



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월04일  
(11) 등록번호 10-2790628  
(24) 등록일자 2025년03월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H10K 99/00 (2023.01) C09K 11/06 (2006.01)  
H05B 33/10 (2006.01) H10K 50/00 (2023.01)  
(52) CPC특허분류  
H10K 85/322 (2023.02)  
C09K 11/06 (2022.01)  
(21) 출원번호 10-2021-7034270  
(22) 출원일자(국제) 2020년03월16일  
심사청구일자 2022년09월29일  
(85) 번역문제출일자 2021년10월22일  
(65) 공개번호 10-2021-0144798  
(43) 공개일자 2021년11월30일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2020/011386  
(87) 국제공개번호 WO 2020/203212  
국제공개일자 2020년10월08일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2019-066199 2019년03월29일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
WO2019035268 A1\*  
(뒷면에 계속)  
전체 청구항 수 : 총 16 항

(73) 특허권자  
스미또모 가가꾸 가부시킴가이샤  
일본국 도쿄도 츄오쿠 니혼바시 2초메 7반 1고  
(72) 발명자  
사사다, 도시아키  
일본 3003294 이바라키켄 츠쿠바시 기타하라 6반  
스미또모 가가꾸 가부시킴가이샤 내  
마츠모토, 류지  
일본 3003294 이바라키켄 츠쿠바시 기타하라 6반  
스미또모 가가꾸 가부시킴가이샤 내  
(74) 대리인  
양영준, 이석재

심사관 : 최준례

(54) 발명의 명칭 발광 소자 및 그의 제조 방법 그리고 발광 소자용 조성물 및 그의 제조 방법

(57) 요약

외부 양자 효율이 우수한 발광 소자의 제조에 유용한 조성물을 제공하는 것, 및 당해 조성물을 함유하는 발광 소자를 제공하는 것. 양극과, 음극과, 양극 및 음극 사이에 마련되고, 발광 소자용 조성물을 포함하는 유기층을 구비하고, 발광 소자용 조성물이, 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b)를 갖는 화합물 (B)를 2종 이상 함유하고, 화합물 (B)가, 식 (M-1) 및 식 (M-2) 중 적어도 한쪽을 충족하는 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)를 포함하는 발광 소자.

EB1 < EB2 (M-1)

AB1 < AB2 (M-2)

(52) CPC특허분류

*H05B 33/10* (2013.01)  
*H10K 50/11* (2023.02)  
*H10K 50/11* (2023.02)  
*H10K 85/6572* (2023.02)  
*H10K 85/6576* (2023.02)  
*H10K 2101/30* (2023.02)

(56) 선행기술조사문헌

JP2017126606 A  
W02019009052 A1  
JP2012519376 A  
JP2012533852 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

양극과,

음극과,

상기 양극 및 상기 음극 사이에 마련되고, 발광 소자용 조성물을 포함하는 유기층

을 구비하고,

상기 발광 소자용 조성물이, 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b)를 갖는 화합물 (B)를 2종 이상 함유하고, 또한 호스트 재료를 함유하고,

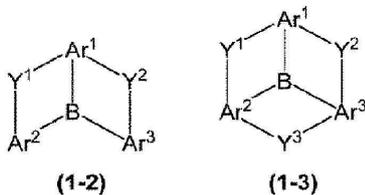
상기 화합물 (B)가, 식 (M-1) 및 식 (M-2) 중 적어도 한쪽을 충족하는 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)를 포함하고,

상기 화합물 (B1) 및 상기 화합물 (B2)의 양쪽이, 식 (1-2) 또는 식 (1-3)으로 표시되는 화합물이고,

상기 호스트 재료가, 식 (H-1)로 표시되는 화합물을 포함하고, 상기 호스트 재료의 분자량이 514.6 이상인, 발광 소자.



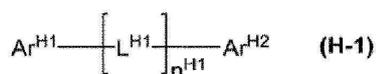
[식 중, EB1은 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장[nm]을 나타내고, EB2는 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장[nm]을 나타내고, AB1은 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장[nm]을 나타내고, AB2는 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장[nm]을 나타낸다.]



[식 중,

Ar<sup>1</sup>, Ar<sup>2</sup> 및 Ar<sup>3</sup>은 각각 독립적으로 방향족 탄화수소기 또는 복소환기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.

Y<sup>1</sup>, Y<sup>2</sup> 및 Y<sup>3</sup>은 -N(Ry)-로 표현되는 기를 나타낸다. Ry는 수소 원자, 알킬기, 시클로알킬기, 아릴기 또는 1가의 복소환기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다. Ry는 동일해도 되고 상이해도 되고, 직접 결합하거나 또는 연결기를 통해서, Ar<sup>1</sup>, Ar<sup>2</sup> 또는 Ar<sup>3</sup>과 결합하고 있어도 된다.]



[식 중,

Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>는 각각 독립적으로 아릴기, 1가의 복소환기 또는 치환 아미노기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖

고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.

$n^{\text{III}}$ 은 0 이상의 정수를 나타낸다.

$L^{\text{III}}$ 은 아릴렌기, 2가의 복소환기, 알킬렌기 또는 시클로알킬렌기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.  $L^{\text{III}}$ 이 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 된다.]

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 화합물 (B1) 및 상기 화합물 (B2) 중 적어도 한쪽이 상기 식 (1-2)로 표시되는 화합물인, 발광 소자.

**청구항 3**

제2항에 있어서, 상기 화합물 (B1) 및 상기 화합물 (B2)의 양쪽이 상기 식 (1-2)로 표시되는 화합물인, 발광 소자.

**청구항 4**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 화합물 (B1) 및 상기 화합물 (B2)가 상기 식 (M-2)를 충족하는, 발광 소자.

**청구항 5**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 EB1과 상기 AB2의 차의 절댓값, 및 상기 EB2와 상기 AB1의 차의 절댓값 중 적어도 한쪽이 200nm 이하인, 발광 소자.

**청구항 6**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 화합물 (B1)의 최저 삼중항 여기 상태의 에너지 준위와 최저 일중항 여기 상태의 에너지 준위의 차의 절댓값이 0.50eV 이하이고, 또한

상기 화합물 (B2)의 최저 삼중항 여기 상태의 에너지 준위와 최저 일중항 여기 상태의 에너지 준위의 차의 절댓값이 0.50eV 이하인, 발광 소자.

**청구항 7**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 호스트 재료의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장  $\lambda_{\text{EH}}[\text{nm}]$ 와, 상기 AB1 및 상기 AB2 중 적어도 한쪽의 차이가 200nm 이하인, 발광 소자.

**청구항 8**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 발광 소자용 조성물이, 정공 수송 재료, 정공 주입 재료, 전자 수송 재료, 전자 주입 재료, 발광 재료, 산화 방지제 및 용매로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종을 더 함유하는, 발광 소자.

**청구항 9**

붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b)를 갖는 화합물 (B)를 2종 이상 함유하고, 또한 호스트 재료를 함유하고,

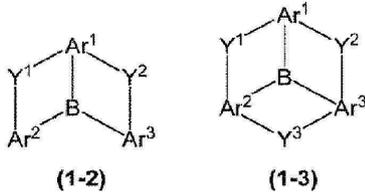
상기 화합물 (B)가, 식 (M-1) 및 식 (M-2) 중 적어도 한쪽을 충족하는 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)를 포함하고, 상기 화합물 (B1) 및 상기 화합물 (B2)의 양쪽이, 식 (1-2) 또는 식 (1-3)으로 표시되는 화합물이고,

상기 호스트 재료가, 식 (H-1)로 표시되는 화합물을 포함하고, 상기 호스트 재료의 분자량이 514.6 이상인, 발광 소자용 조성물.

$$EB1 < EB2 \quad (M-1)$$

$$AB1 < AB2 \quad (M-2)$$

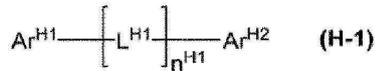
[식 중, EB1은 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장[nm]을 나타내고, EB2는 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장[nm]을 나타내고, AB1은 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장[nm]을 나타내고, AB2는 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장[nm]을 나타낸다.]



[식 중,

Ar<sup>1</sup>, Ar<sup>2</sup> 및 Ar<sup>3</sup>은 각각 독립적으로 방향족 탄화수소기 또는 복소환기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.

Y<sup>1</sup>, Y<sup>2</sup> 및 Y<sup>3</sup>은 -N(Ry)-로 표현되는 기를 나타낸다. Ry는 수소 원자, 알킬기, 시클로알킬기, 아릴기 또는 1가의 복소환기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다. Ry는 동일해도 되고 상이해도 되고, 직접 결합하거나 또는 연결기를 통해서, Ar<sup>1</sup>, Ar<sup>2</sup> 또는 Ar<sup>3</sup>과 결합하고 있어도 된다.]



[식 중,

Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>는 각각 독립적으로 아릴기, 1가의 복소환기 또는 치환 아미노기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.

n<sup>H1</sup>은 0 이상의 정수를 나타낸다.

L<sup>H1</sup>은 아릴렌기, 2가의 복소환기, 알킬렌기 또는 시클로알킬렌기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다. L<sup>H1</sup>이 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 된다.]

**청구항 10**

제9항에 있어서, 상기 호스트 재료의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장 EH[nm]와, 상기 AB1 및 상기 AB2 중 적어도 한쪽의 차가 200nm 이하인, 발광 소자용 조성물.

**청구항 11**

제9항 또는 제10항에 있어서, 정공 수송 재료, 정공 주입 재료, 전자 수송 재료, 전자 주입 재료, 발광 재료, 산화 방지제 및 용매로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종을 더 함유하는, 발광 소자용 조성물.

**청구항 12**

붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b1)을 갖는 화합물 (B1)을 준비하는 준비 공정과,

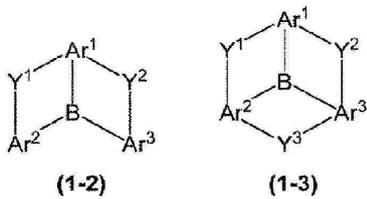
붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b2)를 갖고, 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장이 상기 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장보다 큰, 및/또는 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장이 상기 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장보다 작은 화합물 (B2)를 선별하는 선별 공정과,

상기 준비 공정에서 준비한 화합물 (B1) 및 상기 선별 공정에서 선별한 화합물 (B2)를 호스트 재료와 혼합해서 발광 소자용 조성물을 얻는 제조 공정

을 구비하고,

상기 화합물 (B1) 및 상기 화합물 (B2)의 양쪽이, 식 (1-2) 또는 식 (1-3)으로 표시되는 화합물이고,

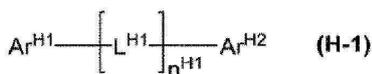
상기 호스트 재료가, 식 (H-1)로 표시되는 화합물을 포함하고, 상기 호스트 재료의 분자량이 514.6 이상인, 발광 소자용 조성물의 제조 방법.



[식 중,

Ar<sup>1</sup>, Ar<sup>2</sup> 및 Ar<sup>3</sup>은 각각 독립적으로 방향족 탄화수소기 또는 복소환기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.

Y<sup>1</sup>, Y<sup>2</sup> 및 Y<sup>3</sup>은 -N(Ry)-로 표현되는 기를 나타낸다. Ry는 수소 원자, 알킬기, 시클로알킬기, 아릴기 또는 1가의 복소환기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다. Ry는 동일해도 되고 상이해도 되고, 직접 결합하거나 또는 연결기를 통해서, Ar<sup>1</sup>, Ar<sup>2</sup> 또는 Ar<sup>3</sup>과 결합하고 있어도 된다.]



[식 중,

Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>는 각각 독립적으로 아릴기, 1가의 복소환기 또는 치환 아미노기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.

n<sup>H1</sup>은 0 이상의 정수를 나타낸다.

L<sup>H1</sup>은 아릴렌기, 2가의 복소환기, 알킬렌기 또는 시클로알킬렌기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다. L<sup>H1</sup>이 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 된다.]

**청구항 13**

제12항에 있어서, 상기 선별 공정이, 상기 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장, 및

/또는 상기 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장을 구하는 공정을 포함하는, 제조 방법.

**청구항 14**

붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b2)를 갖는 화합물 (B2)를 준비하는 준비 공정과,

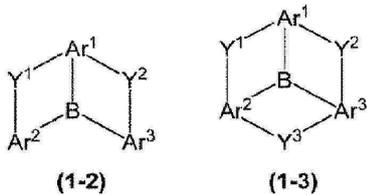
붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b1)을 갖고, 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장이 상기 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장보다 작은, 및/또는 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장이 상기 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장보다 큰 화합물 (B1)을 선별하는 선별 공정과,

상기 준비 공정에서 준비한 화합물 (B2) 및 상기 선별 공정에서 선별한 화합물 (B1)을 호스트 재료와 혼합해서 발광 소자용 조성물을 얻는 제조 공정을

구비하고,

상기 화합물 (B1) 및 상기 화합물 (B2)의 양쪽이, 식 (1-2) 또는 식 (1-3)으로 표시되는 화합물이고,

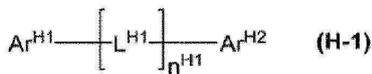
상기 호스트 재료가, 식 (H-1)로 표시되는 화합물을 포함하고, 상기 호스트 재료의 분자량이 514.6 이상인, 발광 소자용 조성물의 제조 방법.



[식 중,

Ar<sup>1</sup>, Ar<sup>2</sup> 및 Ar<sup>3</sup>은 각각 독립적으로 방향족 탄화수소기 또는 복소환기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.

Y<sup>1</sup>, Y<sup>2</sup> 및 Y<sup>3</sup>은 -N(Ry)-로 표현되는 기를 나타낸다. Ry는 수소 원자, 알킬기, 시클로알킬기, 아릴기 또는 1가의 복소환기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다. Ry는 동일해도 되고 상이해도 되고, 직접 결합하거나 또는 연결기를 통해서, Ar<sup>1</sup>, Ar<sup>2</sup> 또는 Ar<sup>3</sup>과 결합하고 있어도 된다.]



[식 중,

Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>는 각각 독립적으로 아릴기, 1가의 복소환기 또는 치환 아미노기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.

n<sup>H1</sup>은 0 이상의 정수를 나타낸다.

L<sup>H1</sup>은 아릴렌기, 2가의 복소환기, 알킬렌기 또는 시클로알킬렌기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다. L<sup>H1</sup>이 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도

된다.]

**청구항 15**

제14항에 있어서, 상기 선별 공정이, 상기 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장, 및 /또는 상기 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장을 구하는 공정을 포함하는, 제조 방법.

**청구항 16**

양극과, 음극과, 상기 양극 및 상기 음극 사이에 마련된 유기층을 갖는 발광 소자의 제조 방법으로서, 제12항 내지 제15항 중 어느 한 항에 기재된 제조 방법에 의해 발광 소자용 조성물을 제조하는 공정과, 해당 공정에서 제조된 상기 발광 소자용 조성물을 사용하여 상기 유기층을 형성하는 공정을 구비하는, 발광 소자의 제조 방법.

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

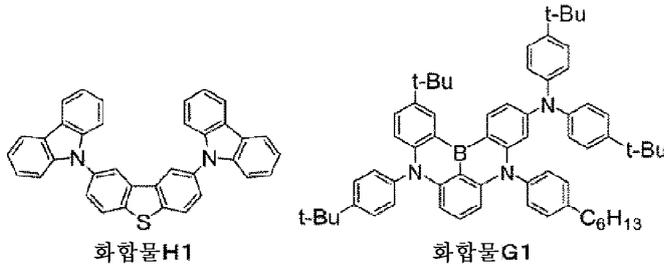
**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 발광 소자 및 그의 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한, 발광 소자용 조성물 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 유기 일렉트로루미네센스 소자 등의 발광 소자는, 예를 들어 디스플레이 및 조명에 적합하게 사용하는 것이 가능하다. 발광 소자의 발광층에 사용되는 발광 재료로서, 예를 들어 특허문헌 1에서는 화합물 H1 및 화합물 G1을 함유하는 조성물이 제안되어 있다.



[0003]

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0004]

(특허문헌 0001) 국제공보 제2018/062278호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005]

그러나, 상기 조성물을 사용해서 제작되는 발광 소자는 외부 양자 효율이 반드시 충분하지 않았다.

[0006]

그래서, 본 발명은 외부 양자 효율이 우수한 발광 소자의 제조에 유용한 조성물을 제공하는 것, 및 당해 조성물을 함유하는 발광 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0007]

본 발명자들은 상기 과제를 해결하기 위해 예의 검토를 행한 결과, 특정한 관계를 충족하는 2종 이상의 화합물 (B)를 포함하는 발광 소자용 조성물에 의해, 외부 양자 효율이 우수한 발광 소자가 형성되는 것을 발견하고, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[0008]

즉, 본 발명은 이하의 [1] 내지 [23]을 제공한다.

[0009]

[1]

[0010]

양극과,

[0011]

음극과,

[0012]

상기 양극 및 상기 음극 사이에 마련되고, 발광 소자용 조성물을 포함하는 유기층

[0013]

을 구비하고,

[0014]

상기 발광 소자용 조성물이, 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b)를 갖는 화합물 (B)를 2종 이상 함유하고,

[0015]

상기 화합물 (B)가, 식 (M-1) 및 식 (M-2) 중 적어도 한쪽을 충족하는 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)를 포함하는, 발광 소자.

[0016]

EB1 < EB2            (M-1)

[0017]

AB1 < AB2            (M-2)

[0018]

[식 중, EB1은 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장[nm]을 나타내고, EB2는 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장[nm]을 나타내고, AB1은 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장[nm]을 나타내고, AB2는 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장[nm]을 나타낸다.]

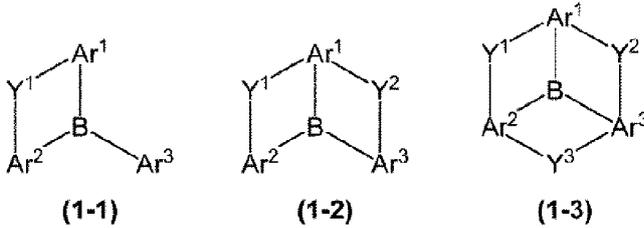
[0019]

[2]

[0020]

상기 화합물 (B1) 및 상기 화합물 (B2) 중 적어도 한쪽이, 식 (1-1)로 표시되는 화합물, 식 (1-2)로 표시되는

화합물 또는 식 (1-3)으로 표시되는 화합물인, [1]에 기재된 발광 소자.



[0021]

[0022]

[식 중,

[0023]

Ar<sup>1</sup>, Ar<sup>2</sup> 및 Ar<sup>3</sup>은 각각 독립적으로 방향족 탄화수소기 또는 복소환기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.

[0024]

Y<sup>1</sup>은 -N(Ry)-로 표현되는 기를 나타낸다.

[0025]

Y<sup>2</sup> 및 Y<sup>3</sup>은 각각 독립적으로 단결합, 산소 원자, 황 원자, 셀레늄 원자, -N(Ry)-로 표현되는 기, 알킬렌기 또는 시클로알킬렌기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다. Ry는 수소 원자, 알킬기, 시클로알킬기, 아릴기 또는 1가의 복소환기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다. Ry가 복수 존재하는 경우, 동일해도 되고 상이해도 된다. Ry는 직접 결합하거나 또는 연결기를 통해서, Ar<sup>1</sup>, Ar<sup>2</sup> 또는 Ar<sup>3</sup>과 결합하고 있어도 된다.]

[0026]

[3]

[0027]

상기 화합물 (B1) 및 상기 화합물 (B2)의 양쪽이, 상기 식 (1-1)로 표시되는 화합물, 상기 식 (1-2)로 표시되는 화합물 또는 상기 식 (1-3)으로 표시되는 화합물인, [2]에 기재된 발광 소자.

[0028]

[4]

[0029]

상기 화합물 (B1) 및 상기 화합물 (B2) 중 적어도 한쪽이 상기 식 (1-2)로 표시되는 화합물인, [2] 또는 [3]에 기재된 발광 소자.

[0030]

[5]

[0031]

상기 화합물 (B1) 및 상기 화합물 (B2)의 양쪽이 상기 식 (1-2)로 표시되는 화합물인, [4]에 기재된 발광 소자.

[0032]

[6]

[0033]

상기 Y<sup>2</sup> 및 상기 Y<sup>3</sup>이 -N(Ry)-로 표현되는 기인, [2] 내지 [5] 중 어느 것에 기재된 발광 소자.

[0034]

[7]

[0035]

상기 화합물 (B1) 및 상기 화합물 (B2)가 상기 식 (M-2)를 충족하는, [1] 내지 [6] 중 어느 것에 기재된 발광 소자.

[0036]

[8]

[0037]

상기 EB1과 상기 AB2의 차의 절댓값, 및 상기 EB2와 상기 AB1의 차의 절댓값 중 적어도 한쪽이 200nm 이하인, [1] 내지 [7] 중 어느 것에 기재된 발광 소자.

[0038]

[9]

[0039]

상기 화합물 (B1)의 최저 삼중항 여기 상태의 에너지 준위와 최저 일중항 여기 상태의 에너지 준위의 차의 절댓값이 0.50eV 이하이고, 또한

[0040]

상기 화합물 (B2)의 최저 삼중항 여기 상태의 에너지 준위와 최저 일중항 여기 상태의 에너지 준위의 차의 절댓

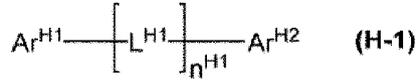
값이 0.50eV 이하인, [1] 내지 [8] 중 어느 것에 기재된 발광 소자.

[0041] [10]

[0042] 상기 발광 소자용 조성물이 호스트 재료를 더 함유하는, [1] 내지 [9] 중 어느 것에 기재된 발광 소자.

[0043] [11]

[0044] 상기 호스트 재료가 식 (H-1)로 표시되는 화합물을 포함하는, [10]에 기재된 발광 소자.



[0045]

[0046] [식 중,

[0047]  $\text{Ar}^{\text{H}1}$  및  $\text{Ar}^{\text{H}2}$ 는 각각 독립적으로 아릴기, 1가의 복소환기 또는 치환 아미노기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.

[0048]  $\text{n}^{\text{H}1}$ 은 0 이상의 정수를 나타낸다.

[0049]  $\text{L}^{\text{H}1}$ 은 아틸렌기, 2가의 복소환기, 알킬렌기 또는 시클로알킬렌기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.  $\text{L}^{\text{H}1}$ 이 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 된다.]

[0050] [12]

[0051] 상기 호스트 재료의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장  $\text{EH}[\text{nm}]$ 와, 상기 AB1 및 상기 AB2 중 적어도 한쪽의 차가 200nm 이하인, [10] 또는 [11]에 기재된 발광 소자.

[0052] [13]

[0053] 상기 발광 소자용 조성물이, 정공 수송 재료, 정공 주입 재료, 전자 수송 재료, 전자 주입 재료, 발광 재료, 산화 방지제 및 용매로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종을 더 함유하는, [1] 내지 [12] 중 어느 것에 기재된 발광 소자.

[0054] [14]

[0055] 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b)를 갖는 화합물 (B)를 2종 이상 함유하고,

[0056] 상기 화합물 (B)가, 식 (M-1) 및 식 (M-2) 중 적어도 한쪽을 충족하는 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)를 포함하는, 발광 소자용 조성물.

[0057]  $\text{EB1} < \text{EB2}$  (M-1)

[0058]  $\text{AB1} < \text{AB2}$  (M-2)

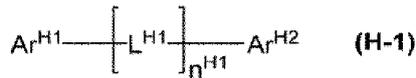
[0059] [식 중, EB1은 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장[nm]을 나타내고, EB2는 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장[nm]을 나타내고, AB1은 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장[nm]을 나타내고, AB2는 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장[nm]을 나타낸다.]

[0060] [15]

[0061] 호스트 재료를 더 함유하는, [14]에 기재된 발광 소자용 조성물.

[0062] [16]

[0063] 상기 호스트 재료가 식 (H-1)로 표시되는 화합물을 포함하는, [15]에 기재된 발광 소자용 조성물.



[0064]

[0065] [식 중,

[0066] Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>는 각각 독립적으로 아릴기, 1가의 복소환기 또는 치환 아미노기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.

[0067] n<sup>H1</sup>은 0 이상의 정수를 나타낸다.

[0068] L<sup>H1</sup>은 아틸렌기, 2가의 복소환기, 알킬렌기 또는 시클로알킬렌기를 나타내고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다. L<sup>H1</sup>이 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 된다.]

[0069] [17]

[0070] 상기 호스트 재료의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장 EH[nm]와, 상기 AB1 및 상기 AB2 중 적어도 한쪽의 차가 200nm 이하인, [15] 또는 [16]에 기재된 발광 소자용 조성물.

[0071] [18]

[0072] 정공 수송 재료, 정공 주입 재료, 전자 수송 재료, 전자 주입 재료, 발광 재료, 산화 방지제 및 용매로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종을 더 함유하는, [14] 내지 [17] 중 어느 것에 기재된 발광 소자용 조성물.

[0073] [19]

[0074] 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b1)을 갖는 화합물 (B1)을 준비하는 준비 공정과,

[0075] 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b2)를 갖고, 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장이 상기 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장보다 큰, 및/또는 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장이 상기 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장보다 작은 화합물 (B2)를 선별하는 선별 공정과,

[0076] 상기 준비 공정에서 준비한 화합물 (B1) 및 상기 선별 공정에서 선별한 화합물 (B2)를 혼합해서 발광 소자용 조성물을 얻는 제조 공정

[0077] 을 구비하는, 발광 소자용 조성물의 제조 방법.

[0078] [20]

[0079] 상기 선별 공정이, 상기 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장, 및/또는 상기 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장을 구하는 공정을 포함하는, [19]에 기재된 제조 방법.

[0080] [21]

[0081] 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b2)를 갖는 화합물 (B2)를 준비하는 준비 공정과,

[0082] 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b1)을 갖고, 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장이 상기 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장보다 작은, 및/또는 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장이 상기 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장보다 큰 화합물 (B1)을 선별하는 선별 공정과,

[0083] 상기 준비 공정에서 준비한 화합물 (B2) 및 상기 선별 공정에서 선별한 화합물 (B1)을 혼합해서 발광 소자용 조성물을 얻는 제조 공정

[0084] 을 구비하는, 발광 소자용 조성물의 제조 방법.

[0085] [22]

[0086] 상기 선별 공정이, 상기 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장, 및/또는 상기 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장을 구하는 공정을 포함하는, [21]에 기재된 제조 방법.

[0087] [23]

[0088] 양극과, 음극과, 상기 양극 및 상기 음극 사이에 마련된 유기층을 갖는 발광 소자의 제조 방법으로서,

[0089] [19] 내지 [22] 중 어느 것에 기재된 제조 방법에 의해 발광 소자용 조성물을 제조하는 공정과, 해당 공정에서 제조된 상기 발광 소자용 조성물을 사용하여 상기 유기층을 형성하는 공정을 구비하는, 발광 소자의 제조 방법.

**발명의 효과**

[0090] 본 발명에 따르면, 외부 양자 효율이 우수한 발광 소자의 제조에 유용한 조성물 및 그의 제조 방법을 제공할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 당해 조성물을 함유하는 발광 소자 및 그의 제조 방법을 제공할 수 있다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0091] 이하, 본 발명의 적합한 실시 형태에 대해서 상세하게 설명한다.

[0092] <공통된 용어의 설명>

[0093] 본 명세서에서 공통되게 사용되는 용어는 특기하지 않는 한, 이하의 의미이다.

[0094] 「실온」이란, 25℃를 의미한다.

[0095] Me은 메틸기, Et는 에틸기, Bu는 부틸기, i-Pr은 이소프로필기, t-Bu는 tert-부틸기를 나타낸다.

[0096] 수소 원자는 중수소 원자여도 되고, 경수소 원자여도 된다.

[0097] 「저분자 화합물」이란, 분자량 분포를 갖지 않고, 분자량이  $1 \times 10^4$  이하인 화합물을 의미한다.

[0098] 「고분자 화합물」이란, 분자량 분포를 갖고, 폴리스티렌 환산의 수 평균 분자량이  $1 \times 10^3$  이상(예를 들어  $1 \times 10^3$  내지  $1 \times 10^8$ )인 중합체를 의미한다.

[0099] 「구성 단위」란, 고분자 화합물 중에 1개 이상 존재하는 단위를 의미한다.

[0100] 고분자 화합물은 블록 공중합체, 랜덤 공중합체, 교차 공중합체, 그래프트 공중합체 중 어느 것이어도 되고, 기타의 양태여도 된다.

[0101] 고분자 화합물의 말단기는 중합 활성기가 그대로 남아있으면, 고분자 화합물을 발광 소자의 제작에 사용한 경우, 발광 특성 또는 휘도 수명이 저하될 가능성이 있으므로 바람직하게는 안정한 기이다. 고분자 화합물의 말단기로서는, 바람직하게는 주쇄와 공액 결합하고 있는 기이고, 예를 들어 탄소-탄소 결합을 통해서 고분자 화합물의 주쇄와 결합하는 아릴기 또는 1가의 복소환기와 결합하고 있는 기를 들 수 있다.

[0102] 「알킬기」는 직쇄 및 분지 중 어느 것이어도 된다. 직쇄의 알킬기의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 1 내지 50이고, 바람직하게는 1 내지 20이고, 보다 바람직하게는 1 내지 10이다. 분지의 알킬기의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 3 내지 50이고, 바람직하게는 3 내지 20이고, 보다 바람직하게는 4 내지 10이다.

[0103] 알킬기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 알킬기로서는, 예를 들어 메틸기, 에틸기, 프로필기, 이소프로필기, 부틸기, 2-부틸기, 이소부틸기, tert-부틸기, 펜틸기, 이소아말기, 2-에틸부틸기, 헥실기, 헵틸기, 옥틸기, 2-에틸헥실기, 3-프로필헵틸기, 데실기, 3,7-디메틸옥틸기, 2-에틸옥틸기, 2-헥실데실기 및 도데실기를 들 수 있다. 또한, 알킬기는 이들 기에 있어서의 수소 원자의 일부 또는 전부가, 시클로알킬기, 알콕시기, 시클로알콕시기, 아릴기, 불소 원자 등으로 치환된 기여도 된다. 이러한 알킬기로서는, 예를 들어 트리플루오로메틸기, 펜타플

루오로에틸기, 퍼플루오로부틸기, 퍼플루오로헥실기, 퍼플루오로옥틸기, 3-페닐프로필기, 3-(4-메틸페닐)프로필기, 3-(3,5-디-헥실페닐)프로필기 및 6-에틸옥시헥실기를 들 수 있다.

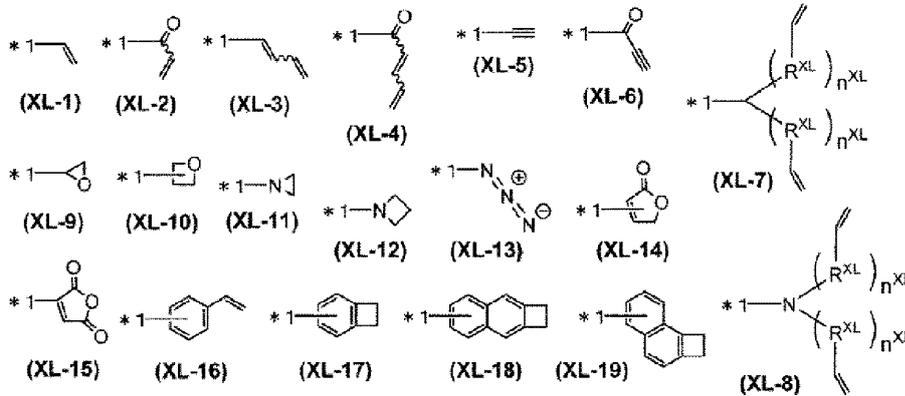
- [0104] 「시클로알킬기」의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 3 내지 5이고, 바람직하게는 4 내지 10이다. 시클로알킬기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 시클로알킬기로서는, 예를 들어 시클로헥실기 및 메틸시클로헥실기를 들 수 있다.
- [0105] 「알킬렌기」의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 1 내지 20이고, 바람직하게는 1 내지 15이고, 보다 바람직하게는 1 내지 10이다. 알킬렌기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 알킬렌기로서는, 예를 들어 메틸렌기, 에틸렌기, 프로필렌기, 부틸렌기, 헥실렌기 및 옥틸렌기를 들 수 있다.
- [0106] 「시클로알킬렌기」의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 3 내지 20이고, 바람직하게는 4 내지 10이다. 시클로알킬렌기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 시클로알킬렌기로서는, 예를 들어 시클로헥실렌기를 들 수 있다.
- [0107] 「방향족 탄화수소기」는, 방향족 탄화수소로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개 이상을 제거한 기를 의미한다. 방향족 탄화수소로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기를 「아릴기」라고도 한다. 방향족 탄화수소로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기를 「아릴렌기」라고도 한다.
- [0108] 방향족 탄화수소기의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 6 내지 60이고, 바람직하게는 6 내지 40이고, 보다 바람직하게는 6 내지 20이다.
- [0109] 「방향족 탄화수소기」는, 예를 들어 단환식의 방향족 탄화수소(예를 들어, 벤젠을 들 수 있다.), 또는 다환식의 방향족 탄화수소(예를 들어, 나프탈렌 및 인덴 등의 2환식의 방향족 탄화수소; 안트라센, 페난트렌, 디히드로페난트렌 및 플루오렌 등의 3환식의 방향족 탄화수소; 벤조안트라센, 벤조페난트렌, 벤조플루오렌, 피렌 및 플루오란텐 등의 4환식의 방향족 탄화수소; 디벤조안트라센, 디벤조페난트렌, 디벤조플루오렌, 페릴렌 및 벤조플루오란텐 등의 5환식의 방향족 탄화수소; 스피로비플루오렌 등의 6환식의 방향족 탄화수소; 그리고, 벤조스피로비플루오렌 및 아세나프토플루오란텐 등의 7환식의 방향족 탄화수소를 들 수 있다.)로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개 이상을 제거한 기를 들 수 있다. 방향족 탄화수소기는 이들 기가 복수 결합한 기를 포함한다. 방향족 탄화수소기는 치환기를 갖고 있어도 된다.
- [0110] 「알콕시기」는 직쇄 및 분지 중 어느 것이어도 된다. 직쇄의 알콕시기의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 1 내지 40이고, 바람직하게는 1 내지 10이다. 분지의 알콕시기의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 3 내지 40이고, 바람직하게는 4 내지 10이다.
- [0111] 알콕시기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 알콕시기로서는, 예를 들어 메톡시기, 에톡시기, 이소프로필옥시기, 부틸옥시기, 헥실옥시기, 2-에틸헥실옥시기, 3,7-디메틸옥틸옥시기 및 라우릴옥시기를 들 수 있다.
- [0112] 「시클로알콕시기」의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 3 내지 40이고, 바람직하게는 4 내지 10이다. 시클로알콕시기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 시클로알콕시기로서는, 예를 들어 시클로헥실옥시기를 들 수 있다.
- [0113] 「아릴옥시기」의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 6 내지 60이고, 바람직하게는 6 내지 40이고, 보다 바람직하게는 6 내지 20이다. 아릴옥시기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 아릴옥시기로서는, 예를 들어 페녹시기, 나프틸옥시기, 안트라세닐옥시기 및 피레닐옥시기를 들 수 있다.
- [0114] 「복소환기」란, 복소환식 화합물로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개 이상을 제거한 기를 의미한다. 복소환기 중에서도, 방향족 복소환식 화합물로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개 이상을 제거한 기인 「방향족 복소환기」가 바람직하다. 복소환식 화합물로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 p개(p는 1 이상의 정수를 나타낸다.)를 제거한 기를 「p개의 복소환기」라고도 한다. 방향족 복소환식 화합물로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 p개를 제거한 기를 「p개의 방향족 복소환기」라고도 한다.
- [0115] 「방향족 복소환식 화합물」로서는, 예를 들어 아졸, 티오펜, 푸란, 피리딘, 디아자벤젠, 트리아진, 아자나프탈렌, 디아자나프탈렌 및 카르바졸 등의 복소환 자체가 방향족성을 나타내는 화합물, 그리고 페녹사진, 페노티아진 및 벤조피란 등의 복소환 자체는 방향족성을 나타내지 않더라도, 복소환에 방향환이 축환되어 있는 화합물을

들 수 있다.

- [0116] 복소환기의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 1 내지 60이고, 바람직하게는 2 내지 40이고, 보다 바람직하게는 3 내지 20이다. 방향족 복소환기의 헤테로 원자수는 치환기의 헤테로 원자수를 포함하지 않고, 통상 1 내지 30이고, 바람직하게는 1 내지 10이고, 보다 바람직하게는 1 내지 5이고, 더욱 바람직하게는 1 내지 3이다.
- [0117] 복소환기로서는, 예를 들어 단환식의 복소환식 화합물(예를 들어, 푸란, 티오펜, 옥사디아졸, 피롤, 디아졸, 트리아졸, 테트라졸, 피리딘, 디아자벤젠 및 트리아진을 들 수 있다.), 또는 다환식의 복소환식 화합물(예를 들어, 아자나프탈렌, 디아자나프탈렌, 벤조푸란, 벤조티오펜, 인돌, 벤조디아졸 및 벤조티아디아졸 등의 2환식의 복소환식 화합물; 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 디벤조보롤, 디벤조실롤, 디벤조포스폴, 디벤조셀레노펜, 카르바졸, 아자카르바졸, 디아자카르바졸, 페녹사진, 페노티아진, 9,10-디히드로아크리딘, 5,10-디히드로페나진, 페나자보린, 페노포스파진, 페노셀레나진, 페나자실린, 아자안트라센, 디아자안트라센, 아자페난트렌 및 디아자페난트렌 등의 3환식의 복소환식 화합물; 헥사아자트리페닐렌, 벤조카르바졸, 벤조나프토프وران 및 벤조나프토티오펜 등의 4환식의 복소환식 화합물; 디벤조카르바졸, 인돌로카르바졸 및 인데노카르바졸 등의 5환식의 복소환식 화합물; 카르바졸로카르바졸, 벤조인돌로카르바졸 및 벤조인데노카르바졸 등의 6환식의 복소환식 화합물; 그리고, 디벤조인돌로카르바졸 등의 7환식의 복소환식 화합물을 들 수 있다.)로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개 이상을 제거한 기를 들 수 있다. 복소환기는 이들 기가 복수 결합한 기를 포함한다. 복소환기는 치환기를 갖고 있어도 된다.
- [0118] 「할로겐 원자」란, 불소 원자, 염소 원자, 브롬 원자 또는 요오드 원자를 나타낸다.
- [0119] 「아미노기」는 치환기를 갖고 있어도 되고, 치환 아미노기(즉, 제2급 아미노기 또는 제3급 아미노기, 보다 바람직하게는 제3급 아미노기)가 바람직하다. 아미노기가 갖는 치환기로서는, 알킬기, 시클로알킬기, 아릴기 또는 1가의 복소환기가 바람직하다. 아미노기가 갖는 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 질소 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.
- [0120] 치환 아미노기로서는, 예를 들어 디알킬아미노기, 디시클로알킬아미노기 및 디아릴아미노기를 들 수 있다.
- [0121] 아미노기로서는, 예를 들어 디메틸아미노기, 디에틸아미노기, 디페닐아미노기, 비스(메틸페닐)아미노기 및 비스(3,5-디-tert-부틸페닐)아미노기를 들 수 있다.
- [0122] 「알케닐기」는 직쇄 및 분지 중 어느 것이어도 된다. 직쇄의 알케닐기의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 2 내지 30이고, 바람직하게는 3 내지 20이다. 분지의 알케닐기의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 3 내지 30이고, 바람직하게는 4 내지 20이다.
- [0123] 「시클로알케닐기」의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 3 내지 30이고, 바람직하게는 4 내지 20이다.
- [0124] 알케닐기 및 시클로알케닐기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 알케닐기로서는, 예를 들어 비닐기, 1-프로페닐기, 2-부테닐기, 3-부테닐기, 3-펜테닐기, 4-펜테닐기, 1-헥세닐기, 5-헥세닐기, 7-옥테닐기 및 이들 기에 있어서의 수소 원자의 일부 또는 전부가 치환기로 치환된 기를 들 수 있다. 시클로알케닐기로서는, 예를 들어 시클로헥세닐기, 시클로헥사디에닐기, 시클로옥타트리에닐기, 노르보르닐레닐기 및 이들 기에 있어서의 수소 원자의 일부 또는 전부가 치환기로 치환된 기를 들 수 있다.
- [0125] 「알킬닐기」는 직쇄 및 분지 중 어느 것이어도 된다. 알킬닐기의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 2 내지 20이고, 바람직하게는 3 내지 20이다. 분지의 알킬닐기의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 4 내지 30이고, 바람직하게는 4 내지 20이다.
- [0126] 「시클로알킬닐기」의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 4 내지 30이고, 바람직하게는 4 내지 20이다.
- [0127] 알킬닐기 및 시클로알킬닐기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 알킬닐기로서는, 예를 들어 에틸닐기, 1-프로피닐기, 2-프로피닐기, 2-부티닐기, 3-부티닐기, 3-펜티닐기, 4-펜티닐기, 1-헥시닐기, 5-헥시닐기 및 이들 기에 있어서의 수소 원자의 일부 또는 전부가 치환기로 치환된 기를 들 수 있다. 시클로알킬닐기로서는, 예를 들어 시클로옥티닐기를 들 수 있다.
- [0128] 「가교기」란, 가열, 자외선 조사, 근자외선 조사, 가시광 조사, 적외선 조사, 라디칼 반응 등에 제공함으로써,

새로운 결합을 생성하는 것이 가능한 기이다. 가교기로서는, 가교기 A군에서 선택되는 가교기(즉, 식 (XL-1) 내지 식 (XL-19) 중 어느 것으로 표현되는 기)가 바람직하다.

[0129] (가교기 A군)



[0130]

[0131] [식 중, R<sup>XL</sup>은 메틸렌기, 산소 원자 또는 황 원자를 나타내고, n<sup>XL</sup>은 0 내지 5의 정수를 나타낸다. R<sup>XL</sup>이 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 된다. 복수 존재하는 n<sup>XL</sup>은 동일해도 되고 상이해도 된다. \*1은 결합 위치를 나타낸다. 이들 가교기는 치환기를 갖고 있어도 된다. 해당 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 동일해도 되고 상이해도 되고, 서로 결합하여, 각각이 결합하는 탄소 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 된다.]

[0132] 「치환기」로서는, 예를 들어 할로젠 원자, 시아노기, 알킬기, 시클로알킬기, 아릴기, 1가의 복소환기, 알콕시기, 시클로알콕시기, 아릴옥시기, 아미노기, 치환 아미노기, 알케닐기, 시클로알케닐기, 알킬닐기 및 시클로알킬닐기를 들 수 있다. 치환기는 가교기여도 된다. 또한, 치환기가 복수 존재하는 경우, 그들은 서로 결합하여, 각각이 결합하는 원자와 함께 환을 형성하고 있어도 되지만, 환을 형성하지 않는 것이 바람직하다.

[0133] 본 명세서 중, 최저 삼중항 여기 상태의 에너지 준위와 최저 일중항 여기 상태의 에너지 준위의 차의 절댓값(이하, 「 $\Delta E_{ST}$ 」라고도 한다.)의 값의 산출은 이하의 방법으로 구해진다. 먼저, B3LYP 레벨의 밀도 범함수법에 의해 화합물의 기저 상태를 구조 최적화한다. 그 때, 기저 함수로서는 6-31G\*를 사용한다. 그리고, 얻어진 구조 최적화된 구조를 사용하여, B3LYP 레벨의 시간 의존 밀도 범함수법에 의해 화합물의  $\Delta E_{ST}$ 를 산출한다. 단, 6-31G\*를 사용할 수 없는 원자를 포함하는 경우에는, 해당 원자에 대해서는 LANL2DZ를 사용한다. 또한, 양자화학 계산 프로그램으로는 Gaussian09를 사용해서 계산한다.

[0134] <발광 소자용 조성물>

[0135] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물은 2종 이상의 화합물 (B)를 함유한다.

[0136] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물은 화합물 (B)를 2종만 함유하고 있어도 되고, 3종 이상 함유하고 있어도 된다.

[0137] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서, 화합물 (B)의 합계를 100질량부로 한 경우, 화합물 (B) 중 적어도 1종의 함유량은 통상 0.01 내지 99.99질량부이고, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 0.1 내지 99.9질량부인 것이 바람직하고, 1 내지 99질량부인 것이 보다 바람직하고, 10 내지 90질량부인 것이 더욱 바람직하고, 20 내지 80질량부인 것이 특히 바람직하고, 40 내지 60질량부인 것이 특히 바람직하다.

[0138] 본 실시 형태에 따른 발광 소자용 조성물은 화합물 (B)로서, 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)를 함유하고 있어도 된다.

[0139] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 화합물 (B1)의 함유량은, 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)의 합계를 100질량부로 한 경우, 통상 0.01 내지 99.99질량부이고, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 0.1 내지 99.9질량부인 것이 바람직하고, 1 내지 99질량부인 것이 보다 바람직하고, 10 내지 90질량부인 것이 더욱 바람직하고, 20 내지 80질량부인 것이 특히 바람직하고, 40 내지 60질량부인 것이 특히 바람직

하다.

- [0140] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)의 합계 함유량은, 화합물 (B)의 합계를 100질량부로 한 경우, 통상 1질량부 이상이고, 10질량부 이상인 것이 바람직하고, 30질량부 이상인 것이 보다 바람직하고, 50질량부 이상인 것이 더욱 바람직하고, 70질량부 이상인 것이 특히 바람직하고, 90질량부 이상인 것이 특히 바람직하다. 또한, 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)의 합계 함유량은, 화합물 (B)의 합계를 100질량부로 하여 100질량부여도 되고, 100질량부 미만이어도 된다.
- [0141] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서, 화합물 (B1)과 화합물 (B2)는 물리적, 화학적 또는 전기적으로 상호 작용하는 것이 바람직하다. 이 상호 작용에 의해, 예를 들어 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물의 발광 특성, 전하 수송 특성 또는 전하 주입 특성을 향상 또는 조정하는 것이 가능하게 되고, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하다.
- [0142] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서, 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)가 식 (M-1) 및 식 (M-2) 중 적어도 한쪽을 충족함으로써, 화합물 (B1)과 화합물 (B2)가 효율적으로 물리적, 화학적 또는 전기적으로 상호 작용하여, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하다. 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)가 적어도 식 (M-2)를 충족하는 것이 바람직하다.
- [0143] 여기서, 식 (M-1) 및 식 (M-2)와, 발광 소자의 발광 특성(특히 외부 양자 효율)의 관계에 대해서, 이하와 같이 추측된다.
- [0144] 본 발명자들은 먼저 화합물 (B)가, 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장 EB[nm]와 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장 AB[nm]의 차가 작은 화합물인 것에 착안했다. 화합물 (B)는 EB와 AB의 차가 작기 때문에, 발광 스펙트럼과 흡수 스펙트럼의 겹침이 커져서 자기 흡수를 일으키기 쉬워, 당해 자기 흡수에 의해 발광 소자의 발광 특성(특히 외부 양자 효율)이 저하된다고 생각했다. 그래서 본 발명자들은 이 자기 흡수를 억제하기 위해서, EB 및 AB 중 적어도 한쪽이 다른 화합물 (B)를 병용하면, 발광 소자의 발광 특성(특히 외부 양자 효율)이 우수하다고 생각했다. 즉, 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에서는, 식 (M-1) 및 식 (M-2) 중 적어도 한쪽을 충족하는 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)의 병용에 의해, 발광 소자의 발광 특성(특히 외부 양자 효율)이 우수하다고 추측된다.
- [0145] 이어서, 본 발명자들은 화합물 (B1)과 화합물 (B2)가 보다 효율적으로 물리적, 화학적 또는 전기적으로 상호 작용하는 설계(특히, 보다 효율적으로 전기적인 상호 작용하는 설계)에 대해서도 검토했다.
- [0146] 먼저, 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)는 모두 발광 스펙트럼 및 흡수 스펙트럼의 반값폭이 작은 화합물이다.
- [0147] 그렇게 하면, 예를 들어 화합물 (B2)의 발광 스펙트럼의 반값폭이 작으면, 화합물 (B2)의 발광 스펙트럼과 화합물 (B1)의 흡수 스펙트럼의 겹침이 작아지기 쉽다고 생각했다. 본 발명자들은 화합물 (B2)의 발광 스펙트럼과 화합물 (B1)의 흡수 스펙트럼의 겹침을 크게 함으로써, 보다 효율적으로 전기적인 상호 작용이 얻어진다고 생각하고, EB2와 AB1의 차의 절댓값(이하, 「|EB2-AB1|」이라고도 한다.)에 착안했다. 보다 상세하게는 |EB2-AB1|을 바람직하게는 200nm 이하로 함으로써, 예를 들어 화합물 (B2)의 발광 스펙트럼과 화합물 (B1)의 흡수 스펙트럼의 겹침이 커지고, 그 결과 발광 소자의 발광 특성(특히 외부 양자 효율)이 우수하다고 생각했다.
- [0148] 또한, 예를 들어 화합물 (B1)의 발광 스펙트럼의 반값폭이 작으면, 화합물 (B1)의 발광 스펙트럼과 화합물 (B2)의 흡수 스펙트럼의 겹침이 작아지기 쉽다고 생각했다. 본 발명자들은 화합물 (B1)의 발광 스펙트럼과 화합물 (B2)의 흡수 스펙트럼의 겹침을 크게 함으로써, 보다 효율적으로 전기적인 상호 작용이 얻어진다고 생각하고, EB1과 AB2의 차의 절댓값(이하, 「|EB1-AB2|」라고도 한다.)에 착안했다. 보다 상세하게는 |EB1-AB2|를 바람직하게는 200nm 이하로 함으로써, 예를 들어 화합물 (B1)의 발광 스펙트럼과 화합물 (B2)의 흡수 스펙트럼의 겹침이 커지고, 그 결과 발광 소자의 발광 특성(특히 외부 양자 효율)이 우수하다고 생각했다.
- [0149] 상기 관점에서, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, |EB2-AB1| 및 |EB1-AB2| 중 적어도 한쪽은 바람직하게는 200nm 이하이고, 보다 바람직하게는 150nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 100nm 이하이고, 특히 바람직하게는 50nm 이하이고, 특히 바람직하게는 30nm 이하이고, 특히 보다 바람직하게는 20nm 이하이다. 또한, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, |EB2-AB1| 및 |EB1-AB2| 중 적어도 한쪽은 0nm 이상이어도 되고, 바람직하게는 1nm 이상이고, 보다 바람직하게는 2nm 이상이고, 더욱 바람직하게는 3nm 이상이고, 특히 바람직하게는 5nm 이상이고, 특히 바람직하게는 10nm 이상이다.

- [0150] 또한, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, |EB2-AB1|은 바람직하게는 200nm 이하이고, 보다 바람직하게는 150nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 100nm 이하이고, 특히 바람직하게는 50nm 이하이고, 특히 바람직하게는 30nm 이하이고, 특히 보다 바람직하게는 20nm 이하이다. 또한, |EB2-AB1|은 0nm 이상이어도 되고, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 바람직하게는 1nm 이상이고, 보다 바람직하게는 2nm 이상이고, 더욱 바람직하게는 3nm 이상이고, 특히 바람직하게는 5nm 이상이고, 특히 바람직하게는 10nm 이상이다.
- [0151] 또한, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, |EB1-AB2|는 바람직하게는 200nm 이하이고, 보다 바람직하게는 150nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 100nm 이하이고, 특히 바람직하게는 50nm 이하이고, 특히 바람직하게는 30nm 이하이고, 특히 보다 바람직하게는 20nm 이하이다. 또한, |EB1-AB2|는 0nm 이상이어도 되고, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 바람직하게는 1nm 이상이고, 보다 바람직하게는 2nm 이상이고, 더욱 바람직하게는 3nm 이상이고, 특히 바람직하게는 5nm 이상이고, 특히 바람직하게는 10nm 이상이다.
- [0152] 또한, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 더욱 우수하므로, |EB2-AB1| 및 |EB1-AB2|의 양쪽이 바람직하게는 200nm 이하이고, 보다 바람직하게는 150nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 100nm 이하이고, 특히 바람직하게는 50nm 이하이고, 특히 바람직하게는 30nm 이하이고, 특히 보다 바람직하게는 20nm 이하이다. 또한, |EB2-AB1| 및 |EB1-AB2|의 양쪽이 0nm 이상이어도 되고, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 더욱 우수하므로, 바람직하게는 1nm 이상이고, 보다 바람직하게는 2nm 이상이고, 더욱 바람직하게는 3nm 이상이고, 특히 바람직하게는 5nm 이상이고, 특히 바람직하게는 10nm 이상이다.
- [0153] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 식 (M-1)을 충족하는 경우, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, EB2-EB1은 바람직하게는 200nm 이하이고, 보다 바람직하게는 100nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 50nm 이하이고, 특히 바람직하게는 20nm 이하이고, 특히 바람직하게는 10nm 이하이다. 또한, 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 식 (M-1)을 충족하는 경우, EB2-EB1은 0.1nm 이상이어도 되고, 0.5nm 이상이어도 되고, 1nm 이상이어도 된다.
- [0154] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 식 (M-2)를 충족하는 경우, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, AB2-AB1은 바람직하게는 200nm 이하이고, 보다 바람직하게는 100nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 50nm 이하이고, 특히 바람직하게는 20nm 이하이고, 특히 바람직하게는 10nm 이하이다. 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 식 (M-2)를 충족하는 경우, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, AB2-AB1은 바람직하게는 0.1nm 이상이고, 보다 바람직하게는 0.5nm 이상이고, 더욱 바람직하게는 1nm 이상이다.
- [0155] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 식 (M-1)을 충족하는 경우, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로,  $AB1 \leq AB2$ 를 충족하는 것이 바람직하고,  $AB1 < AB2$ 를 충족하는 것이 보다 바람직하다.
- [0156] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 식 (M-2)를 충족하는 경우, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로,  $EB1 \leq EB2$ 를 충족하는 것이 바람직하고,  $EB1 < EB2$ 를 충족하고 있어도 된다.
- [0157] EB1 및 EB2는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 화합물 B1 및 화합물 B2를 발광 재료로서 사용하는 경우, 가시광 영역인 것이 바람직하다. 이 경우, EB1 및 EB2는 바람직하게는 380nm 이상이고, 보다 바람직하게는 400nm 이상이고, 더욱 바람직하게는 420nm 이상이고, 특히 바람직하게는 440nm 이상이다. EB1 및 EB2는 바람직하게는 750nm 이하이고, 보다 바람직하게는 620nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 570nm 이하이고, 특히 바람직하게는 495nm 이하이고, 특히 바람직하게는 480nm 이하이다.
- [0158] AB1 및 AB2는 특별히 한정되지 않지만, 바람직하게는 300nm 이상이고, 보다 바람직하게는 320nm 이상이고, 더욱 바람직하게는 340nm 이상이고, 특히 바람직하게는 360nm 이상이고, 특히 바람직하게는 380nm 이상이고, 특히 보다 바람직하게는 400nm 이상이고, 특히 더욱 바람직하게는 420nm 이상이다. 또한, AB1 및 AB2는 바람직하게는 750nm 이하이고, 보다 바람직하게는 620nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 570nm 이하이고, 특히 바람직하게는 495nm 이하이고, 특히 바람직하게는 480nm 이하이고, 특히 보다 바람직하게는 460nm 이하이고, 특히 더욱 바람직하게는 450nm 이하이다.
- [0159] 화합물의 실온에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장은, 화합물을 크실렌, 톨루엔, 클로로포름, 테트라히드로푸란 등의 유기 용매에 용해시켜서 희박 용액을 조제하고( $1 \times 10^{-6}$ 질량% 내지  $1 \times 10^{-3}$ 질량%), 해당 희박 용액

의 PL 스펙트럼을 실온에서 측정함으로써 평가할 수 있다. 화합물을 용해시키는 유기 용매로서는 크실렌이 바람직하다.

- [0160] 화합물의 실온에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장은, 화합물을 크실렌, 톨루엔, 클로로포름, 테트라히드로푸란 등의 유기 용매에 용해시켜서 희박 용액을 조제하고( $1 \times 10^{-6}$  질량% 내지  $1 \times 10^{-3}$  질량%), 해당 희박 용액의 자외 가시 흡수 스펙트럼을 실온에서 측정함으로써 평가할 수 있다. 화합물을 용해시키는 유기 용매로서는 크실렌이 바람직하다.
- [0161] [화합물 (B)]
- [0162] 이어서, 화합물 (B)에 대해서 설명한다. 또한, 특기하지 않는 한, 이하에 설명하는 화합물 (B)의 예 및 바람직한 범위 등은 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)의 예 및 바람직한 범위 등과 동일하다.
- [0163] 화합물 (B)는 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b)를 갖는 화합물이다.
- [0164] 화합물 (B)에 있어서, 축합 복소환 골격 (b)에 포함되는 질소 원자 중 적어도 1개는 이중 결합을 형성하고 있지 않는 질소 원자인 것이 바람직하고, 축합 복소환 골격 (b)에 포함되는 질소 원자의 전부가 이중 결합을 형성하고 있지 않는 질소 원자인 것이 보다 바람직하다.
- [0165] 화합물 (B)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장(EB)은 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 화합물 (B)를 발광 재료로서 사용하는 경우, 가시광 영역인 것이 바람직하다. 이 경우, EB는 바람직하게는 380nm 이상이고, 보다 바람직하게는 400nm 이상이고, 더욱 바람직하게는 420nm 이상이고, 특히 바람직하게는 440nm 이상이다. 또한, EB는 바람직하게는 750nm 이하이고, 보다 바람직하게는 620nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 570nm 이하이고, 특히 바람직하게는 495nm 이하이고, 특히 바람직하게는 480nm 이하이다.
- [0166] 또한, 화합물 (B)를 발광 재료로서 사용하는 경우, 화합물 (B)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭은 바람직하게는 50nm 이하이고, 보다 바람직하게는 40nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 30nm 이하이고, 특히 바람직하게는 25nm 이하이다.
- [0167] 화합물 (B)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장(AB)은 특별히 한정되지 않지만, 바람직하게는 300nm 이상이고, 보다 바람직하게는 320nm 이상이고, 더욱 바람직하게는 340nm 이상이고, 특히 바람직하게는 360nm 이상이고, 특히 바람직하게는 380nm 이상이고, 특히 보다 바람직하게는 400nm 이상이고, 특히 더욱 바람직하게는 420nm 이상이다. 또한, AB는 바람직하게는 750nm 이하이고, 보다 바람직하게는 620nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 570nm 이하이고, 특히 바람직하게는 495nm 이하이고, 특히 바람직하게는 480nm 이하이고, 특히 보다 바람직하게는 460nm 이하이고, 특히 더욱 바람직하게는 450nm 이하이다.
- [0168] 또한, 화합물 (B)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭은 바람직하게는 50nm 이하이고, 보다 바람직하게는 40nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 30nm 이하이다.
- [0169] 축합 복소환 골격 (b)의 탄소 원자수는 치환기의 탄소 원자수를 포함하지 않고, 통상 1 내지 60이고, 바람직하게는 5 내지 40이고, 보다 바람직하게는 10 내지 25이다.
- [0170] 축합 복소환 골격 (b)의 헥테로 원자수는 치환기의 헥테로 원자수를 포함하지 않고, 통상 2 내지 30이고, 바람직하게는 2 내지 15이고, 보다 바람직하게는 2 내지 10이고, 더욱 바람직하게는 2 내지 5이고, 특히 바람직하게는 2 또는 3이다.
- [0171] 축합 복소환 골격 (b)의 붕소 원자수는 치환기의 붕소 원자수를 포함하지 않고, 통상 1 내지 10이고, 바람직하게는 1 내지 5이고, 보다 바람직하게는 1 내지 3이고, 더욱 바람직하게는 1이다.
- [0172] 축합 복소환 골격 (b)의 질소 원자수는 치환기의 질소 원자수를 포함하지 않고, 통상 1 내지 20이고, 바람직하게는 1 내지 10이고, 보다 바람직하게는 1 내지 5이고, 더욱 바람직하게는 1 내지 3이고, 특히 바람직하게는 2이다.
- [0173] 축합 복소환 골격 (b)는, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 바람직하게는 3 내지 12환식 축합 복소환 골격이며, 보다 바람직하게는 3 내지 6환식 축합 복소환 골격이며, 더욱 바람직하게는 5환식 축합 복소환 골격이다.
- [0174] 화합물 (B)는 축합 복소환 골격 (b)를 포함하는 복소환기 (b')를 갖는 화합물이라고 할 수도 있다.
- [0175] 복소환기 (b')는 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 다환식의 복소환식 화합물로부터, 환을 구성하는

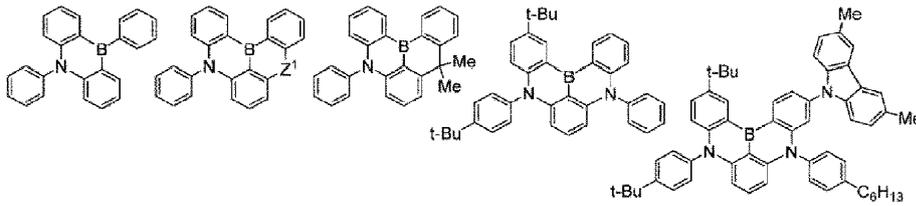
원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개 이상을 제거한 기여도 되고, 해당 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.

- [0176] 복소환기 (b')가 갖고 있어도 되는 치환기로서는, 할로젠 원자, 시아노기, 알킬기, 시클로알킬기, 알콕시기, 시클로알콕시기, 아릴기, 1가의 복소환기 또는 치환 아미노기가 바람직하고, 알킬기, 시클로알킬기, 알콕시기, 시클로알콕시기, 아릴기, 1가의 복소환기 또는 치환 아미노기가 보다 바람직하고, 알킬기, 아릴기 또는 치환 아미노기가 더욱 바람직하고, 이들 기는 추가로 치환기를 갖고 있어도 된다.
- [0177] 복소환기 (b')가 갖고 있어도 되는 치환기에 있어서의 아릴기로서는, 바람직하게는 단환식 또는 2환식 내지 6환식의 방향족 탄화수소로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 보다 바람직하게는 단환식, 2환식 또는 3환식의 방향족 탄화수소로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 더욱 바람직하게는 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 페난트렌 또는 플루오렌으로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 특히 바람직하게는 페닐기이고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.
- [0178] 복소환기 (b')가 갖고 있어도 되는 치환기에 있어서의 1가의 복소환기로서는, 바람직하게는 단환식 또는 2환식 내지 6환식의 복소환식 화합물로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 단환식, 2환식 또는 3환식의 복소환식 화합물로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 더욱 바람직하게는 피리딘, 디아자벤젠, 트리아진, 아자나프탈렌, 디아자나프탈렌, 카르바졸, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 페녹사진 또는 페노티아진으로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 특히 바람직하게는 피리딘, 디아자벤젠 또는 트리아진으로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.
- [0179] 복소환기 (b')가 갖고 있어도 되는 치환기에 있어서의 치환 아미노기에 있어서, 아미노기가 갖는 치환기로서는 아릴기 또는 1가의 복소환기가 바람직하고, 아릴기가 보다 바람직하고, 이들 기는 추가로 치환기를 갖고 있어도 된다. 아미노기가 갖는 치환기에 있어서의 아릴기 및 1가의 복소환기의 예 및 바람직한 범위는, 각각 복소환기 (b')가 갖고 있어도 되는 치환기에 있어서의 아릴기 및 1가의 복소환기의 예 및 바람직한 범위와 동일하다.
- [0180] 복소환기 (b')가 갖고 있어도 되는 치환기가 추가로 갖고 있어도 되는 치환기로서는, 할로젠 원자, 알킬기, 시클로알킬기, 알콕시기, 시클로알콕시기, 아릴기, 1가의 복소환기 또는 치환 아미노기가 바람직하고, 알킬기, 시클로알킬기, 아릴기, 1가의 복소환기 또는 치환 아미노기가 보다 바람직하고, 알킬기 또는 시클로알킬기가 더욱 바람직하고, 이들 기는 추가로 치환기를 갖고 있어도 되지만, 추가로 치환기를 갖지 않는 것이 바람직하다.
- [0181] 복소환기 (b')가 갖고 있어도 되는 치환기가 추가로 갖고 있어도 되는 치환기에 있어서의 아릴기, 1가의 복소환기 및 치환 아미노기의 예 및 바람직한 범위는, 각각 복소환기 (b')가 갖고 있어도 되는 치환기에 있어서의 아릴기, 1가의 복소환기 및 치환 아미노기의 예 및 바람직한 범위와 동일하다.
- [0182] 「이중 결합을 형성하고 있지 않는 질소 원자」란, 다른 3개의 원자와 각각 단결합으로 결합하는 질소 원자를 의미한다.
- [0183] 「환 내에 이중 결합을 형성하고 있지 않는 질소 원자를 포함한다」란, 환 내에  $-N(R^N)-$ (식 중,  $R^N$ 은 수소 원자 또는 치환기를 나타낸다.) 또는 식:
 

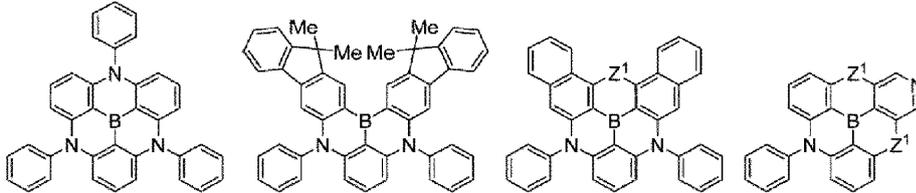
$$\begin{array}{c} \text{---} \text{N} \text{---} \\ | \end{array}$$
- [0184]
- [0185] 으로 표현되는 기를 포함하는 것을 의미한다.
- [0186] 화합물 (B)는 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 열활성화 지연 형광(TADF)성 화합물인 것이 바람직하다.
- [0187] 화합물 (B)의  $\Delta E_{ST}$ 는 2.0eV 이하여도 되고, 1.5eV 이하여도 되고, 1.0eV 이하여도 되고, 0.80eV 이하여도 되고, 0.60eV 이하여도 되지만, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 바람직하게는 0.50eV 이하이다. 또한, 화합물 (B)의  $\Delta E_{ST}$ 는 0.001eV 이상이어도 되고, 0.01eV 이상이어도 되고, 0.10eV 이상이어도 되고, 0.20eV 이상이어도 되고, 0.30eV 이상이어도 되고, 0.40eV 이상이어도 된다.
- [0188] 화합물 (B)는 저분자 화합물인 것이 바람직하다.

- [0189] 화합물 (B)의 분자량은 바람직하게는  $1 \times 10^2$  내지  $5 \times 10^3$ 이고, 보다 바람직하게는  $2 \times 10^2$  내지  $3 \times 10^3$ 이고, 더욱 바람직하게는  $3 \times 10^2$  내지  $1.5 \times 10^3$ 이고, 특히 바람직하게는  $4 \times 10^2$  내지  $1 \times 10^3$ 이다.
- [0190] 화합물 (B)는 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 식 (1-1) 내지 식 (1-3)으로 표시되는 화합물인 것이 바람직하고, 식 (1-2) 또는 식 (1-3)으로 표시되는 화합물인 것이 보다 바람직하고, 식 (1-2)로 표시되는 화합물인 것이 더욱 바람직하다.
- [0191] 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 화합물 (B1) 및 화합물 (B2) 중 적어도 한쪽은 식 (1-1)로 표시되는 화합물, 식 (1-2)로 표시되는 화합물 또는 식 (1-3)으로 표시되는 화합물인 것이 바람직하고, 식 (1-2) 또는 식 (1-3)으로 표시되는 화합물인 것이 보다 바람직하고, 식 (1-2)로 표시되는 화합물인 것이 더욱 바람직하다.
- [0192] 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 더욱 우수하므로, 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)의 양쪽이 식 (1-1)로 표시되는 화합물, 식 (1-2)로 표시되는 화합물 또는 식 (1-3)으로 표시되는 화합물인 것이 바람직하고, 식 (1-2) 또는 식 (1-3)으로 표시되는 화합물인 것이 보다 바람직하고, 식 (1-2)로 표시되는 화합물인 것이 더욱 바람직하다.
- [0193]  $Ar^1$ ,  $Ar^2$  및  $Ar^3$ 은 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 단환식, 2환식 혹은 3환식의 방향족 탄화수소 또는 단환식, 2환식 혹은 3환식의 복소환식 화합물로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개 이상을 제거한 기이고, 보다 바람직하게는 단환식의 방향족 탄화수소 또는 단환식의 복소환식 화합물로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개 이상을 제거한 기이고, 더욱 바람직하게는 벤젠, 피리딘 또는 디아자벤젠으로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개 이상을 제거한 기이고, 특히 바람직하게는 벤젠으로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개 이상을 제거한 기이고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.
- [0194]  $Ar^1$ ,  $Ar^2$  및  $Ar^3$ 이 갖고 있어도 되는 치환기의 예 및 바람직한 범위는, 복소환기 (b')가 갖고 있어도 되는 치환기의 예 및 바람직한 범위와 동일하다.
- [0195]  $Y^2$  및  $Y^3$ 은 바람직하게는 단결합, 산소 원자, 황 원자,  $-N(Ry)-$ 로 표현되는 기 또는 메틸렌기이고, 보다 바람직하게는 단결합, 산소 원자, 황 원자 또는  $-N(Ry)-$ 로 표현되는 기이고, 더욱 바람직하게는 산소 원자, 황 원자 또는  $-N(Ry)-$ 로 표현되는 기이고, 특히 바람직하게는  $-N(Ry)-$ 로 표현되는 기이고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.
- [0196]  $Y^1$ ,  $Y^2$  및  $Y^3$ 이 갖고 있어도 되는 치환기의 예 및 바람직한 범위는, 복소환기 (b')가 갖고 있어도 되는 치환기의 예 및 바람직한 범위와 동일하다.
- [0197]  $Ry$ 는 바람직하게는 알킬기, 시클로알킬기, 아릴기 또는 1가의 복소환기이고, 보다 바람직하게는 아릴기 또는 1가의 복소환기이고, 더욱 바람직하게는 아릴기이고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.
- [0198]  $Ry$ 에 있어서의 아릴기 및 1가의 복소환기의 예 및 바람직한 범위는, 각각 복소환기 (b')가 갖고 있어도 되는 치환기에 있어서의 아릴기 및 1가의 복소환기의 예 및 바람직한 범위와 동일하다.
- [0199]  $Ry$ 가 갖고 있어도 되는 치환기의 예 및 바람직한 범위는, 복소환기 (b')가 갖고 있어도 되는 치환기의 예 및 바람직한 범위와 동일하다.
- [0200]  $Ry$ 는 직접 결합하거나 또는 연결기를 통해서  $Ar^1$ ,  $Ar^2$  또는  $Ar^3$ 과 결합하고 있어도 되지만, 결합하고 있지 않는 것이 바람직하다. 연결기로서는, 예를 들어  $-O-$ 로 표현되는 기,  $-S-$ 로 표현되는 기,  $-N(Ry)-$ 로 표현되는 기, 알킬렌기, 시클로알킬렌기, 아릴렌기 및 2가의 복소환기를 들 수 있고, 바람직하게는  $-O-$ 로 표현되는 기,  $-S-$ 로 표현되는 기,  $-N(Ry)-$ 로 표현되는 기 또는 메틸렌기이고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.

[0201] 화합물 B로서는, 하기 식으로 표시되는 화합물 및 후술하는 화합물 B1 내지 B4가 예시된다.



[0202]



[0203]

[0204] 식 중, Z<sup>1</sup>은 산소 원자 또는 황 원자를 나타낸다.

[0205] [호스트 재료]

[0206] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물은 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 정공 주입성, 정공 수송성, 전자 주입성 및 전자 수송성에서 선택되는 적어도 하나의 기능을 갖는 호스트 재료를 더 포함하는 것이 바람직하다. 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물은 호스트 재료를 1종만 함유하고 있어도 되고, 2종 이상 함유하고 있어도 된다. 단, 호스트 재료는 화합물 (B)와는 다르다.

[0207] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물이 호스트 재료를 더 포함하는 경우, 호스트 재료와 화합물 (B)는 물리적, 화학적 또는 전기적으로 상호 작용하는 것이 바람직하다. 이 상호 작용에 의해, 예를 들어 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물의 발광 특성, 전하 수송 특성 또는 전하 주입 특성을 향상 또는 조정하는 것이 가능하게 된다.

[0208] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물이 호스트 재료를 더 포함하는 경우에 대해서 발광 재료를 일례로서 설명하면, 호스트 재료와 화합물 (B)가 전기적으로 상호 작용하고, 호스트 재료로부터 화합물 (B)에 효율적으로 전기 에너지를 건네줌으로써, 화합물 (B)를 보다 효율적으로 발광시킬 수 있어, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하다.

[0209] 상기 관점에서, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물이 호스트 재료를 더 포함하는 경우, 호스트 재료가 갖는 최저 여기 일중항 상태(S<sub>1</sub>)는 화합물 (B)가 갖는 최저 여기 일중항 상태(S<sub>1</sub>)보다 높은 에너지 준위인 것이 바람직하다.

[0210] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물이 호스트 재료를 더 포함하는 경우, 호스트 재료와 화합물 (B)가 효율적으로 물리적, 화학적 또는 전기적으로 상호 작용하고, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, EH(호스트 재료의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장)와, AB(화합물 (B)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장)의 차의 절댓값(이하, 「|EH-AB|」라고도 한다.)은 바람직하게는 200nm 이하이고, 보다 바람직하게는 150nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 100nm 이하이고, 특히 바람직하게는 80nm 이하이고, 특히 바람직하게는 60nm 이하이고, 특히 보다 바람직하게는 30nm 이하이고, 특히 더욱 바람직하게는 15nm 이하이다. 또한, |EH-AB|는 0nm 이상이어도 되고, 1nm 이상이어도 되고, 2nm 이상이어도 되고, 5nm 이상이어도 된다.

[0211] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물이 호스트 재료를 더 포함하는 경우, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, EH≤AB를 충족하는 것이 바람직하고, EH<AB를 충족하는 것이 보다 바람직하다.

[0212] EH는 바람직하게는 300nm 이상이고, 320nm 이상이어도 되고, 340nm 이상이어도 되고, 360nm 이상이어도 된다. 또한, EH는 바람직하게는 750nm 이하이고, 620nm 이하여도 되고, 570nm 이하여도 되고, 495nm 이하여도 되고, 480nm 이하여도 되고, 460nm 이하여도 된다.

- [0213] 여기서 |EH-AB1|와, 발광 소자의 발광 특성(특히 외부 양자 효율)의 관계에 대해서 이하와 같이 추측된다.
- [0214] 본 발명자들은 호스트 재료와 화합물 (B)가 효율적으로 물리적, 화학적 또는 전기적으로 상호 작용하는 설계(특히, 보다 효율적으로 전기적인 상호 작용하는 설계)를 검토했다. 먼저, 화합물 (B)는 발광 스펙트럼의 반값폭이 작은 화합물이며, 이에 의해 화합물 B의 흡수 스펙트럼의 반값폭이 작다고 추측했다. 여기서, 화합물 (B)의 흡수 스펙트럼의 반값폭이 작으면, 호스트 재료의 발광 스펙트럼과, 화합물 (B)의 흡수 스펙트럼의 겹침이 작아지기 쉽다고 추측했다. 그래서, 본 발명자들은 호스트 재료의 발광 스펙트럼과 화합물 (B)의 흡수 스펙트럼의 겹침을 크게 함으로써, 보다 효율적으로 전기적인 상호 작용이 얻어진다고 생각하고, |EH-AB1|에 착안했다. 보다 상세하게는 |EH-AB1|를 바람직하게는 200nm 이하로 함으로써, 호스트 재료의 발광 스펙트럼과 화합물 (B)의 흡수 스펙트럼의 겹침이 커지고, 호스트 재료의 전기 에너지가 화합물 (B)로 빠르게 이동하기 때문에, 그 결과 발광 소자의 발광 특성(특히 외부 양자 효율)이 보다 우수하다고 추측된다.
- [0215] 상기 관점에서, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, EH와 AB1의 차의 절댓값(이하, |EH-AB1|이라고 한다.), 및 EH와 AB2의 차의 절댓값(이하, |EH-AB2|라고 한다.) 중 적어도 한쪽은 바람직하게는 200nm 이하이고, 보다 바람직하게는 150nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 100nm 이하이고, 특히 바람직하게는 80nm 이하이고, 특히 바람직하게는 60nm 이하이고, 특히 보다 바람직하게는 30nm 이하이고, 특히 더욱 바람직하게는 15nm 이하이다. 또한, |EH-AB1| 및 |EH-AB2| 중 적어도 한쪽은 0nm 이상이어도 되고, 1nm 이상이어도 되고, 2nm 이상이어도 되고, 5nm 이상이어도 된다.
- [0216] 또한, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, |EH-AB1|은 바람직하게는 200nm 이하이고, 보다 바람직하게는 150nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 100nm 이하이고, 특히 바람직하게는 80nm 이하이고, 특히 바람직하게는 60nm 이하이고, 특히 보다 바람직하게는 30nm 이하이고, 특히 더욱 바람직하게는 15nm 이하이다. 또한, |EH-AB1|은 0nm 이상이어도 되고, 1nm 이상이어도 되고, 2nm 이상이어도 되고, 5nm 이상이어도 된다.
- [0217] 또한, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, |EH-AB2|는 바람직하게는 200nm 이하이고, 보다 바람직하게는 150nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 100nm 이하이고, 특히 바람직하게는 80nm 이하이고, 특히 바람직하게는 60nm 이하이고, 특히 보다 바람직하게는 30nm 이하이고, 특히 더욱 바람직하게는 15nm 이하이다. 또한, |EH-AB2|는 0nm 이상이어도 되고, 1nm 이상이어도 되고, 2nm 이상이어도 되고, 5nm 이상이어도 된다.
- [0218] 또한, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 더욱 우수하므로, |EH-AB1| 및 |EH-AB2|의 양쪽이 바람직하게는 200nm 이하이고, 보다 바람직하게는 150nm 이하이고, 더욱 바람직하게는 100nm 이하이고, 특히 바람직하게는 80nm 이하이고, 특히 바람직하게는 60nm 이하이고, 특히 보다 바람직하게는 30nm 이하이고, 특히 더욱 바람직하게는 15nm 이하이다. 또한, |EH-AB1| 및 |EH-AB2|의 양쪽이 0nm 이상이어도 되고, 1nm 이상이어도 되고, 2nm 이상이어도 되고, 5nm 이상이어도 된다.
- [0219] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물이 호스트 재료를 더 포함하는 경우, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로,  $EH \leq AB1$ 을 충족하는 것이 바람직하고,  $EH < AB1$ 을 충족하는 것이 보다 바람직하다.
- [0220] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물이 호스트 재료를 더 포함하는 경우, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로,  $EH \leq AB2$ 를 충족하는 것이 바람직하고,  $EH < AB2$ 를 충족하는 것이 보다 바람직하다.
- [0221] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물이 호스트 재료를 더 포함하는 경우, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 더욱 우수하므로,  $EH \leq AB1 \leq AB2$ 를 충족하는 것이 바람직하고,  $EH < AB1 < AB2$ 를 충족하는 것이 보다 바람직하다.
- [0222] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물이 호스트 재료를 더 포함하는 경우, 화합물 (B)의 함계의 함유량은 화합물 (B)와 호스트 재료의 합계를 100질량부로 한 경우, 통상 0.001 내지 99질량부이고, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 0.005 내지 70질량부인 것이 바람직하고, 0.01 내지 50질량부인 것이 보다 바람직하고, 0.05 내지 30질량부인 것이 더욱 바람직하고, 0.1 내지 10질량부인 것이 특히 바람직하고, 0.5 내지 5질량부인 것이 특히 바람직하다.
- [0223] 호스트 재료로서는, 본 실시 형태의 발광 소자를 습식법으로 제작할 수 있으므로, 화합물 (B)를 용해하는 것이 가능한 용매에 대하여 용해성을 나타내는 것이 바람직하다.
- [0224] 호스트 재료는 저분자 화합물(저분자 호스트)과 고분자 화합물(고분자 호스트)로 분류되며, 본 실시 형태의 발

광 소자용 조성물은 어느 것의 호스트 재료를 함유하고 있어도 된다. 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 함유되어 있어도 되는 호스트 재료로서는, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로 저분자 화합물이 바람직하다.

[0225] 고분자 호스트로서는, 예를 들어 후술하는 정공 수송 재료인 고분자 화합물, 후술하는 전자 수송 재료인 고분자 화합물을 들 수 있다.

[0226] 저분자 호스트는 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 바람직하게는 식 (H-1)로 표시되는 화합물이다. 여기서 식 (H-1)로 표시되는 화합물은, 화합물 중에 축합 복소환 골격 (b)를 갖지 않는 화합물인 것이 바람직하다.

[0227] 식 (H-1)로 표시되는 화합물의 분자량은 바람직하게는  $1 \times 10^2$  내지  $5 \times 10^3$ 이고, 보다 바람직하게는  $2 \times 10^2$  내지  $3 \times 10^3$ 이고, 더욱 바람직하게는  $3 \times 10^2$  내지  $1.5 \times 10^3$ 이고, 특히 바람직하게는  $4 \times 10^2$  내지  $1 \times 10^3$ 이다.

[0228] Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>에 있어서의 아릴기는, 바람직하게는 단환식 또는 2 내지 7환식의 방향족 탄화수소로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 보다 바람직하게는 단환식 또는 2 내지 5환식의 방향족 탄화수소로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 더욱 바람직하게는 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 페난트렌, 디히드로페난트렌, 플루오렌, 벤조안트라센, 벤조페난트렌, 벤조플루오렌, 피렌, 플루오란텐, 페틸렌 또는 벤조플루오란텐으로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 특히 바람직하게는 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 플루오렌, 피렌 또는 벤조플루오란텐으로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.

[0229] L<sup>H1</sup>에 있어서의 아릴렌기는, 바람직하게는 단환식 또는 2 내지 7환식의 방향족 탄화수소로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기이고, 보다 바람직하게는 단환식 또는 2 내지 5환식의 방향족 탄화수소로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기이고, 더욱 바람직하게는 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 페난트렌, 디히드로페난트렌, 플루오렌, 벤조안트라센, 벤조페난트렌, 벤조플루오렌, 피렌, 플루오란텐, 페틸렌 또는 벤조플루오란텐으로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기이고, 특히 바람직하게는 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 플루오렌, 피렌 또는 벤조플루오란텐으로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기이고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.

[0230] Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>에 있어서의 1가의 복소환기는, 축합 복소환 골격 (b)를 포함하지 않는 복소환식 화합물로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기인 것이 바람직하고, 이 기는 치환기를 갖고 있어도 된다. Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>에 있어서의 1가의 복소환기에 있어서, 축합 복소환 골격 (b)를 포함하지 않는 복소환식 화합물로서는, 전술한 복소환기의 항에서 설명한 복소환식 화합물 중에서, 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하지 않는 복소환식 화합물을 들 수 있다. Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>에 있어서의 1가의 복소환기는, 바람직하게는 단환식 또는 2 내지 7환식의 복소환식 화합물(바람직하게는 축합 복소환 골격 (b)를 포함하지 않는, 단환식 또는 2 내지 7환식의 복소환식 화합물)로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 보다 바람직하게는 단환식 또는 2 내지 5환식의 복소환식 화합물(바람직하게는 축합 복소환 골격 (b)를 포함하지 않는, 단환식 또는 2 내지 5환식의 복소환식 화합물)로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 더욱 바람직하게는 피리딘, 디아자벤젠, 트리아진, 아자나프탈렌, 디아자나프탈렌, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 카르바졸, 페녹사진, 페노티아진, 벤조카르바졸, 벤조나프토푸란, 벤조나프토티오펜, 디벤조카르바졸, 인돌로카르바졸 또는 인데노카르바졸로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 특히 바람직하게는 피리딘, 디아자벤젠, 트리아진, 아자나프탈렌, 디아자나프탈렌, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 카르바졸, 벤조카르바졸, 벤조나프토푸란 또는 벤조나프토티오펜으로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기이고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.

[0231] L<sup>H1</sup>에 있어서의 2가의 복소환기는, 축합 복소환 골격 (b)를 포함하지 않는 복소환식 화합물로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기인 것이 바람직하다. L<sup>H1</sup>에 있어서의 2가의 복소환기에 있어서, 축합 복소환 골격 (b)를 포함하지 않는 복소환식 화합물로서는, 전술한 복소환기의 항에서 설명한 복소환식 화합물 중에서, 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하지 않는 복소환식 화합물을 들 수 있다. L<sup>H1</sup>에 있

어서의 2가의 복소환기는, 바람직하게는 단환식 또는 2 내지 7환식의 복소환식 화합물(바람직하게는 축합 복소환 골격 (b)를 포함하지 않는, 단환식 또는 2 내지 7환식의 복소환식 화합물)로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기이고, 보다 바람직하게는 단환식 또는 2 내지 5환식의 복소환식 화합물(바람직하게는 축합 복소환 골격 (b)를 포함하지 않는, 단환식 또는 2 내지 5환식의 복소환식 화합물)로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기이고, 더욱 바람직하게는 피리딘, 디아자벤젠, 트리아진, 아자나프탈렌, 디아자나프탈렌, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 카르바졸, 페녹사진, 페노티아진, 벤조카르바졸, 벤조나프토푸란, 벤조나프토티오펜, 디벤조카르바졸, 인돌로카르바졸 또는 인데노카르바졸로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기이고, 특히 바람직하게는 피리딘, 디아자벤젠, 트리아진, 아자나프탈렌, 디아자나프탈렌, 디벤조푸란, 디벤조티오펜, 카르바졸, 벤조카르바졸, 벤조나프토푸란 또는 벤조나프토티오펜으로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기이고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.

[0232] Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>에 있어서의 치환 아미노기에 있어서, 아미노기가 갖는 치환기로서는 아릴기 또는 1가의 복소환기가 바람직하고, 아릴기가 보다 바람직하고, 이들 기는 추가로 치환기를 갖고 있어도 된다. 아미노기가 갖는 치환기인 아릴기의 예 및 바람직한 범위는, Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>에 있어서의 아릴기의 예 및 바람직한 범위와 동일하다. 아미노기가 갖는 치환기인 1가의 복소환기의 예 및 바람직한 범위는, Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>에 있어서의 1가의 복소환기의 예 및 바람직한 범위와 동일하다.

[0233] 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup> 중 적어도 하나는 아릴기 또는 1가의 복소환기인 것이 바람직하고, Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>의 양쪽이 아릴기 또는 1가의 복소환기인 것이 보다 바람직하고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.

[0234] Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>에 있어서의 아릴기 및 1가의 복소환기로서는, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 벤젠, 나프탈렌, 플루오렌, 피리딘, 디아자벤젠, 트리아진, 아자나프탈렌, 디아자나프탈렌, 디벤조푸란, 디벤조티오펜 또는 카르바졸로부터, 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 1개를 제거한 기가 바람직하고, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 카르바졸릴기, 디벤조티에닐기 또는 디벤조푸릴기가 보다 바람직하고, 페닐기, 나프틸기 또는 카르바졸릴기가 더욱 바람직하고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.

[0235] 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, L<sup>H1</sup>의 적어도 하나는 아릴렌기 또는 2가의 복소환기인 것이 바람직하고, 모든 L<sup>H1</sup>이 아릴렌기 또는 2가의 복소환기인 것이 보다 바람직하고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.

[0236] L<sup>H1</sup>에 있어서의 아릴렌기 및 2가의 복소환기로서는, 본 실시 형태의 발광 소자의 외부 양자 효율이 보다 우수하므로, 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 플루오렌, 피렌, 벤조플루오란텐, 피리딘, 디아자벤젠, 트리아진, 아자나프탈렌, 디아자나프탈렌, 디벤조푸란, 디벤조티오펜 또는 카르바졸로부터 환을 구성하는 원자(바람직하게는 탄소 원자)에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기가 바람직하고, 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 디벤조푸란, 디벤조티오펜 또는 카르바졸로부터 환을 구성하는 원자(바람직하게는 탄소 원자)에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기가 바람직하고, 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 디벤조푸란 또는 디벤조티오펜으로부터 환을 구성하는 원자에 직접 결합하는 수소 원자 2개를 제거한 기가 더욱 바람직하고, 이들 기는 치환기를 갖고 있어도 된다.

[0237] Ar<sup>H1</sup>, Ar<sup>H2</sup> 및 L<sup>H1</sup>이 갖고 있어도 되는 치환기로서는, 바람직하게는 알킬기, 시클로알킬기, 알콕시기, 시클로알콕시기, 아릴기, 1가의 복소환기, 치환 아미노기, 시아노기 또는 할로젠 원자이며, 보다 바람직하게는 알킬기, 시클로알킬기, 아릴기, 1가의 복소환기 또는 치환 아미노기이고, 더욱 바람직하게는 알킬기, 아릴기 또는 1가의 복소환기이고, 이들 기는 추가로 치환기를 갖고 있어도 된다.

[0238] Ar<sup>H1</sup>, Ar<sup>H2</sup> 및 L<sup>H1</sup>이 갖고 있어도 되는 치환기에 있어서의 아릴기, 1가의 복소환기 및 치환 아미노기의 예 및 바람직한 범위는, 각각 Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>에 있어서의 아릴기, 1가의 복소환기 및 치환 아미노기의 예 및 바람직한 범위와 동일하다.

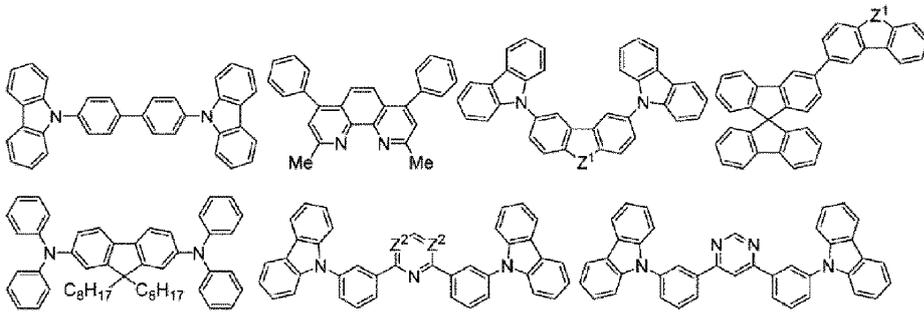
[0239] Ar<sup>H1</sup>, Ar<sup>H2</sup> 및 L<sup>H1</sup>이 갖고 있어도 되는 치환기가 추가로 갖고 있어도 되는 치환기로서는, 바람직하게는 알킬기, 시클로알킬기, 아릴기, 1가의 복소환기 또는 치환 아미노기이고, 보다 바람직하게는 알킬기 또는 시클로알킬기

이고, 이들 기는 추가로 치환기를 갖고 있어도 되지만, 추가로 치환기를 갖지 않는 것이 바람직하다.

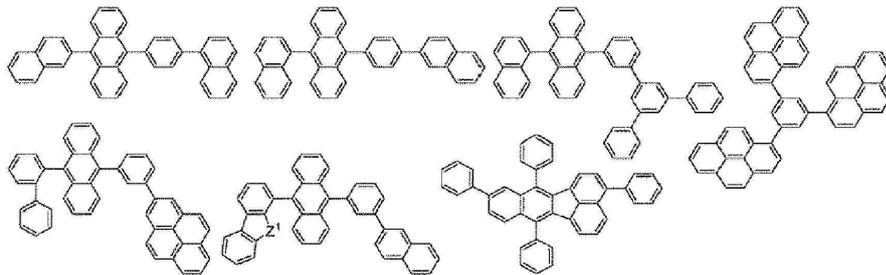
[0240] Ar<sup>H1</sup>, Ar<sup>H2</sup> 및 L<sup>H1</sup>이 갖고 있어도 되는 치환기가 추가로 갖고 있어도 되는 치환기에 있어서의 아틸기, 1가의 복소환기 및 치환 아미노기의 예 및 바람직한 범위는, 각각 Ar<sup>H1</sup> 및 Ar<sup>H2</sup>에 있어서의 아틸기, 1가의 복소환기 및 치환 아미노기의 예 및 바람직한 범위와 동일하다.

[0241] n<sup>H1</sup>은 통상 0 이상 10 이하의 정수이고, 바람직하게는 0 이상 7 이하의 정수이고, 보다 바람직하게는 1 이상 5 이하의 정수이고, 더욱 바람직하게는 1 이상 3 이하의 정수이고, 특히 바람직하게는 1이다.

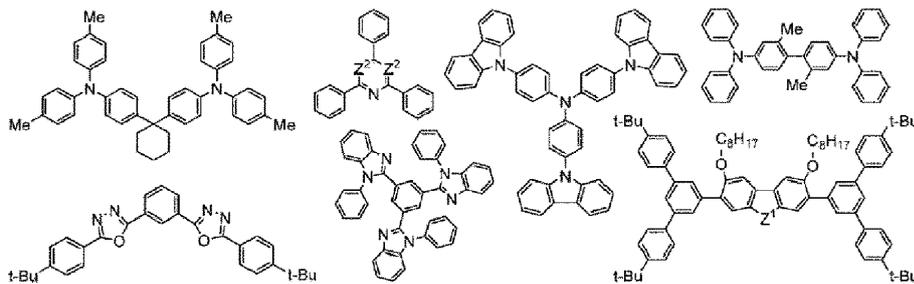
[0242] 식 (H-1)로 표시되는 화합물로서는, 예를 들어 하기 식으로 표시되는 화합물 및 후술하는 화합물 H2를 들 수 있다. 또한, 식 중, Z<sup>1</sup>은 산소 원자 또는 황 원자를 나타낸다. 식 중, Z<sup>2</sup>는 -CH=로 표현되는 기 또는 -N=으로 표현되는 기를 나타낸다.



[0243]



[0244]



[0245]

[0246] [기타 성분]

[0247] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물은, 화합물 (B)와, 전술한 호스트 재료, 정공 수송 재료, 정공 주입 재료, 전자 수송 재료, 전자 주입 재료, 발광 재료, 산화 방지제 및 용매로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종의 재료를 함유하는 조성물이어도 된다. 단, 정공 수송 재료, 정공 주입 재료, 전자 수송 재료, 전자 주입 재료 및 발광 재료는 화합물 (B)와는 다르다.

[0248] [잉크]

[0249] 화합물 (B)와 용매를 함유하는 조성물(이하, 「잉크」라고 한다.)은, 예를 들어 스핀 코트법, 캐스팅법, 마이크로 그라비아 코트법, 그라비아 코트법, 바 코트법, 롤 코트법, 와이어 바 코트법, 딥 코트법, 스프레이 코트법, 스크린 인쇄법, 플렉소 인쇄법, 오프셋 인쇄법, 잉크젯 인쇄법, 모세관 코트법, 노즐 코트법 등의 습식법을 사

용한 발광 소자의 제작에 적합하다. 잉크의 점도는 인쇄법의 종류에 따라 조정하면 되지만, 바람직하게는 25℃에 있어서 1mPa·s 내지 20mPa·s이다.

- [0250] 잉크에 포함되는 용매는 바람직하게는 잉크 중의 고형분을 용해 또는 균일하게 분산할 수 있는 용매이다. 용매로서는, 예를 들어 염소계 용매, 에테르계 용매, 방향족 탄화수소계 용매, 지방족 탄화수소계 용매, 케톤계 용매, 에스테르계 용매, 다가 알코올계 용매, 알코올계 용매, 술폰시드계 용매, 아미드계 용매를 들 수 있다.
- [0251] 잉크에 있어서 용매의 배합량은, 화합물 (B)의 합계를 100질량부로 한 경우, 통상 1000질량부 내지 10000000질량부이다.
- [0252] 용매는 1종 단독으로 사용해도 되고 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0253] · 정공 수송 재료
- [0254] 정공 수송 재료는 저분자 화합물과 고분자 화합물로 분류되며, 바람직하게는 가교기를 갖는 고분자 화합물이다.
- [0255] 고분자 화합물로서는, 예를 들어 폴리비닐카르바졸 및 그의 유도체; 측쇄 또는 주쇄에 방향족 아민 구조를 갖는 폴리아릴렌 및 그의 유도체를 들 수 있다. 고분자 화합물은 플러렌, 테트라플루오로테트라시아노퀴노디메탄, 테트라시아노에틸렌 및 트리니트로플루오레논 등의 전자 수용성 부위가 결합된 화합물이어도 된다.
- [0256] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 정공 수송 재료가 포함되는 경우, 정공 수송 재료의 배합량은 화합물 (B)의 합계를 100질량부로 한 경우, 통상 1질량부 내지 10000질량부이다.
- [0257] 정공 수송 재료는 1종 단독으로 사용해도 되고 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0258] · 전자 수송 재료
- [0259] 전자 수송 재료는 저분자 화합물과 고분자 화합물로 분류된다. 전자 수송 재료는 가교기를 갖고 있어도 된다.
- [0260] 저분자 화합물로서는, 예를 들어 8-히드록시퀴놀린을 배위자로 하는 금속 착체, 옥사디아졸, 안트라퀴노디메탄, 벤조퀴논, 나프토퀴논, 안트라퀴논, 테트라시아노안트라퀴노디메탄, 플루오레논, 디페닐디시아노에틸렌 및 디페노퀴논, 그리고 이들의 유도체를 들 수 있다.
- [0261] 고분자 화합물로서는, 예를 들어 폴리페닐렌, 폴리플루오렌 및 이들의 유도체를 들 수 있다. 고분자 화합물은 금속으로 도핑되어 있어도 된다.
- [0262] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 전자 수송 재료가 포함되는 경우, 전자 수송 재료의 배합량은 화합물 (B)의 합계를 100질량부로 한 경우, 통상 1질량부 내지 10000질량부이다.
- [0263] 전자 수송 재료는 1종 단독으로 사용해도 되고 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0264] · 정공 주입 재료 및 전자 주입 재료
- [0265] 정공 주입 재료 및 전자 주입 재료는 각각 저분자 화합물과 고분자 화합물로 분류된다. 정공 주입 재료 및 전자 주입 재료는 가교기를 갖고 있어도 된다.
- [0266] 저분자 화합물로서는, 예를 들어 구리 프탈로시아닌 등의 금속 프탈로시아닌; 카본; 몰리브덴, 텅스텐 등의 금속 산화물; 불화리튬, 불화나트륨, 불화세슘, 불화칼륨 등의 금속 불화물을 들 수 있다.
- [0267] 고분자 화합물로서는, 예를 들어 폴리아닐린, 폴리티오펜, 폴리피롤, 폴리페닐렌비닐렌, 폴리티에닐렌비닐렌, 폴리퀴놀린 및 폴리퀴녹살린, 그리고 이들의 유도체; 방향족 아민 구조를 주쇄 또는 측쇄에 포함하는 중합체 등의 도전성 고분자를 들 수 있다.
- [0268] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 정공 주입 재료 및/또는 전자 주입 재료가 포함되는 경우, 정공 주입 재료 및 전자 주입 재료의 배합량은 각각 화합물 (B)의 합계를 100질량부로 한 경우, 통상 1질량부 내지 10000질량부이다.
- [0269] 정공 주입 재료 및 전자 주입 재료는 각각 1종 단독으로 사용해도 되고 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0270] · 이온 도프
- [0271] 정공 주입 재료 또는 전자 주입 재료가 도전성 고분자를 포함하는 경우, 도전성 고분자의 전기 전도도는 바람직하게는  $1 \times 10^{-5} \text{ S/cm}$  내지  $1 \times 10^3 \text{ S/cm}$ 이다. 도전성 고분자의 전기 전도도를 이러한 범위로 하기 위해서, 도전성

고분자에 적량의 이온을 도프할 수 있다. 도프하는 이온의 종류는 정공 주입 재료이면 음이온, 전자 주입 재료이면 양이온이다. 음이온으로서는, 예를 들어 폴리스티렌술포산 이온, 알킬벤젠술포산 이온, 캄포술포산 이온을 들 수 있다. 양이온으로서는, 예를 들어 리튬 이온, 나트륨 이온, 칼륨 이온, 테트라부틸암모늄 이온을 들 수 있다.

- [0272] 도프하는 이온은 1종 단독으로 사용해도 되고 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0273] · 발광 재료
- [0274] 발광 재료는 저분자 화합물과 고분자 화합물로 분류된다. 발광 재료는 가교기를 갖고 있어도 된다.
- [0275] 저분자 화합물로서는, 예를 들어 나프탈렌 및 그의 유도체, 안트라센 및 그의 유도체, 페릴렌 및 그의 유도체, 그리고 이리듐, 백금 또는 유로퓸을 중심 금속으로 하는 삼중항 발광 착체를 들 수 있다.
- [0276] 고분자 화합물로서는, 예를 들어 페닐렌기, 나프탈렌디일기, 플루오렌디일기, 페난트렌디일기, 디히드로페난트렌디일기, 안트라센디일기 및 피렌디일기 등의 아릴렌기; 방향족 아민으로부터 2개의 수소 원자를 제거해서 이루어지는 기 등의 방향족 아민 잔기; 그리고 카르바졸디일기, 페녹사진디일기 및 페노티아진디일기 등의 2가의 복소환기를 포함하는 고분자 화합물을 들 수 있다.
- [0277] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 발광 재료가 포함되는 경우, 발광 재료의 함유량은 화합물 (B)의 합계를 100질량부로 한 경우, 통상 1질량부 내지 10000질량부이다.
- [0278] 발광 재료는 1종 단독으로 사용해도 되고 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0279] · 산화 방지제
- [0280] 산화 방지제는 화합물 (B)와 동일한 용매에 가용이며, 발광 및 전하 수송을 저해하지 않는 화합물이면 되고, 예를 들어 페놀계 산화 방지제, 인계 산화 방지제를 들 수 있다.
- [0281] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물에 있어서 산화 방지제가 포함되는 경우, 산화 방지제의 배합량은 화합물 (B)의 합계를 100질량부로 한 경우, 통상 0.00001질량부 내지 10질량부이다.
- [0282] 산화 방지제는 1종 단독으로 사용해도 되고 2종 이상을 병용해도 된다.
- [0283] <막>
- [0284] 본 실시 형태의 막은 상술한 발광 소자용 조성물을 함유한다. 본 실시 형태의 막은 발광 소자에 있어서의 발광 층으로서 적합하다. 본 실시 형태의 막은 예를 들어 잉크를 사용하여, 습식법에 의해 제작할 수 있다. 또한, 본 실시 형태의 막은, 예를 들어 진공 증착법 등의 건식법에 의해 제작할 수 있다. 본 실시 형태의 막을 건식법에 의해 제작하는 방법으로서, 예를 들어 상술한 발광 소자용 조성물을 증착하는 방법 및 2종 이상의 화합물 (B)를 각각 공증착하는 방법을 들 수 있다.
- [0285] 막의 두께는 통상 1nm 내지 10 $\mu$ m이다.
- [0286] <발광 소자>
- [0287] 본 실시 형태의 발광 소자는 상술한 발광 소자용 조성물을 함유한다.
- [0288] 본 실시 형태의 발광 소자는, 예를 들어 양극과, 음극과, 양극 및 음극 사이에 마련된 상술한 발광 소자용 조성물을 함유하는 유기층을 구비하는 것이어도 된다.
- [0289] [층 구성]
- [0290] 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물을 함유하는 층은, 통상 발광층, 정공 수송층, 정공 주입층, 전자 수송층 및 전자 주입층으로 이루어지는 군에서 선택되는 1종 이상의 층이며, 바람직하게는 발광층이다. 이들 층은 각각 발광 재료, 정공 수송 재료, 정공 주입 재료, 전자 수송 재료, 전자 주입 재료를 포함한다. 이들 층은 각각 발광 재료, 정공 수송 재료, 정공 주입 재료, 전자 수송 재료, 전자 주입 재료를 상술한 막의 제작과 마찬가지로의 방법을 사용해서 형성할 수 있다.
- [0291] 발광 소자는 양극과 음극 사이에 발광층을 갖는다. 본 실시 형태의 발광 소자는 정공 주입성 및 정공 수송성의 관점에서는, 양극과 발광층 사이에, 정공 주입층 및 정공 수송층 중 적어도 1층을 갖는 것이 바람직하고, 전자 주입성 및 전자 수송성의 관점에서는, 음극과 발광층 사이에, 전자 주입층 및 전자 수송층 중 적어도 1층을 갖

는 것이 바람직하다.

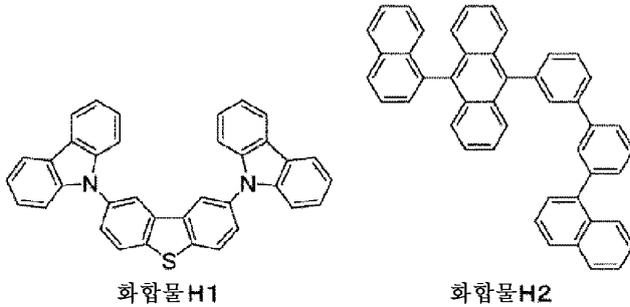
- [0292] 정공 수송층, 전자 수송층, 발광층, 정공 주입층 및 전자 주입층의 재료로서는, 본 실시 형태의 발광 소자용 조성물 외에, 각각 상술한 정공 수송 재료, 전자 수송 재료, 발광 재료, 정공 주입 재료 및 전자 주입 재료 등을 들 수 있다.
- [0293] 정공 수송층의 재료, 전자 수송층의 재료 및 발광층의 재료는 발광 소자의 제작에 있어서, 각각 정공 수송층, 전자 수송층 및 발광층에 인접하는 층의 형성 시에 사용되는 용매에 용해되는 경우, 해당 용매에 해당 재료가 용해되는 것을 회피하기 위해서, 해당 재료가 가교기를 갖는 것이 바람직하다. 가교기를 갖는 재료를 사용해서 각 층을 형성한 후, 해당 가교기를 가교시킴으로써, 해당 층을 불용화 시킬 수 있다.
- [0294] 본 실시 형태의 발광 소자에 있어서 발광층, 정공 수송층, 전자 수송층, 정공 주입층, 전자 주입층 등의 각 층의 형성 방법으로서, 저분자 화합물을 사용하는 경우, 예를 들어 분말로부터의 진공 증착법 등의 건식법, 용액 또는 용융 상태에서부터의 성막에 의한 방법 등의 습식법을 들 수 있고, 고분자 화합물을 사용하는 경우, 예를 들어 용액 또는 용융 상태에서부터의 성막에 의한 방법 등의 습식법을 들 수 있다. 적층하는 층의 순번, 수 및 두께는, 예를 들어 발광 효율, 구동 전압 및 휘도 수명을 감안해서 조정한다.
- [0295] [기관/전극]
- [0296] 발광 소자에 있어서의 기관은 전극을 형성할 수 있고, 또한 유기층을 형성할 때에 화학적으로 변화되지 않는 기관이면 되고, 예를 들어 유리, 플라스틱, 실리콘 등의 재료를 포함하는 기관이다. 불투명한 기관의 경우에는, 기관으로부터 가장 멀리 있는 전극이 투명 또는 반투명한 것이 바람직하다.
- [0297] 양극의 재료로서는, 예를 들어 도전성의 금속 산화물, 반투명의 금속을 들 수 있고, 바람직하게는 산화인듐, 산화아연, 산화주석; 인듐·주석·옥사이드(ITO), 인듐·아연·옥사이드 등의 도전성 화합물; 은과 팔라듐과 구리의 복합체(APC); NESA, 금, 백금, 은, 구리이다.
- [0298] 음극의 재료로서는, 예를 들어 리튬, 나트륨, 칼륨, 루비듐, 세슘, 베릴륨, 마그네슘, 칼슘, 스트론튬, 바륨, 알루미늄, 아연, 인듐 등의 금속; 그들 중 2종 이상의 합금; 그들 중 1종 이상과, 은, 구리, 망간, 티타늄, 코발트, 니켈, 텅스텐, 주석 중 1종 이상의 합금; 그리고 그래파이트 및 그래파이트 층간 화합물을 들 수 있다. 합금으로서, 예를 들어 마그네슘-은 합금, 마그네슘-인듐 합금, 마그네슘-알루미늄 합금, 인듐-은 합금, 리튬-알루미늄 합금, 리튬-마그네슘 합금, 리튬-인듐 합금, 칼슘-알루미늄 합금을 들 수 있다.
- [0299] 양극 및 음극은 각각 2층 이상의 적층 구조로 해도 된다.
- [0300] [용도]
- [0301] 본 실시 형태의 발광 소자는 액정 표시 장치의 백라이트용의 광원, 조명용의 광원, 유기 EL 조명, 컴퓨터, 텔레비전 및 휴대 단말기 등의 표시 장치(예를 들어, 유기 EL 디스플레이 및 유기 EL 텔레비전)로서 적합하게 사용할 수 있다.
- [0302] 이상, 본 발명의 적합한 실시 형태에 대해서 설명했지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니다.
- [0303] 예를 들어, 본 발명의 일 측면은 상술한 발광 소자용 조성물의 제조 방법에 관한 것이어도 된다.
- [0304] 일 양태에 있어서 발광 소자용 조성물의 제조 방법은, 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 촉합 복소환 골격 (b1)을 갖는 화합물 (B1)을 준비하는 준비 공정과, 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 촉합 복소환 골격 (b2)를 갖고, 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장이 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장보다 큰, 및/또는 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장이 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장보다 작은 화합물 (B2)를 선별하는 선별 공정과, 준비 공정에서 준비한 화합물 (B1) 및 선별 공정에서 선별한 화합물 (B2)를 혼합해서 발광 소자용 조성물을 얻는 제조 공정을 구비하는 제조 방법(이하, 「제조 방법 (1)」이라고도 한다.)이어도 된다.
- [0305] 제조 방법 (1)(바람직하게는 제조 방법 (1)에 있어서의 선별 공정)은, 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장(EB2), 및/또는 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장(AB2)을 구하는 공정을 더 포함하고 있어도 된다. 또한, 제조 방법 (1)(바람직하게는 제조 방법 (1)에 있어서의 선별 공정)은, 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장(EB1), 및/또는 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장(AB1)을 구하는 공정을 더 포함하고 있어도 된다.

- [0306] 제조 방법 (1)에 있어서의 선별 공정에서는,  $|EB2-AB1|$ 이 200nm 이하가 되도록 화합물 (B2)를 더 선별해도 된다.
- [0307] 제조 방법 (1)에 있어서의 선별 공정에서는,  $|EB1-AB2|$ 가 200nm 이하가 되도록 화합물 (B2)를 더 선별해도 된다.
- [0308] 제조 방법 (1)에 있어서, 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭은 50nm 이하인 것이 바람직하다. 즉, 제조 방법 (1)에 있어서의 준비 공정에서는, 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭이 50nm 이하인 화합물 (B1)을 준비하는 것이 바람직하다.
- [0309] 제조 방법 (1)에 있어서, 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭은 50nm 이하인 것이 바람직하다. 즉, 제조 방법 (1)에 있어서의 선별 공정에서는, 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭이 50nm 이하인 화합물 (B2)를 선별하는 것이 바람직하다.
- [0310] 제조 방법 (1)에 있어서, 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭은 50nm 이하인 것이 바람직하다. 즉, 제조 방법 (1)에 있어서의 준비 공정에서는, 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭이 50nm 이하인 화합물 (B1)을 준비하는 것이 바람직하다.
- [0311] 제조 방법 (1)에 있어서, 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭은 50nm 이하인 것이 바람직하다. 즉, 제조 방법 (1)에 있어서의 선별 공정에서는, 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭이 50nm 이하인 화합물 (B2)를 선별하는 것이 바람직하다.
- [0312] 다른 일 양태에 있어서 발광 소자용 조성물의 제조 방법은, 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격(b2)를 갖는 화합물 (B2)를 준비하는 준비 공정과, 붕소 원자 및 질소 원자를 환 내에 포함하는 축합 복소환 골격 (b1)을 갖고, 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장이 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장보다 작은, 및/또는 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장이 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장보다 큰 화합물 (B1)을 선별하는 선별 공정과, 준비 공정에서 준비한 화합물 (B2) 및 선별 공정에서 선별한 화합물 (B1)을 혼합해서 발광 소자용 조성물을 얻는 제조 공정을 구비하는 제조 방법(이하, 「제조 방법 (2)」라고도 한다.)이어도 된다.
- [0313] 제조 방법 (2)(바람직하게는 제조 방법 (2)에 있어서의 선별 공정)는, 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장(EB1), 및/또는 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장(AB1)을 구하는 공정을 포함하고 있어도 된다. 또한, 제조 방법 (2)(바람직하게는 제조 방법 (2)에 있어서의 선별 공정)는, 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장(EB2), 및/또는 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장(AB2)을 구하는 공정을 더 포함하고 있어도 된다.
- [0314] 제조 방법 (2)에 있어서의 선별 공정에서는,  $|EB2-AB1|$ 이 200nm 이하가 되도록 화합물 (B1)을 더 선별해도 된다.
- [0315] 제조 방법 (2)에 있어서의 선별 공정에서는,  $|EB1-AB2|$ 가 200nm 이하가 되도록 화합물 (B1)을 더 선별해도 된다.
- [0316] 제조 방법 (2)에 있어서, 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭은 50nm 이하인 것이 바람직하다. 즉, 제조 방법 (2)의 준비 공정에서는, 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭이 50nm 이하인 화합물 (B2)를 준비하는 것이 바람직하다.
- [0317] 제조 방법 (2)에 있어서, 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭은 50nm 이하인 것이 바람직하다. 즉, 제조 방법 (2)의 선별 공정에서는, 25℃에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭이 50nm 이하인 화합물 (B1)을 선별하는 것이 바람직하다.
- [0318] 제조 방법 (2)에 있어서, 화합물 (B2)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭은 50nm 이하인 것이 바람직하다. 즉, 제조 방법 (2)의 준비 공정에서는, 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭이 50nm 이하인 화합물 (B2)를 준비하는 것이 바람직하다.
- [0319] 제조 방법 (2)에 있어서, 화합물 (B1)의 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭은 50nm 이하인 것이 바람직하다. 즉, 제조 방법 (2)의 선별 공정에서는, 25℃에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭이 50nm 이하인 화합물 (B2)를 선별하는 것이 바람직하다.

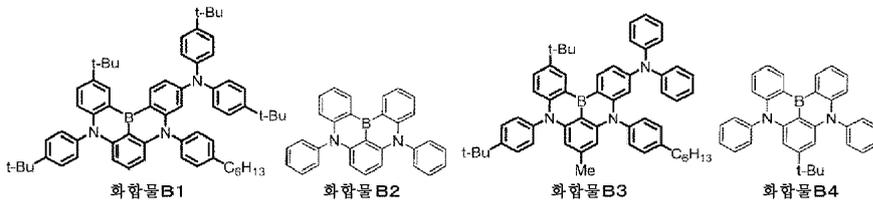
- [0320] 제조 방법 (1) 및 제조 방법 (2)에 있어서의 제조 공정에서, 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)를 혼합하는 방법은 특별히 한정되지 않는다. 혼합 방법으로서, 예를 들어 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)를 상술한 잉크의 항에서 설명한 용매에 용해시켜서 혼합하는 방법, 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)를 고체 상태로 혼합하는 방법, 및 화합물 (B1) 및 화합물 (B2)를 공중착에 의해 혼합하는 방법 등을 들 수 있다.
- [0321] 본 발명의 또 다른 일 측면은, 상술한 발광 소자의 제조 방법에 관한 것이어도 된다.
- [0322] 일 양태에 있어서, 발광 소자의 제조 방법은 양극과, 음극과, 양극 및 음극 사이에 마련된 유기층을 포함하는 발광 소자의 제조 방법이어도 되고, 이 제조 방법은 상술한 제조 방법(예를 들어, 제조 방법 (1) 또는 제조 방법 (2))에 의해 발광 소자용 조성물을 제조하는 공정과, 해당 공정에서 제조된 발광 소자용 조성물을 사용하여 유기층을 형성하는 공정을 구비한다.
- [0323] 이 양태에 있어서 유기층의 형성 방법으로서, 예를 들어 상술한 막의 제작과 동일한 방법을 사용해서 형성할 수 있다. 또한, 본 양태의 발광 소자의 제조 방법에서는, 상술한 <발광 소자>의 항에서 설명한 제조 방법을 사용해도 된다. 또한, 본 양태의 발광 소자의 제조 방법에 의해 얻어지는 발광 소자로서는, 예를 들어 상술한 <발광 소자>의 항에서 설명한 발광 소자를 들 수 있다.
- [0324] **실시예**
- [0325] 이하, 실시예에 의해 본 발명을 더욱 상세하게 설명하지만, 본 발명은 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0326] 화합물의  $\Delta E_{ST}$ 의 값의 산출은 B3LYP 레벨의 밀도 범함수법에 의해 화합물의 기저 상태를 구조 최적화하고, 그 때 기저 함수로서는 6-31G\*를 사용했다. 그리고 양자화학 계산 프로그램으로서 Gaussian09를 사용하여, B3LYP 레벨의 시간 의존 밀도 범함수법에 의해 화합물의  $\Delta E_{ST}$ 를 산출했다.
- [0327] 실시예에 있어서, 화합물의 실온에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장은 분광 광도계(니혼분코 가부시키 가이사제, FP-6500)에 의해 실온에서 측정했다. 화합물을 크실렌에 약  $8 \times 10^{-4}$ 질량%의 농도로 용해시킨 크실렌 용액을 시료로 해서 사용했다. 여기광으로서의 파장 325nm의 자외(UV)광을 사용했다.
- [0328] 실시예에 있어서, 화합물의 실온에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장은 자외 가시 분광 광도계(베리안사 제조, Cary 5E)에 의해 실온에서 측정했다. 화합물을 크실렌에 약  $8 \times 10^{-4}$ 질량%의 농도로 용해시킨 크실렌 용액을 시료로 해서 사용했다.
- [0329] <화합물 H1, H2 및 B1 내지 B4의 입수 및 합성>
- [0330] 화합물 H1은 Luminescence Technology사제를 사용했다. 화합물 H1의 실온에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장(EH)은 373nm였다.
- [0331] 화합물 H2는 국제공개 제2011/098030호에 기재된 방법에 준해서 합성했다. 화합물 H2의 실온에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장(EH)은 430nm였다.
- [0332] 화합물 B1은 국제공개 제2015/102118호에 기재된 방법에 준해서 합성했다. 화합물 B1의 실온에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장(EB)은 453nm였다. 화합물 B1의 실온에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭은 22nm였다. 화합물 B1의 실온에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장(AB)은 441nm였다. 화합물 B1의 실온에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭은 22nm였다. 화합물 B1의  $\Delta E_{ST}$ 는 0.457eV였다.
- [0333] 화합물 B2는 Luminescence Technology사제를 사용했다. 화합물 B2의 실온에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장(EB)은 452nm였다. 화합물 B2의 실온에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭은 22nm였다. 화합물 B2의 실온에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장(AB)은 439nm였다. 화합물 B2의 실온에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭은 26nm였다. 화합물 B2의  $\Delta E_{ST}$ 는 0.494eV였다.
- [0334] 화합물 B3는 국제공개 제2015/102118호에 기재된 방법에 준해서 합성했다. 화합물 B3의 실온에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장(EB)은 452nm였다. 화합물 B3의 실온에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭은 22nm였다. 화합물 B3의 실온에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장(AB)은 438nm였다. 화합물 B3의 실온에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭은 22nm였다. 화합물 B3의  $\Delta$

$E_{ST}$ 는 0.447eV였다.

[0335] 화합물 B4는 국제공개 제2015/102118호에 기재된 방법에 준해서 합성했다. 화합물 B4의 실온에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크 파장(EB)은 453nm였다. 화합물 B4의 실온에 있어서의 발광 스펙트럼의 최대 피크의 반값폭은 21nm였다. 화합물 B4의 실온에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크 파장(AB)은 439nm였다. 화합물 B4의 실온에 있어서의 흡수 스펙트럼의 가장 저에너지측의 피크의 반값폭은 28nm였다. 화합물 B4의  $\Delta E_{ST}$ 는 0.479eV였다.



[0336]



[0337]

[0338] <실시예 D1> 발광 소자 D1의 제작과 평가

[0339] (양극 및 정공 주입층의 형성)

[0340] 유리 기판에 스퍼터법에 의해 45nm의 두께로 ITO막을 붙이는 것에 의해 양극을 형성했다. 해당 양극 상에, 정공 주입 재료인 ND-3202(닛산 가가쿠 고교제)를 스핀 코트법에 의해 35nm의 두께로 성막했다. 정공 주입층을 적층한 기판을 대기 분위기 하에서, 핫 플레이트 상에서 50℃, 3분간 가열하고, 추가로 230℃, 15분간 가열함으로써 정공 주입층을 형성했다.

[0341] (정공 수송층의 형성)

[0342] 크실렌에 고분자 화합물 HTL-1을 0.7질량%의 농도로 용해시켰다. 얻어진 크실렌 용액을 사용하여, 정공 주입층 상에 스핀 코트법에 의해 20nm의 두께로 성막하고, 질소 가스 분위기 하에서, 핫 플레이트 상에서 180℃, 60분간 가열시킴으로써 정공 수송층을 형성했다. 또한, 고분자 화합물 HTL-1은 국제공보 제2014/102543호의 폴리머 실시예 1의 고분자 화합물이다.

[0343] (발광층의 형성)

[0344] 톨루엔에, 화합물 H1, 화합물 B3 및 화합물 B2(화합물 H1/화합물 B3/화합물 B2=99질량%/0.5질량%/0.5질량%)를 2질량%의 농도로 용해시켰다. 얻어진 톨루엔 용액을 사용하여, 정공 수송층 상에 스핀 코트법에 의해 60nm의 두께로 성막하고, 질소 가스 분위기 하에서, 130℃, 10분간 가열시킴으로써 발광층을 형성했다.

[0345] (음극의 형성)

[0346] 발광층을 형성한 기판을 증착기 내에 있어서  $1.0 \times 10^{-4}$  Pa 이하로까지 감압한 후, 음극으로서, 발광층 상에 불화나트륨을 약 4nm, 이어서 불화나트륨층 상에 알루미늄을 약 80nm 증착했다. 증착 후, 음극을 형성한 기판을 유리 기판으로 밀봉함으로써, 발광 소자 D1을 제작했다.

[0347] (발광 소자의 평가)

[0348] 발광 소자 D1에 전압을 인가함으로써 EL 발광이 관측되었다. 0.1mA/cm<sup>2</sup>에 있어서의 외부 양자 효율[%]을 측정했다.

[0349] <실시에 D2 내지 D4 및 비교예 CD1 내지 CD2> 발광 소자 D2 내지 D4 및 CD1 내지 CD2의 제작과 평가

[0350] 실시예 D1의 (발광층의 형성)에 있어서의 「화합물 H1, 화합물 B3 및 화합물 B2(화합물 H1/화합물 B3/화합물 B2=99질량%/0.5질량%/0.5질량%)」 대신에 표 1에 기재된 재료 및 조성비(질량%)를 사용한 것 이외에는, 실시예 D1과 마찬가지로 하여 발광 소자 D2 내지 D4 및 CD1 내지 CD2를 제작했다.

[0351] 발광 소자 D2 내지 D4 및 CD1 내지 CD2에 전압을 인가함으로써 EL 발광이 관측되었다. 0.1mA/cm<sup>2</sup>에 있어서의 외부 양자 효율[%]을 측정했다.

[0352] 실시예 D1 내지 D4 및 비교예 CD1 내지 CD2의 결과를 표 1에 나타낸다. 발광 소자 CD1의 외부 양자 효율을 1.0으로 했을 때의 발광 소자 D1 내지 D4 및 CD2의 외부 양자 효율의 상대값을 나타낸다.

표 1

	발광 소자	발광층							외부 양자 효율 (상댓값)
		재료	조성비 (질량%)	EH (nm)	EB1 (nm)	AB1 (nm)	EB2 (nm)	AB2 (nm)	
실시예 D1	D1	H1/B3/B2	99/0.5/0.5	373	452	438	452	439	1.9
실시예 D2	D2	H1/B3/B1	99/0.5/0.5	373	452	438	453	441	1.8
실시예 D3	D3	H1/B2/B1	99/0.5/0.5	373	452	439	453	441	1.9
실시예 D4	D4	H1/B2/B5	99/0.5/0.5	373	452	439	453	439	1.4
비교예 CD1	CD1	H1/B1	99/1	373	453	441	-	-	1.0
비교예 CD2	CD2	H1/B2	99/1	373	452	439	-	-	1.0

[0353]

[0354] <실시에 D5 내지 D8 및 비교예 CD3> 발광 소자 D5 내지 D8 및 CD3의 제작과 평가

[0355] 실시예 D1의 (발광층의 형성)에 있어서의 「화합물 H1, 화합물 B3 및 화합물 B2(화합물 H1/화합물 B3/화합물 B2=99질량%/0.5질량%/0.5질량%)」 대신에 표 2에 기재된 재료 및 조성비(질량%)를 사용한 것 이외에는, 실시예 D1과 마찬가지로 하여 발광 소자 D5 내지 D8 및 CD3을 제작했다.

[0356] 발광 소자 D5 내지 D8 및 CD3에 전압을 인가함으로써 EL 발광이 관측되었다. 0.1mA/cm<sup>2</sup>에 있어서의 외부 양자 효율[%]을 측정했다.

[0357] 실시예 D5 내지 D8 및 비교예 CD3의 결과를 표 2에 나타낸다. 발광 소자 CD3의 외부 양자 효율을 1.0으로 했을 때의 발광 소자 D5 내지 D8의 외부 양자 효율의 상대값을 나타낸다.

표 2

	발광 소자	발광층							외부 양자 효율 (상댓값)
		재료	조성비 (질량%)	EH (nm)	EB1 (nm)	AB1 (nm)	EB2 (nm)	AB2 (nm)	
실시예 D5	D5	H2/B3/B2	99/0.5/0.5	430	452	438	452	439	4.4
실시예 D6	D6	H2/B3/B1	99/0.5/0.5	430	452	438	453	441	4.3
실시예 D7	D7	H2/B2/B1	99/0.5/0.5	430	452	439	453	441	4.2
실시예 D8	D8	H2/B2/B4	99/0.5/0.5	430	452	439	453	439	2.7
비교예 CD3	CD3	H2/B2	99/1	430	452	439	-	-	1.0

[0358]

**산업상 이용가능성**

[0359] 본 발명의 조성물은 외부 양자 효율이 우수한 발광 소자의 제조에 유용하다.