

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5591066号
(P5591066)

(45) 発行日 平成26年9月17日(2014.9.17)

(24) 登録日 平成26年8月8日(2014.8.8)

| | | | |
|--------------------------|--------------|-------|--|
| (51) Int. Cl. | F I | | |
| HO 1 L 51/50 (2006.01) | HO 5 B 33/14 | B | |
| CO 7 C 15/38 (2006.01) | HO 5 B 33/22 | B | |
| CO 9 K 11/06 (2006.01) | HO 5 B 33/22 | D | |
| HO 1 L 27/32 (2006.01) | CO 7 C 15/38 | C S P | |
| GO 9 F 9/30 (2006.01) | CO 9 K 11/06 | 6 6 O | |
| 請求項の数 18 (全 92 頁) 最終頁に続く | | | |

| | | | |
|--------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2010-244820 (P2010-244820) | (73) 特許権者 | 512253626 |
| (22) 出願日 | 平成22年10月29日(2010.10.29) | | ユー・ディー・シー アイランド リミテッド |
| (65) 公開番号 | 特開2012-104509 (P2012-104509A) | | アイランド ダブリン 4 ボールスブリッジ ザ スウィープステークスアレクサンドラ ハウス |
| (43) 公開日 | 平成24年5月31日(2012.5.31) | (74) 代理人 | 110000109 |
| 審査請求日 | 平成25年6月14日(2013.6.14) | | 特許業務法人特許事務所サイクス |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2010-231030 (P2010-231030) | (72) 発明者 | 北村 哲 |
| (32) 優先日 | 平成22年10月13日(2010.10.13) | | 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | (72) 発明者 | 伊勢 俊大 |
| | | | 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内 |
| 最終頁に続く | | | |

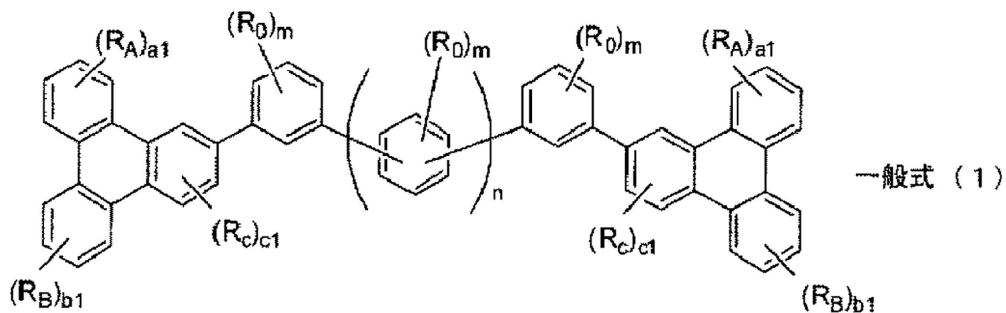
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子及び電荷輸送材料

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該電極間に発光層を含む少なくとも一層の有機層とを有する有機電界発光素子であって、前記少なくとも一層の有機層のいずれか少なくとも一層に下記一般式(1)で表される化合物を含む有機電界発光素子。

【化1】



(一般式(1)において、R₀は、各々独立に、置換基を有してもよいアルキル基又は置換基を有してもよい単環のみからなるアリール基を表す。mは各々独立に0~4の整数、nは1~4の整数を表す。また、フェニレン同士の連結様式はいずれもメタ又はパラであり、n=1の場合には、3つのフェニレン基のうち中央のフェニレン基に対して両端のフェニレン基がパラ位で連結される。

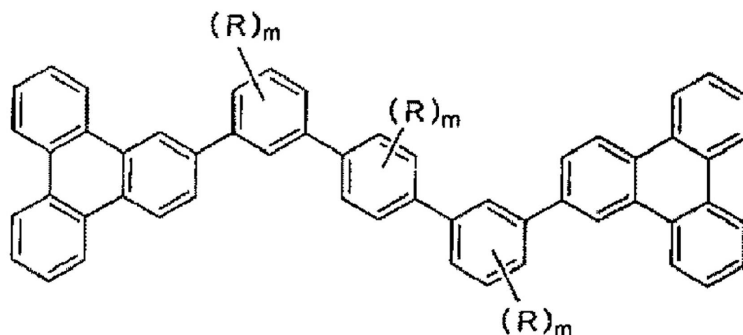
R_A 、 R_B 及び R_C は、各々独立に、アルキル基、シクロアルキル基、単環のみからなるアリール基、単環のみからなるヘテロアリール基、シリル基、シアノ基、ハロゲン原子、又は、これらを組み合わせて得られる基を表す。 R_A 、 R_B 、及び R_C は複数存在する場合は、互いに同じでも異なっていてもよい。

a 1及び b 1は、各々独立に0～4の整数を表す。 c 1は、各々独立に0～3の整数を表す。）

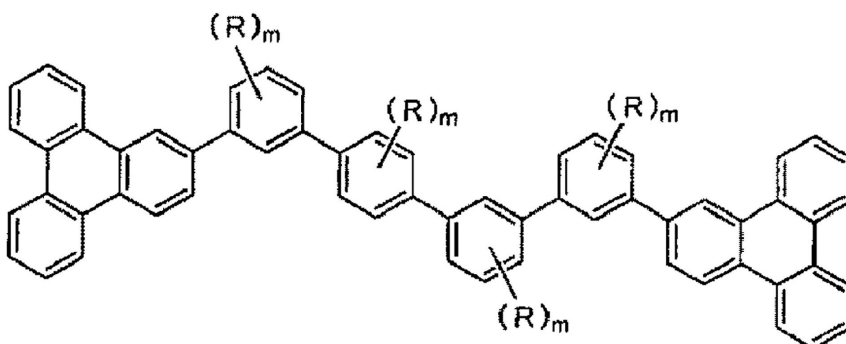
【請求項2】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(2)～(4)のいずれかで表される化合物である、請求項1に記載の有機電界発光素子。

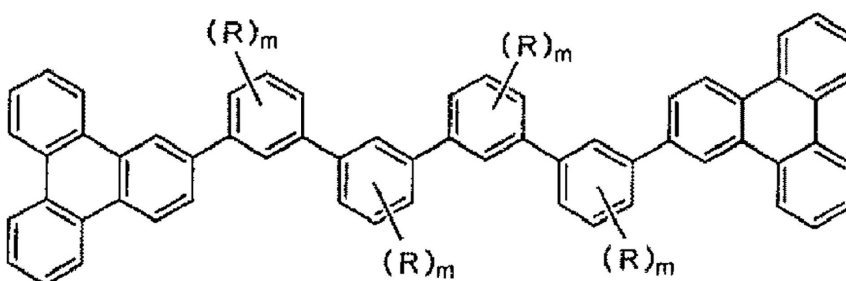
【化2】



一般式(2)



一般式(3)



一般式(4)

(一般式(2)～(4)において、 R は、各々独立に、アルキル基又はアルキル基を有してもよい単環のみからなるアリール基を表す。 m は各々独立に0～4の整数を表す。)

【請求項3】

一般式(1)において、 R_0 はアルキル基である、又は、一般式(2)～(4)のいずれかにおいて、 R はアルキル基である、請求項1又は2に記載の有機電界発光素子。

【請求項4】

一般式(1)～(4)のいずれかにおいて、一般式中に存在する m がすべて0である、請求項1又は2に記載の有機電界発光素子。

【請求項5】

一般式(1)～(4)のいずれかで表される化合物の分子量が1000以下である、請求項1～4のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

10

20

30

40

50

【請求項 6】

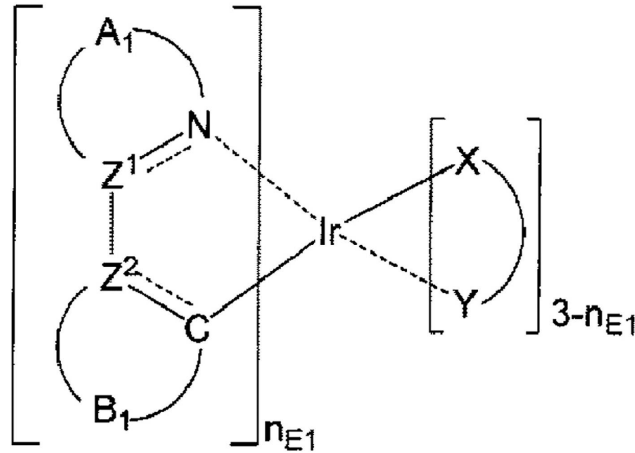
発光層に少なくとも 1 種の 燐光発光材料 を含有する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 7】

前記燐光発光材料が下記一般式 (E - 1) で表される、請求項 6 に記載の有機電界発光素子。

【化 3】

(E-1)



10

20

(一般式 (E - 1) 中、 Z^1 及び Z^2 はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。

A_1 は Z^1 と窒素原子と共に 5 又は 6 員のヘテロ環を形成する原子群を表す。

B_1 は Z^2 と炭素原子と共に 5 又は 6 員環を形成する原子群を表す。

($X - Y$) はモノアニオン性の二座配位子を表す。

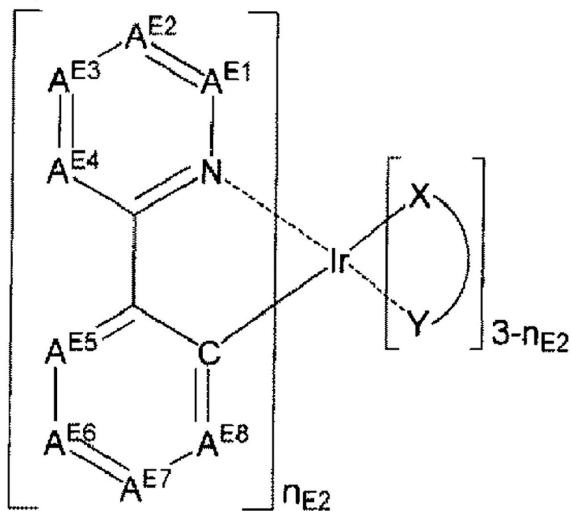
n_{E1} は 1 ~ 3 の整数を表す。)

【請求項 8】

前記一般式 (E - 1) で表される燐光発光材料が下記一般式 (E - 2) で表される、請求項 7 に記載の有機電界発光素子。

【化 4】

(E-2)



30

40

(一般式 (E - 2) 中、 $A^{E1} \sim A^{E8}$ はそれぞれ独立に、窒素原子又は $C - R^E$ を表す。

R^E は水素原子又は置換基を表す。

($X - Y$) はモノアニオン性の二座配位子を表す。

n_{E2} は 1 ~ 3 の整数を表す。)

【請求項 9】

50

前記一般式 (E - 1) で表される燐光発光材料の極大発光波長が 5 0 0 n m ~ 7 0 0 n m である、請求項 7 又は 8 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 1 0】

前記一般式 (1) で表される化合物を発光層に用いた、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 1 1】

前記一般式 (1) で表される化合物を正孔ブロック層に用いた、請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 1 2】

請求項 1 ~ 1 1 のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を含む発光装置。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 ~ 1 1 のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を含む表示装置。

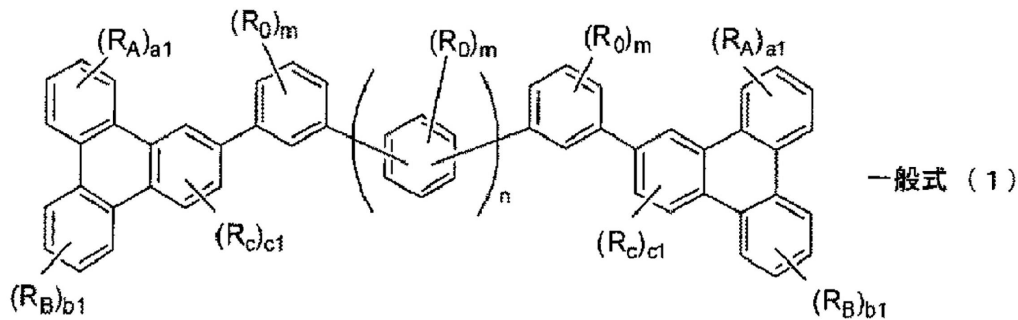
【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 1 1 のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を含む照明装置。

【請求項 1 5】

一般式 (1) で表される化合物からなる電荷輸送材料。

【化 5】



20

(一般式 (1) において、 R_0 は、各々独立に、置換基を有してもよいアルキル基又は置換基を有してもよい単環のみからなるアリール基を表す。 m は各々独立に 0 ~ 4 の整数、 n は 1 ~ 4 の整数を表す。また、フェニレン同士の連結様式はいずれもメタ又はパラであり、 $n = 1$ の場合には、3つのフェニレン基のうち中央のフェニレン基に対して両端のフェニレン基がパラ位で連結される。

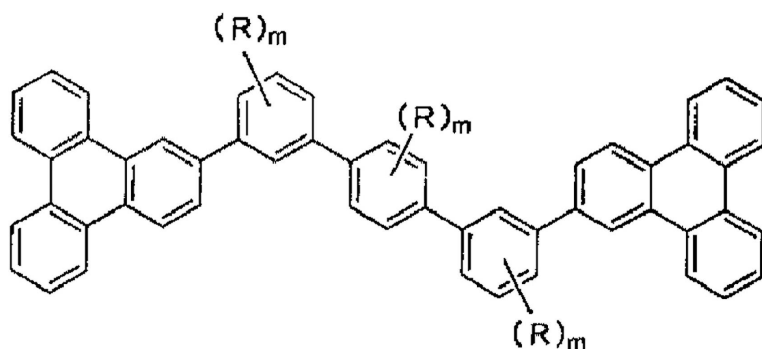
30

R_A 、 R_B 及び R_C は、各々独立に、アルキル基、シクロアルキル基、単環のみからなるアリール基、単環のみからなるヘテロアリール基、シリル基、シアノ基、ハロゲン原子、又は、これらを組み合わせて得られる基を表す。 R_A 、 R_B 、及び R_C は複数存在する場合は、互いに同じでも異なってもよい。 a_1 及び b_1 は、各々独立に 0 ~ 4 の整数を表す。 c_1 は、各々独立に 0 ~ 3 の整数を表す。)

【請求項 1 6】

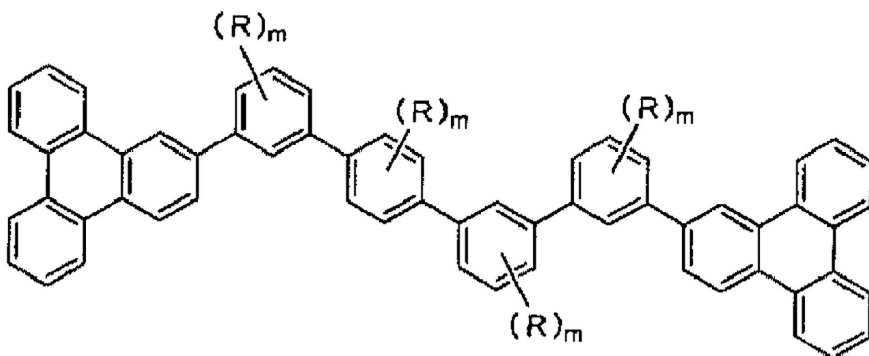
下記一般式 (2) ~ (4) のいずれかで表される化合物からなる電荷輸送材料。

【化6】



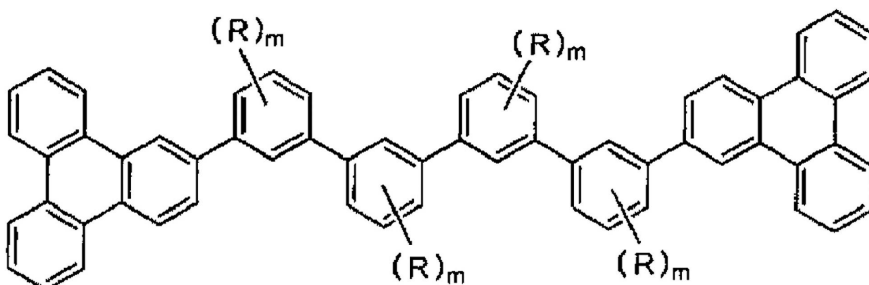
一般式 (2)

10



一般式 (3)

20



一般式 (4)

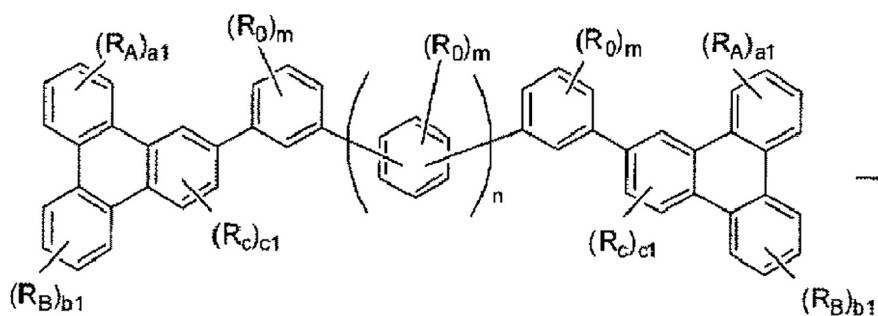
30

(一般式(2)~(4)において、Rは、各々独立に、アルキル基又はアルキル基を有してもよい単環のみからなるアリール基を表す。mは各々独立に0~4の整数を表す。)

【請求項17】

一般式(1)で表される化合物。

【化7】



一般式 (1)

40

(一般式(1)において、 R_0 は、各々独立に、置換基を有してもよいアルキル基又は置換基を有してもよい単環のみからなるアリール基を表す。mは各々独立に0~4の整数、nは1~4の整数を表す。また、フェニレン同士の連結様式はいずれもメタ又はパラであり、n=1の場合には、3つのフェニレン基のうちの中央のフェニレン基に対して両端のフェニレン基がパラ位で連結される。

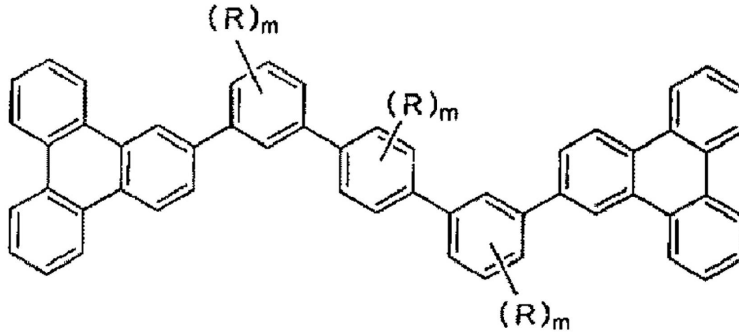
50

R_A 、 R_B 及び R_C は、各々独立に、アルキル基、シクロアルキル基、単環のみからなるアリール基、単環のみからなるヘテロアリール基、シリル基、シアノ基、ハロゲン原子、又は、これらを組み合わせて得られる基を表す。 R_A 、 R_B 、及び R_C は複数存在する場合は、互いに同じでも異なってもよい。 a_1 及び b_1 は、各々独立に0～4の整数を表す。 c_1 は、各々独立に0～3の整数を表す。）

【請求項18】

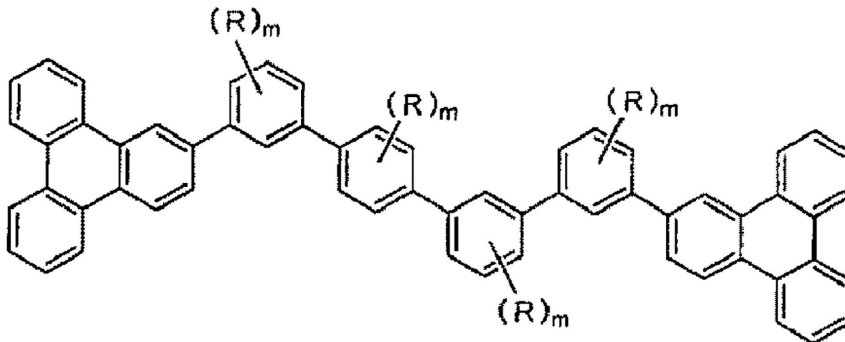
下記一般式(2)～(4)のいずれかで表される化合物。

【化8】



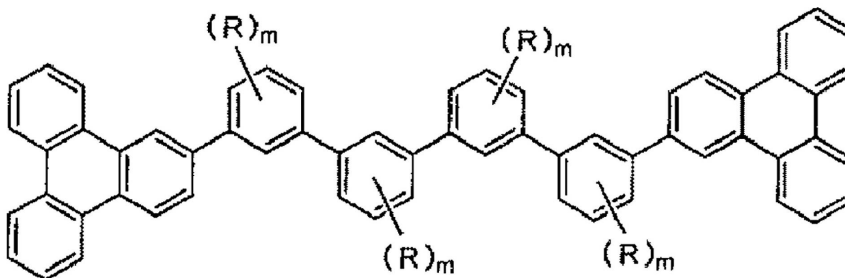
一般式(2)

10



一般式(3)

20



一般式(4)

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は有機電界発光素子及び電荷輸送材料に関する。

40

【背景技術】

【0002】

有機電界発光素子(以下、「素子」、「有機EL素子」ともいう)は、低電圧駆動で高輝度の発光が得られることから活発に研究開発が行われている。有機電界発光素子は、一对の電極間に有機層を有し、陰極から注入された電子と陽極から注入された正孔とが有機層において再結合し、生成した励起子のエネルギーを発光に利用するものである。

【0003】

近年、イリジウム錯体や白金錯体などの燐光発光材料を用いることにより、素子の高効率化が進んでいる。また、発光材料をホスト材料中にドーブした発光層を用いるドーブ型

50

素子が広く採用されている。

発光層に用いられるホスト材料やその他の有機層に含有される電荷輸送材料の開発も盛んに行われている。

例えば、特許文献 1 及び 2 は、トリフェニレン構造を複数有する化合物を用いた有機電界発光素子を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008 - 543086 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 329580 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献 1 及び 2 に記載のおけるようなトリフェニレン構造を複数有する化合物を用いた有機電界発光素子についても、駆動電圧、耐久性について更なる向上、そして高輝度駆動時の効率低下、色度変化が小さいこと、ドープ濃度の変動による素子特性の変動が小さいことなどの点について、更なる改良が望まれる。

【0006】

本発明の目的は、駆動電圧が低く、耐久性に優れ、高輝度駆動時の効率低下、色度変化が小さく、ドープ濃度変化による素子特性の変動が小さい有機電界発光素子を提供することである。

20

また、本発明の別の目的は、上記有機電界発光素子に供し得る化合物及び電荷輸送材料を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

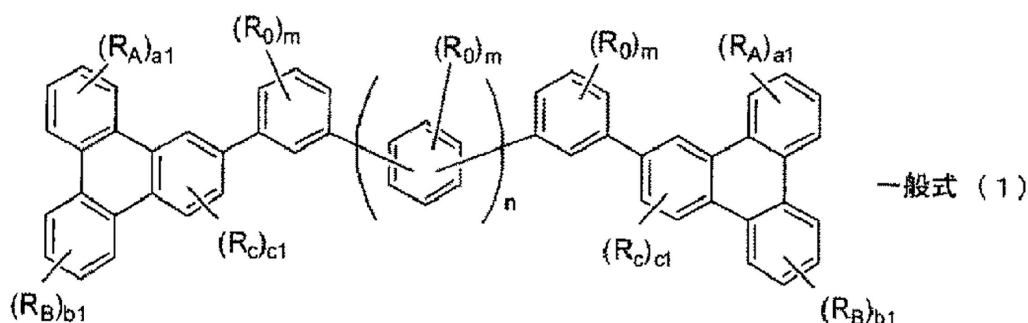
すなわち、本発明は下記的手段により達成することができる。

【0008】

< 1 > 基板上に、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該電極間に発光層を含む少なくとも一層の有機層とを有する有機電界発光素子であって、前記少なくとも一層の有機層のいずれか少なくとも一層に下記一般式 (1) で表される化合物を含む有機電界発光素子。

30

【化 9】



40

(一般式 (1) において、 R_0 は、各々独立に、置換基を有してもよいアルキル基又は置換基を有してもよい単環のみからなるアリール基を表す。 m は各々独立に 0 ~ 4 の整数、 n は 1 ~ 4 の整数を表す。また、フェニレン同士の連結様式はいずれもメタ又はパラであり、 $n = 1$ の場合には、3つのフェニレン基のうちの中央のフェニレン基に対して両端のフェニレン基がパラ位で連結される。

R_A 、 R_B 及び R_C は、各々独立に、アルキル基、シクロアルキル基、単環のみからなるアリール基、単環のみからなるヘテロアリール基、シリル基、シアノ基、ハロゲン原子、又は、これらを組み合わせて得られる基を表す。 R_A 、 R_B 、及び R_C は複数存在する場合は、互いに同じでも異なってもよい。

a_1 及び b_1 は、各々独立に 0 ~ 4 の整数を表す。 c_1 は、各々独立に 0 ~ 3 の整数を

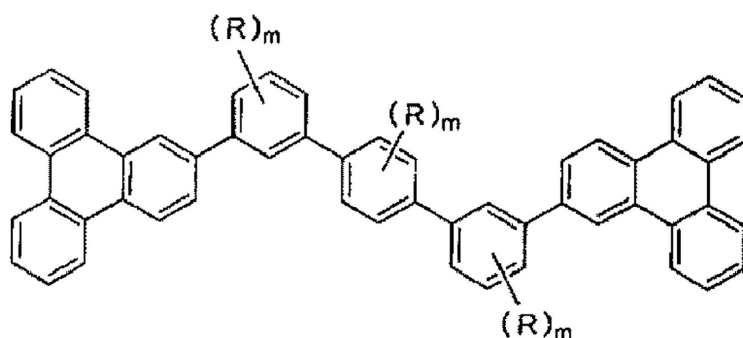
50

表す。)

【0009】

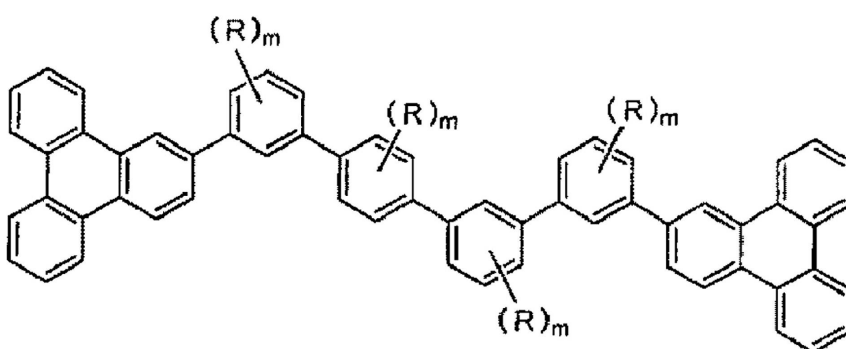
< 2 > 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(2)~(4)のいずれかで表される化合物である、上記< 1 >に記載の有機電界発光素子。

【化10】



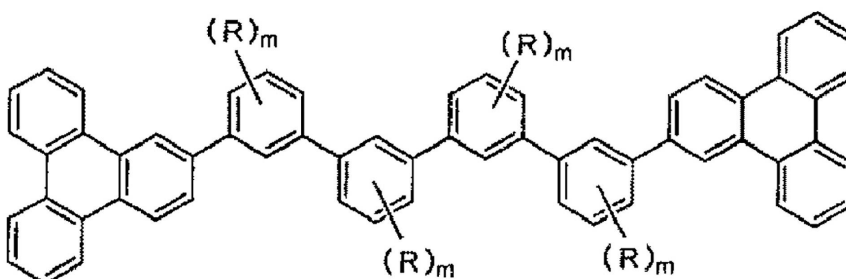
一般式(2)

10



一般式(3)

20



一般式(4)

30

(一般式(2)~(4)において、Rは、各々独立に、アルキル基又はアルキル基を有してもよい単環のみからなるアリール基を表す。mは各々独立に0~4の整数を表す。)

【0010】

< 3 > 一般式(1)において、R₀はアルキル基である、又は、一般式(2)~(4)のいずれかにおいて、Rはアルキル基である、上記< 1 >又は< 2 >に記載の有機電界発光素子。

40

< 4 > 一般式(1)~(4)のいずれかにおいて、一般式中に存在するmがすべて0である、上記< 1 >又は< 2 >に記載の有機電界発光素子。

【0011】

< 5 > 一般式(1)~(4)のいずれかで表される化合物の分子量が1000以下である、上記< 1 >~< 4 >のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

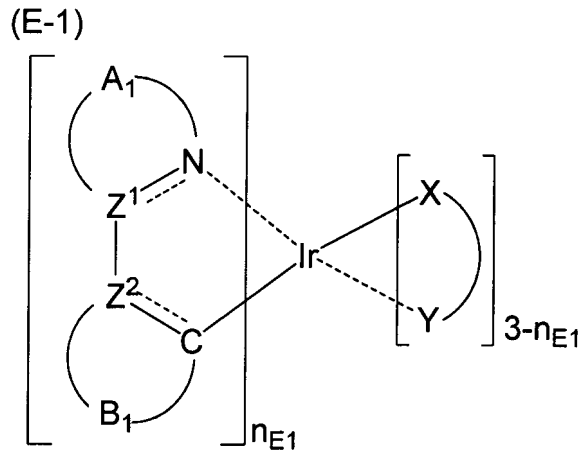
< 6 > 発光層に少なくとも1種の燐光発光材料を含有する、上記< 1 >~< 5 >のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【0012】

< 7 > 前記燐光発光材料が下記一般式(E-1)で表される、上記< 5 >に記載の有機電界発光素子。

50

【化3】



10

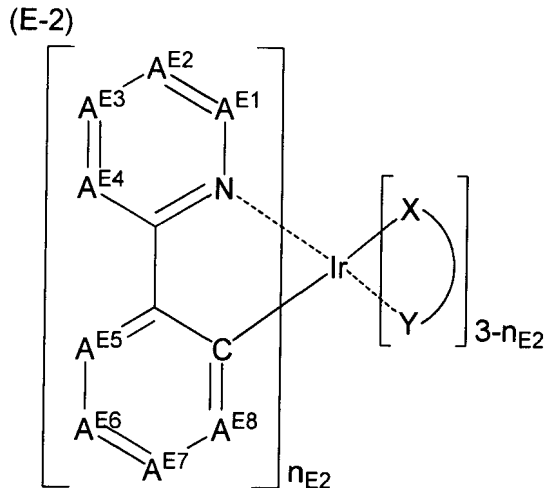
(一般式(E-1)中、 Z^1 及び Z^2 はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。
 A_1 は Z^1 と窒素原子と共に5又は6員のヘテロ環を形成する原子群を表す。
 B_1 は Z^2 と炭素原子と共に5又は6員環を形成する原子群を表す。
 $(X-Y)$ はモノアニオン性の二座配位子を表す。
 n_{E1} は1~3の整数を表す。)

20

【0013】

<8> 前記一般式(E-1)で表される燐光発光材料が下記一般式(E-2)で表される、上記<7>に記載の有機電界発光素子。

【化4】



30

(一般式(E-2)中、 $A^{E1} \sim A^{E8}$ はそれぞれ独立に、窒素原子又はC-R^Eを表す

40

。R^Eは水素原子又は置換基を表す。

$(X-Y)$ はモノアニオン性の二座配位子を表す。

n_{E2} は1~3の整数を表す。)

【0014】

<9> 前記一般式(E-1)で表される燐光発光材料の極大発光波長が500nm~700nmである、上記<7>又は<8>に記載の有機電界発光素子。

【0015】

<10> 前記一般式(1)で表される化合物を発光層に用いた、上記<1>~<9>のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

50

< 1 1 > 前記一般式 (1) で表される化合物を正孔ブロック層に用いた、上記 < 1 > ~ < 1 0 > のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【 0 0 1 6 】

< 1 2 > 上記 < 1 > ~ < 1 1 > のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を含む発光装置。

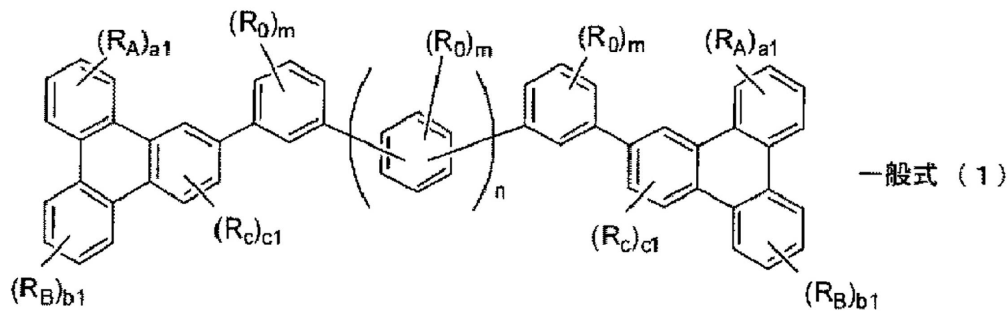
< 1 3 > 上記 < 1 > ~ < 1 1 > のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を含む表示装置。

< 1 4 > 上記 < 1 > ~ < 1 1 > のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を含む照明装置。

【 0 0 1 7 】

< 1 5 > 一般式 (1) で表される化合物からなる電荷輸送材料。

【 化 1 1 】



(一般式 (1) において、 R_0 は、各々独立に、置換基を有してもよいアルキル基又は置換基を有してもよい単環のみからなるアリール基を表す。 m は各々独立に 0 ~ 4 の整数、 n は 1 ~ 4 の整数を表す。また、フェニレン同士の連結様式はいずれもメタ又はパラであり、 $n = 1$ の場合には、3 つのフェニレン基のうち中央のフェニレン基に対して両端のフェニレン基がパラ位で連結される。

R_A 、 R_B 及び R_C は、各々独立に、アルキル基、シクロアルキル基、単環のみからなるアリール基、単環のみからなるヘテロアリール基、シリル基、シアノ基、ハロゲン原子、又は、これらを組み合わせて得られる基を表す。 R_A 、 R_B 、及び R_C は複数存在する場合は、互いに同じでも異なってもよい。

a_1 及び b_1 は、各々独立に 0 ~ 4 の整数を表す。 c_1 は、各々独立に 0 ~ 3 の整数を表す。)

【 0 0 1 8 】

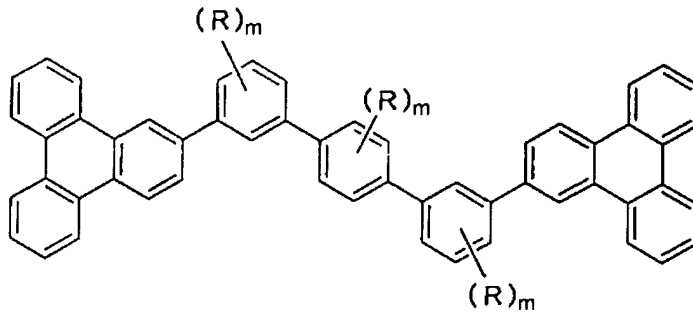
< 1 6 > 下記一般式 (2) ~ (4) のいずれかで表される化合物からなる電荷輸送材料。

10

20

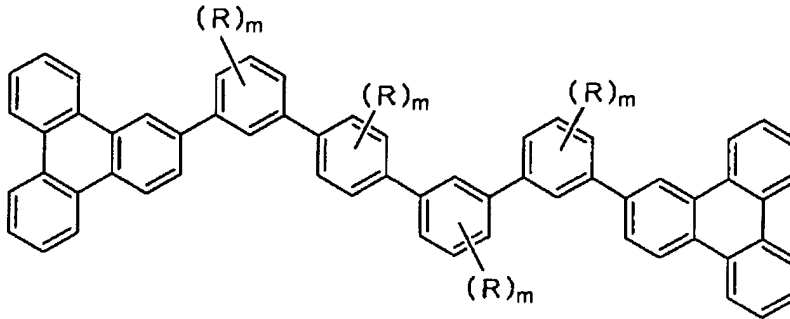
30

【化6】



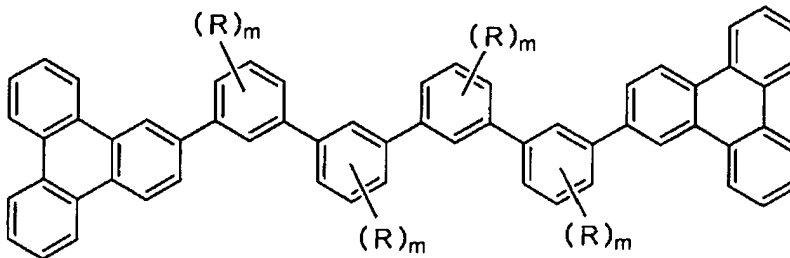
一般式 (2)

10



一般式 (3)

20



一般式 (4)

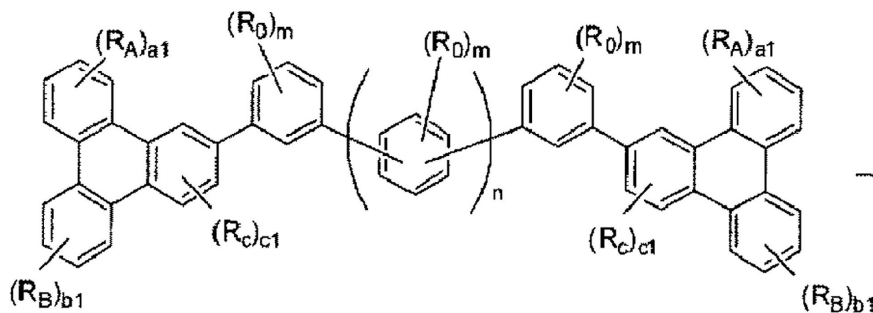
(一般式(2)~(4)において、Rは、各々独立に、アルキル基又はアルキル基を有してもよい単環のみからなるアリール基を表す。mは各々独立に0~4の整数を表す。)

30

【0019】

<17> 一般式(1)で表される化合物。

【化12】



一般式 (1)

40

(一般式(1)において、R₀は、各々独立に、置換基を有してもよいアルキル基又は置換基を有してもよい単環のみからなるアリール基を表す。mは各々独立に0~4の整数、nは1~4の整数を表す。また、フェニレン同士の連結様式はいずれもメタ又はパラであり、n=1の場合には、3つのフェニレン基のうち中央のフェニレン基に対して両端のフェニレン基がパラ位で連結される。

R_A、R_B及びR_Cは、各々独立に、アルキル基、シクロアルキル基、単環のみからなるアリール基、単環のみからなるヘテロアリール基、シリル基、シアノ基、ハロゲン原子、

50

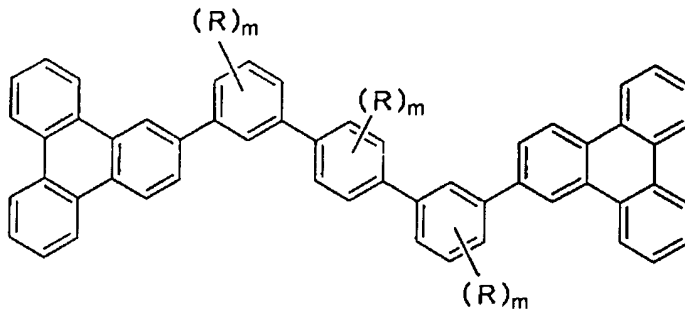
又は、これらを組み合わせて得られる基を表す。R_A、R_B、及びR_Cは複数存在する場合は、互いに同じでも異なってもよい。

a 1 及び b 1 は、各々独立に 0 ~ 4 の整数を表す。c 1 は、各々独立に 0 ~ 3 の整数を表す。）

【0020】

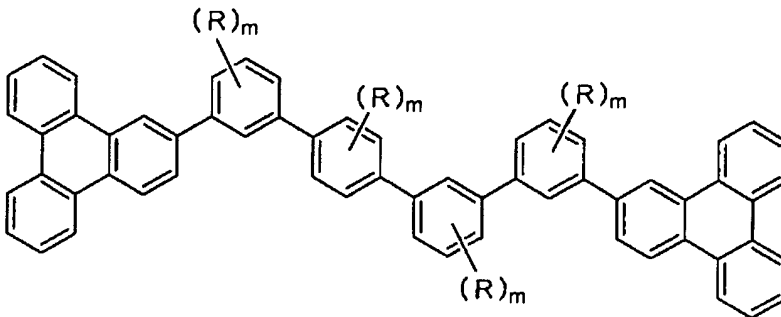
< 18 > 下記一般式 (2) ~ (4) のいずれかで表される化合物。

【化8】



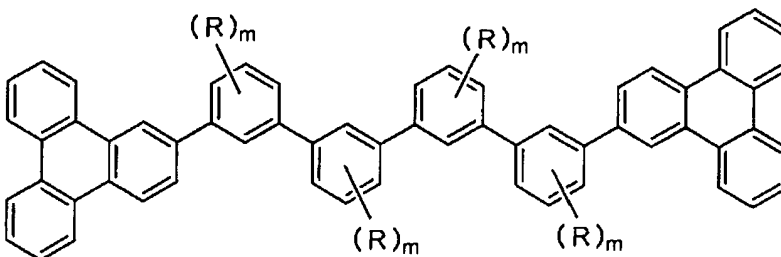
一般式 (2)

10



一般式 (3)

20



一般式 (4)

30

(一般式 (2) ~ (4) において、R は、各々独立に、アルキル基又はアルキル基を有してもよい単環のみからなるアリール基を表す。m は各々独立に 0 ~ 4 の整数を表す。)

【発明の効果】

【0021】

本発明における一般式 (1) で表される化合物を用いることにより、駆動電圧が低く、耐久性に優れ、高輝度駆動時の効率低下、色度変化が小さく、ドーピング濃度変化による素子特性の変動が小さい有機電界発光素子を提供することができる。高輝度駆動時の効率低下や色度変化が小さいことは、照明などの高輝度での使用が求められる用途において重要である。また、ドーピング濃度変化に対して素子特性の変動が小さいと素子作製時のバラつき生じにくくなり、歩留まりが向上するというメリットがある。また、本発明によれば、上記有機電界発光素子に供し得る化合物及び電荷輸送材料を提供することができる。

40

一般式 (1) で表される化合物は、共役系が適度に広がっていることで、電荷の注入・輸送性が高く、電荷や励起子に対して安定であり、T₁ エネルギーが大きい、そのため、正孔及び電子の注入・輸送性のバランスが良好であり、電荷バランスがくずれにくく、部分的な集中が起こりにくいため、上記効果が得られると推測している。

50

共役系が拡がると、電荷の注入・輸送性、電荷や励起子に対する安定性が向上するなどの利点があるが、拡がり過ぎると T_1 エネルギーが小さくなり、燐光素子に用いた場合に低効率や低耐久性の原因となる。

一般式(1)で表される構造とすることにより、共役系が適度に拡がった状態が達成でき、低駆動電圧、高耐久性、高輝度駆動時の効率低下・色度変化が小さい、ドーブ濃度変化に対する素子特性変化が小さいなどの優れた特性を示す材料が得られる。発光層に用いたときに高輝度駆動時の効率低下・色度変化が小さくなること、及びドーブ濃度変化に対する素子特性変化が小さくなることのメカニズムとしては、一般式(1)で表される化合物をホストに用いることにより、発光層の電子及び正孔の注入・輸送性がいずれも良好となり、電荷バランスがくずれにくいこと、電荷や励起子が有機層界面に蓄積しにくくなることなどが考えられる。

10

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明に係る有機電界発光素子の構成の一例を示す概略図である。

【図2】本発明に係る発光装置の一例を示す概略図である。

【図3】本発明に係る照明装置の一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明において、置換基群A及びBを下記のように定義する。

(置換基群A)

20

アルキル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~10であり、例えばメチル、エチル、イソプロピル、t-ブチル、n-オクチル、n-デシル、n-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。)、アルケニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。)、アルキニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。)、アリール基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニル、p-メチルフェニル、ナフチル、アントラニルなどが挙げられる。)、アミノ基(好ましくは炭素数0~30、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~10であり、例えばアミノ、メチルアミノ、ジメチルアミノ、ジエチルアミノ、ジベンジルアミノ、ジフェニルアミノ、ジトリルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~10であり、例えばメトキシ、エトキシ、プトキシ、2-エチルヘキシロキシなどが挙げられる。)、アリーロキシ基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニルオキシ、1-ナフチルオキシ、2-ナフチルオキシなどが挙げられる。)、ヘテロ環オキシ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばピリジルオキシ、ピラジロキシ、ピリミジルオキシ、キノリルオキシなどが挙げられる。)、アシル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイルなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12であり、例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニルなどが挙げられる。)、アリーロキシカルボニル基(好ましくは炭素数7~30、より好ましくは炭素数7~20、特に好ましくは炭素数7~12であり、例えばフェニルオキシカルボニルなどが挙げられる。)、アシルオキシ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばアセトキシ、ベンゾイルオキシなどが挙げられる。)、アシルアミノ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり

30

40

50

、例えばアセチルアミノ、ベンゾイルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12であり、例えばメトキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、アリーロキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数7~30、より好ましくは炭素数7~20、特に好ましくは炭素数7~12であり、例えばフェニロキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、スルホニルアミノ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメタンスルホニルアミノ、ベンゼンスルホニルアミノなどが挙げられる。)、スルファモイル基(好ましくは炭素数0~30、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~12であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファモイル、フェニルスルファモイルなどが挙げられる。)、カルバモイル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイルなどが挙げられる。)、アルキルチオ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメチルチオ、エチルチオなどが挙げられる。)、アリールチオ基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニルチオなどが挙げられる。)、ヘテロ環チオ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばピリジルチオ、2-ベンズイミゾリルチオ、2-ベンズオキサゾリルチオ、2-ベンズチアゾリルチオなどが挙げられる。)、スルホニル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。)、スルフィニル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメタンスルフィニル、ベンゼンスルフィニルなどが挙げられる。)、ウレイド基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばウレイド、メチルウレイド、フェニルウレイドなどが挙げられる。)、リン酸アミド基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばジエチルリン酸アミド、フェニルリン酸アミドなどが挙げられる。)、ヒドロキシ基、メルカプト基、ハロゲン原子(例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子)、シアノ基、スルホ基、カルボキシ基、ニトロ基、ヒドロキサム酸基、スルフィノ基、ヒドラジノ基、イミノ基、ヘテロ環基(芳香族ヘテロ環基も包含し、好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~12であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子、ケイ素原子、セレン原子、テルル原子であり、具体的にはピリジル、ピラジニル、ピリミジル、ピリダジニル、ピロリル、ピラゾリル、トリアゾリル、イミダゾリル、オキサゾリル、チアゾリル、イソキサゾリル、イソチアゾリル、キノリル、フリル、チエニル、セレノフェニル、テルロフェニル、ペペリジル、ペペリジノ、モルホリノ、ピロリジル、ピロリジノ、ベンゾオキサゾリル、ベンゾイミダゾリル、ベンゾチアゾリル、カルバゾリル基、アゼピニル基、シロリル基などが挙げられる。)、シリル基(好ましくは炭素数3~40、より好ましくは炭素数3~30、特に好ましくは炭素数3~24であり、例えばトリメチルシリル、トリフェニルシリルなどが挙げられる。)、シリルオキシ基(好ましくは炭素数3~40、より好ましくは炭素数3~30、特に好ましくは炭素数3~24であり、例えばトリメチルシリルオキシ、トリフェニルシリルオキシなどが挙げられる。)、ホスホリル基(例えばジフェニルホスホリル基、ジメチルホスホリル基などが挙げられる。)が挙げられる。これらの置換基は更に置換されてもよく、更なる置換基としては、以上に説明した置換基群Aから選択される基を挙げることができる。また、置換基に置換した置換基は更に置換されてもよく、さらなる置換基としては、以上に説明した置換基群Aから選択される基を挙げることができる。また、置換基に置換した置換基に置換した置換基は更に置換されてもよく、さらなる置換基としては、以上に説明した置換基群Aから選択される基を挙げることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

(置換基群 B)

アルキル基(好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 10 であり、例えばメチル、エチル、イソプロピル、t-ブチル、n-オクチル、n-デシル、n-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。)、アルケニル基(好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。)、アルキニル基(好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。)、アリール基(好ましくは炭素数 6 ~ 30、より好ましくは炭素数 6 ~ 20、特に好ましくは炭素数 6 ~ 12 であり、例えばフェニル、p-メチルフェニル、ナフチル、アントラニルなどが挙げられる。)、シアノ基、ヘテロ環基(芳香族ヘテロ環基も包含し、好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子、ケイ素原子、セレン原子、テルル原子であり、具体的にはピリジル、ピラジニル、ピリミジル、ピリダジニル、ピロリル、ピラゾリル、トリアゾリル、イミダゾリル、オキサゾリル、チアゾリル、イソキサゾリル、イソチアゾリル、キノリル、フリル、チエニル、セレノフェニル、テルロフェニル、ペペリジル、ペペリジノ、モルホリノ、ピロリジル、ピロリジノ、ベンゾオキサゾリル、ベンゾイミダゾリル、ベンゾチアゾリル、カルバゾリル基、アゼピニル基、シロリル基などが挙げられる。)これらの置換基は更に置換されてもよく、更なる置換基としては、前記置換基群 B から選択される基を挙げることができる。また、置換基に置換した置換基は更に置換されてもよく、さらなる置換基としては、以上に説明した置換基群 B から選択される基を挙げることができる。また、置換基に置換した置換基に置換した置換基は更に置換されてもよく、さらなる置換基としては、以上に説明した置換基群 B から選択される基を挙げることができる。

10

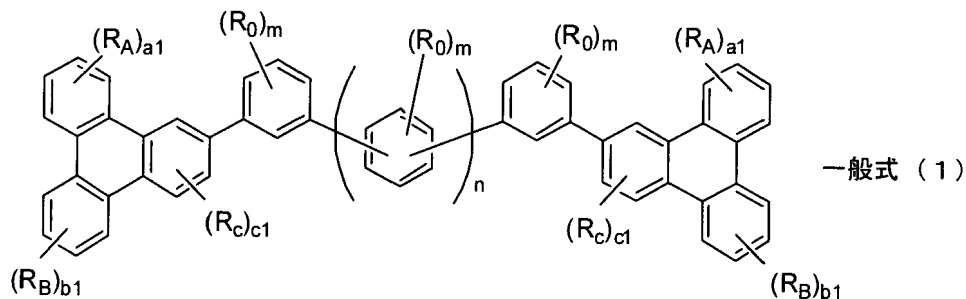
20

【 0 0 2 5 】

本発明の有機電界発光素子は、基板上に、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該電極間に発光層を含む少なくとも一層の有機層とを有する有機電界発光素子であって、前記有機層のうち少なくとも一層に下記一般式(1)で表される化合物を含有する。

【 0 0 2 6 】

【化 9】



30

40

【 0 0 2 7 】

(一般式(1)において、 R_0 は、各々独立に、置換基を有してもよいアルキル基又は置換基を有してもよい単環のみからなるアリール基を表す。 m は各々独立に 0 ~ 4 の整数、 n は 1 ~ 4 の整数を表す。また、フェニレン同士の間は、いずれもメタ又はパラであり、 $n = 1$ の場合には、3つのフェニレン基のうち中央のフェニレン基に対して両端のフェニレン基がパラ位で連結される。

R_A 、 R_B 及び R_C は、各々独立に、アルキル基、シクロアルキル基、単環のみからなるアリール基、単環のみからなるヘテロアリール基、シリル基、シアノ基、ハロゲン原子、

50

又は、これらを組み合わせて得られる基を表す。R_A、R_B、及びR_Cは複数存在する場合は、互いに同じでも異なっていてもよい。

a 1 及び b 1 は、各々独立に 0 ~ 4 の整数を表す。c 1 は、各々独立に 0 ~ 3 の整数を表す。)

【0028】

R₀ としてのアルキル基は、直鎖状、分岐状又は環状であってもよく、例えば、前述の置換基群 A におけるアルキル基が挙げられ、一般的には炭素数 1 ~ 30、好ましくは炭素数 1 ~ 20、より好ましくは炭素数 1 ~ 10、更に好ましくは炭素数 1 ~ 6、最も好ましくは炭素数 1 ~ 4 のアルキル基である。例えばメチル基、エチル基、n - プロピル基、イソプロピル基、n - ブチル基、イソブチル基、sec - ブチル基、t - ブチル基、n - ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、1, 1 - ジメチルプロピル基、2 - メチルペンチル基、n - ヘキシル基、シクロヘキシル基、メチルペンチル基、ジメチルブチル基等が挙げられ、メチル基、エチル基、n - プロピル基、n - ブチル基、又は t - ブチル基がより好ましく、より好ましくはメチル基又は t - ブチル基のいずれかであり、最も好ましくはメチル基である。

10

R₀ としてのアルキル基は、置換基群 A として挙げた置換基などの置換基を有していてもよい。

【0029】

R₀ としての単環のみからなるアリール基とは、フェニル基、又はフェニレンが単結合で複数連結した 1 価の置換基 (単結合で連結したベンゼン環の数が好ましくは 3 個以下、より好ましくは 1 個又は 2 個) 表し、例えば、フェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、クォーターフェニル基、キンクフェニル基等が挙げられる。これらのうち、フェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基 (特に 3, 5 - ジフェニルフェニル) のいずれかが好ましく、フェニル基、ピフェニル基のいずれかがより好ましく、フェニル基が最も好ましい。

20

R₀ としてのアリール基は、置換基群 A として挙げた置換基などの置換基を有していてもよい。

アリール基にアルキル基が置換する場合、好ましい範囲は前述の R₀ としてのアルキル基の場合と同様である。

【0030】

一般式 (1) における m の合計は、4 以下が好ましく、2 以下がより好ましく、0 であることが特に好ましい。

30

R₀ はアルキル基であることが好ましい。

【0031】

n は 1 以上 3 以下であることが好ましく、1 又は 2 が特に好ましい。即ち、一般式 (1) において、両端のトリフェニレン構造を連結するフェニレン構造として、ターフェニル構造 (3 つのフェニレンが連結した基) 又はクォーターフェニル構造 (4 つのフェニレンが連結した基) を形成する場合は特に好ましい。

特に、一般式 (1) において、n が 1 であり、p - ターフェニル構造 (3 つのフェニレンがすべてパラ位で結合した基) となる場合、又は n が 2 であり、m - クォーターフェニル構造 (4 つのフェニレンがすべてメタ位で結合した基) となる場合は好ましい。

40

なお、一般式 (1) におけるフェニレン構造として、p - クォーターフェニルの構造を有する場合は、緑燐光材料より T₁ エネルギーが小さくなるため、緑燐光素子用材料としてよりも、赤燐光素子用材料として用いることが好ましい。p - クォーターフェニルの構造を有する場合 (p - クォーターフェニル、p - キンクフェニル、p - セキシフェニル等) も R₀ としてアルキル基を 1 つ以上有するものは緑燐光材料より T₁ エネルギーが大きくなり、緑燐光素子用材料として好ましく使用することができる。

【0032】

R_A、R_B 及び R_C は、各々独立に、アルキル基、シクロアルキル基、単環のみからなるアリール基、単環のみからなるヘテロアリール基、シリル基、シアノ基、ハロゲン原子

50

、又は、これらを組み合わせて得られる基を表す。

アルキル基としては、好ましくは炭素数 1 ~ 10、より好ましくは炭素数 1 ~ 6、更に好ましくは炭素数 1 ~ 4 のアルキル基であり、メチル基、エチル基、n - プロピル基、n - ブチル基、又は t - ブチル基が好ましい。

シクロアルキル基としては、好ましくは炭素数 3 ~ 10、より好ましくは炭素数 4 ~ 6、更に好ましくは炭素数 5 又は 6 のシクロアルキル基であり、シクロペンチル基、又はシクロヘキシル基が好ましい。

単環のみからなるアリール基としては、フェニル基が好ましい。

単環のみからなるヘテロアリール基としては、含窒素又は含硫黄の単環のみからなるヘテロアリール基が好ましく、ピリジル基、ピラジル基、ピリミジル基、又はチオフェニル基がより好ましく、ピリジル基又はピリミジル基が更に好ましい。

10

シリル基として好ましくは、炭素数 3 ~ 40、より好ましくは炭素数 3 ~ 30、特に好ましくは炭素数 3 ~ 24 であり、トリメチルシリル基、トリフェニルシリル基が特に好ましい。

R_A 、 R_B 、及び R_C として好ましくは、アルキル基、単環のみからなるアリール基、シリル基、シアノ基であり、より好ましくはアルキル基、単環のみからなるアリール基であり、更に好ましくは単環のみからなるアリール基である。

一般式 (1) 中、 a_1 及び b_1 は各々独立に 0 ~ 4 の整数を表す。電荷輸送性及び合成が容易であるという理由から、 a_1 及び b_1 としては、0 ~ 2 の整数が好ましく、0 又は 1 がより好ましく、0 が更に好ましい。

20

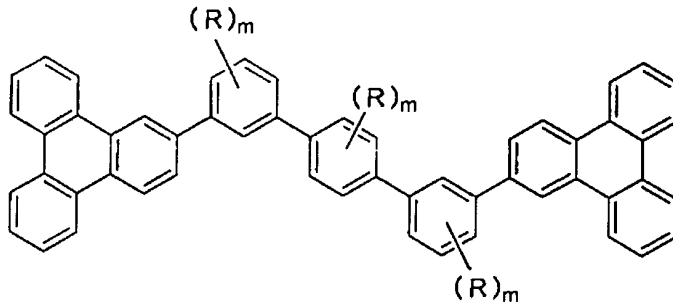
一般式 (1) 中、 c_1 は 0 ~ 3 の整数を表す。電荷輸送性及び合成が容易であるという理由から、 c_1 としては、0 ~ 2 の整数が好ましく、0 又は 1 がより好ましく、0 が更に好ましい。

【0033】

特に、前記一般式 (1) で表される化合物が、下記一般式 (2) ~ (4) のいずれかで表される化合物が好ましい。

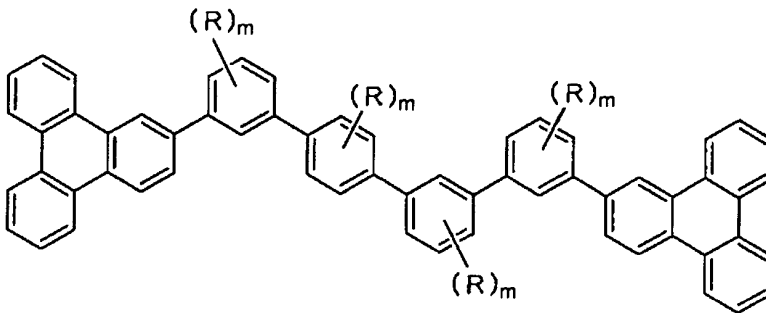
【0034】

【化10】



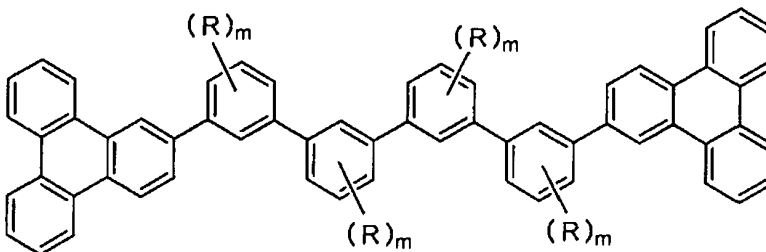
一般式(2)

10



一般式(3)

20



一般式(4)

【0035】

(一般式(2)~(4)において、Rは、各々独立に、アルキル基又はアルキル基を有してもよい単環のみからなるアリアル基を表す。mは各々独立に0~4の整数を表す。)

30

m=0であることが好ましい。

Rはアルキル基であることが好ましい。

Rとしてのアルキル基又はアルキル基を有してもよい単環のみからなるアリアル基は、一般式(1)におけるR₀におけるものと同様である。

【0036】

一般式(1)で表される化合物の膜状態でのT₁エネルギーは、2.39 eV(55 kcal/mol)以上3.25 eV(75 kcal/mol)以下であることが好ましく、2.47 eV(57.0 kcal/mol)以上3.04 eV(70 kcal/mol)以下であることがより好ましく、2.52 eV(58.0 kcal/mol)以上2.82 eV(65 kcal/mol)以下であることが更に好ましい。特に、発光材料として燐光発光材料を用いる場合には、T₁エネルギーが上記範囲となることが好ましい。

40

【0037】

T₁エネルギーは、材料の薄膜の燐光発光スペクトルを測定し、その短波長端から求めることができる。例えば、洗浄した石英ガラス基板上に、材料を真空蒸着法により約50 nmの膜厚に成膜し、薄膜の燐光発光スペクトルを液体窒素温度下でF-7000日立蛍光光度計(日立ハイテクノロジーズ)を用いて測定する。得られた発光スペクトルの短波長側の立ち上がり波長をエネルギー単位に換算することによりT₁エネルギーを求めることができる。

【0038】

50

一般式(1)で表される化合物の分子量は、1200以下であることが好ましく、1000以下であることがより好ましく、680以上1000以下であることが更に好ましく、680以上900以下であることが特に好ましく、680以上850以下であることが最も好ましい。分子量をこの範囲とすることで、膜質が良好で、昇華精製・蒸着適性に優れた材料が得られる。

【0039】

一般式(1)で表される化合物は、発光層、正孔ブロック層、電子ブロック層に用いることが好ましく、発光層、正孔ブロック層に用いることがより好ましく、発光層に用いることが更に好ましい。

【0040】

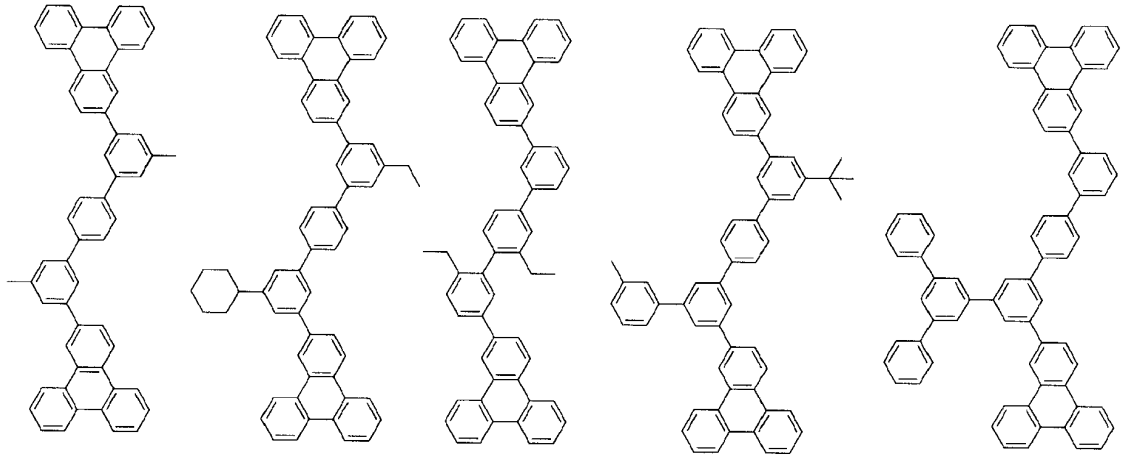
有機電界発光素子を高温駆動時や素子駆動中の発熱に対して安定して動作させる観点から、一般式(1)で表される化合物のガラス転移温度(T_g)は80以上400以下であることが好ましく、100以上400以下であることがより好ましく、120以上400以下であることが更に好ましい。

【0041】

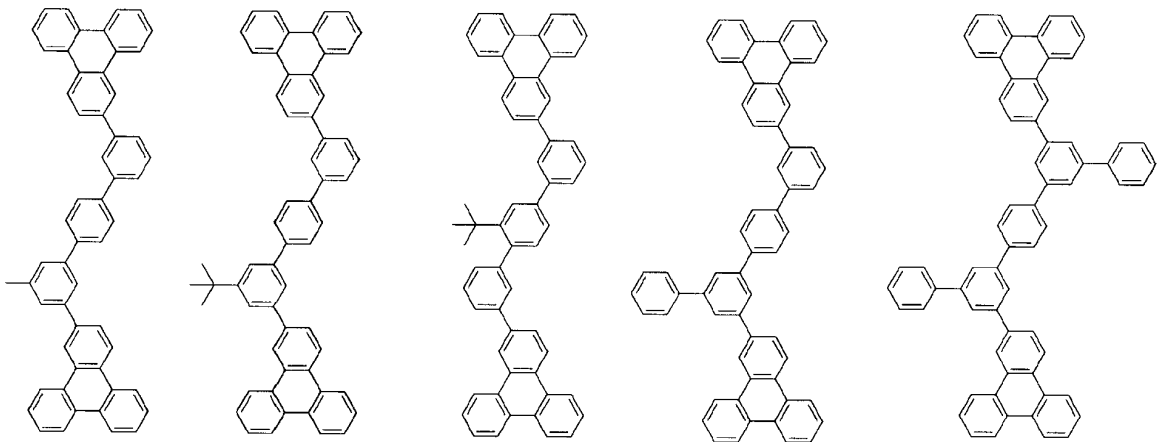
一般式(1)で表される化合物の具体例を以下に示すが、これらに限定されない。

【0042】

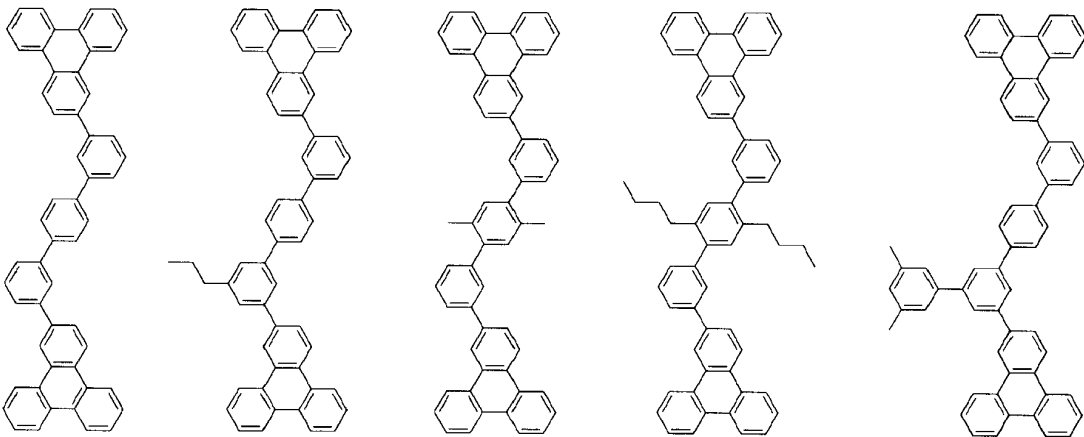
【化 1 1】



10



20

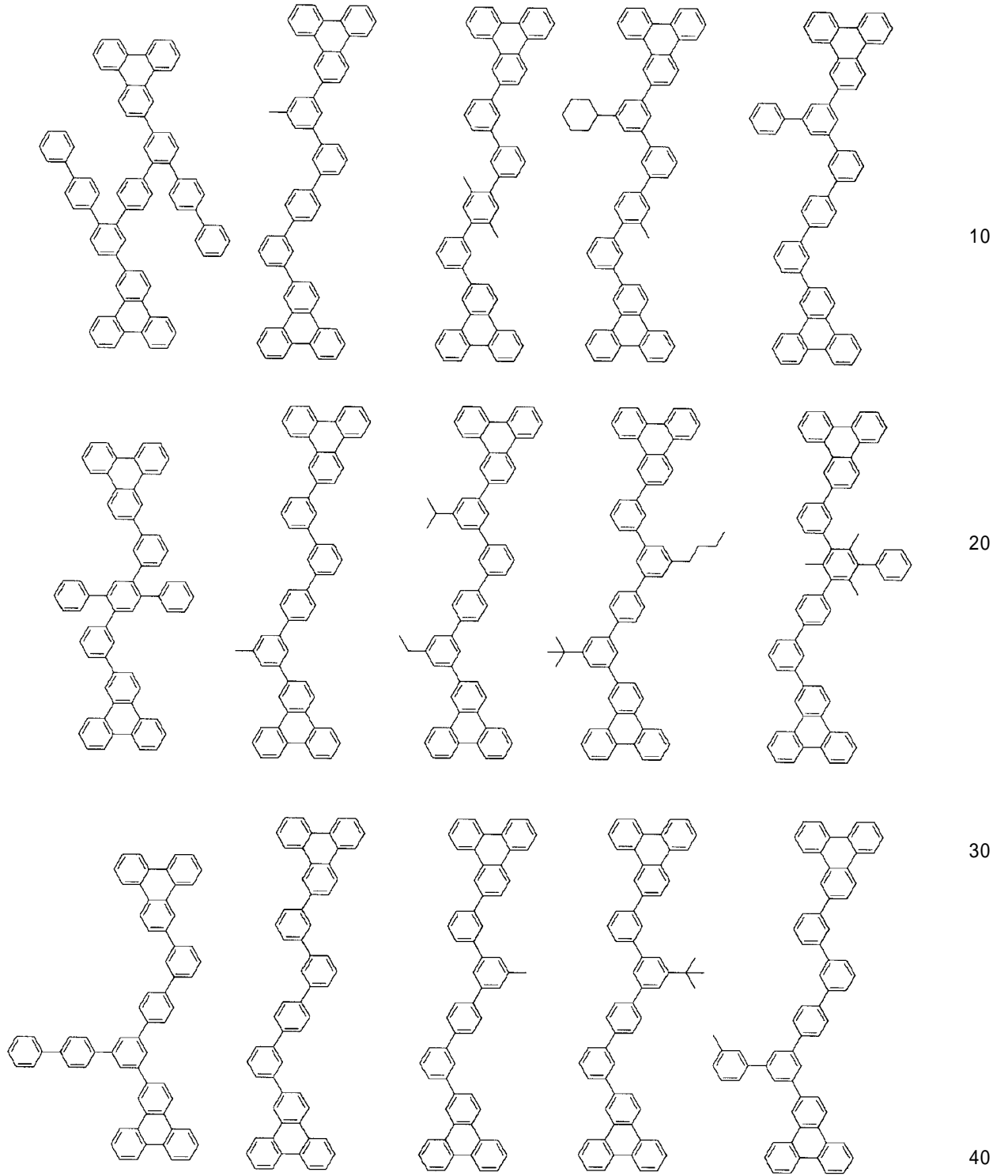


30

40

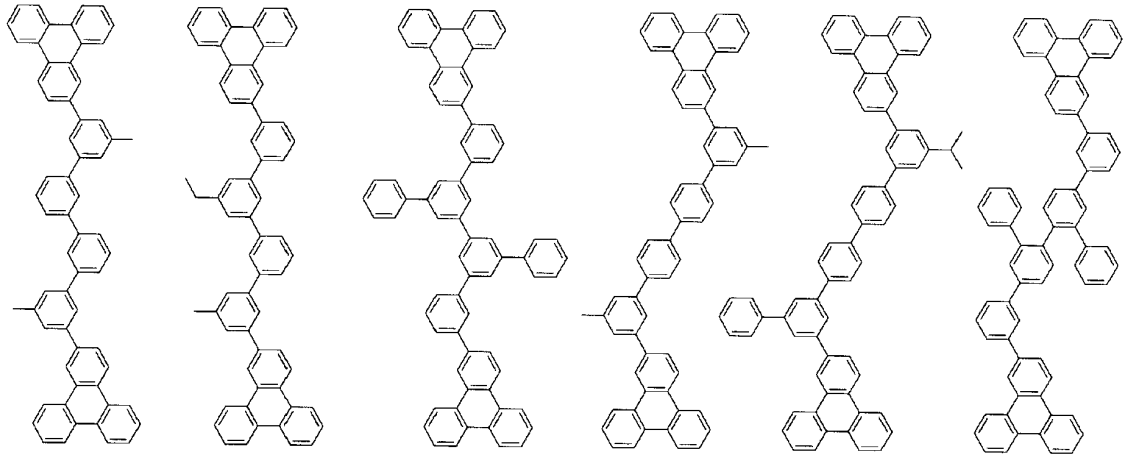
【 0 0 4 3 】

【化 1 2】

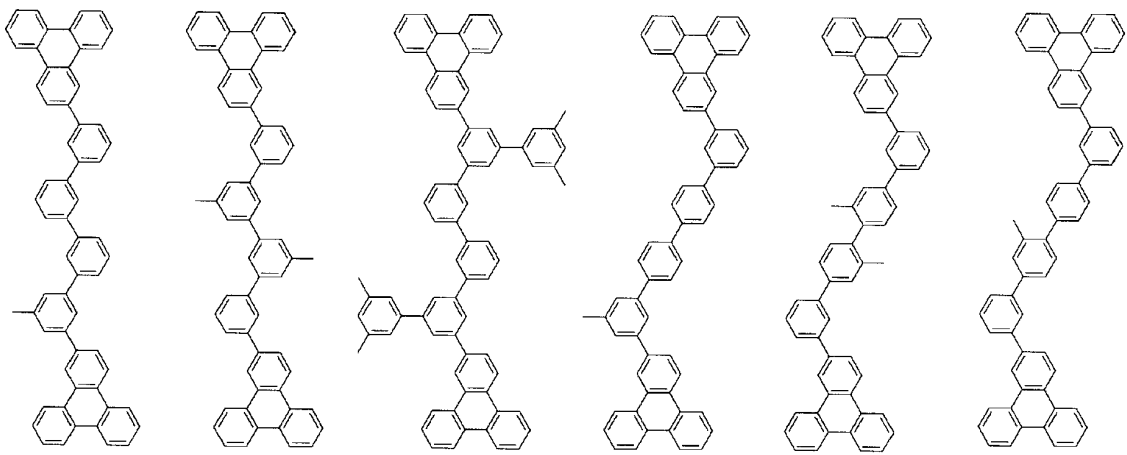


【 0 0 4 4 】

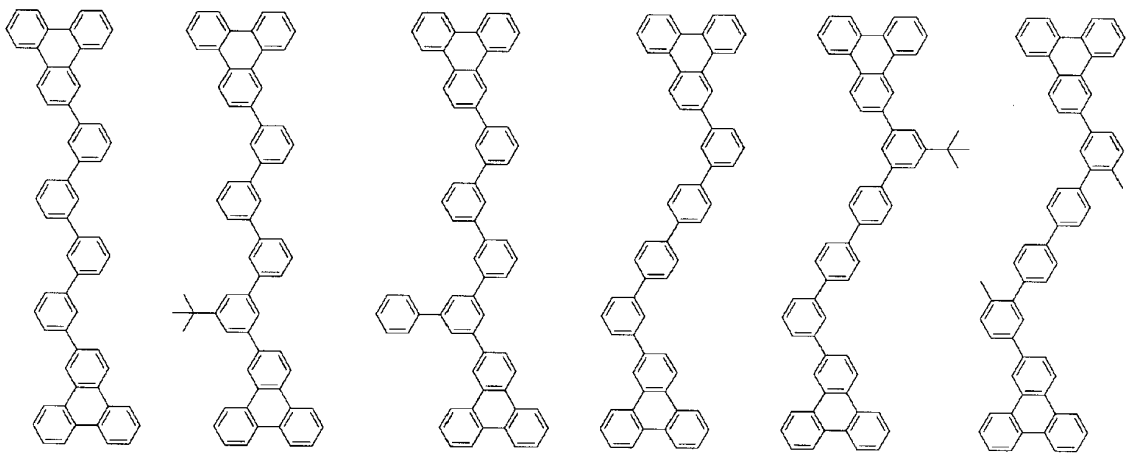
【化 1 3】



10



20

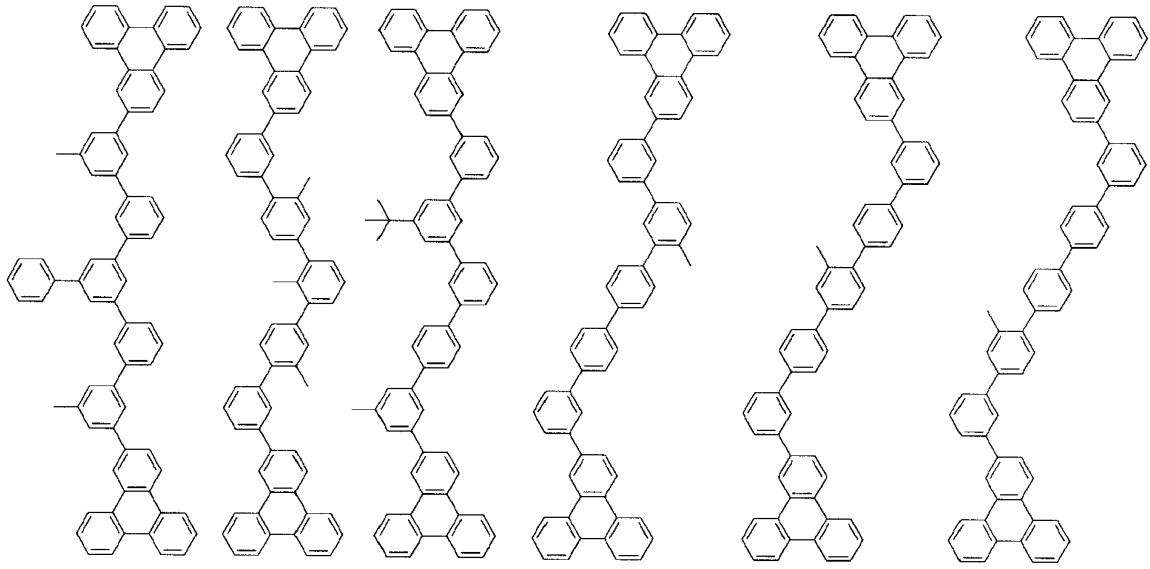


30

【 0 0 4 5 】

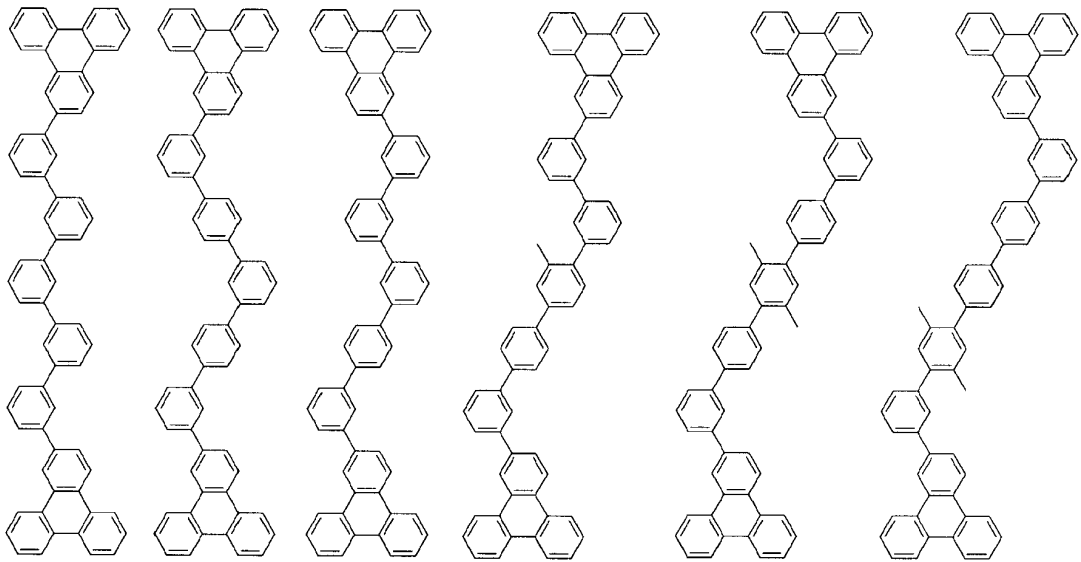
40

【化 1 4】



10

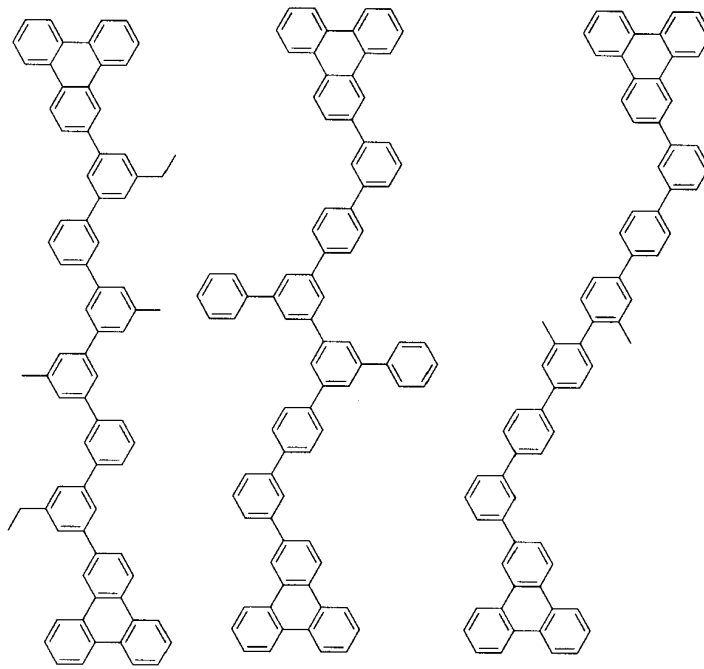
20



30

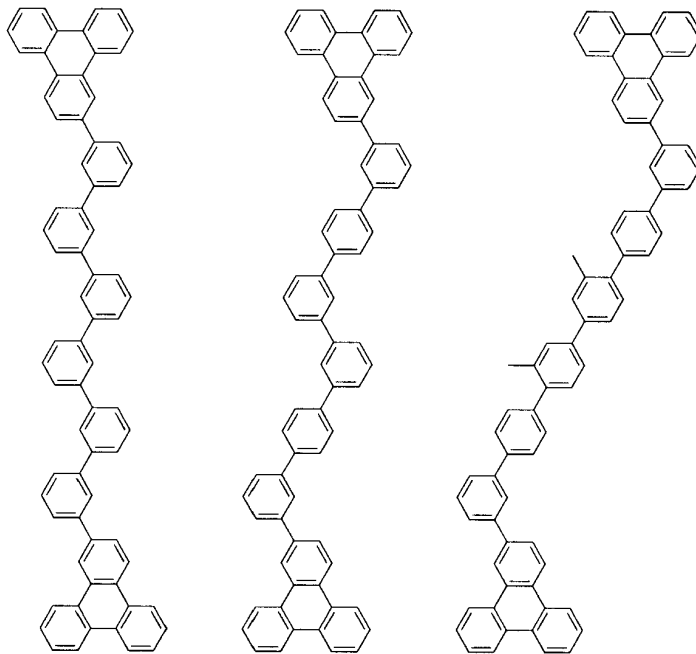
【 0 0 4 6 】

【化 1 5】



10

20

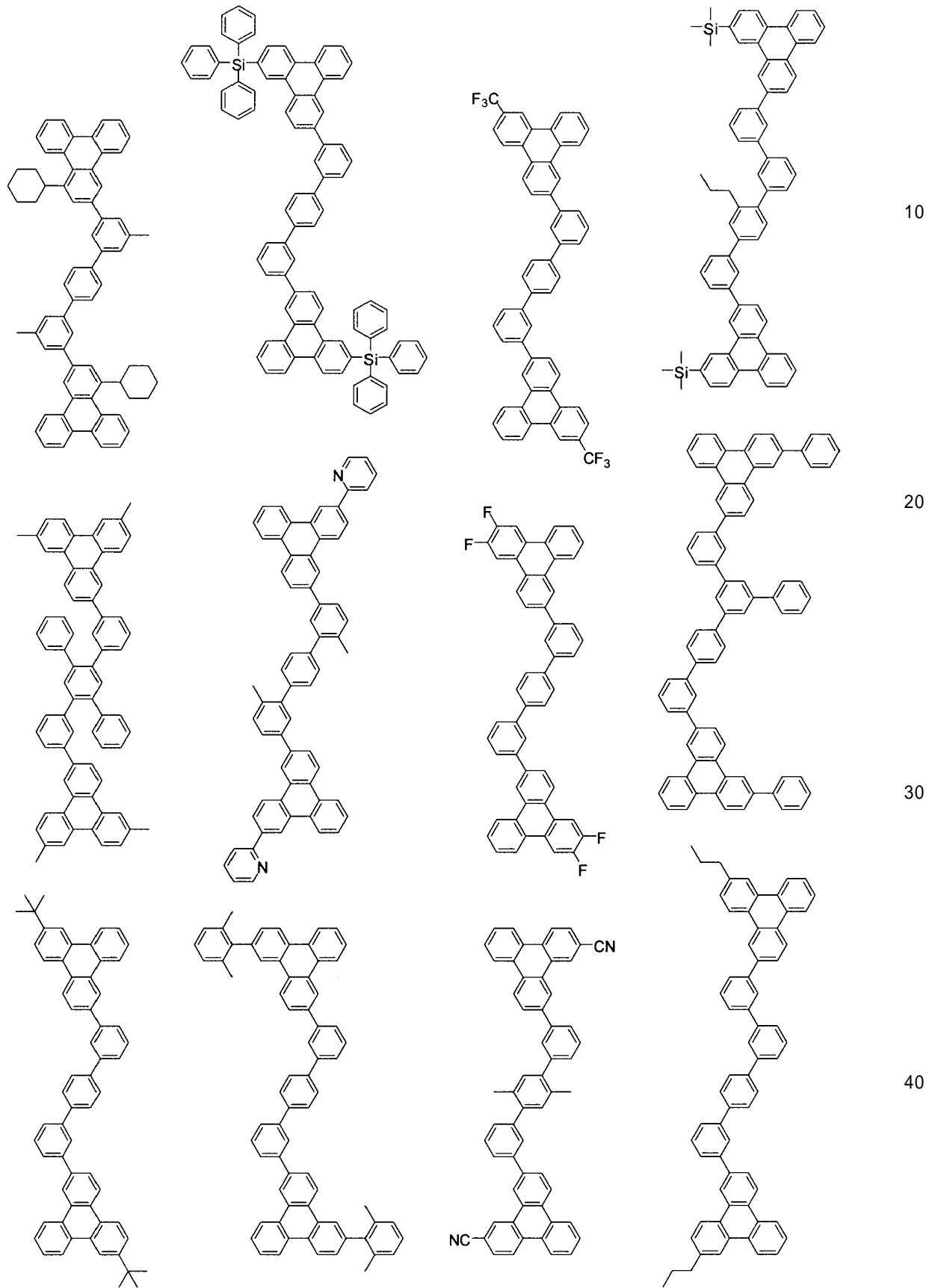


30

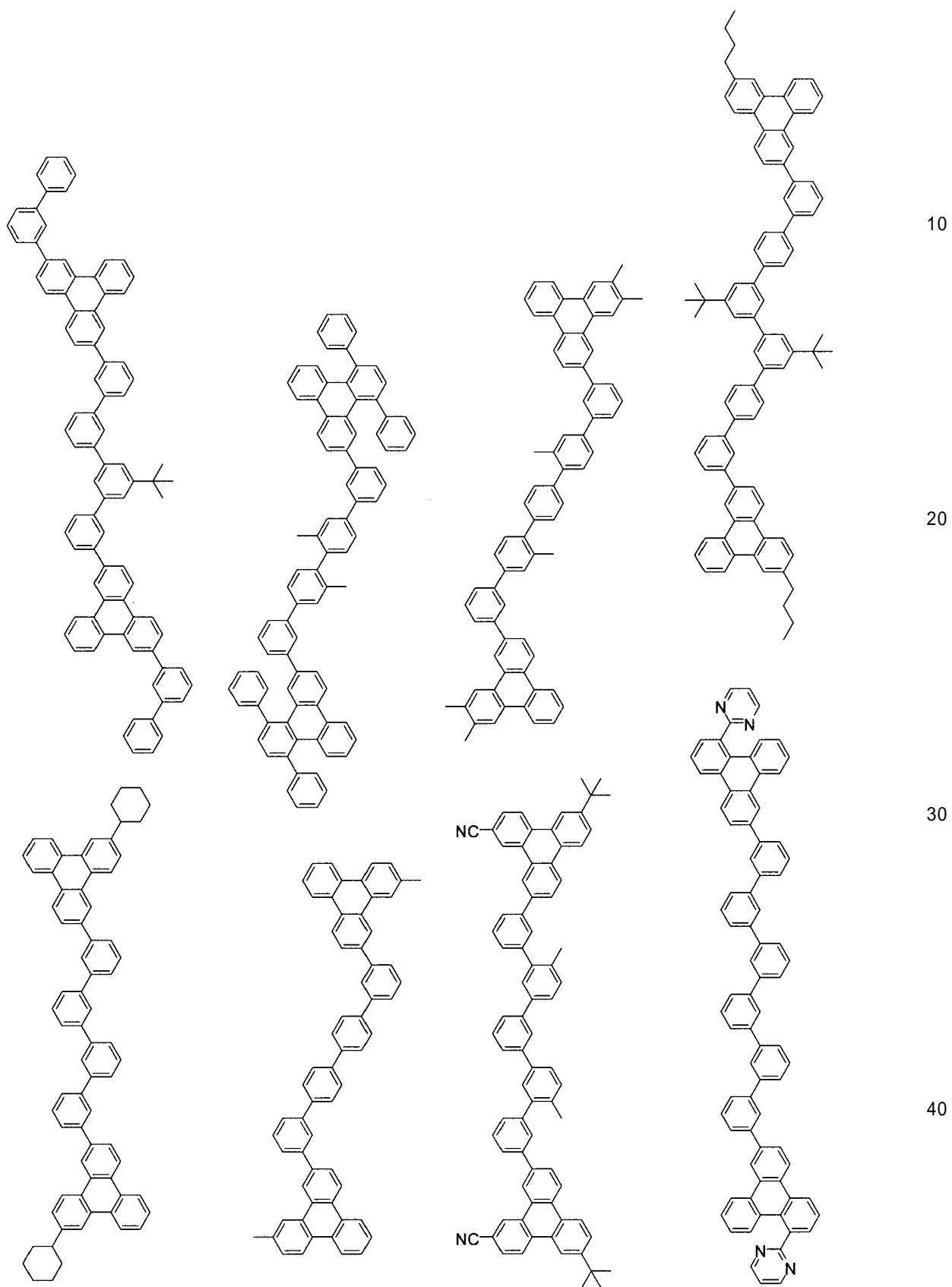
40

【 0 0 4 7 】

【化 1 6】



【化 17】



【0049】

上記一般式(1)で表される化合物は、特開2004-43349号公報、特開2004-83481号公報、US2006/0280965、WO2009/021107、

特開 2009-114068 号公報等に記載の方法や、その他公知の反応を組み合わせることで合成できる。

合成後、カラムクロマトグラフィー、再結晶等による精製を行った後、昇華精製により精製することが好ましい。昇華精製により、有機不純物を分離できるだけでなく、無機塩や残留溶媒等を効果的に取り除くことができる。

【0050】

一般式(1)で表される化合物は、有機電界発光素子の陰極と陽極の間のいずれの有機層に含有されてもよい。一般式(1)で表される化合物は発光層、又は発光層と陰極の間にあり、かつ発光層に隣接する有機層に含有されることが好ましい。

一般式(1)で表される化合物を含有してもよい有機層としては、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、励起子ブロック層、電荷ブロック層(正孔ブロック層、電子ブロック層など)などを挙げることができ、好ましくは、発光層、励起子ブロック層、電荷ブロック層、電子輸送層、電子注入層のいずれかであり、より好ましくは発光層、励起子ブロック層、電荷ブロック層、又は電子輸送層であり、更に好ましくは発光層又は正孔ブロック層である。

10

【0051】

一般式(1)で表される化合物は、発光層に含有される場合、発光層の全質量に対して0.1~99質量%含まれることが好ましく、1~95質量%含まれることがより好ましく、10~95質量%含まれることがより好ましい。

一般式(1)で表される化合物は、発光層以外の有機層に含有される場合、該有機層の全質量に対して70~100質量%含まれることが好ましく、85~100質量%含まれることがより好ましい。

20

【0052】

〔一般式(1)で表される電荷輸送材料〕

本発明は、上記一般式(1)で表される電荷輸送材料にも関する。

本発明の一般式(1)で表される化合物及び電荷輸送材料は、電子写真、有機トランジスタ、有機光電変換素子(エネルギー変換用途、センサー用途等)、有機電界発光素子等の有機エレクトロニクス素子に好ましく用いることができ、有機電界発光素子に用いるのが特に好ましい。

一般式(1)で表される電荷輸送材料の好ましい範囲は前記の通りである。

30

【0053】

〔一般式(1)で表される化合物を含有する組成物〕

本発明は一般式(1)で表される化合物を含む組成物にも関する。該組成物において、一般式(1)で表される化合物の含有量は、組成物中の全固形分に対して30~99質量%であることが好ましく、50~97質量%であることがより好ましく、70~96質量%であることが更に好ましい。本発明の組成物における他に含有しても良い成分としては、有機物でも無機物でもよく、有機物としては、後述するホスト材料、蛍光発光材料、燐光発光材料、炭化水素材料として挙げた材料が適用でき、好ましくはホスト材料、燐光発光材料、炭化水素材料である。

該組成物は蒸着法やスパッタ法等の乾式製膜法、転写法、印刷法等の湿式製膜法により有機電界発光素子の有機層を形成することができる。

40

【0054】

〔一般式(1)で表される化合物を含有する薄膜〕

本発明は一般式(1)で表される化合物を含有する薄膜にも関する。該薄膜は、前記組成物を用いて蒸着法やスパッタ法等の乾式製膜法、転写法、印刷法等の湿式製膜法により形成することができる。薄膜の膜厚は用途によっていかなる厚みでもよいが、好ましくは0.1nm~1mmであり、より好ましくは0.5nm~1μmであり、更に好ましくは1nm~200nmであり、特に好ましくは1nm~100nmである。

【0055】

〔有機電界発光素子〕

50

本発明の有機電界発光素子について詳細に説明する。

本発明の有機電界発光素子は、基板上に、陽極及び陰極からなる一对の電極と、該電極間に発光層を含む少なくとも一層の有機層とを有する有機電界発光素子であって、前記少なくとも一層の有機層のいずれか少なくとも一層に本発明の一般式(1)で表される化合物を含む。発光素子の性質上、一对の電極である陽極及び陰極のうち少なくとも一方の電極は、透明若しくは半透明であることが好ましい。

有機層としては、発光層以外に、正孔注入層、正孔輸送層、ブロック層(正孔ブロック層、励起子ブロック層など)、電子輸送層などが挙げられる。これらの有機層は、それぞれ複数層設けてもよく、複数層設ける場合には同一の材料で形成してもよいし、層毎に異なる材料で形成してもよい。

本発明の有機電界発光素子は、前記発光層に燐光発光材料を少なくとも一種含むことが好ましい。

図1に、本発明に係る有機電界発光素子の構成の一例を示す。図1の有機電界発光素子10は、基板2上に、一对の電極(陽極3と陰極9)の間に発光層6を含む有機層を有する。有機層としては、陽極側3から正孔注入層4、正孔輸送層5、発光層6、正孔ブロック層7及び電子輸送層8がこの順に積層されている。

【0056】

<有機層の構成>

前記有機層の層構成としては、特に制限はなく、有機電界発光素子の用途、目的に応じて適宜選択することができるが、前記透明電極上に又は前記半透明電極上に形成されるのが好ましい。この場合、有機層は、前記透明電極又は前記半透明電極上の前面又は一面に形成される。

有機層の形状、大きさ、及び厚み等については、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

具体的な層構成として、下記が挙げられるが本発明はこれらの構成に限定されるものではない。

- ・陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極、
- ・陽極/正孔輸送層/発光層/ブロック層/電子輸送層/陰極、
- ・陽極/正孔輸送層/発光層/ブロック層/電子輸送層/電子注入層/陰極、
- ・陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/正孔ブロック層/電子輸送層/陰極、
- ・陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層/陰極、
- ・陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/正孔ブロック層/電子輸送層/電子注入層/陰極。

有機電界発光素子の素子構成、基板、陰極及び陽極については、例えば、特開2008-270736号公報に詳述されており、該公報に記載の事項を本発明に適用することができる。

【0057】

<基板>

本発明で使用する基板としては、有機層から発せられる光を散乱又は減衰させない基板であることが好ましい。有機材料の場合には、耐熱性、寸法安定性、耐溶剤性、電気絶縁性、及び加工性に優れていることが好ましい。

<陽極>

陽極は、通常、有機層に正孔を供給する電極としての機能を有していればよく、その形状、構造、大きさ等については特に制限はなく、発光素子の用途、目的に応じて、公知の電極材料の中から適宜選択することができる。前述のごとく、陽極は、通常透明陽極として設けられる。

<陰極>

陰極は、通常、有機層に電子を注入する電極としての機能を有していればよく、その形状、構造、大きさ等については特に制限はなく、発光素子の用途、目的に応じて、公知の電極材料の中から適宜選択することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

<有機層>

本発明における有機層について説明する。

(有機層の形成)

本発明の有機電界発光素子において、各有機層は、蒸着法やスパッタ法等の乾式製膜法、転写法、印刷法、スピンコート法、バーコート法等の溶液塗布法のいずれによっても好適に形成することができる。有機層の少なくとも1層が溶液塗布法により形成されることが好ましく、前記一般式(1)で表される化合物を含有する層が溶液塗布法により形成されることがより好ましい。

【 0 0 5 9 】

(発光層)

発光層は、電界印加時に、陽極、正孔注入層又は正孔輸送層から正孔を受け取り、陰極、電子注入層又は電子輸送層から電子を受け取り、正孔と電子の再結合の場を提供して発光させる機能を有する層である。本発明の有機電界発光素子における発光層は、少なくとも一種の燐光発光材料を含有することが好ましい。

【 0 0 6 0 】

(発光材料)

本発明における発光材料としては、燐光発光材料、蛍光発光材料等いずれも用いることができる。

本発明における発光層は、色純度を向上させるためや発光波長領域を広げるために2種類以上の発光材料を含有することができる。発光材料の少なくとも一種が燐光発光材料であることが好ましい。

本発明では、発光層に含有される少なくとも一種の燐光発光材料に加えて、発光材料として、蛍光発光材料や、発光層に含有される燐光発光材料とは異なる燐光発光材料を用いることができる。

これら蛍光発光材料や燐光発光材料については、例えば、特開2008-270736号公報の段落番号[0100]~[0164]、特開2007-266458号公報の段落番号[0088]~[0090]に詳述されており、これら公報の記載の事項を本発明に適用することができる。

【 0 0 6 1 】

本発明に使用できる燐光発光材料としては、例えば、US6303238B1、US6097147、WO00/57676、WO00/70655、WO01/08230、WO01/39234A2、WO01/41512A1、WO02/02714A2、WO02/15645A1、WO02/44189A1、WO05/19373A2、特開2001-247859、特開2002-302671、特開2002-117978、特開2003-133074、特開2002-235076、特開2003-123982、特開2002-170684、EP1211257、特開2002-226495、特開2002-234894、特開2001-247859、特開2001-298470、特開2002-173674、特開2002-203678、特開2002-203679、特開2004-357791、特開2006-256999、特開2007-19462、特開2007-84635、特開2007-96259等の特許文献に記載の燐光発光化合物などが挙げられ、中でも、更に好ましい発光材料としては、Ir錯体、Pt錯体、Cu錯体、Re錯体、W錯体、Rh錯体、Ru錯体、Pd錯体、Os錯体、Eu錯体、Tb錯体、Gd錯体、Dy錯体、及びCe錯体等の燐光発光性金属錯体化合物が挙げられる。特に好ましくは、Ir錯体、Pt錯体、又はRe錯体であり、中でも金属-炭素結合、金属-窒素結合、金属-酸素結合、金属-硫黄結合の少なくとも一つの配位様式を含むIr錯体、Pt錯体、又はRe錯体が好ましい。更に、発光効率、駆動耐久性、色度等の観点で、Ir錯体、Pt錯体が特に好ましく、Ir錯体が最も好ましい。

【 0 0 6 2 】

本発明における発光層に含有される燐光発光材料としては、以下に示す一般式(E-1

10

20

30

40

50

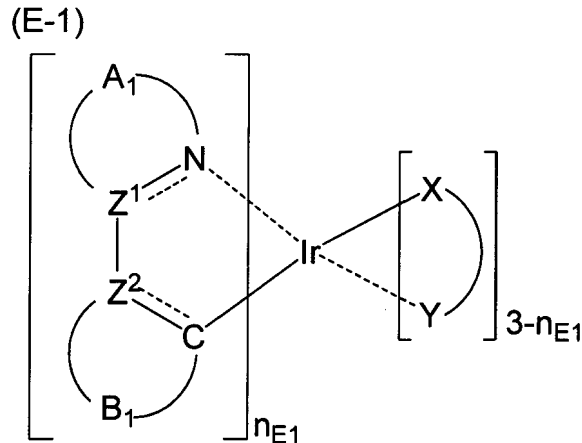
)で表されるイリジウム錯体、又は以下の一般式(C-1)で表される白金錯体を用いることが好ましい。

【0063】

一般式(E-1)について説明する。

【0064】

【化18】



10

20

【0065】

一般式(E-1)中、Z¹及びZ²はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。

A₁はZ¹と窒素原子と共に5又は6員のヘテロ環を形成する原子群を表す。

B₁はZ²と炭素原子と共に5又は6員環を形成する原子群を表す。

(X-Y)はモノアニオン性の二座配位子を表す。

n_{E1}は1~3の整数を表す。

【0066】

n_{E1}は1~3の整数を表し、好ましくは2又は3である。

Z¹及びZ²はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。Z¹及びZ²として好ましくは炭素原子である。

30

【0067】

A₁はZ¹と窒素原子と共に5又は6員のヘテロ環を形成する原子群を表す。A₁、Z¹及び窒素原子を含む5又は6員のヘテロ環としては、ピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、トリアゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環などが挙げられる。

錯体の安定性、発光波長制御及び発光量子収率の観点から、A₁、Z¹及び窒素原子で形成される5又は6員のヘテロ環として好ましくは、ピリジン環、ピラジン環、イミダゾール環、ピラゾール環であり、より好ましくはピリジン環、イミダゾール環、ピラジン環であり、更に好ましくはピリジン環、イミダゾール環であり、最も好ましくはピリジン環である。

40

【0068】

前記A₁、Z¹及び窒素原子で形成される5又は6員のヘテロ環は置換基を有していてもよく、炭素原子上の置換基としては前記置換基群Aが、窒素原子上の置換基としては前記置換基群Bが適用できる。炭素上の置換基として好ましくはアルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルコキシ基、シアノ基、フッ素原子である。

【0069】

置換基は発光波長や電位の制御のために適宜選択されるが、短波長化させる場合には電子供与性基、フッ素原子、芳香環基が好ましく、例えばアルキル基、ジアルキルアミノ基、アルコキシ基、フッ素原子、アリール基、芳香族ヘテロ環基などが選択される。また長

50

波長化させる場合には電子求引性基が好ましく、例えばシアノ基、ペルフルオロアルキル基などが選択される。

【0070】

窒素上の置換基として好ましくは、アルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基であり、錯体の安定性の観点からアルキル基、アリール基が好ましい。

前記置換基同士は連結して縮合環を形成していてもよく、形成される環としては、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、イミダゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、ピラゾール環、チオフェン環、フラン環などが挙げられる。これら形成される環は置換基を有していてもよく、置換基としては前述の炭素原子上の置換基、窒素原子上の置換基が挙げられる。

10

【0071】

B_1 は Z^2 と炭素原子を含む5又は6員環を表す。 B_1 、 Z^2 及び炭素原子で形成される5又は6員環としては、ベンゼン環、ピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、ピリダジン環、トリアジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、トリアゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、チオフェン環、フラン環などが挙げられる。

錯体の安定性、発光波長制御及び発光量子収率の観点から B_1 、 Z^2 及び炭素原子で形成される5又は6員環として好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、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、ピラゾール環であり、更に好ましくはベンゼン環、ピリジン環である。

20

【0072】

前記 B_1 、 Z^2 及び炭素原子で形成される5又は6員環は置換基を有していてもよく、炭素原子上の置換基としては前記置換基群Aが、窒素原子上の置換基としては前記置換基群Bが適用できる。炭素上の置換基として好ましくはアルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルコキシ基、シアノ基、フッ素原子である。

【0073】

置換基は発光波長や電位の制御のために適宜選択されるが、長波長化させる場合には電子供与性基、芳香環基が好ましく、例えばアルキル基、ジアルキルアミノ基、アルコキシ基、アリール基、芳香族ヘテロ環基などが選択される。また短波長化させる場合には電子求引性基が好ましく、例えばフッ素原子、シアノ基、ペルフルオロアルキル基などが選択される。

30

【0074】

窒素上の置換基として好ましくは、アルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基であり、錯体の安定性の観点からアルキル基、アリール基が好ましい。前記置換基同士は連結して縮合環を形成していてもよく、形成される環としては、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、イミダゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、ピラゾール環、チオフェン環、フラン環などが挙げられる。これら形成される環は置換基を有していてもよく、置換基としては前述の炭素原子上の置換基、窒素原子上の置換基が挙げられる。

40

また前記 A_1 、 Z^1 及び窒素原子で形成される5又は6員のヘテロ環の置換基と、前記 B_1 、 Z^2 及び炭素原子で形成される5又は6員環の置換基とが連結して、前述と同様の縮合環を形成していてもよい。

【0075】

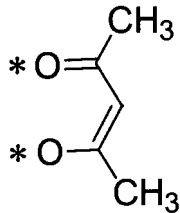
(X-Y) で表される配位子としては、従来公知の金属錯体に用いられる種々の公知の配位子があるが、例えば、「Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds」Springer-Verlag社 H. Yersin著 1987年発行、「有機金属化学-基礎と応用-」裳華房社 山本明夫著 1982年発行等に記載の配位子(例えば、ハロゲン配位子(好ましくは塩素配位子)、含窒素ヘテロアリール配位子(例えば、ピピリジル、フェナン

50

トリリンなど)、ジケトン配位子(例えば、アセチルアセトンなど)が挙げられる。(X - Y)で表される配位子として好ましくは、ジケトン類あるいはピコリン酸誘導体であり、錯体の安定性と高い発光効率を得られる観点から以下に示されるアセチルアセトネート(acac)であることが最も好ましい。

【0076】

【化19】



acac

10

【0077】

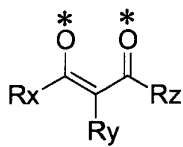
* はイリジウムへの配位位置を表す。

(X - Y)で表される配位子としては下記一般式(1-1)~(1-14)が好ましいが、本発明はこれらに限定されない。

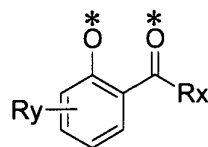
20

【0078】

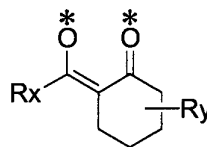
【化20】



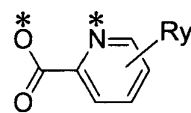
(I-1)



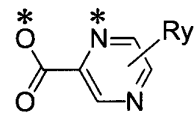
(I-2)



(I-3)

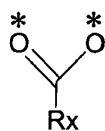


(I-4)

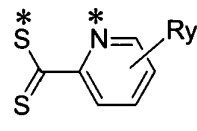


(I-5)

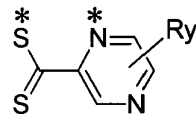
30



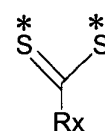
(I-6)



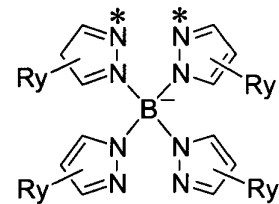
(I-7)



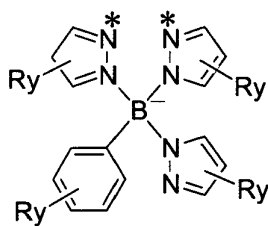
(I-8)



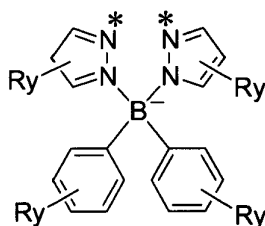
(I-9)



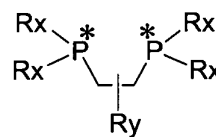
(I-10)



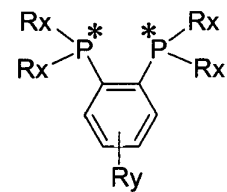
(I-11)



(I-12)



(I-13)



(I-14)

40

【0079】

* は一般式(E-1)におけるイリジウムへの配位位置を表す。Rx、Ry及びRzは

50

それぞれ独立に水素原子又は置換基を表す。

【 0 0 8 0 】

R_x、R_y 及び R_z が置換基を表す場合、該置換基としては前記置換基群 A から選ばれる置換基が挙げられる。好ましくは、R_x、R_z はそれぞれ独立にアルキル基、ペルフルオロアルキル基、フッ素原子、アリール基のいずれかであり、より好ましくは炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、炭素数 1 ~ 4 のペルフルオロアルキル基、フッ素原子、置換されていても良いフェニル基であり、最も好ましくはメチル基、エチル基、トリフルオロメチル基、フッ素原子、フェニル基である。R_y は好ましくは水素原子、アルキル基、ペルフルオロアルキル基、フッ素原子、アリール基のいずれかであり、より好ましくは水素原子、炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、置換されていても良いフェニル基であり、最も好ましくは水素原子、メチル基のいずれかである。これら配位子は素子中で電荷を輸送したり励起によって電子が集中する部位ではないと考えられるため、R_x、R_y、R_z は化学的に安定な置換基であれば良く、本発明の効果にも影響を及ぼさない。

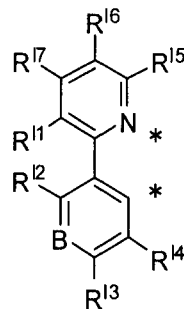
10

【 0 0 8 1 】

また、補助配位子として一般式 (I - 1 5) に示すモノアニオン性配位子を用いる事も好ましい。

【 0 0 8 2 】

【 化 2 1 】



(I-15)

20

【 0 0 8 3 】

一般式 (I - 1 5) における R¹¹ ~ R¹⁴ は置換基群 A から選ばれる置換基を表し、B は C R 又は窒素原子を表す。R は置換基群 A から選ばれる置換基を表す。R¹⁵ ~ R¹⁷ 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、アルケニル基、アルキニル基、- C N、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロビニル基、- C O₂ R、- C (O) R、- N R₂、- N O₂、- O R、ハロゲン原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、更に置換基 A を有していてもよい。R はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。* は一般式 (E - 1) におけるイリジウムへの配位位置を表す。

30

R¹¹、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷ は、任意の 2 つが互いに結合して縮合 4 ~ 7 員環を形成してもよく、該縮合 4 ~ 7 員環は、シクロアルキル、アリール又はヘテロアリールであり、該縮合 4 ~ 7 員環は更に置換基 Z を有していてもよい。

40

Z はそれぞれ独立に、ハロゲン原子、- R^{''}、- O R^{''}、- N (R^{''})₂、- S R^{''}、- C (O) R^{''}、- C (O) O R^{''}、- C (O) N (R^{''})₂、- C N、- N O₂、- S O₂、- S O R^{''}、- S O₂ R^{''}、又は - S O₃ R^{''} を表し、R^{''} はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

R¹¹ ~ R¹⁷ の好ましい範囲は、後述の一般式 (E - 3) における R^{T1} ~ R^{T7} の好ましい範囲と同様である。B として好ましくは C R であり、R として好ましくはアリール基であり、より好ましくは炭素数 6 から 30 の置換若しくは無置換のアリール基 (例えば、フェニル基、トリル基、ナフチル基等) であり、特に好ましくはフェニル基である。

【 0 0 8 4 】

50

(X - Y)としてより好ましくは(I - 1)、(I - 4)、(I - 15)であり、特に好ましくは(I - 1)、(I - 15)である。これらの配位子を有する錯体は、対応する配位子前駆体を用いることで公知の合成例と同様に合成できる。例えば国際公開2009-073245号46ページに記載の方法と同様に、市販のジフルオロアセチルアセトンを用いて以下に示す方法で合成する事ができる。

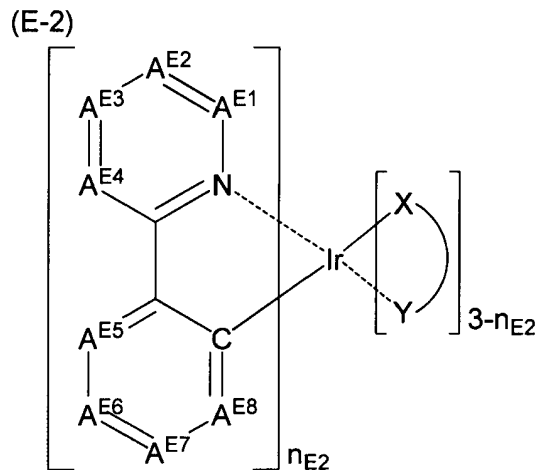
【0085】

一般式(E - 1)で表されるIr錯体の好ましい態様は、一般式(E - 2)で表されるIr錯体である。

【0086】

【化22】

10



20

【0087】

一般式(E - 2)中、 $A^{E1} \sim A^{E8}$ はそれぞれ独立に、窒素原子又はC - R^E を表す。

R^E は水素原子又は置換基を表す。

(X - Y)はモノアニオン性の二座配位子を表す。

n_{E2} は1 ~ 3の整数を表す。

30

【0088】

$A^{E1} \sim A^{E8}$ はそれぞれ独立に、窒素原子又はC - R^E を表す。 R^E は水素原子又は置換基を表し、 R^E 同士が互いに連結して環を形成していてもよい。形成される環としては、前述の一般式(E - 1)において述べた縮合環と同様のものが挙げられる。 R^E で表される置換基としては、前記置換基群Aとして挙げたものが適用できる。

$A^{E1} \sim A^{E4}$ として好ましくはC - R^E であり、 $A^{E1} \sim A^{E4}$ がC - R^E である場合に、 A^{E3} の R^E として好ましくは水素原子、アルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、又はシアノ基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、又はフッ素原子であり、特に好ましくは水素原子、又はフッ素原子であり、 A^{E1} 、 A^{E2} 及び A^{E4} の R^E として好ましくは水素原子、アルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、又はシアノ基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、又はフッ素原子であり、特に好ましくは水素原子である。

40

【0089】

$A^{E5} \sim A^{E8}$ として好ましくはC - R^E であり、 $A^{E5} \sim A^{E8}$ がC - R^E である場合に、 R^E として好ましくは水素原子、アルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルキルオキシ基、シアノ基、又はフッ素原子であり、より好ましくは、水素原子、アルキル基、ペルフルオ

50

ロアルキル基、アリール基、ジアルキルアミノ基、シアノ基、又はフッ素原子であり、更に好ましくは、水素原子、アルキル基、トリフルオロメチル基、又はフッ素原子である。また可能な場合は置換基同士が連結して縮環構造を形成してもよい。発光波長を短波長側にシフトさせる場合、 A^{E6} が窒素原子であることが好ましい。

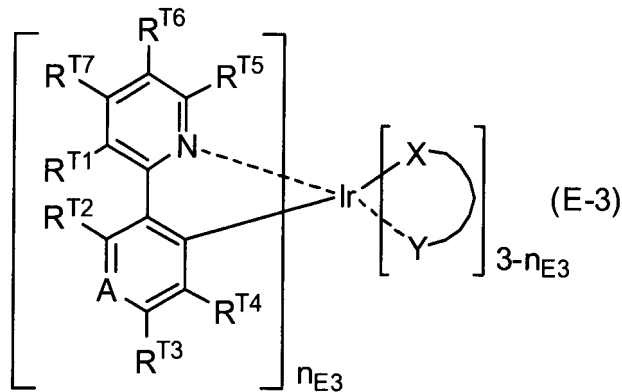
(X - Y)、及び n_{E2} は一般式 (E - 1) における (X - Y)、及び n_{E1} と同義であり好ましい範囲も同様である。

【0090】

前記一般式 (E - 2) で表される化合物のより好ましい形態は、下記一般式 (E - 3) で表される化合物である。

【0091】

【化23】



【0092】

一般式 (E - 3) 中、 R^{T1} 、 R^{T2} 、 R^{T3} 、 R^{T4} 、 R^{T5} 、 R^{T6} 及び R^{T7} 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、アルケニル基、アルキニル基、-CN、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロビニル基、 $-CO_2R$ 、 $-C(O)R$ 、 $-NR_2$ 、 $-NO_2$ 、 $-OR$ 、ハロゲン原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、更に置換基 Z を有していてもよい。R はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

A は CR' 又は窒素原子を表し、 R' は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、-CN、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロビニル基、 $-CO_2R$ 、 $-C(O)R$ 、 $-NR_2$ 、 $-NO_2$ 、 $-OR$ 、ハロゲン原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、更に置換基 Z を有していてもよい。R はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

$R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' は、任意の 2 つが互いに結合して縮合 4 ~ 7 員環を形成してもよく、該縮合 4 ~ 7 員環は、シクロアルキル、アリール又はヘテロアリールであり、該縮合 4 ~ 7 員環は更に置換基 Z を有していてもよい。これらのうち、 R^{T1} と R^{T7} 、又は R^{T5} と R^{T6} で縮環してベンゼン環を形成する場合は好ましく、 R^{T5} と R^{T6} で縮環してベンゼン環を形成する場合は特に好ましい。

置換基 Z はそれぞれ独立に、ハロゲン原子、 $-R''$ 、 $-OR''$ 、 $-N(R'')_2$ 、 $-SR''$ 、 $-C(O)R''$ 、 $-C(O)OR''$ 、 $-C(O)N(R'')_2$ 、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-SO_2$ 、 $-SOR''$ 、 $-SO_2R''$ 、又は $-SO_3R''$ を表し、 R'' はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

(X - Y) は、モノアニオン性の二座配位子を表す。 n_{E3} は 1 ~ 3 の整数を表す。

【0093】

アルキル基としては、置換基を有していてもよく、飽和であっても不飽和であってもよ

10

20

30

40

50

く、置換してもよい基としては、前述の置換基 Z を挙げるができる。R^{T1} ~ R^{T7}、及び R' で表されるアルキル基として、好ましくは総炭素原子数 1 ~ 8 のアルキル基であり、より好ましくは総炭素原子数 1 ~ 6 のアルキル基であり、例えばメチル基、エチル基、i-プロピル基、シクロヘキシル基、t-ブチル基等が挙げられ、メチル基が特に好ましい。

シクロアルキル基としては、置換基を有していてもよく、飽和であっても不飽和であってもよく、置換してもよい基としては、前述の置換基 Z を挙げるができる。R^{T1} ~ R^{T7}、及び R' で表されるシクロアルキル基として、好ましくは環員数 4 ~ 7 のシクロアルキル基であり、より好ましくは総炭素原子数 5 ~ 6 のシクロアルキル基であり、例えばシクロペンチル基、シクロヘキシル基等が挙げられる。

R^{T1} ~ R^{T7}、及び R' で表されるアルケニル基としては好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばビニル、アリル、1-プロペニル、1-イソプロペニル、1-ブテニル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。

R^{T1} ~ R^{T7}、及び R' で表されるアルキニル基としては、好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばエチニル、プロパルギル、1-プロピニル、3-ペンチニルなどが挙げられる。

【0094】

R^{T1} ~ R^{T7}、及び R' で表されるペルフルオロアルキル基は、前述のアルキル基の全ての水素原子がフッ素原子に置き換えられたものが挙げられる。

【0095】

R^{T1} ~ R^{T7}、及び R' で表されるアリール基としては、好ましくは、炭素数 6 から 30 の置換若しくは無置換のアリール基、例えば、フェニル基、トリル基、ナフチル基等が挙げられ、フェニル基が特に好ましい。

【0096】

R^{T1} ~ R^{T7}、及び R' で表されるヘテロアリール基としては、好ましくは、炭素数 5 ~ 8 のヘテロアリール基であり、より好ましくは、5 又は 6 員の置換若しくは無置換のヘテロアリール基であり、例えば、ピリジル基、ピラジニル基、ピリダジニル基、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、キナゾリニル基、シンノリニル基、フタラジニル基、キノキサリニル基、ピロリル基、インドリル基、フリル基、ベンゾフリル基、チエニル基、ベンゾチエニル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、ベンズイミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、ベンズオキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾチアゾリル基、イソチアゾリル基、ベンズイソチアゾリル基、チアジアゾリル基、イソオキサゾリル基、ベンズイソオキサゾリル基、ピロリジニル基、ピペリジニル基、ピペラジニル基、イミダゾリジニル基、チアゾリニル基、スルホラニル基、カルバゾリル基、ジベンゾフリル基、ジベンゾチエニル基、7ピリドインドリル基などが挙げられる。好ましい例としては、ピリジル基、ピリミジニル基、イミダゾリル基、チエニル基であり、より好ましくは、ピリジル基、ピリミジニル基である。

【0097】

R^{T1} ~ R^{T7}、及び R' として好ましくは、水素原子、アルキル基、シアノ基、トリフルオロメチル基、ペルフルオロアルキル基、ジアルキルアミノ基、フルオロ基、アリール基、ヘテロアリール基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基、シアノ基、トリフルオロメチル基、フルオロ基、アリール基であり、更に好ましくは、水素原子、アルキル基、アリール基である。置換基 Z としては、アルキル基、アルコキシ基、フルオロ基、シアノ基、ジアルキルアミノ基が好ましく、水素原子がより好ましい。

【0098】

R^{T1} ~ R^{T7}、及び R' は任意の 2 つが互いに結合して縮合 4 ~ 7 員環を形成してもよく、該縮合 4 ~ 7 員環は、シクロアルキル、アリール又はヘテロアリールであり、該縮合 4 ~ 7 員環は更に置換基 Z を有していてもよい。形成されるシクロアルキル、アリール、ヘテロアリールの定義及び好ましい範囲は R^{T1} ~ R^{T7}、及び R' で定義したシクロ

10

20

30

40

50

アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基と同じである。

またAがCR'を表すと共に、 $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及びR'のうち、0～2つがアルキル基又はフェニル基で、残りが全て水素原子である場合が特に好ましく、 $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及びR'のうち、0～2つがアルキル基で、残りが全て水素原子である場合が特に好ましく、 $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及びR'のうち、0～2つがメチル基で、残りが全て水素原子である場合が最も好ましい。

【0099】

n_{E3} は2又は3であることが好ましい。錯体中の配位子の種類は1～2種類から構成されることが好ましく、更に好ましくは1種類である。錯体分子内に反応性基を導入する際には合成容易性という観点から配位子が2種類からなることも好ましい。

10

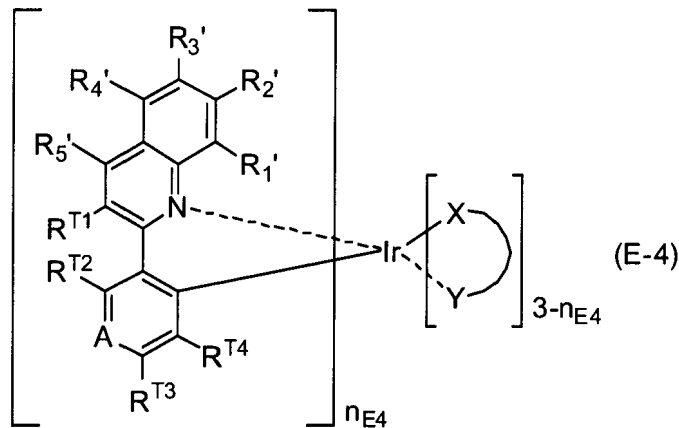
(X-Y)は、一般式(E-1)における(X-Y)と同義であり好ましい範囲も同様である。

【0100】

前記一般式(E-3)で表される化合物の好ましい形態の一つは、下記一般式(E-4)で表される化合物である。

【0101】

【化24】



20

30

【0102】

一般式(E-4)における $R^{T1} \sim R^{T4}$ 、A、(X-Y)及び n_{E4} は、一般式(E-3)における $R^{T1} \sim R^{T4}$ 、A、(X-Y)及び n_{E3} と同義であり、好ましい範囲も同様である。 $R_1' \sim R_5'$ 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、アルケニル基、アルキニル基、シアノ基、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロピニル基、 $-CO_2R$ 、 $-C(O)R$ 、 $-NR_2$ 、 $-NO_2$ 、 $-OR$ 、ハロゲン原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、更に置換基Zを有していてもよい。Rはそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

40

$R_1' \sim R_5'$ は、任意の2つが互いに結合して縮合4～7員環を形成してもよく、該縮合4～7員環は、シクロアルキル、アリール又はヘテロアリールであり、該縮合4～7員環は更に置換基Zを有していてもよい。

Zはそれぞれ独立に、ハロゲン原子、 $-R''$ 、 $-OR''$ 、 $-N(R'')_2$ 、 $-SR''$ 、 $-C(O)R''$ 、 $-C(O)OR''$ 、 $-C(O)N(R'')_2$ 、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-SO_2$ 、 $-SOR''$ 、 $-SO_2R''$ 、又は $-SO_3R''$ を表し、 R'' はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

また、 $R_1' \sim R_5'$ における好ましい範囲は、一般式(E-3)における $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、R'と同様である。またAがCR'を表すと共に、 $R^{T1} \sim R^{T4}$ 、R'、及びR

50

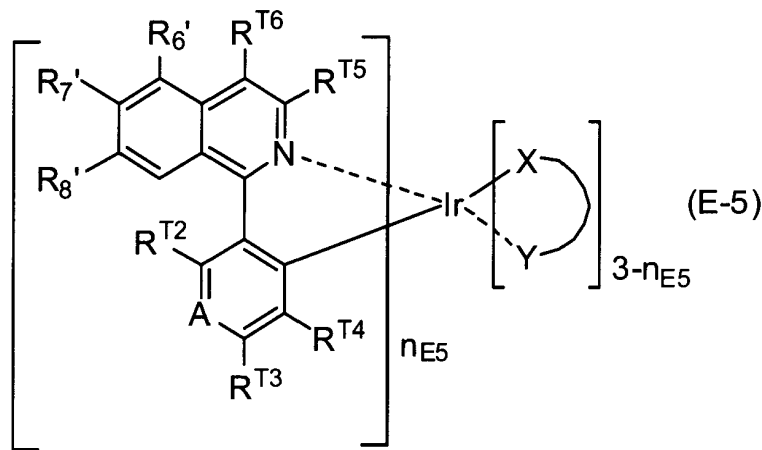
$R_1' \sim R_5'$ のうち、0～2つがアルキル基又はフェニル基で残りが全て水素原子である場合が特に好ましく、 $R^{T1} \sim R^{T4}$ 、 R' 、及び $R_1' \sim R_5'$ のうち、0～2つがアルキル基で残りが全て水素原子である場合が更に好ましい。

【0103】

前記一般式(E-3)で表される化合物の好ましい別の形態は、下記一般式(E-5)で表される化合物である。

【0104】

【化25】



10

20

【0105】

一般式(E-5)における $R^{T2} \sim R^{T6}$ 、 A 、 $(X-Y)$ 及び n_{E5} は、一般式(E-3)における $R^{T2} \sim R^{T6}$ 、 A 、 $(X-Y)$ 及び n_{E3} と同義であり、好ましい範囲も同様である。 $R_6' \sim R_8'$ 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、アルケニル基、アルキニル基、シアノ基、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロビニル基、 $-CO_2R$ 、 $-C(O)R$ 、 $-NR_2$ 、 $-NO_2$ 、 $-OR$ 、ハロゲン原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、更に置換基 Z を有していてもよい。 R はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

30

R^{T5} 、 R^{T6} 、 $R_6' \sim R_8'$ は、任意の2つが互いに結合して縮合4～7員環を形成してもよく、該縮合4～7員環は、シクロアルキル、アリール又はヘテロアリールであり、該縮合4～7員環は更に置換基 Z を有していてもよい。

Z はそれぞれ独立に、ハロゲン原子、 $-R''$ 、 $-OR''$ 、 $-N(R'')_2$ 、 $-SR''$ 、 $-C(O)R''$ 、 $-C(O)OR''$ 、 $-C(O)N(R'')_2$ 、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-SO_2$ 、 $-SOR''$ 、 $-SO_2R''$ 、又は $-SO_3R''$ を表し、 R'' はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

また、 $R_6' \sim R_8'$ における好ましい範囲は、一般式(E-3)における $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、 R' と同様である。また A が CR' を表すと共に、 $R^{T2} \sim R^{T6}$ 、 R' 、及び $R_6' \sim R_8'$ のうち、0～2つがアルキル基又はフェニル基で残りが全て水素原子である場合が特に好ましく、 $R^{T2} \sim R^{T6}$ 、 R' 、及び $R_6' \sim R_8'$ のうち、0～2つがアルキル基で残りが全て水素原子である場合が更に好ましい。

40

【0106】

一般式(E-4)又は(E-5)で表される燐光発光材料を用いる場合、一般式(1)で表される化合物は、発光層又は正孔ブロック層に含有されることが好ましく、発光層に含有されることがより好ましい。

【0107】

一般式(E-1)で表される化合物の好ましい別の形態は、下記一般式(E-6)で表

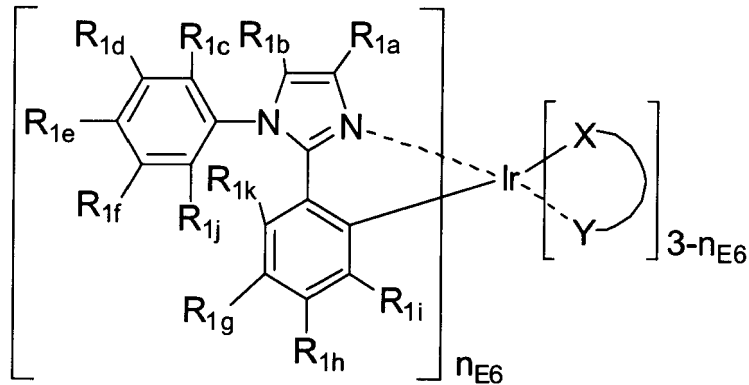
50

される場合である。

【0108】

【化26】

(E-6)



10

【0109】

一般式(E-6)中、 $R_{1a} \sim R_{1k}$ 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、アルケニル基、アルキニル基、シアノ基、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロビニル基、 $-CO_2R$ 、 $-C(O)R$ 、 $-NR_2$ 、 $-NO_2$ 、 $-OR$ 、ハロゲン原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、更に置換基Zを有していてもよい。Rはそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

20

$R_{1a} \sim R_{1k}$ は、任意の2つが互いに結合して縮合4～7員環を形成してもよく、該縮合4～7員環は、シクロアルキル、アリール又はヘテロアリールであり、該縮合4～7員環は更に置換基Zを有していてもよい。

Zはそれぞれ独立に、ハロゲン原子、 $-R''$ 、 $-OR''$ 、 $-N(R'')_2$ 、 $-SR''$ 、 $-C(O)R''$ 、 $-C(O)OR''$ 、 $-C(O)N(R'')_2$ 、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-SO_2$ 、 $-SOR''$ 、 $-SO_2R''$ 、又は $-SO_3R''$ を表し、 R'' はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

30

(X-Y)は、モノアニオン性の二座配位子を表す。

n_{E6} は1～3の整数を表す。

【0110】

一般式(E-6)において、 $R_{1a} \sim R_{1k}$ の好ましい範囲は、一般式(E-3)における $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、 R' におけるものと同様である。また $R_{1a} \sim R_{1k}$ のうち、0～2つがアルキル基又はフェニル基で残りが全て水素原子である場合が特に好ましく、 $R_{1a} \sim R_{1k}$ のうち、0～2つがアルキル基で残りが全て水素原子である場合が更に好ましい。

40

R_{1j} と R_{1k} とが連結し単結合を形成する場合が特に好ましい。

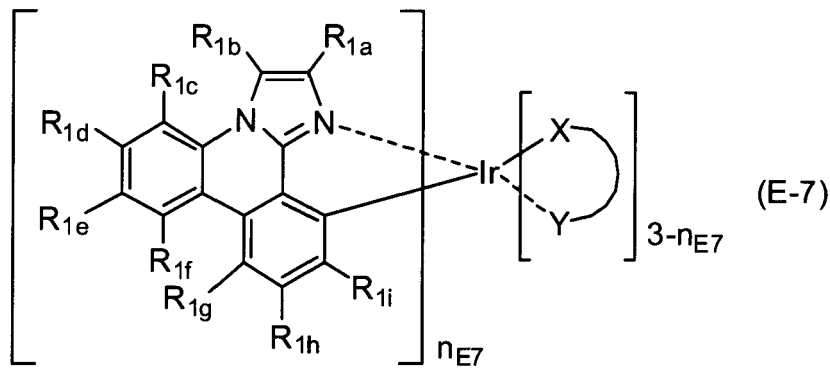
(X-Y)、及び n_{E6} の好ましい範囲は、一般式(E-3)における(X-Y)、及び n_{E3} と同様である。

【0111】

一般式(E-6)で表される化合物のより好ましい形態は、下記一般式(E-7)で表される場合である。

【0112】

【化27】



10

【0113】

一般式(E-7)中、 $R_{1a} \sim R_{1i}$ 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、アルケニル基、アルキニル基、シアノ基、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロビニル基、 $-CO_2R$ 、 $-C(O)R$ 、 $-NR_2$ 、 $-NO_2$ 、 $-OR$ 、ハロゲン原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、更に置換基Zを有していてもよい。Rはそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

20

$R_{1a} \sim R_{1k}$ は、任意の2つが互いに結合して縮合4~7員環を形成してもよく、該縮合4~7員環は、シクロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基であり、該縮合4~7員環は更に置換基Zを有していてもよい。

Zはそれぞれ独立に、ハロゲン原子、 $-R''$ 、 $-OR''$ 、 $-N(R'')_2$ 、 $-SR''$ 、 $-C(O)R''$ 、 $-C(O)OR''$ 、 $-C(O)N(R'')_2$ 、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-SO_2$ 、 $-SOR''$ 、 $-SO_2R''$ 、又は $-SO_3R''$ を表し、 R'' はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

(X-Y)は、モノアニオン性の二座配位子を表す。

n_{E7} は1~3の整数を表す。

30

【0114】

一般式(E-7)中、 $R_{1a} \sim R_{1i}$ の定義や好ましい範囲は一般式(E-6)における $R_{1a} \sim R_{1i}$ と同様である。また $R_{1a} \sim R_{1i}$ のうち、0~2つがアルキル基又はアリール基で残りが全て水素原子である場合が特に好ましい。(X-Y)、及び n_{E7} の定義や好ましい範囲は一般式(E-3)における(X-Y)、及び n_{E3} と同様である。

【0115】

一般式(E-6)又は(E-7)で表される燐光発光材料を用いる場合、一般式(1)で表される化合物は、発光層又は正孔ブロック層に含有されることが好ましい。

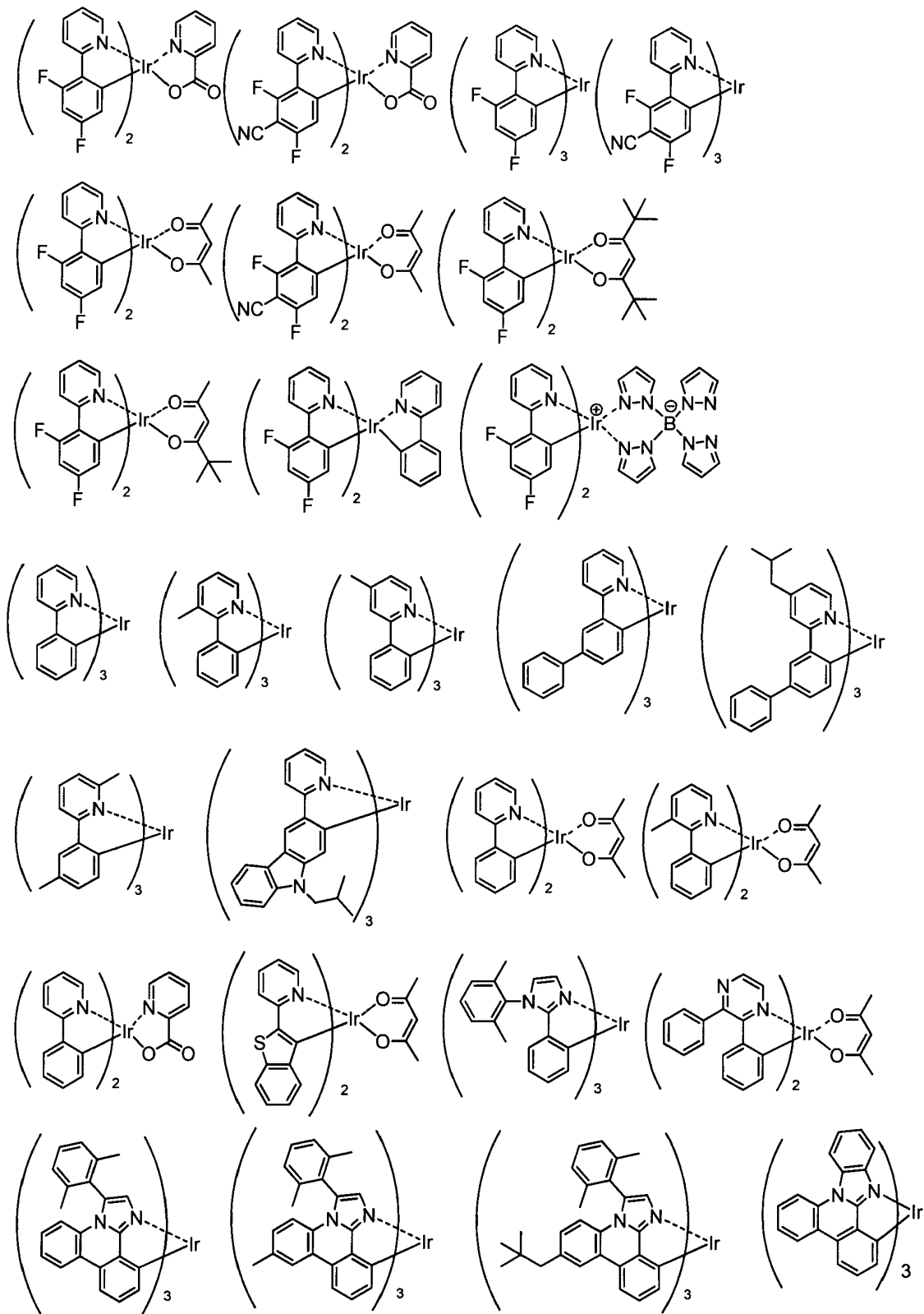
【0116】

一般式(E-1)で表される化合物の好ましい具体例を以下に列挙するが、以下に限定されるものではない。

40

【0117】

【化 28】



10

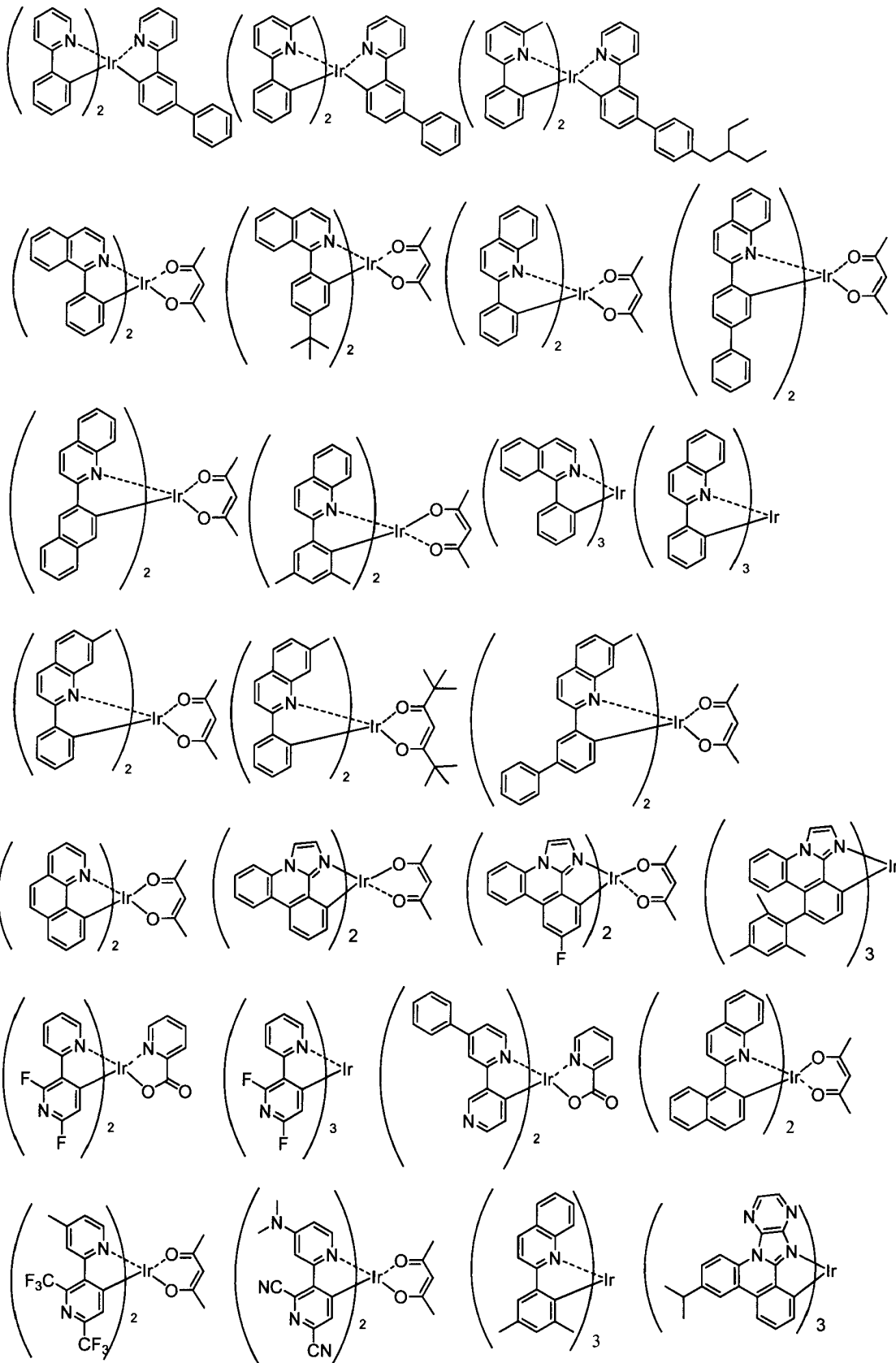
20

30

40

【 0 1 1 8 】

【化 2 9】



10

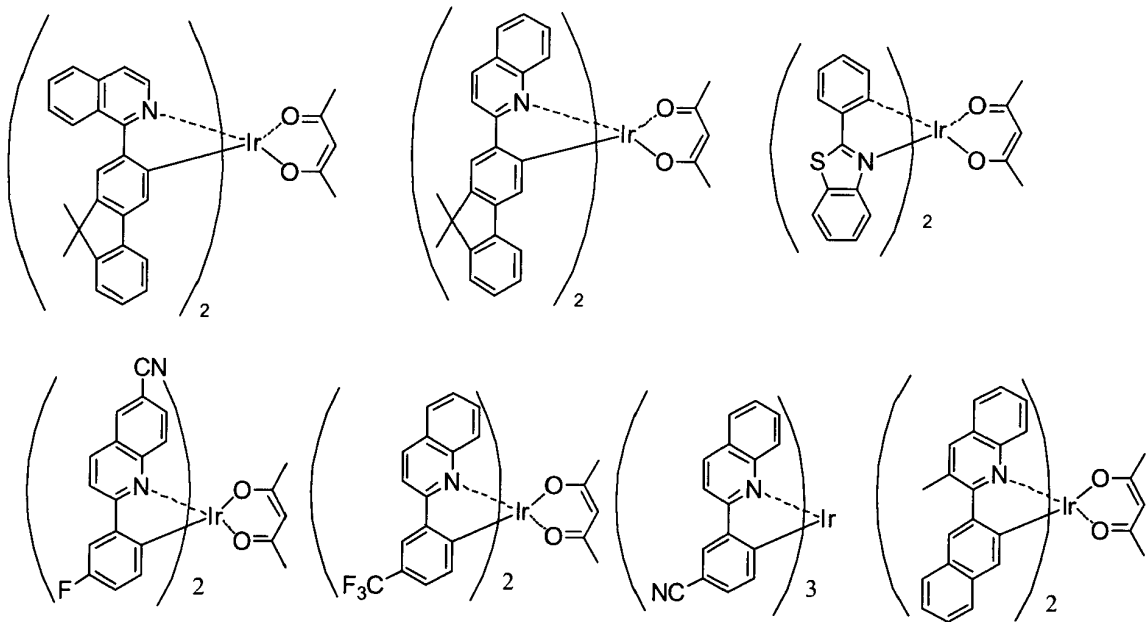
20

30

40

【 0 1 1 9 】

【化30】



10

20

【0120】

上記一般式(E-1)で表される化合物として例示した化合物は、特開2009-99783号公報に記載の方法や、米国特許7279232号等に記載の種々の方法で合成できる。合成後、カラムクロマトグラフィー、再結晶等による精製を行った後、昇華精製により精製することが好ましい。昇華精製により、有機不純物を分離できるだけでなく、無機塩や残留溶媒等を効果的に取り除くことができる。

【0121】

一般式(E-1)で表される化合物は、発光層に含有されることが好ましいが、その用途が限定されることはなく、更に有機層内のいずれの層に更に含有されてもよい。

【0122】

発光層中の一般式(E-1)で表される化合物は、発光層中に一般的に発光層を形成する全化合物質量に対して、0.1質量%~50質量%含有されるが、耐久性、外部量子効率の観点から1質量%~50質量%含有されることが好ましく、2質量%~40質量%含有されることがより好ましい。

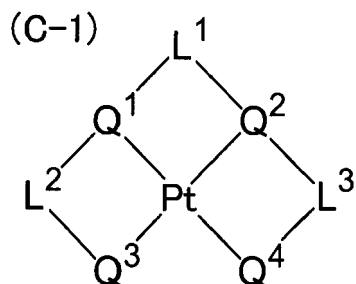
30

【0123】

燐光発光材料として用いることができる白金錯体として好ましくは、下記一般式(C-1)で表される白金錯体である。

【0124】

【化31】



40

【0125】

(式中、 Q^1 、 Q^2 、 Q^3 及び Q^4 はそれぞれ独立にPtに配位する配位子を表す。 L^1 、 L^2 及び L^3 はそれぞれ独立に単結合又は二価の連結基を表す。)

50

【 0 1 2 6 】

一般式 (C - 1) について説明する。Q¹、Q²、Q³ 及び Q⁴ はそれぞれ独立に P t に配位する配位子を表す。この時、Q¹、Q²、Q³ 及び Q⁴ と P t の結合は、共有結合、イオン結合、配位結合などいずれであっても良い。Q¹、Q²、Q³ 及び Q⁴ 中の P t に結合する原子としては、炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子が好ましく、Q¹、Q²、Q³ 及び Q⁴ 中の P t に結合する原子の内、少なくとも一つが炭素原子であることが好ましく、二つが炭素原子であることがより好ましく、二つが炭素原子で、二つが窒素原子であることが特に好ましい。

炭素原子で P t に結合する Q¹、Q²、Q³ 及び Q⁴ としては、アニオン性の配位子でも中性の配位子でもよく、アニオン性の配位子としてはビニル配位子、芳香族炭化水素環配位子 (例えばベンゼン配位子、ナフタレン配位子、アントラセン配位子、フェナントレン配位子など)、ヘテロ環配位子 (例えばフラン配位子、チオフェン配位子、ピリジン配位子、ピラジン配位子、ピリミジン配位子、ピリダジン配位子、トリアジン配位子、チアゾール配位子、オキサゾール配位子、ピロール配位子、イミダゾール配位子、ピラゾール配位子、トリアゾール配位子及び、それらを含む縮環体 (例えばキノリン配位子、ベンゾチアゾール配位子など)) が挙げられる。中性の配位子としてはカルベン配位子が挙げられる。

【 0 1 2 7 】

Q¹、Q²、Q³ 及び Q⁴ で表される基は、置換基を有していてもよく、置換基としては前記置換基群 A として挙げたものが適宜適用できる。また置換基同士が連結していても良い (Q³ と Q⁴ が連結した場合、環状四座配位子の P t 錯体になる)。

【 0 1 2 8 】

Q¹、Q²、Q³ 及び Q⁴ で表される基として好ましくは、炭素原子で P t に結合する芳香族炭化水素環配位子、炭素原子で P t に結合する芳香族ヘテロ環配位子、窒素原子で P t に結合する含窒素芳香族ヘテロ環配位子、アシルオキシ配位子、アルキルオキシ配位子、アリールオキシ配位子、ヘテロアリールオキシ配位子、シリルオキシ配位子であり、より好ましくは、炭素原子で P t に結合する芳香族炭化水素環配位子、炭素原子で P t に結合する芳香族ヘテロ環配位子、窒素原子で P t に結合する含窒素芳香族ヘテロ環配位子、アシルオキシ配位子、アリールオキシ配位子であり、更に好ましくは炭素原子で P t に結合する芳香族炭化水素環配位子、炭素原子で P t に結合する芳香族ヘテロ環配位子、窒素原子で P t に結合する含窒素芳香族ヘテロ環配位子、アシルオキシ配位子である。

【 0 1 2 9 】

L¹、L² 及び L³ は、単結合又は二価の連結基を表す。L¹、L² 及び L³ で表される二価の連結基としては、アルキレン基 (メチレン、エチレン、プロピレンなど)、アリーレン基 (フェニレン、ナフタレンジイル)、ヘテロアリーレン基 (ピリジンジイル、チオフェンジイルなど)、イミノ基 (- N R -) (フェニルイミノ基など)、オキシ基 (- O -)、チオ基 (- S -)、ホスフィニデン基 (- P R -) (フェニルホスフィニデン基など)、シリレン基 (- S i R R ' -) (ジメチルシリレン基、ジフェニルシリレン基など)、又はこれらを組み合わせたものが挙げられる。ここで、R 及び R ' としては各々独立してアルキル基、アリール基等が挙げられる。これらの連結基は、更に置換基を有していてもよい。

錯体の安定性及び発光量子収率の観点から、L¹、L² 及び L³ として好ましくは単結合、アルキレン基、アリーレン基、ヘテロアリーレン基、イミノ基、オキシ基、チオ基、シリレン基であり、より好ましくは単結合、アルキレン基、アリーレン基、イミノ基であり、更に好ましくは単結合、アルキレン基、アリーレン基であり、更に好ましくは、単結合、メチレン基、フェニレン基であり、更に好ましくは単結合、ジ置換のメチレン基であり、更に好ましくは単結合、ジメチルメチレン基、ジエチルメチレン基、ジイソブチルメチレン基、ジベンジルメチレン基、エチルメチルメチレン基、メチルプロピルメチレン基、イソブチルメチルメチレン基、ジフェニルメチレン基、メチルフェニルメチレン基、シクロヘキサンジイル基、シクロペンタンジイル基、フルオレンジイル基、フルオロメチル

10

20

30

40

50

メチレン基である。

L^1 は特に好ましくはジメチルメチレン基、ジフェニルメチレン基、シクロヘキサンジール基であり、最も好ましくはジメチルメチレン基である。

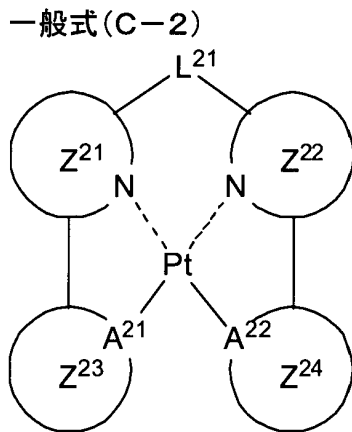
L^2 及び L^3 として最も好ましくは単結合である。

【0130】

一般式 (C-1) で表される白金錯体のうち、より好ましくは下記一般式 (C-2) で表される白金錯体である。

【0131】

【化32】



10

20

【0132】

(式中、 L^{21} は単結合又は二価の連結基を表す。 A^{21} 、 A^{22} はそれぞれ独立に炭素原子又は窒素原子を表す。 Z^{21} 、 Z^{22} はそれぞれ独立に含窒素芳香族ヘテロ環を表す。 Z^{23} 、 Z^{24} はそれぞれ独立にベンゼン環又は芳香族ヘテロ環を表す。)

【0133】

一般式 (C-2) について説明する。 L^{21} は、前記一般式 (C-1) 中の L^1 と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【0134】

A^{21} 、 A^{22} はそれぞれ独立に炭素原子又は窒素原子を表す。 A^{21} 、 A^{22} の内、少なくとも一方は炭素原子であることが好ましく、 A^{21} 、 A^{22} が共に炭素原子であることが、錯体の安定性の観点及び錯体の発光量子収率の観点から好ましい。

30

【0135】

Z^{21} 、 Z^{22} は、それぞれ独立に含窒素芳香族ヘテロ環を表す。 Z^{21} 、 Z^{22} で表される含窒素芳香族ヘテロ環としては、ピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、トリアゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環などが挙げられる。錯体の安定性、発光波長制御及び発光量子収率の観点から、 Z^{21} 、 Z^{22} で表される環として好ましくは、ピリジン環、ピラジン環、イミダゾール環、ピラゾール環であり、より好ましくはピリジン環、イミダゾール環、ピラゾール環であり、更に好ましくはピリジン環、ピラゾール環であり、特に好ましくはピリジン環である。

40

【0136】

Z^{23} 、 Z^{24} は、それぞれ独立にベンゼン環又は芳香族ヘテロ環を表す。 Z^{23} 、 Z^{24} で表される含窒素芳香族ヘテロ環としては、ピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、ピリダジン環、トリアジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、トリアゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、チオフェン環、フラン環などが挙げられる。錯体の安定性、発光波長制御及び発光量子収率の観点から Z^{23} 、 Z^{24} で表される環として好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、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、ピラゾール環であり、更に好ましくはベンゼン環、ピリジン環である。

50

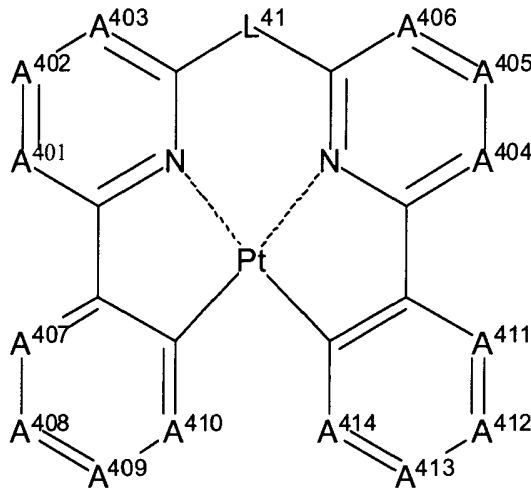
【0137】

一般式(C-2)で表される白金錯体のうち、より好ましい態様の一つは下記一般式(C-4)で表される白金錯体である。

【0138】

【化33】

一般式(C-4)



10

20

【0139】

(一般式(C-4)中、 $A^{401} \sim A^{414}$ はそれぞれ独立にC-R又は窒素原子を表す。Rは水素原子又は置換基を表す。 L^{41} は単結合又は二価の連結基を表す。)

【0140】

一般式(C-4)について説明する。

$A^{401} \sim A^{414}$ はそれぞれ独立にC-R又は窒素原子を表す。Rは水素原子又は置換基を表す。

Rで表される置換基としては、前記置換基群Aとして挙げたものが適用できる。

$A^{401} \sim A^{406}$ として好ましくはC-Rであり、R同士が互いに連結して環を形成していても良い。 $A^{401} \sim A^{406}$ がC-Rである場合に、 A^{402} 、 A^{405} のRとして好ましくは水素原子、アルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、シアノ基であり、より好ましくは水素原子、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子であり、特に好ましくは水素原子、フッ素原子である。 A^{401} 、 A^{403} 、 A^{404} 、 A^{406} のRとして好ましくは水素原子、アルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、シアノ基であり、より好ましくは水素原子、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子であり、特に好ましくは水素原子である。

30

L^{41} は、前記一般式(C-1)中の L^1 と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【0141】

$A^{407} \sim A^{414}$ としては、 $A^{407} \sim A^{410}$ と $A^{411} \sim A^{414}$ のそれぞれにおいて、N(窒素原子)の数は、0~2が好ましく、0~1がより好ましい。発光波長を短波長側にシフトさせる場合、 A^{408} 及び A^{412} のいずれかが窒素原子であることが好ましく、 A^{408} と A^{412} が共に窒素原子であることが更に好ましい。

40

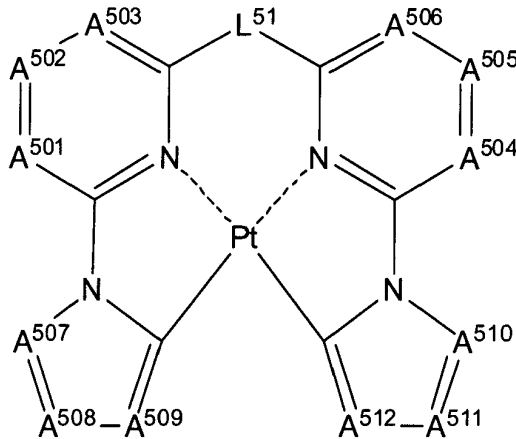
【0142】

一般式(C-2)で表される白金錯体のうち、より好ましい態様の一つは下記一般式(C-5)で表される白金錯体である。

【0143】

【化34】

(C-5)



10

【0144】

(一般式(C-5)中、 $A^{501} \sim A^{512}$ は、それぞれ独立に、C-R又は窒素原子を表す。Rは水素原子又は置換基を表す。 L^{51} は単結合又は二価の連結基を表す。)

【0145】

一般式(C-5)について説明する。 $A^{501} \sim A^{506}$ 及び L^{51} は、前記一般式(C-4)における $A^{401} \sim A^{406}$ 及び L^{41} と同義であり、好ましい範囲も同様である。

20

【0146】

A^{507} 、 A^{508} 及び A^{509} と A^{510} 、 A^{511} 及び A^{512} は、及びそれぞれ独立に、C-R又は窒素原子を表す。Rは水素原子又は置換基を表す。Rで表される置換基としては、前記置換基群Aとして挙げたものが適用できる。

【0147】

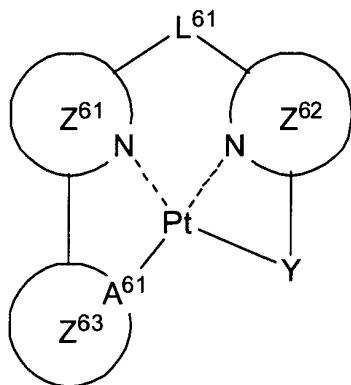
一般式(C-1)で表される白金錯体のうち、より好ましい別の態様は下記一般式(C-6)で表される白金錯体である。

30

【0148】

【化35】

一般式(C-6)



40

【0149】

(式中、 L^{61} は単結合又は二価の連結基を表す。 A^{61} はそれぞれ独立に炭素原子又は窒素原子を表す。 Z^{61} 、 Z^{62} はそれぞれ独立に含窒素芳香族ヘテロ環を表す。 Z^{63} はそれぞれ独立にベンゼン環又は芳香族ヘテロ環を表す。YはPtに結合するアニオン性の非環状配位子である。)

【0150】

50

一般式(C-6)について説明する。L^{6 1}は、前記一般式(C-1)中のL¹と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【0151】

A^{6 1}は炭素原子又は窒素原子を表す。錯体の安定性の観点及び錯体の発光量子収率の観点からA^{6 1}は炭素原子であることが好ましい。

【0152】

Z^{6 1}、Z^{6 2}は、それぞれ前記一般式(C-2)におけるZ^{2 1}、Z^{2 2}と同義であり、また好ましい範囲も同様である。Z^{6 3}は、前記一般式(C-2)におけるZ^{2 3}と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【0153】

YはPtに結合するアニオン性の非環状配位子である。非環状配位子とはPtに結合する原子が配位子の状態では環を形成していないものである。Y中のPtに結合する原子としては、炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子が好ましく、窒素原子、酸素原子がより好ましく、酸素原子が最も好ましい。

炭素原子でPtに結合するYとしてはビニル配位子が挙げられる。窒素原子でPtに結合するYとしてはアミノ配位子、イミノ配位子が挙げられる。酸素原子でPtに結合するYとしては、アルコキシ配位子、アリールオキシ配位子、ヘテロアリールオキシ配位子、アシルオキシ配位子、シリルオキシ配位子、カルボキシル配位子、リン酸配位子、スルホン酸配位子などが挙げられる。硫黄原子でPtに結合するYとしては、アルキルメルカプト配位子、アリールメルカプト配位子、ヘテロアリールメルカプト配位子、チオカルボン酸配位子などが挙げられる。

Yで表される配位子は、置換基を有していてもよく、置換基としては前記置換基群Aとして挙げたものが適宜適用できる。また置換基同士が連結していても良い。

【0154】

Yで表される配位子として好ましくは酸素原子でPtに結合する配位子であり、より好ましくはアシルオキシ配位子、アルキルオキシ配位子、アリールオキシ配位子、ヘテロアリールオキシ配位子、シリルオキシ配位子であり、更に好ましくはアシルオキシ配位子である。

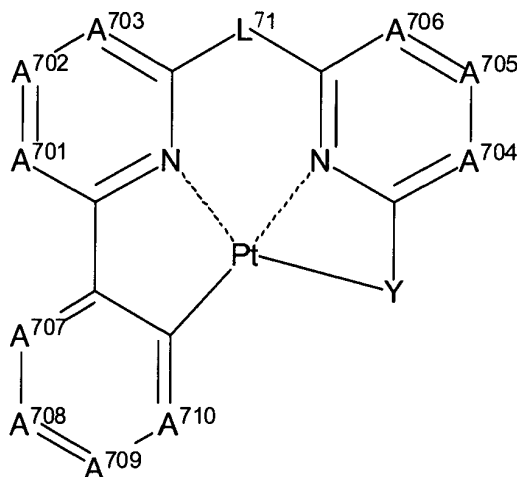
【0155】

一般式(C-6)で表される白金錯体のうち、より好ましい態様の一つは下記一般式(C-7)で表される白金錯体である。

【0156】

【化36】

一般式(C-7)



【0157】

(式中、A^{7 0 1} ~ A^{7 1 0}は、それぞれ独立に、C-R又は窒素原子を表す。Rは水素

10

20

30

40

50

原子又は置換基を表す。L^{7 1}は単結合又は二価の連結基を表す。YはPtに結合するアニオン性の非環状配位子である。)

【0158】

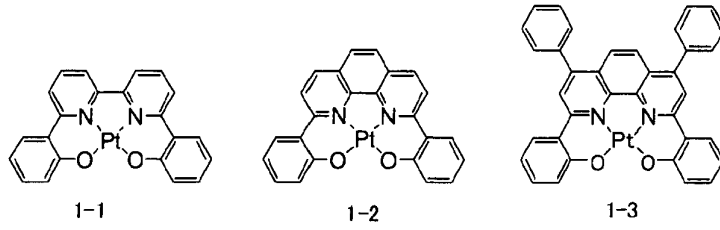
一般式(C-7)について説明する。L^{7 1}は、前記一般式(C-6)中のL^{6 1}と同義であり、また好ましい範囲も同様である。A^{7 0 1}~A^{7 1 0}は一般式(C-4)におけるA^{4 0 1}~A^{4 1 0}と同義であり、また好ましい範囲も同様である。Yは一般式(C-6)におけるYと同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【0159】

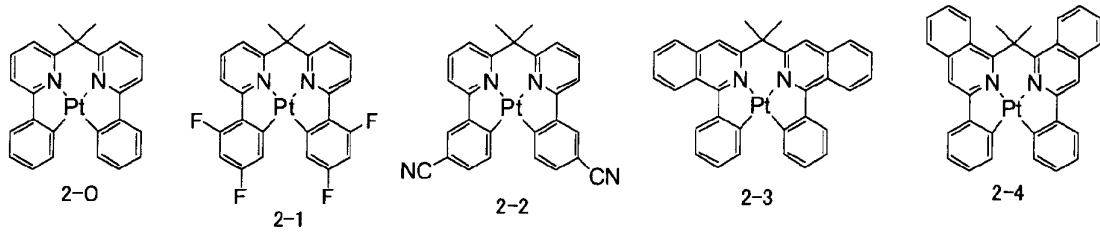
一般式(C-1)で表される白金錯体として具体的には、特開2005-310733号公報の〔0143〕~〔0152〕、〔0157〕~〔0158〕、〔0162〕~〔0168〕に記載の化合物、特開2006-256999号公報の〔0065〕~〔0083〕に記載の化合物、特開2006-93542号公報の〔0065〕~〔0090〕に記載の化合物、特開2007-73891号公報の〔0063〕~〔0071〕に記載の化合物、特開2007-324309号公報の〔0079〕~〔0083〕に記載の化合物、特開2006-93542号公報の〔0065〕~〔0090〕に記載の化合物、特開2007-96255号公報の〔0055〕~〔0071〕に記載の化合物、特開2006-313796号公報の〔0043〕~〔0046〕が挙げられ、その他以下に例示する白金錯体が挙げられる。

【0160】

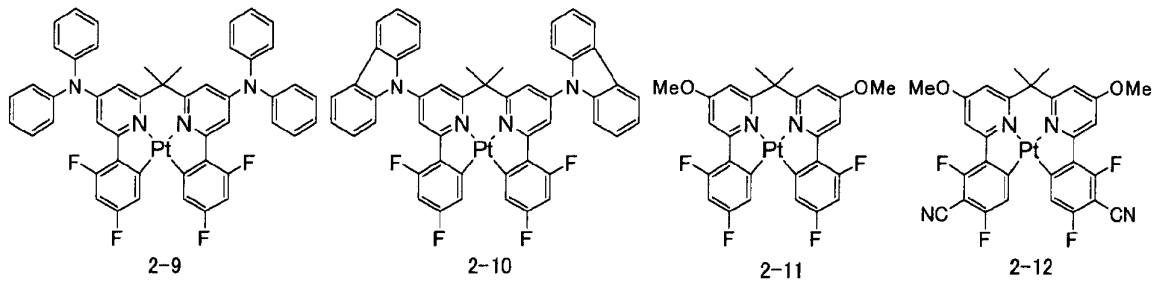
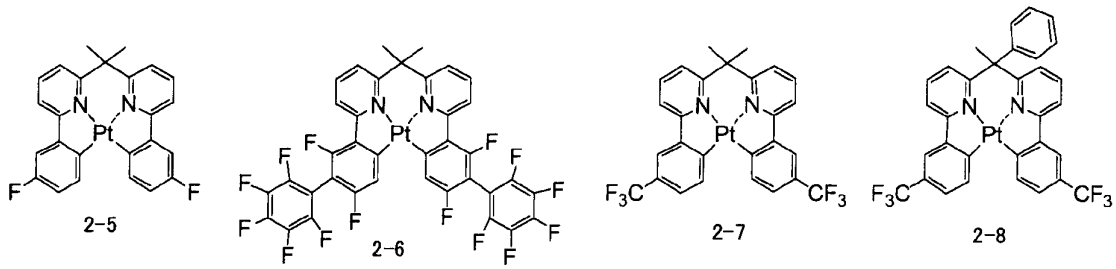
【化 3 7】



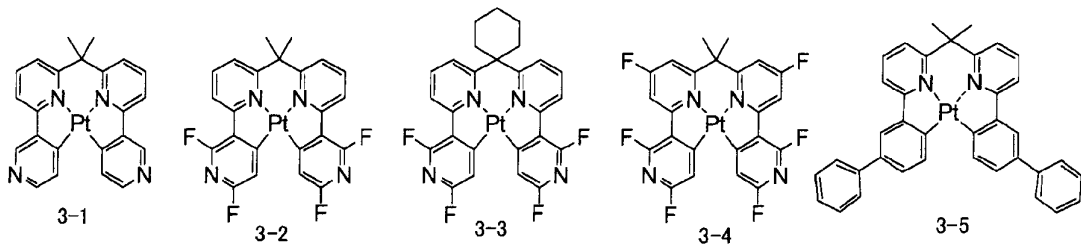
10



20



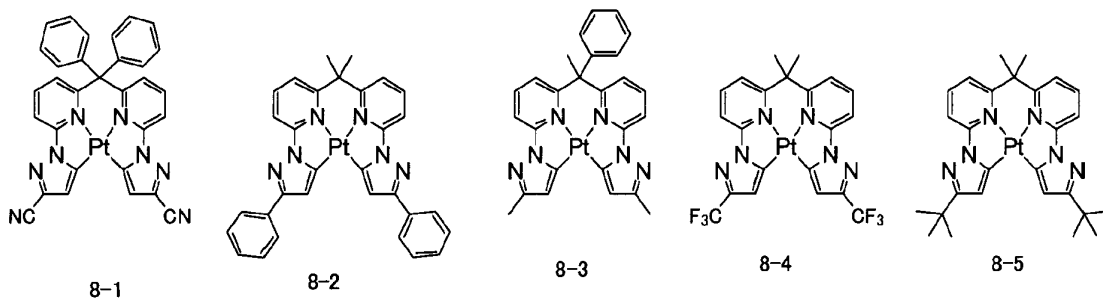
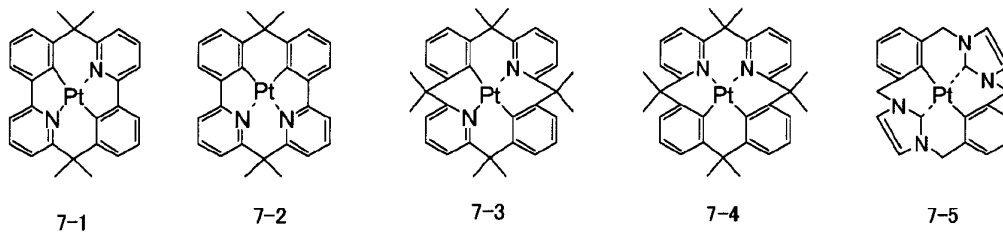
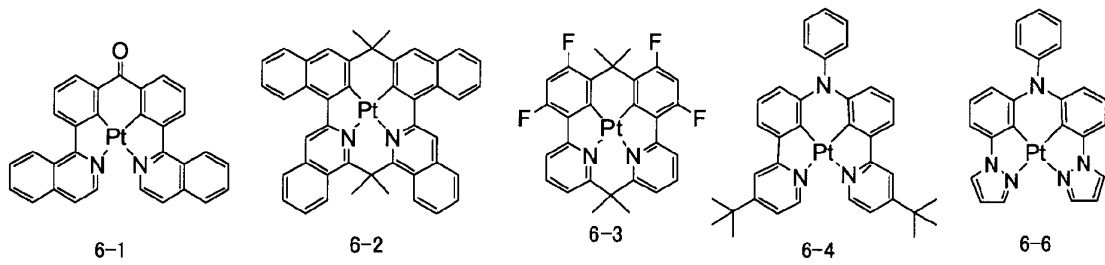
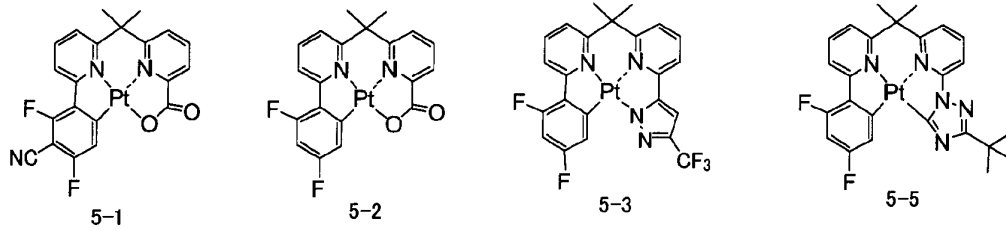
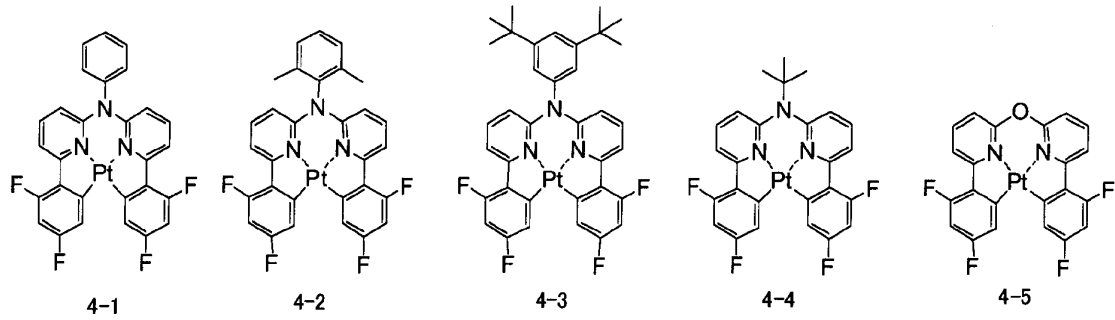
30



40

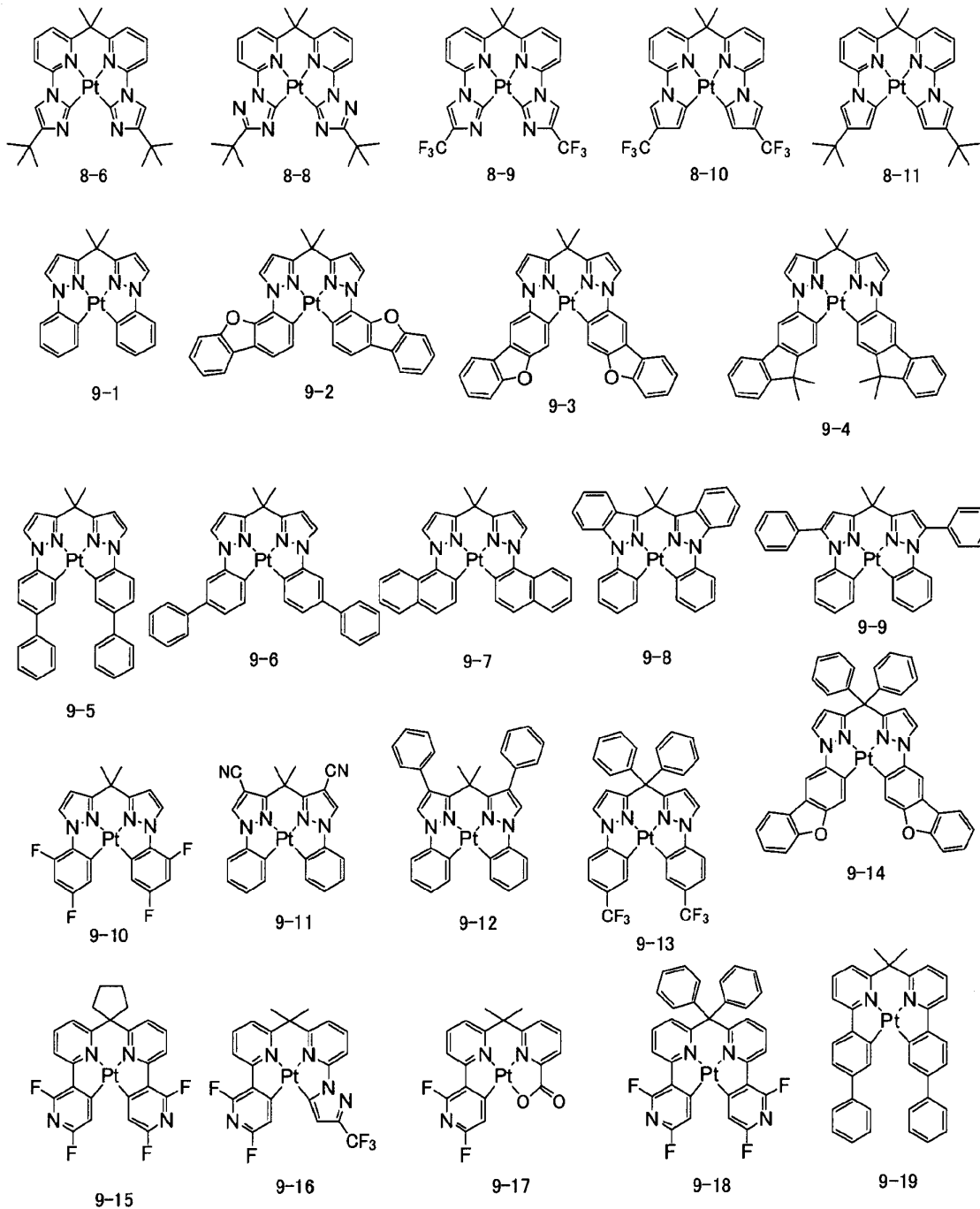
【 0 1 6 1 】

【化 3 8】



【 0 1 6 2 】

【化 3 9】



10

20

30

【0163】

一般式(C-1)で表される白金錯体化合物は、例えば、*Journal of Organic Chemistry* 53, 786, (1988)、G. R. Newkome et al.) の、789頁、左段53行~右段7行に記載の方法、790頁、左段18行~38行に記載の方法、790頁、右段19行~30行に記載の方法及びその組み合わせ、*Chemische Berichte* 113, 2749 (1980)、H. Lexyほか) の、2752頁、26行~35行に記載の方法等、種々の手法で合成できる。

40

例えば、配位子、又はその解離体と金属化合物を溶媒(例えば、ハロゲン系溶媒、アルコール系溶媒、エーテル系溶媒、エステル系溶媒、ケトン系溶媒、ニトリル系溶媒、アミド系溶媒、スルホン系溶媒、スルホキサイド系溶媒、水などが挙げられる)の存在下、若しくは、溶媒非存在下、塩基の存在下(無機、有機の種々の塩基、例えば、ナトリウムメ

50

トキシド、*t*-ブトキシカリウム、トリエチルアミン、炭酸カリウムなどが挙げられる)、若しくは、塩基非存在下、室温以下、若しくは加熱し(通常の加熱以外にもマイクロウェーブで加熱する手法も有効である)得ることができる。

【0164】

本発明の発光層における一般式(C-1)で表される化合物の含有量は発光層中1~30質量%であることが好ましく、3~25質量%であることがより好ましく、5~20質量%であることが更に好ましい。

【0165】

前記蛍光発光材料の種類は特に限定されるものではないが、例えば、ベンゾオキサゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾチアゾール、スチリルベンゼン、ポリフェニル、ジフェニルプタジエン、テトラフェニルプタジエン、ナフタルイミド、クマリン、ピラン、ペリノン、オキサジアゾール、アルダジン、ピラリジン、シクロペンタジエン、ビススチリルアントラセン、キナクリドン、ピロロピリジン、チアジアゾロピリジン、シクロペンタジエン、スチリルアミン、縮合多環芳香族化合物(アントラセン、フェナントロリン、ピレン、ペリレン、ルブレン、又はペンタセンなど)、8-キノリノールの金属錯体、ピロメテン錯体や希土類錯体に代表される各種金属錯体、ポリチオフェン、ポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン等のポリマー化合物、有機シラン、及びこれらの誘導体などを挙げることができる。

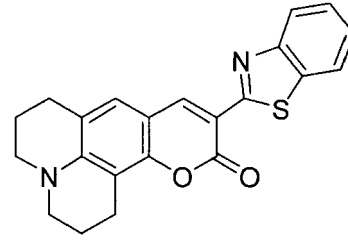
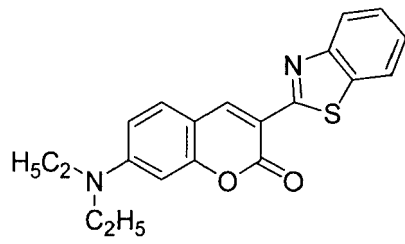
10

以下に蛍光発光材料の具体例を示すが、本発明はこれらに限定されるものではない。

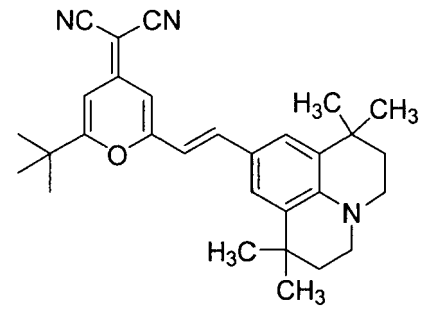
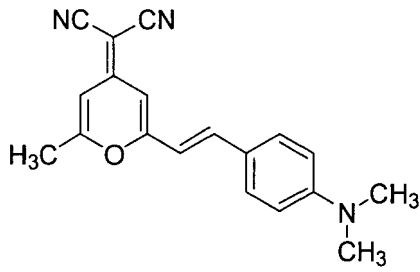
【0166】

20

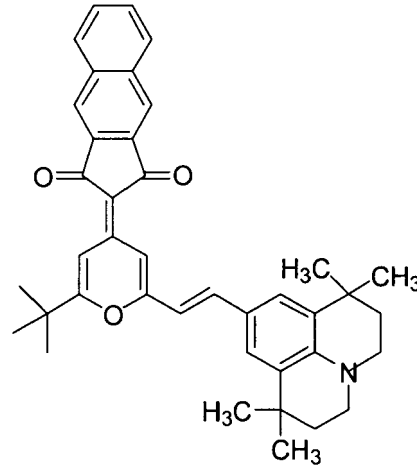
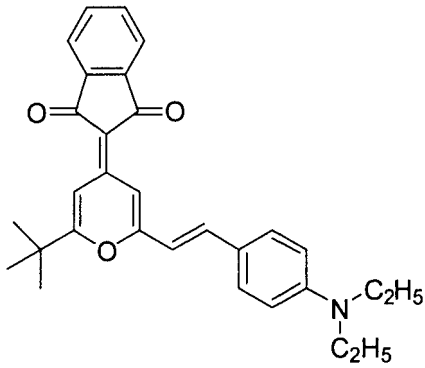
【化 4 0】



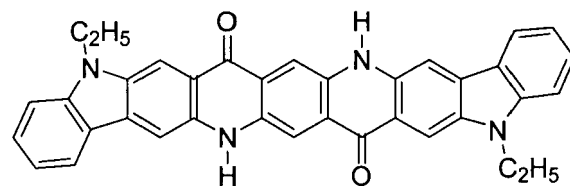
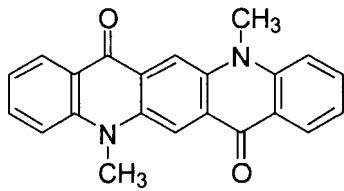
10



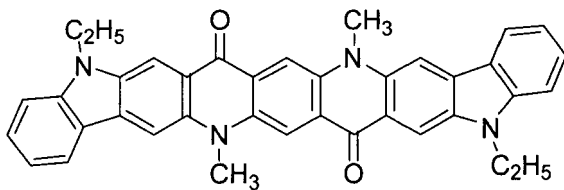
20



30

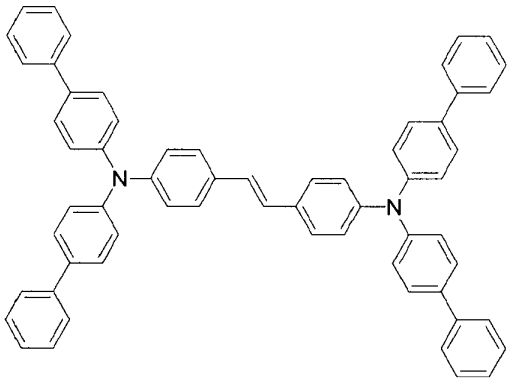


40

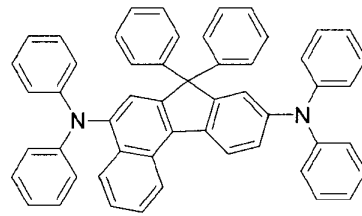
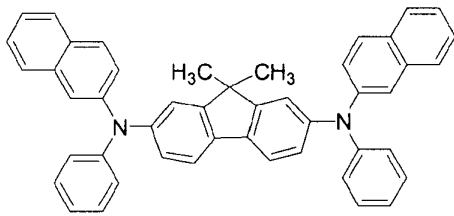


【 0 1 6 7】

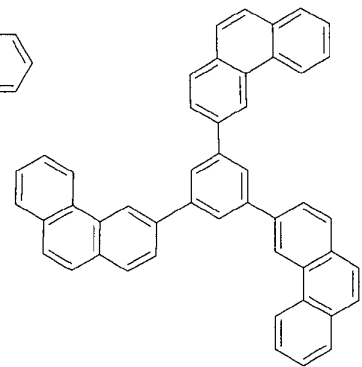
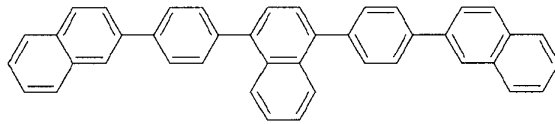
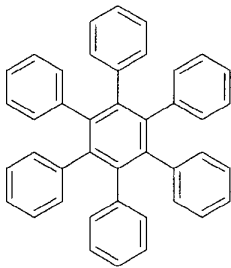
【化 4 1】



10



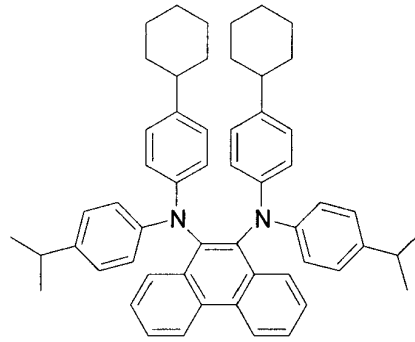
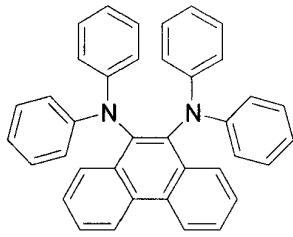
20



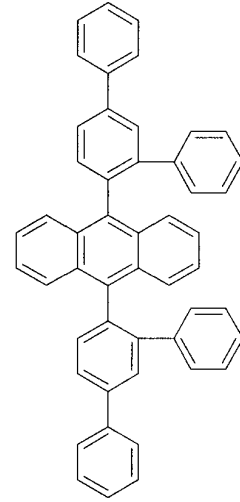
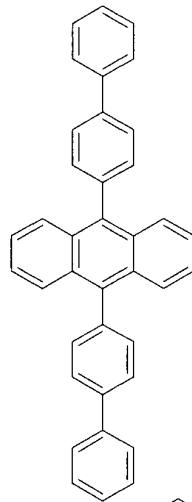
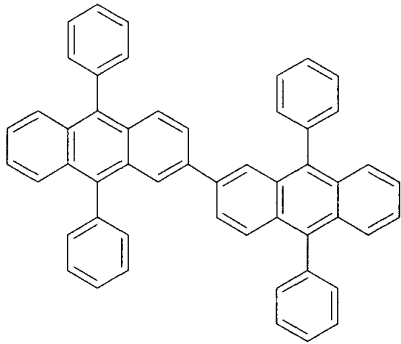
30

【 0 1 6 8 】

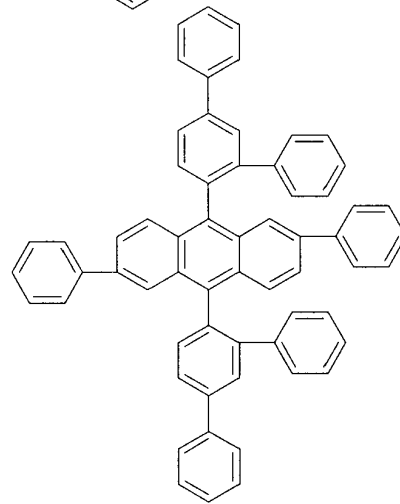
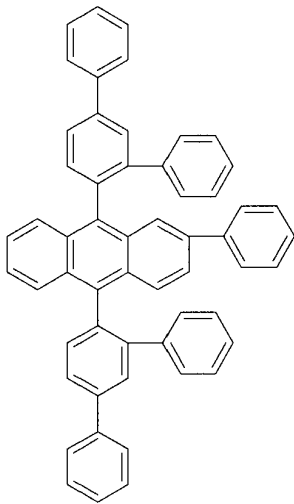
【化 4 2】



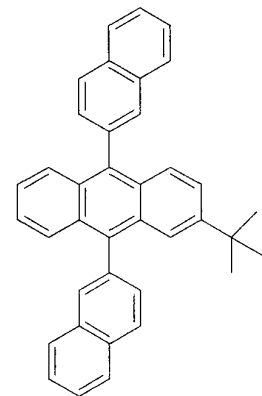
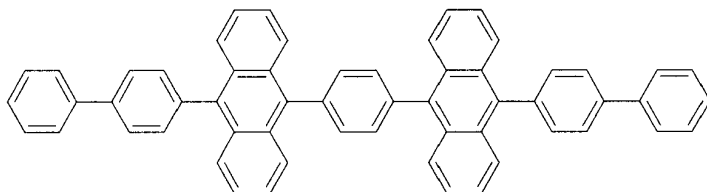
10



20



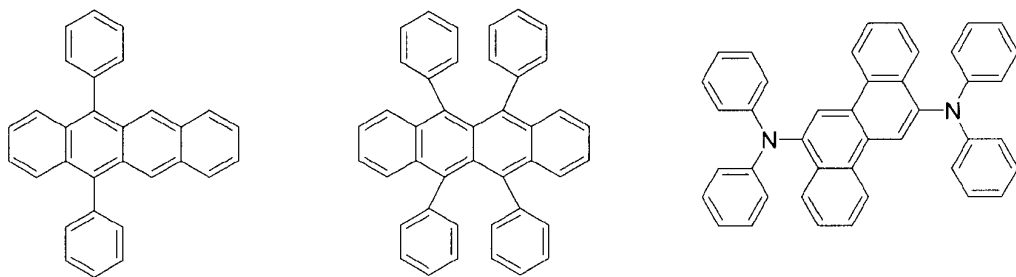
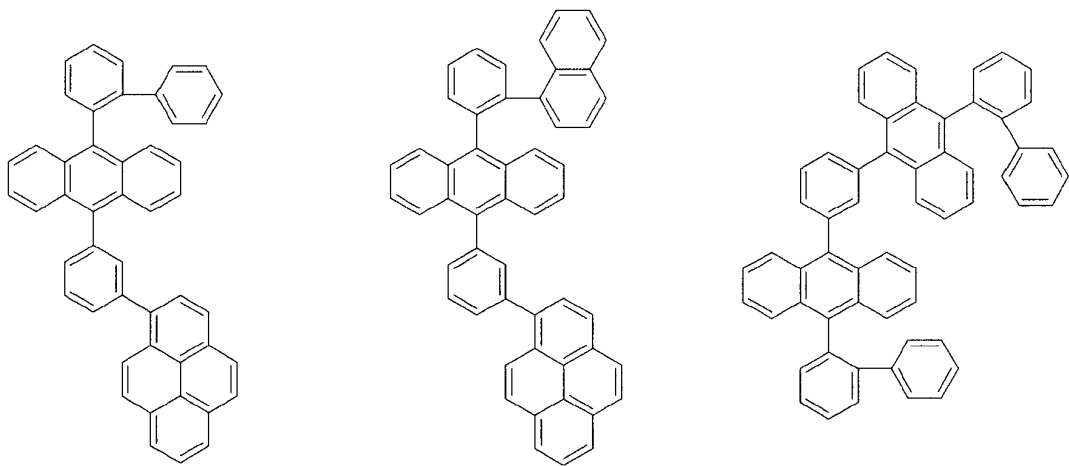
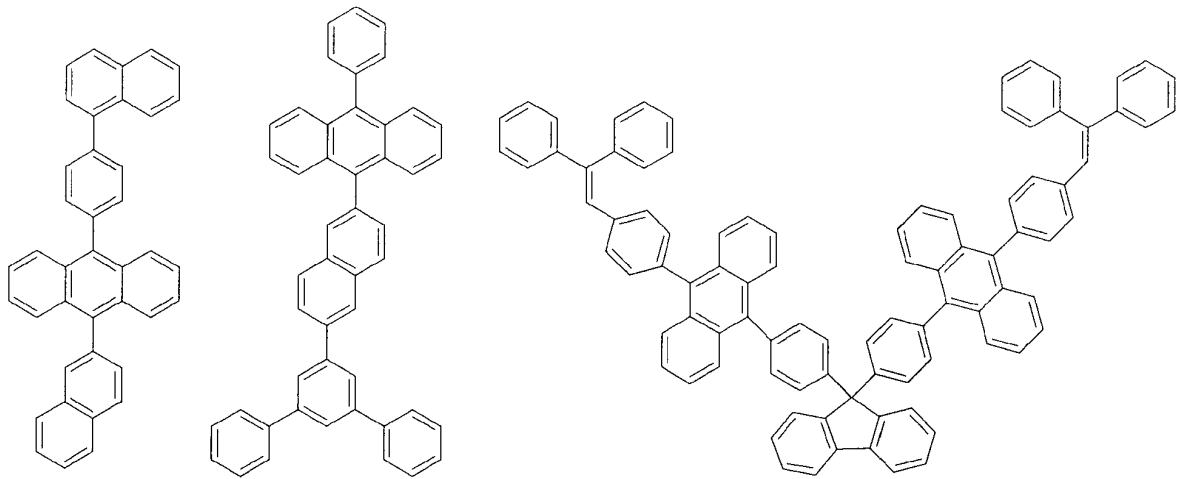
30



40

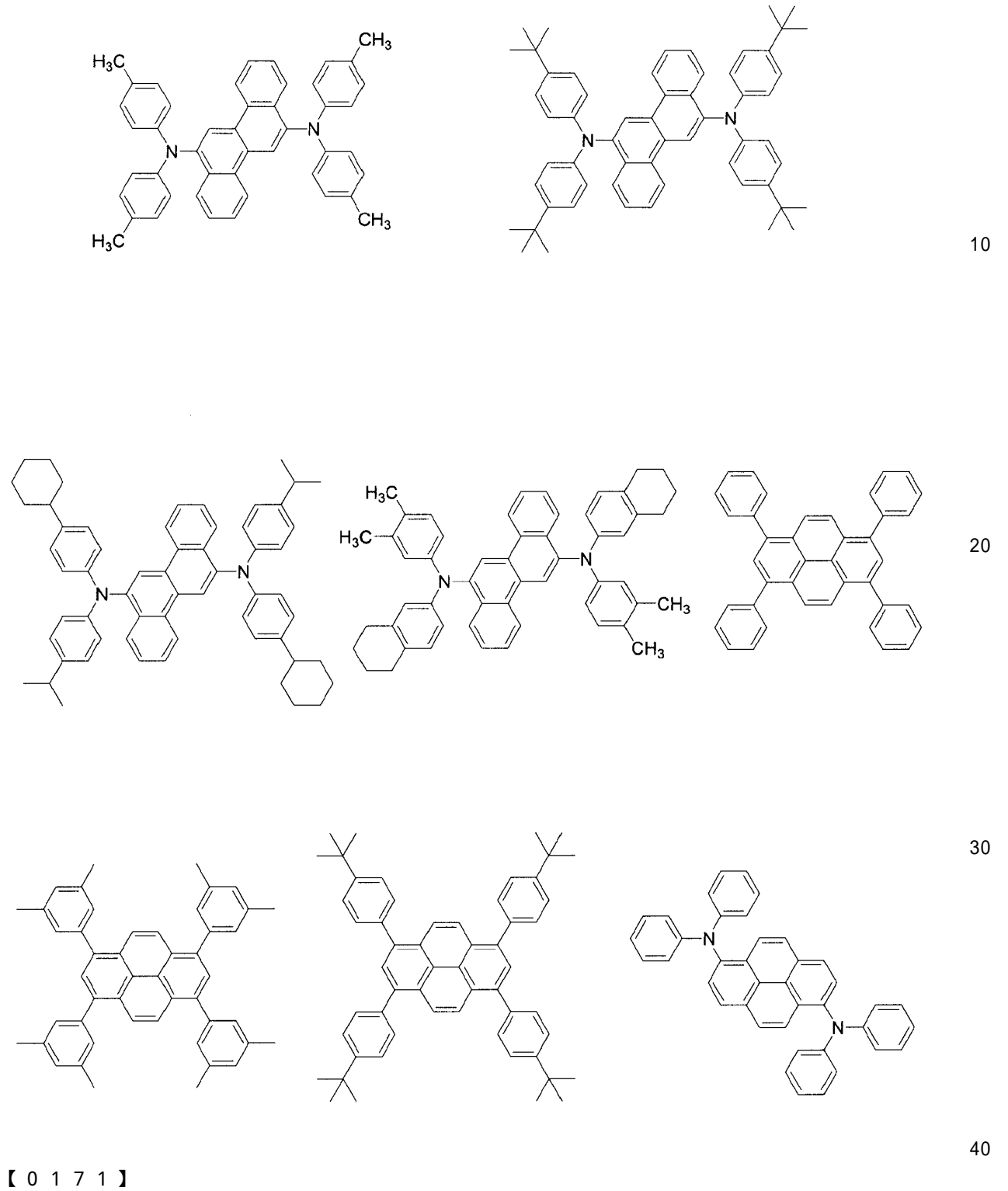
【 0 1 6 9 】

【化 4 3】

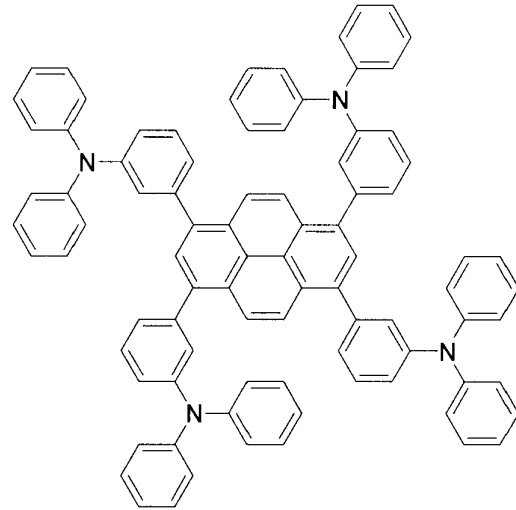
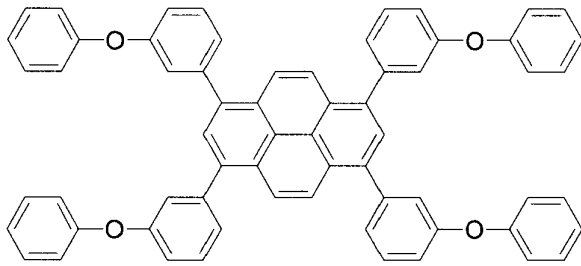


【 0 1 7 0 】

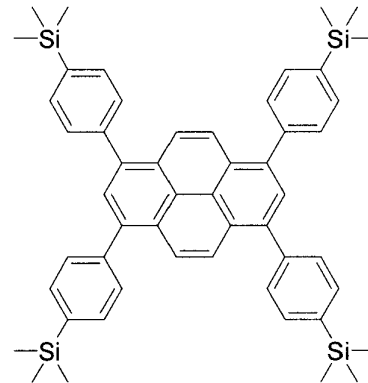
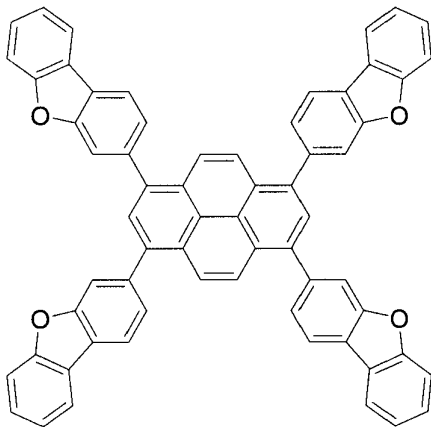
【化 4 4】



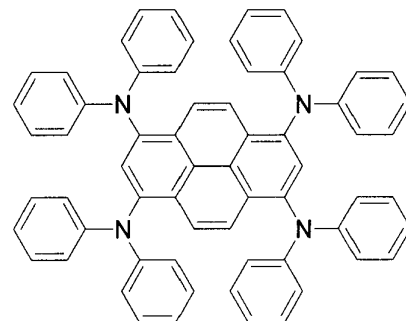
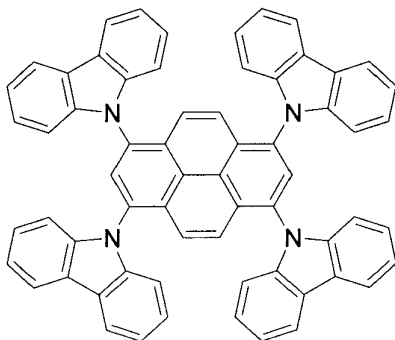
【化 4 5】



10



20

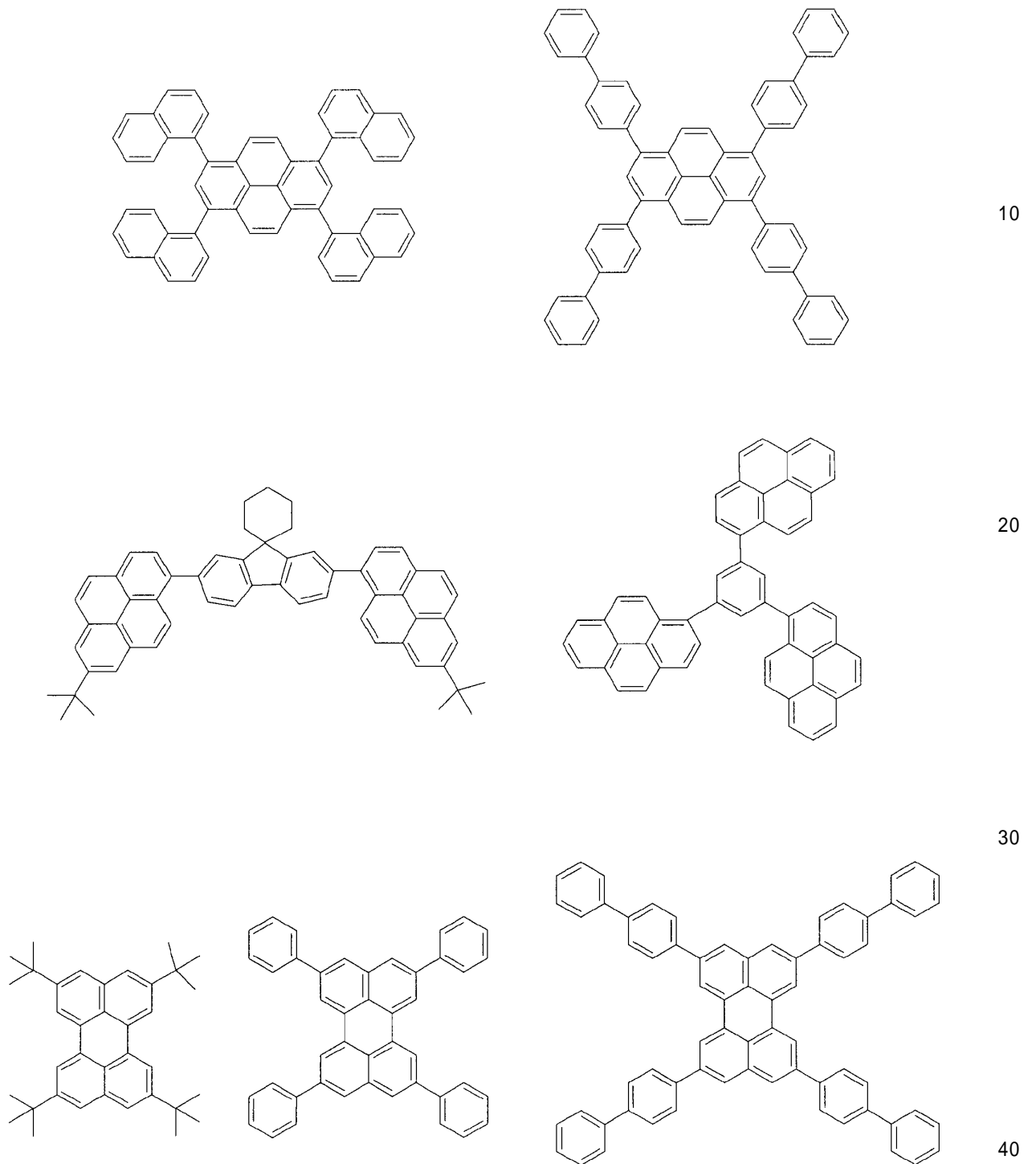


30

40

【 0 1 7 2 】

【化 4 6】



【0173】

本発明の発光層における蛍光発光材料の含有量は発光層中1～30質量%であることが好ましく、1～20質量%であることがより好ましく、1～10質量%であることが更に好ましい。

【0174】

本発明において、一般式(1)で表される化合物とのクエンチ防止の点から、発光材料の極大発光波長は、400～700nmであることが好ましく、500～700nmであることがより好ましく、520～650nmであることが更に好ましく、520～550nmであることが最も好ましい。

一般式 (E - 3) で表される燐光発光材料の極大発光波長は、複数の $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' で共同して環形成しない場合にはおよそ 500 ~ 550 nm の範囲、一般式 (E - 4) 又は (E - 5) で表される燐光発光材料の極大発光波長は、およそ 550 ~ 650 nm の範囲である。

【 0 1 7 5 】

発光層の厚さは、特に限定されるものではないが、通常、2 nm ~ 500 nm であるのが好ましく、中でも、外部量子効率の観点で、5 nm ~ 200 nm であるのがより好ましく、10 nm ~ 100 nm であるのが更に好ましい。

【 0 1 7 6 】

本発明の素子における発光層は、発光材料のみで構成されていてもよく、ホスト材料と発光材料の混合層とした構成でもよい。発光材料の種類は一種であっても二種以上であっても良い。ホスト材料は電荷輸送材料であることが好ましい。ホスト材料は一種であっても二種以上であってもよく、例えば、電子輸送性のホスト材料と正孔輸送性のホスト材料を混合した構成が挙げられる。更に、発光層中に電荷輸送性を有さず、発光しない材料を含んでいてもよい。

また、発光層は一層であっても二層以上の多層であってもよく、それぞれの層に同じ発光材料やホスト材料を含んでもよいし、層毎に異なる材料を含んでもよい。発光層が複数の場合、それぞれの発光層が異なる発光色で発光してもよい。

【 0 1 7 7 】

(ホスト材料)

ホスト材料とは、発光層において主に電荷の注入、輸送を担う化合物であり、また、それ自体は実質的に発光しない化合物のことである。ここで「実質的に発光しない」とは、該実質的に発光しない化合物からの発光量が好ましくは素子全体での全発光量の 5 % 以下であり、より好ましくは 3 % 以下であり、更に好ましくは 1 % 以下であることを言う。

ホスト材料としては、一般式 (1) で表される化合物を用いることができる。

【 0 1 7 8 】

その他の本発明に用いることのできるホスト材料としては、例えば、以下の化合物を挙げることができる。

ピロール、インドール、カルバゾール、アザインドール、アザカルバゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、ピラゾール、イミダゾール、チオフェン、ベンゾチオフェン、ジベンゾチオフェン、フラン、ベンゾフラン、ジベンゾフラン、ポリアリーールアルカン、ピラゾリン、ピラゾロン、フェニレンジアミン、アリーールアミン、アミノ置換カルコン、スチリルアントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベン、シラザン、芳香族第三級アミン化合物、スチリルアミン化合物、ポルフィリン系化合物、縮環芳香族炭化水素化合物 (フルオレン、ナフタレン、フェナントレン、トリフェニレン等)、ポリシラン系化合物、ポリ (N - ビニルカルバゾール)、アニリン系共重合体、チオフェンオリゴマー、ポリチオフェン等の導電性高分子オリゴマー、有機シラン、カーボン膜、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、イミダゾール、ピラゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、フルオレノン、アントラキノジメタン、アントロン、ジフェニルキノン、チオピランジオキsid、カルボジイミド、フルオレニリデンメタン、ジスチリルピラジン、フッ素置換芳香族化合物、ナフタレンペリレン等の複素環テトラカルボン酸無水物、フタロシアニン、8 - キノリノール誘導体の金属錯体やメタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾールを配位子とする金属錯体に代表される各種金属錯体及びそれらの誘導体 (置換基や縮環を有していてもよい) 等を挙げることができる。

これらのうち、カルバゾール、ジベンゾチオフェン、ジベンゾフラン、アリーールアミン、縮環芳香族炭化水素化合物、金属錯体が特に好ましい。

【 0 1 7 9 】

本発明において、併用することができるホスト材料としては、正孔輸送性ホスト材料であっても、電子輸送性ホスト材料であってもよい。

【 0 1 8 0 】

10

20

30

40

50

発光層において、前記ホスト材料の膜状態での三重項最低励起エネルギー（ T_1 エネルギー）が、前記燐光発光材料の T_1 エネルギーより高いことが色純度、発光効率、駆動耐久性の点で好ましい。ホスト材料の T_1 が燐光発光材料の T_1 より 0.1 eV 以上大きいことが好ましく、 0.2 eV 以上大きいことがより好ましく、 0.3 eV 以上大きいことが更に好ましい。

ホスト材料の膜状態での T_1 が燐光発光材料の T_1 より小さいと発光を消光してしまうためホスト材料には燐光発光材料より大きな T_1 が求められる。また、ホスト材料の T_1 が燐光発光材料より大きい場合でも、両者の T_1 差が小さい場合には一部、燐光発光材料からホスト材料への逆エネルギー移動が起こるため、効率低下や耐久性低下の原因となる。従って、 T_1 が十分に大きく、化学的安定性及びキャリア注入・輸送性の高いホスト材料が求められている。

10

【0181】

また、本発明におけるホスト化合物の含有量は、特に限定されるものではないが、発光効率、駆動電圧の観点から、発光層を形成する全化合物質量に対して 15 質量%以上 95 質量%以下であることが好ましい。発光層に、一般式(1)で表される化合物を含む複数種類のホスト化合物を含む場合、一般式(1)で表される化合物は全ホスト化合物中 50 質量%以上 99 質量%以下であることが好ましい。

【0182】

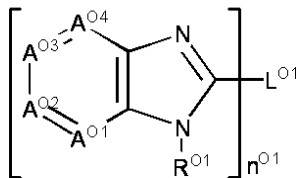
本発明の発光素子は、発光層と陰極との間に少なくとも一層の有機層を含むことが好ましく、該有機層に少なくとも一種の下記一般式(O-1)で表される化合物を含有することが素子の効率や駆動電圧の観点から好ましい。以下に、一般式(O-1)について説明する。

20

【0183】

【化47】

(O-1)



30

【0184】

(一般式(O-1)中、 R^{01} は、アルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表す。 $A^{01} \sim A^{04}$ はそれぞれ独立に、 $C-R^A$ 又は窒素原子を表す。 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表し、複数の R^A は同じでも異なっても良い。 L^{01} は、アリール環又はヘテロアリール環からなる二価～六価の連結基を表す。 n^{01} は $2 \sim 6$ の整数を表す。)

【0185】

R^{01} は、アルキル基(好ましくは炭素数 $1 \sim 8$)、アリール基(好ましくは炭素数 $6 \sim 30$)、又はヘテロアリール基(好ましくは炭素数 $4 \sim 12$)を表し、これらは前述の置換基群Aから選ばれる置換基を有していても良い。 R^{01} として好ましくはアリール基、又はヘテロアリール基であり、より好ましくはアリール基である。 R^{01} のアリール基が置換基を有する場合の好ましい置換基としては、アルキル基、アリール基又はシアノ基が挙げられ、アルキル基又はアリール基がより好ましく、アリール基が更に好ましい。 R^{01} のアリール基が複数の置換基を有する場合、該複数の置換基は互いに結合して 5 又は 6 員環を形成していても良い。 R^{01} のアリール基は、好ましくは置換基群Aから選ばれる置換基を有していても良いフェニル基であり、より好ましくはアルキル基又はアリール基が置換していてもよいフェニル基であり、更に好ましくは無置換のフェニル基又は 2 -フェニルフェニル基である。

40

【0186】

$A^{01} \sim A^{04}$ はそれぞれ独立に、 $C-R^A$ 又は窒素原子を表す。 $A^{01} \sim A^{04}$ のう

50

ち、0～2つが窒素原子であるのが好ましく、0又は1つが窒素原子であるのがより好ましい。 $A^{01} \sim A^{04}$ の全てがC-R^Aであるか、又は A^{01} が窒素原子で、 $A^{02} \sim A^{04}$ がC-R^Aであるのが好ましく、 A^{01} が窒素原子で、 $A^{02} \sim A^{04}$ がC-R^Aであるのがより好ましく、 A^{01} が窒素原子で、 $A^{02} \sim A^{04}$ がC-R^Aであり、R^Aが全て水素原子であるのが更に好ましい。

【0187】

R^Aは水素原子、アルキル基（好ましくは炭素数1～8）、アリール基（好ましくは炭素数6～30）、又はヘテロアリール基（好ましくは炭素数4～12）を表し、これらは前述の置換基群Aから選ばれる置換基を有していても良い。また複数のR^Aは同じでも異なっても良い。R^Aとして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る。

10

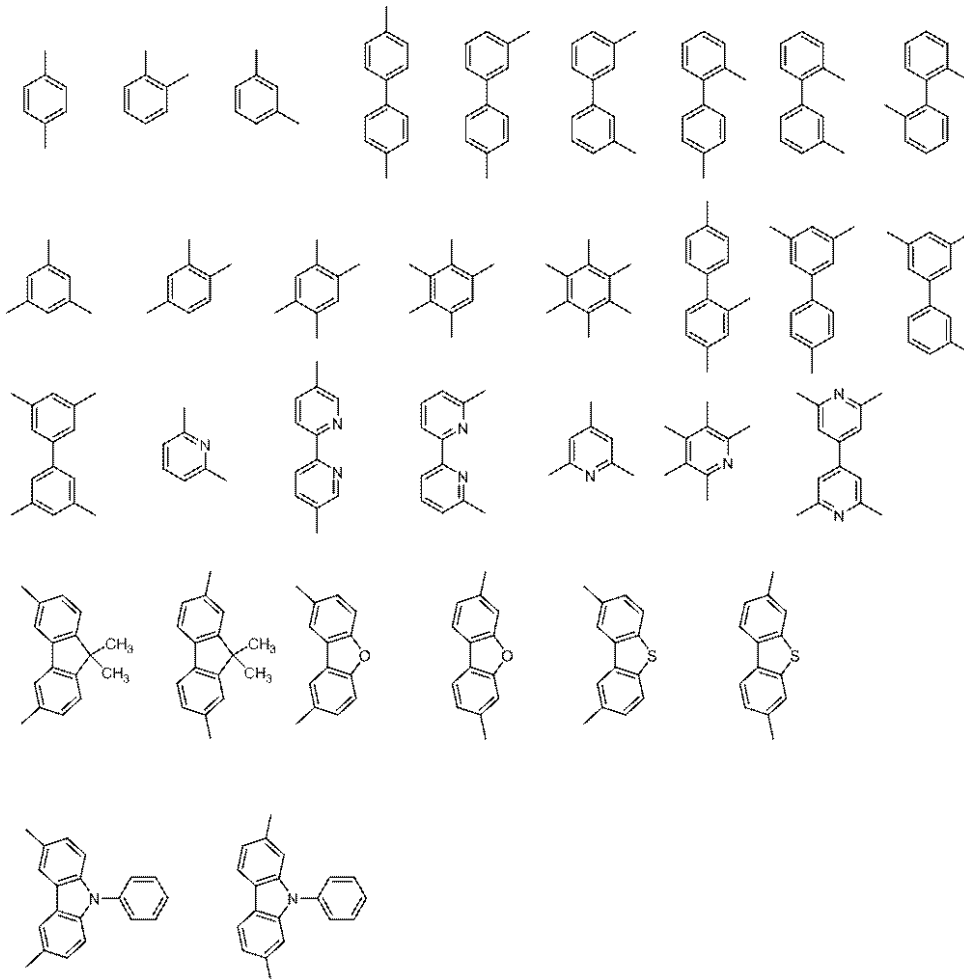
【0188】

L⁰¹は、アリール環（好ましくは炭素数6～30）又はヘテロアリール環（好ましくは炭素数4～12）からなる二価～六価の連結基を表す。L⁰¹として好ましくは、アリーレン基、ヘテロアリーレン基、アリールトリイル基、又はヘテロアリールトリイル基であり、より好ましくはフェニレン基、ピフェニレン基、又はベンゼントリイル基であり、更に好ましくはピフェニレン基、又はベンゼントリイル基である。L⁰¹は前述の置換基群Aから選ばれる置換基を有していても良く、置換基を有する場合の置換基としてはアルキル基、アリール基、又はシアノ基が好ましい。L⁰¹の具体例としては、以下のものが挙げられる。

20

【0189】

【化48】



30

40

【0190】

n⁰¹は2～6の整数を表し、好ましくは2～4の整数であり、より好ましくは2又は

50

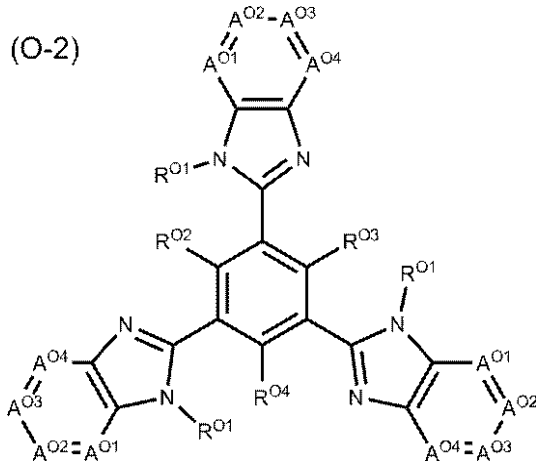
3である。 n^{01} は、素子効率の観点では最も好ましくは3であり、素子の耐久性の観点では最も好ましくは2である。

一般式(O-1)で表される化合物は、より好ましくは下記一般式(O-2)で表される化合物である。

【0191】

【化49】

(O-2)



10

【0192】

(一般式(O-2)中、 R^{01} はアルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表す。 $R^{02} \sim R^{04}$ はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表す。 $A^{01} \sim A^{04}$ はそれぞれ独立に、C-R^A又は窒素原子を表す。R^Aは水素原子、アルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表し、複数のR^Aは同じでも異なっても良い。)

20

【0193】

R^{01} 及び $A^{01} \sim A^{04}$ は、前記一般式(O-1)中の R^{01} 及び $A^{01} \sim A^{04}$ と同義であり、またそれらの好ましい範囲も同様である。

$R^{02} \sim R^{04}$ はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基(好ましくは炭素数1~8)、アリール基(好ましくは炭素数6~30)、又はヘテロアリール基(好ましくは炭素数4~12)を表し、これらは前述の置換基群Aから選ばれる置換基を有していても良い。 $R^{02} \sim R^{04}$ として好ましくは水素原子、アルキル基、又はアリール基であり、より好ましくは水素原子、又はアリール基であり、最も好ましくは水素原子である。

30

【0194】

前記一般式(O-1)で表される化合物は、高温保存時の安定性、高温駆動時、駆動時の発熱に対して安定して動作させる観点から、ガラス転移温度(T_g)は100~300であることが好ましく、120~300であることがより好ましく、120~300であることが更に好ましく、140~300であることが更に好ましい。

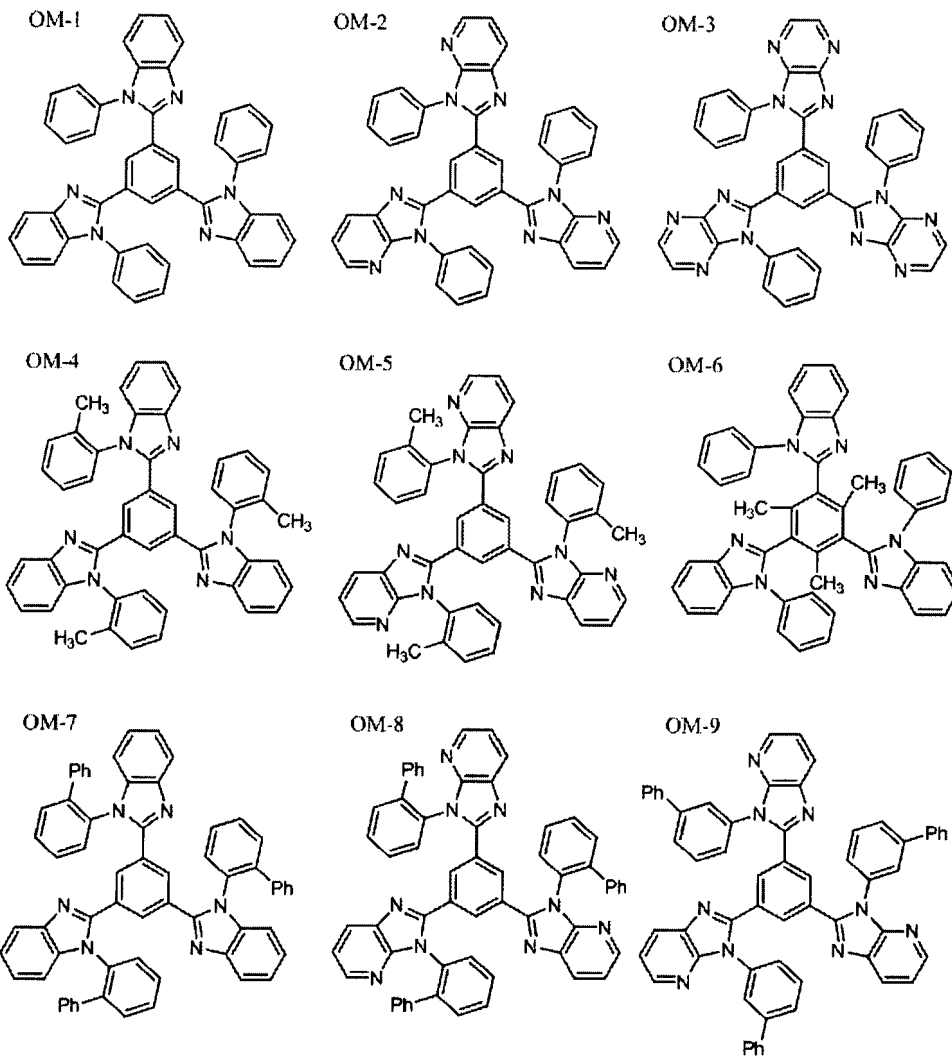
【0195】

一般式(O-1)で表される化合物の具体例を以下に示すが、本発明はこれらに限定されない。

40

【0196】

【化50】



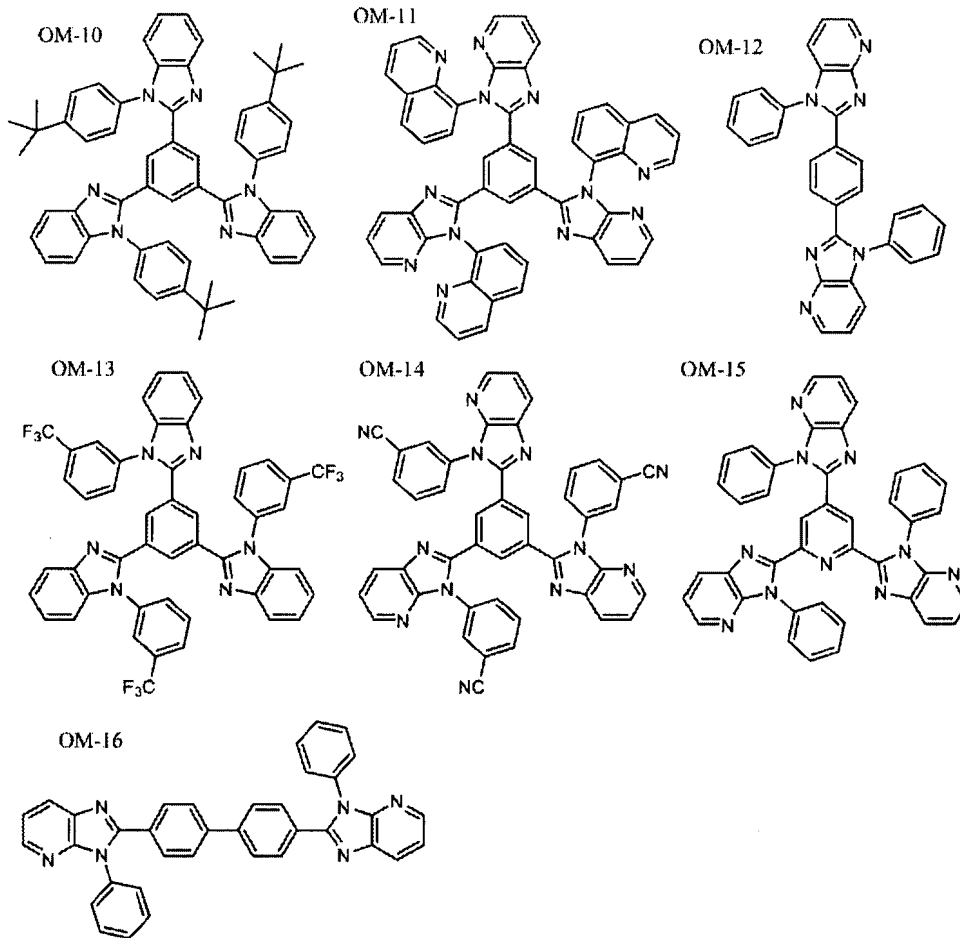
10

20

30

【0197】

【化51】



10

20

【0198】

前記一般式(0-1)で表される化合物は、特開2001-335776号に記載の方法で合成可能である。合成後、カラムクロマトグラフィー、再結晶、再沈殿などによる精製を行った後、昇華精製により精製することが好ましい。昇華精製により有機不純物を分離できるだけでなく、無機塩や残留溶媒、水分等を効果的に取り除くことが可能である。

30

【0199】

本発明の発光素子において、一般式(0-1)で表される化合物は発光層と陰極との間の有機層に含有されるが、発光層に隣接する陰極側の層に含有されることが好ましい。

一般式(0-1)で表される化合物は、添加する有機層の全質量に対して70~100質量%含まれることが好ましく、85~100質量%含まれることがより好ましい。

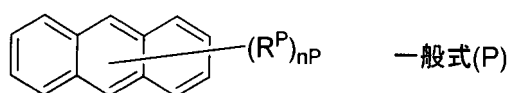
【0200】

本発明の発光素子は、発光層と陰極との間に少なくとも一層の有機層を含むことが好ましく、該有機層に少なくとも一種の下記一般式(P)で表される化合物を含有することが素子の効率や駆動電圧の観点から好ましい。以下に、一般式(P)について説明する。

40

【0201】

【化52】

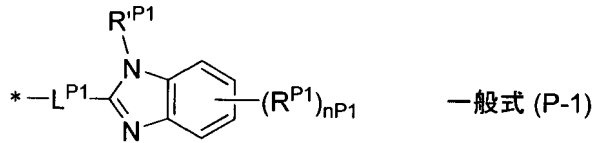


【0202】

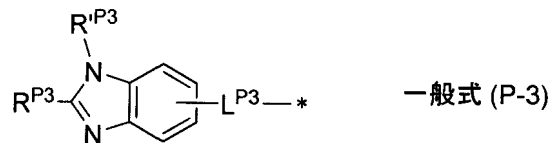
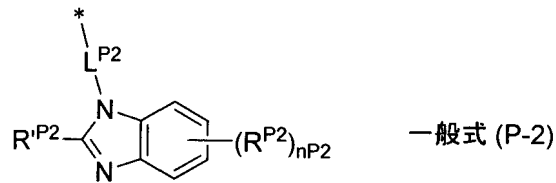
50

(一般式(P))中、 R^P は、アルキル基(好ましくは炭素数1~8)、アリール基(好ましくは炭素数6~30)、又はヘテロアリール基(好ましくは炭素数4~12)を表し、これらは前述の置換基群Aから選ばれる置換基を有していても良い。 n^P は1~10の整数を表し、 R^P が複数の場合、それらは同一でも異なってもよい。 R^P のうち少なくとも一つは、下記一般式(P-1)~(P-3)で表される置換基である。

【化53】



10



20

【0203】

(一般式(P-1)~(P-3)中、 R^{P1} ~ R^{P3} 、 R'^{P1} ~ R'^{P3} はそれぞれアルキル基(好ましくは炭素数1~8)、アリール基(好ましくは炭素数6~30)、又はヘテロアリール基(好ましくは炭素数4~12)を表し、これらは前述の置換基群Aから選ばれる置換基を有していても良い。 n^{P1} 及び n^{P2} は0~4の整数を表し、 R^{P1} ~ R^{P3} 、 R'^{P1} ~ R'^{P3} が複数の場合、それらは同一でも異なってもよい。 L^{P1} ~ L^{P3} は、単結合、アリール環又はヘテロアリール環からなる二価の連結基のいずれかを表す。*は一般式(P)のアントラセン環との結合位を表す。)

30

【0204】

R^P として、(P-1)~(P-3)で表される置換基以外の好ましい置換基はアリール基であり、より好ましくはフェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基のいずれかであり、更に好ましくはナフチル基である。

R^{P1} ~ R^{P3} 、 R'^{P1} ~ R'^{P3} として、好ましくはアリール基、ヘテロアリール基のいずれかであり、より好ましくはアリール基であり、更に好ましくはフェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基のいずれかであり、最も好ましくはフェニル基である。

40

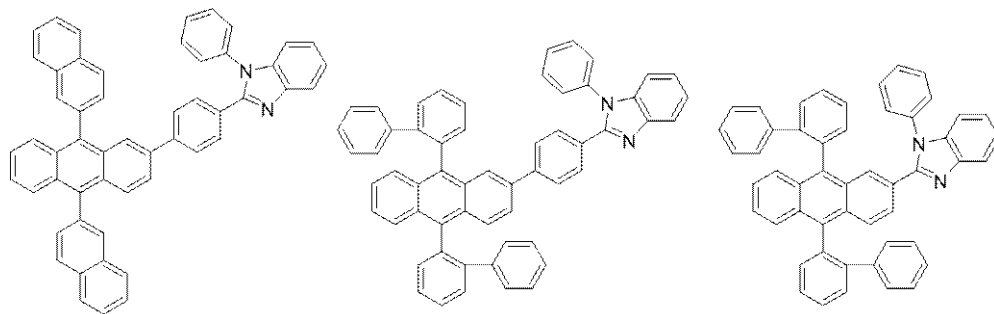
L^{P1} ~ L^{P3} として、好ましくは単結合、アリール環からなる二価の連結基のいずれかであり、より好ましくは単結合、フェニレン、ピフェニレン、ターフェニレン、ナフチレンのいずれかであり、更に好ましくは単結合、フェニレン、ナフチレンのいずれかである。

【0205】

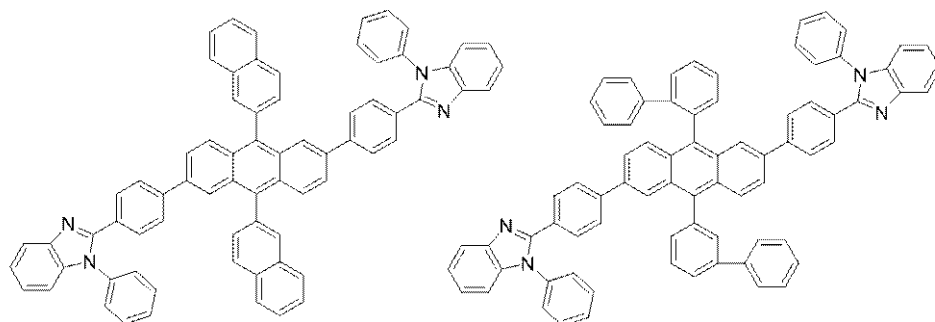
一般式(P)で表される化合物の具体例を以下に示すが、本発明はこれらに限定されない。

【0206】

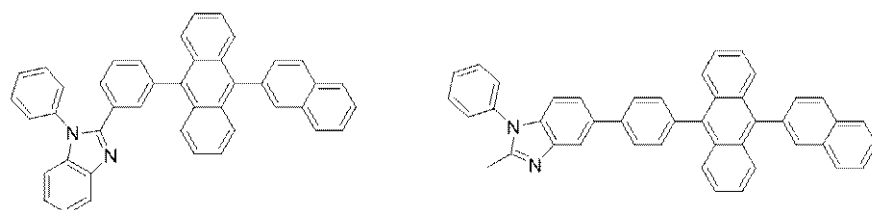
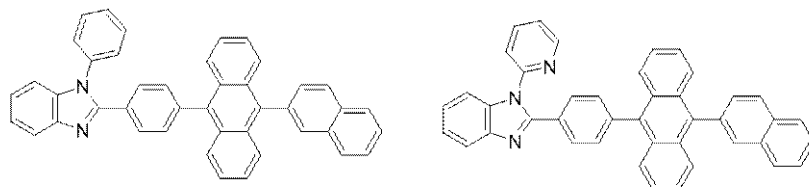
【化54】



10



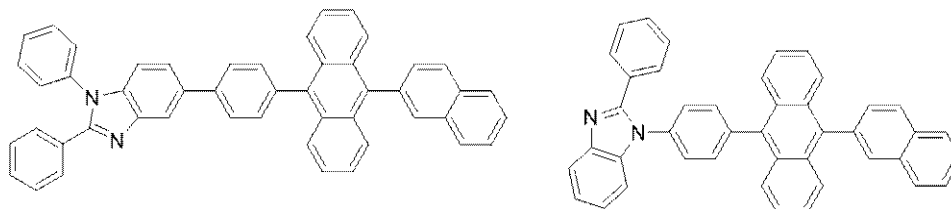
20



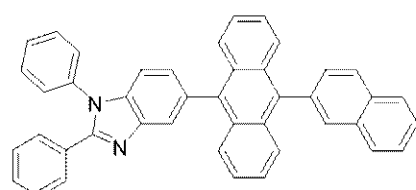
30

【0207】

【化55】



40



【0208】

前記一般式(P)で表される化合物は、WO2003/060956、WO2004/080975等に記載の方法で合成可能である。合成後、カラムクロマトグラフィー、再結晶、再沈殿などによる精製を行った後、昇華精製により精製することが好ましい。昇華

50

精製により有機不純物を分離できるだけでなく、無機塩や残留溶媒、水分等を効果的に取り除くことが可能である。

【0209】

本発明の発光素子において、一般式(P)で表される化合物は発光層と陰極との間の有機層に含有されるが、陰極に隣接する層に含有されることが好ましい。

一般式(P)で表される化合物は、添加する有機層の全質量に対して70~100質量%含まれることが好ましく、85~100質量%含まれることがより好ましい。

【0210】

(電荷輸送層)

電荷輸送層とは、有機電界発光素子に電圧を印加した際に電荷移動が起こる層をいう。具体的には正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層、発光層、正孔ブロック層、電子輸送層又は電子注入層が挙げられる。好ましくは、正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層又は発光層である。塗布法により形成される電荷輸送層が正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層又は発光層であれば、低コストかつ高効率な有機電界発光素子の製造が可能となる。また、電荷輸送層として、より好ましくは、正孔注入層、正孔輸送層又は電子ブロック層である。

10

【0211】

(正孔注入層、正孔輸送層)

正孔注入層、正孔輸送層は、陽極又は陽極側から正孔を受け取り陰極側に輸送する機能を有する層である。

20

正孔注入層、正孔輸送層については、特開2008-270736号公報の段落番号〔0165〕~〔0167〕に記載の事項を本発明に適用することができる。

【0212】

正孔注入層には電子受容性ドーパントを含有することが好ましい。正孔注入層に電子受容性ドーパントを含有することにより、正孔注入性が向上し、駆動電圧が低下する、効率が向上するなどの効果がある。電子受容性ドーパントとは、ドーピングされる材料から電子を引き抜き、ラジカルカチオンを発生させることが可能な材料であれば有機材料、無機材料のうちいかなるものでもよいが、例えば、テトラシアノキノジメタン(TCNQ)、テトラフルオロテトラシアノキノジメタン(F₄-TCNQ)、酸化モリブデンなどが挙げられる。

30

【0213】

正孔注入層中の電子受容性ドーパントは、正孔注入層を形成する全化合物質量に対して、0.01質量%~50質量%含有されることが好ましく、0.1質量%~40質量%含有されることがより好ましく、0.2質量%~30質量%含有されることがより好ましい。

【0214】

(電子注入層、電子輸送層)

電子注入層、電子輸送層は、陰極又は陰極側から電子を受け取り陽極側に輸送する機能を有する層である。これらの層に用いる電子注入材料、電子輸送材料は低分子化合物であっても高分子化合物であってもよい。

40

電子輸送材料としては、本発明の一般式(1)で表される化合物を用いることができる。その他の材料としては、ピリジン誘導体、キノリン誘導体、ピリミジン誘導体、ピラジン誘導体、フタラジン誘導体、フェナントロリン誘導体、トリアジン誘導体、トリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、イミダゾピリジン誘導体、フルオレノン誘導体、アントラキノジメタン誘導体、アントロン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、カルボジイミド誘導体、フルオレニリデンメタン誘導体、ジスチリルピラジン誘導体、ナフタレン、ペリレン等の芳香環テトラカルボン酸無水物、フタロシアニン誘導体、8-キノリノール誘導体の金属錯体やメタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾールを配位子とする金属錯体に代表される各種金属錯体、シロールに代表される有機

50

シラン誘導体、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、トリフェニレン、ピレン等の縮環炭化水素化合物等をから選ばれることが好ましく、ピリジン誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、イミダゾピリジン誘導体、金属錯体、縮環炭化水素化合物のいずれかであることがより好ましい。

【0215】

電子注入層、電子輸送層の厚さは、駆動電圧を下げるという観点から、各々500nm以下であることが好ましい。

電子輸送層の厚さとしては、1nm~500nmであるのが好ましく、5nm~200nmであるのがより好ましく、10nm~100nmであるのが更に好ましい。また、電子注入層の厚さとしては、0.1nm~200nmであるのが好ましく、0.2nm~100nmであるのがより好ましく、0.5nm~50nmであるのが更に好ましい。

電子注入層、電子輸送層は、上述した材料の1種又は2種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成又は異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

【0216】

電子注入層には電子供与性ドーパントを含有することが好ましい。電子注入層に電子供与性ドーパントを含有させることにより、電子注入性が向上し、駆動電圧が低下する、効率が向上するなどの効果がある。電子供与性ドーパントとは、ドーパされる材料に電子を与え、ラジカルアニオンを発生させることが可能な材料であれば有機材料、無機材料のうちいかなるものでもよいが、例えば、テトラチアフルバレン(TTF)、テトラチアナフタセン(TTT)、ビス-[1,3ジエチル-2-メチル-1,2-ジヒドロベンズイミダゾリル]などのジヒドロイミダゾール化合物、リチウム、セシウムなどが挙げられる。

【0217】

電子注入層中の電子供与性ドーパントは、電子注入層を形成する全化合物質量に対して、0.01質量%~50質量%含有されることが好ましく、0.1質量%~40質量%含有されることがより好ましく、0.5質量%~30質量%含有されることがより好ましい。

【0218】

(正孔ブロック層)

正孔ブロック層は、陽極側から発光層に輸送された正孔が、陰極側に通りぬけることを防止する機能を有する層である。本発明において、発光層と陰極側で隣接する有機層として、正孔ブロック層を設けることができる。

正孔ブロック層を構成する有機化合物の例としては、アルミニウム(III)ビス(2-メチル-8-キノリナト)4-フェニルフェノレート(Aluminum(III)bis(2-methyl-8-quinolinato)4-phenylphenolate(Balqと略記する))等のアルミニウム錯体、トリアゾール誘導体、2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline(BCPと略記する))等のフェナントロリン誘導体、等が挙げられる。

正孔ブロック層の厚さとしては、1nm~500nmであるのが好ましく、3nm~100nmであるのがより好ましく、5nm~50nmであるのが更に好ましい。

正孔ブロック層は、上述した材料の1種又は2種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成又は異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

正孔ブロック層に用いる材料は、前記燐光発光材料の T_1 エネルギーより高いことが色純度、発光効率、駆動耐久性の点で好ましい。正孔ブロック層に用いる材料の膜状態での T_1 が燐光発光材料の T_1 より0.1eV以上大きいことが好ましく、0.2eV以上大きいことがより好ましく、0.3eV以上大きいことが更に好ましい。

【0219】

(電子ブロック層)

電子ブロック層は、陰極側から発光層に輸送された電子が、陽極側に通りぬけることを

防止する機能を有する層である。本発明において、発光層と陽極側で隣接する有機層として、電子ブロック層を設けることができる。

電子ブロック層を構成する有機化合物の例としては、例えば前述の正孔輸送材料として挙げたものが適用できる。

電子ブロック層の厚さとしては、1 nm ~ 500 nmであるのが好ましく、3 nm ~ 100 nmであるのがより好ましく、5 nm ~ 50 nmであるのが更に好ましい。

電子ブロック層は、上述した材料の一種又は二種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成又は異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

電子ブロック層に用いる材料は、前記燐光発光材料の T_1 エネルギーより高いことが色純度、発光効率、駆動耐久性の点で好ましい。電子ブロック層に用いる材料の膜状態での T_1 が燐光発光材料の T_1 より0.1 eV以上大きいことが好ましく、0.2 eV以上大きいことがより好ましく、0.3 eV以上大きいことが更に好ましい。

10

【0220】

(保護層)

本発明において、有機EL素子全体は、保護層によって保護されていてもよい。

保護層については、特開2008-270736号公報の段落番号〔0169〕~〔0170〕に記載の事項を本発明に適用することができる。

【0221】

(封止容器)

本発明の素子は、封止容器を用いて素子全体を封止してもよい。

20

封止容器については、特開2008-270736号公報の段落番号〔0171〕に記載の事項を本発明に適用することができる。

【0222】

(駆動)

本発明の有機電界発光素子は、陽極と陰極との間に直流(必要に応じて交流成分を含んでもよい)電圧(通常2ボルト~15ボルト)、又は直流電流を印加することにより、発光を得ることができる。

本発明の有機電界発光素子の駆動方法については、特開平2-148687号、同6-301355号、同5-29080号、同7-134558号、同8-234685号、同8-241047号の各公報、特許第2784615号、米国特許5828429号、同6023308号の各明細書等に記載の駆動方法を適用することができる。

30

【0223】

本発明の有機電界発光素子の外部量子効率としては、7%以上が好ましく、10%以上がより好ましく、12%以上が更に好ましい。外部量子効率の数値は20で素子を駆動したときの外部量子効率の最大値、若しくは、20で素子を駆動したときの300~400 cd/m²付近での外部量子効率の値を用いることができる。

【0224】

本発明の有機電界発光素子の内部量子効率は、30%以上であることが好ましく、50%以上が更に好ましく、70%以上が更に好ましい。素子の内部量子効率は、外部量子効率を光取り出し効率で除して算出される。通常の有機EL素子では光取り出し効率は約20%であるが、基板の形状、電極の形状、有機層の膜厚、無機層の膜厚、有機層の屈折率、無機層の屈折率等を工夫することにより、光取り出し効率を20%以上にすることが可能である。

40

【0225】

(本発明の素子の用途)

本発明の素子は、表示素子、ディスプレイ、バックライト、電子写真、照明光源、記録光源、露光光源、読み取り光源、標識、看板、インテリア、又は光通信等に好適に利用できる。特に、照明装置、表示装置等の発光輝度が高い領域で駆動されるデバイスに好ましく用いられる。

【0226】

50

(発光装置)

次に、図2を参照して本発明の発光装置について説明する。

本発明の発光装置は、前記有機電界発光素子を用いてなる。

図2は、本発明の発光装置の一例を概略的に示した断面図である。図2の発光装置20は、透明基板(支持基板)2、有機電界発光素子10、封止容器16等により構成されている。

【0227】

有機電界発光素子10は、基板2上に、陽極(第一電極)3、有機層11、陰極(第二電極)9が順次積層されて構成されている。また、陰極9上には、保護層12が積層されており、更に、保護層12上には接着層14を介して封止容器16が設けられている。なお、各電極3、9の一部、隔壁、絶縁層等は省略されている。

10

ここで、接着層14としては、エポキシ樹脂等の光硬化型接着剤や熱硬化型接着剤を用いることができ、例えば熱硬化性の接着シートを用いることもできる。

【0228】

本発明の発光装置の用途は特に制限されるものではなく、例えば、照明装置のほか、テレビ、パーソナルコンピュータ、携帯電話、電子ペーパー等の表示装置とすることができる。

【0229】

(照明装置)

次に、図3を参照して本発明の照明装置について説明する。

20

図3は、本発明の照明装置の一例を概略的に示した断面図である。本発明の照明装置40は、図3に示すように、前述した有機EL素子10と、光散乱部材30とを備えている。より具体的には、照明装置40は、有機EL素子10の基板2と光散乱部材30とが接触するように構成されている。

光散乱部材30は、光を散乱できるものであれば特に制限されないが、図3においては、透明基板31に微粒子32が分散した部材とされている。透明基板31としては、例えば、ガラス基板を好適に挙げることができる。微粒子32としては、透明樹脂微粒子を好適に挙げることができる。ガラス基板及び透明樹脂微粒子としては、いずれも、公知のものを使用できる。このような照明装置40は、有機電界発光素子10からの発光が散乱部材30の光入射面30Aに入射されると、入射光を光散乱部材30により散乱させ、散乱光を光出射面30Bから照明光として出射するものである。

30

【実施例】

【0230】

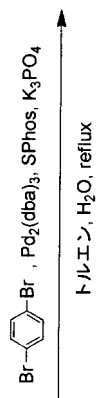
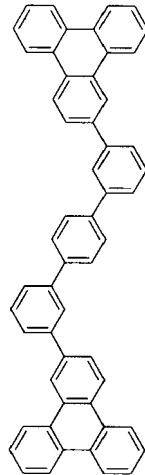
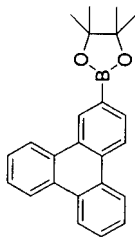
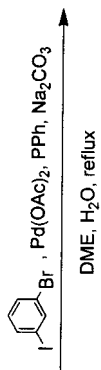
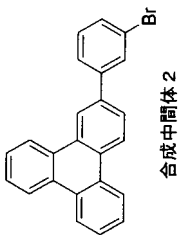
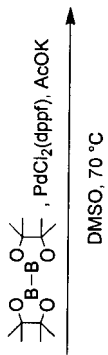
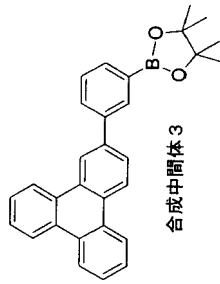
以下、実施例により本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0231】

1. 合成例(合成例1)化合物1の合成

【0232】

【化56】



【0233】

4, 4, 5, 5 - テトラメチル - 2 - (トリフェニレン - 2 - イル) - 1, 3, 2 - ジオキサボラン 7.08 g (20.0 mmol)、m - プロモヨードベンゼン 16.97 g (60.0 mmol)、酢酸パラジウム 135 mg (0.60 mmol)、トリフェニルホスフィン (PPh) 629 mg (2.40 mmol)、炭酸ナトリウム 4.24 g (40.0 mmol)、1, 2 - ジメトキシエタン (DME) 100 mL、水 50 mL を混合し、窒素雰囲気下、7 時間加熱還流した。反応後、水と酢酸エチルを加えて有機層を抽出

10

20

30

40

50

した。有機層を減圧濃縮した後、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：トルエン）により原点成分を除去した。溶媒を減圧留去し、得られた固体を少量の塩化メチレンで溶解し、メタノールを添加すると固体が析出した。この固体をろ過し、メタノール、ヘキサンで順次洗浄することにより合成中間体2を7.33 g得た（収率96%）。

合成中間体2を7.20 g（18.8 mmol）、ビス（ピナコラート）ジボロン7.16 g（28.2 mmol）、[1,1'-ビス（ジフェニルホスフィノ）フェロセン]パラジウムジクロリドジクロロメタン錯体（1:1）（PdCl₂（dppf））461 mg（0.56 mmol）、酢酸カリウム（AcOK）5.54 g（56.4 mmol）、ジメチルスルホキシド（DMSO）80 mLを混合し、窒素雰囲気下、70 で4時間攪拌した。反応液を氷水に注ぎ、析出した固体をろ過した後、純水、メタノールで順次洗浄した。その後、シリカゲルクロマトグラフィー（展開溶媒：トルエン）により原点成分を除去した。溶媒を減圧留去した後、得られた固体をエタノールでたき洗いすることにより合成中間体3を5.73 g得た（収率71%）。

合成中間体3を2.35 g（5.46 mmol）、p-ジブロモベンゼン613 mg（2.60 mmol）、トリス（ジベンジリデンアセトン）ジパラジウム（Pd₂（dba）₃）71 mg（0.078 mmol）、2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2',6'-ジメトキシビフェニル（SPhos）128 mg（0.312 mmol）、リン酸カリウム2.21 g（10.4 mmol）、トルエン50 mL、水20 mLを混合し、窒素雰囲気下、7時間加熱還流した。反応液を室温に冷却した後、析出物をろ過し、純水、エタノール、ヘキサンで順次洗浄した。得られた固体をトルエンで3回たき洗いすることにより、化合物1を1.61 g得た（収率91%）

化合物1のNMRデータ

¹H NMR（400 MHz, in DMSO-d₆）；（ppm）= 8.94（s, 2H）, 8.80 - 8.76（m, 4H）, 8.73 - 8.69（m, 6H）, 8.10（s, 2H）, 7.99（d, 2H）, 7.87（s, 4H）, 7.83（d, 2H）, 7.75 - 7.64（m, 12H） ppm.

【0234】

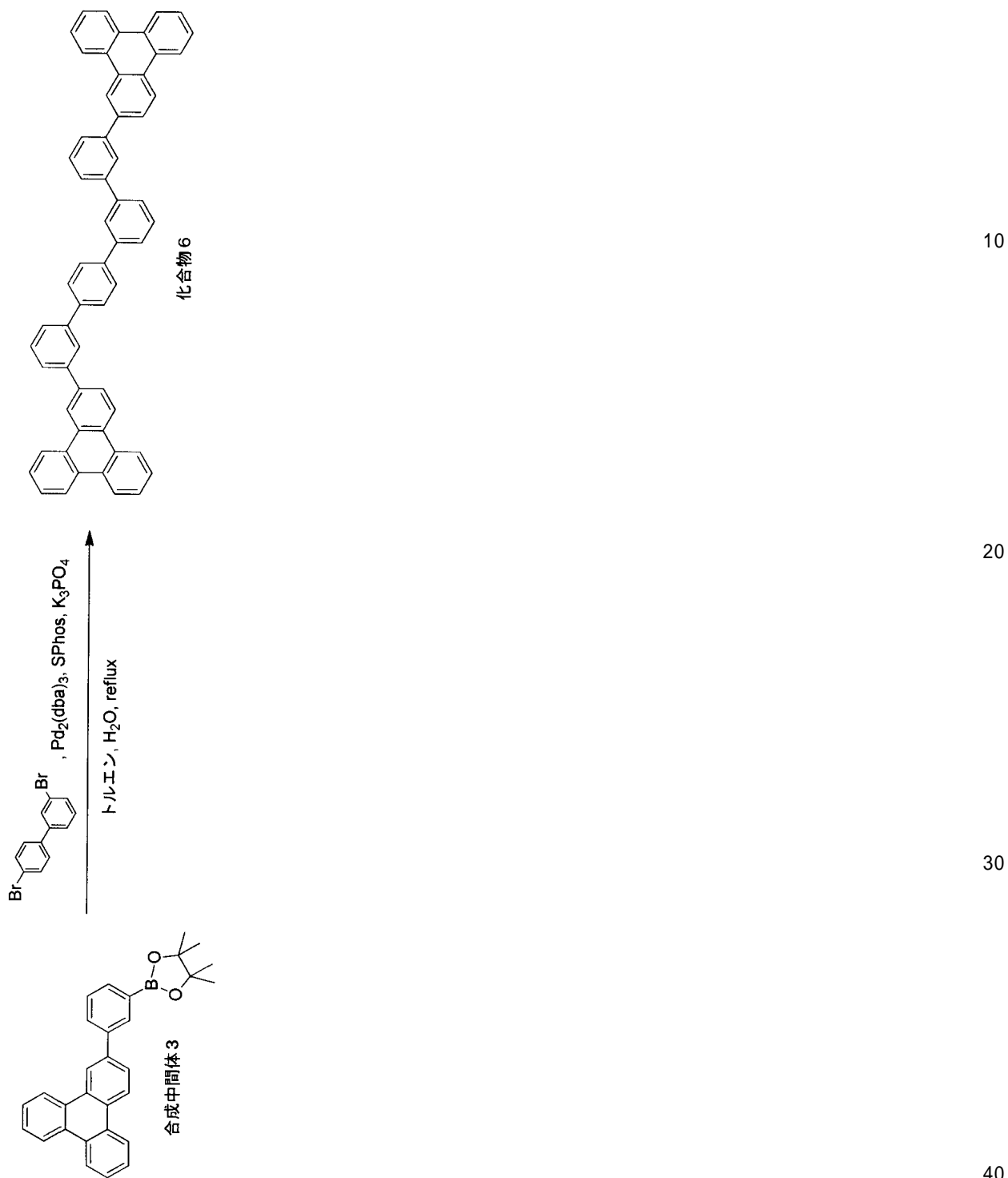
（合成例2）化合物6の合成

【0235】

10

20

【化57】



【0236】

合成中間体3を2.26g(5.25mmol)、3,4'-ジブromo1,1'-ビフェニル780mg(2.50mmol)、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム69mg(0.075mmol)、2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2',6'-ジメトキシビフェニル123mg(0.300mmol)、リン酸カリウム2.12g(10.0mmol)、トルエン50mL、水20mLを混合し、窒素雰囲気下、7時間加熱還流した。反応液を室温に冷却した後、析出物をろ過し、純水、エタノール、ヘキサンで順次洗浄した。得られた固体をトルエンで3回たき洗いすることにより、化合物6を1.57g得た(収率83%)

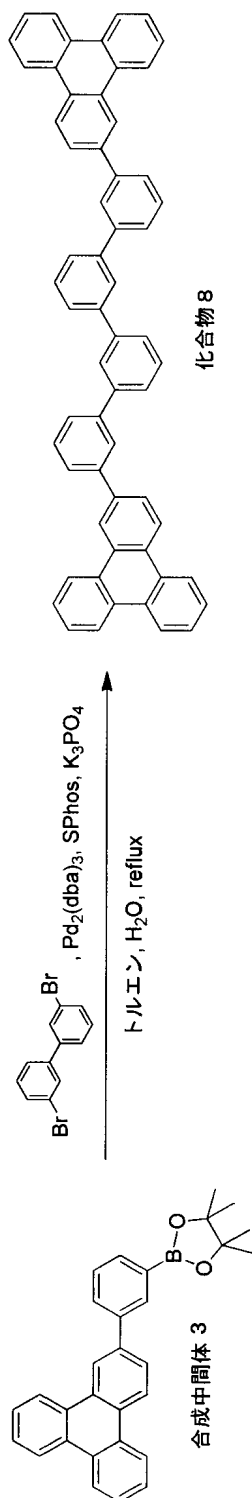
化合物 6 の NMR データ ^1H NMR (400 MHz, in DMSO-d₆); (ppm) = 9.16 (s, 2H), 9.11 - 9.08 (m, 2H), 8.93 (d, 2H), 8.88 - 8.83 (m, 6H), 8.33 (s, 1H), 8.28 (s, 1H), 8.18 - 8.13 (m, 3H), 8.01 - 7.97 (m, 6H), 7.88 (t, 2H), 7.81 (d, 2H), 7.76 - 7.65 (m, 11H) ppm.

【0237】

(合成例 3) 化合物 8 の合成

【0238】

【化 5 8】



10

20

30

40

50

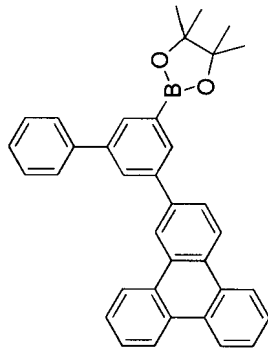
【 0 2 3 9 】

合成中間体 3 を 2.26 g (5.25 mmol)、3,3'-ジブromo 1,1'-ビフェニル 780 mg (2.50 mmol)、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム 69 mg (0.075 mmol)、2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2',6'-ジメトキシビフェニル 123 mg (0.300 mmol)、リン酸カリウム 2.12 g (10.0 mmol)、トルエン 50 mL、水 20 mL を混合し、窒素雰囲気下、7 時間加熱還流した。反応液を室温に冷却した後、析出物をろ過し、純水、エタノール、ヘキサンで順次洗浄した。得られた固体をトルエンで 3 回たき洗いすることにより、化合物 8 を 1.61 g 得た (収率 85%)

化合物 8 の NMR データ ^1H NMR (400 MHz, in DMSO-d₆); (ppm) = 9.15 (s, 2 H), 9.08 (d, 2 H), 8.90 (d, 2 H), 8.85 - 8.81 (m, 6 H), 8.33 (s, 2 H), 8.23 (s, 2 H), 8.17 (d, 2 H), 8.00 (d, 2 H), 7.90 - 7.75 (m, 6 H), 7.74 - 7.65 (m, 12 H) ppm .

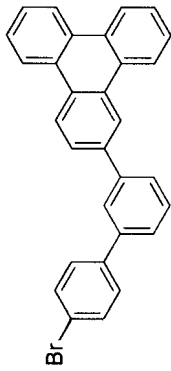
【 0 2 4 0 】

【化59】

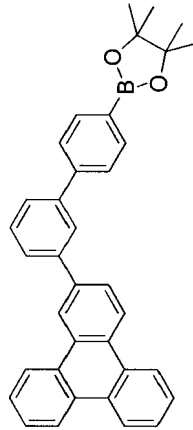


合成中間体7

10

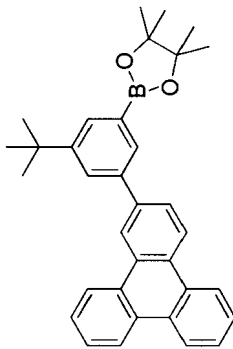


合成中間体6

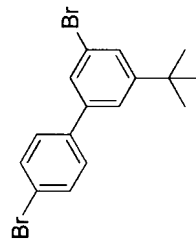


合成中間体10

20

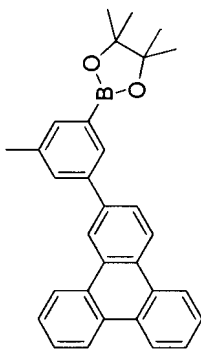


合成中間体5

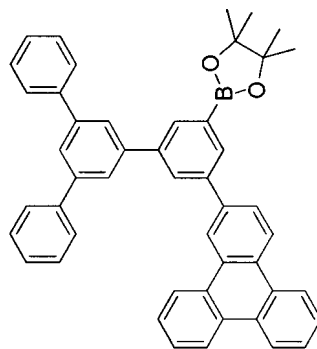


合成中間体9

30



合成中間体4



合成中間体8

40

【0241】

合成中間体3を合成中間体4に変更する以外は合成例1と同様にして化合物2を合成した。

合成中間体3を合成中間体5に、p-ジブロモベンゼンを合成中間体6に変更する以外

50

は合成例 1 と同様にして化合物 3 を合成した。

合成中間体 3 を合成中間体 7 に変更する以外は合成例 1 と同様にして化合物 4 を合成した。

合成中間体 3 を合成中間体 8 に、p - ジブロモベンゼンを合成中間体 6 に変更する以外は合成例 1 と同様にして化合物 5 を合成した。

p - ジブロモベンゼンを合成中間体 9 に変更する以外は合成例 1 と同様にして化合物 7 を合成した。

合成中間体 3 を合成中間体 4 に変更する以外は合成例 3 と同様にして化合物 9 を合成した。

p - ジブロモベンゼンを 4 , 4 ' - ジブロモ 1 , 1 ' - ビフェニルに変更する以外は合成例 1 と同様にして、化合物 10 を合成した。

合成中間体 3 を合成中間体 10 に、p - ジブロモベンゼンを 5 - ブロモ - 2 - ヨードトルエンに変更する以外は合成例 1 と同様にして化合物 11 を合成した。

合成中間体 3 を合成中間体 10 に変更する以外は合成例 3 と同様にして化合物 12 を合成した。

【 0 2 4 2 】

素子作製に用いた材料は全て昇華精製を行い、高速液体クロマトグラフィー（東ソー TSK gel ODS - 100Z）により純度（254nm の吸収強度面積比）が 99.9% 以上であることを確認した。

【 0 2 4 3 】

（実施例 1）

厚み 0.5mm、2.5cm 角の ITO 膜を有するガラス基板（ジオマテック社製、表面抵抗 10 / ）を洗浄容器に入れ、2 - プロパノール中で超音波洗浄した後、30 分間 UV - オゾン処理を行った。この透明陽極（ITO 膜）上に真空蒸着法にて以下の有機化合物層を順次蒸着した。

第 1 層：HAT - CN：膜厚 10nm

第 2 層：TBDB：膜厚 27nm

第 3 層：HT - 1：膜厚 3nm

第 4 層：表 1 中に記載のホスト材料及び GD - 1（質量比 90 : 10）、即ち、GD - 1 のドーブ濃度は 10 質量%：膜厚 30nm

第 5 層：表 1 中に記載の HBL 材料：膜厚 5nm

第 6 層：Alq：膜厚 45nm

この上に、フッ化リチウム 0.1nm 及び金属アルミニウム 100nm をこの順に蒸着し陰極とした。

得られた積層体を、大気に触れさせることなく、窒素ガスで置換したグローブボックス内に入れ、ガラス製の封止缶及び紫外線硬化型の接着剤（XNR5516HV、長瀬チバ（株）製）を用いて封止し、素子 1 - 1 ~ 1 - 9、比較素子 1 - 1 ~ 1 - 5 を得た。これらの素子を以下の方法で、駆動電圧、耐久性、高輝度駆動時の効率変化、高輝度駆動時の色度変化、ドーブ濃度変化に対する効率変化の観点で評価した結果を表 1 及び 2 に示す。なお、比較素子 1 - 6 においては、比較化合物 6 を真空蒸着法により成膜することができなかつたため、素子作製できなかつた。

【 0 2 4 4 】

（a） 駆動電圧

各素子を輝度が 1000 cd / m² になるように直流電圧を印加して発光させる。この時の印加電圧を駆動電圧評価の指標とした。駆動電圧は数字が小さいほど好ましい。

（b） 駆動耐久性

東陽テクニカ製ソースメジャーユニット 2400 を用いて、直流電圧を各素子に印加し発光させ、その輝度をトプコン社製輝度計 BM - 8 を用いて測定した。発光スペクトルと発光波長は浜松ホトニクス製スペクトルアナライザー PMA - 11 を用いて測定した。各素子を輝度が 5000 cd / m² になるように直流電圧を印加して発光させ続け、輝度が

10

20

30

40

50

4000 cd/m² になるまでに要した時間を耐久性の指標とした。表1においては素子1-1の値を、表3においては素子2-1の値を、表4においては素子3-1の値を、表6においては素子4-1の値を、表7においては素子5-1の値を、表8においては素子6-1の値をそれぞれ1.0として、各表において相対値で示した。耐久性は数字が大きいほど好ましい。

(c) 高輝度駆動時の効率変化

各素子を輝度が5000 cd/m² になるように直流電圧を印加して発光させた。この時の外部量子効率 η_{5000} を輝度換算法により算出し、輝度が1000 cd/m² になるように直流電圧を印加して発光させた時の外部量子効率 η_{1000} との比($\eta_{5000} / \eta_{1000}$)を高輝度駆動時の効率変化の指標とした。この値は大きいほど好ましい。

10

(d) 高輝度駆動時の色度変化

各素子を輝度が5000 cd/m² になるように直流電圧を印加して発光させる。この時の色度(x, y) η_{5000} を、輝度が1000 cd/m² になるように直流電圧を印加して発光させた時の色度(x, y) η_{1000} と比較し、両者のx値、y値の差を(x, y)の形で表記し、高輝度駆動時の色度変化の指標とした。x、yの値は小さいほど好ましい。

(e) ドープ濃度変化に対する効率変化

第4層(発光層)における発光材料GD-1のドープ濃度を5質量%及び15質量%として作製した素子の輝度1000 cd/m²における外部量子効率($\eta_{5\%}$ 、 $\eta_{15\%}$)をそれぞれ求め、ドープ濃度10質量%として作製した素子の輝度1000 cd/m²における外部量子効率($\eta_{10\%}$)との比($\eta_{5\%} / \eta_{10\%}$ 、 $\eta_{15\%} / \eta_{10\%}$)をドープ濃度変化に対する効率変化の指標とした。この値は1.0に近いほど好ましい。

20

なお、表2においては、表1における素子1-1~1-6、比較素子1-2及び1-4について、発光材料のドープ濃度を変更して作製した素子の効率変化を示した。

また、表5においては、表4における素子3-1~3-4、比較素子3-1~3-3について、発光材料のドープ濃度を変更して作製した素子の効率変化を示した。

【0245】

【表1】

表1

30

| 素子名 | ホスト材料 | HBL材料 | 発光色 | 電圧 (V) | 耐久性 (相対値) | 高輝度駆動時の効率変化 | 高輝度駆動時の色度変化 | |
|---------|--------|-------|-----|---------|-----------|-------------|-----------------|--|
| 素子1-1 | 化合物1 | ET-1 | 緑 | 6 | 1.0 | 0.8 | (<0.005,<0.005) | |
| 素子1-2 | 化合物3 | ET-1 | | 7 | 1.0 | 0.8 | (<0.005,<0.005) | |
| 素子1-3 | 化合物4 | ET-1 | | 7 | 0.9 | 0.8 | (<0.005,<0.005) | |
| 素子1-4 | 化合物6 | ET-1 | | 6 | 1.0 | 0.8 | (<0.005,<0.005) | |
| 素子1-5 | 化合物9 | ET-1 | | 6 | 1.0 | 0.8 | (<0.005,<0.005) | |
| 素子1-6 | 化合物11 | ET-1 | | 6 | 1.0 | 0.8 | (<0.005,<0.005) | |
| 素子1-7 | 化合物1 | 化合物1 | | 7 | 2.5 | 0.8 | (<0.005,<0.005) | |
| 素子1-8 | 化合物6 | 化合物3 | | 7 | 2.3 | 0.8 | (<0.005,<0.005) | |
| 素子1-9 | 化合物9 | 化合物8 | | 7 | 2.7 | 0.8 | (<0.005,<0.005) | |
| 比較素子1-1 | 比較化合物1 | ET-1 | | 9 | <0.1 | 0.5 | (>0.02,>0.02) | |
| 比較素子1-2 | 比較化合物2 | ET-1 | | 8 | 0.2 | 0.4 | (0.02,>0.02) | |
| 比較素子1-3 | 比較化合物3 | ET-1 | | 9 | <0.1 | 0.6 | (>0.02,>0.02) | |
| 比較素子1-4 | 比較化合物4 | ET-1 | | 8 | 0.3 | 0.5 | (0.01,0.02) | |
| 比較素子1-5 | 比較化合物5 | ET-1 | | 10 | <0.1 | 0.2 | (>0.02,>0.02) | |
| 比較素子1-6 | 比較化合物6 | ET-1 | | 素子作製できず | | | | |

40

【0246】

【表2】

表2

| 素子名 | ホスト材料 | ドーピング濃度 (質量%) | 効率変化 (相対値) |
|---------|--------|------------------|---------------|
| 素子1-1 | 化合物1 | 5% | 1.0 |
| | | 15% | 1.0 |
| 素子1-2 | 化合物3 | 5% | 1.0 |
| | | 15% | 1.0 |
| 素子1-3 | 化合物4 | 5% | 0.9 |
| | | 15% | 1.0 |
| 素子1-4 | 化合物6 | 5% | 1.0 |
| | | 15% | 1.0 |
| 素子1-5 | 化合物9 | 5% | 1.0 |
| | | 15% | 1.0 |
| 素子1-6 | 化合物11 | 5% | 1.0 |
| | | 15% | 1.0 |
| 比較素子1-2 | 比較化合物2 | 5% | 0.8 |
| | | 15% | 0.7 |
| 比較素子1-4 | 比較化合物4 | 5% | 0.8 |
| | | 15% | 0.8 |

10

【0247】

20

(実施例2)

層構成を以下に示すものに変えた以外は実施例1と同様にして素子を作製し、駆動電圧及び駆動耐久性について、実施例1と同様の評価を行った結果を表3に示す。

第1層：2-TNATA及びF₄-TCNQ（質量比99.7：0.3）：膜厚160nm

第2層：NPD：膜厚5nm

第3層：HT-2：膜厚3nm

第4層：H-1及びGD-2（質量比85：15）：膜厚30nm

第5層：表3中に記載のHBL材料：膜厚10nm

第6層：ET-2：膜厚20nm

30

【0248】

【表3】

表3

| 素子名 | HBL材料 | 発光色 | 電圧 (V) | 耐久性 (相対値) |
|---------|--------|-----|-----------|--------------|
| 素子2-1 | 化合物4 | 緑 | 6 | 1.0 |
| 素子2-2 | 化合物8 | | 6 | 1.1 |
| 素子2-3 | 化合物12 | | 6 | 0.9 |
| 比較素子2-1 | 比較化合物2 | | 7 | 0.3 |
| 比較素子2-2 | 比較化合物4 | | 7 | 0.5 |

40

【0249】

(実施例3)

層構成を以下に示すものに変えた以外は実施例1と同様にして素子を作製し、実施例1と同様の評価を行った結果を表4に示す。

第1層：CuPc：膜厚10nm

第2層：NPD：膜厚30nm

第3層：表4中に記載のホスト材料及びRD-1（質量比95：5）：膜厚30nm

第4層：ET-3：膜厚50nm

50

【 0 2 5 0 】

【 表 4 】

表4

| 素子名 | ホスト材料 | 発光色 | 電圧 (V) | 耐久性 (相対値) | 高輝度駆動時の効率変化 | 高輝度駆動時の色度変化 |
|---------|--------|-----|--------|-----------|-------------|-----------------|
| 素子3-1 | 化合物2 | 赤 | 7 | 1.0 | 0.6 | (<0.005,<0.005) |
| 素子3-2 | 化合物7 | | 8 | 1.0 | 0.6 | (<0.005,<0.005) |
| 素子3-3 | 化合物10 | | 8 | 1.1 | 0.6 | (<0.005,<0.005) |
| 素子3-4 | 化合物12 | | 8 | 0.9 | 0.5 | (<0.005,<0.005) |
| 比較素子3-1 | 比較化合物1 | | 9 | 0.3 | 0.2 | (>0.02,>0.02) |
| 比較素子3-2 | 比較化合物4 | | 9 | 0.3 | 0.3 | (>0.02,>0.02) |
| 比較素子3-3 | 比較化合物5 | | 10 | <0.1 | <0.1 | (>0.02,>0.02) |

10

【 0 2 5 1 】

【 表 5 】

表5

| 素子名 | ホスト材料 | ドーピング濃度 (質量%) | 効率変化 (相対値) |
|---------|--------|---------------|------------|
| 素子3-1 | 化合物2 | 5% | 1.0 |
| | | 15% | 0.9 |
| 素子3-2 | 化合物7 | 5% | 0.9 |
| | | 15% | 0.9 |
| 素子3-3 | 化合物10 | 5% | 1.0 |
| | | 15% | 0.9 |
| 素子3-4 | 化合物12 | 5% | 0.9 |
| | | 15% | 0.9 |
| 比較素子3-1 | 比較化合物1 | 5% | 0.7 |
| | | 15% | 0.7 |
| 比較素子3-2 | 比較化合物4 | 5% | 0.8 |
| | | 15% | 0.7 |
| 比較素子3-3 | 比較化合物5 | 5% | 0.6 |
| | | 15% | 0.6 |

20

30

【 0 2 5 2 】

(実施例 4)

層構成を以下に示すものに変えた以外は実施例1と同様にして素子を作製し、駆動電圧及び駆動耐久性について、実施例1と同様の評価を行った結果を表6に示す。

第1層：TCTA：膜厚35nm

第2層：HT-2：膜厚5nm

第3層：BALq及びRD-2(質量比90:10)：膜厚30nm

第4層：表6中に記載のHBL材料：膜厚5nm

第5層：ET-4：膜厚45nm

40

【 0 2 5 3 】

【表6】

表6

| 素子名 | HBL材料 | 発光色 | 電圧 (V) | 耐久性 (相対値) |
|---------|--------|-----|--------|-----------|
| 素子4-1 | 化合物1 | 赤 | 7 | 1.0 |
| 素子4-2 | 化合物5 | | 8 | 0.8 |
| 素子4-3 | 化合物8 | | 7 | 1.1 |
| 比較素子4-1 | 比較化合物2 | | 9 | 0.4 |
| 比較素子4-2 | 比較化合物3 | | 9 | 0.5 |
| 比較素子4-3 | 比較化合物5 | | 10 | <0.1 |

10

【0254】

(実施例5)

層構成を以下に示すものに変えた以外は実施例1と同様にして素子を作製し、駆動電圧及び駆動耐久性について、実施例1と同様の評価を行った結果を表7に示す。

第1層：HAT-CN：膜厚10nm

第2層：NPD：膜厚115nm

第3層：TPAC：膜厚5nm

第4層：H-2及びFirpic（質量比90：10）：膜厚30nm

第5層：表7中に記載のHBL材料：膜厚5nm

第6層：BA1q：膜厚25nm

20

【0255】

【表7】

表7

| 素子名 | HBL材料 | 発光色 | 電圧 (V) | 耐久性 (相対値) |
|---------|--------|-----|--------|-----------|
| 素子5-1 | 化合物1 | 水色 | 8 | 1.0 |
| 素子5-2 | 化合物4 | | 8 | 0.9 |
| 素子5-3 | 化合物7 | | 8 | 1.0 |
| 比較素子5-1 | 比較化合物1 | | 11 | <0.1 |
| 比較素子5-2 | 比較化合物4 | | 10 | 0.3 |
| 比較素子5-3 | 比較化合物5 | | 12 | <0.1 |

30

【0256】

(実施例6)

層構成を以下に示すものに変えた以外は実施例1と同様にして素子を作製し、駆動電圧及び駆動耐久性について、実施例1と同様の評価を行った結果を表8に示す。

第1層：2-TNATA及びF₄-TCNQ（質量比99.7：0.3）：膜厚120nm

第2層：NPD：膜厚7nm

第3層：HT-2：膜厚3nm

第4層：H-3及びBD-1（質量比85：15）：膜厚30nm

第5層：表8中に記載のHBL材料：膜厚5nm

第6層：BA1q：膜厚25nm

40

【0257】

【表 8】

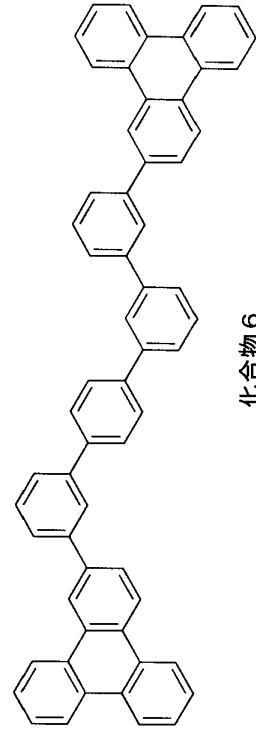
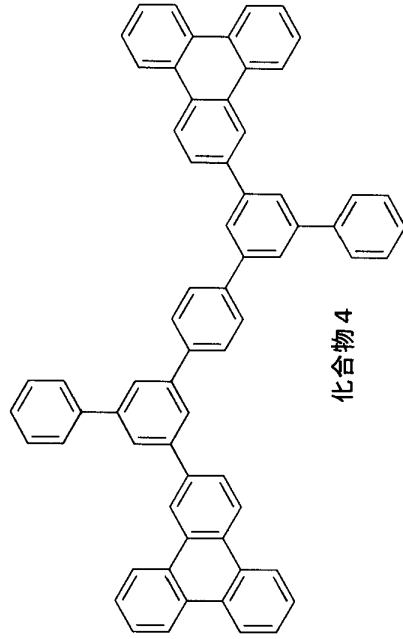
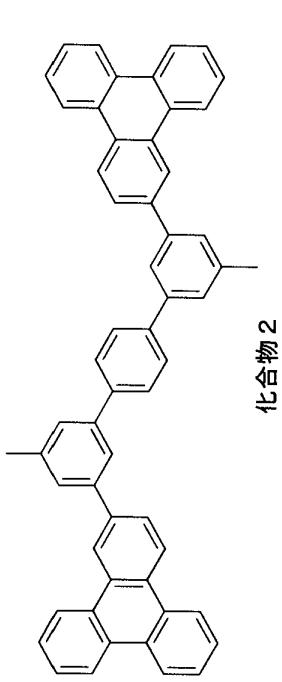
表8

| 素子名 | HBL材料 | 発光色 | 電圧 (V) | 耐久性 (相対値) |
|---------|--------|-----|-----------|--------------|
| 素子6-1 | 化合物3 | 青 | 9 | 1.0 |
| 素子6-2 | 化合物6 | | 9 | 1.0 |
| 素子6-3 | 化合物8 | | 9 | 1.0 |
| 比較素子6-1 | 比較化合物2 | | 11 | 0.2 |
| 比較素子6-2 | 比較化合物4 | | 11 | 0.4 |
| 比較素子6-3 | 比較化合物5 | | 13 | <0.1 |

10

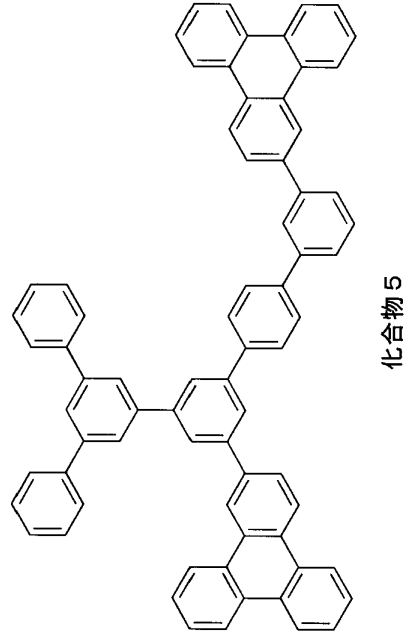
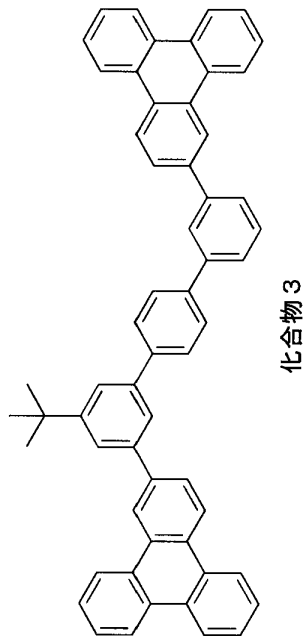
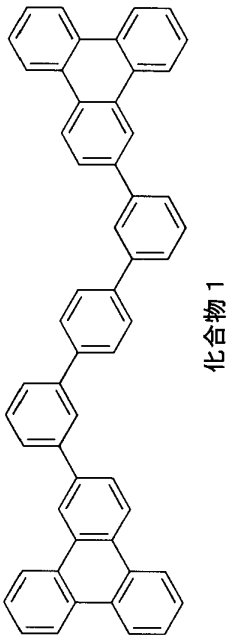
【 0 2 5 8 】

【化 6 0】



10

20

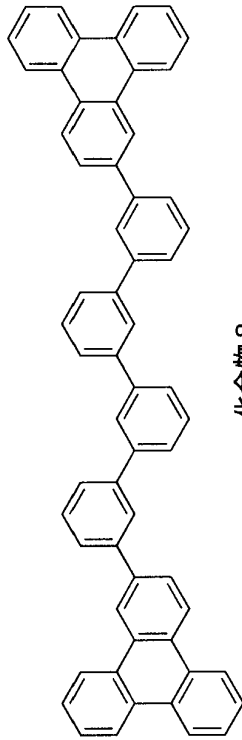


30

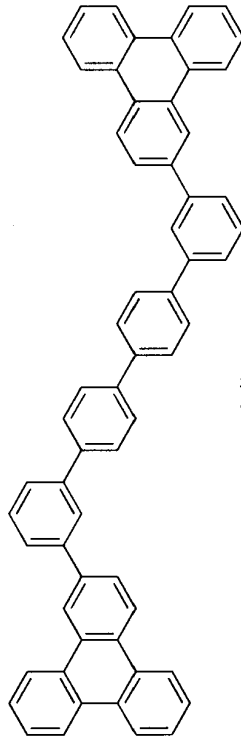
40

【 0 2 5 9】

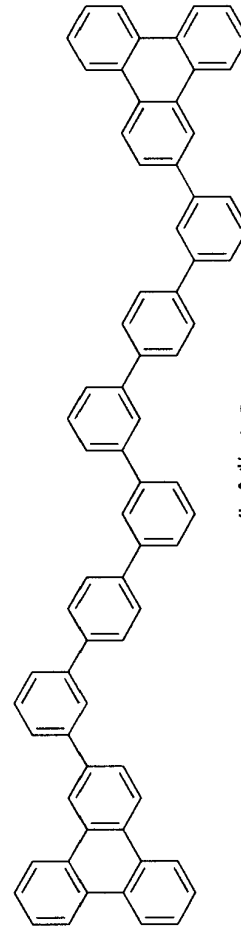
【化 6 1】



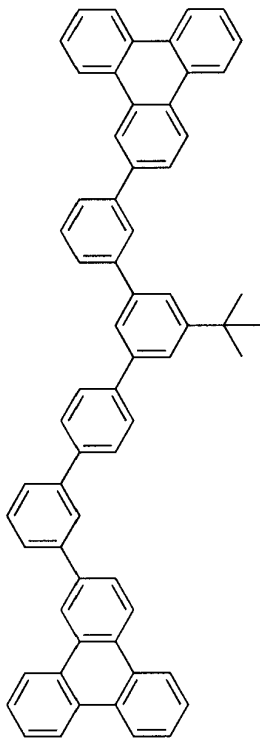
化合物 8



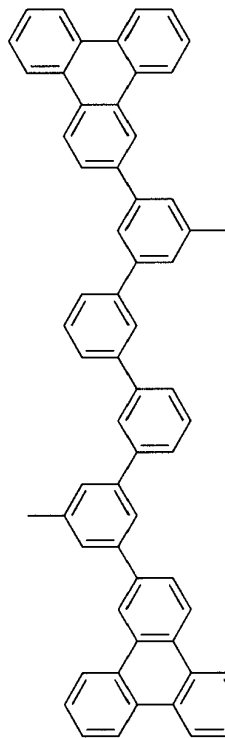
化合物 10



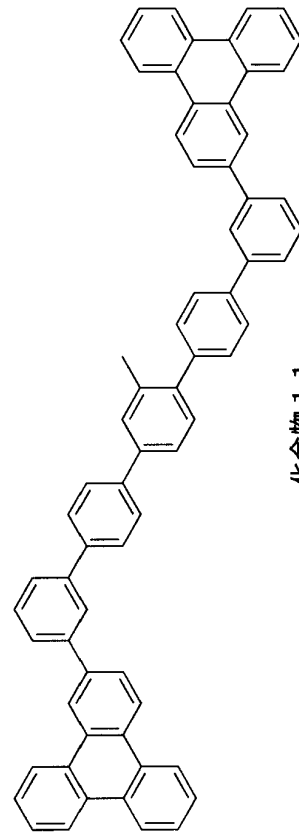
化合物 12



化合物 7



化合物 9



化合物 11

【 0 2 6 0 】

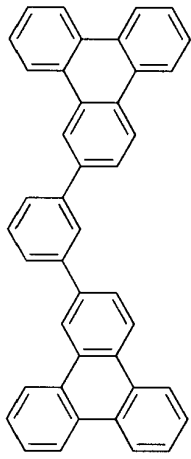
10

20

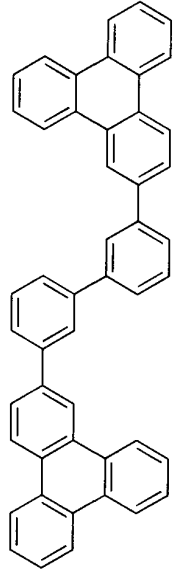
30

40

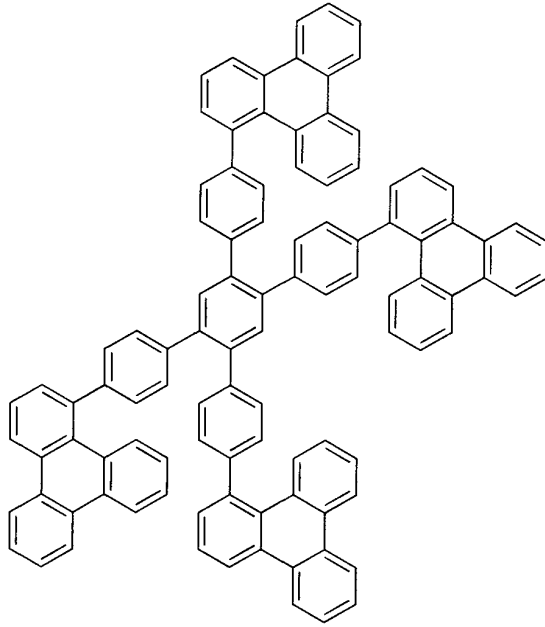
【化 6 2】



比較化合物 2



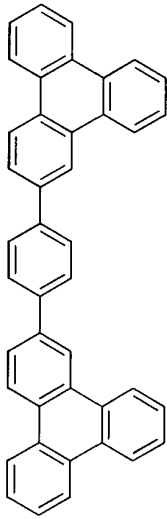
比較化合物 4



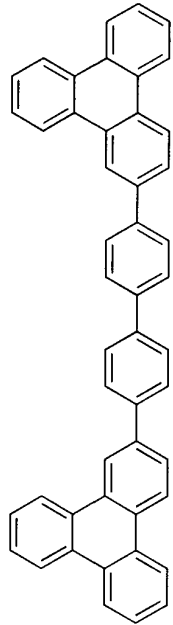
比較化合物 6

10

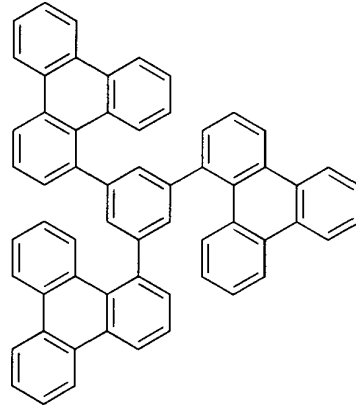
20



比較化合物 1



比較化合物 3



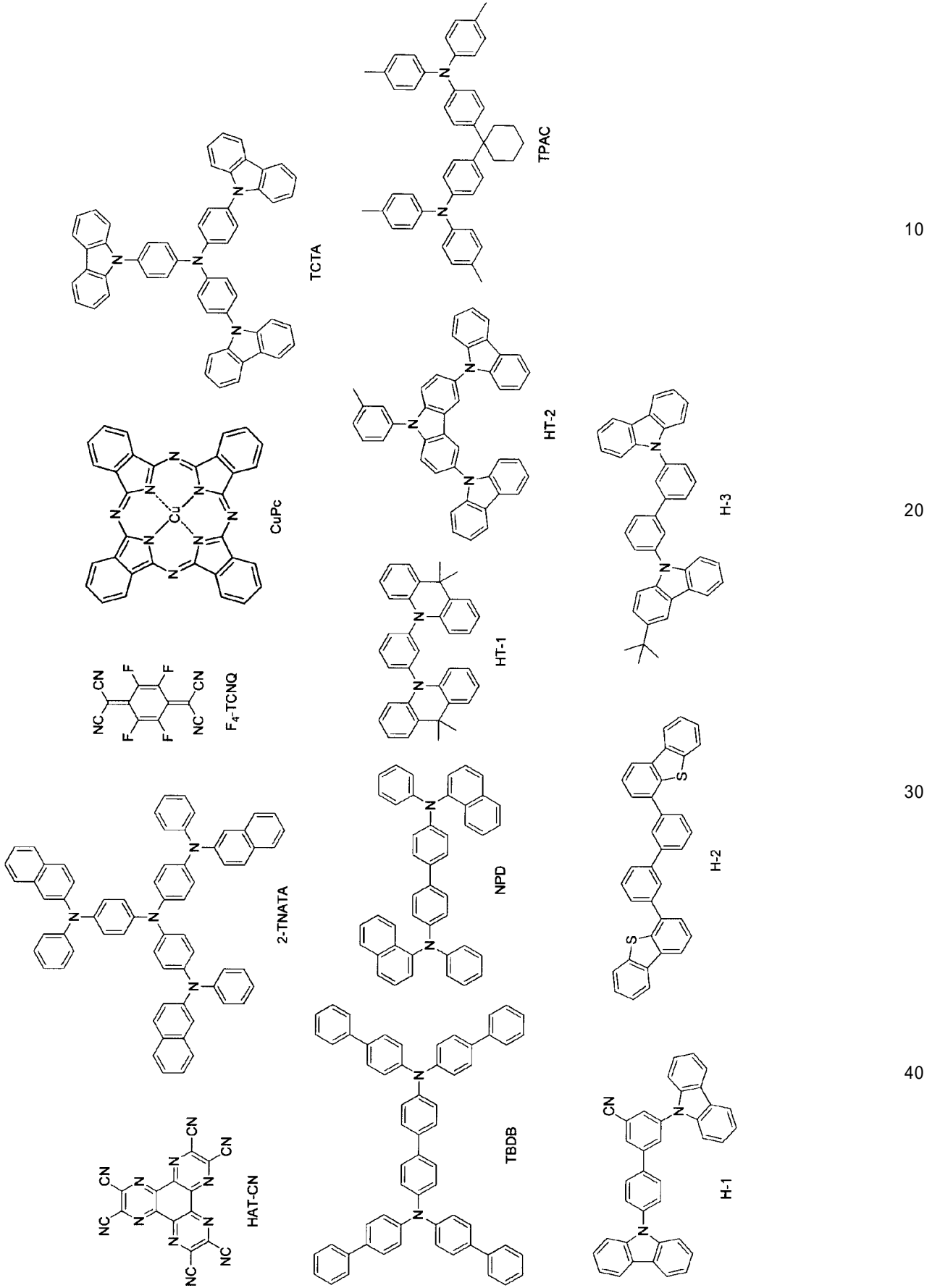
比較化合物 5

30

【 0 2 6 1】

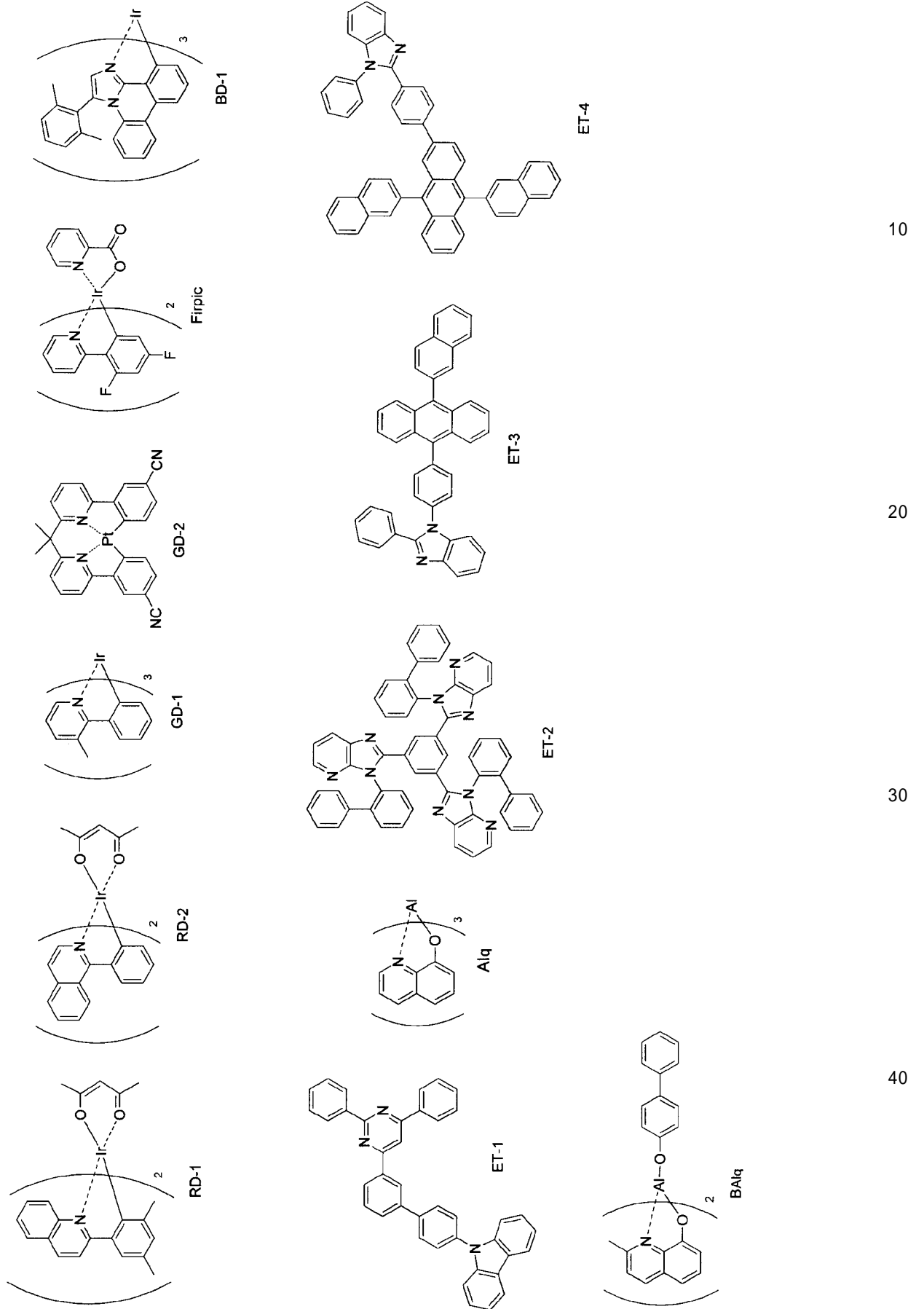
40

【化 6 3】



【 0 2 6 2 】

【化64】



【0263】

上記発光材料の極大発光波長は、以下のとおりである。

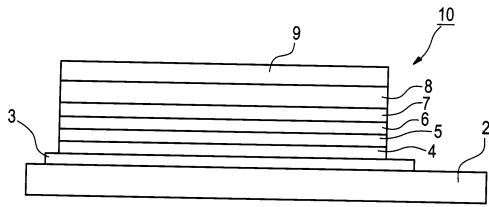
R D - 1 : 6 2 5 n m
 R D - 2 : 6 3 0 n m
 G D - 1 : 5 2 5 n m
 G D - 2 : 5 0 5 n m
 F i r p i c : 4 7 5 n m
 B D - 1 : 4 6 0 n m

【符号の説明】

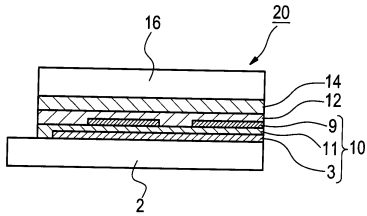
【 0 2 6 4 】

| | |
|--------------------|----|
| 2 . . . 基板 | |
| 3 . . . 陽極 | 10 |
| 4 . . . 正孔注入層 | |
| 5 . . . 正孔輸送層 | |
| 6 . . . 発光層 | |
| 7 . . . 正孔ブロック層 | |
| 8 . . . 電子輸送層 | |
| 9 . . . 陰極 | |
| 1 0 . . . 有機電界発光素子 | |
| 1 1 . . . 有機層 | |
| 1 2 . . . 保護層 | |
| 1 4 . . . 接着層 | 20 |
| 1 6 . . . 封止容器 | |
| 2 0 . . . 発光装置 | |
| 3 0 . . . 光散乱部材 | |
| 3 1 . . . 透明基板 | |
| 3 0 A . . . 光入射面 | |
| 3 0 B . . . 光出射面 | |
| 3 2 . . . 微粒子 | |
| 4 0 . . . 照明装置 | |

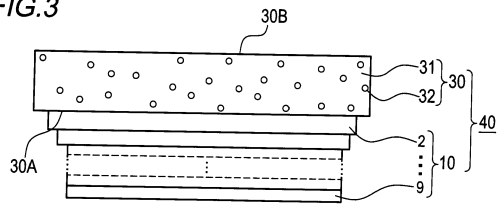
【 図 1 】
FIG.1



【 図 2 】
FIG.2



【 図 3 】
FIG.3



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 0 7 F 15/00 (2006.01) C 0 9 K 11/06 6 9 0
G 0 9 F 9/30 3 6 5
C 0 7 F 15/00 E

(72)発明者 渡辺 徹
神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内

(72)発明者 渡辺 康介
神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内

審査官 本田 博幸

(56)参考文献 特開2002-329580(JP,A)
特表2008-543086(JP,A)
国際公開第2010/002850(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
H 0 1 L 5 1 / 5 0
C A p l u s / R E G I S T R Y (S T N)