

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6148621号  
(P6148621)

(45) 発行日 平成29年6月14日(2017.6.14)

(24) 登録日 平成29年5月26日(2017.5.26)

(51) Int. Cl.	F 1	
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	B
C09K 11/06 (2006.01)	C09K 11/06	690
C07D 403/14 (2006.01)	C09K 11/06	660
C07D 487/04 (2006.01)	C07D 403/14	
C07D 491/048 (2006.01)	C07D 487/04	137

請求項の数 6 (全 138 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-539693 (P2013-539693)	(73) 特許権者	000183646
(86) (22) 出願日	平成24年10月18日(2012.10.18)		出光興産株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/077011		東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02013/058343	(74) 代理人	110000637
(87) 国際公開日	平成25年4月25日(2013.4.25)		特許業務法人樹之下知的財産事務所
審査請求日	平成27年9月11日(2015.9.11)	(72) 発明者	西村 和樹
(31) 優先権主張番号	特願2011-232020 (P2011-232020)		千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
(32) 優先日	平成23年10月21日(2011.10.21)	(72) 発明者	栄田 暢
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
		(72) 発明者	伊藤 光則
			千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
		審査官	池田 博一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子及び有機エレクトロルミネッセンス素子用材料

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

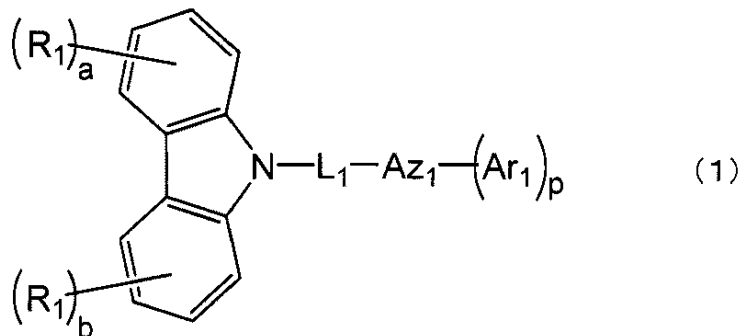
陽極と陰極との間に少なくとも発光層を備え、  
前記発光層は、第一ホスト材料と、第二ホスト材料と、燐光発光性ドーパント材料とを含み、

前記第一ホスト材料は、下記一般式(1)で表される化合物であり、

前記第二ホスト材料は、下記一般式(3)で表される化合物である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化1】



[前記一般式 (1) において、

$R_1$  は、それぞれ独立して、

水素原子、

ハロゲン原子、

シアノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルキニル基、

置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 30 のアルキルシリル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールシリル基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアラルキル基、または、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールオキシ基である。

10

前記一般式 (1) において、 $a$  および  $b$  は、4 であり、複数の  $R_1$  は、互いに同一または異なる。

前記一般式 (1) において、 $p$  は、0 以上 4 以下の整数である。

前記一般式 (1) において、 $L_1$  は、

単結合または連結基であり、連結基としては、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、

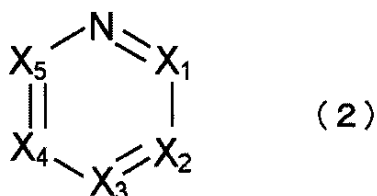
環形成炭素数 5 ~ 30 の環状炭化水素基、または、

これらが互いに結合した基である。

20

前記一般式 (1) において、 $A_{z_1}$  は、一般式 (2) で表される基である。]

【化 2】



30

[前記一般式 (2) において、 $X_1 \sim X_5$  のうちいずれか 1 つは、 $L_1$  と結合する炭素原子を表す。

前記一般式 (2) において、 $X_1 \sim X_5$  のうち  $L_1$  と結合しない他の 4 つについては、

$p$  が 0 の場合、それぞれ独立に、 $CR_1$  または窒素原子を表し、

$p$  が 1 以上 4 以下の場合、 $X_1 \sim X_5$  のうち  $p$  個は、それぞれ、 $Ar_1$  と結合する炭素原子を表し、 $(4 - p)$  個は、それぞれ独立に、 $CR_1$  または窒素原子を表す。 $R_1$  は、前記一般式 (1) における  $R_1$  と同義である。

40

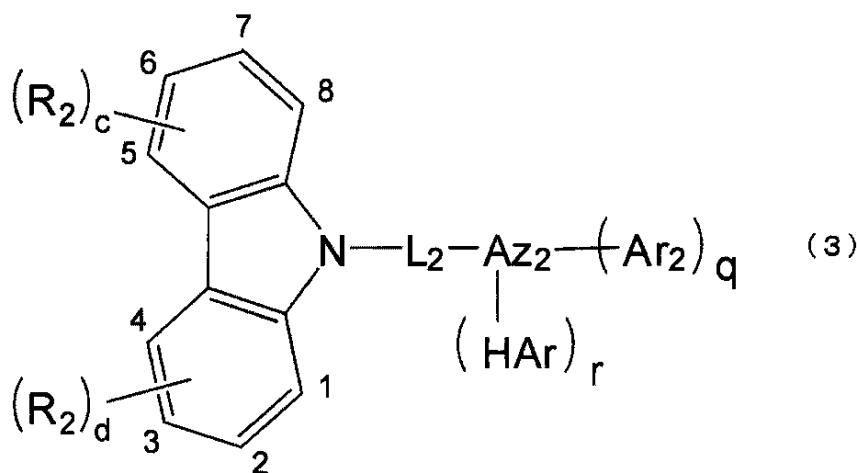
前記一般式 (1) において、 $Ar_1$  は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 5 ~ 30 の複素環基、または、

これらが互いに結合した基を表す。]

【化3】



10

[前記一般式 (3) において、

 $R_2$  は、それぞれ独立して、

水素原子、

ハロゲン原子、

シアノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリアル基、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルキニル基、

置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 30 のアルキルシリル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリアルシリル基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアラルキル基、または

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリアルオキシ基である。

20

30

前記一般式 (3) において、 $c$  および  $d$  は、それぞれ独立して、0 以上 4 以下の整数であり、複数の  $R_2$  は、互いに同一または異なる。

前記一般式 (3) において、 $q$  は、1 以上 4 以下の整数である。

前記一般式 (3) において、 $r$  は、0 または 1 である。

前記一般式 (3) において、 $1 \leq q + r \leq 4$  である。

前記一般式 (3) において、 $L_2$  は、

単結合または連結基であり、連結基としては、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリアル基、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、

環形成炭素数 5 ~ 30 の環状炭化水素基、または、

これらが互いに結合した基を表す。

40

前記一般式 (3) において、 $Ar_2$  は、

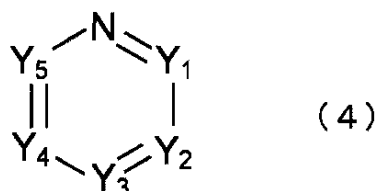
置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリアル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 5 ~ 30 の複素環基、または、

これらが互いに結合した基を表す。

前記一般式 (3) において、 $Az_2$  は、下記一般式 (4) で表される基である。]

【化4】



(前記一般式 (4) において、 $Y_1 \sim Y_5$  のうちいずれか1つは、 $L_2$  と結合する。

前記一般式 (4) において、 $Y_1 \sim Y_5$  のうち  $L_2$  と結合しない他の4つについては、

当該4つのうち  $q$  個は、 $A_{r_2}$  と結合する炭素原子を表し、

当該4つのうち  $r$  個は、 $H A_r$  と結合する炭素原子を表し、

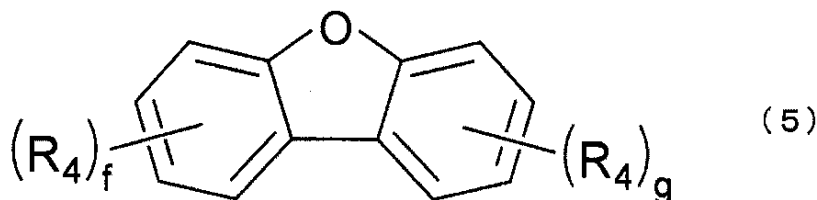
当該4つのうち  $(4 - q - r)$  個は、それぞれ独立に、 $C R_3$  または窒素原子を表す

10

。前記一般式 (4) において、 $R_3$  は、前記一般式 (3) における  $R_2$  と同義である。

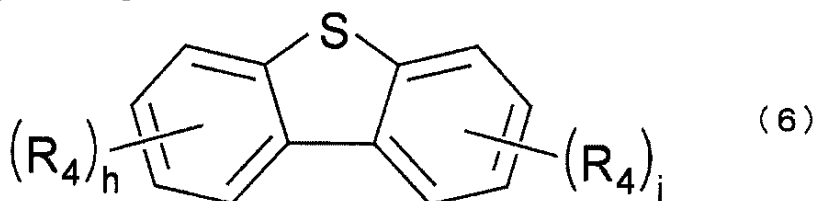
前記一般式 (4) において、 $H A_r$  は、下記一般式 (5) から一般式 (7) までのいずれか1つである。)

【化5】



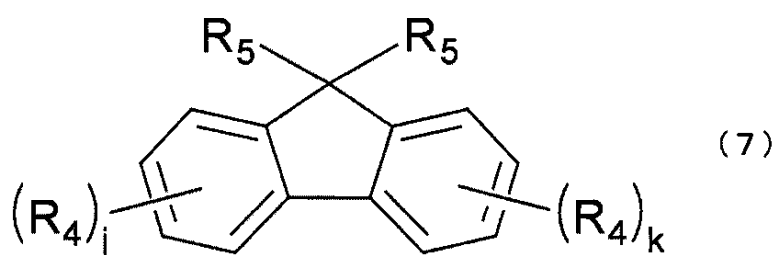
20

【化231】



30

【化232】



40

(前記一般式 (5) において、 $f$  および  $g$  は、4 であり、

前記一般式 (6) において、 $h$  および  $i$  は、4 であり、

前記一般式 (7) において、 $j$  および  $k$  は、4 である。

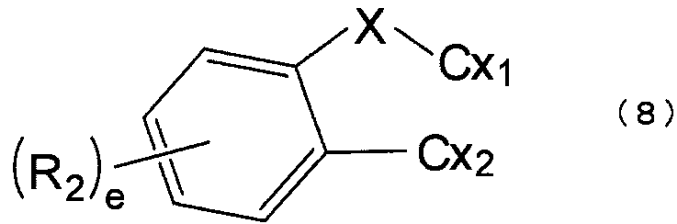
前記一般式 (5)、一般式 (6) および一般式 (7) のそれぞれにおいて、複数の  $R_4$  は、互いに同一または異なり、複数の  $R_4$  のうちいずれか一つは、 $A_{z_2}$  と結合する単結合である。前記一般式 (5)、一般式 (6) および一般式 (7) のそれぞれにおいて、 $R_4$  は、前記一般式 (3) における  $R_2$  と同義である。

前記一般式 (7) において、2つの  $R_5$  は、互いに同一または異なり、前記一般式 (3) における  $R_2$  と同義である。

50

前記一般式 (3) において  $R_2$  が結合するカルバゾール環に対して、下記一般式 (8) で表される部分構造が結合する。) (10)

【化6】



(前記一般式 (8) で表される部分構造において、 $C_{x_1}$  および  $C_{x_2}$  は、前記一般式 (3) において  $R_2$  が結合する前記カルバゾール環の 1 位から 8 位までの炭素原子のいずれか隣接する 2 つを表す。

前記一般式 (8) において、 $X$  は、酸素原子、硫黄原子、 $NR_2$  または  $C(R_2)_2$  である。

前記一般式 (8) において、 $e$  は、4 である。

前記一般式 (8) において、 $R_2$  は、前記一般式 (3) における  $R_2$  と同義である。)

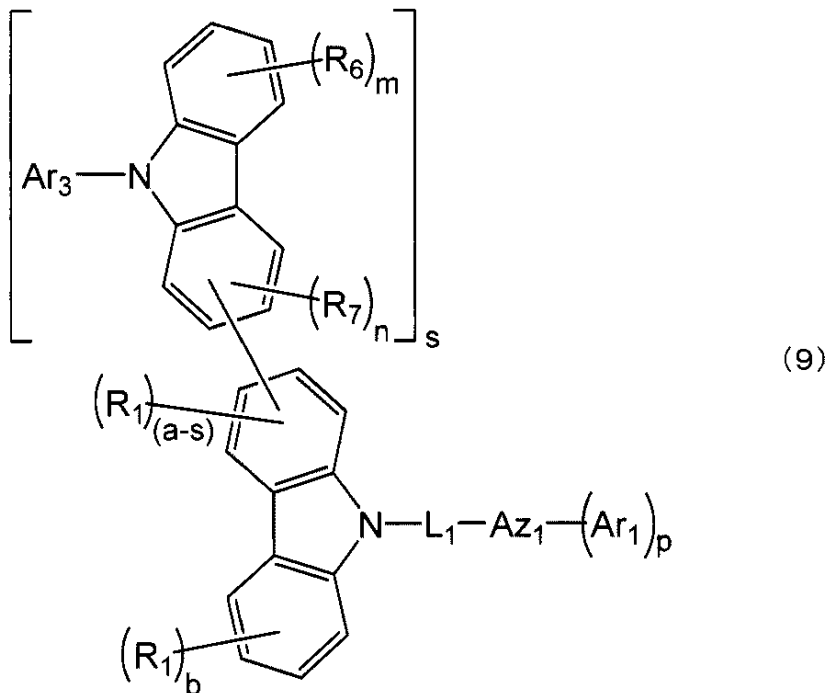
【請求項 2】

請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第一ホスト材料の前記一般式 (1) で表される化合物は、下記一般式 (9) で表される化合物である (20)

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化7】



(前記一般式 (9) において、 $s$  は、1 以上 4 以下の整数である。

前記一般式 (9) において、 $R_6$  および  $R_7$  は、前記一般式 (1) における  $R_1$  と同義である。

前記一般式 (9) において、 $m$  は、4 であり、複数の  $R_6$  は、互いに同一または異なる (50)

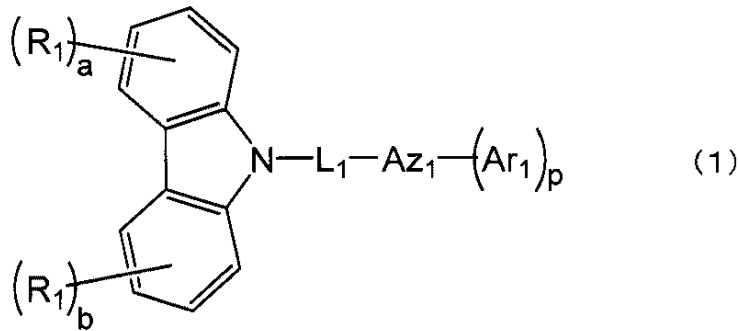
。



## 【請求項 4】

下記一般式 (1) で表される化合物及び下記一般式 (3) で表される化合物を含み、光発光性ドープアント材料を含む発光層のホスト材料として用いられることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

## 【化 9】



10

[前記一般式 (1) において、

$R_1$  は、それぞれ独立して、

水素原子、

ハロゲン原子、

シアノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルキニル基、

置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 30 のアルキルシリル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールシリル基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアラールキル基、または、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールオキシ基である。

20

30

前記一般式 (1) において、 $a$  および  $b$  は、4 であり、複数の  $R_1$  は、互いに同一または異なる。

前記一般式 (1) において、 $p$  は、0 以上 4 以下の整数である。

前記一般式 (1) において、 $L_1$  は、

単結合または連結基であり、連結基としては、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、

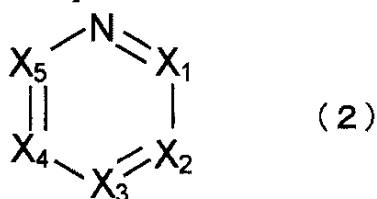
環形成炭素数 5 ~ 30 の環状炭化水素基、または、

これらが互いに結合した基である。

前記一般式 (1) において、 $Az_1$  は、一般式 (2) で表される基である。]

40

## 【化 10】



[前記一般式 (2) において、 $X_1$  ~  $X_5$  のうちいずれか 1 つは、 $L_1$  と結合する炭素原子を表す。

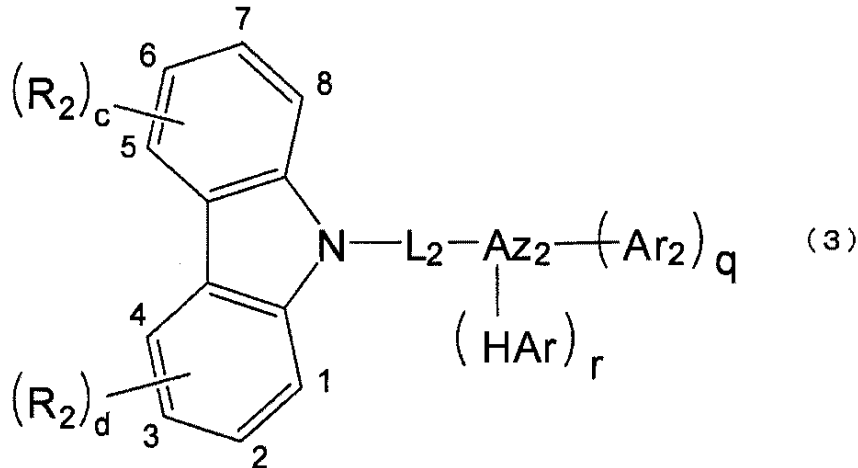
50

前記一般式 (2) において、 $X_1 \sim X_5$  のうち  $L_1$  と結合しない他の 4 つについては、  
 $p$  が 0 の場合、それぞれ独立に、 $CR_1$  または窒素原子を表し、  
 $p$  が 1 以上 4 以下の場合、 $X_1 \sim X_5$  のうち  $p$  個は、それぞれ、 $Ar_1$  と結合する炭素原子を表し、 $(4 - p)$  個は、それぞれ独立に、 $CR_1$  または窒素原子を表す。 $R_1$  は、前記一般式 (1) における  $R_1$  と同義である。

前記一般式 (1) において、 $Ar_1$  は、  
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、  
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 5 ~ 30 の複素環基、または、  
 これらが互いに結合した基を表す。]

【化 1 1】

10



20

[前記一般式 (3) において、  
 $R_2$  は、それぞれ独立して、  
 水素原子、  
 ハロゲン原子、  
 シアノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、  
 置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、  
 置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、  
 置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルケニル基、  
 置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルキニル基、  
 置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 30 のアルキルシリル基、  
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールシリル基、  
 置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルコキシ基、  
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアラルキル基、または  
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールオキシ基である。

30

前記一般式 (3) において、 $c$  および  $d$  は、それぞれ独立して、0 以上 4 以下の整数であり、複数の  $R_2$  は、互いに同一または異なる。

40

前記一般式 (3) において、 $q$  は、1 以上 4 以下の整数である。

前記一般式 (3) において、 $r$  は、0 または 1 である。

前記一般式 (3) において、 $1 \leq q + r \leq 4$  である。

前記一般式 (3) において、 $L_2$  は、

単結合または連結基であり、連結基としては、  
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、  
 置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、  
 環形成炭素数 5 ~ 30 の環状炭化水素基、または、  
 これらが互いに結合した基を表す。

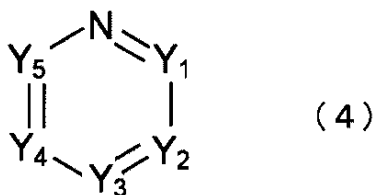
50

前記一般式 (3) において、 $A_{r_2}$  は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、  
置換もしくは無置換の環形成炭素数 5 ~ 30 の複素環基、または、  
これらが互いに結合した基を表す。

前記一般式 (3) において、 $A_{z_2}$  は、下記一般式 (4) で表される基である。]

【化 1 2】



10

(前記一般式 (4) において、 $Y_1 \sim Y_5$  のうちいずれか 1 つは、 $L_2$  と結合する。

前記一般式 (4) において、 $Y_1 \sim Y_5$  のうち  $L_2$  と結合しない他の 4 つについては、

当該 4 つのうち  $q$  個は、 $A_{r_2}$  と結合する炭素原子を表し、

当該 4 つのうち  $r$  個は、 $H A_r$  と結合する炭素原子を表し、

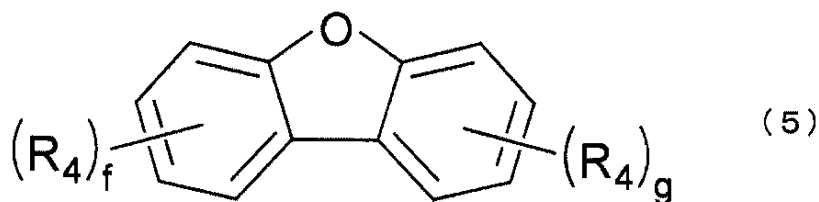
当該 4 つのうち  $(4 - q - r)$  個は、それぞれ独立に、 $C R_3$  または窒素原子を表す。

。

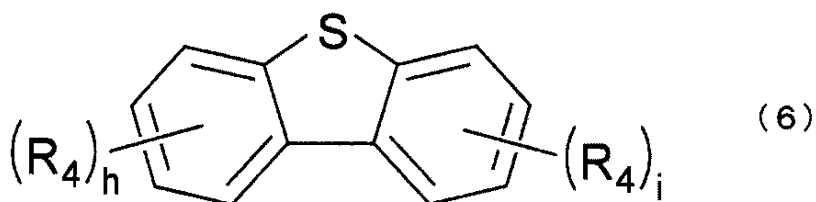
前記一般式 (4) において、 $R_3$  は、前記一般式 (3) における  $R_2$  と同義である。

前記一般式 (4) において、 $H A_r$  は、下記一般式 (5) から一般式 (7) までのいずれか 1 つである。) 20

【化 1 3】

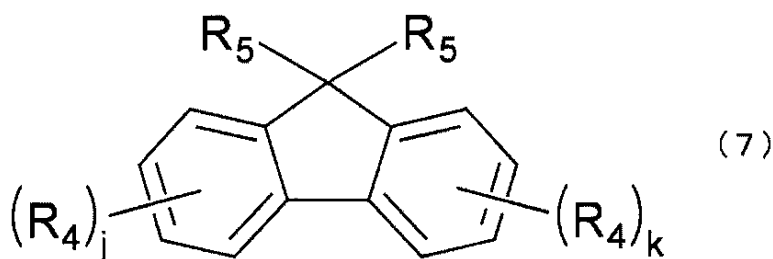


【化 1 4】



30

【化 1 5】



40

(前記一般式 (5) において、 $f$  および  $g$  は、4 であり、

前記一般式 (6) において、 $h$  および  $i$  は、4 であり、

前記一般式 (7) において、 $j$  および  $k$  は、4 である。

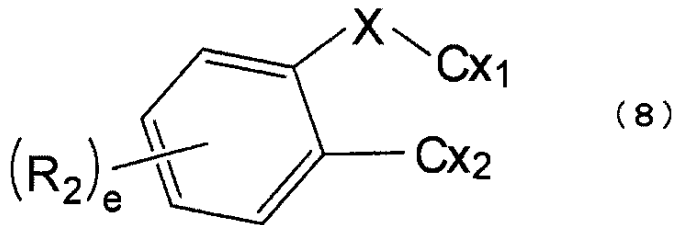
前記一般式 (5)、一般式 (6) および一般式 (7) のそれぞれにおいて、複数の  $R_4$  50

は、互いに同一または異なり、複数の $R_4$ のうちいずれか一つは、 $Az_2$ と結合する単結合である。前記一般式(5)、一般式(6)および一般式(7)のそれぞれにおいて、 $R_4$ は、前記一般式(3)における $R_2$ と同義である。

前記一般式(7)において、2つの $R_5$ は、互いに同一または異なり、前記一般式(3)における $R_2$ と同義である。

前記一般式(3)において $R_2$ が結合するカルバゾール環に対して、下記一般式(8)で表される部分構造が結合する。)

【化16】



10

(前記一般式(8)で表される部分構造において、 $Cx_1$ および $Cx_2$ は、前記一般式(3)において $R_2$ が結合する前記カルバゾール環の1位から8位までの炭素原子のいずれか隣接する2つを表す。

前記一般式(8)において、 $X$ は、酸素原子、硫黄原子、 $NR_2$ または $C(R_2)_2$ である。

20

前記一般式(8)において、 $e$ は、4である。

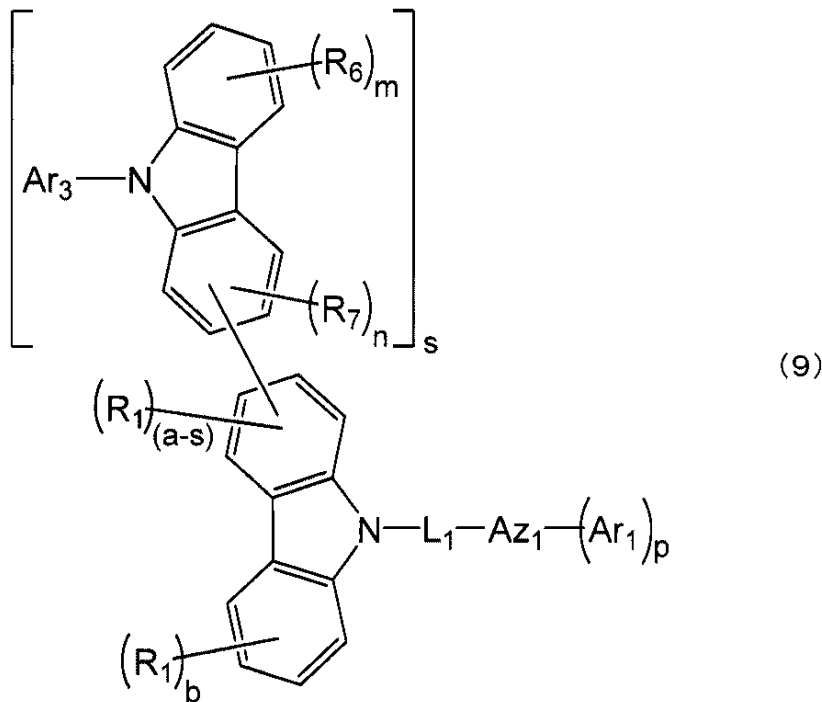
前記一般式(8)において、 $R_2$ は、前記一般式(3)における $R_2$ と同義である。)

【請求項5】

請求項4に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料において、

前記一般式(1)で表される化合物は、下記一般式(9)で表される化合物であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【化17】



30

40

50

(前記一般式 (9) において、 $s$  は、1 以上 4 以下の整数である。

前記一般式 (9) において、 $R_6$  および  $R_7$  は、前記一般式 (1) における  $R_1$  と同義である。

前記一般式 (9) において、 $m$  は、4 であり、複数の  $R_6$  は、互いに同一または異なる。

前記一般式 (9) において、 $n$  は、3 であり、複数の  $R_7$  は、互いに同一または異なる。

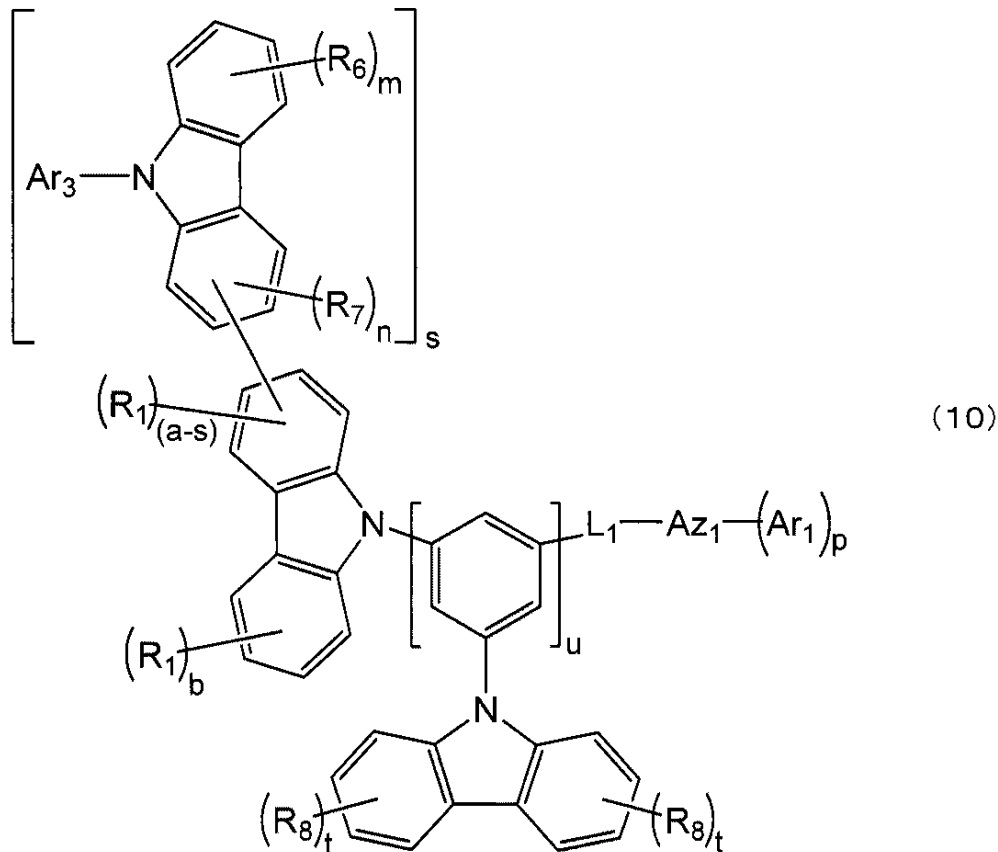
前記一般式 (9) において、 $Ar_3$  は、前記一般式 (1) における  $Ar_1$  と同義である。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料において、

前記一般式 (1) で表される化合物は、下記一般式 (10) で表される化合物であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【化 18】



(前記一般式 (10) において、 $R_6$  および  $R_7$  は、前記一般式 (1) における  $R_1$  と同義である。

前記一般式 (10) において、 $m$  は、4 であり、複数の  $R_6$  は、互いに同一または異なる。

前記一般式 (10) において、 $n$  は、3 であり、複数の  $R_7$  は、互いに同一または異なる。

前記一般式 (10) において、 $Ar_3$  は、前記一般式 (1) における  $Ar_1$  と同義である。

前記一般式 (10) において、 $s$  は、0 または 1 であり、 $u$  は、0 または 1 であり、 $s + u = 1$  の関係を満たす。

前記一般式(10)において、 $R_8$ は、前記一般式(1)における $R_1$ と同義である。  
前記一般式(10)において、 $t$ は、4であり、複数の $R_8$ は、互いに同一または異なる。) )

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子及び有機エレクトロルミネッセンス素子用材料に関する。

【背景技術】

【0002】

有機エレクトロルミネッセンス素子(以下、有機EL素子という。)に電圧を印加すると、陽極から正孔が、また陰極から電子が、それぞれ発光層に注入される。そして、発光層において、注入された正孔と電子とが再結合し、励起子が形成される。このとき、電子スピンの統計則により、一重項励起子、及び三重項励起子が25%：75%の割合で生成する。発光原理に従って分類した場合、蛍光型では、一重項励起子による発光を用いるため、有機EL素子の内部量子効率 $\eta_{int}$ は25%が限界といわれている。一方、燐光型では、三重項励起子による発光を用いるため、一重項励起子から項間交差が効率的に行われた場合には内部量子効率 $\eta_{int}$ が100%まで高められることが知られている。

従来、有機EL素子においては、蛍光型、及び燐光型の発光メカニズムに応じ、最適な素子設計がなされてきた。特に燐光型の有機EL素子については、その発光特性から、蛍光素子技術の単純な転用では高性能な素子が得られないことが知られている。その理由は、一般的に以下のように考えられている。

まず、燐光発光は、三重項励起子を利用した発光であるため、発光層に用いる化合物のエネルギーギャップが大きくなってはならない。何故なら、ある化合物のエネルギーギャップ(以下、一重項エネルギーともいう。)の値は、通常、その化合物の三重項エネルギー(本発明では、最低励起三重項状態と基底状態とのエネルギー差をいう。)の値よりも大きいからである。

【0003】

従って、燐光発光性ドーパント材料の三重項エネルギーを効率的に素子内に閉じ込めるためには、まず、燐光発光性ドーパント材料の三重項エネルギーよりも大きい三重項エネルギーのホスト材料を発光層に用いなければならない。さらに、発光層に隣接する電子輸送層、及び正孔輸送層を設け、電子輸送層、及び正孔輸送層に燐光発光性ドーパント材料の三重項エネルギーよりも大きい化合物を用いなければならない。このように、従来の有機EL素子の素子設計思想に基づく場合、蛍光型の有機EL素子に用いる化合物と比べて大きなエネルギーギャップを有する化合物を燐光型の有機EL素子に用いることにつながり、有機EL素子全体の駆動電圧が上昇する。

また、蛍光素子で有用であった酸化耐性や還元耐性の高い炭化水素系の化合物は $\pi$ 電子雲の広がりが大きいため、エネルギーギャップが小さい。そのため、燐光型の有機EL素子では、このような炭化水素系の化合物が選択され難く、酸素や窒素などのヘテロ原子を含んだ有機化合物が選択され、その結果、燐光型の有機EL素子は、蛍光型の有機EL素子と比較して寿命が短いという問題を有する。

さらに、燐光発光性ドーパント材料の三重項励起子の励起子緩和速度が一重項励起子と比較して非常に長いことも素子性能に大きな影響を与える。即ち、一重項励起子からの発光は、発光に繋がる緩和速度が速いため、発光層の周辺層(例えば、正孔輸送層や電子輸送層)への励起子の拡散が起きにくく、効率的な発光が期待される。一方、三重項励起子からの発光は、スピン禁制であり緩和速度が遅いため、周辺層への励起子の拡散が起きやすく、特定の燐光発光性化合物以外からは熱的なエネルギー失活が起きてしまう。つまり、電子、及び正孔の再結合領域のコントロールが蛍光型の有機EL素子よりも重要である。

以上のような理由から燐光型の有機EL素子の高性能化には、蛍光型の有機EL素子と

10

20

30

40

50

異なる材料選択、及び素子設計が必要になっている。

【0004】

このような燐光発光性ドーパント材料と組み合わせるホスト材料（燐光ホスト材料）としては、カルバゾール誘導体、芳香族アミン誘導体、キノリノール金属錯体等を用いる技術が開示されているが、いずれも十分な発光効率を示すものは無かった。

これらの燐光ホスト材料に代わるものとして、例えば、特許文献1および特許文献2には、カルバゾール骨格およびアジン骨格を有するカルバゾール-アジン誘導体をホスト材料として用いる技術、並びに特許文献1および特許文献2に記載の有機EL素子は、発光層に2種類のホスト材料を用いた構成を採用した有機EL素子が開示されている。

特許文献1および特許文献2に記載の有機EL素子では、発光層に、カルバゾール-アジン誘導体、アミン骨格およびカルバゾール骨格を有するカルバゾール-アミン誘導体、並びに燐光発光性ドーパント材料と共に用いている。

特許文献3には、カルバゾール-アミン誘導体およびフェニレン基を介して2つのカルバゾール環が結合するmcpをホスト材料として用いた有機EL素子が記載されている。

特許文献4には、ビフェニレン基を介して2つのカルバゾール環が結合するカルバゾール誘導体およびアミン誘導体をホスト材料として用いた有機EL素子が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-212676号公報

【特許文献2】特開2010-206191号公報

【特許文献3】特開2010-227462号公報

【特許文献4】特開2007-251097号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1～4に開示されているように、従来とは異なるカルバゾール系の材料をアミン系の材料とともに発光層に用いた有機EL素子であっても、十分な発光効率を示すものは無い。

【0007】

本発明の目的は、十分な発光効率を示す有機EL素子及び有機EL素子用材料を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の有機EL素子は、陽極と陰極との間に少なくとも発光層を備え、前記発光層は、第一ホスト材料と、第二ホスト材料と、燐光発光性ドーパント材料とを含み、

前記第一ホスト材料は、下記一般式（1）で表される化合物であり、

前記第二ホスト材料は、下記一般式（3）で表される化合物である

ことを特徴とする。

【0009】

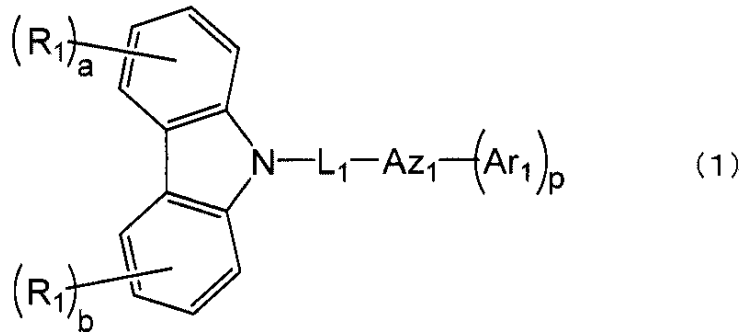
10

20

30

40

## 【化1】



10

## 【0010】

前記一般式 (1) において、  
 $R_1$  は、それぞれ独立して、  
 水素原子、  
 ハロゲン原子、  
 シアノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、  
 置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、  
 置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、  
 置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルケニル基、  
 置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルキニル基、  
 置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 30 のアルキルシリル基、  
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールシリル基、  
 置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルコキシ基、  
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアラルキル基、または、  
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールオキシ基である。

20

前記一般式 (1) において、 $a$  および  $b$  は、4 であり、複数の  $R_1$  は、互いに同一または異なる。

30

本発明において、複素環基には、含窒素芳香族複素環基が含まれる。

## 【0011】

前記一般式 (1) において、 $p$  は、0 以上 4 以下の整数である。

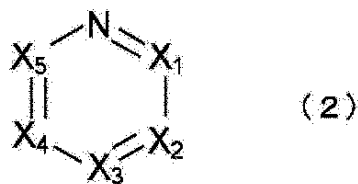
前記一般式 (1) において、 $L_1$  は、  
 単結合または連結基であり、連結基としては、  
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、  
 置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、  
 環形成炭素数 5 ~ 30 の環状炭化水素基、または、  
 これらが互いに結合した基である。

前記一般式 (1) において、 $Az_1$  は、下記一般式 (2) で表される基である。

40

## 【0012】

## 【化2】



## 【0013】

前記一般式 (2) において、 $X_1$  ~  $X_5$  のうちいずれか 1 つは、 $L_1$  と結合する炭素原

50

子を表す。

前記一般式 (2) において、 $X_1 \sim X_5$  のうち  $L_1$  と結合しない他の 4 つについては、

$p$  が 0 の場合、それぞれ独立に、 $CR_1$  または窒素原子を表し、

$p$  が 1 以上 4 以下の場合、 $X_1 \sim X_5$  のうち  $p$  個は、それぞれ、 $Ar_1$  と結合する炭素原子を表し、 $(4-p)$  個は、それぞれ独立に、 $CR_1$  または窒素原子を表す。 $R_1$  は、前記一般式 (1) における  $R_1$  と同義である。

ここで、 $CR_1$  は、炭素原子 (C) に、 $R_1$  が結合したものである。

【0014】

前記一般式 (1) において、 $Ar_1$  は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、

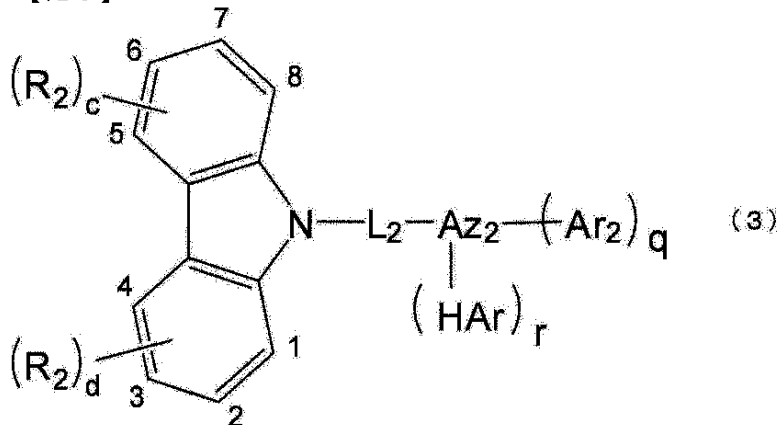
置換もしくは無置換の環形成炭素数 5 ~ 30 の複素環基、または、

これらが互いに結合した基を表す。

10

【0015】

【化3】



20

【0016】

前記一般式 (3) において、

$R_2$  は、それぞれ独立して、

水素原子、

ハロゲン原子、

シアノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 5 ~ 30 の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルキニル基、

置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 30 のアルキルシリル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールシリル基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアラルキル基、または

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールオキシ基である。

30

40

前記一般式 (3) において、 $c$  および  $d$  は、それぞれ独立して、0 以上 4 以下の整数であり、複数の  $R_2$  は、互いに同一または異なる。

【0017】

前記一般式 (3) において、 $q$  は、1 以上 4 以下の整数である。

前記一般式 (3) において、 $r$  は、0 または 1 である。

前記一般式 (3) において、 $1 \leq q + r \leq 4$  である。

前記一般式 (3) において、 $L_2$  は、

単結合または連結基であり、連結基としては、

50

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、  
置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基、  
環形成炭素数5～30の環状炭化水素基、または、  
これらが互いに結合した基を表す。

前記一般式(3)において、 $A r_2$ は、

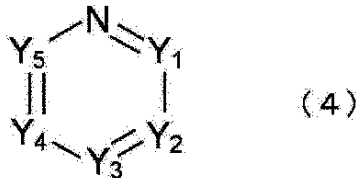
置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、  
置換もしくは無置換の環形成炭素数5～30の複素環基、または、  
これらが互いに結合した基を表す。

前記一般式(3)において、 $A z_2$ は、下記一般式(4)で表される基である。

【0018】

10

【化4】



【0019】

前記一般式(4)において、 $Y_1 \sim Y_5$ のうちいずれか1つは、 $L_2$ と結合する。

前記一般式(4)において、 $Y_1 \sim Y_5$ のうち $L_2$ と結合しない他の4つについては、

当該4つのうち $q$ 個は、 $A r_2$ と結合する炭素原子を表し、

当該4つのうち $r$ 個は、 $H A r$ と結合する炭素原子を表し、

当該4つのうち $(4 - q - r)$ 個は、それぞれ独立に、 $C R_3$ または窒素原子を表す。  
ここで、 $C R_3$ は、炭素原子(C)に、 $R_3$ が結合したものである。

前記一般式(4)において、 $R_3$ は、前記一般式(3)における $R_2$ と同義である。

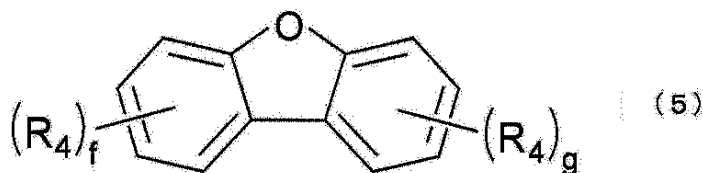
【0020】

前記一般式(4)において、 $H A r$ は、下記一般式(5)から一般式(7)までのいずれか1つである。

【0021】

【化5】

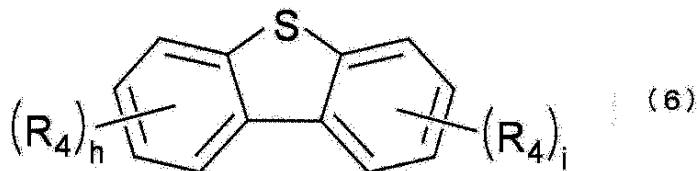
30



【0022】

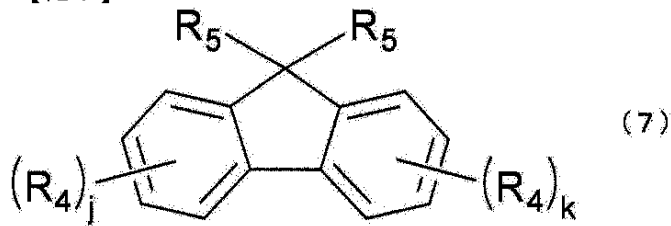
【化6】

40



【0023】

【化7】



【0024】

前記一般式 (5) において、f および g は、4 であり、

10

前記一般式 (6) において、h および i は、4 であり、

前記一般式 (7) において、j および k は、4 である。

前記一般式 (5)、一般式 (6) および一般式 (7) のそれぞれにおいて、複数の  $R_4$  は、互いに同一または異なり、複数の  $R_4$  のうちいずれか一つは、 $Az_2$  と結合する単結合である。前記一般式 (5)、一般式 (6) および一般式 (7) のそれぞれにおいて、 $R_4$  は、前記一般式 (3) における  $R_2$  と同義である。

前記一般式 (7) において、2つの  $R_5$  は、互いに同一または異なり、前記一般式 (3) における  $R_2$  と同義である。

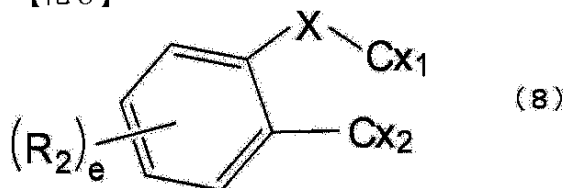
【0025】

前記一般式 (3) において  $R_2$  が結合するカルバゾール環に対して、下記一般式 (8) で表される部分構造が結合する。

20

【0026】

【化8】



【0027】

前記一般式 (8) で表される部分構造において、 $Cx_1$  および  $Cx_2$  は、前記一般式 (3) において  $R_2$  が結合する前記カルバゾール環の 1 位から 8 位までの炭素原子のいずれか隣接する 2 つを表す。

30

【0028】

前記一般式 (8) において、X は、酸素原子、硫黄原子、 $NR_2$  または  $C(R_2)_2$  である。ここで、 $NR_2$  は、窒素原子 (N) に、 $R_2$  が 1 つ結合したものであり、 $C(R_2)_2$  は、炭素原子 (C) に、 $R_2$  が 2 つ結合したものである。

前記一般式 (8) において、e は、4 である。

前記一般式 (8) において、 $R_2$  は、前記一般式 (3) における  $R_2$  と同義である。

【0029】

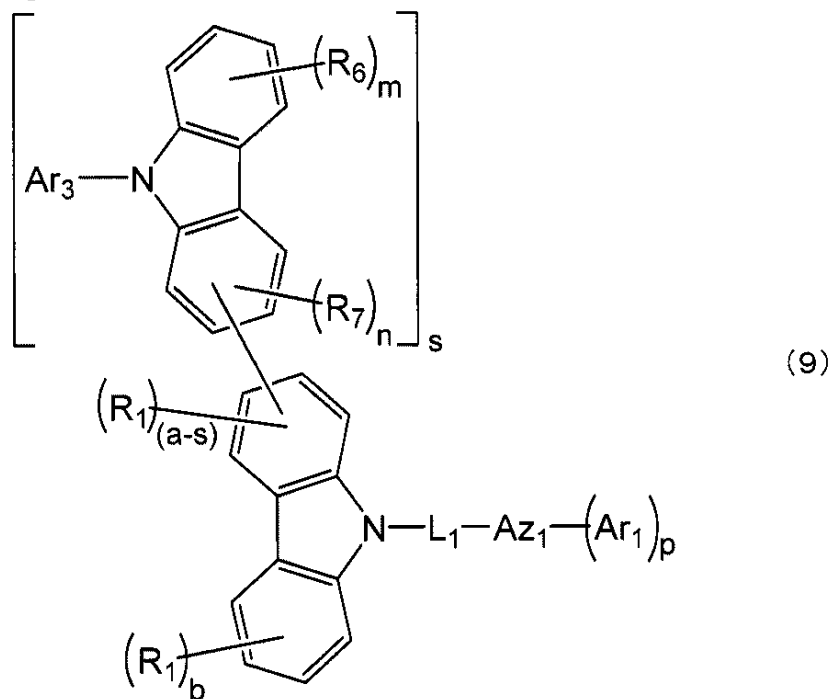
前述した本発明の有機 EL 素子において、

40

前記第一ホスト材料の前記一般式 (1) で表される化合物は、下記一般式 (9) で表される化合物であることが好ましい。

【0030】

【化9】



10

20

【0031】

前記一般式 (9) において、 $s$  は、1 以上 4 以下の整数である。

前記一般式 (9) において、 $R_6$  および  $R_7$  は、前記一般式 (1) における  $R_1$  と同義である。

前記一般式 (9) において、 $m$  は、4 であり、複数の  $R_6$  は、互いに同一または異なる

○ 前記一般式 (9) において、 $n$  は、3 であり、複数の  $R_7$  は、互いに同一または異なる 30

○ 前記一般式 (9) において、 $Ar_3$  は、前記一般式 (1) における  $Ar_1$  と同義である

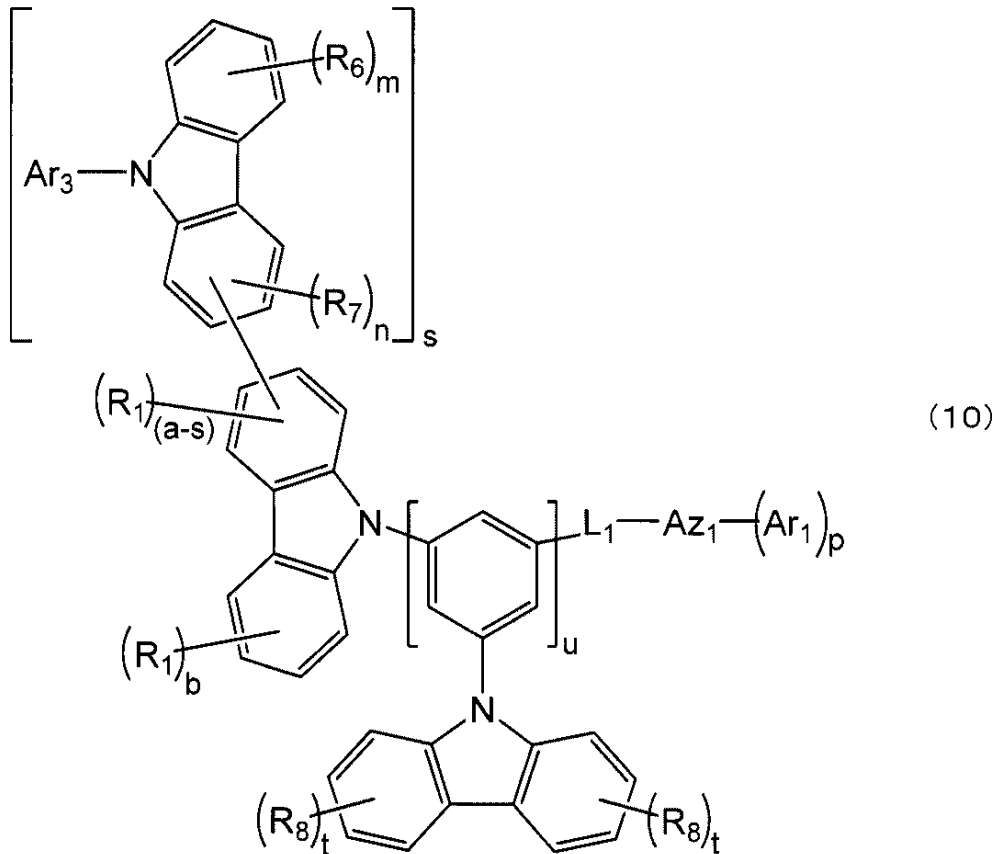
【0032】

前述した本発明の有機 EL 素子において、

前記第一ホスト材料の前記一般式 (1) で表される化合物は、下記一般式 (10) で表される化合物であることが好ましい。

【0033】

【化10】



10

20

【0034】

前記一般式(10)において、 $R_6$  および  $R_7$  は、前記一般式(1)における  $R_1$  と同義である。

30

前記一般式(10)において、 $m$  は、4であり、複数の  $R_6$  は、互いに同一または異なる。

前記一般式(10)において、 $n$  は、3であり、複数の  $R_7$  は、互いに同一または異なる。

前記一般式(10)において、 $Ar_3$  は、前記一般式(1)における  $Ar_1$  と同義である。

前記一般式(10)において、 $s$  は、0または1であり、 $u$  は、0または1であり、 $s + u = 1$  の関係を満たす。

前記一般式(10)において、 $R_8$  は、前記一般式(1)における  $R_1$  と同義である。

前記一般式(10)において、 $t$  は、4であり、複数の  $R_8$  は、互いに同一または異なる。

40

【0035】

本発明の有機EL素子用材料は、前記一般式(1)で表される化合物及び前記一般式(3)で表される化合物を含むことを特徴とする。

【0036】

前述した本発明の有機EL素子用材料において、前記一般式(1)で表される化合物は、前記一般式(9)で表される化合物であることが好ましい。

【0037】

前述した本発明の有機EL素子用材料において、前記一般式(1)で表される化合物は、前記一般式(10)で表される化合物であることが好ましい。

50

【0038】

本発明の有機EL素子によれば、十分な発光効率を示す。また、本発明の有機EL素子用材料によれば、十分な発光効率を示す有機EL素子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】 本発明の第一実施形態における有機EL素子の一例の概略構成を示す図。

【図2】 本発明の第二実施形態における有機EL素子の一例の概略構成を示す図。

【図3】 本発明の第三実施形態における有機EL素子の一例の概略構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0040】

10

[第一実施形態]

(有機EL素子の構成)

以下、本発明に係る有機EL素子の素子構成について説明する。

有機EL素子の代表的な素子構成としては、

- (1) 陽極／発光層／陰極
- (2) 陽極／正孔注入層／発光層／陰極
- (3) 陽極／発光層／電子注入・輸送層／陰極
- (4) 陽極／正孔注入層／発光層／電子注入・輸送層／陰極
- (5) 陽極／正孔注入・輸送層／発光層／電子注入・輸送層／陰極

などの構造を挙げることができる。

20

上記の中で(5)の素子構成が好ましく用いられるが、これらに限定されるものではない。

なお、上記「発光層」とは、一般的にドーピングシステムが採用されており、ホスト材料とドーパント材料を含む有機層である。ホスト材料は、一般的に電子と正孔の再結合を促し、再結合により生じた励起エネルギーをドーパント材料に伝達させる。ドーパント材料としては、量子収率の高い化合物が好まれ、ホスト材料から励起エネルギーを受け取ったドーパント材料は、高い発光性能を示す。

上記「正孔注入・輸送層」は「正孔注入層および正孔輸送層のうちの少なくともいずれか1つ」を意味し、「電子注入・輸送層」は「電子注入層および電子輸送層のうちの少なくともいずれか1つ」を意味する。ここで、正孔注入層および正孔輸送層を有する場合には、陽極側に正孔注入層が設けられていることが好ましい。また、電子注入層および電子輸送層を有する場合には、陰極側に電子注入層が設けられていることが好ましい。

30

【0041】

次に、第一実施形態における有機EL素子1を図1に示す。

有機EL素子1は、透明な基板2と、陽極3と、陰極4と、正孔輸送層6と、発光層5と、電子輸送層7とを備える。

そして、陽極3側から順に、正孔輸送層6、発光層5、電子輸送層7及び陰極4が積層される。

【0042】

[発光層]

40

発光層5は、第一ホスト材料、第二ホスト材料および燐光発光性ドーパント材料を含有する。

このような発光層5は、電子と正孔の再結合の場を提供し、これを発光につなげる機能を有する。

ここで、発光層5に含まれる材料の質量百分率の合計が100質量%となるように、第一ホスト材料については、10質量%以上90質量%以下、第二ホスト材料については、10質量%以上90質量%以下、並びに燐光発光性ドーパント材料については、0.1質量%以上30質量%以下で設定されることが好ましい。さらに、第一ホスト材料については、40質量%以上60質量%以下、並びに第二ホスト材料については、40質量%以上60質量%以下で設定されることがより好ましい。

50

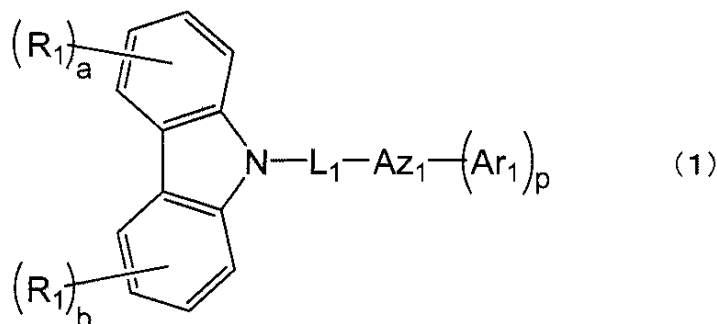
## 【0043】

(第一ホスト材料)

本発明の有機EL素子に用いられる第一ホスト材料としては、下記一般式(1)で表される化合物が用いられる。

## 【0044】

【化11】



10

## 【0045】

前記一般式(1)において、

R<sub>1</sub>は、それぞれ独立して、

水素原子、

ハロゲン原子、

シアノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数2～30のアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数2～30のアルキニル基、

置換もしくは無置換の炭素数3～30のアルキルシリル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリールシリル基、

置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアラルキル基、または、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリールオキシ基である。

前記一般式(1)において、aおよびbは、4であり、複数のR<sub>1</sub>は、互いに同一または異なる。

20

30

## 【0046】

前記一般式(1)におけるR<sub>1</sub>の環形成炭素数6～30のアリール基としては、例えば、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、ベンズアントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、ナфтаセニル基、ピレニル基、1-クリセニル基、2-クリセニル基、3-クリセニル基、4-クリセニル基、5-クリセニル基、6-クリセニル基、ベンゾ[c]フェナントリル基、ベンゾ[g]クリセニル基、1-トリフェニレニル基、2-トリフェニレニル基、3-トリフェニレニル基、4-トリフェニレニル基、1-フルオレニル基、2-フルオレニル基、3-フルオレニル基、4-フルオレニル基、9-フルオレニル基、ベンゾフルオレニル基、ジベンゾフルオレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、o-ターフェニル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-クウォーターフェニル基、3-フルオランテニル基、4-フルオランテニル基、8-フルオランテニル基、9-フルオランテニル基、ベンゾフルオランテニル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基

40

50

、2, 3-キシリル基、3, 4-キシリル基、2, 5-キシリル基、メシチル基、o-クメニル基、m-クメニル基、p-クメニル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、4'-メチルビフェニル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基が挙げられる。

前記一般式(1)におけるアリール基としては、環形成炭素数が6~20であることが好ましく、より好ましくは6~12であることが好ましい。上記アリール基の中でもフェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、ターフェニル基、フルオレニル基が特に好ましい。1-フルオレニル基、2-フルオレニル基、3-フルオレニル基および4-フルオレニル基については、9位の炭素原子に、前記一般式(1)における置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキル基が置換されていることが好ましい。

10

#### 【0047】

前記一般式(1)におけるR<sub>1</sub>の環形成原子数5~30の複素環基としては、例えば、ピロリル基、ピラジニル基、ピリジニル基、インドリル基、イソインドリル基、イミダゾリル基、フリル基、ベンゾフラニル基、イソベンゾフラニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリニル基、カルバゾリル基、フェナントリジニル基、アクリジニル基、フェナントロリニル基、フェナジニル基、フェノチアジニル基、フェノキサジニル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、フラザニル基、チエニル基、ベンゾチオフェニル基、およびピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環、トリアジン環、インドール環、キノリン環、アクリジン環、ピロリジン環、ジオキサン環、ピペリジン環、モルフォリン環、ピペラジン環、カルバゾール環、フラン環、チオフェン環、オキサゾール環、オキサジアゾール環、ベンゾオキサゾール環、チアゾール環、チアジアゾール環、ベンゾチアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ベンゾイミダゾール環、ピラン環、ジベンゾフラン環から形成される基が挙げられる。

20

さらに具体的には、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、2-ピリミジニル基、4-ピリミジニル基、5-ピリミジニル基、6-ピリミジニル基、1, 2, 3-トリアジン-4-イル基、1, 2, 4-トリアジン-3-イル基、1, 3, 5-トリアジン-2-イル基、1-イミダゾリル基、2-イミダゾリル基、1-ピラゾリル基、1-インドリジニル基、2-インドリジニル基、3-インドリジニル基、5-インドリジニル基、6-インドリジニル基、7-インドリジニル基、8-インドリジニル基、2-イミダゾピリジニル基、3-イミダゾピリジニル基、5-イミダゾピリジニル基、6-イミダゾピリジニル基、7-イミダゾピリジニル基、8-イミダゾピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、アザカルバゾリル-1-イル基、アザカルバゾリル-2-イル基、アザカルバゾリル-3-イル基、アザカルバゾリル-4-イル基、アザカルバゾリル-5-イル基、アザカルバゾリル-6-イル基、アザカルバゾリル-7-イル基、アザカルバゾリル-8-イル基、アザカルバゾリル-9-イル基、1-フェナントリジニル基、2-フェナントリジニル基、3-フェナントリジニル基、4-フェナントリジニル基、

30

40

50

6-フェナントリジニル基、7-フェナントリジニル基、8-フェナントリジニル基、9-フェナントリジニル基、10-フェナントリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナントロリン-2-イル基、1, 7-フェナントロリン-3-イル基、1, 7-フェナントロリン-4-イル基、1, 7-フェナントロリン-5-イル基、1, 7-フェナントロリン-6-イル基、1, 7-フェナントロリン-8-イル基、1, 7-フェナントロリン-9-イル基、1, 7-フェナントロリン-10-イル基、1, 8-フェナントロリン-2-イル基、1, 8-フェナントロリン-3-イル基、1, 8-フェナントロリン-4-イル基、1, 8-フェナントロリン-5-イル基、1, 8-フェナントロリン-6-イル基、1, 8-フェナントロリン-7-イル基、1, 8-フェナントロリン-9-イル基、1, 8-フェナントロリン-10-イル基、1, 9-フェナントロリン-2-イル基、1, 9-フェナントロリン-3-イル基、1, 9-フェナントロリン-4-イル基、1, 9-フェナントロリン-5-イル基、1, 9-フェナントロリン-6-イル基、1, 9-フェナントロリン-7-イル基、1, 9-フェナントロリン-8-イル基、1, 9-フェナントロリン-10-イル基、1, 10-フェナントロリン-2-イル基、1, 10-フェナントロリン-3-イル基、1, 10-フェナントロリン-4-イル基、1, 10-フェナントロリン-5-イル基、2, 9-フェナントロリン-1-イル基、2, 9-フェナントロリン-3-イル基、2, 9-フェナントロリン-4-イル基、2, 9-フェナントロリン-5-イル基、2, 9-フェナントロリン-6-イル基、2, 9-フェナントロリン-7-イル基、2, 9-フェナントロリン-8-イル基、2, 9-フェナントロリン-10-イル基、2, 8-フェナントロリン-1-イル基、2, 8-フェナントロリン-3-イル基、2, 8-フェナントロリン-4-イル基、2, 8-フェナントロリン-5-イル基、2, 8-フェナントロリン-6-イル基、2, 8-フェナントロリン-7-イル基、2, 8-フェナントロリン-9-イル基、2, 8-フェナントロリン-10-イル基、2, 7-フェナントロリン-1-イル基、2, 7-フェナントロリン-3-イル基、2, 7-フェナントロリン-4-イル基、2, 7-フェナントロリン-5-イル基、2, 7-フェナントロリン-6-イル基、2, 7-フェナントロリン-8-イル基、2, 7-フェナントロリン-9-イル基、2, 7-フェナントロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-*t*-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-*t*-ブチル-1-インドリル基、4-*t*-ブチル-1-インドリル基、2-*t*-ブチル-3-インドリル基、4-*t*-ブチル-3-インドリル基、1-ジベンゾフラニル基、2-ジベンゾフラニル基、3-ジベンゾフラニル基、4-ジベンゾフラニル基、1-ジベンゾチオフェニル基、2-ジベンゾチオフェニル基、3-ジベンゾチオフェニル基、4-ジベンゾチオフェニル基、1-シラフルオレニル基、2-シラフルオレニル基、3-シラフルオレニル基、4-シラフルオレニル基、1-ゲルマフルオレニル基、2-ゲルマフルオレニル基、3-ゲルマフルオレニル基、4-ゲルマフルオレニル基が挙げられる。

前記一般式(1)における複素環基の環形成原子数は、5~20であることが好ましく、5~14であることがさらに好ましい。上記複素環基の中でも1-ジベンゾフラニル基、2-ジベンゾフラニル基、3-ジベンゾフラニル基、4-ジベンゾフラニル基、1-ジ

10

20

30

40

50

ベンゾチオフェニル基、2-ジベンゾチオフェニル基、3-ジベンゾチオフェニル基、4-ジベンゾチオフェニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基が好ましい。1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基および4-カルバゾリル基については、9位の窒素原子に、前記一般式(1)における置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリール基または置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基が置換されていることが好ましい。

#### 【0048】

前記一般式(1)におけるR<sub>1</sub>の炭素数1~30のアルキル基としては、直鎖、分岐鎖又は環状のいずれであってもよい。直鎖または分岐鎖のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、n-ノニル基、n-デシル基、n-ウンデシル基、n-ドデシル基、n-トリデシル基、n-テトラデシル基、n-ペンタデシル基、n-ヘキサデシル基、n-ヘプタデシル基、n-オクタデシル基、ネオペンチル基、1-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキシル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、3-メチルペンチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1-ブromoエチル基、2-ブromoエチル基、2-ブromoイソブチル基、1, 2-ジブromoエチル基、1, 3-ジブromoイソプロピル基、2, 3-ジブromo-t-ブチル基、1, 2, 3-トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、1, 2-ジニトロエチル基、2, 3-ジニトロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基が挙げられる。

環状のアルキル基(シクロアルキル基)としては、例えば、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基、1-アダマンチル基、2-アダマンチル基、1-ノルボルニル基、2-ノルボルニル基等が挙げられる。

前記一般式(1)におけるR<sub>1</sub>の直鎖または分岐鎖のアルキル基の炭素数は、1~10であることが好ましく、1~6であることがさらに好ましい。上記直鎖または分岐鎖のアルキル基の中でもメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基が好ましい。

前記一般式(1)におけるR<sub>1</sub>のシクロアルキル基の環形成炭素数は、3~10であることが好ましく、5~8であることがさらに好ましい。上記シクロアルキル基の中でも、シクロペンチル基やシクロヘキシル基が好ましい。

アルキル基がハロゲン原子で置換されたハロゲン化アルキル基としては、例えば、上記炭素数1~30のアルキル基が1以上のハロゲン基で置換されたものが挙げられる。具体的には、フルオロメチル基、ジフルオロメチル基、トリフルオロメチル基、フルオロエチル基、トリフルオロメチルメチル基等が挙げられる。

## 【0049】

前記一般式(1)における $R_1$ の炭素数2~30のアルケニル基としては、直鎖、分岐鎖又は環状のいずれであってもよく、例えば、ビニル、プロペニル、ブテニル、オレイル、エイコサペンタエニル、ドコサヘキサエニル、スチリル、2,2-ジフェニルビニル、1,2,2-トリフェニルビニル、2-フェニル-2-プロペニル等が挙げられる。上述したアルケニル基の中でもビニル基が好ましい。

## 【0050】

前記一般式(1)における $R_1$ の炭素数2~30のアルキニル基としては、直鎖、分岐鎖又は環状のいずれであってもよく、例えば、エチニル、プロピニル、2-フェニルエチニル等が挙げられる。上述したアルキニル基の中でもエチニル基が好ましい。

10

## 【0051】

前記一般式(1)における $R_1$ の炭素数3~30のアルキルシリル基としては、上記炭素数1~30のアルキル基で例示したアルキル基を有するトリアルキルシリル基が挙げられ、具体的にはトリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリ-n-ブチルシリル基、トリ-n-オクチルシリル基、トリスブチルシリル基、ジメチルエチルシリル基、ジメチルイソプロピルシリル基、ジメチル-n-プロピルシリル基、ジメチル-n-ブチルシリル基、ジメチル-t-ブチルシリル基、ジエチルイソプロピルシリル基、ビニルジメチルシリル基、プロピルジメチルシリル基、トリスプロピルシリル基等が挙げられる。3つのアルキル基は、それぞれ同一でも異なってもよい。

## 【0052】

前記一般式(1)における $R_1$ の環形成炭素数6~30のアリールシリル基としては、ジアルキルアリールシリル基、アルキルジアリールシリル基、トリアリールシリル基が挙げられる。

20

ジアルキルアリールシリル基は、例えば、上記炭素数1~30のアルキル基で例示したアルキル基を2つ有し、上記環形成炭素数6~30のアリール基を1つ有するジアルキルアリールシリル基が挙げられる。ジアルキルアリールシリル基の炭素数は、8~30であることが好ましい。2つのアルキル基は、それぞれ同一でも異なってもよい。

アルキルジアリールシリル基は、例えば、上記炭素数1~30のアルキル基で例示したアルキル基を1つ有し、上記環形成炭素数6~30のアリール基を2つ有するアルキルジアリールシリル基が挙げられる。アルキルジアリールシリル基の炭素数は、13~30であることが好ましい。2つのアリール基は、それぞれ同一でも異なってもよい。

30

トリアリールシリル基は、例えば、上記環形成炭素数6~30のアリール基を3つ有するトリアリールシリル基が挙げられる。トリアリールシリル基の炭素数は、18~30であることが好ましい。3つのアリール基は、それぞれ同一でも異なってもよい。

## 【0053】

前記一般式(1)における $R_1$ の炭素数1~30のアルコキシ基は、-OYと表される。このYの例として、上記炭素数1~30のアルキル基が挙げられる。アルコキシ基は、例えばメトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基があげられる。

アルコキシ基がハロゲン原子で置換されたハロゲン化アルコキシ基としては、例えば、上記炭素数1~30のアルコキシ基が1以上のハロゲン基で置換されたものが挙げられる。

40

## 【0054】

前記一般式(1)における $R_1$ の環形成炭素数6~30のアラルキル基は、-Y-Zと表される。このYの例として、上記炭素数1~30のアルキル基に対応するアルキレン基が挙げられる。このZの例として、上記環形成炭素数6~30のアリール基の例が挙げられる。このアラルキル基は、炭素数7~30アラルキル基(アリール部分は炭素数6~30、好ましくは6~20、より好ましくは6~12)、アルキル部分は炭素数1~30(好ましくは1~20、より好ましくは1~10、さらに好ましくは1~6)であることが好ましい。このアラルキル基としては、例えば、ベンジル基、2-フェニルプロパン-2

50

ーイル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニル-*t*-ブチル基、 $\alpha$ -ナフチルメチル基、1- $\alpha$ -ナフチルエチル基、2- $\alpha$ -ナフチルエチル基、1- $\alpha$ -ナフチルイソプロピル基、2- $\alpha$ -ナフチルイソプロピル基、 $\beta$ -ナフチルメチル基、1- $\beta$ -ナフチルエチル基、2- $\beta$ -ナフチルエチル基、1- $\beta$ -ナフチルイソプロピル基、2- $\beta$ -ナフチルイソプロピル基、1-ピロリルメチル基、2-(1-ピロリル)エチル基、*p*-メチルベンジル基、*m*-メチルベンジル基、*o*-メチルベンジル基、*p*-クロロベンジル基、*m*-クロロベンジル基、*o*-クロロベンジル基、*p*-ブromoベンジル基、*m*-ブromoベンジル基、*o*-ブromoベンジル基、*p*-ヨードベンジル基、*m*-ヨードベンジル基、*o*-ヨードベンジル基、*p*-ヒドロキシベンジル基、*m*-ヒドロキシベンジル基、*o*-ヒドロキシベンジル基、*p*-アミノベンジル基、*m*-アミノベンジル基、*o*-アミノベンジル基、*p*-ニトロベンジル基、*m*-ニトロベンジル基、*o*-ニトロベンジル基、*p*-シアノベンジル基、*m*-シアノベンジル基、*o*-シアノベンジル基、1-ヒドロキシ-2-フェニルイソプロピル基、1-クロロ-2-フェニルイソプロピル基が挙げられる。

10

## 【0055】

前記一般式(1)における $R_1$ の環形成炭素数6~30のアリールオキシ基は、-OZと表される。このZの例として、上記環形成炭素数6~30アリール基または後述する単環基および縮合環基が挙げられる。このアリールオキシ基としては、例えば、フェノキシ基が挙げられる。

## 【0056】

前記一般式(1)における $R_1$ のハロゲン原子として、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられ、好ましくはフッ素原子である。

20

## 【0057】

本発明において、「環形成炭素」とは飽和環、不飽和環、又は芳香環を構成する炭素原子を意味する。「環形成原子」とはヘテロ環(飽和環、不飽和環、および芳香環を含む)を構成する炭素原子およびヘテロ原子を意味する。

## 【0058】

また、「置換もしくは無置換の」という場合における置換基としては、上述のようなアリール基、複素環基、アルキル基(直鎖または分岐鎖のアルキル基、シクロアルキル基、ハロゲン化アルキル基)、アルケニル基、アルキニル基、アルキルシリル基、アリールシリル基、アルコキシ基、ハロゲン化アルコキシ基、アラキル基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、重水素原子、シアノ基に加え、ヒドロキシ基、ニトロ基、カルボキシ基等が挙げられる。ここで挙げた置換基の中では、アリール基、複素環基、アルキル基、ハロゲン原子、アルキルシリル基、アリールシリル基、シアノ基、重水素原子が好ましく、さらには、各置換基の説明において好ましいとした具体的な置換基が好ましい。また、これらの置換基は、さらに上述の置換基により置換されていてもよい。

30

以下に説明する化合物またはその部分構造において、「置換もしくは無置換の」という場合置換基についても、上記と同様である。

本発明において、水素原子とは、中性子数が異なる同位体、すなわち、軽水素(protium)、重水素(deuterium)、三重水素(tritium)、を包含する。

40

## 【0059】

前記一般式(1)において、 $p$ は、0以上4以下の整数である。

前記一般式(1)において、 $L_1$ は、

- 単結合または連結基であり、連結基としては、
- 置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリール基、
- 置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基、
- 環形成炭素数5~30の環状炭化水素基、または、
- これらが互いに結合した基である。

この連結基である場合の $L_1$ の環形成炭素数6~30のアリール基としては、前記一般式(1)における $R_1$ の環形成炭素数6~30アリール基から誘導される二価の基が挙げ

50

られる。

この連結基である場合の $L_1$ の環形成原子数5～30の複素環基としては、前記一般式(1)における $R_1$ の環形成原子数5～30の複素環基から誘導される二価の基が挙げられる。

この連結基である場合の $L_1$ の環形成原子数5～30の環形成炭素数5～30の環状炭化水素基としては、前記一般式(1)における $R_1$ の環状のアルキル基(シクロアルキル基)から誘導される二価の基が挙げられ、シクロペンチレン基、シクロヘキシレン基、シクロヘプチレン基などが挙げられる。

連結基としての $L_1$ には、ここで挙げた連結基としてのアリアル基、複素環基および環状炭化水素基が、互いに結合したものも含まれ、同じ基が連結しても良いし、異なる基が連結しても良い。

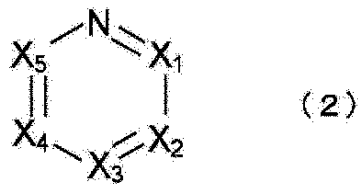
10

【0060】

前記一般式(1)において、 $Az_1$ は、下記一般式(2)で表される基である。

【0061】

【化12】



20

【0062】

前記一般式(2)において、 $X_1 \sim X_5$ のうちいずれか1つは、 $L_1$ と結合する炭素原子を表す。

前記一般式(2)において、 $X_1 \sim X_5$ のうち $L_1$ と結合しない他の4つについては、

$p$ が0の場合、それぞれ独立に、 $CR_1$ または窒素原子を表し、

$p$ が1以上4以下の場合、 $X_1 \sim X_5$ のうち $p$ 個は、それぞれ、 $Ar_1$ と結合する炭素原子を表し、 $(4-p)$ 個は、それぞれ独立に、 $CR_1$ または窒素原子を表す。 $R_1$ は、前記一般式(1)における $R_1$ と同義である。

ここで、 $CR_1$ は、炭素原子(C)に、 $R_1$ が結合したものである。

30

【0063】

前記一般式(1)において、 $Ar_1$ は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリアル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数5～30の複素環基、または、

これらが互いに結合した基を表す。

この $Ar_1$ の環形成炭素数6～30のアリアル基および環形成原子数5～30の複素環基としては、前記一般式(1)における $R_1$ で説明したものと同義である。

この $Ar_1$ には、ここで挙げたアリアル基および複素環基が、互いに結合したものも含まれ、同じ基が連結しても良いし、異なる基が連結しても良い。

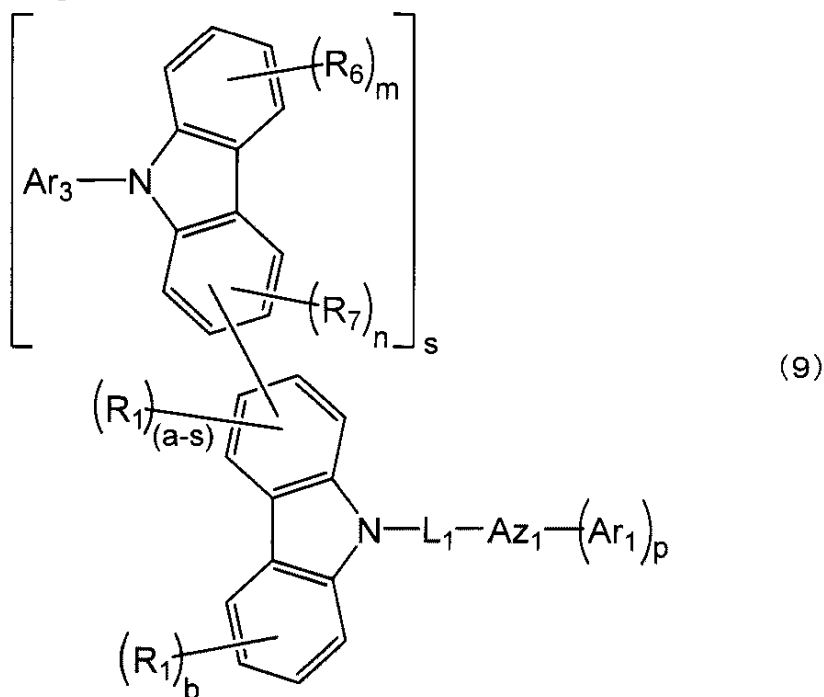
【0064】

40

また、第一ホスト材料の前記一般式(1)で表される化合物は、下記一般式(9)で表される化合物であることが好ましい。

【0065】

【化13】



10

20

【0066】

前記一般式 (9) において、 $s$  は、1 以上 4 以下の整数である。

前記一般式 (9) において、 $R_6$  および  $R_7$  は、前記一般式 (1) における  $R_1$  と同義である。

前記一般式 (9) において、 $m$  は、4 であり、複数の  $R_6$  は、互いに同一または異なる

○ 前記一般式 (9) において、 $n$  は、3 であり、複数の  $R_7$  は、互いに同一または異なる 30

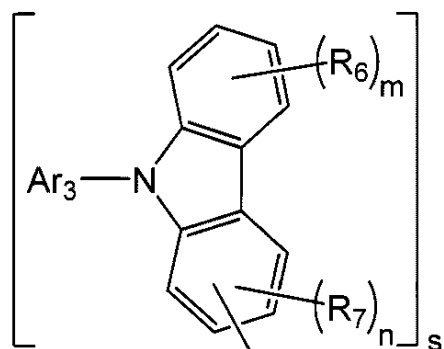
○ 前記一般式 (9) において、 $Ar_3$  は、前記一般式 (1) における  $Ar_1$  と同義である

○ 【0067】

また、前記第一ホスト材料の前記一般式 (1) で表される化合物は、下記一般式 (10) で表される化合物であることが好ましい。

【0068】

【化14】



10

(10)

20

【0069】

前記一般式(10)において、 $R_6$  および  $R_7$  は、前記一般式(1)における  $R_1$  と同義である。

30

前記一般式(10)において、 $m$  は、4であり、複数の  $R_6$  は、互いに同一または異なる。

前記一般式(10)において、 $n$  は、3であり、複数の  $R_7$  は、互いに同一または異なる。

前記一般式(10)において、 $Ar_3$  は、前記一般式(1)における  $Ar_1$  と同義である。

前記一般式(10)において、 $s$  は、0または1であり、 $u$  は、0または1であり、 $s + u = 1$  の関係を満たす。

前記一般式(10)において、 $R_8$  は、前記一般式(1)における  $R_1$  と同義である。

前記一般式(10)において、 $t$  は、4であり、複数の  $R_8$  は、互いに同一または異なる。

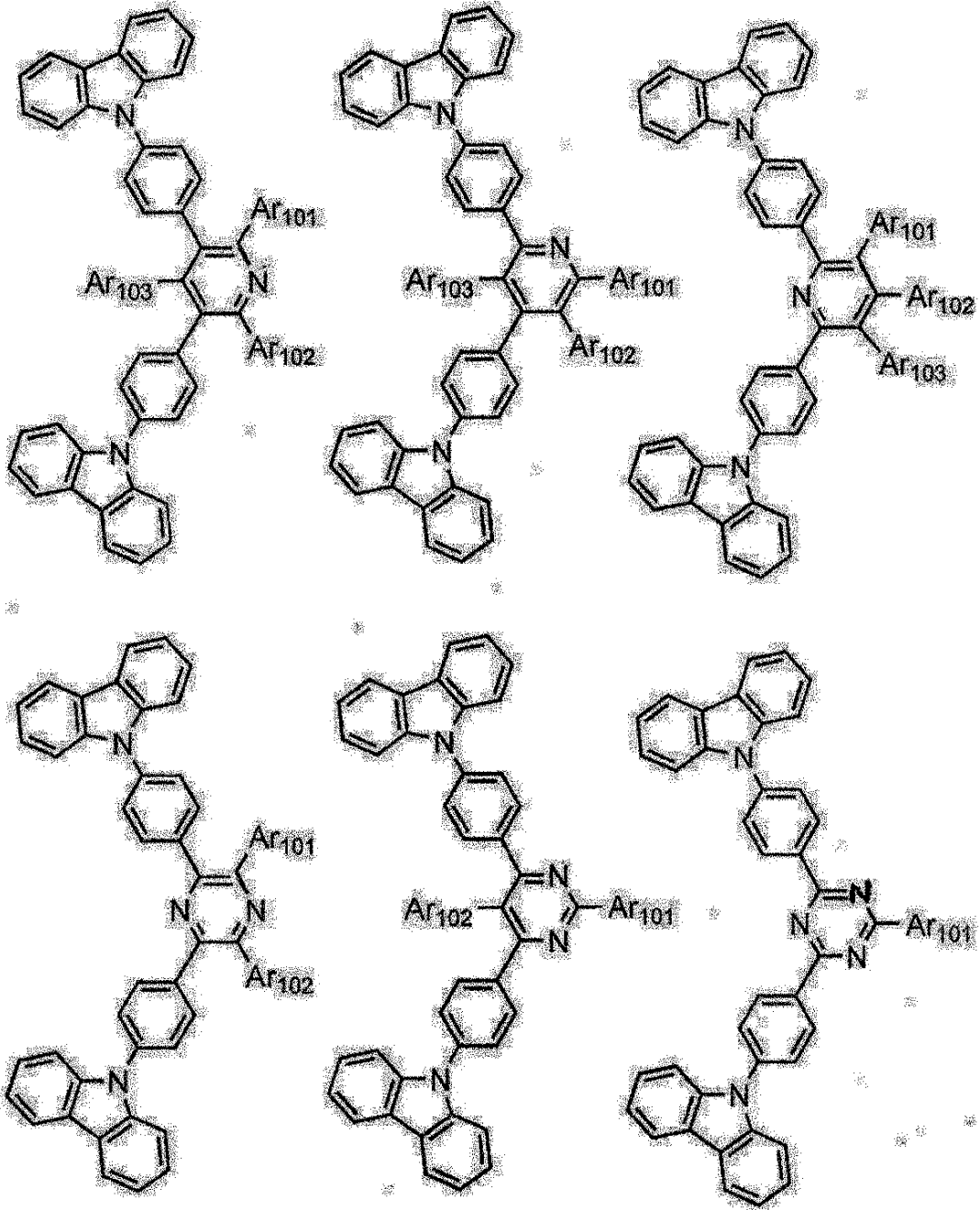
40

【0070】

上記一般式(1)、(9)および(10)で表される化合物の例としては、次に示される一般式で示される化合物が挙げられる。但し、本発明は、これらの構造の化合物に限定されない。

【0071】

## 【化15】



## 【0072】

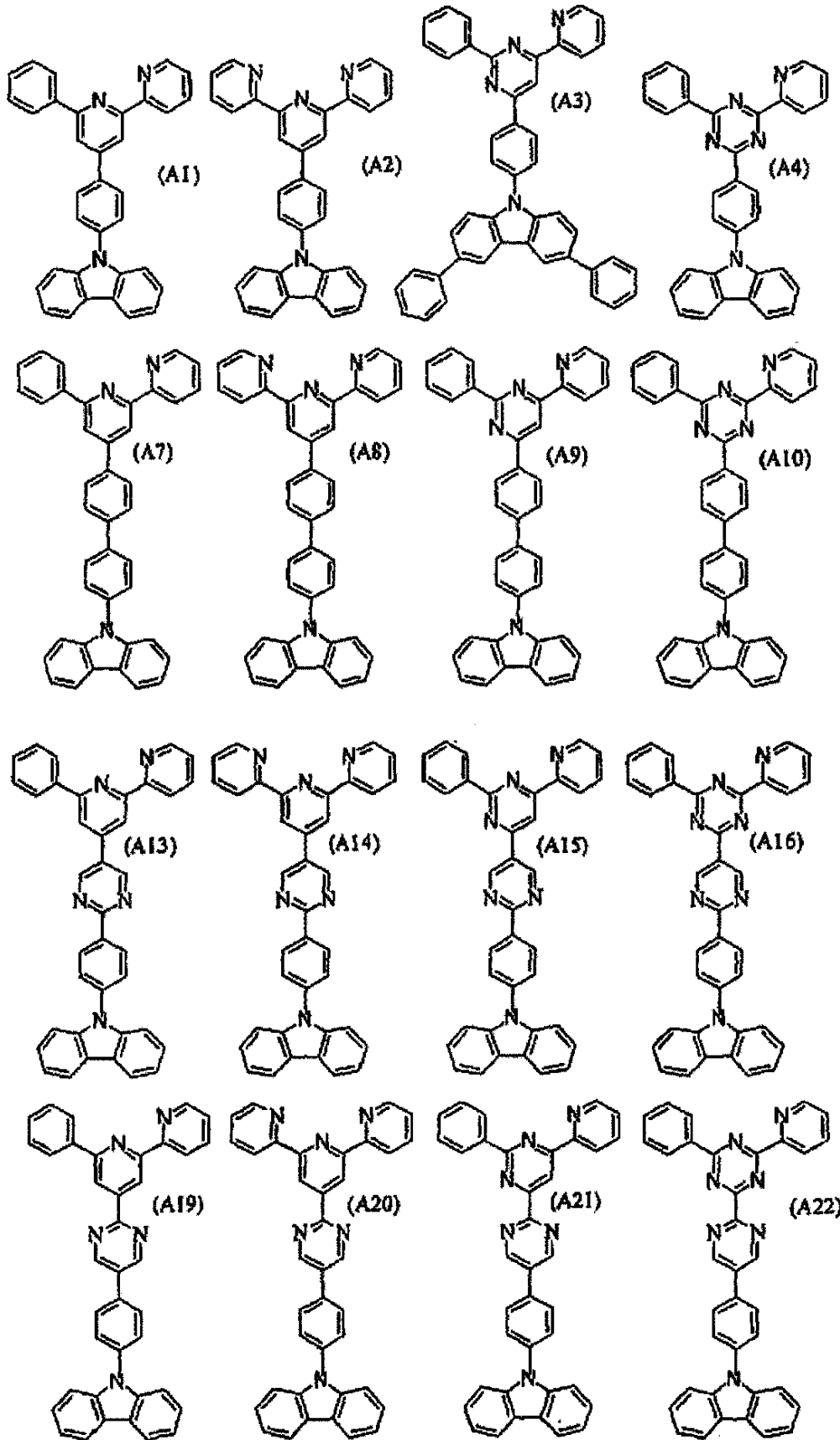
これらの一般式において、Ar<sub>101</sub> ~ Ar<sub>103</sub> は、前記一般式 (1) における R<sub>1</sub> 40  
と同義である。

## 【0073】

さらに、上記一般式 (1)、(9) および (10) で表される化合物の具体例としては、以下の化合物が挙げられる。但し、本発明は、これらの構造の化合物に限定されない。

## 【0074】

【化16】



【0075】

10

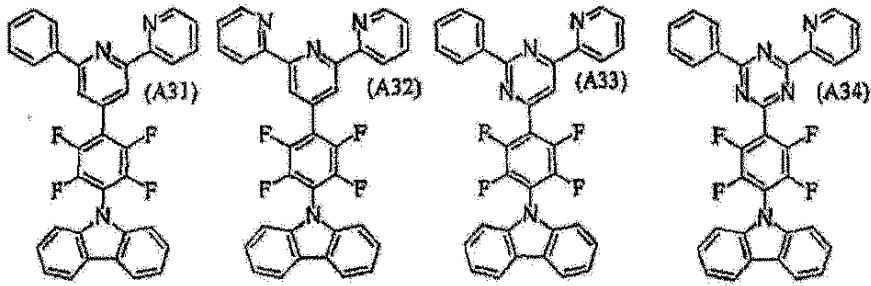
20

30

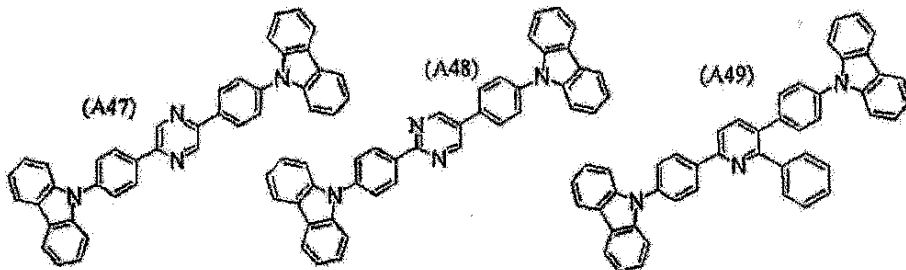
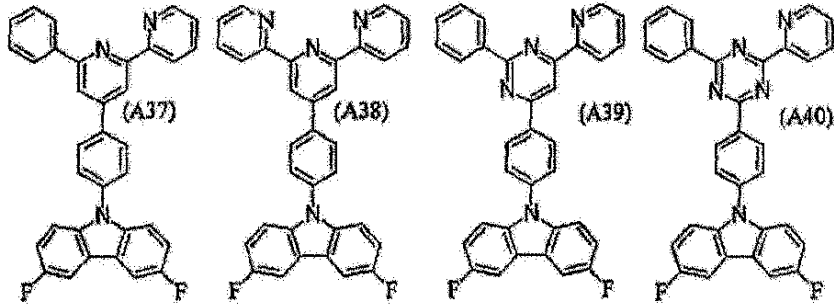
40

50

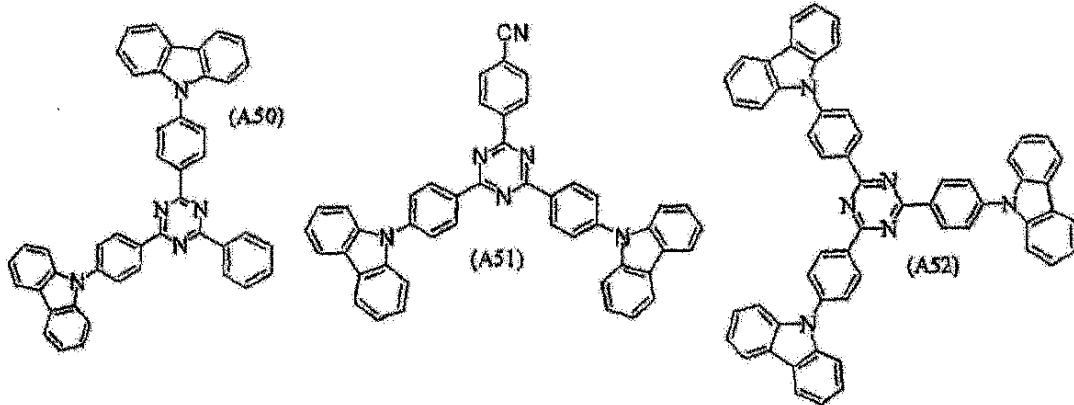
【化 1 7】



10



20

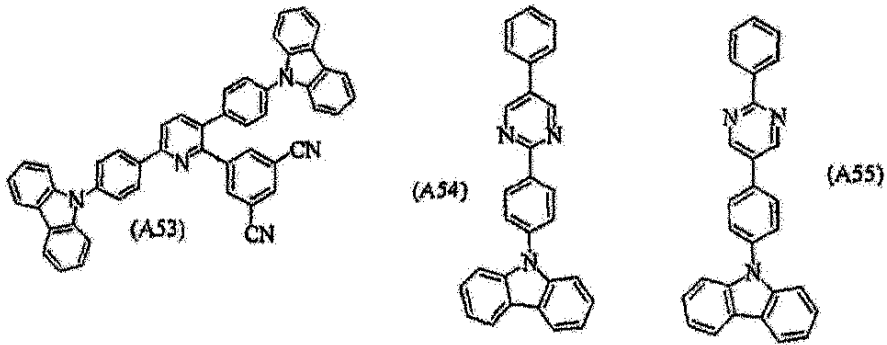


30

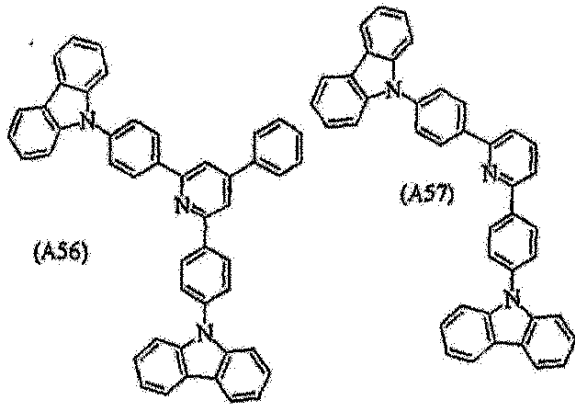
【0076】

40

【化18】



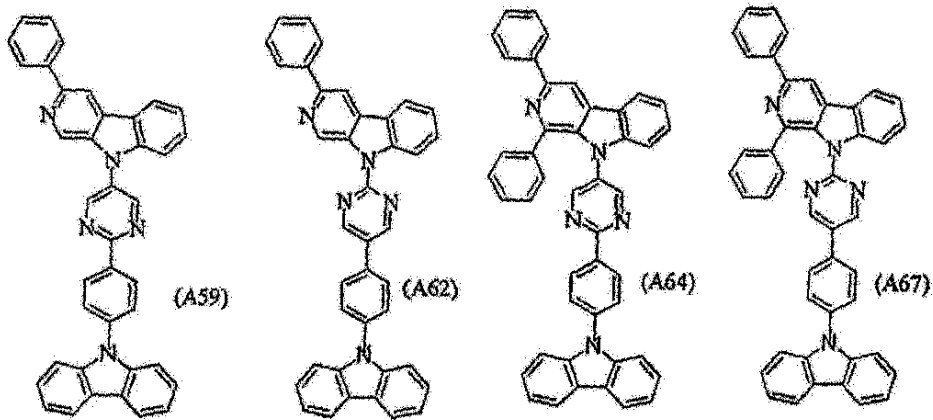
10



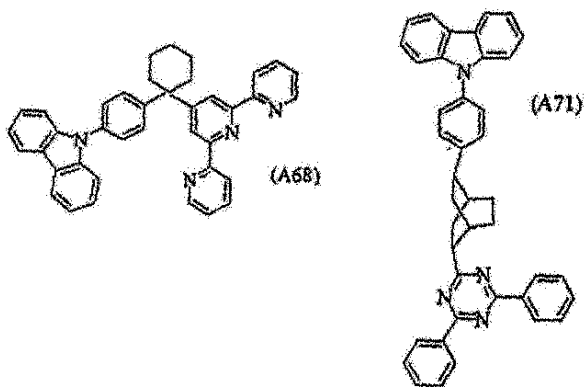
20

【0077】

【化19】



30

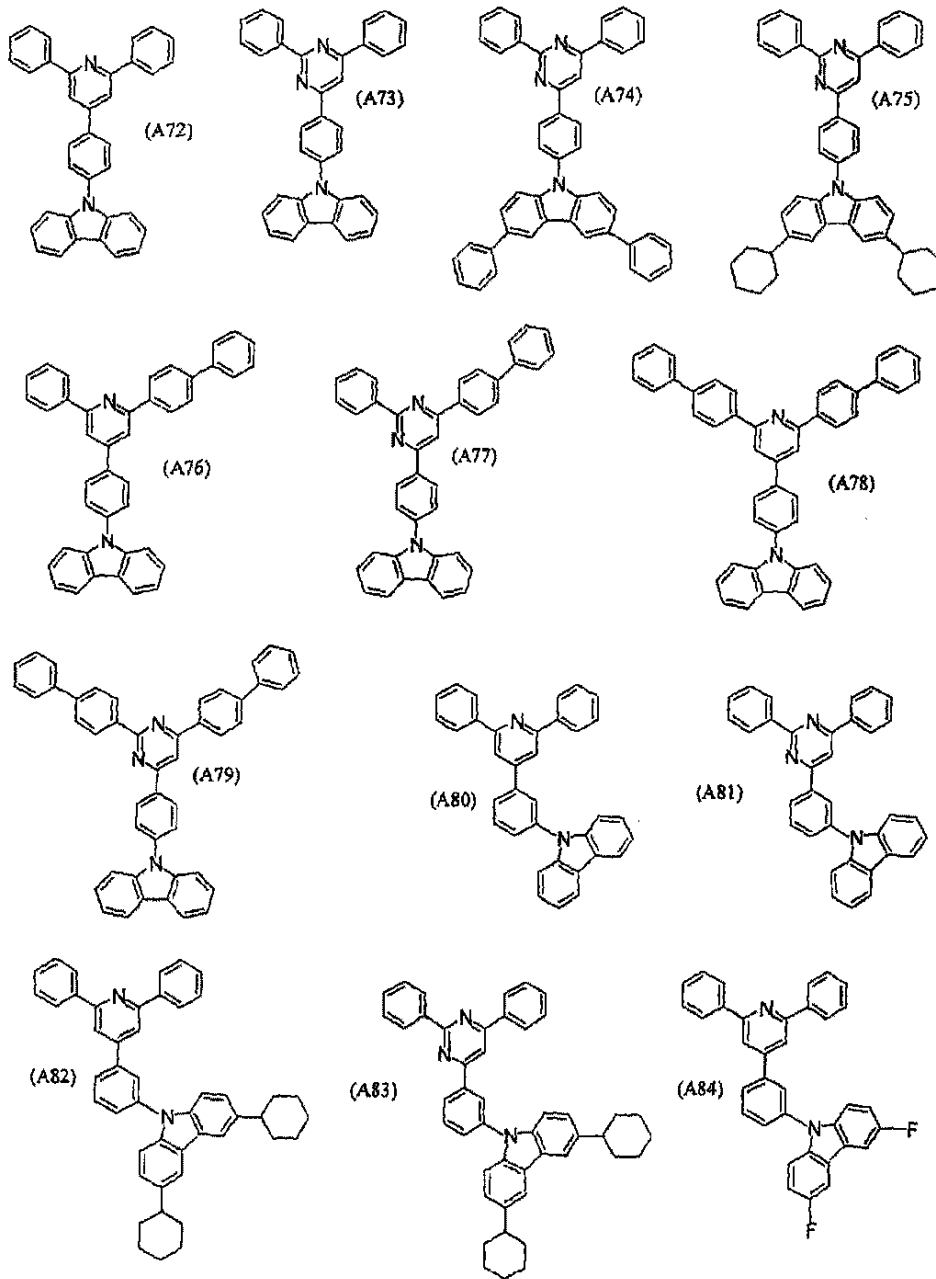


40

【0078】

50

【化 2 0】



10

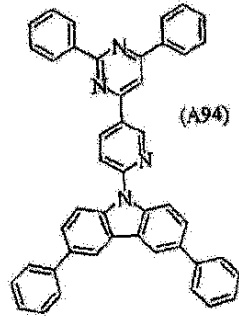
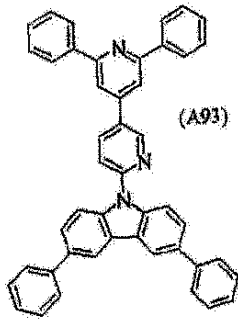
20

30

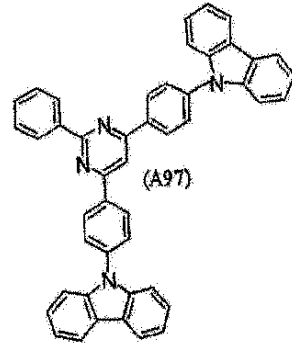
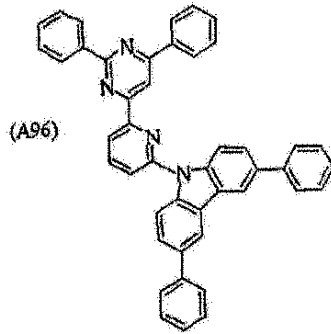
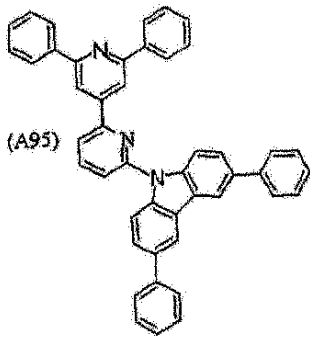
【0079】

40

【化 2 1】



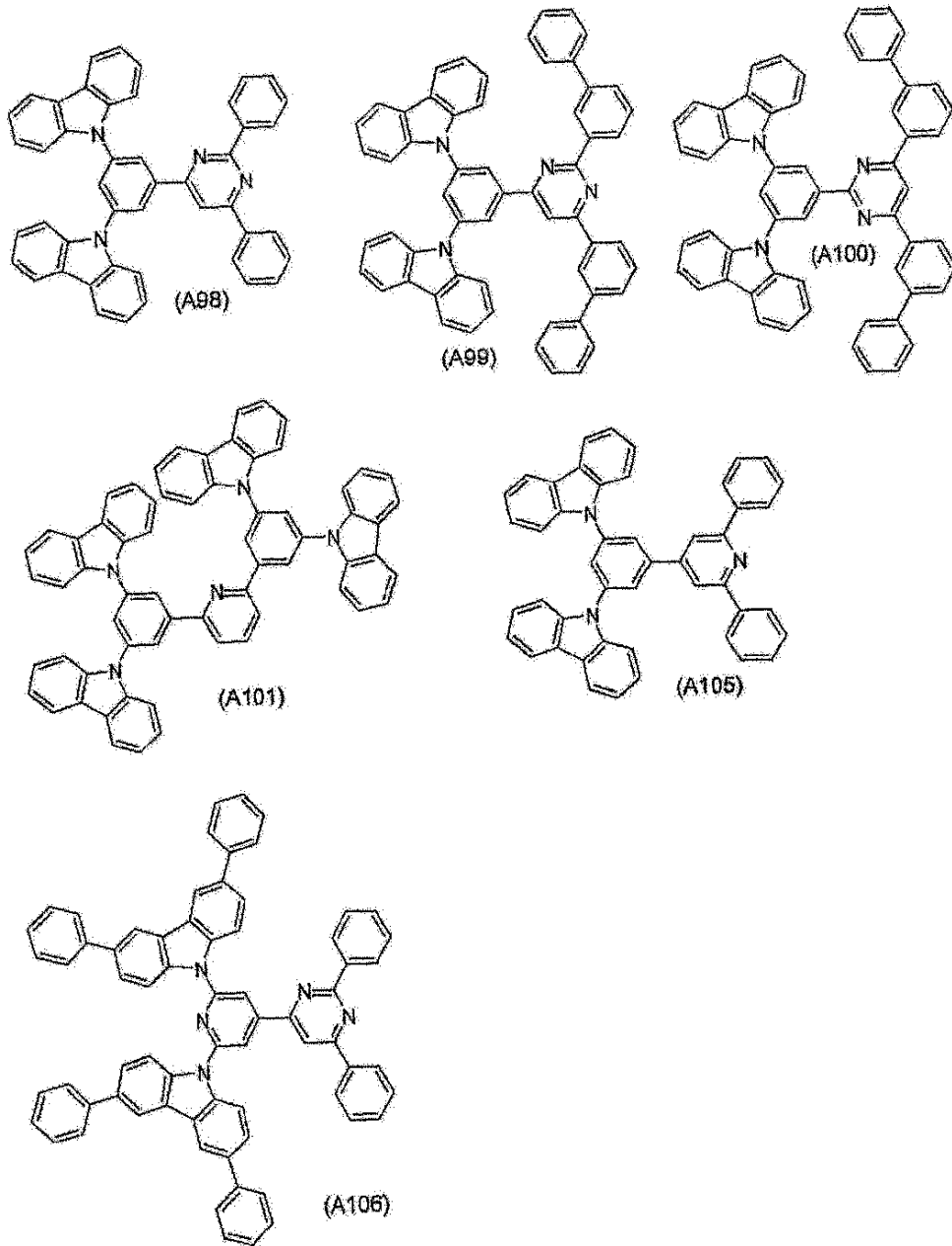
10



20

【 0 0 8 0 】

【化 2 2】



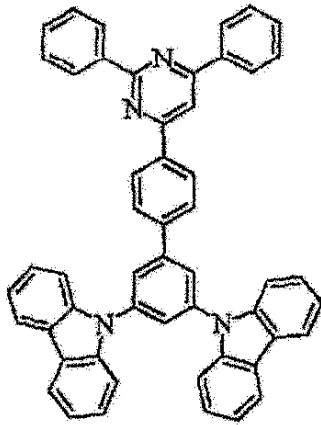
10

20

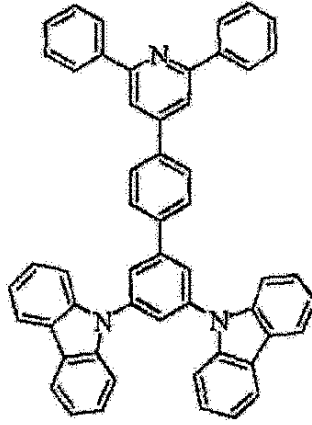
30

【0 0 8 1】

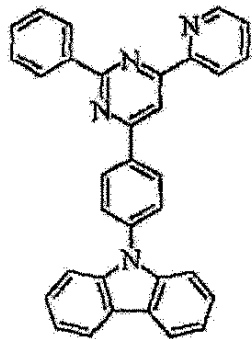
【化23】



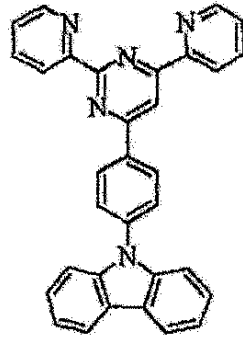
(A110)



(A111)



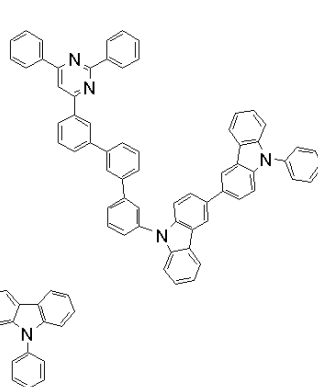
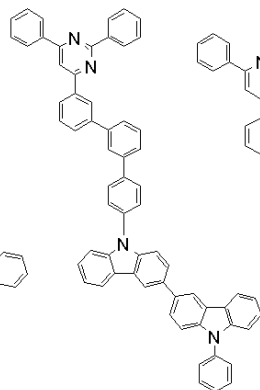
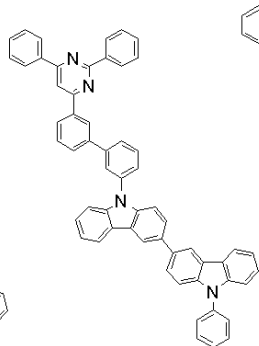
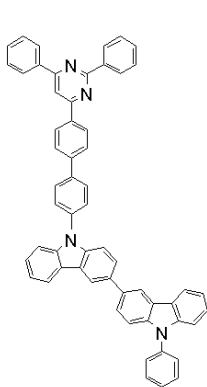
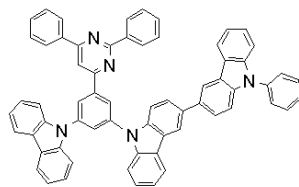
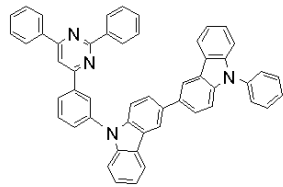
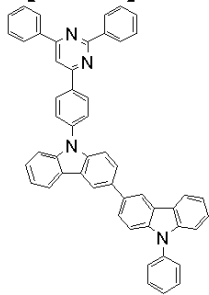
(A113)



(A114)

【0082】

【化24】



【0083】

10

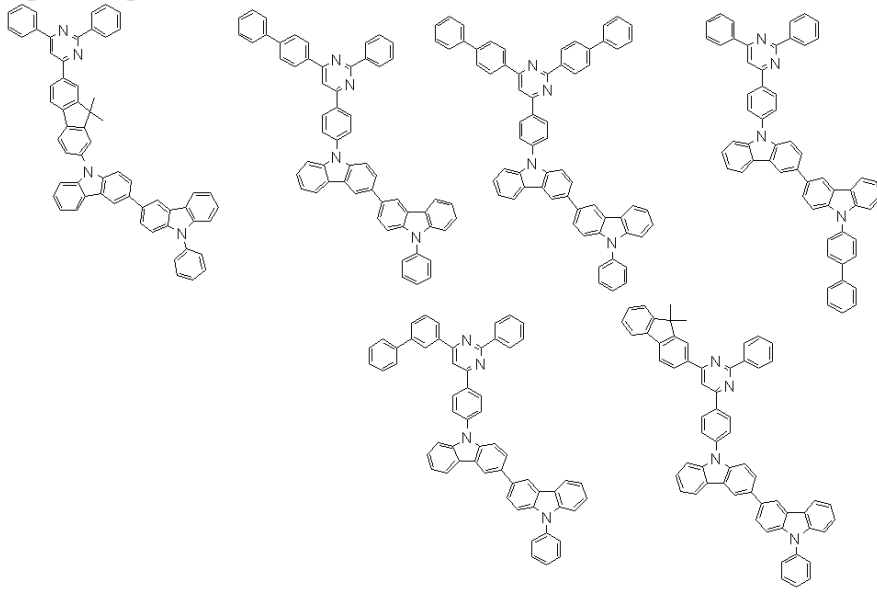
20

30

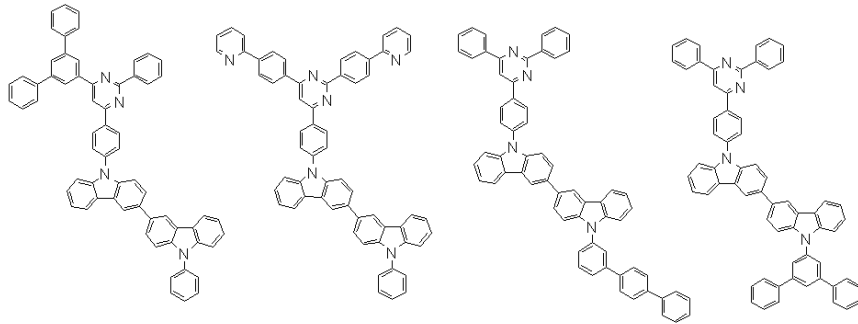
40

50

【化 25】



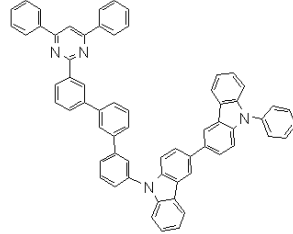
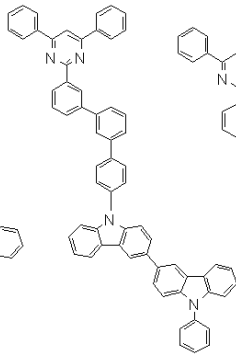
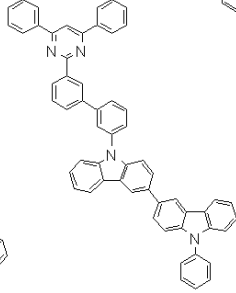
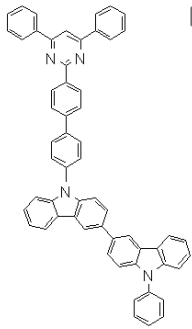
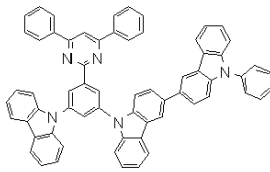
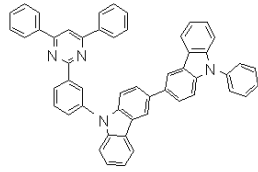
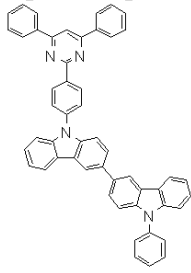
10



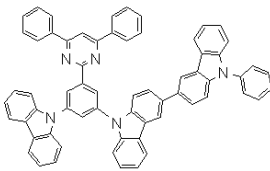
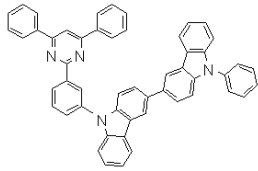
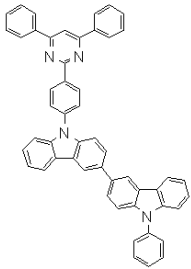
20

【0084】

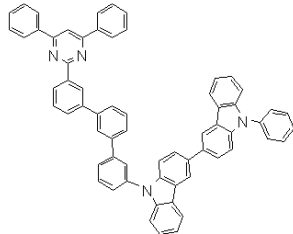
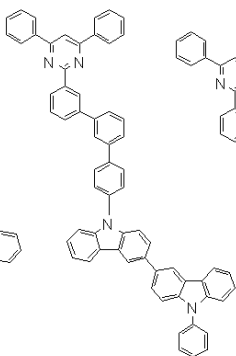
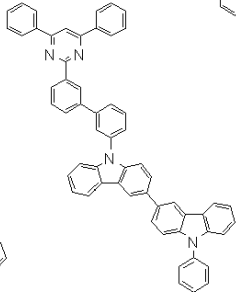
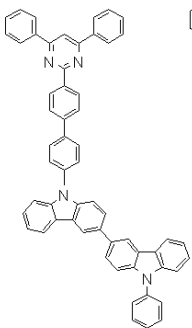
【化 2 6】



10



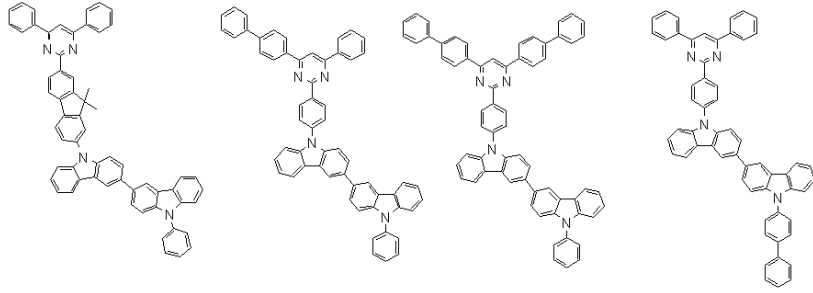
20



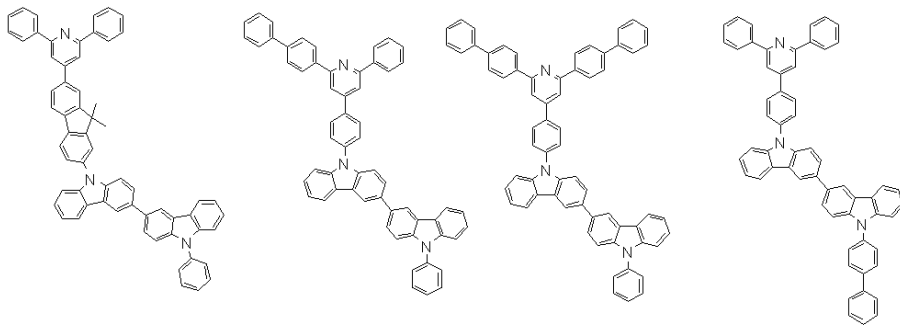
30

【0 0 8 5】

【化27】

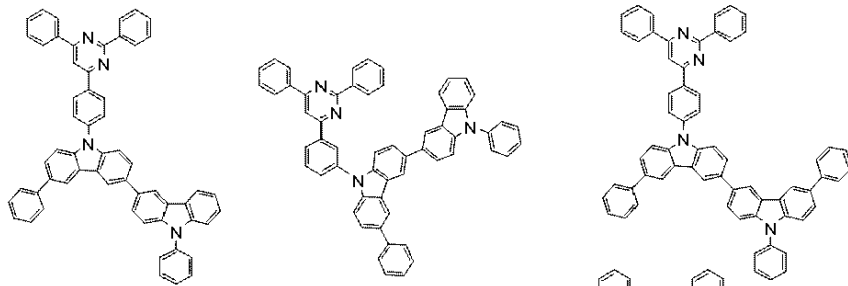


10

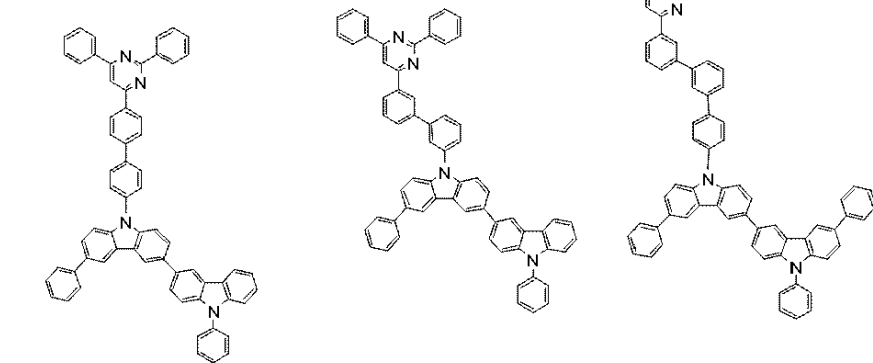


【0086】

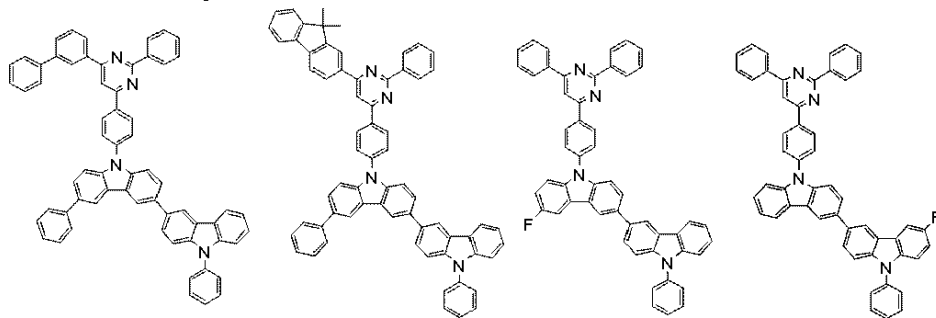
【化28】



20



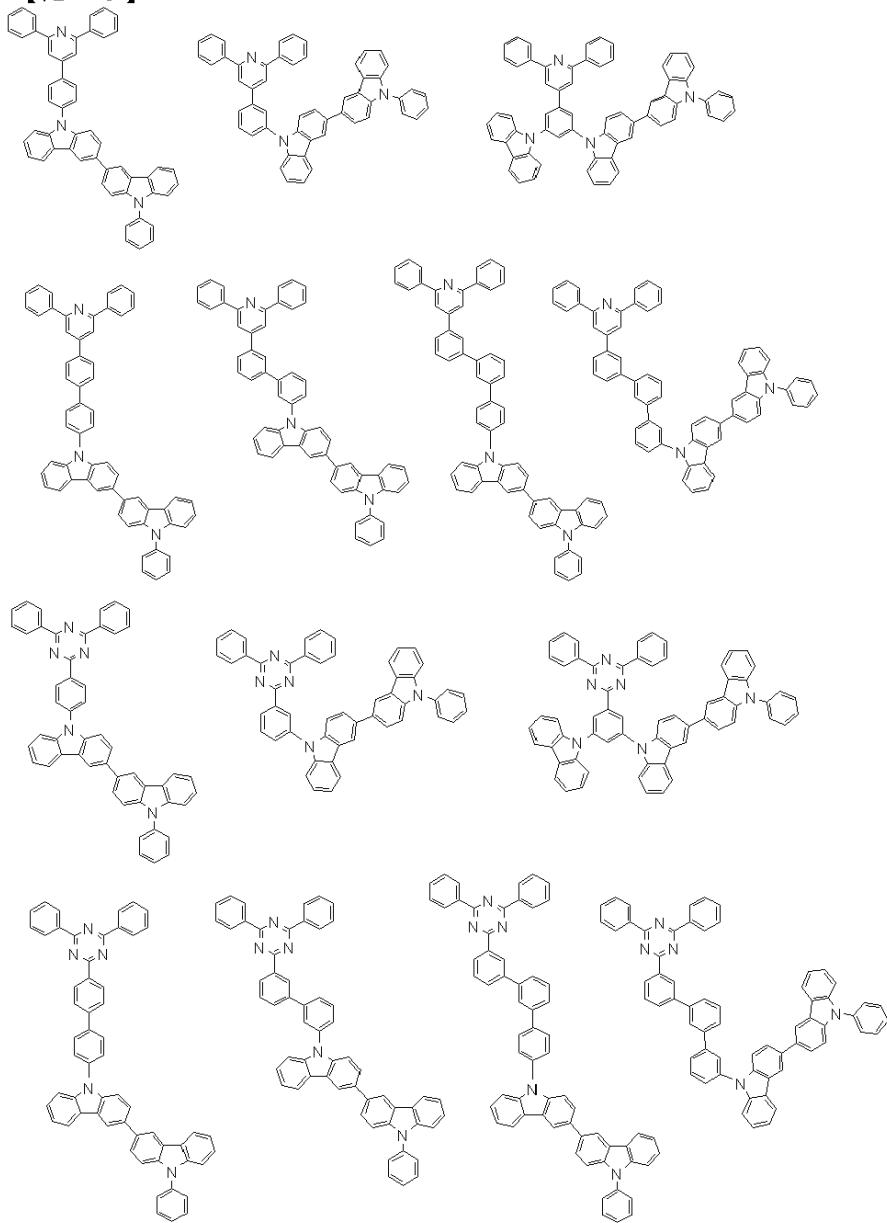
30



40

【0087】

【化 29】



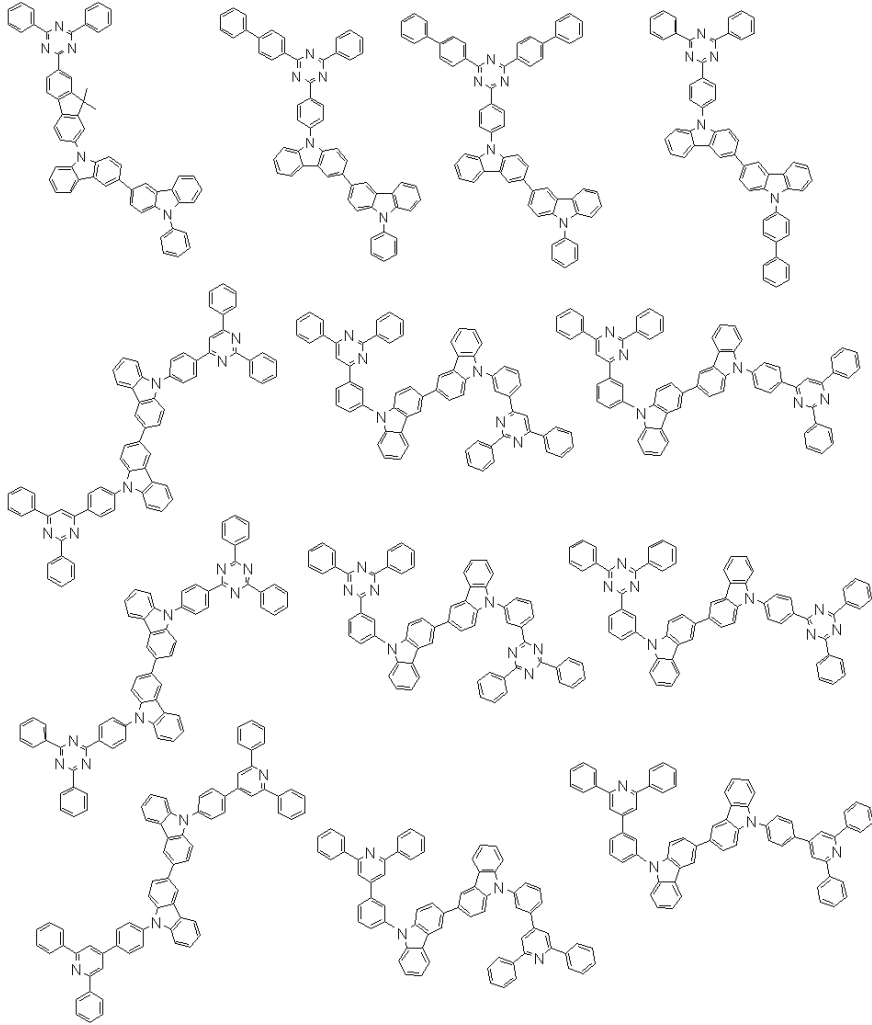
10

20

30

【0088】

【化30】



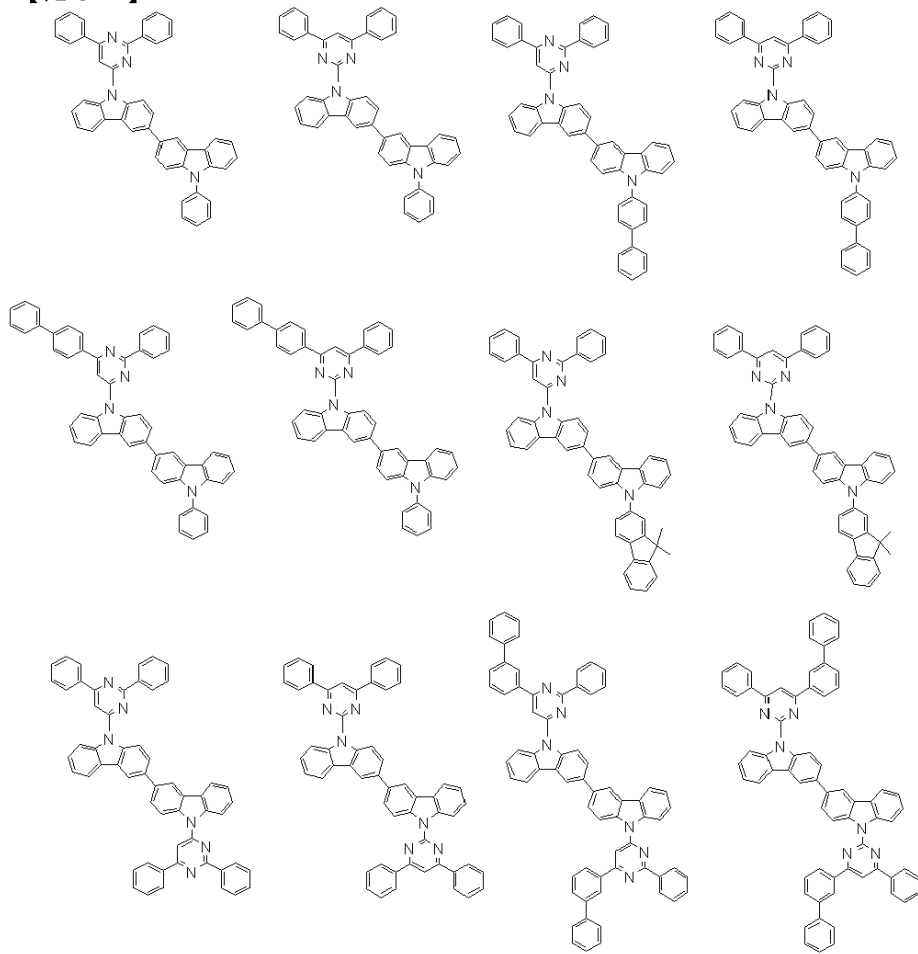
10

20

【0089】

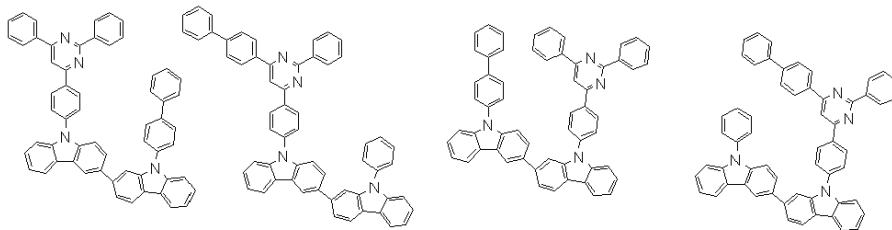
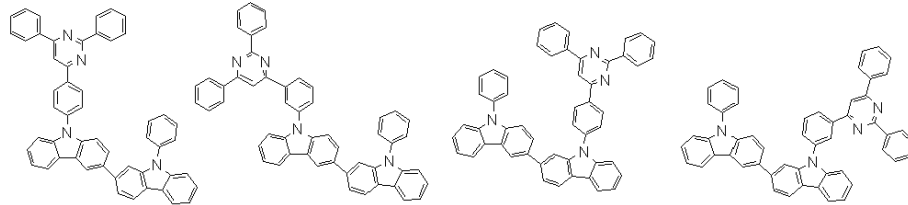
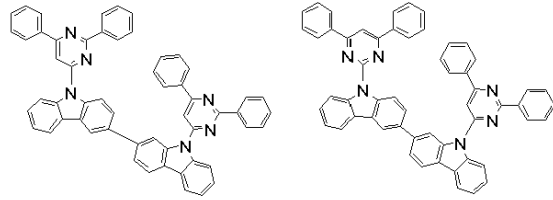
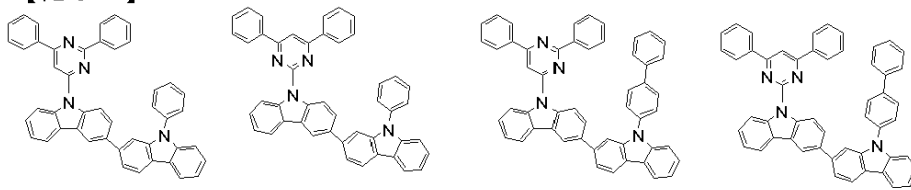
30

【化 3 1】



【0090】

【化32】

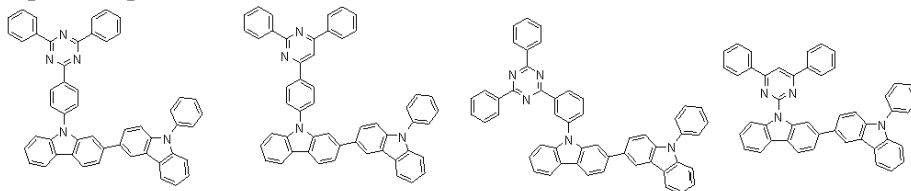


10

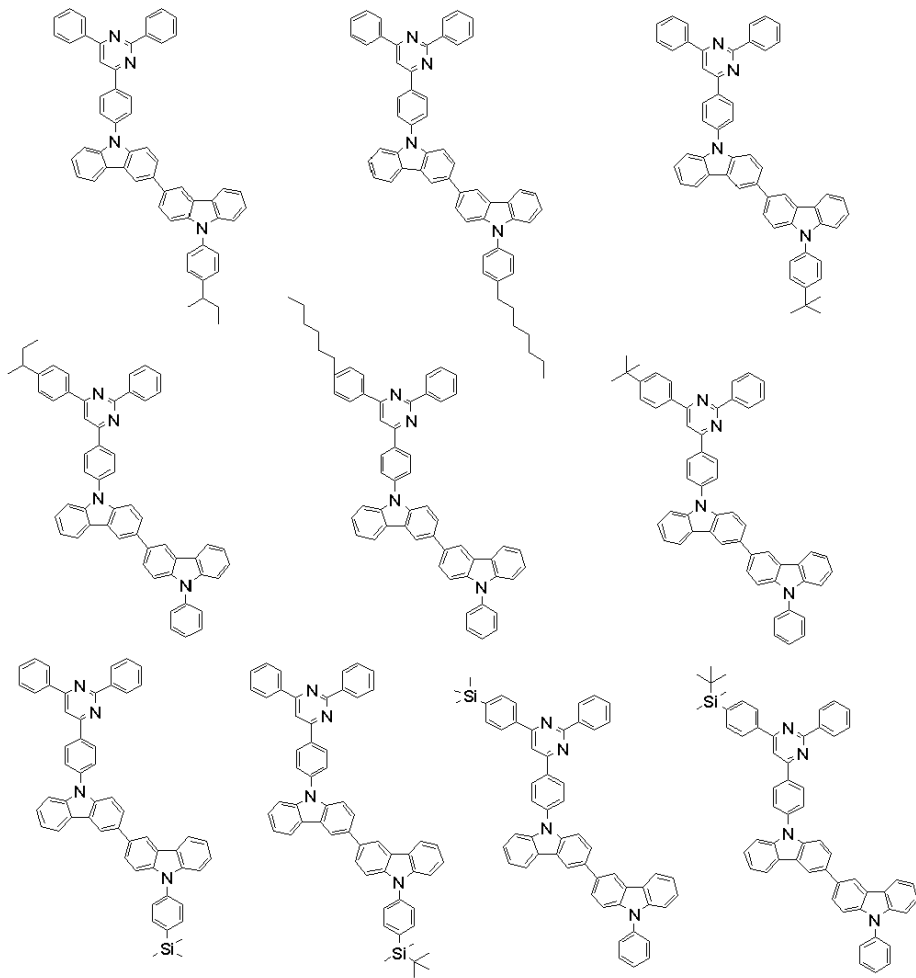
20

【0091】

【化33】

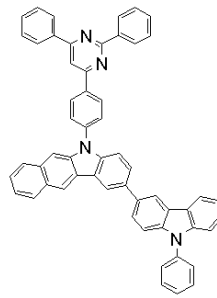
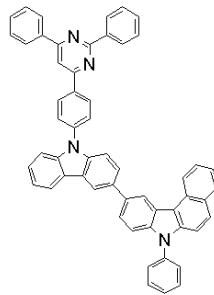
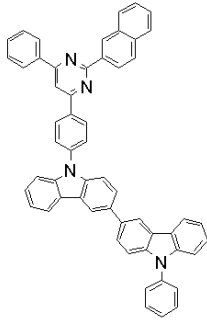
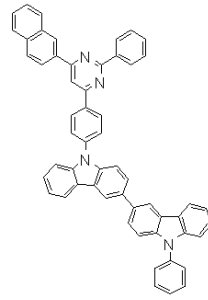
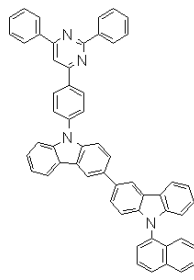
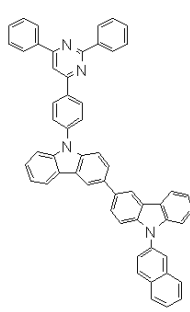
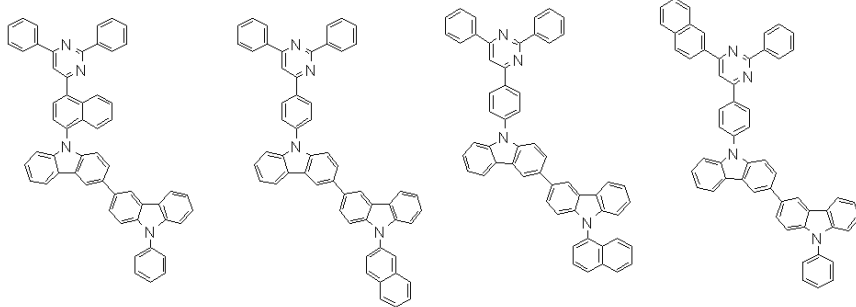


30

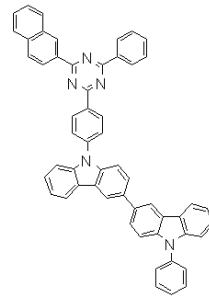
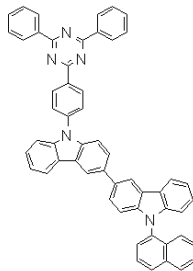
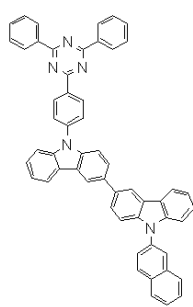
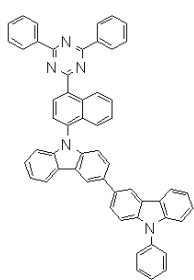


【0092】

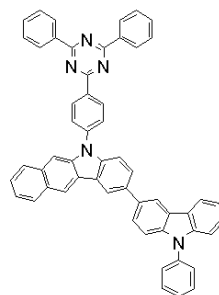
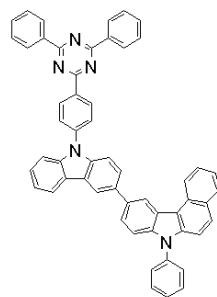
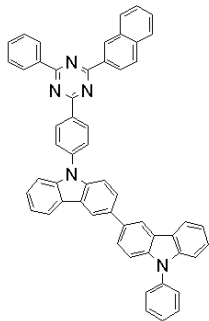
【化34】



10



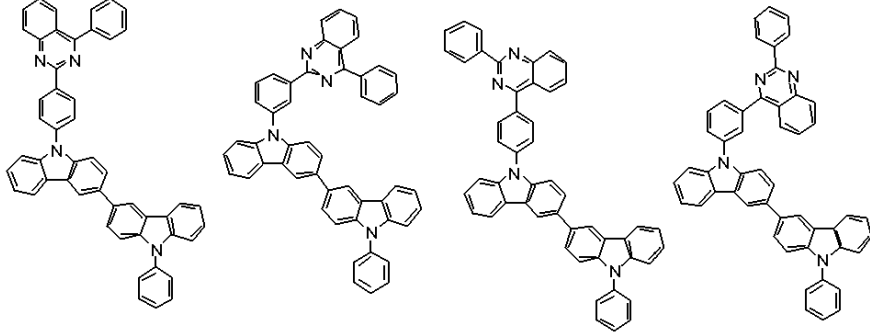
20



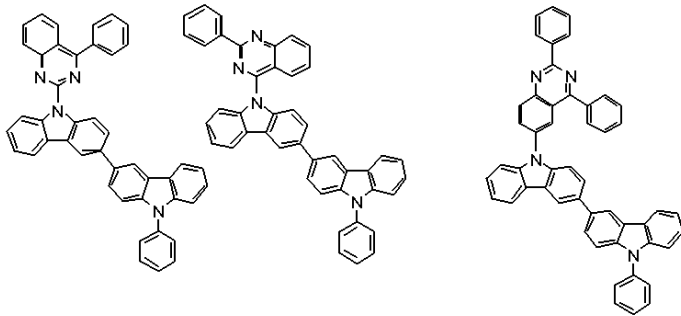
30

【0093】

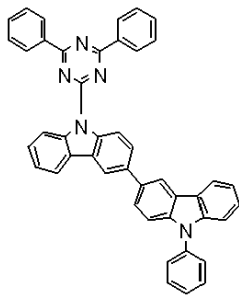
【化 3 5】



10



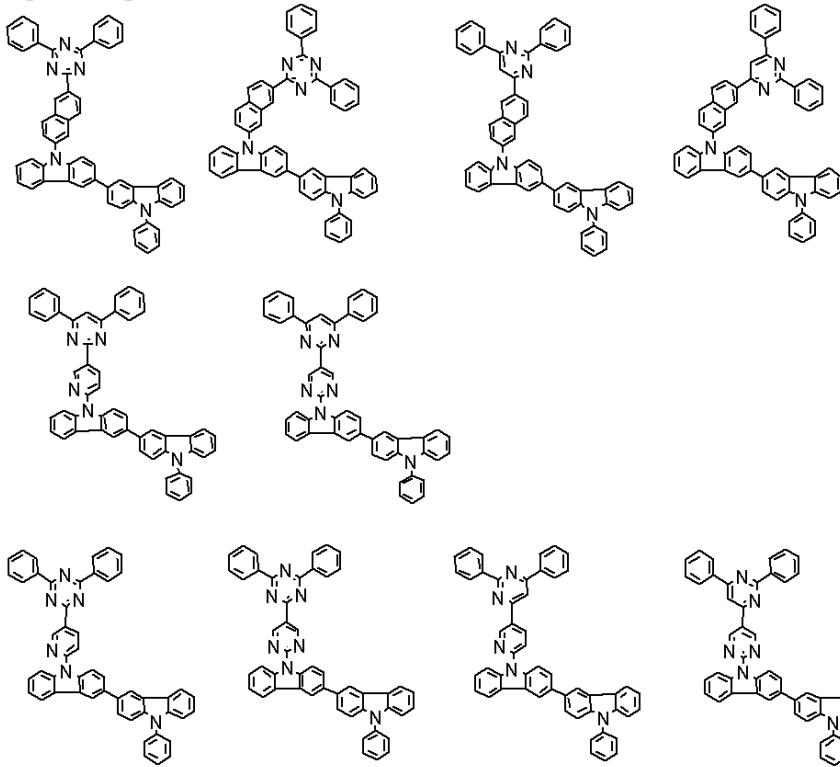
20



【0 0 9 4】

30

【化36】

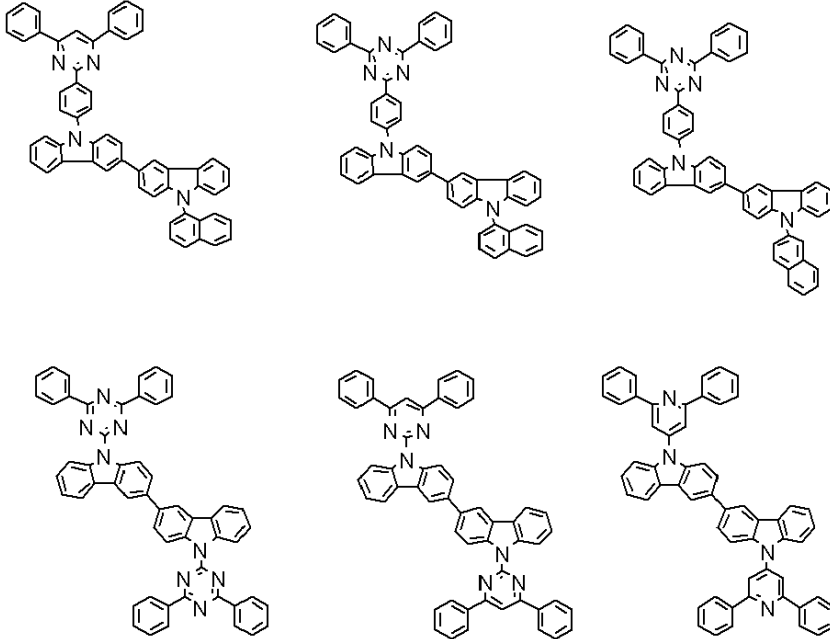


10

20

【0095】

【化37】

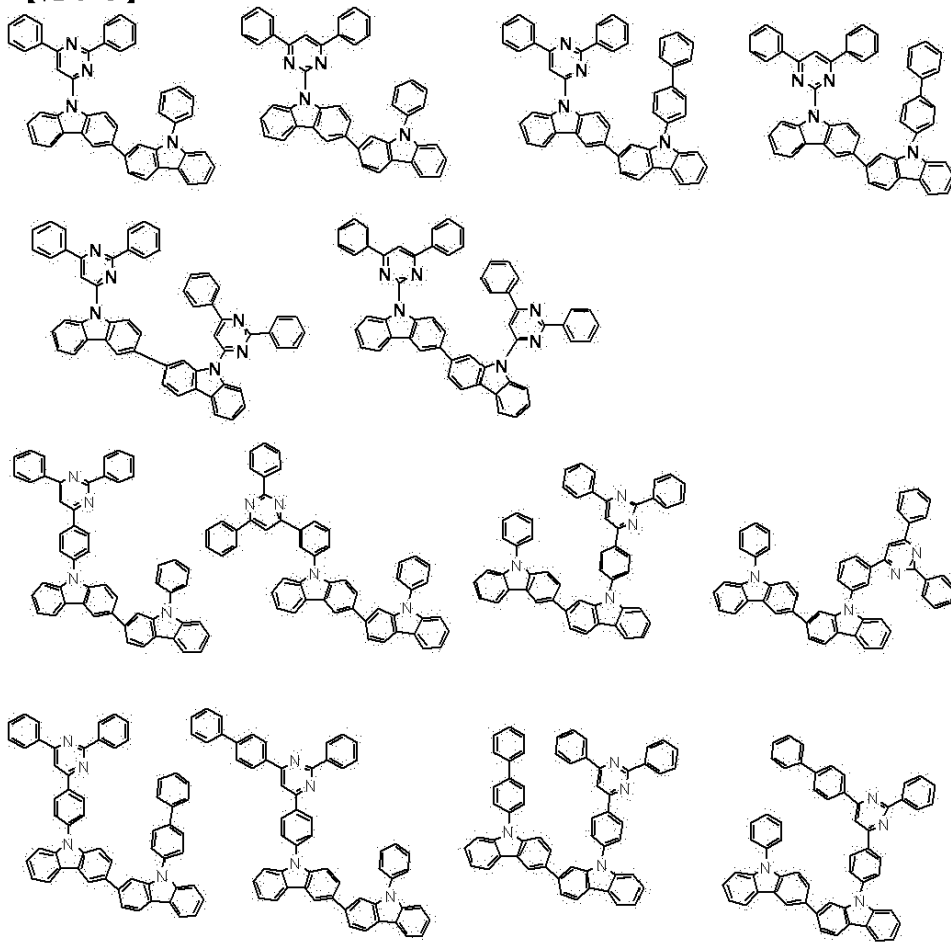


30

40

【0096】

【化 3 8】



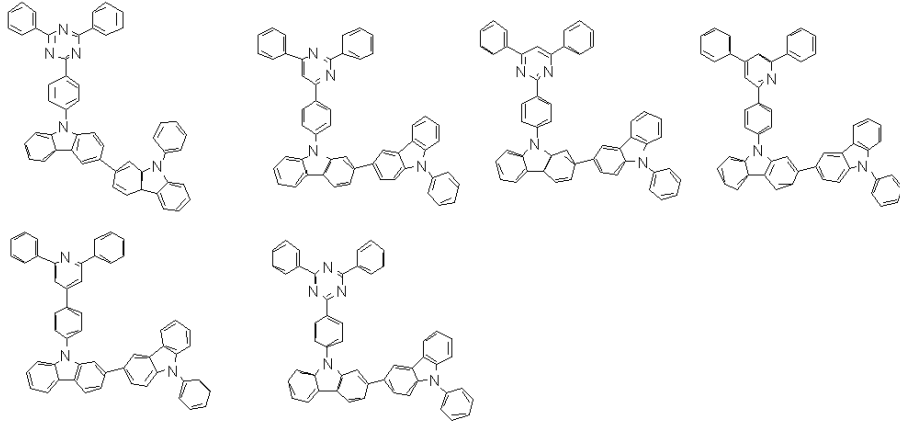
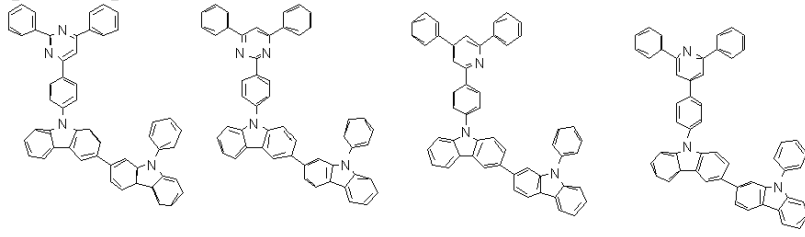
10

20

【0 0 9 7】

30

【化39】

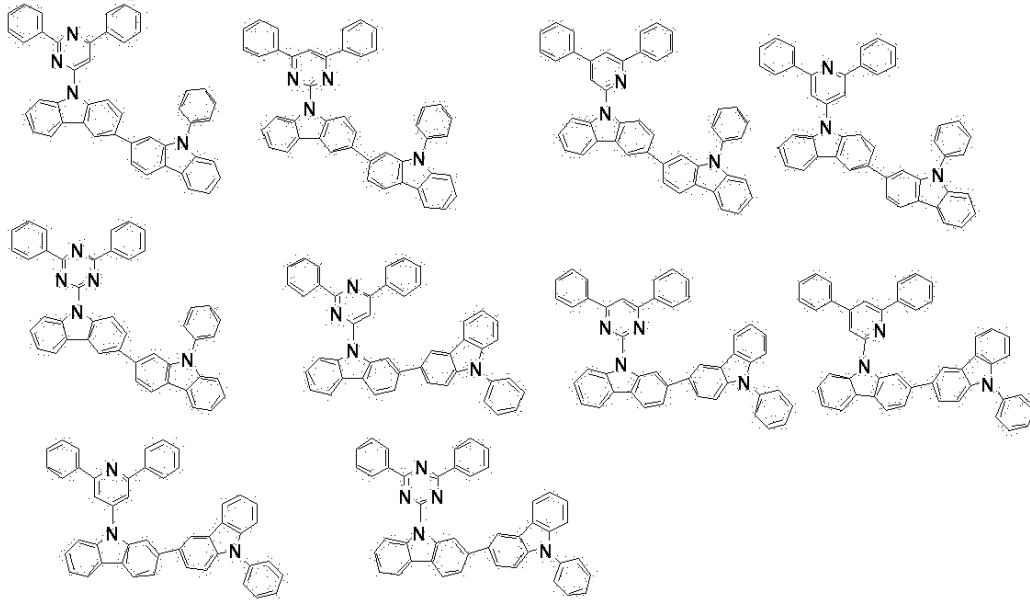


10

20

【0098】

【化40】

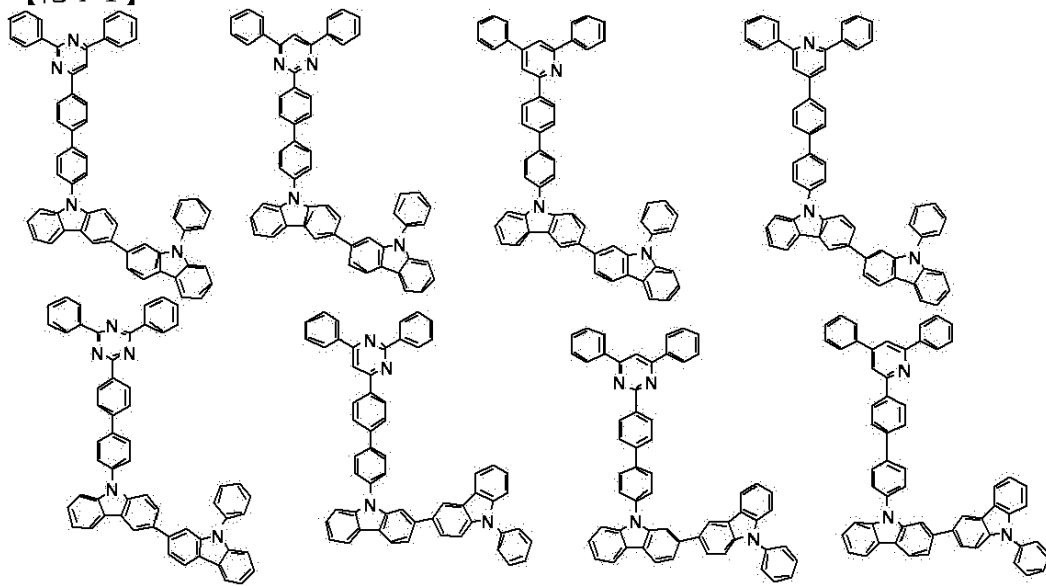


30

40

【0099】

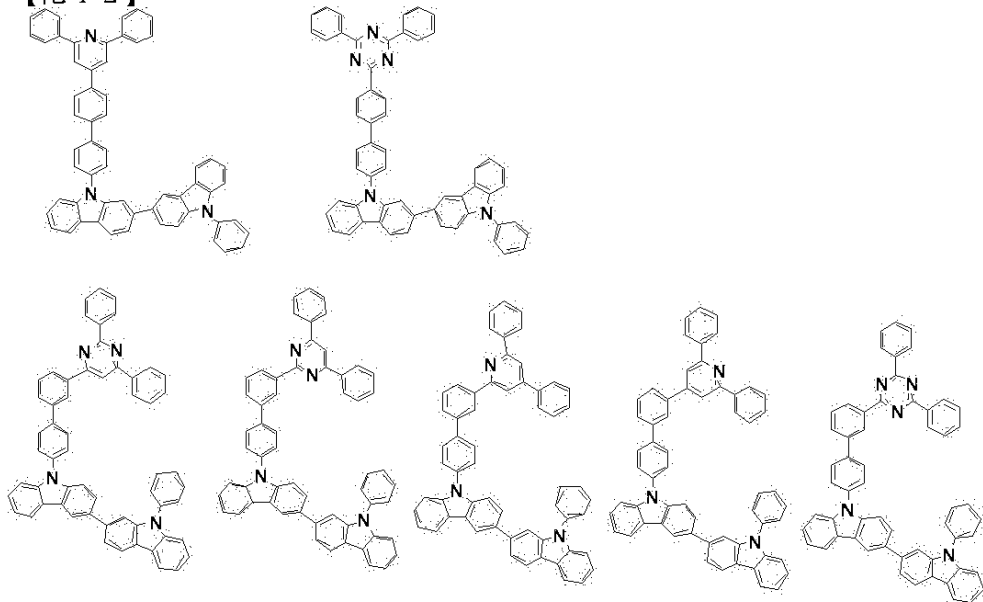
【化 4 1】



10

【 0 1 0 0】

【化 4 2】

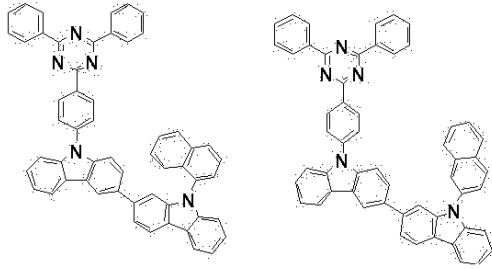
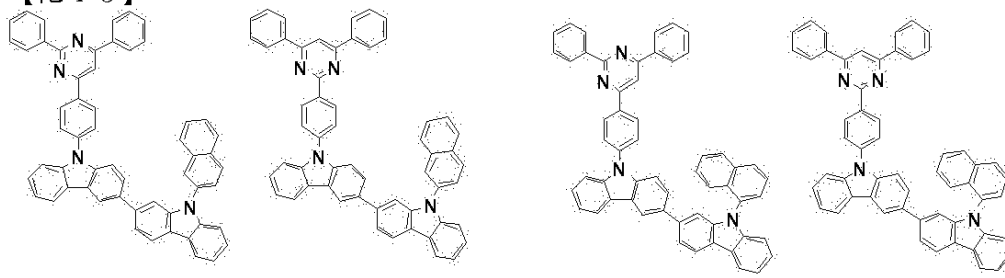


20

30

【 0 1 0 1】

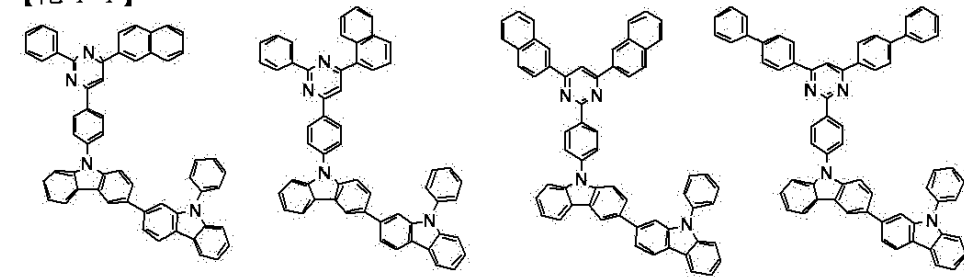
【化 4 3】



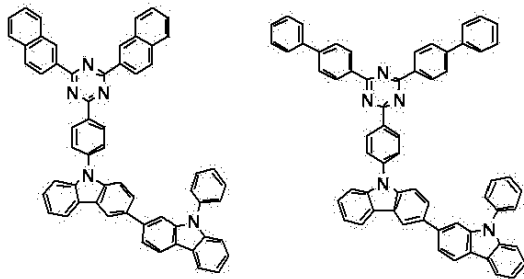
10

【 0 1 0 2】

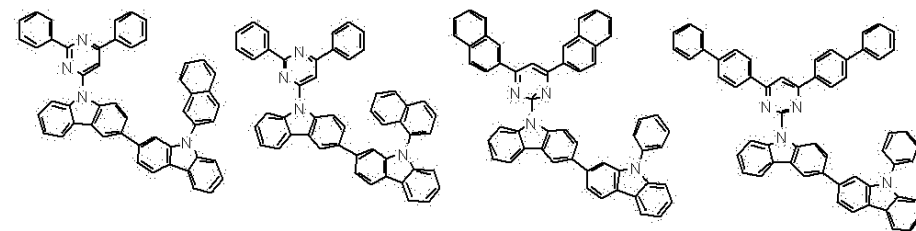
【化 4 4】



20



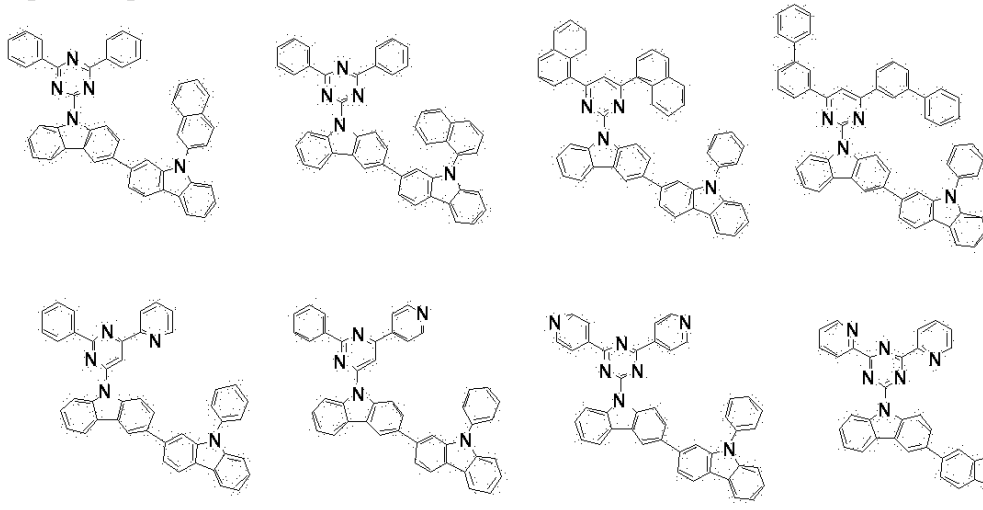
30



40

【 0 1 0 3】

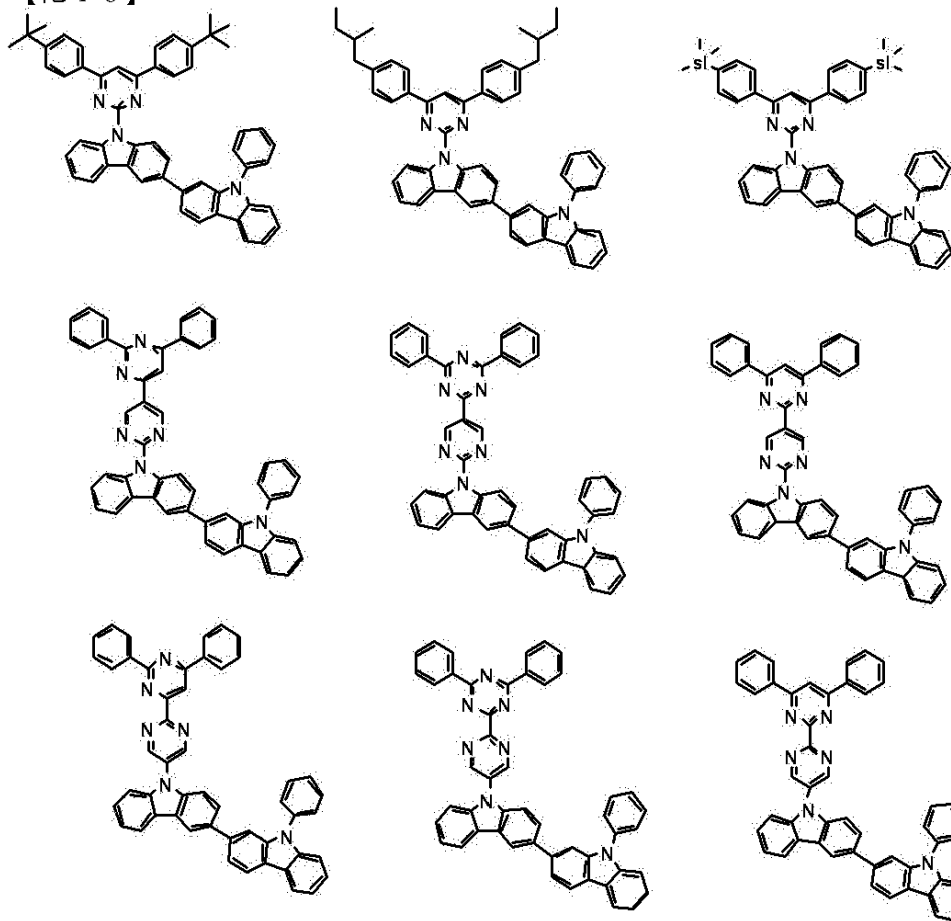
【化 4 5】



10

【0 1 0 4】

【化 4 6】



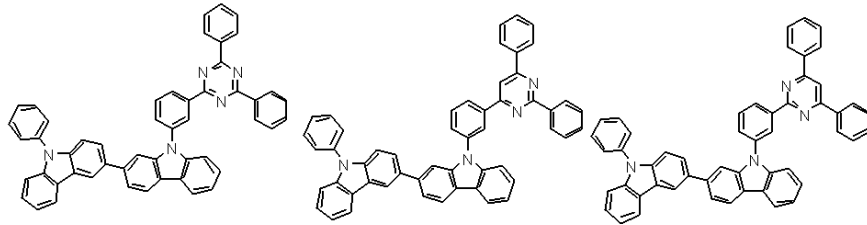
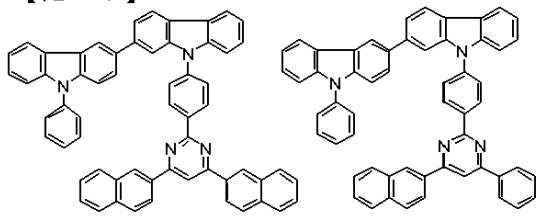
20

30

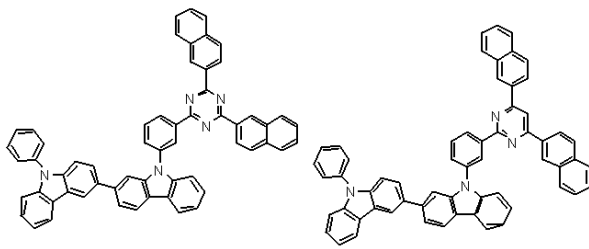
40

【0 1 0 5】

【化 4 7】



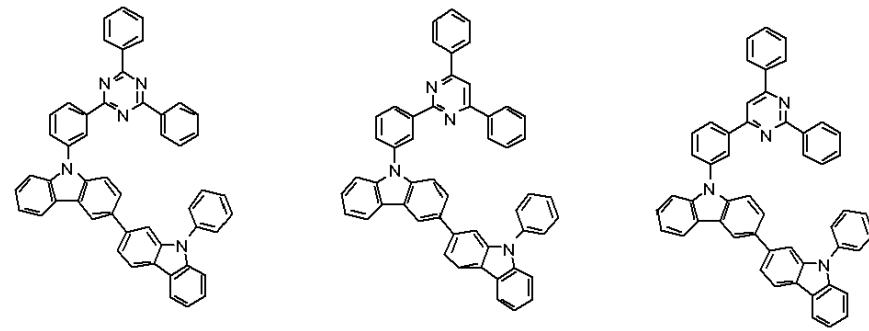
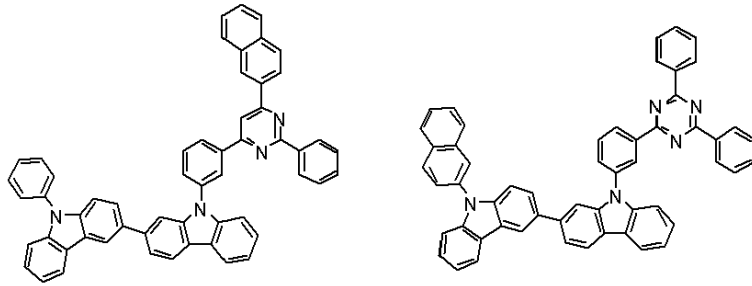
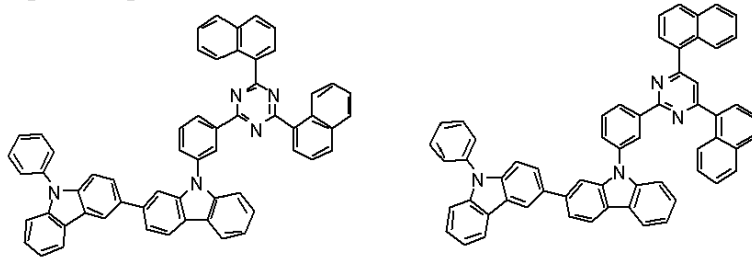
10



20

【0 1 0 6】

【化48】

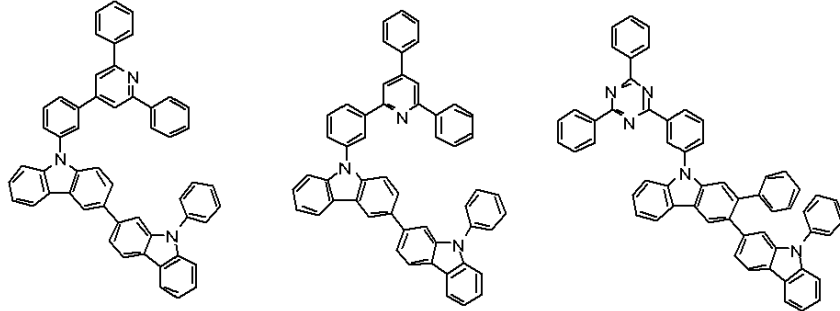


10

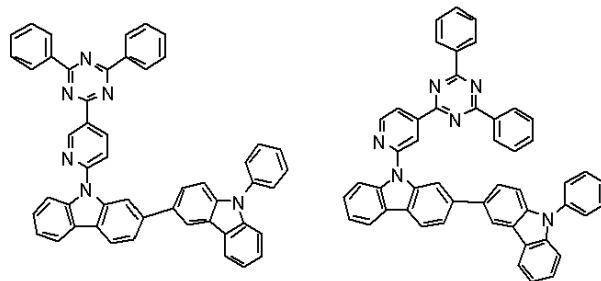
20

【0107】

【化49】



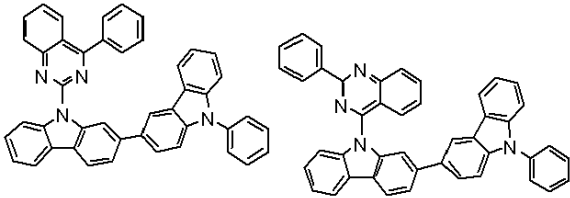
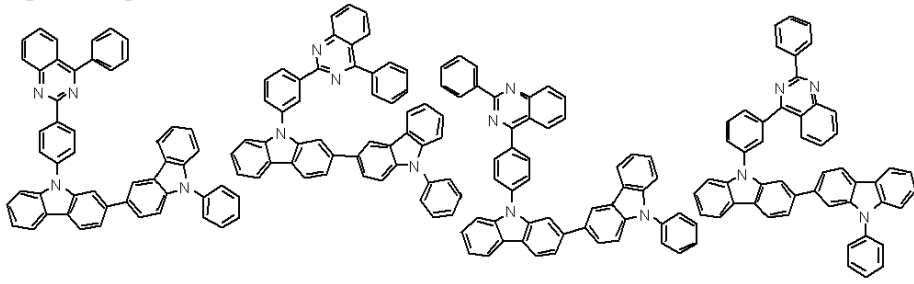
30



40

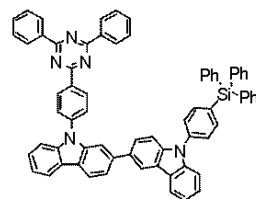
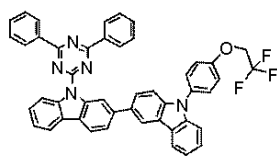
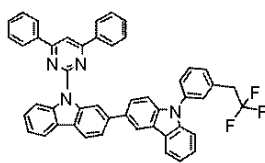
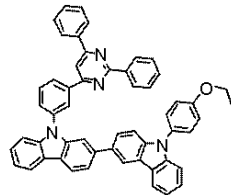
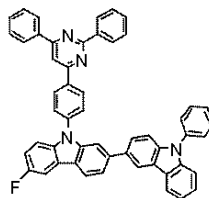
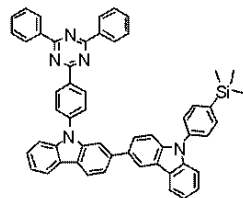
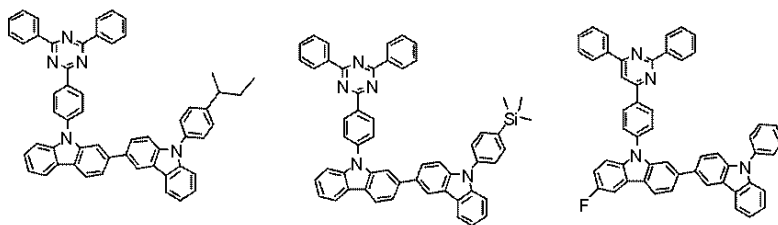
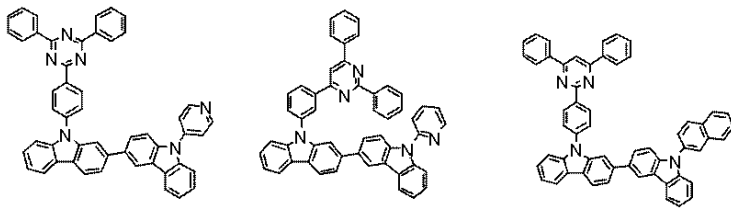
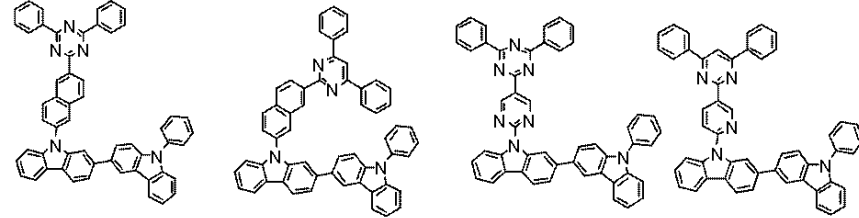
【0108】

【化50】



【0109】

【化51】



【0110】

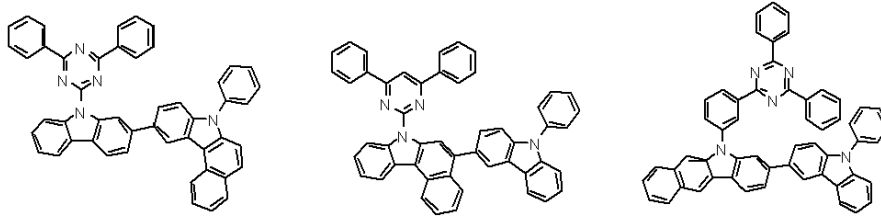
10

20

30

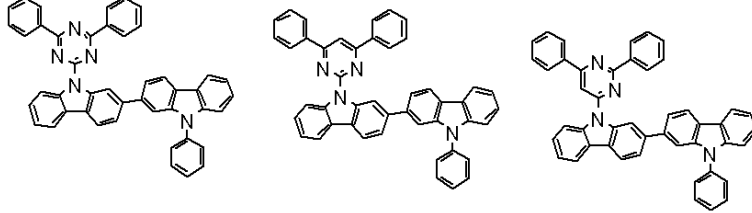
40

【化5 2】



【0 1 1 1】

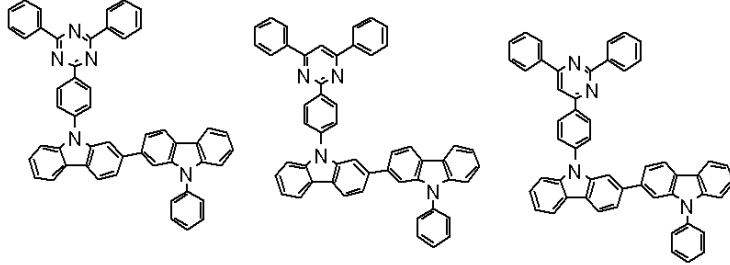
【化5 3】



10

【0 1 1 2】

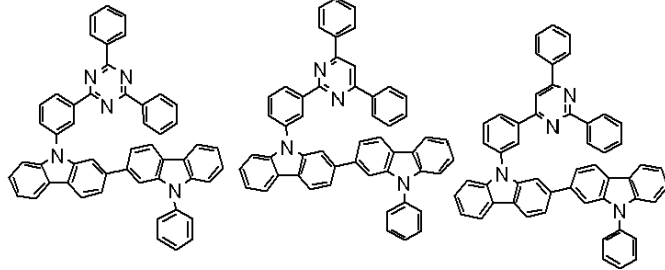
【化5 4】



20

【0 1 1 3】

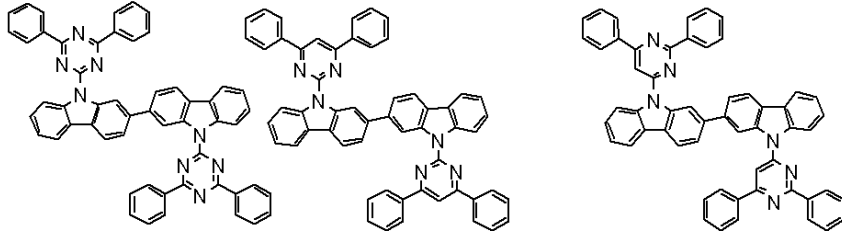
【化5 5】



30

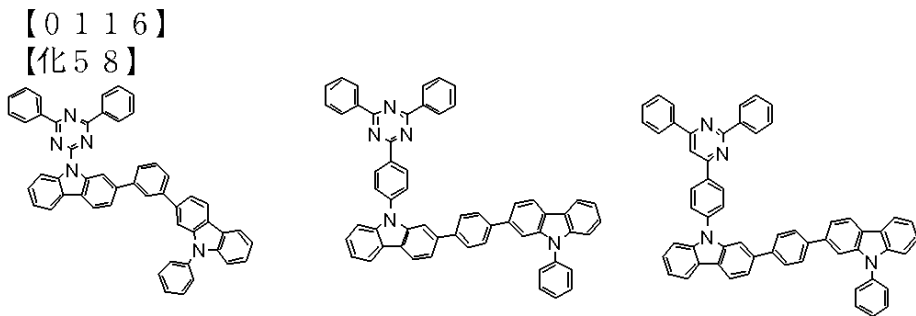
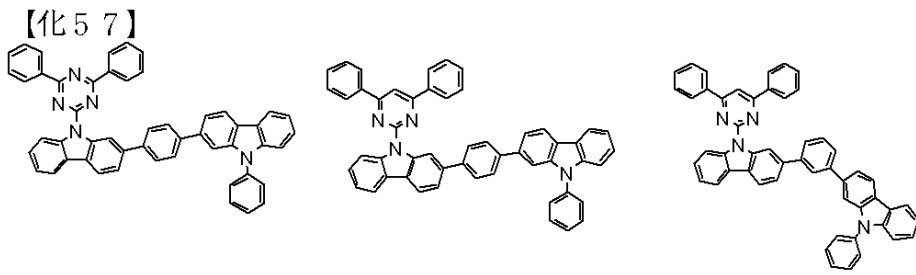
【0 1 1 4】

【化5 6】

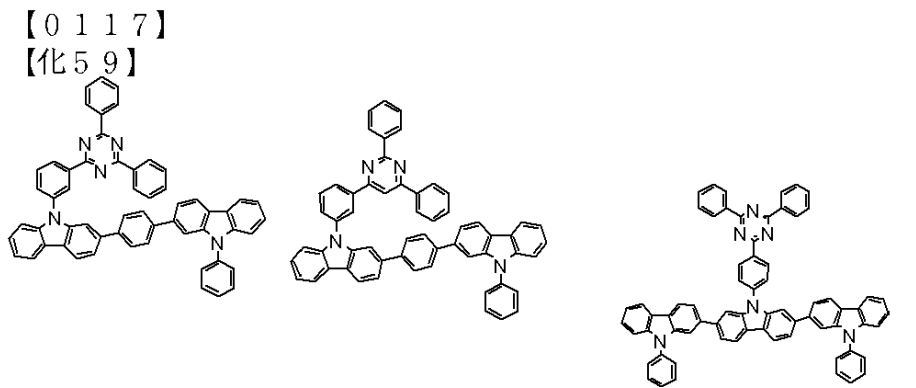


40

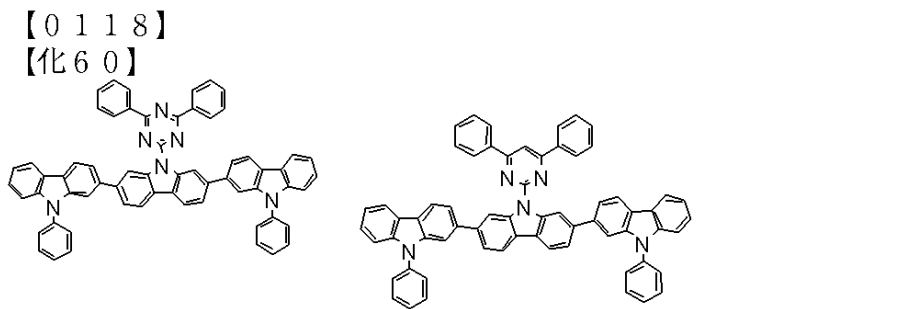
【0 1 1 5】



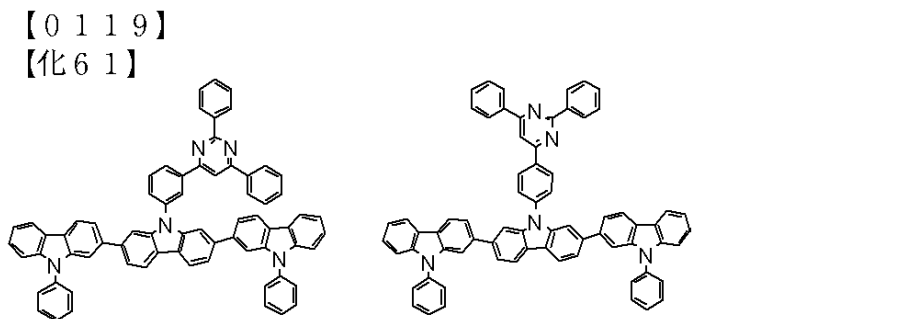
10



20



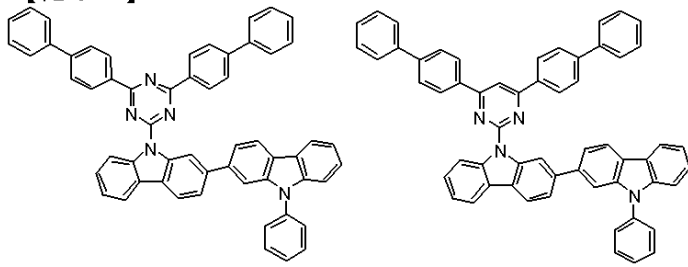
30



40

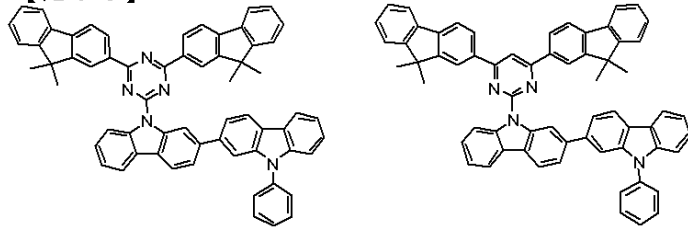
【0120】

【化62】



【0121】

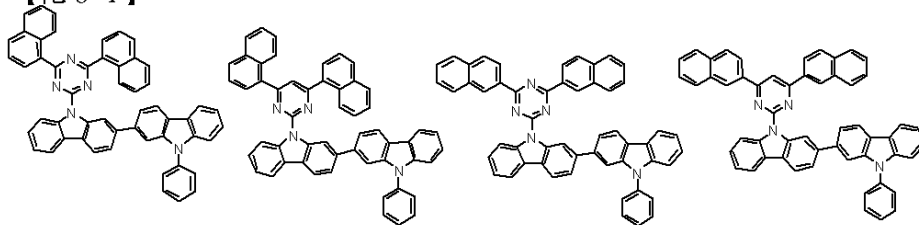
【化63】



10

【0122】

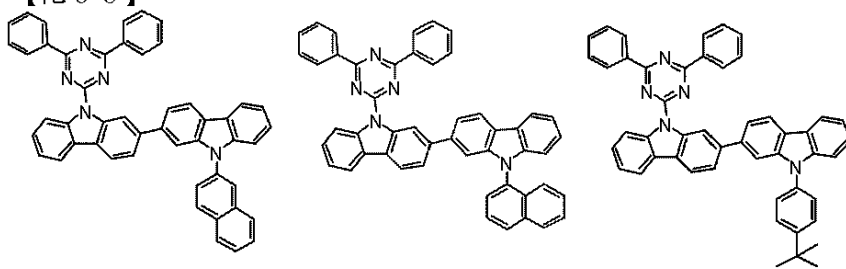
【化64】



20

【0123】

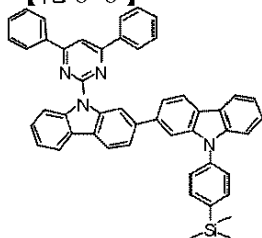
【化65】



30

【0124】

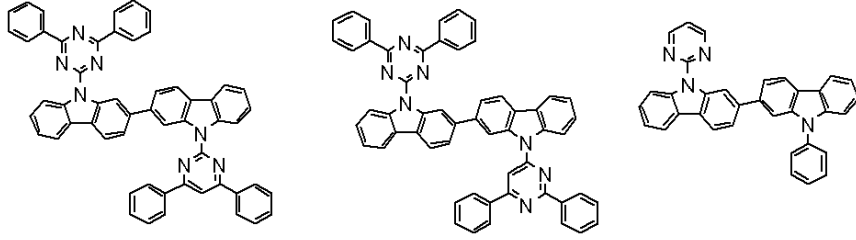
【化66】



40

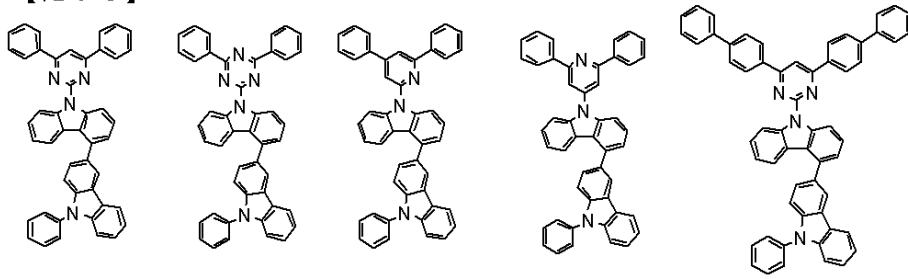
【0125】

【化67】



【0126】

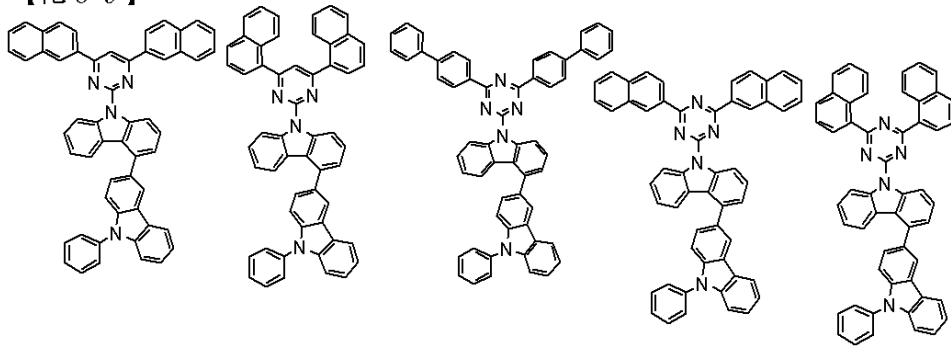
【化68】



10

【0127】

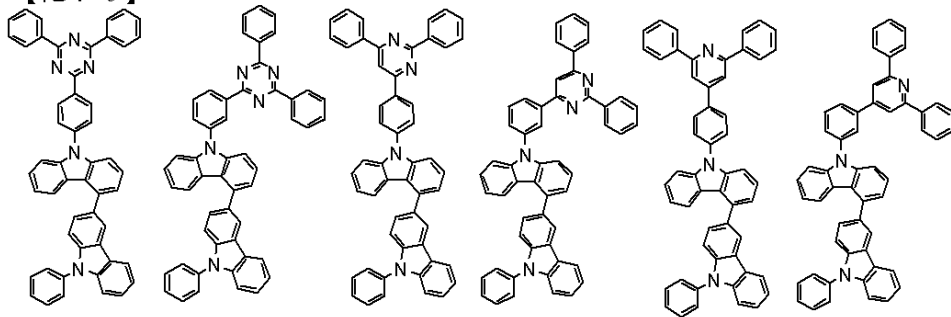
【化69】



20

【0128】

【化70】

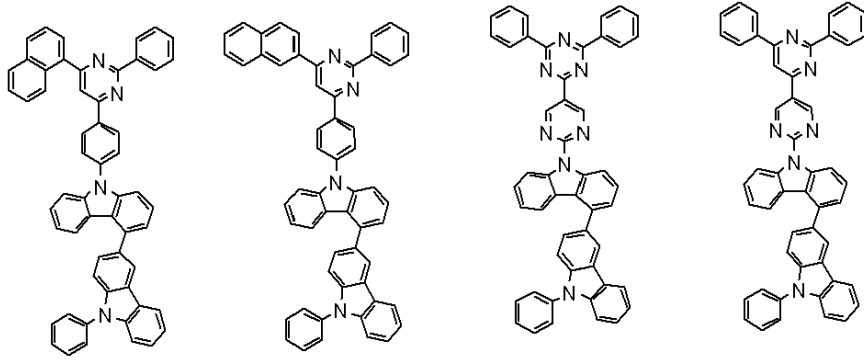


30

40

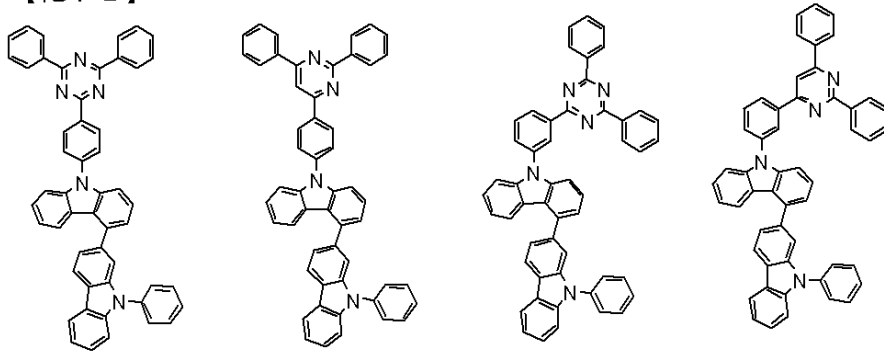
【0129】

【化7 1】



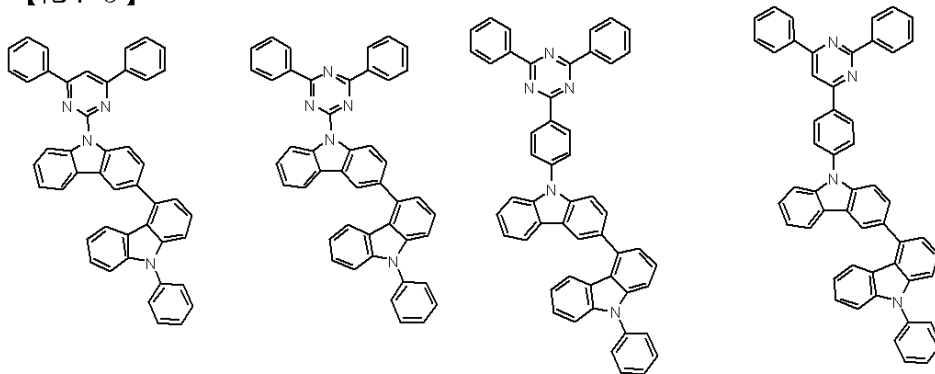
10

【0 1 3 0】  
【化7 2】



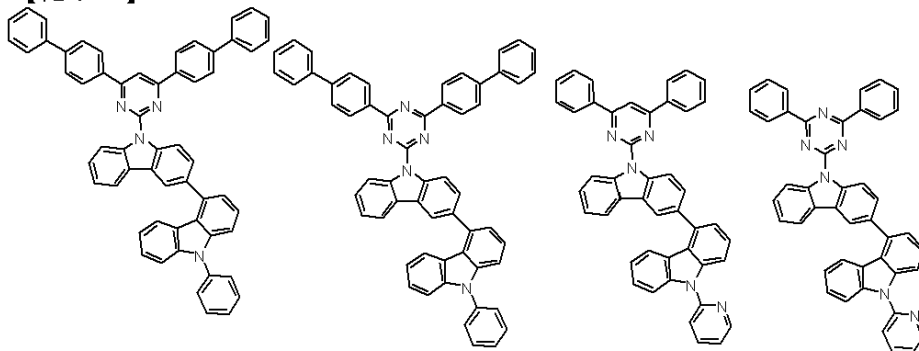
20

【0 1 3 1】  
【化7 3】



30

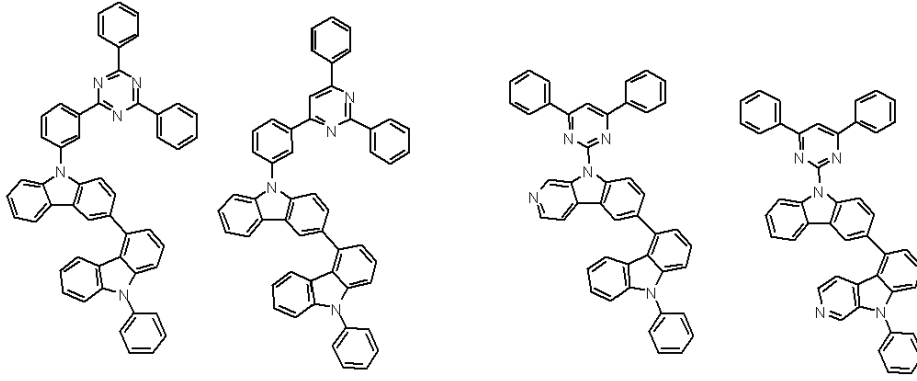
【0 1 3 2】  
【化7 4】



40

【0 1 3 3】

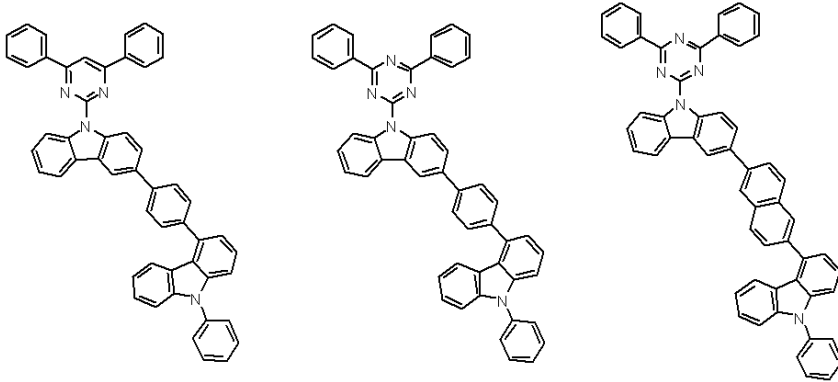
【化75】



10

【0134】

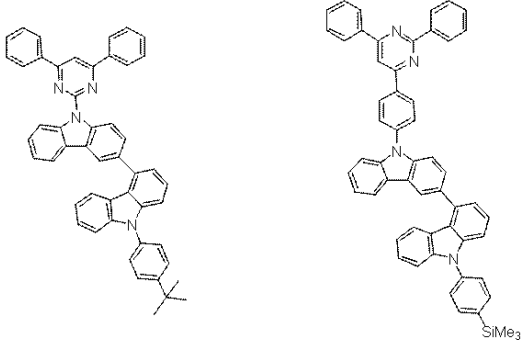
【化76】



20

【0135】

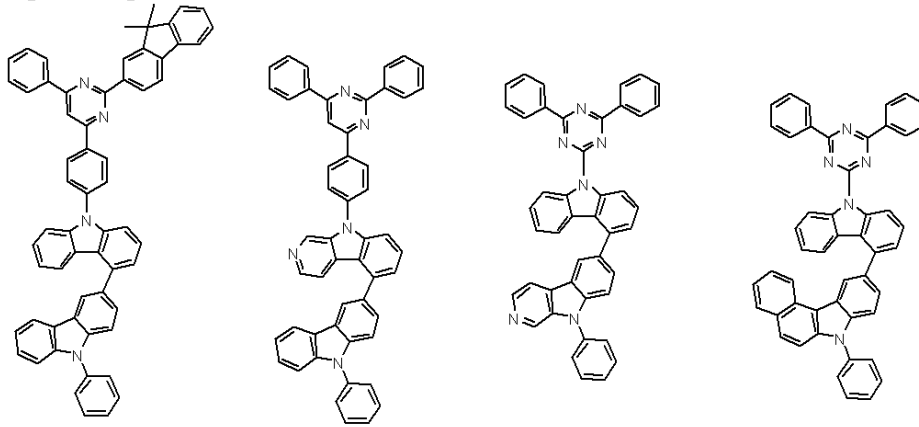
【化77】



30

【0136】

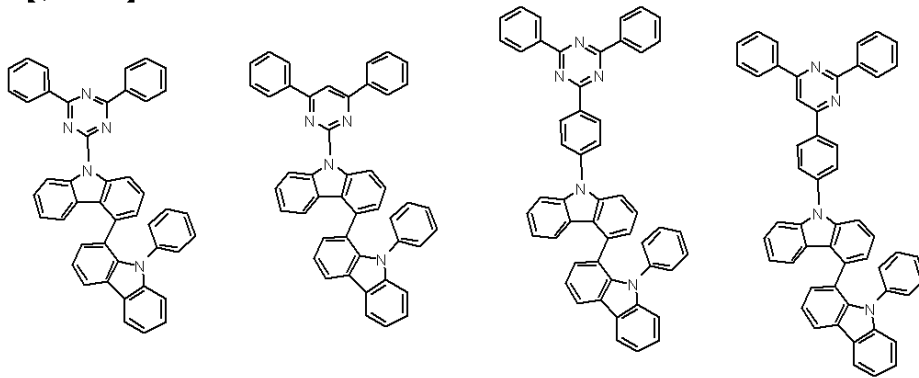
【化78】



10

【0137】

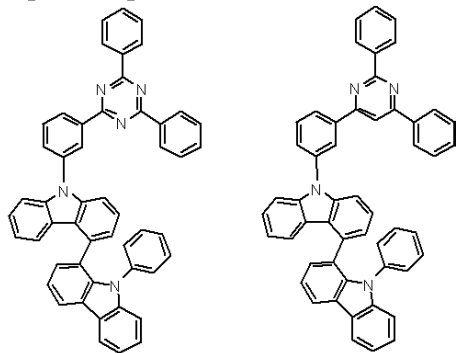
【化79】



20

【0138】

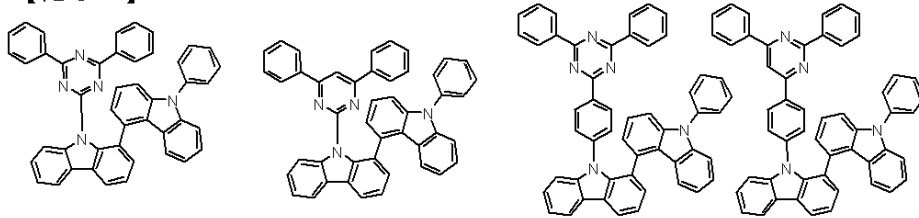
【化80】



30

【0139】

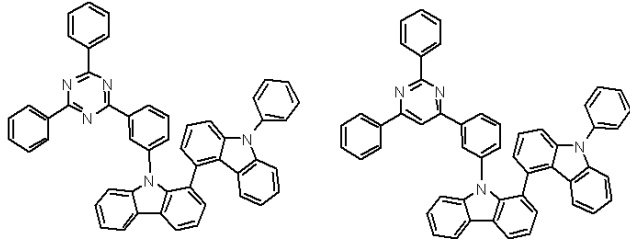
【化81】



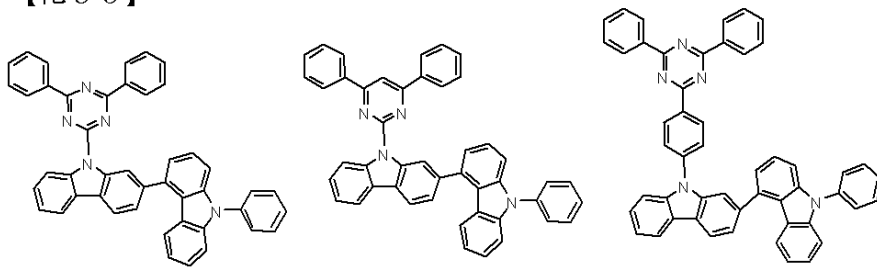
40

【0140】

【化 8 2】

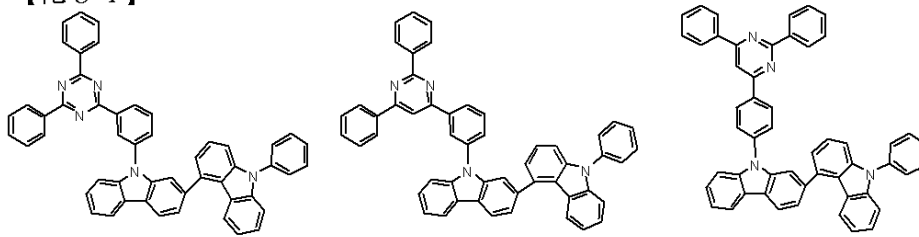


【0 1 4 1】  
【化 8 3】



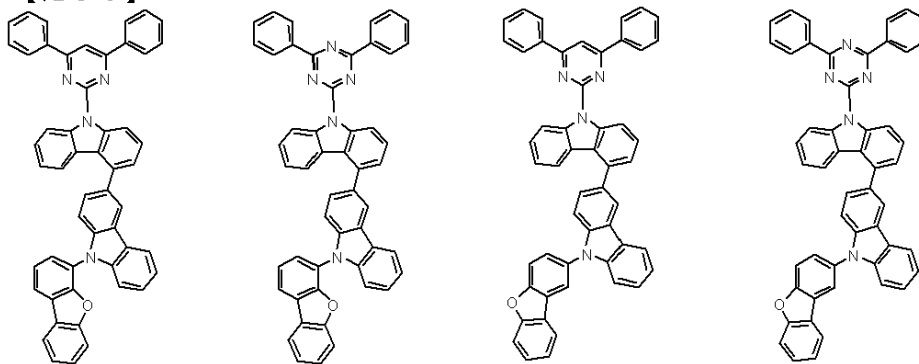
10

【0 1 4 2】  
【化 8 4】



20

【0 1 4 3】  
【化 8 5】

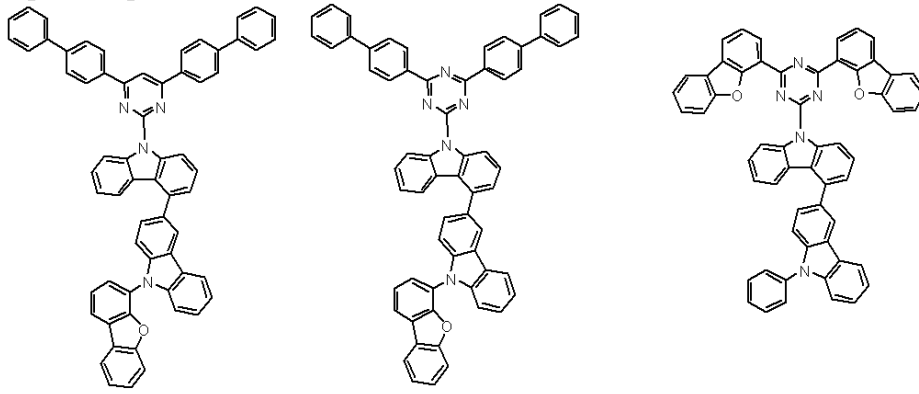


30

【0 1 4 4】

40

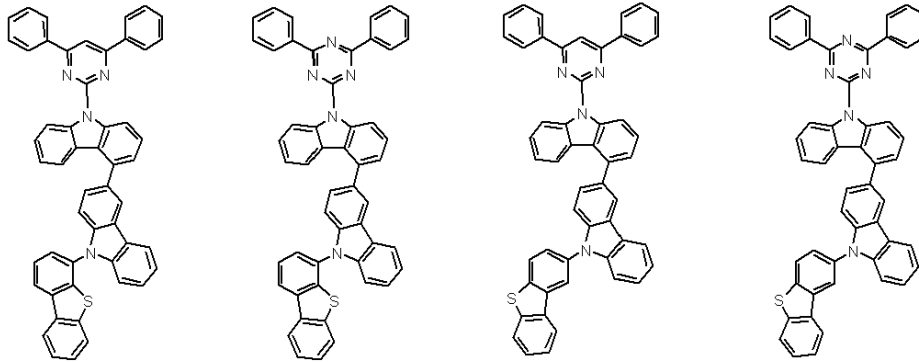
【化86】



10

【0145】

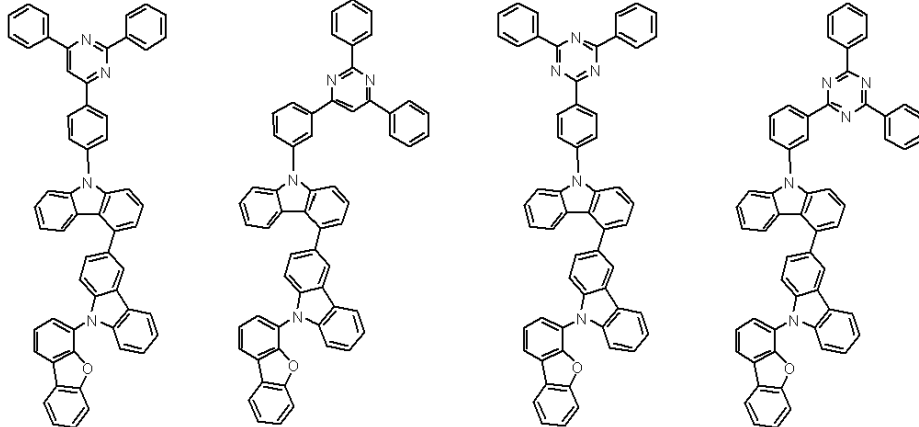
【化87】



20

【0146】

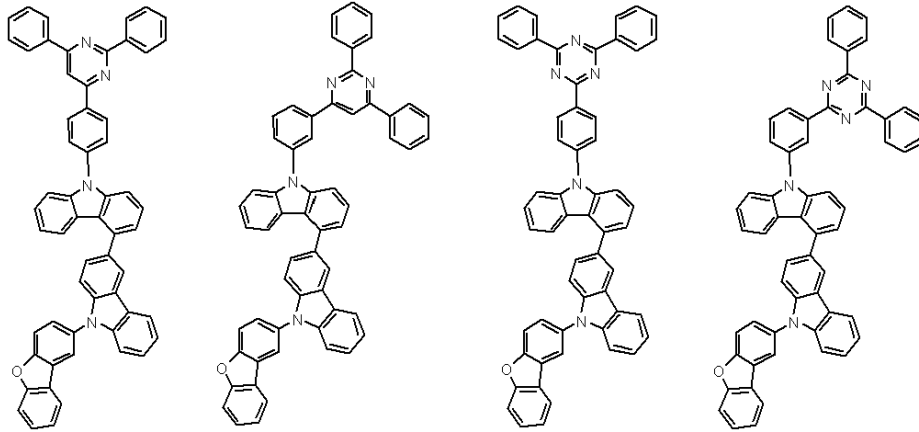
【化88】



30

【0147】

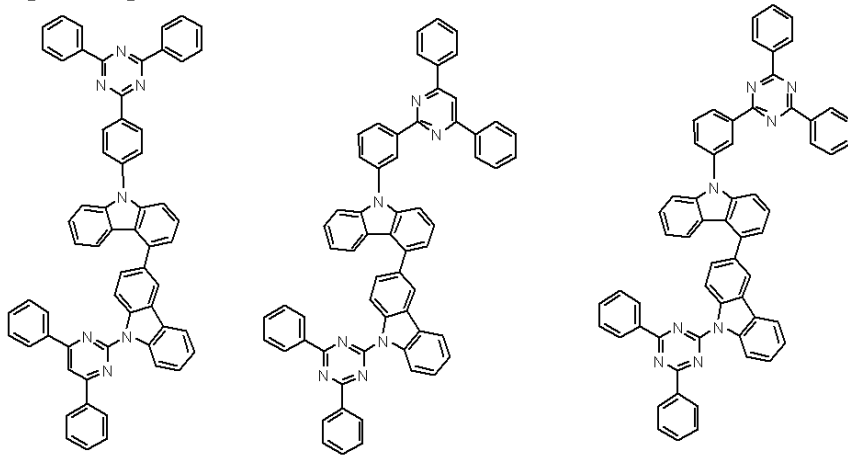
【化89】



10

【0148】

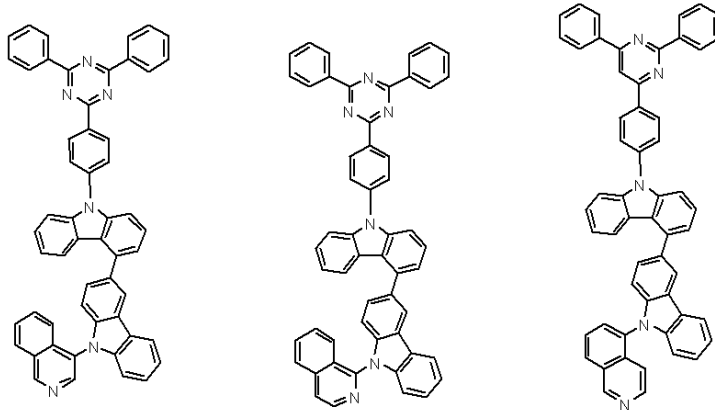
【化90】



20

【0149】

【化91】

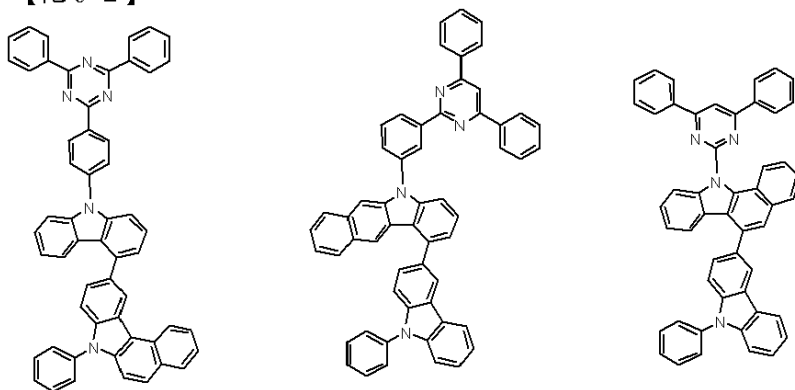


30

【0150】

40

## 【化92】



10

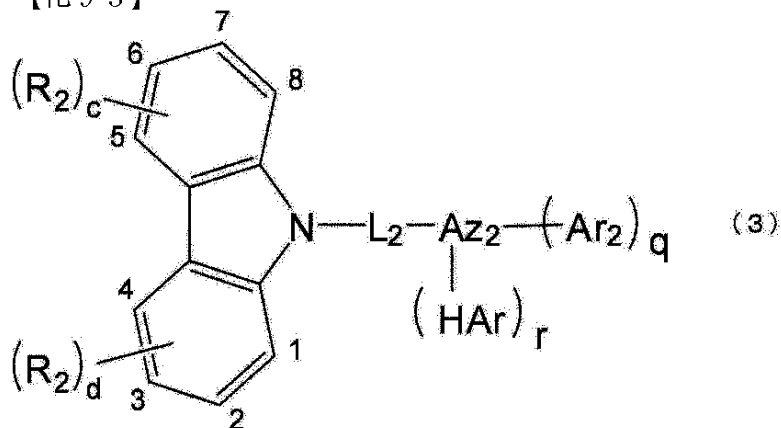
## 【0151】

(第二ホスト材料)

本発明の有機EL素子に用いられる第二ホスト材料としては、下記一般式(2)で表される化合物が用いられる。

## 【0152】

## 【化93】



20

30

## 【0153】

前記一般式(3)において、

R<sub>2</sub>は、それぞれ独立して、

水素原子、

ハロゲン原子、

シアノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリール基、

置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数2~30のアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数2~30のアルキニル基、

置換もしくは無置換の炭素数3~30のアルキルシリル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリールシリル基、

置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアラルキル基、または

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリールオキシ基である。

前記一般式(3)において、cおよびdは、それぞれ独立して、0以上4以下の整数であり、複数のR<sub>2</sub>は、互いに同一または異なる。

前記一般式(3)において、R<sub>2</sub>は、前記一般式(1)におけるR<sub>1</sub>と同義である。

## 【0154】

50

前記一般式 (3) において、 $q$  は、1 以上 4 以下の整数である。

前記一般式 (3) において、 $r$  は、0 または 1 である。

前記一般式 (3) において、 $1 \leq q + r \leq 4$  である。

【0155】

前記一般式 (3) において、 $L_2$  は、

単結合または連結基であり、連結基としては、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、

環形成炭素数 5 ~ 30 の環状炭化水素基、または、

これらが互いに結合した基を表す。

10

この連結基としての  $L_2$  は、前記一般式 (1) における連結基としての  $L_1$  と同義である。

【0156】

前記一般式 (3) において、 $Ar_2$  は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 5 ~ 30 の複素環基、または、

これらが互いに結合した基を表す。

この  $Ar_2$  は、前記一般式 (1) における  $Ar_1$  と同義である。

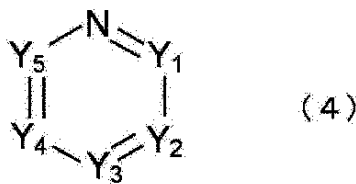
【0157】

前記一般式 (3) において、 $Az_2$  は、下記一般式 (4) で表される基である。

20

【0158】

【化94】



【0159】

前記一般式 (4) において、 $Y_1 \sim Y_5$  のうちいずれか 1 つは、 $L_2$  と結合する。

30

前記一般式 (4) において、 $Y_1 \sim Y_5$  のうち  $L_2$  と結合しない他の 4 つについては、

当該 4 つのうち  $q$  個は、 $Ar_2$  と結合する炭素原子を表し、

当該 4 つのうち  $r$  個は、 $HA_r$  と結合する炭素原子を表し、

当該 4 つのうち  $(4 - q - r)$  個は、それぞれ独立に、 $CR_3$  または窒素原子を表す。ここで、 $CR_3$  は、炭素原子 (C) に、 $R_3$  が結合したものである。

前記一般式 (4) において、 $R_3$  は、前記一般式 (3) における  $R_2$  と同義である。

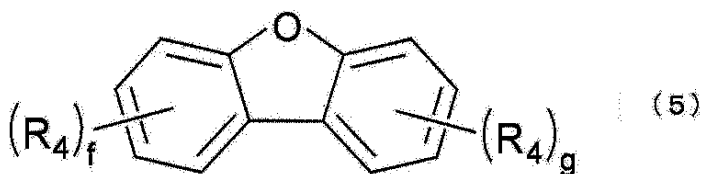
【0160】

前記一般式 (4) において、 $HA_r$  は、下記一般式 (5) から一般式 (7) までのいずれか 1 つである。

【0161】

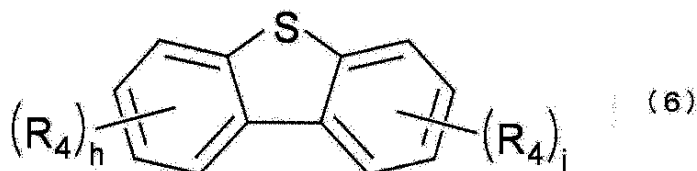
40

【化95】



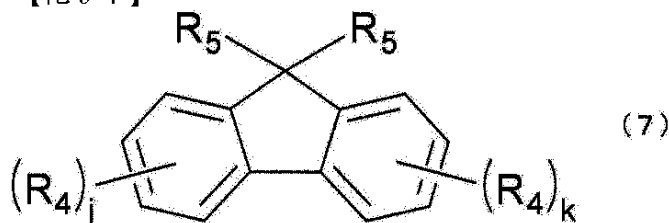
【0162】

【化96】



【0163】

【化97】



10

【0164】

前記一般式 (5) において、f および g は、4 であり、

前記一般式 (6) において、h および i は、4 であり、

前記一般式 (7) において、j および k は、4 である。

20

前記一般式 (5)、一般式 (6) および一般式 (7) のそれぞれにおいて、複数の  $R_4$  は、互いに同一または異なり、複数の  $R_4$  のうちいずれか一つは、 $Az_2$  と結合する単結合である。前記一般式 (5)、一般式 (6) および一般式 (7) のそれぞれにおいて、 $R_4$  は、前記一般式 (3) における  $R_2$  と同義である。

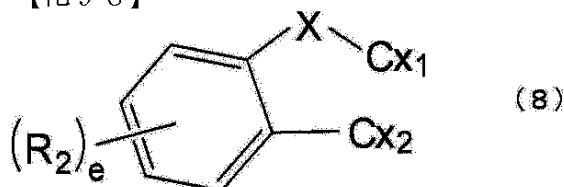
前記一般式 (7) において、2つの  $R_5$  は、互いに同一または異なり、前記一般式 (3) における  $R_2$  と同義である。

【0165】

前記一般式 (3) において  $R_2$  が結合するカルバゾール環に対して、下記一般式 (8) で表される部分構造が結合する。

【0166】

【化98】



30

【0167】

前記一般式 (8) で表される部分構造において、 $Cx_1$  および  $Cx_2$  は、前記一般式 (3) において  $R_2$  が結合する前記カルバゾール環に対し当該一般式 (8) で表される部分構造が結合する 1 位から 8 位までの炭素原子のいずれか隣接する 2 つを表す。

40

このように、前記一般式 (3) において  $R_2$  が結合するカルバゾール環に対して、前記一般式 (8) で表される部分構造が結合する態様について、次のように具体的に説明する。

$Cx_1$  が当該カルバゾール環の 1 位の炭素原子である場合、 $Cx_2$  が、当該カルバゾール環の 2 位の炭素原子となり、前記一般式 (3) は、下記一般式 (3-1) で表される。

$Cx_1$  が当該カルバゾール環の 2 位の炭素原子である場合、 $Cx_2$  が、当該カルバゾール環の 1 位の炭素原子または 3 位の炭素原子となり、前記一般式 (3) は、前者の場合、下記一般式 (3-2) で表され、後者の場合、下記一般式 (3-3) で表される。

$Cx_1$  が当該カルバゾール環の 3 位の炭素原子である場合、 $Cx_2$  が、当該カルバゾール環の 2 位の炭素原子または 4 位の炭素原子となり、前記一般式 (3) は、前者の場合、

50

下記一般式 (3-4) で表され、後者の場合、下記一般式 (3-5) で表される。

$C_{x_1}$  が当該カルバゾール環の 4 位の炭素原子である場合、 $C_{x_2}$  が、当該カルバゾール環の 3 位の炭素原子となり、前記一般式 (3) は、下記一般式 (3-6) で表される。

$C_{x_1}$  が当該カルバゾール環の 5 位の炭素原子である場合、 $C_{x_2}$  が、当該カルバゾール環の 6 位の炭素原子となり、前記一般式 (3) は、下記一般式 (3-6) と同様に表される。

$C_{x_1}$  が当該カルバゾール環の 6 位の炭素原子である場合、 $C_{x_2}$  が、当該カルバゾール環の 5 位の炭素原子または 7 位の炭素原子となり、前記一般式 (3) は、前者の場合、下記一般式 (3-5) と同様に表され、後者の場合、下記一般式 (3-4) と同様に表される。

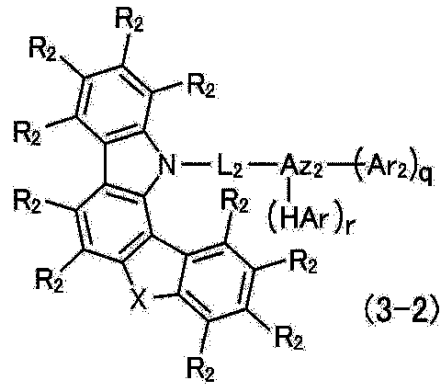
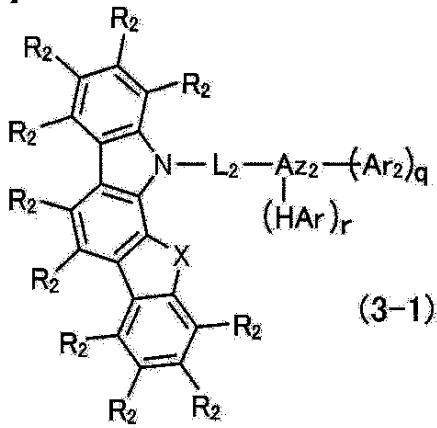
10

$C_{x_1}$  が当該カルバゾール環の 7 位の炭素原子である場合、 $C_{x_2}$  が、当該カルバゾール環の 6 位の炭素原子または 8 位の炭素原子となり、前記一般式 (3) は、前者の場合、下記一般式 (3-3) と同様に表され、後者の場合、下記一般式 (3-2) と同様に表される。

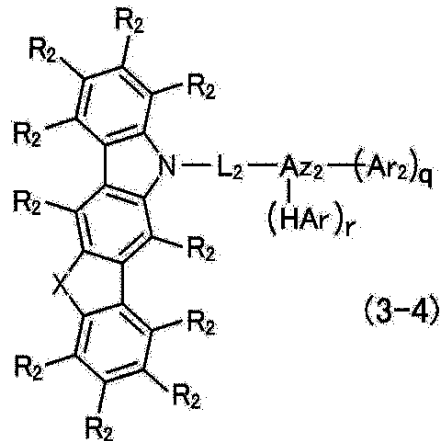
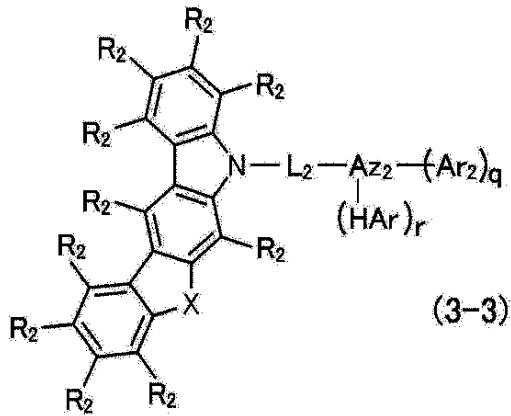
$C_{x_1}$  が当該カルバゾール環の 8 位の炭素原子である場合、 $C_{x_2}$  が、当該カルバゾール環の 7 位の炭素原子となり、前記一般式 (3) は、下記一般式 (3-1) と同様に表される。

【0168】

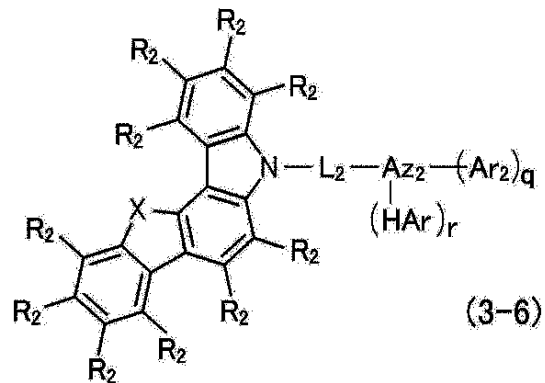
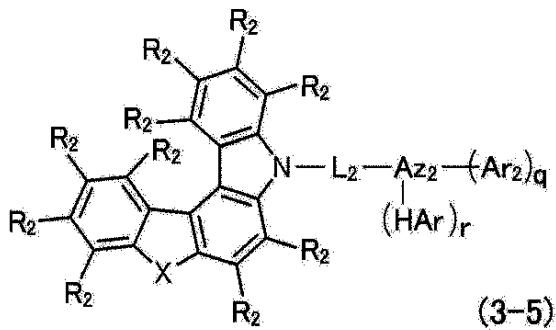
【化99】



10



20



30

【0169】

前記一般式(8)において、Xは、酸素原子、硫黄原子、 $\text{NR}_2$  または  $\text{C}(\text{R}_2)_2$  である。ここで、 $\text{NR}_2$  は、窒素原子(N)に、 $\text{R}_2$  が1つ結合したものであり、 $\text{C}(\text{R}_2)_2$  は、炭素原子(C)に、 $\text{R}_2$  が2つ結合したものである。

40

前記一般式(8)において、eは、4である。

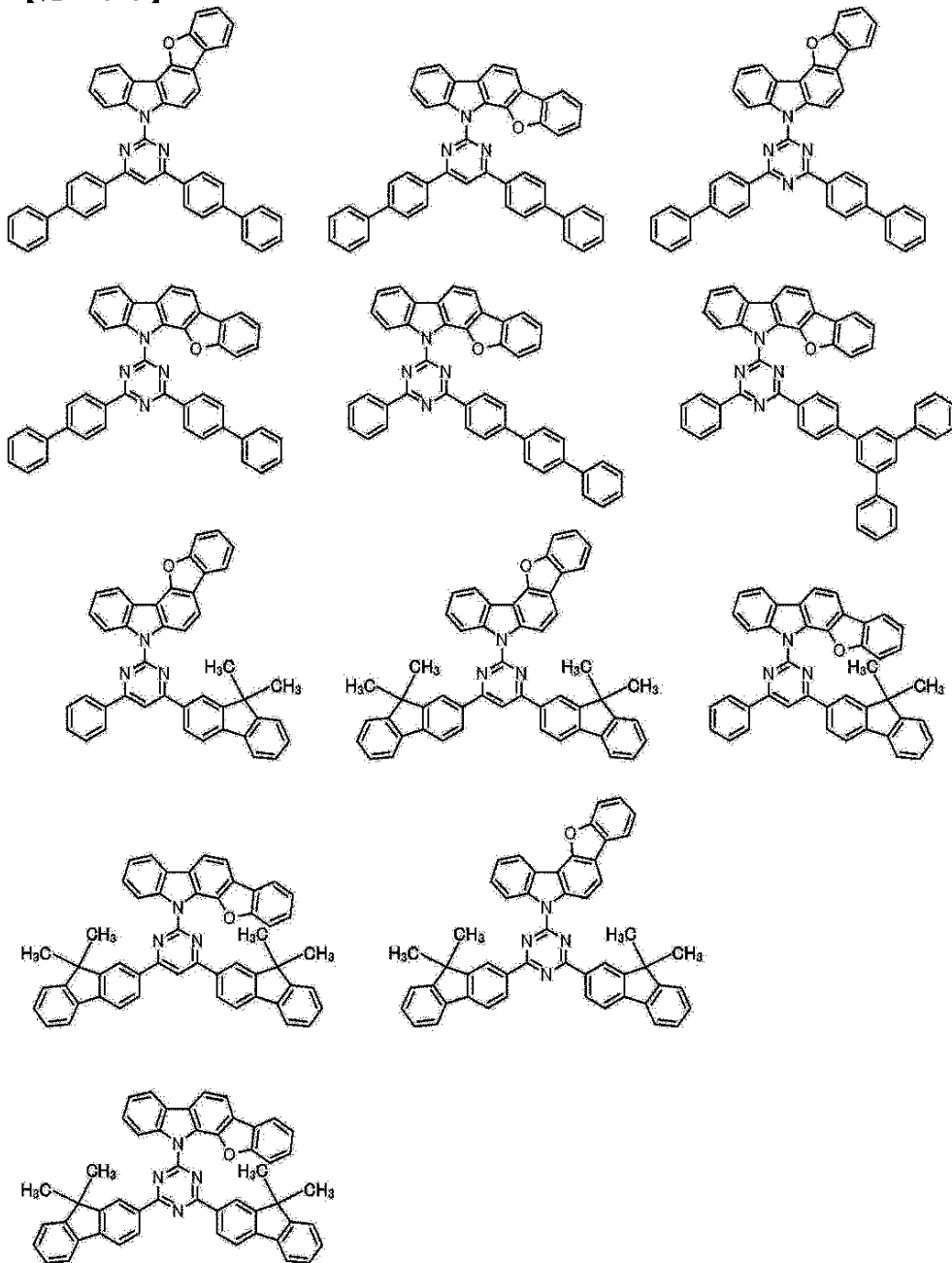
前記一般式(8)において、 $\text{R}_2$  は、前記一般式(3)における $\text{R}_2$  と同義である。

【0170】

上記一般式(3)で表される化合物の例としては、以下の化合物が挙げられる。但し、本発明は、これらの構造の化合物に限定されない。

【0171】

【化100】



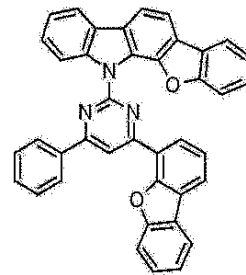
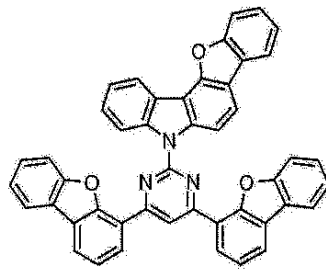
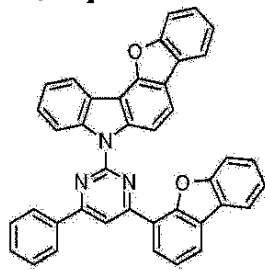
10

20

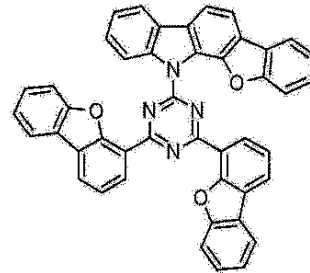
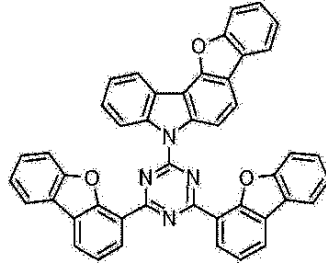
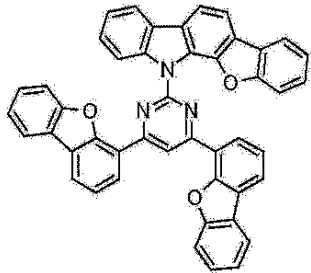
30

【0172】

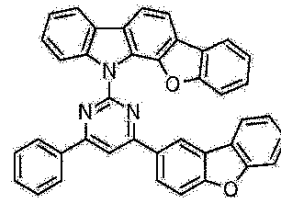
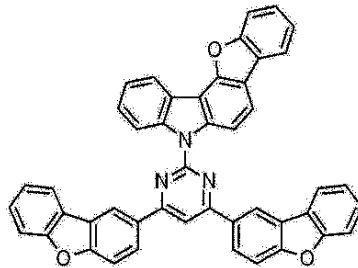
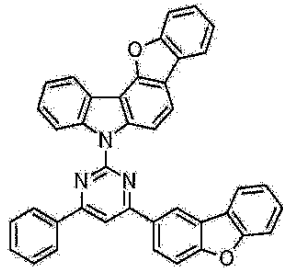
【化101】



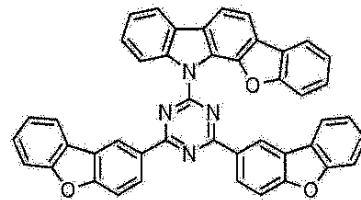
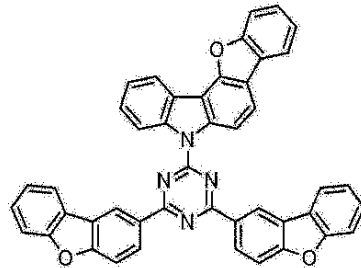
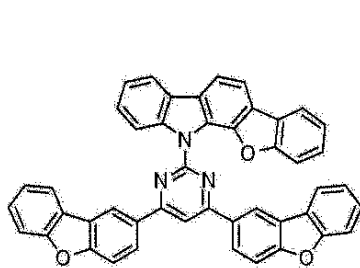
10



20

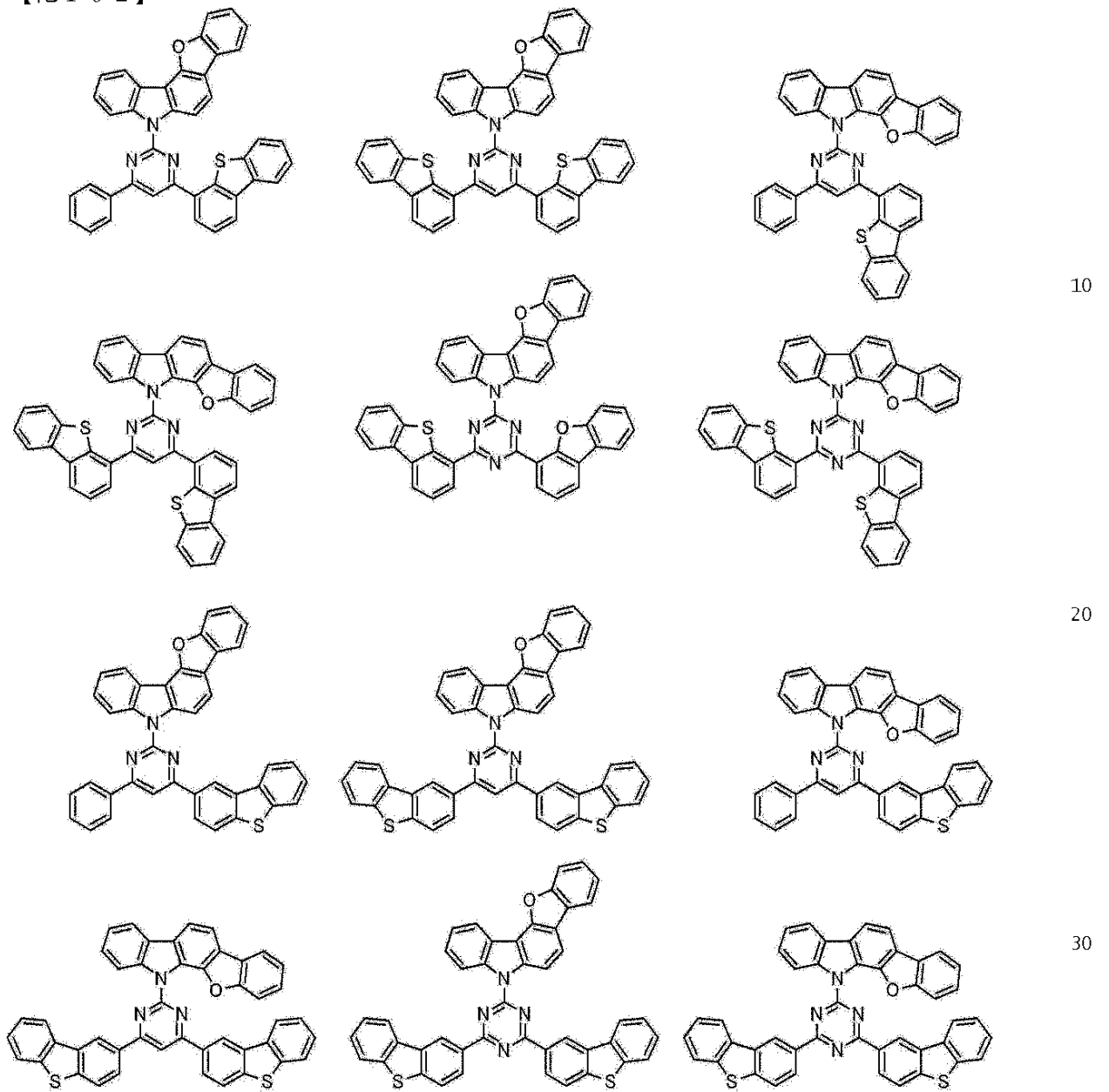


30



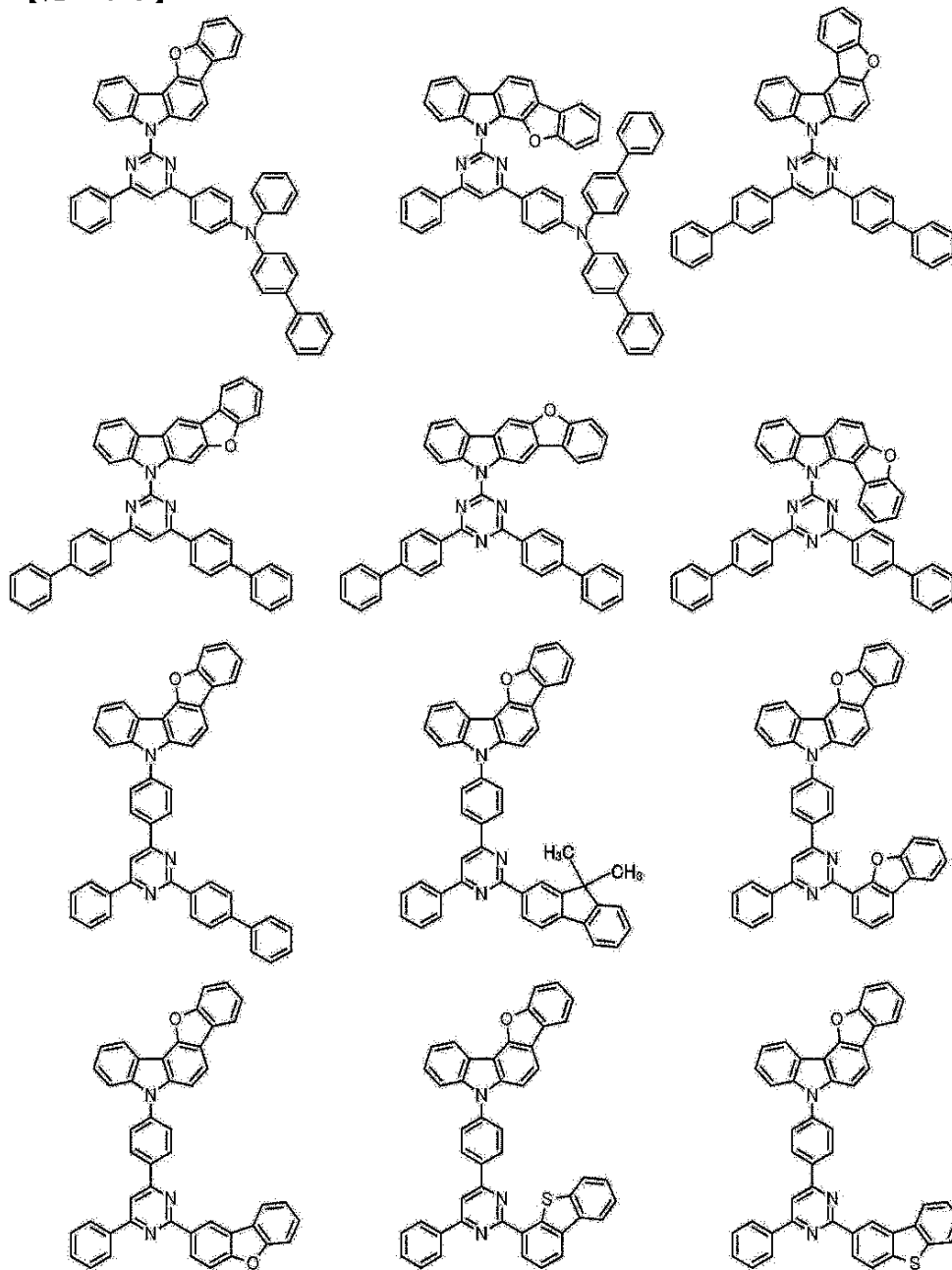
【0173】

【化102】



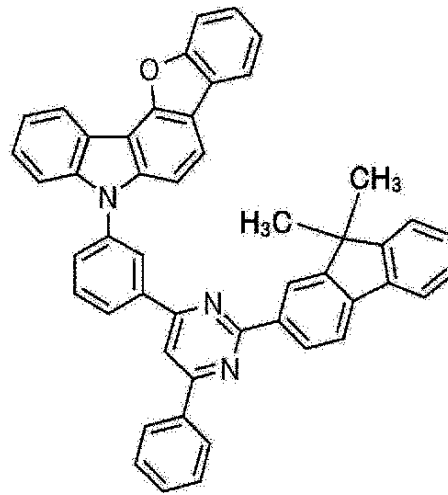
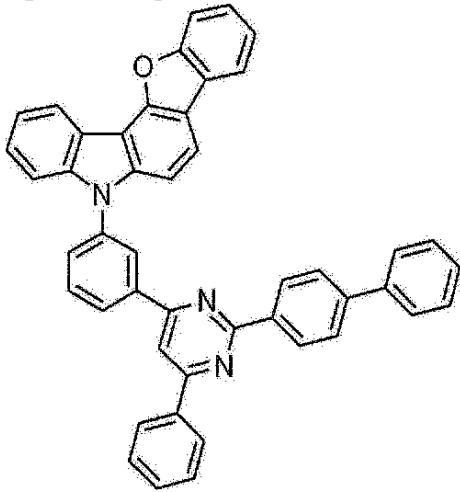
【0174】

【化103】



【0175】

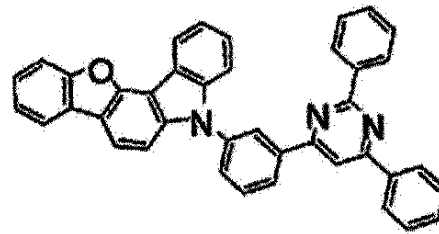
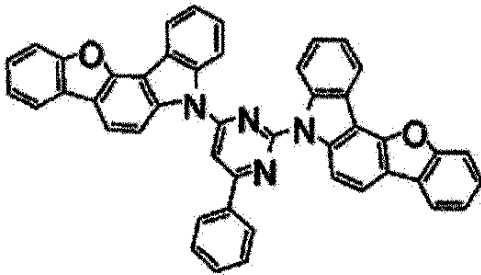
【化104】



10

【0176】

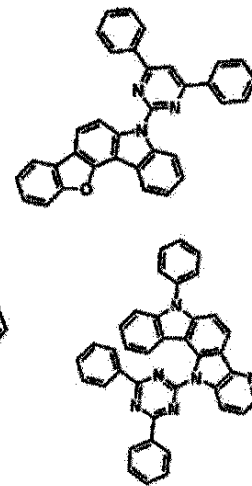
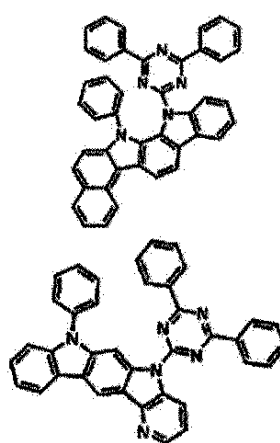
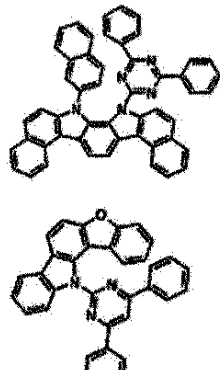
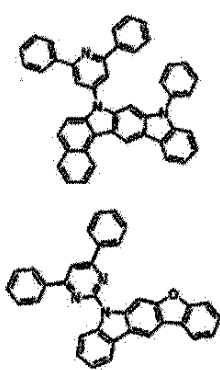
【化105】



20

【0177】

【化106】

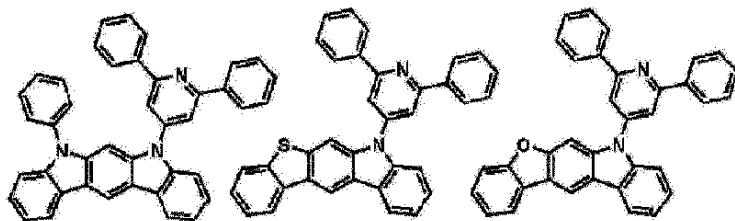


30

40

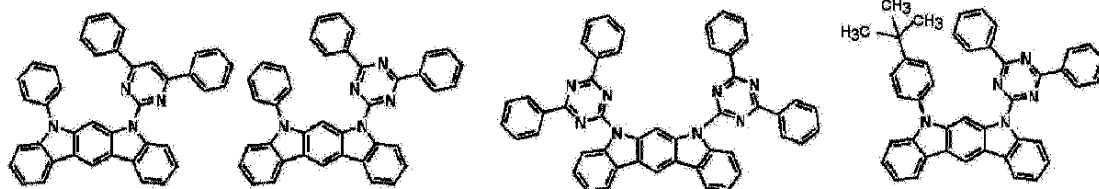
【0178】

【化107】



【0179】

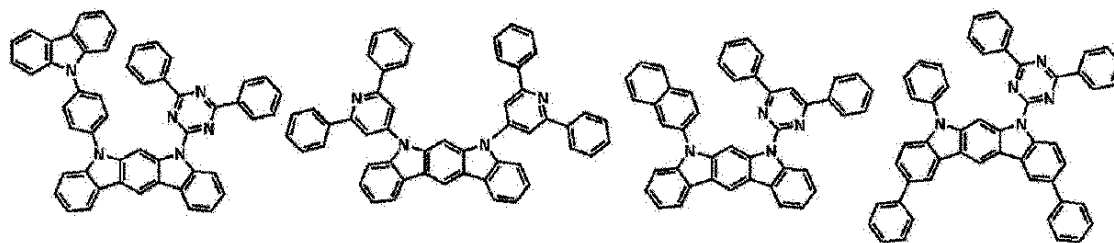
【化108】



10

【0180】

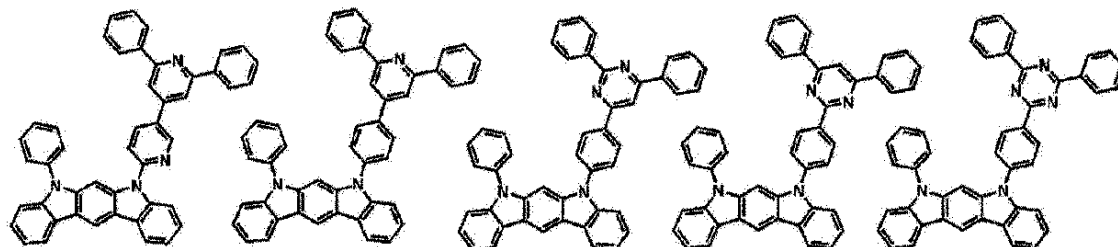
【化109】



20

【0181】

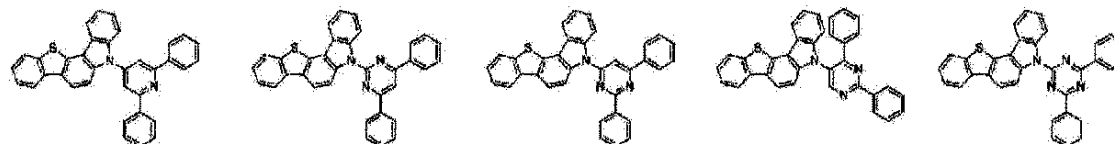
【化110】



30

【0182】

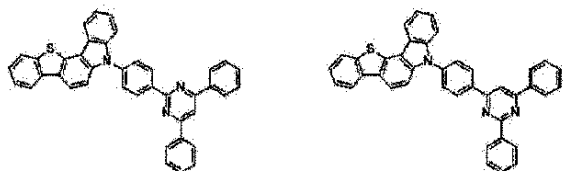
【化111】



40

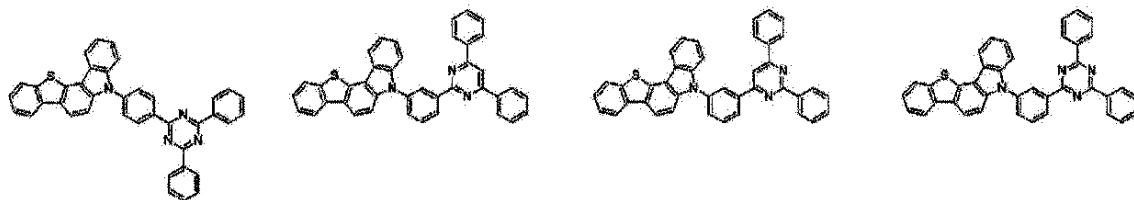
【0183】

【化112】



【0184】

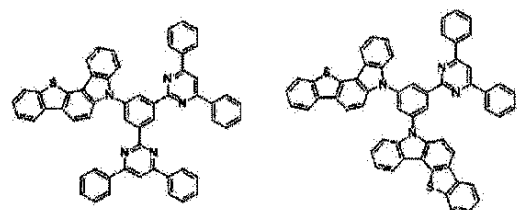
【化113】



10

【0185】

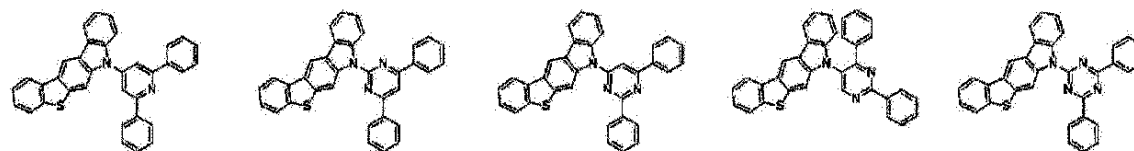
【化114】



20

【0186】

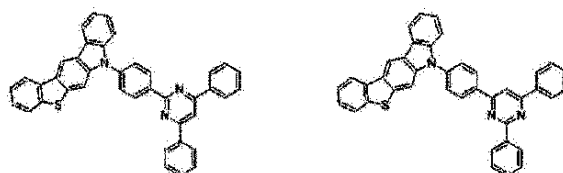
【化115】



30

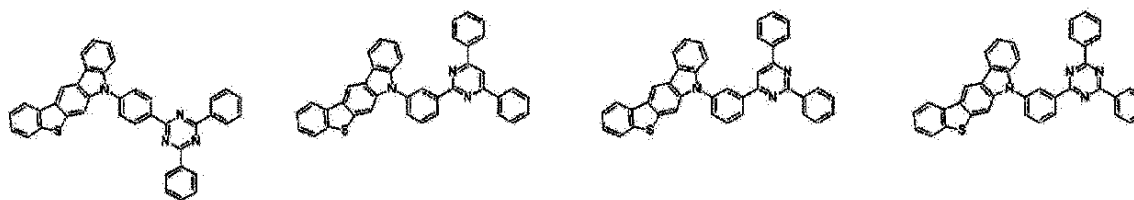
【0187】

【化116】



【0188】

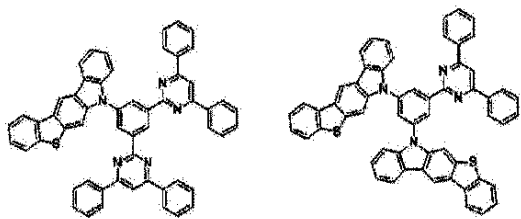
【化117】



40

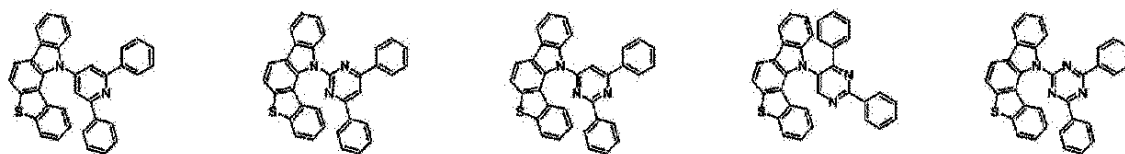
【0189】

【化118】



【0190】

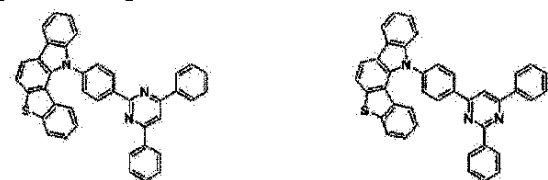
【化119】



10

【0191】

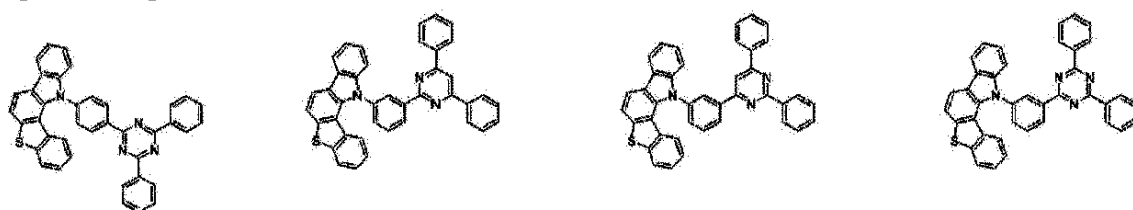
【化120】



20

【0192】

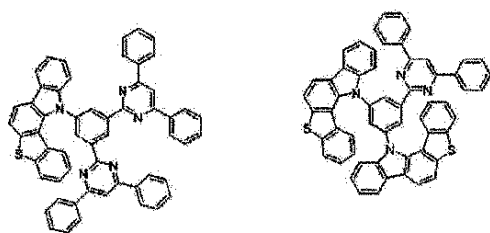
【化121】



30

【0193】

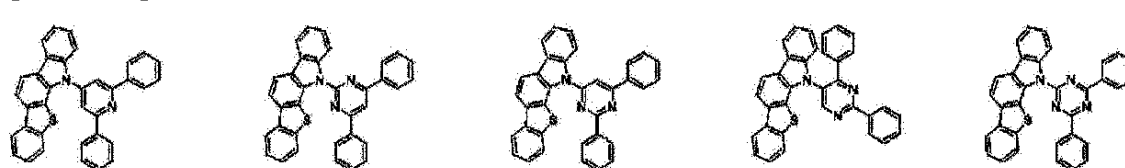
【化122】



40

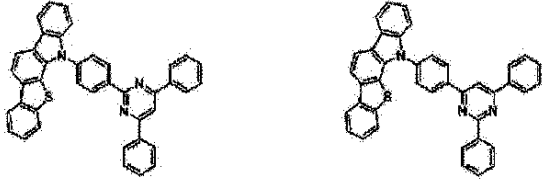
【0194】

【化123】



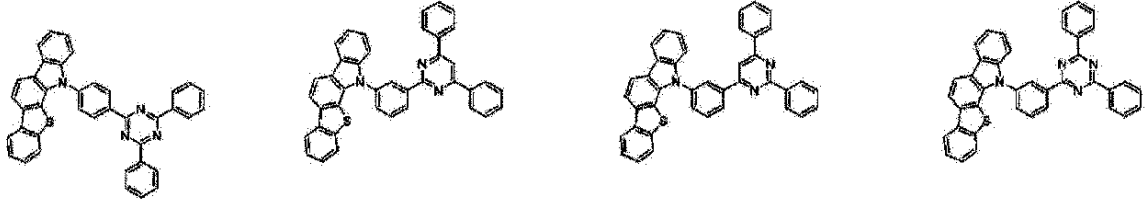
【0195】

【化124】



【0196】

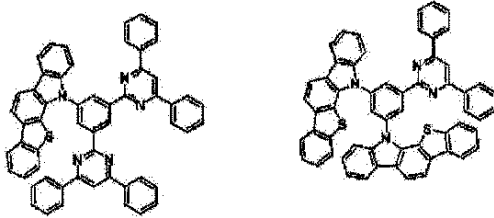
【化125】



10

【0197】

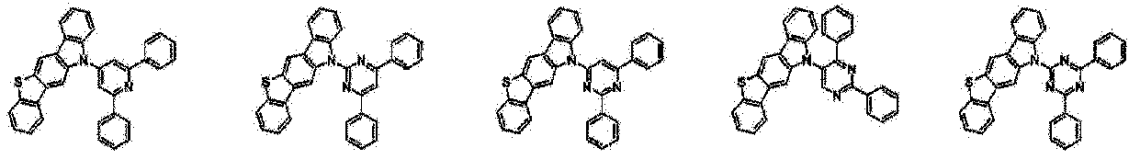
【化126】



20

【0198】

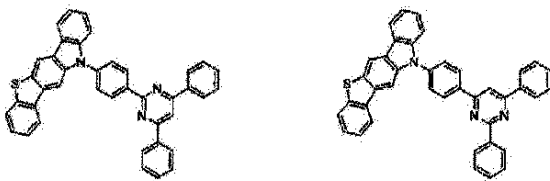
【化127】



30

【0199】

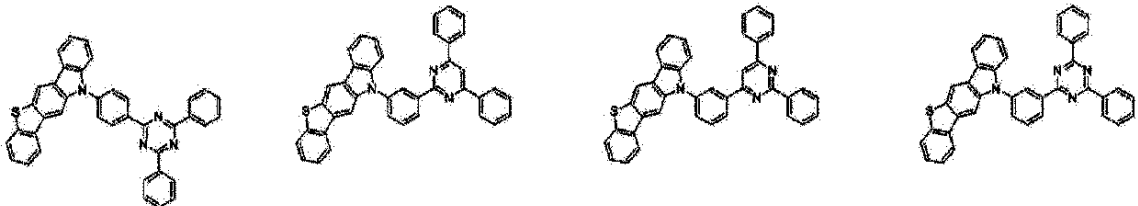
【化128】



40

【0200】

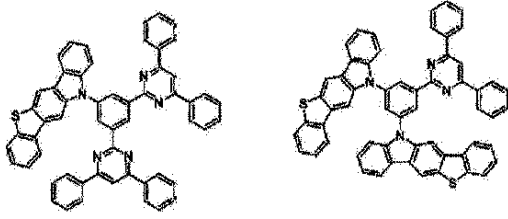
【化129】



【0201】

50

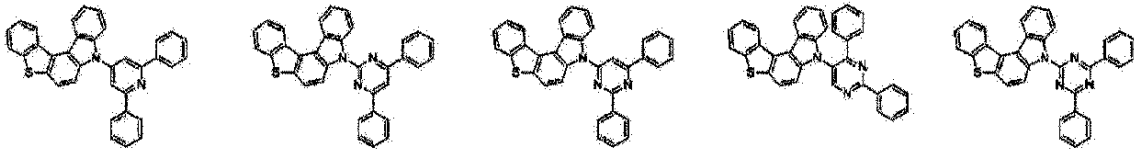
【化130】



【0202】

【化131】

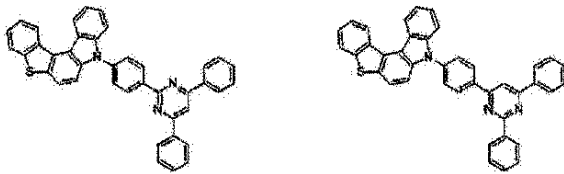
10



【0203】

【化132】

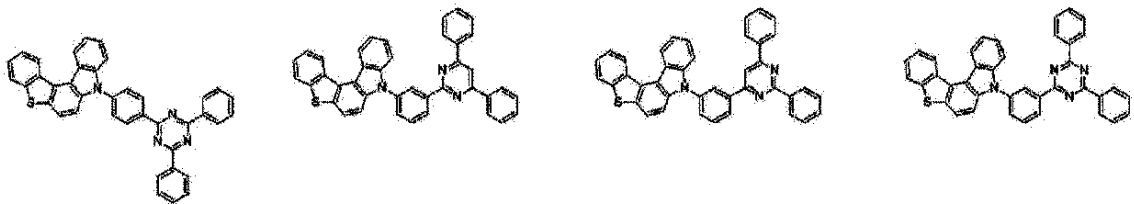
20



【0204】

【化133】

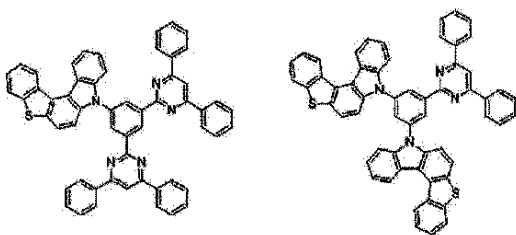
30



【0205】

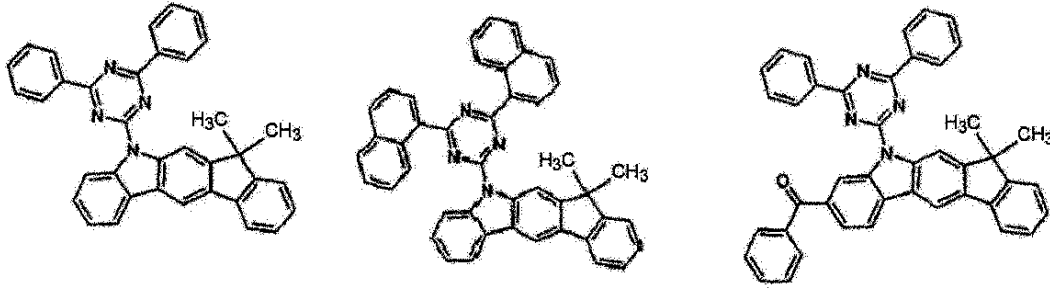
【化134】

40



【0206】

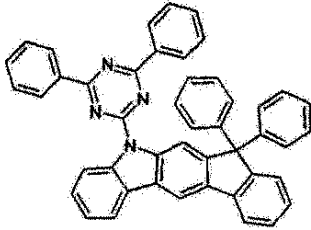
【化135】



10

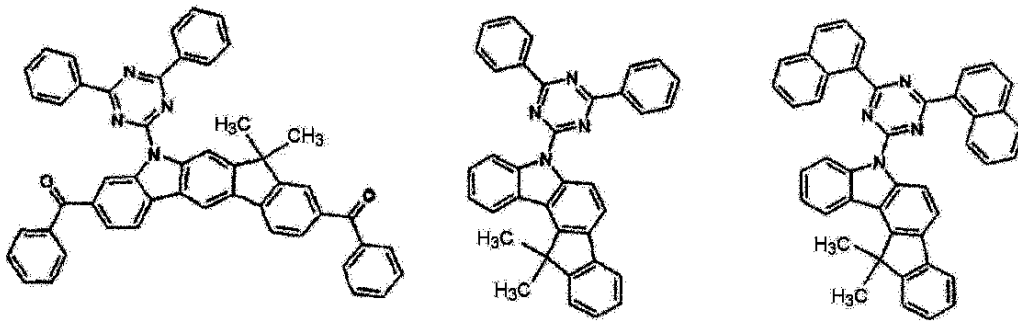
【0207】

【化136】



【0208】

【化137】

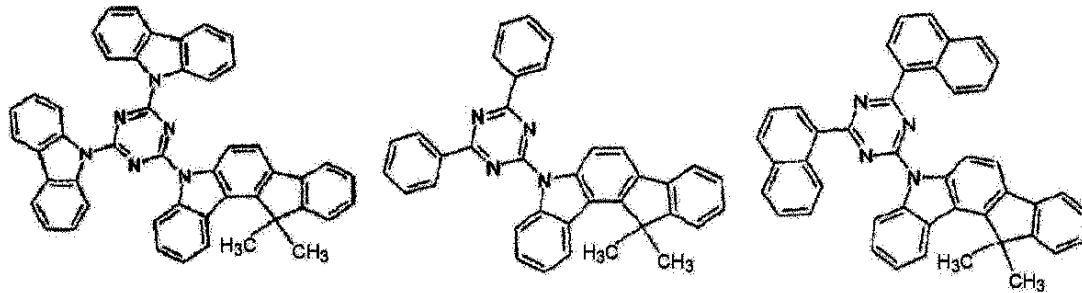


20

30

【0209】

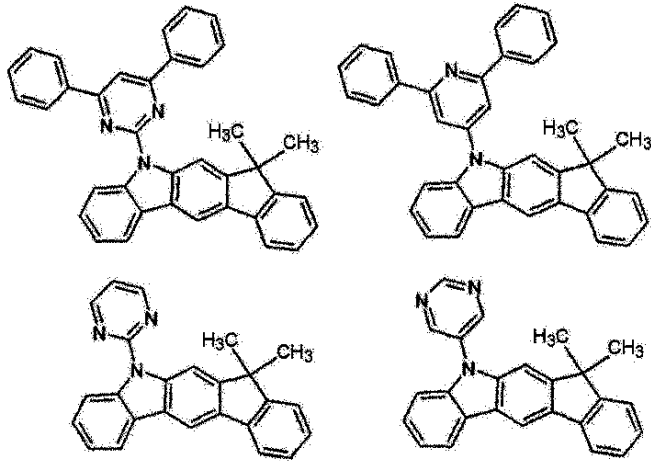
【化138】



40

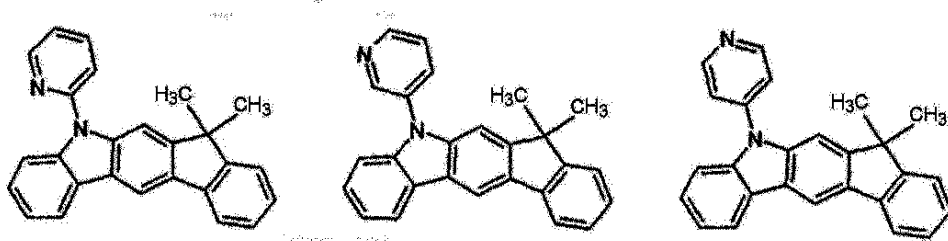
【0210】

【化139】



10

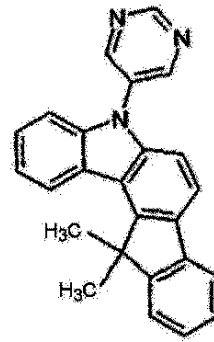
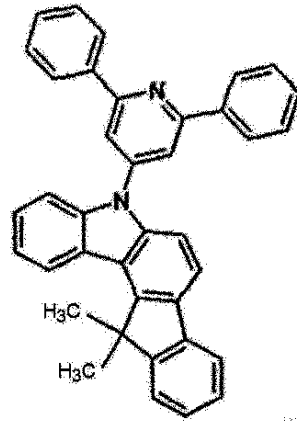
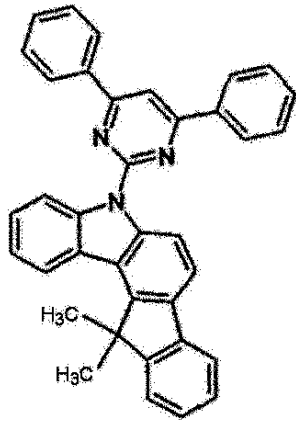
【0211】  
【化140】



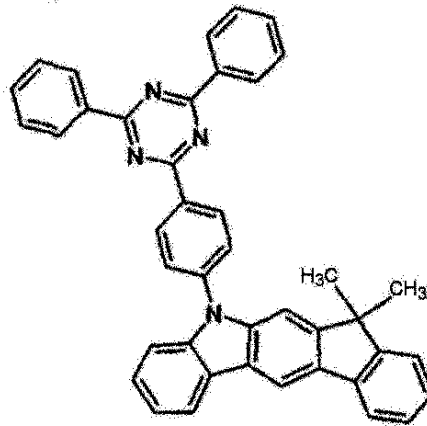
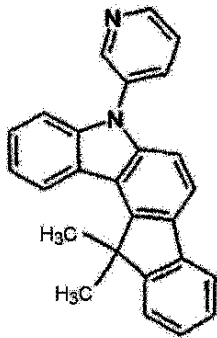
20

【0212】

【化141】



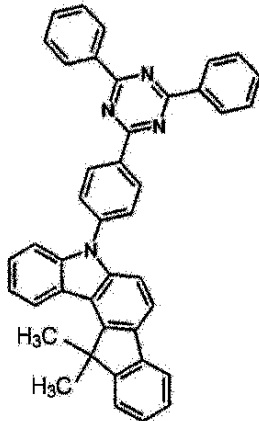
10



20

【0213】

【化142】

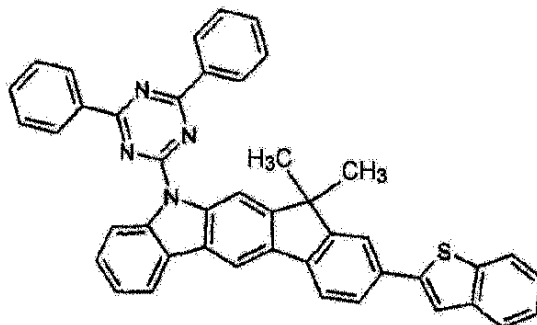
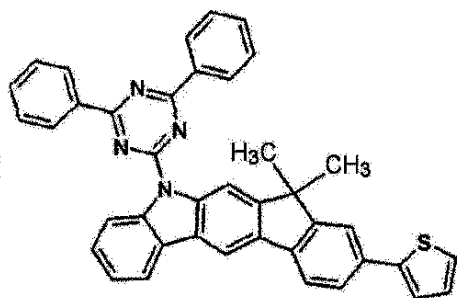


30

40

【0214】

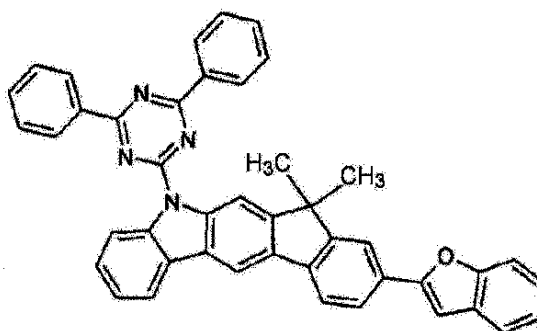
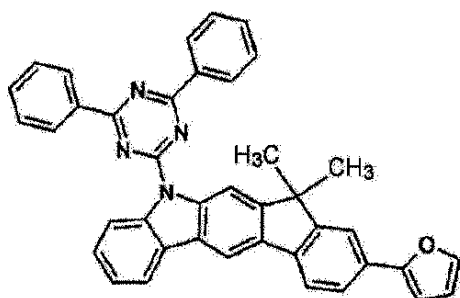
【化143】



10

【0215】

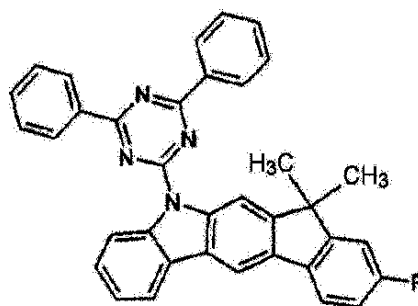
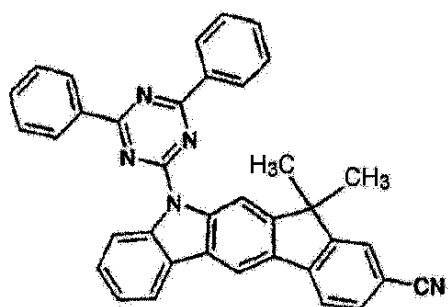
【化144】



20

【0216】

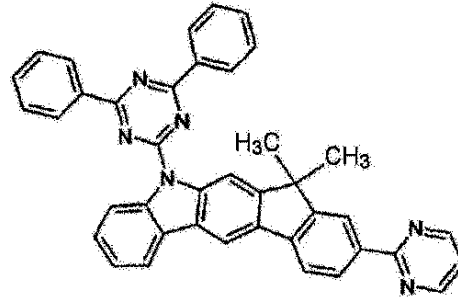
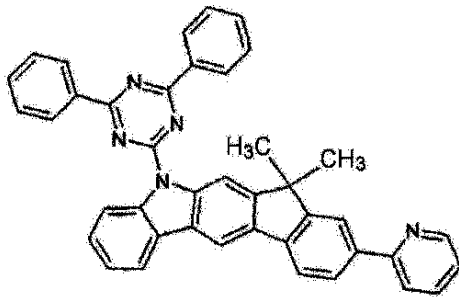
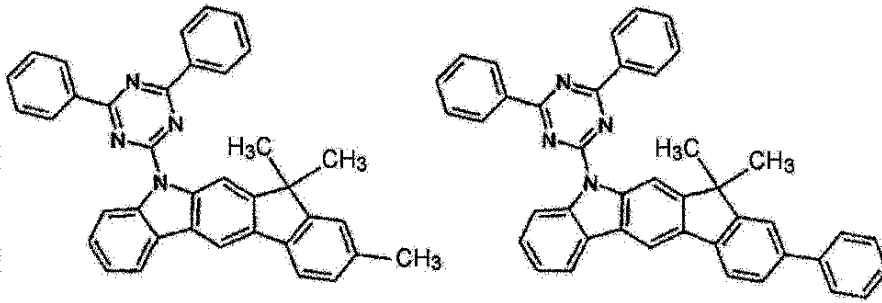
【化145】



30

【0217】

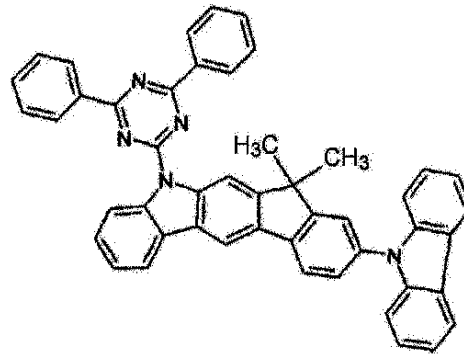
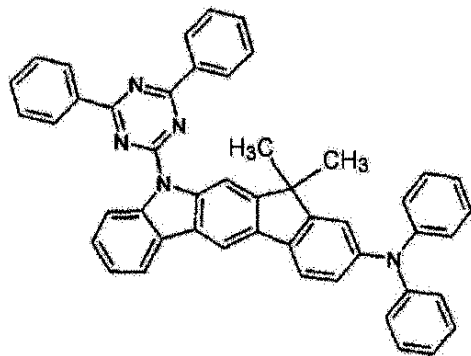
【化146】



10

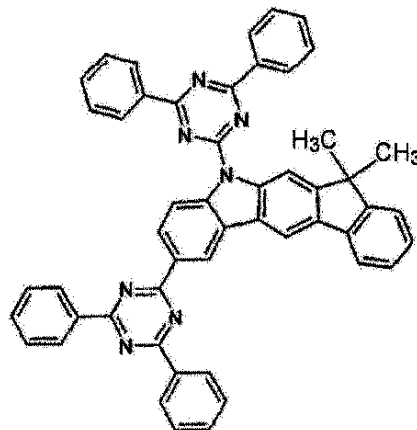
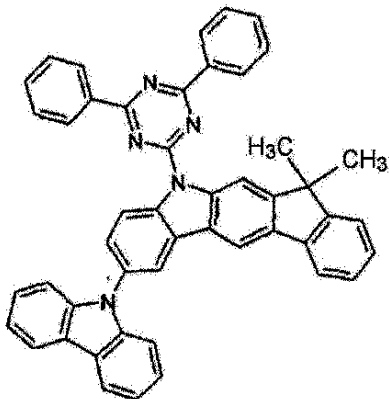
【0218】

【化147】



20

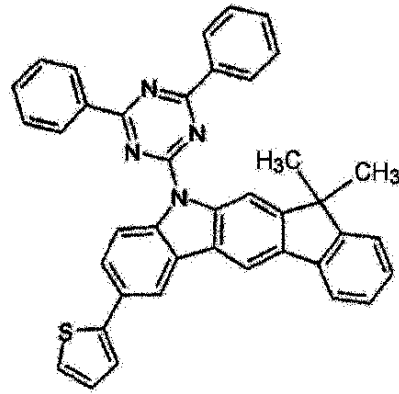
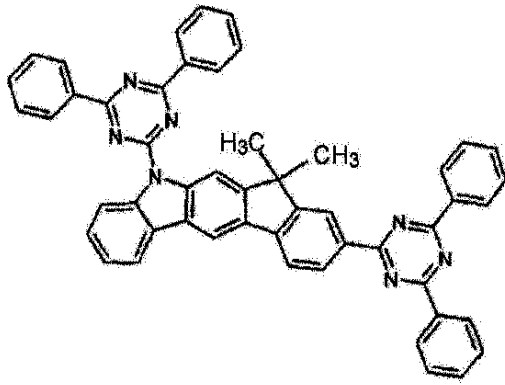
30



40

【0219】

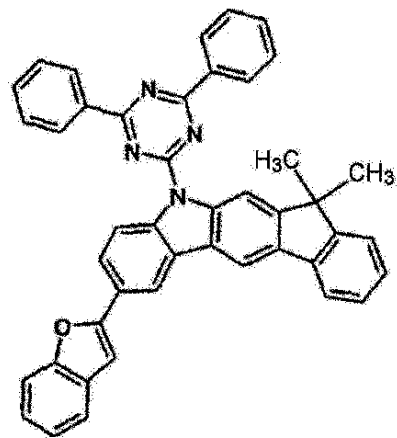
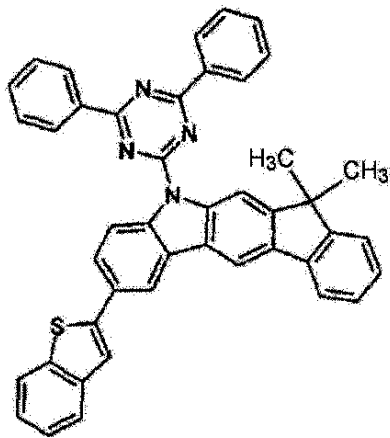
【化148】



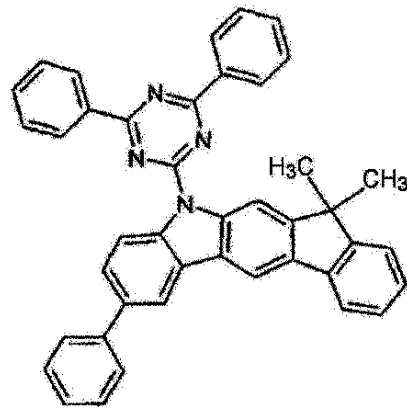
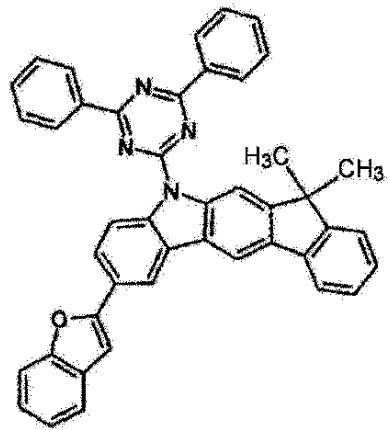
10

【0220】

【化149】



20

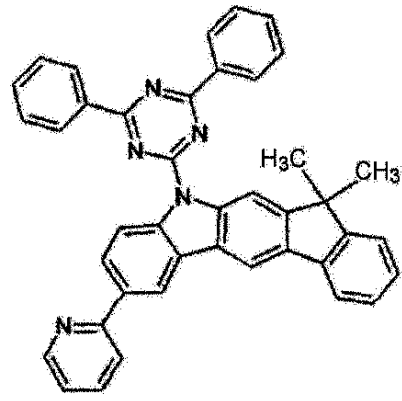
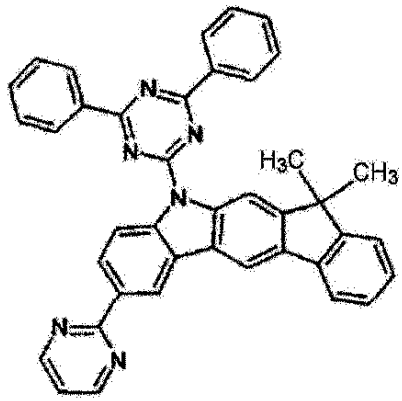


30

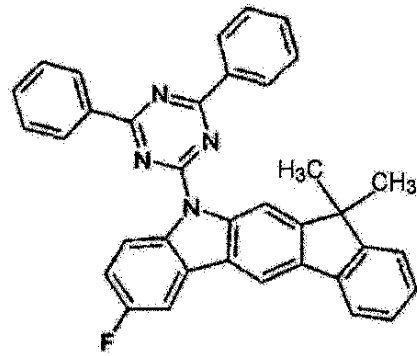
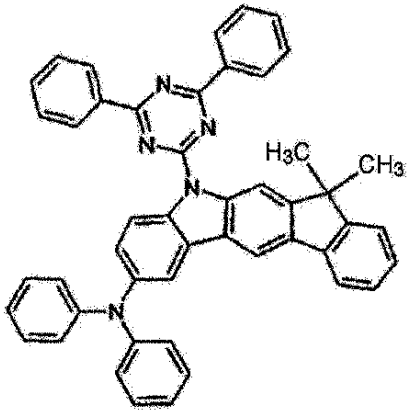
【0221】

40

【化150】



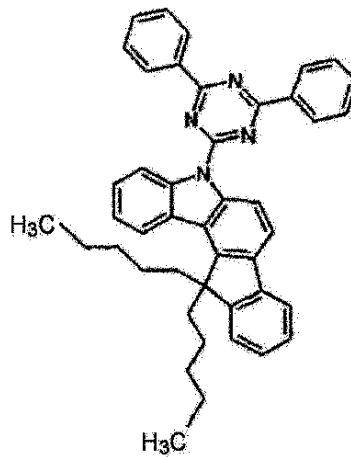
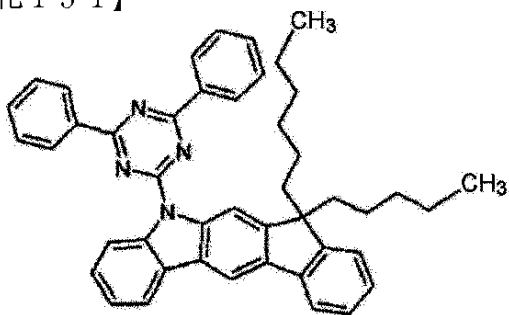
10



20

【0222】

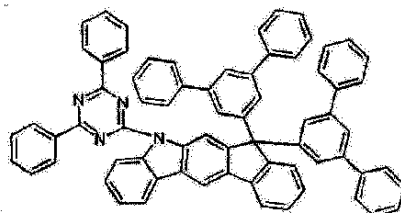
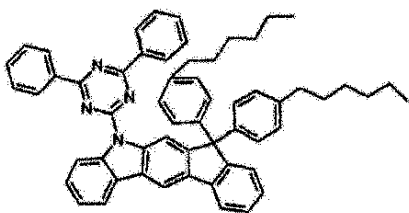
【化151】



30

【0223】

【化152】

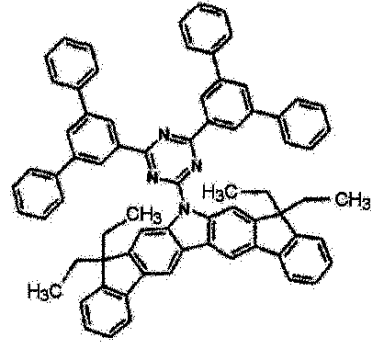
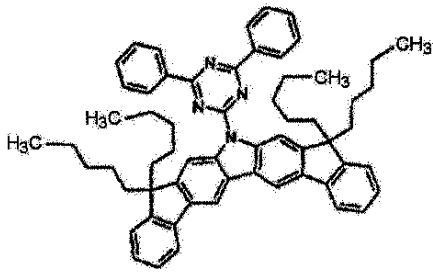


40

50

【0224】

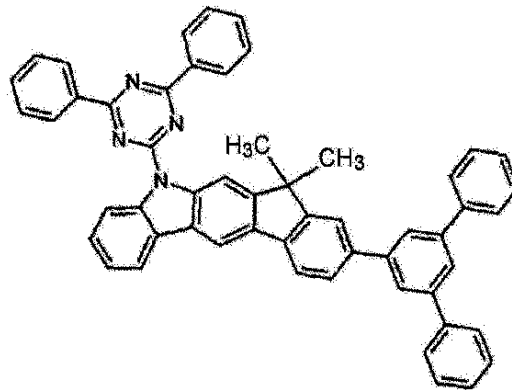
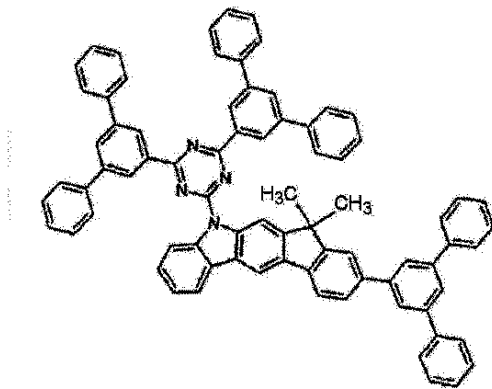
【化153】



10

【0225】

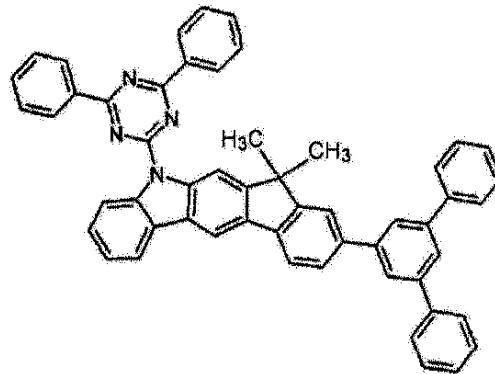
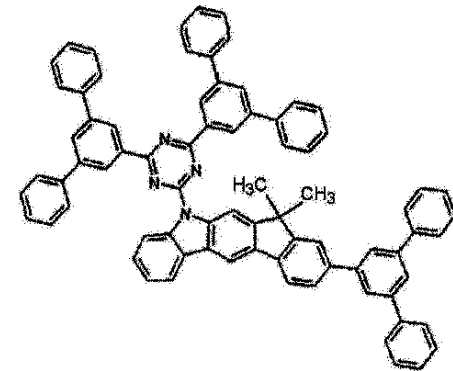
【化154】



20

【0226】

【化155】

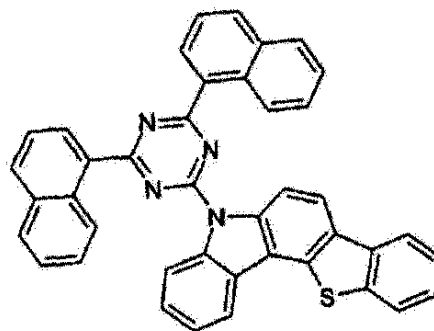
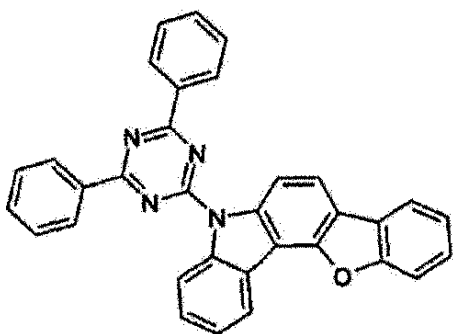


30

【0227】

40

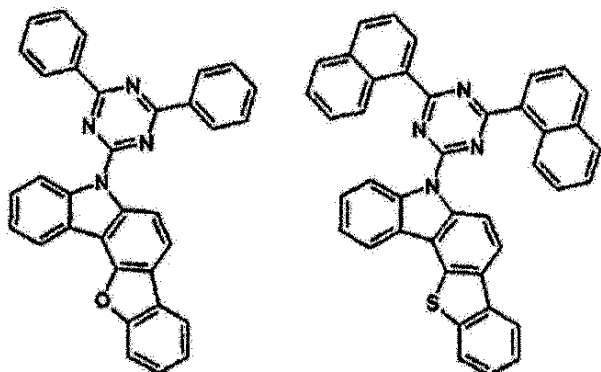
【化156】



10

【0228】

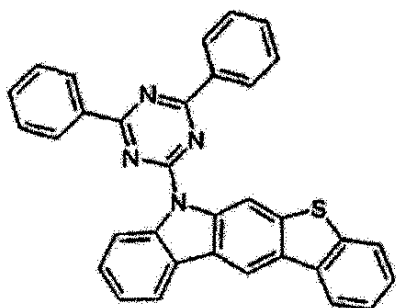
【化157】



20

【0229】

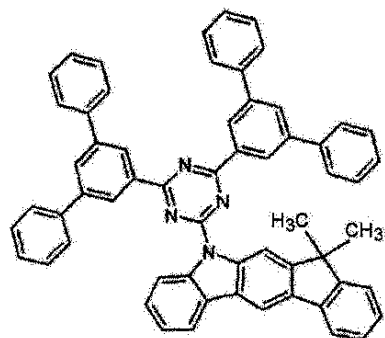
【化158】



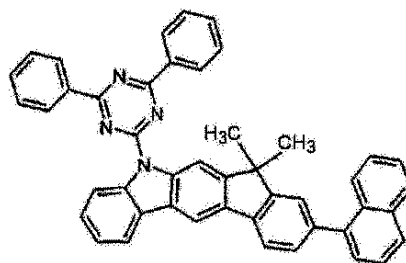
30

【0230】

【化159】

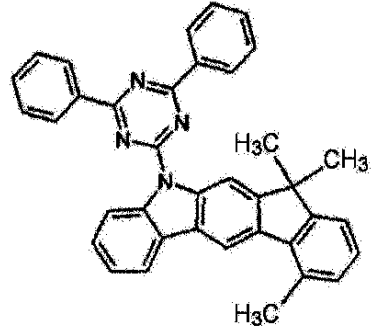
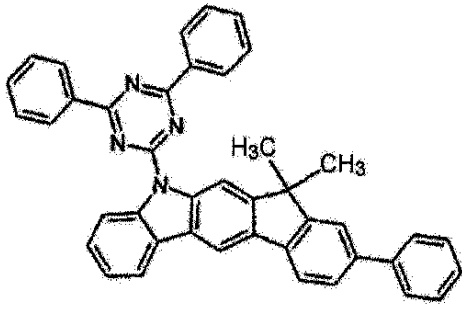


40



【0231】

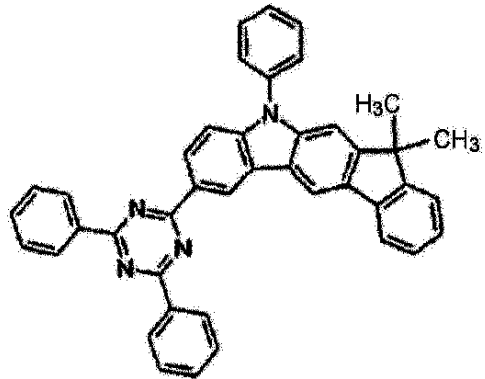
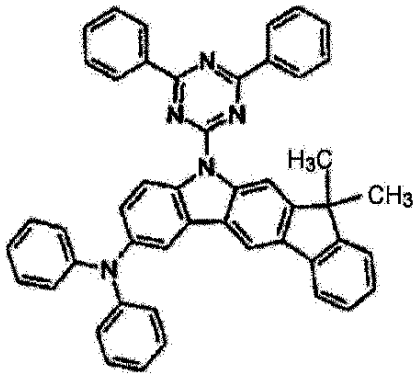
【化160】



10

【0232】

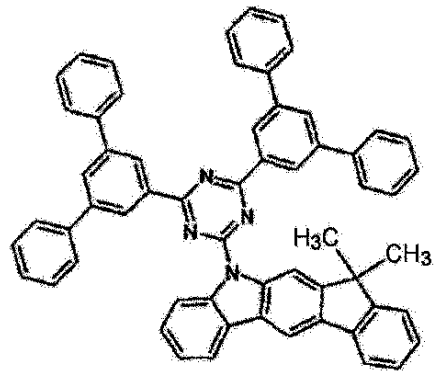
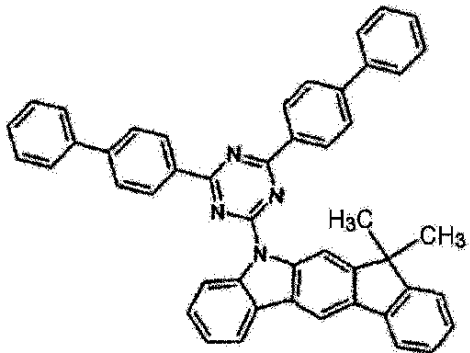
【化161】



20

【0233】

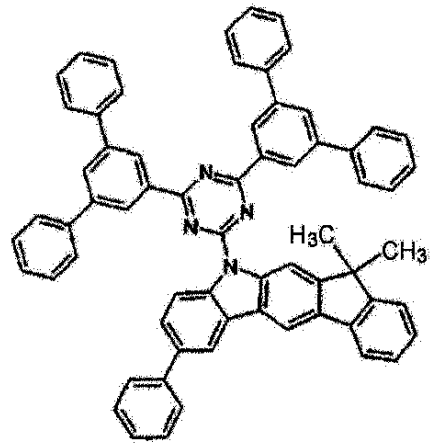
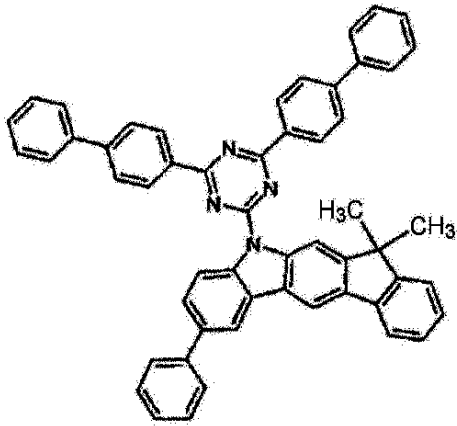
【化162】



30

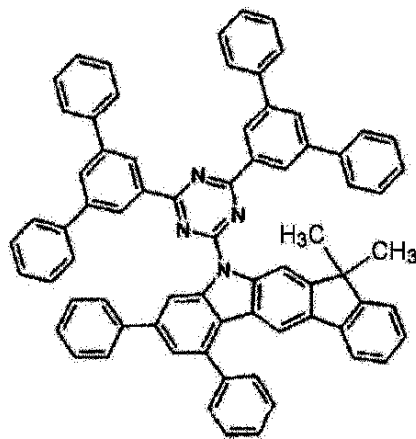
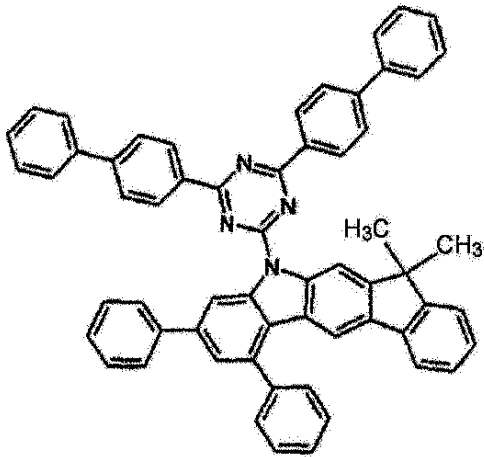
【0234】

【化163】



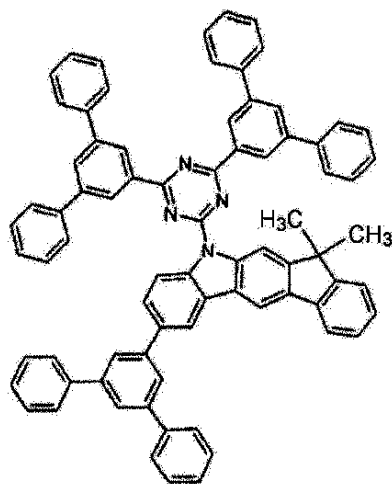
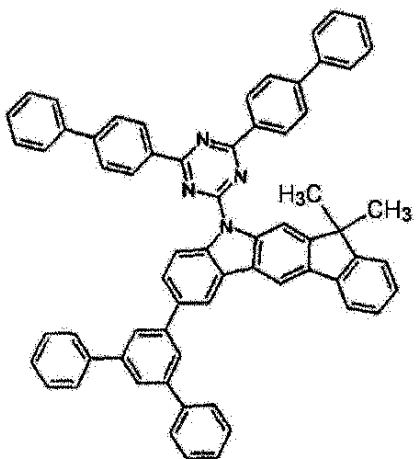
10

【0235】  
【化164】



20

【0236】  
【化165】

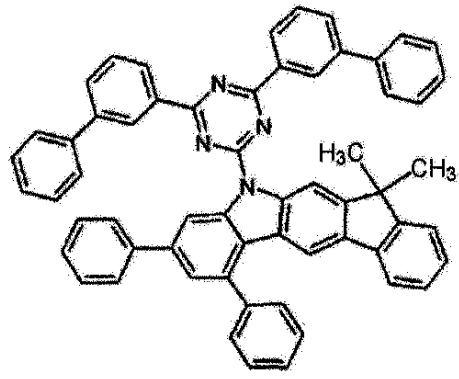
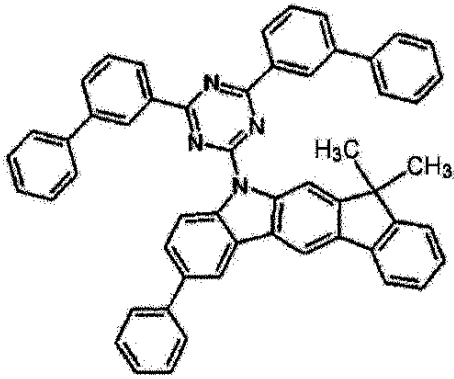


30

40

【0237】

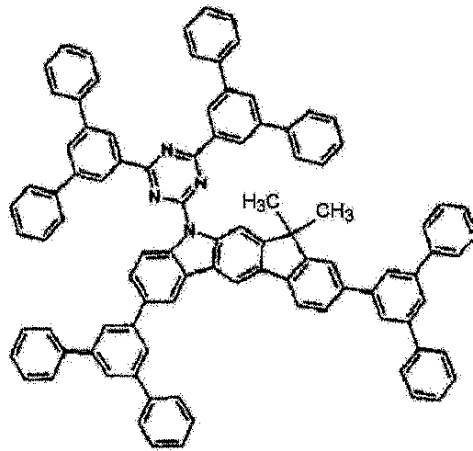
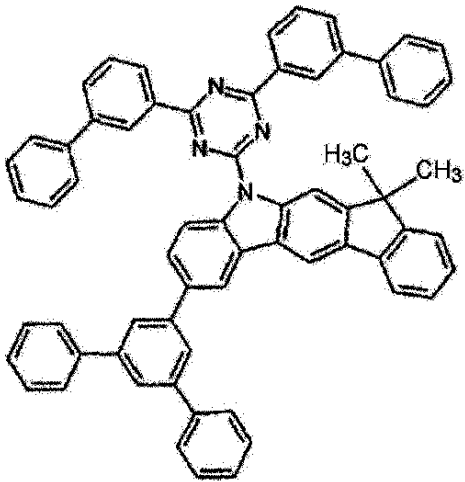
【化166】



10

【0238】

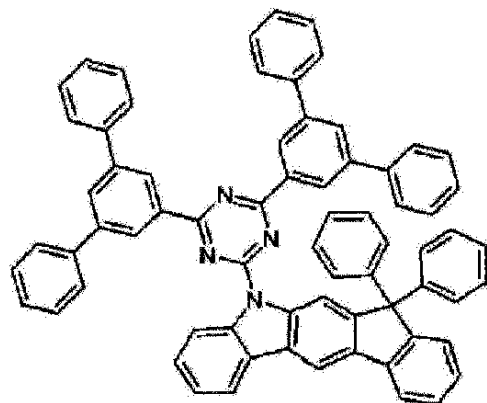
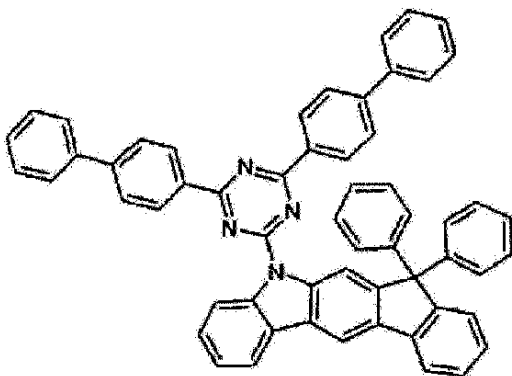
【化167】



20

【0239】

【化168】

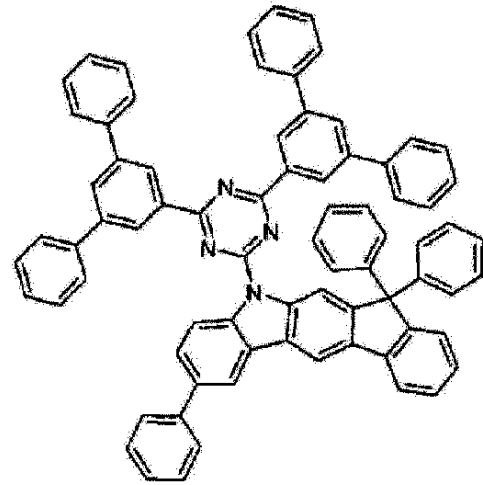
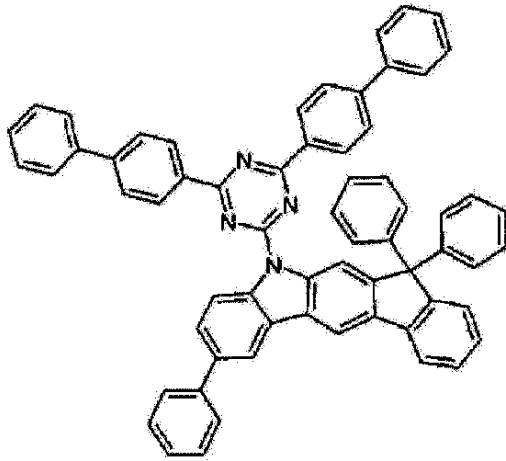


30

40

【0240】

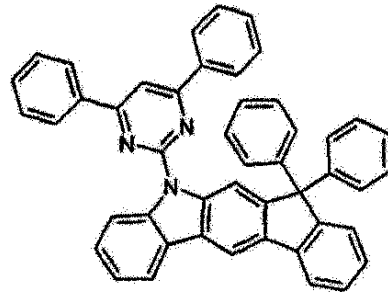
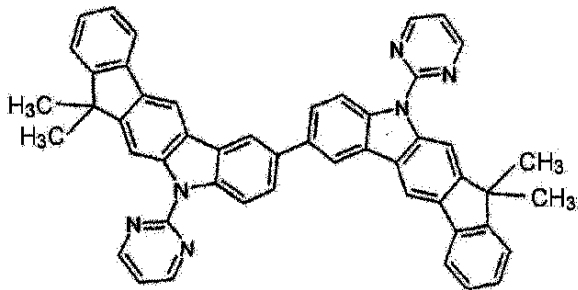
【化169】



10

【0241】

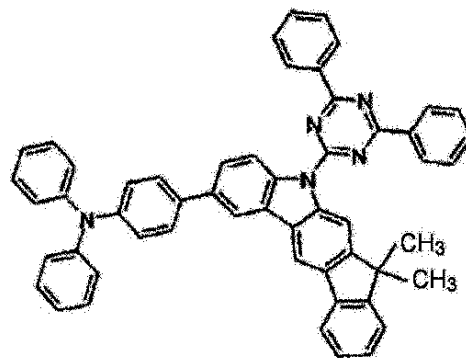
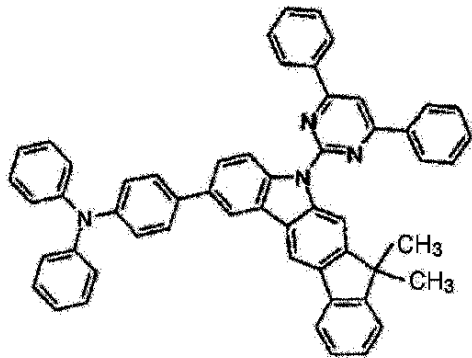
【化170】



20

【0242】

【化171】

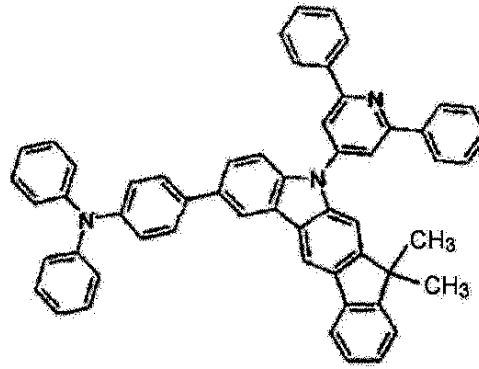
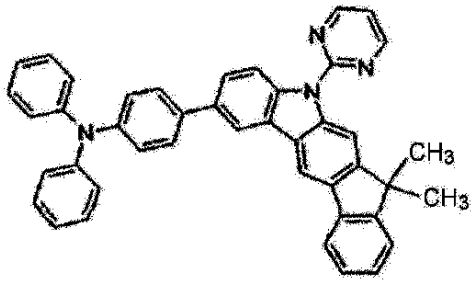


30

【0243】

40

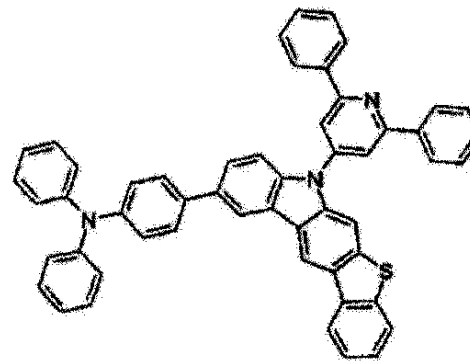
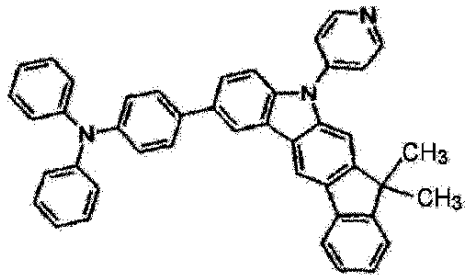
【化172】



10

【0244】

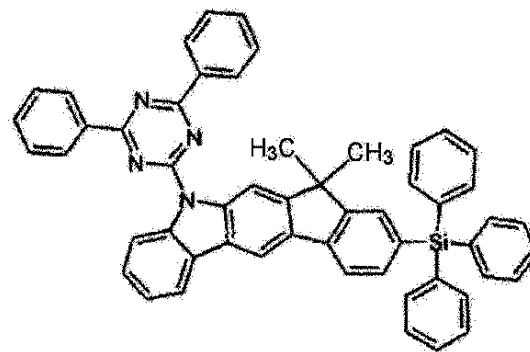
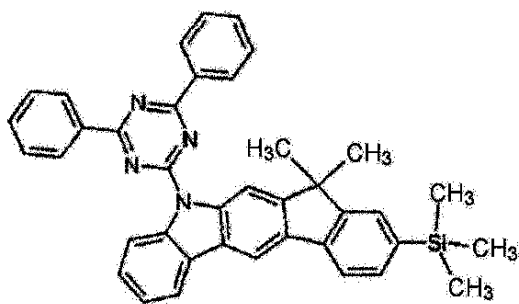
【化173】



20

【0245】

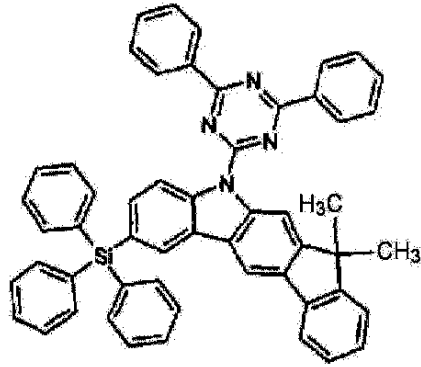
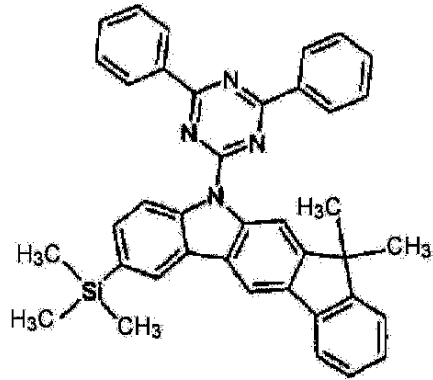
【化174】



30

【0246】

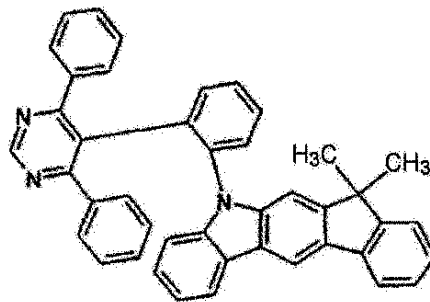
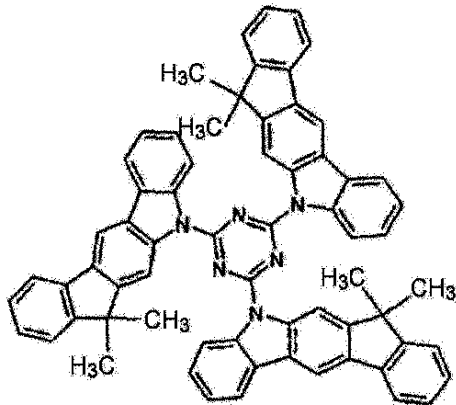
【化175】



10

【0247】

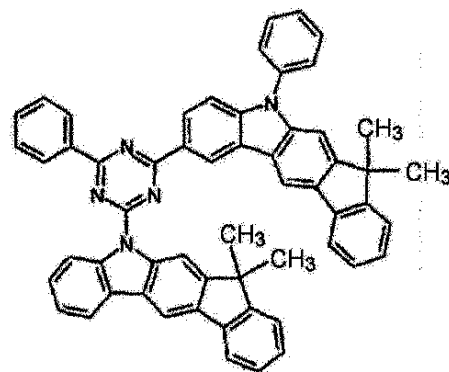
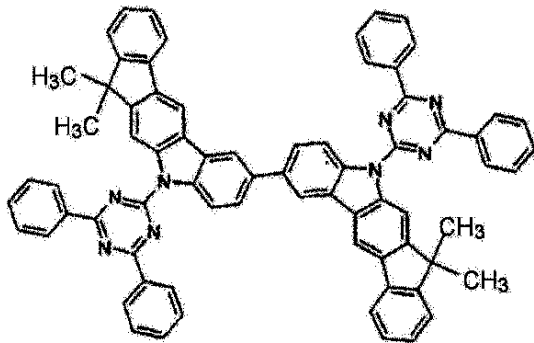
【化176】



20

【0248】

【化177】

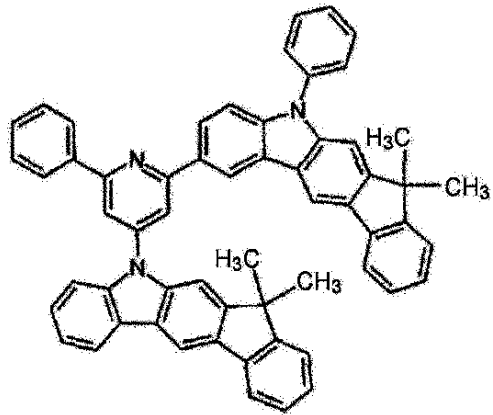
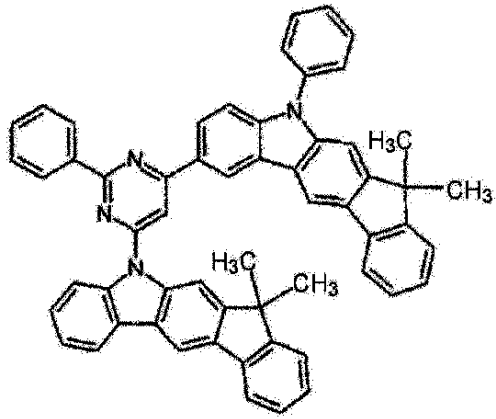


30

【0249】

40

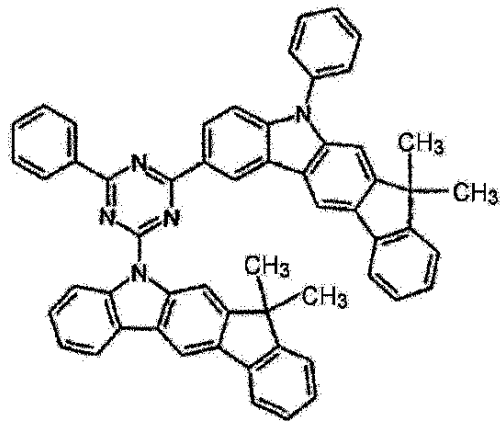
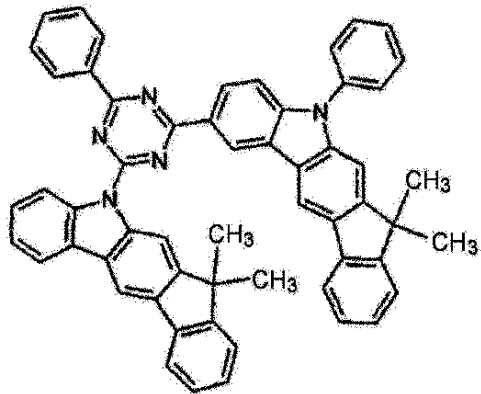
【化178】



10

【0250】

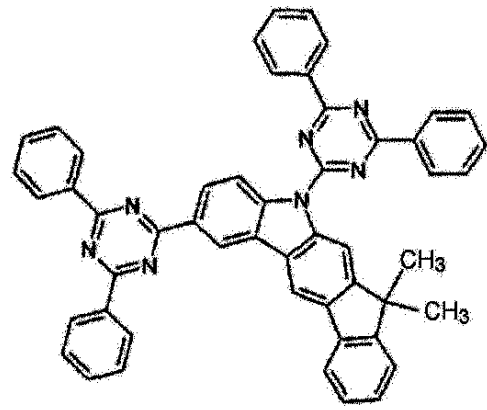
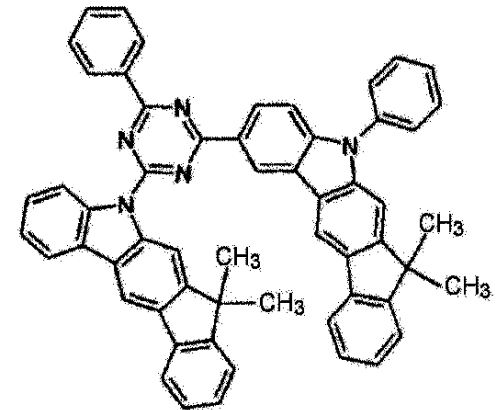
【化179】



20

【0251】

【化180】

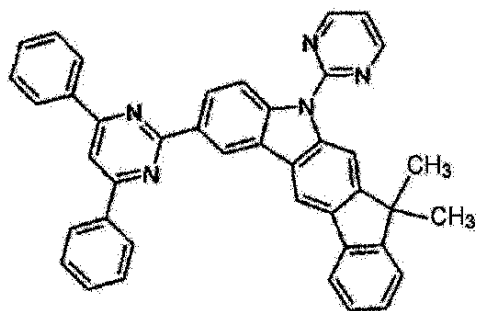
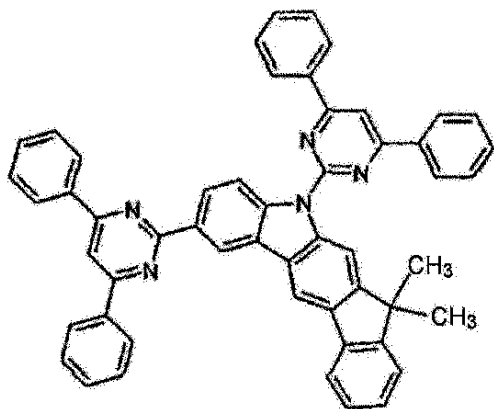


30

【0252】

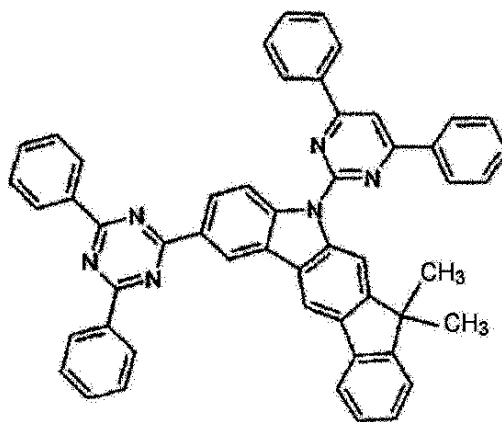
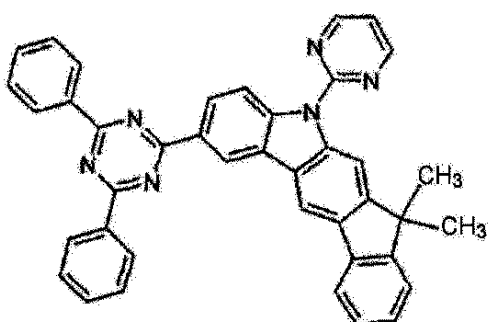
40

【化181】



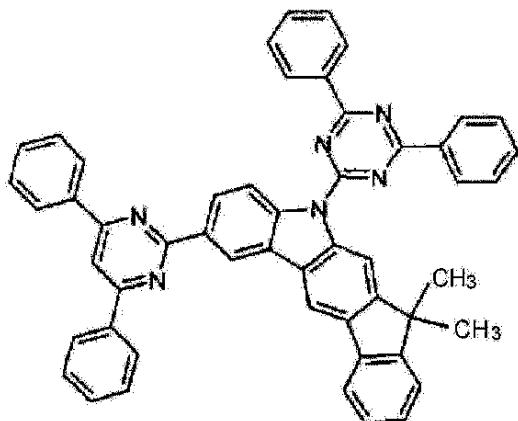
10

【0253】  
【化182】



20

【0254】  
【化183】

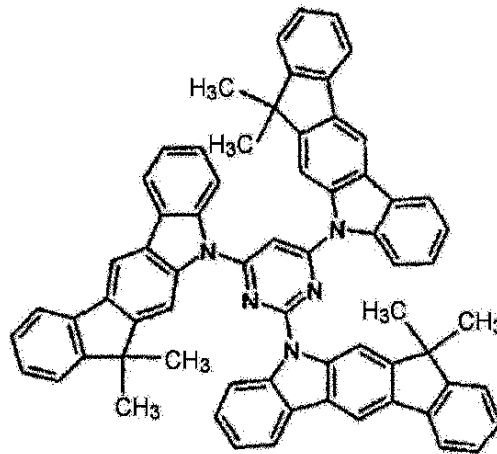
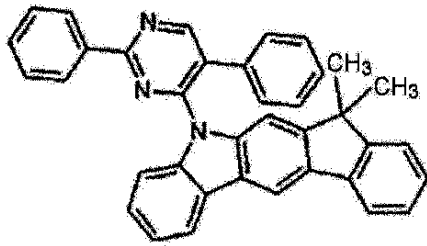


30

【0255】

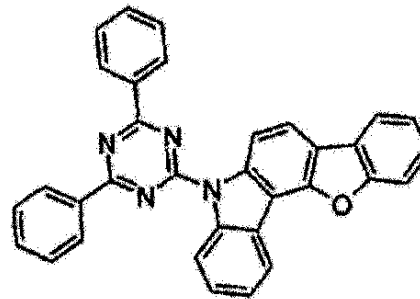
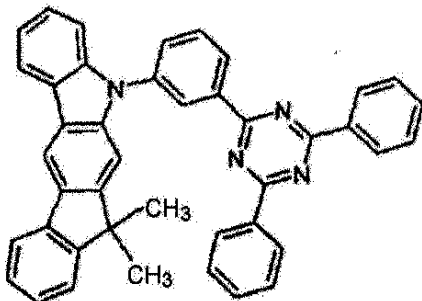
40

【化184】

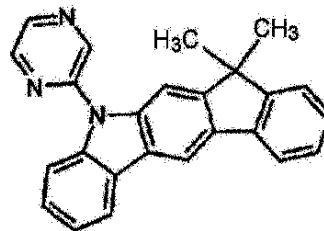
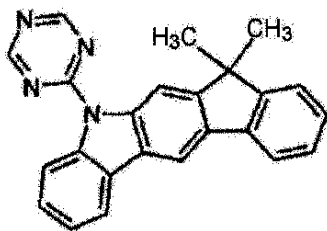


10

【0256】  
【化185】

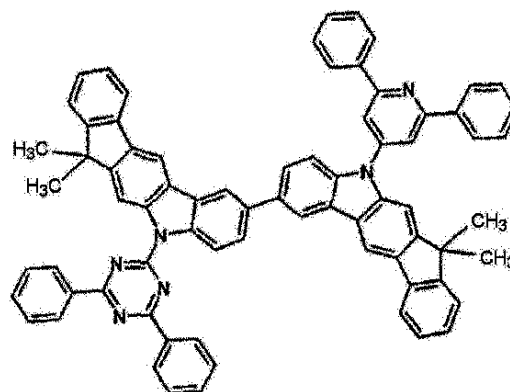
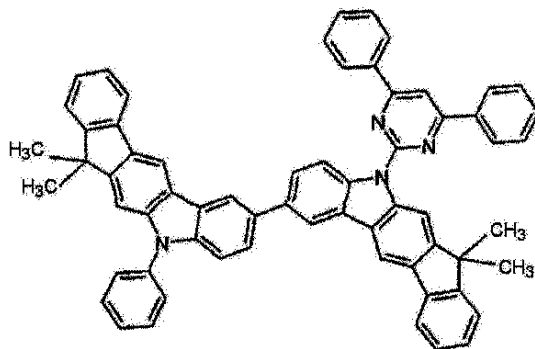


20



30

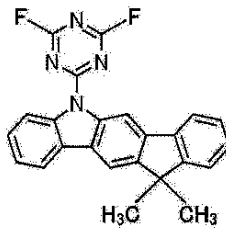
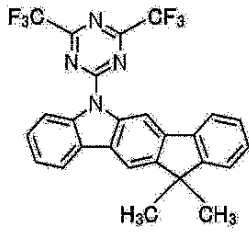
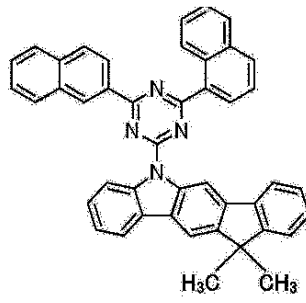
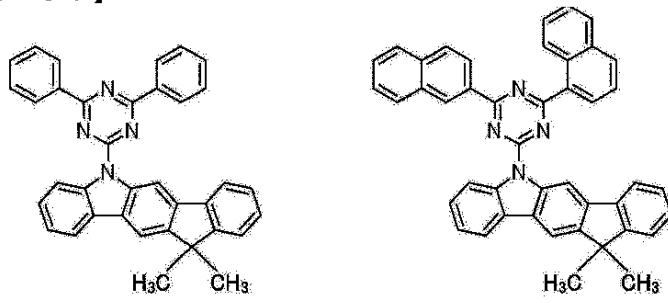
【0257】  
【化186】



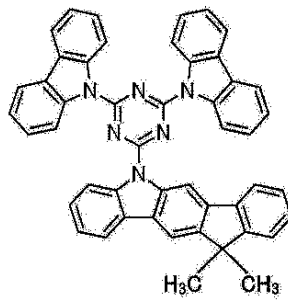
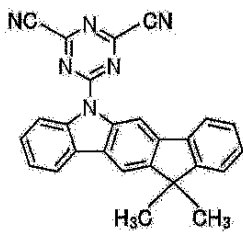
40

【0258】

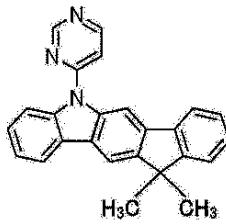
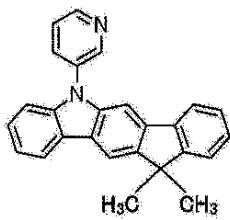
【化 1 8 7】



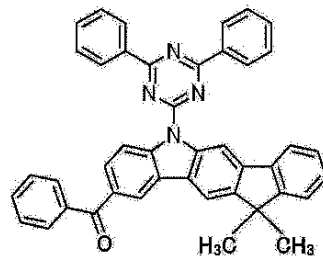
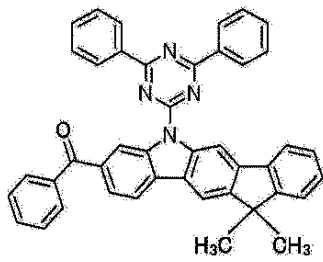
10



20



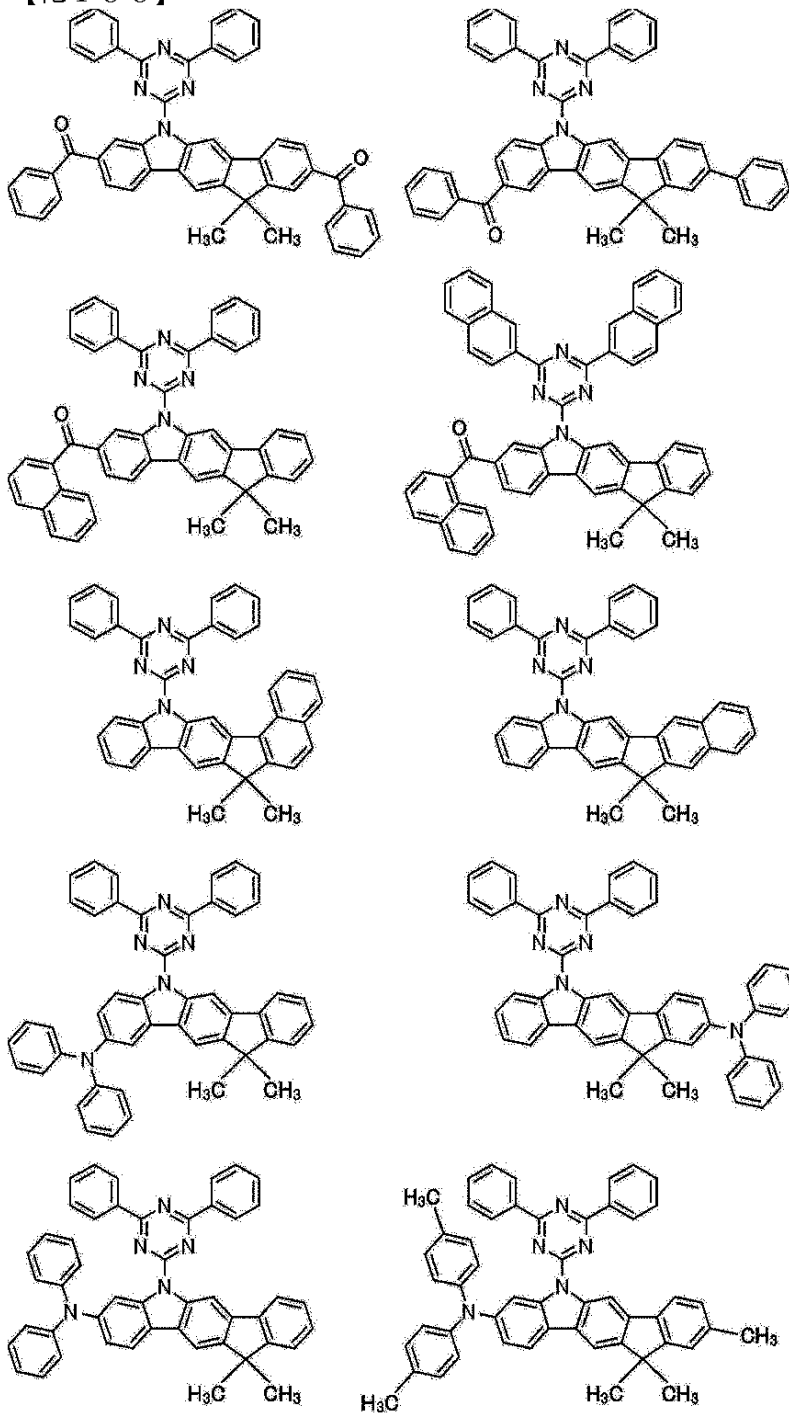
30



【 0 2 5 9】

40

【化 1 8 8】



10

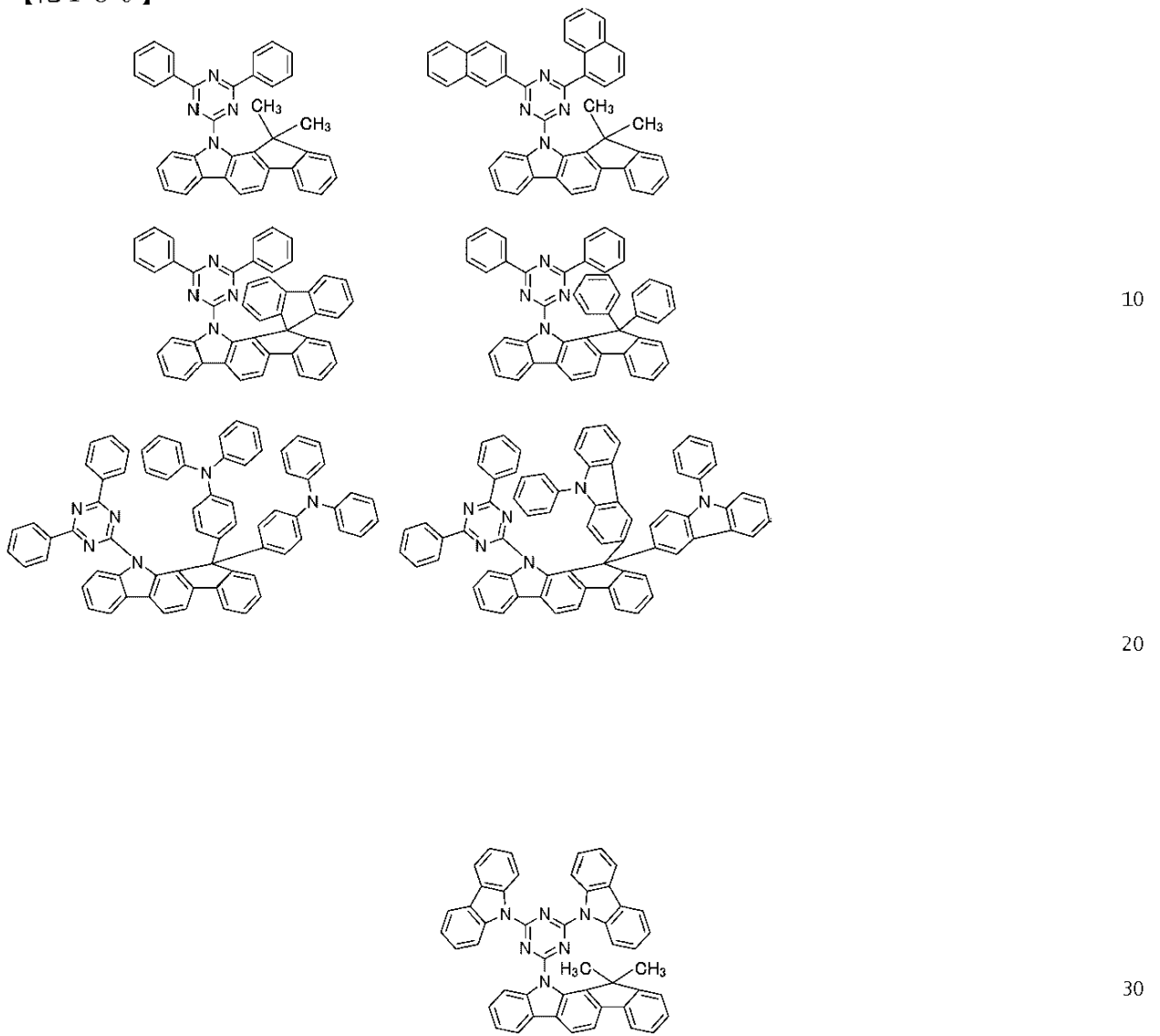
20

30

【 0 2 6 0】

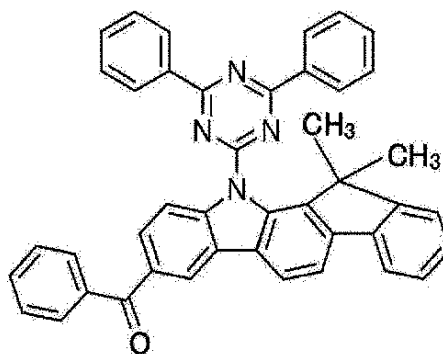
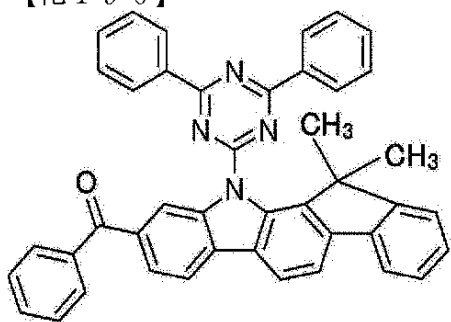
40

【化189】

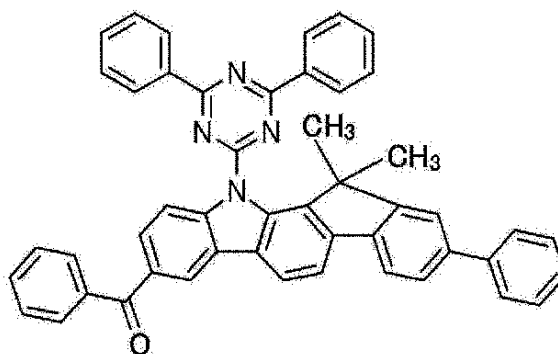
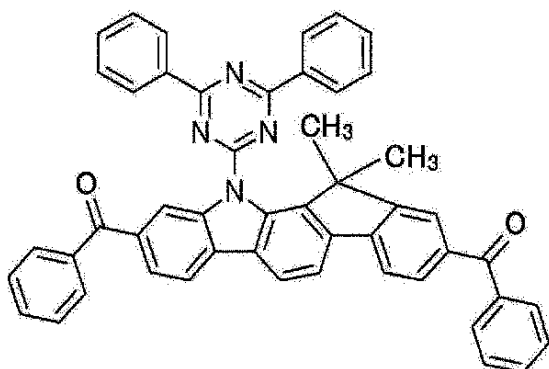


【0261】

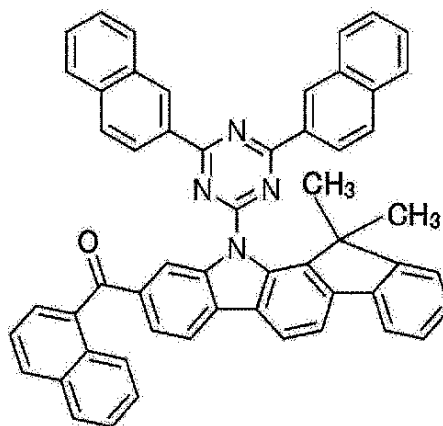
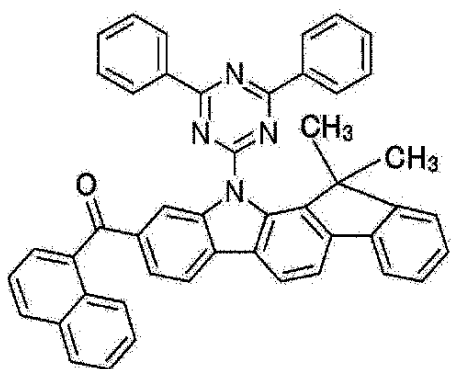
【化190】



10



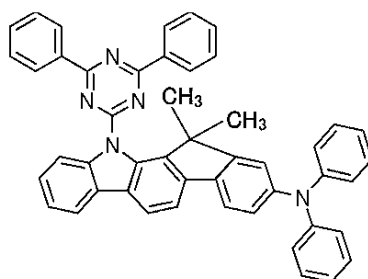
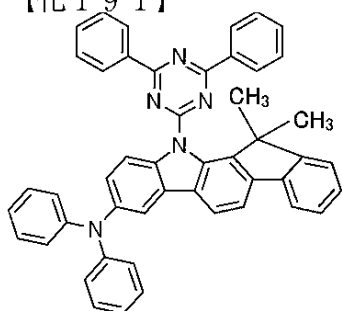
20



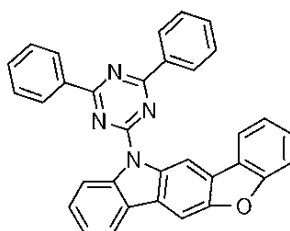
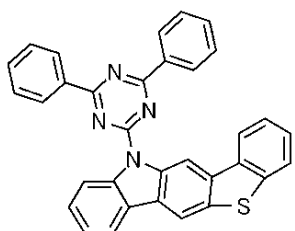
30

【0262】

【化191】



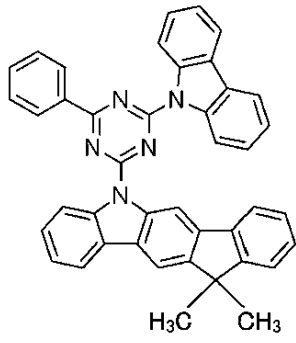
40



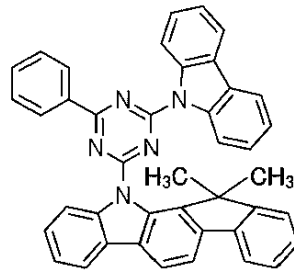
50

【0263】

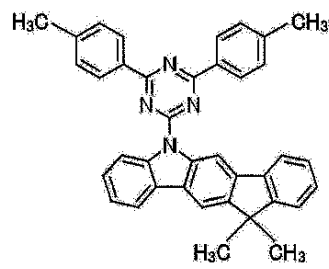
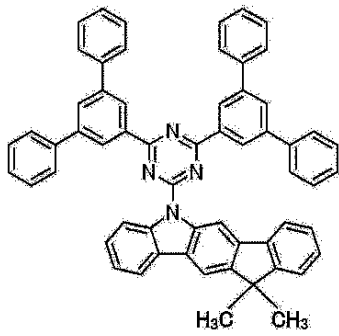
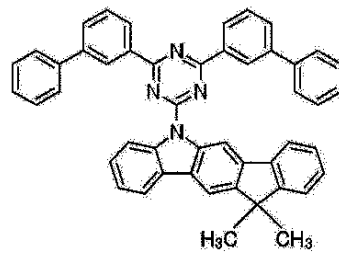
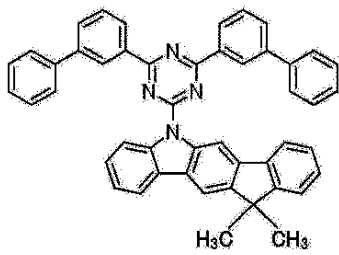
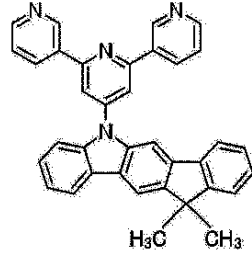
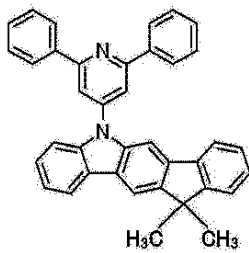
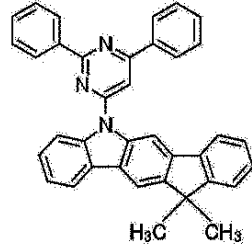
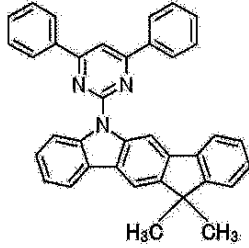
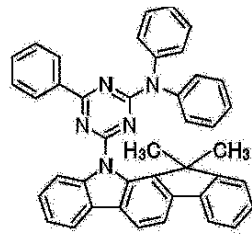
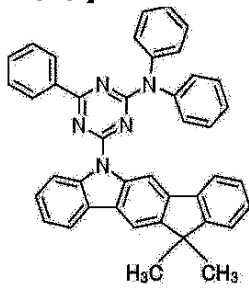
【化192】



【0264】



【化193】



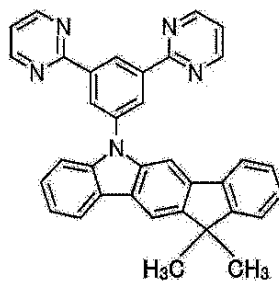
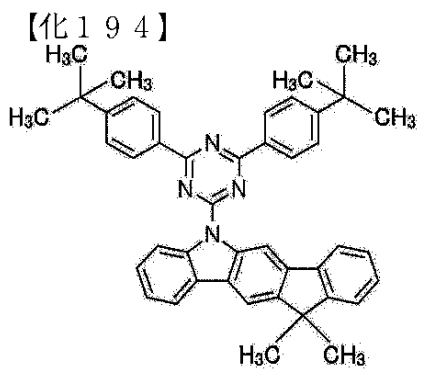
10

20

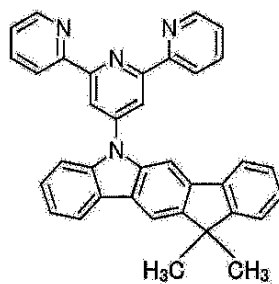
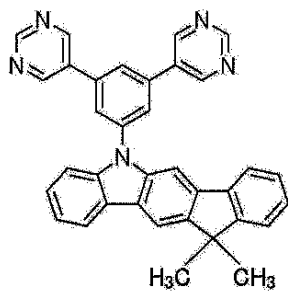
30

【0265】

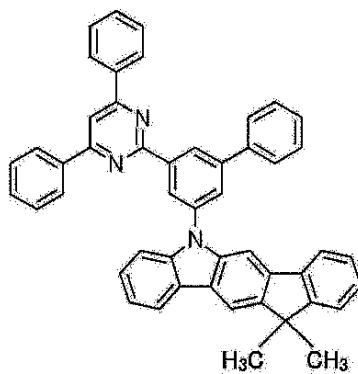
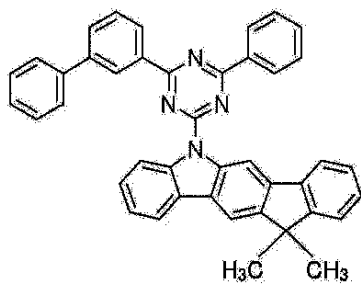
40



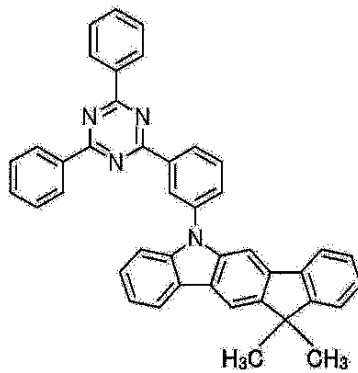
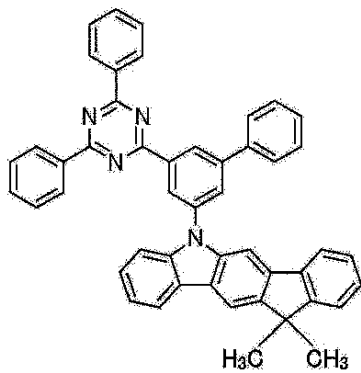
10



20



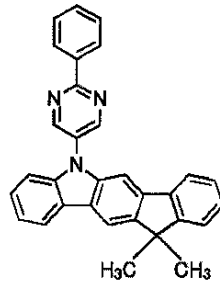
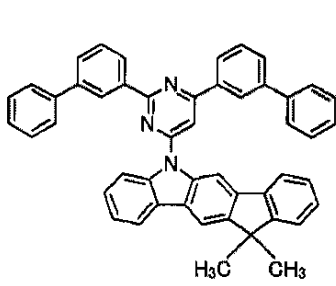
30



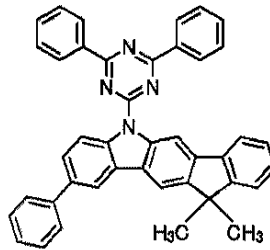
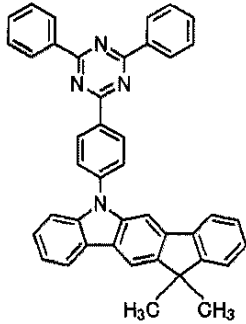
【 0 2 6 6 】

40

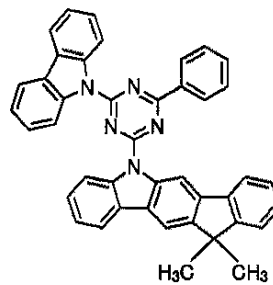
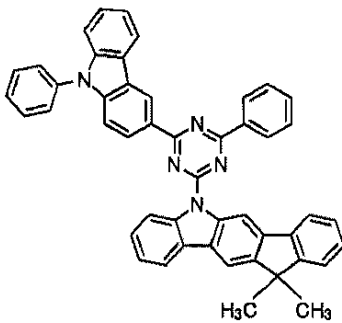
## 【化195】



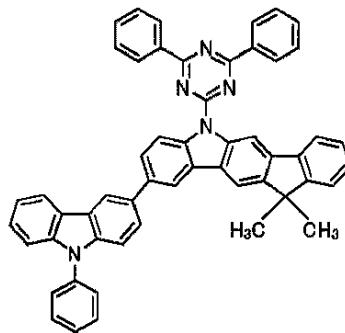
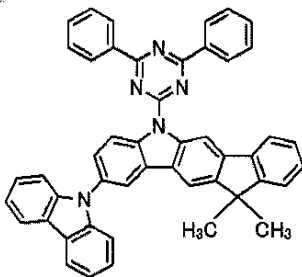
10



20



30



40

## 【0267】

(燐光発光性ドーパント材料)

燐光発光性ドーパント材料は、金属錯体を含有し、この金属錯体は、Ir (イリジウム)、Pt (白金)、Os (オスミウム)、Au (金)、Cu (銅)、Re (レニウム) 及びRu (ルテニウム) から選択される金属原子と、配位子と、を有することが好ましい。特に、前記配位子は、オルトメタル結合を有することが好ましい。

燐光量子収率が高く、有機EL素子の外部量子効率をより向上させることができるという点で、Ir、Os 及びPt から選ばれる金属原子を含有する化合物であると好ましく、イリジウム錯体、オスミウム錯体、白金錯体等の金属錯体であるとさらに好ましく、中

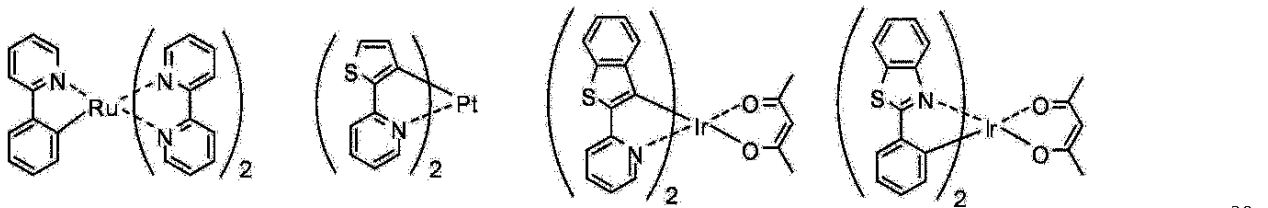
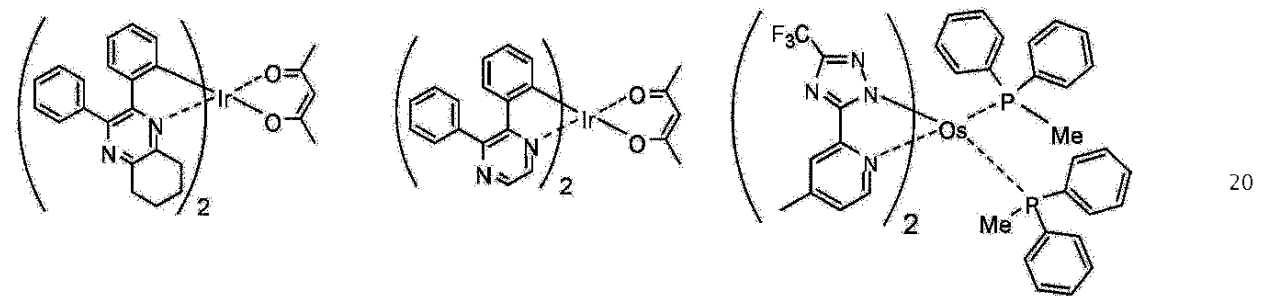
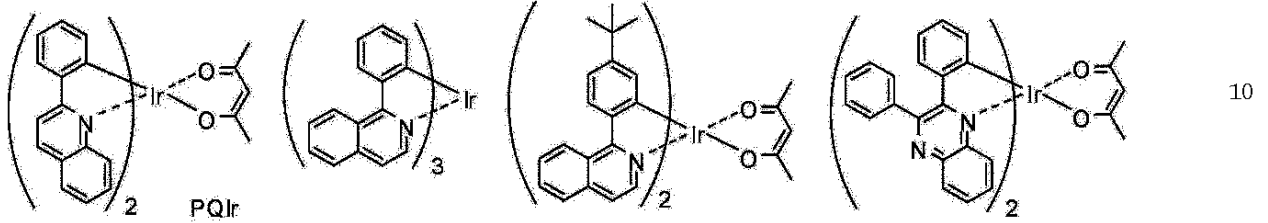
50

もイリジウム錯体及び白金錯体がより好ましく、オルトメタル化イリジウム錯体が最も好ましい。また、発光効率等の観点からフェニルキノリン、フェニルイソキノリン、フェニルピリジン、フェニルピリミジン、フェニルピラジン及びフェニルイミダゾールから選択される配位子から構成される有機金属錯体が好ましい。

好ましい金属錯体の具体例を、以下に示す。

【0268】

【化196】



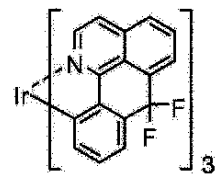
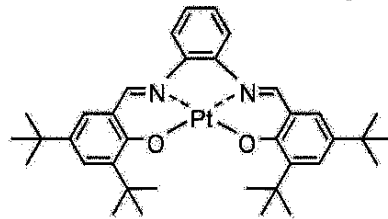
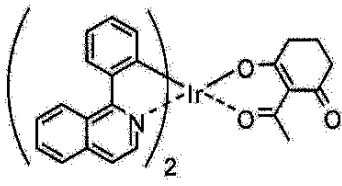
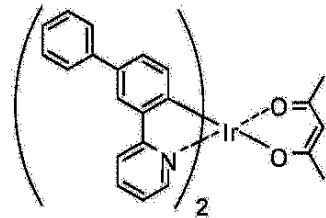
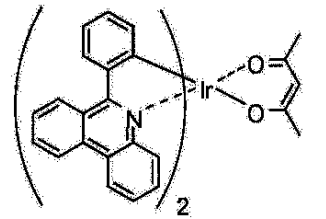
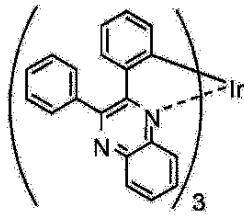
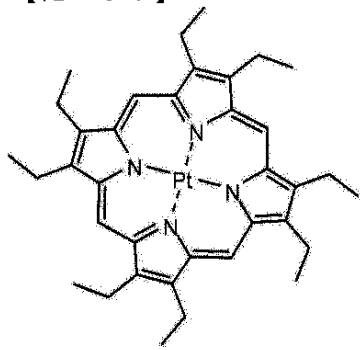
【0269】

10

20

30

【化197】

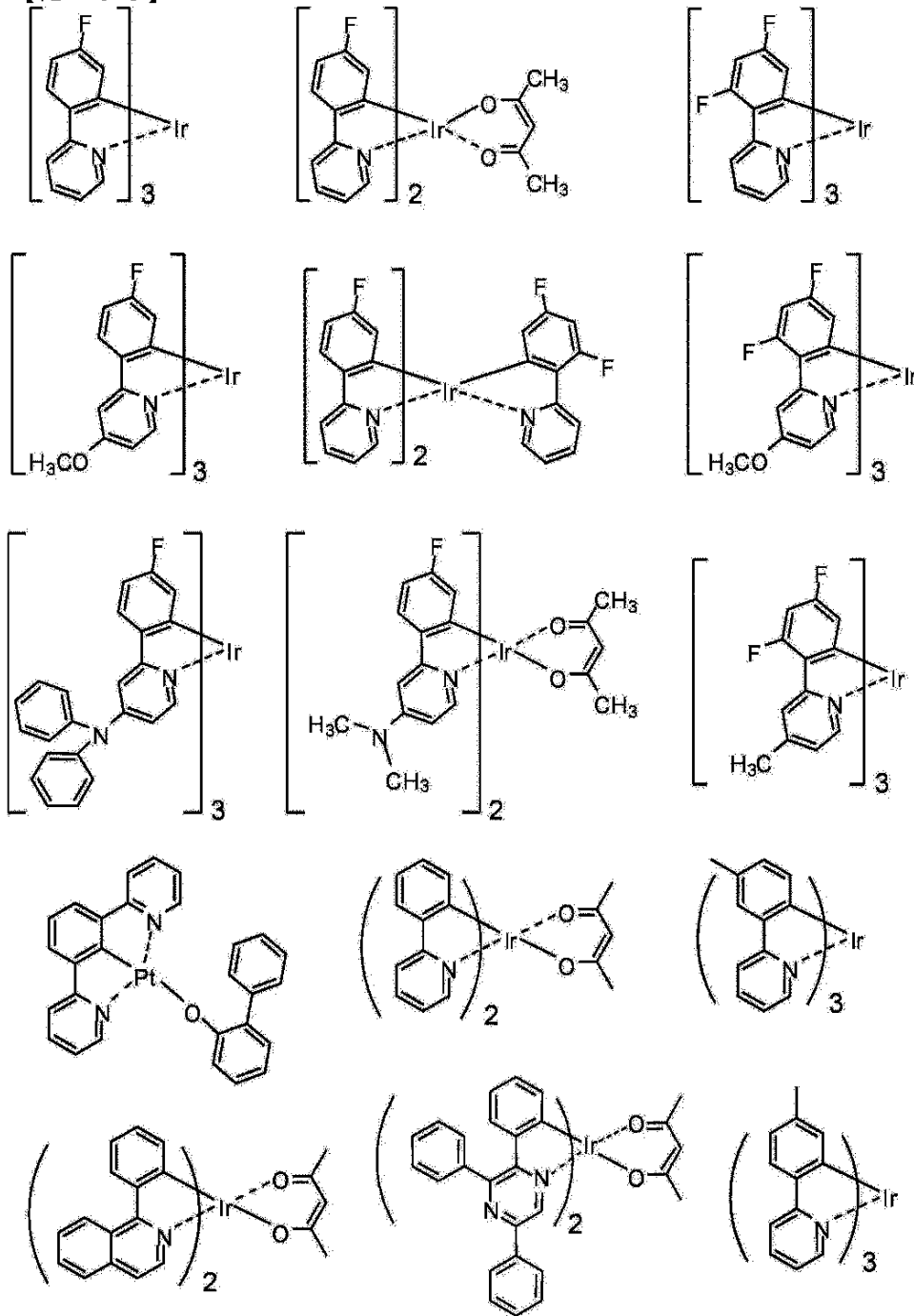


【0270】

10

20

【化 1 9 8】



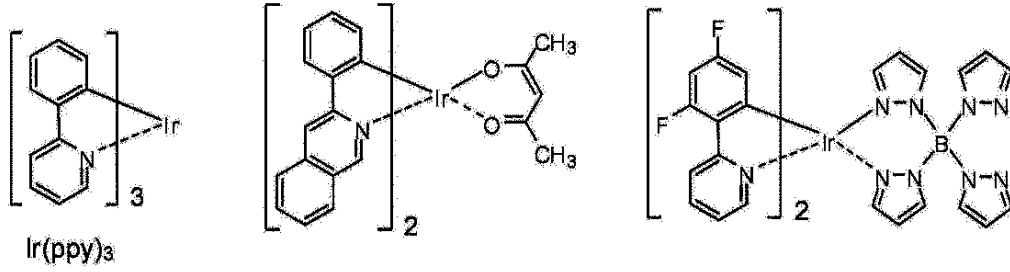
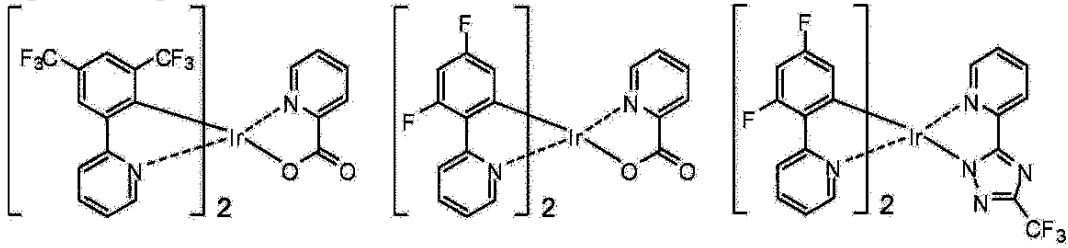
10

20

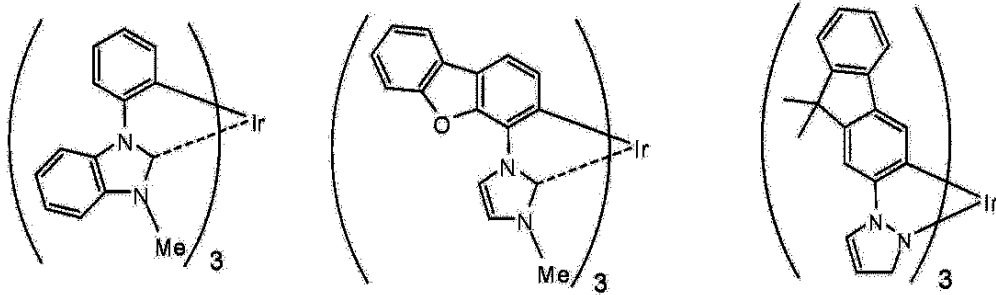
30

【0 2 7 1】

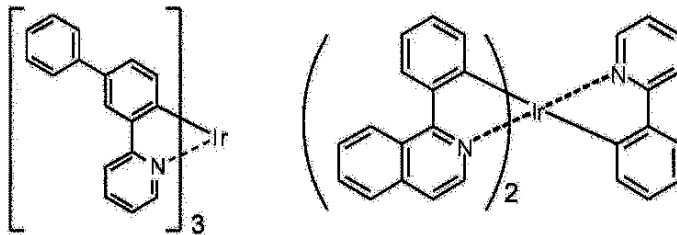
【化199】



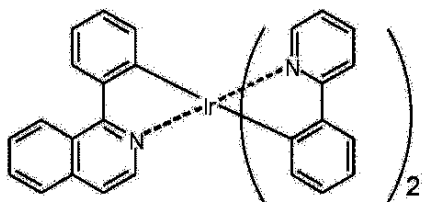
10



20

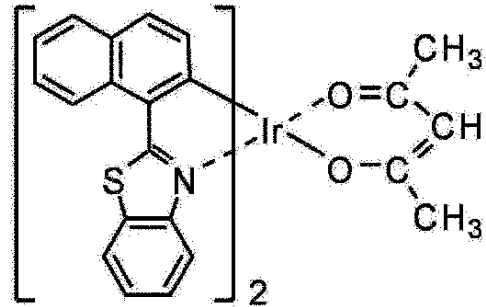
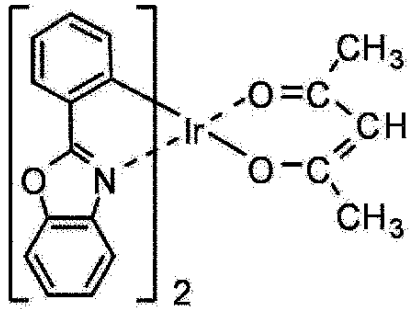
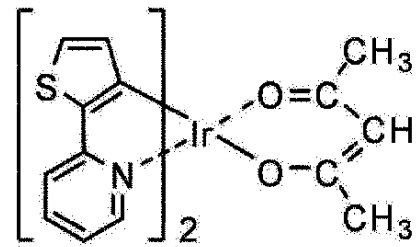
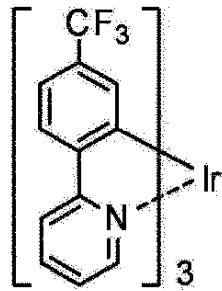
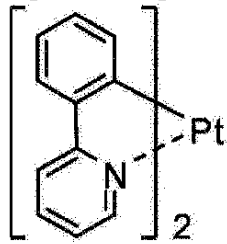


30

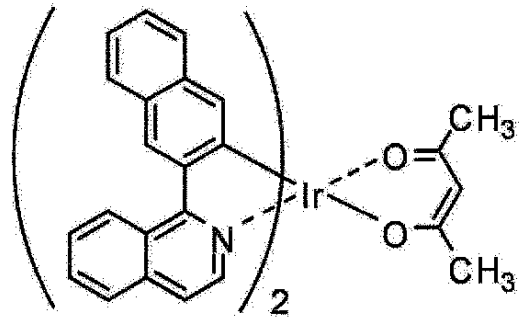
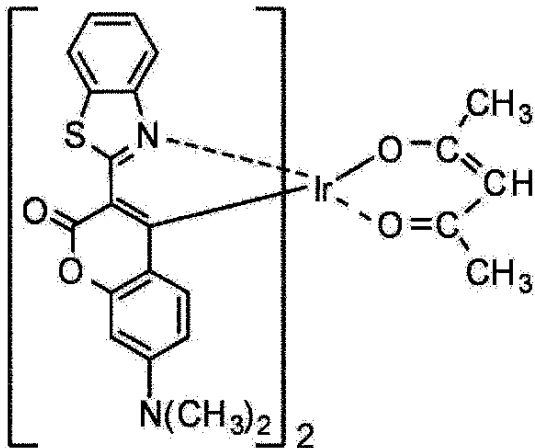


【0272】

[化 2 0 0]

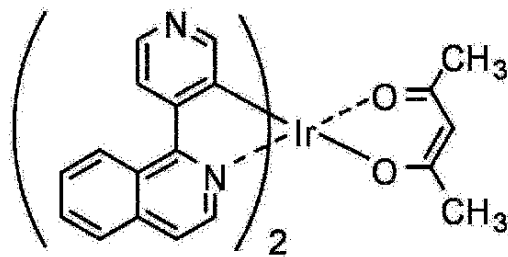
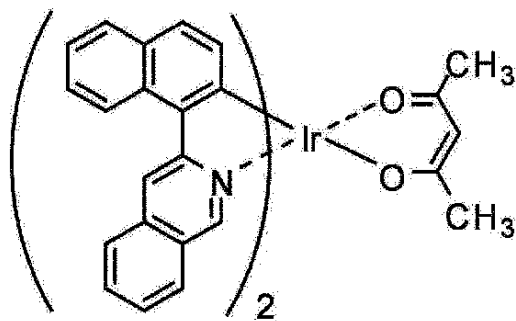


10

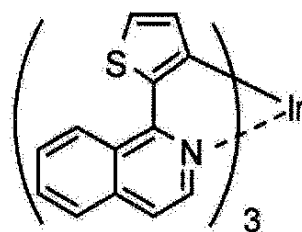
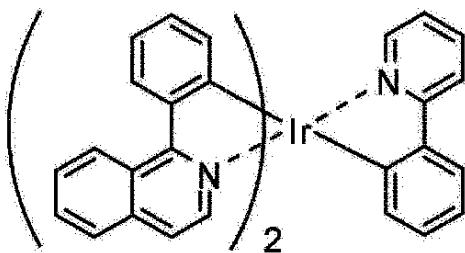


20

30



40



[0 2 7 3]

50

燐光発光性ドーパント材料は、単独で使用しても良いし、2種以上を併用しても良い。  
 発光層5に含まれる前記燐光発光性ドーパント材料のうち少なくとも1種は、発光波長のピークが500nm以上650nm以下であることが好ましく、510nm以上630nm以下であることがより好ましい。本実施形態における発光色としては、緑色が好ましい。一般に緑色を示す発光波長のピークは、495nm以上570nmであるが、本実施形態においては、特に発光波長が510nm以上570nm以下であることが好ましい。

このような発光波長の燐光発光性ドーパント材料を、前述した特定の第一材料および第二ホスト材料にドーブして発光層5を構成することにより、高効率な有機EL素子とすることができる。

#### 【0274】

10

##### 〔基板〕

有機EL素子1は、透光性の基板2上に陽極3、発光層5、陰極4等が積層されて構成される。基板2は、これら陽極3等を支持する基板であり、400nm~700nmの可視領域の光の透過率が50%以上で平滑な基板が好ましい。

透光性の基板としては、ガラス板、ポリマー板等が挙げられる。

ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等を原料として用いてなるものを挙げられる。

またポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリサルフォン等を原料として用いてなるものを挙げることができる。

20

なお、基板は、剥離法によって有機EL素子から剥離除去することができる。

#### 【0275】

##### 〔陽極及び陰極〕

有機EL素子1の陽極3は、正孔を正孔注入層、正孔輸送層6又は発光層5に注入する役割を担うものであり、4.5eV以上の仕事関数を有することが効果的である。

陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(NESA)、酸化インジウム亜鉛酸化物、金、銀、白金、銅等が挙げられる。

陽極3は、これらの陽極材料を蒸着法やスパッタリング法等の方法で、例えば基板2上に薄膜を形成させることにより作製することができる。

30

発光層5からの発光を陽極3側から取り出す場合、陽極3の可視領域の光の透過率を10%より大きくすることが好ましい。また、陽極3のシート抵抗は、数百 $\Omega/\square$  ( $\Omega/sq$ )以下が好ましい。陽極3の膜厚は、材料にもよるが、通常10nm~1 $\mu m$ 、好ましくは10nm~200nmの範囲で選択される。

#### 【0276】

陰極としては、発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましい。

陰極材料は特に限定されないが、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム-リチウム合金、マグネシウム-銀合金等が使用できる。

40

陰極4も、陽極3と同様に、蒸着法やスパッタリング法等の方法で、例えば電子輸送層7上に薄膜を形成させることにより作製することができる。また、陰極4側から、発光層5からの発光を取り出す態様を採用することもできる。発光層5からの発光を陰極4側から取り出す場合、陰極4の可視領域の光の透過率を10%より大きくすることが好ましい。

陰極のシート抵抗は、数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましい。

陰極の膜厚は材料にもよるが、通常10nm~1 $\mu m$ 、好ましくは50~200nmの範囲で選択される。

#### 【0277】

##### 〔その他の層〕

50

さらに電流（又は発光）効率を上げるために、必要に応じて、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層等を設けてもよい。有機EL素子1には、正孔輸送層6及び電子輸送層7を設けている。

【0278】

（正孔輸送層）

正孔輸送層6は、発光層への正孔注入を助け、正孔を発光領域まで輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化ポテンシャルが小さい。

正孔輸送層6を形成する正孔輸送材料としては、より低い電界強度で正孔を発光層5に輸送する材料が好ましく、本発明の前記一般式（2）で表される第二ホスト材料を用いることができる。その他、例えば、下記一般式（A1）で表わされる芳香族アミン誘導体が好適に用いられる。

10

【0279】

【化201】



【0280】

前記一般式（A1）において、 $Ar^1$  から  $Ar^4$  までは、それぞれ独立に、  
環形成炭素数6以上30以下のアリール基、  
環形成原子数5以上30以下の複素環基、  
それらアリール基とそれら複素環基とを結合させた基、または  
それらアリール基とそれら複素環基とを結合させた基、  
を表す。但し、ここで挙げたアリール基、および複素環基は、置換基を有してもよい。

20

【0281】

前記一般式（A1）において、Lは、連結基であり、  
環形成炭素数6以上30以下の2価のアリール基、  
環形成原子数5以上30以下の2価の複素環基、  
2個以上のアリール基または複素環基を  
単結合、  
エーテル結合、  
チオエーテル結合、  
炭素数1以上20以下のアルキレン基、  
炭素数2以上20以下のアルケニレン基、もしくは  
アミノ基  
で結合して得られる2価の基、  
を表す。但し、ここで挙げた2価のアリール基、および2価の複素環基は、置換基を有してもよい。

30

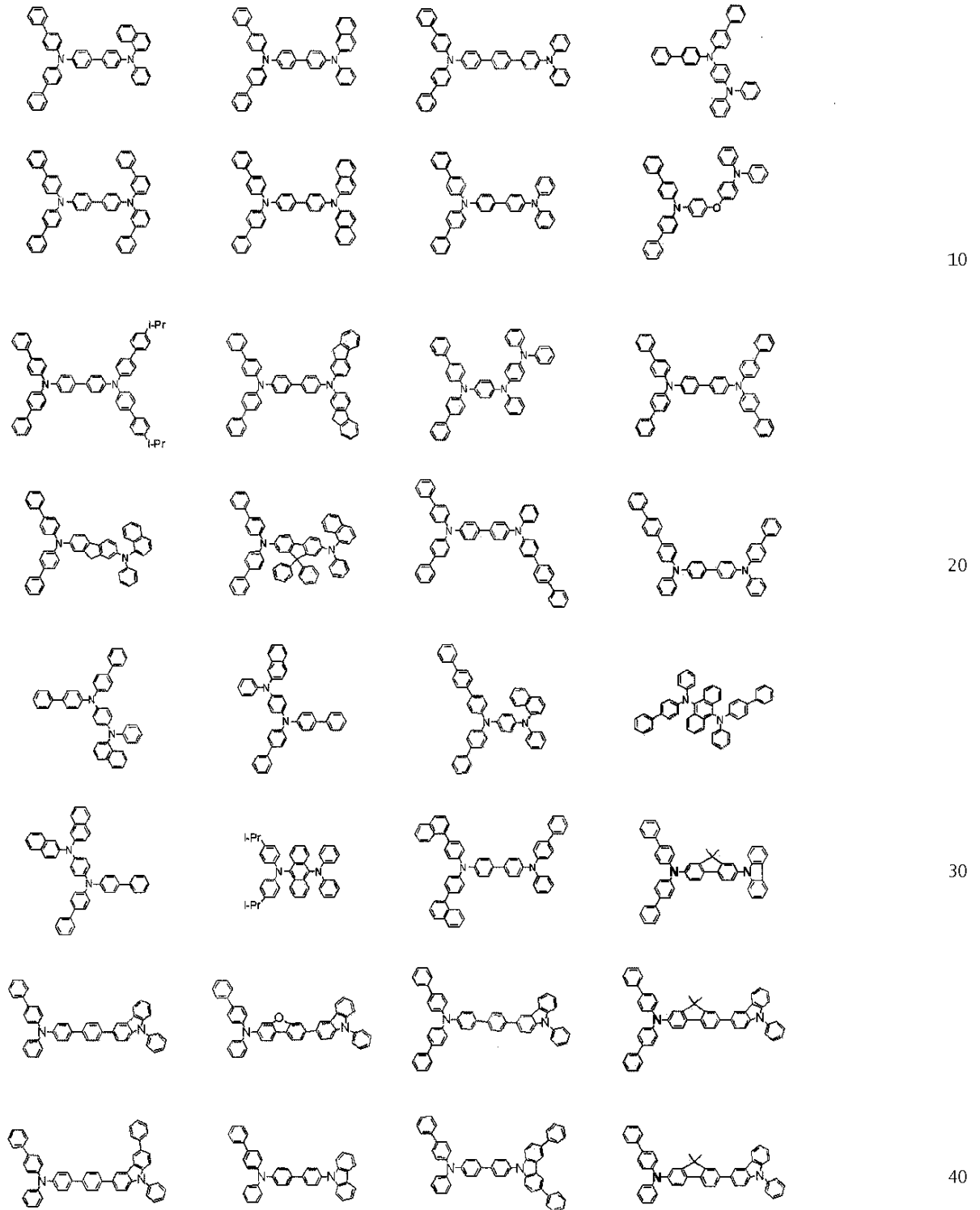
【0282】

前記一般式（A1）の化合物の具体例を以下に記すが、これらに限定されるものではない。

40

【0283】

## 【化202】



## 【0284】

また、下記一般式 (A2) の芳香族アミンも、正孔輸送層の形成に好適に用いられる。

## 【0285】

【化203】



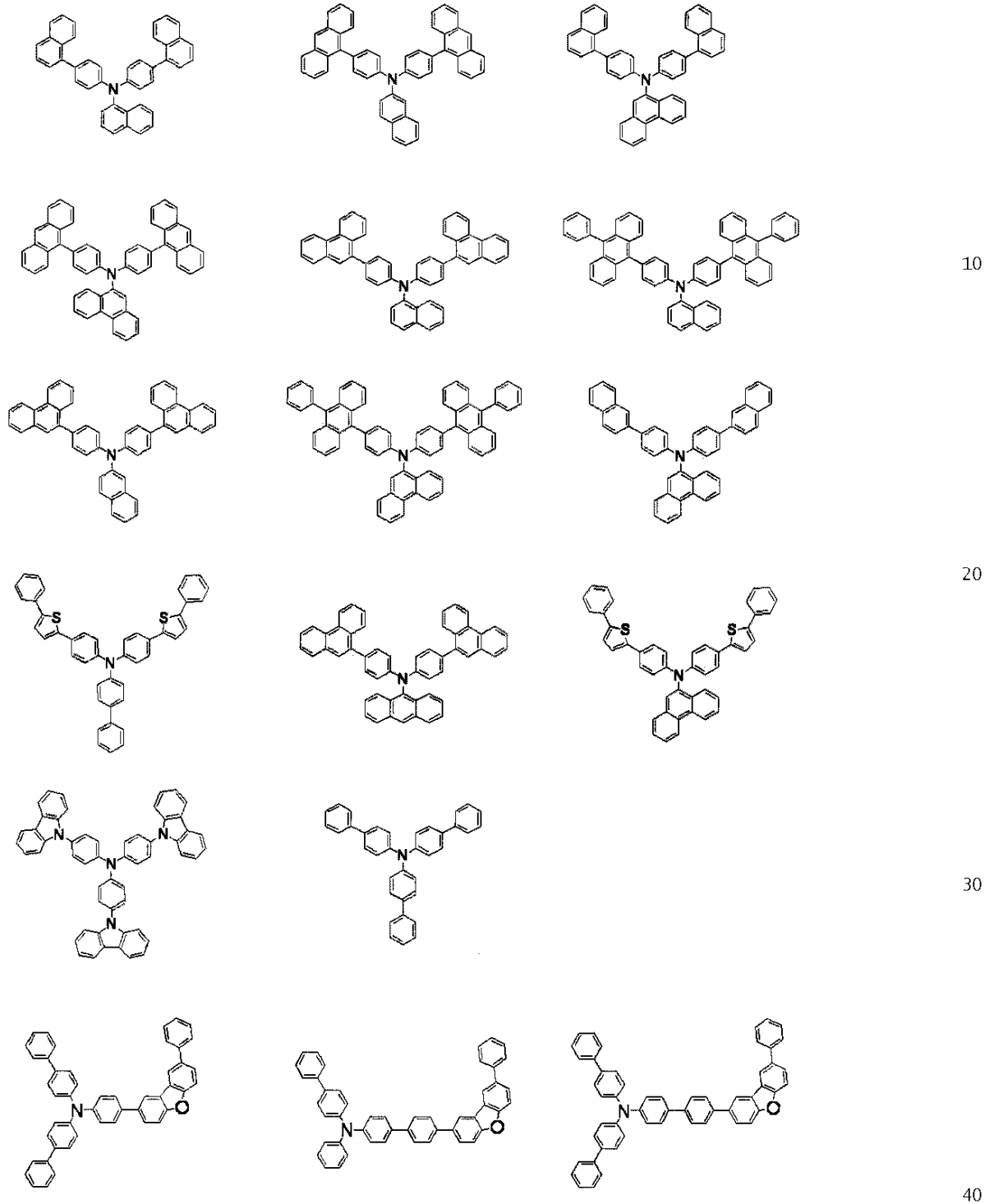
【0286】

前記一般式 (A 2) において、Ar<sup>1</sup> から Ar<sup>3</sup> までの定義は前記一般式 (A 1) の Ar<sup>1</sup> から Ar<sup>4</sup> までの定義と同様である。以下に一般式 (A 2) の化合物の具体例を記すがこれらに限定されるものではない。

10

【0287】

## 【化204】



## 【0288】

(電子輸送層)

電子輸送層7は、発光層5への電子の注入を助ける層であって、電子移動度が大きい。

本実施形態は、発光層5と陰極との間に電子輸送層7を有し、電子輸送層7は、含窒素環誘導体を主成分として含有しても好ましい。ここで、電子注入層は電子輸送層として機能する層であってもよい。

なお、「主成分として」とは、電子輸送層7が50質量%以上の含窒素環誘導体を含有していることを意味する。

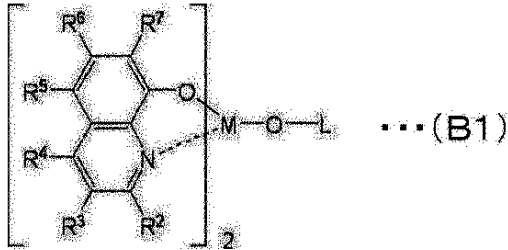
## 【0289】

電子輸送層 7 に用いる電子輸送性材料としては、分子内にヘテロ原子を 1 個以上含有する芳香族ヘテロ環化合物が好ましく用いられ、特に含窒素環誘導体が好ましい。また、含窒素環誘導体としては、含窒素 6 員環もしくは 5 員環骨格を有する芳香族環、または含窒素 6 員環もしくは 5 員環骨格を有する縮合芳香族環化合物が好ましい。

この含窒素環誘導体としては、例えば、下記一般式 (B 1) で表される含窒素環金属キレート錯体が好ましい。

【0290】

【化205】



10

【0291】

一般式 (B 1) における  $R^2$  から  $R^7$  までは、独立に、

- 水素原子、
- ハロゲン原子、
- オキシ基、
- アミノ基、
- 炭素数 1 以上 40 以下の炭化水素基、
- アルコキシ基、
- アリールオキシ基、
- アルコキシカルボニル基、または、
- 複素環基であり、

20

これらは置換基を有してもよい。

ハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素などが挙げられる。また、置換されていてもよいアミノ基の例としては、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アラルキルアミノ基が挙げられる。

30

【0292】

一般式 (B 1) におけるアルコキシカルボニル基は  $-COOY'$  と表され、 $Y'$  の例としては前記アルキル基と同様のものが挙げられる。アルキルアミノ基およびアラルキルアミノ基は  $-NQ^1Q^2$  と表される。 $Q^1$  および  $Q^2$  の具体例としては、独立に、前記アルキル基、前記アラルキル基 (アルキル基の水素原子がアリール基で置換された基) で説明したものと同様のものが挙げられ、好ましい例も同様である。 $Q^1$  および  $Q^2$  の一方は水素原子であってもよい。なお、アラルキル基は、前記アルキル基の水素原子が前記アリール基で置換された基である。

一般式 (B 1) におけるアリールアミノ基は  $-NAr^1Ar^2$  と表され、 $Ar^1$  および  $Ar^2$  の具体例としては、それぞれ独立に前記アリール基で説明した基と同様である。 $Ar^1$  および  $Ar^2$  の一方は水素原子であってもよい。

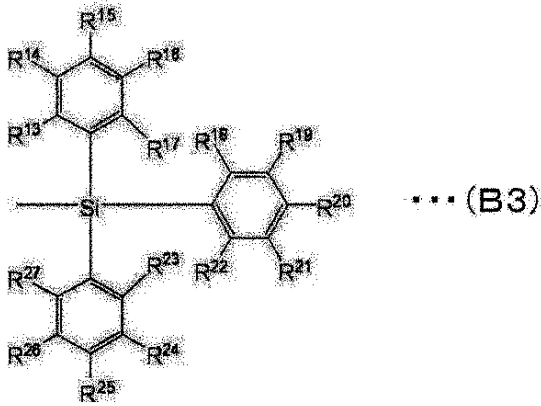
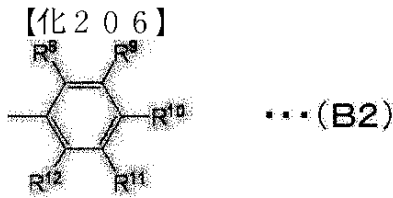
40

【0293】

一般式 (B 1) における M は、アルミニウム (Al)、ガリウム (Ga) またはインジウム (In) であり、In であると好ましい。

上記一般式 (B 1) の L は、下記一般式 (B 2) または (B 3) で表される基である。

【0294】



10

## 【0295】

前記一般式 (B2) において、 $R^8$  から  $R^{12}$  までは、それぞれ独立に、  
水素原子、または炭素数1以上40以下の炭化水素基であり、互いに隣接する基が環状構造を形成していてもよい。この炭化水素基は、置換基を有してもよい。

20

また、前記一般式 (B3) 中、 $R^{13}$  から  $R^{27}$  までは、それぞれ独立に、  
水素原子、または炭素数1以上40以下の炭化水素基であり、  
互いに隣接する基が環状構造を形成していてもよい。この炭化水素基は、置換基を有してもよい。

前記一般式 (B2) および一般式 (B3) の  $R^8$  から  $R^{12}$  まで、および  $R^{13}$  から  $R^{27}$  までが示す炭素数1以上40以下の炭化水素基としては、前記一般式 (B1) 中の  $R^2$  から  $R^7$  までの具体例と同様のものが挙げられる。

また、 $R^8$  から  $R^{12}$  まで、および  $R^{13}$  から  $R^{27}$  までの互いに隣接する基が環状構造を形成した場合の2価の基としては、テトラメチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、ジフェニルメタン-2, 2'-ジイル基、ジフェニルエタン-3, 3'-ジイル基、ジフェニルプロパン-4, 4'-ジイル基などが挙げられる。

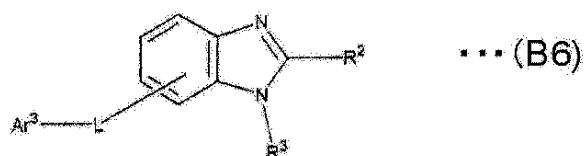
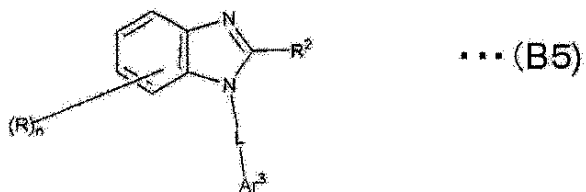
30

## 【0296】

また、電子輸送層は、下記一般式 (B4) から (B6) までで表される含窒素複素環誘導体の少なくともいずれか1つを含有することが好ましい。

## 【0297】

## 【化207】



10

## 【0298】

20

前記一般式 (B4) から (B6) までにおいて、Rは、  
 水素原子、  
 環形成炭素数6以上30以下のアリール基、  
 ピリジル基、  
 キノリル基、  
 炭素数1以上20以下のアルキル基、または  
 炭素数1以上20以下のアルコキシ基である。  
 nは0以上4以下の整数である。

## 【0299】

30

前記一般式 (B4) から (B6) までの式中、R<sup>1</sup> は、  
 環形成炭素数6以上30以下のアリール基、  
 ピリジル基、  
 キノリル基、  
 炭素数1以上20以下のアルキル基、または  
 炭素数1以上20以下のアルコキシ基である。

## 【0300】

40

前記一般式 (B4) から (B6) までの式中、R<sup>2</sup> およびR<sup>3</sup> は、独立に、  
 水素原子、  
 環形成炭素数6以上30以下のアリール基、  
 ピリジル基、  
 キノリル基、  
 炭素数1以上20以下のアルキル基、または  
 炭素数1以上20以下のアルコキシ基である。

## 【0301】

前記一般式 (B4) から (B6) までの式中、Lは、  
 環形成炭素数6以上30以下のアリール基、  
 ピリジニレン基、  
 キノリニレン基、または  
 フルオレニレン基である。

## 【0302】

50

前記一般式 (B 4) から (B 6) までの式中、 $Ar^1$  は、環形成炭素数 6 以上 30 以下のアリール基、  
 ピリジニレン基、  
 キノリニレン基である。

## 【0303】

前記一般式 (B 4) から (B 6) までの式中、 $Ar^2$  は、  
 環形成炭素数 6 以上 30 以下のアリール基、  
 ピリジル基、  
 キノリル基、  
 炭素数 1 以上 20 以下のアルキル基、または  
 炭素数 1 以上 20 以下のアルコキシ基である。

10

## 【0304】

前記一般式 (B 4) から (B 6) までの式中、 $Ar^3$  は、  
 環形成炭素数 6 以上 60 以下のアリール基、  
 ピリジル基、  
 キノリル基、  
 炭素数 1 以上 20 以下のアルキル基、  
 炭素数 1 以上 20 以下のアルコキシ基、または  
 「 $-Ar^1 - Ar^2$ 」で表される基 ( $Ar^1$  および  $Ar^2$  は、それぞれ前記と同じ)  
 である。

20

## 【0305】

また、前記一般式 (B 4) から (B 6) までの式中の  $R$ 、 $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $L$ 、 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、および  $Ar^3$  の説明で挙げたアリール基、ピリジル基、キノリル基、アルキル基、アルコキシ基、ピリジニレン基、キノリニレン基、フルオレニレン基は、置換基を有してもよい。

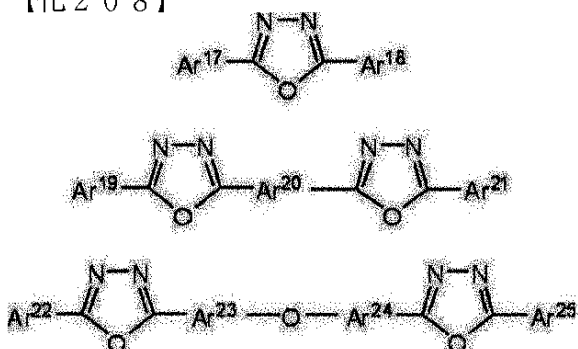
## 【0306】

電子注入層または電子輸送層に用いられる電子伝達性化合物としては、8-ヒドロキシキノリンまたはその誘導体の金属錯体、オキサジアゾール誘導体、含窒素複素環誘導体が好適である。上記 8-ヒドロキシキノリンまたはその誘導体の金属錯体の具体例としては、オキシシ (一般に 8-キノリノールまたは 8-ヒドロキシキノリン) のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物、例えばトリス (8-キノリノール) アルミニウムを用いることができる。そして、オキサジアゾール誘導体としては、下記のものを挙げることができる。

30

## 【0307】

## 【化208】



40

## 【0308】

これらオキサジアゾール誘導体の各一般式中、 $Ar^{17}$ 、 $Ar^{18}$ 、 $Ar^{19}$ 、 $Ar^{20}$ 、 $Ar^{21}$ 、 $Ar^{22}$  および  $Ar^{25}$  は、環形成炭素数 6 以上 30 以下のアリール基である。  
 但し、ここで挙げたアリール基は、置換基を有してもよい。また、 $Ar^{17}$  と  $Ar^{18}$ 、 $Ar^{19}$  と  $Ar^{21}$ 、 $Ar^{22}$  と  $Ar^{25}$  は、互いに同一でも異なってもよい。

50

ここで挙げたアリール基としては、フェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、アントラニル基、ペリレニル基、ピレニル基などが挙げられる。そして、これらへの置換基としては炭素数1以上10以下のアルキル基、炭素数1以上10以下のアルコキシ基またはシアノ基などが挙げられる。

【0309】

これらオキサジアゾール誘導体の各一般式中、 $Ar^{20}$ 、 $Ar^{23}$  および  $Ar^{24}$  は、環形成炭素数6以上30以下の2価のアリール基である。

但し、ここで挙げたアリール基は、置換基を有してもよい。

また、 $Ar^{23}$  と  $Ar^{24}$  は、互いに同一でも異なってもよい。

ここで挙げた2価のアリール基としては、フェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、アントラニレン基、ペリレニレン基、ピレニレン基などが挙げられる。そして、これらへの置換基としては炭素数1以上10以下のアルキル基、炭素数1以上10以下のアルコキシ基またはシアノ基などが挙げられる。

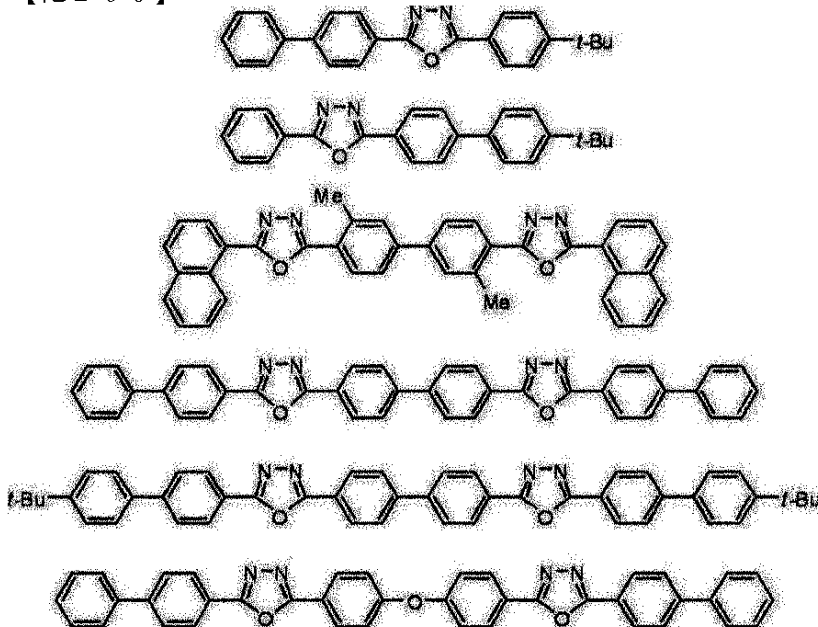
10

【0310】

これらの電子伝達性化合物は、薄膜形成性の良好なものが好ましく用いられる。そして、これら電子伝達性化合物の具体例としては、下記のことを挙げることができる。

【0311】

【化209】



20

30

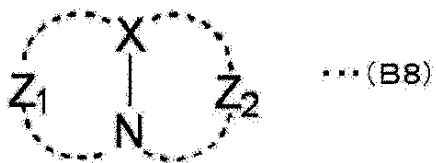
【0312】

電子伝達性化合物としての含窒素複素環誘導体は、以下の一般式を有する有機化合物からなる含窒素複素環誘導体であって、金属錯体でない含窒素化合物が挙げられる。例えば、下記一般式 (B7) に示す骨格を含有する5員環もしくは6員環や、下記一般式 (B8) に示す構造のものが挙げられる。

40

【0313】

【化210】



10

【0314】

前記一般式 (B 8) 中、X は炭素原子もしくは窒素原子を表す。Z<sub>1</sub> ならびに Z<sub>2</sub> は、それぞれ独立に含窒素ヘテロ環を形成可能な原子群を表す。

【0315】

含窒素複素環誘導体は、さらに好ましくは、5員環もしくは6員環からなる含窒素芳香多環族を有する有機化合物である。さらには、このような複数窒素原子を有する含窒素芳香多環族の場合は、上記一般式 (B 7) と (B 8) もしくは上記一般式 (B 7) と下記一般式 (B 9) を組み合わせた骨格を有する含窒素芳香多環有機化合物が好ましい。

【0316】

20

【化211】

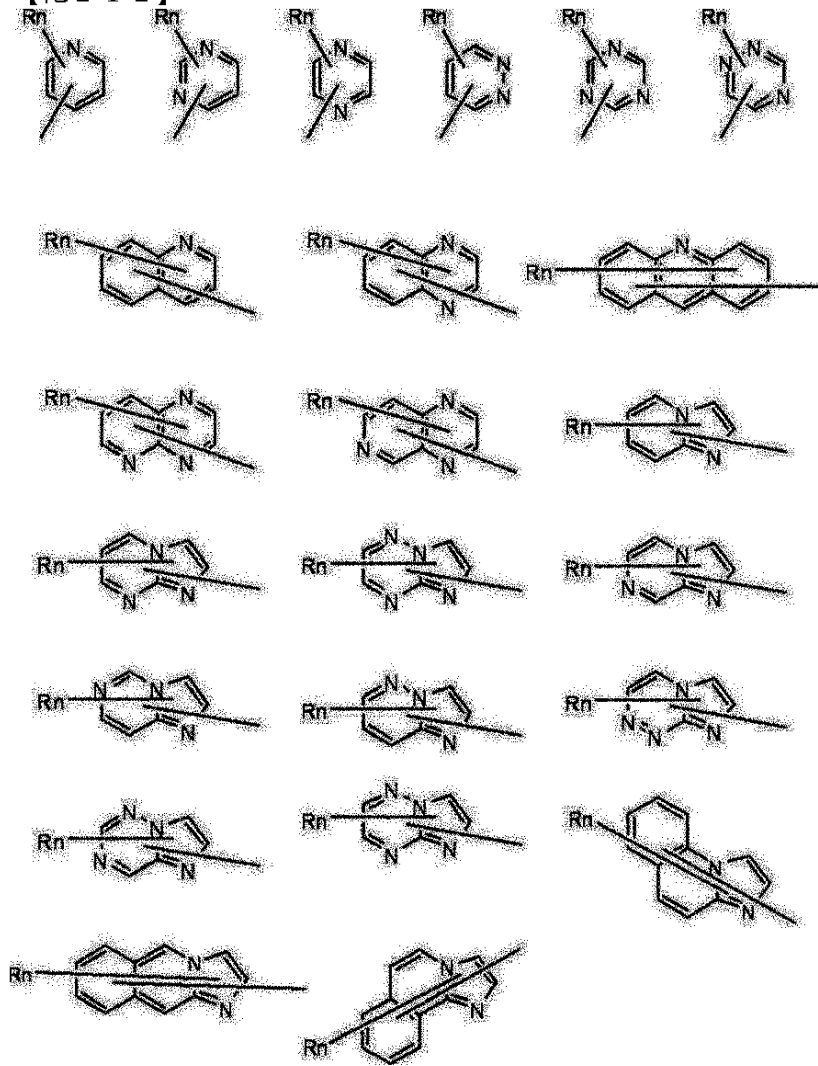


【0317】

前記の含窒素芳香多環有機化合物の含窒素基は、例えば、以下の一般式で表される含窒素複素環基から選択される。

【0318】

【化212】



10

20

30

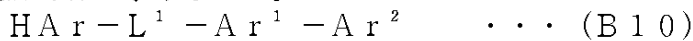
【0319】

これら含窒素複素環基の各一般式中、Rは、  
 環形成炭素数6以上30以下のアリール基、  
 環形成原子数5以上30以下の複素環基、  
 炭素数1以上20以下のアルキル基、または  
 炭素数1以上20以下のアルコキシ基  
 である。

これら含窒素複素環基の各一般式中、nは0以上5以下の整数であり、nが2以上の整数であるとき、複数のRは互いに同一または異なってもよい。

【0320】

さらに、好ましい具体的な化合物として、下記一般式(B10)で表される含窒素複素環誘導体が挙げられる。



前記一般式(B10)中、HArは、  
 環形成炭素数1以上40以下の含窒素複素環基である。

前記一般式(B10)中、L<sup>1</sup>は、  
 単結合、  
 環形成炭素数6以上30以下のアリール基、または  
 環形成炭素数2以上40以下の複素環基である。

【0321】

40

50

前記一般式 (B 1 0) 中、A r<sup>1</sup> は、  
環形成炭素数 6 以上 4 0 以下の 2 価のアリール基である。

前記一般式 (B 1 0) 中、A r<sup>2</sup> は、  
環形成炭素数 6 以上 4 0 以下のアリール基、または  
環形成炭素数 2 以上 4 0 以下の複素環基である。

【0 3 2 2】

また、前記一般式 (B 1 0) の式中の H A r、L<sup>1</sup>、A r<sup>1</sup>、および A r<sup>2</sup> の説明で挙げた含窒素複素環基、アリール基、および複素環基は、置換基を有してもよい。

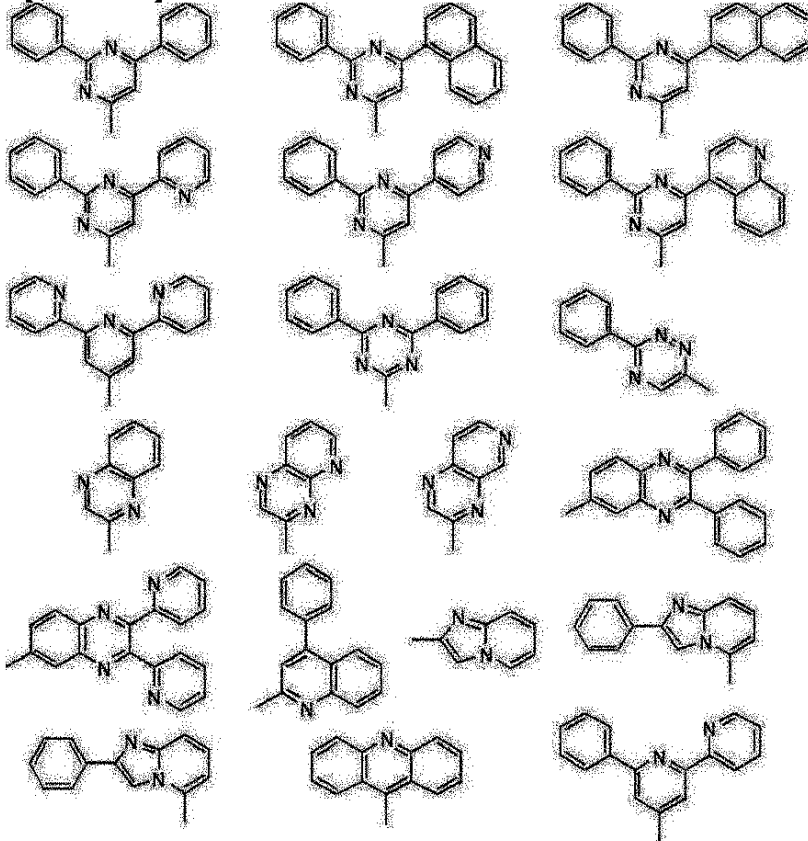
【0 3 2 3】

前記一般式 (B 1 0) の式中の H A r は、例えば、下記の群から選択される。

10

【0 3 2 4】

【化 2 1 3】



20

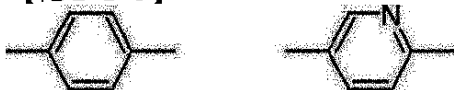
30

【0 3 2 5】

前記一般式 (B 1 0) の式中の L<sup>1</sup> は、例えば、下記の群から選択される。

【0 3 2 6】

【化 2 1 4】



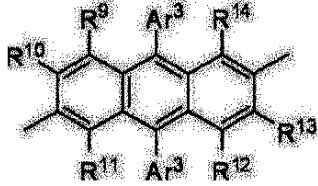
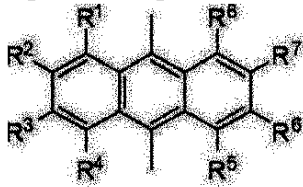
40

【0 3 2 7】

前記一般式 (B 1 0) の式中の A r<sup>1</sup> は、例えば、下記のアリールアントラニル基から選択される。

【0 3 2 8】

## 【化215】



10

## 【0329】

前記アリールアントラニル基の一般式中、R<sup>1</sup> からR<sup>14</sup> までは、独立して、  
 水素原子、  
 ハロゲン原子、  
 炭素数1以上20以下のアルキル基、  
 炭素数1以上20以下のアルコキシ基、  
 環形成炭素数6以上30以下のアリールオキシ基、  
 環形成炭素数6以上30以下のアリール基、または  
 環形成原子数5以上30以下の複素環基である。

20

## 【0330】

前記アリールアントラニル基の一般式中、Ar<sup>3</sup> は、  
 環形成炭素数6以上30以下のアリール基、または  
 環形成原子数5以上30以下の複素環基である。

## 【0331】

但し、前記アリールアントラニル基の一般式中のR<sup>1</sup> からR<sup>14</sup> まで、およびAr<sup>3</sup> の  
 説明で挙げたアリール基、および複素環基は、置換基を有してもよい。

また、R<sup>1</sup> からR<sup>8</sup> までは、いずれも水素原子である含窒素複素環誘導体であってもよ  
 い。

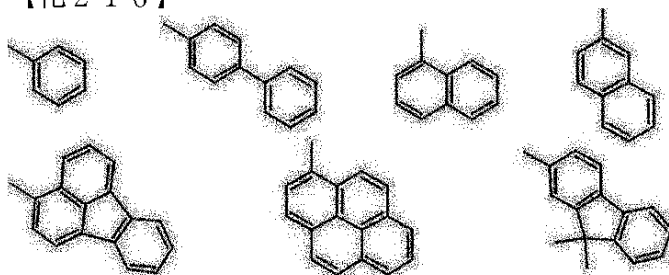
30

## 【0332】

前記アリールアントラニル基の一般式中、Ar<sup>2</sup> は、例えば、下記の群から選択される  
 。

## 【0333】

## 【化216】



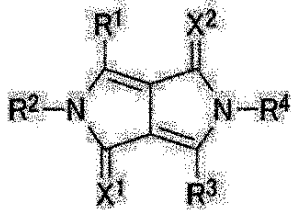
40

## 【0334】

電子伝達性化合物としての含窒素芳香多環有機化合物には、この他、下記の化合物（特  
 開平9-3448号公報参照）も好適に用いられる。

## 【0335】

## 【化217】



## 【0336】

この含窒素芳香多環有機化合物の一般式中、 $R^1$  から  $R^4$  までは、独立に、  
水素原子、  
脂肪族基、  
脂肪族式環基、  
炭素環式芳香族環基、または  
複素環基

10

を表す。但し、ここで挙げた脂肪族基、脂肪族式環基、炭素環式芳香族環基、および複素環基は、置換基を有してもよい。

この含窒素芳香多環有機化合物の一般式中、 $X^1$ 、 $X^2$  は、独立に、酸素原子、硫黄原子、またはジシアノメチレン基を表す。

## 【0337】

また、電子伝達性化合物として、下記の化合物（特開2000-173774号公報参照）も好適に用いられる。

20

## 【0338】

## 【化218】



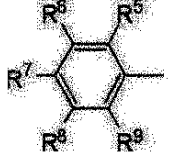
## 【0339】

前記一般式中、 $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$  および  $R^4$  は互いに同一のまたは異なる基であって、  
下記一般式で表わされるアリール基または縮合アリール基である。

30

## 【0340】

## 【化219】



## 【0341】

前記一般式中、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、 $R^8$  および  $R^9$  は互いに同一のまたは異なる基であって、水素原子、或いはそれらの少なくとも1つが飽和もしくは不飽和アルコキシル基、アルキル基、アミノ基、またはアルキルアミノ基である。

40

## 【0342】

さらに、電子伝達性化合物は、該含窒素複素環基または含窒素複素環誘導体を含む高分子化合物であってもよい。

## 【0343】

また、電子注入層の構成成分としては、含窒素環誘導体の他に、無機化合物として絶縁体または半導体を使用することが好ましい。電子注入層が絶縁体や半導体で構成されていれば、電流のリークを有効に防止して、電子注入性を向上させることができる。

## 【0344】

50

(電子供与性ドーパントおよび有機金属錯体)

本発明の有機EL素子は、陰極と有機薄膜層との界面領域に電子供与性ドーパントおよび有機金属錯体の少なくともいずれかを有することも好ましい。

このような構成によれば、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。

電子供与性ドーパントとしては、アルカリ金属、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属、アルカリ土類金属化合物、希土類金属、および希土類金属化合物などから選ばれた少なくとも一種類が挙げられる。

有機金属錯体としては、アルカリ金属を含む有機金属錯体、アルカリ土類金属を含む有機金属錯体、および希土類金属を含む有機金属錯体などから選ばれた少なくとも一種類が

10

【0345】

アルカリ金属としては、リチウム(Li) (仕事関数: 2.93 eV)、ナトリウム(Na) (仕事関数: 2.36 eV)、カリウム(K) (仕事関数: 2.28 eV)、ルビジウム(Rb) (仕事関数: 2.16 eV)、セシウム(Cs) (仕事関数: 1.95 eV)などが挙げられ、仕事関数が2.9 eV以下のものが特に好ましい。これらのうち好ましくはK、Rb、Cs、さらに好ましくはRbまたはCsであり、最も好ましくはCsである。

アルカリ土類金属としては、カルシウム(Ca) (仕事関数: 2.9 eV)、ストロンチウム(Sr) (仕事関数: 2.0 eV以上2.5 eV以下)、バリウム(Ba) (仕事関数: 2.52 eV)などが挙げられ、仕事関数が2.9 eV以下のものが特に好ましい。

20

希土類金属としては、スカンジウム(Sc)、イットリウム(Y)、セリウム(Ce)、テルビウム(Tb)、イッテルビウム(Yb)などが挙げられ、仕事関数が2.9 eV以下のものが特に好ましい。

以上の金属のうち好ましい金属は、特に還元能力が高く、電子注入域への比較的少量の添加により、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が可能である。

【0346】

アルカリ金属化合物としては、酸化リチウム(Li<sub>2</sub>O)、酸化セシウム(Cs<sub>2</sub>O)、酸化カリウム(K<sub>2</sub>O)などのアルカリ酸化物、フッ化リチウム(LiF)、フッ化ナトリウム(NaF)、フッ化セシウム(CsF)、フッ化カリウム(KF)などのアルカリハロゲン化合物などが挙げられ、フッ化リチウム(LiF)、酸化リチウム(Li<sub>2</sub>O)、フッ化ナトリウム(NaF)が好ましい。

30

アルカリ土類金属化合物としては、酸化バリウム(BaO)、酸化ストロンチウム(SrO)、酸化カルシウム(CaO)およびこれらを混合したストロンチウム酸バリウム(Ba<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>O) (0 < x < 1)、カルシウム酸バリウム(Ba<sub>x</sub>Ca<sub>1-x</sub>O) (0 < x < 1)などが挙げられ、BaO、SrO、CaOが好ましい。

希土類金属化合物としては、フッ化イッテルビウム(YbF<sub>3</sub>)、フッ化スカンジウム(ScF<sub>3</sub>)、酸化スカンジウム(ScO<sub>3</sub>)、酸化イットリウム(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、酸化セリウム(Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、フッ化ガドリニウム(GdF<sub>3</sub>)、フッ化テルビウム(TbF<sub>3</sub>)などが挙げられ、YbF<sub>3</sub>、ScF<sub>3</sub>、TbF<sub>3</sub>が好ましい。

40

【0347】

有機金属錯体としては、上記の通り、それぞれ金属イオンとしてアルカリ金属イオン、アルカリ土類金属イオン、希土類金属イオンの少なくとも一つ含有するものであれば特に限定はない。また、配位子にはキノリノール、ベンゾキノリノール、アクリジノール、フェナントリジノール、ヒドロキシフェニルオキサゾール、ヒドロキシフェニルチアゾール、ヒドロキシジアリールオキサジアゾール、ヒドロキシジアリールチアジアゾール、ヒドロキシフェニルピリジン、ヒドロキシフェニルベンゾイミダゾール、ヒドロキシベンゾトリアゾール、ヒドロキシフルボラン、ピピリジル、フェナントロリン、フタロシアニン、ポルフィリン、シクロペンタジエン、β-ジケトン類、アゾメチン類、およびそれらの誘

50

導体などが好ましいが、これらに限定されるものではない。

#### 【0348】

電子供与性ドーパントおよび有機金属錯体の添加形態としては、界面領域に層状または島状に形成することが好ましい。形成方法としては、抵抗加熱蒸着法により電子供与性ドーパントおよび有機金属錯体の少なくともいずれかを蒸着しながら、界面領域を形成する発光材料や電子注入材料である有機物を同時に蒸着させ、有機物中に電子供与性ドーパントおよび有機金属錯体還元ドーパントの少なくともいずれかを分散する方法が好ましい。分散濃度はモル比で有機物：電子供与性ドーパント，有機金属錯体＝100：1から1：100まで、好ましくは5：1から1：5までである。

電子供与性ドーパントおよび有機金属錯体の少なくともいずれかを層状に形成する場合は、界面の有機層である発光材料や電子注入材料を層状に形成した後に、電子供与性ドーパントおよび有機金属錯体の少なくともいずれかを単独で抵抗加熱蒸着法により蒸着し、好ましくは層の厚み0.1 nm以上15 nm以下で形成する。

10

電子供与性ドーパントおよび有機金属錯体の少なくともいずれかを島状に形成する場合は、界面の有機層である発光材料や電子注入材料を島状に形成した後に、電子供与性ドーパントおよび有機金属錯体の少なくともいずれかを単独で抵抗加熱蒸着法により蒸着し、好ましくは島の厚み0.05 nm以上1 nm以下で形成する。

また、本発明の有機EL素子における、主成分と電子供与性ドーパントおよび有機金属錯体の少なくともいずれかとの割合としては、モル比で主成分：電子供与性ドーパント，有機金属錯体＝5：1から1：5までであると好ましく、2：1から1：2までであるとさらに好ましい。

20

#### 【0349】

##### 〔膜厚〕

本発明の有機EL素子において、陽極と陰極との間に設けられた各層の膜厚は、前述した中で特に規定したものを除いて、特に制限されないが、一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常は数nmから1 μmの範囲が好ましい。

#### 【0350】

##### 〔有機EL素子の製造法〕

本発明の有機EL素子の製造法については、特に制限はなく、従来の有機EL素子に使用される製造方法を用いて製造することができる。具体的には、各層を真空蒸着法、キャスト法、塗布法、スピコート法等により形成することができる。また、ポリカーボネート、ポリウレタン、ポリスチレン、ポリアリレート、ポリエステル等の透明ポリマーに、各層の有機材料を分散させた溶液を用いたキャスト法、塗布法、スピコート法その他、有機材料と透明ポリマーとの同時蒸着等によっても形成することができる。

30

#### 【0351】

##### 〔第二実施形態〕

#### 【0352】

次に、第二実施形態について説明する。

第二実施形態の説明において第一実施形態と同一の構成要素は、同一符号や名称を付す等して説明を省略もしくは簡略にする。また、第二実施形態では、第一実施形態で説明したものと同様の材料や化合物を用いることができる。

40

第二実施形態に係る有機EL素子1Aは、発光ユニット5A、第三の発光層53が設けられ、発光ユニット5Aと第三の発光層53との間にスペーシングレイヤー8が設けられている点で第一実施形態と異なる。そして、図2に示すように、基板2の上に、陽極3、正孔輸送層6、発光ユニット5A、スペーシングレイヤー8、第三の発光層53、電子輸送層7、および陰極4がこの順に積層されている。

発光ユニット5Aは、正孔輸送層6に連続して形成された第一の発光層51と、第一の発光層51およびスペーシングレイヤー8の間に連続して形成された第二の発光層52とを備える。

50

## 【0353】

第一の発光層51は、第一発光層用ホスト材料及び第一発光層用発光材料を含有する。第一発光層用ホスト材料としては、モノアミン化合物、ジアミン化合物、トリアミン化合物、テトラミン化合物、カルバゾール基で置換されたアミン化合物などのアミン誘導体が好ましい。なお、第一発光層用ホスト材料としては、前記した一般式(1)で表される第一ホスト材料および一般式(2)で表される第二ホスト材料と同じ材料を用いてもよい。第一発光層用発光材料としては、570nm以上の発光ピークを示す材料が好ましい。ここで、570nm以上の発光ピークを示す発光色としては、例えば、赤色である。

第二の発光層52は、本発明の発光層であり、すなわち第一実施形態の発光層5と同様である。

10

## 【0354】

スペーシングレイヤー8とは、隣接する第二の発光層52及び第三の発光層53間にHOMOレベル、LUMOレベルのエネルギー障壁を設けることにより、第二の発光層52及び第三の発光層53への電荷(正孔又は電子)注入を調整し、第二の発光層52及び第三の発光層53に注入される電荷のバランスを調整するための層である。また、三重項エネルギーの障壁を設けることにより、第二の発光層52で生じた三重項エネルギーを第三の発光層53へ拡散するのを防止し、第二の発光層52内で効率的に発光させるための層である。

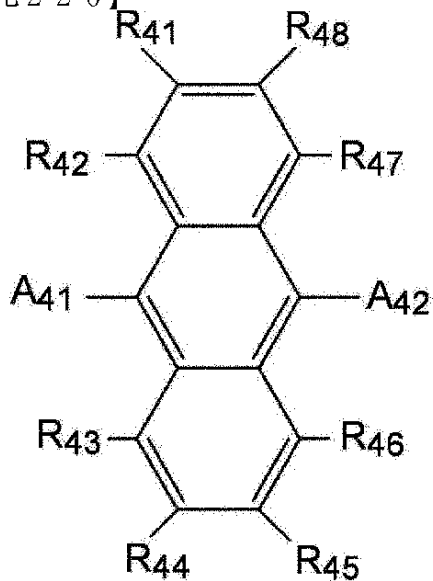
第三の発光層53は、例えば、青色の蛍光発光を示す層であり、ピーク波長は450nm以上500nm以下である。第三の発光層53は、第三発光層用ホスト材料と、第三発光層用発光材料とを含有する。

20

第三発光層用ホスト材料としては、例えば、アントラセン中心骨格を有する下記式(41)に示す構造を有する化合物が挙げられる。

## 【0355】

## 【化220】



(41)

30

40

## 【0356】

式(41)中、A<sub>41</sub>及びA<sub>42</sub>は、それぞれ置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族環から誘導される基である。

R<sub>41</sub>~R<sub>48</sub>は、それぞれ、水素原子、置換基もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリール基、置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数1~50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3~50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1~50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6~50のアラルキル基、置換もしくは無置換の環形成原子数5~50のアリール

50

オキシ基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシ基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、及びヒドロキシ基のうちのいずれかである。

#### 【0357】

A<sub>41</sub>及びA<sub>42</sub>の芳香族環に置換される置換基としては、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3～50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6～50のアラルキル基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の環形成原子数5～50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシ基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、及びヒドロキシ基のうちのいずれかが挙げられる。

10

#### 【0358】

第三発光層用発光材料としては、例えば、アリールアミン化合物、スチリルアミン化合物、アントラセン、ナフタレン、フェナントレン、ピレン、テトラセン、コロネン、クリセン、フルオレセイン、ペリレン、フタロペリレン、ナフタロペリレン、ペリノン、フタロペリノン、ナフタロペリノン、ジフェニルプタジエン、テトラフェニルプタジエン、クマリン、オキサジアゾール、アルダジン、ビスベンゾキサゾリン、ビススチリル、ピラジン、シクロペンタジエン、キノリン金属錯体、アミノキノリン金属錯体、ベンゾキノリン金属錯体、イミン、ジフェニルエチレン、ビニルアントラセン、ジアミノカルバゾール、ピラン、チオピラン、ポリメチン、メロシアン、イミダゾールキレート化オキシノイド化合物、キナクリドン、ルブレネ及び蛍光色素等が挙げられる。

20

第三の発光層53は、例えば、青色の蛍光発光を示す層であり、ピーク波長は450～500nmである。

#### 【0359】

有機EL素子1Aでは、赤色に発光する第一の発光層51、緑色に発光する第二の発光層52、および青色に発光する第三の発光層53を備えるため、素子全体として白色発光させることができる。

従って、有機EL素子1Aは、照明やバックライトなどの面光源として好適に利用できる。

30

#### 【0360】

##### [第三実施形態]

次に、第三実施形態について説明する。

第三実施形態の説明において第一実施形態と同一の構成要素は、同一符号や名称を付す等して説明を省略もしくは簡略にする。また、第三実施形態では、第一実施形態で説明したものと同様の材料や化合物を用いることができる。

第三実施形態の有機EL素子は、電荷発生層と2つ以上の発光ユニットとを備えるいわゆるタンデム型の素子である。一对の電極から注入される電荷に加えて、電荷発生層から供給される電荷が発光ユニット内に注入されることになるので、電荷発生層を設けることによって、注入した電流に対する発光効率（電流効率）が向上する。

40

#### 【0361】

図3に示すように、第三実施形態の有機EL素子1Bは、基板2の上に、陽極3、正孔輸送層6、第一の発光ユニット5A、電子輸送層7、電荷発生層9、第二の正孔輸送層6B、第二の発光ユニット5B、第二の電子輸送層7B、及び陰極4をこの順に積層されている。

第一の発光ユニット5Aは、第二実施形態における第一の発光ユニットと同様であり、この第一の発光ユニット5Aを構成する第二の発光層52は、本発明の発光層であり、すなわち第一実施形態の発光層5および第二実施形態の第二の発光層と同様である。

第二の発光ユニット5Bは、第二の正孔輸送層6Bに連続して形成された第三の発光層

50

53と、第三の発光層53と第二の電子輸送層7Bの間に連続して形成された第四の発光層54とを備える。

第三の発光層53は、第二実施形態の第三の発光層と同様である。

第四の発光層54Bは、緑色に発光する蛍光発光層であり、ピーク波長はおよそ500nm以上570nm以下である。第四の発光層54は、第四のホスト材料と、第四の発光材料とを含有する。

#### 【0362】

電荷発生層9は、有機EL素子1Bに電界を印加した際に、電荷が発生する層であり、電子輸送層7に電子を注入し、第二の正孔輸送層6Bに正孔を注入する。

電荷発生層9の材料としては、公知の材料や、例えば、US7,358,661に記載の材料を使用することができる。具体的には、In, Sn, Zn, Ti, Zr, Hf, V, Mo, Cu, Ga, Sr, La, Ruなどの金属酸化物、窒化物、ヨウ化物、ホウ化物などが挙げられる。また、第三の発光層53が電荷発生層9から電子を容易に受け取れるようにするため、電子輸送層7における電荷発生層界面近傍にアルカリ金属で代表されるドナーをドーピングすることが好ましい。ドナーとしては、ドナー性金属、ドナー性金属化合物及びドナー性金属錯体のうち少なくとも一種を選ぶことができる。このようなドナー性金属、ドナー性金属化合物及びドナー性金属錯体に使用できる化合物の具体例として、国際公開第2010/134352号の公報に記載の化合物が挙げられる。

#### 【0363】

なお、第二の正孔輸送層6B及び第二の電子輸送層7Bは、第一実施形態の正孔輸送層及び電子輸送層と同様である。

有機EL素子1Bは、いわゆるタンデム型素子であるため、駆動電流の低減を図ることができ、耐久性の向上も図ることができる。

#### 【0364】

##### [第四実施形態]

次に、第四実施形態について説明する。

第四実施形態では、上記実施形態の有機EL素子の製造において用いられる有機EL素子用材料について説明する。

この有機EL素子用材料は、前記一般式(1)で表される化合物及び前記一般式(3)で表される化合物を含むことを特徴とする。なお、この有機EL素子用材料にその他の材料が含まれることは除外されない。

この有機EL素子用材料において、前記一般式(1)で表される化合物は、前記一般式(9)で表される化合物であることが好ましい。

また、この有機EL素子用材料において、前記一般式(1)で表される化合物は、前記一般式(10)で表される化合物であることが好ましい。

ここで、この有機EL素子用材料に含まれる第一ホスト材料及び第二ホスト材料の質量百分率の合計が100質量%となるように、第一ホスト材料については、10質量%以上90質量%以下、並びに第二ホスト材料については、10質量%以上90質量%以下で設定されることが好ましい。さらに、第一ホスト材料については、40質量%以上60質量%以下、並びに第二ホスト材料については、40質量%以上60質量%以下で設定されることがより好ましい。

#### 【0365】

第四実施形態の有機EL素子用材料は、第一ホスト材料に当たる前記一般式(1)で表される化合物及び第二ホスト材料に当たる前記一般式(3)で表される化合物を含むため、上記実施形態の有機EL素子の発光層の形成に用いることが好ましい。なお、この有機EL素子用材料を発光層以外の有機EL素子を構成する層に用いることもできる。

この有機EL用材料が発光層に用いられる場合、前記一般式(1)で表される化合物及び前記一般式(3)で表される化合物の他に、燐光発光性ドーパント材料をさらに含んでも良い。

第四実施形態の有機EL素子用材料を用いて、有機EL素子を製造する場合、予め前記

一般式(1)で表される化合物及び前記一般式(3)で表される化合物が混合されているので、製造時に質量比を調整しながら混合する必要がないため、製造が容易になる。また、例えば、真空蒸着法にて有機EL素子用材料を用いて発光層を形成するときに、第一ホスト材料及び第二ホスト材料のそれぞれの蒸着温度が互いに近接する場合、第一ホスト材料用及び第二ホスト材料用にそれぞれ蒸着ボートを用意する必要がないため、製造装置を簡略化できる。

【0366】

[実施形態の変形例]

なお、本発明は、上記の説明に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲での変更は本発明に含まれる。

第一実施形態、第二実施形態では、陽極に連続して正孔輸送層を形成する構成を示したが、陽極及び正孔輸送層間に正孔注入層をさらに形成してもよい。

このような正孔注入層の材料としては、ポルフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物またはスチリルアミン化合物を用いることが好ましく、特に、ヘキサシアノヘキサアザトリフェニレン(HAT)などの芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

また、第一実施形態～第三実施形態では、陰極に連続して電子輸送層を形成する構成を示したが、陰極及び電子輸送層間に電子注入層をさらに形成してもよい。

そして、第三実施形態では、2つの発光ユニットを形成する構成を示したが、発光ユニットを3つ以上形成してもよい。

【実施例】

【0367】

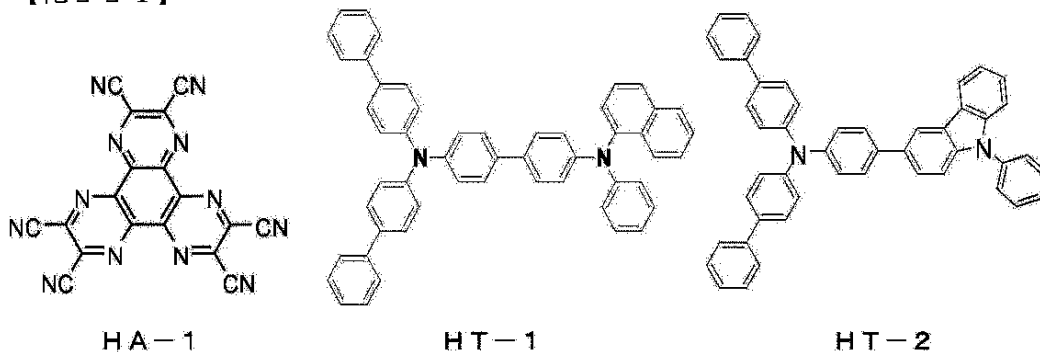
以下、実施例および比較例を挙げて、本発明をより具体的に説明する。なお、本発明は実施例などの内容に何ら限定されるものではない。

【0368】

実施例にて使用した化合物を以下に示す。

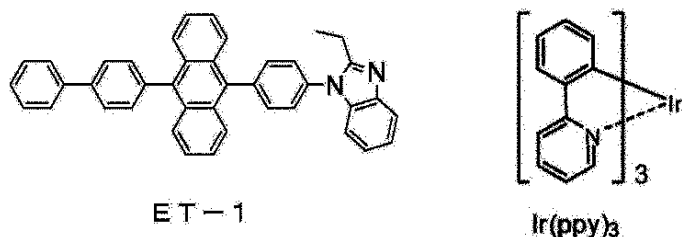
【0369】

【化221】



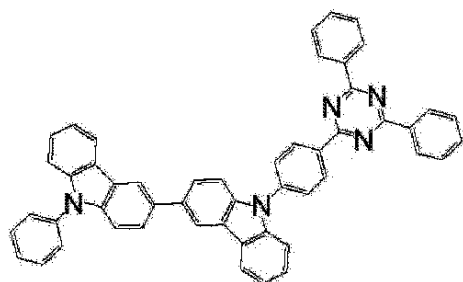
【0370】

【化222】

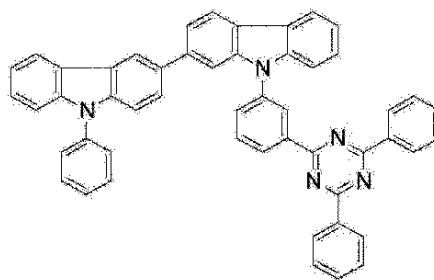


【0371】

## 【化223】

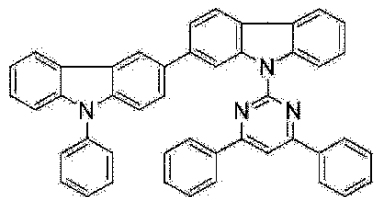


PH11



PH12

10

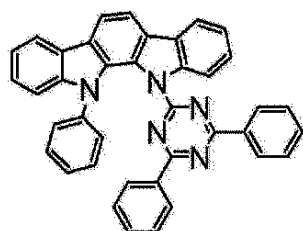


PH13

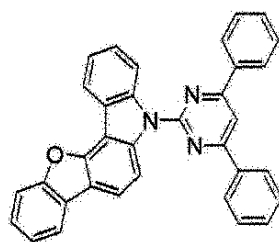
20

## 【0372】

## 【化224】



PH21

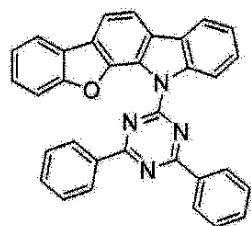


PH22

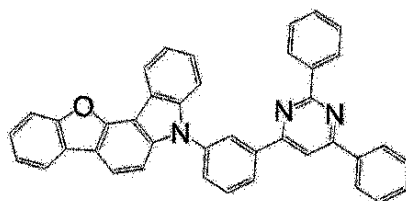
30

## 【0373】

## 【化225】



PH23



PH24

40

## 【0374】

<有機EL素子の作製>

## [実施例1]

実施例1に係る有機EL素子は、以下のようにして作製した。

25mm×75mm×1.1mm厚のITO透明電極(陽極)付きガラス基板(ジオマテック(株)製)をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を5分間行なった後、UVオゾン洗浄を30分間行なった。ITOの膜厚は、70nmとした。

50

洗浄後の透明電極ライン付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極ラインが形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして、化合物HA-1を蒸着し、膜厚5 nmのHA-1膜を成膜した。このHA-1膜は、正孔注入層として機能する。

この正孔注入層上に、化合物HT-1を蒸着し、膜厚65 nmのHT-1膜を成膜した。このHT-1膜は、第1の正孔輸送層として機能する。

次いで、この第1の正孔輸送層に、化合物HT-2を蒸着し、膜厚10 nmのHT-2膜を成膜した。このHT-2膜は、第2の正孔輸送層として機能する。

この第2の正孔輸送層上に、第一ホスト材料として化合物PH11と、第二ホスト材料として化合物PH21と、燐光発光性ドーパント材料としてIr(ppy)<sub>3</sub>とを共蒸着した。これにより、緑色発光を示す厚さ25 nmの発光層を形成した。この発光層における第一ホスト材料の濃度を40質量%とし、第二ホスト材料の濃度を50質量%とし、燐光発光性ドーパント材料の濃度を10質量%とした。

次に、この発光層上に化合物ET-1を蒸着して、膜厚35 nmのET-1膜を成膜した。このET-1膜は、電子輸送層として機能する。

さらに、この電子輸送層上に、LiFをレート1 Å/minで蒸着し、厚さ1 nmの電子注入性陰極を形成した。

そして、この電子注入性陰極上に、金属Alを蒸着し、厚さ80 nmの陰極を形成した。

このようにして、実施例1の有機EL素子を作製した。

【0375】

[実施例2～5]

実施例2～5の有機EL素子は、実施例1の有機EL素子において発光層の第一ホスト材料および第二ホスト材料を表2に示すような材料に変更した以外は、実施例1の有機EL素子と同様に作製した。

【0376】

[比較例1]

比較例1の有機EL素子は、実施例1の有機EL素子においてホスト材料として、第二ホスト材料を用いず、表1に示すような第一ホスト材料だけを用いた以外は、実施例1の有機EL素子と同様に作製した。

【0377】

【表1】

	第一ホスト材料	第二ホスト材料
実施例1	PH11	PH21
実施例2	PH12	PH22
実施例3	PH12	PH23
実施例4	PH12	PH24
実施例5	PH13	PH22
比較例1	PH11	なし

【0378】

(有機EL素子の評価)

作製した有機EL素子の駆動電圧および外部量子効率EQEについて評価を行った。各評価項目について、電流密度を10.00 mA/cm<sup>2</sup>として評価を行った。評価結果を表3に示す。

・駆動電圧

電流密度が10.00 mA/cm<sup>2</sup>となるようにITOとAlとの間に通電したときの電圧(単位: V)を計測した。

【0379】

・外部量子効率EQE

電流密度が $10.00 \text{ mA/cm}^2$ となるように素子に電圧を印加した時の分光放射輝度スペクトルを分光放射輝度計(CS-1000:コニカミノルタ社製)で計測し、得られた分光放射輝度スペクトルから、ランバシアン放射を行なったと仮定し外部量子効率EQE(単位:%)を算出した。

【0380】

【表2】

	駆動電圧 (V)	外部量子効率 (%)
実施例1	4.55	21.9
実施例2	3.28	20.7
実施例3	3.05	19.1
実施例4	3.27	20.3
実施例5	3.37	19.6
比較例1	3.02	16.3

10

【0381】

表2が示すように、本発明の第1ホスト材料および第二ホスト材料を用いた実施例1～5の有機EL素子は、比較例1の有機EL素子に比べて、若干の駆動電圧の上昇があるものの、大きな外部量子効率を示した。このことから、本発明の有機EL素子によれば、充分な発光効率を得られることが分かった。

20

【産業上の利用可能性】

【0382】

本発明の有機EL素子は、ディスプレイや照明装置に利用できる。

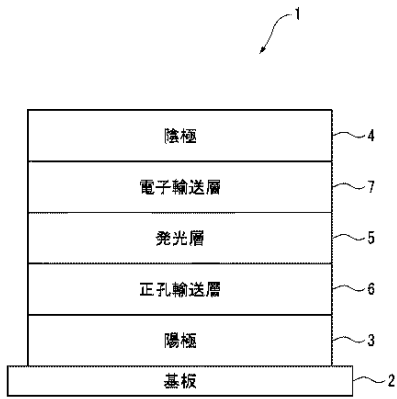
【符号の説明】

【0383】

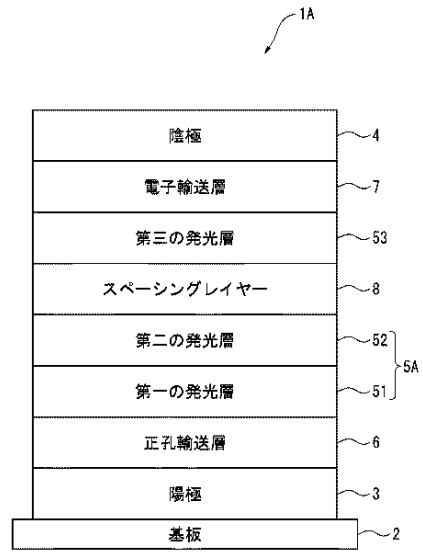
- 1, 1A, 1B 有機EL素子(有機エレクトロルミネッセンス素子)
- 2 基板
- 3 陽極
- 4 陰極
- 5 発光層
- 6 正孔輸送層
- 7 電子輸送層

30

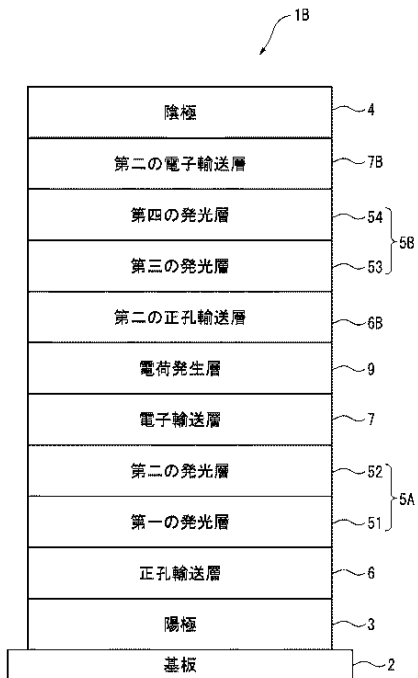
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
C 0 7 D 491/048

(56)参考文献 国際公開第2010/136109 (WO, A1)  
国際公開第2009/136596 (WO, A1)  
国際公開第2008/056746 (WO, A1)  
国際公開第2011/070963 (WO, A1)  
国際公開第2011/019156 (WO, A1)  
国際公開第2004/034751 (WO, A1)  
国際公開第2005/112519 (WO, A1)  
特開2010-212676 (JP, A)  
特開2010-206191 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 5 1 / 5 0  
H 0 1 L 2 7 / 3 2  
C 0 9 K 1 1 / 0 6  
C 0 7 D 4 0 3 / 1 4  
C 0 7 D 4 8 7 / 0 4  
C 0 7 D 4 9 1 / 0 4 8  
C A p l u s / R E G I S T R Y ( S T N )

专利名称(译)	有机电致发光器件和用于有机电致发光器件的材料		
公开(公告)号	<a href="#">JP6148621B2</a>	公开(公告)日	2017-06-14
申请号	JP2013539693	申请日	2012-10-18
[标]申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
[标]发明人	西村和樹 柴田暢 伊藤光則		
发明人	西村 和樹 柴田 暢 伊藤 光則		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06 C07D403/14 C07D487/04 C07D491/048		
CPC分类号	H01L51/0058 C07D401/10 C07D401/14 C07D403/10 C07D403/14 C07D471/04 H01L51/0059 H01L51/006 H01L51/0067 H01L51/0071 H01L51/0072 H01L51/0073 H01L51/0074 H01L51/0085 H01L51/0094 H01L51/5016 H01L51/5028 H01L2251/308 H01L2251/5384		
FI分类号	H05B33/14.B C09K11/06.690 C09K11/06.660 C07D403/14 C07D487/04.137 C07D491/048		
审查员(译)	池田弘		
优先权	2011232020 2011-10-21 JP		
其他公开文献	JPWO2013058343A1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

一种发光器件，包括在阳极和阴极之间的至少一个发光层，其中所述发光层包括第一基质材料，第二基质材料和磷光掺杂剂材料，所述第一基质材料由以下通式表示：1)，第二主体材料是由下列通式(3)表示的化合物。 <img id="000252"he="44"wi="115"file="2013058343.tif"img-format="tif"IMG-含量="绘图"/>

