51.0	4000
실시예 36	H-1	HT-4	화합물 [53]	H-2/H-3	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	52.0	5000
실시예 37	H-1	HT-4	화합물 [54]	H-2/H-3	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	50.0	4900
실시예 38	H-1	HT-4	화합물 [53]	H-1	D-1	1층재 E-2/Liq (도프) 2층재 E-3/Liq (도프)	녹색	52.0	4800
실시예 39	H-1	HT-4	화합물 [57]	H-1	D-1	1층재 E-2/Liq (도프) 2층재 E-3/Liq (도프)	녹색	51.0	4700
실시예 40	화합물 [53]/H-2	HT-4	화합물 [47]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	42.0	3100
실시예 41	화합물 [53]/H-2	HT-4	화합물 [53]	H-1	D-1	E-1/Liq (도프)	녹색	53.0	5100
실시예 42	H-1	HT-4	화합물 [35]	H-2	D-2	E-3	녹색	45.0	2800
실시예 43	H-1	HT-4	화합물 [35]	H-2/H-3	D-2	E-3	녹색	41.0	4000
실시예 44	H-1	HT-4	화합물 [35]	H-2	D-2	E-1/Liq (도프)	녹색	45.0	5000

专利名称(译)	发光元件材料和发光元件		
公开(公告)号	KR1020140133505A	公开(公告)日	2014-11-19
申请号	KR1020147021023	申请日	2013-02-13
[标]申请(专利权)人(译)	东丽株式会社		
申请(专利权)人(译)	东丽有限公司卡布隆		
[标]发明人	NAGAO KAZUMASA 나가오카즈마사 MATSUKI SHINICHI 마츠키신이치 SAKAINO HIROTOSHI 사카이노히로토시 ARAI TAKESHI 아라이타케시 TOMINAGA TSUYOSHI 토미나가츠요시		
发明人	나가오카즈마사 마츠키신이치 사카이노히로토시 아라이타케시 토미나가츠요시		
IPC分类号	C09K11/06 H01L51/50 C07D209/86 H01L51/54		
CPC分类号	C07D209/86 C09K11/06 C09K2211/1007 C09K2211/1011 C09K2211/1029 H01L51/0072 H01L51/5016 H05B33/10 H01L51/0061 H01L51/5056 H01L51/5072 H01L51/5088		
代理人(译)	Hayounguk		
优先权	2012030176 2012-02-15 JP		
其他公开文献	KR102033951B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

通过使用包含具有特定唑骨架的化合物的发光元件材料，可以提供兼具高发光效率和耐久性的有机薄膜发光元件。

