

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6566050号
(P6566050)

(45) 発行日 令和1年8月28日 (2019.8.28)

(24) 登録日 令和1年8月9日 (2019.8.9)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 51/50 (2006.01)	H O 5 B 33/14 B
C O 8 G 61/12 (2006.01)	H O 5 B 33/22 D
C O 9 K 11/06 (2006.01)	C O 8 G 61/12
	C O 9 K 11/06 6 6 O
	C O 9 K 11/06 6 8 O
請求項の数 14 (全 98 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2017-564138 (P2017-564138)	(73) 特許権者	000002093
(86) (22) 出願日	平成29年9月6日 (2017.9.6)		住友化学株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/032043		東京都中央区新川二丁目27番1号
(87) 国際公開番号	W02019/049225	(74) 代理人	100113000
(87) 国際公開日	平成31年3月14日 (2019.3.14)		弁理士 中山 亨
審査請求日	平成31年1月10日 (2019.1.10)	(74) 代理人	100151909
			弁理士 坂元 徹
早期審査対象出願		(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
		(72) 発明者	田中 慎也
			茨城県つくば市北原6番 住友化学株式会 社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

陽極と、陰極と、陽極及び陰極の間に設けられた第1の有機層と、陽極及び陰極の間に設けられた第2の有機層とを有する発光素子であって、

第1の有機層が、燐光発光性遷移金属錯体と、要件 (I) 及び要件 (II) からなる群から選ばれる少なくとも1つの要件を満たし、遷移金属を含まない低分子化合物とを含有する層であり、

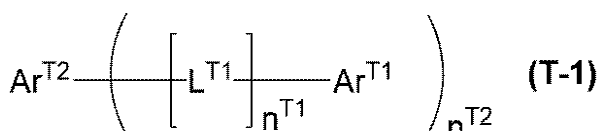
第2の有機層が、架橋基を有する構成単位を含む高分子化合物の架橋体を含有する層であり、該高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位が2.30 eV以上である、発光素子。

10

(I) 最低三重項励起状態のエネルギー準位と最低一重項励起状態のエネルギー準位との差の絶対値が0.25 eV未満である。

(II) 式 (T-1) で表される。

【化1】



20

[式中、

n^{T1} は、0以上5以下の整数を表す。 n^{T1} が複数存在する場合、それらは同一でも異なっているもよい。

n^{T2} は、1以上10以下の整数を表す。

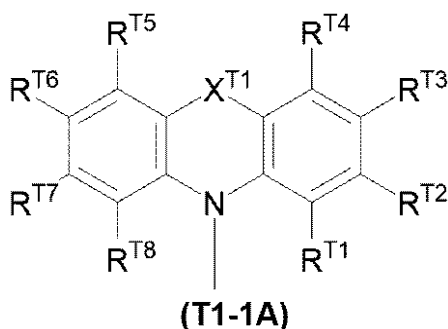
$A r^{T1}$ は、置換アミノ基又は1価の複素環基を表し、該1価の複素環基は、環内に二重結合を有さない窒素原子を含み、且つ、環内に $=N-$ で表される基、 $-C(=O)-$ で表される基、 $-S(=O)-$ で表される基、及び、 $-S(=O)_2-$ で表される基を含まない1価の複素環基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。 $A r^{T1}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なっているもよい。

L^{T1} 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、 $-N R^{T1'}$ 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。 $R^{T1'}$ 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。 L^{T1} が複数存在する場合、それらは同一でも異なっているもよい。

$A r^{T2}$ は、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。

但し、 $A r^{T1}$ のすべてが置換アミノ基又は式(T1-1A)で表される基である場合、 $A r^{T2}$ は、環内に $=N-$ で表される基を2個以上含む単環の複素環基、環内に $-C(=O)-$ で表される基、 $-S(=O)-$ で表される基、 $-S(=O)_2-$ で表される基及び $=N-$ で表される基からなる群から選ばれる少なくとも1つの基を含む縮合環の複素環基、環内に $-C(=O)-$ で表される基を含む芳香族炭化水素基、又は、電子求引性基を有する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。]

【化2】



[式中、

X^{T1} は、単結合、酸素原子、硫黄原子、 $-N(R^{XT1})-$ で表される基、又は、 $-C(R^{XT1'})_2-$ で表される基を表す。 R^{XT1} 及び $R^{XT1'}$ 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、ハロゲン原子又はシアノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する $R^{XT1'}$ は、同一でも異なっているもよく、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^{T1} 、 R^{T2} 、 R^{T3} 、 R^{T4} 、 R^{T5} 、 R^{T6} 、 R^{T7} 及び R^{T8} 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、ハロゲン原子又はシアノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

【請求項2】

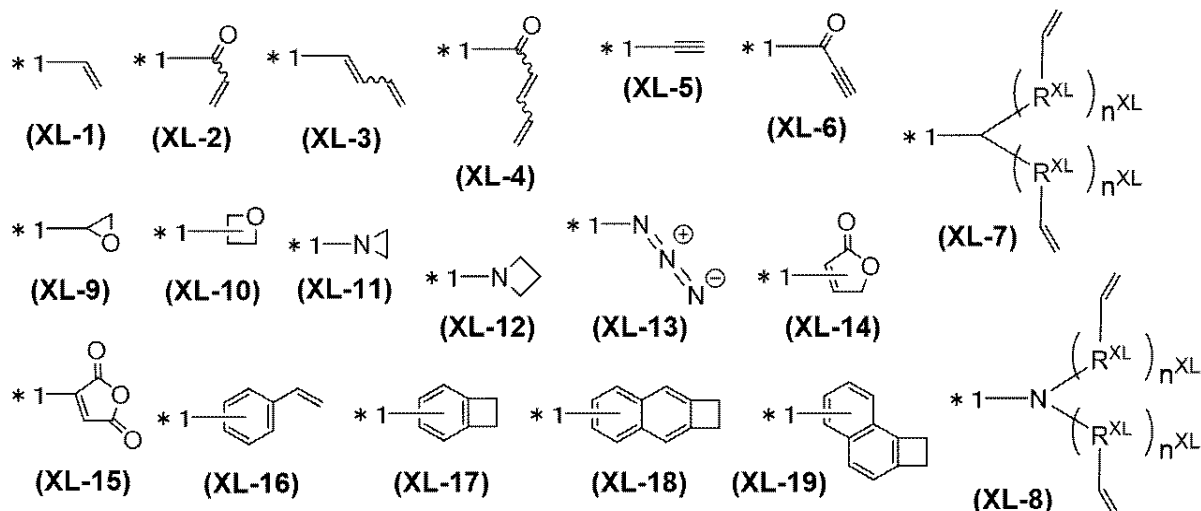
前記高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位が2.34 eV以上である、請求項1に記載の発光素子。

【請求項3】

前記架橋基が、架橋基A群から選ばれる架橋基である、請求項1又は2に記載の発光素子。

(架橋基A群)

【化 3】

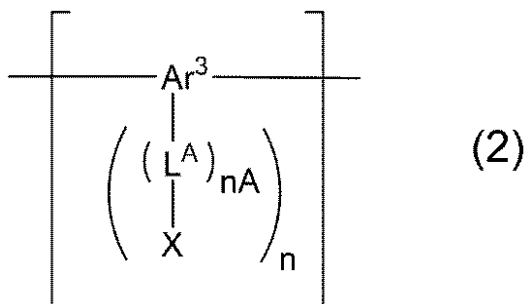


[式中、 R^{XL} は、メチレン基、酸素原子又は硫黄原子を表し、 n^{XL} は、0～5の整数を表す。 R^{XL} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。 n^{XL} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。*1は結合位置を表す。これらの架橋基は置換基を有していてもよく、該置換基が複数存在する場合、互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子とともに環を形成していてもよい。]

【請求項 4】

前記架橋基を有する構成単位が、式(2)又は式(2')で表される構成単位である、請求項3に記載の発光素子。

【化 4】



[式中、

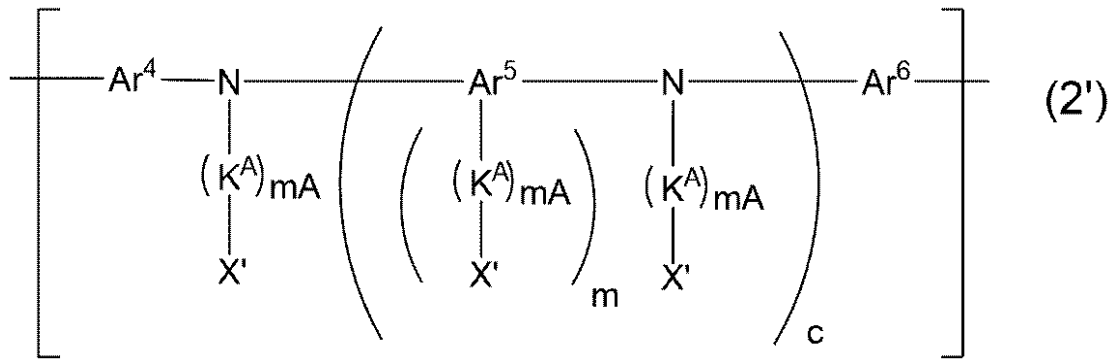
nA は0～5の整数を表し、 n は1又は2を表す。 nA が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Ar^3 は、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。

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、 $-NR'$ 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。 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。 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、前記架橋基A群から選ばれる架橋基を表す。 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 5】



10

〔式中、

mA は 0 ～ 5 の整数を表し、 m は 1 ～ 4 の整数を表し、 c は 0 又は 1 を表す。 mA 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^5 は、芳香族炭化水素基、複素環基、又は、少なくとも 1 種の芳香族炭化水素環と少なくとも 1 種の複素環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。

Ar^4 及び Ar^6 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。

Ar^4 、 Ar^5 及び Ar^6 はそれぞれ、該基が結合している窒素原子に結合している該基以外の基と、直接結合して、又は、酸素原子若しくは硫黄原子を介して結合して、環を形成していてもよい。

20

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、 $-\text{NR}'$ 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。 R' は、前記と同じ意味を表す。 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。

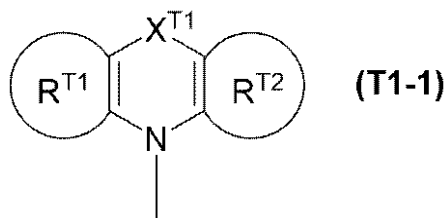
X' は、前記架橋基 A 群から選ばれる架橋基、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は 1 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 X' が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。但し、少なくとも 1 つの X' は、前記架橋基 A 群から選ばれる架橋基である。]

30

【請求項 5】

前記 $\text{Ar}^{\text{T}1}$ の少なくとも 1 つが、式 (T1-1) で表される基である、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の発光素子。

【化 6】



40

〔式中、

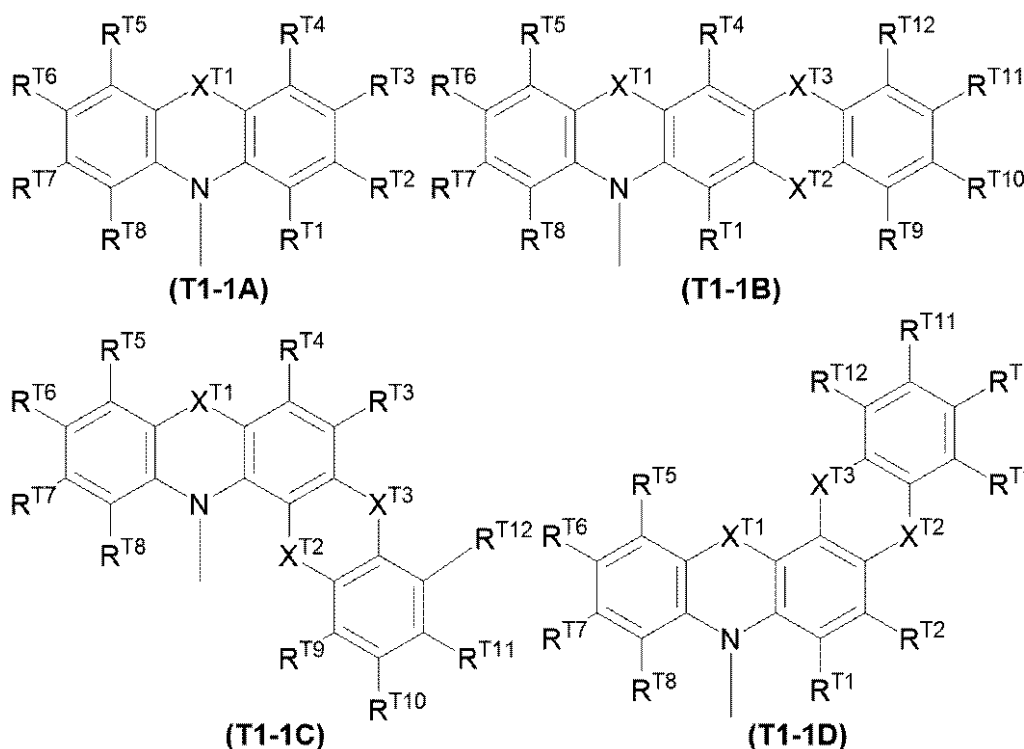
$\text{X}^{\text{T}1}$ は、前記と同じ意味を表す。

環 $\text{R}^{\text{T}1}$ 及び環 $\text{R}^{\text{T}2}$ は、それぞれ独立に、環内に $-\text{C}(=\text{O})-$ で表される基を含まない芳香族炭化水素環、又は、環内に $=\text{N}-$ で表される基、 $-\text{C}(=\text{O})-$ で表される基、 $-\text{S}(=\text{O})-$ で表される基、及び、 $-\text{S}(=\text{O})_2-$ で表される基を含まない複素環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。]

【請求項 6】

前記式 (T1-1) で表される基が、式 (T1-1 A)、式 (T1-1 B)、式 (T1-1 C) 又は式 (T1-1 D) で表される基である、請求項 5 に記載の発光素子。

【化 7】



〔式中、

 X^{T1} は、前記と同じ意味を表す。

X^{T2} 及び X^{T3} は、それぞれ独立に、単結合、酸素原子、硫黄原子、 $-N(R^{XT2})-$ で表される基、又は、 $-C(R^{XT2'})_2-$ で表される基を表す。 R^{XT2} 及び $R^{XT2'}$ 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、ハロゲン原子又はシアノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する $R^{XT2'}$ 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^{T1} 、 R^{T2} 、 R^{T3} 、 R^{T4} 、 R^{T5} 、 R^{T6} 、 R^{T7} 、 R^{T8} 、 R^{T9} 、 R^{T10} 、 R^{T11} 及び R^{T12} 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、ハロゲン原子又はシアノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

【請求項 7】

前記 $A r^{T2}$ が、環内に $=N-$ で表される基を2個以上含む、置換基を有していてもよい単環の複素環基である、請求項1～6のいずれか一項に記載の発光素子。

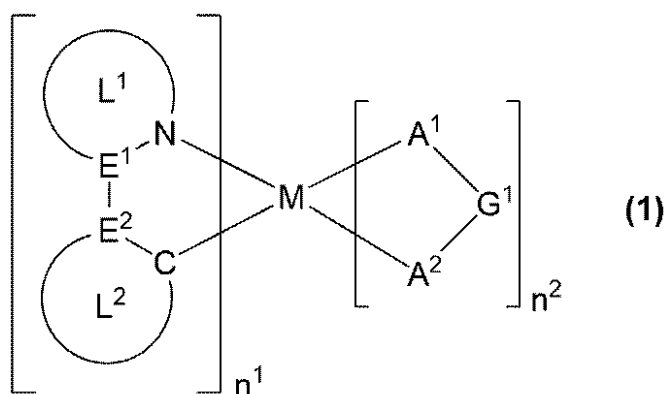
【請求項 8】

前記遷移金属を含まない低分子化合物が、前記要件(I)及び前記要件(II)を満たす、請求項1～7のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項 9】

前記燐光発光性遷移金属錯体が、式(1)で表される金属錯体である、請求項1～8のいずれか一項に記載の発光素子。

【化 8】



10

〔式中、

Mは、ルテニウム原子、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がルテニウム原子、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。但し、 E^1 及び E^2 の少なくとも一方は炭素原子である。 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。

20

環 L^1 は、芳香族複素環を表し、こ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、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、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、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。

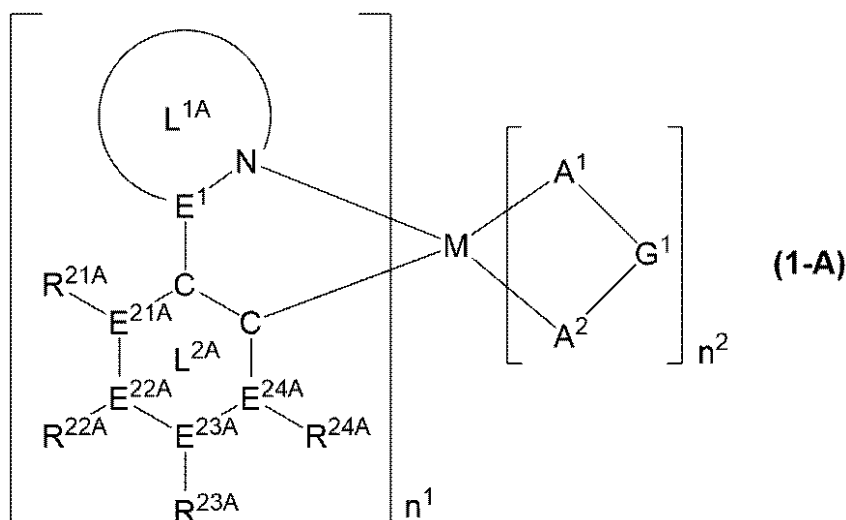
30

$A^1 - G^1 - A^2$ 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。]

【請求項10】

前記式(1)で表される金属錯体が、式(1-A)で表される金属錯体である、請求項9に記載の発光素子。

【化 9】



10

〔式中、

M、 n^1 、 n^2 、 E^1 及び $A^1-G^1-A^2$ は、前記と同じ意味を表す。

環 L^{1A} 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、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^{1A} 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

E^{21A} 、 E^{22A} 、 E^{23A} 及び E^{24A} は、それぞれ独立に、窒素原子又は炭素原子を表す。 E^{21A} 、 E^{22A} 、 E^{23A} 及び E^{24A} 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。 E^{21A} が窒素原子の場合、 R^{21A} は存在しない。 E^{22A} が窒素原子の場合、 R^{22A} は存在しない。 E^{23A} が窒素原子の場合、 R^{23A} は存在しない。 E^{24A} が窒素原子の場合、 R^{24A} は存在しない。

R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 及び R^{24A} 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。 R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 及び R^{24A} 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^{21A} と R^{22A} 、 R^{22A} と R^{23A} 、 R^{23A} と R^{24A} 、及び、環 L^{1A} が有していてもよい置換基と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。

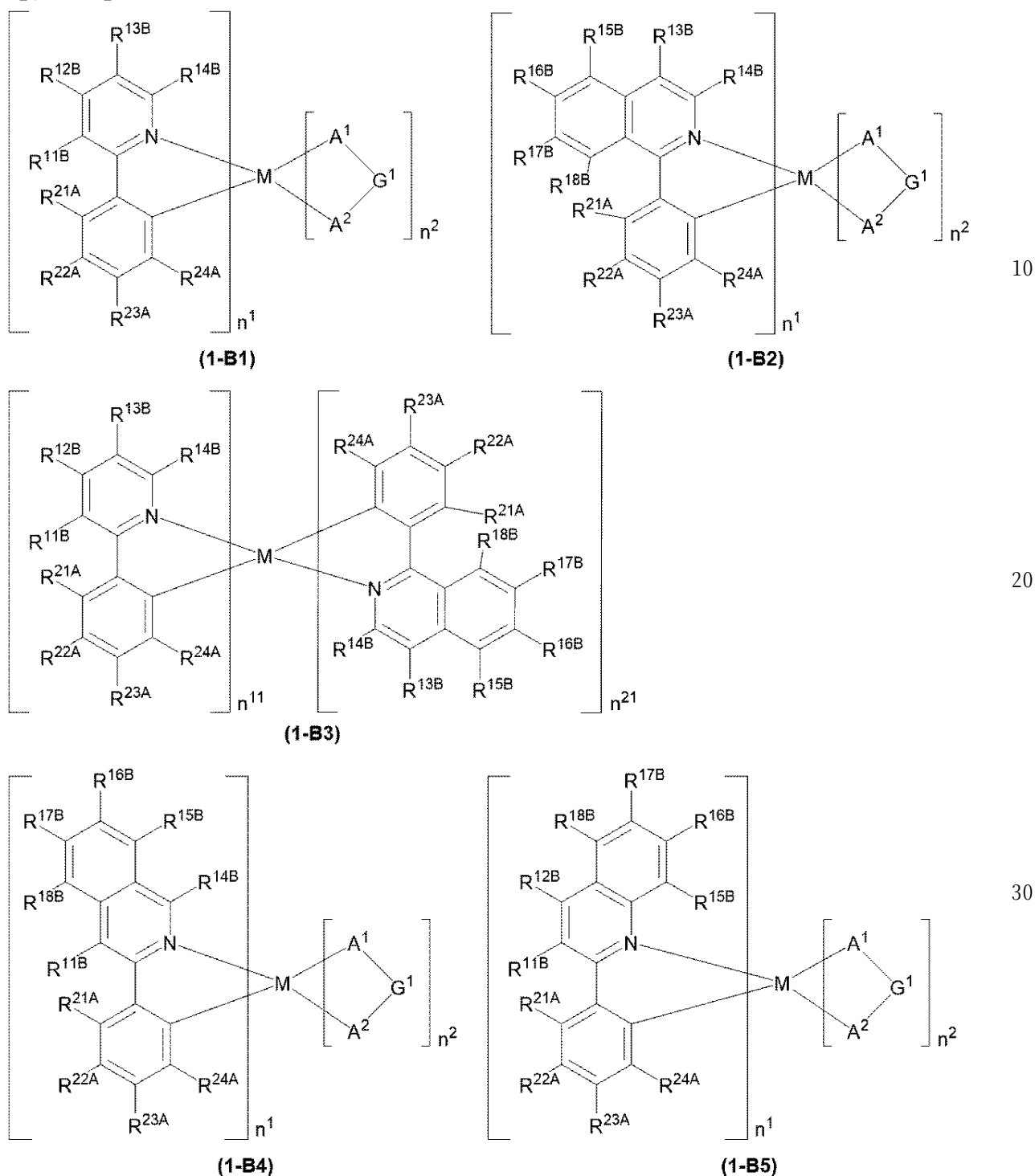
30

環 L^{2A} は、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環を表す。]

【請求項 11】

前記式(1-A)で表される金属錯体が、式(1-B1)、式(1-B2)、式(1-B3)、式(1-B4)又は式(1-B5)で表される金属錯体である、請求項10に記載の発光素子。

【化 10】



〔式中、

M、 n^1 、 n^2 、 R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 、 R^{24A} 及び $A^1-G^1-A^2$ は、前記と同じ意味を表す。

n^{11} 及び n^{21} は、それぞれ独立に、1又は2を表す。但し、Mがルテニウム原子、ロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^{11}+n^{21}$ は3であり、Mがパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^{11}+n^{21}$ は2である。

R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 及び R^{18B} 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。 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 及び R^{18B} 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。

式(1-B1)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{13B} 、 R^{13B} と R^{14B} 、及び、 R^{11B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。式(1-B2)中、 R^{13B} と R^{14B} 、 R^{13B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{18B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。式(1-B3)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{13B} 、 R^{13B} と R^{14B} 、 R^{11B} と R^{21A} 、 R^{13B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{18B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。式(1-B4)中、 R^{11B} と R^{18B} 、 R^{14B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{11B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。式(1-B5)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{18B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{11B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。]

10

【請求項12】

前記第1の有機層が、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、蛍光発光性化合物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1～11のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項13】

前記第1の有機層と前記第2の有機層とが隣接している、請求項1～12のいずれか一項に記載の発光素子。

20

【請求項14】

前記第2の有機層が、前記陽極及び前記第1の有機層の間に設けられた層である、請求項1～13のいずれか一項に記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子に関する。

【背景技術】

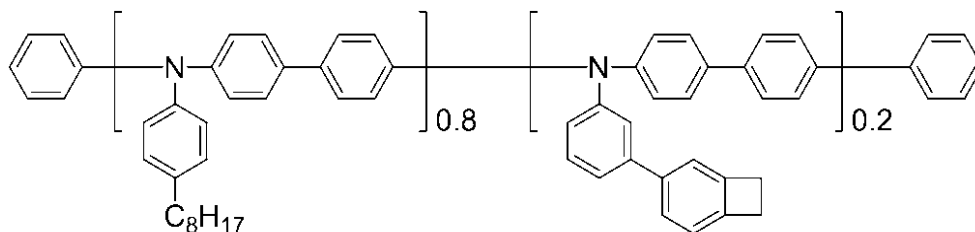
【0002】

有機エレクトロルミネッセンス素子(以下、発光素子ともいう。)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り、研究開発が行われている。例えば、特許文献1には、下記式で表される高分子化合物(P0)を含有する有機層と、ホスト材料及びイリジウム錯体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。

30

【0003】

【化1】



高分子化合物(P0)

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】国際公開第2015/020217号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述の発光素子は、外部量子効率が必ずしも十分ではない。

50

そこで、本発明は、外部量子効率が優れる発光素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、以下の〔1〕～〔14〕を提供する。

【0007】

〔1〕陽極と、陰極と、陽極及び陰極の間に設けられた第1の有機層と、陽極及び陰極の間に設けられた第2の有機層とを有する発光素子であって、

第1の有機層が、燐光発光性遷移金属錯体と、要件（I）及び要件（II）からなる群から選ばれる少なくとも1つの要件を満たし、遷移金属を含まない低分子化合物とを含有する層であり、

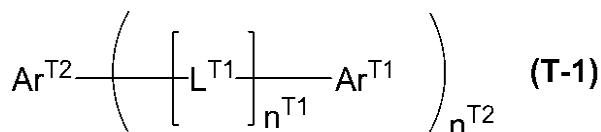
第2の有機層が、架橋基を有する構成単位を含む高分子化合物の架橋体を含有する層であり、該高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位が2.30 eV以上である、発光素子。

10

（I）最低三重項励起状態のエネルギー準位と最低一重項励起状態のエネルギー準位との差の絶対値が0.25 eV未満である。

（II）式（T-1）で表される。

【化2】



20

〔式中、

$\text{n}^{\text{T}1}$ は、0以上5以下の整数を表す。 $\text{n}^{\text{T}1}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

$\text{n}^{\text{T}2}$ は、1以上10以下の整数を表す。

$\text{Ar}^{\text{T}1}$ は、置換アミノ基又は1価の複素環基を表し、該1価の複素環基は、環内に二重結合を有さない窒素原子を含み、且つ、環内に=N-で表される基、-C(=O)-で表される基、-S(=O)-で表される基、及び、-S(=O)₂-で表される基を含まない1価の複素環基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。 $\text{Ar}^{\text{T}1}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

30

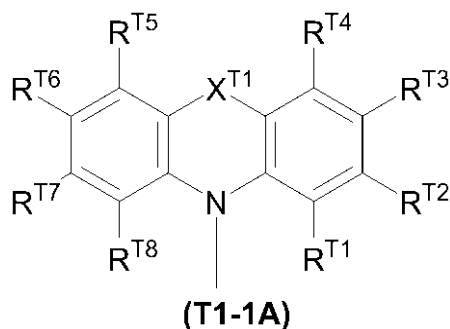
$\text{L}^{\text{T}1}$ は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2価の複素環基、-NR^{T1'}-で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 $\text{R}^{\text{T}1'}$ は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 $\text{L}^{\text{T}1}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

$\text{Ar}^{\text{T}2}$ は、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。

但し、 $\text{Ar}^{\text{T}1}$ のすべてが置換アミノ基又は式（T1-1A）で表される基である場合、 $\text{Ar}^{\text{T}2}$ は、環内に=N-で表される基を2個以上含む単環の複素環基、環内に-C(=O)-で表される基、-S(=O)-で表される基、-S(=O)₂-で表される基及び=N-で表される基からなる群から選ばれる少なくとも1つの基を含む縮合環の複素環基、環内に-C(=O)-で表される基を含む芳香族炭化水素基、又は、電子求引性基を有する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。]

40

【化 3】



10

〔式中、

X^{T1} は、単結合、酸素原子、硫黄原子、 $-N(R^{XT1})-$ で表される基、又は、 $-C(R^{XT1'})_2-$ で表される基を表す。 R^{XT1} 及び $R^{XT1'}$ 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、ハロゲン原子又はシアノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する $R^{XT1'}$ 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^{T1} 、 R^{T2} 、 R^{T3} 、 R^{T4} 、 R^{T5} 、 R^{T6} 、 R^{T7} 及び R^{T8} 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、ハロゲン原子又はシアノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

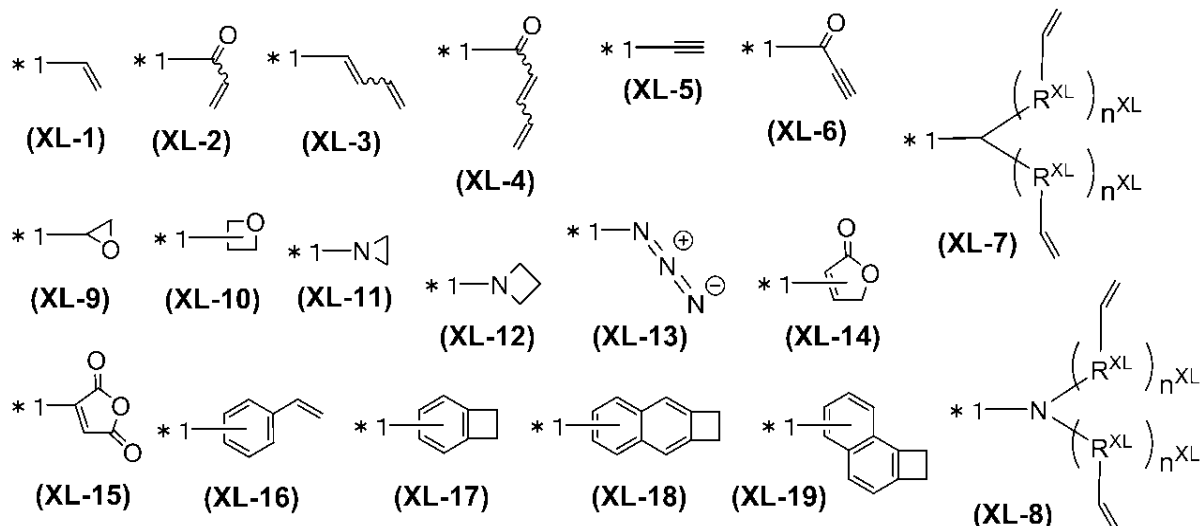
20

〔2〕前記高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位が2.34 eV以上である、〔1〕に記載の発光素子。

〔3〕前記架橋基が、架橋基A群から選ばれる架橋基である、〔1〕又は〔2〕に記載の発光素子。

(架橋基A群)

【化 4】



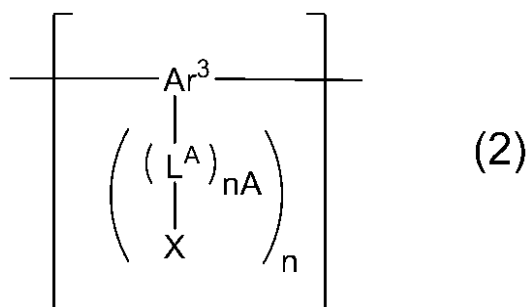
30

40

〔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、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。]

〔4〕前記架橋基を有する構成単位が、式(2)又は式(2')で表される構成単位である、〔3〕に記載の発光素子。

【化 5】



[式中、

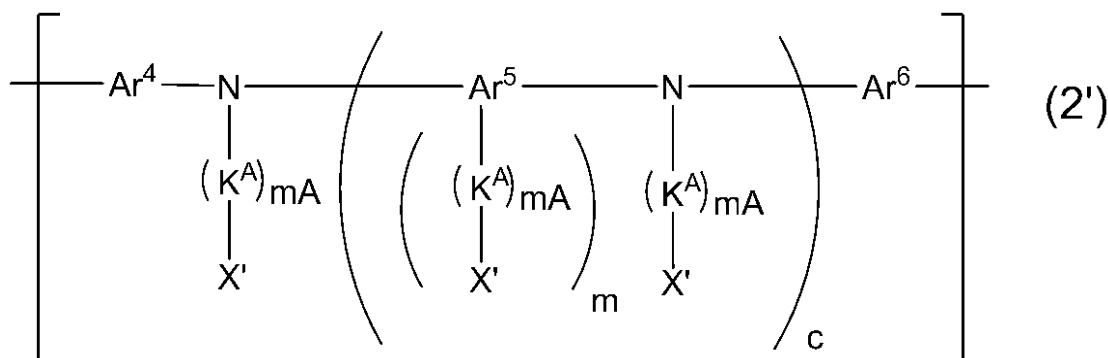
$n\text{A}$ は0～5の整数を表し、 n は1又は2を表す。 $n\text{A}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Ar^3 は、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。

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、 $-\text{NR}'$ 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。 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。 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、前記架橋基A群から選ばれる架橋基を表す。 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、

$m\text{A}$ は0～5の整数を表し、 m は1～4の整数を表し、 c は0又は1を表す。 $m\text{A}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Ar^5 は、芳香族炭化水素基、複素環基、又は、少なくとも1種の芳香族炭化水素環と少なくとも1種の複素環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。

Ar^4 及び Ar^6 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。

Ar^4 、 Ar^5 及び Ar^6 はそれぞれ、該基が結合している窒素原子に結合している該基以外の基と、直接結合して、又は、酸素原子若しくは硫黄原子を介して結合して、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、 $-\text{NR}'$ 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。 R' は、前記と同じ意味を表す。 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、前記架橋基A群から選ばれる架橋基、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。 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

10

20

30

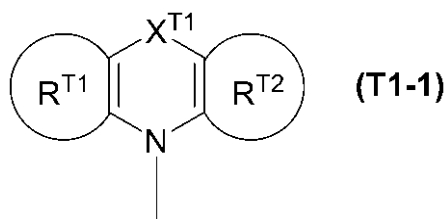
40

50

X' は、前記架橋基 A 群から選ばれる架橋基である。]

[5] 前記 R^{T1} の少なくとも 1 つが、式 (T1-1) で表される基である、[1] ~ [4] のいずれかに記載の発光素子。

【化 7】



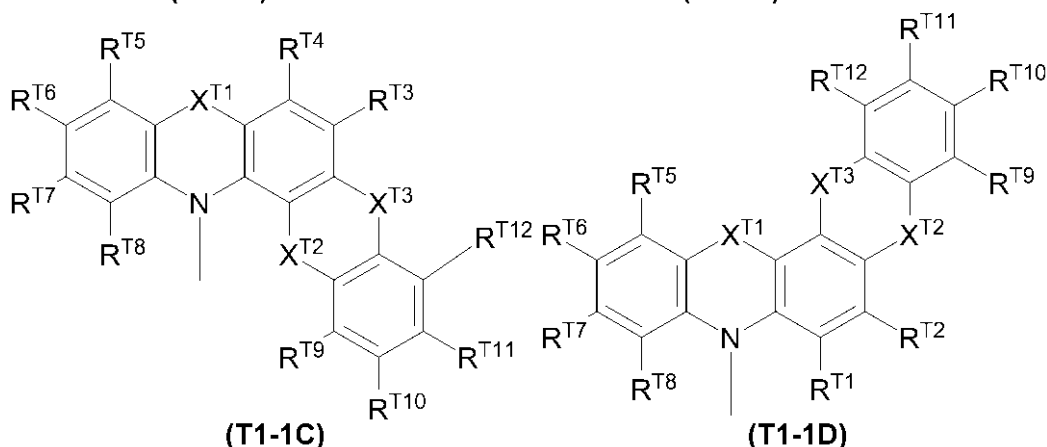
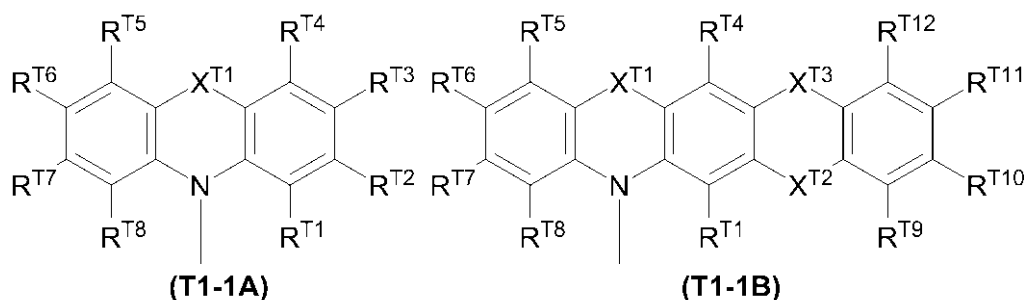
[式中、

X^{T1} は、前記と同じ意味を表す。

環 R^{T1} 及び環 R^{T2} は、それぞれ独立に、環内に $-C(=O)-$ で表される基を含まない芳香族炭化水素環、又は、環内に $=N-$ で表される基、 $-C(=O)-$ で表される基、 $-S(=O)-$ で表される基、及び、 $-S(=O)_2-$ で表される基を含まない複素環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。]

[6] 前記式 (T1-1) で表される基が、式 (T1-1A)、式 (T1-1B)、式 (T1-1C) 又は式 (T1-1D) で表される基である、[5] に記載の発光素子。

【化 8】



[式中、

X^{T1} は、前記と同じ意味を表す。

X^{T2} 及び X^{T3} は、それぞれ独立に、単結合、酸素原子、硫黄原子、 $-N(R^{XT2})-$ で表される基、又は、 $-C(R^{XT2'})_2-$ で表される基を表す。 R^{XT2} 及び $R^{XT2'}$ 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、ハロゲン原子又はシアノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する $R^{XT2'}$ 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^{T1} 、 R^{T2} 、 R^{T3} 、 R^{T4} 、 R^{T5} 、 R^{T6} 、 R^{T7} 、 R^{T8} 、 R^{T9} 、 R^{T10} 、 R^{T11} 及び R^{T12} 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、アルコキシ基、シクロア

10

20

30

40

50

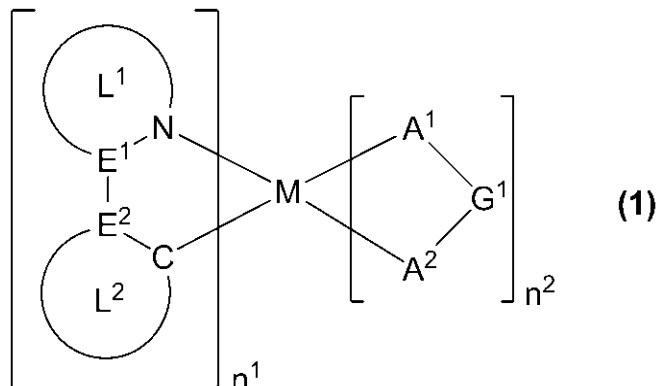
ルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1 価の複素環基、置換アミノ基、ハロゲン原子又はシアノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

[7] 前記 A^1 が、環内に $=N-$ で表される基を 2 個以上含む、置換基を有していてもよい単環の複素環基である、[1] ~ [6] のいずれかに記載の発光素子。

[8] 前記遷移金属を含まない低分子化合物が、前記要件 (I) 及び前記要件 (I I) を満たす、[1] ~ [7] のいずれかに記載の発光素子。

[9] 前記燐光発光性遷移金属錯体が、式 (1) で表される金属錯体である、[1] ~ [8] のいずれかに記載の発光素子。

【化 9】



10

[式中、

M は、ルテニウム原子、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 がルテニウム原子、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。但し、 E^1 及び E^2 の少なくとも一方は炭素原子である。 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、こ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、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。

30

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、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。

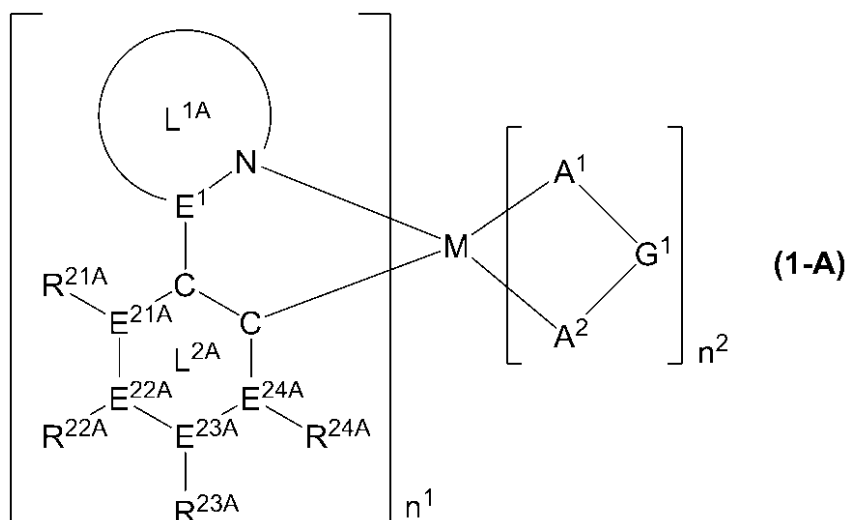
環 L^1 が有していてもよい置換基と、環 L^2 が有していてもよい置換基とは、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

$A^1 - G^1 - A^2$ 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

[10] 前記式 (1) で表される金属錯体が、式 (1 - A) で表される金属錯体である、[9] に記載の発光素子。

【化 10】



10

〔式中、

M、 n^1 、 n^2 、 E^1 及び $A^1-G^1-A^2$ は、前記と同じ意味を表す。

環 L^{1A} 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、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^{1A} 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

E^{21A} 、 E^{22A} 、 E^{23A} 及び E^{24A} は、それぞれ独立に、窒素原子又は炭素原子を表す。 E^{21A} 、 E^{22A} 、 E^{23A} 及び E^{24A} 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。 E^{21A} が窒素原子の場合、 R^{21A} は存在しない。 E^{22A} が窒素原子の場合、 R^{22A} は存在しない。 E^{23A} が窒素原子の場合、 R^{23A} は存在しない。 E^{24A} が窒素原子の場合、 R^{24A} は存在しない。

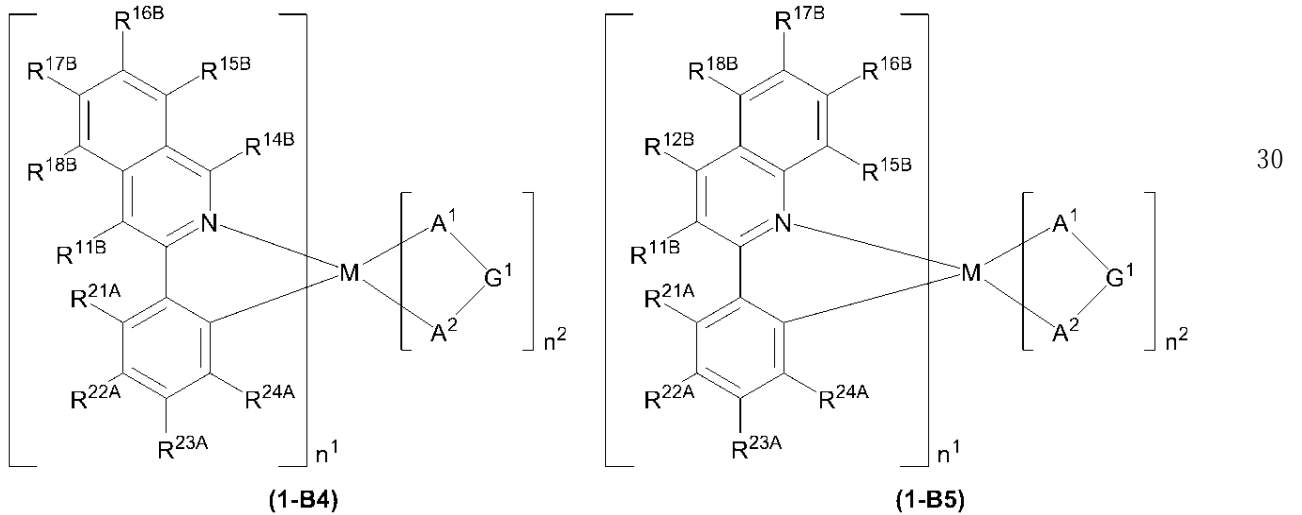
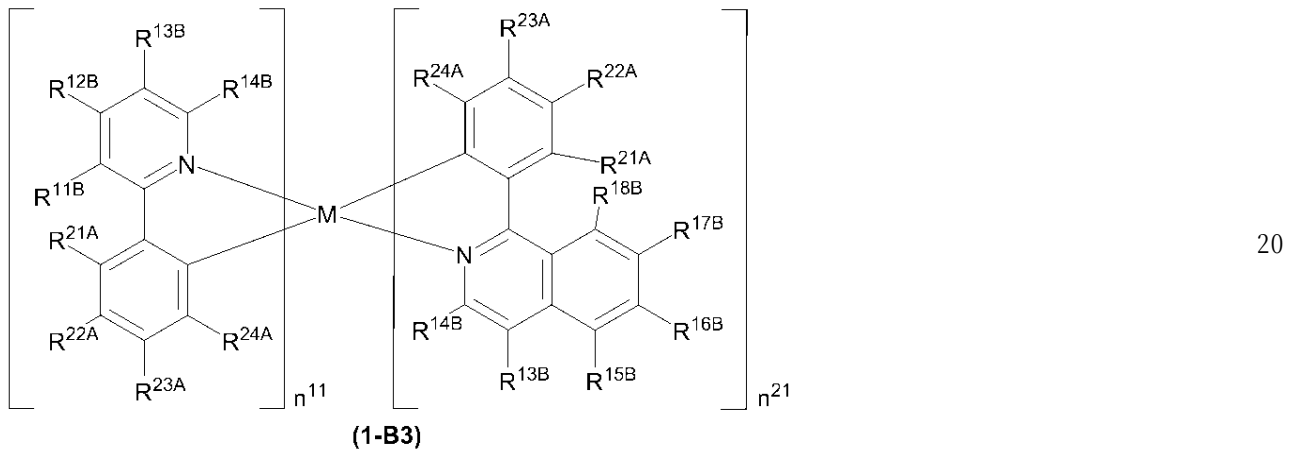
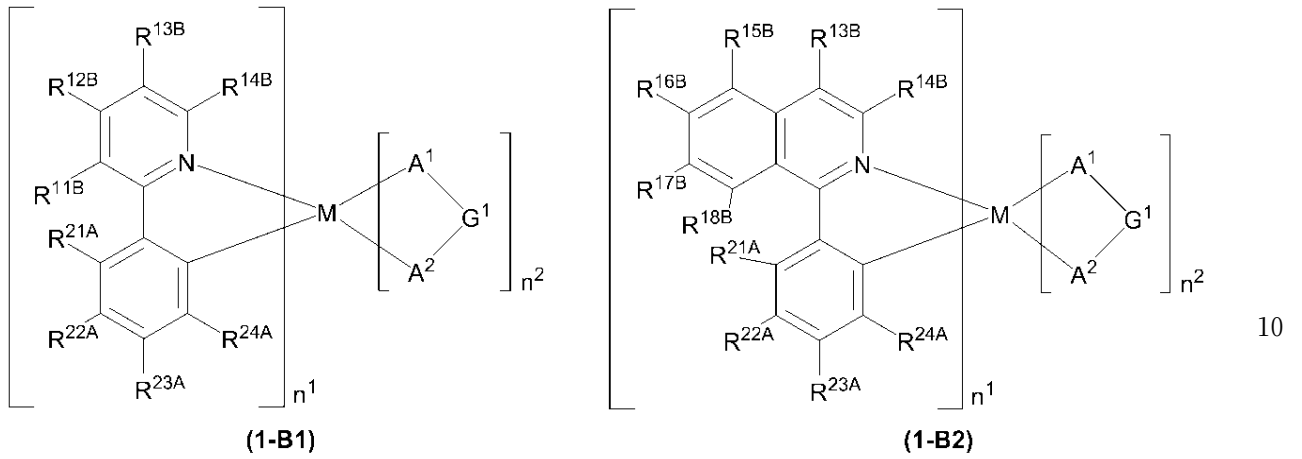
R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 及び R^{24A} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基又はハロゲン原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 及び R^{24A} が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。 R^{21A} と R^{22A} 、 R^{22A} と R^{23A} 、 R^{23A} と R^{24A} 、及び、環 L^{1A} が有していてもよい置換基と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。

30

環 L^{2A} は、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環を表す。〕

〔11〕前記式(1-A)で表される金属錯体が、式(1-B1)、式(1-B2)、式(1-B3)、式(1-B4)又は式(1-B5)で表される金属錯体である、〔10〕に記載の発光素子。

【化 1 1】



[式中、

M、 n^1 、 n^2 、 R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 、 R^{24A} 及び $A^1-G^1-A^2$ は、前記と同じ意味を表す。

n^{11} 及び n^{12} は、それぞれ独立に、1又は2を表す。但し、Mがルテニウム原子、ロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^{11}+n^{12}$ は3であり、Mがパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^{11}+n^{12}$ は2である。

R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 及び R^{18B} 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。 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 及び R^{18B} 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。

式(1-B1)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{13B} 、 R^{13B} と R^{14B} 、及び、 R^{11B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。式(1-B2)中、 R^{13B} と R^{14B} 、 R^{13B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{18B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。式(1-B3)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{13B} 、 R^{13B} と R^{14B} 、 R^{11B} と R^{21A} 、 R^{13B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{18B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。式(1-B4)中、 R^{11B} と R^{18B} 、 R^{14B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{11B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。式(1-B5)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{18B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、及び、 R^{11B} と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。]

10

[12] 前記第1の有機層が、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、蛍光発光性化合物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]～[11]のいずれかに記載の発光素子。

[13] 前記第1の有機層と前記第2の有機層とが隣接している、[1]～[12]のいずれかに記載の発光素子。

[14] 前記第2の有機層が、前記陽極及び前記第1の有機層の間に設けられた層である、[1]～[13]のいずれかに記載の発光素子。

【発明の効果】

20

【0008】

本発明によれば、外部量子効率が優れる発光素子を提供することができる。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0010】

<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。

【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。

30

【0012】

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。

【0013】

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。

【0014】

「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 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^8$ である重合体を意味する。

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。

40

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、発光特性又は輝度寿命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。

【0015】

「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。

【0016】

50

「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。

【0017】

「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3～30であり、より好ましくは4～20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3～30であり、より好ましくは4～20である。

アルキル基は、置換基を有していてもよく、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
10
チル基、2-ヘキシルデシル基、ドデシル基、及び、これらの基における水素原子が、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、フッ素原子等で置換された基（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）が挙げられる。

「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3～30であり、より好ましくは4～20である。

シクロアルキル基は、置換基を有していてもよく、例えば、シクロヘキシル基、シクロヘキシルメチル基、シクロヘキシルエチル基が挙げられる。
20

【0018】

「アリール基」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個を除いた残りの原子団を意味する。アリー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6～60であり、好ましくは6～20であり、より好ましくは6～10である。

アリール基は、置換基を有していてもよく、例えば、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントラセニル基、2-アントラセニル基、9-アントラセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-フルオレニル基、3-フルオレニル基、4-フルオレニル基、2-フェニルフェニル基、3-フェニルフェニル基、4-フェニルフェニル基、及び、これらの基における水素原子が、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアル
30
コキシ基、アリール基、フッ素原子等で置換された基が挙げられる。

【0019】

「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いで、通常1～40であり、好ましくは4～10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いで、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く、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、イソプロピルオキシ基、ブチルオキシ基、イソブチルオキシ基、tert-ブチルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、ヘプチルオキシ基、オクチルオキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基、ノニルオキシ基、デシルオキシ基、3,7-ジメチルオク
40
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が、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、フッ素原子等で置換された基が挙げられる。

「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いで、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く、例えば、シクロヘキシルオキシ基が挙げられる。

【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いで、通常6～60であり、好ましくは6～48である。
50

アリールオキシ基は、置換基を有していてもよく、例えば、フェノキシ基、1-ナフチルオキシ基、2-ナフチルオキシ基、1-アントラセニルオキシ基、9-アントラセニルオキシ基、1-ピレニルオキシ基、及び、これらの基における水素原子が、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、フッ素原子等で置換された基が挙げられる。

【0021】

「p 価の複素環基」（p は、1 以上の整数を表す。）とは、複素環式化合物から、環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合している水素原子のうち p 個の水素原子を除いた残りの原子団を意味する。p 価の複素環基の中でも、芳香族複素環式化合物から、環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合している水素原子のうち p 個の水素原子を除いた残りの原子団である「p 価の芳香族複素環基」が好ましい。

10

「芳香族複素環式化合物」は、オキサジアゾール、チアジアゾール、チアゾール、オキサゾール、チオフェン、ピロール、ホスホール、フラン、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、トリアジン、ピリダジン、キノリン、イソキノリン、カルバゾール、ジベンゾホスホール等の複素環自体が芳香族性を示す化合物、及び、フェノキサジン、フェノチアジン、ジベンゾボロール、ジベンゾシロール、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を意味する。

【0022】

1 価の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 2～60 であり、好ましくは 4～20 である。

20

1 価の複素環基は、置換基を有していてもよく、例えば、チエニル基、ピロリル基、フリル基、ピリジニル基、ピペリジニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、及び、これらの基における水素原子が、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等で置換された基が挙げられる。

【0023】

「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。

【0024】

「アミノ基」は、置換基を有していてもよく、置換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い。

30

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及びジアリールアミノ基が挙げられる。

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(4-メチルフェニル)アミノ基、ビス(4-tert-ブチルフェニル)アミノ基、ビス(3,5-ジ-tert-ブチルフェニル)アミノ基が挙げられる。

【0025】

「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いで、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いで、通常 3～30 であり、好ましくは 4～20 である。

40

「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いで、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く、例えば、ビニル基、1-プロペニル基、2-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、これらの基が置換基を有する基が挙げられる。

【0026】

「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いで、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いで、通常 4～30 であり、好まし

50

くは4～20である。

「シクロアルキニル基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子を含めないで、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く、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、これらの基が置換基を有する基が挙げられる。

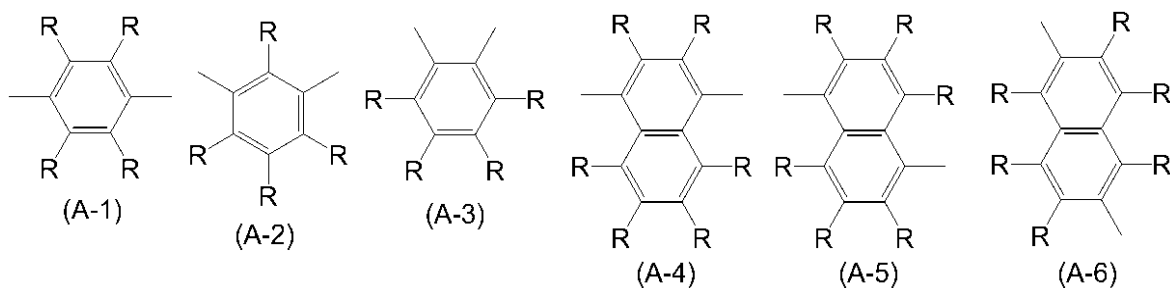
【0027】

「アリーレン基」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2個を除いた残りの原子団を意味する。アリー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6～60であり、好ましくは6～30であり、より好ましくは6～18である。

アリーレン基は、置換基を有していてもよく、例えば、フェニレン基、ナフタレンジイル基、アントラセンジイル基、フェナントレンジイル基、ジヒドロフェナントレンジイル基、ナフタセンジイル基、フルオレンジイル基、ピレンジイル基、ペリレンジイル基、クリセンジイル基、及び、これらの基が置換基を有する基が挙げられ、好ましくは、式(A-1)～式(A-20)で表される基である。アリーレン基は、これらの基が複数結合した基を含む。

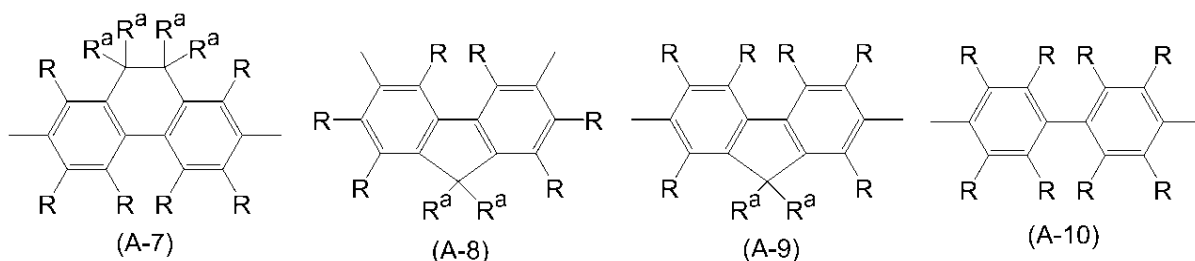
【0028】

【化12】



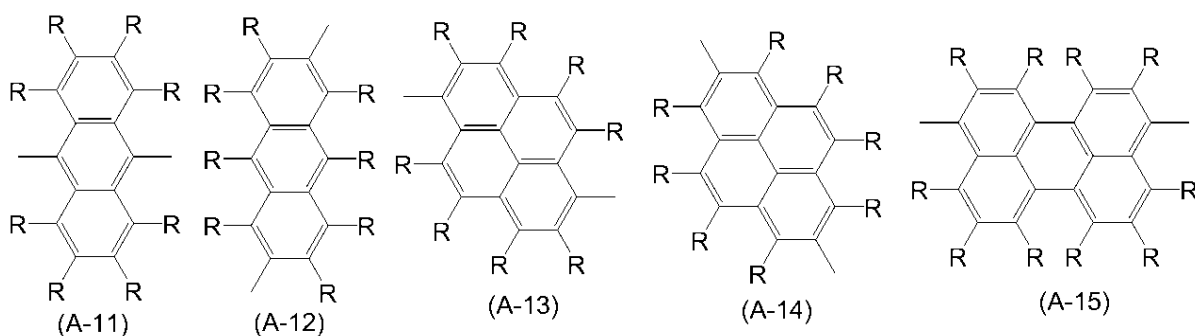
【0029】

【化13】



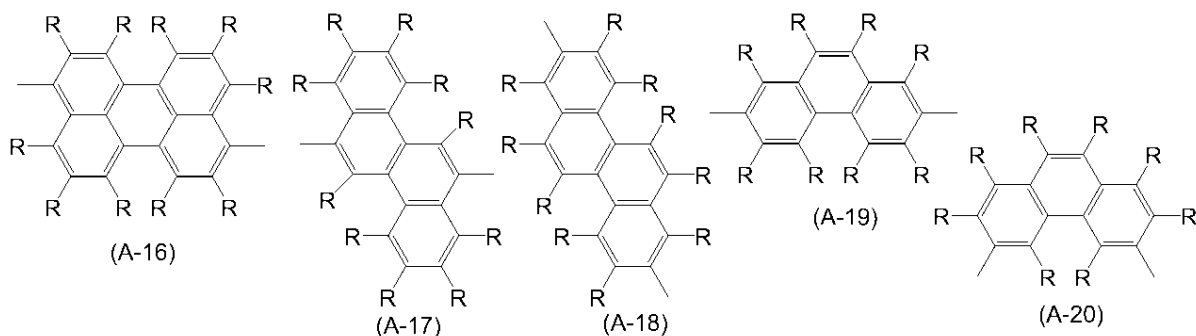
【0030】

【化14】



【0031】

【化 1 5】



10

[式中、R 及び R^a 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 個の複素環基を表す。複数存在する R 及び R^a は、各々、同一でも異なってもよく、 R^a 同士は互いに結合して、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。]

【0032】

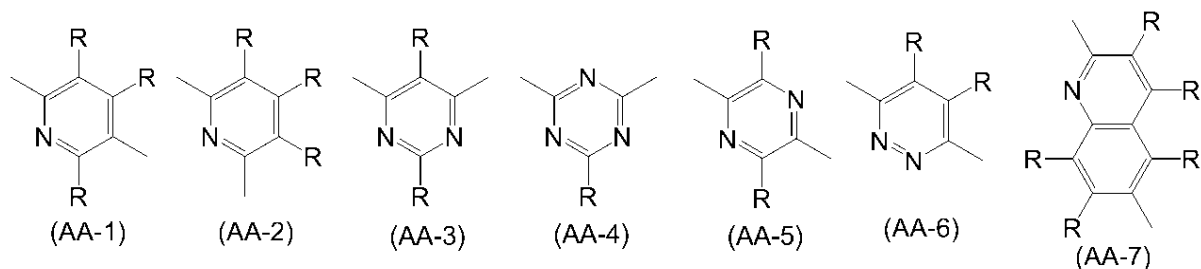
2 個の複素環基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常 2 ～60 であり、好ましくは、3 ～20 であり、より好ましくは、4 ～15 である。

2 個の複素環基は、置換基を有していてもよく、例えば、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、ジベンゾシロール、フェノキサジン、フェノチアジン、アクリジン、ジヒドロアクリジン、フラン、チオフェン、アゾール、ジアゾール、トリアゾールから、環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合している水素原子のうち 2 個の水素原子を除いた 2 個の基が挙げられ、好ましくは、式 (AA-1) ～式 (AA-34) で表される基である。2 個の複素環基は、これらの基が複数結合した基を含む。

20

【0033】

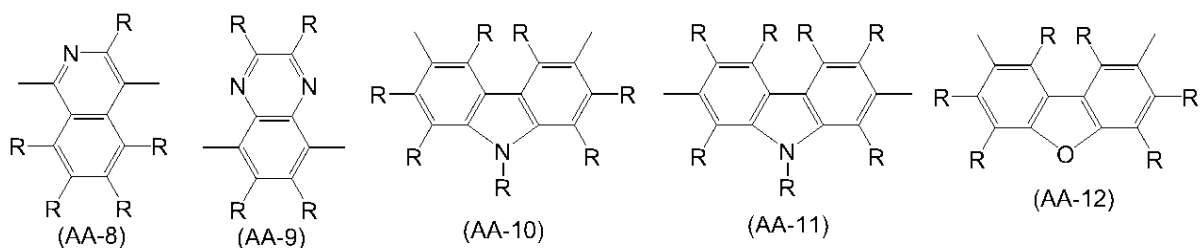
【化 1 6】



30

【0034】

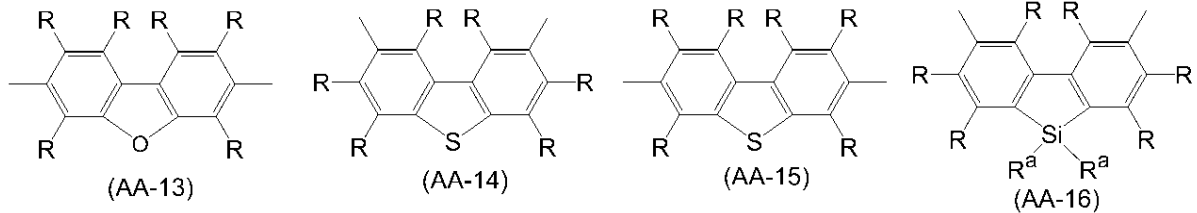
【化 1 7】



40

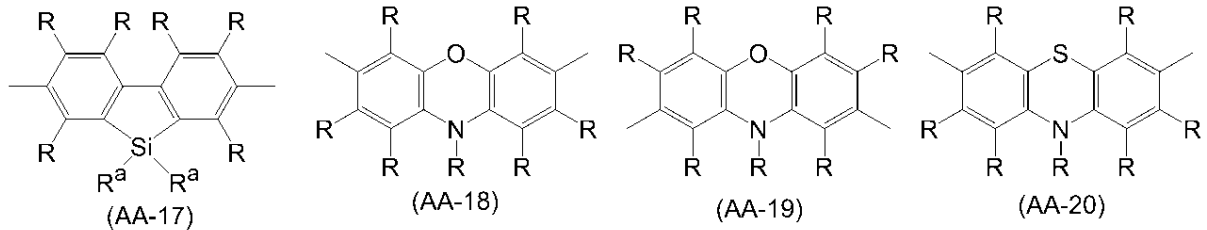
【0035】

【化 1 8】



【0 0 3 6】

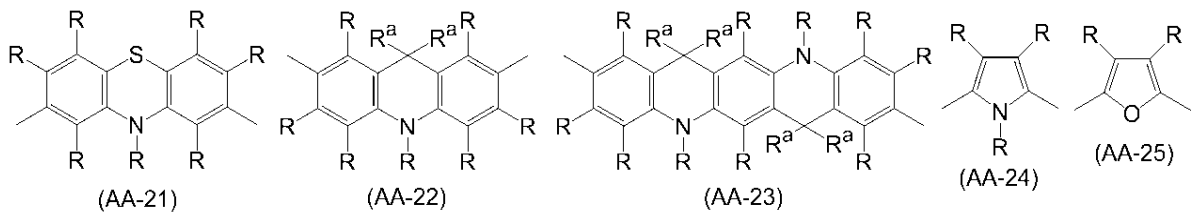
【化 1 9】



10

【0 0 3 7】

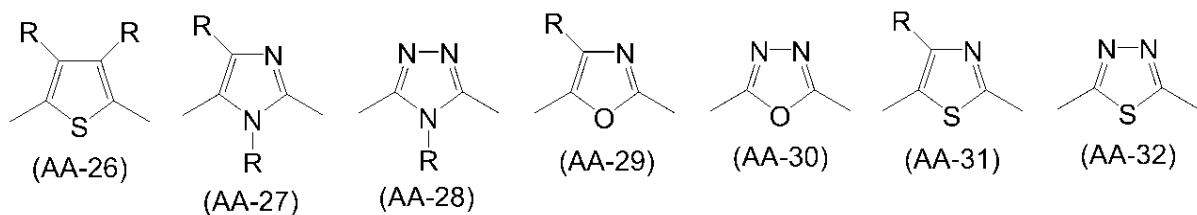
【化 2 0】



20

【0 0 3 8】

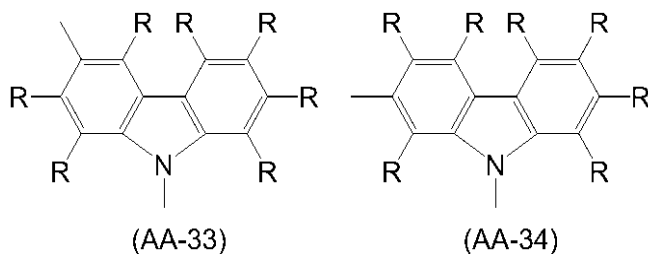
【化 2 1】



30

【0 0 3 9】

【化 2 2】



40

[式中、R 及び R^aは、前記と同じ意味を表す。]

【0 0 4 0】

「架橋基」とは、加熱処理、紫外線照射処理、近紫外線照射処理、可視光照射処理、赤外線照射処理、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り、好ましくは、架橋基 A 群の式 (XL-1)～式 (XL-19) で表される架橋基である。

【0 0 4 1】

「置換基」とは、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、アリールオキシ基、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、アルキニル基又はシクロアルキニ

50

ル基を表す。置換基は架橋基であってもよい。

【0042】

＜発光素子＞

本発明の発光素子は、

陽極と、陰極と、陽極及び陰極の間に設けられた第1の有機層と、陽極及び陰極の間に設けられた第2の有機層とを有する発光素子であって、

第1の有機層が、燐光発光性遷移金属錯体と、要件（I）及び要件（II）からなる群から選ばれる少なくとも1つの要件を満たし、遷移金属を含まない低分子化合物とを含有する層であり、

第2の有機層が、架橋基を有する構成単位を含む高分子化合物の架橋体を含有する層であり、該高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位が2.30 eV以上である、発光素子である。

10

【0043】

第1の有機層及び第2の有機層の形成方法としては、例えば、真空蒸着法等の乾式法、並びに、スピコート法及びインクジェット印刷法等の湿式法が挙げられ、湿式法が好ましい。

第1の有機層を湿式法により形成する場合、後述する第1のインクを用いることが好ましい。

【0044】

第2の有機層を湿式法により形成する場合、後述する第2のインクを用いることが好ましい。第2の有機層を形成後、加熱又は光照射することで、第2の有機層に含有される架橋基を有する構成単位を含む高分子化合物を架橋させることができる。第2の有機層を形成後、加熱することで、第2の有機層に含有される架橋基を有する構成単位を含む高分子化合物を架橋させることが好ましい。第2の有機層は、架橋基を有する構成単位を含む高分子化合物が架橋した状態（架橋基を有する構成単位を含む高分子化合物の架橋体）で含有しているため、第2の有機層は溶媒に対して実質的に不溶化されている。そのため、第2の有機層は、発光素子の積層化に好適に使用することができる。

20

【0045】

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。

【0046】

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。

【0047】

第1の有機層又は第2の有機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。

【0048】

40

第1の有機層又は第2の有機層に対して、トルエン、キシレン、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。

【0049】

＜燐光発光性遷移金属錯体＞

本発明の発光素子における第1の有機層に含有される燐光発光性遷移金属錯体について、説明する。

【0050】

50

「燐光発光性遷移金属錯体」は、通常、室温（25℃）で燐光発光性を示す化合物を意味し、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。この三重項励起状態からの発光を示す金属錯体は、中心金属原子及び配位子を有する。

【0051】

中心金属原子としては、例えば、原子番号40以上の原子で、錯体にスピン-軌道相互作用があり、一重項状態と三重項状態との間の項間交差を起こし得る金属原子が挙げられる。金属原子としては、例えば、ルテニウム原子、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子及び白金原子が挙げられ、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくはイリジウム原子又は白金原子である。

【0052】

配位子としては、例えば、中心金属原子との間に、配位結合及び共有結合からなる群から選ばれる少なくとも1種の結合を形成する、中性若しくはアニオン性の単座配位子、又は、中性若しくはアニオン性の多座配位子が挙げられる。中心金属原子と配位子との間の結合としては、例えば、金属-窒素結合、金属-炭素結合、金属-酸素結合、金属-リン結合、金属-硫黄結合及び金属-ハロゲン結合が挙げられる。多座配位子とは、通常、2座以上6座以下の配位子を意味する。

【0053】

[式(1)で表される金属錯体]

燐光発光性遷移金属錯体は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、式(1)で表される金属錯体であることが好ましい。

【0054】

Mは、本発明の発光素子の外部量子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。

Mがルテニウム原子、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。

E^1 及び E^2 は、炭素原子であることが好ましい。

【0055】

環 L^1 で表され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、通常2~60であり、好ましくは3~30であり、より好ましくは4~15である。環 L^1 は、5員の芳香族複素環又は6員の芳香族複素環であることが好ましく、2つ以上4つ以下の窒素原子を構成原子として有する5員の芳香族複素環又は1つ以上4つ以下の窒素原子を構成原子として有する6員の芳香族複素環であることがより好ましく、これらの環は置換基を有していてもよい。但し、環 L^1 が6員の芳香族複素環である場合、 E^1 は炭素原子であることが好ましい。

環 L^1 としては、例えば、ジアゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、ピリジン環、ジアザベンゼン環、トリアジン環、アザナフタレン環及びジアザナフタレン環が挙げられ、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、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であり、更に好ましくは、ピリジン環、キノリン環又はイソキノリン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

【0056】

環 L^2 で表され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、通常6~60であり、好ましくは6~30であり、より好ましくは6~18である。環 L^2 で表される芳香族炭化水素環としては、ベンゼン環、ナフタレン環、インデン環、フルオレン環、フェナントレン環、ジヒドロフェナントレン環及びこれらの環が2個以上5個以下縮合した環が挙げられ、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、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、より好ましくは、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、更に好ましくは、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 L^2 で表され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、通常2～60であり、好ましくは3～30であり、より好ましくは4～15である。環 L^2 で表される芳香族複素環としては、ピロール環、ジアゾール環、フラン環、チオフェン環、ピリジン環、ジアザベンゼン環及びこれらの環に芳香環が1個以上5個以下縮合した環が挙げられ、本発明の発光素子の外部量子効率により優れるので、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、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、より好ましくは、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、更に好ましくは、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 L^2 が6員の芳香族複素環である場合、 E^2 は炭素原子であることが好ましい。

10

環 L^2 は、本発明の発光素子の外部量子効率により優れるので、好ましくは、ベンゼン環、フルオレン環、ジヒドロフェナントレン環、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、より好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、更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。

【0057】

環 L^1 及び環 L^2 が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、置換アミノ基又はハロゲン原子であり、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、アリール基又は1価の複素環基であり、特に好ましくは、アリール基又は1価の複素環基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

20

【0058】

本発明の発光素子の外部量子効率により優れるので、式(1)で表される金属錯体において、環 L^1 及び環 L^2 のうち、少なくとも1つは置換基を有することが好ましい。

【0059】

環 L^1 及び環 L^2 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、好ましくは、フェニル基、ナフチル基、フェントレニル基、ジヒドロフェントレニル基又はフルオレニル基が好ましく、フェニル基又はフルオレニル基がより好ましく、フェニル基が更に好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

30

環 L^1 及び環 L^2 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、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、カルバゾリル基、アザカルバゾリル基、ジアザカルバゾリル基、フェノキサジニル基又はフェノチアジニル基が好ましく、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基又はカルバゾリル基がより好ましく、ピリジル基、ピリミジニル基又はトリアジニル基が更に好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

40

環 L^1 及び環 L^2 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、環 L^1 及び環 L^2 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、環 L^1 及び環 L^2 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。

【0060】

環 L^1 及び環 L^2 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、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

50

【 0 0 6 1 】

【 0 0 6 2 】

【化 2 3】



$m^{\text{DA}1}$, $m^{\text{DA}2}$ 及び $m^{\text{DA}3}$ は、それぞれ独立に、0 以上の整数を表す。

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。 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もよい。

T^{DA}は、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。複数あるT^{DA}は、同一でも異なってもよい。]

【 0 0 6 3 】

【化 2 4】



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。複数あるG^{DA}は、同一でも異なってもよい。

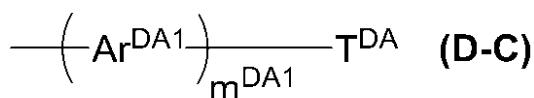
Ar^{DA1}、Ar^{DA2}、Ar^{DA3}、Ar^{DA4}、Ar^{DA5}、Ar^{DA6}及びAr^{DA7}は、それぞれ独立に、アリーレン基又は2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。Ar^{DA1}、Ar^{DA2}、Ar^{DA3}、Ar^{DA4}、Ar^{DA5}、Ar^{DA6}及びAr^{DA7}が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

T^{DA}は、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。複数ある T^{DA} は、同一でも異なってもよい。]

【0064】

【化25】



[式中、

m^{DA1} は、0以上の整数を表す。

Ar^{DA1} は、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。 Ar^{DA1} が複数ある場合、それらは同一でも異なってもよい。

10

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。]

【0065】

m^{DA1} 、 m^{DA2} 、 m^{DA3} 、 m^{DA4} 、 m^{DA5} 、 m^{DA6} 及び m^{DA7} は、通常10以下の整数であり、好ましくは5以下の整数であり、より好ましくは2以下の整数であり、更に好ましくは0又は1である。 m^{DA2} 、 m^{DA3} 、 m^{DA4} 、 m^{DA5} 、 m^{DA6} 及び m^{DA7} は、同一の整数であることが好ましい。

【0066】

G^{DA} は、好ましくは芳香族炭化水素基又は複素環基であり、より好ましくはベンゼン環、ピリジン環、ピリミジン環、トリアジン環又はカルバゾール環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個を除いてなる基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

20

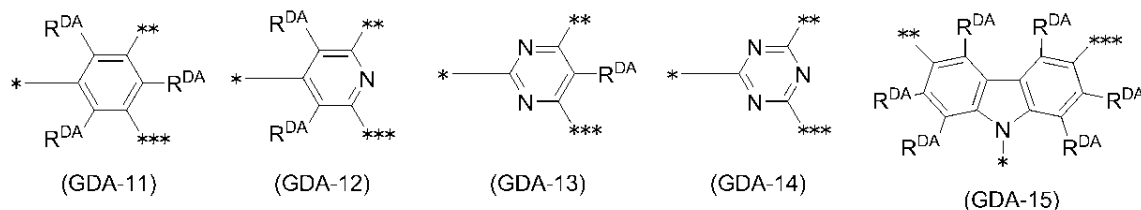
G^{DA} が有していてもよい置換基としては、好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリアル基又は1価の複素環基であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基又はシクロアルコキシ基であり、更に好ましくは、アルキル基又はシクロアルキル基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

G^{DA} は、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)又は式(GDA-14)で表される基である。

30

【0067】

【化26】



[式中、

*は、式(D-A)における Ar^{DA1} 、式(D-B)における Ar^{DA1} 、式(D-B)における Ar^{DA2} 、又は、式(D-B)における Ar^{DA3} との結合を表す。

40

**は、式(D-A)における Ar^{DA2} 、式(D-B)における Ar^{DA2} 、式(D-B)における Ar^{DA4} 、又は、式(D-B)における Ar^{DA6} との結合を表す。

***は、式(D-A)における Ar^{DA3} 、式(D-B)における Ar^{DA3} 、式(D-B)における Ar^{DA5} 、又は、式(D-B)における Ar^{DA7} との結合を表す。

R^{DA} 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、アリアル基又は1価の複素環基を表し、これらの基は更に置換基を有していてもよい。 R^{DA} が複数ある場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【0068】

R^{DA} 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

50

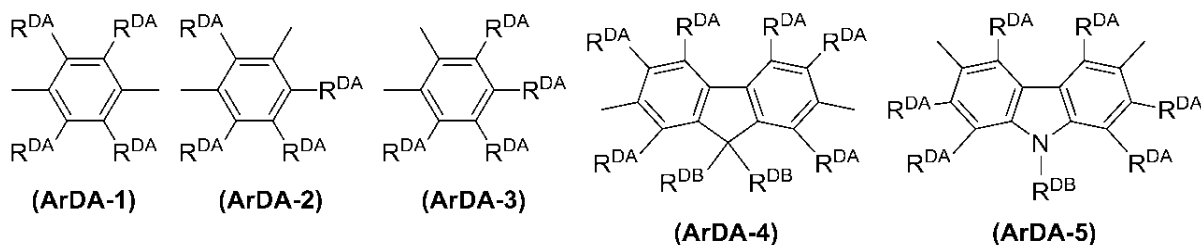
ロアルコキシ基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基又はシクロアルキル基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0069】

$\text{Ar}^{\text{DA}1}$ 、 $\text{Ar}^{\text{DA}2}$ 、 $\text{Ar}^{\text{DA}3}$ 、 $\text{Ar}^{\text{DA}4}$ 、 $\text{Ar}^{\text{DA}5}$ 、 $\text{Ar}^{\text{DA}6}$ 及び $\text{Ar}^{\text{DA}7}$ は、好ましくは、フェニレン基、フルオレンジイル基又はカルバゾールジイル基であり、より好ましくは式(ArDA-1)～式(ArDA-5)で表される基であり、更に好ましくは式(ArDA-1)～式(ArDA-3)で表される基であり、特に好ましくは式(ArDA-2)で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0070】

【化27】



[式中、

R^{DA} は、前記と同じ意味を表す。

R^{DB} 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。 R^{DB} が複数ある場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【0071】

R^{DB} 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。

【0072】

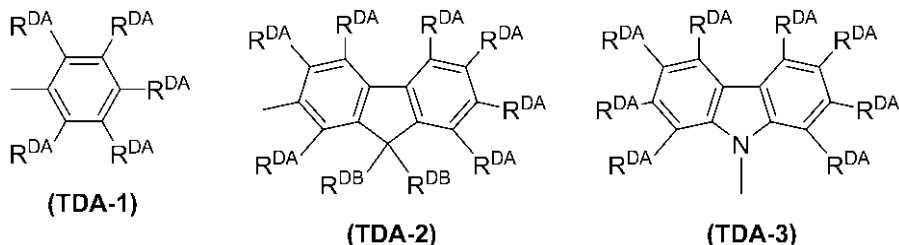
$\text{Ar}^{\text{DA}1}$ 、 $\text{Ar}^{\text{DA}2}$ 、 $\text{Ar}^{\text{DA}3}$ 、 $\text{Ar}^{\text{DA}4}$ 、 $\text{Ar}^{\text{DA}5}$ 、 $\text{Ar}^{\text{DA}6}$ 及び $\text{Ar}^{\text{DA}7}$ が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 G^{DA} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

【0073】

T^{DA} は、好ましくは式(TDA-1)～式(TDA-3)で表される基であり、より好ましくは式(TDA-1)で表される基である。

【0074】

【化28】



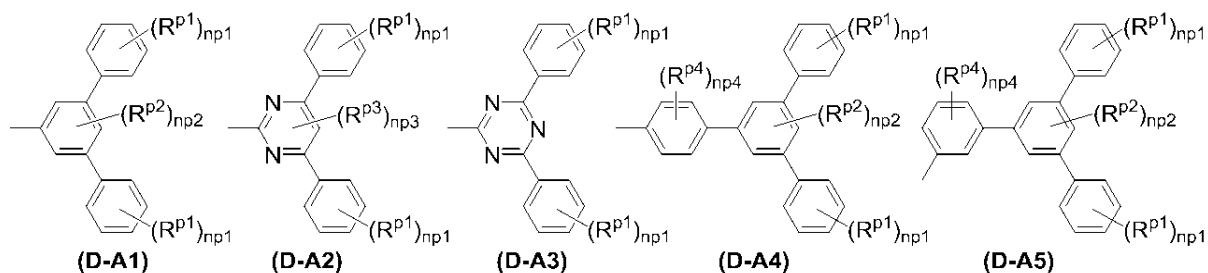
[式中、 R^{DA} 及び R^{DB} は、前記と同じ意味を表す。]

【0075】

式(D-A)で表される基は、好ましくは式(D-A1)～式(D-A5)で表される基であり、より好ましくは式(D-A1)又は式(D-A3)～式(D-A5)で表される基であり、更に好ましくは式(D-A1)、式(D-A3)又は式(D-A5)で表される基である。

【0076】

【化 2 9】



[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す。 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。

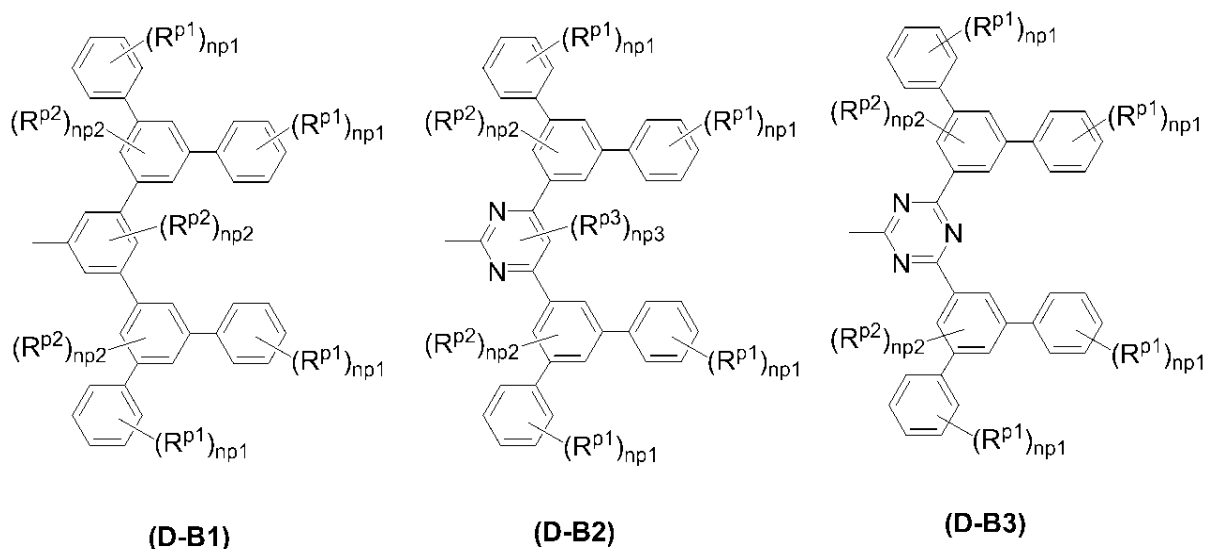
n_{p1} は、0～5の整数を表し、 n_{p2} は0～3の整数を表し、 n_{p3} は0又は1を表し、 n_{p4} は0～4の整数を表す。複数ある n_{p1} は、同一でも異なってもよい。]

【0077】

式(D-B)で表される基は、好ましくは式(D-B1)～式(D-B3)で表される基であり、より好ましくは式(D-B1)で表される基である。

【0078】

【化 3 0】



[式中、

R^{P1} 、 R^{P2} 及び R^{P3} 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す。 R^{P1} 及び R^{P2} 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。

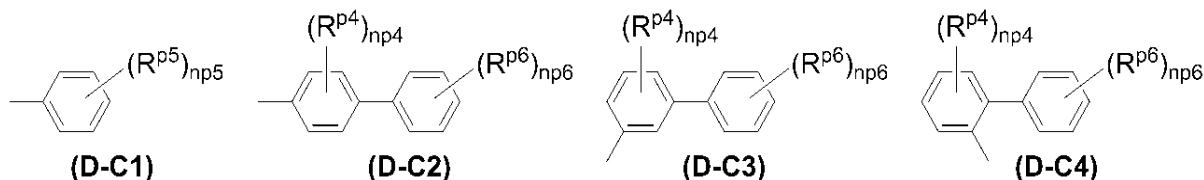
n_{p1} は0～5の整数を表し、 n_{p2} は0～3の整数を表し、 n_{p3} は0又は1を表す。 n_{p1} 及び n_{p2} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

【0079】

式(D-C)で表される基は、好ましくは式(D-C1)～式(D-C4)で表される基であり、より好ましくは式(D-C1)～式(D-C3)で表される基であり、更に好ましくは式(D-C1)又は式(D-C2)で表される基であり、特に好ましくは式(D-C1)で表される基である。

【0080】

【化 3 1】



[式中、

R^{p4} 、 R^{p5} 及び R^{p6} 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す。 R^{p4} 、 R^{p5} 及び R^{p6} 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。

$np4$ は0～4の整数を表し、 $np5$ は0～5の整数を表し、 $np6$ は0～5の整数を表す。]

【0081】

$np1$ 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。 $np2$ は、好ましくは0又は1であり、より好ましくは0である。 $np3$ は好ましくは0である。 $np4$ は、好ましくは0～2の整数であり、より好ましくは0である。 $np5$ は、好ましくは0～3の整数であり、より好ましくは0又は1である。 $np6$ 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。

【0082】

R^{p1} 、 R^{p2} 、 R^{p3} 、 R^{p4} 、 R^{p5} 及び R^{p6} におけるアルキル基又はシクロアルキル基としては、好ましくは、メチル基、エチル基、イソプロピル基、tert-ブチル基、ヘキシル基、2-エチルヘキシル基、シクロヘキシル基又はtert-オクチル基である。

【0083】

R^{p1} 、 R^{p2} 、 R^{p3} 、 R^{p4} 、 R^{p5} 及び R^{p6} におけるアルコキシ基又はシクロアルコキシ基としては、好ましくは、メトキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基又はシクロヘキシルオキシ基である。

【0084】

R^{p1} 、 R^{p2} 、 R^{p3} 、 R^{p4} 、 R^{p5} 及び R^{p6} 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、メチル基、エチル基、イソプロピル基、tert-ブチル基、ヘキシル基、2-エチルヘキシル基又はtert-オクチル基である。

【0085】

環 L^1 が有していてもよい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ないことが好ましい。環 L^2 が有していてもよい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ないことが好ましい。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、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ないことが好ましい。

【0086】

[アニオン性の2座配位子]

$A^1-G^1-A^2$ で表されるアニオン性の2座配位子としては、例えば、下記式で表される配位子が挙げられる。。但し、 $A^1-G^1-A^2$ で表されるアニオン性の2座配位子は、添え字 n^1 でその数を定義されている配位子とは異なる。

【0087】

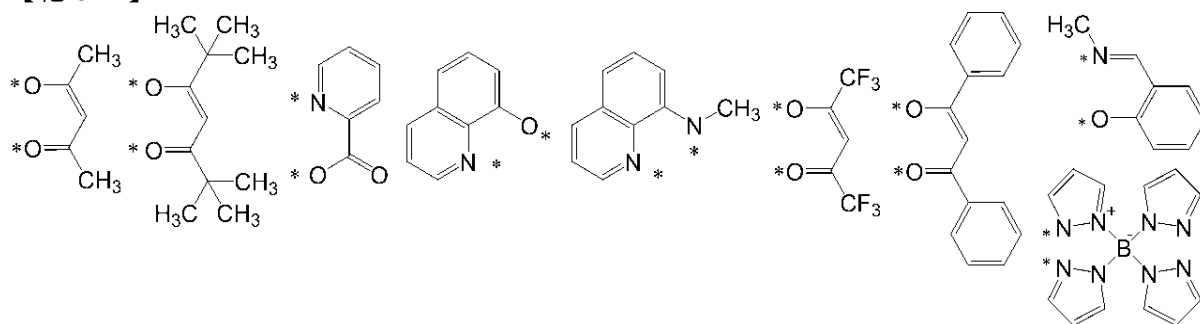
10

20

30

40

【化 3 2】



[式中、*は、Mと結合する部位を表す。]

【 0 0 8 8 】

式（１）で表される金属錯体は、本発明の発光素子の外部量子効率がいちより優れるので、式（１－Ａ）で表される金属錯体であることが好ましい。

【 0 0 8 9 】

環 L^{1A}は、本発明の発光素子の外部量子効率により優れるので、好ましくは、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環又はジアザナフタレン環であり、より好ましくは、ピリジン環、キノリン環又はイソキノリン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

環 L^{1A} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、環 L^1 及び環 L^2 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。

環 I^{1A}が有していてもよい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ないことが好ましい。

【 0 0 9 0 】

環 L^{2A}がピリジン環である場合、E^{21A}が窒素原子であるピリジン環、E^{22A}が窒素原子であるピリジン環、又は、E^{23A}が窒素原子であるピリジン環が好ましく、E^{22A}が窒素原子であるピリジン環がより好ましい。

環 L^{2A}がジアザベンゼン環である場合、E^{21A}及びE^{23A}が窒素原子であるピリミジン環、又は、E^{22A}及びE^{24A}が窒素原子であるピリミジン環が好ましく、E^{22A}及びE^{24A}が窒素原子であるピリミジン環がより好ましい。

環 L^{2A} は、ベンゼン環であることが好ましい。

E^{21A} 、 E^{22A} 、 E^{23A} 及び E^{24A} は、炭素原子であることが好ましい。

【 0 0 9 1 】

R^{21A}、R^{22A}、R^{23A}及びR^{24A}は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、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。

R^{21A} 及び R^{24A} は、更に好ましくは、水素原子である。 R^{22A} は、更に好ましくは、水素原子又は置換基を有していてもよいアリール基である。 R^{23A} は、更に好ましくは、水素原子又は置換基を有していてもよいアルキル基である。

【 0 0 9 2 】

式(1-A)で表される金属錯体において、本発明の発光素子の外部量子効率により優れるので、環L^{1A}の少なくとも1つが置換基を有するか、或いは、R^{21A}、R^{22A}、R^{23A}及びR^{24A}の少なくとも1つがアルキル基、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、置換アミノ基又はハロゲン原子であることが好ましい。

【 0 0 9 3 】

R^{21A}、R^{22A}、R^{23A}及びR^{24A}の少なくとも1つが、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、置換アミノ基又はハロゲン原子である場合、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れ

るので、 R^{22A} 及び R^{23A} の少なくとも1つがアルキル基、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、置換アミノ基又はハロゲン原子であることが好ましく、 R^{22A} 及び R^{23A} の少なくとも1つがアルキル基、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。

【0094】

R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 及び R^{24A} 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、環 L^1 及び環 L^2 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^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 及び R^{24A} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、環 L^1 及び環 L^2 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。

R^{21A} と R^{22A} 、 R^{22A} と R^{23A} 、 R^{23A} と R^{24A} 、及び、環 L^1A が有していてもよい置換基と R^{21A} は、それぞれ結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成しないことが好ましい。

【0095】

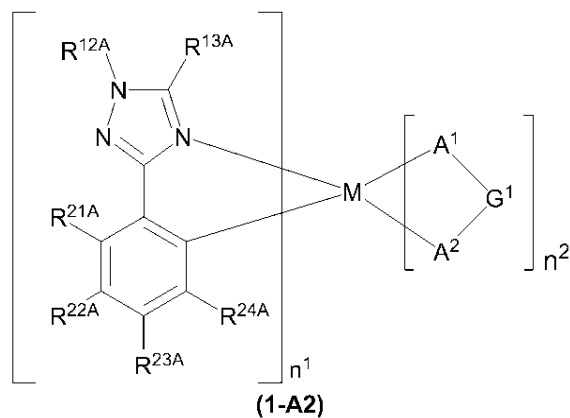
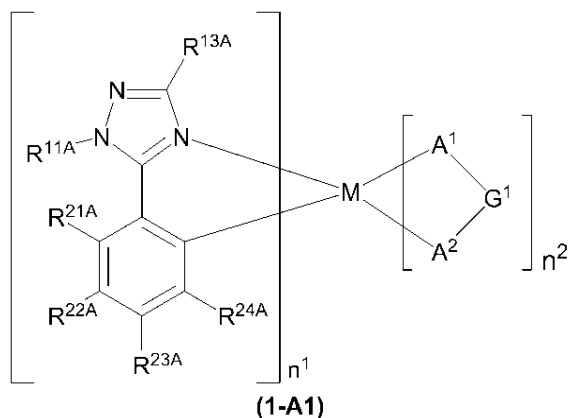
式(1-A)で表される金属錯体は、本発明の発光素子の外部量子効率により優れるので、好ましくは、式(1-A1)～式(1-A4)又は式(1-B1)～式(1-B5)で表される金属錯体であり、より好ましくは、式(1-B1)～式(1-B5)で表される金属錯体であり、更に好ましくは式(1-B1)、式(1-B2)又は式(1-B3)で表される金属錯体であり、特に好ましくは式(1-B1)で表される金属錯体である。

【0096】

[式(1-A1)～式(1-A4)で表される金属錯体]

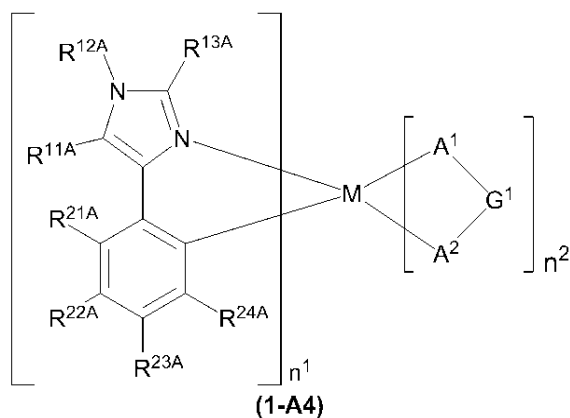
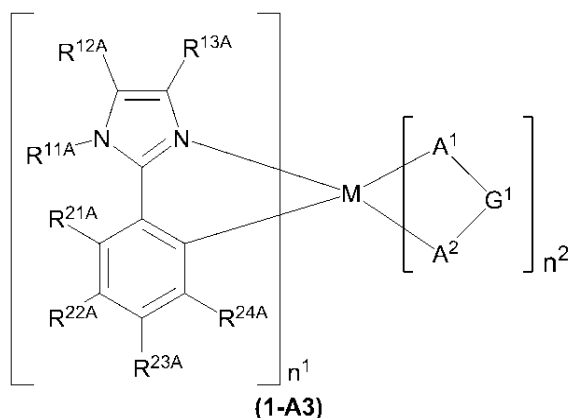
【0097】

【化33】



【0098】

【化34】



[式中、M、 n^1 、 n^2 、 R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 、 R^{24A} 及び $A^1-G^1-A^2$ は、前記と同じ

意味を表す。

【0099】

R^{11A} 、 R^{12A} 及び R^{13A} 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。 R^{11A} 、 R^{12A} 及び R^{13A} 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。

式(1-A1)中、 R^{11A} と R^{21A} とは互いに結合して、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。式(1-A2)中、 R^{12A} と R^{13A} とは互いに結合して、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。式(1-A3)及び式(1-A4)中、 R^{11A} と R^{12A} 、 R^{12A} と R^{13A} 、及び、 R^{11A} と R^{21A} は、それぞれ結合して、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。]

10

【0100】

式(1-A1)及び式(1-A3)中、 R^{11A} 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。

式(1-A3)中、 R^{12A} 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、アルキル基又はアリール基であり、更に好ましくは、水素原子であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

20

【0101】

式(1-A2)及び式(1-A4)中、 R^{12A} 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。

式(1-A4)中、 R^{11A} 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、アルキル基又はアリール基であり、更に好ましくは、水素原子であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

30

【0102】

式(1-A1)～式(1-A4)中、 R^{13A} 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、アルキル基又はアリール基であり、更に好ましくは、水素原子であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0103】

R^{11A} 、 R^{12A} 及び R^{13A} 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、環 L^1 及び環 L^2 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^{11A} 、 R^{12A} 及び R^{13A} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、環 L^1 及び環 L^2 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。

40

【0104】

式(1-A1)～式(1-A4)中、 R^{11A} と R^{12A} 、 R^{12A} と R^{13A} 、及び、 R^{11A} と R^{21A} は、それぞれ結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成しないことが好ましい。

【0105】

[式(1-B1)～式(1-B5)で表される金属錯体]

R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 及び R^{18B} は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基

50

、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、アリール基又は1 価の複素環基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0106】

R^{11B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 及び R^{18B} は、金属錯体の合成が容易になるので、好ましくは、水素原子又はアルキル基であり、より好ましくは、水素原子であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

R^{12B} は、本発明の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、好ましくは、水素原子、アリール基又は1 価の複素環基であり、より好ましくは、水素原子であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

10

R^{13B} は、本発明の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、好ましくは、水素原子、アリール基又は1 価の複素環基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0107】

R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 及び R^{18B} 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、環 L^1 及び環 L^2 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^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 及び R^{18B} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、環 L^1 及び環 L^2 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

【0108】

式(1-B1)～式(1-B5)中、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} 、 R^{18B} 、 R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 及び R^{24A} の少なくとも1つは、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、置換アミノ基又はハロゲン原子であることが好ましく、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{22A} 及び R^{23A} の少なくとも1つは、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、置換アミノ基又はハロゲン原子であることがより好ましく、 R^{13B} 、 R^{22A} 及び R^{23A} の少なくとも1つはアルキル基、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ることが更に好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

30

【0109】

式(1-B1)～式(1-B5)中、 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{13B} 、 R^{13B} と R^{14B} 、 R^{11B} と R^{21A} 、 R^{13B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、 R^{18B} と R^{21A} 、 R^{11B} と R^{18B} 、 R^{14B} と R^{15B} 、及び、 R^{12B} と R^{18B} は、それぞれ結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していないことが好ましい。

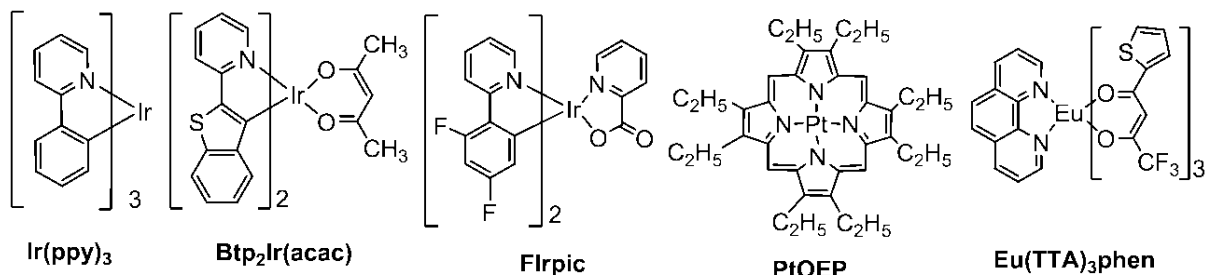
【0110】

燐光発光性遷移金属錯体としては、例えば、下記式で表される金属錯体が挙げられる。

【0111】

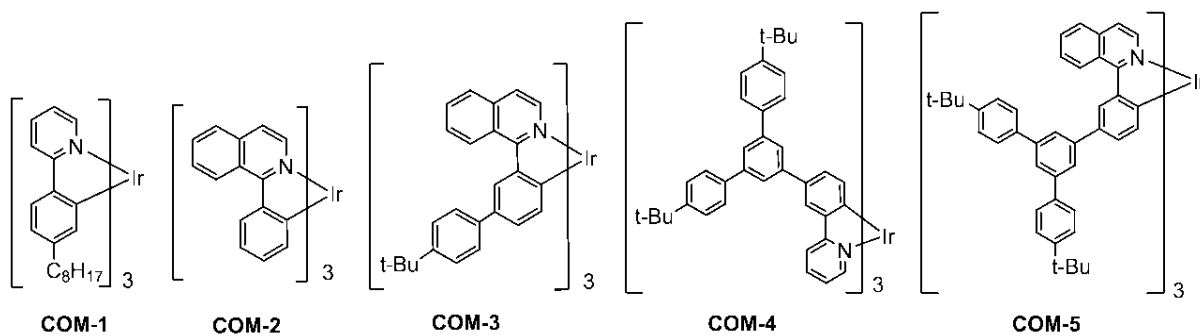
【化35】

40



【0112】

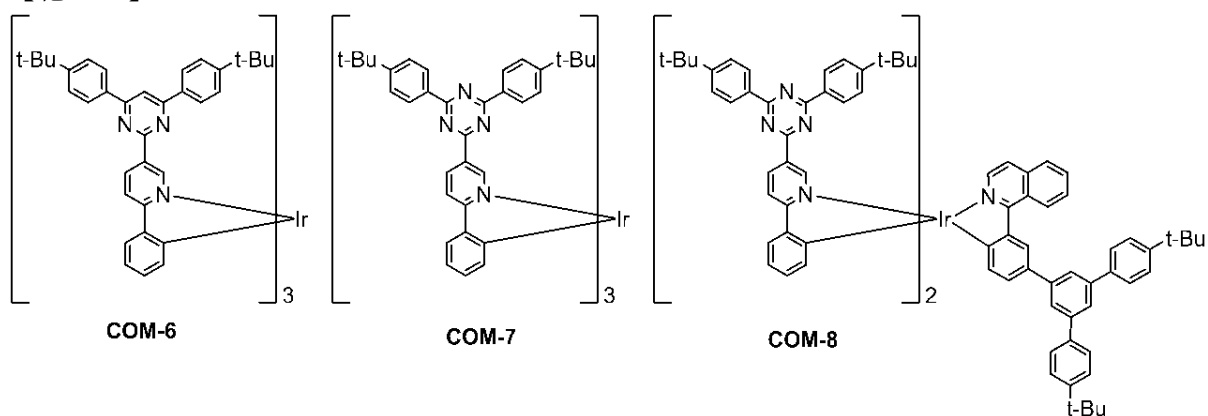
【化 3 6】



10

【 0 1 1 3 】

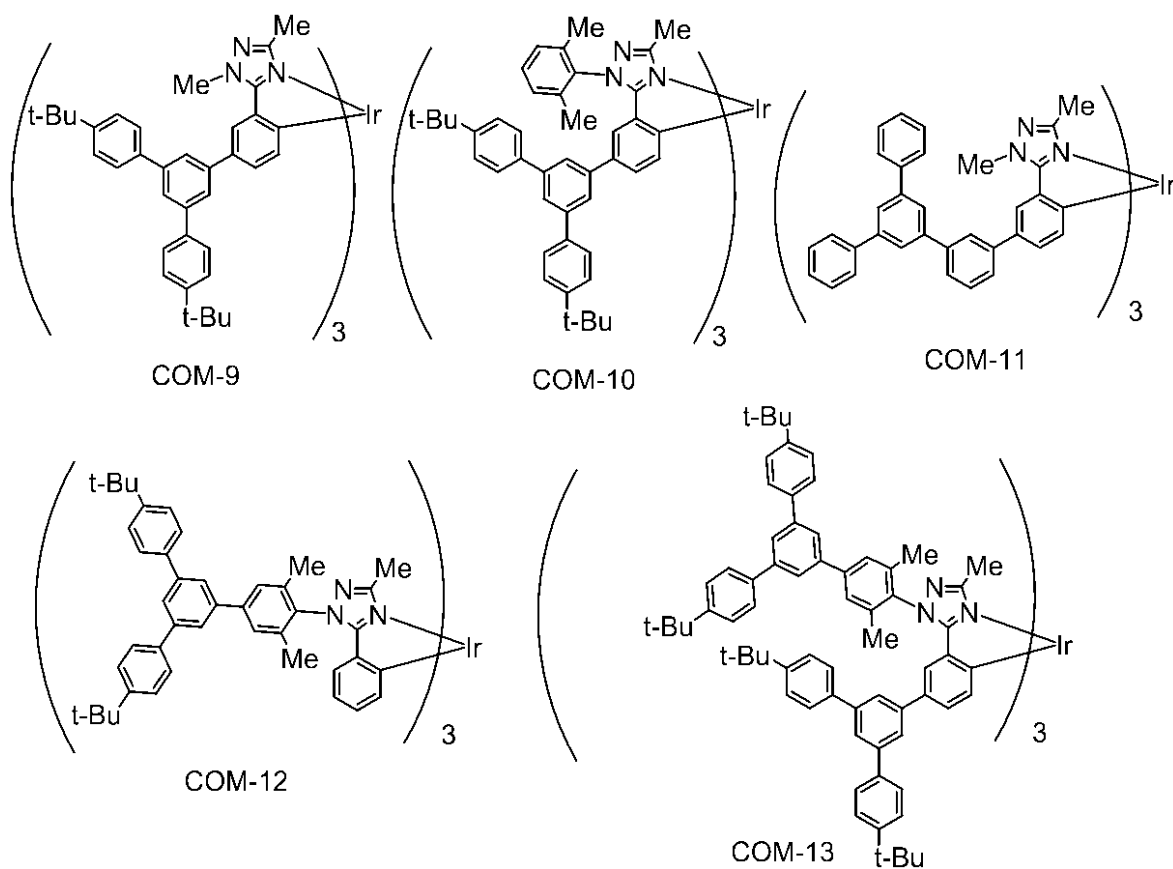
【化 3 7】



20

【 0 1 1 4 】

【化 3 8】

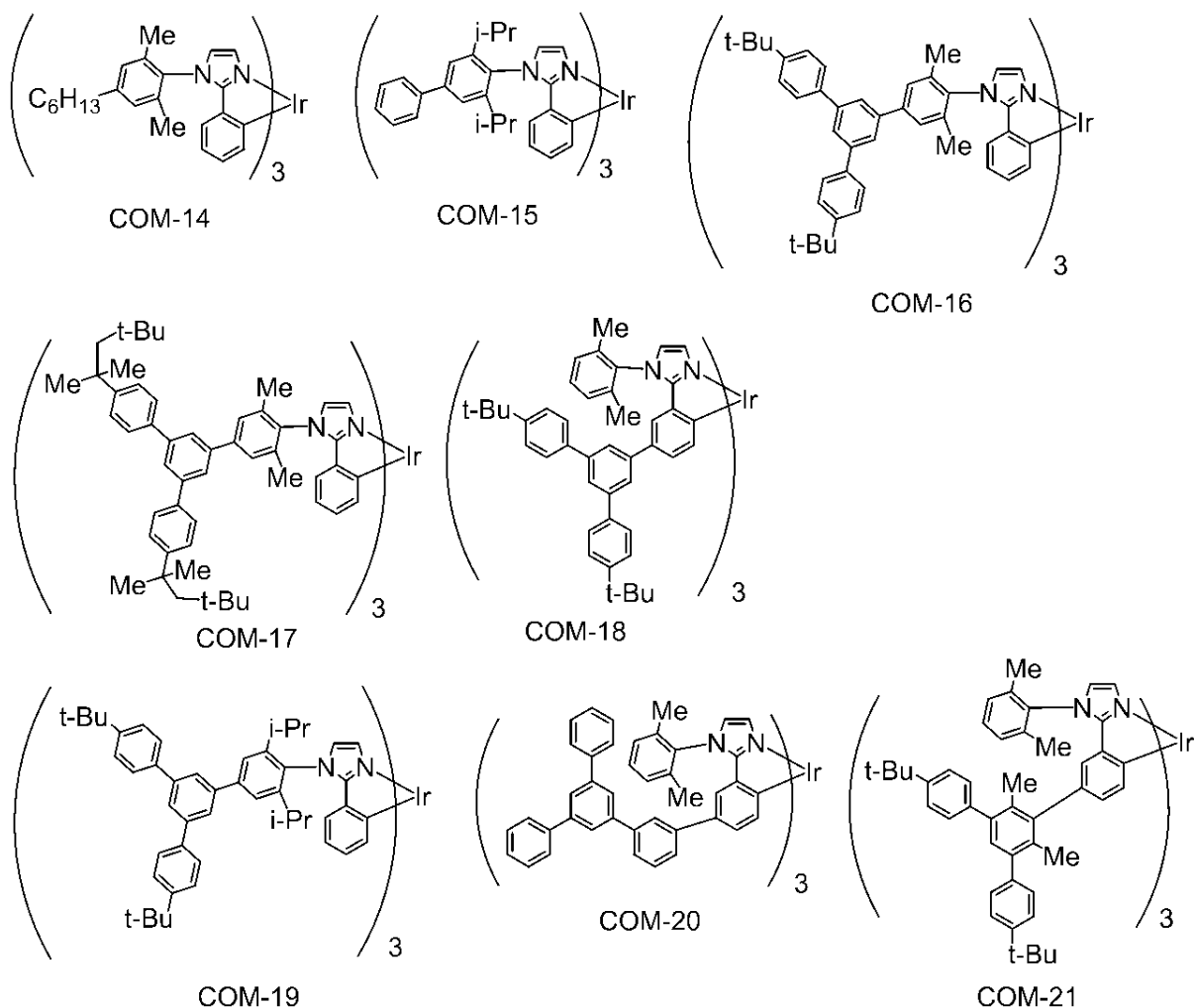


30

40

【 0 1 1 5 】

【化 3 9】



10

20

【0116】

燐光発光性遷移金属錯体は、Aldrich、Luminescence Technology Corp.、American Dye Source等から入手可能である。

30

また、「Journal of the American Chemical Society, Vol. 107, 1431-1432 (1985)」、「Journal of the American Chemical Society, Vol. 106, 6647-6653 (1984)」、特表2004-530254号公報、特開2008-179617号公報、特開2011-105701号公報、特表2007-504272号公報、国際公開第2006/121811号、特開2013-147450号公報、特開2014-224101号公報等の文献に記載の公知の方法により製造することも可能である。

40

【0117】

<化合物(T)>

本発明の発光素子における第1の有機層に含有される、要件(I)及び要件(II)からなる群から選ばれる少なくとも1つの要件を満たし、遷移金属を含まない低分子化合物(以下、「化合物(T)」という。)について、説明する。

【0118】

化合物(T)は、熱活性化遅延蛍光(TADF)性の化合物であることが好ましい。

化合物(T)の分子量は、通常 $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^4$ であり、好ましくは $2 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3$ であり、より好ましくは $3 \times 10^2 \sim 3 \times 10^3$ であり、更に好ましくは $5 \times 10^2 \sim 1.5 \times 10^3$ である。

【0119】

50

要件（I）において、最低三重項励起状態のエネルギー準位と最低一重項励起状態のエネルギー準位との差の絶対値（以下、「 ΔE_{ST} 」という。）は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは0.20 eV以下であり、より好ましくは0.16 eV以下である。要件（I）において、本発明の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、 ΔE_{ST} は、好ましくは0.001 eV以上0.25 eV以下であり、より好ましくは0.01 eV以上0.20 eV以下であり、更に好ましくは0.015 eV以上0.16 eV以下である。

【0120】

化合物の ΔE_{ST} の値の算出は、B3LYPレベルの密度汎関数法により、化合物の基底状態を構造最適化する。その際、基底関数としては、6-31G*を用いる。そして、得られた構造最適化された構造を用いて、B3LYPレベルの時間依存密度汎関数法により、化合物の ΔE_{ST} を算出する。但し、6-31G*が使用できない原子を含む場合は、該原子に対してはLANL2DZを用いる。なお、量子化学計算プログラムとしては、Gaussian 09を用いて計算する。

【0121】

要件（II）において、式（T-1）で表される化合物の ΔE_{ST} は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、通常、0.60 eV以下であり、好ましくは0.35 eV以下であり、より好ましくは0.25 eV以下であり、更に好ましくは0.20 eV以下であり、特に好ましくは0.16 eV以下である。式（T-1）で表される化合物の ΔE_{ST} は、本発明の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、 ΔE_{ST} は、好ましくは0.0001 eV以上0.40 eV以下であり、より好ましくは0.001 eV以上0.25 eV以下であり、更に好ましくは0.01 eV以上0.20 eV以下であり、特に好ましくは0.015 eV以上0.16 eV以下である。

【0122】

n^{T1} は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは0以上3以下の整数であり、より好ましくは0又は1である。

n^{T2} は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、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又は2である。

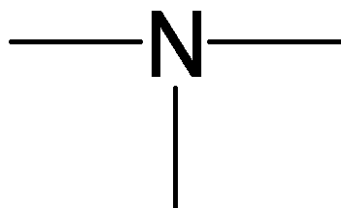
【0123】

「二重結合を有さない窒素原子」とは、窒素原子と、その窒素原子と結合するすべての原子との間に、単結合のみを有する窒素原子を意味する。

「環内に二重結合を有さない窒素原子を含む」とは、環内に $-N(-R^N)-$ （式中、 R^N は水素原子又は置換基を表す。）又は式：

【0124】

【化40】



で表される基を含むことを意味する。

【0125】

環内に二重結合を有さない窒素原子を含み、且つ、環内に $=N-$ で表される基、 $-C(=O)-$ で表される基、 $-S(=O)-$ で表される基、及び、 $-S(=O)_2-$ で表される基を含まない1価の複素環基（以下、「1価のドナー型複素環基」という。）において、環を構成する二重結合を有さない窒素原子の数は、通常、1～10であり、好ましくは1～5であり、より好ましくは1～3であり、更に好ましくは1又は2である。

【0126】

1価のドナー型複素環基において、環を構成する炭素原子の数は、通常2～60であり

、好ましくは5～40であり、より好ましくは10～25である。

【0127】

1価のドナー型複素環基としては、例えば、ピロール環、インドール環、カルバゾール環、9, 10-ジヒドロアクリジン環、5, 10-ジヒドロフェナジン環、フェノキサジン環、フェノチアジン環、インドロカルバゾール環、インデノカルバゾール環、又は、これらの複素環に芳香族炭化水素環及び／若しくは複素環が1個以上5個縮合した環から、環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子1個を除いた基が挙げられ、これらの基は置換基を有していてもよい。但し、複素環に縮合してもよい芳香族炭化水素環は、環内に $-C(=O)-$ で表される基を含まない芳香族炭化水素環である。複素環に縮合してもよい複素環は、環内に $=N-$ で表される基、 $-C(=O)-$ で表される基、 $-S(=O)-$ で表される基、及び、 $-S(=O)_2-$ で表される基を含まない複素環である。

10

【0128】

「環内に $-C(=O)-$ で表される基を含まない芳香族炭化水素環」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常6～60であり、好ましくは6～30であり、より好ましくは6～18である。

環内に $-C(=O)-$ で表される基を含まない芳香族炭化水素環としては、例えば、ベンゼン環、ナフタレン環、インデン環、フルオレン環、フェナントレン環、ジヒドロフェナントレン環及びこれらの環が2個以上5個以下縮合した環が挙げられ、好ましくは、ベンゼン環、ナフタレン環、フルオレン環、スピロビフルオレン環、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、より好ましくは、ベンゼン環、フルオレン環又はスピロビフルオレン環であり、更に好ましくは、ベンゼン環又はフルオレン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

20

【0129】

「環内に $=N-$ で表される基、 $-C(=O)-$ で表される基、 $-S(=O)-$ で表される基、及び、 $-S(=O)_2-$ で表される基を含まない複素環」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常6～60であり、好ましくは6～30であり、より好ましくは6～18である。

環内に $=N-$ で表される基、 $-C(=O)-$ で表される基、 $-S(=O)-$ で表される基、及び、 $-S(=O)_2-$ で表される基を含まない複素環としては、ピロール環、フラン環、チオフェン環、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、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、ジベンゾシロール環、ジベンゾホスホール環、フェノキサジン環、フェノチアジン環、9, 10-ジヒドロアクリジン環、5, 10-ジヒドロフェナジン環、これらの環に環内に $-C(=Z^{T1})-$ で表される基を含まない芳香族炭化水素環が1個以上5個以下縮合した環、及び、これらの環が2個以上5個以下縮合した環が挙げられ、好ましくは、カルバゾール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、フェノキサジン環、フェノチアジン環、9, 10-ジヒドロアクリジン環又は5, 10-ジヒドロフェナジン環であり、より好ましくは、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、これらの環は置換基を有していてもよい。

30

【0130】

1価のドナー型複素環基は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、カルバゾール環、9, 10-ジヒドロアクリジン環、5, 10-ジヒドロフェナジン環、フェノキサジン環、フェノチアジン環、インドロカルバゾール環又はインデノカルバゾール環から、環を構成する炭素原子又はヘテロ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、カルバゾール環、インドロカルバゾール環又はインデノカルバゾール環から、環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子1個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

40

【0131】

Ar^{T1} における置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、後述の Ar^{T1} が有していてもよい置換基における置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

50

【0132】

A r^{T1}が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、アリール基、アリールオキシ基、1 価の複素環基、置換アミノ基、ハロゲン原子又はシアノ基であり、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、アリール基又は1 価の複素環基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

【0133】

A r^{T1}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、好ましくは、フェニル基、ナフチル基、フェントレニル基、ジヒドロフェントレニル基又はフルオレニル基が好ましく、フェニル基又はフルオレニル基がより好ましく、フェニル基が更に好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

10

A r^{T1}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、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、カルバゾリル基、アザカルバゾリル基、ジアザカルバゾリル基、フェノキサジニル基又はフェノチアジニル基が好ましく、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基又はカルバゾリル基がより好ましく、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基又はカルバゾリル基が更に好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

A r^{T1}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^{T1}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^{T1}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。

20

【0134】

A r^{T1}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、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、ハロゲン原子又はシアノ基であり、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。

30

【0135】

A r^{T1}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^{T1}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。

【0136】

A r^{T1}の少なくとも1 つは、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、1 価のドナー型複素環基であり、より好ましくは、式 (T1-1) で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

40

即ち、1 価のドナー型複素環基は、式 (T1-1) で表される基であることが好ましい。

【0137】

A r^{T1}は、本発明の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、好ましくは、1 価のドナー型複素環基であり、より好ましくは、式 (T1-1) で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0138】

・ 式 (T1-1) で表される基

50

環 R^{T1} 及び環 R^{T2} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 Ar^{T1} 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。

【0139】

環 R^{T1} 及び環 R^{T2} のうち、少なくとも1つは、環内に $-C(=O)-$ で表される基を含まない芳香族炭化水素環であることが好ましく、これらの環は置換基を有していてもよい。

【0140】

環 R^{T1} 及び環 R^{T2} は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、ベンゼン環、ナフタレン環、フルオレン環、スピロビフルオレン環、フェナントレン環、ジヒドロフェナントレン環、カルバゾール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、フェノキサジン環、フェノチアジン環、9, 10-ジヒドロアクリジン環又は5, 10-ジヒドロフェナジン環であり、より好ましくは、ベンゼン環、フルオレン環、スピロビフルオレン環、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、更に好ましくは、ベンゼン環、フルオレン環又はカルバゾール環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

【0141】

X^{T1} は、好ましくは単結合、酸素原子又は硫黄原子であり、より好ましくは単結合である。

【0142】

R^{XT1} 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。

【0143】

$R^{XT1'}$ 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、アルキル基又はアリール基であり、更に好ましくは、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。

【0144】

複数存在する $R^{XT1'}$ は、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ないことが好ましい。

【0145】

R^{XT1} 及び $R^{XT1'}$ 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^{T1} 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。

【0146】

R^{XT1} 及び $R^{XT1'}$ が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 Ar^{T1} 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。

【0147】

式 (T1-1) で表される基は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、式 (T1-1A)、式 (T1-1B)、式 (T1-1C) 又は式 (T1-1D) で表される基であり、より好ましくは、式 (T1-1A)、式 (T1-1B) 又は式 (T1-1C) で表される基である。

【0148】

X^{T2} 及び X^{T3} は、好ましくは、単結合、 $-N(R^{XT2})-$ で表される基、又は、 $-C(R^{XT2'})_2-$ で表される基である。

X^{T2} 及び X^{T3} のうち、少なくとも一方は単結合であることが好ましく、 X^{T3} が単結合であることがより好ましい。

X^{T2} 及び X^{T3} のうち、少なくとも一方が単結合である場合、もう一方は酸素原子、硫黄原子、 $-N(R^{XT2})-$ で表される基、又は、 $-C(R^{XT2'})_2-$ で表される基であることが好ましく、 $-N(R^{XT2})-$ で表される基、又は、 $-C(R^{XT2'})_2-$ で表される基であることがより好ましい。

10

20

30

40

50

【0149】

R^{XT2} の例及び好ましい範囲は、 R^{XT1} の例及び好ましい範囲と同じである。

$R^{XT2'}$ の例及び好ましい範囲は、 $R^{XT1'}$ の例及び好ましい範囲と同じである。

R^{XT2} 及び $R^{XT2'}$ が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 R^{XT1} 及び $R^{XT1'}$ 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。

【0150】

R^{T1} 、 R^{T2} 、 R^{T3} 、 R^{T4} 、 R^{T5} 、 R^{T6} 、 R^{T7} 、 R^{T8} 、 R^{T9} 、 R^{T10} 、 R^{T11} 及び R^{T12} 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ることが好ましく、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ることがより好ましく、水素原子、アルキル基、アリール基又は1価の複素環基であることが更に好ましく、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

10

【0151】

式(T1-1A)中、 R^{T1} 、 R^{T2} 、 R^{T4} 、 R^{T5} 、 R^{T7} 及び R^{T8} は、水素原子であることが特に好ましい。

【0152】

式(T1-1B)、式(T1-1C)又は式(T1-1D)中、 R^{T1} 、 R^{T2} 、 R^{T3} 、 R^{T4} 、 R^{T5} 、 R^{T6} 、 R^{T7} 、 R^{T8} 、 R^{T9} 、 R^{T10} 、 R^{T11} 及び R^{T12} は、水素原子であることが特に好ましい。

【0153】

R^{T1} 、 R^{T2} 、 R^{T3} 、 R^{T4} 、 R^{T5} 、 R^{T6} 、 R^{T7} 、 R^{T8} 、 R^{T9} 、 R^{T10} 、 R^{T11} 及び R^{T12} 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^{T1} 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。

20

R^{T1} 、 R^{T2} 、 R^{T3} 、 R^{T4} 、 R^{T5} 、 R^{T6} 、 R^{T7} 、 R^{T8} 、 R^{T9} 、 R^{T10} 、 R^{T11} 及び R^{T12} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 Ar^{T1} 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。

【0154】

L^{T1} は、アリーレン基又は2価の複素環基であることが好ましく、アリーレン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。

30

【0155】

L^{T1} で表されるアリーレン基としては、好ましくは、式(A-1)～式(A-9)、式(A-19)又は式(A-20)で表される基であり、より好ましくは、式(A-1)～式(A-3)、式(A-8)又は式(A-9)で表される基であり、更に好ましくは、式(A-1)又は(A-2)で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

L^{T1} で表される2価の複素環基としては、好ましくは、式(AA-1)～式(AA-6)、式(AA-10)～式(AA-15)又は式(AA-18)～式(AA-22)で表される基であり、より好ましくは、式(AA-1)～式(AA-4)、式(AA-10)～式(AA-15)である。

40

【0156】

L^{T1} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 Ar^{T1} 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。

【0157】

$R^{T1'}$ 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。

$R^{T1'}$ 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^{T1} 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。

$R^{T1'}$ が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 Ar^{T1} が有していてもよい

50

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。

【0158】

Ar^{T2} で表される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いで、通常6～60であり、好ましくは6～30であり、より好ましくは6～18である。

Ar^{T2} で表される芳香族炭化水素基は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、環内に $-C(=O)-$ で表される基を含む芳香族炭化水素基、又は、電子求引性基を有する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。

【0159】

環内に $-C(=O)-$ で表される基を含む芳香族炭化水素基としては、ナフトキノン環、アントラキノン環、フェナントキノン環、インデノン環、フルオレノン環、テトラロン環、これらの環にベンゼン環が1個以上5個以下縮合した環、又は、これらの環が2個以上5個以下縮合した環から、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、好ましくは、ナフトキノン環、アントラキノン環、フェナントレンキノン環、フルオレノン環又はフェナントレンオン環から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子1個以上を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

10

【0160】

環内に $-C(=O)-$ で表される基を含む芳香族炭化水素基以外の芳香族炭化水素基としては、ベンゼン環、ナフタレン環、インデン環、フルオレン環、フェナントレン環、ジヒドロフェナントレン環、又は、これらの環が2個以上5個以下縮合した環から、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、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、ベンゼン環、ナフタレン環、フルオレン環、スピロビフルオレン環、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個以上を除いた基であり、より好ましくは、ベンゼン環、フルオレン環又はスピロビフルオレン環であり、更に好ましくは、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。

20

【0161】

電子求引性基としては、例えば、フッ素原子を置換基として有するアルキル基、フッ素原子、シアノ基、ニトロ基、アシル基及びカルボキシル基が挙げられ、好ましくは、フッ素原子を置換基として有するアルキル基、フッ素原子、シアノ基又はアシル基であり、より好ましくは、シアノ基である。

30

【0162】

フッ素原子を置換基として有するアルキル基としては、好ましくは、トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、パーフルオロプロチル基、パーフルオロヘキシル基、パーフルオロオクチル基である。

【0163】

電子求引性基を有する芳香族炭化水素基において、芳香族炭化水素基が有する電子求引性基の数は、通常、1～10個であり、好ましくは、1～5個であり、より好ましくは1～3個であり、更に好ましくは、1個又は2個である。

【0164】

Ar^{T2} で表さ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2～60であり、好ましくは2～30であり、より好ましくは3～15である。

40

【0165】

Ar^{T2} で表される複素環基としては、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、環内に $=N-$ で表される基を2個以上含む単環の複素環基、又は、環内に $-C(=O)-$ で表される基、 $-S(=O)-$ で表される基、 $-S(=O)_2-$ で表される基及び $=N-$ で表される基からなる群から選ばれる少なくとも1つの基を含む縮合環の複素環基であり、より好ましくは、環内に $=N-$ で表される基を2個以上含む単環の複素環基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0166】

50

環内に＝N－で表される基を2個以上含む単環の複素環基としては、トリアゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、ジアザベンゼン環又はトリアジン環から、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、好ましくは、トリアゾール環、ジアザベンゼン環又はトリアジン環から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子1個以上を除いた基であり、より好ましくは、ピリジン環又はトリアジン環から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子1個以上を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0167】

環内に－C(＝O)－で表される基、－S(＝O)－で表される基、－S(＝O)₂－で表される基及び＝N－で表される基からなる群から選ばれる少なくとも1つの基を含む縮合環の複素環基としては、ベンゾチオフェンジオキシド環、ベンゾチオフェンオキシド環、ベンゾピラノン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、トリアザナフタレン環、アザインドール環、ジアザインドール環、キノリノン環、ベンゾジアゾール環、ベンゾトリアゾール環、ベンゾオキサジアゾール環、ベンゾチアジアゾール環、これらの環に芳香環が1個以上5個以下縮合した環、又は、これらの環が2個以上5個以下縮合した環から、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り、好ましくは、ジベンゾチオフェンジオキシド環、ジベンゾチオフェンオキシド環、ジベンゾピラノン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、アザアントラセン環、ジアザアントラセン環、アザフェナントレン環、ジアザフェナントレン環、アザカルバゾール環、ジアザカルバゾール環、又は、アクリドン環から、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り、より好ましくは、ジベンゾチオフェンジオキシド環、ジベンゾピラノン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、アザアントラセン環、ジアザアントラセン環又はジアザフェナントレン環から、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り、更に好ましくは、ジベンゾチオフェンジオキシド環から、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り、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0168】

環内に－C(＝O)－で表される基、－S(＝O)－で表される基、－S(＝O)₂－で表される基及び＝N－で表される基からなる群から選ばれる少なくとも1つの基を含む縮合環の複素環基は、好ましくは、環内に－S(＝O)₂－で表される基及び＝N－で表される基からなる群から選ばれる少なくとも1つの基を含む縮合環の複素環基であり、より好ましくは－S(＝O)₂－で表される基を含む縮合環の複素環基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

環内に－C(＝O)－で表される基、－S(＝O)－で表される基、－S(＝O)₂－で表される基及び＝N－で表される基からなる群から選ばれる少なくとも1つの基を含む縮合環の複素環基において、環内に含まれる－C(＝O)－で表される基、－S(＝O)－で表される基、－S(＝O)₂－で表される基及び＝N－で表される基の合計の個数は、通常、1個以上10個以下であり、好ましくは1～5個であり、より好ましくは1～3個であり、更に好ましくは、1個である。

【0169】

A_r^{T2}において、環内に＝N－で表される基を2個以上含む単環の複素環基、並びに、環内に－C(＝O)－で表される基、－S(＝O)－で表される基、－S(＝O)₂－で表される基及び＝N－で表される基からなる群から選ばれる少なくとも1つの基を含む縮合環の複素環基以外の複素環基としては、好ましくは、ピリジン環、ジアゾール環、ジベンゾフラン環又はジベンゾチオフェン環から、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り、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0170】

A_r^{T2}は、本発明の発光素子の外部量子効率により優れるので、好ましくは、環内に＝N－で表される基を2個以上含む単環の複素環基、環内に－C(＝O)－で表される基、－S(＝O)－で表される基、－S(＝O)₂－で表される基及び＝N－で表される基か

らなる群から選ばれる少なくとも1つの基を含む縮合環の複素環基、環内に—C(=O)—で表される基を含む芳香族炭化水素基、又は、電子求引性基を有する芳香族炭化水素基であり、より好ましくは、環内に=N—で表される基を2個以上含む単環の複素環基、又は、環内に—C(=O)—で表される基、—S(=O)—で表される基、—S(=O)₂—で表される基及び=N—で表される基からなる群から選ばれる少なくとも1つの基を含む縮合環の複素環基であり、更に好ましくは、環内に=N—で表される基を2個以上含む単環の複素環基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0171】

A r^{T2}が有していてもよい置換基（後述の式(1T')で表される基とは異なる。以下、同様である。）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価のドナー型複素環基以外の1価の複素環基又は電子求引性基であり、より好ましくは、アルキル基、アリール基、1価のドナー型複素環基以外の1価の複素環基又は電子求引性基であり、更に好ましくは、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。

10

【0172】

A r^{T2}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は、A r^{T1}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。

【0173】

1価のドナー型複素環基以外の1価の複素環基としては、好ましくは、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、アザカルバゾリル基、又はジアザカルバゾリル基であり、より好ましくは、ピリジル基、ピリミジニル基又はトリアジニル基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

20

【0174】

A r^{T2}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は、A r^{T1}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。

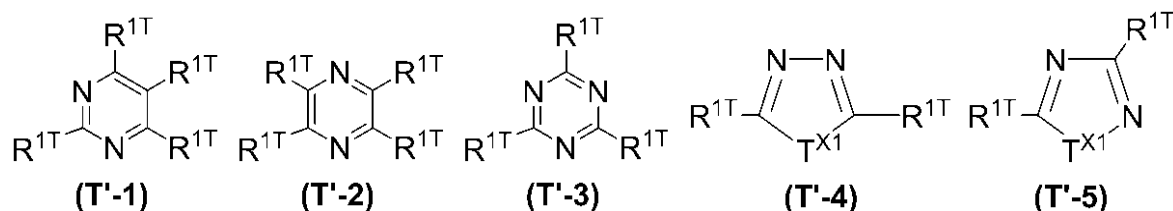
【0175】

式(T-1)で表される化合物は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、式(T'-1)～式(T'-16)で表される化合物であり、より好ましくは、式(T'-1)～式(T'-5)又は式(T'-10)～式(T'-12)で表される化合物であり、更に好ましくは、式(T'-1)又は式(T'-3)で表される化合物であり、特に好ましくは、式(T'-3)で表される化合物である。

30

【0176】

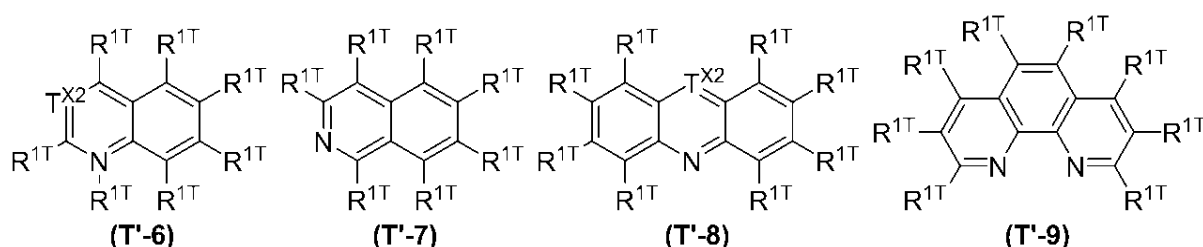
【化41】



40

【0177】

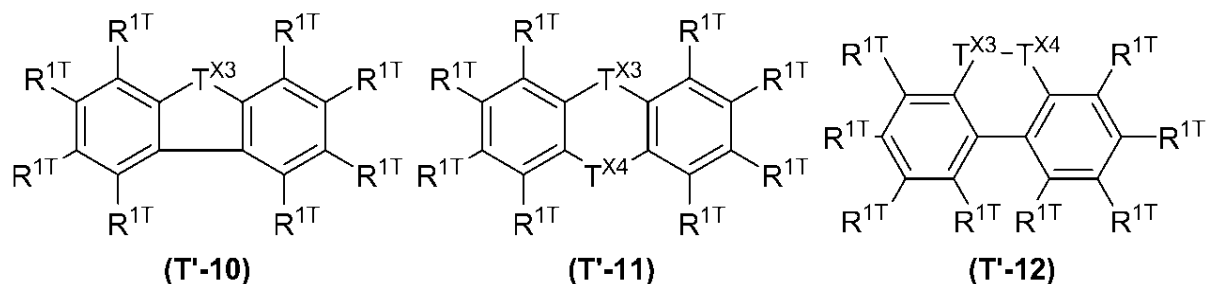
【化42】



50

【0178】

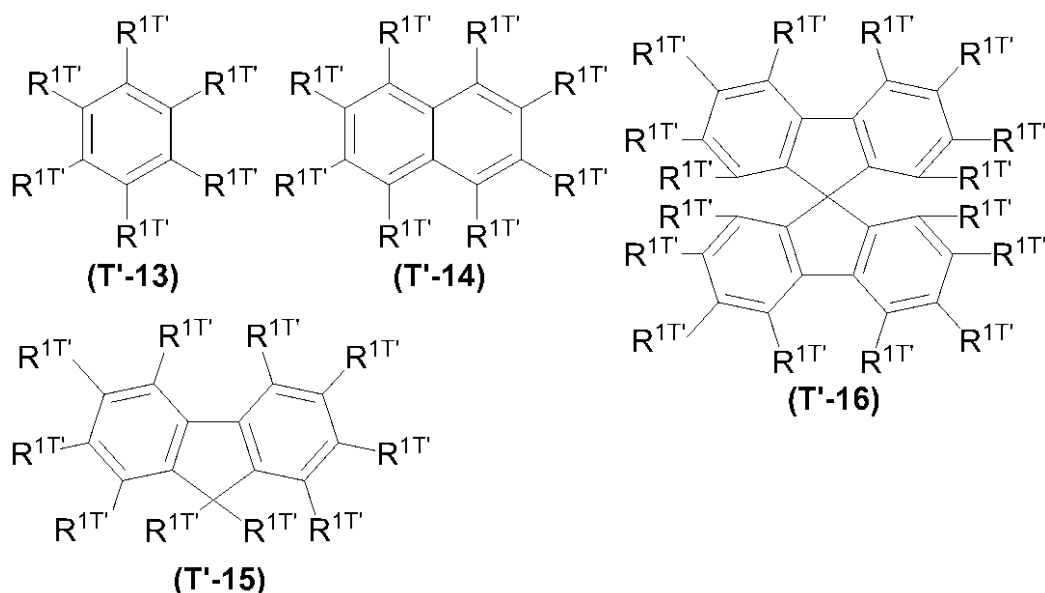
【化43】



10

【0179】

【化44】



20

〔式中、

T^{X1} は、酸素原子、硫黄原子又は $-N(R^{1T})-$ で表される基を表す。

30

T^{X2} は、 $=N-$ で表される基又は $=C(R^{1T})-$ で表される基を表す。

T^{X3} は、 $-C(=O)-$ で表される基、 $-S(=O)-$ で表される基又は $-S(=O)_2-$ で表される基を表す。

T^{X4} は、酸素原子、硫黄原子、 $-N(R^{1T})-$ で表される基、 $-C(=O)-$ で表される基、 $-S(=O)-$ で表される基又は $-S(=O)_2-$ で表される基を表す。

R^{1T} 及び $R^{1T'}$ 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 価のドナー型複素環基以外の 1 価の複素環基、電子求引性基又は式 $(1T')$ で表される基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

複数存在する R^{1T} は、同一でも異なってもよい。但し、複数存在する R^{1T} のうち、少なくとも 1 個は式 $(1T')$ で表される基である。

40

複数存在する $R^{1T'}$ は、同一でも異なってもよい。但し、複数存在する $R^{1T'}$ のうち、少なくとも 1 個は式 $(1T')$ で表される基であり、且つ、少なくとも 1 個は電子求引性基である。]

【0180】

T^{X1} は、好ましくは、 $-N(R^{1T})-$ で表される基である。

T^{X3} は、好ましくは、 $-C(=O)-$ で表される基又は $-S(=O)_2-$ で表される基であり、より好ましくは $-S(=O)_2-$ で表される基である。

T^{X4} は、好ましくは、酸素原子、硫黄原子、 $-N(R^{1T})-$ で表される基、 $-C(=O)-$ で表される基又は $-S(=O)_2-$ で表される基であり、より好ましくは酸素原子

50

、硫黄原子又は $-N(R^{1T})-$ で表される基であり、更に好ましくは酸素原子である。

【0181】

R^{1T} は、好ましくは、水素原子、アルキル基、アリール基、1個のドナー型複素環基以外の1個の複素環基、電子求引性基又は式 $(1T')$ で表される基であり、より好ましくは、水素原子、アルキル基、アリール基又は式 $(1T')$ で表される基であり、更に好ましくは、水素原子、アリール基又は式 $(1T')$ で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。但し、複数存在する R^{1T} のうち、少なくとも1個は式 $(1T')$ で表される基である。

【0182】

$R^{1T'}$ は、好ましくは、水素原子、アルキル基、アリール基、1個のドナー型複素環基以外の1個の複素環基、電子求引性基又は式 $(1T')$ で表される基であり、より好ましくは、水素原子、アルキル基、アリール基、電子求引性基又は式 $(1T')$ で表される基であり、更に好ましくは、水素原子、電子求引性基又は式 $(1T')$ で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。但し、複数存在する $R^{1T'}$ のうち、少なくとも1個は式 $(1T')$ で表される基であり、且つ、少なくとも1個は電子求引性基である。]

【0183】

R^{1T} 及び $R^{1T'}$ が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 Ar^{T1} 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。

【0184】

複数存在する R^{1T} のうち、1又は2個の R^{1T} は、式 $(1T')$ で表される基であることが好ましい。

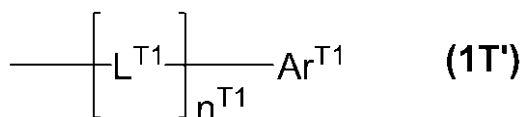
複数存在する $R^{1T'}$ のうち、1～5個の $R^{1T'}$ は、式 $(1T')$ で表される基であることが好ましく、1又は2個の $R^{1T'}$ は、式 $(1T')$ で表される基であることがより好ましい。

【0185】

複数存在する $R^{1T'}$ のうち、1～5個の $R^{1T'}$ は電子求引性基であることが好ましく、1～3個の $R^{1T'}$ は電子求引性基であることがより好ましく、1又は2個の $R^{1T'}$ は電子求引性基であることが更に好ましい。

【0186】

【化45】



[式中、 L^{T1} 、 n^{T1} 及び Ar^{T1} は、前記と同じ意味を表す。]

【0187】

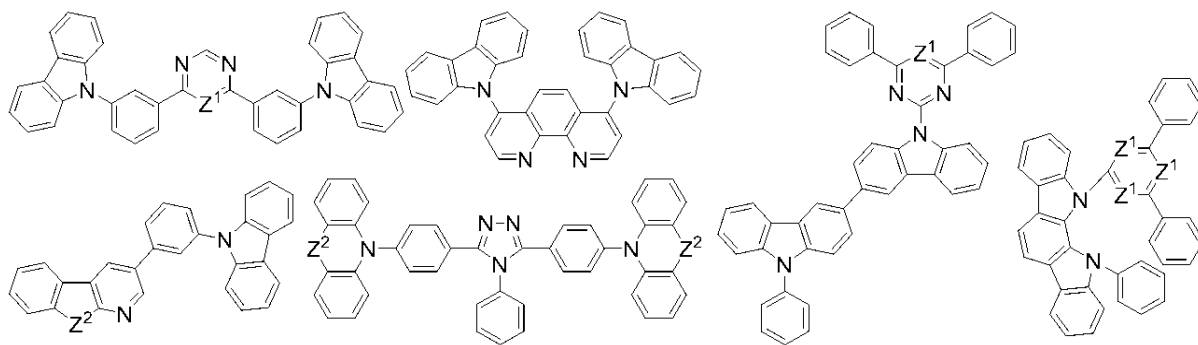
化合物(T)は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、要件(I)及び要件(II)を満たすことが好ましい。

【0188】

化合物(T)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。 Z^3 は、 $-C(=O)-$ で表される基又は $-S(=O)_2-$ で表される基を表す。 Z^1 、 Z^2 及び Z^3 が複数存在する場合、それらは同一であっても異なっているもよい。

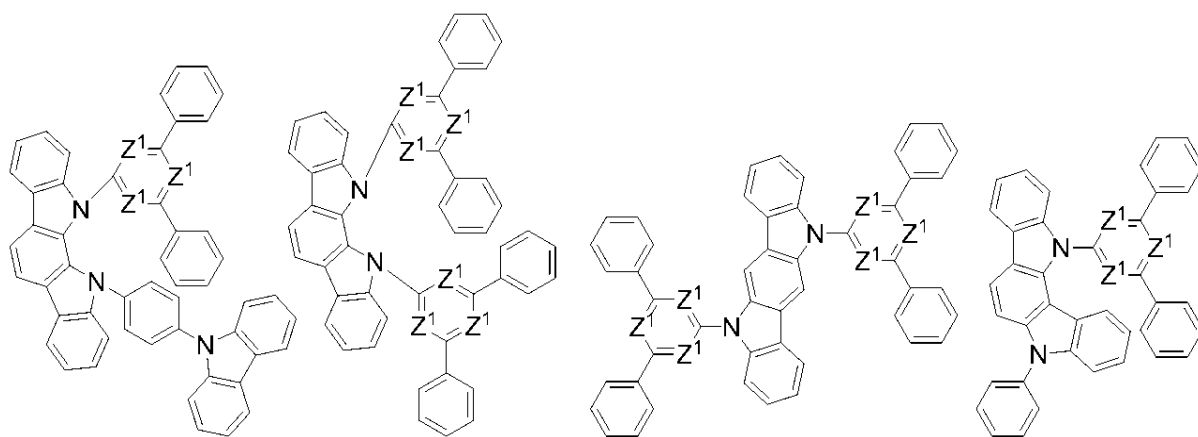
【0189】

【化 4 6】



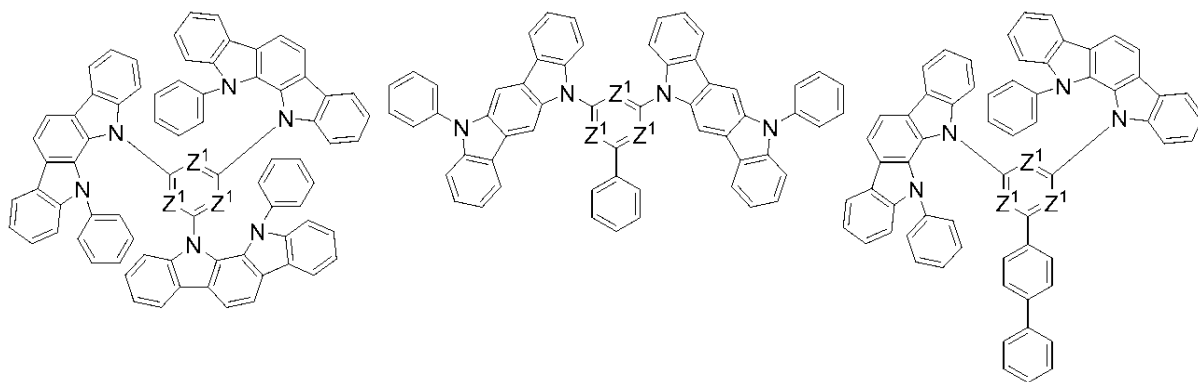
【0 1 9 0】

【化 4 7】



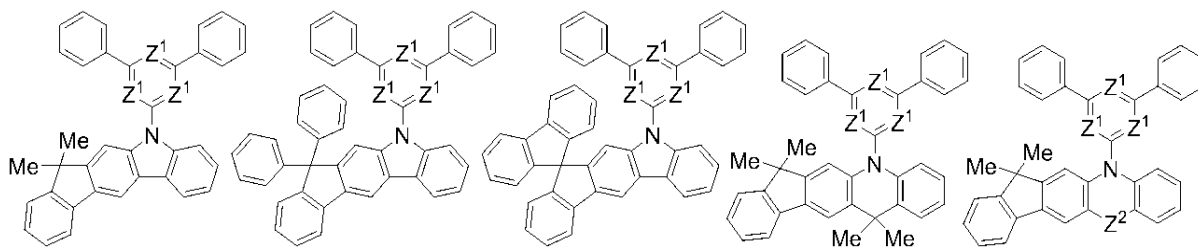
【0 1 9 1】

【化 4 8】



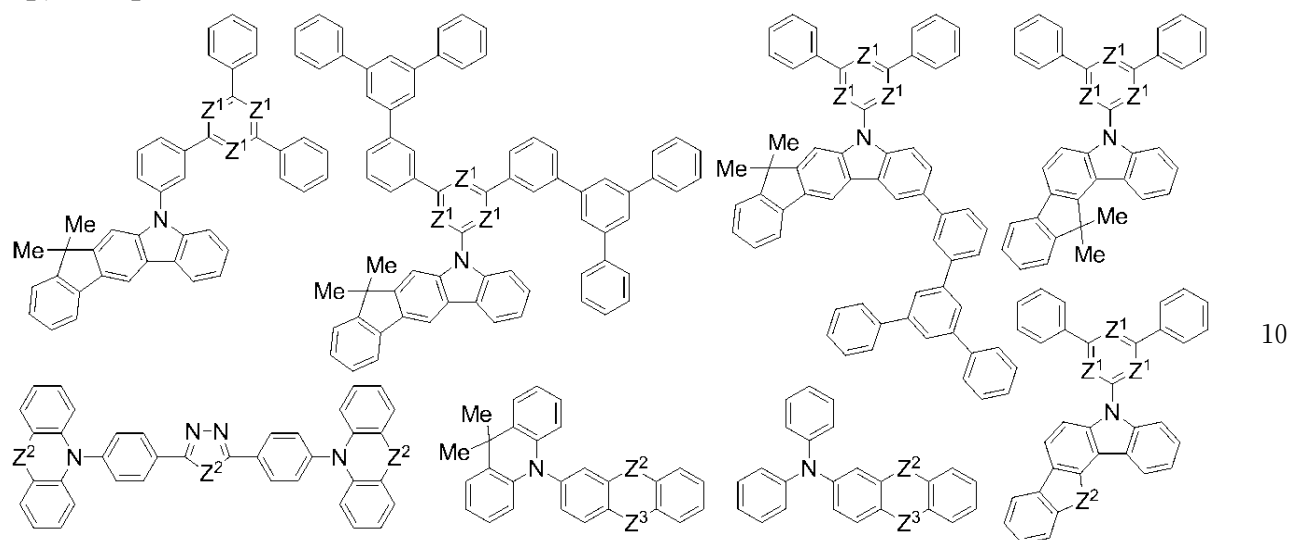
【0 1 9 2】

【化 4 9】



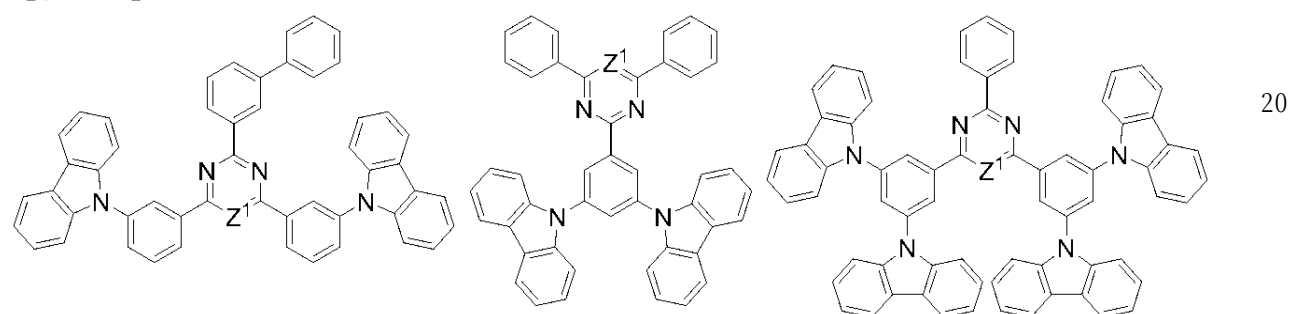
【0 1 9 3】

【化 5 0】



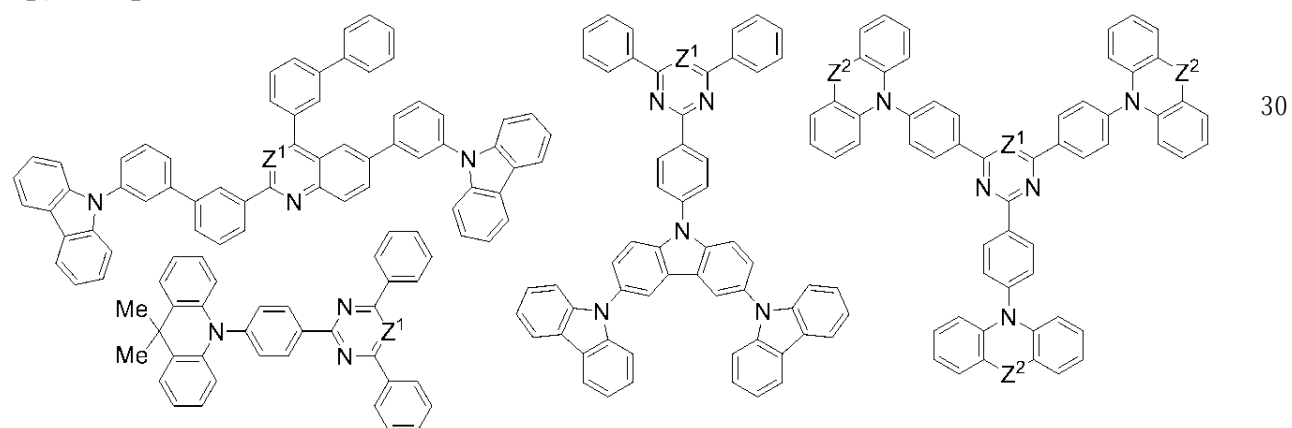
【 0 1 9 4】

【化 5 1】



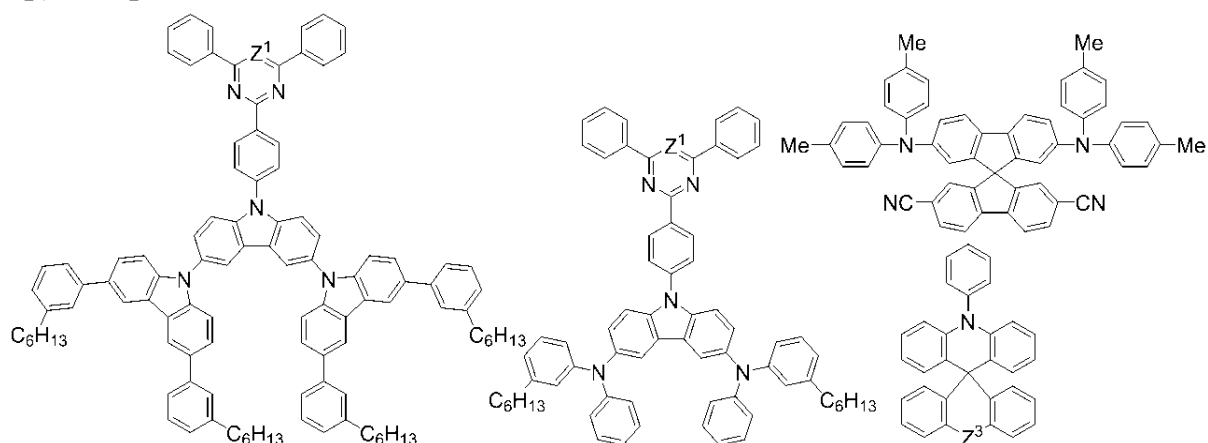
【 0 1 9 5】

【化 5 2】



【 0 1 9 6】

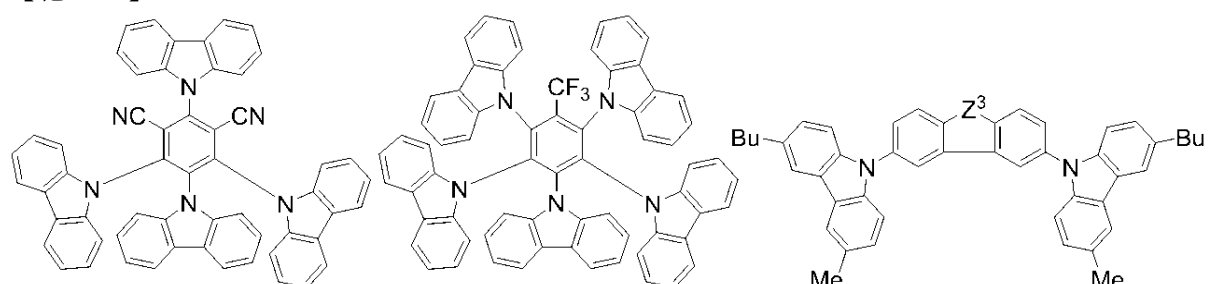
【化 5 3】



10

【0197】

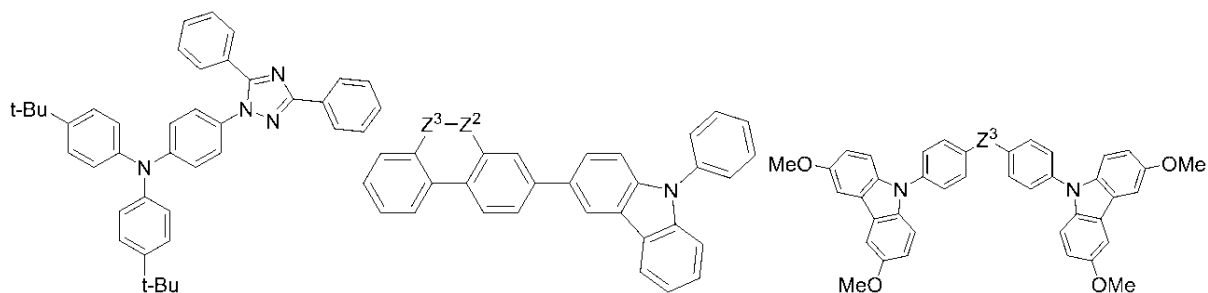
【化 5 4】



20

【0198】

【化 5 5】



30

【0199】

Z^1 は $-N=$ で表される基であることが好ましい。 Z^2 は酸素原子であることが好ましい。 Z^3 は、 $-S(=O)_2-$ で表される基であることが好ましい。

【0200】

化合物(T)は、Aldrich、Luminescence Technology Corp. 等から入手可能である。その他には、例えば、国際公開第2007/063754号、国際公開第2008/056746号、国際公開第2011/032686号、国際公開第2012/096263号、特開2009-227663号公報、特開2010-275255号公報、Advanced Materials (Adv. Mater), 26巻, 7931-7958頁, 2014年に記載されている方法に従って合成することができる。

40

【0201】

[第1の組成物]

第1の有機層は、化合物(T)と、燐光発光性遷移金属錯体と、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、蛍光発光性化合物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。)を含有する層であってもよい。但し、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料

50

及び蛍光発光性化合物と、化合物（T）とは異なる。

【0202】

〔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、好ましくは高分子化合物である。正孔輸送材料は、架橋基を有していてもよい。

【0203】

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、電子受容性部位が結合された化合物でもよい。電子受容性部位としては、例えば、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、トリニトロフルオレノン等が挙げられ、好ましくはフラーレンである。

10

【0204】

第1の組成物において、正孔輸送材料の配合量は、化合物（T）と燐光発光性遷移金属錯体との合計を100質量部とした場合、通常、1～400質量部であり、好ましくは5～150質量部である。

正孔輸送材料は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

【0205】

〔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。

20

【0206】

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、ベンゾキノン、ナフトキノン、アントラキノン、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ン、並びに、これらの誘導体が挙げられる。

【0207】

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。

【0208】

第1の組成物において、電子輸送材料の配合量は、化合物（T）と燐光発光性遷移金属錯体との合計を100質量部とした場合、通常、1～400質量部であり、好ましくは5～150質量部である。

30

電子輸送材料は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

【0209】

〔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。

【0210】

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。

40

【0211】

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。

【0212】

第1の組成物において、正孔注入材料及び電子注入材料の配合量は、各々、化合物（T）と燐光発光性遷移金属錯体との合計を100質量部とした場合、通常、1～400質量部であり、好ましくは5～150質量部である。

50

電子注入材料及び正孔注入材料は、各々、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

【0213】

[イオンドープ]

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をかか

【0214】

ドープするイオンの種類は、正孔注入材料であればアニオン、電子注入材料であればカチオンである。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、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、テトラブチルアンモニウムイオンが挙げられる。

【0215】

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。

【0216】

[蛍光発光性化合物]

蛍光発光性化合物は、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。蛍光発光性化合物は、架橋基を有していてもよい。

【0217】

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、並びに、ペリレン及びその誘導体が挙げられる。

【0218】

高分子化合物としては、例えば、フェニレン基、ナフタレンジイル基、アントラセンジイル基、フルオレンジイル基、フェナントレンジイル基、ジヒドロフェナントレンジイル基、後述の式(X)で表される基、カルバゾールジイル基、フェノキサジンジイル基、フェノチアジンジイル基、ピレンジイル基等を含む高分子化合物が挙げられる。

【0219】

第1の組成物において、蛍光発光性化合物の配合量は、化合物(T)と燐光発光性遷移金属錯体との合計を100質量部とした場合、通常、0.1~400質量部であり、好ましくは5~150質量部である。

【0220】

蛍光発光性化合物は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

【0221】

[酸化防止剤]

酸化防止剤は、化合物(T)及び燐光発光性遷移金属錯体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。

【0222】

第1の組成物において、酸化防止剤の配合量は、化合物(T)と燐光発光性遷移金属錯体との合計を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。

【0223】

[第1のインク]

化合物(T)と、燐光発光性遷移金属錯体と、溶媒とを含有する組成物(以下、「第1のインク」ともいう。)は、スピンコート法、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、バーコート法、ロールコート法、ワイヤーバーコート法、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、キャピラリーコート法、ノズルコート法等の塗布法に好適に使用することができる。

10

20

30

40

50

【0224】

第1のインクの粘度は、塗布法の種類によって調整すればよいが、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、吐出時の目づまりと飛行曲がりが起こりづらいので、好ましくは25℃において1～20mPa・sである。

【0225】

第1のインクに含有される溶媒は、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。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、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、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、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、ビス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、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、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-ヘキサジオール等の多価アルコール系溶媒；イソプロピルアルコール、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、N,N-ジメチルホルムアミド等のアミド系溶媒が挙げられる。溶媒は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

【0226】

第1のインクにおいて、溶媒の配合量は、化合物（T）と燐光発光性遷移金属錯体との合計を100質量部とした場合、通常、1000～100000質量部であり、好ましくは2000～20000質量部である。

【0227】

＜第2の有機層＞

第2の有機層は、架橋基を有する構成単位を含む高分子化合物（以下、「第2の有機層の高分子化合物」ともいう。）の架橋体を含有する層である。

【0228】

第2の有機層の高分子化合物の架橋体は、第2の有機層の高分子化合物を、上述した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。

【0229】

〔第2の有機層の高分子化合物〕

第2の有機層の高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは2.34 eV以上であり、より好ましくは2.36 eV以上である。

本発明の発光素子の外部量子効率がより優れ、且つ、第2の有機層の高分子化合物の安定性が優れるので、第2の有機層の高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、好ましくは2.30 eV以上4.00 eV以下であり、より好ましくは2.34 eV以上3.00 eV以下であり、更に好ましくは2.36 eV以上2.70 eV以下である。

【0230】

高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、高分子化合物からなる膜を作製し、この膜の77 Kにおける燐光発光スペクトルを測定し、得られた燐光発光スペクトルにおける最も短波長の極大ピーク波長を、エネルギーに換算することにより求めることができる。膜の厚みは、通常、10 nm～1 μmである。膜の形成方法は、例えば、スピコート法及びドロップキャスト法等の塗布法が挙げられ、好ましくは、ドロップキャスト法である。

【0231】

高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位の大小関係は、計算科学的手法により、比較することができる。具体的には、各高分子化合物の最低三重項励起状態のエネ

10

20

30

40

50

ルギー準位を、計算科学的手法により算出し、得られた算出結果より、大小関係を比較することができる。

計算科学的手法では、量子化学計算プログラムとして Gaussian 09 を用いて、B3LYP レベルの密度汎関数法により、モノマー単位の 2 量体の基底状態を構造最適化し、その際、基底関数としては、6-31G* を用いる。そして、B3LYP レベルの時間依存密度汎関数法により、高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位を算出する。但し、6-31G* が使用できない原子を含む場合は、この原子に対しては LANL2DZ を用いる。高分子化合物が 1 種のモノマー単位のみからなる場合、該モノマー単位の 2 量体について最低励起三重項エネルギーを算出し、該高分子化合物の最低励起三重項エネルギーとする。高分子化合物が 2 種以上のモノマー単位からなる場合、モル比率で 1% 以上含まれるモノマー単位の重合上生じ得る全ての 2 量体について最低励起三重項エネルギーを算出し、その中で最小の値を、該高分子化合物の最低励起三重項エネルギーとする。

【0232】

第 2 の有機層の高分子化合物は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、架橋基 A 群から選ばれる少なくとも 1 種の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。

【0233】

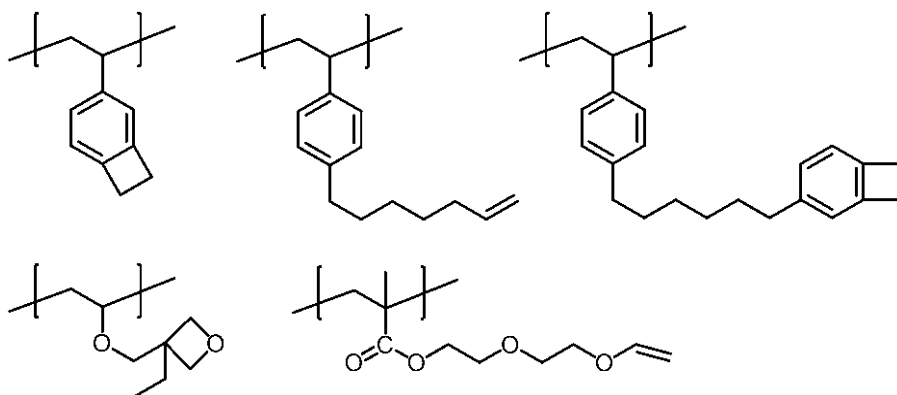
架橋基 A 群から選ばれる架橋基としては、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、式 (XL-1) ~ 式 (XL-4)、式 (XL-7) ~ 式 (XL-10) 又は式 (XL-16) ~ 式 (XL-19) で表される架橋基であり、より好ましくは、式 (XL-1)、式 (XL-3)、式 (XL-9)、式 (XL-10)、式 (XL-16) 又は式 (XL-17) ~ 式 (XL-19) で表される架橋基であり、更に好ましくは、式 (XL-1)、式 (XL-16) 又は式 (XL-17) ~ 式 (XL-19) で表される架橋基であり、特に好ましくは、式 (XL-1) 又は式 (XL-17) で表される架橋基である。

【0234】

第 2 の有機層の高分子化合物に含まれる、架橋基 A 群から選ばれる少なくとも一種の架橋基を有する構成単位は、式 (2) で表される構成単位又は式 (2') で表される構成単位であることが好ましいが、下記で表される構成単位であってもよい。

【0235】

【化 56】



【0236】

第 2 の有機層の高分子化合物が、架橋基 A 群から選ばれる少なくとも 1 種の架橋基を有する構成単位を 2 種以上含む場合、架橋基 A 群から選ばれる少なくとも 1 種の架橋基を有する構成単位の少なくとも 2 種は、架橋基が互いに異なることが好ましい。互いに異なる架橋基の組み合わせとしては、式 (XL-1)、式 (XL-2)、式 (XL-5) ~ 式 (XL-8) 又は式 (XL-14) ~ 式 (XL-16) で表される架橋基と、式 (XL-3)、式 (XL-4)、式 (XL-13) 又は式 (XL-17) ~ 式 (XL-19) で表さ

れる架橋基との組み合わせが好ましく、式 (X L-1) 又は式 (X L-16) で表される架橋基と、式 (X L-17) ~ 式 (X L-19) で表される架橋基との組み合わせがより好ましく、式 (X L-1) で表される架橋基と、式 (X L-17) で表される架橋基との組み合わせが更に好ましい。

【0237】

・式 (2) で表される構成単位

nA は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは 0 ~ 3 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 1 である。

【0238】

n は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは 2 である。

10

【0239】

Ar^3 は、本発明の発光素子の外部量子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芳香族炭化水素基である。

【0240】

Ar^3 で表される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いで、通常 6 ~ 60 であり、好ましくは 6 ~ 30 であり、より好ましくは 6 ~ 18 である。

Ar^3 で表される芳香族炭化水素基の n 個の置換基を除いたアリーレン基部分の例及び好ましい範囲は、後述する Ar^{Y1} で表されるアリーレン基の例及び好ましい範囲と同じである。

【0241】

20

Ar^3 で表さ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 2 ~ 60 であり、好ましくは 3 ~ 30 であり、より好ましくは 4 ~ 18 である。

Ar^3 で表される複素環基の n 個の置換基を除いた 2 価の複素環基部分の例及び好ましい範囲は、後述する 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。

【0242】

Ar^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、後述する 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。

【0243】

Ar^3 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の例及び好ましい範囲は、後述する 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の例及び好ましい範囲と同じである。

30

【0244】

L^A で表される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 であり、好ましくは 1 ~ 15 であり、より好ましくは 1 ~ 10 である。 L^A で表される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いで、通常 3 ~ 20 である。

L^A で表されるアルキレン基及びシクロアルキレン基は、置換基を有していてもよく、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、シクロヘキシレン基、オクチレン基、及び、これらの基における水素原子が、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、フッ素原子等で置換された基が挙げられる。

40

【0245】

L^A で表されるアリーレン基の例及び好ましい範囲は、後述する Ar^{Y1} で表されるアリーレン基の例及び好ましい範囲と同じであるが、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、 L^A 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ル基であり、より好ましくは、 m -フェニレン基、 p -フェニレン基、フルオレン-2,7-ジイル基、フルオレン-9,9-ジイル基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

【0246】

50

L^A で表される2価の複素環基の例及び好ましい範囲は、後述する $A r^{Y1}$ 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

【0247】

L^A は、第2の有機層の高分子化合物の製造が容易になるので、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、更に好ましくは、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。

【0248】

L^A 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、1価の複素環基、置換アミノ基、フッ素原子、シアノ基又は架橋基A群から選ばれる架橋基であり、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価の複素環基又は架橋基A群から選ばれる架橋基であり、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。

【0249】

L^A 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の例及び好ましい範囲は、後述する $A r^{Y1}$ 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の例及び好ましい範囲と同じである。

【0250】

Xは、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、式(XL-1)～式(XL-4)、式(XL-7)～式(XL-10)又は式(XL-16)～式(XL-19)で表される架橋基であり、より好ましくは、式(XL-1)、式(XL-3)、式(XL-9)、式(XL-10)、式(XL-16)又は式(XL-17)～式(XL-19)で表される架橋基であり、更に好ましくは、式(XL-1)、式(XL-16)又は式(XL-17)～式(XL-19)で表される架橋基であり、特に好ましくは、式(XL-1)又は式(XL-17)で表される架橋基である。

【0251】

式(2)で表される構成単位は、第2の有機層の高分子化合物の安定性及び架橋性が優れるので、第2の有機層の高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.5～80モル%であり、より好ましくは3～65モル%であり、更に好ましくは5～50モル%である。

式(2)で表される構成単位は、第2の有機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。

【0252】

第2の有機層の高分子化合物が、式(2)で表される構成単位を2種以上含む場合、式(2)で表される構成単位の少なくとも2種は、Xで表される架橋基が互いに異なることが好ましい。互いに異なるXで表される架橋基の組み合わせの好ましい範囲は、前述の互いに異なる架橋基の組み合わせの好ましい範囲と同じである。

【0253】

・式(2')で表される構成単位

m_A は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは0～3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。

【0254】

m は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは1又は2であり、より好ましくは2である。

【0255】

c は、第2の有機層の高分子化合物の製造が容易になり、且つ、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは0である。

【0256】

A r^5 は、本発明の発光素子の外部量子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芳香族炭化水素基である。

【0257】

A r^5 で表される芳香族炭化水素基のm個の置換基を除いたアリーレン基部分の定義及び例は、後述する式(X)におけるA r^{X2} で表されるアリーレン基の定義及び例と同じである。

【0258】

A r^5 で表される複素環基のm個の置換基を除いた2価の複素環基部分の定義及び例は、後述する式(X)におけるA r^{X2} で表される2価の複素環基部分の定義及び例と同じである。

10

【0259】

A r^5 で表される少なくとも1種の芳香族炭化水素環と少なくとも1種の複素環が直接結合した基のm個の置換基を除いた2価の基の定義及び例は、後述する式(X)におけるA r^{X2} 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価の基の定義及び例と同じである。

【0260】

A r^4 及びA r^6 は、本発明の発光素子の外部量子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。

【0261】

20

A r^4 及びA r^6 で表されるアリーレン基の定義及び例は、後述する式(X)におけるA r^{X1} 及びA r^{X3} で表されるアリーレン基の定義及び例と同じである。

【0262】

A r^4 及びA r^6 で表される2価の複素環基の定義及び例は、後述する式(X)におけるA r^{X1} 及びA r^{X3} で表される2価の複素環基の定義及び例と同じである。

【0263】

A r^4 、A r^5 及びA r^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、後述するA r^{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。A r^4 、A r^5 及びA r^6 で表される基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は、後述するA r^{Y1} で表される基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

【0264】

K A で表されるアルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2価の複素環基の定義及び例は、それぞれ、L A で表されるアルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2価の複素環基の定義及び例と同じである。

【0265】

K A は、第2の有機層の高分子化合物の製造が容易になるので、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、更に好ましくはフェニレン基又はメチレン基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

40

【0266】

K A 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、L A 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。

【0267】

K A で表される基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は、A r^{Y1} で表される基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。

【0268】

X'で表される架橋基の定義及び例は、前述のXの定義及び例と同じである。

【0269】

50

式(2')で表される構成単位は、第2の有機層の高分子化合物の安定性が優れ、且つ、第2の有機層の高分子化合物の架橋性が優れるので、第2の有機層の高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.5～50モル%であり、より好ましくは3～30モル%であり、更に好ましくは5～20モル%である。

【0270】

式(2')で表される構成単位は、第2の有機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。

【0271】

第2の有機層の高分子化合物が、式(2')で表される構成単位を2種以上含む場合、式(2')で表される構成単位の少なくとも2種は、X'で表される架橋基が互いに異なることが好ましい。互いに異なるX'で表される架橋基の組み合わせの好ましい範囲は、前述の互いに異なる架橋基の組み合わせの好ましい範囲と同じである。

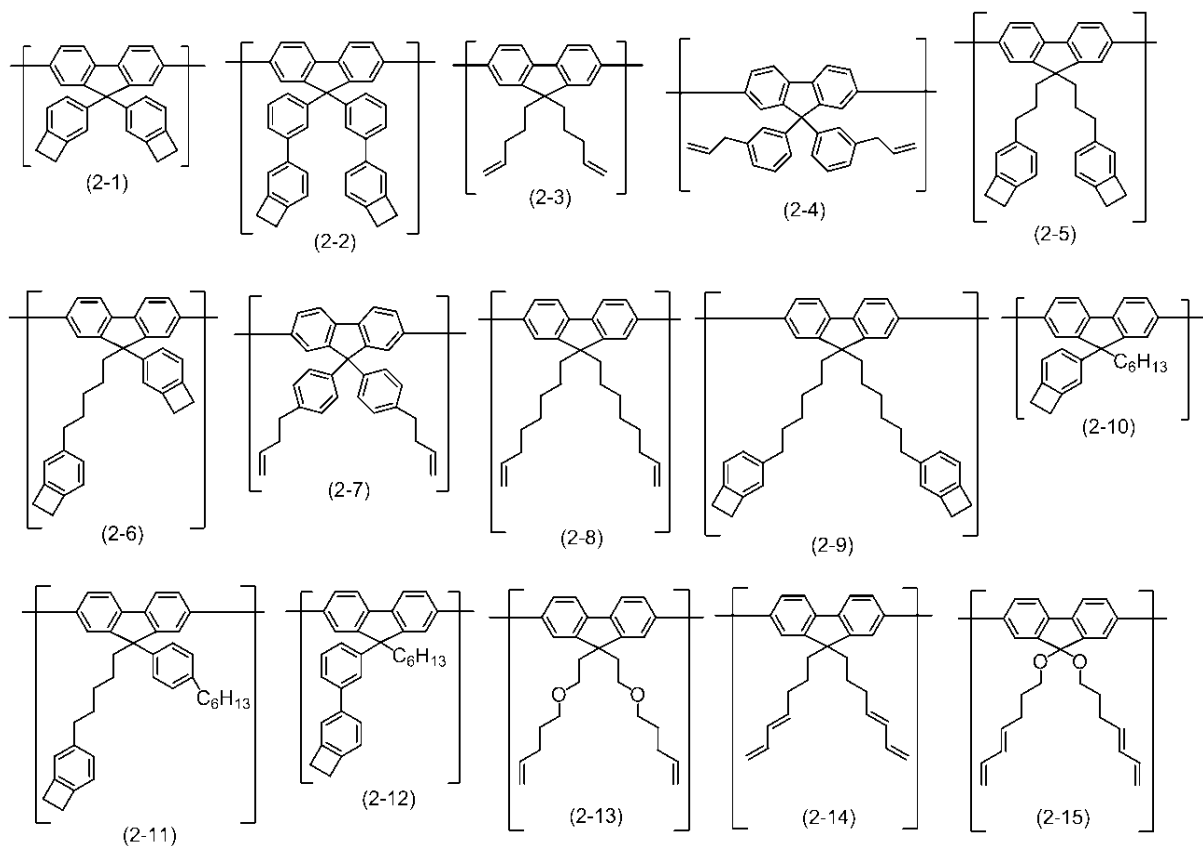
【0272】

・式(2)又は(2')で表される構成単位の好ましい態様

式(2)で表される構成単位としては、例えば、式(2-1)～式(2-30)で表される構成単位が挙げられ、式(2')で表される構成単位としては、例えば、式(2'-1)～式(2'-9)で表される構成単位が挙げられる。これらの中でも、第2の有機層の高分子化合物の架橋性が優れるので、好ましくは式(2-1)～式(2-30)で表される構成単位であり、より好ましくは式(2-1)～式(2-15)、式(2-19)、式(2-20)、式(2-23)、式(2-25)又は式(2-30)で表される構成単位であり、更に好ましくは式(2-1)～式(2-9)又は式(2-30)で表される構成単位である。

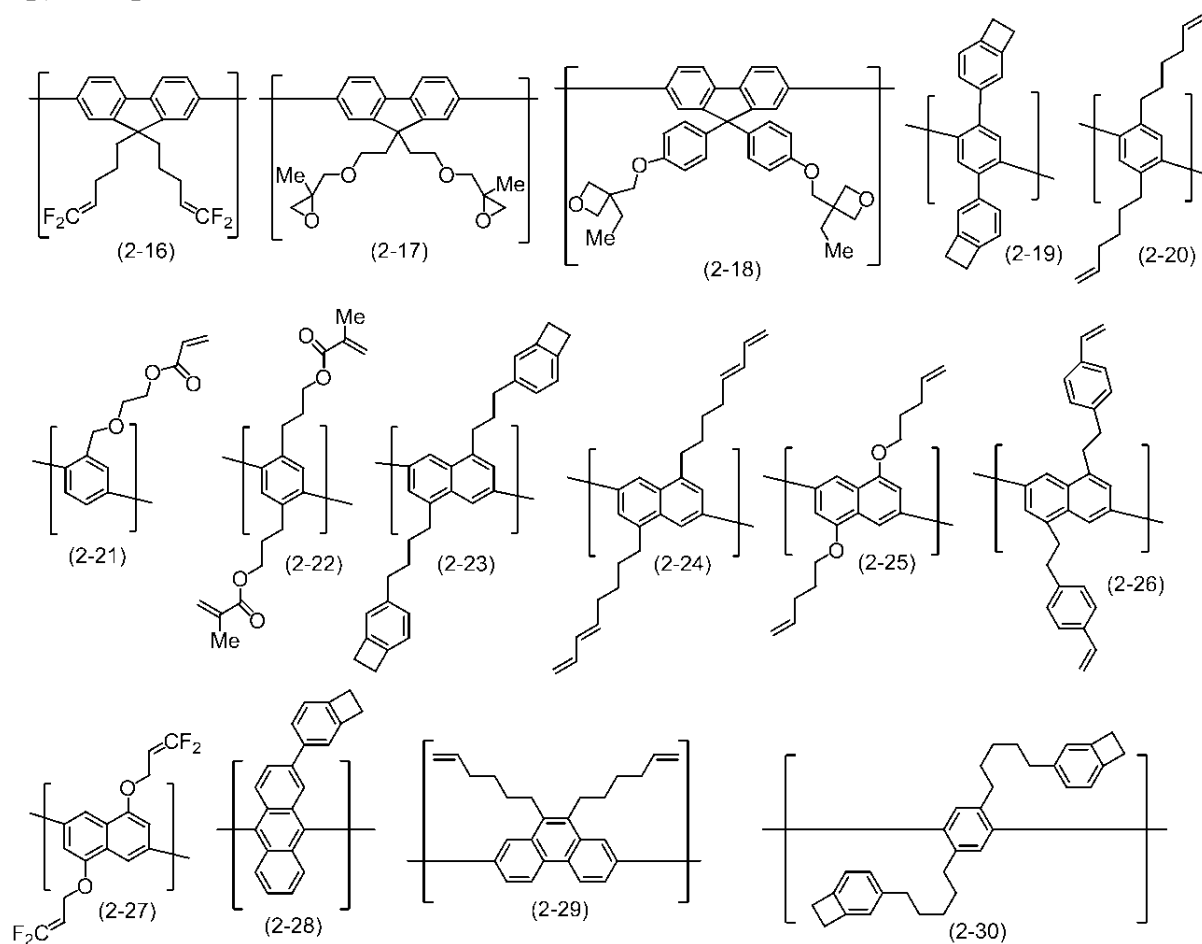
【0273】

【化57】



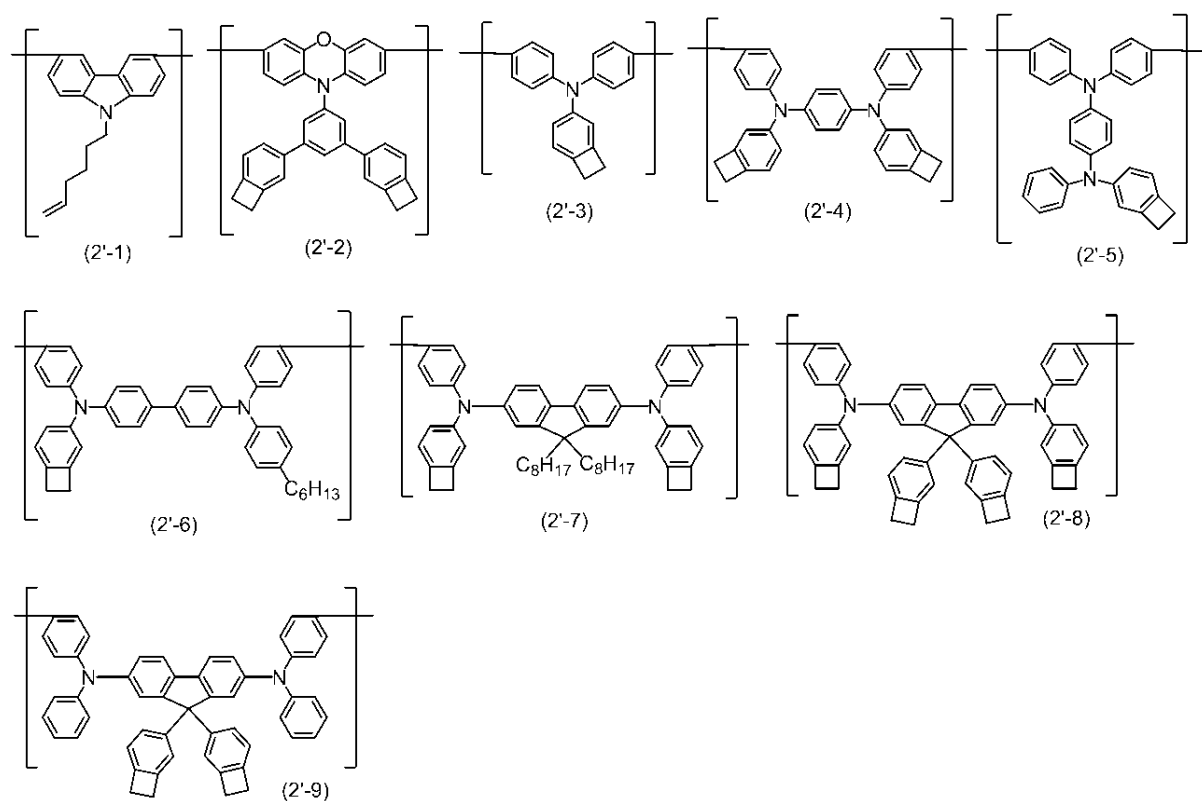
【0274】

【化 5 8】



【 0 2 7 5】

【化 5 9】



【 0 2 7 6】

10

20

30

40

50

・その他の構成単位

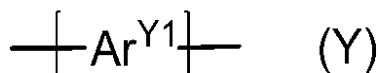
第2の有機層の高分子化合物は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、更に、式(Y)で表される構成単位を含むことが好ましい。

第2の有機層の高分子化合物は、正孔輸送性が優れるので、更に、式(X)で表される構成単位を含むことが好ましい。

第2の有機層の高分子化合物は、正孔輸送性が優れ、且つ、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、更に、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い。

【0277】

【化60】



[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。]

【0278】

Ar^{Y1} で表されるアリーレン基は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、式(A-1)～式(1-10)、式(A-19)又は式(A-20)で表される基であり、より好ましくは、式(A-1)～式(A-3)、式(A-6)-式(A-10)、式(A-19)又は式(A-20)で表される基であり、更に好ましくは、式(A-1)、式(A-2)、式(A-7)、式(A-9)又は式(A-19)で表される基である。

【0279】

Ar^{Y1} で表される2価の複素環基は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、式(AA-1)-式(AA-4)、式(AA-10)-式(AA-15)、式(AA-18)-式(AA-22)、式(AA-33)又は式(AA-34)で表される基であり、更に好ましくは、式(AA-4)、式(AA-10)、式(AA-12)、式(AA-14)又は式(AA-33)で表される基である。

【0280】

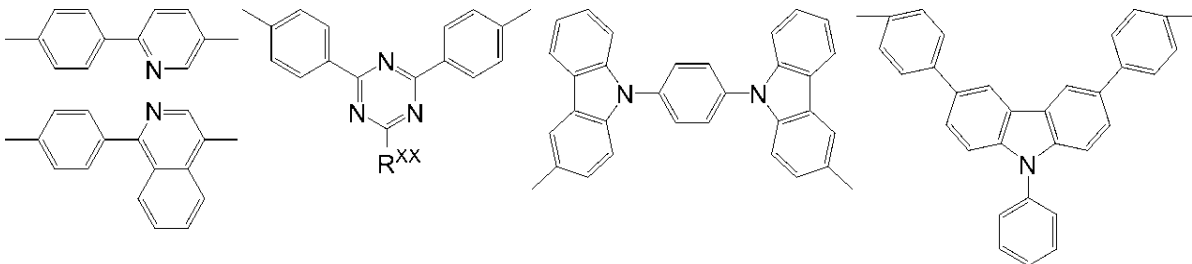
Ar^{Y1} で表される少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基における、アリーレン基及び2価の複素環基のより好ましい範囲、更に好ましい範囲は、それぞれ、前述の Ar^{Y1} で表されるアリーレン基及び2価の複素環基のより好ましい範囲、更に好ましい範囲と同様である。

【0281】

「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。

【0282】

【化61】



[式中、 R^{XX} 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。]

【0283】

R^{XX} は、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。

【0284】

A r^{Y1}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、1価の複素環基、置換アミノ基、フッ素原子又はシアノ基であり、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。

【0285】

A r^{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、1価の複素環基、置換アミノ基、フッ素原子又はシアノ基であり、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。

10

【0286】

A r^{Y1}で表されるアリーレン基は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れ、且つ、第2の有機層の高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位が高くなるので、好ましくは式(Y-1)又は式(Y-2)のいずれかで表される基であり、より好ましくは式(Y-1)で表される基である。

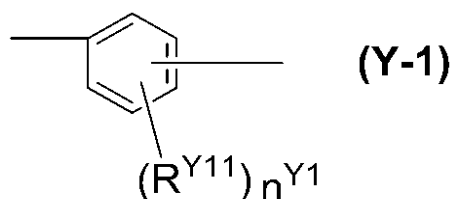
20

A r^{Y1}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価の基は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れ、且つ、第2の有機層の高分子化合物の電子輸送性が優れるので、好ましくは式(Y-4)～式(Y-7)のいずれかで表される基である。

A r^{Y1}で表される2価の複素環基は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れ、且つ、第2の有機層の高分子化合物の正孔輸送性が優れるので、好ましくは式(Y-8)～式(Y-10)のいずれかで表される基であり、より好ましくは式(Y-10)で表される基である。

【0287】

【化62】



30

[式中、

n^{Y1}は、1以上4以下の整数を表す。

R^{Y11}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。R^{Y11}が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、隣接するR^{Y11}同士は互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していてもよい。]

40

【0288】

n^{Y1}は、好ましくは1又は2であり、より好ましくは2である。

【0289】

R^{Y11}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、アルキル基又はシクロアルキル基であり、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。

【0290】

R^{Y11}が複数存在する場合、隣接するR^{Y11}同士は互いに結合して、それぞれが結合する

50

炭素原子と共に環を形成していないことが好ましい。

【0291】

R^{Y11} 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。

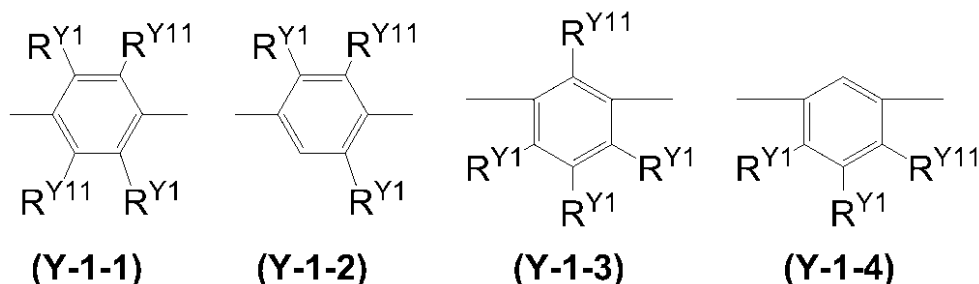
【0292】

式(Y-1)で表される基は、好ましくは式(Y-1-1)～式(Y-1-4)で表される基であり、より好ましくは式(Y-1-1)又は式(Y-1-2)で表される基であり、更に好ましくは式(Y-1-1)で表される基である。

【0293】

【化63】

10



[式中、

R^{Y11} は、前記と同じ意味を表す。

20

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。複数存在する R^{Y1} は、同一でも異なってもよく、隣接する R^{Y1} 同士は互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していてもよい。

隣接する R^{Y1} と R^{Y11} とは、互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していてもよい。]

【0294】

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、アリール基又は1価の複素環基であり、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、アルキル基又はシクロアルキル基であり、特に好ましくは、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。

30

【0295】

R^{Y1} 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。

【0296】

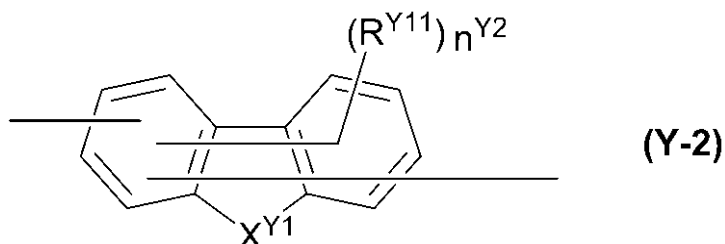
隣接する R^{Y1} 同士は互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していないことが好ましい。

隣接する R^{Y1} と R^{Y11} とは互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していないことが好ましい。

40

【0297】

【化64】



[式中、

50

n^{Y2} は、1以上6以下の整数を表す。

R^{Y11} は、前記と同じ意味を表す。

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。複数存在する R^{Y2} は、同一でも異なってもよく、 R^{Y2} 同士は互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していてもよい。]

【0298】

n^{Y2} は、好ましくは1以上4以下の整数であり、より好ましくは1又は2であり、更に好ましくは2である。

【0299】

R^{Y2} 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。

【0300】

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、 $A r^{Y1}$ 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の例及び好ましい範囲と同じである。

【0301】

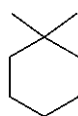
X^{Y1} において、 $-C(R^{Y2})_2-$ で表される基中の2個の R^{Y2} の組み合わせは、好ましくは両方がアルキル基もしくはシクロアルキル基、両方がアリール基、両方が1価の複素環基、又は、一方がアルキル基もしくはシクロアルキル基で他方がアリール基若しくは1価の複素環基であり、より好ましくは一方がアルキル基もしくはシクロアルキル基で他方がアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。2個存在する R^{Y2} は互いに結合して、それぞれが結合する原子と共に環を形成していてもよく、 R^{Y2} が環を形成する場合、 $-C(R^{Y2})_2-$ で表される基としては、好ましくは式(Y-A1)-式(Y-A5)で表される基であり、より好ましくは式(Y-A4)で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0302】

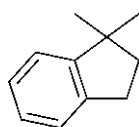
【化65】



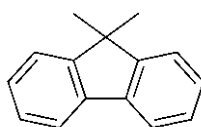
(Y-A1)



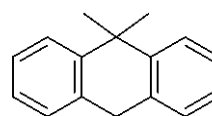
(Y-A2)



(Y-A3)



(Y-A4)



(Y-A5)

【0303】

X^{Y1} において、 $-C(R^{Y2})=C(R^{Y2})-$ で表される基中の2個の R^{Y2} の組み合わせは、好ましくは両方がアルキル基もしくはシクロアルキル基、又は、一方がアルキル基もしくはシクロアルキル基で他方がアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0304】

X^{Y1} において、 $-C(R^{Y2})_2-C(R^{Y2})_2-$ で表される基中の4個の R^{Y2} 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シクロアルキル基である。複数ある R^{Y2} は互いに結合して、それぞれが結合する原子と共に環を形成していてもよく、 R^{Y2} が環を形成する場合、 $-C(R^{Y2})_2-C(R^{Y2})_2-$ で表される基は、好ましくは式(Y-B1)-(Y-B5)で表される基であり、より好ましくは式(Y-B3)で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

【0305】

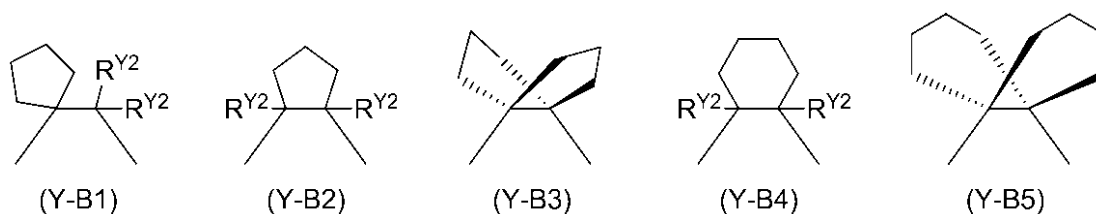
10

20

30

40

【化 6 6】



[式中、 R^{Y2} は前記と同じ意味を表す。]

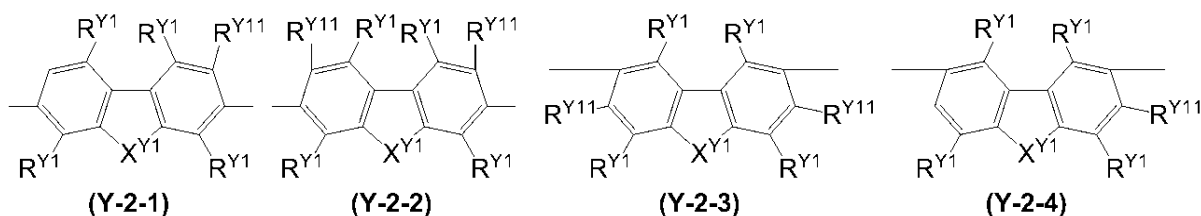
【0306】

式(Y-2)で表される基は、好ましくは式(Y-2-1)～(Y-2-4)で表される基であり、より好ましくは式(Y-2-1)又は式(Y-2-2)で表される基である。

10

【0307】

【化 6 7】

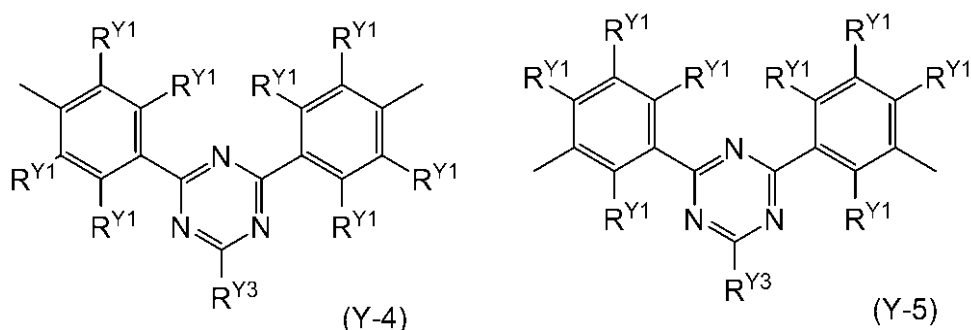


[式中、 R^{Y1} 、 R^{Y11} 及び X^{Y1} は、前記と同じ意味を表す。]

20

【0308】

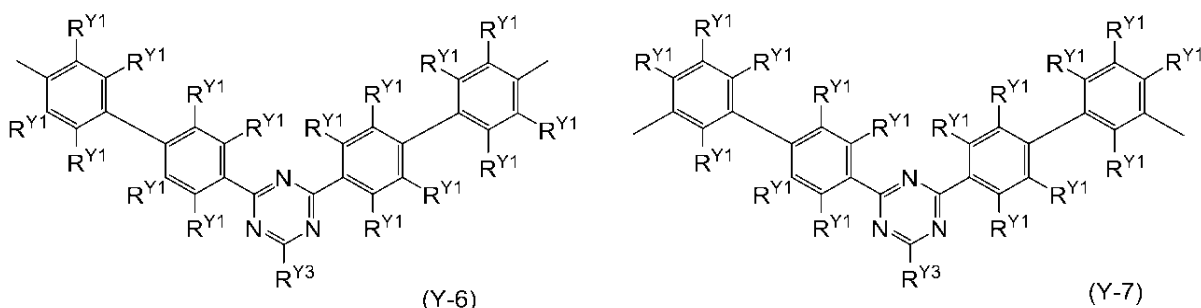
【化 6 8】



30

【0309】

【化 6 9】



40

[式中、

R^{Y1} は、前記と同じ意味を表す。

R^{Y3} 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。]

【0310】

R^{Y3} 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。

50

【0311】

R^{Y3} 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。

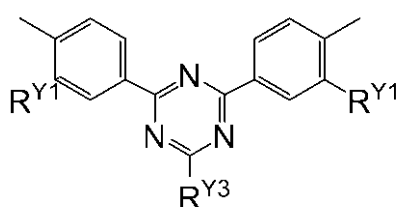
【0312】

式(Y-4)で表される基は、式(Y-4')で表される基であることが好ましい。

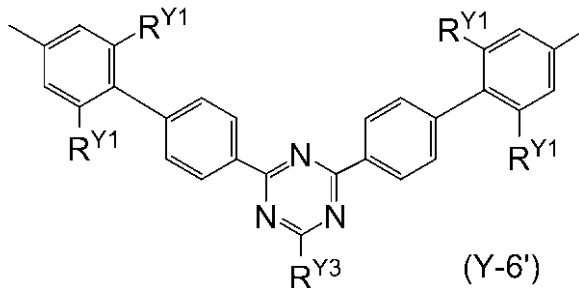
式(Y-6)で表される基は、式(Y-6')で表される基であることが好ましい。

【0313】

【化70】



(Y-4')

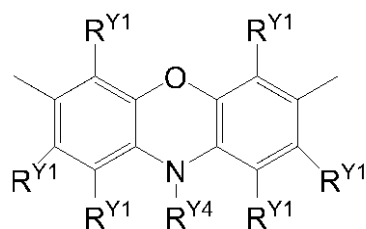


(Y-6')

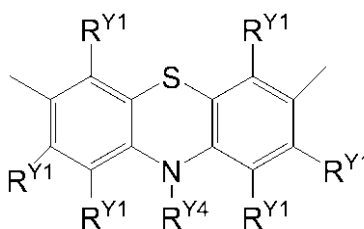
[式中、 R^{Y1} 及び R^{Y3} は前記と同じ意味を表す。]

【0314】

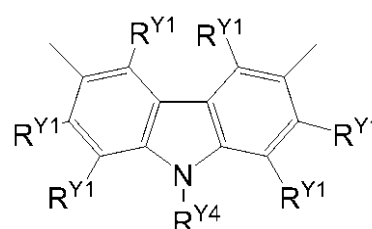
【化71】



(Y-8)



(Y-9)



(Y-10)

[式中、

R^{Y1} は、前記を同じ意味を表す。

R^{Y4} 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。]

【0315】

R^{Y4} 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。

【0316】

R^{Y4} 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。

【0317】

第2の有機層の高分子化合物は、最低三重項励起状態のエネルギー準位がより高くなるので、式(Y-1)、式(Y-2)又は式(Y-8)～式(Y-10)で表される基を含むことが好ましく、式(Y-1)、式(Y-2)又は式(Y-10)で表される基を含むことがより好ましく、式(Y-1)又は式(Y-10)で表される基を含むことが更に好ましく、式(Y-1)で表される基を含むことが特に好ましい。

【0318】

式(Y)で表される構成単位としては、例えば、式(Y-101)-式(Y-121)で表されるアリーレン基からなる構成単位、式(Y-201)-式(Y-206)で表される2価の複素環基からなる構成単位、式(Y-300)-式(Y-304)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価の基からなる構成単位が挙げられる。

【0319】

10

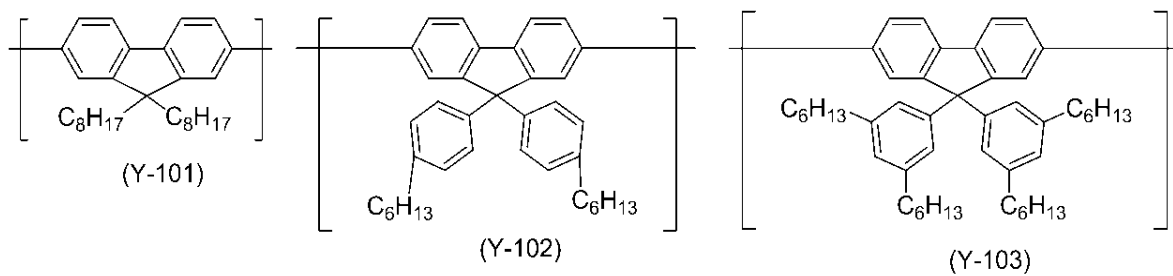
20

30

40

50

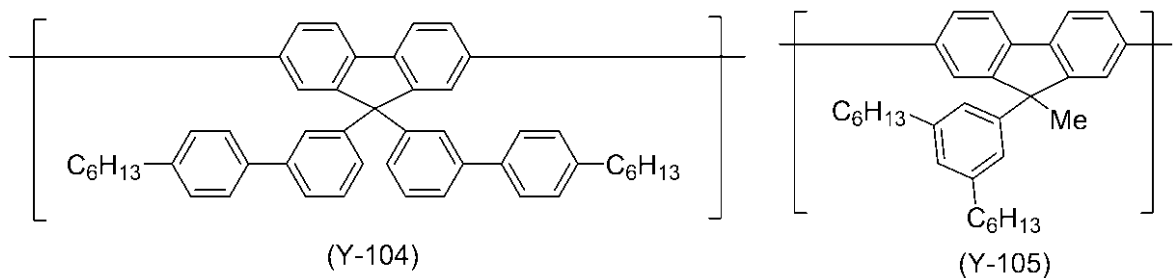
【化 7 2】



【 0 3 2 0 】

10

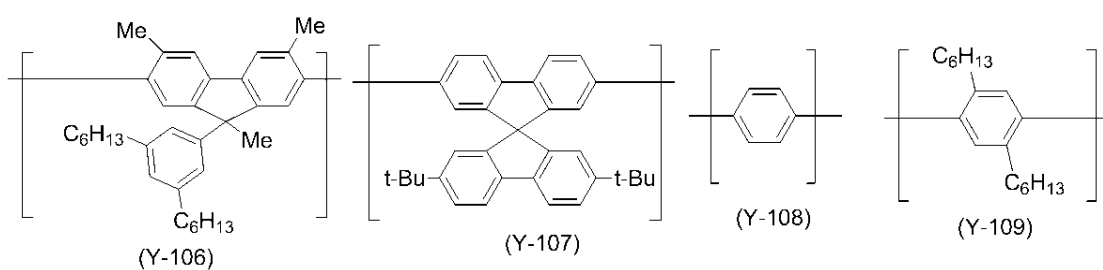
【化 7 3】



【 0 3 2 1 】

20

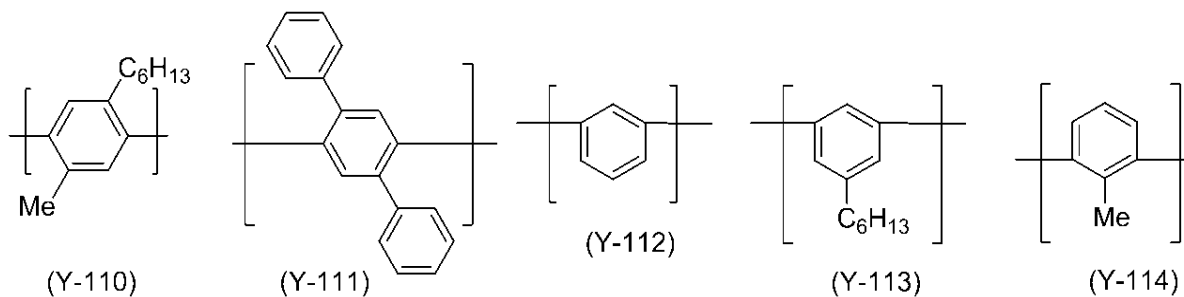
【化 7 4】



【 0 3 2 2 】

30

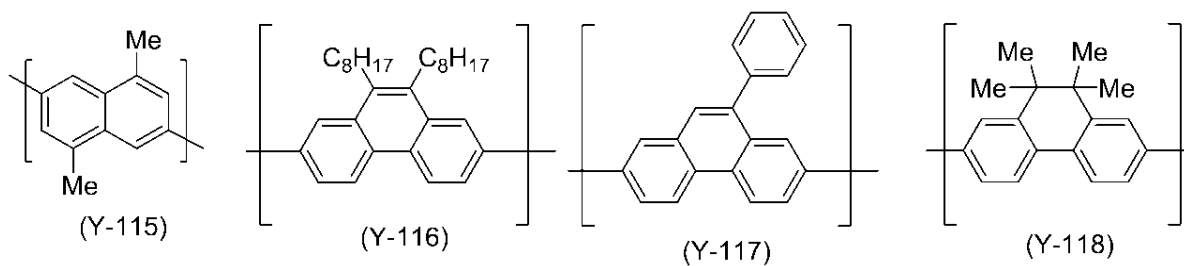
【化 7 5】



【 0 3 2 3 】

40

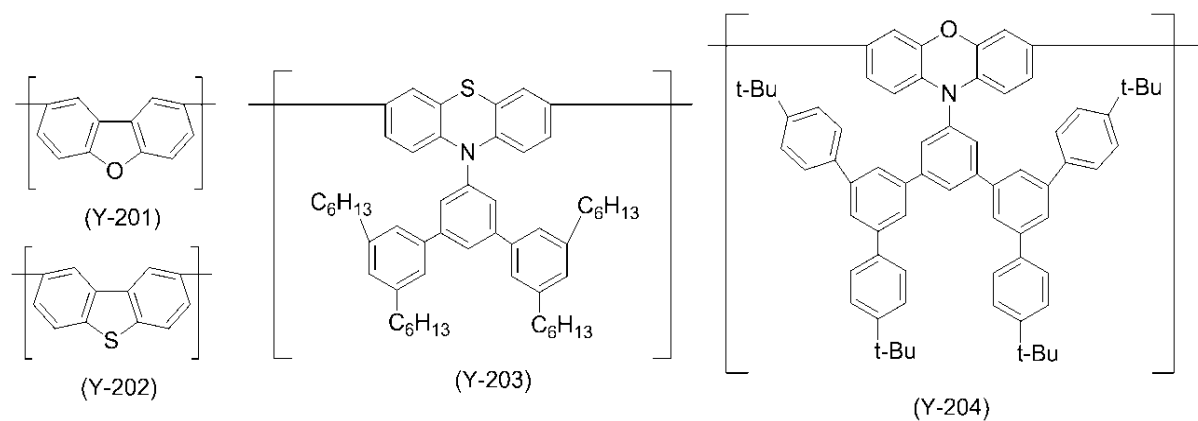
【化 7 6】



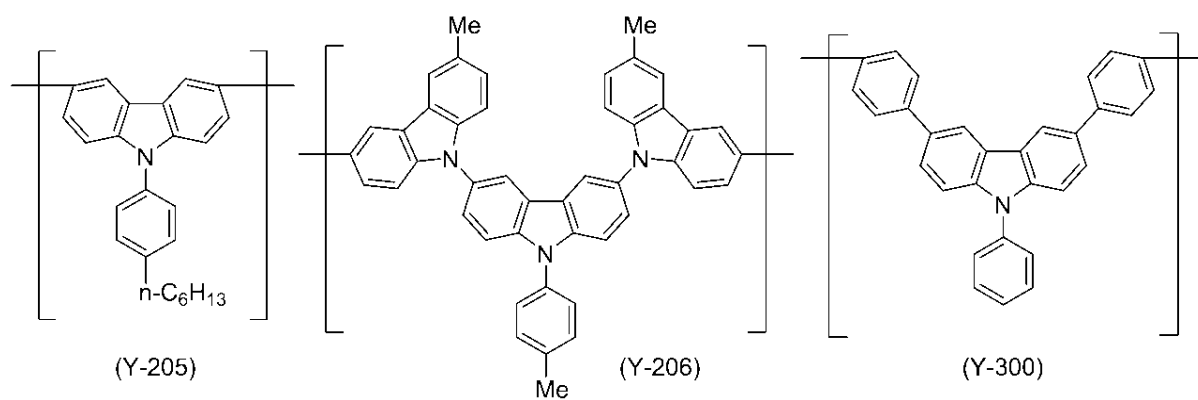
【 0 3 2 4 】

Chemical structures of polymers Y-119, Y-120, and Y-121 are shown. Y-119 is a polymer with a fluorene core and a side chain R^{YY}. Y-120 is a polymer with a fluorene core and two side chains, each consisting of a phenyl ring substituted with a methyl group and a hexyl group (C₆H₁₃). Y-121 is a polymer with a fluorene core and two side chains, each consisting of a phenyl ring substituted with a methyl group and a heptyl group (C₇H₁₅).

【化 7 8】

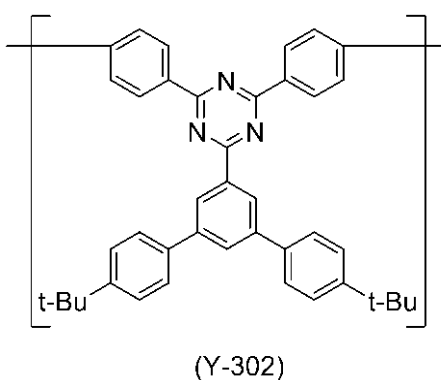
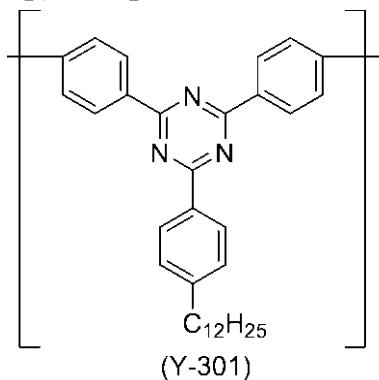


【化 7 9】

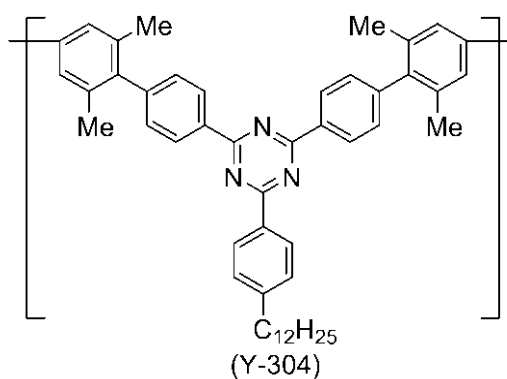
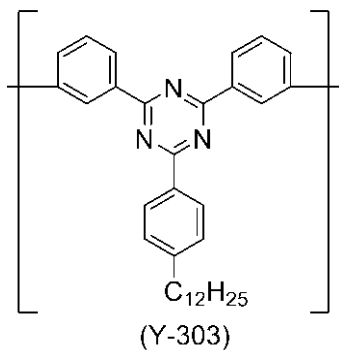


【 0 3 2 7 】

【化 8 0】



10



20

【0328】

第2の有機層の高分子化合物が式(Y)で表される構成単位を含み、且つ、 Ar^{Y1} がアリーレン基である構成単位である場合、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、第2の有機層の高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.5~90モル%であり、より好ましくは30~60モル%である。

【0329】

第2の有機層の高分子化合物が式(Y)で表される構成単位を含み、且つ、 Ar^{Y1} 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価の基である構成単位である場合、第2の有機層の高分子化合物の電荷輸送性が優れるので、第2の有機層の高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.1~90モル%であり、より好ましくは1~70モル%であり、更に好ましくは10~50モル%である。

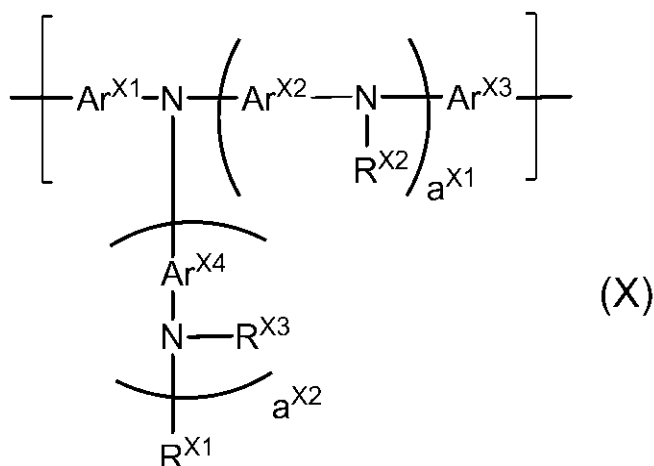
30

【0330】

式(Y)で表される構成単位は、第2の有機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。

【0331】

【化 8 1】



10

〔式中、

$a^{\text{X}1}$ 及び $a^{\text{X}2}$ は、それぞれ独立に、0 以上の整数を表す。

$\text{Ar}^{\text{X}1}$ 及び $\text{Ar}^{\text{X}3}$ 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。

$\text{Ar}^{\text{X}2}$ 及び $\text{Ar}^{\text{X}4}$ 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。 $\text{Ar}^{\text{X}2}$ 及び $\text{Ar}^{\text{X}4}$ 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

$\text{R}^{\text{X}1}$ 、 $\text{R}^{\text{X}2}$ 及び $\text{R}^{\text{X}3}$ 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。 $\text{R}^{\text{X}2}$ 及び $\text{R}^{\text{X}3}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

【0 3 3 2】

$a^{\text{X}1}$ は、本発明の発光素子の外部量子効率により優れるので、好ましくは 2 以下であり、より好ましくは 0 又は 1 であり、更に好ましくは 0 である。

$a^{\text{X}2}$ は、本発明の発光素子の外部量子効率により優れるので、好ましくは 2 以下であり、より好ましくは 0 又は 1 であり、更に好ましくは 0 である。

30

【0 3 3 3】

$\text{R}^{\text{X}1}$ 、 $\text{R}^{\text{X}2}$ 及び $\text{R}^{\text{X}3}$ 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。

【0 3 3 4】

$\text{Ar}^{\text{X}1}$ 、 $\text{Ar}^{\text{X}2}$ 、 $\text{Ar}^{\text{X}3}$ 及び $\text{Ar}^{\text{X}4}$ で表され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、 $\text{Ar}^{\text{Y}1}$ で表され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。

【0 3 3 5】

$\text{Ar}^{\text{X}2}$ 及び $\text{Ar}^{\text{X}4}$ 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、 $\text{Ar}^{\text{Y}1}$ で表され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。

40

【0 3 3 6】

$\text{Ar}^{\text{X}2}$ 及び $\text{Ar}^{\text{X}4}$ 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 価の基としては、式(Y)の $\text{Ar}^{\text{Y}1}$ 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 価の基と同様のものが挙げられる。

【0 3 3 7】

$\text{Ar}^{\text{X}1}$ 、 $\text{Ar}^{\text{X}2}$ 、 $\text{Ar}^{\text{X}3}$ 及び $\text{Ar}^{\text{X}4}$ は、好ましくは置換基を有していてもよいアリーレ

50

ン基である。

【0338】

第2の有機層の高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位が高くなるので、 Ar^{X1} 及び Ar^{X3} のうち、少なくとも1つは、好ましくは、式(Y-1)又は式(Y-2)で表される基であり、より好ましくは、式(Y-1)で表される基であり、更に好ましくは、式(Y-1-1)又は式(Y-1-2)で表される基であり、特に好ましくは式(Y-1-2)で表される基である。

【0339】

本発明の発光素子の外部量子効率がより優れ、且つ、第2の有機層の高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位がより高くなるので、 Ar^{X1} 及び Ar^{X3} は、好ましくは、式(Y-1)又は式(Y-2)で表される基であり、より好ましくは、式(Y-1)で表される基であり、更に好ましくは、式(Y-1-1)又は式(Y-1-2)で表される基であり、特に好ましくは式(Y-1-2)で表される基である。

10

【0340】

$Ar^{X1} \sim Ar^{X4}$ 及び $R^{X1} \sim R^{X3}$ 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、 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。

【0341】

$Ar^{X1} \sim Ar^{X4}$ 及び $R^{X1} \sim R^{X3}$ 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。

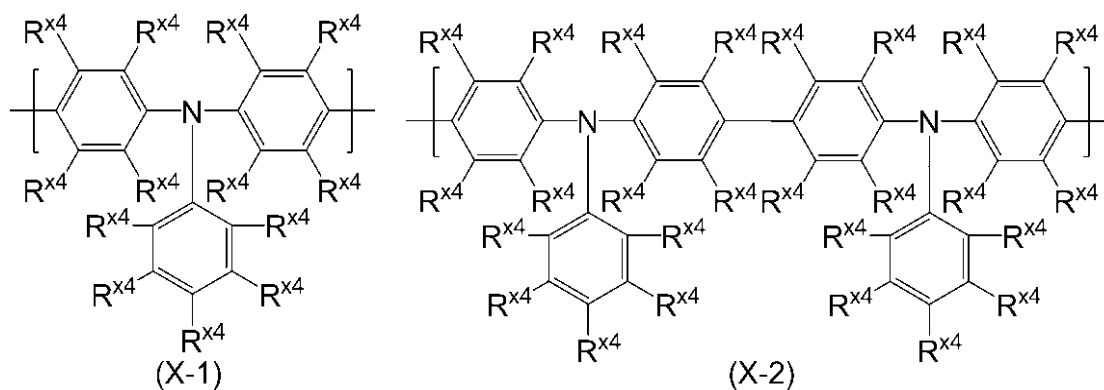
【0342】

式(X)で表される構成単位は、好ましくは式(X-1)-式(X-7)で表される構成単位であり、より好ましくは式(X-1)-式(X-6)で表される構成単位である。

20

【0343】

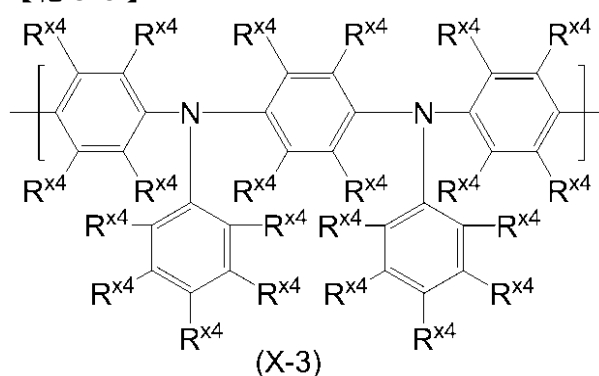
【化82】



30

【0344】

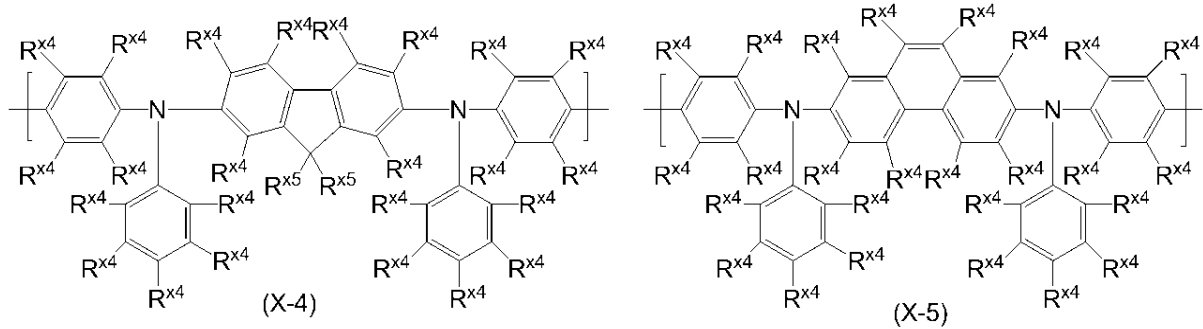
【化83】



40

【0345】

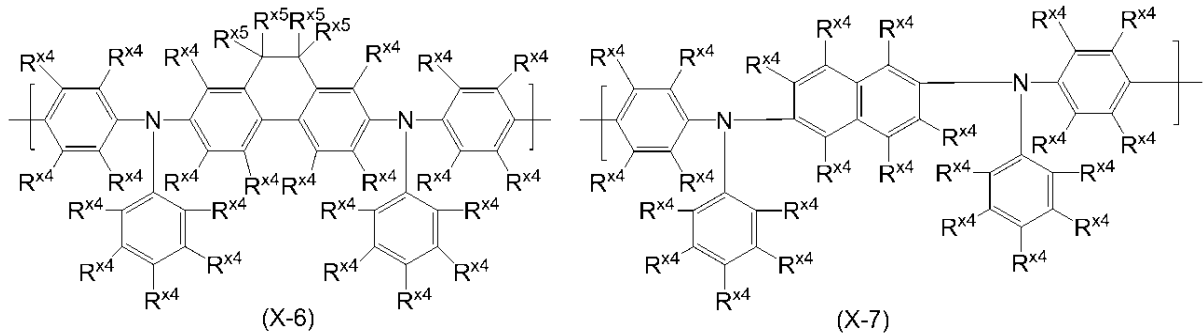
【化 8 4】



10

【 0 3 4 6 】

【化 8 5】



20

〔式中、 R^{X4} 及び R^{X5} 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、ハロゲン原子、1価の複素環基又はシアノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する R^{X4} は、同一でも異なってもよい。複数存在する R^{X5} は、同一でも異なってもよく、隣接する R^{X5} 同士は互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していてもよい。〕

【 0 3 4 7 】

R^{X4} 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、シクロアルコキシ基、アリール基又は1価の複素環基であり、より好ましくは、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、更に好ましくは、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、特に好ましくは、水素原子又はアルキル基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

30

【 0 3 4 8 】

R^{X5} 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、シクロアルコキシ基、アリール基又は1価の複素環基であり、より好ましくは、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、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。

【 0 3 4 9 】

R^{X4} 及び R^{X5} 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、 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の例及び好ましい範囲と同じである。

40

【 0 3 5 0 】

第2の有機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、式(X)で表される構成単位は、正孔輸送性が優れるので、第2の有機層の高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.1~90モル%であり、より好ましくは1~70モル%であり、更に好ましくは10~50モル%である。

【 0 3 5 1 】

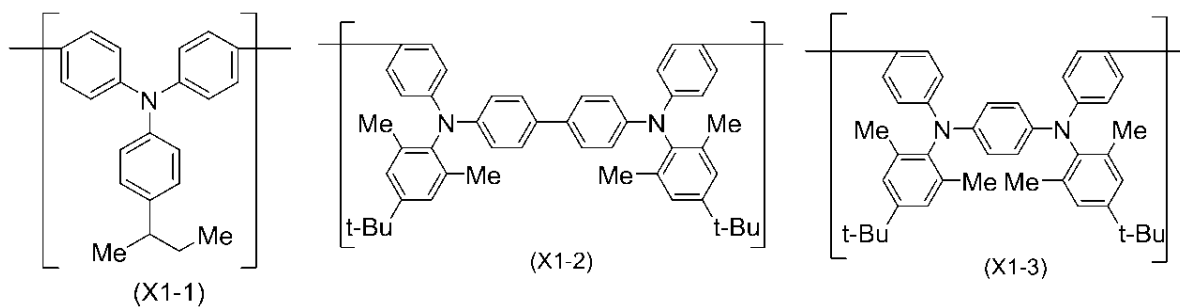
式(X)で表される構成単位としては、例えば、式(X1-1)-式(X1-15)で表される構成単位

50

が挙げられる。

【0352】

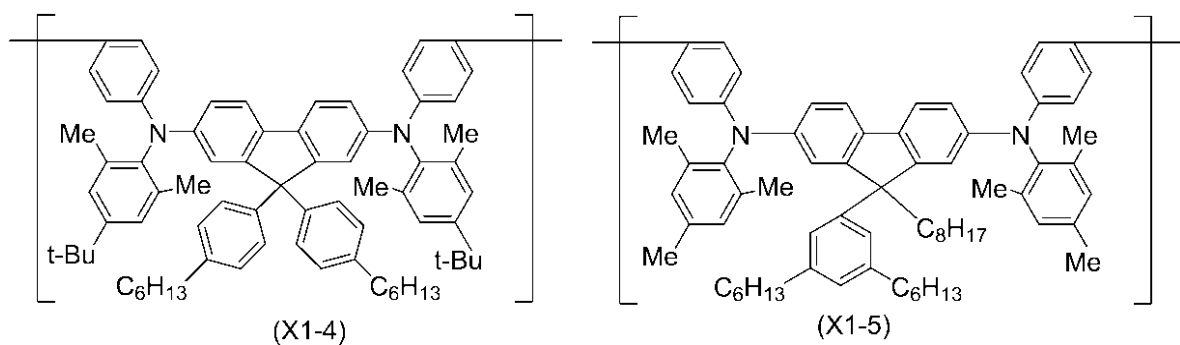
【化86】



10

【0353】

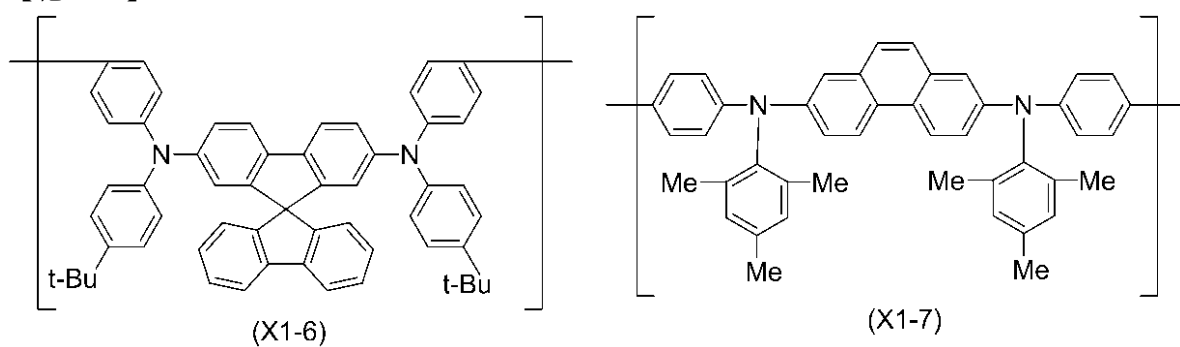
【化87】



20

【0354】

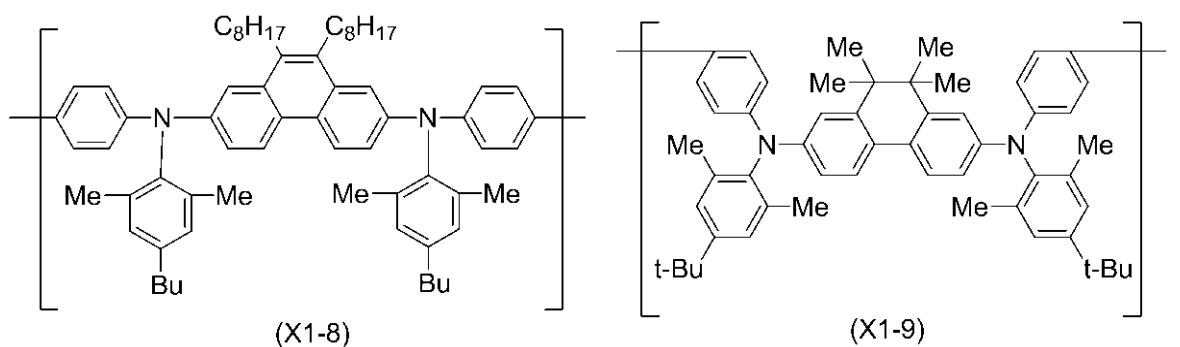
【化88】



30

【0355】

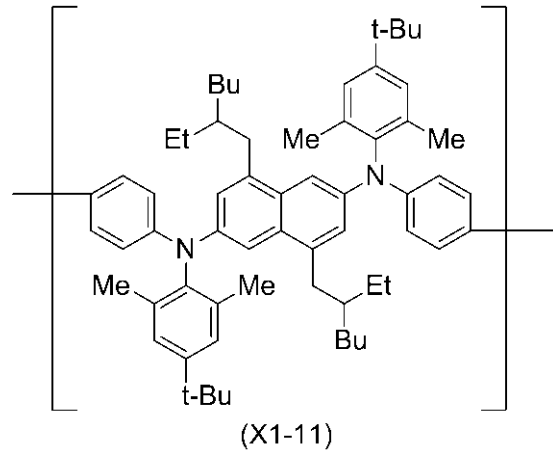
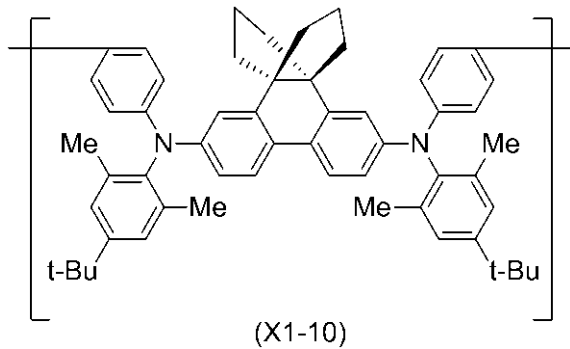
【化89】



40

【0356】

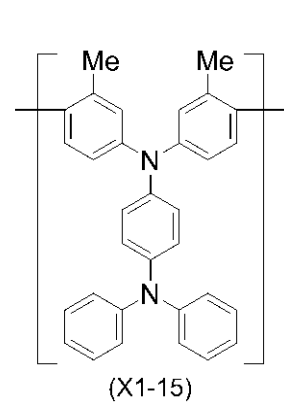
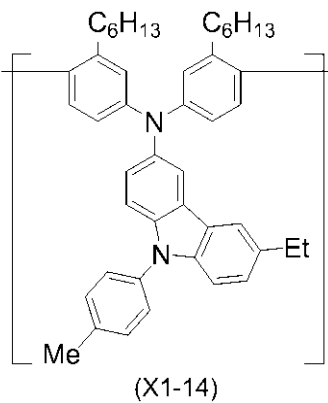
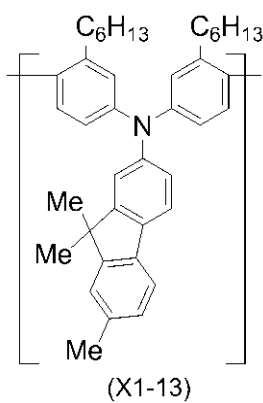
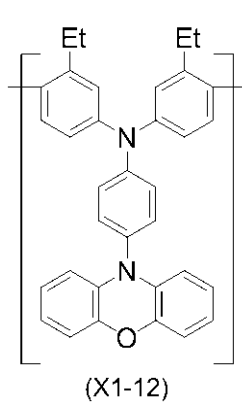
【化 9 0】



10

【 0 3 5 7】

【化 9 1】



20

【 0 3 5 8】

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

【 0 3 5 9】

第2の有機層の高分子化合物としては、例えば、高分子化合物P-1～P-8が挙げられる。ここで、「その他の構成単位」とは、式(2)、式(2')、式(X)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。

【 0 3 6 0】

【表 1】

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

40

[表中、p'、q'、r'、s'及びt'は、各構成単位のモル比率を表す。p' + q' + r' + s' + t' = 100]

50

+ r' + s' + t' = 100であり、且つ、 $70 \leq p' + q' + r' + s' \leq 100$ である。]

【0361】

第2の有機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。

【0362】

第2の有機層の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、より好ましくは $1.5 \times 10^4 \sim 1 \times 10^5$ である。

10

【0363】

[第2の有機層の高分子化合物の製造方法]

第2の有機層の高分子化合物は、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。

【0364】

前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。

20

【0365】

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。

【0366】

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。第2の有機層の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。

【0367】

[第2の組成物]

30

第2の有機層は、第2の有機層の高分子化合物の架橋体と、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。

【0368】

第2の組成物に含有される正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料及び電子注入材料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、正孔注入材料及び電子注入材料の例及び好ましい範囲と同じである。

【0369】

第2の組成物に含有される発光材料としては、例えば、第1の組成物が含有していてもよい蛍光発光性化合物、及び、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金属錯体が挙げられる。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。

40

【0370】

第2の組成物において、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配合量は、各々、第2の有機層の高分子化合物の架橋体を100質量部とした場合、通常、1~400質量部であり、好ましくは5~150質量部である。

【0371】

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

50

の配合量は、第2の有機層の高分子化合物の架橋体を100質量部とした場合、通常、0.001～10質量部である。

【0372】

第2の有機層の高分子化合物と、溶媒とを含有する組成物（以下、「第2のインク」ともいう。）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。

【0373】

第2のインクにおいて、溶媒の配合量は、第2の有機層の高分子化合物を100質量部とした場合、通常、1000～100000質量部であり、好ましくは2000～20000質量部である。

10

【0374】

＜発光素子の層構成＞

本発明の発光素子は、陽極、陰極、第1の有機層及び第2の有機層以外の層を有していてもよい。

本発明の発光素子において、第1の有機層は、通常、発光層（以下、「第1の発光層」という。）である。

本発明の発光素子において、第2の有機層は、通常、正孔輸送層、第2の発光層又は電子輸送層であり、好ましくは正孔輸送層又は第2の発光層であり、より好ましくは正孔輸送層である。

20

【0375】

本発明の発光素子において、第1の有機層と第2の有機層とは、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、隣接していることが好ましい。

本発明の発光素子において、第2の有機層は、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、陽極及び第1の有機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の有機層の間に設けられた正孔輸送層又は第2の発光層であることがより好ましく、陽極及び第1の有機層の間に設けられた正孔輸送層であることが更に好ましい。

【0376】

本発明の発光素子の第1の有機層において、化合物（T）及び燐光発光性遷移金属錯体は、それぞれ、1種単独で含有されていても、2種以上含有されていてもよい。本発明の発光素子の第2の有機層において、第2の有機層の高分子化合物の架橋体は、1種単独で含有されていても、2種以上含有されていてもよい。

30

【0377】

本発明の発光素子において、第2の有機層が陽極及び第1の有機層の間に設けられた正孔輸送層である場合、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、陽極と第2の有機層との間に、正孔注入層を更に有することが好ましい。第2の有機層が陽極及び第1の有機層の間に設けられた正孔輸送層である場合、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、陰極と第1の有機層との間に、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。

【0378】

本発明の発光素子において、第2の有機層が陽極及び第1の有機層の間に設けられた第2の発光層である場合、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、陽極と第2の有機層との間に、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。第2の有機層が陽極及び第1の有機層の間に設けられた第2の発光層である場合、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、陰極と第1の有機層との間に、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。

40

【0379】

本発明の発光素子において、第2の有機層が陰極及び第1の有機層の間に設けられた第2の発光層である場合、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、陽極と第1

50

の有機層との間に、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。第2の有機層が陰極及び第1の有機層の間に設けられた第2の発光層である場合、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、陰極と第2の有機層との間に、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。

【0380】

本発明の発光素子において、第2の有機層が陰極及び第1の有機層の間に設けられた電子輸送層である場合、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、陽極と第1の有機層との間に、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。第2の有機層が陰極及び第1の有機層の間に設けられた電子輸送層である場合、本発明の発光素子の外部量子効率がより優れるので、陰極と第2の有機層との間に、電子注入層を更に有することが好ましい。

10

【0381】

本発明の発光素子の具体的な層構成としては、例えば、(D1)～(D15)で表される層構成が挙げられる。本発明の発光素子は、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。

【0382】

(D1) 陽極／第2の発光層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／陰極
(D2) 陽極／正孔輸送層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／陰極
(D3) 陽極／正孔注入層／第2の発光層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／陰極

20

(D4) 陽極／正孔注入層／第2の発光層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／電子輸送層／陰極

(D5) 陽極／正孔注入層／第2の発光層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／電子注入層／陰極

(D6) 陽極／正孔注入層／第2の発光層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／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の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／陰極

(D8) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／電子輸送層／陰極

30

(D9) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／電子注入層／陰極

(D10) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)／電子輸送層／電子注入層／陰極

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

40

(D14) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／第1の発光層(第1の有機層)／電子輸送層(第2の有機層)／電子注入層／陰極

(D15) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層(第2の有機層)／第2の発光層／第1の発光層(第1の有機層)／電子輸送層／電子注入層／陰極

【0383】

(D1)～(D15)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。具体的には、「第2の発光層(第2の有機層)／第1の発光層(第1の有機層)」とは、第2の発光層(第2の有機層)と第1の発光層(第1の有機層)とが隣接して積層していることを意味する。

50

【0384】

本発明の発光素子の外部量子効率により優れるので、(D3)～(D12)で表される層構成が好ましく、(D7)～(D10)で表される層構成がより好ましい。

【0385】

本発明の発光素子において、陽極、正孔注入層、正孔輸送層、第2の発光層、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、第2の発光層、電子輸送層、電子注入層及び陰極が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

【0386】

陽極、正孔注入層、正孔輸送層、第1の発光層、第2の発光層、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。

【0387】

本発明の発光素子において、積層する層の順番、数、及び厚さは、発光素子の発光効率、駆動電圧及び素子寿命を勘案して調整すればよい。

【0388】

[第2の発光層]

第2の発光層は、通常、第2の有機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。

本発明の発光素子が第2の発光層を有し、且つ、後述の正孔輸送層及び後述の電子輸送層が第2の有機層ではない場合、第2の発光層は第2の有機層であることが好ましい。

【0389】

[正孔輸送層]

正孔輸送層は、通常、第2の有機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の有機層である。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1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。

本発明の発光素子が正孔輸送層を有し、且つ、前述の第2の発光層及び後述の電子輸送層が第2の有機層ではない場合、正孔輸送層は第2の有機層であることが好ましい。

【0390】

[電子輸送層]

電子輸送層は、通常、第2の有機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1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種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

本発明の発光素子が電子輸送層を有し、且つ、前述の第2の発光層及び前述の正孔輸送層が第2の有機層ではない場合、電子輸送層は第2の有機層であることが好ましい。

【0391】

[正孔注入層及び電子注入層]

正孔注入層は、正孔注入材料を含有する層である。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1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。

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1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種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

【0392】

[基板／電極]

発光素子における基板は、電極を形成することができ、かつ、有機層を形成する際に化学的に変化しない基板であればよく、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る。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。

【0393】

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・オキシド（ITO）、インジウム・亜鉛・オキシド等の導電性化合物；銀とパラジウムと銅との複合体（APC）；NE SA、金、白金、銀、銅である。

【0394】

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。

【0395】

本発明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。

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。

【0396】

[発光素子の製造方法]

本発明の発光素子において、第1の発光層、第2の発光層、正孔輸送層、電子輸送層、正孔注入層、電子注入層等の各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、粉末からの真空蒸着法、溶液又は熔融状態からの成膜による方法が挙げられ、高分子化合物を用いる場合、例えば、溶液又は熔融状態からの成膜による方法が挙げられる。

第1の発光層、第2の発光層、正孔輸送層、電子輸送層、正孔注入層及び電子注入層は、第1のインク、第2のインク、並びに、上述した発光材料、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料及び電子注入材料をそれぞれ含有するインクを用いて、スピンコート法、インクジェット印刷法等の塗布法により形成することができる。

【0397】

[発光素子の用途]

発光素子を用いて面状の発光を得るためには、面状の陽極と陰極が重なり合うように配置すればよい。パターン状の発光を得るためには、面状の発光素子の表面にパターン状の窓を設けたマスクを設置する方法、非発光部にしたい層を極端に厚く形成し実質的に非発光とする方法、陽極若しくは陰極、又は両方の電極をパターン状に形成する方法がある。これらのいずれかの方法でパターンを形成し、いくつかの電極を独立にON/OFFできるように配置することにより、数字、文字等を表示できるセグメントタイプの表示装置が得られる。ドットマトリックス表示装置とするためには、陽極と陰極を共にストライプ状に形成して直交するように配置すればよい。複数の種類の発光色の異なる高分子化合物を塗り分ける方法、カラーフィルター又は蛍光変換フィルターを用いる方法により、部分カラー表示、マルチカラー表示が可能となる。ドットマトリックス表示装置は、パッシブ駆動も可能であるし、TFT等と組み合わせてアクティブ駆動も可能である。これらの表示

装置は、コンピュータ、テレビ、携帯端末等のディスプレイに用いることができる。面状の発光素子は、液晶表示装置のバックライト用の面状光源、又は、面状の照明用光源として好適に用いることができる。フレキシブルな基板を用いれば、曲面状の光源及び表示装置としても使用できる。

【実施例】

【0398】

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。

【0399】

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(Mn)及びポリスチレン換算の重量平均分子量(Mw)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。

【0400】

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、2.0 mL/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ズ製)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。

【0401】

化合物の ΔE_{ST} の値の算出は、B3LYPレベルの密度汎関数法により、化合物の基底状態を構造最適化した。その際、基底関数として、6-31G*を用いた。そして、得られた構造最適化された構造を用いて、B3LYPレベルの時間依存密度汎関数法により、化合物の ΔE_{ST} を算出した。なお、量子化学計算プログラムとして、Gaussian 09を用いて計算した。

【0402】

高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、高分子化合物の77 Kにおける燐光発光スペクトルを測定することにより求めた。

具体的には、高分子化合物を、キシレンに3.0質量%の濃度で溶解させた。得られたキシレン溶液を用いて、ガラス基板上にドロップキャスト法にて成膜した後、室温で真空乾燥を行うことにより、高分子化合物の膜を形成した。高分子化合物の膜が形成されたガラス基板を、酸素濃度5 ppm未満の窒素雰囲気下としたガラス管中に投入した後、ガラス管を封管した。封管されたガラス管を、液体窒素で77 Kに冷却し、測定試料とした。得られた測定試料に励起光(励起波長:325 nm)を照射し、高分子化合物の燐光発光スペクトルを測定した。得られた高分子化合物の燐光発光スペクトルにおける、最も短波長の極大ピーク波長をエネルギーに換算した値を高分子化合物の最低三重項励起状態のエネルギー準位とした。

高分子化合物の燐光発光スペクトルの測定において、回転式のオプティカルチョッパーを用いた。励起光源にはHe-Cdレーザー(金門光波社製)を用いた。検出器には浜松ホトニクス社製マルチチャンネル分光器(商品名:PMA-12)を用いた。

【0403】

<合成例M1> 化合物M1~M20の合成

化合物M1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。

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M9は、国際公開第2017/146083号に記載の方法に準じて合成した。

化合物M10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は、特開2011-174062号公報に記載の方法に従って合成した。

化合物M13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M14は、特開2011-174062号公報に記載の方法に従って合成した。

化合物M15は、国際公開第2013/191088号に記載の方法に従って合成した。

。

化合物M16は、国際公開第2013/191088号に記載の方法に従って合成した

10

。

化合物M17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M18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M19は、国際公開第2016/031639号に記載の方法に従って合成した。

。

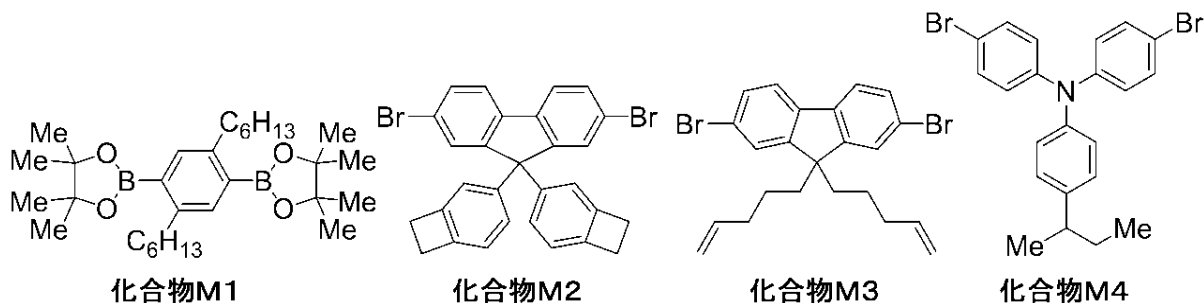
化合物M20は、国際公開第2002/045184号に記載の方法に準じて合成した。

。

【0404】

20

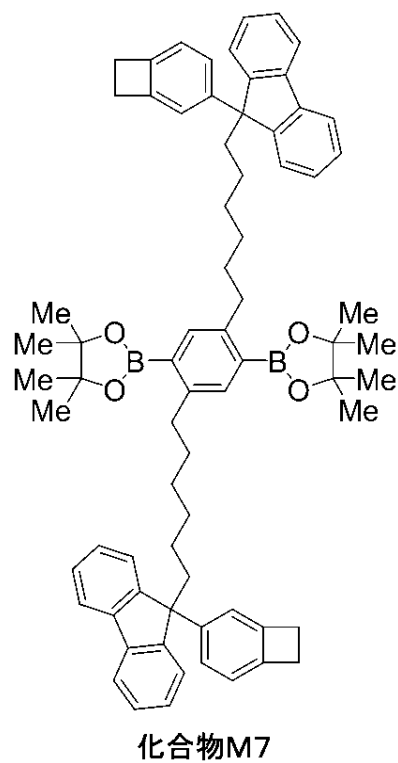
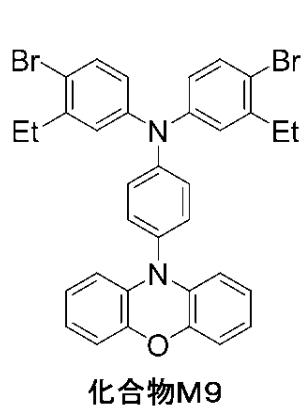
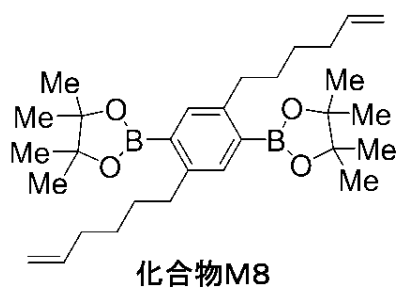
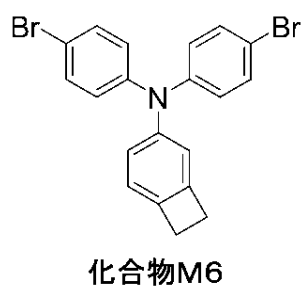
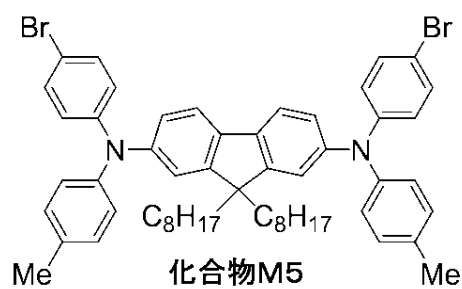
【化92】



【0405】

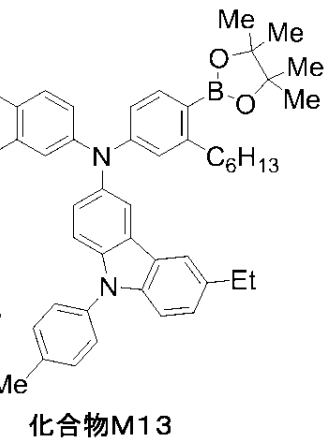
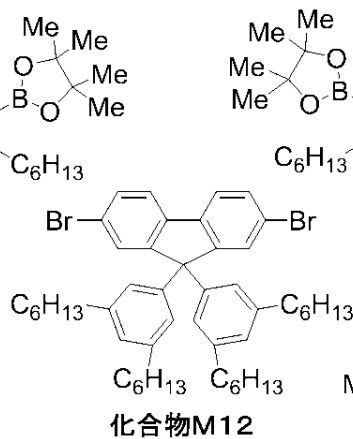
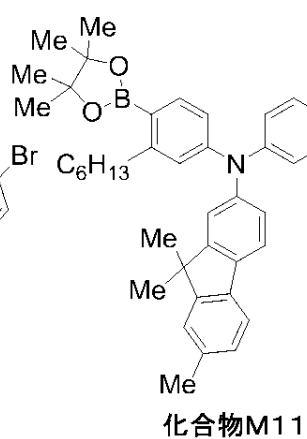
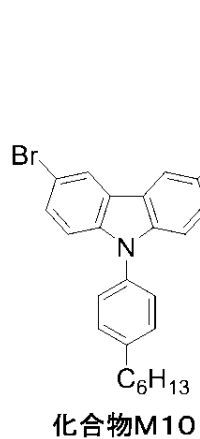
30

【化 9 3】



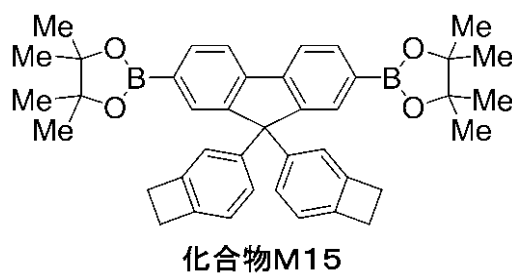
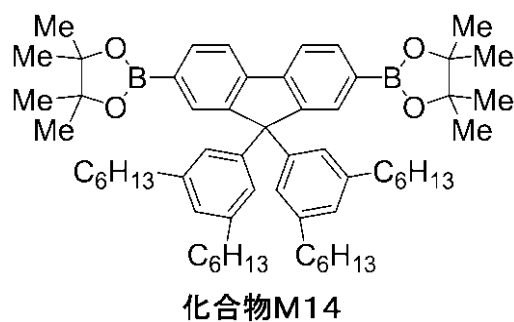
【0 4 0 6】

【化 9 4】



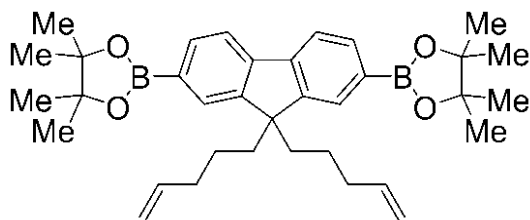
【0 4 0 7】

【化 9 5】

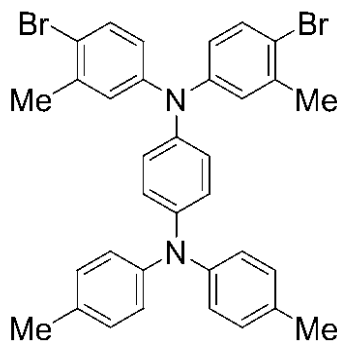


【0 4 0 8】

【化 9 6】



化合物M16

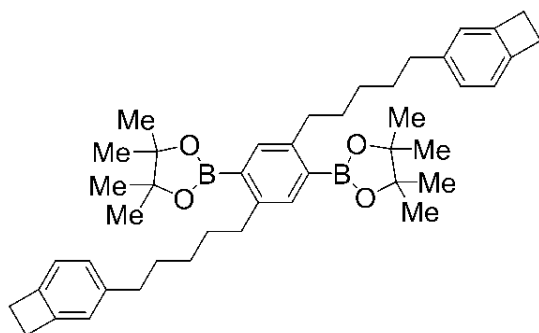


化合物M17

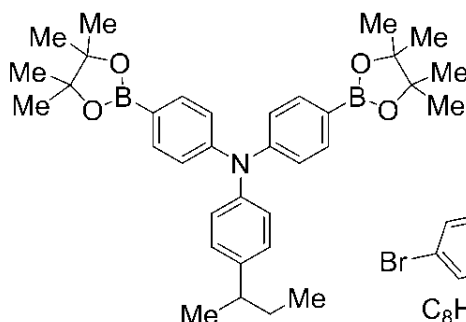
10

【0 4 0 9】

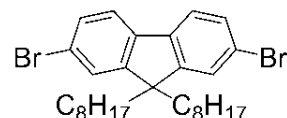
【化 9 7】



化合物M18



化合物M19



化合物M20

20

【0 4 1 0】

＜合成例HTL-1＞ 高分子化合物HTL-1の合成

（工程1）反応容器内を不活性ガス雰囲気とした後、化合物M1（0.995g）、化合物M4（0.736g）、化合物M2（0.106g）、化合物M3（0.0924g）、ジクロロビス〔トリス（2-メトキシフェニル）ホスフィン〕パラジウム（1.8mg）及びトルエン（50ml）を加え、105℃に加熱した。

（工程2）得られた反応液に、20質量%水酸化テトラエチルアンモニウム水溶液（6.6ml）を滴下し、5.5時間還流させた。

30

（工程3）その後、そこに、フェニルボロン酸（24.4mg）、20質量%水酸化テトラエチルアンモニウム水溶液（6.6ml）及びジクロロビス〔トリス（2-メトキシフェニル）ホスフィン〕パラジウム（1.8mg）を加え、14時間還流させた。

（工程4）その後、そこに、ジエチルジチアカルバミン酸ナトリウム水溶液を加え、80℃で2時間攪拌した。得られた反応液を冷却後、水で2回、3質量%酢酸水溶液で2回、水で2回洗浄し、得られた溶液をメタノールに滴下したところ、沈殿が生じた。得られた沈殿物をトルエンに溶解させ、アルミナカラム、シリカゲルカラムの順番で通液することにより精製した。得られた溶液をメタノールに滴下し、攪拌したところ、沈殿が生じた。得られた沈殿物をろ取り、乾燥させることにより、高分子化合物HTL-1を0.91g得た。高分子化合物HTL-1のMnは 5.2×10^4 であり、Mwは 2.5×10^5 であった。

40

【0 4 1 1】

高分子化合物HTL-1は、仕込み原料の量から求めた理論値では、化合物M1から誘導される構成単位と、化合物M4から誘導される構成単位と、化合物M2から誘導される構成単位と、化合物M3から誘導される構成単位とが、50：40：5：5のモル比で構成された共重合体である。

高分子化合物HTL-1の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、2.45eVであった。

【0 4 1 2】

50

<合成例H T L - 2> 高分子化合物H T L - 2の合成

高分子化合物H T L - 2は、化合物M 1、化合物M 5、及び、化合物M 6を用いて、国際公開第2 0 1 3 / 1 4 6 8 0 6号に記載の方法に従って合成した。高分子化合物H T L - 2のMnは 1.9×10^4 であり、Mwは 9.9×10^4 であった。

高分子化合物H T L - 2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 5から誘導される構成単位と、化合物M 6から誘導される構成単位とが、5 0 : 4 2 . 5 : 7 . 5のモル比で構成された共重合体である。

高分子化合物H T L - 2の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、2 . 3 3 e Vであった。

【0 4 1 3】

10

<合成例H T L - 3> 高分子化合物H T L - 3の合成

高分子化合物H T L - 3は、化合物M 7、化合物M 8、及び、化合物M 9を用いて、国際公開第2 0 1 5 / 1 4 5 8 7 1号に記載の方法に準じて合成した。高分子化合物H T L - 3のMnは 2.8×10^4 であり、Mwは 1.1×10^5 であった。

高分子化合物H T L - 3は、仕込み原料の量から求めた理論値では、化合物M 7から誘導される構成単位と、化合物M 8から誘導される構成単位と、化合物M 9から誘導される構成単位とが、4 0 : 1 0 : 5 0のモル比で構成された共重合体である。

高分子化合物H T L - 3の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、2 . 6 9 e Vであった。

【0 4 1 4】

20

<合成例H T L - 4> 高分子化合物H T L - 4の合成

高分子化合物H T L - 4は、化合物M 1、化合物M 1 0、化合物M 2、及び、化合物M 3を用いて、国際公開第2 0 1 6 / 0 3 1 6 3 9号に記載の方法に準じて合成した。高分子化合物H T L - 4のMnは 2.4×10^4 であり、Mwは 1.7×10^5 であった。

高分子化合物H T L - 4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 1 0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が、5 0 : 4 0 : 5 : 5のモル比で構成された共重合体である。

高分子化合物H T L - 4の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、2 . 4 9 e Vであった。

30

【0 4 1 5】

<合成例H T L - 5> 高分子化合物H T L - 5の合成

高分子化合物H T L - 5は、化合物M 1 1、化合物M 1 2、化合物M 2、及び、化合物M 3を用いて、国際公開第2 0 1 6 / 0 3 1 6 3 9号に記載の方法に従って合成した。高分子化合物H T L - 5のMnは 5.3×10^4 であり、Mwは 2.0×10^5 であった。

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

高分子化合物H T L - 5の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、2 . 3 7 e Vであった。

40

【0 4 1 6】

<合成例H T L - 6> 高分子化合物H T L - 6の合成

高分子化合物H T L - 6は、化合物M 1 3、化合物M 1 2、化合物M 2、及び、化合物M 3を用いて、国際公開第2 0 1 6 / 0 3 1 6 3 9号に記載の方法に従って合成した。高分子化合物H T L - 6のMnは 4.2×10^4 であり、Mwは 1.2×10^5 であった。

高分子化合物H T L - 6は、仕込み原料の量から求めた理論値では、化合物M 1 3から誘導される構成単位と、化合物M 1 2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が、5 0 : 4 0 : 5 : 5のモル比で構成された共重合体である。

50

高分子化合物H T L - 6 の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、2. 3 6 e Vであった。

【0 4 1 7】

＜合成例H T L - 7＞ 高分子化合物H T L - 7 の合成

高分子化合物H T L - 7 は、化合物M 1 4、化合物M 1 5、化合物M 1 6、及び、化合物M 1 7を用いて、国際公開第2 0 1 6 / 0 3 1 6 3 9号に記載の方法に従って合成した。高分子化合物H T L - 7 のM nは5. 1 × 1 0⁴であり、M wは2. 0 × 1 0⁵であった。

高分子化合物H T L - 7 は、仕込み原料の量から求めた理論値では、化合物M 1 4から誘導される構成単位と、化合物M 1 5から誘導される構成単位と、化合物M 1 6から誘導される構成単位と、化合物M 1 7から誘導される構成単位とが、4 0 : 5 : 5 : 5 0 のモル比で構成された共重合体である。

10

高分子化合物H T L - 7 の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、2. 3 3 e Vであった。

【0 4 1 8】

＜合成例H T L - 8＞ 高分子化合物H T L - 8 の合成

高分子化合物H T L - 8 は、化合物M 7、化合物M 8、及び、化合物M 5を用いて、国際公開第2 0 1 5 / 1 4 5 8 7 1号に記載の方法に従って合成した。高分子化合物H T L - 8 のM nは2. 3 × 1 0⁴であり、M wは1. 2 × 1 0⁵であった。

高分子化合物H T L - 8 は、仕込み原料の量から求めた理論値では、化合物M 7から誘導される構成単位と、化合物M 8から誘導される構成単位と、化合物M 5から誘導される構成単位とが、4 5 : 5 : 5 0 のモル比で構成された共重合体である。

20

高分子化合物H T L - 8 の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、2. 3 3 e Vであった。

【0 4 1 9】

＜合成例H T L - 9＞ 高分子化合物H T L - 9 の合成

高分子化合物H T L - 9 は、化合物M 1 8、化合物M 8、及び、化合物M 4を用いて、国際公開第2 0 1 6 / 1 2 5 5 6 0号に記載の方法に従って合成した。高分子化合物H T L - 9 のM nは3. 6 × 1 0⁴であり、M wは2. 0 × 1 0⁵であった。

高分子化合物H T L - 9 は、仕込み原料の量から求めた理論値では、化合物M 1 8から誘導される構成単位と、化合物M 8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が、4 0 : 1 0 : 5 0 のモル比で構成されてなる共重合体である。

30

高分子化合物H T L - 9 の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、2. 4 6 e Vであった。

【0 4 2 0】

＜合成例H T L - C 1＞ 高分子化合物H T L - C 1 の合成

高分子化合物H T L - C 1 は、化合物M 1 9、化合物M 4、及び、化合物M 6を用いて、国際公開第2 0 1 6 / 0 3 1 6 3 9号に記載の方法に準じて合成した。高分子化合物H T L - C 1 のM nは1. 4 × 1 0⁴であり、M wは2. 7 × 1 0⁴であった。

高分子化合物H T L - C 1 は、仕込み原料の量から求めた理論値では、化合物M 1 9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、化合物M 6から誘導される構成単位とが、5 0 : 4 2. 5 : 7. 5 のモル比で構成された共重合体である。

40

高分子化合物H T L - C 1 の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、2. 2 8 e Vであった。

【0 4 2 1】

＜合成例H T L - C 2＞ 高分子化合物H T L - C 2 の合成

高分子化合物H T L - C 2 は、化合物M 1 4、化合物M 5、化合物M 2 0及び化合物M 3を用いて、特開2 0 1 2 - 1 4 4 7 2 2号公報に記載の方法に準じて合成した。高分子化合物H T L - C 2 のM nは5. 0 × 1 0⁴であり、M wは2. 5 × 1 0⁵であった。

高分子化合物H T L - C 2 は、仕込み原料の量から求めた理論値では、化合物M 1 4か

50

ら誘導される構成単位と、化合物M5から誘導される構成単位と、化合物M20から誘導される構成単位と、化合物M3から誘導される構成単位とが、50：30：12.5：7.5のモル比で構成された共重合体である。

高分子化合物HTL-C2の最低三重項励起状態のエネルギー準位は、2.16 eVであった。

【0422】

<合成例G1> 金属錯体G1～G6の合成

金属錯体G1は、特開2013-237789号公報に記載の方法に従って合成した。

金属錯体G2は、国際公開第2009/131255号に記載の方法に従って合成した。

10

金属錯体G3は、国際公開第2011/032626号に記載の方法に準じて合成した。

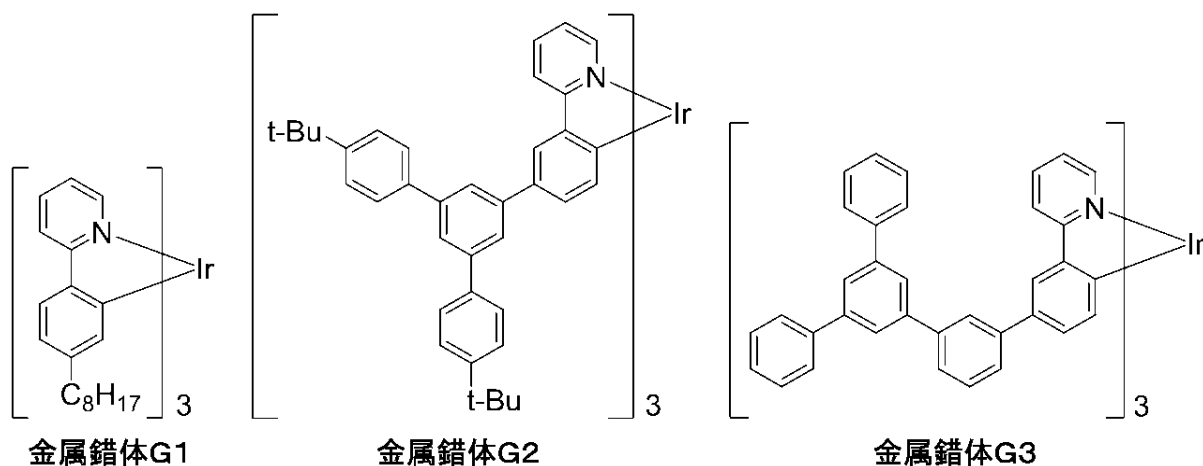
。

金属錯体G4は、特開2014-224101号公報に記載の方法に準じて合成した。

金属錯体G5及びG6は、特開2014-224101号公報に記載の方法に従って合成した。

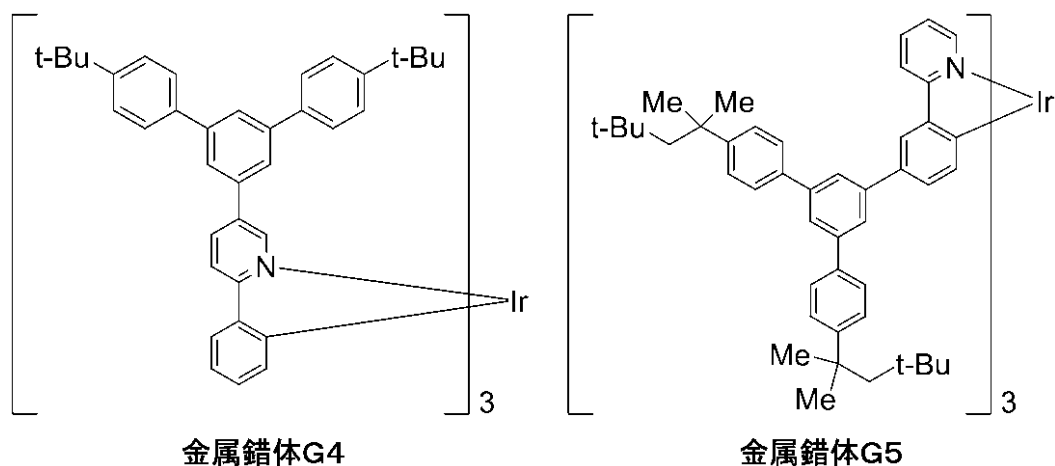
【0423】

【化98】



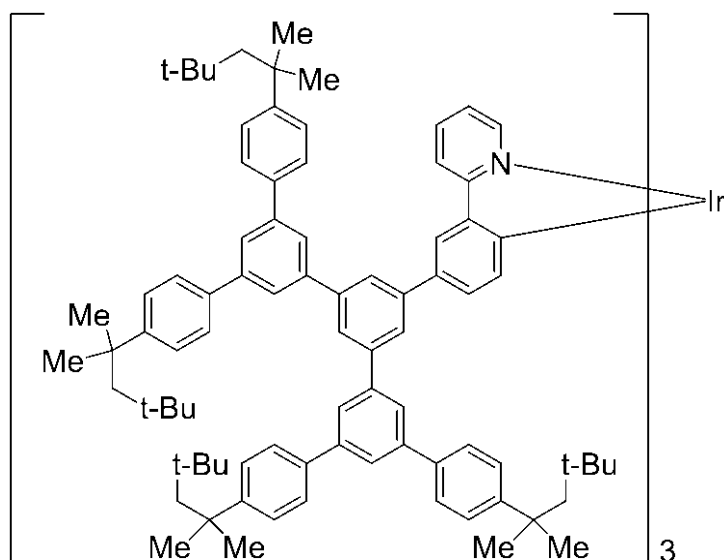
【0424】

【化99】



【0425】

【化100】



金属錯体G6

【0426】

<合成例 R1> 金属錯体 R1～R3 の合成

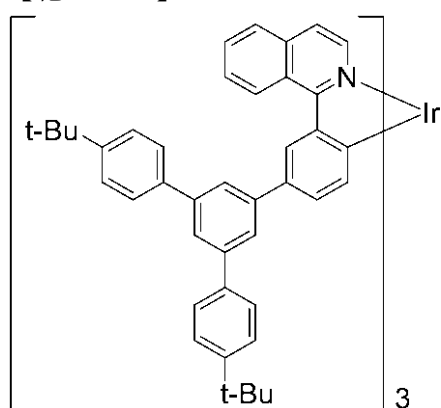
金属錯体 R1 は、特開 2006-188673 号公報に記載の方法に準じて合成した。

金属錯体 R2 は、特開 2008-179617 号公報に記載の方法に従って合成した。

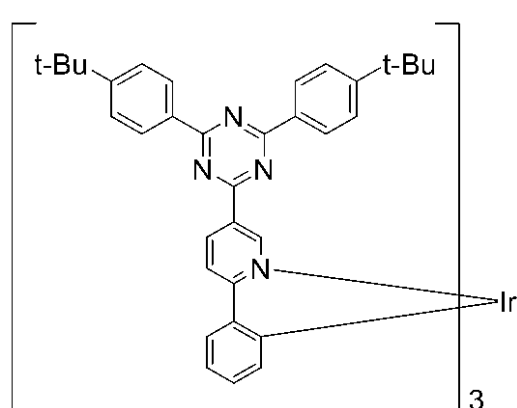
金属錯体 R3 は、特開 2011-105701 号公報に記載の方法に従って合成した。

【0427】

【化101】



金属錯体R1



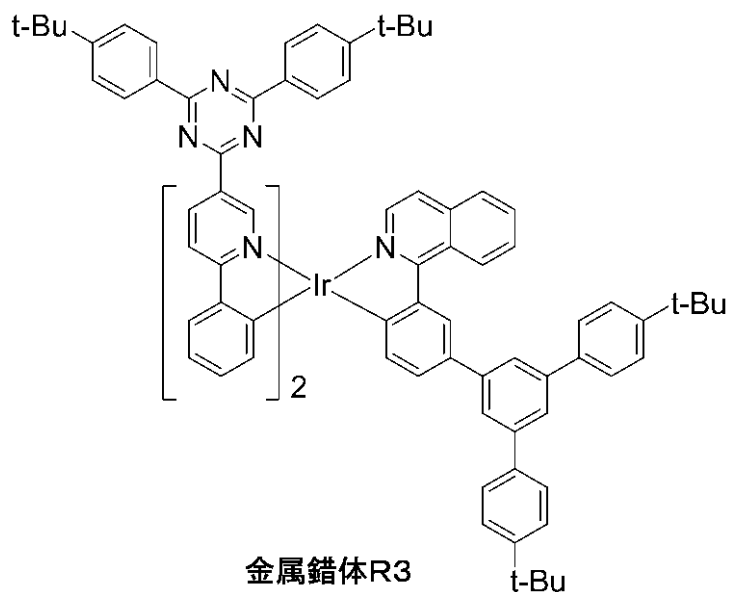
金属錯体R2

【0428】

10

30

【化 1 0 2】



10

【0 4 2 9】

<合成例 H 1> 化合物 H 1 ~ H 6 及び H C 1 ~ H C 4 の合成、入手

化合物 H 1 は、国際公開第 2 0 1 0 / 1 3 6 1 0 9 号に記載の方法に準じて合成した。

20

化合物 H 2 は、国際公開第 2 0 1 4 / 1 1 5 7 4 3 号に記載の方法に準じて合成した。

化合物 H 3 は、特開 2 0 1 0 - 2 5 4 6 7 6 号公報に記載の方法に準じて合成した。

化合物 H 4 は、国際公開第 2 0 1 1 / 0 7 0 9 6 3 号に記載の方法に準じて合成した。

化合物 H 5 は、国際公開第 2 0 0 8 / 0 5 6 7 4 6 号に記載の方法に準じて合成した。

化合物 H 6 は、Luminescence Technology 社より購入した。

化合物 H 7 は、国際公開第 2 0 0 6 / 1 1 4 9 6 6 号に記載の方法に準じて合成した。

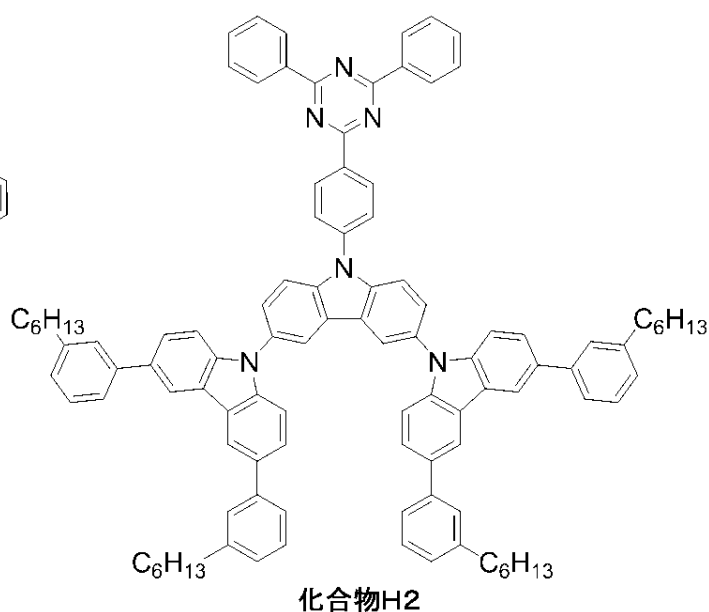
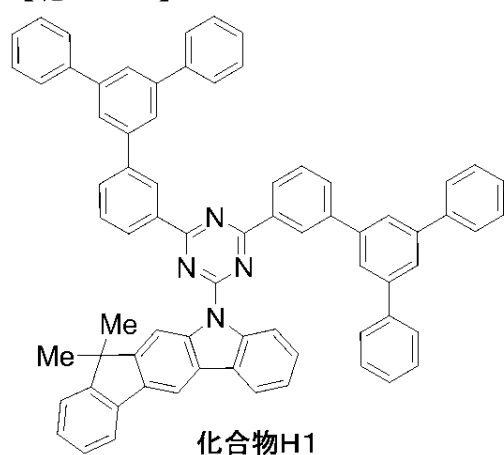
化合物 H C 1、H C 3 及び H C 4 は、Luminescence Technology 社より購入した。

化合物 H C 2 は、特開 2 0 1 0 - 1 8 9 6 3 0 号公報に記載の方法に従って合成した。

【0 4 3 0】

30

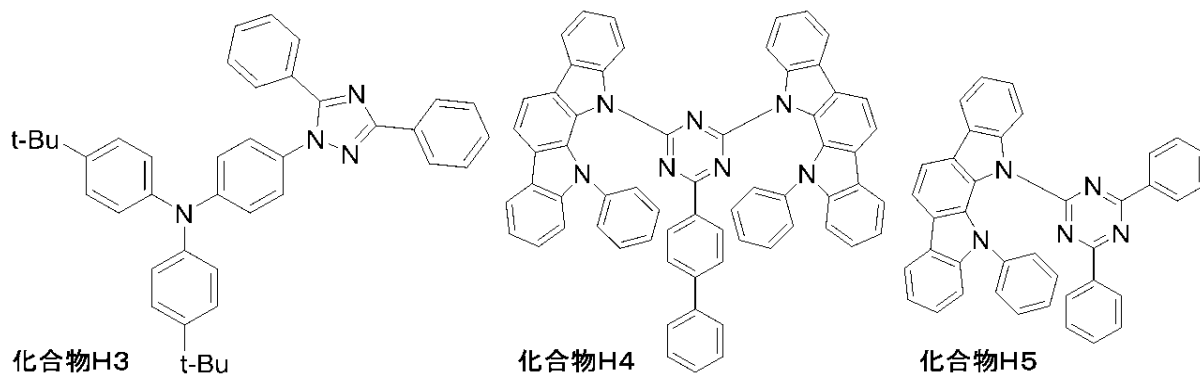
【化 1 0 3】



40

【0 4 3 1】

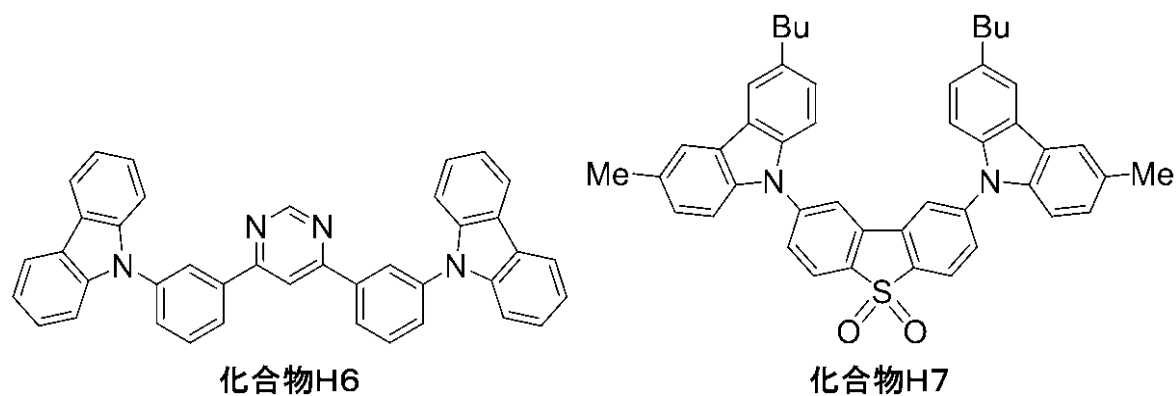
【化 1 0 4】



10

【 0 4 3 2】

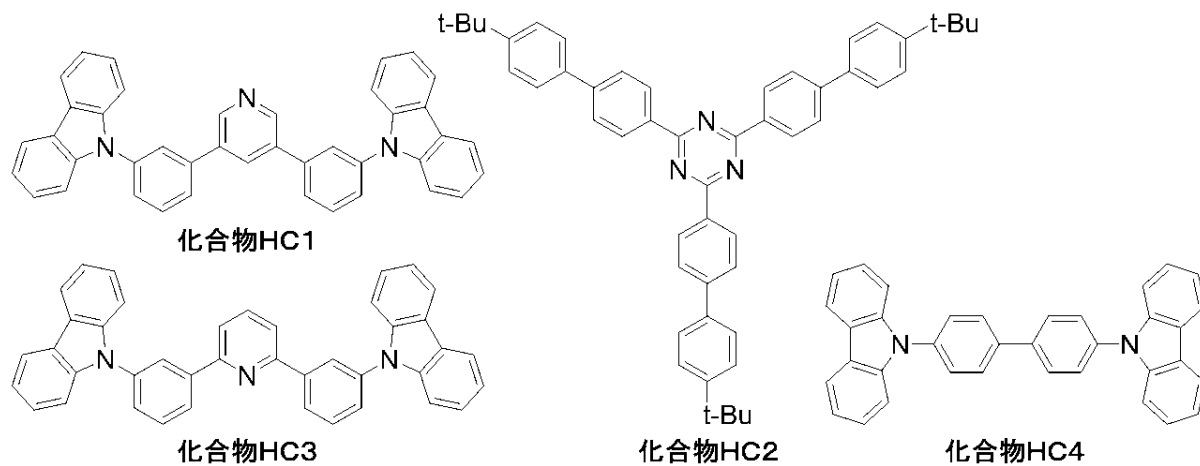
【化 1 0 5】



20

【 0 4 3 3】

【化 1 0 6】



30

【 0 4 3 4】

化合物H1の ΔE_{ST} の値は、0.130 eVであった。
 化合物H2の ΔE_{ST} の値は、0.063 eVであった。
 化合物H3の ΔE_{ST} の値は、0.576 eVであった。
 化合物H4の ΔE_{ST} の値は、0.096 eVであった。
 化合物H5の ΔE_{ST} の値は、0.066 eVであった。
 化合物H6の ΔE_{ST} の値は、0.156 eVであった。
 化合物H7の ΔE_{ST} の値は、0.322 eVであった。
 化合物HC1の ΔE_{ST} の値は、0.448 eVであった。
 化合物HC2の ΔE_{ST} の値は、0.872 eVであった。
 化合物HC3の ΔE_{ST} の値は、0.451 eVであった。
 化合物HC4の ΔE_{ST} の値は、0.591 eVであった。

40

50

【0435】

＜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。

【0436】

(第2の有機層の形成)

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。得られたキシレン溶液を用いて、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の有機層を形成した。この加熱により、高分子化合物HTL-1は、架橋体となった。

10

【0437】

(第1の有機層の形成)

トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1 (化合物H1/金属錯体G1=70質量%/30質量%)を1質量%の濃度で溶解させた。得られたトルエン溶液を用いて、第2の有機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の有機層を形成した。

20

【0438】

(陰極の形成)

第1の有機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の有機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。

【0439】

(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。電流密度が $1\text{mA}/\text{cm}^2$ における外部量子効率 η_{ext} は10.0%、CIE色度座標 $(x, y) = (0.30, 0.62)$ であった。電流密度が $0.25\text{mA}/\text{cm}^2$ における外部量子効率 η_{ext} は10.3%、CIE色度座標 $(x, y) = (0.30, 0.62)$ であった。

30

【0440】

＜実施例D2＞ 発光素子D2の作製と評価

実施例D1の(第2の有機層の形成)における、「高分子化合物HTL-1」に代えて、「高分子化合物HTL-2」を用い、更に、実施例D1の(第1の有機層の形成)における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1 (化合物H1/金属錯体G1=70質量%/30質量%)を1質量%の濃度で溶解させた。」に代えて、「キシレンに、化合物H1及び金属錯体G1 (化合物H1/金属錯体G1=70質量%/30質量%)を3.3質量%の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D2を作製した。

40

発光素子D2に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が $1\text{mA}/\text{cm}^2$ における外部量子効率 η_{ext} は5.7%、CIE色度座標 $(x, y) = (0.33, 0.61)$ であった。

【0441】

＜比較例CD1＞ 発光素子CD1の作製と評価

実施例D1の(第2の有機層の形成)における、「高分子化合物HTL-1」に代えて、「高分子化合物HTL-C1」を用い、更に、実施例D1の(第1の有機層の形成)における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1 (化合物H1/金属錯体G1=70質量%/30質量%)を1質量%の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D1と同様にして、発光素子CD1を作製した。

50

質量%／30質量%)を1質量%の濃度で溶解させた。」に代えて、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1(化合物H1／金属錯体G1＝70質量%／30質量%)を2.2質量%の濃度で溶解させた。」とする以外は、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。電流密度が1mA/cm²における外部量子効率(%)は1.0%、CIE色度座標(x,y)=(0.35,0.58)であった。

【0442】

＜比較例CD2＞ 発光素子CD2の作製と評価

実施例D1の(第1の有機層の形成)における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1(化合物H1／金属錯体G1＝70質量%／30質量%)を2質量%の濃度で溶解させた。」に代えて、「クロロベンゼンに、化合物HC1及び金属錯体G1(化合物HC1／金属錯体G1＝70質量%／30質量%)を2質量%の濃度で溶解させた。」とする以外は、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。電流密度が1mA/cm²における外部量子効率(%)は1.4%、CIE色度座標(x,y)=(0.28,0.62)であった。

【0443】

【表2】

	発光素子	第2の有機層		第1の有機層			外部量子効率(%) (1mA/cm ²)
		材料	最低三重項励起状態	化合物	ΔE_{ST}	金属材料比(質量%)	
実施例D1	D1	HTL-1の架橋体	2.45eV	H1	0.130	G1 70/30	10.0
実施例D2	D2	HTL-2の架橋体	2.33eV	H1	0.130	G1 70/30	5.7
比較例CD1	CD1	HTL-C1の架橋体	2.28eV	H1	0.130	G1 70/30	1.0
比較例CD2	CD2	HTL-2の架橋体	2.33eV	HC1	0.448	G1 70/30	1.4

【0444】

＜実施例D3＞ 発光素子D3の作製と評価

実施例D1の(第2の有機層の形成)における、「高分子化合物HTL-1」に代えて、「高分子化合物HTL-3」を用い、更に、実施例D1の(第1の有機層の形成)における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1(化合物H1／金属錯体G1＝70質量%／30質量%)を1質量%の濃度で溶解させた。」に代えて、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G2(化合物H1／金属錯体G2＝70質量%／30質量%)を2.2質量%の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D3を作製した。

発光素子D3に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が0.25mA/cm²における外部量子効率(%)は18.0%、CIE色度座標(x,y)=(0.33,0.62)であった。

【0445】

＜実施例D4＞ 発光素子D4の作製と評価

実施例D3の(第2の有機層の形成)における、「高分子化合物HTL-3」に代えて、「高分子化合物HTL-4」を用いた以外は、実施例D3と同様にして、発光素子D4を作製した。

発光素子D4に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が0.25mA/cm²における外部量子効率(%)は17.9%、CIE色度座標(x,y)=(0.32,0.63)であった。

【0446】

<実施例 D 5> 発光素子 D 5 の作製と評価

実施例 D 3 の（第 2 の有機層の形成）における、「高分子化合物 H T L - 3」に代えて、「高分子化合物 H T L - 1」を用いた以外は、実施例 D 3 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。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は 22.5%、C I E 色度座標 $(x, y) = (0.32, 0.63)$ であった。

【0447】

<実施例 D 6> 発光素子 D 6 の作製と評価

実施例 D 3 の（第 2 の有機層の形成）における、「高分子化合物 H T L - 3」に代えて、「高分子化合物 H T L - 5」を用いた以外は、実施例 D 3 と同様にして、発光素子 D 6 を作製した。

発光素子 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。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は 20.3%、C I E 色度座標 $(x, y) = (0.32, 0.63)$ であった。

【0448】

<実施例 D 7> 発光素子 D 7 の作製と評価

実施例 D 3 の（第 2 の有機層の形成）における、「高分子化合物 H T L - 3」に代えて、「高分子化合物 H T L - 6」を用いた以外は、実施例 D 3 と同様にして、発光素子 D 7 を作製した。

発光素子 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。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は 19.7%、C I E 色度座標 $(x, y) = (0.32, 0.63)$ であった。

【0449】

<実施例 D 8> 発光素子 D 8 の作製と評価

実施例 D 3 の（第 2 の有機層の形成）における、「高分子化合物 H T L - 3」に代えて、「高分子化合物 H T L - 7」を用いた以外は、実施例 D 3 と同様にして、発光素子 D 8 を作製した。

発光素子 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。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は 14.3%、C I E 色度座標 $(x, y) = (0.32, 0.63)$ であった。

【0450】

<実施例 D 9> 発光素子 D 9 の作製と評価

実施例 D 3 の（第 2 の有機層の形成）における、「高分子化合物 H T L - 3」に代えて、「高分子化合物 H T L - 8」を用いた以外は、実施例 D 3 と同様にして、発光素子 D 9 を作製した。

発光素子 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。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は 14.8%、C I E 色度座標 $(x, y) = (0.32, 0.63)$ であった。

【0451】

<実施例 D 10> 発光素子 D 10 の作製と評価

実施例 D 3 の（第 2 の有機層の形成）における、「高分子化合物 H T L - 3」に代えて、「高分子化合物 H T L - 2」を用いた以外は、実施例 D 3 と同様にして、発光素子 D 10 を作製した。

発光素子 D 10 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は 15.4%、C I E 色度座標 $(x, y) = (0.32, 0.63)$ であった。

【0452】

<比較例 C D 3> 発光素子 C D 3 の作製と評価

実施例 D 3 の（第 2 の有機層の形成）における、「高分子化合物 H T L - 3」に代えて

、「高分子化合物HTL-C2」を用いた以外は、実施例D3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。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は6.4%、CIE色度座標 $(x, y) = (0.32, 0.64)$ であった。

【0453】

＜比較例CD4＞ 発光素子CD4の作製と評価

実施例D1の（第2の有機層の形成）における、「高分子化合物HTL-1」に代えて、「高分子化合物HTL-2」を用い、更に、実施例D1の（第1の有機層の形成）における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1（化合物H1／金属錯体G1＝70質量%／30質量%）を1質量%の濃度で溶解させた。」に代えて、「クロロベンゼンに、化合物HC2及び金属錯体G2（化合物HC2／金属錯体G2＝70質量%／30質量%）を2.5質量%の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D1と同様にして、発光素子CD4を作製した。

発光素子CD4に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は3.3%、CIE色度座標 $(x, y) = (0.33, 0.63)$ であった。

【0454】

【表3】

	発光素子	第2の有機層		第1の有機層				外部量子効率(%) (0.25mA/cm ²)
		材料	最低三重項励起状態	化合物	ΔE_{ST}	金属錯体	材料比(質量%)	
実施例D3	D3	HTL-3の架橋体	2.69eV	H1	0.130	G2	70/30	18.0
実施例D4	D4	HTL-4の架橋体	2.49eV	H1	0.130	G2	70/30	17.9
実施例D5	D5	HTL-1の架橋体	2.45eV	H1	0.130	G2	70/30	22.5
実施例D6	D6	HTL-5の架橋体	2.37eV	H1	0.130	G2	70/30	20.3
実施例D7	D7	HTL-6の架橋体	2.36eV	H1	0.130	G2	70/30	19.7
実施例D8	D8	HTL-7の架橋体	2.33eV	H1	0.130	G2	70/30	14.3
実施例D9	D9	HTL-8の架橋体	2.33eV	H1	0.130	G2	70/30	14.8
実施例D10	D10	HTL-2の架橋体	2.33eV	H1	0.130	G2	70/30	15.4
比較例CD3	CD3	HTL-C2の架橋体	2.16eV	H1	0.130	G2	70/30	6.4
比較例CD4	CD4	HTL-2の架橋体	2.33eV	HC2	0.872	G2	70/30	3.3

【0455】

＜実施例D11＞ 発光素子D11の作製と評価

実施例D1の（第1の有機層の形成）における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1（化合物H1／金属錯体G1＝70質量%／30質量%）を1質量%の濃度で溶解させた。」に代えて、「クロロベンゼンに、化合物H1及び金属錯体G3（化合物H1／金属錯体G3＝70質量%／30質量%）を2.2質量%の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D11を作製した。

発光素子D11に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は19.3%、CIE色度座標 $(x, y) = (0.33, 0.63)$ であった。

【0456】

＜実施例D12＞ 発光素子D12の作製と評価

実施例D11の（第1の有機層の形成）における、「化合物H1及び金属錯体G3（化合物H1／金属錯体G3＝70質量%／30質量%）」に代えて、「化合物H1及び金属錯体G4（化合物H1／金属錯体G4＝70質量%／30質量%）」を用いた以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D12を作製した。

発光素子D12に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 20.8% 、CIE色度座標 $(x,y)=(0.43, 0.56)$ であった。

【0457】

＜実施例D13＞ 発光素子D13の作製と評価

実施例D11の（第1の有機層の形成）における、「化合物H1及び金属錯体G3（化合物H1／金属錯体G3＝ $70\text{質量}\% / 30\text{質量}\%$ ）」に代えて、「化合物H1及び金属錯体G5（化合物H1／金属錯体G5＝ $70\text{質量}\% / 30\text{質量}\%$ ）」を用いた以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D13を作製した。

発光素子D13に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 22.3% 、CIE色度座標 $(x,y)=(0.32, 0.63)$ であった。

10

【0458】

＜実施例D14＞ 発光素子D14の作製と評価

実施例D11の（第1の有機層の形成）における、「化合物H1及び金属錯体G3（化合物H1／金属錯体G3＝ $70\text{質量}\% / 30\text{質量}\%$ ）」に代えて、「化合物H1及び金属錯体G6（化合物H1／金属錯体G6＝ $70\text{質量}\% / 30\text{質量}\%$ ）」を用いた以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D14を作製した。

発光素子D14に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 24.5% 、CIE色度座標 $(x,y)=(0.30, 0.64)$ であった。

20

【0459】

＜実施例D15＞ 発光素子D15の作製と評価

実施例D1の（第1の有機層の形成）における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1（化合物H1／金属錯体G1＝ $70\text{質量}\% / 30\text{質量}\%$ ）を $1\text{質量}\%$ の濃度で溶解させた。」に代えて、「トルエンに、化合物H2及び金属錯体G2（化合物H2／金属錯体G2＝ $70\text{質量}\% / 30\text{質量}\%$ ）を $3.2\text{質量}\%$ の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D15を作製した。

発光素子D15に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 14.2% 、CIE色度座標 $(x,y)=(0.30, 0.64)$ であった。

30

【0460】

＜実施例D16＞ 発光素子D16の作製と評価

実施例D1の（第1の有機層の形成）における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1（化合物H1／金属錯体G1＝ $70\text{質量}\% / 30\text{質量}\%$ ）を $1\text{質量}\%$ の濃度で溶解させた。」に代えて、「トルエンに、化合物H3及び金属錯体G2（化合物H3／金属錯体G2＝ $70\text{質量}\% / 30\text{質量}\%$ ）を $2.2\text{質量}\%$ の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D16を作製した。

発光素子D16に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 7.3% 、CIE色度座標 $(x,y)=(0.29, 0.65)$ であった。

40

【0461】

＜実施例D17＞ 発光素子D17の作製と評価

実施例D1の（第1の有機層の形成）における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1（化合物H1／金属錯体G1＝ $70\text{質量}\% / 30\text{質量}\%$ ）を $1\text{質量}\%$ の濃度で溶解させた。」に代えて、「クロロベンゼンに、化合物H4及び金属錯体G2（化合物H4／金属錯体G2＝ $70\text{質量}\% / 30\text{質量}\%$ ）を $2.2\text{質量}\%$ の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D17を作製した。

発光素子D17に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 22.4% 、CIE色度座標 $(x,y)=(0.32, 0.65)$ であった。

50

, 0.63)であった。

【0462】

＜実施例D18＞ 発光素子D18の作製と評価

実施例D1の（第1の有機層の形成）における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1（化合物H1／金属錯体G1＝70質量％／30質量％）を1質量％の濃度で溶解させた。」に代えて、「クロロベンゼンに、化合物H5及び金属錯体G2（化合物H5／金属錯体G2＝70質量％／30質量％）を2.2質量％の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D18を作製した。

発光素子D18に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が0.25 mA/cm²における外部量子効率 η_{ext} は14.8%、CIE色度座標(x, y)=(0.31, 0.63)であった。

10

【0463】

＜実施例D19＞ 発光素子D19の作製と評価

実施例D1の（第1の有機層の形成）における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1（化合物H1／金属錯体G1＝70質量％／30質量％）を1質量％の濃度で溶解させた。」に代えて、「トルエンに、化合物H6及び金属錯体G2（化合物H6／金属錯体G2＝70質量％／30質量％）を2.2質量％の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D19を作製した。

発光素子D19に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が0.25 mA/cm²における外部量子効率 η_{ext} は16.4%、CIE色度座標(x, y)=(0.32, 0.63)であった。

20

【0464】

＜比較例CD5＞ 発光素子CD5の作製と評価

実施例D1の（第1の有機層の形成）における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1（化合物H1／金属錯体G1＝70質量％／30質量％）を1質量％の濃度で溶解させた。」に代えて、「クロロベンゼンに、化合物HC2及び金属錯体G3（化合物HC2／金属錯体G3＝70質量％／30質量％）を2.2質量％の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D1と同様にして、発光素子CD5を作製した。

発光素子CD5に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が0.25 mA/cm²における外部量子効率 η_{ext} は1.3%、CIE色度座標(x, y)=(0.33, 0.61)であった。

30

【0465】

＜実施例D20＞ 発光素子D20の作製と評価

実施例D1の（第2の有機層の形成）における、「高分子化合物HTL-1」に代えて、「高分子化合物HTL-8」を用い、更に、実施例D1の（第1の有機層の形成）における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1（化合物H1／金属錯体G1＝70質量％／30質量％）を1質量％の濃度で溶解させた。」に代えて、「クロロベンゼンに、化合物H5及び金属錯体G2（化合物H5／金属錯体G2＝70質量％／30質量％）を2.2質量％の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D20を作製した。

40

発光素子D20に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が0.25 mA/cm²における外部量子効率 η_{ext} は13.0%、CIE色度座標(x, y)=(0.31, 0.64)であった。

【0466】

＜実施例D21＞ 発光素子D21の作製と評価

実施例D1の（第2の有機層の形成）における、「高分子化合物HTL-1」に代えて、「高分子化合物HTL-8」を用い、更に、実施例D1の（第1の有機層の形成）における、「トルエンに、化合物H1及び金属錯体G1（化合物H1／金属錯体G1＝70質量％／30質量％）を1質量％の濃度で溶解させた。」に代えて、「トルエンに、化合物H6及び金属錯体G2（化合物H6／金属錯体G2＝70質量％／30質量％）を2質量

50

％の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例 D 1 と同様にして、発光素子 D 2 1 を作製した。

発光素子 D 2 1 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は 11.4% 、C I E 色度座標 $(x, y) = (0.32, 0.64)$ であった。

【0467】

＜比較例 C D 6＞ 発光素子 C D 6 の作製と評価

実施例 D 1 の（第 2 の有機層の形成）における、「高分子化合物 H T L - 1」に代えて、「高分子化合物 H T L - 8」を用い、更に、実施例 D 1 の（第 1 の有機層の形成）における、「トルエンに、化合物 H 1 及び金属錯体 G 1（化合物 H 1 / 金属錯体 G 1 = 70 質量％ / 30 質量％）を 1 質量％の濃度で溶解させた。」に代えて、「トルエンに、化合物 H C 3 及び金属錯体 G 2（化合物 H C 3 / 金属錯体 G 2 = 70 質量％ / 30 質量％）を 2 質量％の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例 D 1 と同様にして、発光素子 C D 6 を作製した。

発光素子 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。電流密度が 0.25 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は 5.0% 、C I E 色度座標 $(x, y) = (0.31, 0.64)$ であった。

【0468】

【表 4】

	発光素子	第 2 の有機層		第 1 の有機層			外部量子効率(%) (0.25mA/cm ²)
		材料	最低三重項励起状態	化合物	ΔE_{ST}	金属錯体(質量%)	
実施例 D1	D1	HTL-1 の架橋体	2.45eV	H1	0.130	G1 70/30	10.3
実施例 D5	D5	HTL-1 の架橋体	2.45eV	H1	0.130	G2 70/30	22.5
実施例 D11	D11	HTL-1 の架橋体	2.45eV	H1	0.130	G3 70/30	19.3
実施例 D12	D12	HTL-1 の架橋体	2.45eV	H1	0.130	G4 70/30	20.8
実施例 D13	D13	HTL-1 の架橋体	2.45eV	H1	0.130	G5 70/30	22.3
実施例 D14	D14	HTL-1 の架橋体	2.45eV	H1	0.130	G6 70/30	24.5
実施例 D15	D15	HTL-1 の架橋体	2.45eV	H2	0.063	G2 70/30	14.2
実施例 D16	D16	HTL-1 の架橋体	2.45eV	H3	0.576	G2 70/30	7.3
実施例 D17	D17	HTL-1 の架橋体	2.45eV	H4	0.096	G2 70/30	22.4
実施例 D18	D18	HTL-1 の架橋体	2.45eV	H5	0.066	G2 70/30	14.8
実施例 D19	D19	HTL-1 の架橋体	2.45eV	H6	0.156	G2 70/30	16.4
比較例 CD5	CD5	HTL-1 の架橋体	2.45eV	HC2	0.872	G3 70/30	1.3
実施例 D9	D9	HTL-8 の架橋体	2.33eV	H1	0.130	G2 70/30	14.8
実施例 D20	D20	HTL-8 の架橋体	2.33eV	H5	0.066	G2 70/30	13.0
実施例 D21	D21	HTL-8 の架橋体	2.33eV	H6	0.156	G2 70/30	11.4
比較例 CD6	CD6	HTL-8 の架橋体	2.33eV	HC3	0.451	G2 70/30	5.0

【0469】

＜実施例 D 2 2＞ 発光素子 D 2 2 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 45 nm の厚みで I T O 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 A Q - 1 2 0 0（P l e x t r o n i c s 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°C 、15 分間加熱することにより正孔注入層を形成した。

【0470】

(第2の有機層の形成)

キシレンに高分子化合物HTL-2を0.6質量%の濃度で溶解させた。得られたキシレン溶液を用いて、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の有機層を形成した。この加熱により、高分子化合物HTL-2は、架橋体となった。

【0471】

(第1の有機層の形成)

キシレンに、化合物H1及び金属錯体R1(化合物H1/金属錯体R1=90重量%/10質量%)を3.3質量%の濃度で溶解させた。得られたキシレン溶液を用いて、第2の有機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の有機層を形成した。

【0472】

(陰極の形成)

第1の有機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の有機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D22を作製した。

【0473】

(発光素子の評価)

発光素子D22に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 1 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は10.6%、CIE色度座標 $(x, y) = (0.67, 0.33)$ であった。

【0474】

<実施例D23> 発光素子D23の作製と評価

実施例D22の(第2の有機層の形成)における、「高分子化合物HTL-2」に代えて、「高分子化合物HTL-9」を用いた以外は、実施例D22と同様にして、発光素子D23を作製した。

発光素子D23に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 1 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は12.3%、CIE色度座標 $(x, y) = (0.67, 0.33)$ であった。

【0475】

<実施例D24> 発光素子D24の作製と評価

実施例D22の(第2の有機層の形成)における、「高分子化合物HTL-2」に代えて、「高分子化合物HTL-1」を用いた以外は、実施例D22と同様にして、発光素子D24を作製した。

発光素子D24に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 1 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は12.8%、CIE色度座標 $(x, y) = (0.67, 0.33)$ であった。

【0476】

<実施例D25> 発光素子D25の作製と評価

実施例D22の(第2の有機層の形成)における、「高分子化合物HTL-2」に代えて、「高分子化合物HTL-1」を用い、更に、実施例D22の(第1の有機層の形成)における、「化合物H1及び金属錯体R1(化合物H1/金属錯体R1=90質量%/10質量%)」に代えて、「化合物H1及び金属錯体R2(化合物H1/金属錯体R2=90質量%/10質量%)」を用いた以外は、実施例D22と同様にして、発光素子D25を作製した。

発光素子D25に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 1 mA/cm^2 における外部量子効率 η_{ext} は20.4%、CIE色度座標 $(x, y) = (0.61, 0.39)$ であった。

【0477】

＜実施例D26＞ 発光素子D26の作製と評価

実施例D22の（第2の有機層の形成）における、「高分子化合物HTL-2」に代えて、「高分子化合物HTL-1」を用い、更に、実施例D22の（第1の有機層の形成）における、「化合物H1及び金属錯体R1（化合物H1／金属錯体R1＝90質量％／10質量％）」に代えて、「化合物H1及び金属錯体R3（化合物H1／金属錯体R3＝90質量％／10質量％）」を用いた以外は、実施例D22と同様にして、発光素子D26を作製した。

発光素子D26に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 1 mA/cm^2 における外部量子効率 15.8% 、CIE色度座標 $(x, y) = (0.65, 0.35)$ であった。

10

【0478】

＜実施例D27＞ 発光素子D27の作製と評価

実施例D22の（第2の有機層の形成）における、「高分子化合物HTL-2」に代えて、「高分子化合物HTL-1」を用い、更に、実施例D22の（第1の有機層の形成）における、「キシレンに、化合物H1及び金属錯体R1（化合物H1／金属錯体R1＝90質量％／10質量％）を 3.3% の濃度で溶解させた。」に代えて、「トルエンに、化合物H7及び金属錯体R1（化合物H7／金属錯体R1＝90質量％／10質量％）を 2.2% の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D22と同様にして、発光素子D27を作製した。

20

発光素子D27に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 1 mA/cm^2 における外部量子効率 8.0% 、CIE色度座標 $(x, y) = (0.67, 0.33)$ であった。

【0479】

＜比較例CD7＞ 発光素子CD7の作製と評価

実施例D22の（第1の有機層の形成）における、「キシレンに、化合物H1及び金属錯体R1（化合物H1／金属錯体R1＝90質量％／10質量％）を 3.3% の濃度で溶解させた。」に代えて、「クロロベンゼンに、化合物HC4及び金属錯体R1（化合物HC4／金属錯体R1＝90質量％／10質量％）を 2.5% の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D22と同様にして、発光素子CD7を作製した。

30

発光素子CD7に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 1 mA/cm^2 における外部量子効率 2.0% 、CIE色度座標 $(x, y) = (0.67, 0.33)$ であった。

【0480】

＜比較例CD8＞ 発光素子CD8の作製と評価

実施例D22の（第1の有機層の形成）における、「キシレンに、化合物H1及び金属錯体R1（化合物H1／金属錯体R1＝90質量％／10質量％）を 3.3% の濃度で溶解させた。」に代えて、「クロロベンゼンに、化合物HC2及び金属錯体R1（化合物HC2／金属錯体R1＝90質量％／10質量％）を 2.5% の濃度で溶解させた。」とする以外は、実施例D22と同様にして、発光素子CD8を作製した。

40

発光素子CD8に電圧を印加することによりEL発光が観測された。電流密度が 1 mA/cm^2 における外部量子効率 0.9% 、CIE色度座標 $(x, y) = (0.66, 0.34)$ であった。

【0481】

【表 5】

	発光素子	第2の有機層		第1の有機層				外部量子効率(%) (1mA/cm ²)
		材料	最低三重項励起状態	化合物	ΔE_{ST}	金属材料比	材料比(質量%)	
実施例D22	D22	HTL-2の架橋体	2.33eV	H1	0.130	R1	90/10	10.6
実施例D23	D23	HTL-9の架橋体	2.46eV	H1	0.130	R1	90/10	12.3
実施例D24	D24	HTL-1の架橋体	2.45eV	H1	0.130	R1	90/10	12.8
実施例D25	D25	HTL-1の架橋体	2.45eV	H1	0.130	R2	90/10	20.4
実施例D26	D26	HTL-1の架橋体	2.45eV	H1	0.130	R3	90/10	15.8
実施例D27	D27	HTL-1の架橋体	2.45eV	H7	0.322	R1	90/10	8.0
比較例CD7	CD7	HTL-2の架橋体	2.33eV	HC4	0.591	R1	90/10	2.0
比較例CD8	CD8	HTL-2の架橋体	2.33eV	HC2	0.872	R1	90/10	0.9

10

【産業上の利用可能性】

【0482】

本発明によれば、外部量子効率が優れる発光素子を提供することができる。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	C 0 9 K	11/06	6 4 0
	C 0 9 K	11/06	6 4 5
	C 0 9 K	11/06	6 5 0

(72)発明者 福島 大介
茨城県つくば市北原6番 住友化学株式会社内

(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

審査官 ▲うし▼田 真悟

(56)参考文献 特開2016-175849 (JP, A)
国際公開第2015/156235 (WO, A1)
国際公開第2015/186539 (WO, A1)
国際公開第2016/125560 (WO, A1)
国際公開第2011/049241 (WO, A1)
国際公開第2017/154882 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 L 5 1 / 5 0
H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8
C 0 9 K 1 1 / 0 6
CAp l u s / R E G I S T R Y (S T N)