

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7058792号
(P7058792)

(45)発行日 令和4年4月22日(2022.4.22)

(24)登録日 令和4年4月14日(2022.4.14)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L	51/50 (2006.01)	H 0 5 B	33/14	B
H 0 5 B	33/12 (2006.01)	H 0 5 B	33/22	D
C 0 9 K	11/06 (2006.01)	H 0 5 B	33/12	C
C 0 8 G	61/12 (2006.01)	C 0 9 K	11/06	6 6 0
		C 0 9 K	11/06	6 9 0

請求項の数 25 (全88頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2021-141126(P2021-141126)	(73)特許権者	000002093 住友化学株式会社 東京都中央区日本橋二丁目7番1号
(22)出願日	令和3年8月31日(2021.8.31)	(74)代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(65)公開番号	特開2022-53497(P2022-53497A)	(74)代理人	100128381 弁理士 清水 義憲
(43)公開日	令和4年4月5日(2022.4.5)	(74)代理人	100124062 弁理士 三上 敬史
審査請求日	令和3年8月31日(2021.8.31)	(72)発明者	佐々田 敏明 茨城県つくば市北原6番 住友化学株式 会社内
(31)優先権主張番号	特願2020-160083(P2020-160083)	(72)発明者	麻野 敦資 茨城県つくば市北原6番 住友化学株式 会社内
(32)優先日	令和2年9月24日(2020.9.24)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光素子及び組成物

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

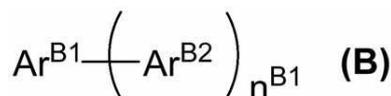
陽極と、陰極と、前記陽極及び前記陰極の間に設けられた第1の層及び第2の層とを有する発光素子であり、

前記第1の層が、式(B)で表される化合物から選ばれる少なくとも1種の化合物(B-1)を含有する層であり、

前記第2の層が、式(B)で表される化合物から選ばれる少なくとも1種の化合物(B-2)と、架橋基を有する化合物の架橋体とを含有する層であり、

前記化合物(B-1)及び前記化合物(B-2)のうち、少なくとも1種が、式(B)中の n_{B1} が1以上の化合物である、発光素子。

【化1】



[式中、

 n_{B1} は、0以上の整数を表す。

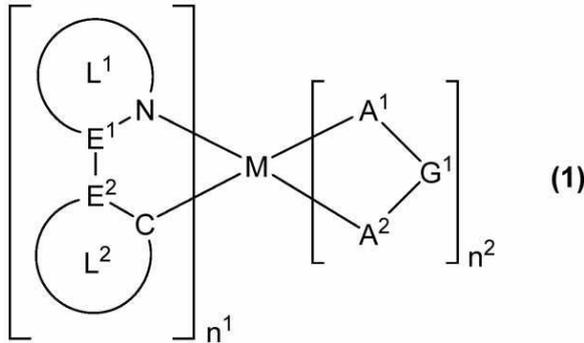
Ar^{B1} は、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 n_{B1} 個を除いた基、複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子 n_{B1} 個を除いた基、又は、式(1)で表される金属錯体から水素原子 n_{B1} 個を除いた基を表し、こ

これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

Ar^{B2} は、式 (D-A) で表される基又は式 (D-B) で表される基を表す。 Ar^{B2} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

但し、 Ar^{B1} が、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 n^{B1} 個を除いた基、又は、複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子 n^{B1} 個を除いた基である場合、式 (B) で表される化合物は、典型元素から構成され、前記 n^{B1} が 1 以上の整数の化合物である。]

【化 2】



[式中、

M は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n^1 は 1 以上の整数を表し、 n^2 は 0 以上の整数を表す。但し、M がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^1 + n^2$ は 3 であり、M がパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^1 + n^2$ は 2 である。

E^1 及び E^2 は、それぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。 E^1 及び E^2 が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

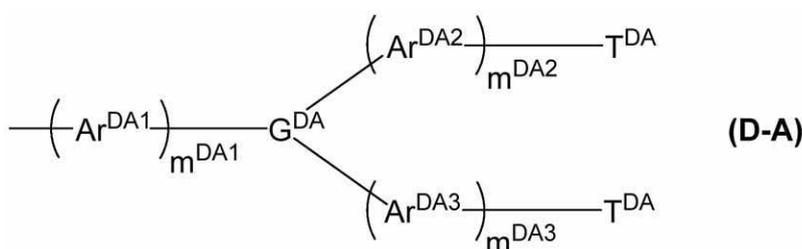
環 L^1 は、芳香族複素環を表し、該環は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^1 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^2 は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^2 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^1 が有していてもよい置換基と、環 L^2 が有していてもよい置換基とは、同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

$A^1 - G^1 - A^2$ は、アニオン性の 2 座配位子を表す。 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 G^1 は、単結合、又は、 A^1 及び A^2 とともに 2 座配位子を構成する原子団を表す。 $A^1 - G^1 - A^2$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【化 3】



10

20

30

40

50

[式中、

m^{DA1} は、1以上の整数を表す。

m^{DA2} 及び m^{DA3} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

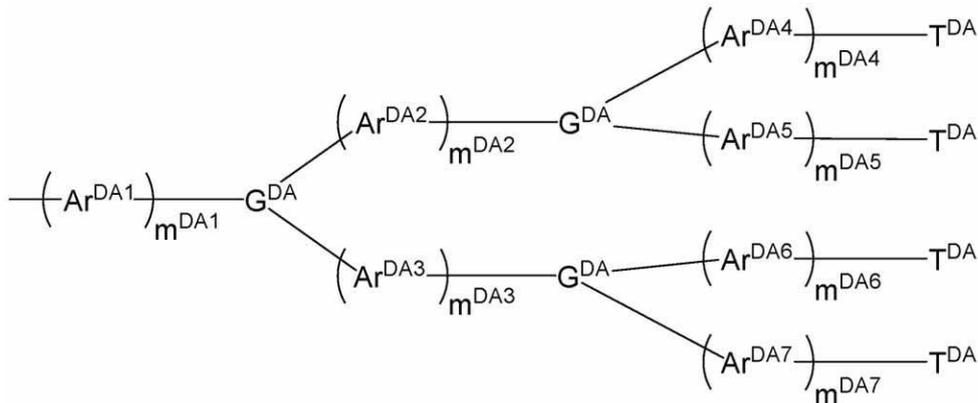
G^{DA} は、窒素原子、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 及び Ar^{DA3} は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 及び Ar^{DA3} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なっていてもよい。

10

T^{DA} は、アリーレン基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数ある T^{DA} は、同一でも異なっていてもよい。]

【化4】



20

(D-B)

[式中、

m^{DA1} は、1以上の整数を表す。

m^{DA2} 、 m^{DA3} 、 m^{DA4} 、 m^{DA5} 、 m^{DA6} 及び m^{DA7} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

G^{DA} は、窒素原子、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数ある G^{DA} は、同一でも異なっていてもよい。

Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 、 Ar^{DA3} 、 Ar^{DA4} 、 Ar^{DA5} 、 Ar^{DA6} 及び Ar^{DA7} は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 、 Ar^{DA3} 、 Ar^{DA4} 、 Ar^{DA5} 、 Ar^{DA6} 及び Ar^{DA7} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なっていてもよい。

30

40

T^{DA} は、アリーレン基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数ある T^{DA} は、同一でも異なっていてもよい。]

【請求項2】

前記 G^{DA} が、芳香族炭化水素基又は複素環基であり、これらの基は置換基を有していてもよい、請求項1に記載の発光素子。

【請求項3】

50

前記 G D A が、単環式、2環式若しくは3環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子3個を除いた基、又は、単環式、2環式若しくは3環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子3個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい、請求項2に記載の発光素子。

【請求項4】

前記 G D A が、ベンゼン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン又はカルバゾールから、環を構成する原子に直接結合する水素原子3個を除いた基であり、該基は置換基を有していてもよい、請求項3に記載の発光素子。

【請求項5】

前記 A r D A 1 が、単環式、2環式若しくは3環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子2個を除いた基、又は、単環式、2環式若しくは3環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい、請求項1～4のいずれか一項に記載の発光素子。

10

【請求項6】

前記 A r D A 1 が、アリーレン基であり、該基は置換基を有していてもよい、請求項1～4のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項7】

前記 A r D A 1 が、置換基を有していてもよいフェニレン基である、請求項6に記載の発光素子。

20

【請求項8】

前記 A r B 1 が、単環式若しくは2環式～5環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 $n B 1$ 個を除いた基、又は、単環式若しくは2環式～5環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 $n B 1$ 個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい、請求項1～7のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項9】

前記 A r B 1 が、単環式若しくは2環式～5環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 $n B 1$ 個を除いた基であり、該基は置換基を有していてもよい、請求項8に記載の発光素子。

30

【請求項10】

前記 A r B 1 が、前記式(1)で表される金属錯体から水素原子 $n B 1$ 個を除いた基であり、該基は置換基を有していてもよい、請求項1～7のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項11】

前記環 L 1 が、5員環を含む芳香族複素環又は6員環を含む芳香族複素環であり、該環は置換基を有していてもよく、且つ、環 L 2 が、5員環若しくは6員環を含む芳香族炭化水素環、又は、5員環若しくは6員環を含む芳香族複素環であり、これらの環は置換基を有していてもよい、請求項10に記載の発光素子。

【請求項12】

前記環 L 1 が、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、ジアゾール環又はトリアゾール環であり、これらの環は置換基を有していてもよく、且つ、前記環 L 2 が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい、請求項10又は11に記載の発光素子。

40

【請求項13】

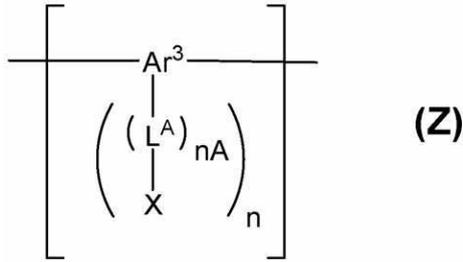
前記架橋基を有する化合物が、架橋基を有する構成単位を含む高分子化合物である、請求項1～12のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項14】

前記架橋基を有する構成単位が、式(Z)で表される構成単位又は式(Z')で表される構成単位である、請求項13に記載の発光素子。

50

【化5】



[式中、

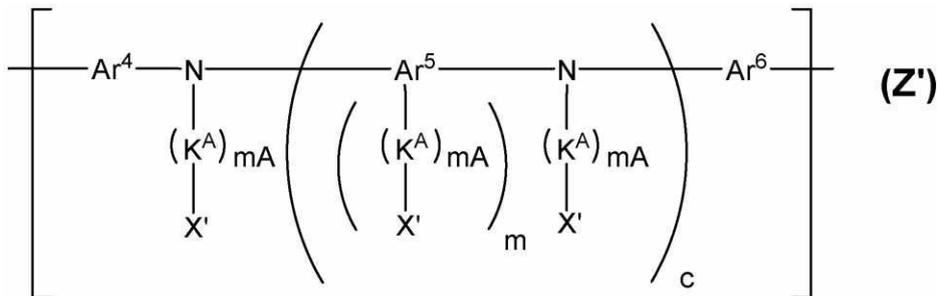
n は 1 以上の整数を表す。

n A は 0 以上の整数を表す。n A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Ar³ は、炭化水素基、複素環基、又は、少なくとも 1 種の炭化水素基と少なくとも 1 種の複素環基とが直接結合した基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。L^A は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2 価の複素環基、- N (R ') - で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。R ' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は 1 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。L^A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

X は架橋基を表す。X が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【化6】



[式中、

m A、m 及び c は、それぞれ独立に、0 以上の整数を表す。m A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。m が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Ar⁵ は、炭化水素基、複素環基、又は、少なくとも 1 種の炭化水素基と少なくとも 1 種の複素環基とが直接結合した基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。Ar⁵ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。Ar⁴ 及び Ar⁶ は、それぞれ独立に、アリーレン基又は 2 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。K^A は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2 価の複素環基、- N (R ')

10

20

30

40

50

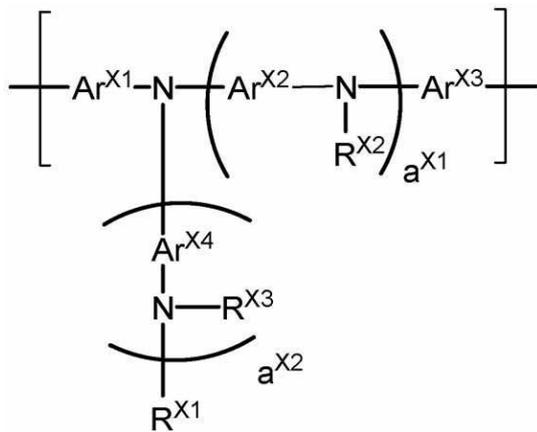
') - で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。R ' ' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。K A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

X ' は、水素原子、架橋基、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。X ' が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。但し、少なくとも1つのX ' は架橋基である。]

【請求項15】

前記高分子化合物が、式(X)で表される構成単位及び式(Y)で表される構成単位からなる群より選ばれる少なくとも1種の構成単位を更に含む、請求項13又は14に記載の発光素子。

【化7】



[式中、

a X 1 及び a X 2 は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

A r X 1 及び A r X 3 は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

A r X 2 及び A r X 4 は、それぞれ独立に、アリーレン基、2価の複素環基、又は、少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。A r X 2 が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。A r X 4 が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

R X 1、R X 2 及び R X 3 は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。R X 2 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。R X 3 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

10

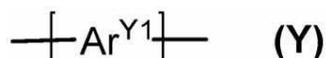
20

30

40

50

【化 8】



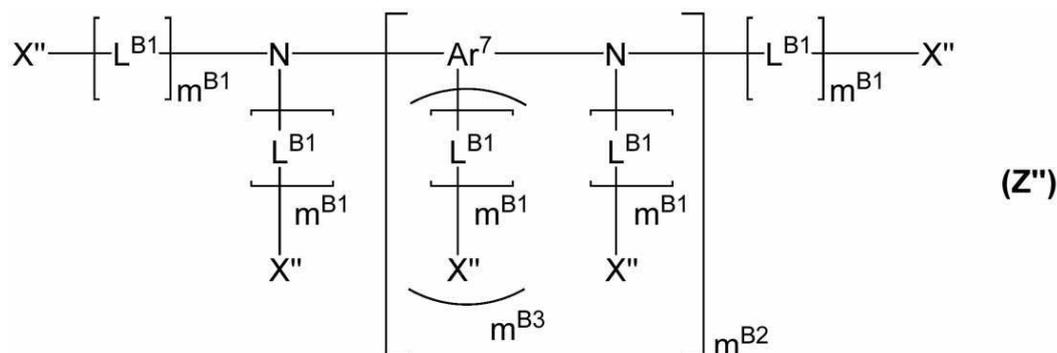
[式中、 $\text{Ar}^{\text{Y}1}$ は、アリーレン基、2 価の複素環基、又は、少なくとも 1 種のアリーレン基と少なくとも 1 種の 2 価の複素環基とが直接結合した 2 価の基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。]

【請求項 16】

前記架橋基を有する化合物が、式 (Z'') で表される化合物である、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の発光素子。

10

【化 9】



20

[式中、

$m^{\text{B}1}$ 、 $m^{\text{B}2}$ 及び $m^{\text{B}3}$ は、それぞれ独立に、0 以上の整数を表す。複数存在する $m^{\text{B}1}$ は、それらは同一でも異なってもよい。 $m^{\text{B}3}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Ar^7 は、炭化水素基、複素環基、又は、少なくとも 1 種の炭化水素基と少なくとも 1 種の複素環基とが直接結合した基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 Ar^7 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

30

$\text{L}^{\text{B}1}$ は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2 価の複素環基、 $-\text{N}(\text{R}''')$ で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 R''' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリアル基又は 1 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 $\text{L}^{\text{B}1}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。 X'' は、架橋基、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリアル基又は 1 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数存在する X'' は、同一でも異なってもよい。但し、複数存在する X'' のうち、少なくとも 1 つは、架橋基である。]

40

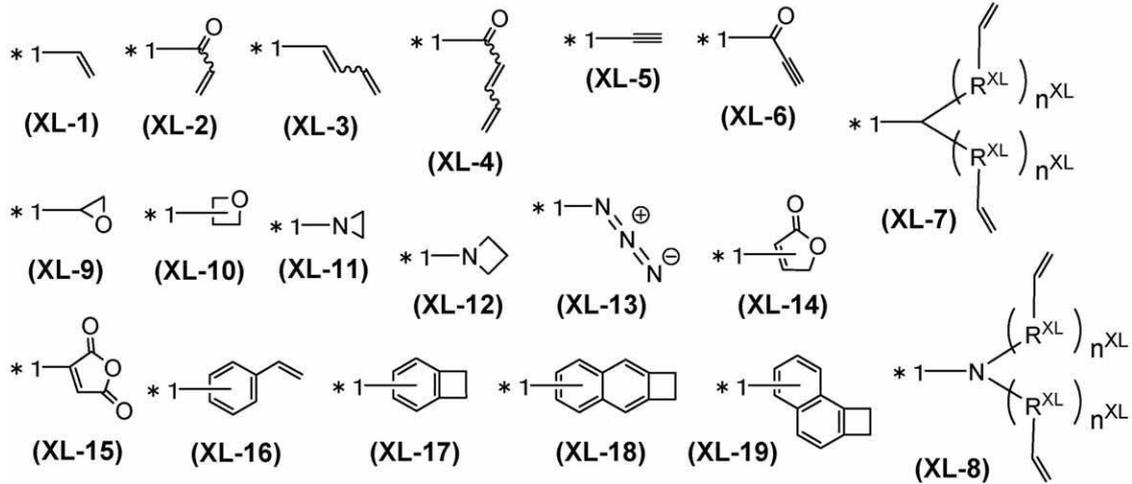
【請求項 17】

前記架橋基が、架橋基 A 群から選ばれる少なくとも 1 種の架橋基である、請求項 1 ~ 16 のいずれか一項に記載の発光素子。

(架橋基 A 群)

50

【化 1 0】



10

[式中、 R^{XL} は、メチレン基、酸素原子又は硫黄原子を表し、 n^{XL} は、0 ~ 5 の整数を表す。 R^{XL} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。 n^{XL} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。* 1 は結合位置を表す。これらの架橋基は置換基を有していてもよく、該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。]

20

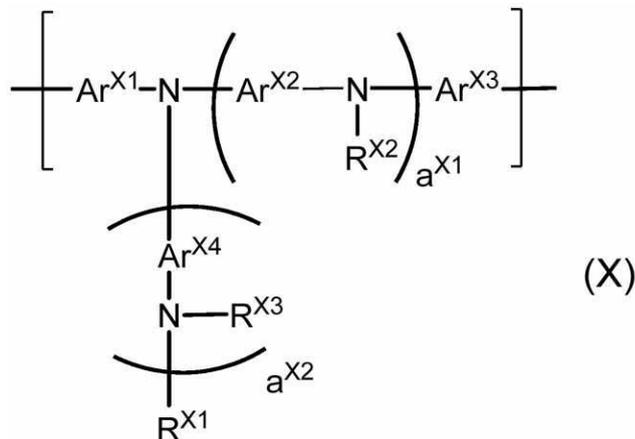
【請求項 1 8】

前記第 1 の層が、2 種以上の前記化合物 (B - 1) を含有する、請求項 1 ~ 1 7 のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項 1 9】

前記第 1 の層が、式 (X) で表される構成単位及び式 (Y) で表される構成単位からなる群より選択される少なくとも 1 種の構成単位を含む高分子化合物を更に含有する、請求項 1 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の発光素子。

【化 1 1】



30

[式中、

a^{X1} 及び a^{X2} は、それぞれ独立に、0 以上の整数を表す。

Ar^{X1} 及び Ar^{X3} は、それぞれ独立に、アリーレン基又は 2 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

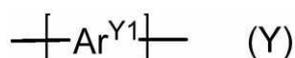
Ar^{X2} 及び Ar^{X4} は、それぞれ独立に、アリーレン基、2 価の複素環基、又は、少なくとも 1 種のアリーレン基と少なくとも 1 種の 2 価の複素環基とが直接結合した 2 価の基

50

を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。Ar^{X2}が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。Ar^{X4}が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

R^{X1}、R^{X2}及びR^{X3}は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。R^{X2}が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。R^{X3}が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【化12】



[式中、Ar^{Y1}は、アリーレン基、2価の複素環基、又は、少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。]

【請求項20】

前記化合物(B-1)の少なくとも1種と前記化合物(B-2)の少なくとも1種とが同一である、請求項1~19のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項21】

前記化合物(B-1)の少なくとも1種が、前記nB1が1以上の化合物である、請求項1~20のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項22】

前記第1の層が、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤からなる群より選ばれる少なくとも1種を更に含有する、請求項1~21のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項23】

前記第1の層と前記第2の層とが隣接している、請求項1~22のいずれか一項に記載の発光素子。

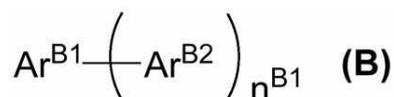
【請求項24】

前記陽極と前記第1の層との間に、前記第2の層が設けられている、請求項1~23のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項25】

式(B)で表される化合物から選ばれる少なくとも1種の化合物(B-2)と、架橋基を有する化合物の架橋体とを含有する、組成物。

【化13】



[式中、

nB1は、1以上の整数を表す。

Ar^{B1}は、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子nB1個を除いた基、複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子nB1個を除いた基、又は、式(1)で表される金属錯体から水素原子nB1個を除いた基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成してい

10

20

30

40

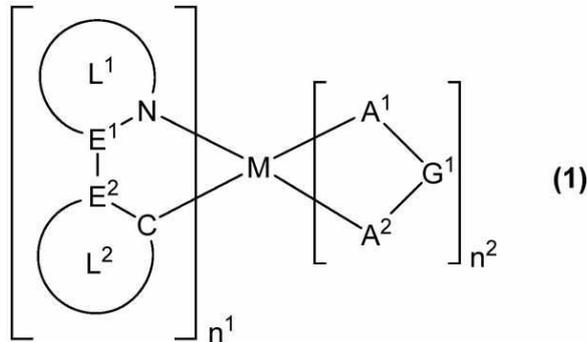
50

てもよい。

Ar^{B2} は、式 (D - A) で表される基又は式 (D - B) で表される基を表す。 Ar^{B2} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

但し、 Ar^{B1} が、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 n^{B1} 個を除いた基、又は、複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子 n^{B1} 個を除いた基である場合、式 (B) で表される化合物は、典型元素から構成される化合物である。]

【化 1 4】



10

[式中、

M は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n^1 は 1 以上の整数を表し、 n^2 は 0 以上の整数を表す。但し、M がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^1 + n^2$ は 3 であり、M がパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^1 + n^2$ は 2 である。

E^1 及び E^2 は、それぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。 E^1 及び E^2 が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

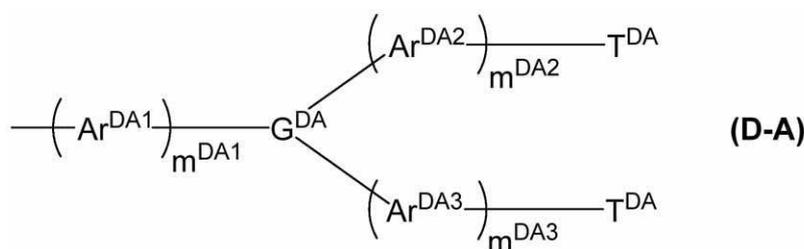
環 L^1 は、芳香族複素環を表し、該環は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^1 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^2 は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^2 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^1 が有していてもよい置換基と、環 L^2 が有していてもよい置換基とは、同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

$A^1 - G^1 - A^2$ は、アニオン性の 2 座配位子を表す。 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 G^1 は、単結合、又は、 A^1 及び A^2 とともに 2 座配位子を構成する原子団を表す。 $A^1 - G^1 - A^2$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【化 1 5】



[式中、

50

m^{DA1} は、1以上の整数を表す。

m^{DA2} 及び m^{DA3} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

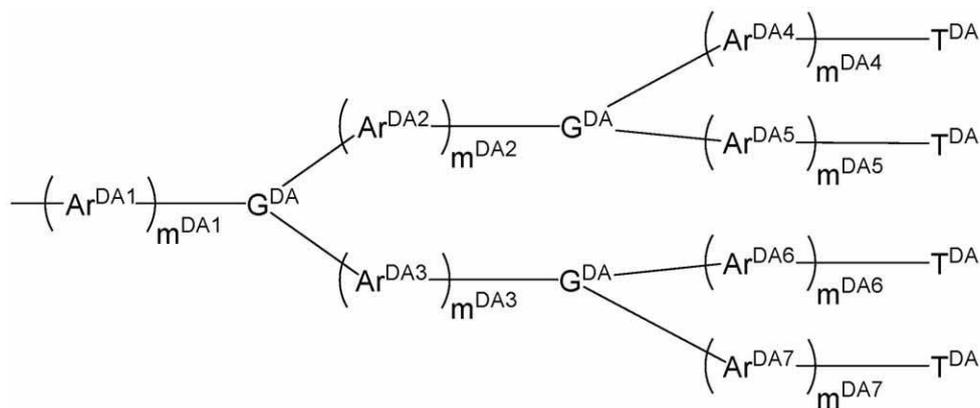
G^{DA} は、窒素原子、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 及び Ar^{DA3} は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 及び Ar^{DA3} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なっていてもよい。

10

T^{DA} は、アリーレン基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数ある T^{DA} は、同一でも異なっていてもよい。]

【化16】



20

[式中、

m^{DA1} は、1以上の整数を表す。

m^{DA2} 、 m^{DA3} 、 m^{DA4} 、 m^{DA5} 、 m^{DA6} 及び m^{DA7} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

30

G^{DA} は、窒素原子、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数ある G^{DA} は、同一でも異なっていてもよい。

Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 、 Ar^{DA3} 、 Ar^{DA4} 、 Ar^{DA5} 、 Ar^{DA6} 及び Ar^{DA7} は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 、 Ar^{DA3} 、 Ar^{DA4} 、 Ar^{DA5} 、 Ar^{DA6} 及び Ar^{DA7} が

40

複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なっていてもよい。 T^{DA} は、アリーレン基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数ある T^{DA} は、同一でも異なっていてもよい。]

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子及び組成物に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

有機エレクトロルミネッセンス素子等の発光素子は、ディスプレイ及び照明の用途に好適に使用することが可能である。

例えば、特許文献 1 には、架橋材料の架橋体のみからなる正孔輸送層と、化合物 B - H 1 及び金属錯体 B - G 1 を含有する発光層とを有する発光素子が記載されている。

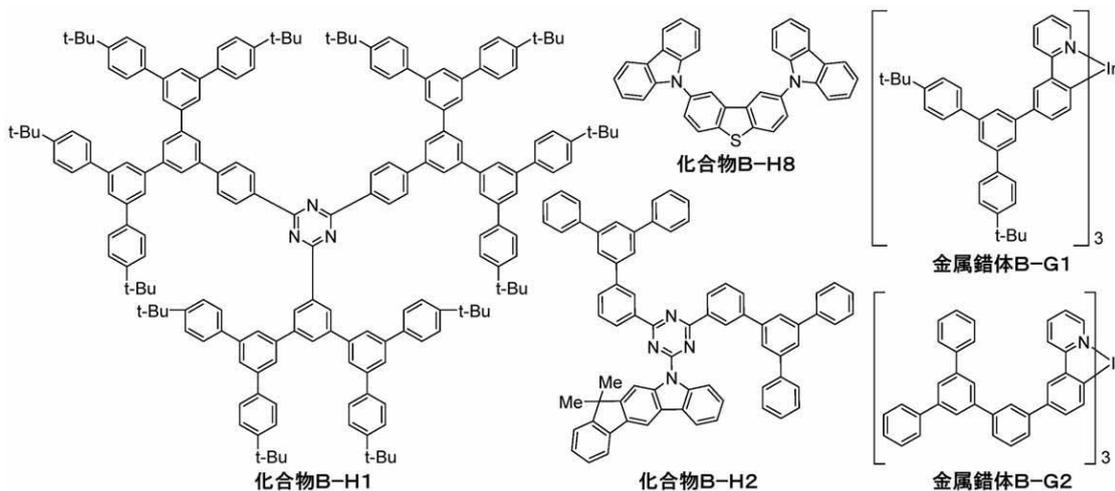
例えば、特許文献 2 には、架橋材料の架橋体のみからなる層と、化合物 B - H 2 及び金属錯体 B - G 2 を含有する層とを有する発光素子が記載されている。

例えば、特許文献 3 には、架橋材料の架橋体及び金属錯体 B - G 1 を含む層と、金属錯体 B - G 1 を含有する層とを有する発光素子が記載されている。なお、金属錯体 B - G 1 は、後述の化合物 (B ') に該当しない化合物である。

例えば、特許文献 4 には、架橋材料の架橋体及び化合物 B - H 8 を含む層と、化合物 B - H 8 を含有する層とを有する発光素子が記載されている。なお、化合物 B - H 8 は、後述の化合物 (B ') に該当しない化合物である。

【 0 0 0 3 】

【 化 1 】



【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 文献 】 国際公開第 2 0 1 6 / 1 7 0 6 7 1 号

国際公開第 2 0 1 9 / 0 4 9 2 2 5 号

国際公開第 2 0 1 5 / 1 8 6 5 3 9 号

国際公開第 2 0 1 8 / 1 9 8 9 7 5 号

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかし、上記の発光素子は、最大発光効率が必ずしも十分ではない。

そこで、本発明は、最大発光効率が優れる発光素子を提供することを主な目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明は、以下の [1] ~ [2 5] を提供する。

[1]

陽極と、陰極と、前記陽極及び前記陰極の間に設けられた第 1 の層及び第 2 の層とを有する発光素子であり、

前記第 1 の層が、式 (B) で表される化合物から選ばれる少なくとも 1 種の化合物 (B - 1) を含有する層であり、

前記第 2 の層が、式 (B) で表される化合物から選ばれる少なくとも 1 種の化合物 (B -

10

20

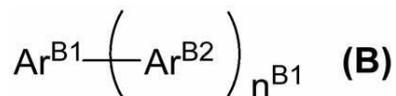
30

40

50

2) と、架橋基を有する化合物の架橋体とを含有する層であり、前記化合物 (B - 1) 及び前記化合物 (B - 2) のうち、少なくとも 1 種が、式 (B) 中の n^{B1} が 1 以上の化合物である、発光素子。

【化 2】



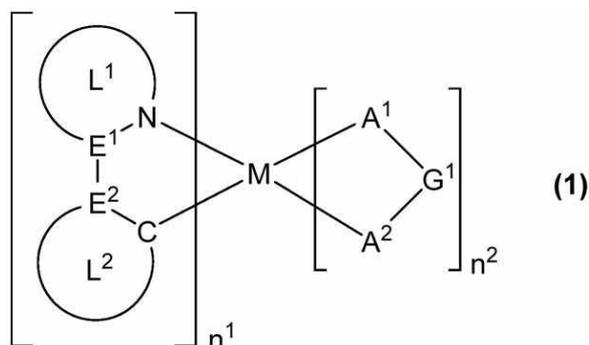
[式中、

n^{B1} は、0 以上の整数を表す。

Ar^{B1} は、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 n^{B1} 個を除いた基、複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子 n^{B1} 個を除いた基、又は、式 (1) で表される金属錯体から水素原子 n^{B1} 個を除いた基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

Ar^{B2} は、式 (D - A) で表される基又は式 (D - B) で表される基を表す。 Ar^{B2} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【化 3】



[式中、

M は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n^1 は 1 以上の整数を表し、 n^2 は 0 以上の整数を表す。但し、M がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^1 + n^2$ は 3 であり、M がパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^1 + n^2$ は 2 である。

E^1 及び E^2 は、それぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。 E^1 及び E^2 が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

環 L^1 は、芳香族複素環を表し、該環は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^1 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^2 は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^2 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^1 が有していてもよい置換基と、環 L^2 が有していてもよい置換基とは、同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

$A^1 - G^1 - A^2$ は、アニオン性の 2 座配位子を表す。 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 G^1 は、単結合、又は、 A^1 及び A^2 とともに 2 座配位子を構成する原子団を表す

10

20

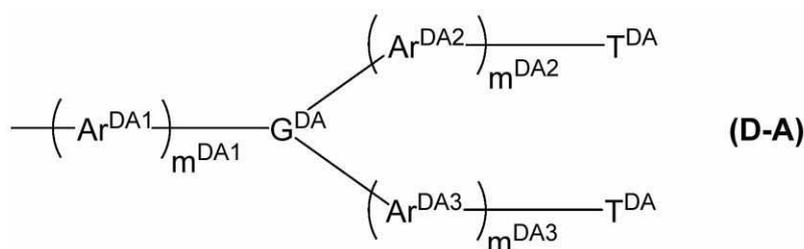
30

40

50

。A¹ - G¹ - A² が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【化4】



10

[式中、

m^{DA1} は、1以上の整数を表す。

m^{DA2} 及び m^{DA3} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

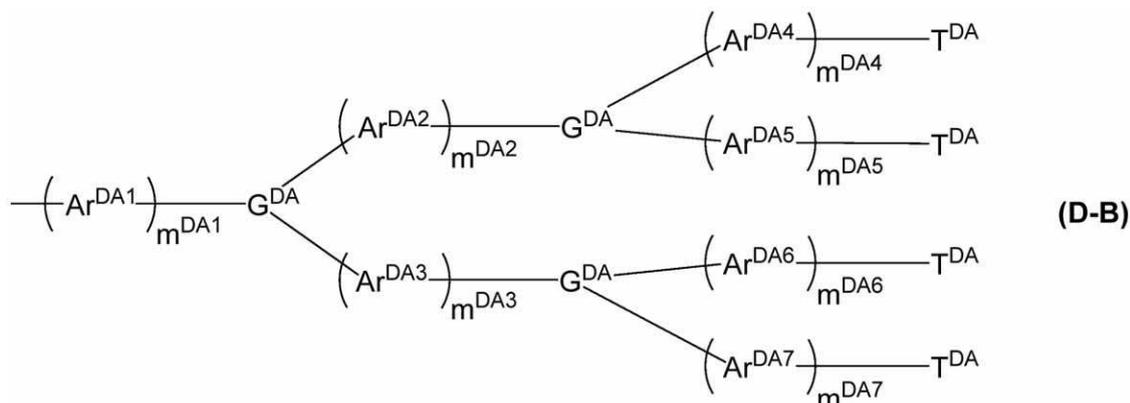
G^{DA} は、窒素原子、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

A^r_{DA1}、A^r_{DA2} 及び A^r_{DA3} は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。A^r_{DA1}、A^r_{DA2} 及び A^r_{DA3} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

20

T^{DA} は、アリアル基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数ある T^{DA} は、同一でも異なってもよい。]

【化5】



30

[式中、

m^{DA1} は、1以上の整数を表す。

m^{DA2}、m^{DA3}、m^{DA4}、m^{DA5}、m^{DA6} 及び m^{DA7} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

G^{DA} は、窒素原子、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数ある G^{DA} は、同一でも異なってもよい。

A^r_{DA1}、A^r_{DA2}、A^r_{DA3}、A^r_{DA4}、A^r_{DA5}、A^r_{DA6} 及び A^r_{DA7} は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。A^r_D

40

50

A 1、ArDA 2、ArDA 3、ArDA 4、ArDA 5、ArDA 6 及び ArDA 7 が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

TDA は、アリアル基又は 1 個の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数ある TDA は、同一でも異なってもよい。]

[2]

前記 GDA が、芳香族炭化水素基又は複素環基であり、これらの基は置換基を有していてもよい、[1] に記載の発光素子。

[3]

前記 GDA が、単環式、2 環式若しくは 3 環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 3 個を除いた基、又は、単環式、2 環式若しくは 3 環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 3 個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい、[2] に記載の発光素子。

[4]

前記 GDA が、ベンゼン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン又はカルバゾールから、環を構成する原子に直接結合する水素原子 3 個を除いた基であり、該基は置換基を有していてもよい、[3] に記載の発光素子。

[5]

前記 ArDA 1 が、単環式、2 環式若しくは 3 環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた基、又は、単環式、2 環式若しくは 3 環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい、[1] ~ [4] のいずれかに記載の発光素子。

[6]

前記 ArDA 1 が、アリーレン基であり、該基は置換基を有していてもよい、[1] ~ [4] のいずれかに記載の発光素子。

[7]

前記 ArDA 1 が、置換基を有していてもよいフェニレン基である、[6] に記載の発光素子。

[8]

前記 ArB 1 が、単環式若しくは 2 環式 ~ 5 環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 n_{B1} 個を除いた基、又は、単環式若しくは 2 環式 ~ 5 環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 n_{B1} 個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい、[1] ~ [7] のいずれかに記載の発光素子。

[9]

前記 ArB 1 が、単環式若しくは 2 環式 ~ 5 環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 n_{B1} 個を除いた基であり、該基は置換基を有していてもよい、[8] に記載の発光素子。

[10]

前記 ArB 1 が、前記式 (1) で表される金属錯体から水素原子 n_{B1} 個を除いた基であり、該基は置換基を有していてもよい、[1] ~ [7] のいずれかに記載の発光素子。

[11]

前記環 L 1 が、5 員環を含む芳香族複素環又は 6 員環を含む芳香族複素環であり、該環は置換基を有していてもよく、且つ、環 L 2 が、5 員環若しくは 6 員環を含む芳香族炭化水素環、又は、5 員環若しくは 6 員環を含む芳香族複素環であり、これらの環は置換基を有していてもよい、[10] に記載の発光素子。

[12]

前記環 L 1 が、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、ジアゾール環又はトリアゾール環であり、これらの環は置換基を有していてもよく、且

10

20

30

40

50

つ、前記環 L² が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい、[1 0] 又は [1 1] に記載の発光素子。

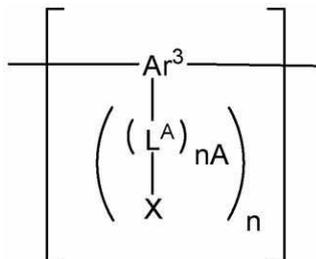
[1 3]

前記架橋基を有する化合物が、架橋基を有する構成単位を含む高分子化合物である、[1] ~ [1 2] のいずれかに記載の発光素子。

[1 4]

前記架橋基を有する構成単位が、式 (Z) で表される構成単位又は式 (Z') で表される構成単位である、[1 3] に記載の発光素子。

【化 6】



(Z)

10

[式中、

n は 1 以上の整数を表す。

n A は 0 以上の整数を表す。n A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

20

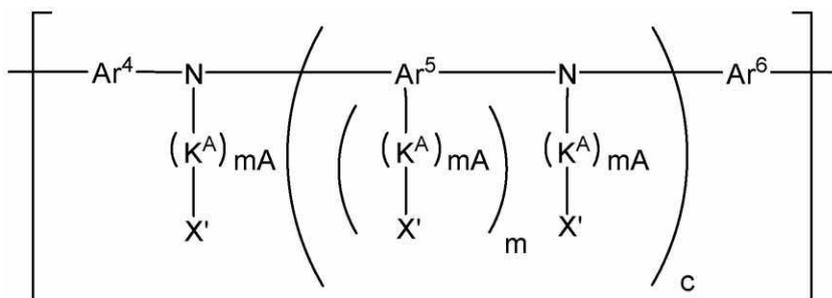
Ar³ は、炭化水素基、複素環基、又は、少なくとも 1 種の炭化水素基と少なくとも 1 種の複素環基とが直接結合した基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

L^A は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2 価の複素環基、- N (R') - で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。R' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は 1 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。L^A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

30

X は架橋基を表す。X が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【化 7】



(Z')

40

[式中、

m A、m 及び c は、それぞれ独立に、0 以上の整数を表す。m A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。m が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Ar⁵ は、炭化水素基、複素環基、又は、少なくとも 1 種の炭化水素基と少なくとも 1 種の複素環基とが直接結合した基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換

50

基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。Ar⁵が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Ar⁴及びAr⁶は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

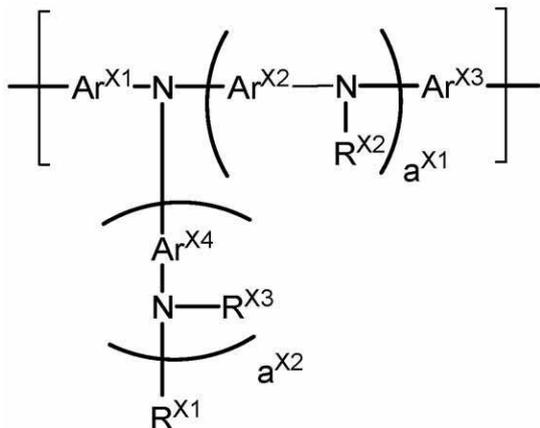
KAは、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2価の複素環基、-N(R'['])₂-で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。R'[']は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。KAが複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

X[']は、水素原子、架橋基、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。X[']が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。但し、少なくとも1つのX[']は架橋基である。]

[15]

前記高分子化合物が、式(X)で表される構成単位及び式(Y)で表される構成単位からなる群より選ばれる少なくとも1種の構成単位を更に含む、[13]又は[14]に記載の発光素子。

【化8】



(X)

[式中、

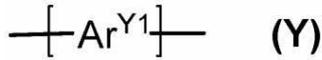
a^{X1}及びa^{X2}は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

Ar^{X1}及びAr^{X3}は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

Ar^{X2}及びAr^{X4}は、それぞれ独立に、アリーレン基、2価の複素環基、又は、少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。Ar^{X2}が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。Ar^{X4}が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

R X 1、R X 2 及び R X 3 は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は 1 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。R X 2 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。R X 3 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【化 9】



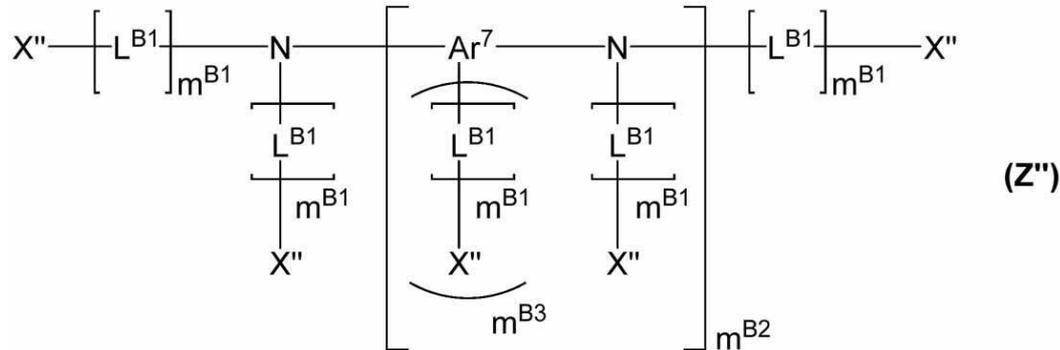
10

[式中、Ar^Y1 は、アリーレン基、2 価の複素環基、又は、少なくとも 1 種のアリーレン基と少なくとも 1 種の 2 価の複素環基とが直接結合した 2 価の基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。]

[16]

前記架橋基を有する化合物が、式 (Z'') で表される化合物である、[1] ~ [12] のいずれかに記載の発光素子。

【化 10】



20

[式中、

m^B1、m^B2 及び m^B3 は、それぞれ独立に、0 以上の整数を表す。複数存在する m^B1 は、それらは同一でも異なってもよい。m^B3 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

30

Ar⁷ は、炭化水素基、複素環基、又は、少なくとも 1 種の炭化水素基と少なくとも 1 種の複素環基とが直接結合した基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。Ar⁷ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

L^B1 は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2 価の複素環基、-N(R''')- で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。R''' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は 1 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。L^B1 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。X'' は、架橋基、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は 1 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数存在する X'' は、同一でも異なってもよい。但し、複数存在する X'' のうち、少なくとも 1 つは、架橋基である。]

40

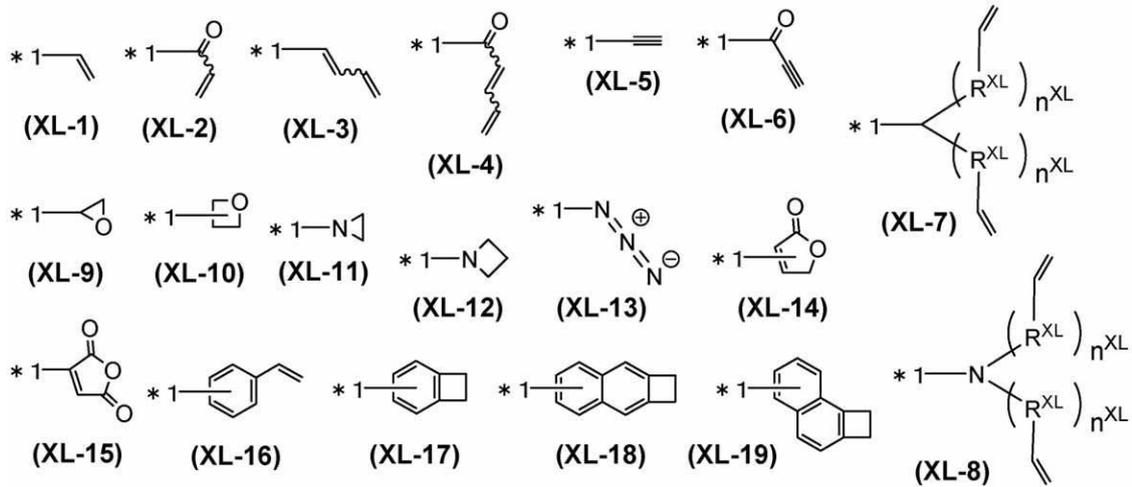
50

[1 7]

前記架橋基が、架橋基 A 群から選ばれる少なくとも 1 種の架橋基である、[1] ~ [1 6] のいずれかに記載の発光素子。

(架橋基 A 群)

【化 1 1】



10

[式中、 R^{XL} は、メチレン基、酸素原子又は硫黄原子を表し、 n^{XL} は、0 ~ 5 の整数を表す。 R^{XL} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。 n^{XL} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。 $*1$ は結合位置を表す。これらの架橋基は置換基を有していてもよく、該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。]

20

[1 8]

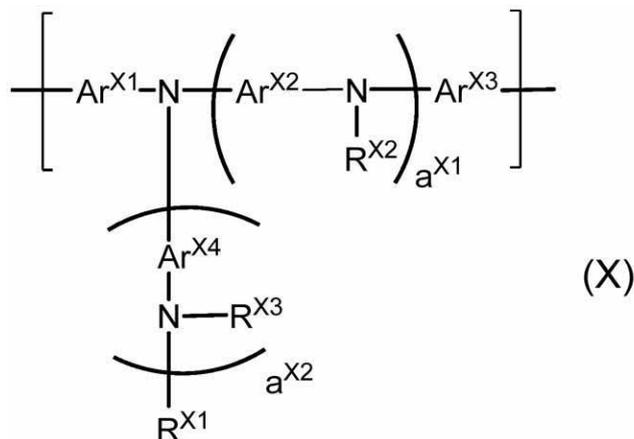
前記第 1 の層が、2 種以上の前記化合物 (B - 1) を含有する、[1] ~ [1 7] のいずれかに記載の発光素子。

[1 9]

前記第 1 の層が、式 (X) で表される構成単位及び式 (Y) で表される構成単位からなる群より選択される少なくとも 1 種の構成単位を含む高分子化合物を更に含有する、[1] ~ [1 8] のいずれかに記載の発光素子。

30

【化 1 2】



40

[式中、

a^{X1} 及び a^{X2} は、それぞれ独立に、0 以上の整数を表す。

Ar^{X1} 及び Ar^{X3} は、それぞれ独立に、アリーレン基又は 2 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも

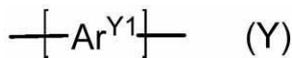
50

異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

$Ar^X 2$ 及び $Ar^X 4$ は、それぞれ独立に、アリーレン基、2価の複素環基、又は、少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 $Ar^X 2$ が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。 $Ar^X 4$ が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

$R^X 1$ 、 $R^X 2$ 及び $R^X 3$ は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 $R^X 2$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。 $R^X 3$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【化13】



[式中、 Ar^{Y1} は、アリーレン基、2価の複素環基、又は、少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。]

[20]

前記化合物(B-1)の少なくとも1種と前記化合物(B-2)の少なくとも1種とが同一である、[1]~[19]のいずれかに記載の発光素子。

[21]

前記化合物(B-1)の少なくとも1種が、前記 n^{B1} が1以上の化合物である、[1]~[20]のいずれかに記載の発光素子。

[22]

前記第1の層が、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤からなる群より選ばれる少なくとも1種を更に含有する、[1]~[21]のいずれかに記載の発光素子。

[23]

前記第1の層と前記第2の層とが隣接している、[1]~[22]のいずれかに記載の発光素子。

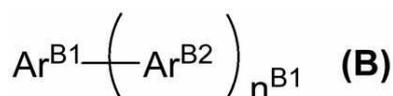
[24]

前記陽極と前記第1の層との間に、前記第2の層が設けられている、[1]~[23]のいずれかに記載の発光素子。

[25]

式(B)で表される化合物から選ばれる少なくとも1種の化合物(B-2)と、架橋基を有する化合物の架橋体とを含有する、組成物。

【化14】



[式中、

n^{B1} は、1以上の整数を表す。

Ar^{B1} は、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 n^{B1} 個

10

20

30

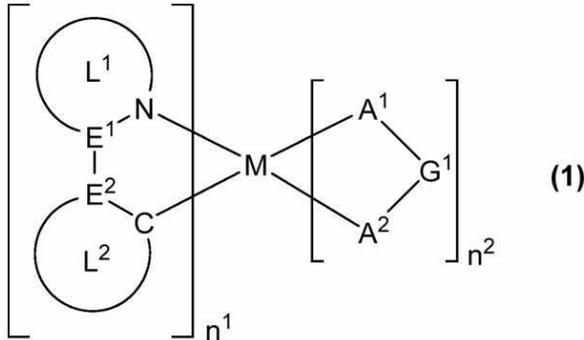
40

50

を除いた基、複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子 $n B 1$ 個を除いた基、又は、式 (1) で表される金属錯体から水素原子 $n B 1$ 個を除いた基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

$A r B 2$ は、式 (D - A) で表される基又は式 (D - B) で表される基を表す。 $A r B 2$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【化 1 5】



10

[式中、

M は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

20

$n 1$ は 1 以上の整数を表し、 $n 2$ は 0 以上の整数を表す。但し、 M がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n 1 + n 2$ は 3 であり、 M がパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n 1 + n 2$ は 2 である。

$E 1$ 及び $E 2$ は、それぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。 $E 1$ 及び $E 2$ が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

環 $L 1$ は、芳香族複素環を表し、該環は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 $L 1$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 $L 2$ は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 $L 2$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

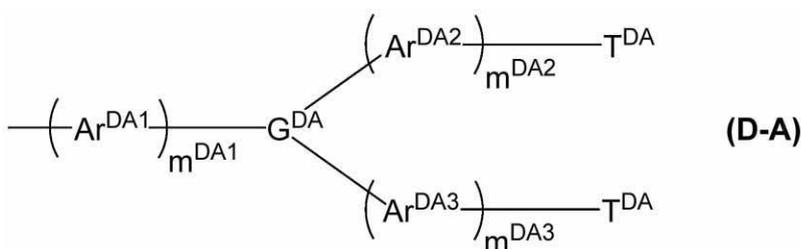
30

環 $L 1$ が有していてもよい置換基と、環 $L 2$ が有していてもよい置換基とは、同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

$A 1 - G 1 - A 2$ は、アニオン性の 2 座配位子を表す。 $A 1$ 及び $A 2$ は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 $G 1$ は、単結合、又は、 $A 1$ 及び $A 2$ とともに 2 座配位子を構成する原子団を表す。 $A 1 - G 1 - A 2$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

40

【化 1 6】



[式中、

50

m^{DA1} は、1以上の整数を表す。

m^{DA2} 及び m^{DA3} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

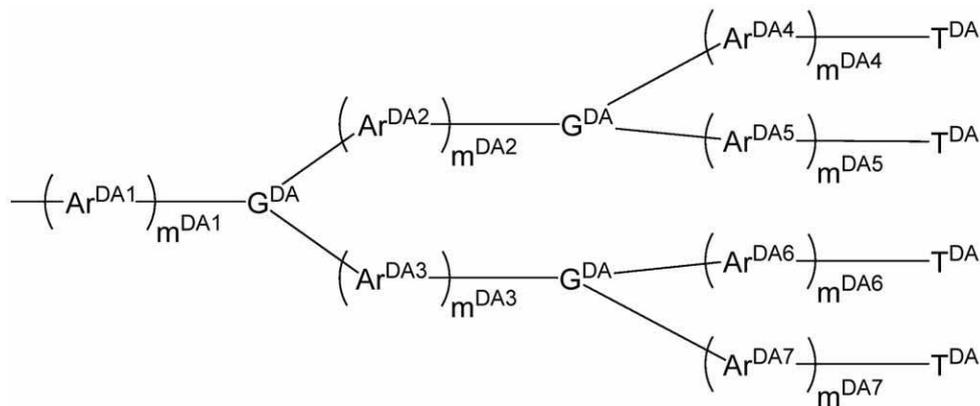
G^{DA} は、窒素原子、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 及び Ar^{DA3} は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 及び Ar^{DA3} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なっていてもよい。

10

T^{DA} は、アリーレン基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数ある T^{DA} は、同一でも異なっていてもよい。]

【化17】



20

[式中、

m^{DA1} は、1以上の整数を表す。

m^{DA2} 、 m^{DA3} 、 m^{DA4} 、 m^{DA5} 、 m^{DA6} 及び m^{DA7} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

30

G^{DA} は、窒素原子、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数ある G^{DA} は、同一でも異なっていてもよい。

Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 、 Ar^{DA3} 、 Ar^{DA4} 、 Ar^{DA5} 、 Ar^{DA6} 及び Ar^{DA7} は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 、 Ar^{DA3} 、 Ar^{DA4} 、 Ar^{DA5} 、 Ar^{DA6} 及び Ar^{DA7} が

40

複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なっていてもよい。 T^{DA} は、アリーレン基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数ある T^{DA} は、同一でも異なっていてもよい。]

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、最大発光効率が優れる発光素子を提供することができる。また、本発明によれば、このような発光素子の製造に有用な組成物を提供することができる。

【発明を実施するための形態】

50

【0008】

以下、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0009】

<共通する用語の説明>

本明細書で共通して用いられる用語は、特記しない限り、以下の意味である。

【0010】

「室温」とは、25 を意味する。

【0011】

Meはメチル基、Etはエチル基、Buはブチル基、i-Prはイソプロピル基、t-Buはtert-ブチル基を表す。

水素原子は、重水素原子であっても、軽水素原子であってもよい。

金属錯体を表す式中、中心金属との結合を表す実線は、共有結合又は配位結合を意味する。

【0012】

「低分子化合物」とは、分子量分布を有さず、分子量が 1×10^4 以下の化合物を意味する。

「高分子化合物」とは、分子量分布を有し、ポリスチレン換算の数平均分子量が 1×10^3 以上（例えば、 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^8$ ）である重合体を意味する。

「構成単位」とは、高分子化合物中に1個以上存在する単位を意味する。高分子化合物中に2個以上存在する構成単位は、一般に、「繰り返し単位」とも呼ばれる。

高分子化合物は、ブロック共重合体、ランダム共重合体、交互共重合体、グラフト共重合体のいずれであってもよいし、その他の態様であってもよい。

高分子化合物の末端基は、重合活性基がそのまま残っていると、高分子化合物を発光素子の作製に用いた場合、発光特性等が低下する可能性があるため、好ましくは安定な基である。高分子化合物の末端基としては、好ましくは、高分子化合物の主鎖と共役結合している基であり、例えば、炭素-炭素結合を介して高分子化合物の主鎖と結合するアリール基又は1価の複素環基が挙げられる。

【0013】

「アルキル基」は、直鎖及び分岐のいずれでもよい。直鎖のアルキル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常1~50であり、好ましくは1~20であり、より好ましくは1~10である。分岐のアルキル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3~50であり、好ましくは3~20であり、より好ましくは4~10である。

アルキル基は、置換基を有していてもよい。アルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、2-ブチル基、イソブチル基、tert-ブチル基、ペンチル基、イソアミル基、2-エチルブチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、2-エチルヘキシル基、3-プロピルヘプチル基、デシル基、3,7-ジメチルオクチル基、2-エチルオクチル基、2-ヘキシルデシル基及びドデシル基が挙げられる。また、アルキル基は、これらの基における水素原子の一部又は全部が、置換基で置換された基（例えば、トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、パーフルオロブチル基、パーフルオロヘキシル基、パーフルオロオクチル基、3-フェニルプロピル基、3-(4-メチルフェニル)プロピル基、3-(3,5-ジ-ヘキシルフェニル)プロピル基、6-エチルオキシヘキシル基)であってもよい。

【0014】

「シクロアルキル基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3~50であり、好ましくは4~10である。

シクロアルキル基は、置換基を有していてもよい。シクロアルキル基としては、例えば、シクロヘキシル基、及び、該基における水素原子の一部又は全部が置換基で置換された基が挙げられる。

【0015】

「アルキレン基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常1~20であ

10

20

30

40

50

り、好ましくは1～15であり、より好ましくは1～10である。

アルキレン基は、置換基を有していてもよい。アルキレン基としては、例えば、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、ブチレン基、ヘキシレン基、オクチレン基、及び、これらの基における水素原子の一部又は全部が置換基で置換された基が挙げられる。

【0016】

「シクロアルキレン基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常3～20であり、好ましくは4～10である。

シクロアルキレン基は、置換基を有していてもよい。シクロアルキレン基としては、例えば、シクロヘキシレン基、及び、該基における水素原子の一部又は全部が置換基で置換された基が挙げられる。

【0017】

「芳香族炭化水素基」は、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子1個以上を除いた基を意味する。芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子1個を除いた基を「アリール基」ともいう。芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子2個を除いた基を「アリーレン基」ともいう。

芳香族炭化水素基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常6～60であり、好ましくは6～40であり、より好ましくは6～20である。

「芳香族炭化水素基」としては、例えば、単環式の芳香族炭化水素（例えば、ベンゼンが挙げられる。）、又は、多環式の芳香族炭化水素（例えば、ナフタレン、インデン、ナフトキノ、インデノン及びテトラロン等の2環式の芳香族炭化水素；アントラセン、フェナントレン、ジヒドロフェナントレン、フルオレン、アントラキノ、フェナントキノ及びフルオレノン等の3環式の芳香族炭化水素；ベンゾアントラセン、ベンゾフェナントレン、ベンゾフルオレン、ピレン及びフルオランテン等の4環式の芳香族炭化水素；ジベンゾアントラセン、ジベンゾフェナントレン、ジベンゾフルオレン、インデノフルオレン、ペリレン及びベンゾフルオランテン等の5環式の芳香族炭化水素；スピロビフルオレン等の6環式の芳香族炭化水素；並びに、ベンゾスピロビフルオレン及びアセナフトフルオランテン等の7環式の芳香族炭化水素が挙げられる。）から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子1個以上を除いた基が挙げられる。芳香族炭化水素基は、これらの基が複数結合した基を含む。芳香族炭化水素基は置換基を有していてもよい。

【0018】

「アルコキシ基」は、直鎖及び分岐のいずれでもよい。直鎖のアルコキシ基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常1～40であり、好ましくは1～10である。分岐のアルコキシ基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常3～40であり、好ましくは4～10である。

アルコキシ基は、置換基を有していてもよい。アルコキシ基としては、例えば、メトキシ基、エトキシ基、イソプロピルオキシ基、ブチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基、3,7-ジメチルオクチルオキシ基、ラウリルオキシ基、及び、これらの基における水素原子の一部又は全部が置換基で置換された基が挙げられる。

【0019】

「シクロアルコキシ基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常3～40であり、好ましくは4～10である。

シクロアルコキシ基は、置換基を有していてもよい。シクロアルコキシ基としては、例えば、シクロヘキシルオキシ基、及び、該基における水素原子の一部又は全部が置換基で置換された基が挙げられる。

【0020】

「アリールオキシ基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常6～60であり、好ましくは6～40であり、より好ましくは6～20である。

アリールオキシ基は、置換基を有していてもよい。アリールオキシ基としては、例えば、フェノキシ基、ナフチルオキシ基、アントラセニルオキシ基、ピレニルオキシ基、及び、これらの基における水素原子の一部又は全部が置換基で置換された基が挙げられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

「複素環基」とは、複素環式化合物から環を構成する原子（炭素原子又はヘテロ原子）に直接結合する水素原子1個以上を除いた基を意味する。複素環基の中でも、芳香族複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子1個以上を除いた基である「芳香族複素環基」が好ましい。複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子p個（pは、1以上の整数を表す。）を除いた基を「p価の複素環基」ともいう。芳香族複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子p個を除いた基を「p価の芳香族複素環基」ともいう。

「芳香族複素環式化合物」としては、例えば、アゾール、チオフェン、フラン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン及びカルバゾール等の複素環自体が芳香族性を示す化合物、並びに、フェノキサジン、フェノチアジン及びベンゾピラン等の複素環自体は芳香族性を示さなくとも、複素環に芳香環が縮環されている化合物が挙げられる。

複素環基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常1～60であり、好ましくは2～40であり、より好ましくは3～20である。複素環基のヘテロ原子数は、置換基のヘテロ原子数を含めないで、通常1～30であり、好ましくは1～10であり、より好ましくは1～5であり、更に好ましくは1～3である。

複素環基としては、例えば、単環式の複素環式化合物（例えば、フラン、チオフェン、オキサジアゾール、チアジアゾール、ピロール、ジアゾール、トリアゾール、テトラゾール、ピリジン、ジアザベンゼン及びトリアジンが挙げられる。）、又は、多環式の複素環式化合物（例えば、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、インドール、アザインドール、ジアザインドール、ベンゾジアゾール、ベンゾチアジアゾール、ベンゾトリアゾール、ベンゾチオフェンジオキシド、ベンゾチオフェンオキシド及びベンゾピラノン等の2環式の複素環式化合物；ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、ジベンゾチオフェンジオキシド、ジベンゾチオフェンオキシド、ジベンゾピラノン、ジベンゾボロール、ジベンゾシロール、ジベンゾホスホール、ジベンゾセレノフェン、カルバゾール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン、5,10-ジヒドロフェナジン、アクリドン、フェナザボリン、フェノホスファジン、フェノセレナジン、フェナザシリン、アザアントラセン、ジアザアントラセン、アザフェナントレン及びジアザフェナントレン等の3環式の複素環式化合物；ヘキサアザトリフェニレン、ベンゾカルバゾール、アザベンゾカルバゾール、ジアザベンゾカルバゾール、ベンゾナフトフラン及びベンゾナフトチオフェン等の4環式の複素環式化合物；ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール、インデノカルバゾール、アザインドロカルバゾール、ジアザインドロカルバゾール、アザインデノカルバゾール及びジアザインデノカルバゾール等の5環式の複素環式化合物；カルバゾロカルバゾール、ベンゾインドロカルバゾール及びベンゾインデノカルバゾール等の6環式の複素環式化合物；並びに、ジベンゾインドロカルバゾール及びジベンゾインデノカルバゾール等の7環式の複素環式化合物が挙げられる。）から、環を構成する原子に直接結合する水素原子1個以上を除いた基が挙げられる。複素環基は、これらの基が複数結合した基を含む。複素環基は置換基を有していてもよい。

【 0 0 2 2 】

「ハロゲン原子」とは、フッ素原子、塩素原子、臭素原子又はヨウ素原子を示す。

【 0 0 2 3 】

「アミノ基」は、置換基を有していてもよく、置換アミノ基（即ち、第2級アミノ基又は第3級アミノ基、より好ましくは第3級アミノ基）が好ましい。アミノ基が有する置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基が好ましく、これらの基は置換基を更に有していてもよい。アミノ基が有する置換基が複数存在する場合、それらは同一で異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する窒素原子とともに環を形成していてもよい。

置換アミノ基としては、例えば、ジアルキルアミノ基、ジシクロアルキルアミノ基、ジア

10

20

30

40

50

リールアミノ基、及び、これらの基における水素原子の一部又は全部が置換基で更に置換された基が挙げられる。

置換アミノ基としては、例えば、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ビス(メチルフェニル)アミノ基、ビス(3,5-ジ-tert-ブチルフェニル)アミノ基、及び、これらの基における水素原子の一部又は全部が置換基で更に置換された基が挙げられる。

【0024】

「アルケニル基」は、直鎖及び分岐のいずれでもよい。直鎖のアルケニル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常2~30であり、好ましくは3~20である。分岐のアルケニル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常3~30

10

であり、好ましくは4~20である。

「シクロアルケニル基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常3~30であり、好ましくは4~20である。アルケニル基及びシクロアルケニル基は、置換基を有していてもよい。アルケニル基としては、例えば、ビニル基、1-プロペニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、3-ペンテニル基、4-ペンテニル基、1-ヘキセニル基、5-ヘキセニル基、7-オクテニル基、及び、これらの基における水素原子の一部又は全部が置換基で置換された基が挙げられる。シクロアルケニル基としては、例えば、シクロヘキセニル基、シクロヘキサジエニル基、シクロオクタトリエニル基、ノルボルニレニル基、及び、これらの基における水素原子の一部又は全部が置換基で置換された基が挙げられる。

20

【0025】

「アルキニル基」は、直鎖及び分岐のいずれでもよい。アルキニル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常2~20であり、好ましくは3~20である。分岐のアルキニル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常4~30であり、好ましくは4~20である。

「シクロアルキニル基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常4~30であり、好ましくは4~20である。

アルキニル基及びシクロアルキニル基は、置換基を有していてもよい。アルキニル基としては、例えば、エチニル基、1-プロピニル基、2-プロピニル基、2-ブチニル基、3-ブチニル基、3-ペンチニル基、4-ペンチニル基、1-ヘキシニル基、5-ヘキシニル基、及び、これらの基における水素原子の一部又は全部が置換基で置換された基が挙げられる。シクロアルキニル基としては、例えば、シクロオクチニル基、及び、該基における水素原子の一部又は全部が置換基で置換された基が挙げられる。

30

【0026】

「架橋基」とは、加熱、紫外線照射、近紫外線照射、可視光照射、赤外線照射、ラジカル反応等に供することにより、新たな結合を生成することが可能な基である。架橋基としては、架橋基A群から選ばれる少なくとも1種の架橋基が好ましい。

【0027】

「置換基」としては、例えば、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリーロキシ基、アミノ基、置換アミノ基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基及びシクロアルキニル基が挙げられる。置換基は架橋基又は式(1-T)で表される基であってもよい。なお、置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっていてもよい。また、置換基が複数存在する場合、それらは互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよいが、環を形成しないことが好ましい。

40

【0028】

<第1の層>

本実施形態の発光素子において、第1の層は、式(B)で表される化合物から選ばれる少なくとも1種の化合物(B-1)を含有する層である。

第1の層は、化合物(B-1)を1種のみ含有していてもよく、2種以上含有していても

50

よい。

【0029】

第1の層中の化合物(B-1)の含有量は、第1の層としての機能が奏される範囲であればよい。第1の層中の化合物(B-1)の含有量は、例えば、第1の層の全量基準で1~100質量%であってもよく、5~100質量%であることが好ましく、10~100質量%であることがより好ましく、20質量%~100質量%であることが更に好ましく、30~100質量%であることが特に好ましい。

【0030】

[式(B)で表される化合物]

ArB₁が、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子nB₁個を除いた基、又は、複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子nB₁個を除いた基である場合(以下、「ArB₁が芳香族炭化水素基又は複素環基である場合」ともいう。)、式(B)で表される化合物の分子量は、好ましくは、 $2 \times 10^2 \sim 1 \times 10^4$ であり、より好ましくは、 $3 \times 10^2 \sim 7 \times 10^3$ あり、更に好ましくは、 $4 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3$ であり、特に好ましくは、 $5 \times 10^2 \sim 3 \times 10^3$ である。

nB₁が1以上であり、且つ、ArB₁が芳香族炭化水素基又は複素環基である場合、式(B)で表される化合物の分子量は、好ましくは、 $3 \times 10^2 \sim 1 \times 10^4$ であり、より好ましくは、 $4 \times 10^2 \sim 7 \times 10^3$ あり、更に好ましくは、 $5 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3$ であり、特に好ましくは、 $6 \times 10^2 \sim 3 \times 10^3$ である。

ArB₁が式(1)で表される金属錯体から水素原子nB₁個を除いた基である場合(以下、「ArB₁が金属錯体基である場合」ともいう。)、式(B)で表される化合物の分子量は、好ましくは、 $2 \times 10^2 \sim 1 \times 10^4$ であり、より好ましくは、 $4 \times 10^2 \sim 7 \times 10^3$ あり、更に好ましくは、 $6 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3$ であり、特に好ましくは、 $8 \times 10^2 \sim 3 \times 10^3$ である。

nB₁が1以上であり、且つ、ArB₁が金属錯体基である場合、式(B)で表される化合物の分子量は、好ましくは、 $6 \times 10^2 \sim 1 \times 10^4$ であり、より好ましくは、 $8 \times 10^2 \sim 7 \times 10^3$ あり、更に好ましくは、 $1 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3$ であり、特に好ましくは、 $1.5 \times 10^3 \sim 3 \times 10^3$ である。

【0031】

式(B)で表される化合物は、低分子化合物であることが好ましい。

【0032】

ArB₁が芳香族炭化水素基又は複素環基である場合、式(B)で表される化合物は、遷移金属元素を含まない化合物(即ち、典型元素から構成される化合物)であることが好ましい。

【0033】

ArB₁が芳香族炭化水素基又は複素環基である場合、nB₁は、通常0以上20以下であり、本実施形態の発光素子の最大発光効率が優れるので、好ましくは0以上10以下の整数であり、より好ましくは0以上7以下の整数であり、更に好ましくは0以上5以下の整数であり、特に好ましくは0以上3以下の整数である。

nB₁が1以上であり、且つ、ArB₁が芳香族炭化水素基又は複素環基である場合、nB₁は、通常1以上20以下であり、本実施形態の発光素子の最大発光効率が優れるので、好ましくは1以上10以下の整数であり、より好ましくは1以上7以下の整数であり、更に好ましくは1以上5以下の整数であり、特に好ましくは1以上3以下の整数である。

ArB₁が金属錯体基である場合、nB₁は、通常0以上30以下であり、本実施形態の発光素子の最大発光効率が優れるので、好ましくは0以上18以下の整数であり、より好ましくは0以上12以下の整数であり、更に好ましくは0以上6以下の整数である。

nB₁が1以上であり、且つ、ArB₁が金属錯体基である場合、nB₁は、通常1以上30以下であり、本実施形態の発光素子の最大発光効率が優れるので、好ましくは1以上18以下の整数であり、より好ましくは1以上12以下の整数であり、更に好ましくは2以上6以下の整数である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

A r B 1 における芳香族炭化水素としては、例えば、前述の芳香族炭化水素基の項で例示した芳香族炭化水素が挙げられ、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式又は2環式～7環式の芳香族炭化水素であり、より好ましくは、単環式又は2環式～5環式の芳香族炭化水素であり、単環式、2環式又は3環式の芳香族炭化水素であり、特に好ましくは、単環式の芳香族炭化水素である。また、A r B 1 における芳香族炭化水素は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、5員環又は6員環を含む芳香族炭化水素であり、より好ましくは、6員環を含む芳香族炭化水素である。A r B 1 における芳香族炭化水素において、5員環又は6員環を含む芳香族炭化水素としては、前述の芳香族炭化水素基の項で例示した5員環又は6員環を含む芳香族炭化水素が挙げられる。

10

A r B 1 における芳香族炭化水素としては、本実施形態の発光素子の最大発光効率が更に優れるので、好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ジヒドロフェナントレン、フルオレン、ベンゾアントラセン、ベンゾフェナントレン、ベンゾフルオレン、ジベンゾアントラセン、ジベンゾフェナントレン、ジベンゾフルオレン、インデノフルオレン、スピロビフルオレン又はベンゾスピロビフルオレンであり、より好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ジヒドロフェナントレン、フルオレン、ベンゾアントラセン、ベンゾフェナントレン、ベンゾフルオレン、ジベンゾアントラセン、ジベンゾフェナントレン、ジベンゾフルオレン又はインデノフルオレンであり、更に好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ジヒドロフェナントレン又はフルオレンであり、特に好ましくは、ベンゼン、ナフタレン又はフルオレンであり、とりわけ好ましくは、ベンゼンである。

20

【 0 0 3 5 】

A r B 1 における複素環式化合物としては、例えば、前述の複素環基の項で例示した複素環式化合物（好ましくは芳香族複素環式化合物）が挙げられ、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式又は2環式～7環式の複素環式化合物（好ましくは芳香族複素環式化合物）であり、より好ましくは、単環式又は2環式～5環式の複素環式化合物（好ましくは芳香族複素環式化合物）である。また、A r B 1 における複素環式化合物は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、5員環又は6員環を含む複素環式化合物（好ましくは芳香族複素環式化合物）である。A r B 1 における複素環式化合物において、5員環又は6員環を含む複素環式化合物としては、前述の複素環基の項で例示した5員環又は6員環を含む複素環式化合物が挙げられる。

30

A r B 1 における複素環式化合物としては、本実施形態の発光素子の最大発光効率が更に優れるので、好ましくは、フラン、チオフェン、オキサジアゾール、チアジアゾール、ジアゾール、トリアゾール、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、ベンゾジアゾール、ベンゾトリアゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9, 10 - ジヒドロアクリジン、5, 10 - ジヒドロフェナジン、アザアントラセン、ジアザアントラセン、アザフェナントレン、ジアザフェナントレン、ベンゾカルバゾール、アザベンゾカルバゾール、ジアザベンゾカルバゾール、ベンゾナフトフラン、ベンゾナフトチオフェン、ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール、インデノカルバゾール、アザインドロカルバゾール、ジアザインドロカルバゾール、アザインドロカルバゾール、ジアザインドロカルバゾール、カルバゾロカルバゾール、ベンゾインドロカルバゾール、ベンゾインドロカルバゾール、ジベンゾインドロカルバゾール又はジベンゾインドロカルバゾールであり、より好ましくは、フラン、チオフェン、オキサジアゾール、チアジアゾール、ジアゾール、トリアゾール、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、ベンゾジアゾール、ベンゾトリアゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、フェノキサジ

40

50

ン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン、5,10-ジヒドロフェナジン、アザアントラセン、ジアザアントラセン、アザフェナントレン、ジアザフェナントレン、ベンゾカルバゾール、アザベンゾカルバゾール、ジアザベンゾカルバゾール、ベンゾナフトフラン、ベンゾナフトチオフェン、ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール、インデノカルバゾール、アザインドロカルバゾール、ジアザインドロカルバゾール、アザインデノカルバゾール又はジアザインデノカルバゾールであり、更に好ましくは、オキサジアゾール、チアジアゾール、ジアゾール、トリアゾール、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ベンゾジアゾール、ベンゾトリアゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン、5,10-ジヒドロフェナジン、アザアントラセン、ジアザアントラセン、アザフェナントレン、ジアザフェナントレン、ベンゾカルバゾール、アザベンゾカルバゾール、ジアザベンゾカルバゾール、ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール、インデノカルバゾール、アザインドロカルバゾール、ジアザインドロカルバゾール、アザインデノカルバゾール又はジアザインデノカルバゾールであり、特に好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、ベンゾジアゾール、ベンゾトリアゾール、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン、5,10-ジヒドロフェナジン、ベンゾカルバゾール、ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール又はインデノカルバゾールであり、とりわけ好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン、5,10-ジヒドロフェナジン、ベンゾカルバゾール、ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール又はインデノカルバゾールであり、とりわけより好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、カルバゾール、ベンゾカルバゾール、ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール又はインデノカルバゾールである。

【0036】

ArB1は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子nB1個を除いた基、又は、複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子nB1個を除いた基であり、より好ましくは、複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子nB1個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0037】

ArB1が芳香族炭化水素基又は複素環基である場合、ArB1は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式若しくは2環式~5環式の芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子nB1個を除いた基、又は、単環式若しくは2環式~5環式の複素環式化合物(好ましくは芳香族複素環式化合物)から、環を構成する原子に直接結合する水素原子nB1個を除いた基であり、より好ましくは、単環式、2環式若しくは3環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子nB1個を除いた基、又は、単環式若しくは2環式~5環式の複素環式化合物(好ましくは芳香族複素環式化合物)から、環を構成する原子に直接結合する水素原子nB1個を除いた基であり、更に好ましくは、単環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子nB1個を除いた基、又は、単環式若しくは2環式~5環式の複素環式化合物(好ましくは芳香族複素環式化合物)から、環を構成する原子に直接結合する水素原子nB1個を除いた基であり、特に好ましくは、単環式若しくは2環式~5環式の複素環式化合物(好ましくは芳香族複素環式化合物)から、環を構成する原子に直接結合する水素原子nB1個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

ArB1が芳香族炭化水素基又は複素環基である場合、ArB1は、本実施形態の発光素子の最大発光効率が更に優れるので、好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、フルオレン、

ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、ベンゾジアゾール、ベンゾトリアゾール、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン、5,10-ジヒドロフェナジン、ベンゾカルバゾール、ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール又はインデノカルバゾールから、環を構成する原子に直接結合する水素原子 $n B 1$ 個を除いた基であり、より好ましくは、ベンゼン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、ベンゾジアゾール、ベンゾトリアゾール、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン、5,10-ジヒドロフェナジン、ベンゾカルバゾール、ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール又はインデノカルバゾールから、環を構成する原子に直接結合する水素原子 $n B 1$ 個を除いた基であり、更に好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン、5,10-ジヒドロフェナジン、ベンゾカルバゾール、ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール又はインデノカルバゾールから、環を構成する原子に直接結合する水素原子 $n B 1$ 個を除いた基であり、特に好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、カルバゾール、ベンゾカルバゾール、ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール又はインデノカルバゾールから、環を構成する原子に直接結合する水素原子 $n B 1$ 個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

10

20

【0038】

$A r B 1$ は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、式(1)で表される金属錯体から水素原子 $n B 1$ 個を除いた基であることが好ましく、該基は置換基を有していてもよい。

【0039】

(式(1)で表される金属錯体)

式(1)で表される金属錯体は、好ましくは、室温で燐光発光性を示す金属錯体であり、より好ましくは、室温で三重項励起状態からの発光を示す金属錯体である。

【0040】

M は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、イリジウム原子又は白金原子であることが好ましく、イリジウム原子であることがより好ましい。

30

M がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n 1$ は2又は3であることが好ましく、3であることがより好ましい。

M がパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n 1$ は2であることが好ましい。

【0041】

$E 1$ 及び $E 2$ の少なくとも一方が炭素原子であることが好ましく、 $E 1$ 及び $E 2$ が炭素原子であることがより好ましい。

式(1)で表される金属錯体を容易に合成できるので、 $E 1$ 及び $E 2$ は好ましくは同一である。また、式(1)で表される金属錯体を容易に合成できるので、 $E 1$ が複数存在する場合、それらは好ましくは同一である。また、式(1)で表される金属錯体を容易に合成できるので、 $E 2$ が複数存在する場合、それらは好ましくは同一である。

40

【0042】

環 $L 1$ における芳香族複素環の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、好ましくは1~30であり、より好ましくは2~15である。環 $L 1$ における芳香族複素環のヘテロ原子数は、置換基のヘテロ原子数を含めないで、好ましくは1~10であり、より好ましくは1~5であり、更に好ましくは1~3である。

環 $L 1$ としては、例えば、前述の複素環基の項で例示した芳香族複素環の中で、環内に1つ以上の窒素原子を含む芳香族複素環が挙げられ、該芳香族複素環は置換基を有していてもよい。この中でも、環 $L 1$ は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、5員環を含む芳香族複素環又は6員環を含む芳香族複素環であり、より好

50

ましくは、環内に2つ以上4つ以下の窒素原子を含む5員環を含む芳香族複素環、又は、環内に1つ以上4つ以下の窒素原子を含む6員環を含む芳香族複素環であり、更に好ましくは、環内に2つ又は3つの窒素原子を含む5員環を含む芳香族複素環、又は、環内に1つ又は2つの窒素原子を含む6員環を含む芳香族複素環であり、特に好ましくは、環内に1つ又は2つの窒素原子を含む6員環を含む芳香族複素環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。但し、環L¹が6員の芳香族複素環である場合、E¹は炭素原子であることが好ましい。

環L¹は、本実施形態の発光素子の最大発光効率が更に優れるので、好ましくは、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、トリアゾール環又はジアゾール環であり、より好ましくは、ピリジン環、アザナフタレン環、トリアゾール環又はジアゾール環であり、更に好ましくは、ピリジン環又はアザナフタレン環であり、特に好ましくは、ピリジン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

式(1)で表される金属錯体を容易に合成できるので、環L¹が複数存在する場合、複数存在する環L¹のうち、少なくとも2つが同一であることが好ましく、複数存在する環L¹のすべてが同一であることがより好ましい。

【0043】

環L²における芳香族炭化水素環の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、好ましくは6~40であり、より好ましくは6~20である。

環L²における芳香族炭化水素環としては、例えば、前述の芳香族炭化水素基の項で例示した芳香族炭化水素環が挙げられ、該芳香族炭化水素環は置換基を有していてもよい。この中でも、環L²における芳香族炭化水素環は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、前述の芳香族炭化水素基の項で例示した、単環式、2環式又は3環式の芳香族炭化水素環であり、より好ましくは、ベンゼン環、ナフタレン環、フルオレン環、フェナントレン環又はジヒドロフェナントレン環であり、更に好ましくは、ベンゼン環、フルオレン環又はジヒドロフェナントレン環であり、特に好ましくは、ベンゼン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

環L²における芳香族複素環の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、好ましくは1~30であり、より好ましくは2~15である。環L²における芳香族複素環のヘテロ原子数は、置換基のヘテロ原子数を含めないで、好ましくは1~10であり、より好ましくは1~5であり、更に好ましくは1~3である。

環L²における芳香族複素環としては、例えば、前述の複素環基の項で例示した芳香族複素環が挙げられ、該芳香族複素環は置換基を有していてもよい。この中でも、環L²における芳香族複素環は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、前述の複素環基の項で例示した、単環式、2環式又は3環式の芳香族複素環であり、より好ましくは、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、インドール環、ベンゾフラン環、ベンゾチオフェン環、カルバゾール環、アザカルバゾール環、ジアザカルバゾール環、ジベンゾフラン環又はジベンゾチオフェン環であり、更に好ましくは、ピリジン環、ジアザベンゼン環、カルバゾール環、ジベンゾフラン環又はジベンゾチオフェン環であり、特に好ましくは、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

環L²は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、より好ましくは、ベンゼン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

式(1)で表される金属錯体を容易に合成できるので、環L²が複数存在する場合、複数存在する環L²のうち、少なくとも2つが同一であることが好ましく、複数存在する環L²のすべてが同一であることがより好ましい。

【0044】

本実施形態の発光素子の最大発光効率が更に優れるので、環L¹がピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、トリアゾール環又はジアゾール環であり、且つ、環L²がベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であることが好まし

10

20

30

40

50

く、環L1がピリジン環、アザナフタレン環、トリアゾール環又はジアゾール環であり、且つ、環L2がベンゼン環であることがより好ましく、環L1がピリジン環又はアザナフタレン環であり、且つ、環L2がベンゼン環であることが更に好ましく、環L1がピリジン環であり、且つ、環L2がベンゼン環であることが特に好ましく、これらの環は置換基を有していてもよい。

【0045】

環L1及び環L2が有していてもよい置換基（以下、「一次置換基」ともいう。）としては、好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はフッ素原子であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であり、更に好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基であり、特に好ましくはアルキル基、シクロアルキル基又はアリール基であり、これらの基は更に置換基（以下、「二次置換基」ともいう。）を有していてもよい。

10

【0046】

環L1及び環L2のうちの少なくとも1つは、本実施形態の発光素子の最大発光効率により優れるので、一次置換基を有することが好ましい。

式(1)で表される金属錯体において、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つが一次置換基を有し、且つ、環L1及び環L2が複数存在する場合、複数存在する環L1及び環L2のうちの少なくとも1つの環が一次置換基を有していればよいが、本実施形態の発光素子の最大発光効率により優れるので、複数存在する環L1及び環L2のうちの少なくとも2つが一次置換基を有することが好ましく、複数存在する環L1及び環L2のうちの少なくとも3つが一次置換基を有することがより好ましい。また、式(1)で表される金属錯体において、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つが一次置換基を有し、且つ、環L1及び環L2が複数存在する場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率により優れるので、複数存在する環L1のうちの少なくとも2つが一次置換基を有すること、又は、複数存在する環L2のうちの少なくとも2つが一次置換基を有することが好ましく、複数存在する環L1の全てが一次置換基を有すること、又は、複数存在する環L2の全てが一次置換基を有することがより好ましい。

20

式(1)で表される金属錯体において、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つが一次置換基を有する場合、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つが有する一次置換基の個数は、通常1~10個であり、式(1)で表される金属錯体を容易に合成でき、且つ、本実施形態の発光素子の最大発光効率により優れるので、好ましくは1個~5個であり、より好ましくは1個~3個であり、更に好ましくは1個又は2個であり、特に好ましくは1個である。

30

式(1)で表される金属錯体において、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つが一次置換基を有し、且つ、Mがロジウム原子又はイリジウム原子である場合、環L1及び環L2が有する一次置換基の合計の個数は、通常、1個~30個であり、式(1)で表される金属錯体を容易に合成でき、且つ、本実施形態の発光素子の最大発光効率により優れるので、好ましくは1個~18個であり、より好ましくは2個~12個であり、更に好ましくは3個~6個である。

40

式(1)で表される金属錯体において、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つが一次置換基を有し、且つ、Mがパラジウム原子又は白金原子である場合、環L1及び環L2が有する一次置換基の合計の個数は、通常、1個~20個であり、式(1)で表される金属錯体を容易に合成でき、且つ、本実施形態の発光素子の最大発光効率により優れるので、好ましくは1個~12個であり、より好ましくは1個~8個であり、更に好ましくは2個~4個である。

【0047】

一次置換基におけるアリール基としては、好ましくは、単環式、2環式又は3環式の芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子1個を除いた基であり、より好ましくは、フェニル基、ナフチル基又はフルオレニル基であり、更に好ましくは、フ

50

2で表される基(すなわち、式(D-A)で表される基又は式(D-B)で表される基)を有することが好ましい。

式(1)で表される金属錯体において、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つがArB2で表される基を有し、且つ、環L1及び環L2が複数存在する場合、複数存在する環L1及び環L2のうちの少なくとも1つの環がArB2で表される基を有していればよいが、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、複数存在する環L1及び環L2のうちの少なくとも2つがArB2で表される基を有することが好ましく、複数存在する環L1及び環L2のうちの少なくとも3つがArB2で表される基を有することがより好ましい。また、式(1)で表される金属錯体において、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つがArB2で表される基を有し、且つ、環L1及び環L2が複数存在する場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、複数存在する環L1のうちの少なくとも2つがArB2で表される基を有すること、又は、複数存在する環L2のうちの少なくとも2つがArB2で表される基を有することが好ましく、複数存在する環L1の全てがArB2で表される基を有すること、又は、複数存在する環L2の全てがArB2で表される基を有することがより好ましい。また、式(1)で表される金属錯体において、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つがArB2で表される基を有し、且つ、環L1及び環L2が複数存在する場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率が更に優れるので、複数存在する環L2のうちの少なくとも2つがArB2で表される基を有することが好ましく、複数存在する環L2の全てがArB2で表される基を有することがより好ましい。

10

20

式(1)で表される金属錯体において、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つがArB2で表される基を有する場合、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つが有するArB2で表される基の個数は、通常1~10個であり、式(1)で表される金属錯体を容易に合成でき、且つ、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは1個~5個であり、より好ましくは1個~3個であり、更に好ましくは1個又は2個であり、特に好ましくは1個である。

式(1)で表される金属錯体において、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つがArB2で表される基を有し、且つ、Mがロジウム原子又はイリジウム原子である場合、環L1及び環L2が有するArB2で表される基の合計の個数は、通常、1個~30個であり、式(1)で表される金属錯体を容易に合成でき、且つ、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは1個~18個であり、より好ましくは2個~12個であり、更に好ましくは3個~6個である。

30

式(1)で表される金属錯体において、環L1及び環L2のうちの少なくとも1つがArB2で表される基を有し、且つ、Mがパラジウム原子又は白金原子である場合、環L1及び環L2が有するArB2で表される基の合計の個数は、通常、1個~20個であり、式(1)で表される金属錯体を容易に合成でき、且つ、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは1個~12個であり、より好ましくは1個~8個であり、更に好ましくは2個~4個である。

【0051】

ArB1が有していてもよい置換基としては、好ましくは、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であり、更に好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基であり、特に好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基又はアリール基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

40

【0052】

ArB1が有していてもよい置換基におけるアリール基としては、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、ArB1における芳香族炭化水素の項で説明した芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子1個を除いた基であり、該基は置換基を有していてもよい。

50

A r B 1 が有していてもよい置換基におけるアリール基において、芳香族炭化水素の例及び好ましい範囲は、A r B 1 における芳香族炭化水素の例及び好ましい範囲と同じである。

【 0 0 5 3 】

A r B 1 が有していてもよい置換基における 1 価の複素環基としては、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、A r B 1 における複素環式化合物の項で説明した複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 1 個を除いた基であり、該基は置換基を有していてもよい。

A r B 1 が有していてもよい置換基における 1 価の複素環基において、複素環式化合物の例及び好ましい範囲は、A r B 1 における複素環式化合物の例及び好ましい範囲と同じである。

10

【 0 0 5 4 】

A r B 1 が有していてもよい置換基における置換アミノ基において、アミノ基が有する置換基としては、アリール基又は 1 価の複素環基が好ましく、アリール基がより好ましく、これらの基は更に置換基を有していてもよい。アミノ基が有する置換基におけるアリール基の例及び好ましい範囲は、A r B 1 が有していてもよい置換基におけるアリール基の例及び好ましい範囲と同じである。アミノ基が有する置換基における 1 価の複素環基の例及び好ましい範囲は、A r B 1 が有していてもよい置換基における 1 価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

【 0 0 5 5 】

A r B 1 が有していてもよい置換基が更に有していてもよい置換基としては、好ましくは、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、1 価の複素環基又は置換アミノ基であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1 価の複素環基又は置換アミノ基であり、更に好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基又はアリール基であり、特に好ましくは、アルキル基又はシクロアルキル基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよいが、更に置換基を有さないことが好ましい。

20

A r B 1 が有していてもよい置換基が更に有していてもよい置換基におけるアリール基、1 価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、A r B 1 が有していてもよい置換基におけるアリール基、1 価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

30

【 0 0 5 6 】

(式 (D - A) 又は式 (D - B) で表される基)

m D A 1 は、通常、1 以上 1 0 以下の整数であり、好ましくは、1 以上 5 以下の整数であり、より好ましくは、1 以上 3 以下の整数であり、更に好ましくは、1 又は 2 であり、特に好ましくは、1 である。

m D A 2 ~ m D A 7 は、通常、0 以上 1 0 以下の整数であり、好ましくは、0 以上 5 以下の整数であり、より好ましくは、0 以上 2 以下の整数であり、更に好ましくは、0 又は 1 である。m D A 2 ~ m D A 7 が同一の整数であることが好ましい。

【 0 0 5 7 】

G D A における芳香族炭化水素基としては、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式又は 2 環式 ~ 6 環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 3 個を除いた基であり、より好ましくは、単環式、2 環式又は 3 環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 3 個を除いた基であり、更に好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ジヒドロフェナントレン又はフルオレンから、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 3 個を除いた基であり、特に好ましくは、ベンゼン、ナフタレン又はフルオレンから、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 3 個を除いた基であり、とりわけ好ましくは、ベンゼンから、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 3 個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

40

G D A における複素環基としては、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるの

50

で、好ましくは、単環式又は2環式～6環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子3個を除いた基であり、より好ましくは、単環式、2環式又は3環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子3個を除いた基であり、更に好ましくは、フラン、チオフェン、オキサジアゾール、チアジアゾール、ピロール、ジアゾール、トリアゾール、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、インドール、アザインドール、ジアザインドール、ベンゾジアゾール、ベンゾトリアゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン、5,10-ジヒドロフェナジン、アクリドン、アザアントラセン、ジアザアントラセン、アザフェナントレン又はジアザフェナントレンから、環を構成する原子に直接結合する水素原子3個を除いた基であり、特に好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン又は5,10-ジヒドロフェナジンから、環を構成する原子に直接結合する水素原子3個を除いた基であり、とりわけ好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、カルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン又は5,10-ジヒドロフェナジンから、環を構成する原子に直接結合する水素原子3個を除いた基であり、とりわけ更に好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン又はトリアジンから、環を構成する原子に直接結合する水素原子3個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

10

20

【0058】

GDAは、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式、2環式若しくは3環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子3個を除いた基、又は、単環式、2環式若しくは3環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子3個を除いた基であり、より好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、フルオレン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン又は5,10-ジヒドロフェナジンから、環を構成する原子に直接結合する水素原子3個を除いた基であり、更に好ましくは、ベンゼン、フルオレン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、カルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン又は5,10-ジヒドロフェナジンから、環を構成する炭素原子又は窒素原子に直接結合する水素原子3個を除いた基であり、特に好ましくは、ベンゼン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン又はカルバゾールから、環を構成する炭素原子又は窒素原子に直接結合する水素原子3個を除いた基であり、とりわけ好ましくは、ベンゼン、ピリジン、ジアザベンゼン又はトリアジンから、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子3個を除いた基でありこれらの基は置換基を有していてもよい。

30

GDAが有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、Ar^{B1}が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

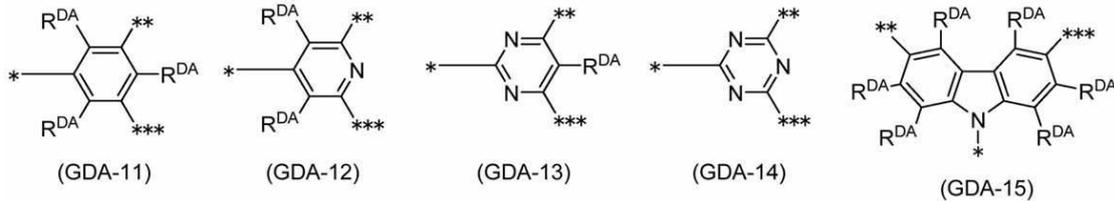
40

【0059】

GDAは、本実施形態の発光素子の最大発光効率が更に優れるので、好ましくは式(GDA-11)～式(GDA-15)で表される基であり、より好ましくは式(GDA-11)～式(GDA-14)で表される基であり、更に好ましくは式(GDA-11)で表される基である。

50

【化 19】



[式中、

* は、式 (D - A) における $A r D A 1$ 、式 (D - B) における $A r D A 1$ 、式 (D - B) における $A r D A 2$ 、又は、式 (D - B) における $A r D A 3$ との結合を表す。

10

** は、式 (D - A) における $A r D A 2$ 、式 (D - B) における $A r D A 2$ 、式 (D - B) における $A r D A 4$ 、又は、式 (D - B) における $A r D A 6$ との結合を表す。

*** は、式 (D - A) における $A r D A 3$ 、式 (D - B) における $A r D A 3$ 、式 (D - B) における $A r D A 5$ 、又は、式 (D - B) における $A r D A 7$ との結合を表す。

$R D A$ は、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、1 価の複素環基又は置換アミノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 $R D A$ が複数ある場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【 0 0 6 0 】

20

$R D A$ は、好ましくは水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基又はシクロアルコキシ基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基又はシクロアルキル基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよいが、更に置換基を有さないことが好ましい。

$R D A$ におけるアリール基、1 価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、 $A r B 1$ が有していてもよい置換基におけるアリール基、1 価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

$R D A$ が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 $A r B 1$ が有していてもよい置換基が更に有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

【 0 0 6 1 】

30

$A r D A 1 \sim A r D A 7$ におけるアリーレン基としては、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式又は 2 環式 ~ 6 環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、より好ましくは、単環式、2 環式又は 3 環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、更に好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ジヒドロフェナントレン又はフルオレンから、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、特に好ましくは、ベンゼン、ナフタレン又はフルオレンから、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、とりわけ好ましくは、フェニレン基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

40

$A r D A 1 \sim A r D A 7$ における 2 価の複素環基としては、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式又は 2 環式 ~ 6 環式の複素環式化合物から、環を構成する原子 (好ましくは炭素原子) に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、より好ましくは、単環式、2 環式又は 3 環式の複素環式化合物から、環を構成する原子 (好ましくは炭素原子) に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、更に好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9, 10 - ジヒドロアクリジン又は 5, 10 - ジヒドロフェナジンから、環を構成する原子 (好ましくは炭素原子) に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、特に好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、

50

アザナフタレン、ジアザナフタレン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン又はカルバゾールから、環を構成する原子（好ましくは炭素原子）に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、とりわけ好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、カルバゾール、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェンから、環を構成する原子（好ましくは炭素原子）に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

ArDA1 ~ ArDA7は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式、2環式若しくは3環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子2個を除いた基、又は、単環式、2環式若しくは3環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、より好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、フルオレン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン又はカルバゾールから、環を構成する炭素原子又は窒素原子（好ましくは炭素原子）に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、更に好ましくは、ベンゼン、フルオレン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン又はカルバゾールから、環を構成する炭素原子又は窒素原子（好ましくは炭素原子）に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、特に好ましくは、ベンゼン、フルオレン又はカルバゾールから、環を構成する炭素原子又は窒素原子（好ましくは炭素原子）に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、とりわけ好ましくは、フェニレン基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

10

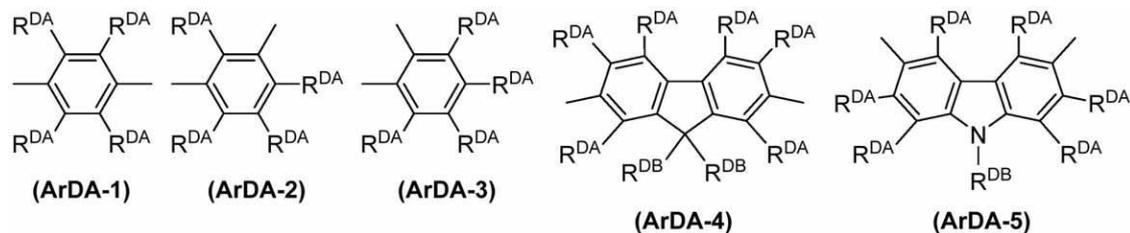
20

ArDA1 ~ ArDA7が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、ArB1が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

【0062】

ArDA1 ~ ArDA7は、本実施形態の発光素子の最大発光効率が更に優れるので、好ましくは式(ArDA-1) ~ 式(ArDA-5)で表される基であり、より好ましくは式(ArDA-1) ~ 式(ArDA-3)で表される基であり、更に好ましくは式(ArDA-1)又は式(ArDA-2)で表される基である。

【化20】



30

[式中、

R^{DA}は、前記と同じ意味を表す。

R^{DB}は、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。R^{DB}が複数ある場合、それらは同一でも異なってもよい。]

40

【0063】

R^{DB}は、好ましくは、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基であり、更に好ましくは、アリール基又は1価の複素環基であり、特に好ましくは、アリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

R^{DB}におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、ArB1が有していてもよい置換基におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

50

R D B が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、A r B 1 が有していてもよい置換基が更に有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

【 0 0 6 4 】

T D A におけるアリール基及び 1 価の複素環基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、A r B 1 が有していてもよい置換基におけるアリール基及び 1 価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

T D A は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式、2 環式若しくは 3 環式の芳香族炭化水素から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 1 個を除いた基、又は、単環式、2 環式若しくは 3 環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 1 個を除いた基であり、より好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、フルオレン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、カルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9, 10 - ジヒドロアクリジン又は 5, 10 - ジヒドロフェナジンから、環を構成する炭素原子又は窒素原子に直接結合する水素原子 1 個を除いた基であり、更に好ましくは、ベンゼン、フルオレン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン又はカルバゾールから、環を構成する炭素原子又は窒素原子に直接結合する水素原子 1 個を除いた基であり、特に好ましくは、ベンゼン、フルオレン又はカルバゾールから、環を構成する炭素原子又は窒素原子に直接結合する水素原子 1 個を除いた基であり、特に好ましくは、フェニル基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

10

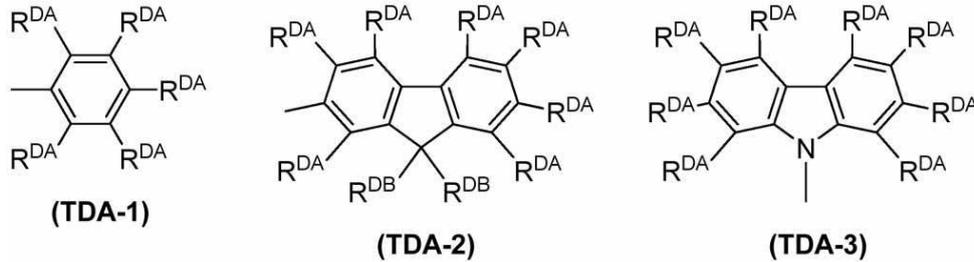
T D A が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、A r B 1 が有していてもよい置換基が更に有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

20

【 0 0 6 5 】

T D A は、本実施形態の発光素子の最大発光効率が更に優れるので、好ましくは式 (T D A - 1) ~ 式 (T D A - 3) で表される基であり、より好ましくは式 (T D A - 1) 又は式 (T D A - 3) で表される基であり、更に好ましくは式 (T D A - 1) で表される基である。

【 化 2 1 】



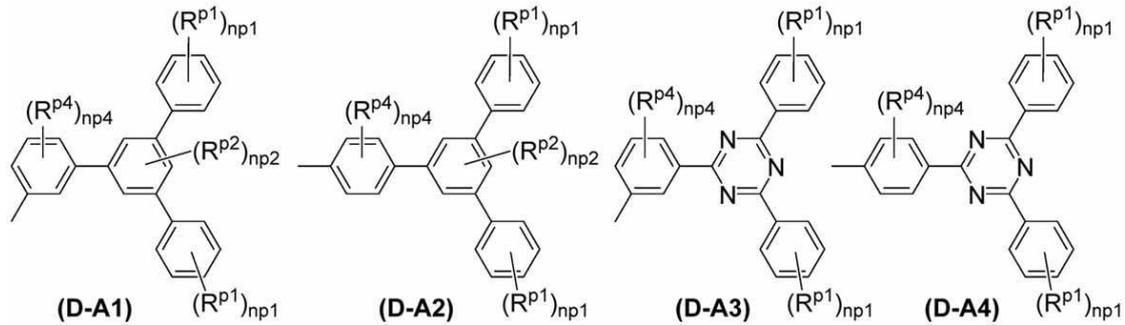
30

[式中、R D A 及び R D B は、前記と同じ意味を表す。]

【 0 0 6 6 】

式 (D - A) で表される基としては、例えば、式 (D - A 1) ~ (D - A 8) で表される基が挙げられる。

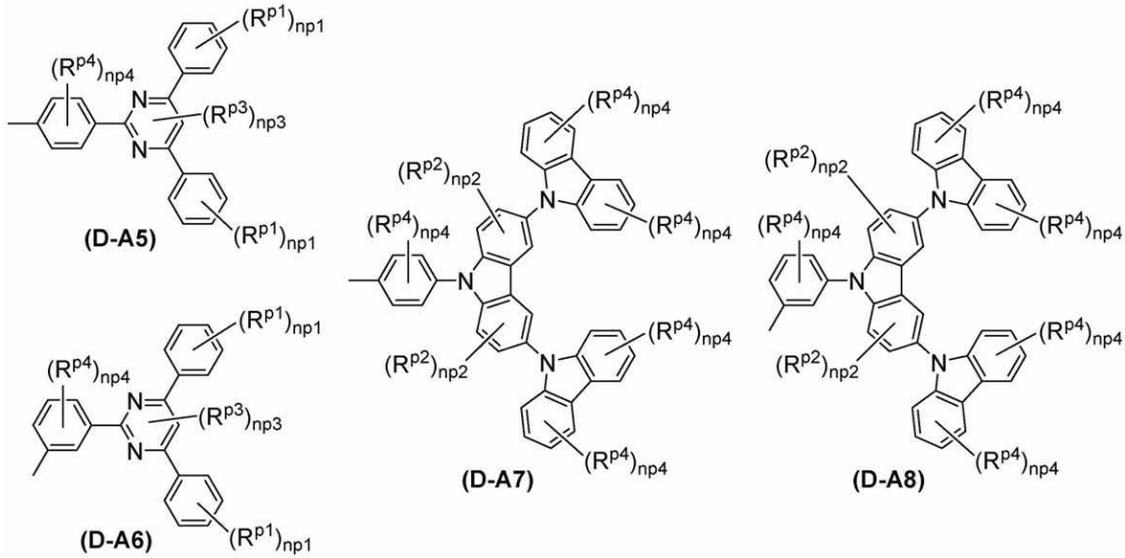
【 化 2 2 】



40

50

【化 2 3】



10

[式中、

R^{p1}、R^{p2}、R^{p3}及びR^{p4}は、それぞれ独立に、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基又はハロゲン原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。R^{p1}、R^{p2}及びR^{p4}が複数ある場合、それらはそれぞれ同一であっても異なってもよい。n_{p1}は、0～5の整数を表し、n_{p2}は0～3の整数を表し、n_{p3}は0又は1を表し、n_{p4}は0～4の整数を表す。複数あるn_{p1}は同一でも異なってもよい。n_{p2}が複数ある場合、それらは同一でも異なってもよい。n_{p4}が複数ある場合、それらは同一でも異なってもよい。]

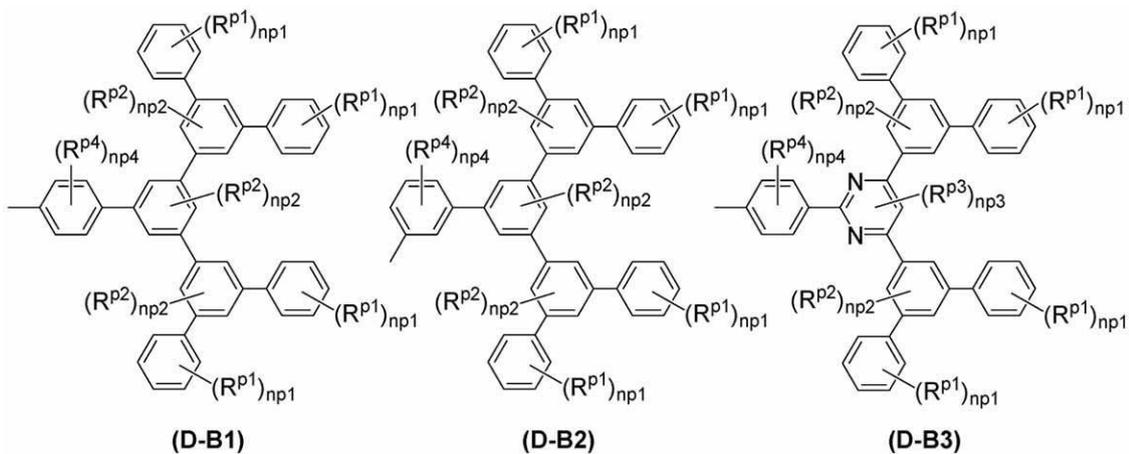
20

【 0 0 6 7】

式(D-B)で表される基としては、例えば、式(D-B1)～(D-B6)で表される基が挙げられる。

30

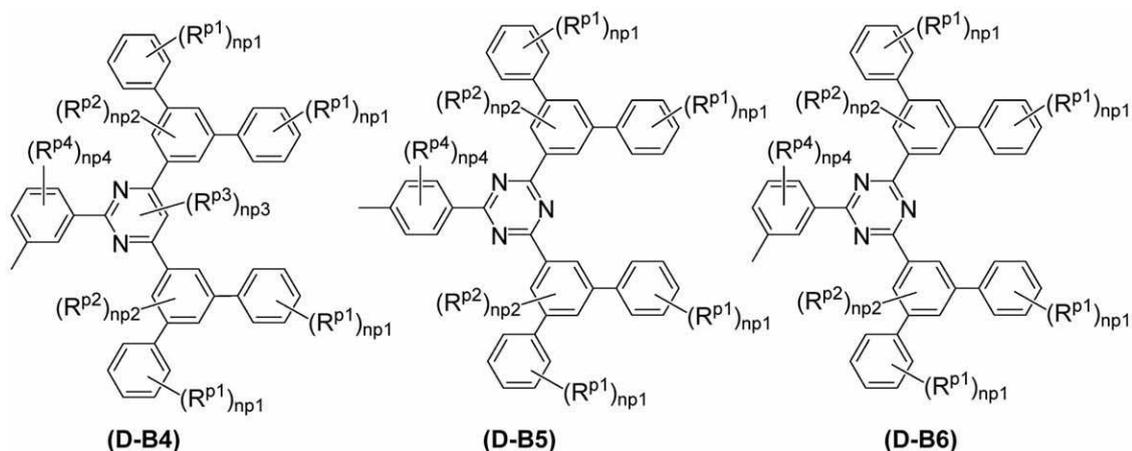
【化 2 4】



40

50

【化 2 5】



10

[式中、

R^{p1} 、 R^{p2} 、 R^{p3} 及び R^{p4} は、それぞれ独立に、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基又はハロゲン原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 R^{p1} 、 R^{p2} 及び R^{p4} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

20

n_{p1} は 0 ~ 5 の整数を表し、 n_{p2} は 0 ~ 3 の整数を表し、 n_{p3} は 0 又は 1 を表し、 n_{p4} は 0 ~ 4 の整数を表す。複数ある n_{p1} は同一でも異なってもよい。複数ある n_{p2} は、それらは同一でも異なってもよい。]

【0068】

n_{p1} は、好ましくは 0 ~ 2 の整数であり、より好ましくは 0 又は 1 である。 n_{p2} は、好ましくは 0 又は 1 であり、より好ましくは 0 である。 n_{p3} は好ましくは 0 である。 n_{p4} は、好ましくは 0 ~ 2 の整数であり、より好ましくは 0 又は 1 である。

【0069】

R^{p1} 、 R^{p2} 、 R^{p3} 及び R^{p4} は、好ましくは、置換基を有していてもよいアルキル基又は置換基を有していてもよいシクロアルキル基であり、より好ましくは、置換基を有していてもよいアルキル基であり、更に好ましくは置換基を有さないアルキル基である。 R^{p1} 、 R^{p2} 、 R^{p3} 及び R^{p4} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 $ArB1$ が有していてもよい置換基が更に有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

30

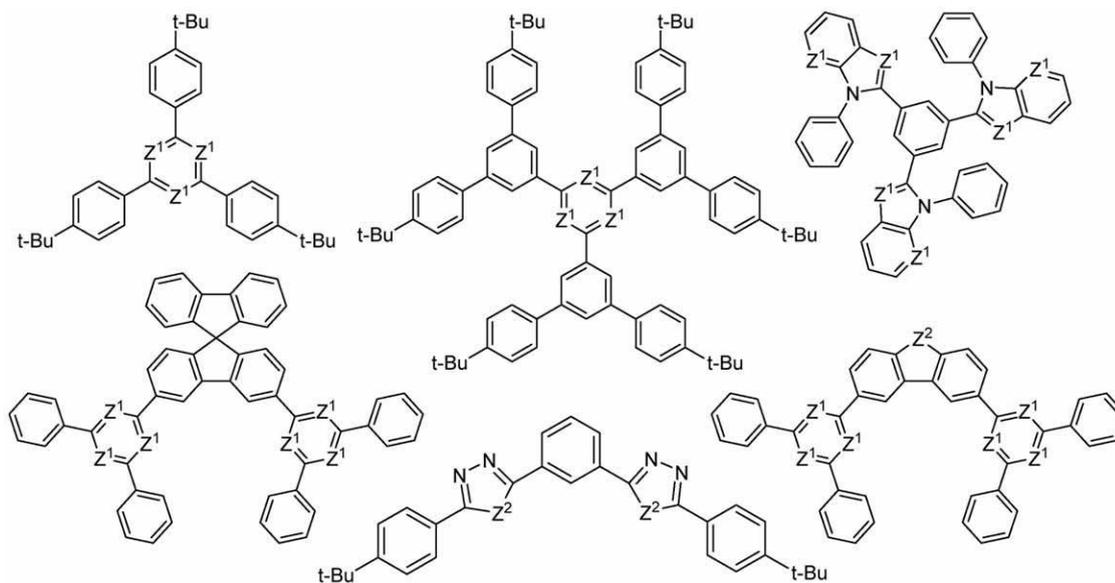
【0070】

式(B)で表される化合物としては、例えば、下記式で表される化合物が挙げられる。なお、式中、 Z^1 は、 $-N=$ で表される基、又は、 $-CH=$ で表される基を表す。 Z^2 は、酸素原子又は硫黄原子を表す。複数存在する Z^1 及び Z^2 は、各々、同一であっても異なってもよい。

40

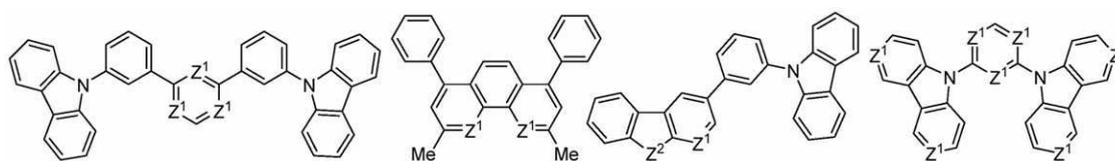
50

【化 2 6】



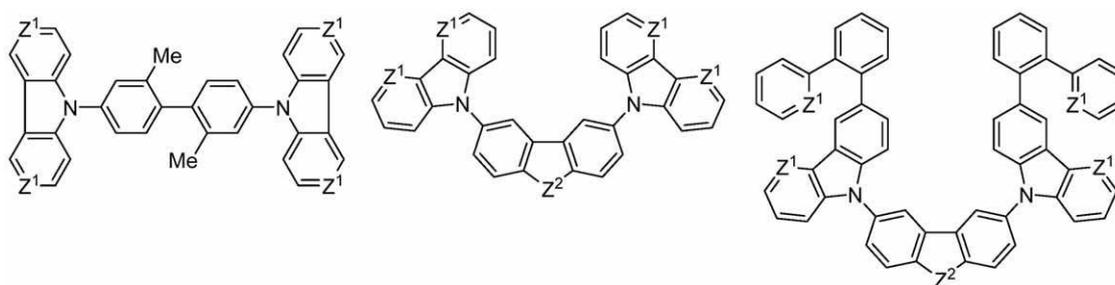
10

【化 2 7】



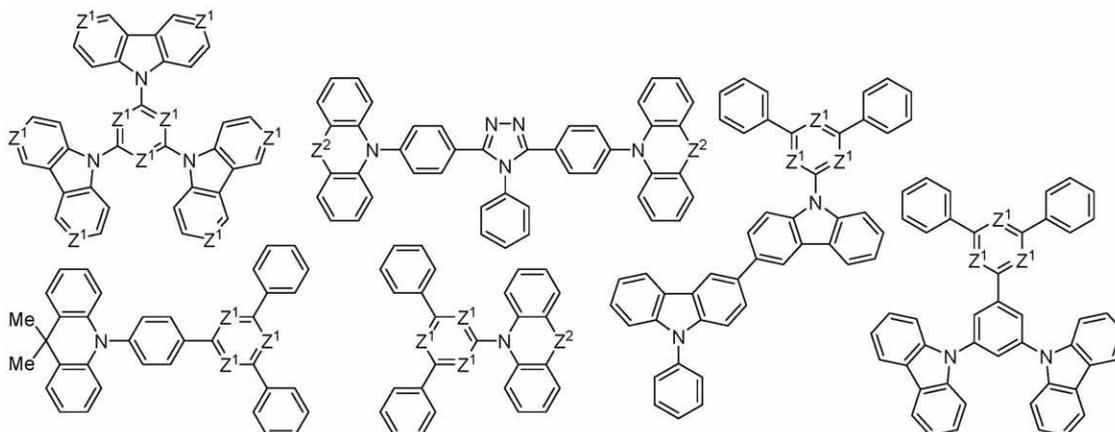
20

【化 2 8】



30

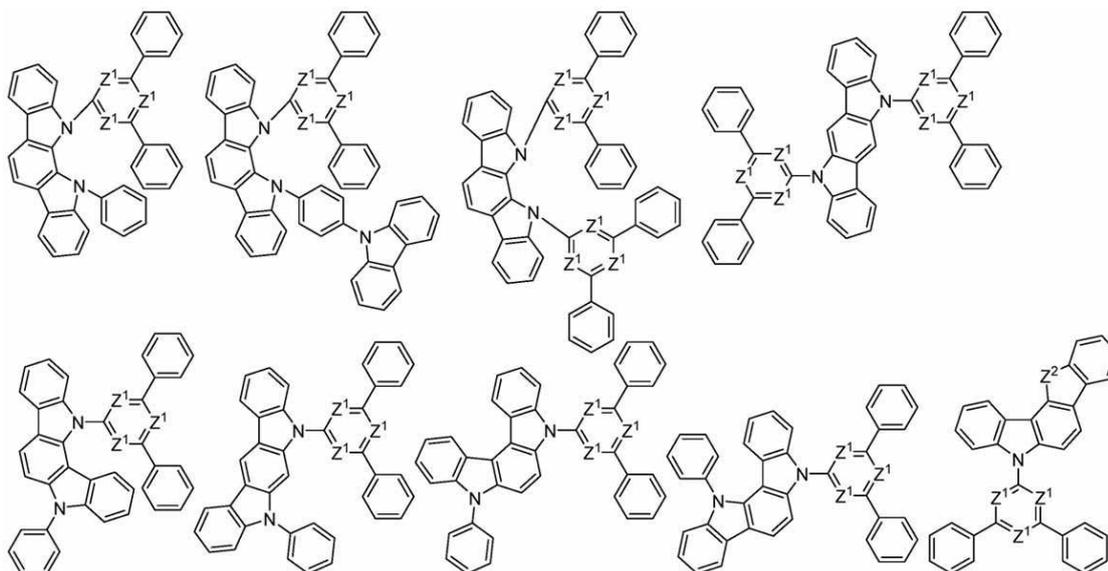
【化 2 9】



40

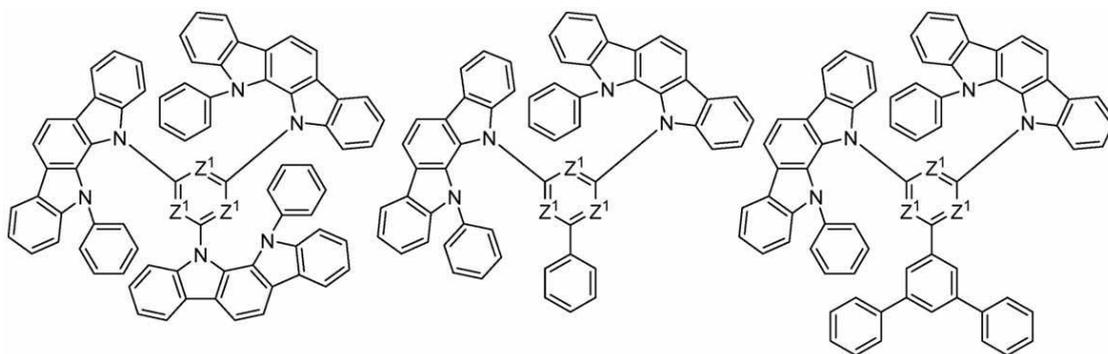
50

【化 3 0】



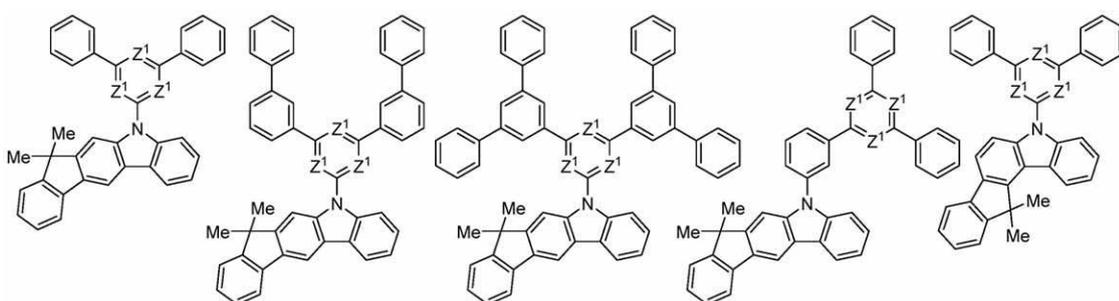
10

【化 3 1】



20

【化 3 2】

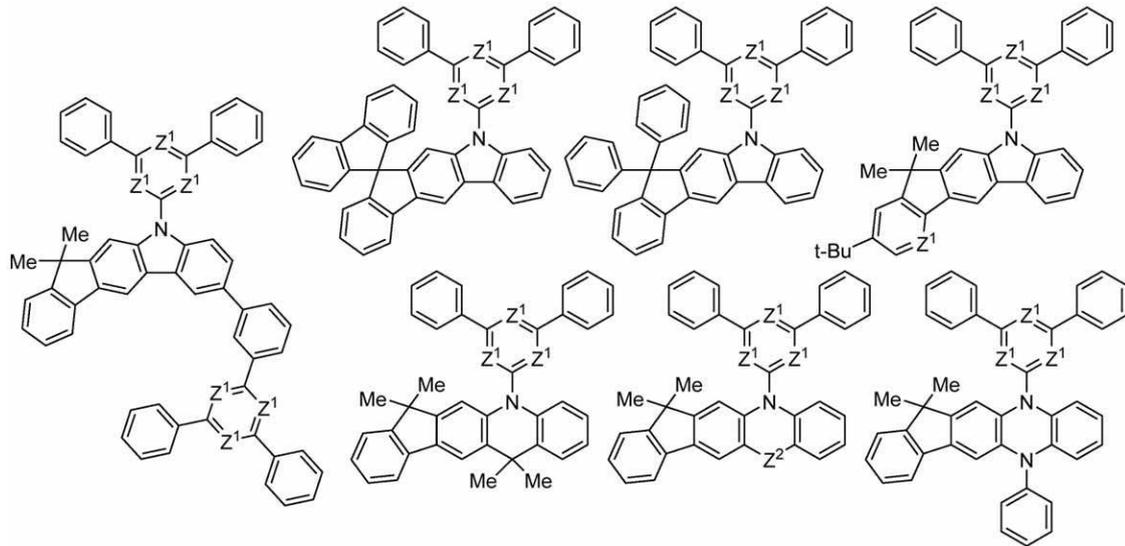


30

40

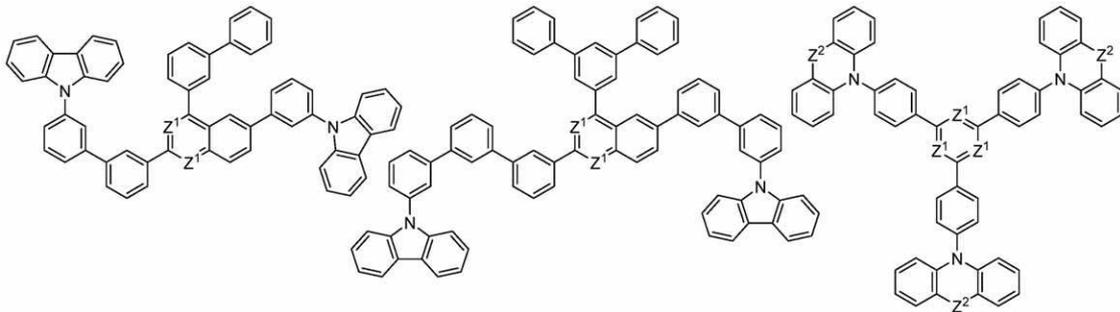
50

【化 3 3】



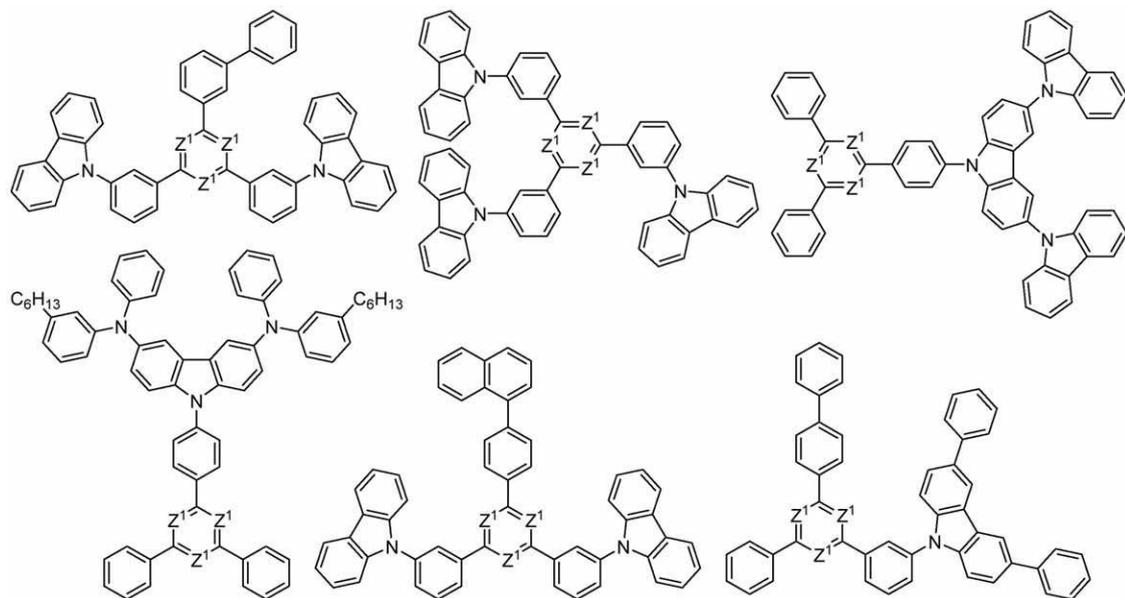
10

【化 3 4】



20

【化 3 5】

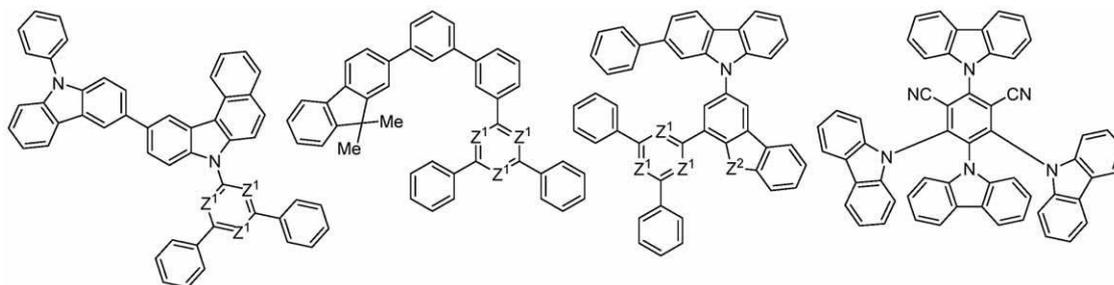


30

40

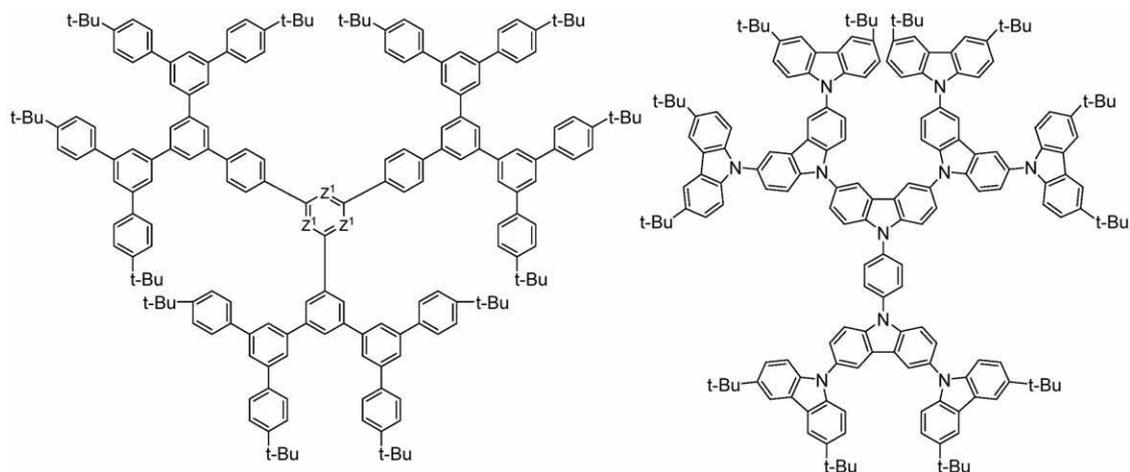
50

【化 3 6】



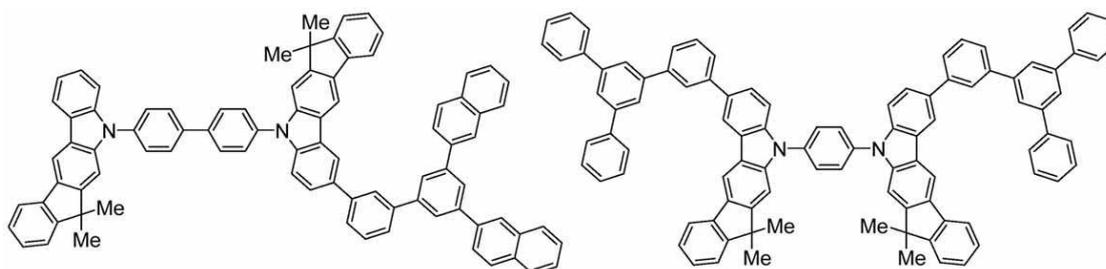
10

【化 3 7】



20

【化 3 8】

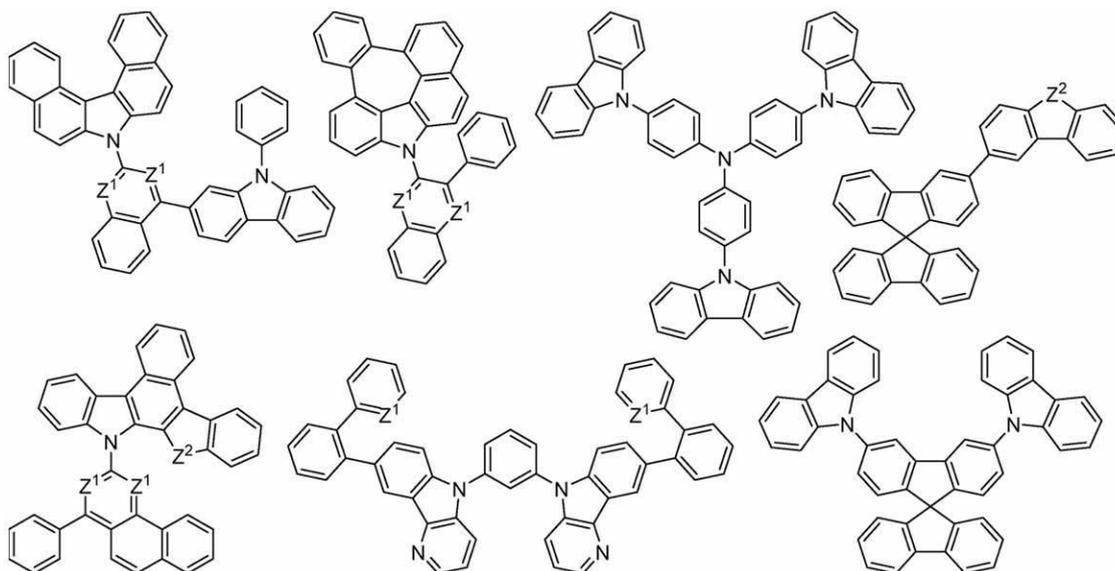


30

40

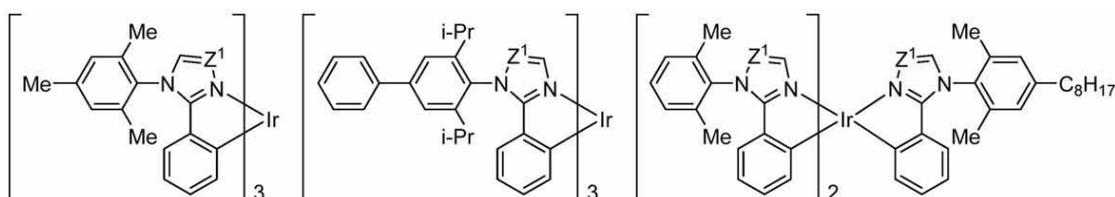
50

【化 3 9】



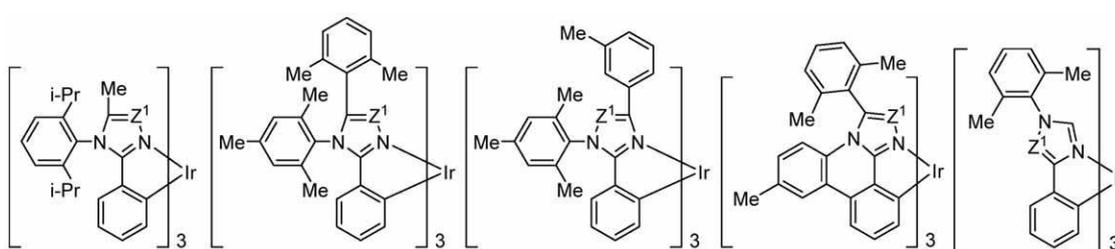
10

【化 4 0】



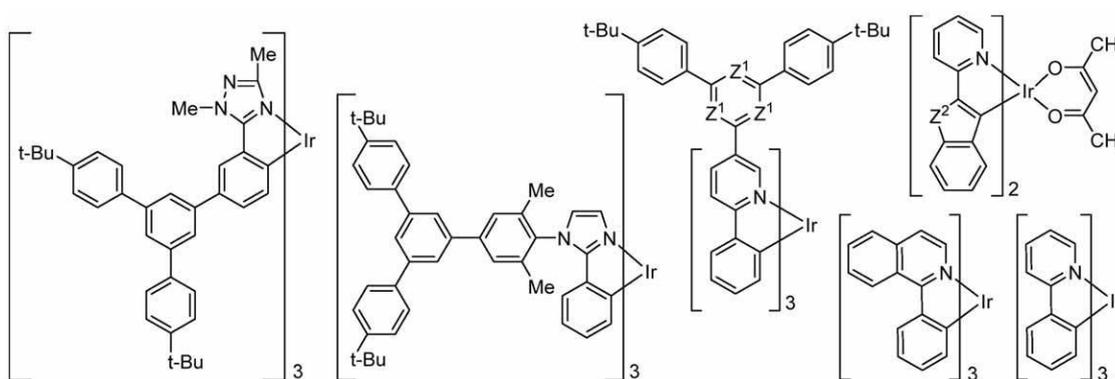
20

【化 4 1】



30

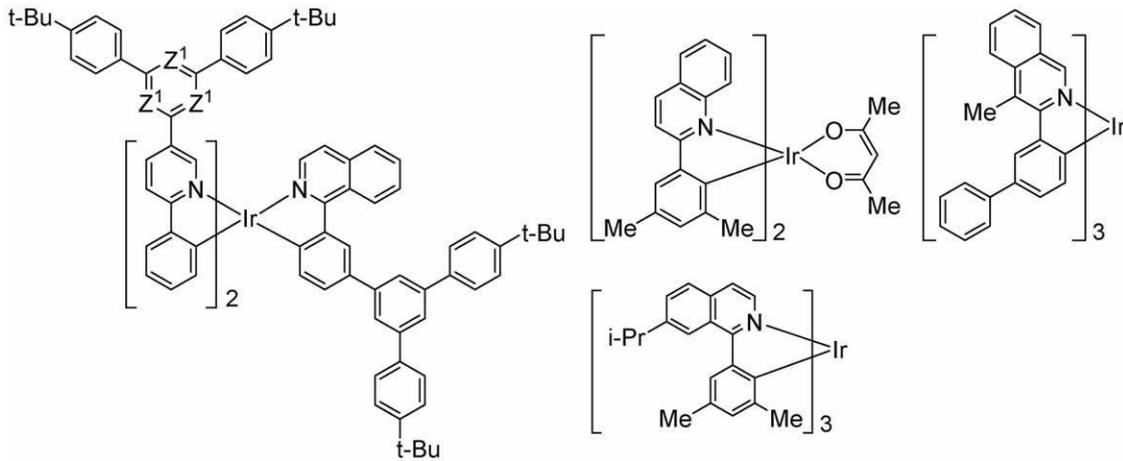
【化 4 2】



40

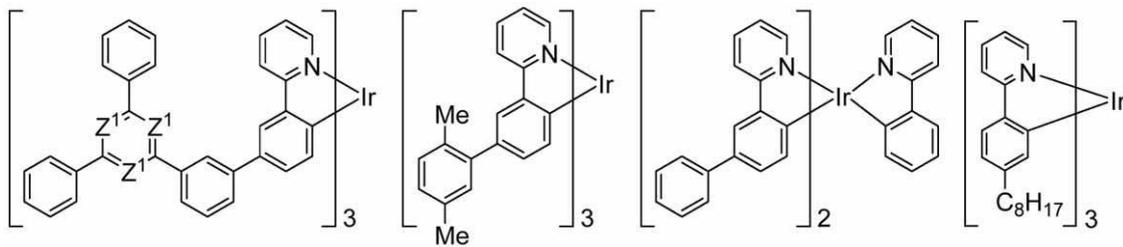
50

【化 4 3】



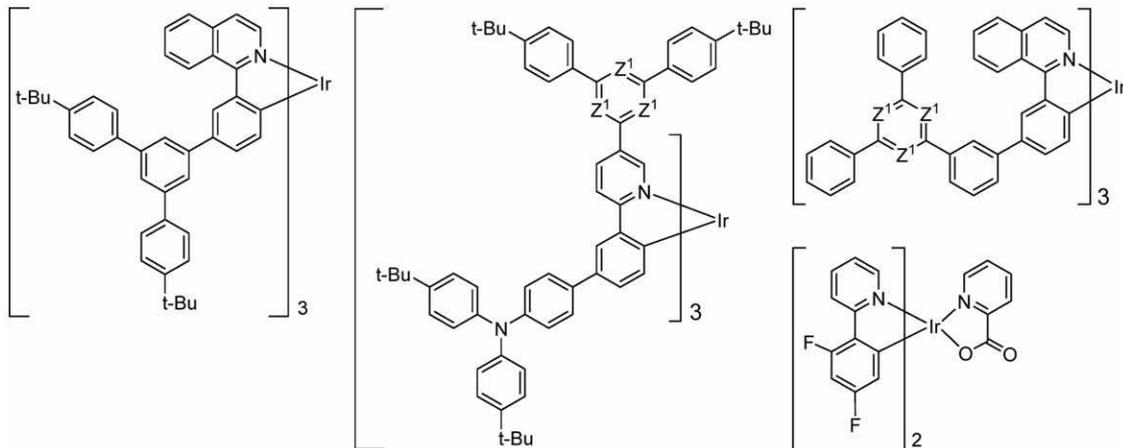
10

【化 4 4】



20

【化 4 5】



30

【0071】

第1の層において、化合物(B-1)は、ホスト材料又はゲスト材料であることが好ましい。

40

【0072】

本実施形態の発光素子において、ホスト材料は、ゲスト材料と、物理的、化学的又は電氣的に相互作用する材料を意味する。この相互作用により、例えば、本実施形態の発光素子の発光特性、電荷輸送特性又は電荷注入特性を向上又は調整することが可能となる。本実施形態の発光素子において、発光材料を一例として説明すれば、ホスト材料とゲスト材料とが電氣的に相互作用し、ホスト材料からゲスト材料へ効率的に電気エネルギーを渡すことで、ゲスト材料をより効率的に発光させることができ、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れる。

50

本実施形態の発光素子において、ホスト材料は、正孔注入性、正孔輸送性、電子注入性及び電子輸送性から選ばれる少なくとも1つの機能を有することが好ましい。

本実施形態の発光素子において、第1の層が、ホスト材料とゲスト材料とを含有する層である場合、ホスト材料の含有量は、ホスト材料及びゲスト材料の合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1～99.9質量部であり、好ましくは10～99質量部であり、より好ましくは30～97質量部であり、更に好ましくは50～95質量部であり、とりわけ好ましくは70～90質量部である。

本実施形態の発光素子において、第1の層が、ホスト材料とゲスト材料とを含有する層である場合、第1の層中のホスト材料及びゲスト材料の合計の含有量は、第1の層としての機能が奏される範囲であればよい。第1の層中のホスト材料及びゲスト材料の合計の含有量は、例えば、第1の層の全量基準で1～100質量%であってもよく、10～100質量%であることが好ましく、30～100質量%であることがより好ましく、50～100質量%であることが更に好ましく、70～100質量%であることが特に好ましく、90～100質量%であることがとりわけ好ましい。

本実施形態の発光素子において、ホスト材料の有する最低励起三重項状態(T_1)は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、ゲスト材料の有する最低励起三重項状態(T_1)より高いエネルギー準位であることが好ましい。

本実施形態の発光素子において、ホスト材料としては、本実施形態の発光素子を湿式法で作製できるので、ゲスト材料を溶解することが可能な溶媒に対して溶解性を示すものであることが好ましい。

【0073】

本実施形態の発光素子において、第1の層に含有される化合物(B-1)の種類は、通常、1種～20種であり、本実施形態の発光素子の製造が容易なので、好ましくは1～10種であり、より好ましくは1～5種であり、更に好ましくは1～3種であり、特に好ましくは1種又は2種である。

本実施形態の発光素子において、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、第1の層は、2種以上の化合物(B-1)を含有する層であることが好ましい。

第1の層が、2種以上の化合物(B-1)を含有する層である場合、2種以上の化合物(B-1)のうちの少なくとも1種の含有量は、2種以上の化合物(B-1)の合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1～99質量部であり、好ましくは5～95質量部であり、より好ましくは10～90質量部であり、更に好ましくは20～80質量部であり、とりわけ好ましくは30～70質量部である。

第1の層が、2種以上の化合物(B-1)を含有する層である場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、第1の層に含有される化合物(B-1)の少なくとも1種は、ホスト材料又はゲスト材料であることが好ましい。

第1の層が、2種以上の化合物(B-1)を含有する層である場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、2種以上の化合物(B-1)のうち少なくとも1種はホスト材料であり、且つ、2種以上の化合物(B-1)のうち少なくとも1種はゲスト材料であることが好ましい。

第1の層において、化合物(B-1)がホスト材料である場合、化合物(B-1)における ArB_1 は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 nB_1 個を除いた基、又は、複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子 nB_1 個を除いた基であることが好ましく、複素環式化合物から環を構成する原子に直接結合する水素原子 nB_1 個を除いた基であることがより好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

第1の層において、化合物(B-1)がゲスト材料である場合、化合物(B-1)における ArB_1 は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、式(1)で表される金属錯体から水素原子 nB_1 個を除いた基であることが好ましく、該基は置換基を有していてもよい。

【0074】

10

20

30

40

50

本実施形態の発光素子において、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、第1の層は、後述の式(X)で表される構成単位及び後述の式(Y)で表される構成単位からなる群より選択される少なくとも1種の構成単位を含む高分子化合物(以下、「第1の層の高分子化合物」ともいう。)と、化合物(B-1)とを含有する層であることが好ましい。

本実施形態の発光素子において、第1の層が第1の層の高分子化合物と化合物(B-1)とを含有する層である場合、第1の層には、第1の層の高分子化合物が1種のみ含まれていてもよく、2種以上含まれていてもよい。

本実施形態の発光素子において、第1の層が第1の層の高分子化合物と化合物(B-1)とを含有する層である場合、第1の層の高分子化合物の含有量は、第1の層の高分子化合物及び化合物(B-1)の合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1~99.9質量部であり、好ましくは10~99質量部であり、より好ましくは30~97質量部であり、更に好ましくは50~95質量部であり、とりわけ好ましくは70~90質量部である。

10

本実施形態の発光素子において、第1の層が第1の層の高分子化合物と化合物(B-1)とを含有する層である場合、第1の層中の第1の層の高分子化合物及び化合物(B-1)の合計の含有量は、第1の層としての機能が奏される範囲であればよい。第1の層中の第1の層の高分子化合物及び化合物(B-1)の合計の含有量は、例えば、第1の層の全量基準で1~100質量%であってもよく、10~100質量%であることが好ましく、30~100質量%であることがより好ましく、50~100質量%であることが更に好ましく、70~100質量%であることが特に好ましい。

20

本実施形態の発光素子において、第1の層が第1の層の高分子化合物と化合物(B-1)とを含有する層である場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、第1の層の高分子化合物がホスト材料又はゲスト材料であり、且つ、化合物(B-1)がホスト材料又はゲスト材料であることが好ましく、第1の層の高分子化合物がホスト材料であり、且つ、化合物(B-1)がゲスト材料であること、又は、第1の層の高分子化合物がゲスト材料であり、且つ、化合物(B-1)がホスト材料であることがより好ましく、第1の層の高分子化合物がホスト材料であり、且つ、化合物(B-1)がゲスト材料であることが更に好ましい。

【0075】

第1の層の高分子化合物は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、後述の式(Y)で表される構成単位を含む高分子化合物である。

第1の層の高分子化合物における式(Y)で表される構成単位の例及び好ましい範囲は、後述の架橋基を有する高分子化合物における式(Y)で表される構成単位の例及び好ましい範囲と同じである。

第1の層の高分子化合物が式(Y)で表される構成単位を含む場合、第1の層の高分子化合物中に含まれる式(Y)で表される構成単位の含有量は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、第1の層の高分子化合物に含まれる構成単位の合計の含有量に対して、好ましくは1~100モル%であり、より好ましくは30~100モル%であり、更に好ましくは50~100モル%であり、特に好ましくは70~100モル%である。

30

40

第1の層の高分子化合物において、式(Y)で表される構成単位は、第1の層の高分子化合物中に、1種のみ含まれていてもよく、2種以上含まれていてもよい。

【0076】

第1の層の高分子化合物は、正孔輸送性が優れるので、後述の式(X)で表される構成単位を含むことが好ましい。

第1の層の高分子化合物における式(X)で表される構成単位の例及び好ましい範囲は、後述の架橋基を有する高分子化合物における式(X)で表される構成単位の例及び好ましい範囲と同じである。

第1の層の高分子化合物が式(X)で表される構成単位を含む場合、第1の層の高分子化

50

合物中に含まれる式 (X) で表される構成単位の含有量は、本実施形態の発光素子の最大発光効率により優れるので、第 1 の層の高分子化合物に含まれる構成単位の合計の含有量に対して、好ましくは 0.1 ~ 100 モル% であり、より好ましくは 0.5 ~ 70 モル% であり、更に好ましくは 1 ~ 50 モル% であり、特に好ましくは 5 ~ 30 モル% である。第 1 の層の高分子化合物において、式 (X) で表される構成単位は、第 1 の層の高分子化合物中に、1 種のみ含まれていてもよく、2 種以上含まれていてもよい。

【0077】

第 1 の層の高分子化合物は、正孔輸送性が優れ、且つ、本実施形態の発光素子の最大発光効率により優れるので、式 (Y) で表される構成単位及び式 (X) で表される構成単位を含むことが好ましい。

10

第 1 の層の高分子化合物が式 (Y) で表される構成単位及び式 (X) で表される構成単位を含む場合、第 1 の層の高分子化合物中に含まれる式 (Y) で表される構成単位及び式 (X) で表される構成単位の合計の含有量は、本実施形態の発光素子の最大発光効率により優れるので、第 1 の層の高分子化合物に含まれる構成単位の合計の含有量に対して、好ましくは 1 ~ 100 モル% であり、より好ましくは 30 ~ 100 モル% であり、更に好ましくは 50 ~ 100 モル% であり、特に好ましくは 70 ~ 100 モル% である。

【0078】

第 1 の層の高分子化合物としては、例えば、高分子化合物 HP - 1 ~ HP - 3 が挙げられる。

【表 1】

20

高分子化合物	構成単位とそのモル比率		
	式 (Y)	式 (X)	その他
	p	q	r
HP-1	100	0	0~30
HP-2	0	100	0~30
HP-3	0.1~99.9	0.1~99.9	0~30

[表中、p、q 及び r は、各構成単位のモル比率を示す。p + q + r = 100 であり、且つ、100 > p + q > 70 である。その他の構成単位とは、式 (Y) で表される構成単位及び式 (X) で表される構成単位以外の構成単位を意味する。]

30

【0079】

第 1 の層の高分子化合物は、ブロック共重合体、ランダム共重合体、交互共重合体、グラフト共重合体のいずれであってもよいし、その他の態様であってもよいが、複数種の原料モノマーを共重合した共重合体であることが好ましい。

【0080】

第 1 の層の高分子化合物のポリスチレン換算の数平均分子量の例及び好ましい範囲は、後述の架橋基を有する高分子化合物のポリスチレン換算の数平均分子量の例及び好ましい範囲と同じである。第 1 の層の高分子化合物のポリスチレン換算の重量平均分子量の例及び好ましい範囲は、後述の架橋基を有する高分子化合物のポリスチレン換算の重量平均分子量の例及び好ましい範囲と同じである。

40

【0081】

[第 1 の有機層の高分子化合物の製造方法]

第 1 の有機層の高分子化合物は、後述の架橋基を有する高分子化合物の製造方法と同様の方法で製造することができる。

【0082】

[第 1 の組成物]

第 1 の層は、化合物 (B - 1) と、前述の第 1 の層の高分子化合物、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも 1 種とを含む組成物 (以下、「第 1 の組成物」ともいう。) を含有する層で

50

あってもよい。但し、第1の組成物において、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、化合物(B-1)とは異なる。

第1の組成物には、化合物(B-1)、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤が、それぞれ、1種単独で含有されていてもよく、2種以上含有されていてもよい。

第1の組成物において、化合物(B-1)、前述の第1の層の高分子化合物、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤の合計の含有量は、第1の組成物としての機能が奏される範囲であればよい。第1の組成物において、化合物(B-1)、前述の第1の層の高分子化合物、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤の合計の含有量は、例えば、第1の組成物の全量基準で1~100質量%であってもよく、10~100質量%であってもよく、30~100質量%であってもよく、更に好ましくは50~100質量%であってもよく、70~100質量%であってもよく、90~100質量%であってもよい。

【0083】

(正孔輸送材料)

正孔輸送材料は、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。正孔輸送材料は、架橋基を有していてもよい。

低分子化合物としては、例えば、トリフェニルアミン及びその誘導体、N,N'-ジ-1-ナフチル-N,N'-ジフェニルベンジジン(-NPD)、並びに、N,N'-ジフェニル-N,N'-ジ(m-トリル)ベンジジン(TPD)等の芳香族アミン化合物が挙げられる。

高分子化合物としては、例えば、ポリビニルカルバゾール及びその誘導体；側鎖又は主鎖に芳香族アミン構造を有するポリアリーレン及びその誘導体が挙げられる。高分子化合物は、フラーレン、テトラフルオロテトラシアノキノジメタン、テトラシアノエチレン及びトリニトロフルオレノン等の電子受容性部位が結合された化合物でもよい。

第1の組成物において、正孔輸送材料が含まれる場合、正孔輸送材料の含有量は、化合物(B-1)の含有量を100質量部とした場合、通常、1~1000質量部である。正孔輸送材料は、1種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

【0084】

(電子輸送材料)

電子輸送材料は、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。電子輸送材料は、架橋基を有していてもよい。

低分子化合物としては、例えば、8-ヒドロキシキノリンを配位子とする金属錯体、オキサジアゾール、アントラキノジメタン、ベンゾキノ、ナフトキノ、アントラキノ、テトラシアノアントラキノジメタン、フルオレノン、ジフェニルジシアノエチレン及びジフェノキノ、並びに、これらの誘導体が挙げられる。

高分子化合物としては、例えば、ポリフェニレン、ポリフルオレン、及び、これらの誘導体が挙げられる。高分子化合物は、金属でドーブされていてもよい。

第1の組成物において、電子輸送材料が含まれる場合、電子輸送材料の含有量は、化合物(B-1)の含有量を100質量部とした場合、通常、1~1000質量部である。電子輸送材料は、1種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

【0085】

(正孔注入材料及び電子注入材料)

正孔注入材料及び電子注入材料は、各々、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。正孔注入材料及び電子注入材料は、架橋基を有していてもよい。

低分子化合物としては、例えば、銅フタロシアニン等の金属フタロシアニン；カーボン；モリブデン、タングステン等の金属酸化物；フッ化リチウム、フッ化ナトリウム、フッ化セシウム、フッ化カリウム等の金属フッ化物が挙げられる。

高分子化合物としては、例えば、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリフェニレンビニレン、ポリチエニレンビニレン、ポリキノリン及びポリキノキサリン、並び

10

20

30

40

50

に、これらの誘導体；芳香族アミン構造を主鎖又は側鎖に含む重合体等の導電性高分子が挙げられる。

第1の組成物において、正孔注入材料及び/又は電子注入材料が含まれる場合、正孔注入材料及び電子注入材料の含有量は、各々、化合物(B-1)の含有量を100質量部とした場合、通常、1~1000質量部である。正孔注入材料及び電子注入材料は、各々、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

【0086】

・イオンドープ

正孔注入材料又は電子注入材料は、イオンがドープされていてもよい。例えば、正孔注入材料又は電子注入材料が導電性高分子を含む場合、導電性高分子の電気伝導度は、好ましくは $1 \times 10^{-5} \text{ S/cm} \sim 1 \times 10^3 \text{ S/cm}$ である。導電性高分子の電気伝導度がかかる範囲とするために、導電性高分子に適量のイオンをドープすることができる。

正孔注入材料又は電子注入材料にドープするイオンの種類は、例えば、正孔注入材料であればアニオンが挙げられ、電子注入材料であればカチオンが挙げられる。アニオンとしては、例えば、ポリスチレンスルホン酸イオン、アルキルベンゼンスルホン酸イオン及び樟脳スルホン酸イオンが挙げられる。カチオンとしては、例えば、リチウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン及びテトラブチルアンモニウムイオンが挙げられる。

ドープするイオンは、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

【0087】

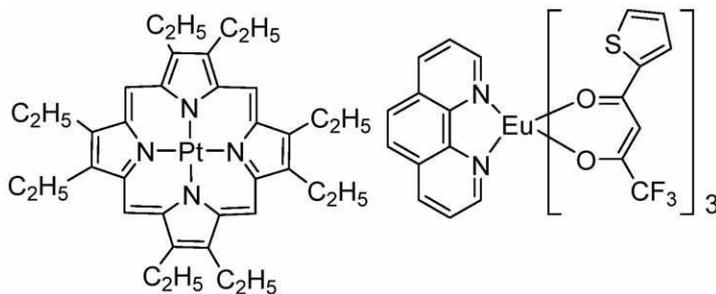
(発光材料)

発光材料は、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。発光材料は、架橋基を有していてもよい。

低分子化合物としては、例えば、ナフタレン及びその誘導体、アントラセン及びその誘導体、ペリレン及びその誘導体、並びに、イリジウム、白金又はユーロピウムを中心金属とする燐光発光性化合物が挙げられる。

発光材料の燐光発光性化合物としては、例えば、下記式で表される化合物が挙げられる。

【化46】



高分子化合物としては、例えば、後述の式(Y)で表される構成単位及び/又は式(X)で表される構成単位を含む高分子化合物が挙げられる。

第1の組成物において、発光材料が含まれる場合、発光材料の含有量は、化合物(B-1)の含有量を100質量部とした場合、通常、1~1000質量部である。発光材料は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

【0088】

(酸化防止剤)

酸化防止剤は、化合物(B-1)と同じ溶媒に可溶であり、発光及び電荷輸送を阻害しない化合物であればよく、例えば、フェノール系酸化防止剤、リン系酸化防止剤が挙げられる。

第1の組成物において、酸化防止剤が含まれる場合、酸化防止剤の含有量は、化合物(B-1)の含有量を100質量部とした場合、通常、0.001~10質量部である。酸化防止剤は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

【0089】

10

20

30

40

50

〔第1のインク〕

第1の層は、例えば、化合物(B-1)と、溶媒とを含有する組成物(以下、「第1のインク」ともいう。)を用いて形成することができる。

第1のインクは、例えば、スピコート法、キャスト法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、パーコート法、ロールコート法、ワイヤーパーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェット印刷法、キャピラリコート法、ノズルコート法等の湿式法を用いた発光素子の作製に好適に使用することができる。

第1のインクの粘度は、湿式法の種類によって調整すればよい。第1のインクの粘度は、例えば、インクジェット印刷法等の溶液が吐出装置を経由する印刷法に適用する場合には、吐出時の目づまり及び飛行曲がりが起こりづらいので、好ましくは25において1~20 mPa・sである。

10

【0090】

第1のインクに含まれる溶媒は、好ましくは、インク中の固形分を溶解又は均一に分散できる溶媒である。第1のインクに含まれる溶媒としては、例えば、1,2-ジクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、クロロベンゼン及びo-ジクロロベンゼン等の塩素系溶媒；テトラヒドロフラン、ジオキサン、アニソール及び4-メチルアニソール等のエーテル系溶媒；トルエン、キシレン、メシチレン、エチルベンゼン、n-ヘキシルベンゼン及びシクロヘキシルベンゼン等の芳香族炭化水素系溶媒；シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、n-ペンタン、n-ヘキサン、n-ヘプタン、n-オクタン、n-ノナン、n-デカン、n-ドデカン及びピシクロヘキシル等の脂肪族炭化水素系溶媒；アセトン、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン及びアセトフェノン等のケトン系溶媒；酢酸エチル、酢酸ブチル、エチルセルソルブアセテート、安息香酸メチル及び酢酸フェニル等のエステル系溶媒；エチレングリコール、グリセリン、1,2-ヘキサジオール、イソプロピルアルコール及びシクロヘキサノール等のアルコール系溶媒；ジメチルスルホキシド等のスルホキシド系溶媒；N-メチル-2-ピロリドン及びN,N-ジメチルホルムアミド等のアミド系溶媒；並びに、水が挙げられる。

20

第1のインクにおいて、溶媒の含有量は、化合物(B-1)の含有量を100質量部とした場合、通常、1000~10000質量部である。溶媒は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

30

【0091】

第1のインクは、前述の第1の層の高分子化合物、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種を更に含んでもよい。

第1のインクが更に含んでもよい、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤の例及び好ましい範囲は、第1の組成物に含有される正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤の例及び好ましい範囲と同じである。

第1のインクが更に含んでもよい、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の含有量は、各々、化合物(B-1)の含有量を100質量部とした場合、通常、1~1000質量部である。第1のインクが更に含んでもよい酸化防止剤の含有量は、化合物(B-1)の含有量を100質量部とした場合、通常、0.001~10質量部である。

40

【0092】

<第2の層>

本実施形態の発光素子において、第2の層は、化合物(B-2)と、架橋基を有する化合物の架橋体とを含有する層である。即ち、第2の層には、化合物(B-2)が、架橋基を有する化合物の架橋体とは別個の化合物として含有されている。ここで、化合物(B-2)は架橋基を含まない化合物であることが好ましい。

第2の層における化合物(B-2)の例及び好ましい範囲は、第1の層における化合物(

50

B - 1) の例及び好ましい範囲と同じである。

第2の層は、化合物 (B - 2) を1種のみ含有していてもよく、2種以上含有していてもよい。第2の層は、架橋基を有する化合物の架橋体を1種のみ含有していてもよく、2種以上含有していてもよい。

本実施形態の発光素子において、第2の層に含有される化合物 (B - 2) の種類は、通常、1 ~ 20種であり、本実施形態の発光素子の製造が容易なので、好ましくは1 ~ 10種であり、より好ましくは1 ~ 5種であり、更に好ましくは1 ~ 3種であり、特に好ましくは1種又は2種であり、とりわけ好ましくは1種である。

本実施形態の発光素子において、第2の層に含有される架橋基を有する化合物の架橋体の種類は、通常、1種 ~ 20種であり、本実施形態の発光素子の製造が容易なので、好ましくは1 ~ 10種であり、より好ましくは1 ~ 5種であり、更に好ましくは1 ~ 3種であり、特に好ましくは1種又は2種であり、とりわけ好ましくは1種である。

10

【0093】

第2の層中の化合物 (B - 2) 及び架橋基を有する化合物の架橋体の合計の含有量は、第2の層としての機能が奏される範囲であればよい。第2の層中の化合物 (B - 2) 及び架橋基を有する化合物の架橋体の合計の含有量は、例えば、第2の層の全量基準で1 ~ 100質量%であってもよく、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは10 ~ 100質量%であり、より好ましくは30 ~ 100質量%であり、更に好ましくは50 ~ 100質量%であり、特に好ましくは70 ~ 100質量%であり、とりわけ好ましくは90 ~ 100質量%である。

20

第2の層において、化合物 (B - 2) の含有量は、化合物 (B - 2) と架橋基を有する化合物の架橋体との合計の含有量を100質量部とした場合、通常、0.01 ~ 99質量部であり、好ましくは0.1 ~ 90質量部であり、より好ましくは0.5 ~ 70質量部であり、更に好ましくは1 ~ 50質量部であり、特に好ましくは5 ~ 30質量部である。

【0094】

[架橋基を有する化合物の架橋体]

架橋基を有する化合物の架橋体は、架橋基を有する化合物を後述の方法及び条件等により架橋した状態にすることで得られる。

架橋基を有する化合物は、架橋基を有する低分子化合物であっても、架橋基を有する高分子化合物であってもよいが、好ましくは、架橋基を有する高分子化合物である。

30

【0095】

架橋基を有する化合物において、架橋基としては、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、架橋基A群から選ばれる少なくとも1種の架橋基であり、より好ましくは、式 (X L - 1) 、式 (X L - 3) 、式 (X L - 9) 、式 (X L - 10) 又は式 (X L - 16) ~ 式 (X L - 19) で表される架橋基であり、更に好ましくは、式 (X L - 1) 又は式 (X L - 16) ~ 式 (X L - 19) で表される架橋基であり、特に好ましくは、式 (X L - 1) 又は式 (X L - 17) で表される架橋基である。

架橋基A群から選ばれる少なくとも1種の架橋基において、架橋基が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、後述のAr^{Y1}で表される基が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

40

架橋基を有する化合物は、架橋基を1種のみ含んでいてもよく、2種以上含んでいてもよい。

【0096】

(架橋基を有する高分子化合物)

架橋基を有する高分子化合物は、架橋基を有する高分子化合物の架橋性がより優れ、且つ、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、架橋基を、架橋基を有する構成単位として含むことが好ましい。即ち、架橋基を有する高分子化合物は、架橋基を有する構成単位を含む高分子化合物であることが好ましい。

架橋基を有する高分子化合物及び架橋基を有する構成単位における架橋基の例及び好ましい範囲は、架橋基を有する化合物における架橋基の例及び好ましい範囲と同じである。

50

架橋基を有する高分子化合物が架橋基を有する構成単位を含む場合、架橋基を有する構成単位の含有量は、架橋基を有する高分子化合物に含まれる構成単位の合計の含有量に対して、通常、0.1 ~ 100 モル%であり、架橋基を有する高分子化合物の安定性及び架橋性が優れるので、好ましくは1 ~ 90 モル%であり、より好ましくは2 ~ 70 モル%であり、更に好ましくは3 ~ 50 モル%であり、特に好ましくは5 ~ 20 モル%である。

架橋基を有する構成単位は、架橋基を有する高分子化合物中に、1種のみ含まれていてもよく、2種以上含まれていてもよい。

架橋基を有する構成単位は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、式(Z)で表される構成単位又は式(Z')で表される構成単位である。

【0097】

・式(Z)で表される構成単位

nは、通常1 ~ 10の整数であり、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは1 ~ 7の整数であり、より好ましくは1 ~ 4の整数であり、更に好ましくは1又は2であり、特に好ましくは2である。

nAは、通常0 ~ 10の整数であり、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは0 ~ 7の整数であり、より好ましくは0 ~ 4の整数であり、更に好ましくは0 ~ 2の整数である。

【0098】

Ar³における炭化水素基としては、置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基及び置換基を有していてもよい脂肪族炭化水素基が挙げられる。Ar³における炭化水素基は、これらの基が複数結合した基を含む。

Ar³における脂肪族炭化水素基としては、アルキレン基又はシクロアルキレン基から水素原子n個を除いた基が挙げられ、好ましくは、アルキレン基から水素原子n個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

Ar³における芳香族炭化水素基としては、アリーレン基から水素原子n個を除いた基が挙げられ、この基は置換基を有していてもよい。このアリーレン基の例及び好ましい範囲としては、後述のAr^{Y1}におけるアリーレン基の例及び好ましい範囲が挙げられる。

Ar³における複素環基としては、2価の複素環基から水素原子n個を除いた基が挙げられ、この基は置換基を有していてもよい。この2価の複素環基の例及び好ましい範囲としては、後述のAr^{Y1}における2価の複素環基の例及び好ましい範囲が挙げられる。

Ar³における少なくとも1種の炭化水素基と少なくとも1種の複素環基とが直接結合した基における、炭化水素基及び複素環基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、Ar³における炭化水素基及び複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

Ar³における少なくとも1種の炭化水素基と少なくとも1種の複素環基とが直接結合した基としては、例えば、後述のAr^{Y1}における少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した基から水素原子n個を除いた基が挙げられる。

Ar³は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、炭化水素基又は複素環基であり、より好ましくは、炭化水素基であり、更に好ましくは、芳香族炭化水素基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0099】

LAで表されるアリーレン基の例及び好ましい範囲としては、後述のAr^{Y1}で表されるアリーレン基の例及び好ましい範囲が挙げられ、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、LAで表されるアリーレン基は、好ましくは、フェニレン基又はフルオレンジイル基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

LAで表される2価の複素環基の例及び好ましい範囲は、後述のAr^{Y1}で表される2価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

LAは、架橋基を有する高分子化合物の合成が容易になるので、好ましくは、アリーレン基又はアルキレン基であり、より好ましくは、フェニレン基、フルオレンジイル基又はアルキレン基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0100】

10

20

30

40

50

R' は、好ましくはアリール基又は1価の複素環基であり、より好ましくは、アリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

R' におけるアリール基及び1価の複素環基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、後述の Ar Y 1 が有していてもよい置換基におけるアリール基及び1価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

【0101】

Ar 3、LA 及び R' で表される基が有してもよい置換基の例及び好ましい範囲は、後述の Ar Y 1 で表される基が有してもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

X における架橋基の例及び好ましい範囲は、架橋基を有する化合物における架橋基の例及び好ましい範囲と同じである。

10

【0102】

・式(Z') で表される構成単位

m A は、通常 0 ~ 10 の整数であり、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは 0 ~ 7 の整数であり、より好ましくは 0 ~ 4 の整数であり、更に好ましくは 0 ~ 2 の整数であり、特に好ましくは 0 又は 1 であり、とりわけ好ましくは 0 である。

m は、通常 0 ~ 10 の整数であり、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは 0 ~ 7 の整数であり、より好ましくは 0 ~ 4 の整数であり、更に好ましくは 0 ~ 2 の整数であり、特に好ましくは 0 である。

c は、通常 0 ~ 10 の整数であり、架橋基を有する高分子化合物の製造が容易になり、且つ、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは 0 ~ 5 の整数であり、より好ましくは 0 ~ 2 の整数であり、更に好ましくは 0 又は 1 であり、特に好ましくは 0 である。

20

【0103】

Ar 5 における炭化水素基及び複素環基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、Ar 3 における炭化水素基及び複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

Ar 5 における少なくとも1種の炭化水素基と少なくとも1種の複素環基とが直接結合した基の例及び好ましい範囲は、Ar 3 における少なくとも1種の炭化水素基と少なくとも1種の複素環基とが直接結合した基の例及び好ましい範囲と同じである。

Ar 5 は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、炭化水素基又は複素環基であり、より好ましくは、炭化水素基であり、更に好ましくは、芳香族炭化水素基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

30

【0104】

Ar 4 及び Ar 6 は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは置換基を有していてもよいアリーレン基である。

Ar 4 及び Ar 6 におけるアリーレン基の例及び好ましい範囲は、後述の Ar X 1、Ar X 2、Ar X 3 及び Ar X 4 におけるアリーレン基の例及び好ましい範囲と同じである。

Ar 4 及び Ar 6 における2価の複素環基の例及び好ましい範囲は、後述の Ar X 1、Ar X 2、Ar X 3 及び Ar X 4 における2価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

Ar 4 ~ Ar 6 で表される基が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、後述の Ar Y 1 で表される基が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

40

【0105】

KA の例及び好ましい範囲は、LA の例及び好ましい範囲と同じである。

R'' の例及び好ましい範囲は、R' の例及び好ましい範囲と同じである。

X' における架橋基の例及び好ましい範囲は、X で表される架橋基の例及び好ましい範囲と同じである。

X' におけるアリール基及び1価の複素環基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、後述の R X 1、R X 2 及び R X 3 におけるアリール基及び1価の複素環基の例及び好ましい範囲の例及び好ましい範囲と同じである。

X' は、好ましくは、架橋基、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素

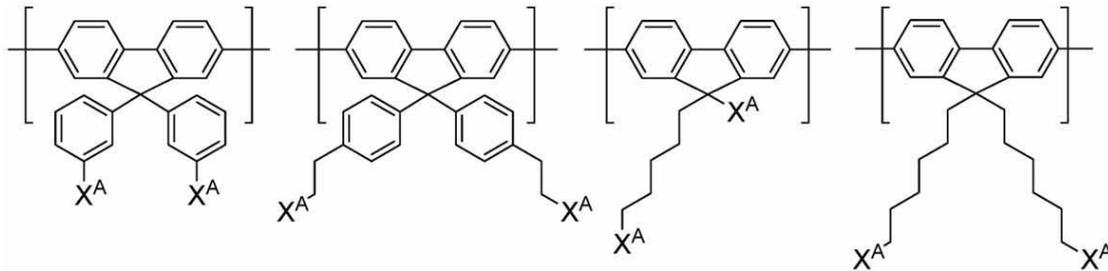
50

環基であり、より好ましくは、架橋基、アリール基又は1価の複素環基であり、更に好ましくは、架橋基又はアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。
 X' で表される基が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、後述の A γ 1 で表される基が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

【0106】

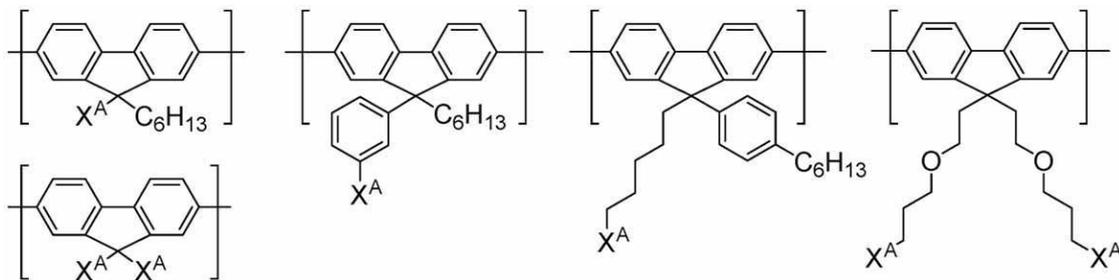
架橋基を有する構成単位としては、例えば、下記式で表される構成単位が挙げられる。なお、式中、 Z^2 は前記と同じ意味を表す。 X^A は架橋基A群から選ばれる少なくとも1種の架橋基を表す。 X^A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。 X^A の好ましい範囲は、架橋基を有する化合物における架橋基の好ましい範囲と同じである。

【化47】



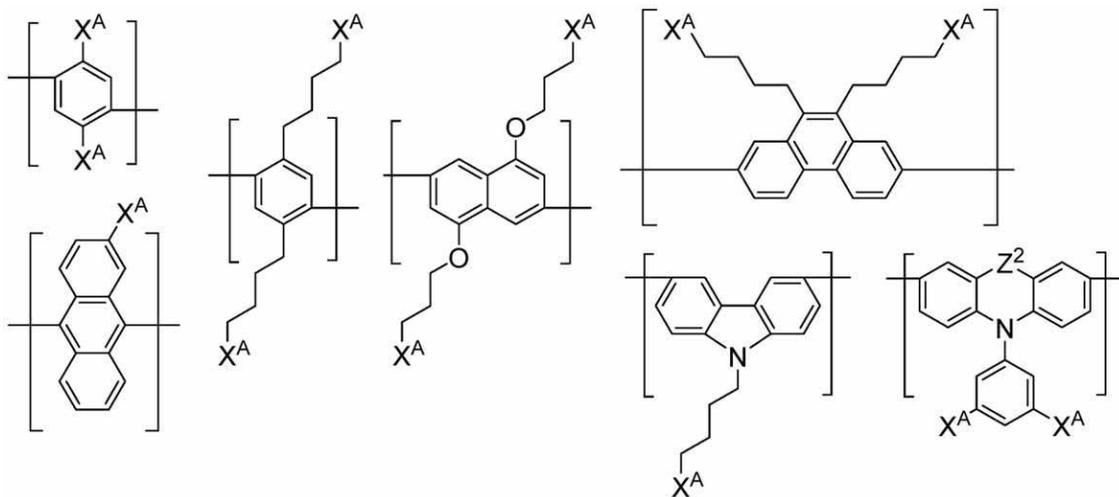
10

【化48】



20

【化49】

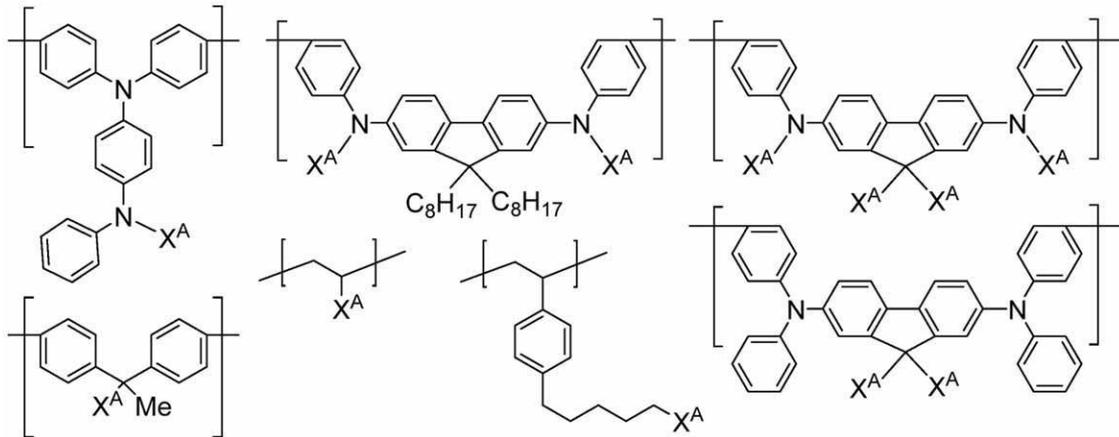


30

40

50

【化50】



10

【0107】

・その他の構成単位

架橋基を有する高分子化合物は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、式(X)で表される構成単位及び式(Y)で表される構成単位からなる群より選ばれる少なくとも1種の構成単位を含むことが好ましく、式(X)で表される構成単位及び式(Y)で表される構成単位からなる群より選ばれる少なくとも1種の構成単位と、架橋基を有する構成単位とを含むことが好ましい。

20

架橋基を有する高分子化合物が、式(X)で表される構成単位及び式(Y)で表される構成単位からなる群より選ばれる少なくとも1種の構成単位と、架橋基を有する構成単位とを含む場合、架橋基を有する構成単位と、式(X)で表される構成単位及び式(Y)で表される構成単位とは異なることが好ましい。

架橋基を有する高分子化合物は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、式(Y)で表される構成単位を含むことが好ましく、式(Y)で表される構成単位と架橋基を有する構成単位とを含むことがより好ましい。

架橋基を有する高分子化合物は、正孔輸送性が優れるので、式(X)で表される構成単位を含むことが好ましく、式(X)で表される構成単位と架橋基を有する構成単位とを含むことがより好ましい。

30

架橋基を有する高分子化合物は、正孔輸送性が優れ、且つ、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、式(X)で表される構成単位及び式(Y)で表される構成単位を含むことが好ましく、式(X)で表される構成単位、式(Y)で表される構成単位及び架橋基を有する構成単位を含むことがより好ましい。

【0108】

架橋基を有する高分子化合物が式(X)で表される構成単位を含む場合、式(X)で表される構成単位の含有量は、架橋基を有する高分子化合物に含まれる構成単位の合計の含有量に対して、通常、0.1~99モル%であり、架橋基を有する高分子化合物の正孔輸送性が優れ、且つ、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは1~90モル%であり、より好ましくは10~80モル%であり、更に好ましくは20~70モル%であり、特に好ましくは30~50モル%である。

40

式(X)で表される構成単位は、架橋基を有する高分子化合物中に、1種のみ含まれていてもよく、2種以上含まれていてもよい。

【0109】

架橋基を有する高分子化合物が式(Y)で表される構成単位を含む場合、式(Y)で表される構成単位の含有量は、架橋基を有する高分子化合物に含まれる構成単位の合計の含有量に対して、通常、0.1~99モル%であり、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは1~95モル%であり、より好ましくは10~90モル%であり、更に好ましくは20~80モル%であり、特に好ましくは30~70モル%である。

50

架橋基を有する高分子化合物が式 (Y) で表される構成単位を含み、且つ、 $Ar Y 1$ が 2 価の複素環基、又は、少なくとも 1 種のアリーレン基と少なくとも 1 種の 2 価の複素環基とが直接結合した 2 価の基である場合、式 (Y) で表される構成単位の含有量は、架橋基を有する高分子化合物に含まれる構成単位の合計の含有量に対して、通常、0.1 ~ 99 モル%であり、架橋基を有する高分子化合物の電荷輸送性が優れるので、好ましくは 1 ~ 90 モル%であり、より好ましくは 5 ~ 80 モル%であり、更に好ましくは 10 ~ 70 モル%であり、特に好ましくは 20 ~ 50 モル%である。

式 (Y) で表される構成単位は、架橋基を有する高分子化合物中に、1 種のみ含まれていてもよく、2 種以上含まれていてもよい。

【0110】

架橋基を有する高分子化合物が式 (X) で表される構成単位、式 (Y) で表される構成単位及び架橋基を有する構成単位を含む場合、式 (X) で表される構成単位、式 (Y) で表される構成単位及び架橋基を有する構成単位の合計の含有量は、架橋基を有する高分子化合物に含まれる構成単位の合計の含有量に対して、通常、1 ~ 100 モル%であり、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは 10 ~ 100 モル%であり、より好ましくは 30 ~ 100 モル%であり、更に好ましくは 50 ~ 100 モル%であり、特に好ましくは 70 ~ 100 モル%であり、とりわけ好ましくは 90 ~ 100 モル%である。

【0111】

・式 (Y) で表される構成単位

$Ar Y 1$ で表されるアリーレン基は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式又は 2 環式 ~ 6 環式の芳香族炭化水素から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、より好ましくは、単環式、2 環式又は 3 環式の芳香族炭化水素から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、更に好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ジヒドロフェナントレン又はフルオレンから、環を構成する原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、特に好ましくは、ベンゼン、フェナントレン、ジヒドロフェナントレン又はフルオレンから、環を構成する原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、これらは置換基を有していてもよい。

$Ar Y 1$ で表される 2 価の複素環基は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式又は 2 環式 ~ 6 環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、より好ましくは、単環式、2 環式又は 3 環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、更に好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン、カルバゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフエン、フェノキサジン、フェノチアジン、9,10-ジヒドロアクリジン又は 5,10-ジヒドロフェナジンから、環を構成する原子 (好ましくは炭素原子又は窒素原子、より好ましくは炭素原子) に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、特に好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、カルバゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフエン、フェノキサジン又はフェノチアジンから、環を構成する原子 (好ましくは炭素原子又は窒素原子、より好ましくは炭素原子) に直接結合する水素原子 2 個を除いた基であり、これらは置換基を有していてもよい。

$Ar Y 1$ で表される少なくとも 1 種のアリーレン基と少なくとも 1 種の 2 価の複素環基とが直接結合した 2 価の基における、アリーレン基及び 2 価の複素環基の好ましい範囲は、それぞれ、 $Ar Y 1$ で表されるアリーレン基及び 2 価の複素環基の好ましい範囲と同じである。

【0112】

$Ar Y 1$ において、「少なくとも 1 種のアリーレン基と少なくとも 1 種の 2 価の複素環基とが直接結合した 2 価の基」としては、例えば、下記式で表される基が挙げられ、これらは置換基を有していてもよい。

10

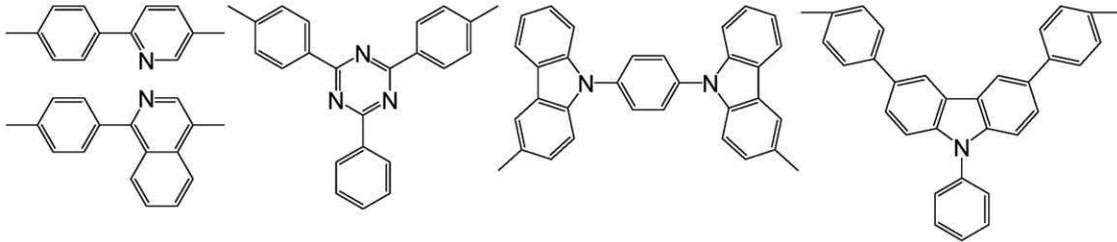
20

30

40

50

【化51】



【0113】

Ar Y 1 は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、置換基を有していてもよいアリーレン基であることが好ましい。

【0114】

Ar Y 1 で表される基が有してもよい置換基は、好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1 価の複素環基、置換アミノ基又はフッ素原子であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、1 価の複素環基又は置換アミノ基であり、更に好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1 価の複素環基又は置換アミノ基であり、特に好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基又はアリール基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

Ar Y 1 で表される基が有してもよい置換基におけるアリール基は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式又は2 環式～6 環式の芳香族炭化水素から、環を構成する原子に直接結合する水素原子1 個を除いた基であり、より好ましくは、単環式、2 環式又は3 環式の芳香族炭化水素から、環を構成する原子に直接結合する水素原子1 個を除いた基であり、更に好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ジヒドロフェナントレン又はフルオレンから、環を構成する原子に直接結合する水素原子1 個を除いた基であり、特に好ましくは、ベンゼン、フェナントレン、ジヒドロフェナントレン又はフルオレンから、環を構成する原子に直接結合する水素原子1 個を除いた基であり、これらは更に置換基を有していてもよい。

Ar Y 1 で表される基が有してもよい置換基における1 価の複素環基は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、単環式又は2 環式～6 環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子1 個を除いた基であり、より好ましくは、単環式、2 環式又は3 環式の複素環式化合物から、環を構成する原子に直接結合する水素原子1 個を除いた基であり、更に好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン、カルバゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、フェノキサジン、フェノチアジン、9, 10 - ジヒドロアクリジン又は5, 10 - ジヒドロフェナジンから、環を構成する原子に直接結合する水素原子1 個を除いた基であり、特に好ましくは、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、カルバゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、フェノキサジン又はフェノチアジンから、環を構成する原子に直接結合する水素原子1 個を除いた基であり、これらは更に置換基を有していてもよい。

Ar Y 1 で表される基が有してもよい置換基における置換アミノ基において、アミノ基が有する置換基としては、アリール基又は1 価の複素環基が好ましく、アリール基がより好ましく、これらの基は更に置換基を有していてもよい。アミノ基が有する置換基におけるアリール基及び1 価の複素環基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、Ar Y 1 で表される基が有してもよい置換基におけるアリール基及び1 価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

【0115】

Ar Y 1 で表される基が有してもよい置換基が更に有していてもよい置換基としては、好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリー

10

20

30

40

50

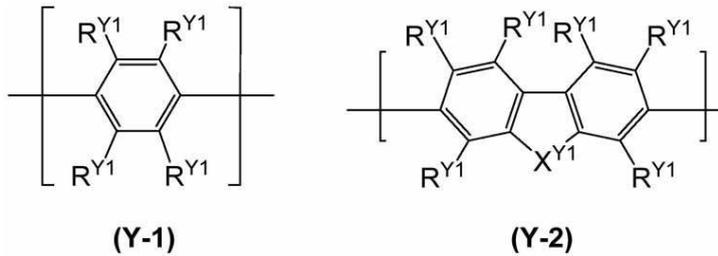
ル基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はフッ素原子であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であり、更に好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基又はアリール基であり、特に好ましくは、アルキル基又はシクロアルキル基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよいが、更に置換基を有さないことが好ましい。

Ar^{Y1}で表される基が有してもよい置換基が更に有していてもよい置換基におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、Ar^{Y1}で表される基が有してもよい置換基におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

【0116】

式(Y)で表される構成単位は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、式(Y-1)又は(Y-2)で表される構成単位である。

【化52】



[式中、

R^{Y1}は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はフッ素原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数存在するR^{Y1}は、同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子とともに環を形成していてもよい。

X^{Y1}は、-C(R^{Y2})₂-、-C(R^{Y2})=C(R^{Y2})-又は-C(R^{Y2})₂-C(R^{Y2})₂-で表される基を表す。R^{Y2}は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はフッ素原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。複数存在するR^{Y2}は、同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子とともに環を形成していてもよい。]

【0117】

R^{Y1}は、好ましくは、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であり、より好ましくは、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基又はアリール基であり、更に好ましくは、水素原子又はアルキル基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

式(Y-1)において、R^{Y1}の少なくとも1つは(好ましくは、R^{Y1}の少なくとも2つは)、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はフッ素原子であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であり、更に好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基又はアリール基であり、特に好ましくは、アルキル基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0118】

R^{Y2}は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、アルキ

10

20

30

40

50

ル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基であり、更に好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基又はアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0119】

R^Y1及びR^Y2におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、Ar^Y1で表される基が有してもよい置換基におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

R^Y1及びR^Y2が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、Ar^Y1で表される基が有してもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

10

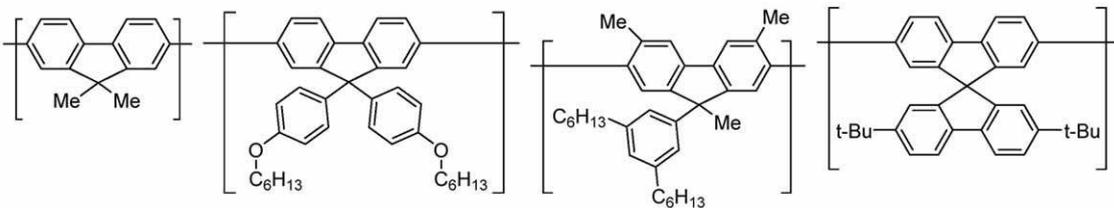
【0120】

X^Y1は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは、-C(R^Y2)₂-又は-C(R^Y2)₂-C(R^Y2)₂-で表される基であり、より好ましくは、-C(R^Y2)₂-で表される基である。

【0121】

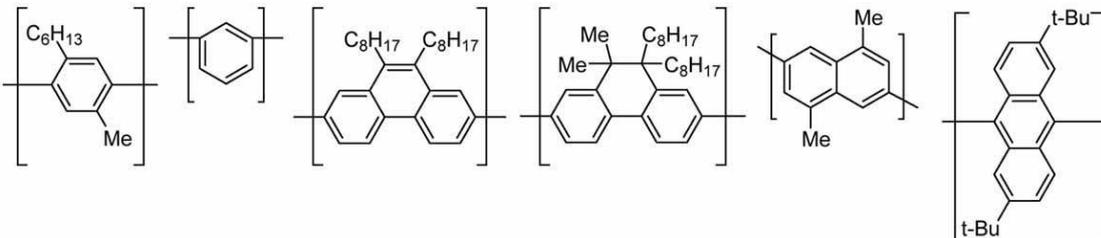
式(Y)で表される構成単位としては、例えば、下記式で表される構成単位が挙げられる。なお、式中、Z¹及びZ²は前記と同じ意味を表す。

【化53】



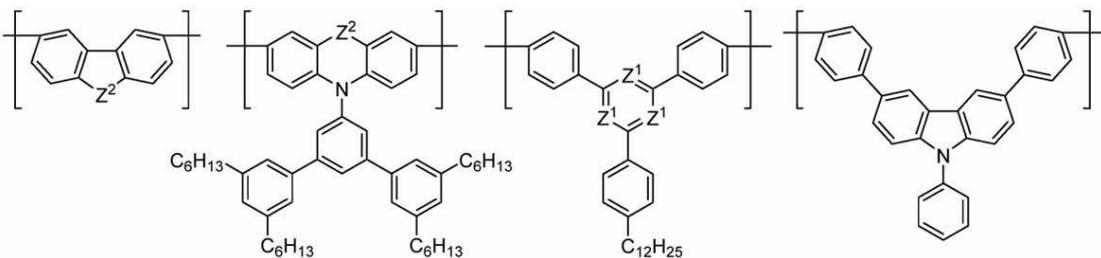
20

【化54】



30

【化55】



40

【0122】

・式(X)で表される構成単位

a^X1及びa^X2は、通常0~10の整数であり、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、好ましくは0~5の整数であり、より好ましくは0~3の整数であり、更に好ましくは0~2の整数であり、特に好ましくは0又は1である。

【0123】

50

R X 1、R X 2 及び R X 3 は、好ましくはアルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は 1 価の複素環基であり、より好ましくはアリール基又は 1 価の複素環基であり、更に好ましくはアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

R X 1、R X 2 及び R X 3 におけるアリール基及び 1 価の複素環基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、A r Y 1 で表される基が有してもよい置換基におけるアリール基及び 1 価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

【 0 1 2 4 】

A r X 1、A r X 2、A r X 3 及び A r X 4 におけるアリーレン基及び 2 価の複素環基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、A r Y 1 におけるアリーレン基及び 2 価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

A r X 2 及び A r X 4 で表される少なくとも 1 種のアリーレン基と少なくとも 1 種の 2 価の複素環基とが直接結合した 2 価の基における、アリーレン基及び 2 価の複素環基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、A r Y 1 におけるアリーレン基及び 2 価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

A r X 2 及び A r X 4 における少なくとも 1 種のアリーレン基と少なくとも 1 種の 2 価の複素環基とが直接結合した 2 価の基としては、A r Y 1 における少なくとも 1 種のアリーレン基と少なくとも 1 種の 2 価の複素環基とが直接結合した 2 価の基と同様のものが挙げられる。

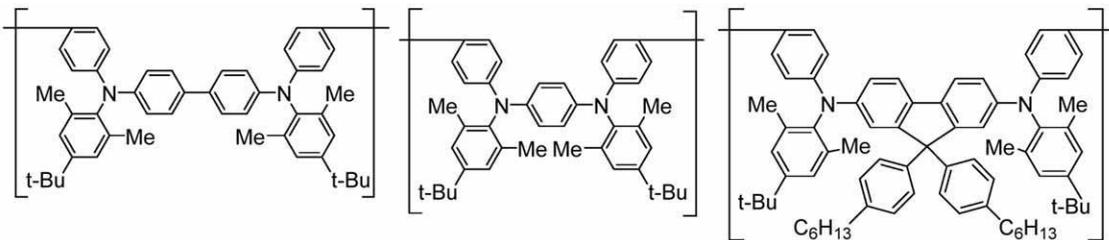
A r X 1、A r X 2、A r X 3 及び A r X 4 は、好ましくは置換基を有していてもよいアリーレン基である。

A r X 1 ~ A r X 4 及び R X 1 ~ R X 3 で表される基が有してもよい置換基の例及び好ましい範囲は、A r Y 1 で表される基が有してもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

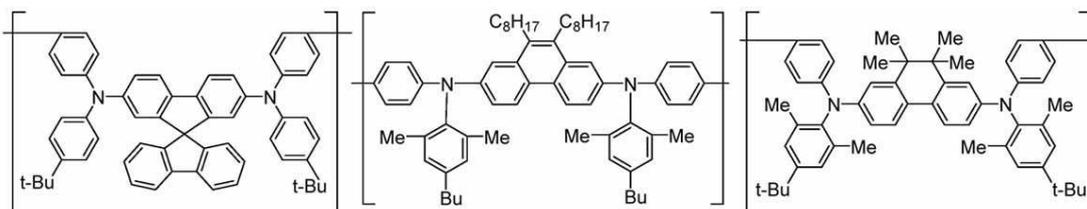
【 0 1 2 5 】

式 (X) で表される構成単位としては、下記式で表される構成単位が挙げられる。なお、式中、Z 2 は前記と同じ意味を表す。

【 化 5 6 】



【 化 5 7 】



10

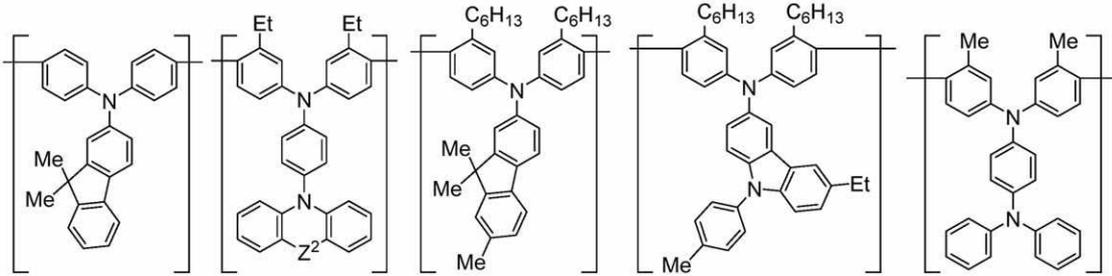
20

30

40

50

【化58】



【0126】

架橋基を有する高分子化合物としては、例えば、表2に示す高分子化合物P-1～P-10が挙げられる。ここで、「その他」とは、式(Z)で表される構成単位、式(Z')で表される構成単位、式(X)で表される構成単位及び式(Y)で表される構成単位以外の構成単位を意味する。

【0127】

【表2】

高分子化合物	構成単位とそのモル比率				
	式(Z)	式(Z')	式(X)	式(Y)	その他
	p'	q'	r'	s'	t'
P-1	0.1～99.9	0	0.1～99.9	0	0～30
P-2	0.1～99.9	0	0	0.1～99.9	0～30
P-3	0	0.1～99.9	0.1～99.9	0	0～30
P-4	0	0.1～99.9	0	0.1～99.9	0～30
P-5	0.1～99.8	0.1～99.8	0.1～99.8	0	0～30
P-6	0.1～99.8	0.1～99.8	0	0.1～99.8	0～30
P-7	0.1～99.7	0.1～99.7	0.1～99.7	0.1～99.7	0～30
P-8	0.1～100	0	0	0	0～30
P-9	0	0.1～100	0	0	0～30
P-10	0.1～99.9	0.1～99.9	0	0	0～30

【0128】

表2中、p'、q'、r'、s'及びt'は、各構成単位のモル比率(モル%)を表す。p' + q' + r' + s' + t' = 100であり、且つ、70 ≤ p' + q' + r' + s' ≤ 100である。

【0129】

架橋基を有する高分子化合物は、ブロック共重合体、ランダム共重合体、交互共重合体、グラフト共重合体のいずれであってもよいし、その他の態様であってもよいが、複数種の原料モノマーを共重合した共重合体であることが好ましい。

架橋基を有する高分子化合物のポリスチレン換算の数平均分子量は、好ましくは $5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^6$ であり、より好ましくは $1 \times 10^4 \sim 5 \times 10^5$ であり、更に好ましくは $1.5 \times 10^4 \sim 2 \times 10^5$ であり、特に好ましくは $2 \times 10^4 \sim 1 \times 10^5$ である。架橋基を有する高分子化合物のポリスチレン換算の重量平均分子量は、好ましくは $1 \times 10^4 \sim 2 \times 10^6$ であり、より好ましくは $2 \times 10^4 \sim 1 \times 10^6$ であり、更に好ましくは $5 \times 10^4 \sim 5 \times 10^5$ であり、特に好ましくは $1 \times 10^5 \sim 3 \times 10^5$ である。

【0130】

・架橋基を有する高分子化合物の製造方法

架橋基を有する高分子化合物は、ケミカルレビュー(Chem. Rev.)、第109巻、897-1091頁(2009年)等に記載の公知の重合方法を用いて製造することができ、Suzuki反応、Yamamoto反応、Buchwald反応、Stille反応、Negishi反応及びKumada反応等の遷移金属触媒を用いるカップリング反応により重合させる方法が例示される。

上記重合方法において、単量体を仕込む方法としては、単量体全量を反応系に一括して仕込む方法、単量体の一部を仕込んで反応させた後、残りの単量体を一括、連続又は分割して仕込む方法、単量体を連続又は分割して仕込む方法等が挙げられる。

遷移金属触媒としては、パラジウム触媒、ニッケル触媒等が挙げられる。

重合反応の後処理は、公知の方法、例えば、分液により水溶性不純物を除去する方法、メタノール等の低級アルコールに重合反応後の反応液を加えて、析出させた沈殿を濾過した後、乾燥させる方法等を単独又は組み合わせて行う。架橋基を有する高分子化合物の純度が低い場合、例えば、再結晶、再沈殿、ソックスレー抽出器による連続抽出、カラムクロマトグラフィー等の通常の方法にて精製することができる。

【0131】

・架橋基を有する低分子化合物

架橋基を有する低分子化合物は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、式(Z')で表される低分子化合物であることが好ましい。

【0132】

mB1の例及び好ましい範囲は、mAの例及び好ましい範囲と同じである。

mB2の例及び好ましい範囲は、cの例及び好ましい範囲と同じである。

mB3の例及び好ましい範囲は、mの例及び好ましい範囲と同じである。

Ar7の例及び好ましい範囲は、Ar5の例及び好ましい範囲と同じである。

LB1の例及び好ましい範囲は、LAの例及び好ましい範囲と同じである。

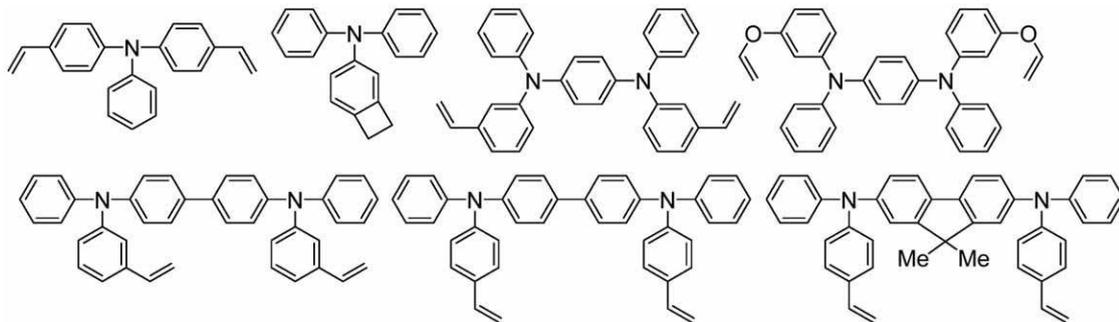
R'''の例及び好ましい範囲は、R'の例及び好ましい範囲と同じである。

X'の例及び好ましい範囲は、Xの例及び好ましい範囲と同じである。

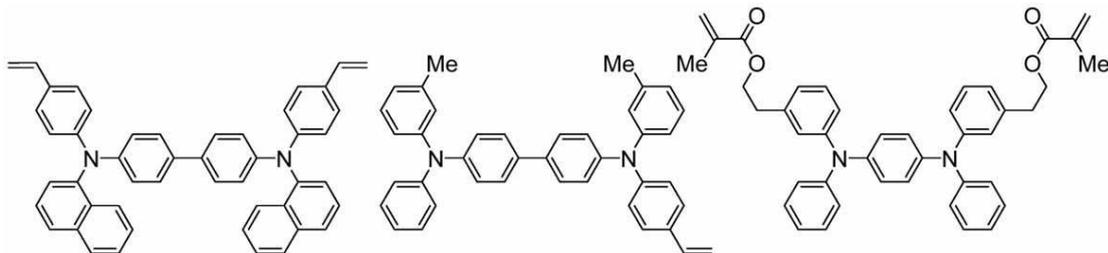
【0133】

架橋基を有する低分子化合物としては、例えば、以下に示す化合物が挙げられる。

【化59】



【化60】



10

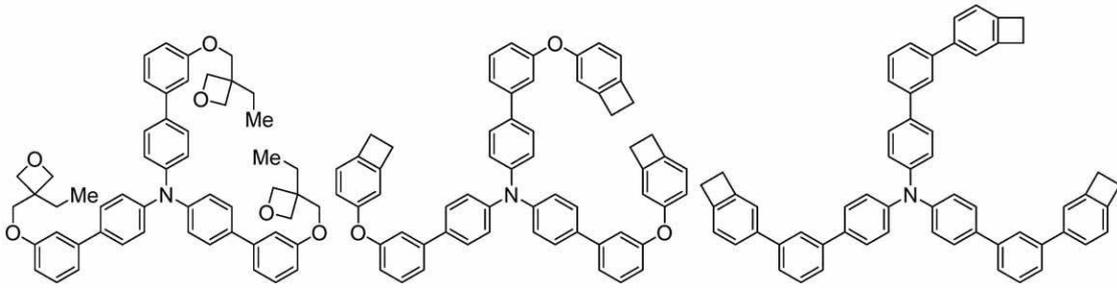
20

30

40

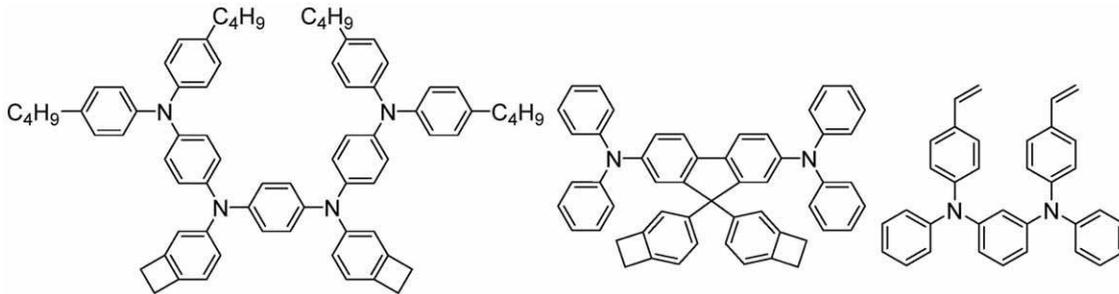
50

【化 6 1】



10

【化 6 2】



20

【 0 1 3 4 】

〔第 2 の組成物〕

第 2 の層は、化合物 (B - 2) と、架橋基を有する化合物の架橋体と、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも 1 種の材料とを含む組成物 (以下、「第 2 の組成物」ともいう。) を含有する層であってもよい。第 2 の層において、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、化合物 (B - 2) 及び架橋基を有する化合物の架橋体とは異なる。

第 2 の組成物には、化合物 (B - 2) 、架橋基を有する化合物の架橋体、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤が、それぞれ、1 種単独で含有されていてもよく、2 種以上含有されていてもよい。

30

第 2 の組成物に含有される正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤の例及び好ましい範囲は、第 1 の組成物に含有される正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤の例及び好ましい範囲と同じである。

第 2 の組成物において、化合物 (B - 2) 、架橋基を有する化合物の架橋体、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤の合計の含有量は、第 2 の組成物としての機能が奏される範囲であればよい。第 2 の組成物において、化合物 (B - 2) 、架橋基を有する化合物の架橋体、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤の合計の含有量は、例えば、第 2 の組成物の全量基準で 1 ~ 100 質量%であってもよく、10 ~ 100 質量%であってもよく、30 ~ 100 質量%であってもよく、更に好ましくは 50 ~ 100 質量%であってもよく、70 ~ 100 質量%であってもよく、90 ~ 100 質量%であってもよい。

40

第 2 の組成物において、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料の含有量は、各々、化合物 (B - 2) と架橋基を有する化合物の架橋体との合計の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1 ~ 1000 質量部である。

第 2 の組成物に含有される酸化防止剤の例及び好ましい範囲は、第 1 の組成物に含有される酸化防止剤の例及び好ましい範囲と同じである。第 2 の組成物において、酸化防止剤の含有量は、化合物 (B - 2) と架橋基を有する化合物の架橋体との合計の含有量を 100

50

質量部とした場合、通常、0.001～10質量部である。

【0135】

・第2のインク

第2の層は、例えば、化合物(B-2)と、架橋基を有する化合物と、溶媒とを含有する組成物(以下、「第2のインク」ともいう。)を用いて形成することができる。第2のインクは、第1のインクの項で説明した湿式法に好適に使用することができる。第2のインクの粘度の好ましい範囲は、第1のインクの粘度の好ましい範囲と同じである。第2のインクに含有される溶媒の例及び好ましい範囲は、第1のインクに含有される溶媒の例及び好ましい範囲と同じである。

第2のインクにおいて、溶媒の含有量は、化合物(B-2)と架橋基を有する化合物との合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1000～10000質量部である。

10

第2のインクは、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種を更に含んでもよい。

第2のインクが更に含んでもよい、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤の例及び好ましい範囲は、第2の組成物に含有される正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤の例及び好ましい範囲と同じである。

第2のインクが更に含んでもよい、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の含有量は、各々、化合物(B-2)と架橋基を有する化合物との合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1～1000質量部である。第2のインクが更に含んでもよい酸化防止剤の含有量は、化合物(B-2)と架橋基を有する化合物との合計の含有量を100質量部とした場合、通常、0.001～10質量部である。

20

【0136】

<発光素子>

本実施形態の発光素子は、陽極と、陰極と、陽極及び陰極の間に設けられた第1の層及び第2の層とを有する発光素子である。

本実施形態の発光素子は、陽極、陰極、第1の層及び第2の層以外の層を更に有していてもよい。

本実施形態の発光素子は、最大発光効率が優れる。このような効果を奏する理由は、必ずしも明らかではないが、陽極及び陰極の間に設けられた2層(第1の層及び第2の層)が式(B)で表される化合物に該当する化合物(化合物(B-1)及び化合物(B-2))を含有することで、例えば、層界面における電荷注入障壁の低減、層間の電荷注入性の改善等の効果が奏され、それにより本実施形態の発光素子の最大発光効率が向上すると考えられる。

30

【0137】

上記の観点から、本実施形態の発光素子において、化合物(B-1)と化合物(B-2)とは、同一でも異なってもよいが、化合物(B-1)の少なくとも1種と化合物(B-2)の少なくとも1種とは、同一であることが好ましい。

上記の観点から、第1の層と第2の層とは、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、隣接していることが好ましい。

40

【0138】

本実施形態の発光素子において、第1の層に含有される化合物(B-1)及び第2の層に含有される化合物(B-2)のうち、少なくとも1つは、式(B)中の n_{B1} が1以上の化合物(以下、「化合物(B')」ともいう。)である。

【0139】

本実施形態の発光素子において、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、第1の層に含有される化合物(B-1)のうち、少なくとも1種は化合物(B')であることが好ましい。すなわち、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、第1の層は、化合物(B')を含有する層であることが好ましい。第1の層は、化合物(B')

50

)を1種のみ含有していてもよく、2種以上含有していてもよい。

本実施形態の発光素子において、第1の層が化合物(B')を含有する層である場合、第1の層に含有される化合物(B')の種類は、通常、1種~20種であり、本実施形態の発光素子の製造が容易なので、好ましくは1~10種であり、より好ましくは1~5種であり、更に好ましくは1~3種であり、特に好ましくは1種又は2種である。

【0140】

本実施形態の発光素子において、第1の層が化合物(B')を含有する層である場合、第1の層中の化合物(B')の含有量(即ち、化合物(B-1)に占める化合物(B')の割合)は、第1の層に含有される化合物(B-1)の合計の含有量を100質量部とした場合、1~100質量%であってもよく、5~100質量%であってもよく、10~100質量%であってもよく、30~100質量%であってもよく、50~100質量%であってもよく、70~100質量%であってもよい。

10

【0141】

本実施形態の発光素子において、第2の層に含有される化合物(B-2)のうち、少なくとも1種は化合物(B')であってもよい。すなわち、本実施形態の発光素子において、第2の層は、化合物(B')と架橋基を有する化合物の架橋体とを含有する層であってもよい。第2の層は、化合物(B')を1種のみ含有していてもよく、2種以上含有していてもよい。

本実施形態の発光素子において、第2の層が化合物(B')を含有する層である場合、第2の層に含有される化合物(B')の種類は、通常、1種~20種であり、本実施形態の発光素子の製造が容易なので、好ましくは1~10種であり、より好ましくは1~5種であり、更に好ましくは1~3種であり、特に好ましくは1種又は2種であり、とりわけ好ましくは1種である。

20

【0142】

本実施形態の発光素子において、第2の層が化合物(B')を含有する層である場合、第2の層中の化合物(B')の含有量(即ち、化合物(B-2)に占める化合物(B')の割合)は、第2の層に含有される化合物(B-2)の合計の含有量を100質量部とした場合、1~100質量%であってもよく、5~100質量%であってもよく、10~100質量%であってもよく、30~100質量%であってもよく、50~100質量%であってもよく、70~100質量%であってもよく、90~100質量%であってもよい。

30

【0143】

第1の層は、通常、発光層(以下、「第1の発光層」と言う。)である。

第2の層は、通常、正孔注入層、正孔輸送層、発光層(即ち、第1の発光層とは別個の発光層であり、以下、「第2の発光層」と言う。)又は電子輸送層であり、好ましくは、正孔注入層、正孔輸送層又は第2の発光層であり、更に好ましくは、正孔注入層又は正孔輸送層であり、特に好ましくは正孔輸送層である。

【0144】

第2の層は、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、陽極及び第1の層の間に設けられた層であることが好ましく、陽極及び第1の層の間に設けられた正孔注入層、正孔輸送層又は第2の発光層であることがより好ましく、陽極及び第1の層の間に設けられた正孔注入層又は正孔輸送層であることが更に好ましく、陽極及び第1の層の間に設けられた正孔輸送層であることが特に好ましい。

40

【0145】

第2の層が陽極及び第1の層の間に設けられた第2の発光層である場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、陽極と第2の層との間に、正孔注入層及び正孔輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。また、第2の層が陽極及び第1の層の間に設けられた第2の発光層である場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、陰極と第1の層との間に、電子注入層及び電子輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。

第2の層が陰極及び第1の層の間に設けられた第2の発光層である場合、本実施形態の発

50

光素子の最大発光効率がより優れるので、陽極と第1の層との間に、正孔注入層及び正孔輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。また、第2の層が陰極及び第1の層の間に設けられた第2の発光層である場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、陰極と第2の層との間に、電子注入層及び電子輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。

第2の層が陽極及び第1の層の間に設けられた正孔輸送層である場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、陽極と第2の層との間に、正孔注入層を更に有することが好ましい。また、第2の層が陽極及び第1の層の間に設けられた正孔輸送層である場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、陰極と第1の層との間に、電子注入層及び電子輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。

10

第2の層が陽極及び第1の層の間に設けられた正孔注入層である場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、第1の層と第2の層との間に、正孔輸送層を更に有することが好ましい。また、第2の層が陽極及び第1の層の間に設けられた正孔注入層である場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、陰極と第1の層との間に、電子注入層及び電子輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。

第2の層が陰極及び第1の層の間に設けられた電子輸送層である場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、陽極と第1の層との間に、正孔注入層及び正孔輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。また、第2の層が陰極及び第1の層の間に設けられた電子輸送層である場合、本実施形態の発光素子の最大発光効率がより優れるので、陰極と第2の層との間に、電子注入層を更に有することが好ましい。

20

【0146】

本実施形態の発光素子の具体的な層構成としては、例えば、下記の(D1)~(D17)で表される層構成が挙げられる。本実施形態の発光素子は、通常、基板を有するが、基板上に陽極から積層されていてもよく、基板上に陰極から積層されていてもよい。

【0147】

(D1) 陽極 / 正孔輸送層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 陰極

(D2) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 陰極

(D3) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 電子輸送層 / 陰極

30

(D4) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 電子注入層 / 陰極

(D5) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極

(D6) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 第2の発光層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極

(D7) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 (第2の層) / 第2の発光層 / 第1の発光層 (第1の層) / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極

(D8) 陽極 / 第2の発光層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 陰極

(D9) 陽極 / 正孔注入層 / 第2の発光層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 電子輸送層 / 陰極

40

(D10) 陽極 / 正孔注入層 / 第2の発光層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 電子注入層 / 陰極

(D11) 陽極 / 正孔注入層 / 第2の発光層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極

(D12) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 第2の発光層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極

(D13) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 第1の発光層 (第1の層) / 第2の発光層 (第2の層) / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極

(D14) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 第1の発光層 (第1の層) / 電子輸送層 (第

50

2の層) / 電子注入層 / 陰極

(D15) 陽極 / 正孔注入層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 陰極

(D16) 陽極 / 正孔注入層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層) / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極

(D17) 陽極 / 正孔注入層 (第2の層) / 正孔輸送層 / 第1の発光層 (第1の層) / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極

【0148】

上記の(D1) ~ (D17)中、「/」は、その前後の層が隣接して積層していることを意味する。例えば、「正孔輸送層 (第2の層) / 第1の発光層 (第1の層)」とは、正孔輸送層 (第2の層) と第1の発光層 (第1の層) とが隣接して積層していることを意味する。

10

【0149】

本実施形態の発光素子において、陽極、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層及び陰極は、それぞれ、必要に応じて、2層以上設けられていてもよい。陽極、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層及び陰極が複数存在する場合、それらを構成する材料はそれぞれ同一でも異なってもよい。

陽極、正孔注入層、正孔輸送層、第1の層、第2の層、発光層、電子輸送層、電子注入層及び陰極の厚さは、通常、1nm ~ 1μmであり、好ましくは2nm ~ 500nmであり、更に好ましくは5nm ~ 150nmである。

本実施形態の発光素子において、積層する層の順番、数、及び厚さは、発光素子の最大発光効率及び輝度寿命等を勘案して調整すればよい。

20

【0150】

[第1の発光層]

第1の発光層は、通常、第1の層である。

【0151】

[第2の発光層]

第2の発光層は、通常、第2の層又は発光材料を含有する層であり、好ましくは、発光材料を含有する層である。第2の発光層が発光材料を含有する層である場合、第2の発光層に含有される発光材料としては、例えば、前述の第2の組成物が含有していてもよい発光材料が挙げられる。第2の発光層に含有される発光材料は、1種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

30

本実施形態の発光素子が第2の発光層を有し、且つ、後述の正孔注入層、後述の正孔輸送層及び後述の電子輸送層が第2の層ではない場合、第2の発光層は第2の層であることが好ましい。

【0152】

[正孔輸送層]

正孔輸送層は、第2の層又は正孔輸送材料を含有する層であり、好ましくは、第2の層である。正孔輸送層が正孔輸送材料を含有する層である場合、正孔輸送材料としては、例えば、前述の第2の組成物が含有していてもよい正孔輸送材料が挙げられる。正孔輸送層に含有される正孔輸送材料は、1種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

40

本実施形態の発光素子が正孔輸送層を有し、且つ、後述の正孔注入層、前述の第2の発光層及び後述の電子輸送層が第2の層ではない場合、正孔輸送層は第2の層であることが好ましい。

【0153】

[電子輸送層]

電子輸送層は、第2の層又は電子輸送材料を含有する層であり、好ましくは、電子輸送材料を含有する層である。電子輸送層が電子輸送材料を含有する層である場合、電子輸送層に含有される電子輸送材料としては、例えば、前述の第2の組成物が含有していてもよい電子輸送材料が挙げられる。電子輸送層に含有される電子輸送材料は、1種単独で含有さ

50

れていても、2種以上が含有されていてもよい。

本実施形態の発光素子が電子輸送層を有し、且つ、後述の正孔注入層、前述の第2の発光層及び前述の正孔輸送層が第2の層ではない場合、電子輸送層は第2の層であることが好ましい。

【0154】

[正孔注入層]

正孔注入層は、第2の層又は正孔注入材料を含有する層であり、好ましくは、正孔注入材料を含有する層である。正孔注入層が正孔注入材料を含有する層である場合、正孔注入層に含有される正孔注入材料としては、例えば、前述の第2の組成物が含有していてもよい正孔注入材料が挙げられる。正孔注入層に含有される正孔注入材料は、1種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

10

本実施形態の発光素子が正孔注入層を有し、且つ、前述の第2の発光層、前述の正孔輸送層及び前述の電子輸送層が第2の層ではない場合、正孔注入層は第2の層であることが好ましい。

【0155】

[電子注入層]

電子注入層は、電子注入材料を含有する層である。電子注入層に含有される電子注入材料としては、例えば、前述の第2の組成物が含有していてもよい電子注入材料が挙げられる。電子注入層に含有される電子注入材料は、1種単独が含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

20

【0156】

[基板/電極]

発光素子における基板は、電極の形成及び有機層の形成の際に、化学的に変化しない基板であることが好ましい。基板は、例えば、ガラス、プラスチック、シリコン等の材料からなる基板であってよい。不透明な基板を使用する場合には、基板から最も遠くにある電極が透明又は半透明であることが好ましい。

陽極の材料としては、例えば、導電性の金属酸化物、半透明の金属が挙げられ、好ましくは、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化スズ；インジウム・スズ・オキサイド（ITO）、インジウム・亜鉛・オキサイド等の導電性化合物；銀とパラジウムと銅との複合体（APC）；NES A、金、白金、銀、銅である。

30

陰極の材料としては、例えば、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、アルミニウム、亜鉛、インジウム等の金属；それらのうち2種以上の合金；それらのうち1種以上と、銀、銅、マンガン、チタン、コバルト、ニッケル、タングステン、錫のうち1種以上との合金；並びに、グラファイト及びグラファイト層間化合物が挙げられる。合金としては、例えば、マグネシウム - 銀合金、マグネシウム - インジウム合金、マグネシウム - アルミニウム合金、インジウム - 銀合金、リチウム - アルミニウム合金、リチウム - マグネシウム合金、リチウム - インジウム合金、カルシウム - アルミニウム合金が挙げられる。

本実施形態の発光素子において、陽極及び陰極の少なくとも一方は、通常、透明又は半透明であるが、陽極が透明又は半透明であることが好ましい。

40

陽極及び陰極の形成方法としては、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、メッキ法及びラミネート法が挙げられる。

【0157】

[発光素子の製造方法]

本実施形態の発光素子の製造方法において、第1の層、第2の層、並びに、第1の層及び第2の層以外の層の形成方法としては、低分子化合物を用いる場合、例えば、真空蒸着法等の乾式法及び第1のインクの項で説明した湿式法が挙げられ、また、高分子化合物を用いる場合、例えば、第1のインクの項で説明した湿式法が挙げられる。本実施形態の発光素子の製造方法において、第1の層、第2の層、並びに、第1の層及び第2の層以外の層は、上述した各種インク、各種材料を含むインクを用いて、第1のインクの項で説明した

50

湿式法により形成してもよいし、真空蒸着法等の乾式法により形成してもよい。

【0158】

第1の層及び第2の層の形成方法としては、例えば、乾式法及び湿式法が挙げられ、本実施形態の発光素子の製造が容易になるので、湿式法が好ましい。第1の層及び第2の層の形成方法において、乾式法としては、例えば、真空蒸着法が挙げられる。第1の層及び第2の層の形成方法において、湿式法としては、例えば、第1のインクの項で説明した湿式法が挙げられる。

第1の層を湿式法により形成する場合、本実施形態の発光素子の製造が容易になるので、第1のインクを用いることが好ましい。すなわち、第1の層は、第1のインクを用いた湿式法により形成することが好ましい。

10

第2の層を湿式法により形成する場合、本実施形態の発光素子の製造が容易になるので、第2のインクを用いることが好ましい。すなわち、第2の層は、第2のインクを用いた湿式法により形成することが好ましい。

【0159】

本実施形態の発光素子の製造方法において、架橋基を有する化合物の架橋体を含有する層（例えば、第2の層）は、例えば、架橋基を有する化合物を含有する層を形成後、加熱又は光照射（好ましくは、加熱）することで、該層に含有される架橋基を有する化合物を架橋させることで形成することができる。架橋基を有する化合物が架橋した状態（架橋基を有する化合物の架橋体）で、層に含有されている場合、該層は溶媒に対して実質的に不溶化されている。そのため、架橋基を有する化合物の架橋体を含有する層は、本実施形態の発光素子の製造において、層の積層化に好適に使用することができる。

20

【0160】

上記観点から、本実施形態の発光素子の製造方法において、第2の層を形成する工程は、架橋基を有する化合物を含有する層を形成後、該層に含まれる架橋基を有する化合物を架橋させて、架橋基を有する化合物の架橋体を含有する第2の層を形成する工程を含むことが好ましい。第2の層を形成する工程において、架橋基を有する化合物を架橋させる方法としては、本実施形態の発光素子の製造が容易になるので、加熱又は光照射により架橋させる方法が好ましく、加熱により架橋させる方法がより好ましい。

【0161】

架橋させるための加熱の温度は、通常、25 ~ 300 であり、好ましくは50 ~ 260 であり、より好ましくは130 ~ 230 であり、更に好ましくは180 ~ 210 である。

30

加熱の時間は、通常、0.1分~1000分であり、好ましくは0.5分~500分であり、より好ましくは1分~120分であり、更に好ましくは10分~60分である。

光照射に用いられる光の種類は、例えば、紫外光、近紫外光、可視光である。

【0162】

第2の層を形成する工程としては、例えば、第2のインクを用いた湿式法により、層を形成後、該層に含有される架橋基を有する化合物を架橋させて、第2の層を形成する方法；架橋基を有する化合物及び化合物（B-2）を用いて、乾式法又は湿式法により、層を形成後、該層に含有される架橋基を有する化合物を架橋させて、第2の層を形成する方法；並びに、架橋基を有する化合物を用いて、乾式法又は湿式法（好ましくは湿式法）により、架橋基を有する化合物を含有する層を形成し、該層に含有される架橋基を有する化合物を架橋させて、架橋基を有する化合物の架橋体を含有する層を形成後、該架橋体を含有する層に化合物（B-2）を含有させて、第2の層を形成する方法が挙げられる。

40

【0163】

第1の層、第2の層、又は、第1の層及び第2の層以外の層に含有される成分の分析方法としては、例えば、抽出等の化学的分離分析法、赤外分光法（IR）、核磁気共鳴分光法（NMR）、質量分析法（MS）等の機器分析法、並びに、化学的分離分析法及び機器分析法を組み合わせた分析法が挙げられる。

第1の層、第2の層、又は、第1の層及び第2の層以外の層に対して、トルエン、キシレ

50

ン、クロロホルム、テトラヒドロフラン等の有機溶媒を用いた固液抽出を行うことで、有機溶媒に対して実質的に不溶な成分（不溶成分）と、有機溶媒に対して溶解する成分（溶解成分）とに分離することが可能である。不溶成分は赤外分光法又は核磁気共鳴分光法により分析することが可能であり、溶解成分は核磁気共鳴分光法又は質量分析法により分析することが可能である。

【0164】

本実施形態の発光素子は、例えば、基板上に各層を順次積層することにより製造することができる。具体的には、基板上に陽極を設け、その上に正孔注入層、正孔輸送層等の層を設け、その上に発光層を設け、その上に電子輸送層、電子注入層等の層を設け、更にその上に、陰極を積層することにより、発光素子を製造することができる。他の製造方法としては、基板上に陰極を設け、その上に電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層等の層を設け、更にその上に、陽極を積層することにより、発光素子を製造することができる。更に他の製造方法としては、陽極又は陽極上に各層を積層した陽極側基材と陰極又は陰極上に各層を積層させた陰極側基材とを、対向させて接合することにより製造することができる。

10

【0165】

本実施形態の発光素子の製造において、正孔注入層の形成に用いる材料、発光層の形成に用いる材料、正孔輸送層の形成に用いる材料、電子輸送層の形成に用いる材料、及び、電子注入層の形成に用いる材料が、各々、正孔注入層、発光層、正孔輸送層、電子輸送層及び電子注入層に隣接する層の形成時に使用される溶媒に溶解する場合、該溶媒に該材料が溶解することが回避されることが好ましい。材料の溶解を回避する方法としては、i) 架橋基を有する材料を用いる方法、又は、ii) 隣接する層の溶媒への溶解性に差を設ける方法が好ましい。上記i)の方法では、架橋基を有する材料を用いて層を形成した後、該架橋基を架橋させることにより、該層を不溶化させることができる。また、上記ii)の方法としては、例えば、発光層の上に、溶解性の差を利用して電子輸送層を積層する場合、発光層に対して溶解性の低いインクを用いることで電子輸送層を発光層上に積層することができる。

20

【0166】

[用途]

本実施形態の発光素子は、液晶表示装置のバックライト用の光源、照明用の光源、有機EL照明、コンピュータ、テレビ及び携帯端末等の表示装置（例えば、有機ELディスプレイ及び有機ELテレビ）として好適に用いることができる。

30

【実施例】

【0167】

以下、実施例によって本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0168】

実施例において、高分子化合物のポリスチレン換算の数平均分子量（ M_n ）及びポリスチレン換算の重量平均分子量（ M_w ）は、移動相にテトラヒドロフランを用い、サイズエクスクルーージョンクロマトグラフィー（SEC）により求めた。なお、SECの各測定条件は、次のとおりである。

40

測定する高分子化合物を約0.05質量%の濃度でテトラヒドロフランに溶解させ、SECに10 μ L注入した。移動相は、2.0mL/分の流量で流した。カラムとして、PLgel MIXED-B（ポリマーラボラトリー製）を用いた。検出器にはUV-VIS検出器（島津製作所製、商品名：SPD-10Avp）を用いた。

【0169】

<化合物M1～M17の合成>

化合物M1及び化合物M17は、特開2010-189630号公報に記載の方法に従って合成した。

化合物M2は、特開2008-106241号公報に記載の方法に従って合成した。

50

化合物M3は、特開2010-215886号公報に記載の方法に従って合成した。
 化合物M4、化合物M9及び化合物M15は、国際公開第2002/045184号に記載の方法に準じて合成した。

化合物M5は、国際公開第2005/049546号に記載の方法に従って合成した。

化合物M6は、国際公開第2011/049241号に記載の方法に従って合成した。

化合物M7は、国際公開第2015/145871号に記載の方法に従って合成した。

化合物M8は、国際公開第2013/146806号に記載の方法に従って合成した。

化合物M10は、特開2014-1328号公報に記載の方法に準じて合成した。

化合物M11は、国際公開第2016/031639号に記載の方法に従って合成した。

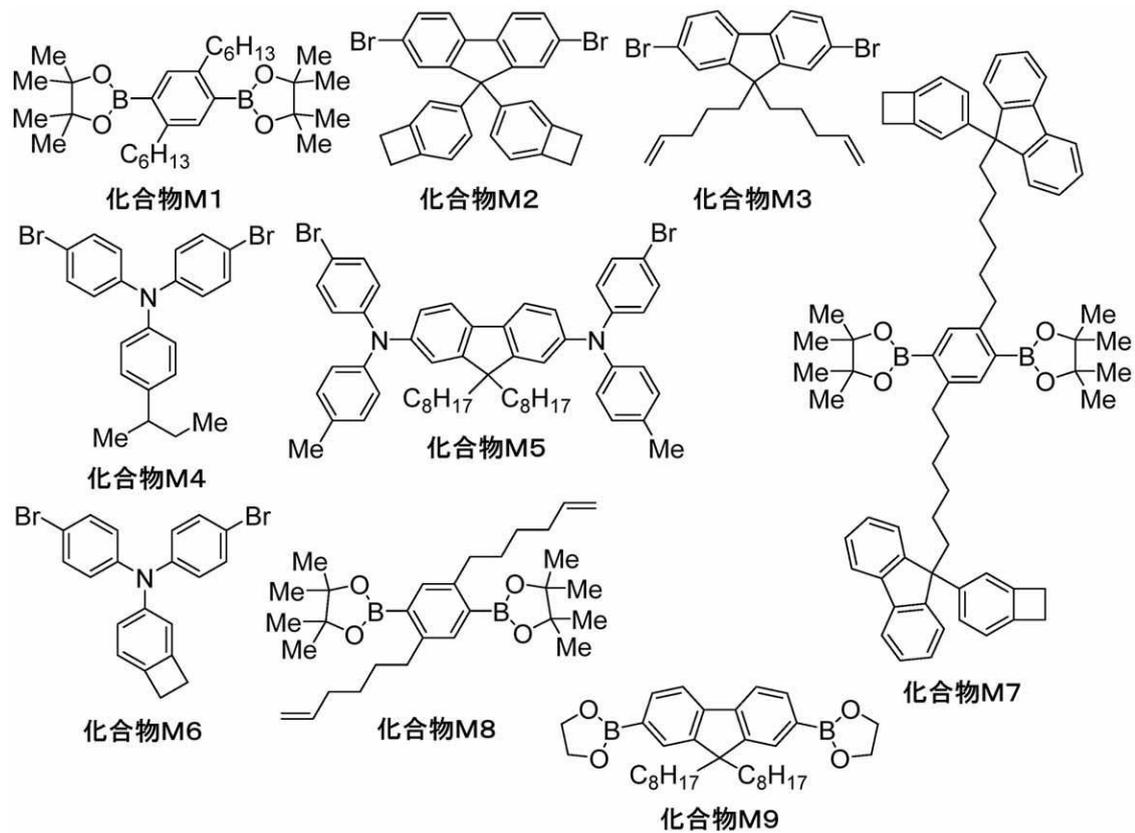
化合物M12及び化合物M14は、特開2011-174062号公報に記載の方法に従って合成した。

10

化合物M13は、特開2010-215886号公報に記載の方法に準じて合成した。

化合物M16は、国際公報第2012/086671号に記載の方法に従って合成した。

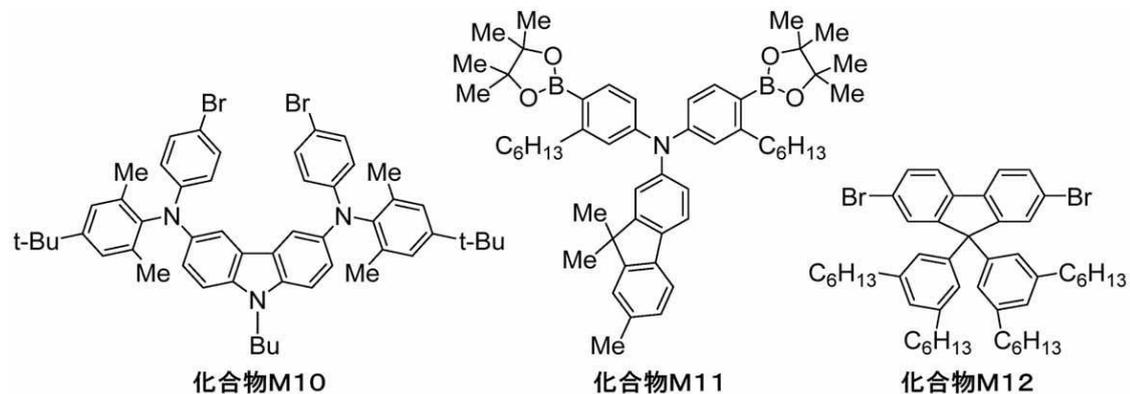
【化63】



20

30

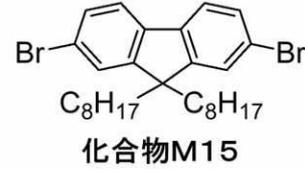
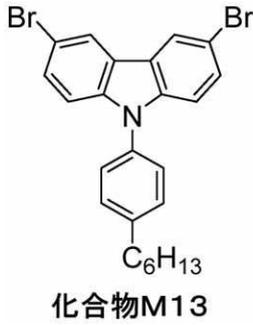
【化64】



40

50

【化 6 5】



10

【化 6 6】



20

【0 1 7 0】

< 高分子化合物 H T L - 1 ~ H T L - 8 の合成 >

高分子化合物 H T L - 1 ~ H T L - 8 は、表 3 に記載の種類及びモル比の化合物を用いて、同表に記載の合成方法で合成した。得られた高分子化合物の M n 及び M w は、表 3 に記載のとおりである。

30

なお、高分子化合物 H T L - 1 の合成を一例として説明すると、以下のとおりになる。

高分子化合物 H T L - 1 は、化合物 M 1、化合物 M 2、化合物 M 3 及び化合物 M 4 を用いて、特開 2 0 1 5 - 1 1 0 7 5 1 号公報に記載の方法に従って合成した。高分子化合物 H T L - 1 の M n は 5.9×10^4 であり、M w は 2.5×10^5 であった。

高分子化合物 H T L - 1 は、仕込み原料の量から求めた理論値では、化合物 M 1 から誘導される構成単位と、化合物 M 2 から誘導される構成単位と、化合物 M 3 から誘導される構成単位と、化合物 M 4 から誘導される構成単位とを、5 0 : 5 : 5 : 4 0 のモル比で有する共重合体である。

【0 1 7 1】

40

50

【表 3】

高分子化合物	化合物から誘導される構成単位 (モル比)				合成方法	Mn	Mw
	M1	M2	M3	M4			
HTL-1	M1 (50)	M2 (5)	M3 (5)	M4 (40)	特開 2015-110751 号公報 に記載の方法	5.9×10^4	2.5×10^5
HTL-2	M1 (50)	M5 (42.5)	M6 (7.5)	-	国際公開第 2013/146806 号 に記載の方法	1.9×10^4	9.9×10^4
HTL-3	M7 (45)	M8 (5)	M5 (50)	-	国際公開第 2015/145871 号 に記載の方法	2.3×10^4	1.2×10^5
HTL-4	M9 (50)	M4 (42.5)	M6 (7.5)	-	国際公開第 2011/049241 号 に記載の方法	8.9×10^4	4.2×10^5
HTL-5	M11 (50)	M12 (40)	M2 (5)	M3 (5)	国際公開第 2016/031639 号 に記載の方法	5.3×10^4	2.0×10^5
HTL-6	M1 (50)	M10 (40)	M2 (5)	M3 (5)	特開 2014-001328 号公報 に準じた方法	1.8×10^4	1.5×10^5
HTL-7	M1 (50)	M13 (40)	M2 (5)	M3 (5)	特開 2010-215886 号公報 に準じた方法	2.4×10^4	1.7×10^5
HTL-8	M14 (50)	M5 (30)	M15 (12.5)	M2 (7.5)	特開 2012-144722 号公報 に記載の方法	7.8×10^4	2.6×10^5

10

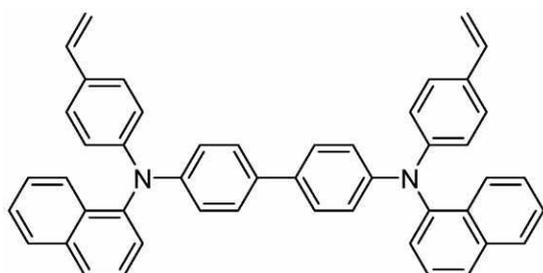
【0172】

< 化合物 HTM - 1 の入手 >

20

化合物 HTM - 1 は Luminescence Technology 社より購入した。

【化 67】



化合物HTM-1

30

【0173】

< 高分子化合物 HP - 1 の合成 >

高分子化合物 HP - 1 は、化合物 M 1、化合物 M 16 及び化合物 M 17 を用いて、特開 2012 - 036388 号公報に記載の方法に従って合成した。高分子化合物 HP - 1 の Mn は 9.6×10^4 であり、Mw は 2.2×10^5 であった。

高分子化合物 HP - 1 は、仕込み原料の量から求めた理論値では、化合物 M 1 から誘導される構成単位と、化合物 M 16 から誘導される構成単位と、化合物 M 17 から誘導される構成単位とが、50 : 40 : 10 のモル比で構成された共重合体である。

40

【0174】

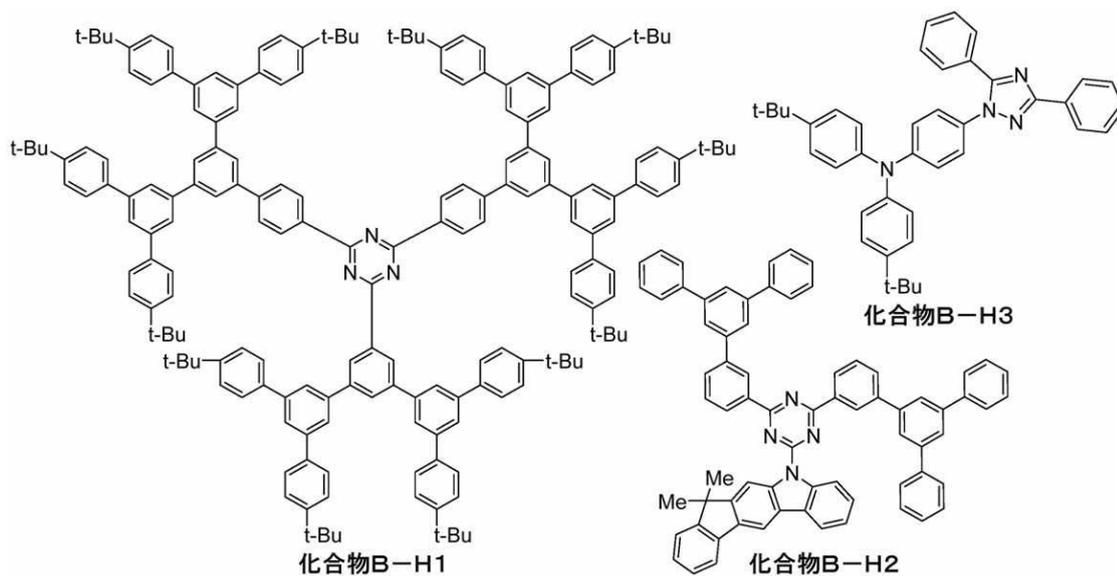
< 化合物 B - H 1 ~ B - H 7 の合成及び入手 >

化合物 B - H 1 は、特開 2015 - 110751 号公報に記載の方法に従って合成した。
 化合物 B - H 2 は、国際公開第 2010 / 136109 号に記載の方法に準じて合成した。
 化合物 B - H 3 は、特開 2010 - 254676 号公報に記載の方法に準じて合成した。
 化合物 B - H 4、化合物 B - H 6 及び化合物 B - H 8 は Luminescence Technology 社より購入した。

化合物 B - H 5 は、特開 2010 - 189630 号公報に記載の方法に従って合成した。
 化合物 B - H 7 は、国際公開第 2010 / 015306 号に記載の方法に準じて合成した。

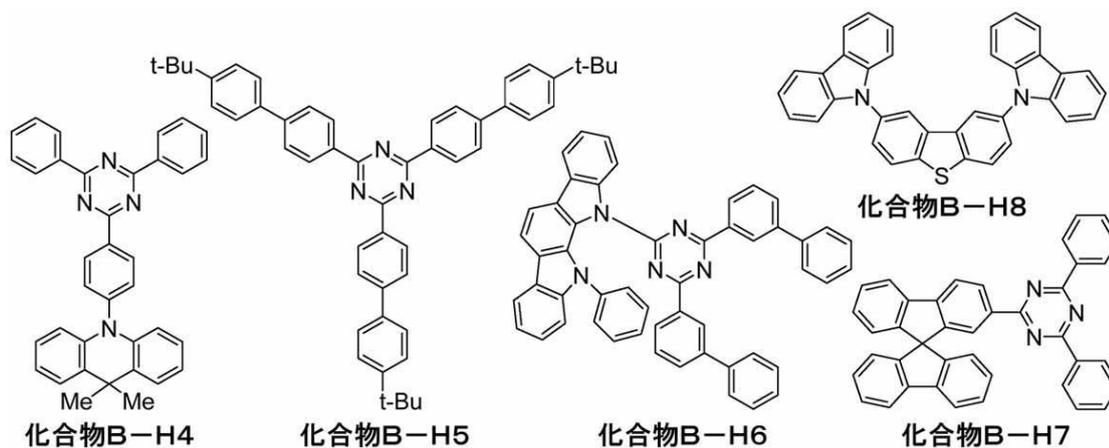
50

【化68】



10

【化69】



20

30

【0175】

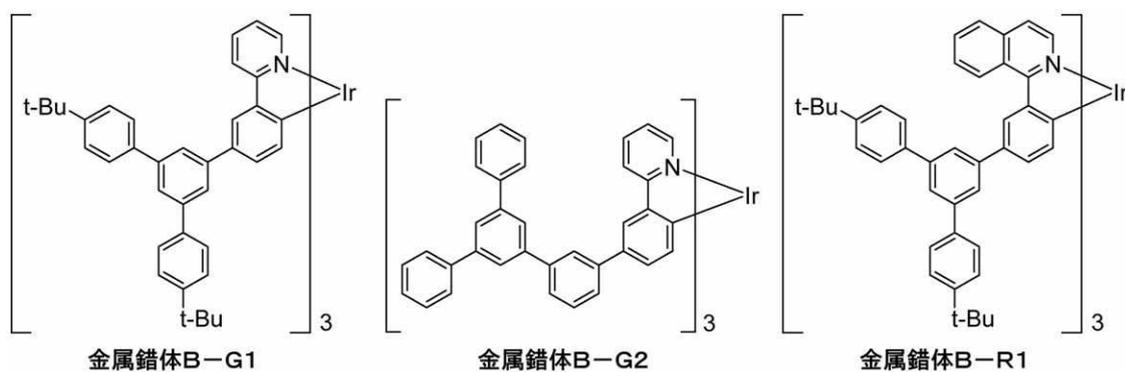
< 金属錯体 B - G 1、B - G 2 及び B - R 1 の合成 >

金属錯体 B - G 1 は、国際公開第 2009 / 131255 号に記載の方法に従って合成した。

金属錯体 B - G 2 は、国際公開第 2011 / 032626 号に記載の方法に準じて合成した。

金属錯体 B - R 1 は、特開 2006 - 188673 号公報に記載の方法に準じて合成した。

【化70】



40

50

【0176】

<実施例D1> 発光素子D1の作製と評価

(陽極及び正孔注入層の形成)

ガラス基板にスパッタ法により45nmの厚みでITO膜を付けることにより陽極を形成した。該陽極上に、ポリチオフェン・スルホン酸系の正孔注入剤であるAQ-1200(Plextronics社製)をスピコート法により35nmの厚さで成膜し、大気雰囲気下において、ホットプレート上で170℃、15分間加熱することにより正孔注入層を形成した。

【0177】

(第2の層の形成)

クロロベンゼンに、高分子化合物HTL-1及び金属錯体B-G2(高分子化合物HTL-1/金属錯体B-G2=70質量%/30質量%)を0.5質量%の濃度で溶解させた。得られたクロロベンゼン溶液を用いて、正孔注入層の上にスピコート法により20nmの厚さで成膜し、窒素ガス雰囲気下において、ホットプレート上で180℃、60分間加熱させることにより第2の層(正孔輸送層)を形成した。この加熱により、高分子化合物HTL-1は、架橋した状態(架橋体)となった。

【0178】

(第1の層の形成)

クロロベンゼンに、高分子化合物HP-1及び金属錯体B-G2(高分子化合物HP-1/金属錯体B-G2=70質量%/30質量%)を2質量%の濃度で溶解させた。得られたクロロベンゼン溶液を用いて、第2の層の上にスピコート法により80nmの厚さで成膜し、窒素ガス雰囲気下において、130℃、10分間加熱させることにより第1の層(発光層)を形成した。

【0179】

(陰極の形成)

第1の層を形成した基板を蒸着機内において、 1.0×10^{-4} Pa以下にまで減圧した後、陰極として、第1の層の上にフッ化ナトリウムを約4nm、次いで、フッ化ナトリウム層の上にアルミニウムを約80nm蒸着した。蒸着後、ガラス基板を用いて封止することにより、発光素子D1を作製した。

【0180】

(発光素子の評価)

発光素子D1に電圧を印加することによりEL発光が観測された。発光素子D1の最大発光効率[cd/A]、並びに、その際の駆動電圧[V]及びCIE色度座標を測定した。

【0181】

<比較例CD1> 発光素子CD1の作製と評価

実施例D1の(第2の層の形成)における「クロロベンゼンに、高分子化合物HTL-1及び金属錯体B-G2(高分子化合物HTL-1/金属錯体B-G2=70質量%/30質量%)を0.5質量%の濃度で溶解させた。」を、「キシレンに、高分子化合物HTL-1を0.7質量%の濃度で溶解させた。」に変更したこと以外は、実施例D1と同様にして、発光素子CD1を作製した。

発光素子CD1に電圧を印加することによりEL発光が観測された。発光素子CD1の最大発光効率[cd/A]、並びに、その際の駆動電圧[V]及びCIE色度座標を測定した。

【0182】

実施例D1及び比較例CD1の結果を表4に示す。表4において、最大発光効率差[cd/A]とは、発光素子CD1の最大発光効率に対する、発光素子D1の最大発光効率の差を示す。

【0183】

10

20

30

40

50

【表 4】

	発光素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光効率差 [cd/A]	駆動電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
実施例 D1	D1	HTL-1/B-G2	70/30	HP-1/B-G2	70/30	11.6	4.6	0.29	0.64
比較例 CD1	CD1	HTL-1	100	HP-1/B-G2	70/30	—	3.8	0.33	0.62

【0184】

<比較例 CD2> 発光素子 CD2 の作製と評価

実施例 D1 の (第2の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 HTL-1 及び金属錯体 B-G2 (高分子化合物 HTL-1 / 金属錯体 B-G2 = 70 質量% / 30 質量%) を 0.5 質量% の濃度で溶解させた。」を、「キシレンに、高分子化合物 HTL-1 及び金属錯体 B-G1 (高分子化合物 HTL-1 / 金属錯体 B-G1 = 70 質量% / 30 質量%) を 0.6 質量% の濃度で溶解させた。」に変更し、更に、実施例 D1 の (第1の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 HP-1 及び金属錯体 B-G2 (高分子化合物 HP-1 / 金属錯体 B-G2 = 70 質量% / 30 質量%) を 2 質量% の濃度で溶解させた。」を、「キシレンに、高分子化合物 HP-1 及び金属錯体 B-G1 (高分子化合物 HP-1 / 金属錯体 B-G1 = 70 質量% / 30 質量%) を 2.5 質量% の濃度で溶解させた。」に変更したこと以外は、実施例 D1 と同様にして、発光素子 CD2 を作製した。

発光素子 CD2 に電圧を印加することにより EL 発光が観測された。発光素子 CD2 の最大発光効率 [cd/A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び CIE 色度座標を測定した。

【0185】

<比較例 CD3> 発光素子 CD3 の作製と評価

実施例 D1 の (第2の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 HTL-1 及び金属錯体 B-G2 (高分子化合物 HTL-1 / 金属錯体 B-G2 = 70 質量% / 30 質量%) を 0.5 質量% の濃度で溶解させた。」を、「キシレンに、高分子化合物 HTL-1 を 0.6 質量% の濃度で溶解させた。」に変更し、更に、実施例 D1 の (第1の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 HP-1 及び金属錯体 B-G2 (高分子化合物 HP-1 / 金属錯体 B-G2 = 70 質量% / 30 質量%) を 2 質量% の濃度で溶解させた。」を、「キシレンに、高分子化合物 HP-1 及び金属錯体 B-G1 (高分子化合物 HP-1 / 金属錯体 B-G1 = 70 質量% / 30 質量%) を 2.5 質量% の濃度で溶解させた。」に変更したこと以外は、実施例 D1 と同様にして、発光素子 CD3 を作製した。

発光素子 CD3 に電圧を印加することにより EL 発光が観測された。発光素子 CD3 の最大発光効率 [cd/A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び CIE 色度座標を測定した。

【0186】

比較例 CD2 及び比較例 CD3 の結果を表5に示す。表5において、最大発光効率差 [cd/A] とは、発光素子 CD3 の最大発光効率に対する、発光素子 CD2 の最大発光効率の差を示す。

【0187】

【表 5】

	発光素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光効率差 [cd/A]	駆動電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
比較例 CD2	CD2	HTL-1/B-G1	70/30	HP-1/B-G1	70/30	-9.2	4.4	0.30	0.64
比較例 CD3	CD3	HTL-1	100	HP-1/B-G1	70/30	—	4.4	0.30	0.64

10

20

30

40

50

【 0 1 8 8 】

< 実施例 D 2 > 発光素子 D 2 の作製と評価

実施例 D 1 の (第 2 の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 H T L - 1 及び金属錯体 B - G 2 (高分子化合物 H T L - 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量 % / 3 0 質量 %) を 0 . 5 質量 % の濃度で溶解させた。」を、「クロロベンゼンに、高分子化合物 H T L - 1 及び化合物 B - H 1 (高分子化合物 H T L - 1 / 化合物 B - H 1 = 9 0 質量 % / 1 0 質量 %) を 0 . 5 質量 % の濃度で溶解させた。」に変更し、更に、実施例 D 1 の (第 1 の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 H P - 1 及び金属錯体 B - G 2 (高分子化合物 H P - 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量 % / 3 0 質量 %) を 2 質量 % の濃度で溶解させた。」を、「クロロベンゼンに、化合物 B - H 1 及び金属錯体 B - G 1 (化合物 B - H 1 / 金属錯体 B - G 1 = 7 0 質量 % / 3 0 質量 %) を 3 質量 % の濃度で溶解させた。」に変更したこと以外は、実施例 D 1 と同様にして、発光素子 D 2 を作製した。発光素子 D 2 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発光素子 D 2 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び C I E 色度座標を測定した。

10

【 0 1 8 9 】

< 実施例 D 3 > 発光素子 D 3 の作製と評価

実施例 D 1 の (第 2 の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 H T L - 1 及び金属錯体 B - G 2 (高分子化合物 H T L - 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量 % / 3 0 質量 %) を 0 . 5 質量 % の濃度で溶解させた。」を、「キシレンに、高分子化合物 H T L - 1 及び金属錯体 B - G 1 (高分子化合物 H T L - 1 / 金属錯体 B - G 1 = 7 0 質量 % / 3 0 質量 %) を 0 . 7 質量 % の濃度で溶解させた。」に変更し、更に、実施例 D 1 の (第 1 の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 H P - 1 及び金属錯体 B - G 2 (高分子化合物 H P - 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量 % / 3 0 質量 %) を 2 質量 % の濃度で溶解させた。」を、「クロロベンゼンに、化合物 B - H 1 及び金属錯体 B - G 1 (化合物 B - H 1 / 金属錯体 B - G 1 = 7 0 質量 % / 3 0 質量 %) を 2 質量 % の濃度で溶解させた。」に変更したこと以外は、実施例 D 1 と同様にして、発光素子 D 3 を作製した。発光素子 D 3 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発光素子 D 3 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び C I E 色度座標を測定した。

20

【 0 1 9 0 】

< 実施例 D 4 > 発光素子 D 4 の作製と評価

実施例 D 1 の (第 2 の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 H T L - 1 及び金属錯体 B - G 2 (高分子化合物 H T L - 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量 % / 3 0 質量 %) を 0 . 5 質量 % の濃度で溶解させた。」を、「キシレンに、高分子化合物 H T L - 1 及び化合物 B - H 1 (高分子化合物 H T L - 1 / 化合物 B - H 1 = 9 0 質量 % / 1 0 質量 %) を 0 . 7 質量 % の濃度で溶解させた。」に変更し、更に、実施例 D 1 の (第 1 の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 H P - 1 及び金属錯体 B - G 2 (高分子化合物 H P - 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量 % / 3 0 質量 %) を 2 質量 % の濃度で溶解させた。」を、「クロロベンゼンに、化合物 B - H 1 及び金属錯体 B - G 2 (化合物 B - H 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量 % / 3 0 質量 %) を 2 質量 % の濃度で溶解させた。」に変更したこと以外は、実施例 D 1 と同様にして、発光素子 D 4 を作製した。発光素子 D 4 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発光素子 D 4 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び C I E 色度座標を測定した。

30

40

【 0 1 9 1 】

< 実施例 D 5 > 発光素子 D 5 の作製と評価

実施例 D 1 の (第 2 の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 H T L - 1 及び金属錯体 B - G 2 (高分子化合物 H T L - 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量 % / 3 0 質量 %) を 0 . 5 質量 % の濃度で溶解させた。」を、「キシレンに、高分子化合物 H T L - 1 及び金属錯体 B - G 2 (高分子化合物 H T L - 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量 % / 3 0 質量 %) を 0 . 7 質量 % の濃度で溶解させた。」に変更し、更に、実施例 D 1 の (第 1 の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 H P - 1 及び金属錯体 B - G

50

2 (高分子化合物 H P - 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量% / 3 0 質量%) を 2 質量% の濃度で溶解させた。」を、「クロロベンゼンに、化合物 B - H 1 及び金属錯体 B - G 2 (化合物 B - H 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量% / 3 0 質量%) を 2 質量% の濃度で溶解させた。」に変更したこと以外は、実施例 D 1 と同様にして、発光素子 D 5 を作製した。発光素子 D 5 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発光素子 D 5 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び C I E 色度座標を測定した。

【 0 1 9 2 】

< 比較例 C D 4 > 発光素子 C D 4 の作製と評価

実施例 D 1 の (第 2 の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 H T L - 1 及び金属錯体 B - G 2 (高分子化合物 H T L - 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量% / 3 0 質量%) を 0 . 5 質量% の濃度で溶解させた。」を、「クロロベンゼンに、高分子化合物 H T L - 1 を 0 . 5 質量% の濃度で溶解させた。」に変更し、更に、実施例 D 1 の (第 1 の層の形成) における「クロロベンゼンに、高分子化合物 H P - 1 及び金属錯体 B - G 2 (高分子化合物 H P - 1 / 金属錯体 B - G 2 = 7 0 質量% / 3 0 質量%) を 2 質量% の濃度で溶解させた。」を、「クロロベンゼンに、化合物 B - H 1 及び金属錯体 B - G 1 (化合物 B - H 1 / 金属錯体 B - G 1 = 7 0 質量% / 3 0 質量%) を 2 質量% の濃度で溶解させた。」に変更したこと以外は、実施例 D 1 と同様にして、発光素子 C D 4 を作製した。発光素子 C D 4 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発光素子 C D 4 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び C I E 色度座標を測定した。

【 0 1 9 3 】

実施例 D 2 ~ D 5 及び比較例 C D 4 の結果を表 6 に示す。表 6 において、最大発光効率差 [c d / A] とは、発光素子 C D 4 の最大発光効率に対する、発光素子 D 2 ~ D 5 の最大発光効率の差を示す。

【 0 1 9 4 】

【表 6】

	発光素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光効率差 [cd/A]	駆動電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
実施例 D2	D2	HTL-1/B-H1	90/10	B-H1/B-G1	70/30	13.1	6.0	0.32	0.63
実施例 D3	D3	HTL-1/B-G1	70/30	B-H1/B-G1	70/30	10.2	6.8	0.31	0.63
実施例 D4	D4	HTL-1/B-H1	90/10	B-H1/B-G2	70/30	8.4	6.2	0.32	0.63
実施例 D5	D5	HTL-1/B-G2	70/30	B-H1/B-G2	70/30	7.3	6.4	0.31	0.63
比較例 CD4	CD4	HTL-1	100	B-H1/B-G1	70/30	—	4.8	0.32	0.64

【 0 1 9 5 】

< 実施例 D 6 及び比較例 C D 5 > 発光素子 D 6 及び C D 5 の作製と評価

実施例 D 2 の (第 2 の層の形成) における「高分子化合物 H T L - 1 及び化合物 B - H 1 (高分子化合物 H T L - 1 / 化合物 B - H 1 = 9 0 質量% / 1 0 質量%) 」を、表 7 に記載の材料及び組成比 (質量%) に変更し、更に、実施例 D 2 の (第 1 の層の形成) における「化合物 B - H 1 及び金属錯体 B - G 1 (化合物 B - H 1 / 金属錯体 B - G 1 = 7 0 質量% / 3 0 質量%) 」を、表 7 に記載の材料及び組成比 (質量%) に変更したこと以外は、実施例 D 2 と同様にして、発光素子 D 6 及び C D 5 を作製した。

発光素子 D 6 及び C D 5 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発光素子 D 6 及び C D 5 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び C I E 色度座標を測定した。

【 0 1 9 6 】

実施例 D 6 及び比較例 C D 5 の結果を表 7 に示す。表 7 において、最大発光効率差 [c d / A] とは、発光素子 C D 5 の最大発光効率に対する、発光素子 D 6 の最大発光効率の差を示す。

【 0 1 9 7 】

【表 7】

	発光素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光効率差 [cd/A]	駆動電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
実施例 D6	D6	HTL-1/B-H2	90/10	B-H2/B-G1	70/30	5.5	3.0	0.33	0.63
比較例 CD5	CD5	HTL-1	100	B-H2/B-G1	70/30	—	3.6	0.33	0.63

【 0 1 9 8 】

< 実施例 D 7 及び比較例 C D 6 > 発光素子 D 7 及び C D 6 の作製と評価

10

実施例 D 6 の (第 2 の 層 の 形 成) に お け る 「 高 分 子 化 合 物 H T L - 1 及 び 化 合 物 B - H 2 (高 分 子 化 合 物 H T L - 1 / 化 合 物 B - H 2 = 9 0 質 量 % / 1 0 質 量 %) 」 を 、 表 8 に 記 載 の 材 料 及 び 組 成 比 (質 量 %) に 変 更 し た こ と 以 外 は 、 実 施 例 D 6 と 同 様 に し て 、 発 光 素 子 D 7 及 び C D 6 を 作 製 し た 。

発光素子 D 7 及び C D 6 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発光素子 D 7 及び C D 6 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び C I E 色度座標を測定した。

【 0 1 9 9 】

実施例 D 7 及び比較例 C D 6 の結果を表 8 に示す。表 8 において、最大発光効率差 [c d / A] とは、発光素子 C D 6 の最大発光効率に対する、発光素子 D 7 の最大発光効率の差を示す。

20

【 0 2 0 0 】

【表 8】

	発光素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光効率差 [cd/A]	駆動電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
実施例 D7	D7	HTL-2/B-H2	90/10	B-H2/B-G1	70/30	14.2	4.8	0.33	0.62
比較例 CD6	CD6	HTL-2	100	B-H2/B-G1	70/30	—	2.8	0.32	0.63

【 0 2 0 1 】

< 実施例 D 8 及び比較例 C D 7 > 発光素子 D 8 及び C D 7 の作製と評価

30

実施例 D 6 の (第 2 の 層 の 形 成) に お け る 「 高 分 子 化 合 物 H T L - 1 及 び 化 合 物 B - H 2 (高 分 子 化 合 物 H T L - 1 / 化 合 物 B - H 2 = 9 0 質 量 % / 1 0 質 量 %) 」 を 、 表 9 に 記 載 の 材 料 及 び 組 成 比 (質 量 %) に 変 更 し た こ と 以 外 は 、 実 施 例 D 6 と 同 様 に し て 、 発 光 素 子 D 8 及 び C D 7 を 作 製 し た 。

発光素子 D 8 及び C D 7 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発光素子 D 8 及び C D 7 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び C I E 色度座標を測定した。

【 0 2 0 2 】

実施例 D 8 及び比較例 C D 7 の結果を表 9 に示す。表 9 において、最大発光効率差 [c d / A] とは、発光素子 C D 7 の最大発光効率に対する、発光素子 D 8 の最大発光効率の差を示す。

40

【 0 2 0 3 】

【表 9】

	発光素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光効率差 [cd/A]	駆動電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
実施例 D8	D8	HTL-3/B-H2	90/10	B-H2/B-G1	70/30	17.2	4.8	0.33	0.62
比較例 CD7	CD7	HTL-3	100	B-H2/B-G1	70/30	—	4.2	0.32	0.63

50

【 0 2 0 4 】

<実施例 D 9 ~ D 1 1 及び比較例 C D 8 > 発光素子 D 9 ~ D 1 1 及び C D 8 の作製と評価
 実施例 D 6 の（第 2 の層の形成）における「高分子化合物 H T L - 1 及び化合物 B - H 2
 （高分子化合物 H T L - 1 / 化合物 B - H 2 = 9 0 質量% / 1 0 質量%）」を、表 1 0 に
 記載の材料及び組成比（質量%）に変更したこと以外は、実施例 D 6 と同様にして、発光
 素子 D 9 ~ D 1 1 及び C D 8 を作製した。

発光素子 D 9 ~ D 1 1 及び C D 8 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発
 光素子 D 9 ~ D 1 1 及び C D 8 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧
 [V] 及び C I E 色度座標を測定した。

【 0 2 0 5 】

実施例 D 9 ~ D 1 1 及び比較例 C D 8 の結果を表 1 0 に示す。表 1 0 において、最大発光
 効率差 [c d / A] とは、発光素子 C D 8 の最大発光効率に対する、発光素子 D 9 ~ D 1
 1 の最大発光効率の差を示す。

【 0 2 0 6 】

【表 1 0】

	発光 素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光 効率差 [cd/A]	駆動 電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
実施例 D9	D9	HTL-4/B-H2	90/10	B-H2/B-G1	70/30	13.2	4.8	0.33	0.63
実施例 D10	D10	HTL-6/B-H2	90/10	B-H2/B-G1	70/30	12.7	4.6	0.33	0.63
実施例 D11	D11	HTM-1/B-H2	90/10	B-H2/B-G1	70/30	4.6	6.0	0.33	0.62
比較例 CD8	CD8	HTL-4	100	B-H2/B-G1	70/30	—	4.0	0.31	0.63

【 0 2 0 7 】

<実施例 D 1 2 及び比較例 C D 9 > 発光素子 D 1 2 及び C D 9 の作製と評価
 実施例 D 6 の（第 2 の層の形成）における「高分子化合物 H T L - 1 及び化合物 B - H 2
 （高分子化合物 H T L - 1 / 化合物 B - H 2 = 9 0 質量% / 1 0 質量%）」を、表 1 1 に
 記載の材料及び組成比（質量%）に変更したこと以外は、実施例 D 6 と同様にして、発光
 素子 D 1 2 及び C D 9 を作製した。

発光素子 D 1 2 及び C D 9 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発光素子
 D 1 2 及び C D 9 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び C
 I E 色度座標を測定した。

【 0 2 0 8 】

実施例 D 1 2 及び比較例 C D 9 の結果を表 1 1 に示す。表 1 1 において、最大発光効率差
 [c d / A] とは、発光素子 C D 9 の最大発光効率に対する、発光素子 D 1 2 の最大発光
 効率の差を示す。

【 0 2 0 9 】

【表 1 1】

	発光 素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光 効率差 [cd/A]	駆動 電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
実施例 D12	D12	HTL-7/B-H2	90/10	B-H2/B-G1	70/30	5.6	3.6	0.33	0.61
比較例 CD9	CD9	HTL-7	100	B-H2/B-G1	70/30	—	4.2	0.32	0.62

【 0 2 1 0 】

<実施例 D 1 3 及び比較例 C D 1 0 > 発光素子 D 1 3 及び C D 1 0 の作製と評価
 実施例 D 6 の（第 2 の層の形成）における「高分子化合物 H T L - 1 及び化合物 B - H 2
 （高分子化合物 H T L - 1 / 化合物 B - H 2 = 9 0 質量% / 1 0 質量%）」を、表 1 2 に
 記載の材料及び組成比（質量%）に変更したこと以外は、実施例 D 6 と同様にして、発光
 素子 D 1 3 及び C D 1 0 を作製した。

発光素子 D 1 3 及び C D 1 0 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発光素子 D 1 3 及び C D 1 0 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び C I E 色度座標を測定した。

【 0 2 1 1 】

実施例 D 1 3 及び比較例 C D 1 0 の結果を表 1 2 に示す。表 1 2 において、最大発光効率差 [c d / A] とは、発光素子 C D 1 0 の最大発光効率に対する、発光素子 D 1 3 の最大発光効率の差を示す。

【 0 2 1 2 】

【表 1 2】

	発光素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光効率差 [cd/A]	駆動電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
実施例 D13	D13	HTL-5/B-H2	90/10	B-H2/B-G1	70/30	4.7	4.6	0.33	0.63
比較例 CD10	CD10	HTL-5	100	B-H2/B-G1	70/30	—	5.0	0.32	0.63

10

【 0 2 1 3 】

< 実施例 D 1 4 及び比較例 C D 1 1 > 発光素子 D 1 4 及び C D 1 1 の作製と評価
 実施例 D 6 の (第 2 の 層 の 形 成) に お け る 「 高 分 子 化 合 物 H T L - 1 及 び 化 合 物 B - H 2 (高 分 子 化 合 物 H T L - 1 / 化 合 物 B - H 2 = 9 0 質 量 % / 1 0 質 量 %) 」 を 、 表 1 3 に 記 載 の 材 料 及 び 組 成 比 (質 量 %) に 変 更 し た こ と 以 外 は 、 実 施 例 D 6 と 同 様 に し て 、 発 光 素 子 D 1 4 及 び C D 1 1 を 作 製 し た 。

20

発光素子 D 1 4 及び C D 1 1 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発光素子 D 1 4 及び C D 1 1 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び C I E 色度座標を測定した。

【 0 2 1 4 】

実施例 D 1 4 及び比較例 C D 1 1 の結果を表 1 3 に示す。表 1 3 において、最大発光効率差 [c d / A] とは、発光素子 C D 1 1 の最大発光効率に対する、発光素子 D 1 4 の最大発光効率の差を示す。

【 0 2 1 5 】

【表 1 3】

	発光素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光効率差 [cd/A]	駆動電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
実施例 D14	D14	HTL-8/B-H2	90/10	B-H2/B-G1	70/30	11.2	4.8	0.33	0.62
比較例 CD11	CD11	HTL-8	100	B-H2/B-G1	70/30	—	5.0	0.31	0.63

30

【 0 2 1 6 】

< 実施例 D 1 5 ~ D 1 7 及び比較例 C D 1 2 > 発光素子 D 1 5 ~ D 1 7 及び C D 1 2 の作製と評価

実施例 D 2 の (第 2 の 層 の 形 成) に お け る 「 高 分 子 化 合 物 H T L - 1 及 び 化 合 物 B - H 1 (高 分 子 化 合 物 H T L - 1 / 化 合 物 B - H 1 = 9 0 質 量 % / 1 0 質 量 %) 」 を 、 表 1 4 に 記 載 の 材 料 及 び 組 成 比 (質 量 %) に 変 更 し 、 更 に 、 実 施 例 D 2 の (第 1 の 層 の 形 成) に お け る 「 化 合 物 B - H 1 及 び 金 属 錯 体 B - G 1 (化 合 物 B - H 1 / 金 属 錯 体 B - G 1 = 7 0 質 量 % / 3 0 質 量 %) 」 を 、 表 1 4 に 記 載 の 材 料 及 び 組 成 比 (質 量 %) に 変 更 し た こ と 以 外 は 、 実 施 例 D 2 と 同 様 に し て 、 発 光 素 子 D 1 5 ~ D 1 7 及 び C D 1 2 を 作 製 し た 。

40

発光素子 D 1 5 ~ D 1 7 及び C D 1 2 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。発光素子 D 1 5 ~ D 1 7 及び C D 1 2 の最大発光効率 [c d / A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び C I E 色度座標を測定した。

【 0 2 1 7 】

実施例 D 1 5 ~ D 1 7 及び比較例 C D 1 2 の結果を表 1 4 に示す。表 1 4 において、最大

50

発光効率差 [cd/A] とは、発光素子 CD12 の最大発光効率に対する、発光素子 D15 ~ D17 の最大発光効率の差を示す。

【0218】

【表14】

	発光素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光効率差 [cd/A]	駆動電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
実施例 D15	D15	HTL-1/B-H4	90/10	B-H4/B-G1	70/30	12.5	9.4	0.31	0.63
実施例 D16	D16	HTL-1/B-H3	90/10	B-H3/B-G1	70/30	8.0	8.2	0.30	0.64
実施例 D17	D17	HTL-1/B-H5	90/10	B-H5/B-G1	70/30	8.0	9.4	0.32	0.63
比較例 CD12	CD12	HTL-1/B-H7	90/10	B-H7/B-G1	70/30	—	9.6	0.31	0.63

10

【0219】

<実施例 D18 及び比較例 CD13> 発光素子 D18 及び CD13 の作製と評価
 実施例 D2 の (第2の層の形成) における「高分子化合物 HTL-1 及び化合物 B-H1 (高分子化合物 HTL-1 / 化合物 B-H1 = 90 質量% / 10 質量%)」を、表15に記載の材料及び組成比 (質量%) に変更し、更に、実施例 D2 の (第1の層の形成) における「化合物 B-H1 及び金属錯体 B-G1 (化合物 B-H1 / 金属錯体 B-G1 = 70 質量% / 30 質量%)」を、表15に記載の材料及び組成比 (質量%) に変更したこと以外は、実施例 D2 と同様にして、発光素子 D18 及び CD13 を作製した。

20

発光素子 D18 及び CD13 に電圧を印加することにより EL 発光が観測された。発光素子 D18 及び CD13 の最大発光効率 [cd/A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び CIE 色度座標を測定した。

【0220】

実施例 D18 及び比較例 CD13 の結果を表15に示す。表15において、最大発光効率差 [cd/A] とは、発光素子 CD13 の最大発光効率に対する、発光素子 D18 の最大発光効率の差を示す。

【0221】

【表15】

	発光素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光効率差 [cd/A]	駆動電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
実施例 D18	D18	HTL-1/B-H6	90/10	B-H6/B-G1	70/30	1.7	7.6	0.32	0.63
比較例 CD13	CD13	HTL-1	100	B-H6/B-G1	70/30	—	8.0	0.33	0.62

30

【0222】

<比較例 CD14 及び CD15> 発光素子 CD14 及び CD15 の作製と評価
 実施例 D2 の (第2の層の形成) における「高分子化合物 HTL-1 及び化合物 B-H1 (高分子化合物 HTL-1 / 化合物 B-H1 = 90 質量% / 10 質量%)」を、表16に記載の材料及び組成比 (質量%) に変更し、更に、実施例 D2 の (第1の層の形成) における「化合物 B-H1 及び金属錯体 B-G1 (化合物 B-H1 / 金属錯体 B-G1 = 70 質量% / 30 質量%)」を、表16に記載の材料及び組成比 (質量%) に変更したこと以外は、実施例 D2 と同様にして、発光素子 CD14 及び CD15 を作製した。

40

発光素子 CD14 及び CD15 に電圧を印加することにより EL 発光が観測された。発光素子 CD14 及び CD15 の最大発光効率 [cd/A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び CIE 色度座標を測定した。

【0223】

比較例 CD14 及び CD15 の結果を表16に示す。表16において、最大発光効率差 [cd/A] とは、発光素子 CD15 の最大発光効率に対する、発光素子 CD14 の最大発光効率の差を示す。

50

【 0 2 2 4 】

【表 1 6】

	発光素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光効率差 [cd/A]	駆動電圧 [V]	CIE 色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
比較例 CD14	CD14	HTL-1/B-H8	90/10	B-H8/B-G1	70/30	-7.7	5.2	0.32	0.63
比較例 CD15	CD15	HTL-1	100	B-H8/B-G1	70/30	—	5.0	0.32	0.62

【 0 2 2 5 】

< 実施例 D 1 9 > 発光素子 D 1 9 の作製と評価

10

(陽極及び正孔注入層の形成)

ガラス基板にスパッタ法により 45 nm の厚みで ITO 膜を付けることにより陽極を形成した。該陽極上に、ポリチオフェン・スルホン酸系の正孔注入剤である AQ-1200 (Plextronics 社製) をスピンコート法により 65 nm の厚さで成膜し、大気雰囲気下において、ホットプレート上で 170、15 分間加熱することにより正孔注入層を形成した。

【 0 2 2 6 】

(第2の層の形成)

クロロベンゼンに、高分子化合物 HTL-1 及び化合物 B-H2 (高分子化合物 HTL-1 / 化合物 B-H2 = 90 質量% / 10 質量%) を 0.5 質量% の濃度で溶解させた。得られたクロロベンゼン溶液を用いて、正孔注入層の上にスピンコート法により 20 nm の厚さで成膜し、窒素ガス雰囲気下において、ホットプレート上で 180、60 分間加熱させることにより第2の層 (正孔輸送層) を形成した。この加熱により、高分子化合物 HTL-1 は、架橋した状態 (架橋体) となった。

20

【 0 2 2 7 】

(第1の層の形成)

クロロベンゼンに、化合物 B-H2 及び金属錯体 B-R1 (化合物 B-H2 / 金属錯体 B-R1 = 90 質量% / 10 質量%) を 3 質量% の濃度で溶解させた。得られたクロロベンゼン溶液を用いて、第2の層の上にスピンコート法により 80 nm の厚さで成膜し、窒素ガス雰囲気下において、130、10 分間加熱させることにより第1の層 (発光層) を形成した。

30

【 0 2 2 8 】

(陰極の形成)

第1の層を形成した基板を蒸着機内において、 1.0×10^{-4} Pa 以下にまで減圧した後、陰極として、第1の層の上にフッ化ナトリウムを約 4 nm、次いで、フッ化ナトリウム層の上にアルミニウムを約 80 nm 蒸着した。蒸着後、ガラス基板を用いて封止することにより、発光素子 D 1 9 を作製した。

【 0 2 2 9 】

(発光素子の評価)

発光素子 D 1 9 に電圧を印加することにより EL 発光が観測された。発光素子 D 1 9 の最大発光効率 [cd/A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及び CIE 色度座標を測定した。

40

【 0 2 3 0 】

< 実施例 D 2 0 及び比較例 CD 1 6 > 発光素子 D 2 0 及び CD 1 6 の作製と評価

実施例 D 1 9 の (第2の層の形成) における「高分子化合物 HTL-1 及び化合物 B-H2 (高分子化合物 HTL-1 / 化合物 B-H2 = 90 質量% / 10 質量%)」を、表 1 7 に記載の材料及び組成比 (質量%) に変更したこと以外は、実施例 D 1 9 と同様にして、発光素子 D 2 0 及び CD 1 6 を作製した。

発光素子 D 2 0 及び CD 1 6 に電圧を印加することにより EL 発光が観測された。発光素子 D 2 0 及び CD 1 6 の最大発光効率 [cd/A]、並びに、その際の駆動電圧 [V] 及

50

びCIE色度座標を測定した。

【0231】

実施例D19～D20及び比較例CD16の結果を表17に示す。表17において、最大発光効率差[cd/A]とは、発光素子CD16の最大発光効率に対する、発光素子D19及びD20の最大発光効率の差を示す。

【0232】

【表17】

	発光素子	第2の層の形成		第1の層の形成		発光効率差 [cd/A]	駆動電圧 [V]	CIE色度座標	
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)			CIE x	CIE y
実施例 D19	D19	HTL-1/B-H2	90/10	B-H2/B-R1	70/30	1.8	4.0	0.65	0.32
実施例 D20	D20	HTL-3/B-H2	90/10	B-H2/B-R1	70/30	3.1	3.2	0.67	0.32
比較例 CD16	CD16	HTL-1	100	B-H2/B-R1	70/30	—	8.2	0.67	0.33

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I
C 0 8 G 61/12

審査官 渡邊 吉喜

(56)参考文献 国際公開第2015/186539(WO, A1)

国際公開第2016/170671(WO, A1)

国際公開第2018/198975(WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 51/50

H 0 5 B 33/12

C 0 9 K 11/06

C 0 8 G 61/12

C A p l u s / R E G I S T R Y (S T N)