

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6317544号  
(P6317544)

(45) 発行日 平成30年4月25日(2018.4.25)

(24) 登録日 平成30年4月6日(2018.4.6)

(51) Int.Cl.

H01L 51/50  
C09K 11/06(2006.01)  
(2006.01)

F 1

H05B 33/14  
C09K 11/06B  
660

請求項の数 18 (全 147 頁)

(21) 出願番号 特願2013-28457 (P2013-28457)  
 (22) 出願日 平成25年2月15日 (2013.2.15)  
 (65) 公開番号 特開2014-157947 (P2014-157947A)  
 (43) 公開日 平成26年8月28日 (2014.8.28)  
 審査請求日 平成27年11月26日 (2015.11.26)

(73) 特許権者 000183646  
 出光興産株式会社  
 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号  
 (74) 代理人 110000637  
 特許業務法人樹之下知的財産事務所  
 (72) 発明者 西村 和樹  
 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地  
 (72) 発明者 水谷 清香  
 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地  
 審査官 横川 美穂

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および電子機器

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

陰極と、

陽極と、

前記陰極と前記陽極との間に配置された1層以上の有機層と、を有し、

前記有機層には、発光層が含まれ、

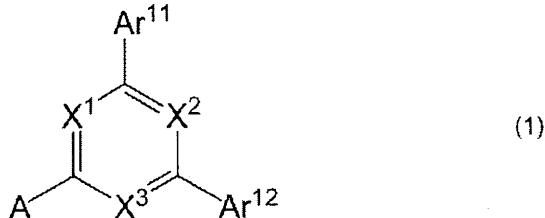
前記発光層は、第一ホスト材料と、第二ホスト材料と、燐光発光性ドーパント材料とを含み、

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(4)で表される化合物であり、

ただし、前記第一ホスト材料は、下記化合物Aおよび下記化合物Bではない、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】



10

(前記一般式(1)において、 $X^1$ から $X^3$ までは、窒素原子または $CR^1$ である。

ただし、 $X^1$ から $X^3$ までのうち、少なくともいずれか1つは、窒素原子である。

$R^1$ 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、

10

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、

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、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、又は

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。

前記一般式(1)において、 $A$ は、下記一般式(2)で表される。

前記一般式(1)において、 $Ar^{11}$ および $Ar^{12}$ は、それぞれ独立に、

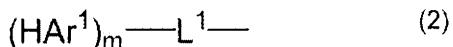
下記一般式(2)で表されるか、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、又は

20

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。)

## 【化2】



(前記一般式(2)において、 $Ar^{11}$ は、下記一般式(3)で表される。

前記一般式(2)において、 $m$ は、1または2である。

$m$ が1のとき、 $L^1$ は、単結合または二価の連結基である。

$m$ が2のとき、 $L^1$ は、三価の連結基であり、 $Ar^{11}$ は、同一または異なる。

前記 $L^1$ における連結基は、

30

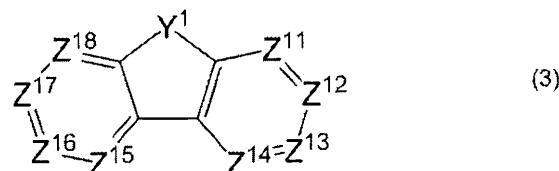
置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の二価または三価の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の二価または三価の複素環基、又は

前記芳香族炭化水素基および前記複素環基から選ばれる2～3個の基が結合して形成される二価または三価の多重連結基である。

なお、前記多重連結基において、前記多重連結基を構成する前記芳香族炭化水素基および前記複素環基は、互いに同一または異なり、前記多重連結基を構成する基は、互いに結合して環を形成していてもよい。)

## 【化3】



40

(前記一般式(3)において、 $Z^{11}$ および $Z^{18}$ は、それぞれ独立に、窒素原子または $CR^{11}$ であり、 $Z^{12}$ から $Z^{17}$ までは、それぞれ独立に、窒素原子、 $CR^{11}$ 、または $L^1$ に対して単結合で結合する炭素原子である。

前記一般式(3)において、 $Y^1$ は、酸素原子、硫黄原子、 $SiR^{12}R^{13}$ 、または $L^1$ に単結合で結合するケイ素原子である。

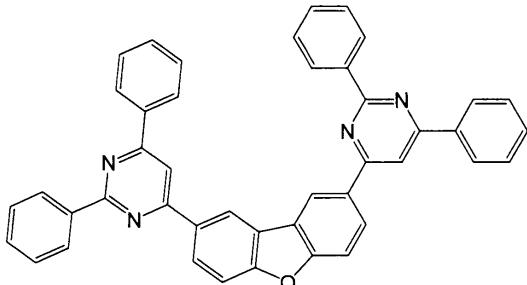
ただし、 $Z^{12}$ から $Z^{17}$ 、 $R^{11}$ から $R^{13}$ における炭素原子(ただし、 $Z^{11}$ がC

50

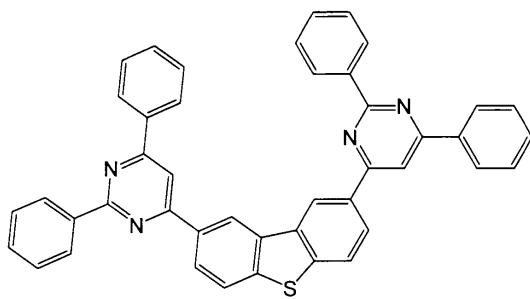
$R^{1\ 1}$  である場合の  $R^{1\ 1}$  における炭素原子と、 $Z^{1\ 8}$  が  $CR^{1\ 1}$  である場合の  $R^{1\ 1}$  における炭素原子は除く)、および  $Y^1$  におけるケイ素原子のいずれか一つは、 $L^1$  に結合する。

$R^{1\ 1}$ 、 $R^{1\ 2}$  および  $R^{1\ 3}$  は、前記一般式(1)における  $R^1$  と同義である。複数の  $R^{1\ 1}$  は互いに同一または異なる。また、隣り合う  $R^{1\ 1}$  は互いに結合して環を形成してもよい。 $R^{1\ 2}$  および  $R^{1\ 3}$  は、互いに同一または異なる。 $R^{1\ 2}$  と  $R^{1\ 3}$  とは互いに結合して環を形成してもよい。)

【化3A】



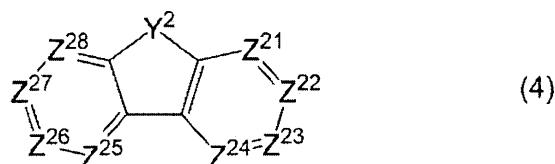
化合物A



化合物B

10

【化4】



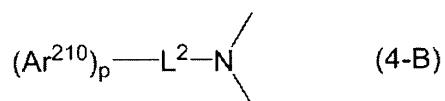
(前記一般式(4)において、

$Y^2$  は、下記一般式(4-B)で表される基である。

前記一般式(4)において、 $Z^{2\ 1}$  から  $Z^{2\ 8}$  までのいずれか1つは下記一般式(5)の  $L^{2\ 1\ 1}$  に結合する炭素原子であるか、 $Z^{2\ 1}$  から  $Z^{2\ 8}$  までの互いに隣り合う1組は下記一般式(6-1)～(6-4)のいずれかのbおよびcに結合して縮合環を形成する炭素原子である。

$L^{2\ 1\ 1}$ 、b、およびcのいずれとも結合しない  $Z^{2\ 1}$  から  $Z^{2\ 8}$  は、 $CR^{2\ 1}$  である。 $R^{2\ 1}$  は、前記一般式(1)の  $R^1$  と同義である。複数の  $R^{2\ 1}$  は互いに同一または異なる。)

【化5】



20

30

(前記一般式(4-B)において、 $Ar^{2\ 1\ 0}$  は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、または、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。

$p$  は、1以上3以下の整数であり、 $p$  が2以上のとき、複数の  $Ar^{2\ 1\ 0}$  は互いに同一または異なる。

$L^2$  は、単結合または連結基であり、 $L^2$  における連結基は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の多価の環形成原子数5～30の複素環基、または

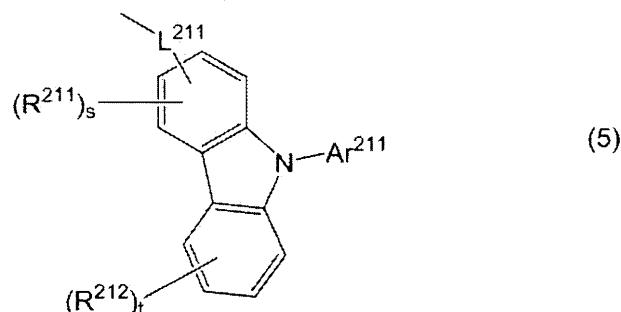
前記芳香族炭化水素基および前記複素環基から選ばれる2～3個の基が結合して形成される多価の多重連結基である。

40

50

なお、前記多重連結基において、前記多重連結基を構成する前記芳香族炭化水素基および前記複素環基は、互いに同一または異なり、前記多重連結基を構成する基は、互いに結合して環を形成していてもよい。)

【化 6】



10

(前記一般式(5)において、

$L^{2 \cdot 1 \cdot 1}$  は、前記一般式(4)の  $Z^{2 \cdot 1}$  から  $Z^{2 \cdot 8}$  までのいずれかに結合する単結合、または連結基である。

L<sup>2</sup> 1 1 における連結基は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の二価または三価の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の二価または三価の複素環基、又は

前記芳香族炭化水素基および前記複素環基から選ばれる2～3個の基が結合して形成される二価または三価の多重連結基である。

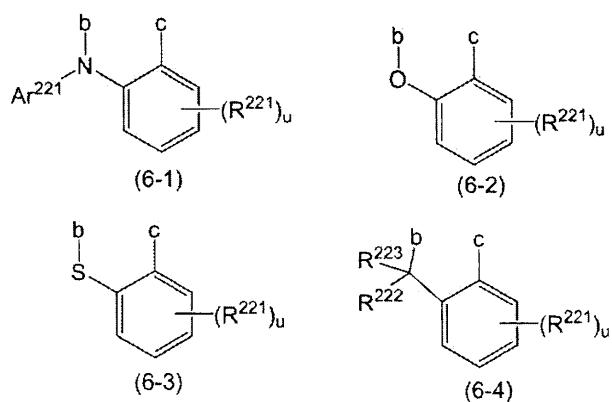
なお、前記多重連結基において、前記多重連結基を構成する前記芳香族炭化水素基および前記複素環基は、互いに同一または異なり、前記多重連結基を構成する基は、互いに結合して環を形成していてもよい。

$\text{Ar}^{2-1-1}$  は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、または、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基である。

$R^{2 \ 1 \ 1}$  および  $R^{2 \ 1 \ 2}$  は、前記一般式(1)における  $R^1$  と同義である。

s は 3 であり、t は 4 である。複数の  $R^{2 \times 1 \times 1}$  および  $R^{2 \times 1 \times 2}$  は、互いに同じまたは異なる。)

### 【化 7】



30

(前記一般式(6-1)～(6-4)において、bおよびcは、前記一般式(4)の $Z^2$   
 $^1$ から $Z^{2^8}$ までの互いに隣り合う1組のいずれかと結合して縮合環を形成する。

$\text{Ar}^{2-2-1}$  は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、または、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基である。

$R^{2\ 2\ 1} \sim R^{2\ 2\ 3}$  は、前記一般式(1)における  $R^1$  と同義である。

u は 4 である。複数の  $R^{2 \times 2 \times 1}$  は、互いに同一または異なる。

隣接する  $R^{2-2-1}$  同士は互いに結合して環を形成していてもよい。)

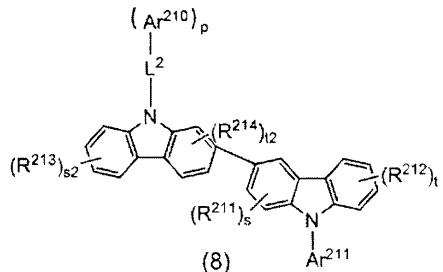
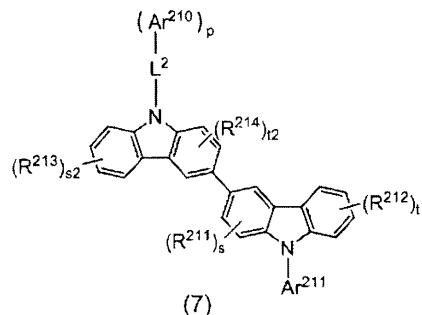
50

## 【請求項 2】

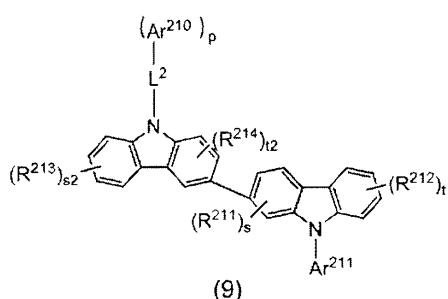
請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第二ホスト材料は、下記一般式 (7) ~ (9) のいずれか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 8】



10



20

(前記一般式 (7) ~ (9) において、 $Ar^{210}$ 、 $L^2$ 、 $p$  は、それぞれ前記一般式 (4 - B) における  $Ar^{210}$ 、 $L^2$ 、 $p$  と同義である。 $p$  が 2 以上のとき、複数の  $Ar^{210}$  は同一または異なる。

$R^{213}$ 、 $R^{214}$  は、前記一般式 (1) の  $R^1$  と同義である。複数の  $R^{213}$ 、 $R^{214}$  は互いに同一または異なる。

$s_2$  は、4 であり、 $t_2$  は 3 である。

$Ar^{211}$ 、 $R^{211}$ 、 $R^{212}$ 、 $s$ 、 $t$  は、それぞれ前記一般式 (5) における  $Ar^{211}$ 、 $R^{211}$ 、 $R^{212}$ 、 $s$ 、 $t$  と同義である。)

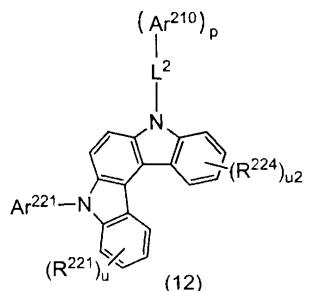
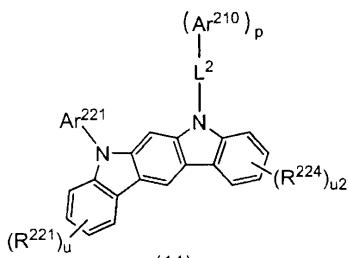
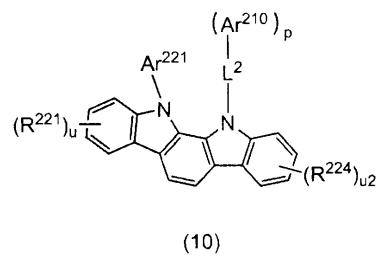
## 【請求項 3】

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、

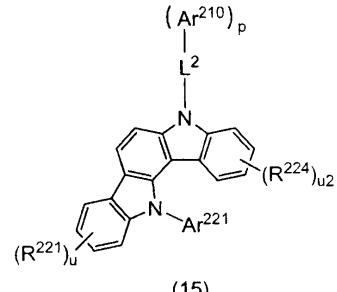
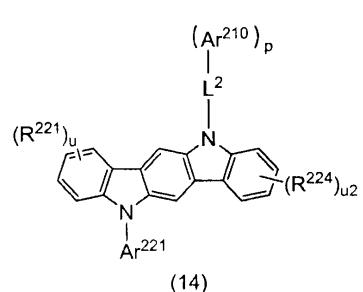
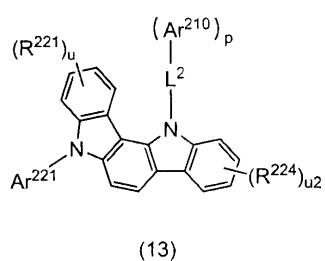
前記第二ホスト材料は、下記一般式 (10) ~ (27) のいずれかで表される化合物であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

## 【化 9】

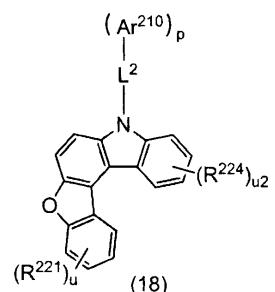
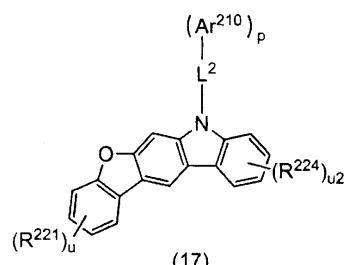
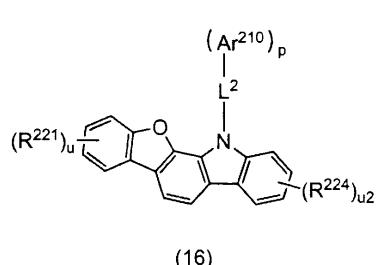


10

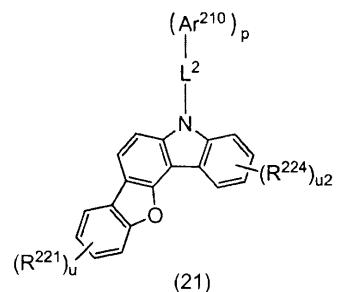
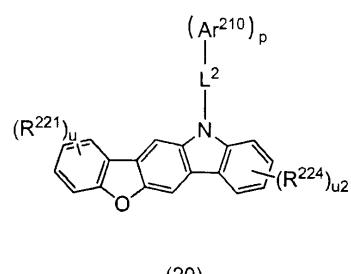
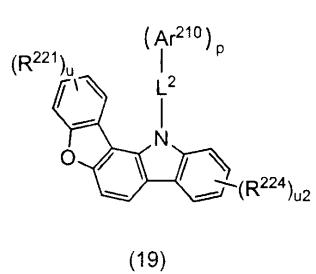


20

## 【化 10】

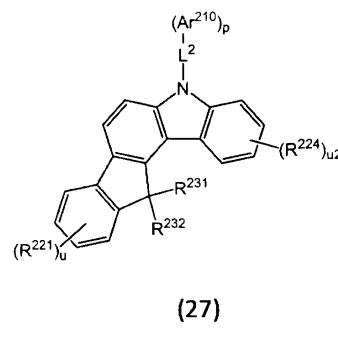
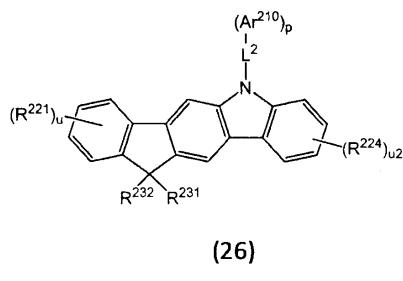
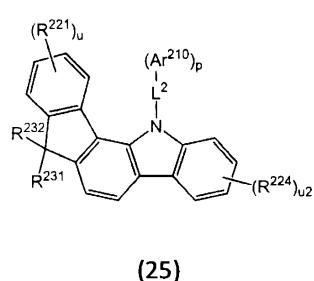
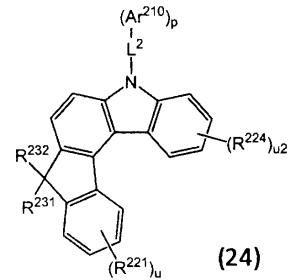
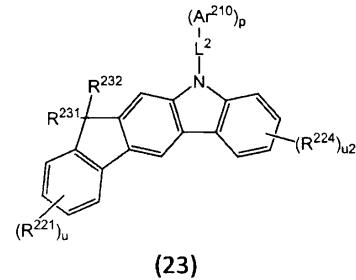
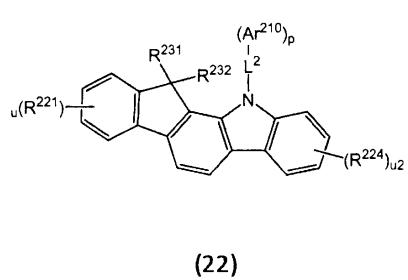


30



40

## 【化11】



(前記一般式(10)～(27)において、Ar<sup>210</sup>、L<sup>2</sup>、pは、それぞれ前記一般式(4-B)におけるAr<sup>210</sup>、L<sup>2</sup>、pと同義である。pが2以上のとき、複数のAr<sup>210</sup>は同一または異なる。)

Ar<sup>221</sup>は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、または、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。

R<sup>221</sup>、R<sup>224</sup>、R<sup>231</sup>、R<sup>232</sup>は、前記一般式(1)におけるR<sup>1</sup>と同義である。

uおよびu2は4である。複数のR<sup>221</sup>、R<sup>224</sup>は、互いに同一または異なる。

隣接するR<sup>221</sup>同士、隣接するR<sup>224</sup>同士、およびR<sup>231</sup>とR<sup>232</sup>は互いに結合して環を形成していてもよい。)

## 【請求項4】

請求項1から請求項3までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記一般式(3)におけるY<sup>1</sup>が、酸素原子又は硫黄原子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。

## 【請求項5】

請求項1から請求項4までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記一般式(3)におけるY<sup>1</sup>が、酸素原子又は硫黄原子であり、Z<sup>12</sup>からZ<sup>17</sup>までのうち一つが、L<sup>1</sup>に対して単結合で結合する炭素原子であり、L<sup>1</sup>に結合しないZ<sup>12</sup>からZ<sup>17</sup>、並びにZ<sup>11</sup>およびZ<sup>18</sup>は、CR<sup>11</sup>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。

## 【請求項6】

請求項1から請求項5までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記一般式(3)におけるZ<sup>13</sup>またはZ<sup>16</sup>が、L<sup>1</sup>に対して単結合で結合する炭素原子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。

## 【請求項7】

請求項1から請求項6までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

10

20

30

40

50

前記一般式(3)における $Z^{1-6}$ が $L^{1-}$ に対して単結合で結合する炭素原子であり、 $Z^{1-3}$ が $CR^{1-1}$ である場合、又は、前記一般式(3)における $Z^{1-3}$ が $L^{1-}$ に対して単結合で結合する炭素原子であり、 $Z^{1-6}$ が $CR^{1-1}$ である場合に、

前記 $R^{1-1}$ は、それぞれ独立に、

水素原子、

ハロゲン原子、

シアノ基、

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、

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、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、又は

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基であり、

前記 $R^{1-1}$ における複素環基は、ピリジル基、ピラジニル基、ピリダジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリニル基、ナフチリジニル基、フタラジニル基、キノキサリニル基、キナゾリニル基、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、ピロリル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、トリアゾリル基、テトラゾリル基、インドリル基、ベンズイミダゾリル基、インダゾリル基、イミダゾピリジニル基、ベンズトリアゾリル基、カルバゾリル基、フリル基、チエニル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、イソキサゾリル基、イソチアゾリル基、オキサジアゾリル基、チアジアゾリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチオフェニル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾイソキサゾリル基、ベンゾイソチアゾリル基、ベンゾオキサジアゾリル基、ベンゾチアジアゾリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、ピペリジニル基、ピロリジニル基、ピペラジニル基、モルホリル基、フェナジニル基、フェノチアジニル基、又はフェノキサジニル基であり、

複数の前記 $R^{1-1}$ は互いに同一または異なり、また、隣り合う前記 $R^{1-1}$ は互いに結合して環を形成していてもよいことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

#### 【請求項8】

請求項1から請求項7までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記一般式(2)における $m$ が1であり、

前記一般式(2)における $L^{1-}$ が、連結基であって、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の二価の芳香族炭化水素基、または、

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の二価の複素環基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。

#### 【請求項9】

請求項1から請求項8までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記一般式(1)における $X^{1-3}$ までのうち、いずれか2または3つが窒素原子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。

#### 【請求項10】

請求項1から請求項9までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記一般式(1)における $X^{1-3}$ が窒素原子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。

#### 【請求項11】

10

20

30

40

50

請求項 1 から請求項 10 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記一般式 (2) における  $L^1$  が、ベンゼン、ビフェニル、ターフェニル、ナフタレン、及びフェナントレンのいずれかから誘導される二価または三価の連結基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。

【請求項 12】

陰極と、

陽極と、

前記陰極と前記陽極との間に配置された 1 層以上の有機層と、を有し、

前記有機層には、発光層が含まれ、

10

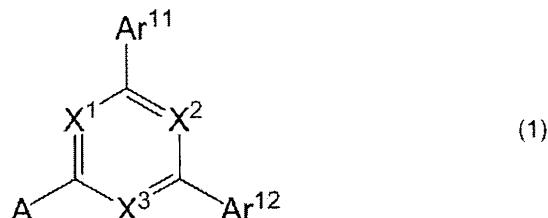
前記発光層は、第一ホスト材料と、第二ホスト材料と、燐光発光性ドーパント材料とを含み、

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 (30) 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 12】



20

(前記一般式 (1) において、 $X^1$  から  $X^3$  までは、窒素原子または  $CR^1$  である。

ただし、 $X^1$  から  $X^3$  までのうち、いずれか 2 つまたは 3 つは、窒素原子である。

$R^1$  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炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、

30

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、

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、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又は

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基である。

前記一般式 (1) において、A は、下記一般式 (2) で表される。

40

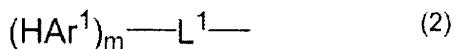
前記一般式 (1) において、 $Ar^{11}$  および  $Ar^{12}$  は、それぞれ独立に、

下記一般式 (2) で表されるか、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又は

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基である。)

【化 13】



(前記一般式 (2) において、 $HAr^1$  は、下記一般式 (3) で表される。

前記一般式 (2) において、m は、1 または 2 である。

50

$m$  が 1 のとき、 $L^1$  は、単結合または二価の連結基である。

$m$  が 2 のとき、 $L^1$  は、三価の連結基であり、 $HAr^1$  は、同一または異なる。

前記  $L^1$  における連結基は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の二価または三価の芳香族炭化水素基、

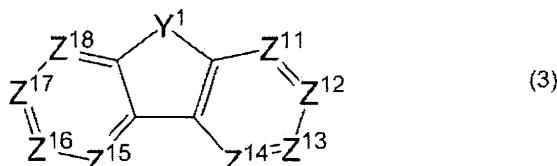
置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の二価または三価の複素環基、又は

前記芳香族炭化水素基および前記複素環基から選ばれる 2 ~ 3 個の基が結合して形成される二価または三価の多重連結基である。

なお、前記多重連結基において、前記多重連結基を構成する前記芳香族炭化水素基および前記複素環基は、互いに同一または異なり、前記多重連結基を構成する基は、互いに結合して環を形成していてもよい。)

10

【化 14】



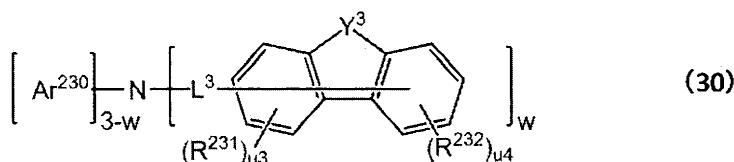
(前記一般式 (3) において、 $Z^{1\sim 8}$  までは、それぞれ独立に、窒素原子、 $C$   $R^{1\sim 3}$ 、または  $L^1$  に対して単結合で結合する炭素原子である。

前記一般式 (3) において、 $Y^1$  は、酸素原子、硫黄原子、 $SiR^{1\sim 3}$ 、または  $L^1$  に単結合で結合するケイ素原子である。

ただし、 $Z^{1\sim 8}$  、 $R^{1\sim 3}$  における炭素原子、および  $Y^1$  におけるケイ素原子のいずれか一つは、 $L^1$  に結合する。

$R^{1\sim 3}$  、 $R^{1\sim 2}$  および  $R^{1\sim 3}$  は、前記一般式 (1) における  $R^1$  と同義である。複数の  $R^{1\sim 3}$  は互いに同一または異なる。また、隣り合う  $R^{1\sim 3}$  は互いに結合して環を形成していてもよい。 $R^{1\sim 2}$  および  $R^{1\sim 3}$  は、互いに同一または異なる。 $R^{1\sim 2}$  と  $R^{1\sim 3}$  とは互いに結合して環を形成していてもよい。

【化 15】



(前記一般式 (30) において、

$Ar^{2\sim 3}$  は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基である。

。

$Y^3$  は、酸素原子、硫黄原子および  $NR^{2\sim 3}$  のいずれかから選ばれる。

$L^3$  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 の芳香族炭化水素基である。

$L^3$  は、 $Y^3$  を含む基の炭素原子に結合する。

$w$  は 1 または 2 である。 $w$  が 1 のとき、2 つの  $Ar^{2\sim 3}$  は、互いに同一または異なる。 $w$  が 2 のとき、下記一般式 (30-1) で表される構造は互いに同一または異なる。

$R^{2\sim 3}$  ~  $R^{2\sim 3}$  は、それぞれ独立して、前記一般式 (1) の  $R^1$  と同義である。

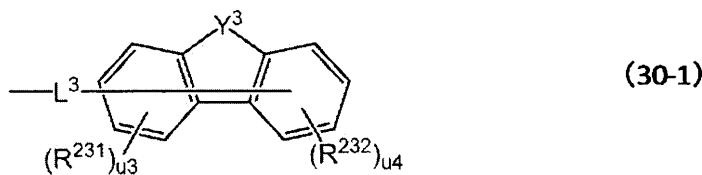
$u_3$  ,  $u_4$  は、それぞれ独立に 3 ~ 4 の整数である。

複数の  $R^{2\sim 3}$  は互いに同一または異なる。また、隣り合う  $R^{2\sim 3}$  は互いに結合して環を形成していてもよい。 $R^{2\sim 3}$  は、互いに同一または異なる。隣り合う  $R^{2\sim 3}$  は互いに結合して環を形成していてもよい。)

30

40

## 【化16】



(前記一般式(30-1)において、Y<sup>3</sup>、L<sup>3</sup>、R<sup>231</sup>、R<sup>232</sup>、u3、u4は、それぞれ前記一般式(30)のY<sup>3</sup>、L<sup>3</sup>、R<sup>231</sup>、R<sup>232</sup>、u3、u4と同義である。)

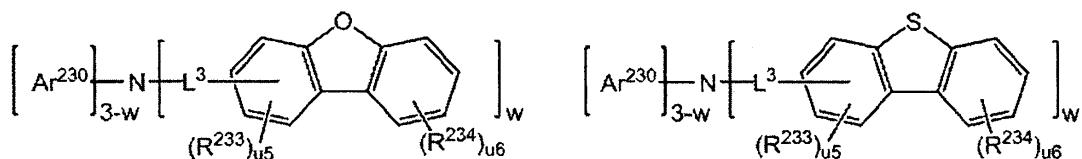
10

## 【請求項13】

請求項12に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

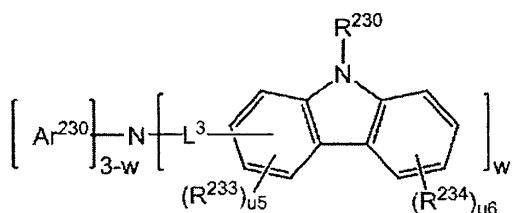
前記一般式(30)は、下記一般式(30-A)～(30-C)のいずれかで表されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【化1A】



(30-A)

(30-B)



(30-C)

30

(前記一般式(30-A)～(30-C)において、Ar<sup>230</sup>、L<sup>3</sup>、W、R<sup>230</sup>は、それぞれ前記一般式(30)のAr<sup>230</sup>、L<sup>3</sup>、W、R<sup>230</sup>と同義である。)

R<sup>233</sup>、R<sup>234</sup>は、前記一般式(30)におけるR<sup>231</sup>およびR<sup>232</sup>と同義である。

u5は3であり、u6は4である。)

## 【請求項14】

請求項12又は請求項13に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

Ar<sup>230</sup>は、フェニル基、ビフェニル基、またはターフェニル基である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

## 【請求項15】

請求項12又は請求項13に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

L<sup>3</sup>は、フェニル基、ビフェニル基、またはターフェニル基である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項16】

請求項12又は請求項13に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

Ar<sup>230</sup>及びL<sup>3</sup>は、フェニル基、ビフェニル基、またはターフェニル基である

ことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項17】

請求項1から請求項16までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素

50

子において、

前記燐光発光性ドーパント材料は、イリジウム(Ir)、オスミウム(Os)、白金(Pt)から選択される金属原子のオルトメタル化錯体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。

【請求項 1 8】

請求項 1 から請求項 17 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子および電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

陽極と陰極との間に発光層を含む発光ユニットを備え、発光層に注入された正孔と電子との再結合によって生じる励起子(エキシトン)エネルギーから発光を得る有機エレクトロルミネッセンス素子(以下、有機EL素子という場合がある。)が知られている。

有機EL素子としては、発光材料として燐光発光性ドーパント材料を利用する燐光型の有機EL素子が知られている。燐光型の有機EL素子は、燐光発光性ドーパント材料の励起状態の一重項状態と三重項状態とを利用することにより、高い発光効率を達成できる。これは、発光層内で正孔と電子とが再結合する際にはスピン多重度の違いから一重項励起子と三重項励起子とが 1 : 3 の割合で生成すると考えられているので、蛍光発光材料のみを使用した場合と比較して、3 ~ 4 倍の発光効率を達成できると考えられるからである。

20

【0003】

特許文献 1 には、燐光発光性ドーパント材料と組み合わせて用いることができる燐光ホスト材料として好適なアリールカルバゾイル基またはカルバゾイルアルキレン基に窒素含有ヘテロ環基が結合した化合物が記載されている。そして、燐光発光性ドーパント材料とこの化合物を発光層に用いることで、低電圧で駆動し、色純度が高い有機EL素子が得られることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献 1】国際公開第 2003/080760 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に記載の有機EL素子では、寿命について検討されていない。有機EL素子を照明装置や表示装置等の電子機器の光源に採用するにあたっては、有機EL素子の電圧を低電圧に維持しながら、長寿命化することが必要である。

【0006】

そこで、本発明の目的は、長寿命で発光する有機エレクトロルミネッセンス素子および当該有機エレクトロルミネッセンス素子を備えた電子機器を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

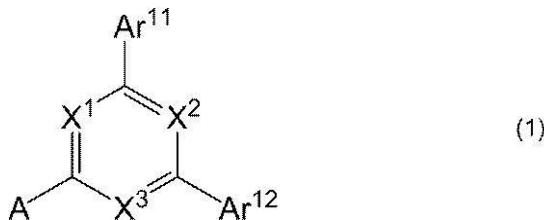
【0007】

本発明の一実施態様に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、陰極と、陽極と、前記陰極と前記陽極との間に配置された 1 層以上の有機層と、を有し、前記有機層には、発光層が含まれ、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(4)で表される化合物であることを特徴とする。

【0008】

50

## 【化1】



## 【0009】

(前記一般式(1)において、 $X^1$ から $X^3$ までは、窒素原子またはCR<sup>1</sup>である。

ただし、 $X^1$ から $X^3$ までのうち、少なくともいずれか1つは、窒素原子である。

R<sup>1</sup>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、

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、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、又は

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。

前記一般式(1)において、Aは、下記一般式(2)で表される。

前記一般式(1)において、Ar<sup>1</sup><sup>1</sup>およびAr<sup>1</sup><sup>2</sup>は、それぞれ独立に、

下記一般式(2)で表されるか、

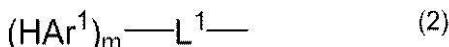
置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、又は

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。)

## 【0010】

30

## 【化2】



## 【0011】

(前記一般式(2)において、HAr<sup>1</sup>は、下記一般式(3)で表される。

前記一般式(2)において、mは、1または2である。

mが1のとき、L<sup>1</sup>は、単結合または二価の連結基である。

mが2のとき、L<sup>1</sup>は、三価の連結基であり、HAr<sup>1</sup>は、同一または異なる。

前記L<sup>1</sup>における連結基は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の二価または三価の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の二価または三価の複素環基、又は

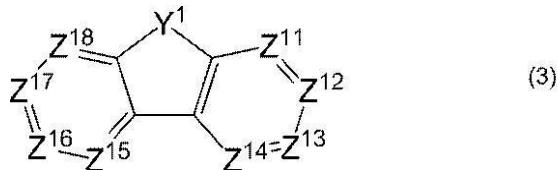
前記芳香族炭化水素基および前記複素環基から選ばれる2～3個の基が結合して形成される二価または三価の多重連結基である。

なお、前記多重連結基において、前記多重連結基を構成する前記芳香族炭化水素基および前記複素環基は、互いに同一または異なり、前記多重連結基を構成する基は、互いに結合して環を形成していてもよい。)

## 【0012】

40

## 【化3】



## 【0013】

(前記一般式(3)において、 $Z^{1\sim 8}$ までは、それぞれ独立に、窒素原子、C R<sup>1</sup>、またはL<sup>1</sup>に対して単結合で結合する炭素原子である。

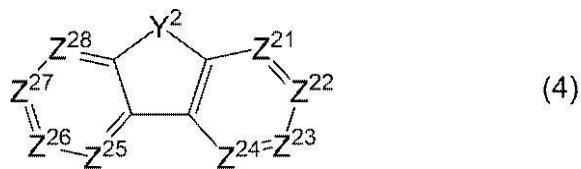
前記一般式(3)において、Y<sup>1</sup>は、酸素原子、硫黄原子、SiR<sup>1</sup><sub>2</sub>R<sup>1</sup><sub>3</sub>、またはL<sup>1</sup>に単結合で結合するケイ素原子である。 10

ただし、 $Z^{1\sim 8}$ 、R<sup>1</sup>からR<sup>1</sup><sub>3</sub>における炭素原子、およびY<sup>1</sup>におけるケイ素原子のいずれか一つは、L<sup>1</sup>に結合する。

R<sup>1</sup>、R<sup>1</sup><sub>2</sub>およびR<sup>1</sup><sub>3</sub>は、前記一般式(1)におけるR<sup>1</sup>と同義である。複数のR<sup>1</sup>は互いに同一または異なる。また、隣り合うR<sup>1</sup>は互いに結合して環を形成していてもよい。R<sup>1</sup><sub>2</sub>およびR<sup>1</sup><sub>3</sub>は、互いに同一または異なる。R<sup>1</sup><sub>2</sub>とR<sup>1</sup><sub>3</sub>とは互いに結合して環を形成していてもよい。

## 【0014】

## 【化4】



20

## 【0015】

(前記一般式(4)において、

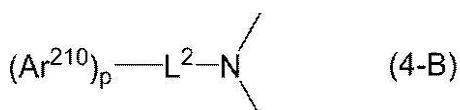
Y<sup>2</sup>は、下記一般式(4-B)で表される基である。

前記一般式(4)において、 $Z^{2\sim 8}$ までのいずれか1つは下記一般式(5)のL<sup>2</sup>に結合する炭素原子であるか、 $Z^{2\sim 8}$ までの互いに隣り合う1組は下記一般式(6-1)～(6-4)のいずれかのbおよびcに結合して縮合環を形成する炭素原子である。 30

L<sup>2</sup>、b、およびcのいずれにも結合しない $Z^{2\sim 8}$ は、CR<sup>2</sup>である。R<sup>2</sup>は、前記一般式(1)のR<sup>1</sup>と同義である。複数のR<sup>2</sup>は互いに同一または異なる。)

## 【0016】

## 【化5】



40

(前記一般式(4-B)において、Ar<sup>210</sup>は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、または、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。

pは、1以上3以下の整数であり、pが2以上とき、複数のAr<sup>210</sup>は互いに同一または異なる。

L<sup>2</sup>は、単結合または連結基であり、L<sup>2</sup>における連結基は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、

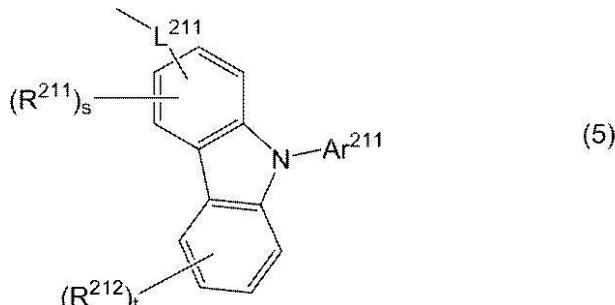
置換もしくは無置換の多価の環形成原子数5～30の複素環基、または

前記芳香族炭化水素基および前記複素環基から選ばれる2～3個の基が結合して形成される多価の多重連結基である。 50

なお、前記多重連結基において、前記多重連結基を構成する前記芳香族炭化水素環基および前記複素環基は、互いに同一または異なり、前記多重連結基を構成する基は、互いに結合して環を形成していてもよい。)

【0017】

【化6】



10

【0018】

(前記一般式(5)において、

L<sup>211</sup>は、前記一般式(4)のZ<sup>21</sup>からZ<sup>28</sup>までのいずれかに結合する単結合、または連結基である。

L<sup>211</sup>における連結基は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の二価または三価の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の二価または三価の複素環基、又は

前記芳香族炭化水素基および前記複素環基から選ばれる2～3個の基が結合して形成される二価または三価の多重連結基である。

なお、前記多重連結基において、前記多重連結基を構成する前記芳香族炭化水素基および前記複素環基は、互いに同一または異なり、前記多重連結基を構成する基は、互いに結合して環を形成していてもよい。

Ar<sup>211</sup>は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、または、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。

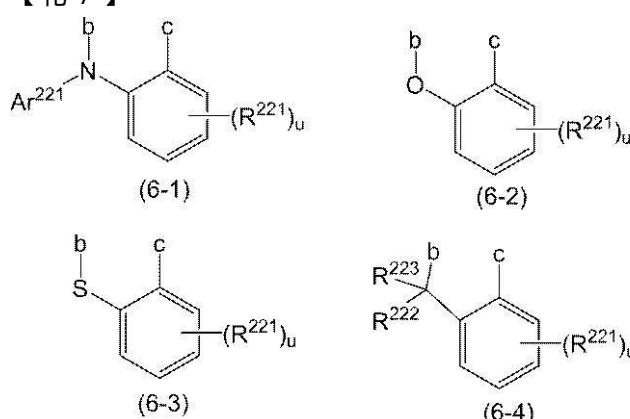
R<sup>211</sup>およびR<sup>212</sup>は、前記一般式(1)におけるR<sup>1</sup>と同義である。

sは3であり、tは4である。複数のR<sup>211</sup>およびR<sup>212</sup>は、互いに同じまたは異なる。)

20

【0019】

【化7】



30

40

【0020】

(前記一般式(6-1)～(6-4)において、bおよびcは、前記一般式(4)のZ<sup>21</sup>からZ<sup>28</sup>までの互いに隣り合う1組のいずれかに結合して縮合環を形成する。

Ar<sup>221</sup>は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、または、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。

R<sup>221</sup>～R<sup>223</sup>は、前記一般式(1)におけるR<sup>1</sup>と同義である。

uは4である。複数のR<sup>221</sup>は、互いに同一または異なる。

50

隣接する  $R^{2-2-1}$  同士は互いに結合して環を形成していてもよい。)

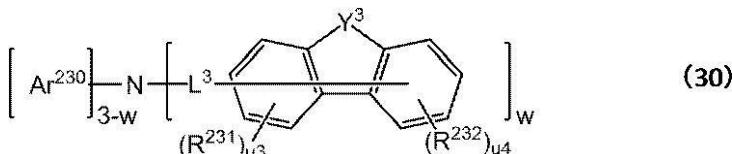
【0021】

また、本発明の一実施態様に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、陰極と、陽極と、前記陰極と前記陽極との間に配置された1層以上の有機層と、を有し、前記有機層には、発光層が含まれ、前記発光層は、第一ホスト材料と、第二ホスト材料と、発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、前記一般式(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(30)で表される化合物であることを特徴とする。

【0022】

【化8】

10



【0023】

(前記一般式(30)において、

$Ar^{2-3-0}$  は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基である。

$Y^3$  は、酸素原子、硫黄原子および $NR^{2-3-0}$ 、 $L^3$ に単結合する窒素原子のいずれかから選ばれる。

$L^3$  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の芳香族炭化水素基である。

$L^3$  は、 $Y^3$ を含む基の炭素原子に結合してもよいし、 $Y^3$ が窒素原子の場合、 $Y^3$ に結合してもよい。

$w$  は1または2である。 $w$ が1のとき、2つの $Ar^{2-3-0}$ は、互いに同一または異なる。

$w$ が2のとき、下記一般式(30-1)で表される構造は互いに同一または異なる。

$R^{2-3-0} \sim R^{2-3-2}$  は、それぞれ独立して、前記一般式(1)の $R^1$ と同義である。

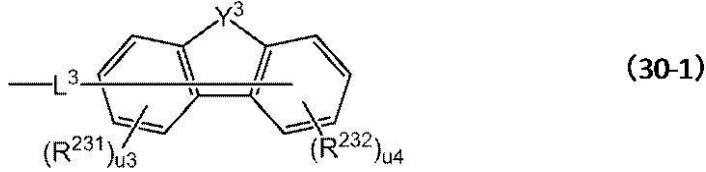
$u_3$ ,  $u_4$ は、それぞれ独立に3~4の整数である。

複数の $R^{2-3-1}$ は互いに同一または異なる。また、隣り合う $R^{2-3-1}$ は互いに結合して環を形成していてもよい。 $R^{2-3-2}$ は、互いに同一または異なる。隣り合う $R^{2-3-2}$ は互いに結合して環を形成していてもよい。)

20

【0024】

【化9】



【0025】

(前記一般式(30-1)において、 $Y^3$ ,  $L^3$ ,  $R^{2-3-1}$ ,  $R^{2-3-2}$ ,  $u_3$ ,  $u_4$ は、それぞれ前記一般式(30)の $Y^3$ ,  $L^3$ ,  $R^{2-3-1}$ ,  $R^{2-3-2}$ ,  $u_3$ ,  $u_4$ と同義である。)

40

【0026】

一方、本発明の本発明の一態様に係る電子機器は、前記有機エレクトロルミネッセンス素子を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、長寿命で発光する有機エレクトロルミネッセンス素子および当該有機エレクトロルミネッセンス素子を備えた電子機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

50

## 【0028】

【図1】本発明の実施形態に係る有機エレクトロルミネッセンス素子の一例の概略構成を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0029】

## (有機EL素子の素子構成)

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。

本発明の有機EL素子は、一对の電極間に有機層を備える。この有機層は、有機化合物で構成される層を少なくとも一層、有する。有機層は、無機化合物を含んでいてもよい。

本発明の有機EL素子において、有機層のうち少なくとも1層は、発光層を有する。そのため、有機層は、例えば、一層の発光層で構成されていてもよいし、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、正孔障壁層、電子障壁層等の公知の有機EL素子で採用される層を有していてもよい。

## 【0030】

有機EL素子の代表的な素子構成としては、

(a) 陽極 / 発光層 / 陰極

(b) 陽極 / 正孔注入・輸送層 / 発光層 / 陰極

(c) 陽極 / 発光層 / 電子注入・輸送層 / 陰極

(d) 陽極 / 正孔注入・輸送層 / 発光層 / 電子注入・輸送層 / 陰極

(e) 陽極 / 正孔注入・輸送層 / 発光層 / 障壁層 / 電子注入・輸送層 / 陰極

などの構造を挙げることができる。

上記の中で(d)の構成が好ましく用いられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

なお、上記「発光層」とは、発光機能を有する有機層であって、ドーピングシステムを採用する場合、ホスト材料とドーパント材料を含んでいる。このとき、ホスト材料は、主に電子と正孔の再結合を促し、励起子を発光層内に閉じ込める機能を有し、ドーパント材料は、再結合で得られた励起子を効率的に発光させる機能を有する。燐光素子の場合、ホスト材料は主にドーパントで生成された励起子を発光層内に閉じ込める機能を有する。

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。

## 【0031】

本発明において電子輸送層といった場合には、発光層と陰極との間に存在する電子輸送領域の有機層のうち、最も電子移動度の高い有機層をいう。電子輸送領域が一層で構成されている場合には、当該層が電子輸送層である。また、燐光型の有機EL素子においては、構成(e)に示すように発光層で生成された励起エネルギーの拡散を防ぐ目的で必ずしも電子移動度が高くない障壁層を発光層と電子輸送層との間に採用することがあり、発光層に隣接する有機層が電子輸送層に必ずしも該当しない。

## 【0032】

## &lt;第一実施形態&gt;

図1に、本発明の実施形態における有機EL素子の一例の概略構成を示す。

有機EL素子1は、透光性の基板2と、陽極3と、陰極4と、陽極3と陰極4との間に配置された有機層10と、を有する。

有機層10は、ホスト材料およびドーパント材料を含む発光層5を有する。また、有機層10は、発光層5と陽極3との間に、正孔輸送層6を有する。さらに、有機層10は、発光層5と陰極4との間に、電子輸送層7を有する。

## 【0033】

## (発光層)

10

20

30

40

50

本実施形態において、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、第一ホスト材料濃度については、10質量%以上90質量%以下、第二ホスト材料濃度については、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濃度については、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%以下で設定されることがより好ましい。

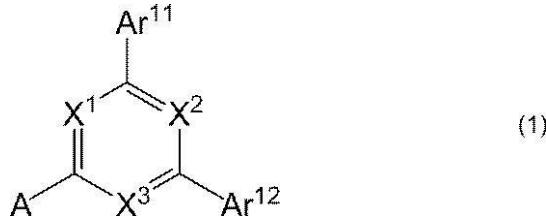
【0034】

・第一ホスト材料

本実施形態の有機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)で表される化合物を用いることができる。 10

【0035】

【化10】



【0036】

(前記一般式(1)において、X<sup>1</sup>からX<sup>3</sup>までは、窒素原子またはCR<sup>1</sup>である。 20

ただし、X<sup>1</sup>からX<sup>3</sup>までのうち、少なくともいずれか1つは、窒素原子である。

R<sup>1</sup>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、 30

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、

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、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、又は

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。

前記一般式(1)において、Aは、下記一般式(2)で表される。

前記一般式(1)において、Ar<sup>1</sup><sup>1</sup>およびAr<sup>1</sup><sup>2</sup>は、それぞれ独立に、

下記一般式(2)で表されるか、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、又は 40

置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。)

【0037】

【化11】



【0038】

(前記一般式(2)において、HAr<sup>1</sup>は、下記一般式(3)で表される。

前記一般式(2)において、mは、1または2である。

mが1のとき、L<sup>1</sup>は、単結合または二価の連結基である。

mが2のとき、L<sup>1</sup>は、三価の連結基であり、HAr<sup>1</sup>は、同一または異なる。 50

前記 L<sup>1</sup> における連結基は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の二価または三価の芳香族炭化水素基、

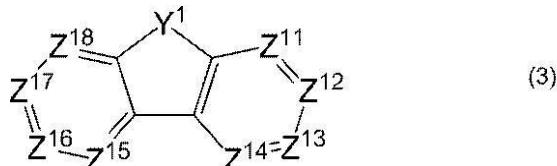
置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の二価または三価の複素環基、又は

前記芳香族炭化水素基および前記複素環基から選ばれる 2 ~ 3 個の基が結合して形成される二価または三価の多重連結基である。

なお、前記多重連結基において、前記多重連結基を構成する前記芳香族炭化水素基および前記複素環基は、互いに同一または異なり、前記多重連結基を構成する基は、互いに結合して環を形成していてもよい。)

【0039】

【化12】



【0040】

(前記一般式 (3) において、Z<sup>1 1</sup> から Z<sup>1 8</sup> までは、それぞれ独立に、窒素原子、C R<sup>1 1</sup>、または L<sup>1</sup> に対して単結合で結合する炭素原子である。

前記一般式 (3) において、Y<sup>1</sup> は、酸素原子、硫黄原子、S i R<sup>1 2</sup> R<sup>1 3</sup>、または L<sup>1</sup> に単結合で結合するケイ素原子である。

ただし、Z<sup>1 1</sup> から Z<sup>1 8</sup>、R<sup>1 1</sup> から R<sup>1 3</sup> における炭素原子、および Y<sup>1</sup> におけるケイ素原子のいずれか一つは、L<sup>1</sup> に結合する。

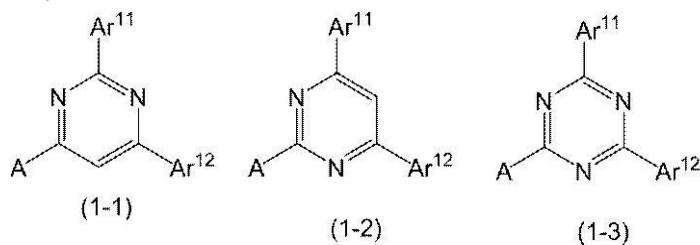
R<sup>1 1</sup>、R<sup>1 2</sup> および R<sup>1 3</sup> は、前記一般式 (1) における R<sup>1</sup> と同義である。複数の R<sup>1 1</sup> は互いに同一または異なる。また、隣り合う R<sup>1 1</sup> は互いに結合して環を形成していてもよい。R<sup>1 2</sup> および R<sup>1 3</sup> は、互いに同一または異なる。R<sup>1 2</sup> と R<sup>1 3</sup> とは互いに結合して環を形成していてもよい。

【0041】

前記一般式 (1) において、X<sup>1</sup> から X<sup>3</sup> までのうち、いずれか 2 つまたは 3 つが窒素原子であることが好ましい。すなわち、前記一般式 (1) は、下記一般式 (1-1) ~ (1-3) のいずれかで表されることが好ましい。

【0042】

【化13】



【0043】

(前記一般式 (1-1) ~ (1-3) において、A、Ar<sup>1 1</sup>、Ar<sup>1 2</sup> は、それぞれ前記一般式 (1) の A、Ar<sup>1 1</sup>、Ar<sup>1 2</sup> と同義である。)

【0044】

前記一般式 (1) において、Ar<sup>1 1</sup> および Ar<sup>1 2</sup> としては、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であることが好ましく、置換もしくは無置換のフェニル基であることがより好ましく、無置換のフェニル基であることがさらに好ましい。この場合、前記一般式 (1) は下記一般式 (1-4) で表される。また、Ar<sup>1 1</sup> または Ar<sup>1 2</sup> が、置換のフェニル基である場合、置換基としては、環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基が好ましく、フェニル基が特に好ましい。この場合、前記一般式 (1) は下記一般式 (1-5) または (1-6) で表される。

10

20

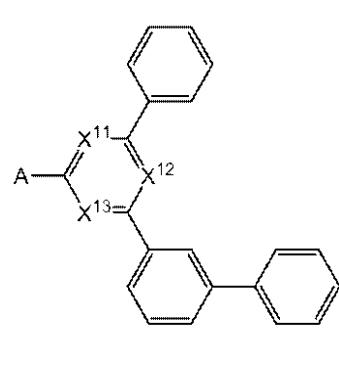
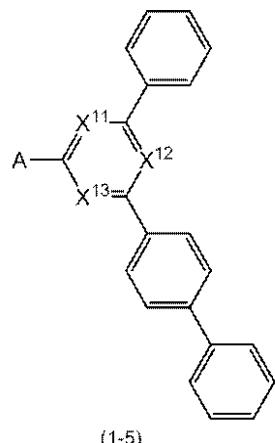
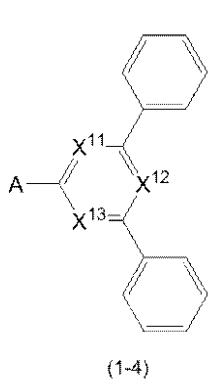
30

40

50

【0045】

【化14】



10

【0046】

(前記一般式(1-4)、(1-5)および(1-6)において、Aは前記一般式(1)におけるAと同義である。)

X<sup>1 1</sup>、X<sup>1 2</sup>、X<sup>1 3</sup>は、それぞれ前記一般式(1)におけるX<sup>1</sup>、X<sup>2</sup>、X<sup>3</sup>と同義である。)

【0047】

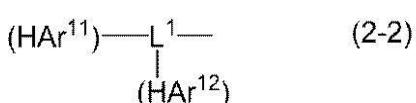
20

前記一般式(2)において、mが1のとき、L<sup>1</sup>は、単結合または二価の連結基であり、前記一般式(2)は、下記一般式(2-1)で表される。

前記一般式(2)において、mが2のとき、L<sup>1</sup>は、三価の連結基であり、前記一般式(2)は、下記一般式(2-2)で表される。

【0048】

【化15】



30

【0049】

(一般式(2-1)および(2-2)において、L<sup>1</sup>は前記一般式(2)のL<sup>1</sup>と同義である。HAr、HAr<sup>1 1</sup>、HAr<sup>1 2</sup>は、それぞれ独立に前記一般式(2)のHArと同義である。)

【0050】

40

前記一般式(2)において、L<sup>1</sup>は連結基であることが好ましく、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の二価または三価の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の二価または三価の複素環基が好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の二価または三価の芳香族炭化水素基であることがより好ましい。

さらに、L<sup>1</sup>は、ベンゼン、ビフェニル、ターフェニル、ナフタレン、及びフェナントレンのいずれかから誘導される二価または三価の連結基であることが好ましい。

【0051】

50

前記一般式(2)において、mは1であることが好ましい。

したがって、前記一般式(2)において、mは1であり、L<sup>1</sup>は連結基であって、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の二価の芳香族炭化水素基、または、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の二価の複素環基であることが好ましく、L<sup>1</sup>が置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の二価の芳香族炭化水素基であることがより好まし

い。

さらに好ましくは、前記一般式(2)において、 $m$ は1であり、 $L^1$ は連結基であって、ベンゼン、ビフェニル、ターフェニル、ナフタレン、及びフェナントレンのいずれかから誘導される二価の連結基である。中でも、 $L^1$ はベンゼンまたはビフェニルから誘導される二価の連結基であることが好ましい。

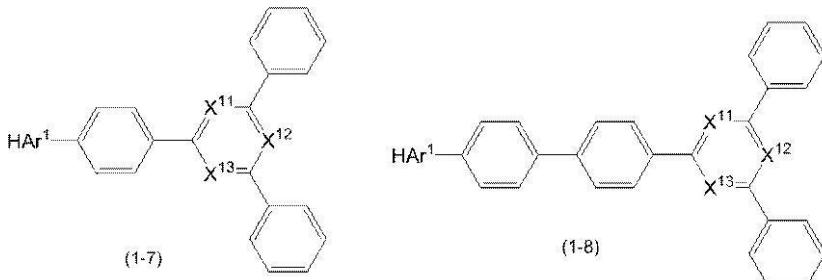
【0052】

このような化合物としては、例えば、下記一般式(1-7)または(1-8)で表される化合物が挙げられる。

【0053】

【化16】

10



【0054】

(前記一般式(1-7)および(1-8)において、 $X^{11} \sim X^{13}$ は前記一般式(1)の $X^1 \sim X^3$ と同義である。)

$HAr^1$ は前記一般式(2)の $HA\tau^1$ と同義である。)

【0055】

前記一般式(3)において、 $Y^1$ は、酸素原子又は硫黄原子であることが好ましく、酸素原子であることがより好ましい。

【0056】

さらに、 $Z^{11}$ から $Z^{18}$ までのうち一つが、 $L^1$ に対して単結合で結合する炭素原子であり、それ以外の $Z^{11}$ から $Z^{18}$ は、 $CR^{11}$ であることが好ましい。

【0057】

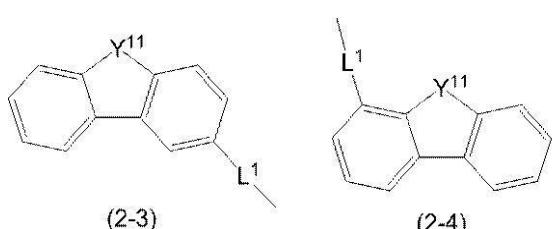
中でも、 $Z^{13}$ または $Z^{16}$ が、 $L^1$ に対して単結合で結合する炭素原子であることが好ましい。また、 $Z^{11}$ または $Z^{18}$ が、 $L^1$ に対して単結合で結合する炭素原子であっても好ましい。

すなわち、前記一般式(2)は、下記一般式(2-3)または(2-4)で表されることが好ましい。

【0058】

【化17】

30



40

【0059】

(前記一般式(2-3)および(2-4)において、 $Y^{11}$ は、酸素原子または硫黄原子である。)

$L^1$ は前記一般式(2)の $L^1$ と同義である。)

【0060】

次に前記一般式(1)～(3)、(1-1)～(1-8)および(2-1)～(2-4)に記載の各置換基について説明する。

【0061】

50

本実施形態における環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基としては、例えば、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾ[*a*]アントリル基、ベンゾ[*c*]フェナントリル基、トリフェニレニル基、ベンゾ[*k*]フルオランテニル基、ベンゾ[*g*]クリセニル基、ベンゾ[*b*]トリフェニレニル基、ピセニル基、ペリレニル基などが挙げられる。

本実施形態における芳香族炭化水素基としては、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であることが更に好ましい。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、後述する本実施形態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

#### 【0062】

本実施形態における環形成原子数5～30の複素環基としては、例えば、ピリジル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、ピリダジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリニル基、ナフチリジニル基、フタラジニル基、キノキサリニル基、キナゾリニル基、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、ピロリル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、トリアゾリル基、テトラゾリル基、インドリル基、ベンズイミダゾリル基、インダゾリル基、イミダゾピリジニル基、ベンズトリアゾリル基、カルバゾリル基、フリル基、チエニル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、イソキサゾリル基、イソチアゾリル基、オキサジアゾリル基、チアジアゾリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチオフェニル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾイソキサゾリル基、ベンゾイソチアゾリル基、ベンゾオキサジアゾリル基、ベンゾチアジアゾリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、ピペリジニル基、ピロリジニル基、ピペラジニル基、モルホリル基、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などが挙げられる。  
20

本実施形態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-カルバゾリル基が特に好ましい。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、本実施形態における置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素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。  
30

#### 【0063】

本実施形態における炭素数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、*n*-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、アミル基、イソアミル基、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、が挙げられる。  
40

本実施形態における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、アミル基、イソアミル  
50

基、ネオペンチル基が特に好ましい。

本実施形態におけるシクロアルキル基としては、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、アダマンチル基、ノルボルニル基等が挙げられる。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特に好ましい。

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、トリフルオロエチル基、ペンタフルオロエチル基等が挙げられる。

#### 【0064】

本実施形態における炭素数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、トリイソブチルシリル基、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、トリイソプロピルシリル基等が挙げられる。トリアルキルシリル基における3つのアルキル基は、それぞれ同一でも異なっていてもよい。

#### 【0065】

本実施形態における環形成炭素数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。

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の芳香族炭化水素基を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。

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の芳香族炭化水素基を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。

トリアリールシリル基は、例えば、上記環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基を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。

#### 【0066】

本実施形態における炭素数1～30のアルコキシ基は、-O<sub>Z</sub><sub>1</sub>と表される。このZ<sub>1</sub>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。

#### 【0067】

本実施形態における環形成炭素数6～30のアリールオキシ基は、-O<sub>Z</sub><sub>2</sub>と表される。このZ<sub>2</sub>の例として、上記環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素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。

#### 【0068】

本実施形態における炭素数2～30のアルキルアミノ基は、-NH<sub>R</sub><sub>v</sub>、または-N(R<sub>v</sub>)<sub>2</sub>と表される。このR<sub>v</sub>の例として、上記炭素数1～30のアルキル基が挙げられ

10

20

30

40

50

る。

【0069】

本実施形態における環形成炭素数6～60のアリールアミノ基は、-NHR<sub>W</sub>、または-N(R<sub>W</sub>)<sub>2</sub>と表される。このR<sub>W</sub>の例として、上記環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基が挙げられる。

【0070】

本実施形態における炭素数1～30のアルキルチオ基は、-SR<sub>V</sub>と表される。このR<sub>V</sub>の例として、上記炭素数1～30のアルキル基が挙げられる。

環形成炭素数6～30のアリールチオ基は、-SR<sub>W</sub>と表される。このR<sub>W</sub>の例として、上記環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基が挙げられる。

10

【0071】

本実施形態におけるアルケニル基としては、炭素数2～30のアルケニル基が好ましく、直鎖、分岐鎖又は環状のいずれであってもよく、例えば、ビニル基、プロペニル基、ブテニル基、オレイル基、エイコサペンタエニル基、ドコサヘキサエニル基、スチリル基、2,2-ジフェニルビニル基、1,2,2-トリフェニルビニル基、2-フェニル-2-プロペニル基、シクロペンタジエニル基、シクロペンテニル基、シクロヘキセニル基、シクロヘキサジエニル基等が挙げられる。

【0072】

本実施形態におけるアルキニル基としては、炭素数2～30のアルキニル基が好ましく、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。

20

【0073】

本実施形態におけるアラルキル基としては、環形成炭素数6～30のアラルキル基が好ましく、-Z<sub>3</sub>-Z<sub>4</sub>と表される。このZ<sub>3</sub>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<sub>4</sub>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-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、-ナフチルメチル基、1-ナフチルエチル基、2-ナフチルエチル基、1-ナフチルイソプロピル基、2-ナフチルイソプロピル基、-ナフチルメチル基、1-ナフチルエチル基、2-ナフチルエチル基、1-ナフチルイソプロピル基、2-ナフチルイソプロピル基が挙げられる。

30

【0074】

本実施形態における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。

【0075】

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。

40

また、本発明において、水素原子とは、中性子数の異なる同位体、すなわち、軽水素(Protium)、重水素(Deuterium)、三重水素(Tritium)を包含する。

【0076】

また、本発明において、「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、上述のような芳香族炭化水素基、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、ハロアルキル基)、アルコキシ基、アリールオキシ基、アラルキル基、ハロアルコキシ基、アルキルシリル基、ジアルキルアリールシリル基、アルキルジ

50

アリールシリル基、トリアリールシリル基、ハロゲン原子、シアノ基、ヒドロキシリル基、ニトロ基、およびカルボキシ基が挙げられる。その他、アルケニル基やアルキニル基も挙げられる。

ここで挙げた置換基の中では、芳香族炭化水素基、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。

「置換もしくは無置換の」という場合における「無置換」とは前記置換基で置換されておらず、水素原子が結合していることを意味する。

なお、本明細書において、「置換もしくは無置換の炭素数  $a \sim b$  の XX 基」という表現における「炭素数  $a \sim b$ 」は、XX 基が無置換である場合の炭素数を表すものであり、XX 基が置換されている場合の置換基の炭素数は含めない。10

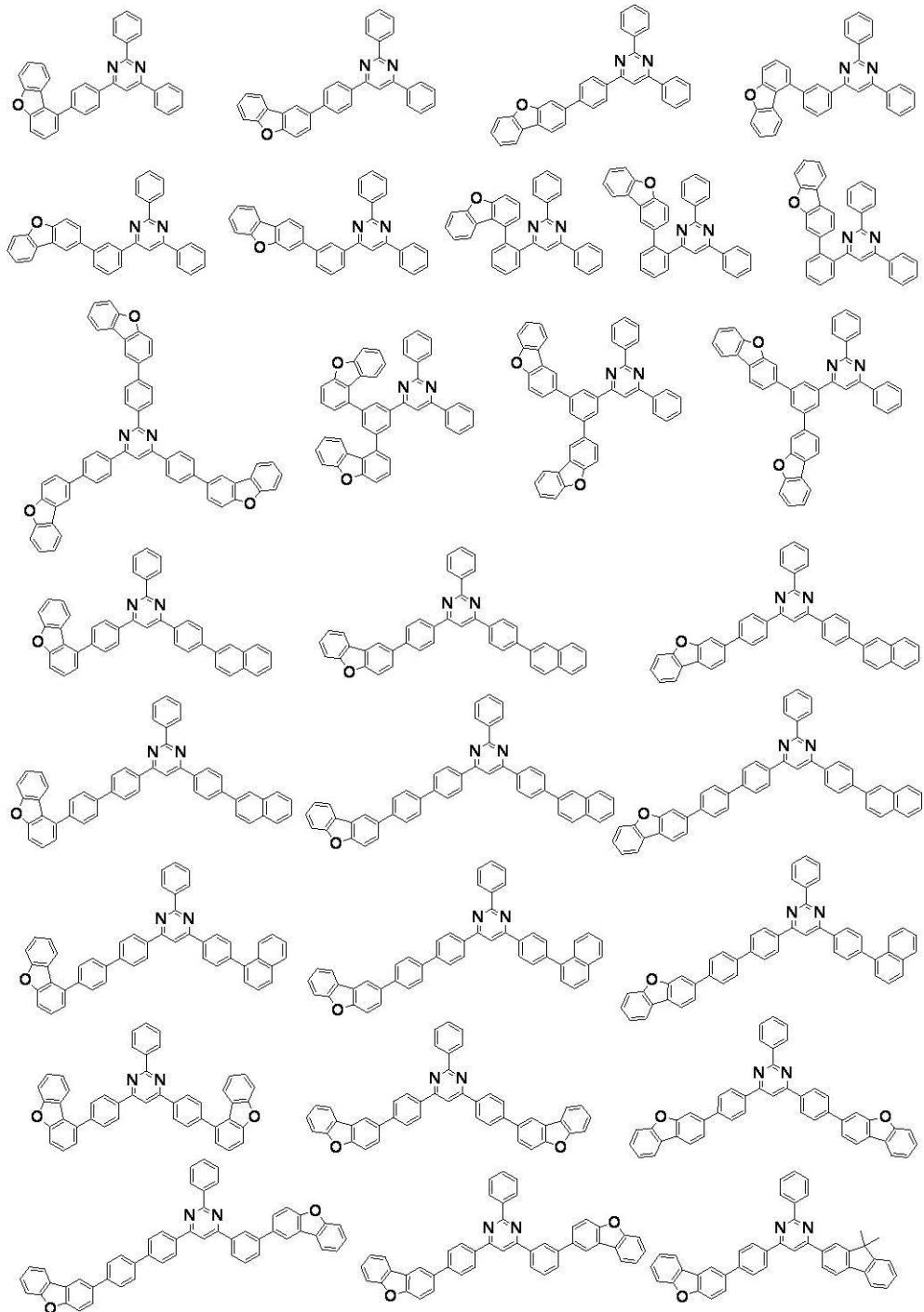
以下に説明する化合物またはその部分構造において、「置換もしくは無置換の」という場合についても、前記と同様である。

【 0 0 7 7 】

以下に一般式(1)で表される化合物の具体例を示すが、本発明は、これらの例示化合物に限定されるものではない。

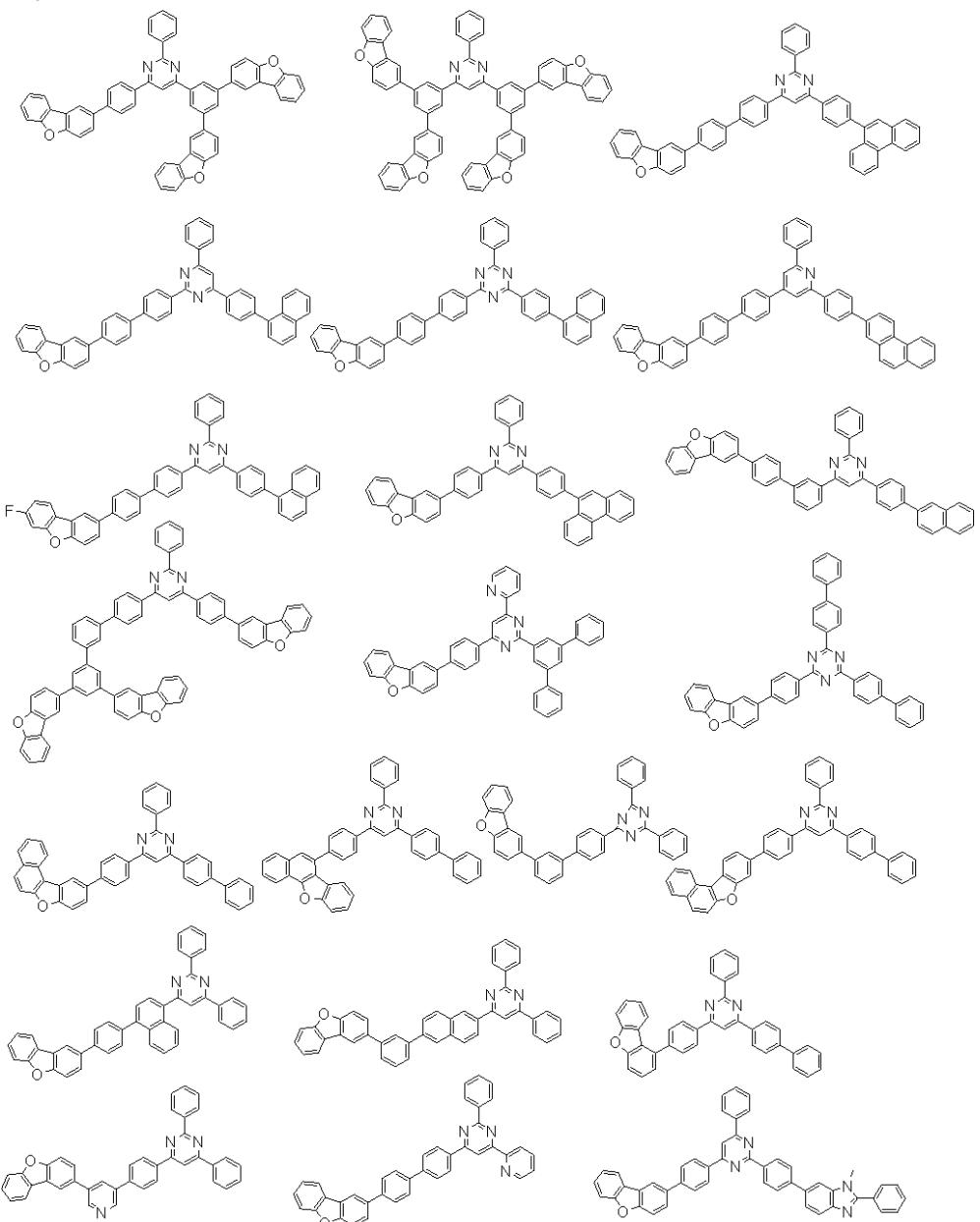
【 0 0 7 8 】

【化18】



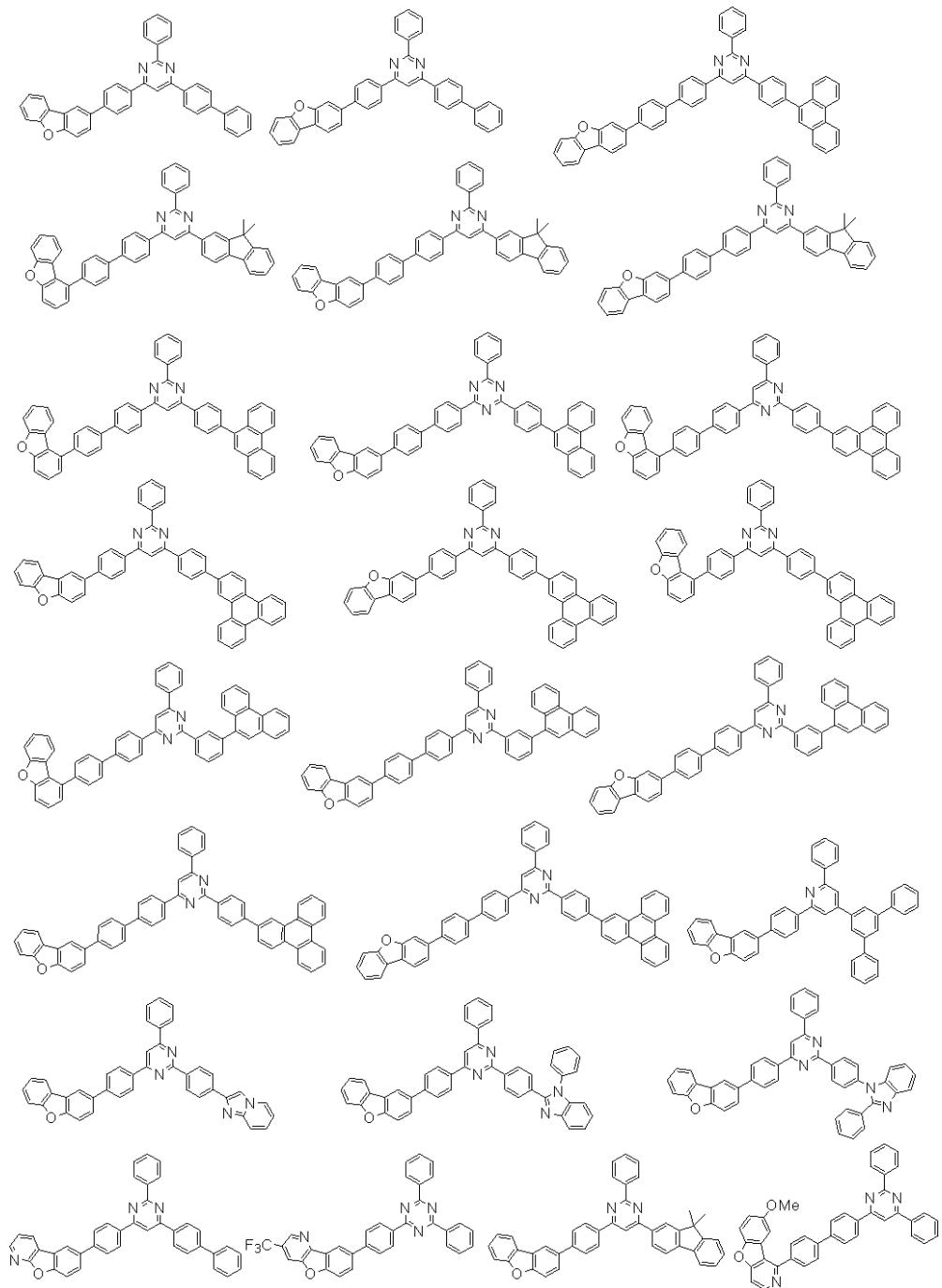
【0079】

## 【化 1 9】



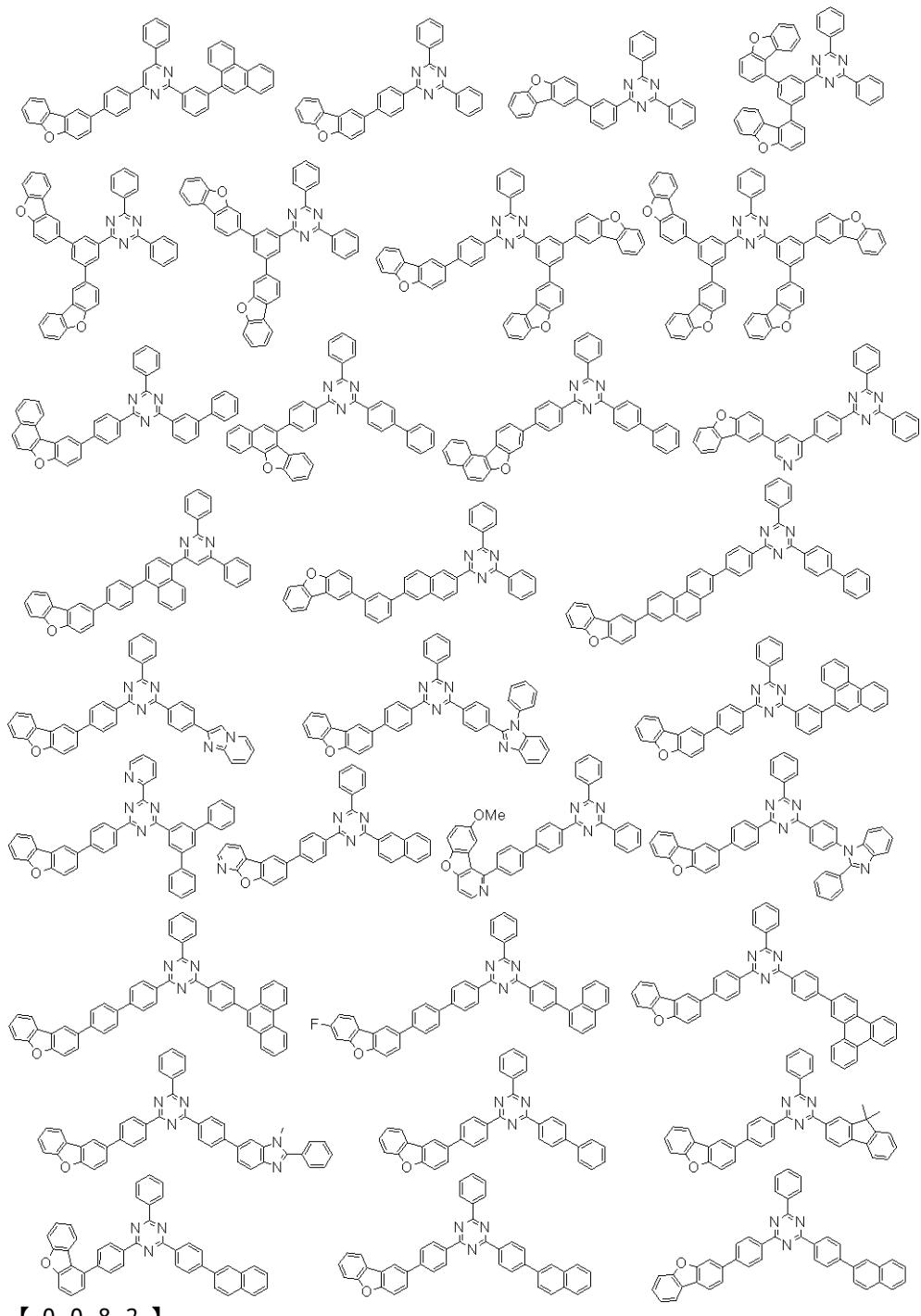
【 0 0 8 0 】

## 【化 2 0】

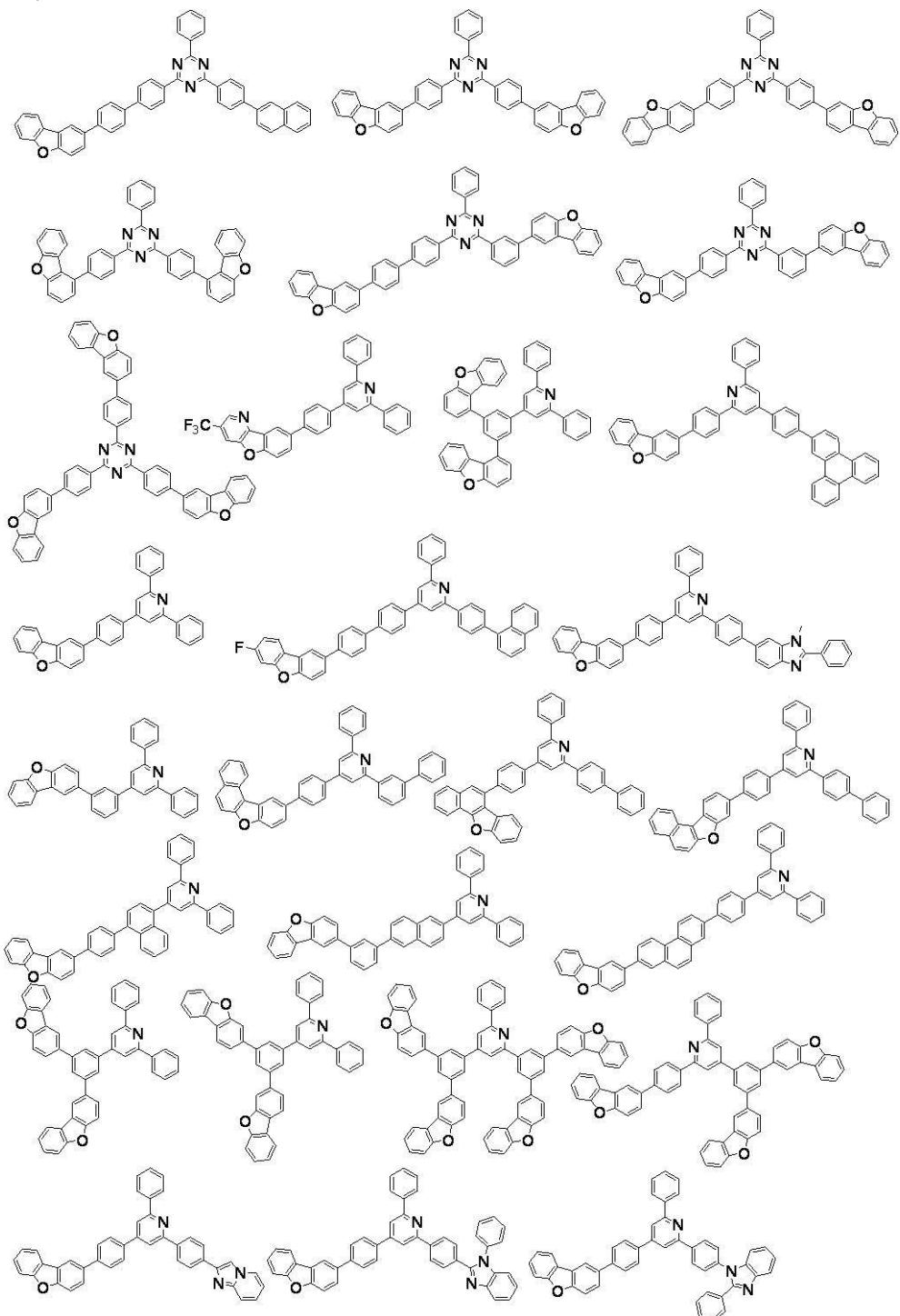


## 【 0 0 8 1 】

【化 21】



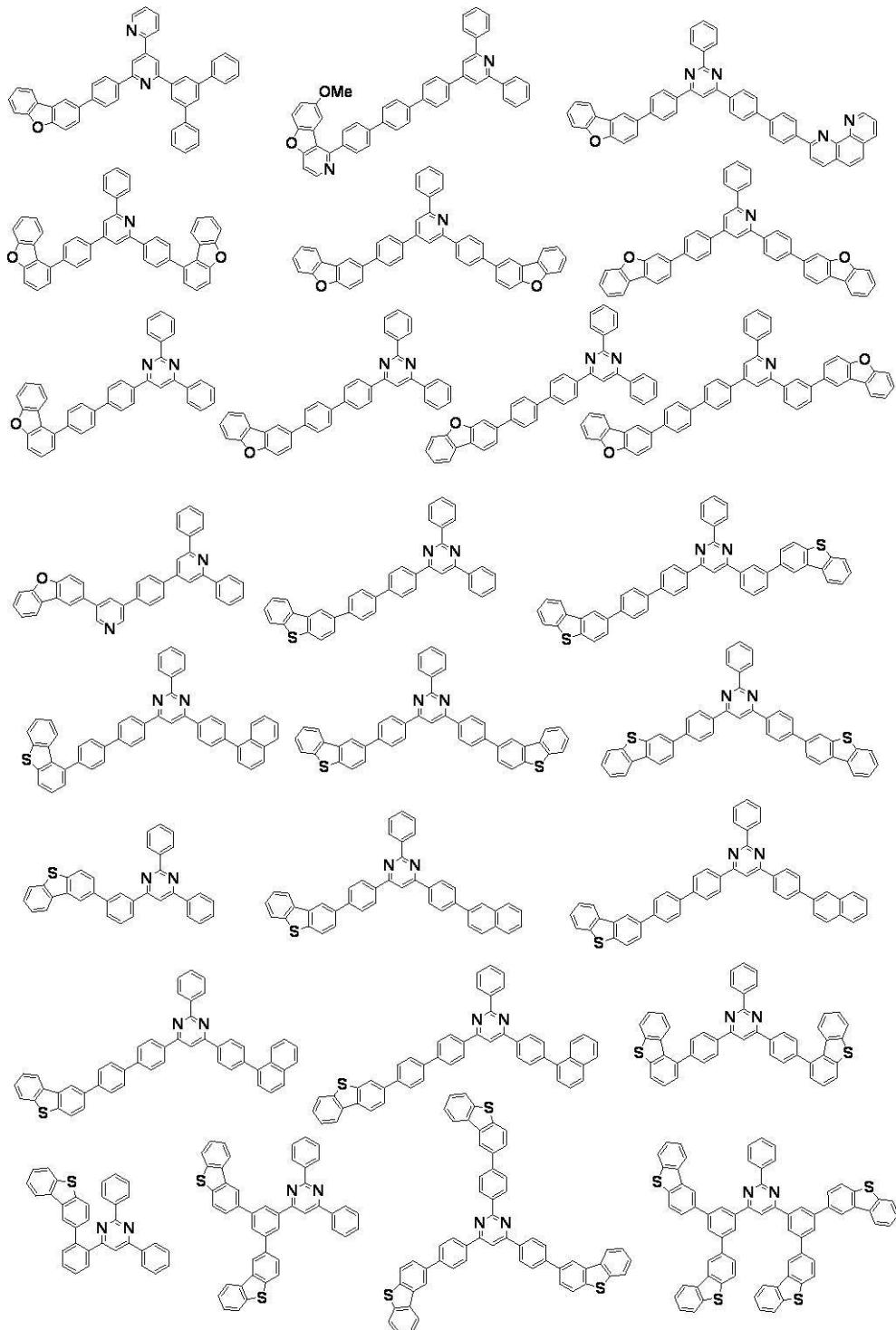
【化 2 2】



【 0 0 8 3 】

40

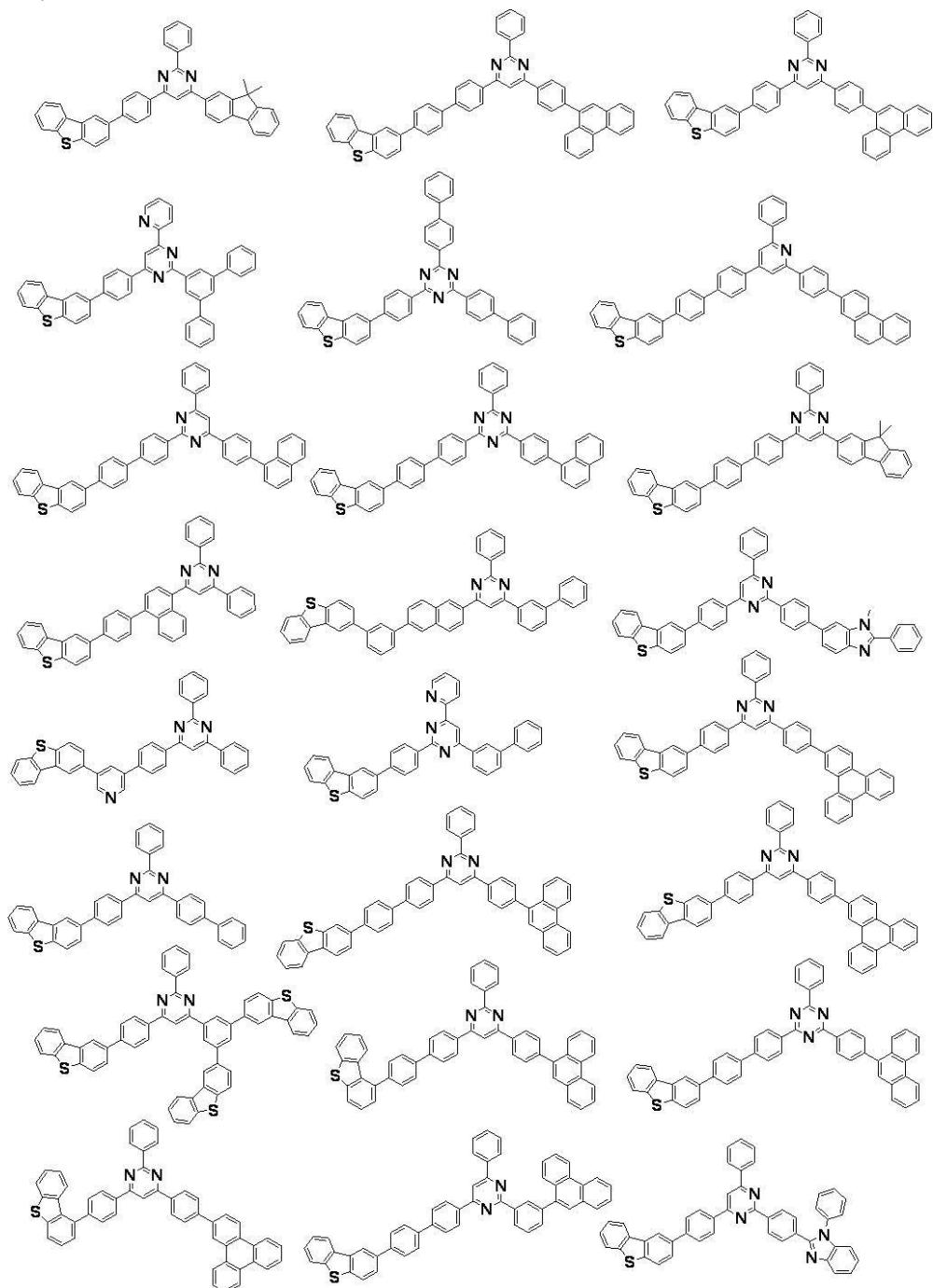
【化 2 3】



【 0 0 8 4 】

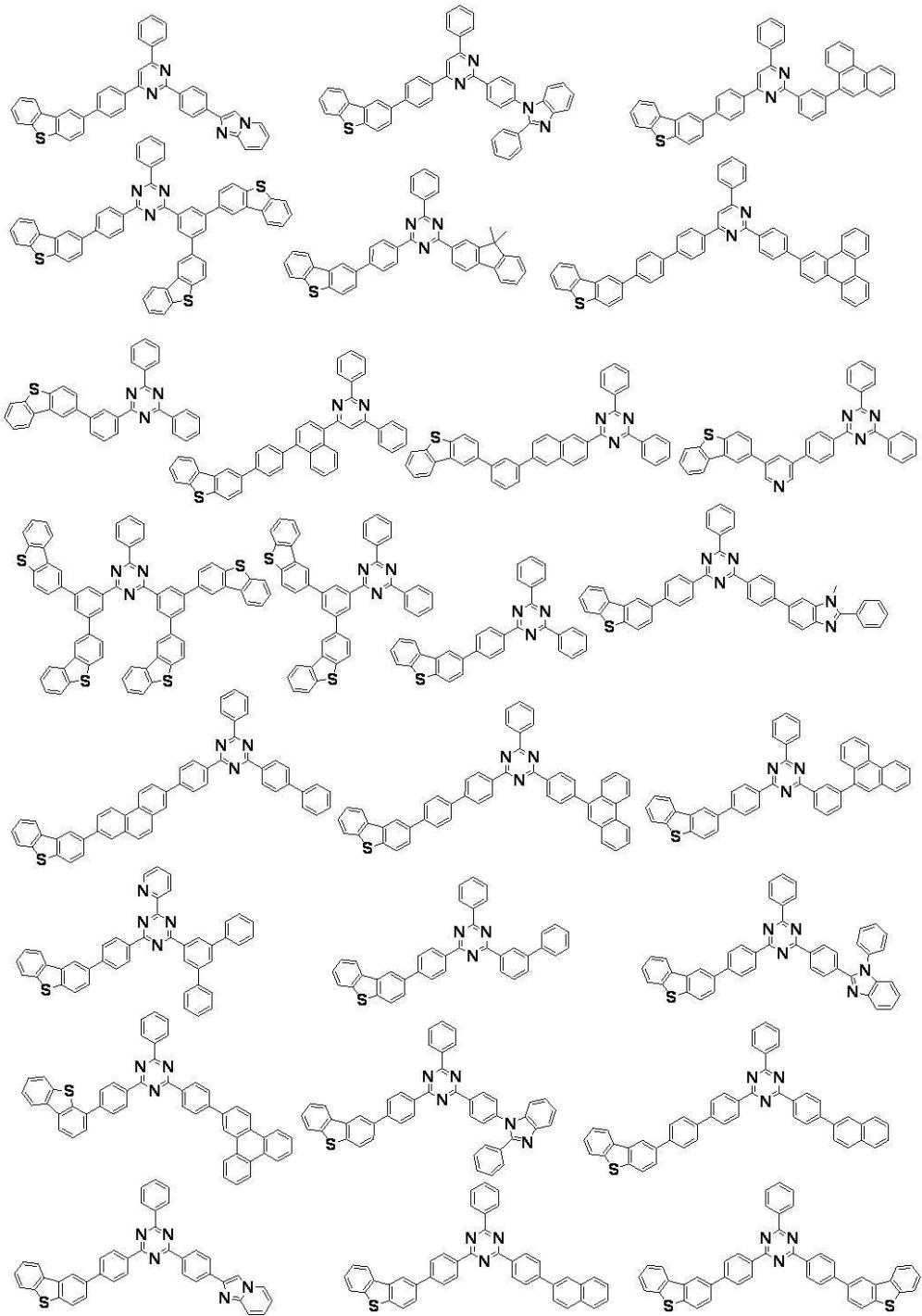
40

【化 24】



【 0 0 8 5 】

【化 25】



【 0 0 8 6 】

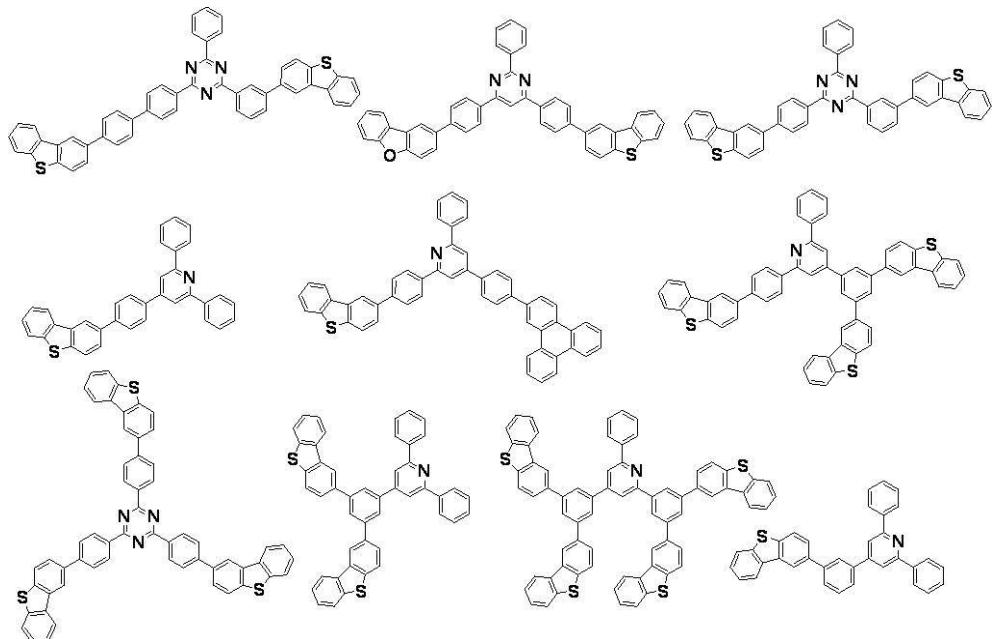
10

20

30

40

【化 2 6】

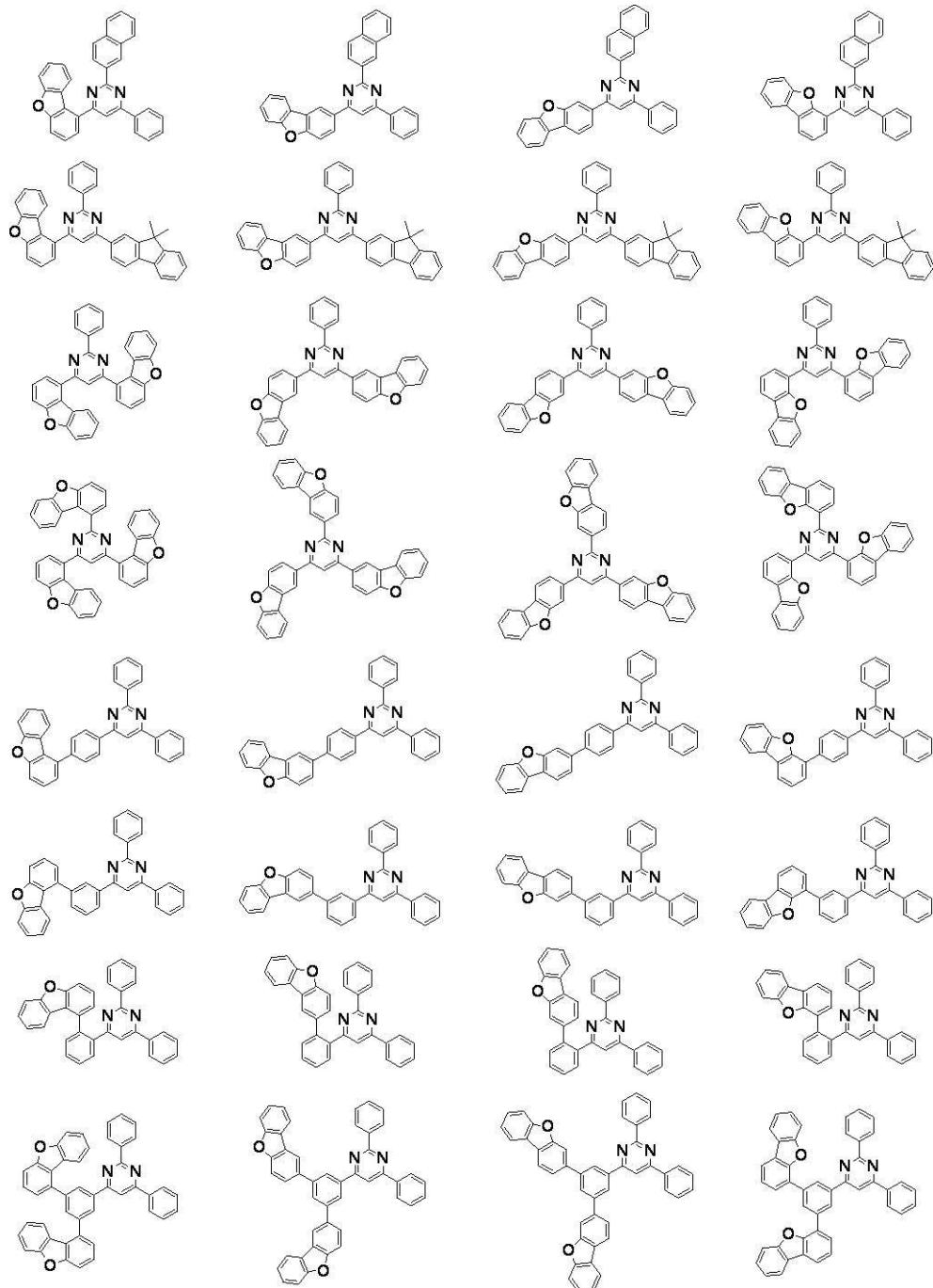


10

【 0 0 8 7 】

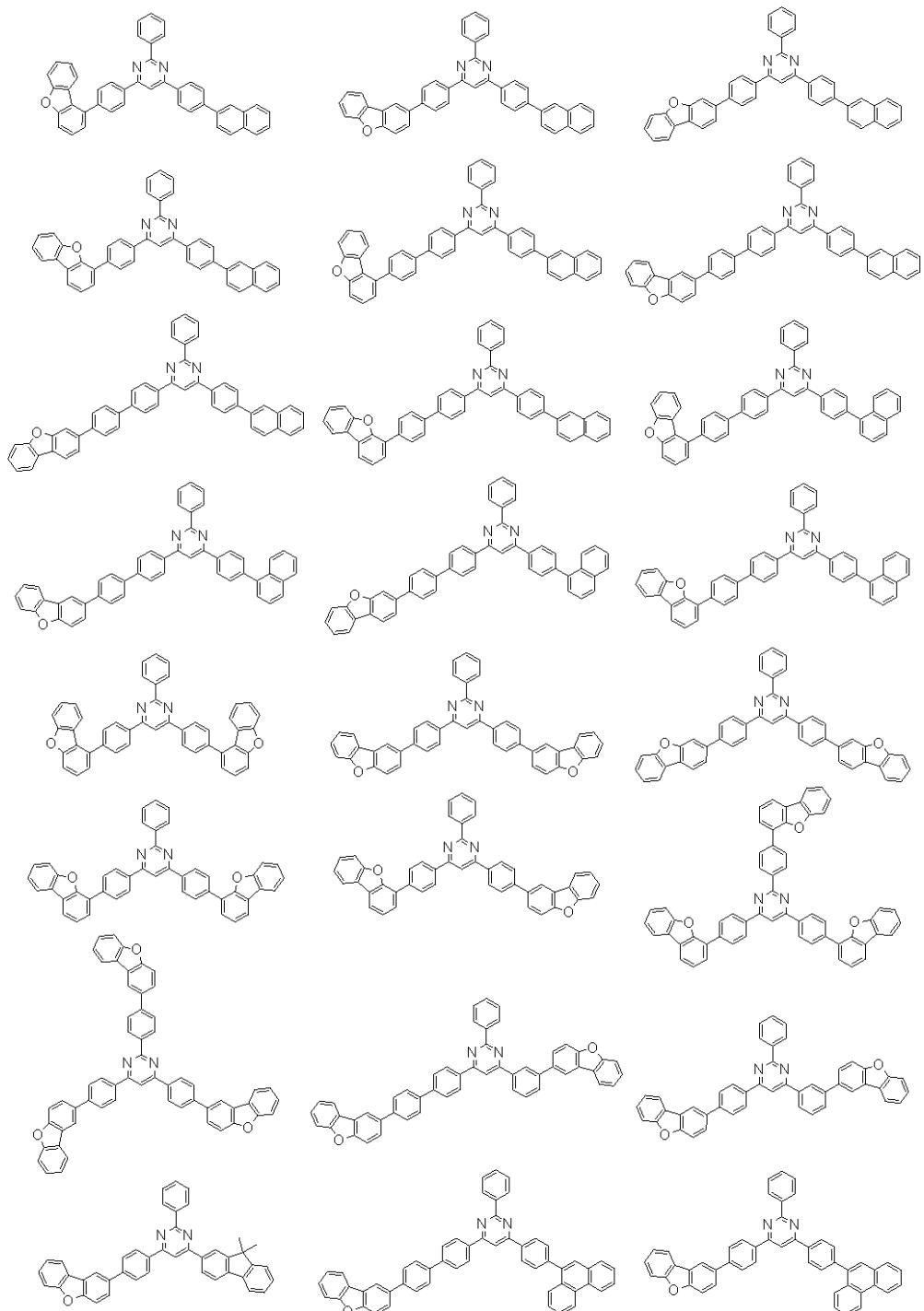
20

【化 27】



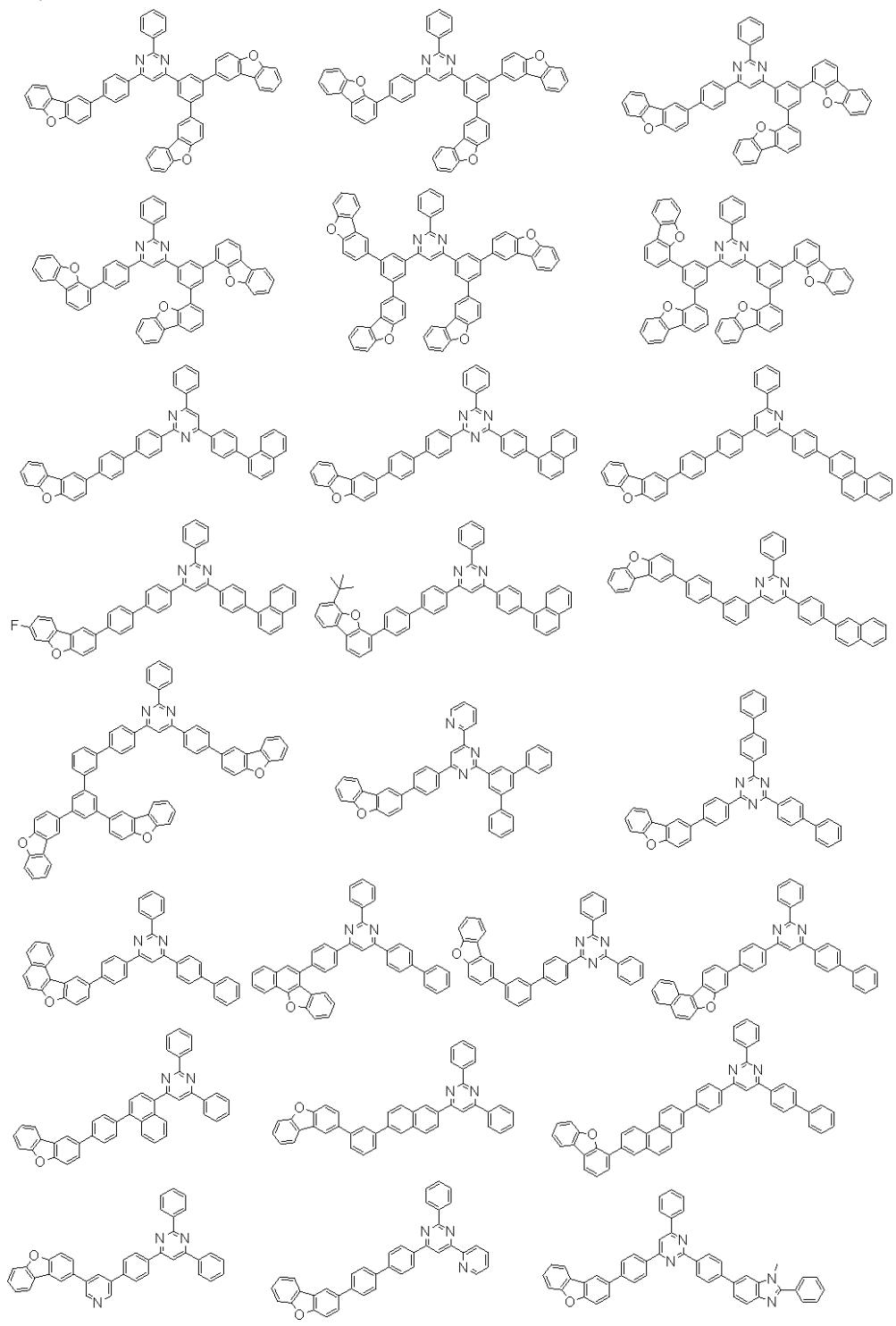
【 0 0 8 8 】

## 【化 2 8】



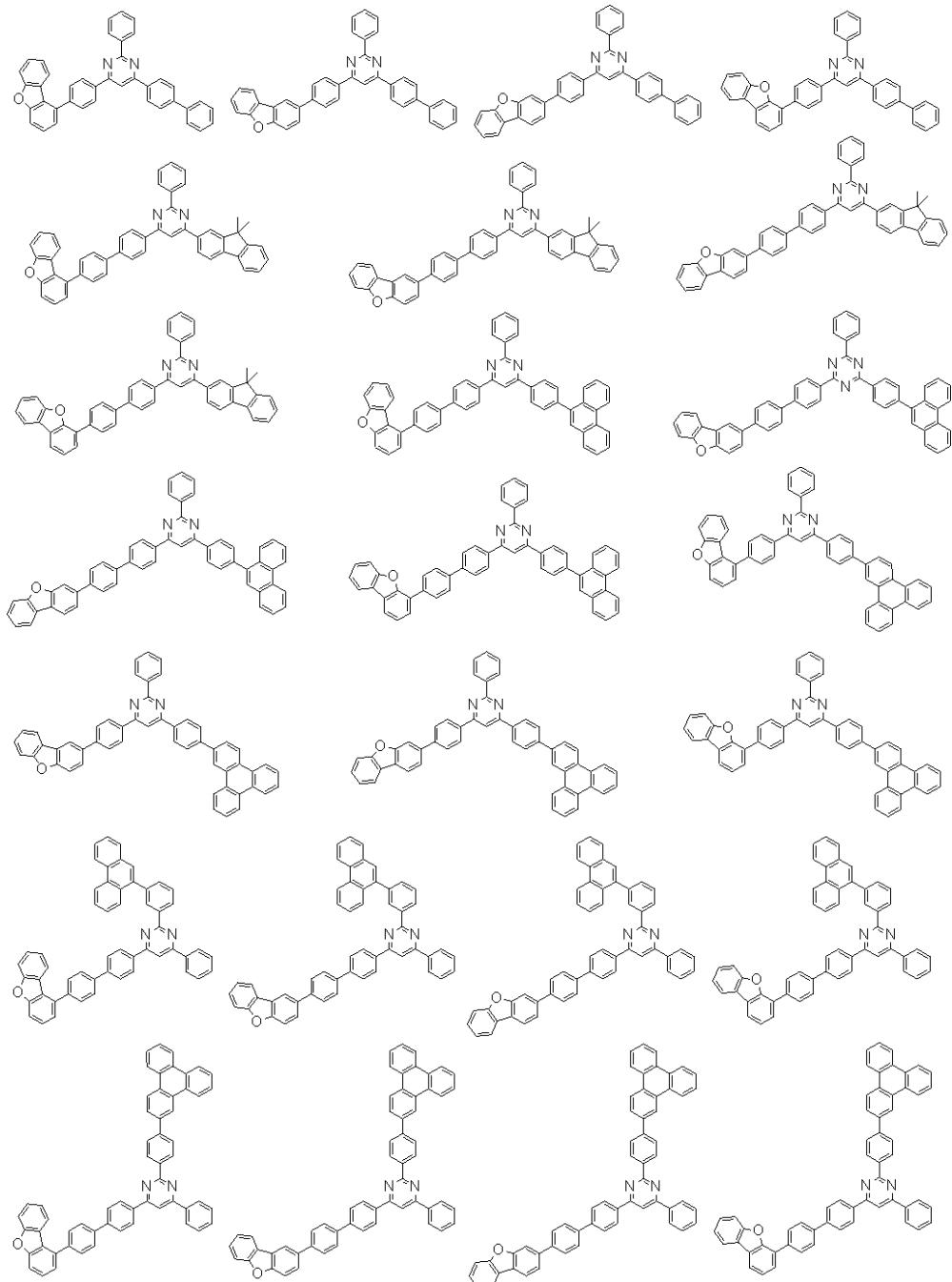
## 【0089】

【化 2 9】



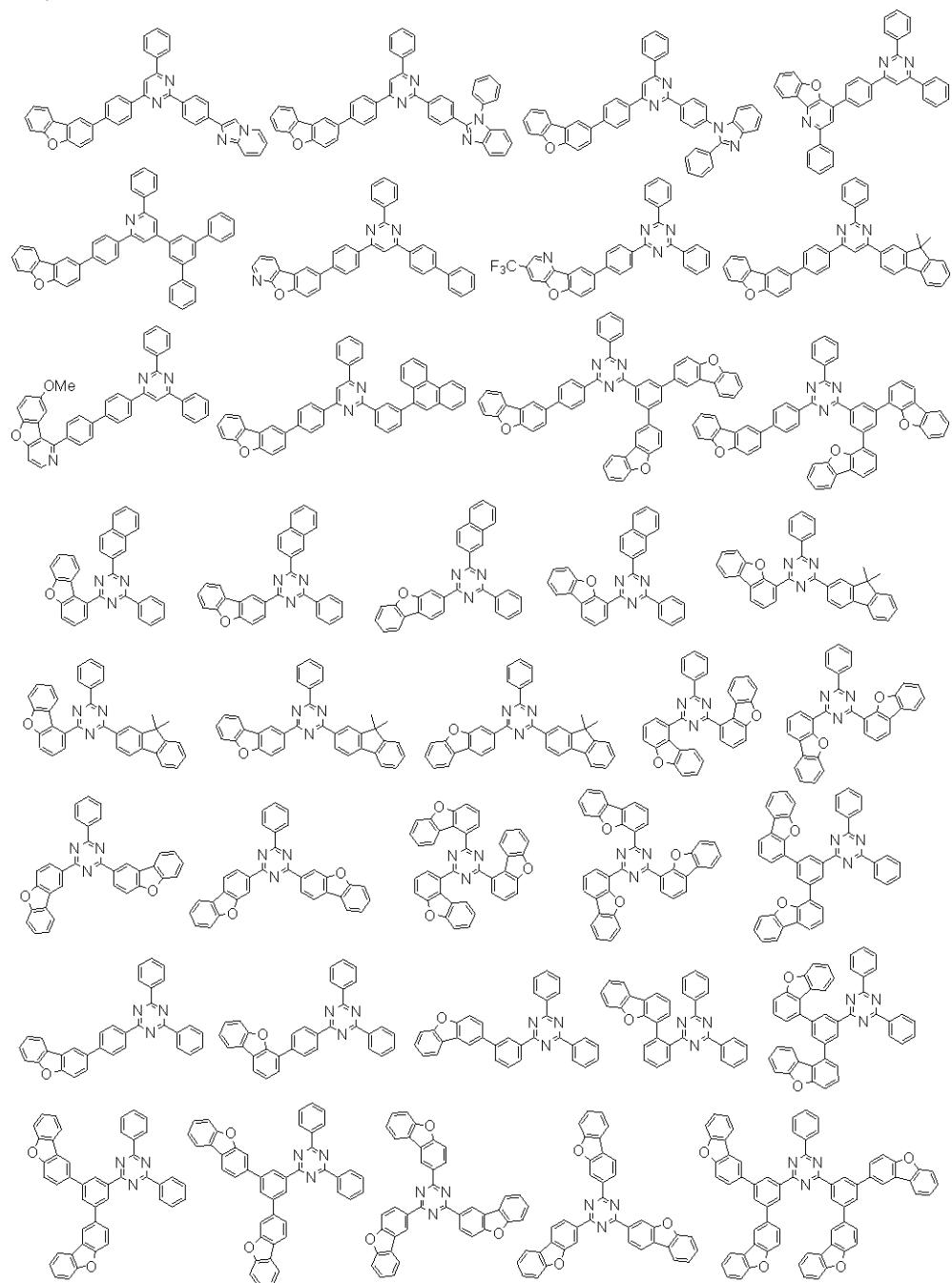
【 0 0 9 0 】

## 【化 3 0】



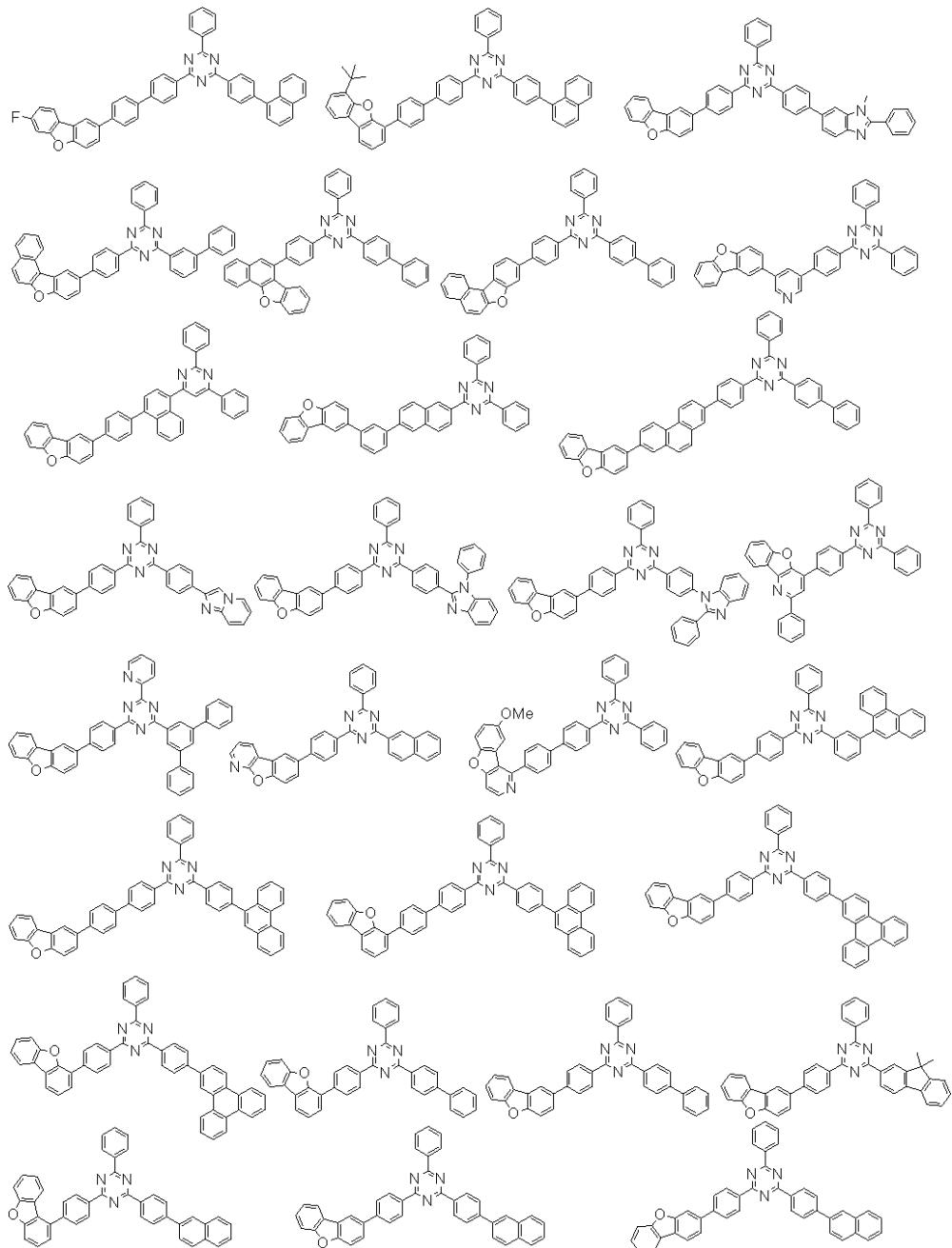
## 【 0 0 9 1 】

【化 3 1】

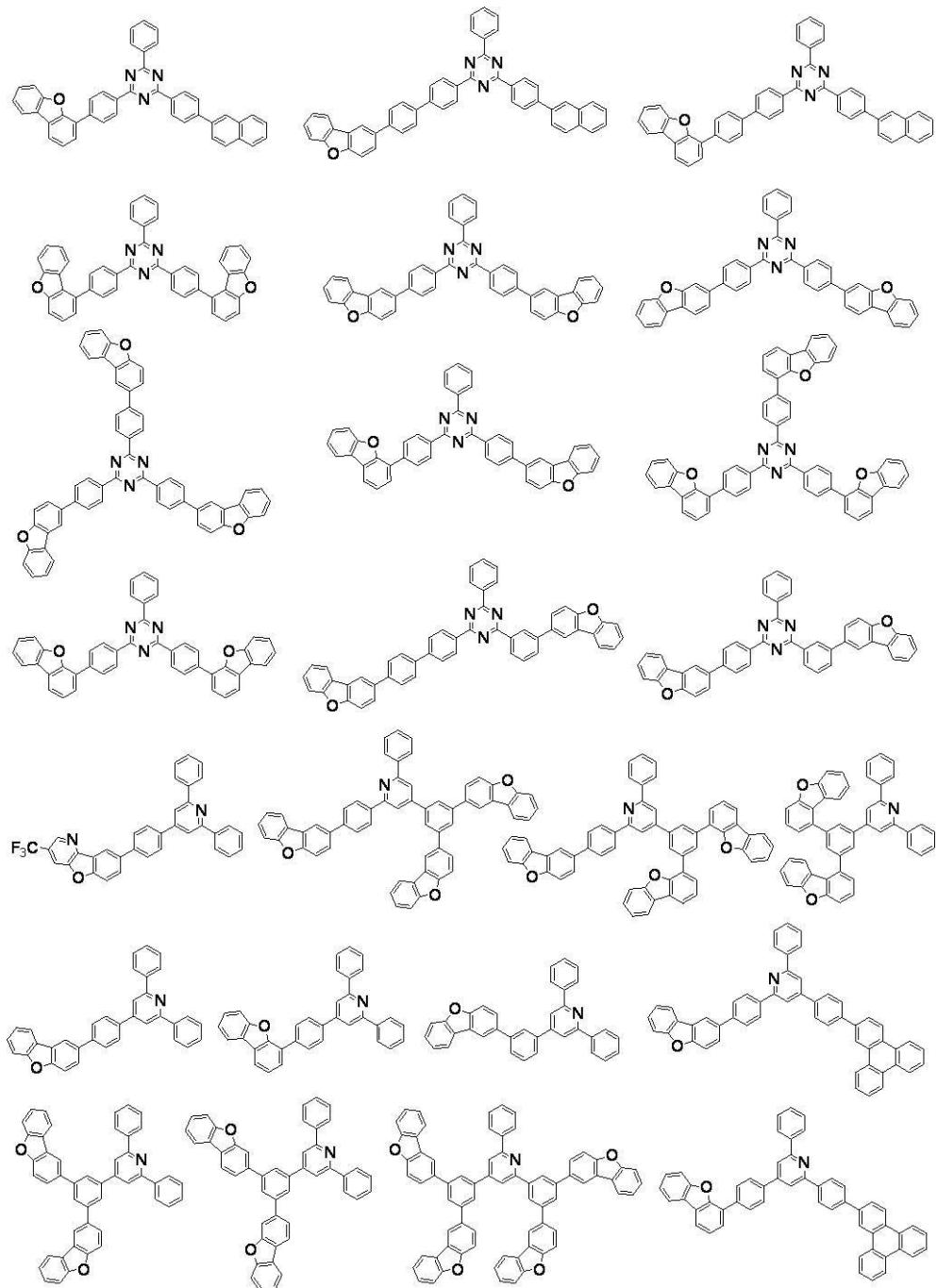


【 0 0 9 2 】

【化 3 2】

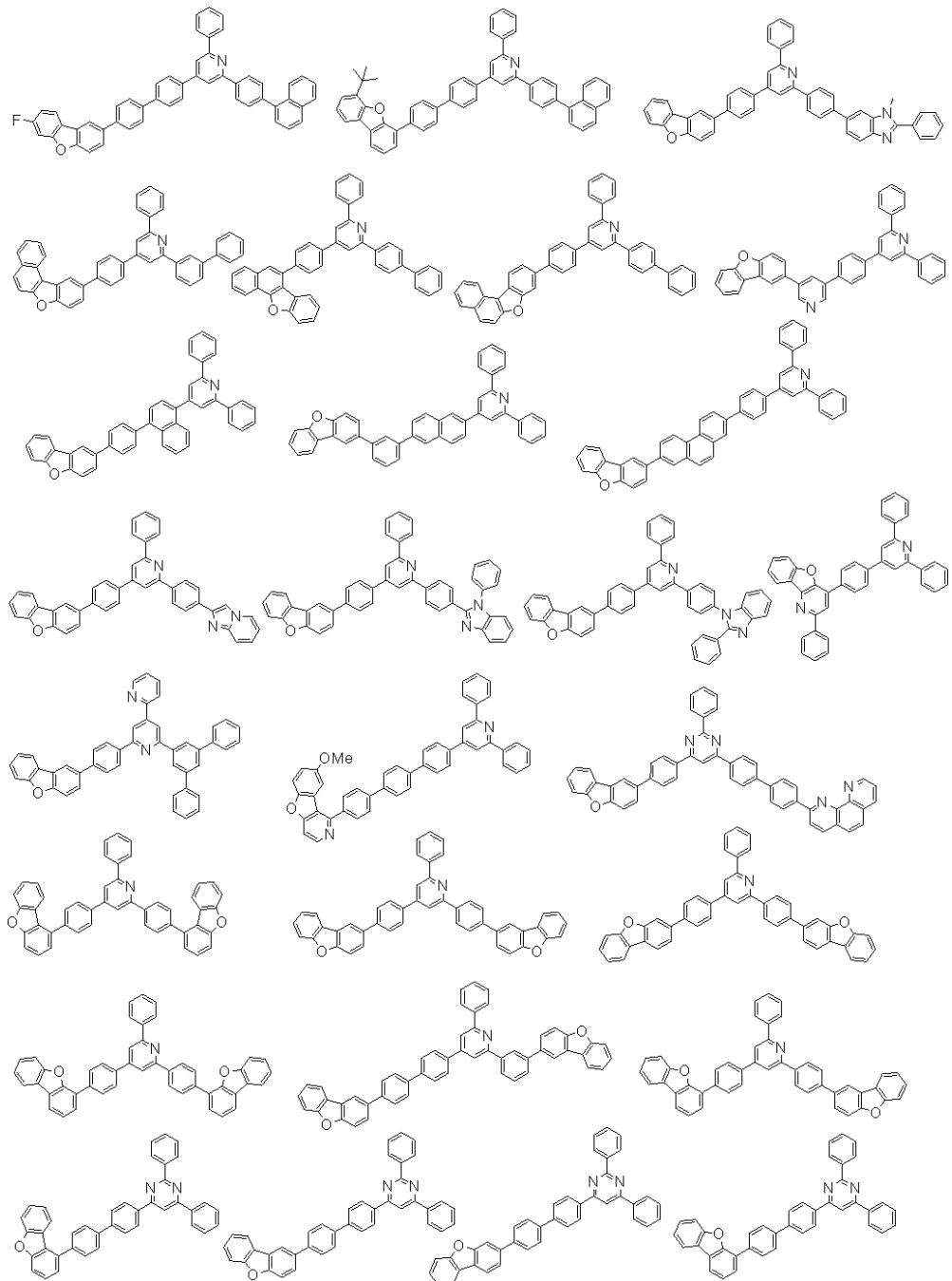


【化 3 3】



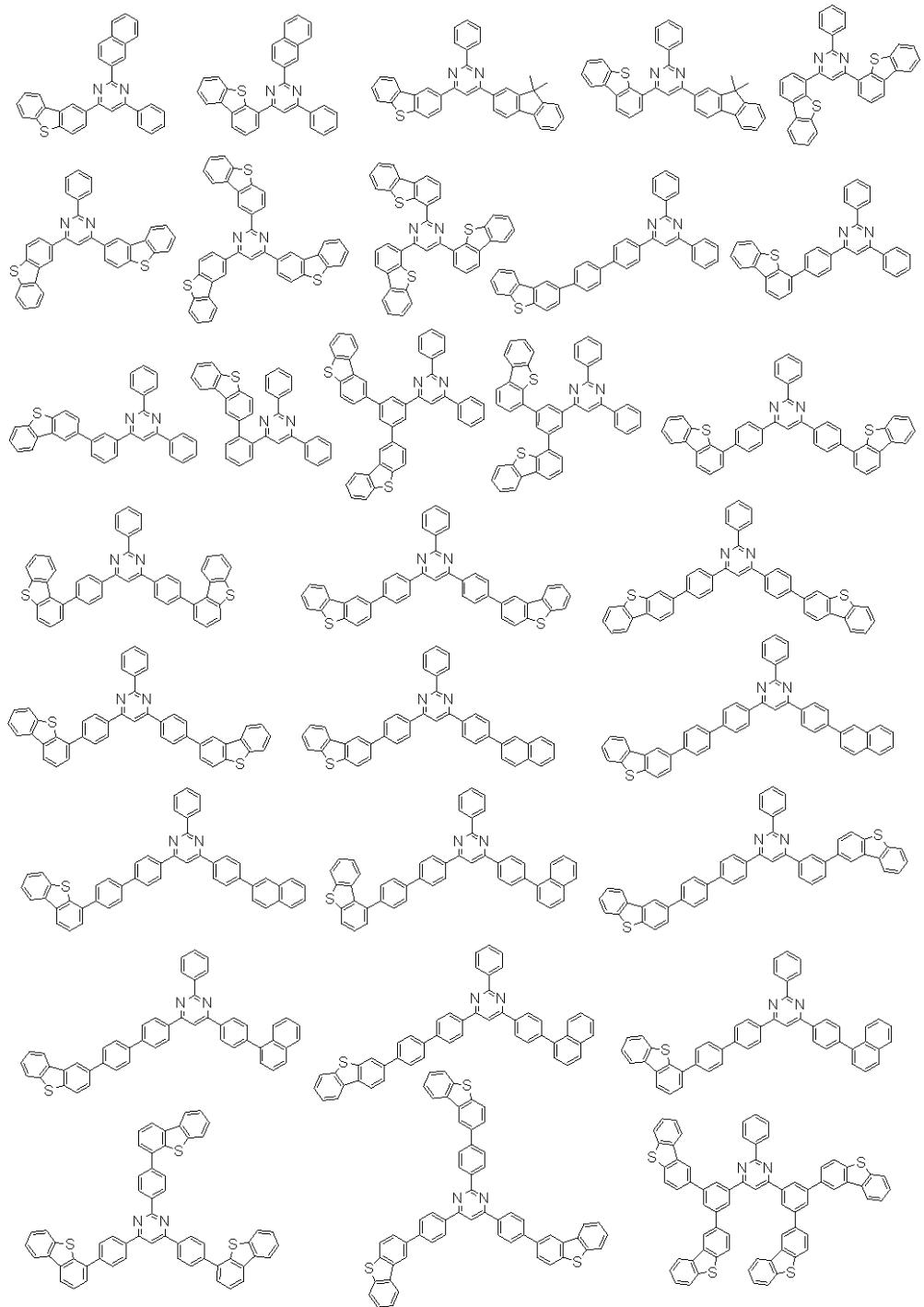
【 0 0 9 4 】

【化 3 4】



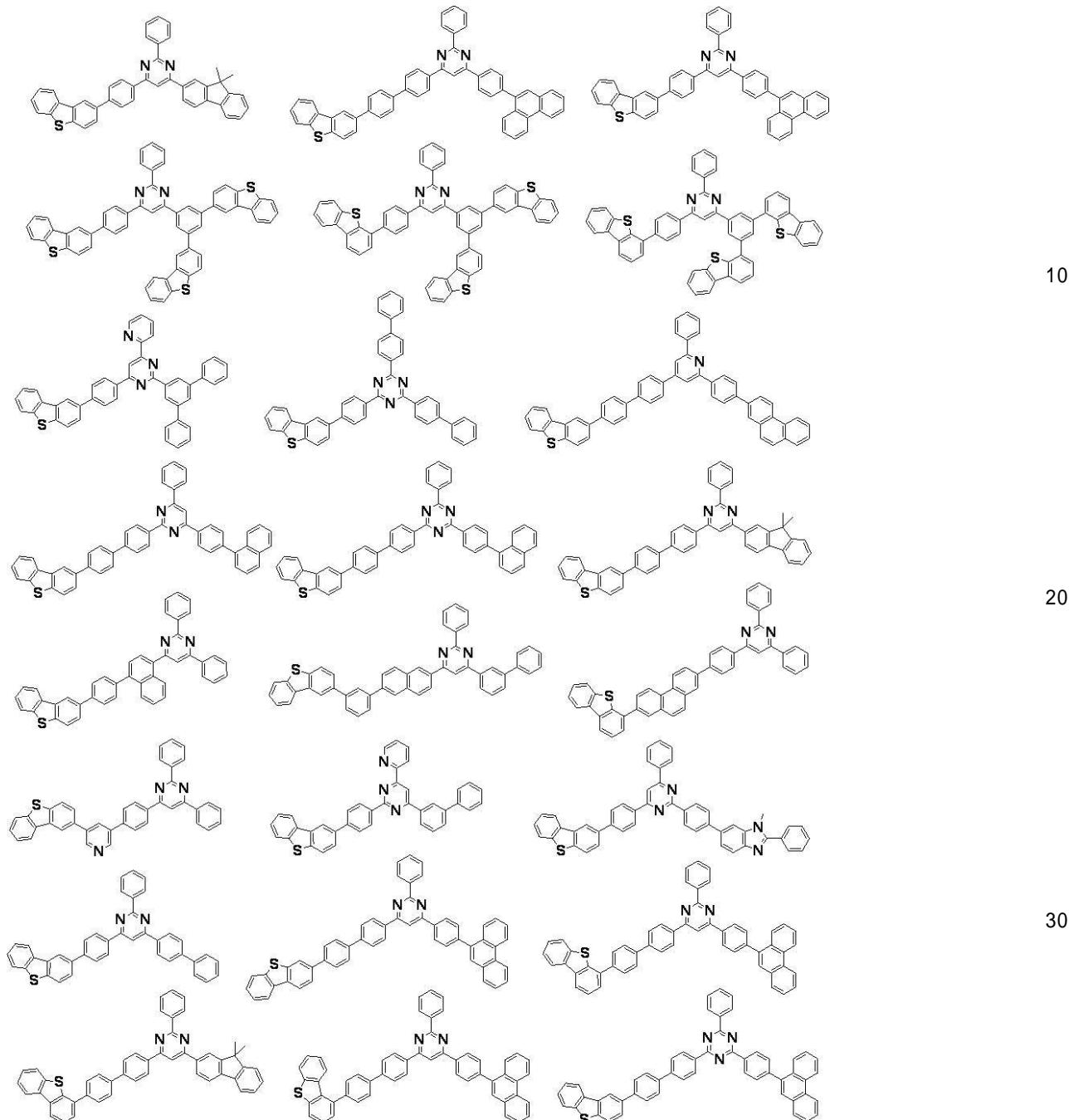
【 0 0 9 5 】

## 【化 3 5】



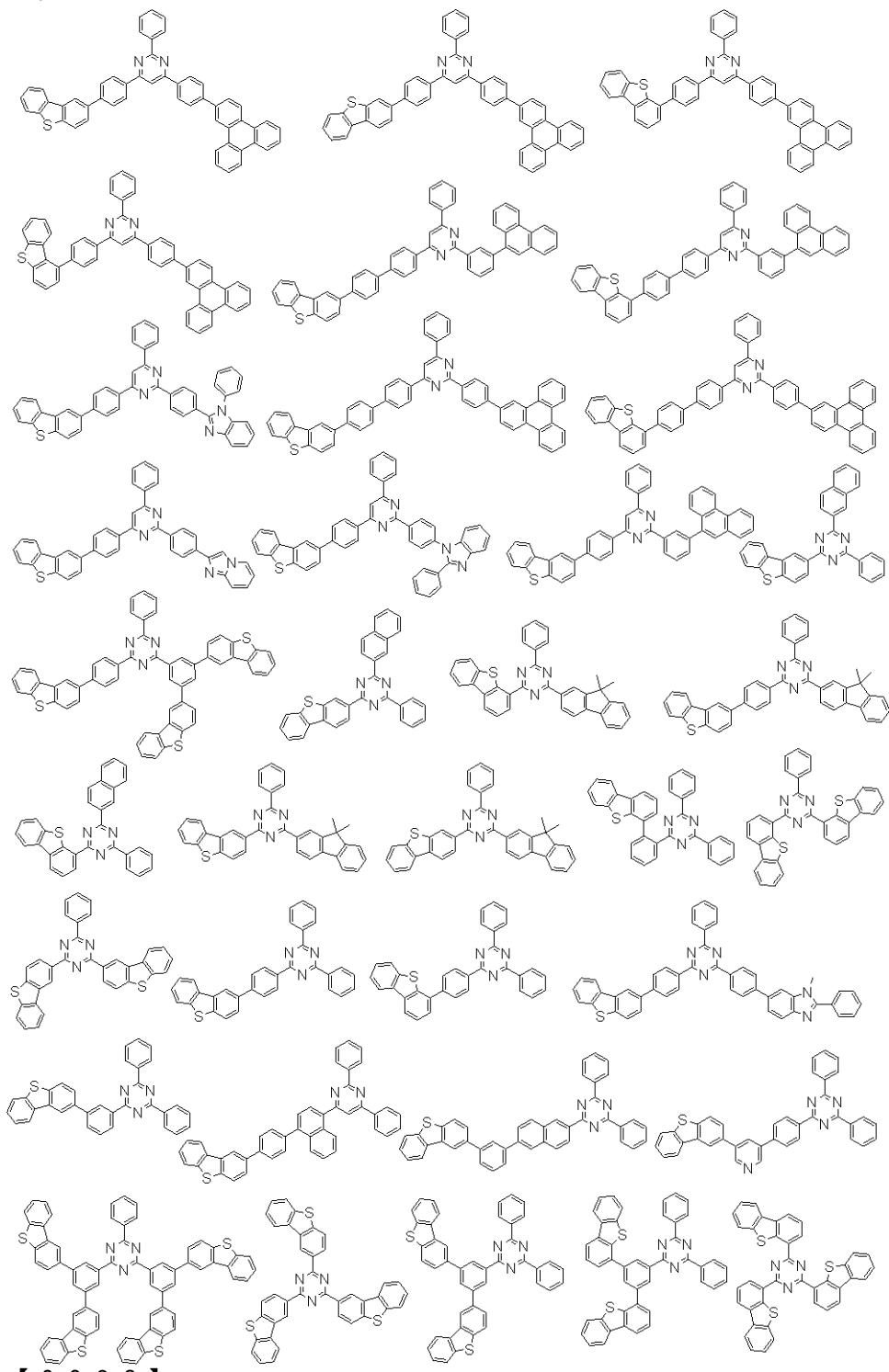
## 【0096】

【化 3 6】



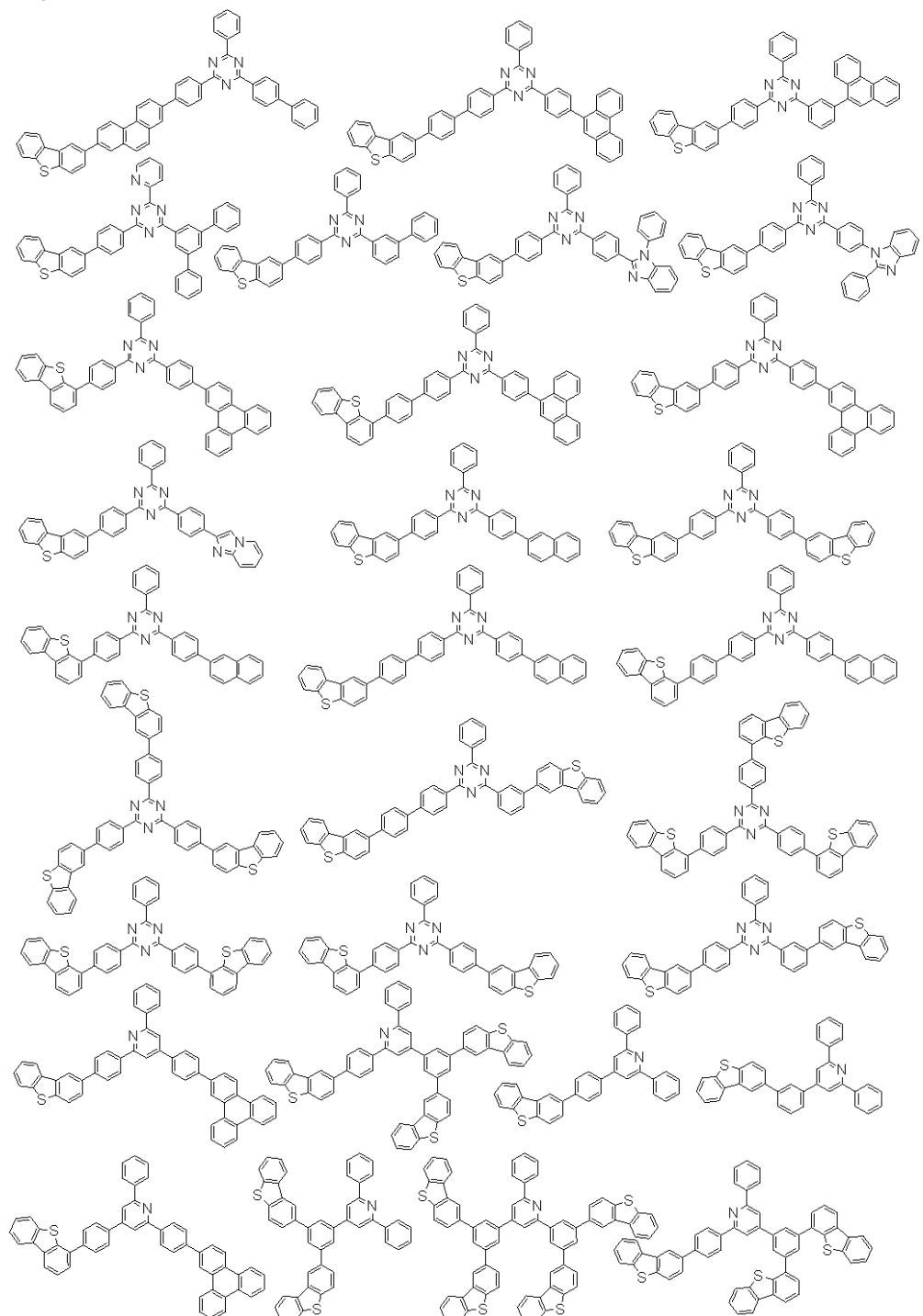
【 0 0 9 7 】

【化 3 7】

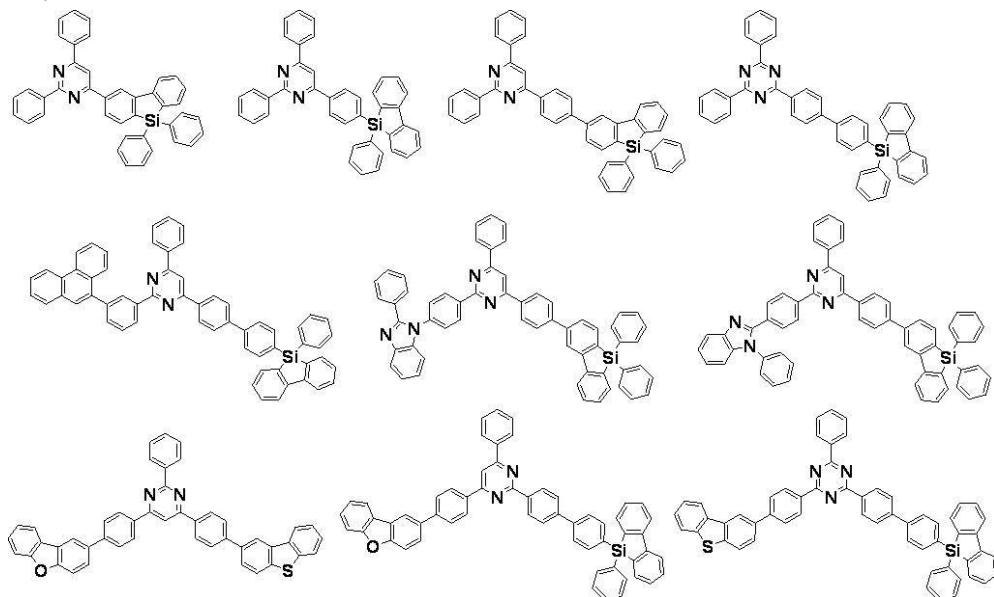


【 0 0 9 8 】

【化 3 8】



## 【化39】



10

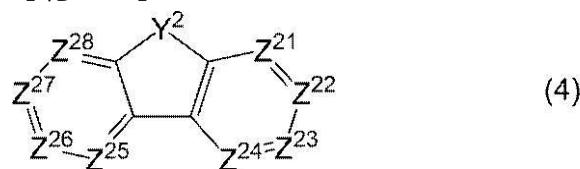
## 【0100】

## ・第二ホスト材料

本実施形態の有機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(4)で表される化合物を用いることができる。

## 【0101】

## 【化40】



## 【0102】

(前記一般式(4)において、

30

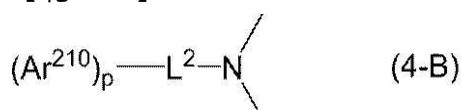
$Y^2$ は、下記一般式(4-B)で表される基である。

前記一般式(4)において、 $Z^{21}$ から $Z^{28}$ までのいずれか1つは下記一般式(5)の $L^{211}$ に結合する炭素原子であるか、 $Z^{21}$ から $Z^{28}$ までの互いに隣り合う1組は下記一般式(6-1)～(6-4)のいずれかのbおよびcに結合して縮合環を形成する炭素原子である。

$L^{211}$ 、b、およびcのいずれにも結合しない $Z^{21}$ から $Z^{28}$ は、 $CR^{21}$ である。 $R^{21}$ は、前記一般式(1)の $R^1$ と同義である。複数の $R^{21}$ は互いに同一または異なる。)

## 【0103】

## 【化41】



40

## 【0104】

(前記一般式(4-B)において、 $Ar^{210}$ は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、または、置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。

pは、1以上3以下の整数であり、pが2以上とき、複数の $Ar^{210}$ は互いに同一または異なる。

$L^2$ は、単結合または連結基であり、 $L^2$ における連結基は、

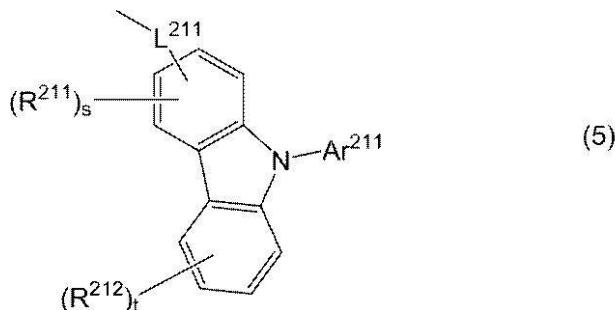
50

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、  
置換もしくは無置換の多価の環形成原子数5～30の複素環基、または  
前記芳香族炭化水素基および前記複素環基から選ばれる2～3個の基が結合して形成  
される多価の多重連結基である。

なお、前記多重連結基において、前記多重連結基を構成する前記芳香族炭化水素環基お  
よび前記複素環基は、互いに同一または異なり、前記多重連結基を構成する基は、互いに  
結合して環を形成していてもよい。)

【0105】

【化42】



10

【0106】

(前記一般式(5)において、  
L<sup>211</sup>は、前記一般式(4)のZ<sup>211</sup>からZ<sup>218</sup>までのいずれかに結合する単結合、  
または連結基である。

L<sup>211</sup>における連結基は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の二価または三価の芳香族炭化水素基、  
置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の二価または三価の複素環基、又は  
前記芳香族炭化水素基および前記複素環基から選ばれる2～3個の基が結合して形成  
される二価または三価の多重連結基である。

なお、前記多重連結基において、前記多重連結基を構成する前記芳香族炭化水素基お  
よび前記複素環基は、互いに同一または異なり、前記多重連結基を構成する基は、互いに結合  
して環を形成していてもよい。

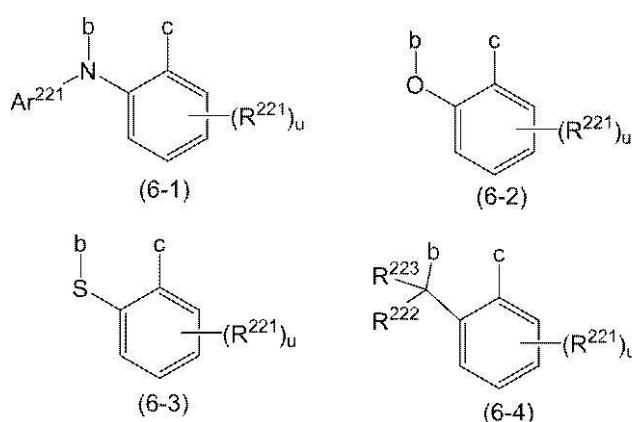
Ar<sup>211</sup>は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、または  
置換もしくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。

R<sup>211</sup>およびR<sup>212</sup>は、前記一般式(1)におけるR<sup>1</sup>と同義である。

sは3であり、tは4である。複数のR<sup>211</sup>およびR<sup>212</sup>は、互いに同じまたは異  
なる。)

【0107】

【化43】



40

【0108】

(前記一般式(6-1)～(6-4)において、bおよびcは、前記一般式(4)のZ<sup>211</sup>からZ<sup>218</sup>までの互いに隣り合う1組のいずれかに結合して縮合環を形成する。)

50

$A r^{2\sim 2\sim 1}$  は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、または、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基である。

$R^{2\sim 2\sim 1} \sim R^{2\sim 2\sim 3}$  は、前記一般式(1)における  $R^1$  と同義である。

$u$  は 4 である。複数の  $R^{2\sim 2\sim 1}$  は、互いに同一または異なる。

隣接する  $R^{2\sim 2\sim 1}$  同士は互いに結合して環を形成していてもよい。)

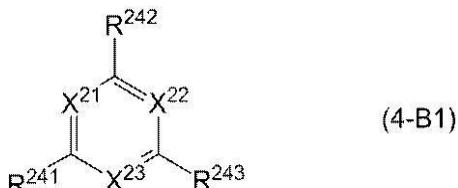
#### 【0109】

前記一般式(4-B)において、 $A r^{2\sim 1\sim 0}$  は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 14 ~ 30 の縮合芳香族炭化水素基または置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基であることが好ましく、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基であることがより好ましい。 $A r^{2\sim 1\sim 0}$  は、下記一般式(4-B1)で表されることがより好ましい。

10

#### 【0110】

#### 【化44】



#### 【0111】

20

(前記一般式(4-B1)において、 $X^{2\sim 1} \sim X^{2\sim 3}$  のうちいずれか 2 つまたは 3 つは窒素原子であることが好ましい。

$R^{2\sim 4\sim 1} \sim R^{2\sim 4\sim 3}$  のうちいずれか 1 つは  $L^2$  に結合する単結合である。 $L^2$  に結合しない  $R^{2\sim 4\sim 1} \sim R^{2\sim 4\sim 3}$  は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基である。)

#### 【0112】

前記一般式(4)において、 $Z^{2\sim 1}$  から  $Z^{2\sim 8}$  までのいずれか 1 つは一般式(5)の  $L^{2\sim 1\sim 1}$  と結合する炭素原子であることが好ましい。

また、前記一般式(4)において、 $Y^2$  が酸素原子のとき、 $Z^{2\sim 1}$  から  $Z^{2\sim 8}$  までの互いに隣り合う 1 組は前記一般式(6-1) ~ (6-4) の b および c のいずれかに結合して縮合環を形成する炭素原子であることが好ましい。

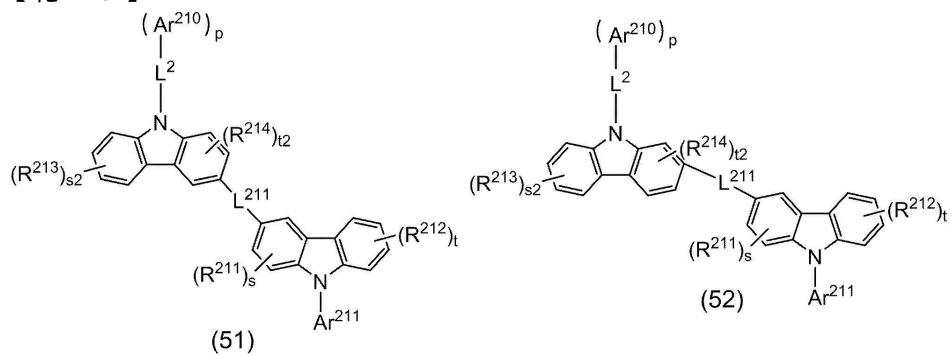
30

#### 【0113】

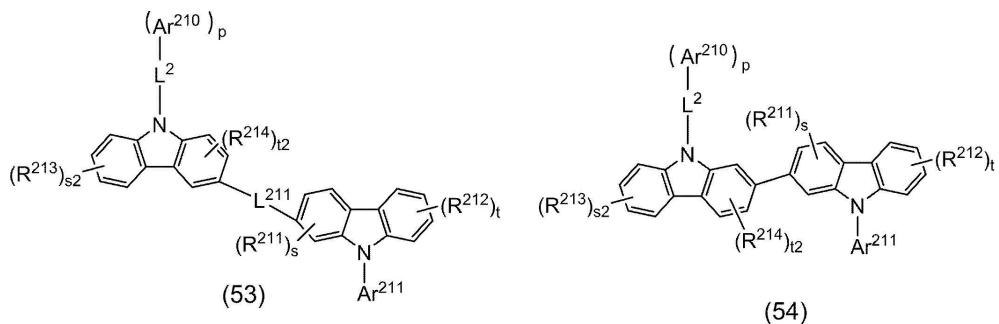
前記一般式(4)で表される化合物は下記一般式(51) ~ (55) のいずれかで表される化合物であることが好ましい。

#### 【0114】

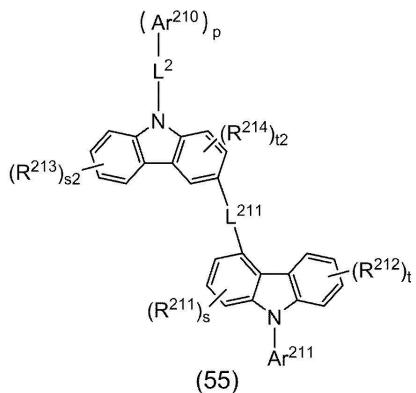
## 【化45】



10



20



30

## 【0115】

(前記一般式(51)～(55)において、Ar<sup>210</sup>、L<sup>2</sup>、pは、それぞれ前記一般式(4-B)におけるAr<sup>210</sup>、L<sup>2</sup>、pと同義である。pが2以上のとき、複数のAr<sup>210</sup>は同一または異なる。

R<sup>213</sup>、R<sup>214</sup>は、前記一般式(1)のR<sup>1</sup>と同義である。複数のR<sup>213</sup>、R<sup>214</sup>は互いに同一または異なる。

s<sub>2</sub>は、4であり、t<sub>2</sub>は3である。

Ar<sup>211</sup>、L<sup>211</sup>、R<sup>211</sup>、R<sup>212</sup>、s、tは、それぞれ前記一般式(5)におけるAr<sup>211</sup>、L<sup>211</sup>、R<sup>211</sup>、R<sup>212</sup>、s、tと同義である。

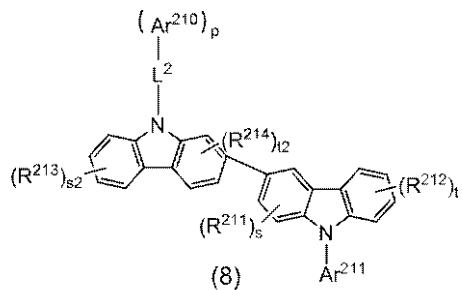
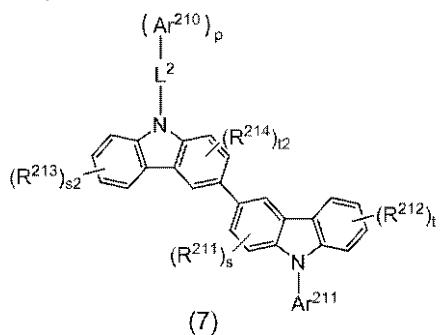
## 【0116】

40

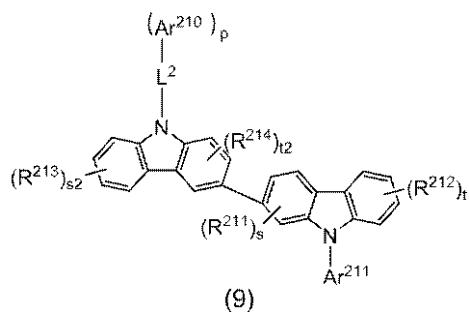
前記一般式(4)で表される化合物は、下記一般式(7)～(9)のいずれかで表される化合物であることが好ましい。

## 【0117】

## 【化46】



10



20

## 【0118】

(前記一般式(7)～(9)において、Ar<sup>210</sup>、L<sup>2</sup>、pは、それぞれ前記一般式(4-B)におけるAr<sup>210</sup>、L<sup>2</sup>、pと同義である。pが2以上のとき、複数のAr<sup>210</sup>は同一または異なる。)

R<sup>213</sup>、R<sup>214</sup>は、前記一般式(1)のR<sup>1</sup>と同義である。複数のR<sup>213</sup>、R<sup>214</sup>は互いに同一または異なる。

s<sub>2</sub>は、4であり、t<sub>2</sub>は3である。

Ar<sup>211</sup>、R<sup>211</sup>、R<sup>212</sup>、s、tは、それぞれ前記一般式(5)におけるAr<sup>211</sup>、R<sup>211</sup>、R<sup>212</sup>、s、tと同義である。)

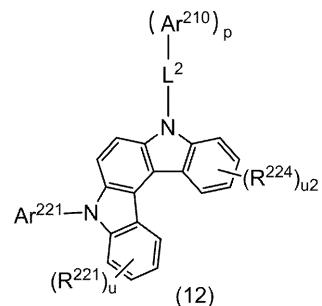
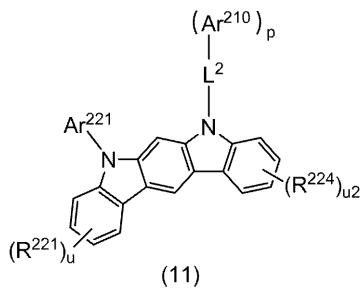
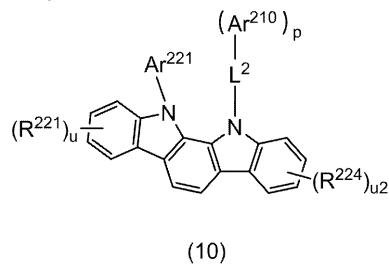
## 【0119】

30

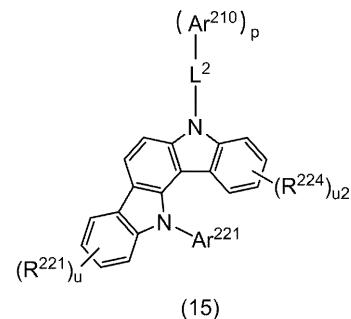
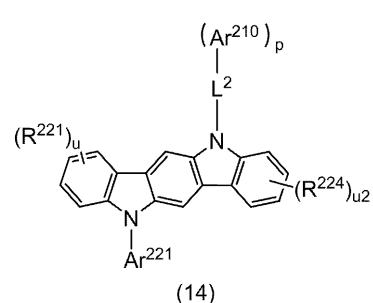
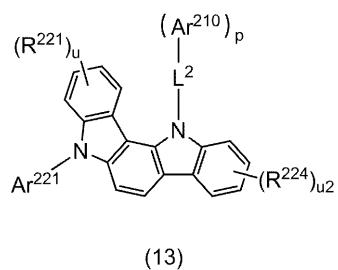
前記一般式(4)で表される化合物は、下記一般式(10)～(27)のいずれかで表される化合物であっても好ましい。

## 【0120】

## 【化47】



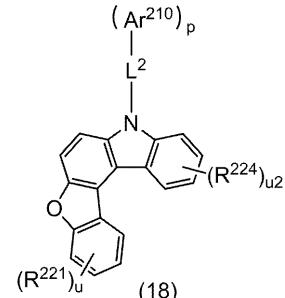
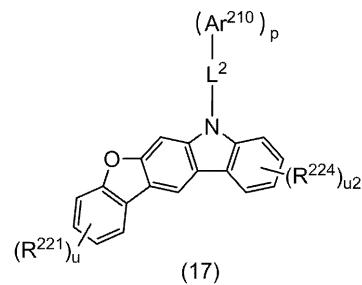
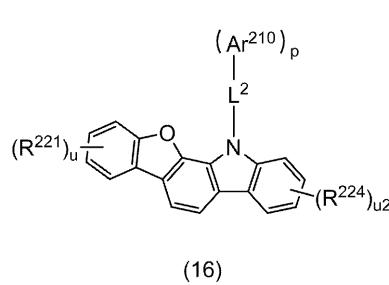
10



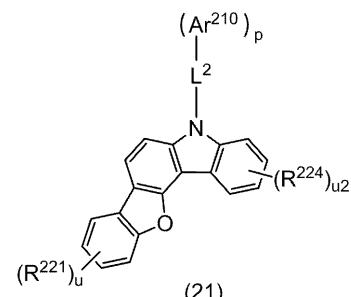
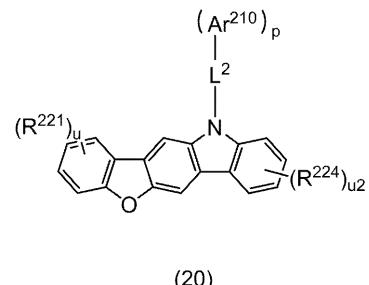
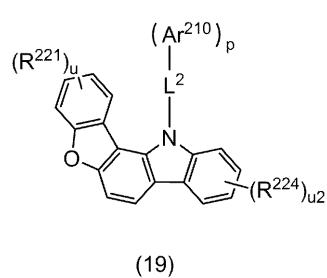
20

## 【0 1 2 1】

## 【化48】



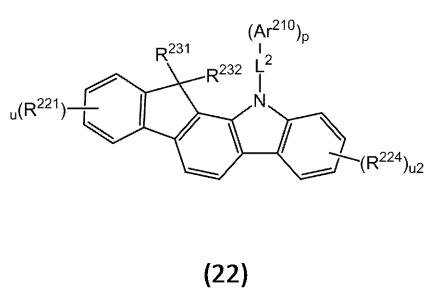
30



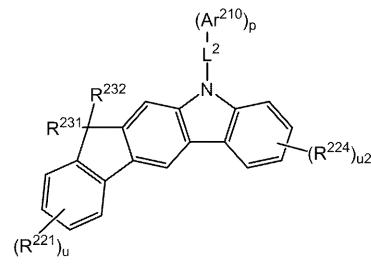
40

## 【0 1 2 2】

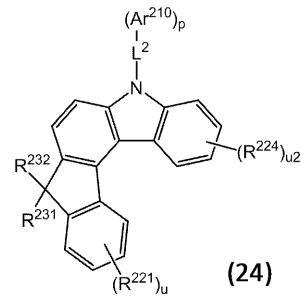
【化 4 9】



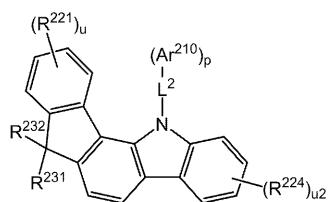
(22)



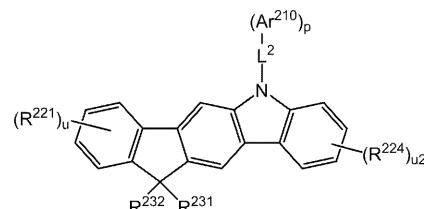
(23)



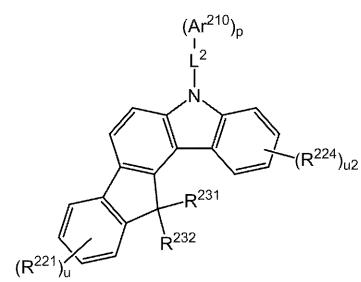
(24)



(25)



(26)



(27)

[ 0 1 2 3 ]

(前記一般式(10)～(27)において、 $A r^{210}$ ,  $L^2$ ,  $p$ は、それぞれ前記一般式(4-B)における $A r^{210}$ ,  $L^2$ ,  $p$ と同義である。 $p$ が2以上のとき、複数の $A r^{210}$ は同一または異なる。

$\text{Ar}^{2,2,1}$  は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、または、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基である。

$R^{2\ 2\ 1}$ ,  $R^{2\ 2\ 4}$ ,  $R^{2\ 3\ 1}$ ,  $R^{2\ 3\ 2}$  は、前記一般式(1)における  $R^1$  と同義である。

u<sub>1</sub> および u<sub>2</sub> は 4 である。複数の R<sub>2 2 1</sub>, R<sub>2 2 4</sub> は、互いに同一または異なる。

隣接する  $R^{2\ 2\ 1}$  同士、および隣接する  $R^{2\ 2\ 4}$  同士、 $R^{2\ 3\ 1}$  と  $R^{2\ 3\ 2}$  は互いに結合して環を形成していてもよい。)

[ 0 1 2 4 ]

前記一般式(4)で表される化合物は、前記一般式(10)～(27)のうち、前記一般式(22)～(27)で表される化合物であることがより好ましい。

[ 0 1 2 5 ]

前記一般式(4)～(5)、(6-1)～(6-4)、(7)～(27)、(4-B)および(4-B1)に記載の各置換基としては、前記一般式(1)～(3)、(1-1)～(1-6)および(2-1)～(2-4)に記載の各置換基において説明したものと同じである。

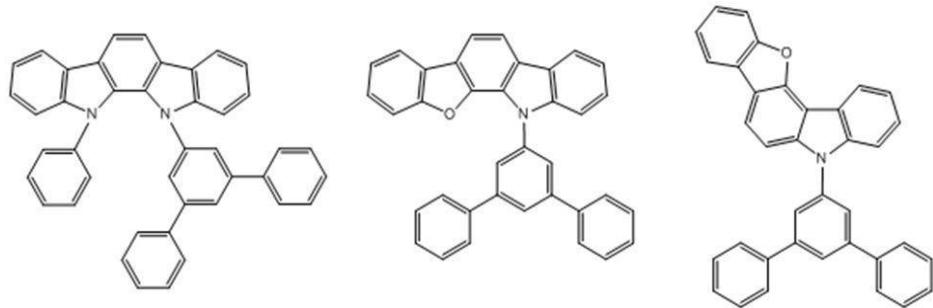
また、前記一般式(4)～(5)、(6-1)～(6-4)、(7)～(27)、(4-B)および(4-B1)において、「置換もしくは無置換の」という場合における置換基も前述したものと同じである。

〔 0 1 2 6 〕

以下に前記一般式(4)で表される化合物の具体例を示すが、本発明は、これらの例示化合物に限定されるものではない。

【 0 1 2 7 】

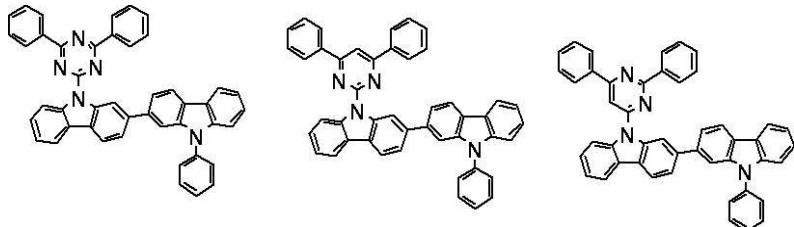
【化 5 0】



【0 1 2 8】

10

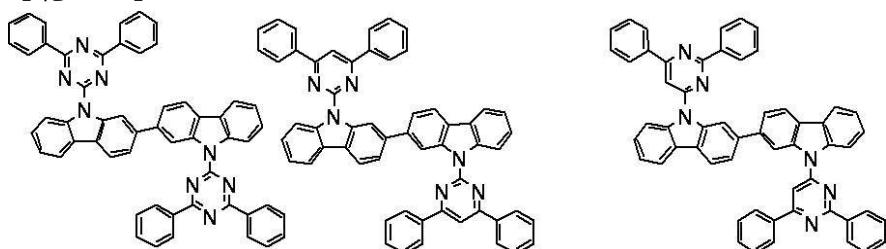
【化 5 1】



【0 1 2 9】

【化 5 2】

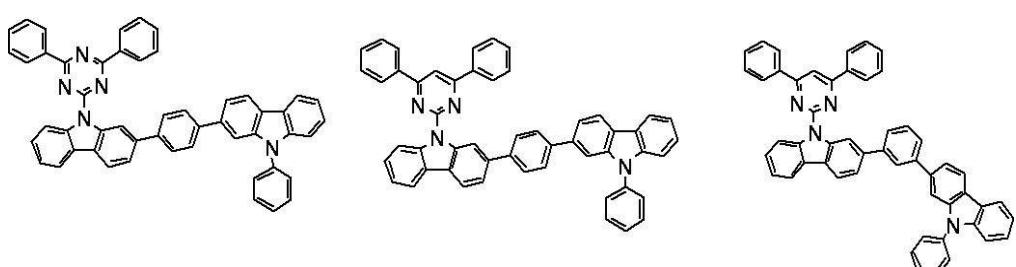
20



【0 1 3 0】

【化 5 3】

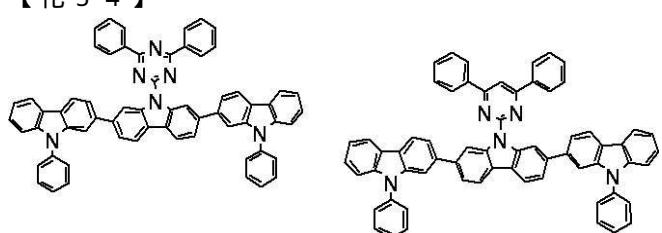
30



【0 1 3 1】

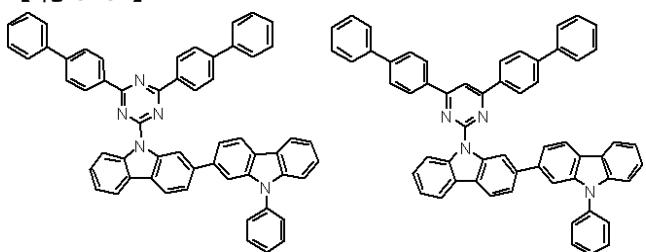
【化 5 4】

40



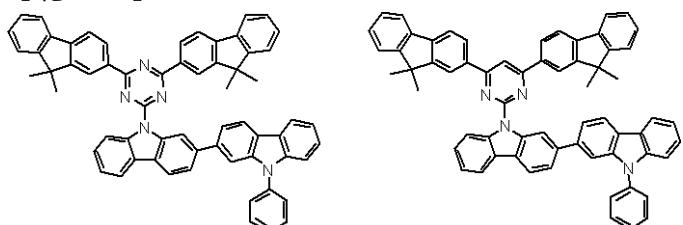
【0 1 3 2】

【化 5 5】



【0 1 3 3】

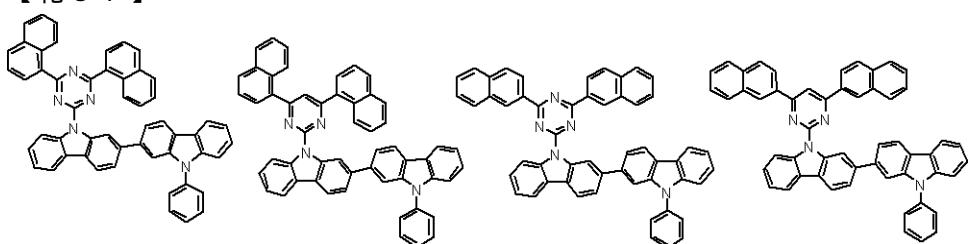
【化 5 6】



10

【0 1 3 4】

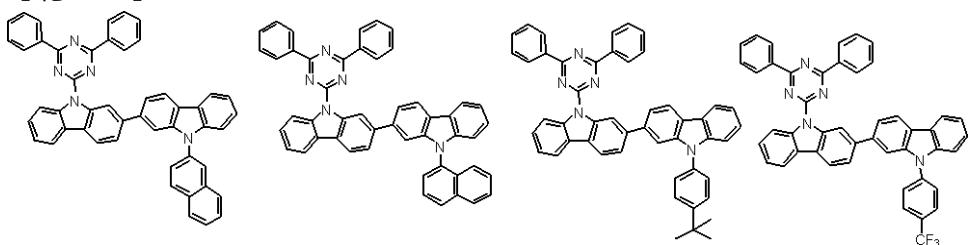
【化 5 7】



20

【0 1 3 5】

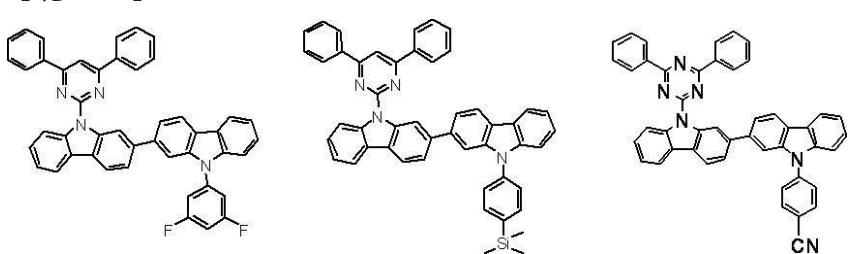
【化 5 8】



30

【0 1 3 6】

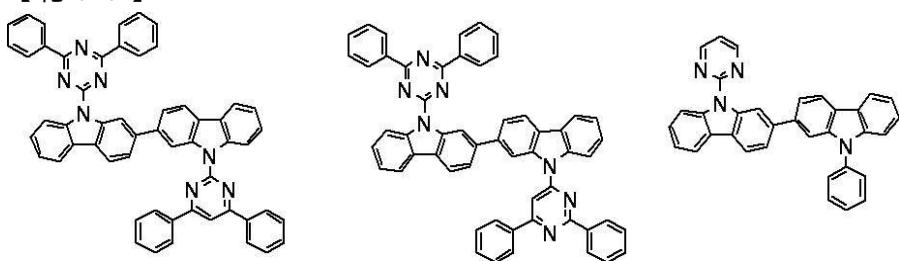
【化 5 9】



40

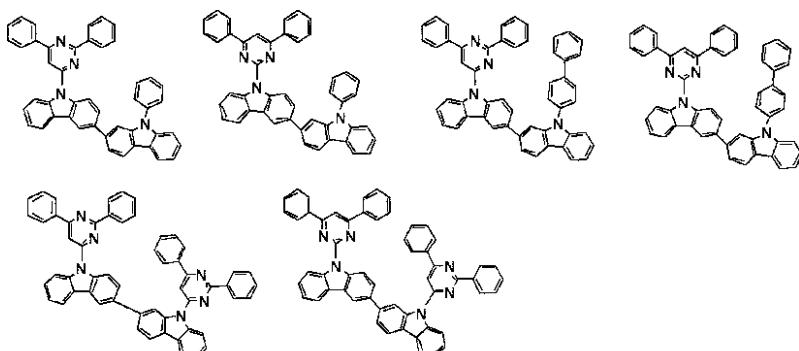
【0 1 3 7】

【化 6 0】



【0 1 3 8】

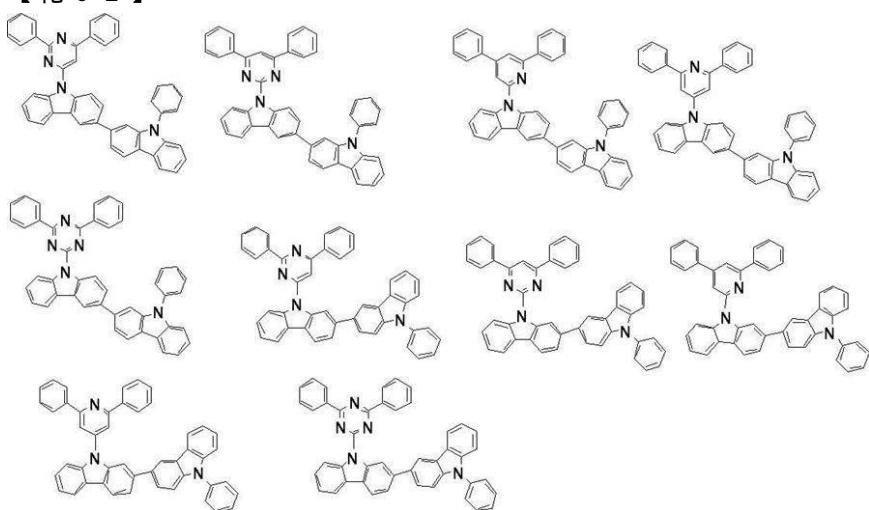
【化 6 1】



10

【0 1 3 9】

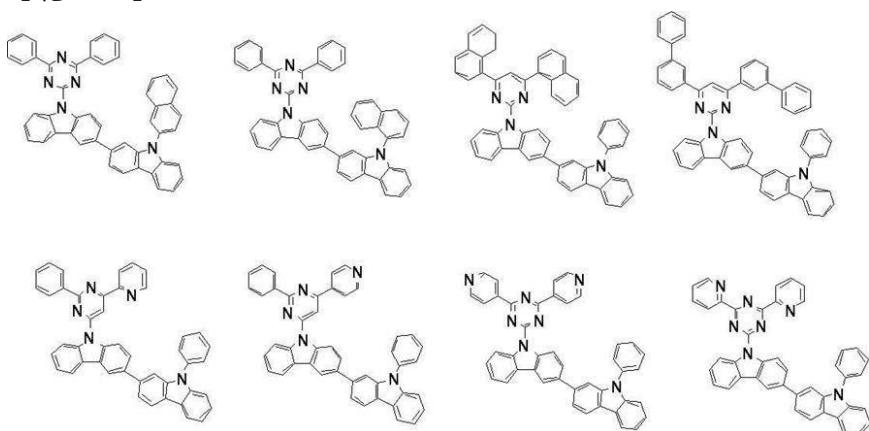
【化 6 2】



20

【0 1 4 0】

【化 6 3】

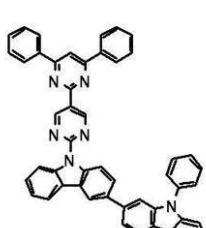
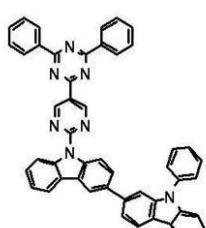
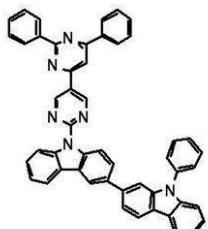
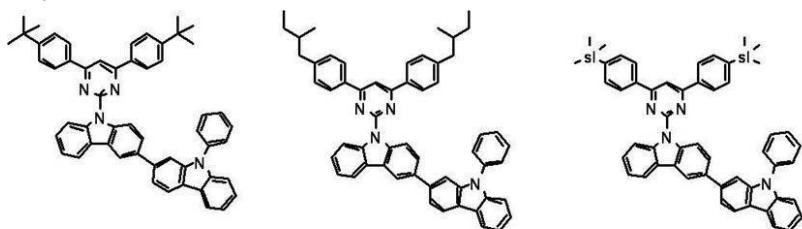


30

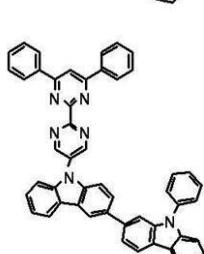
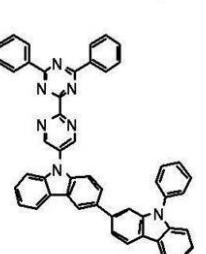
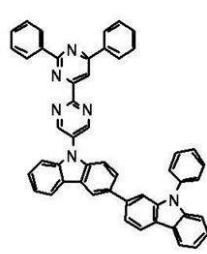
【0 1 4 1】

40

【化 6 4】



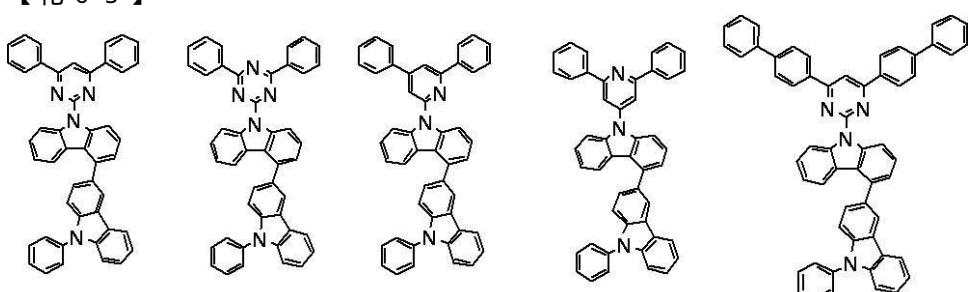
10



20

【0 1 4 2】

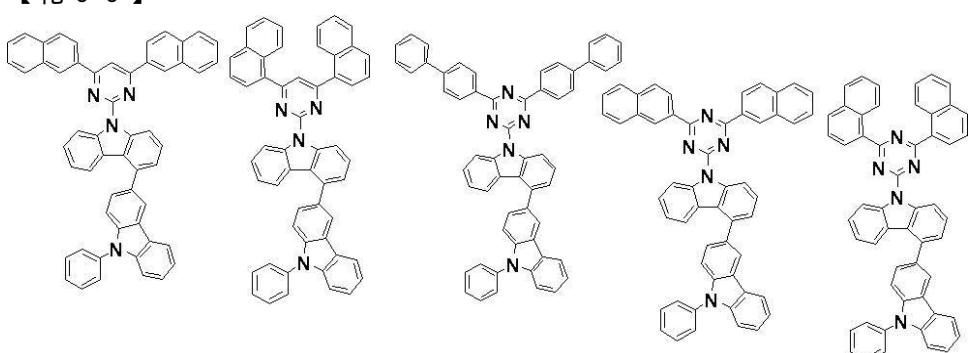
【化 6 5】



30

【0 1 4 3】

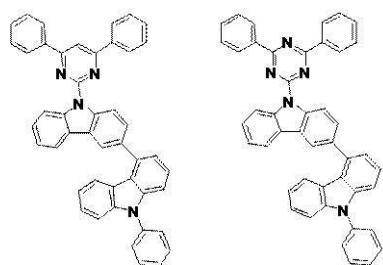
【化 6 6】



40

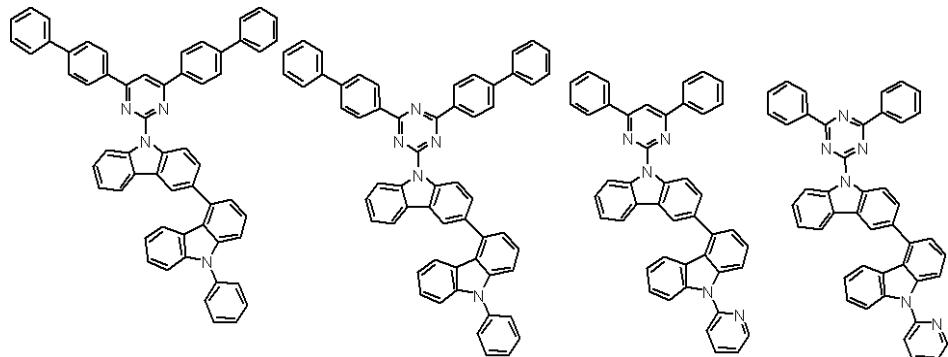
【0 1 4 4】

【化 6 7】



【0 1 4 5】

【化 6 8】

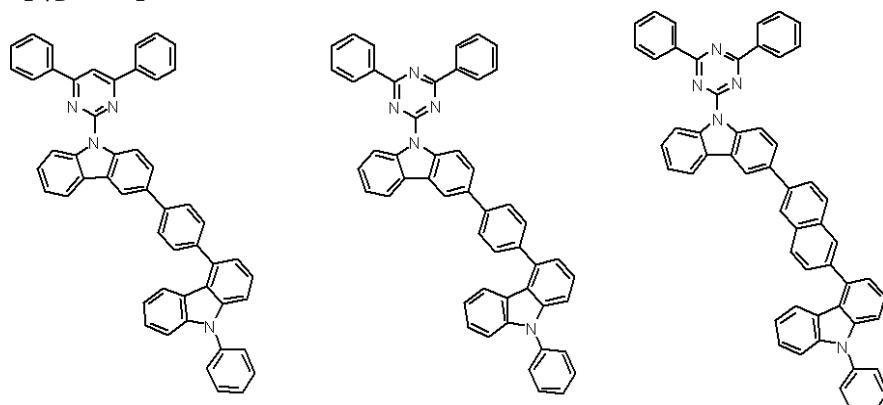


10

20

【0 1 4 6】

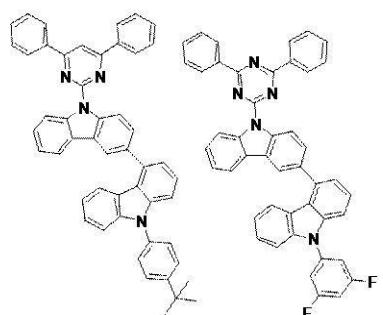
【化 6 9】



30

【0 1 4 7】

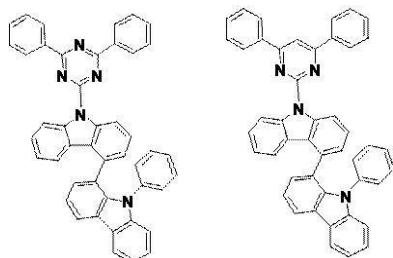
【化 7 0】



40

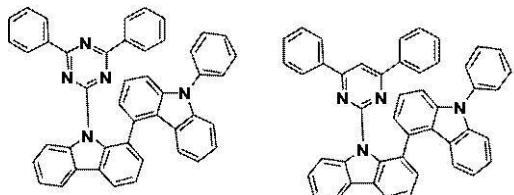
【0 1 4 8】

【化 7 1】



【0 1 4 9】

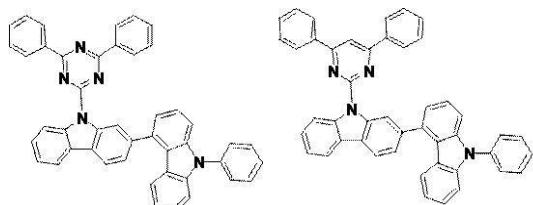
【化 7 2】



10

【0 1 5 0】

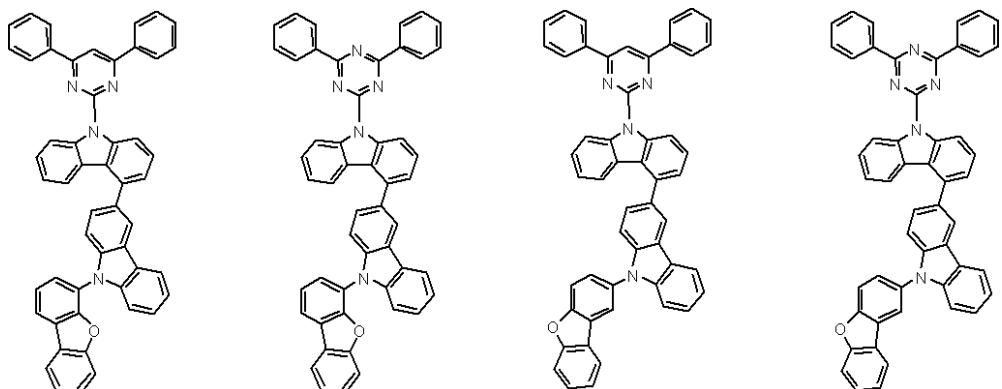
【化 7 3】



20

【0 1 5 1】

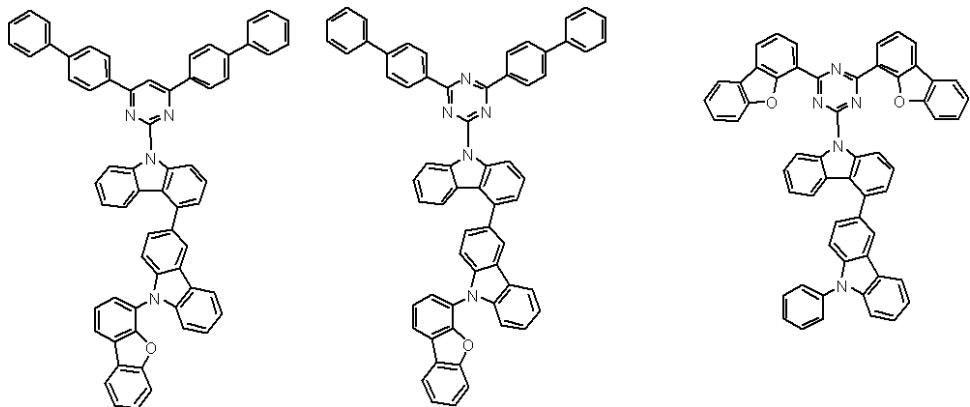
【化 7 4】



30

【0 1 5 2】

【化 7 5】

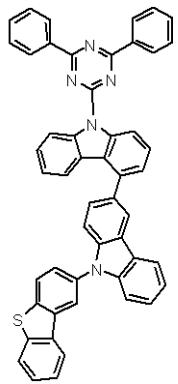
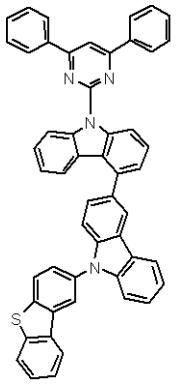
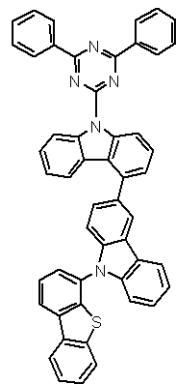
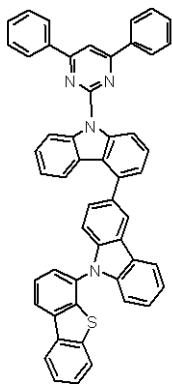


40

【0 1 5 3】

50

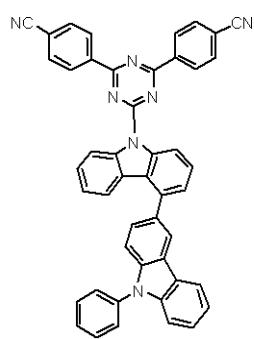
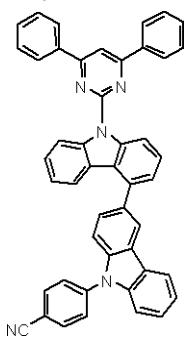
【化76】



10

【0154】

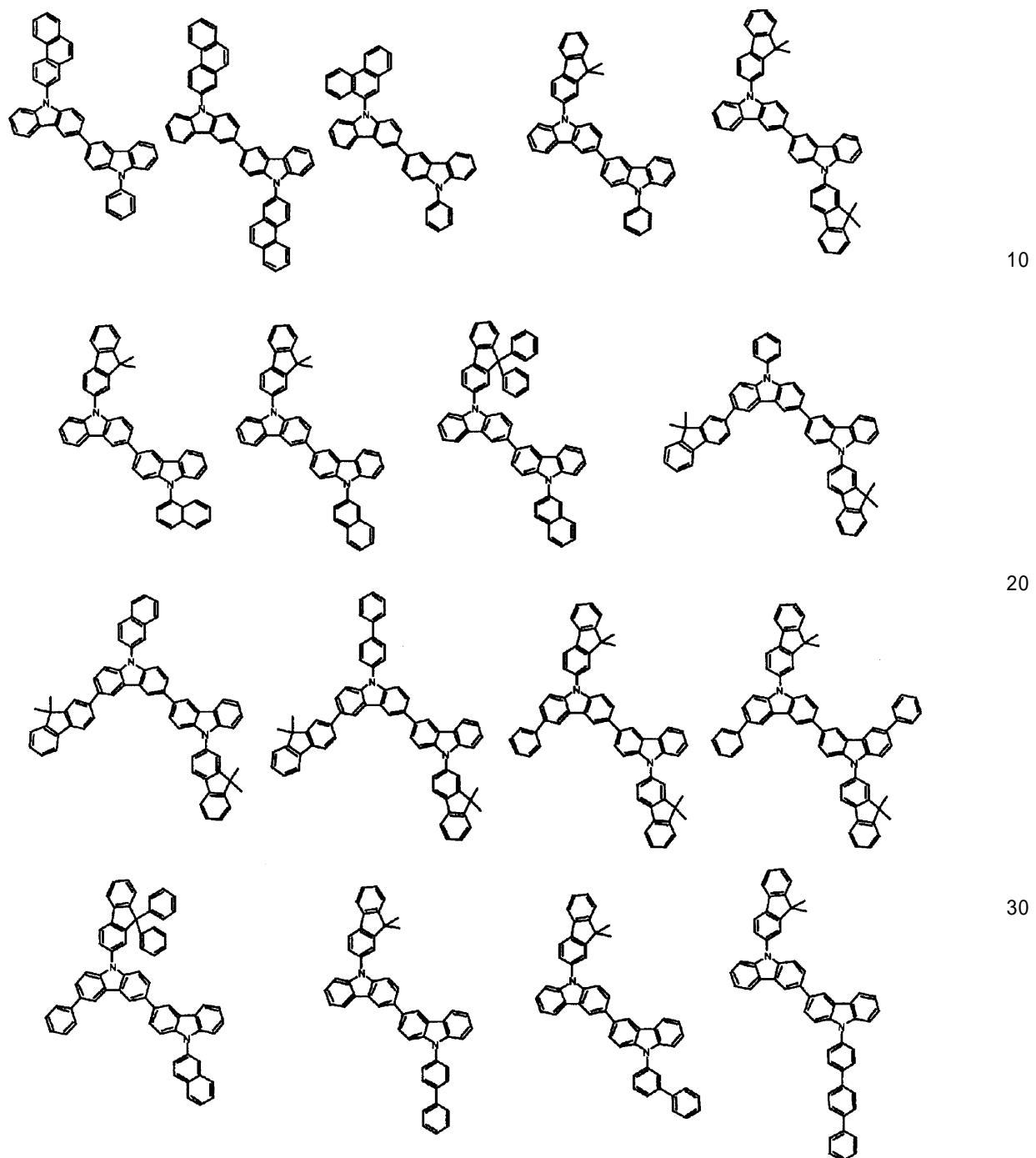
【化77】



20

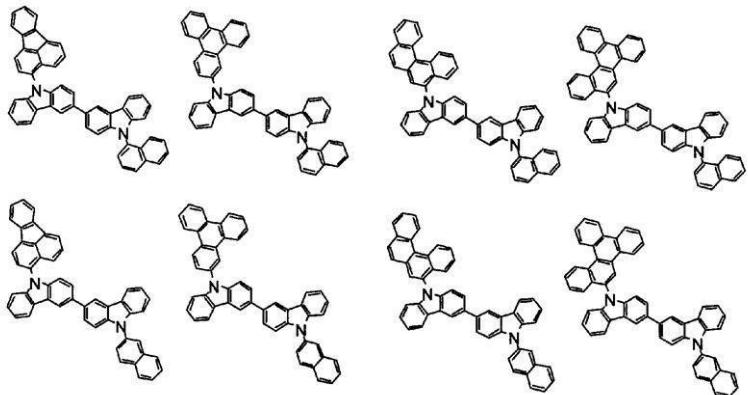
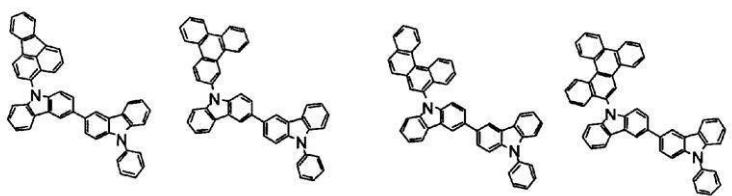
【0155】

【化 7 8】

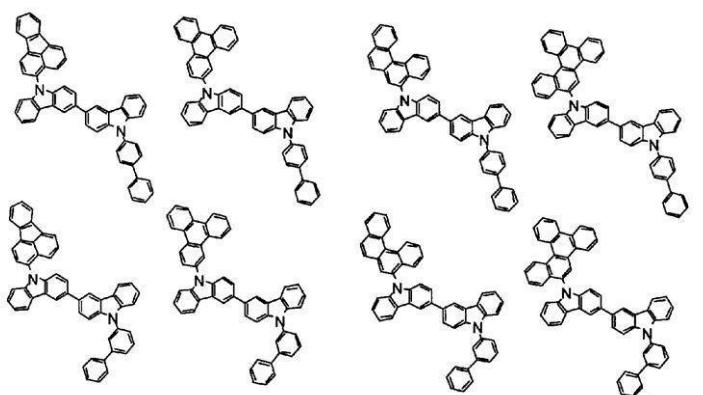


【0156】

【化 7 9】



10



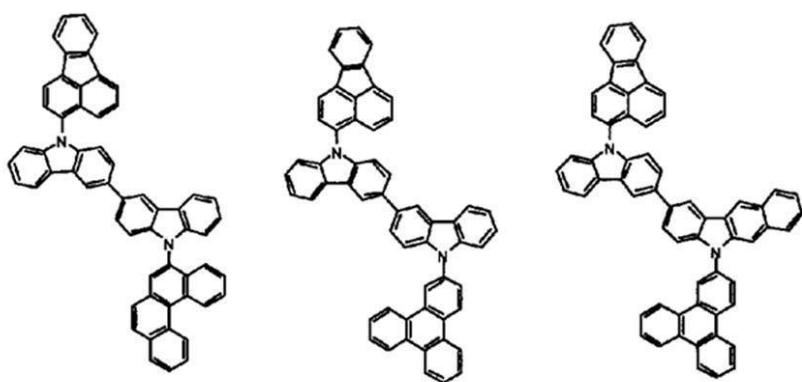
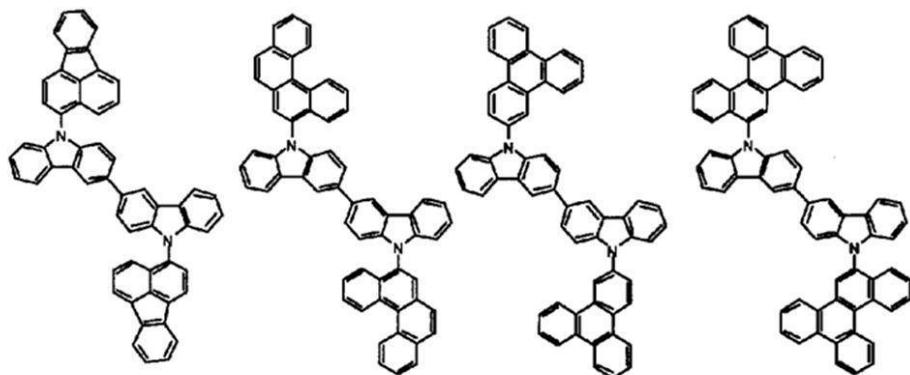
20



30

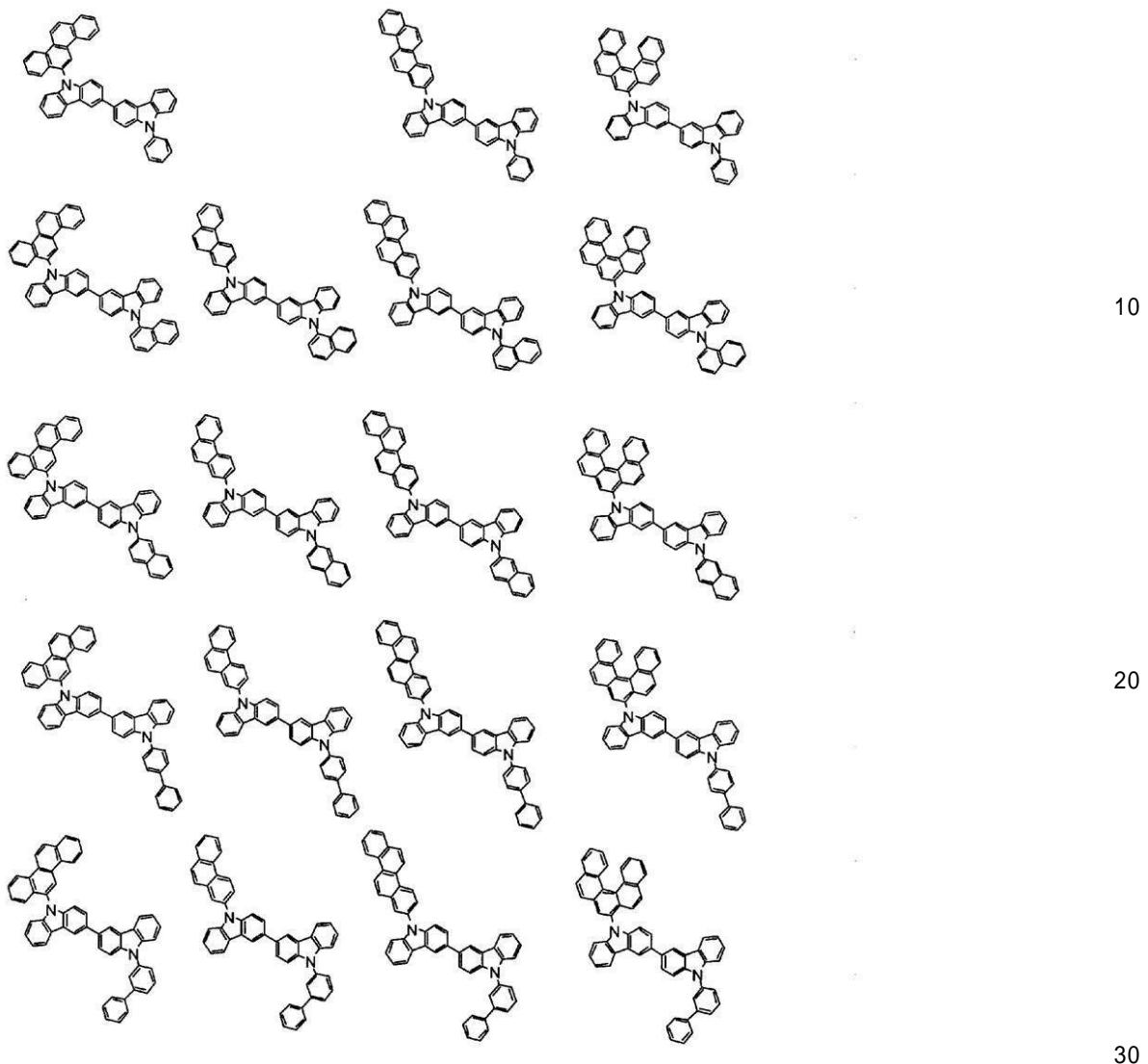
【0157】

【化 8 0】



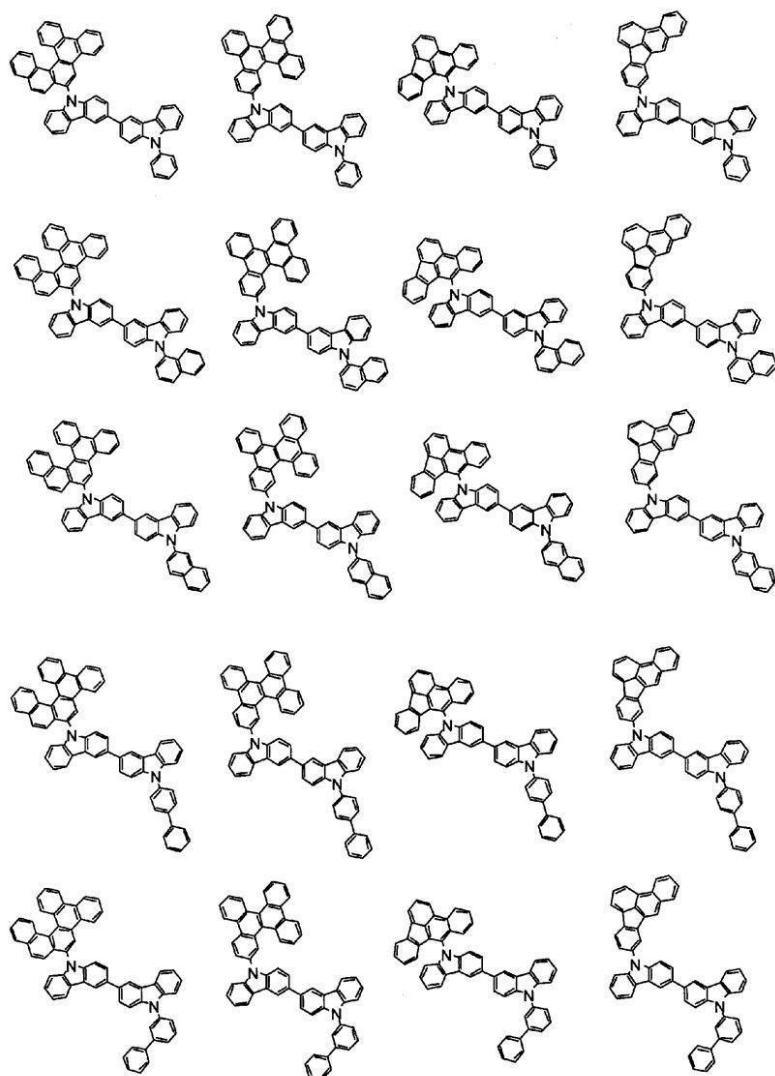
【 0 1 5 8 】

【化 8 1】



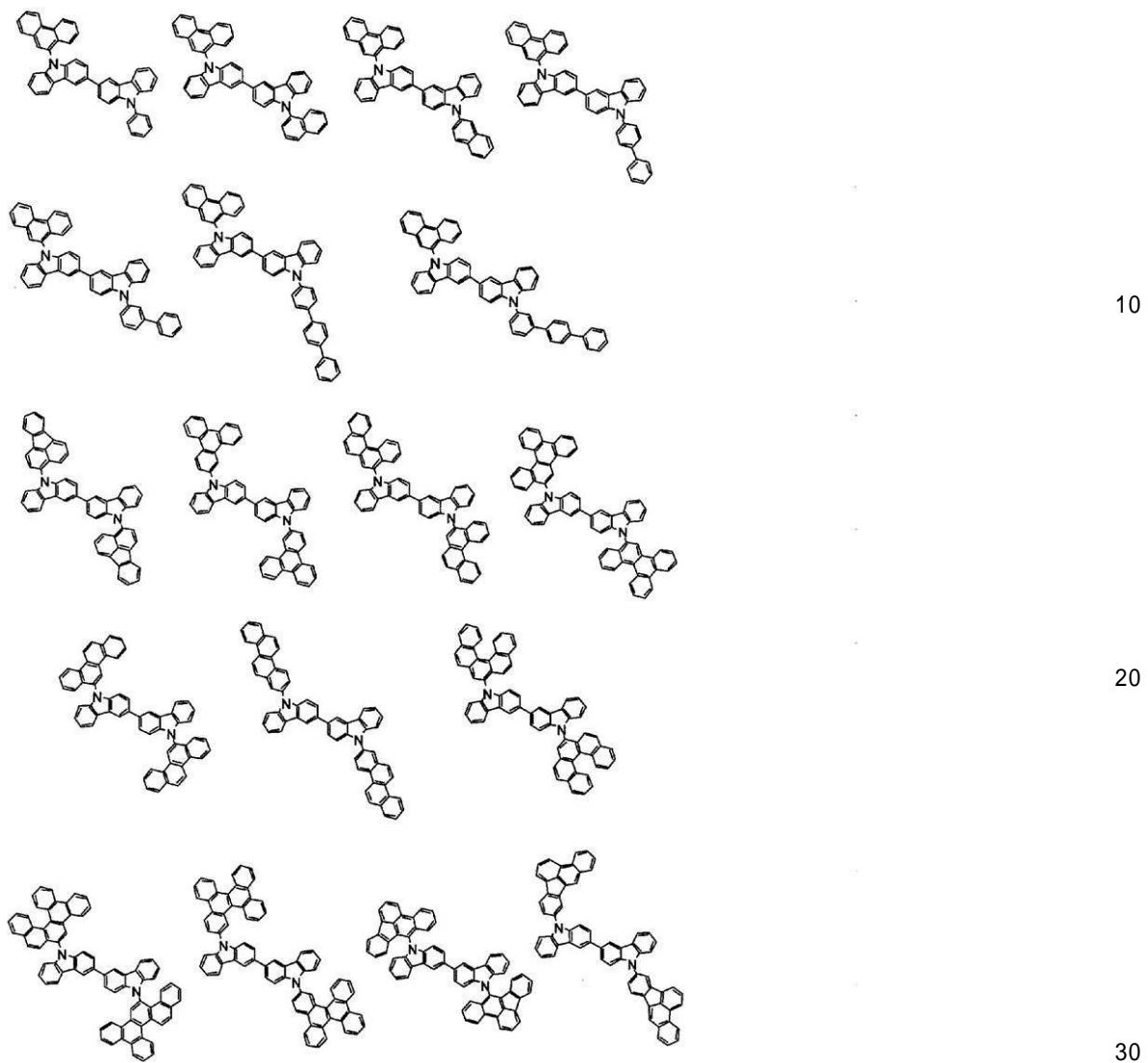
【0 1 5 9】

【化 8 2】



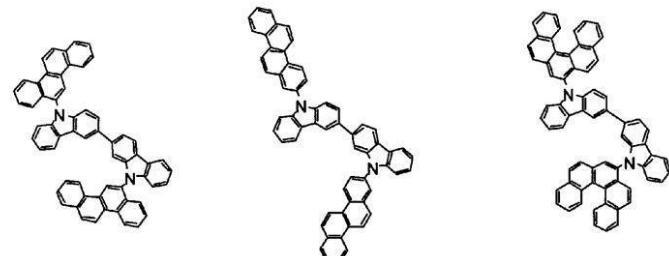
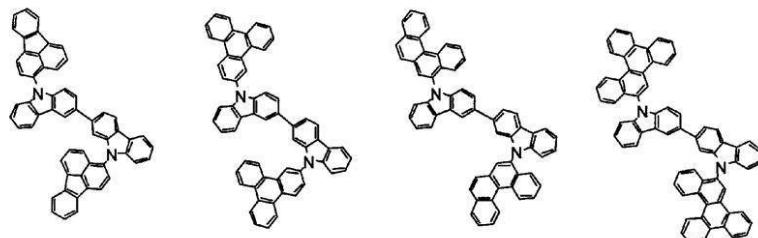
【0160】

【化 8 3】

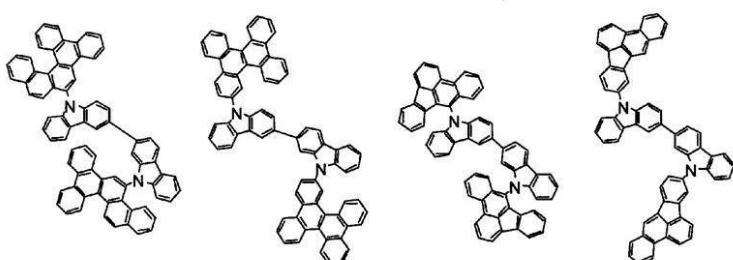


【0161】

【化 8 4】



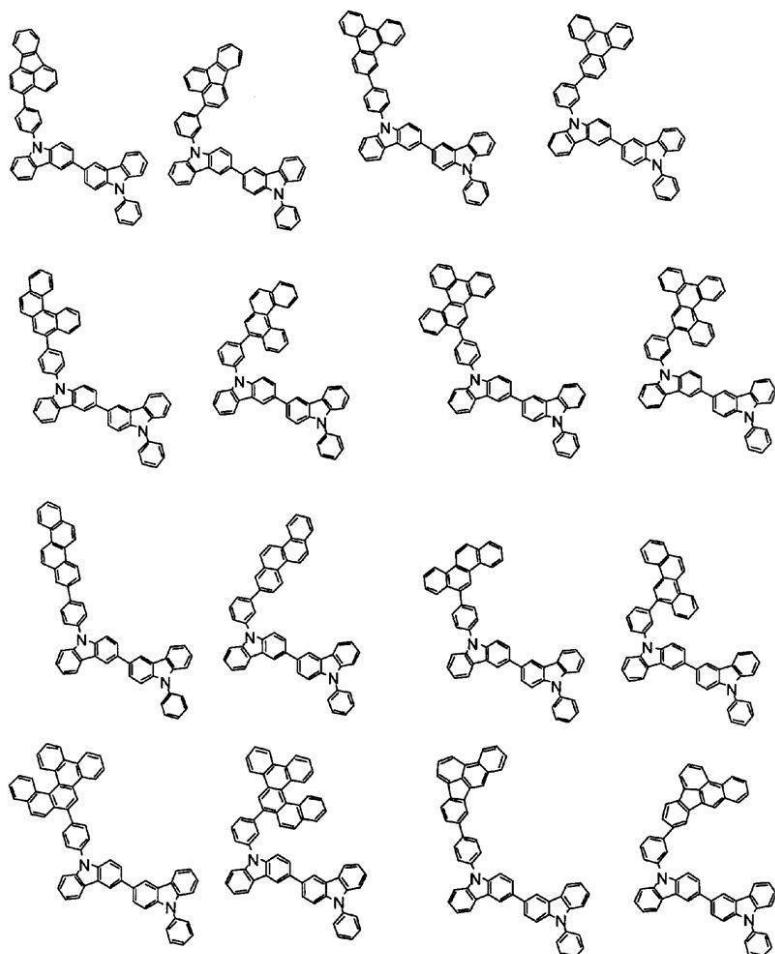
10



20

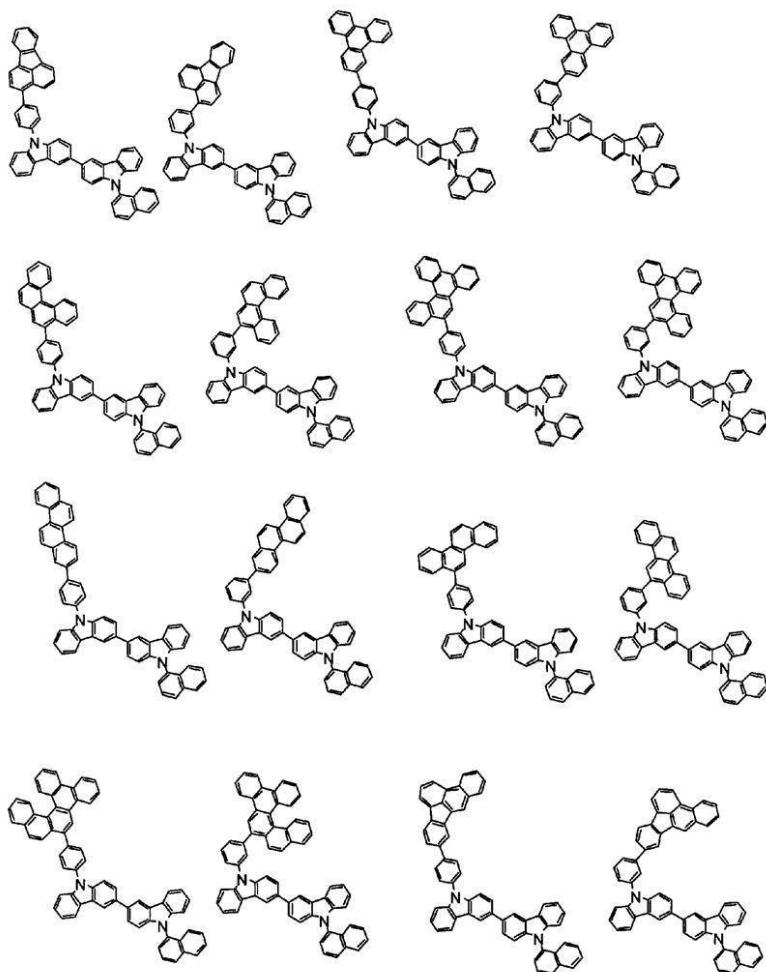
【 0 1 6 2 】

【化 8 5】



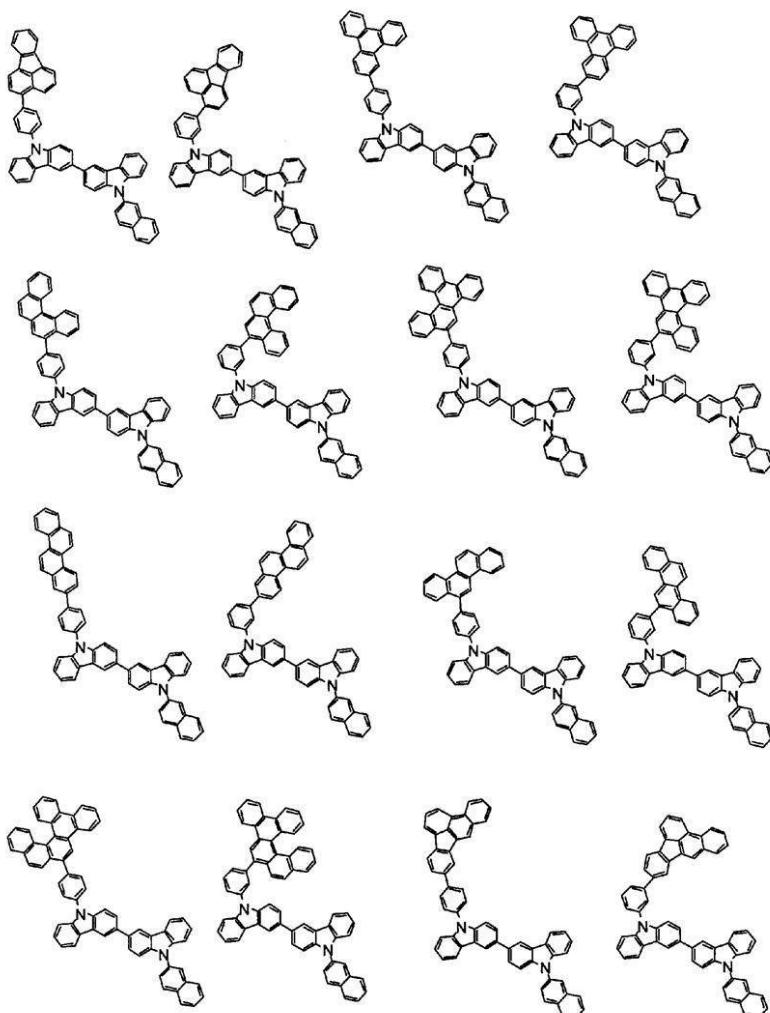
【 0 1 6 3 】

【化 8 6】



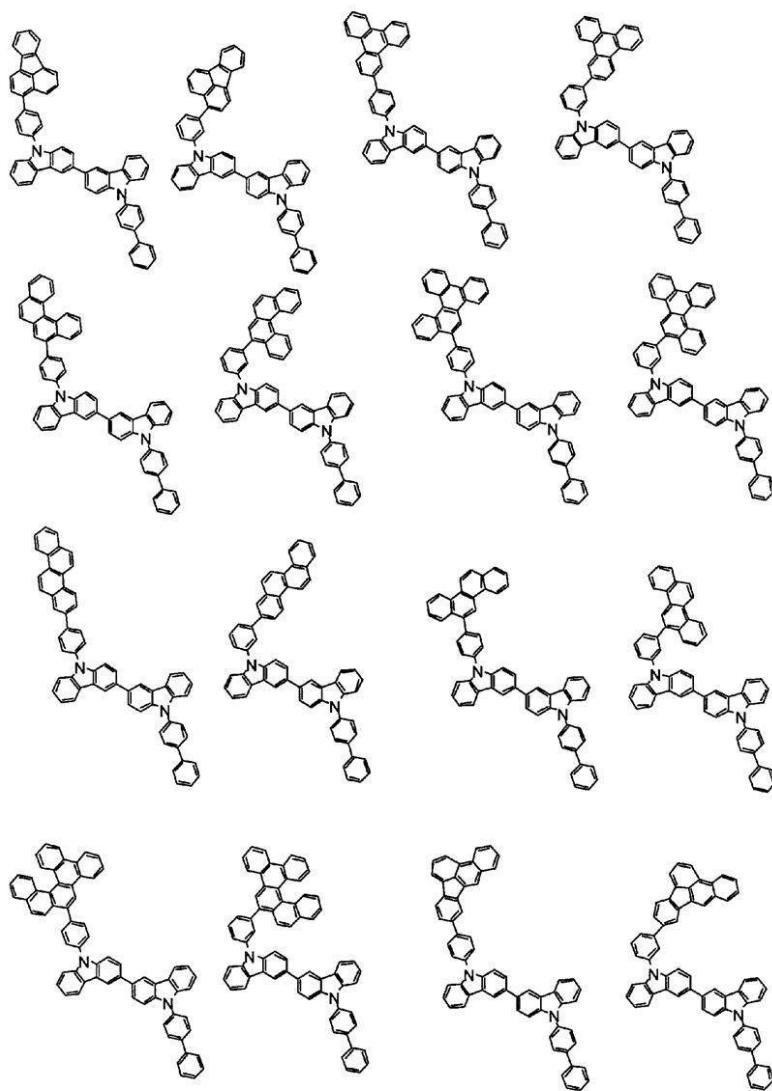
【 0 1 6 4 】

【化 8 7】



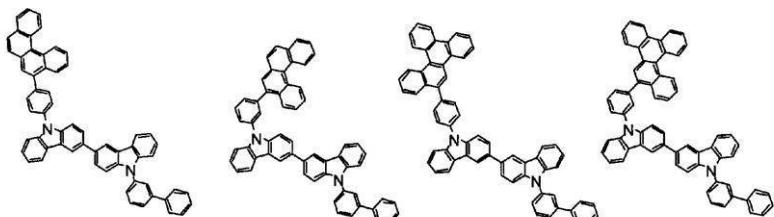
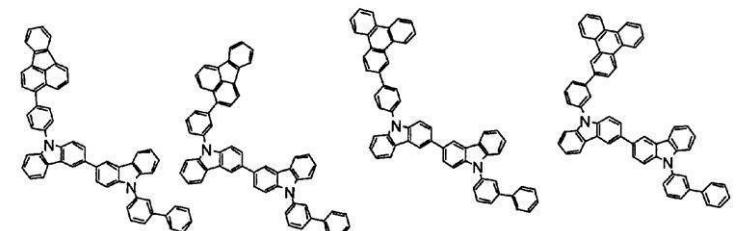
【 0 1 6 5 】

【化 8 8】

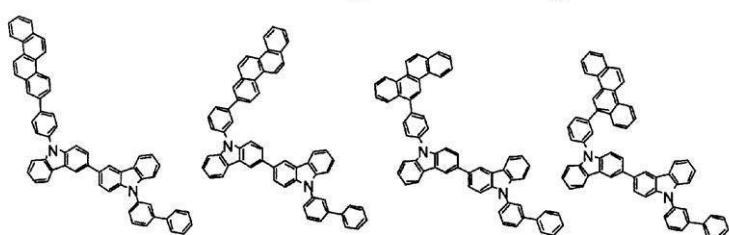


【 0 1 6 6 】

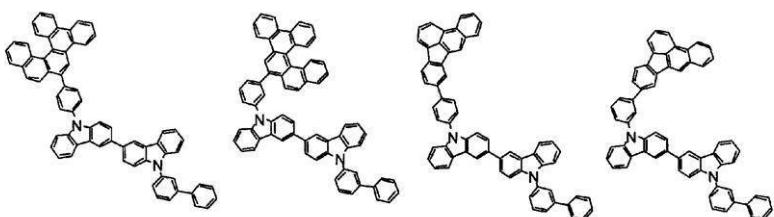
【化 8 9】



10



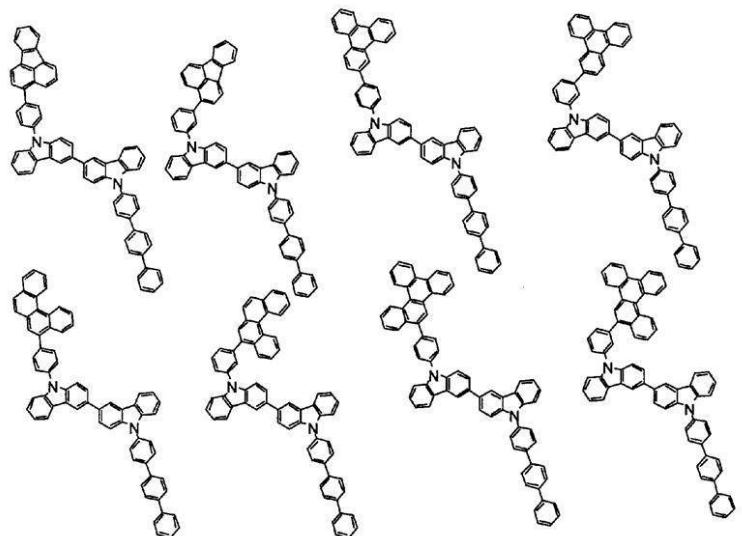
20



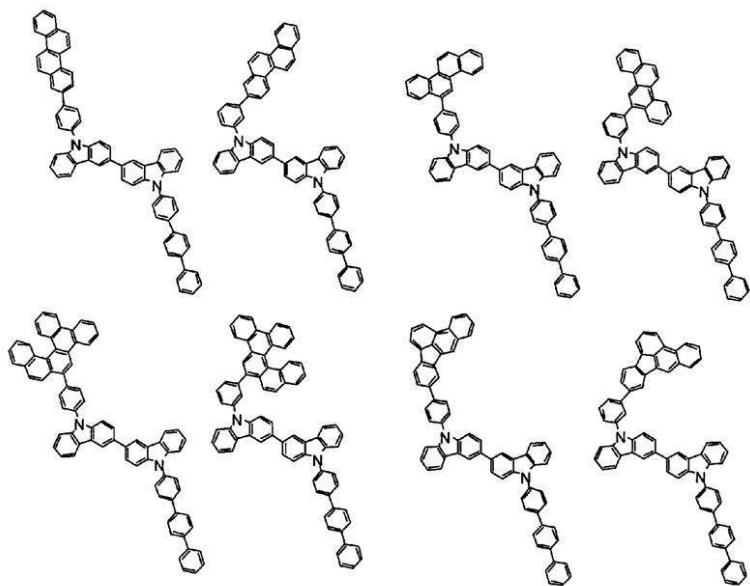
【 0 1 6 7 】

30

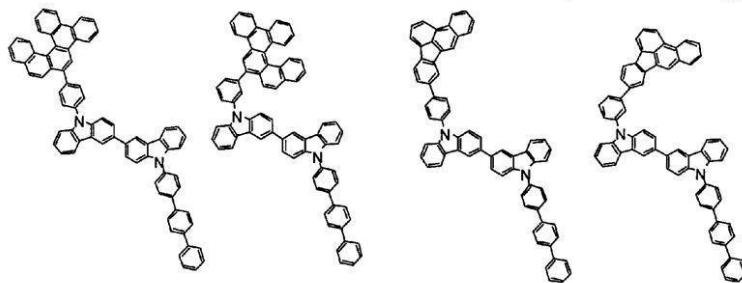
【化 9 0】



10



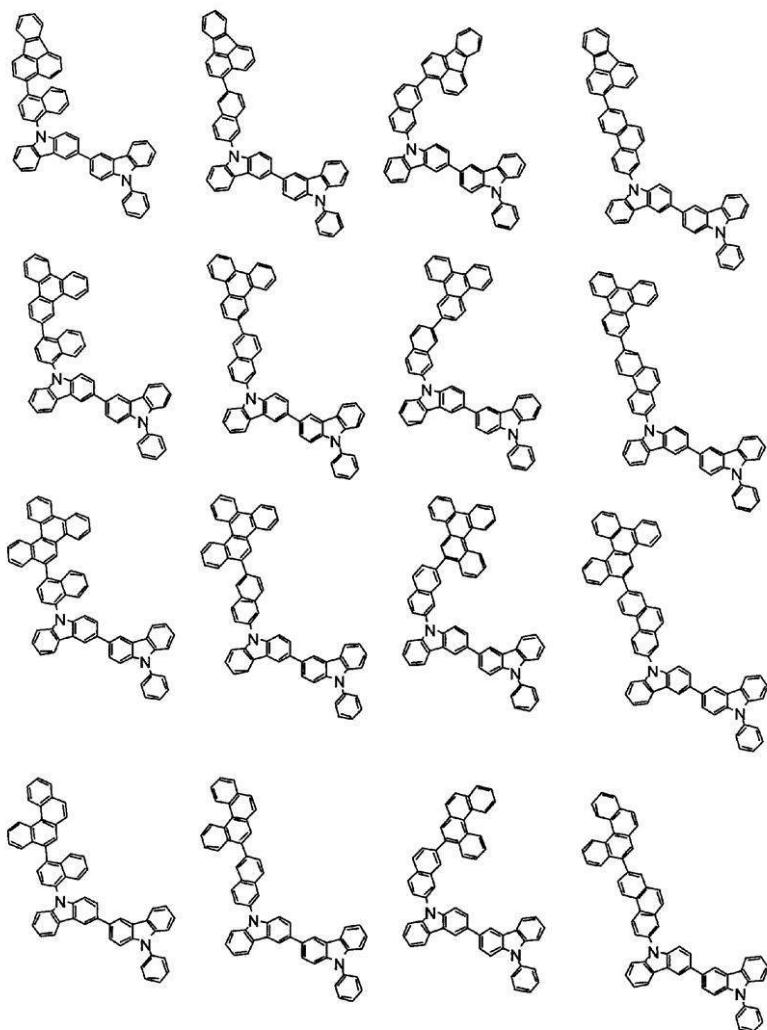
20



30

【 0 1 6 8 】

【化 9 1】



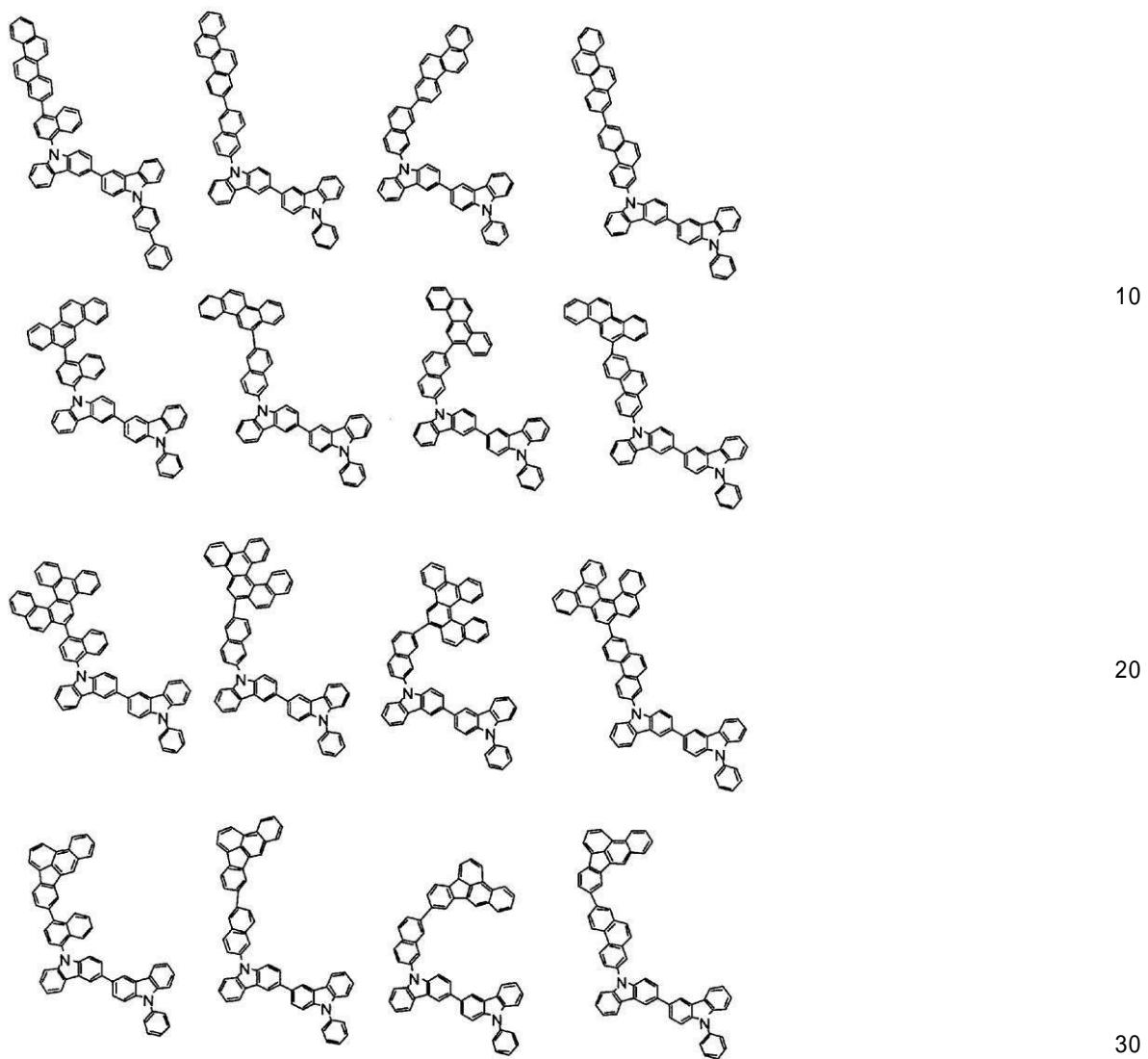
10

20

30

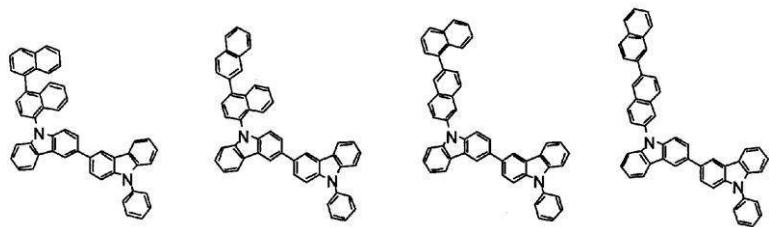
【 0 1 6 9 】

【化92】

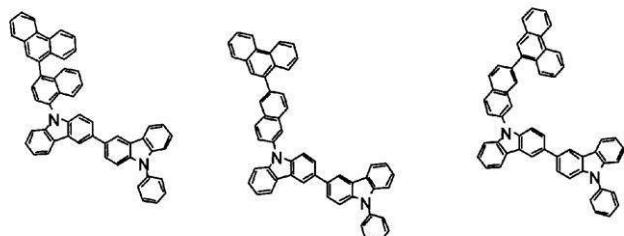
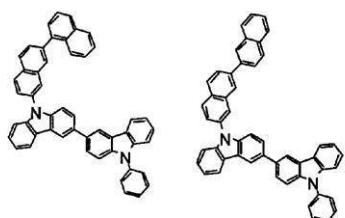


【0170】

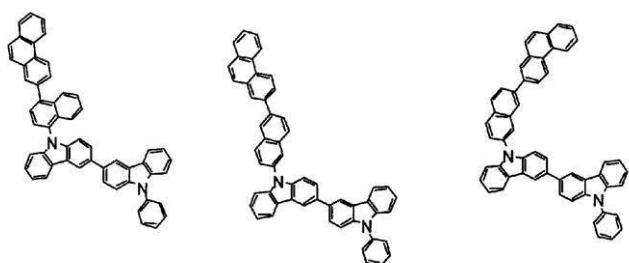
【化 9 3】



10



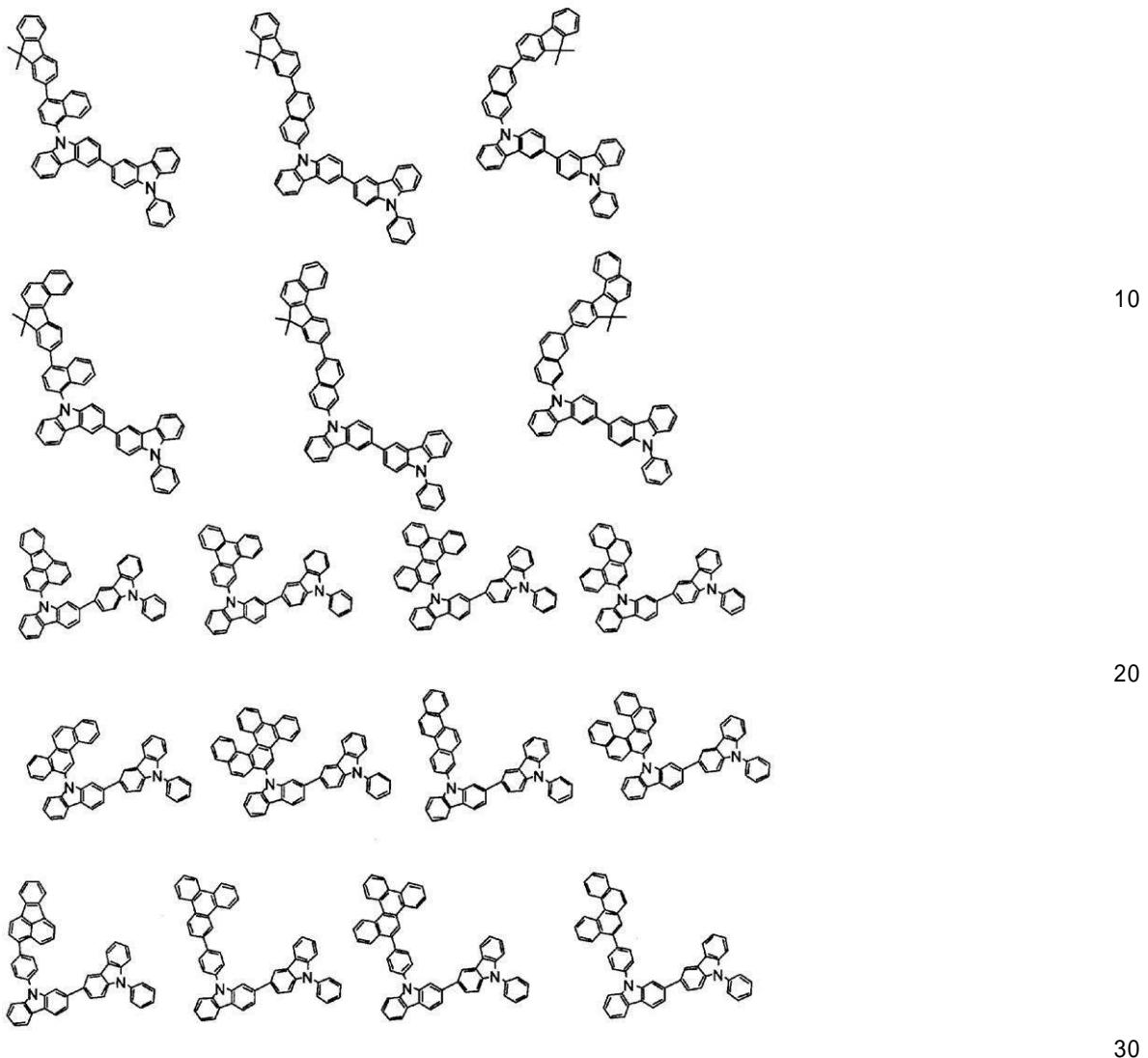
20



【 0 1 7 1 】

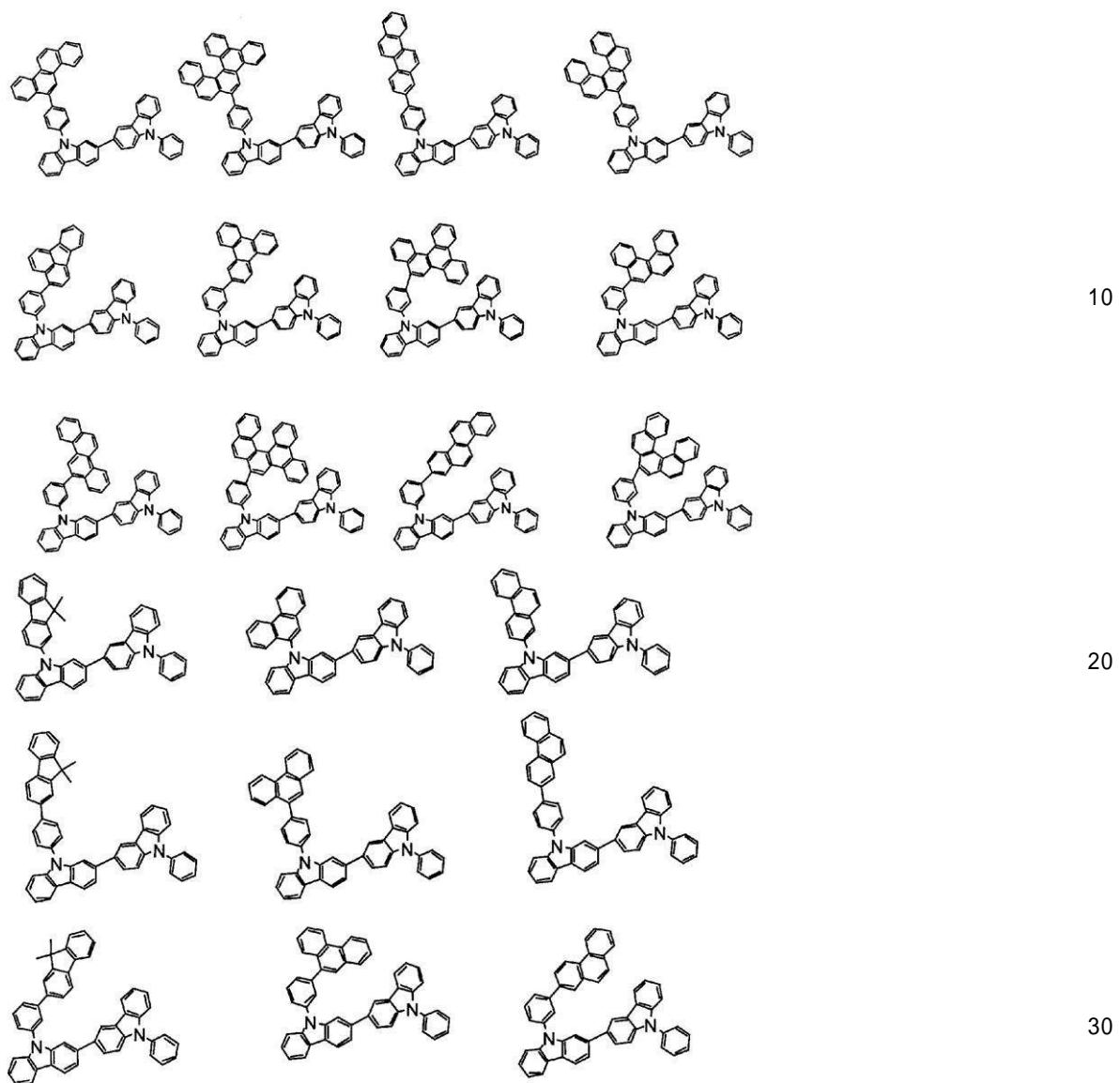
30

【化94】



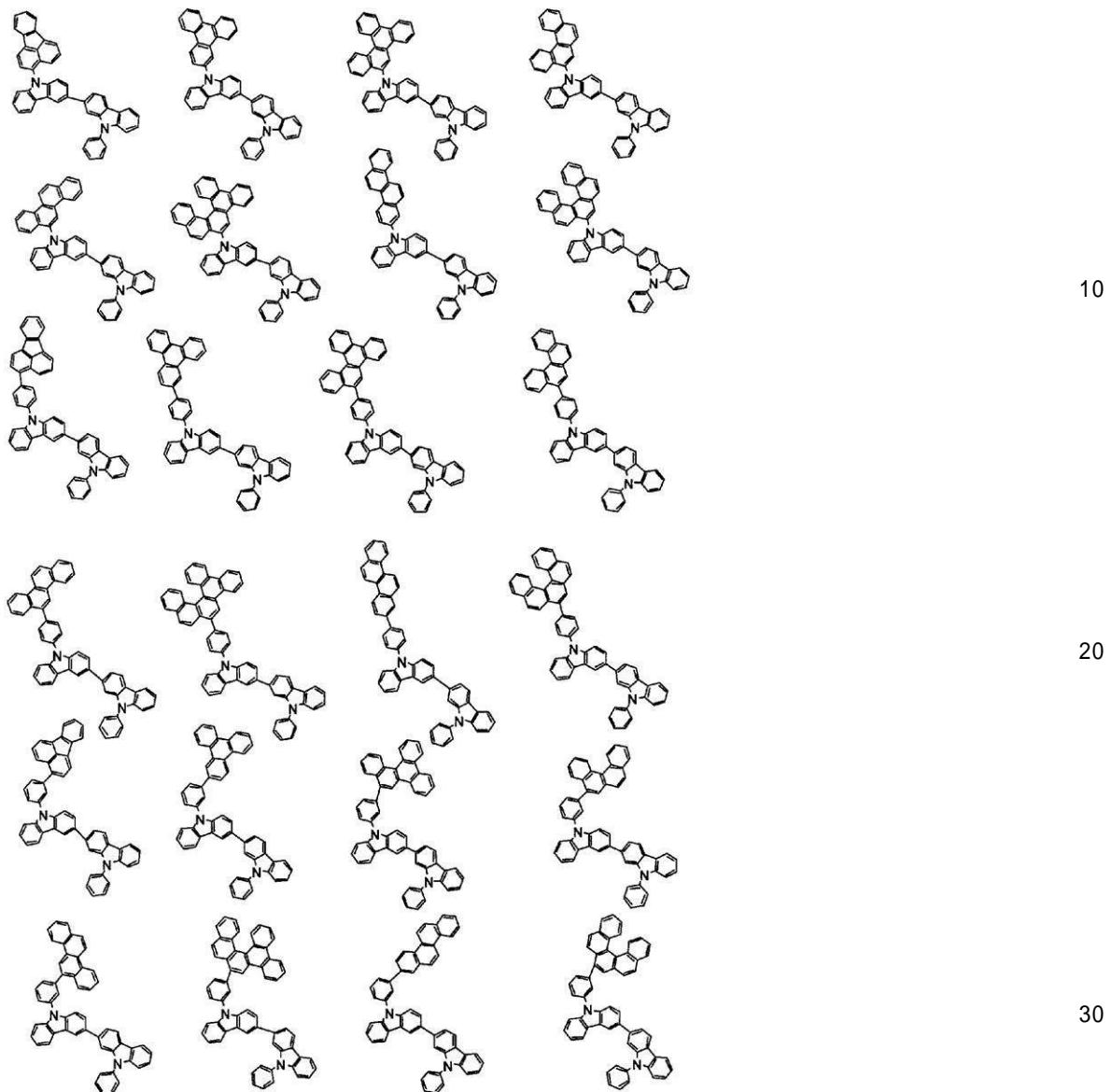
【0172】

【化 9 5】



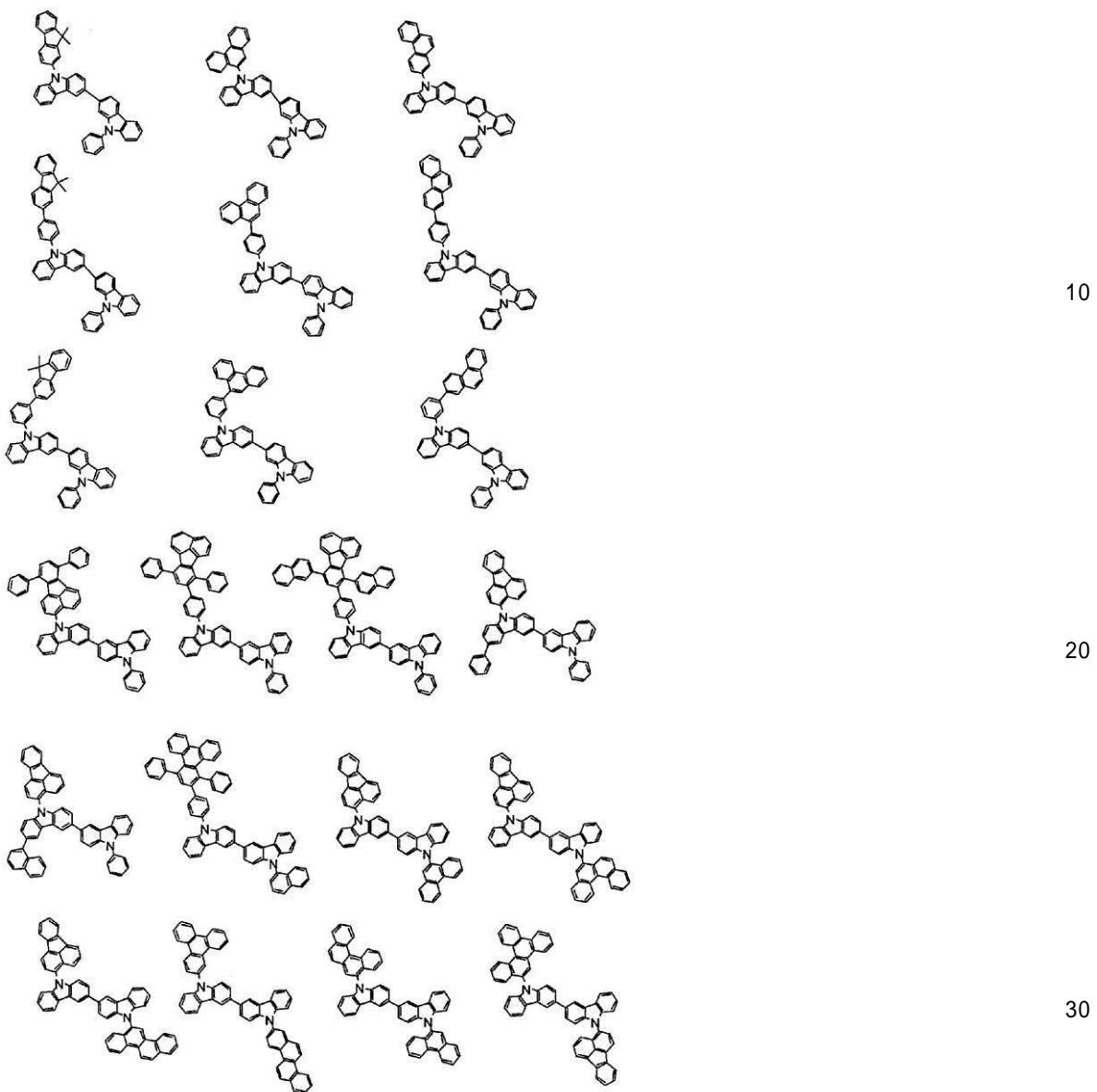
【 0 1 7 3 】

【化96】



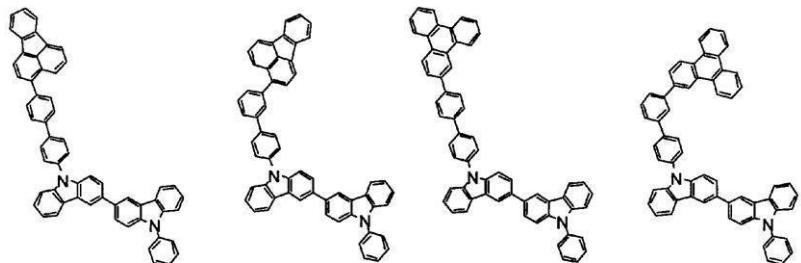
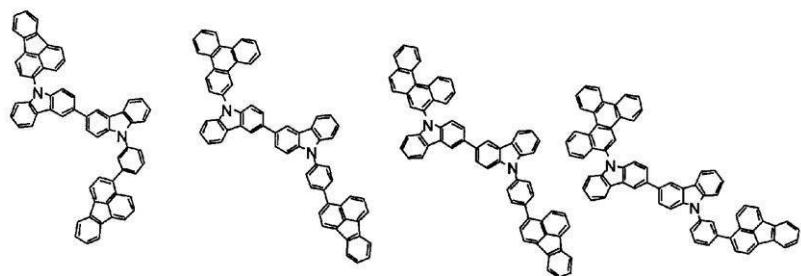
【0174】

【化 9 7】

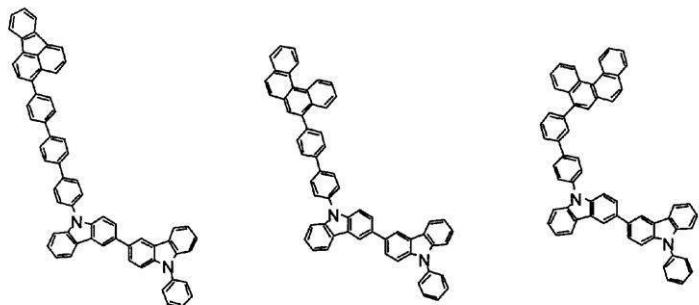


【0 1 7 5】

【化 9 8】



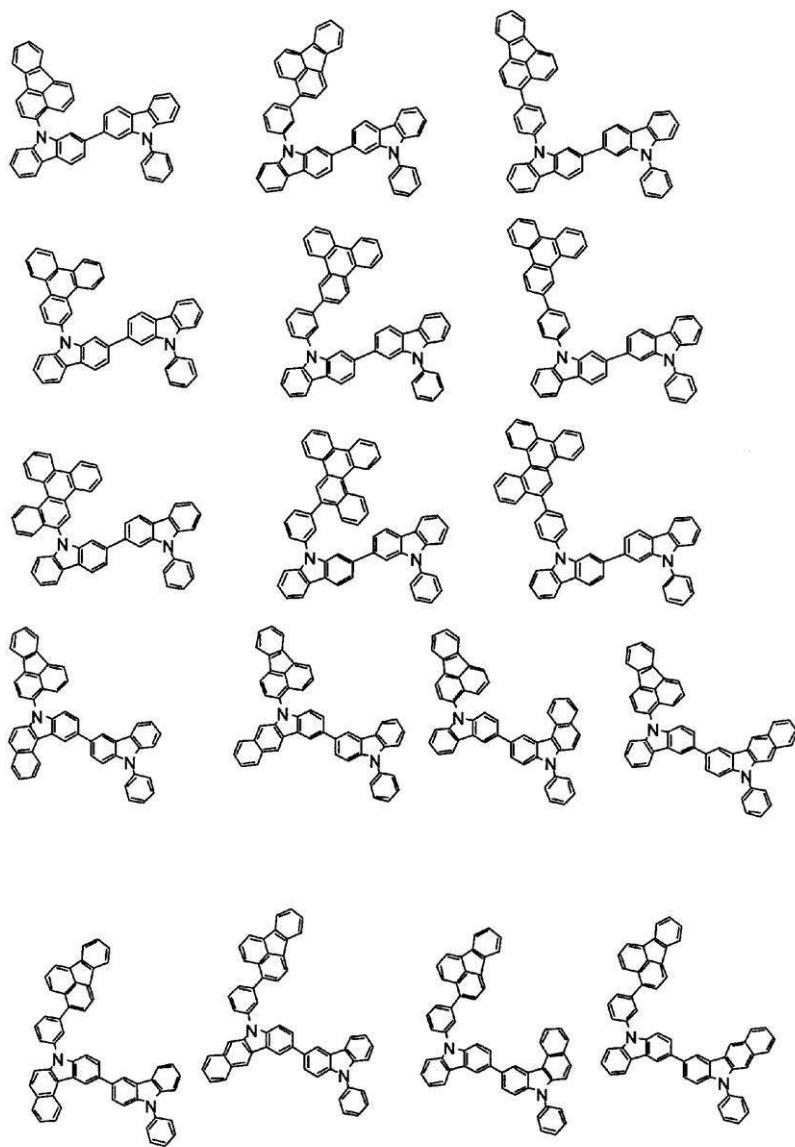
10



20

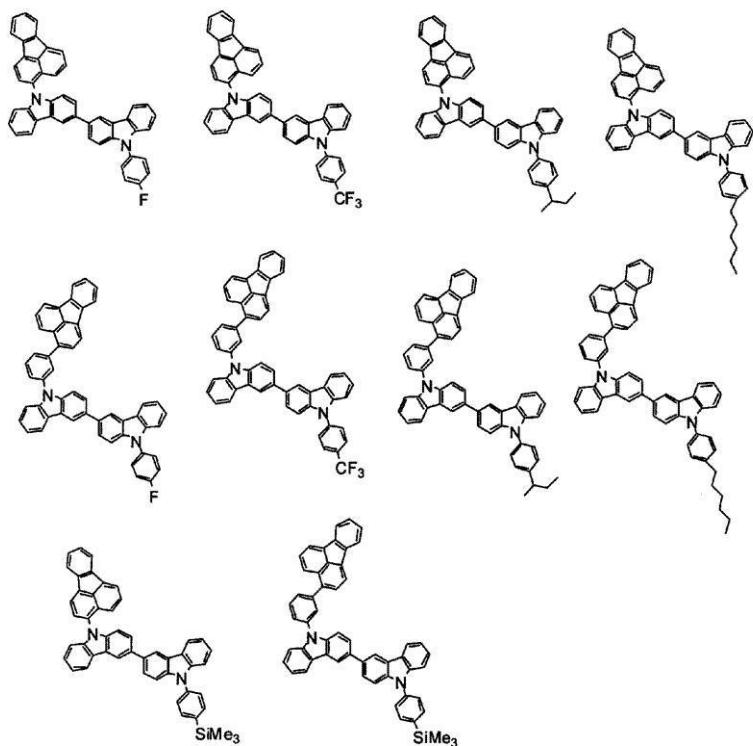
【0176】

【化 9 9】



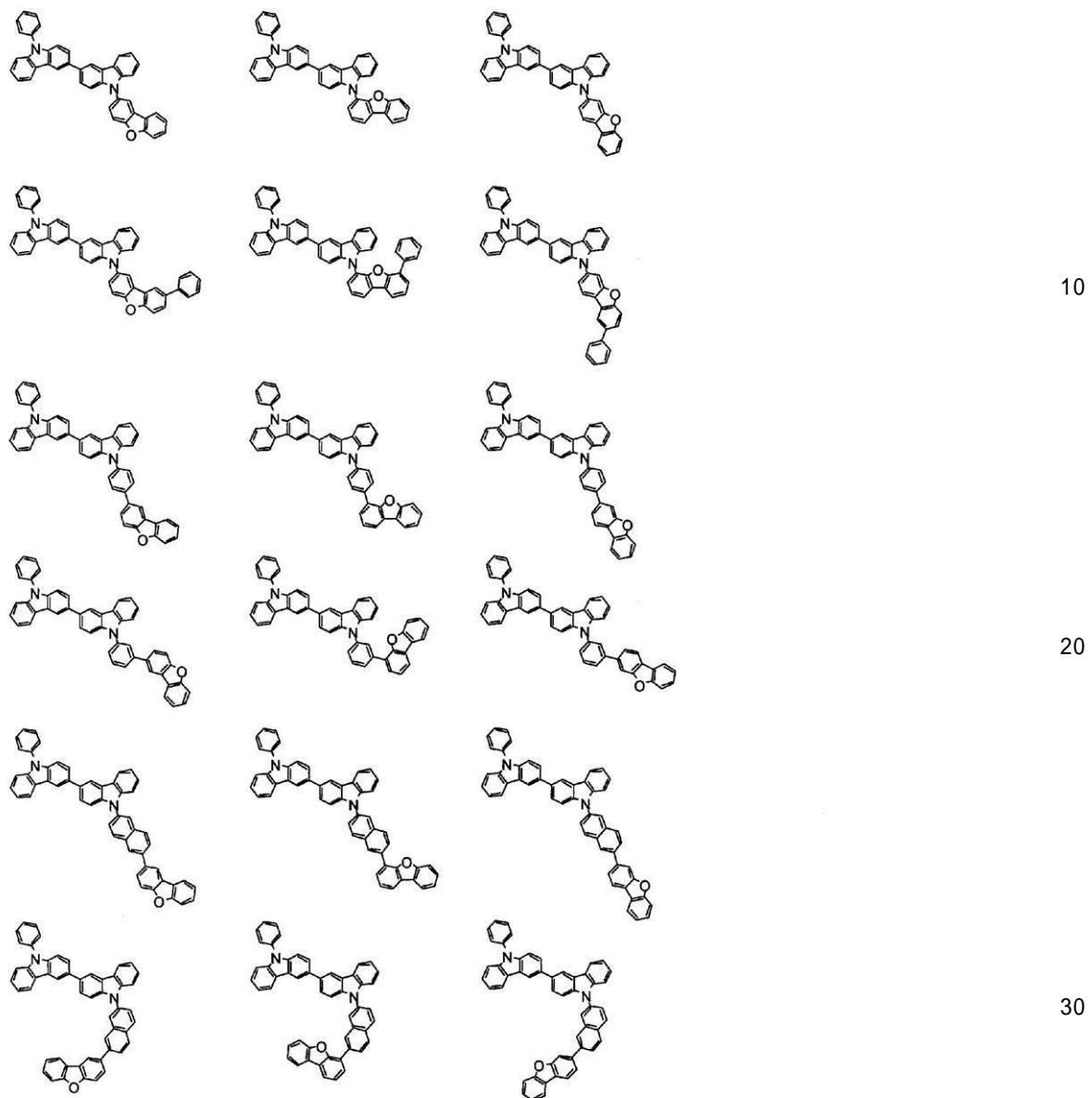
【0 1 7 7】

【化100】



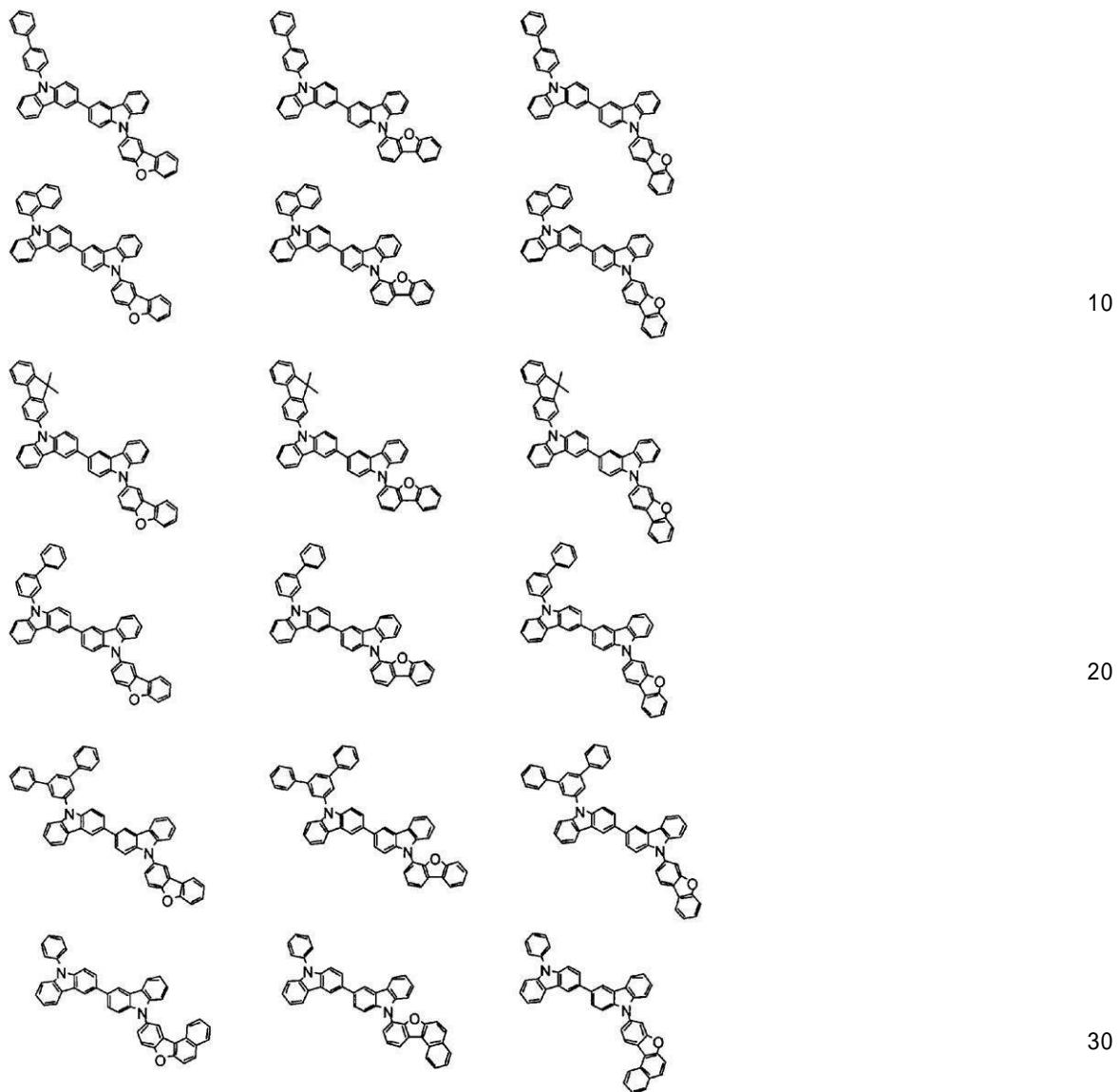
【0178】

【化101】



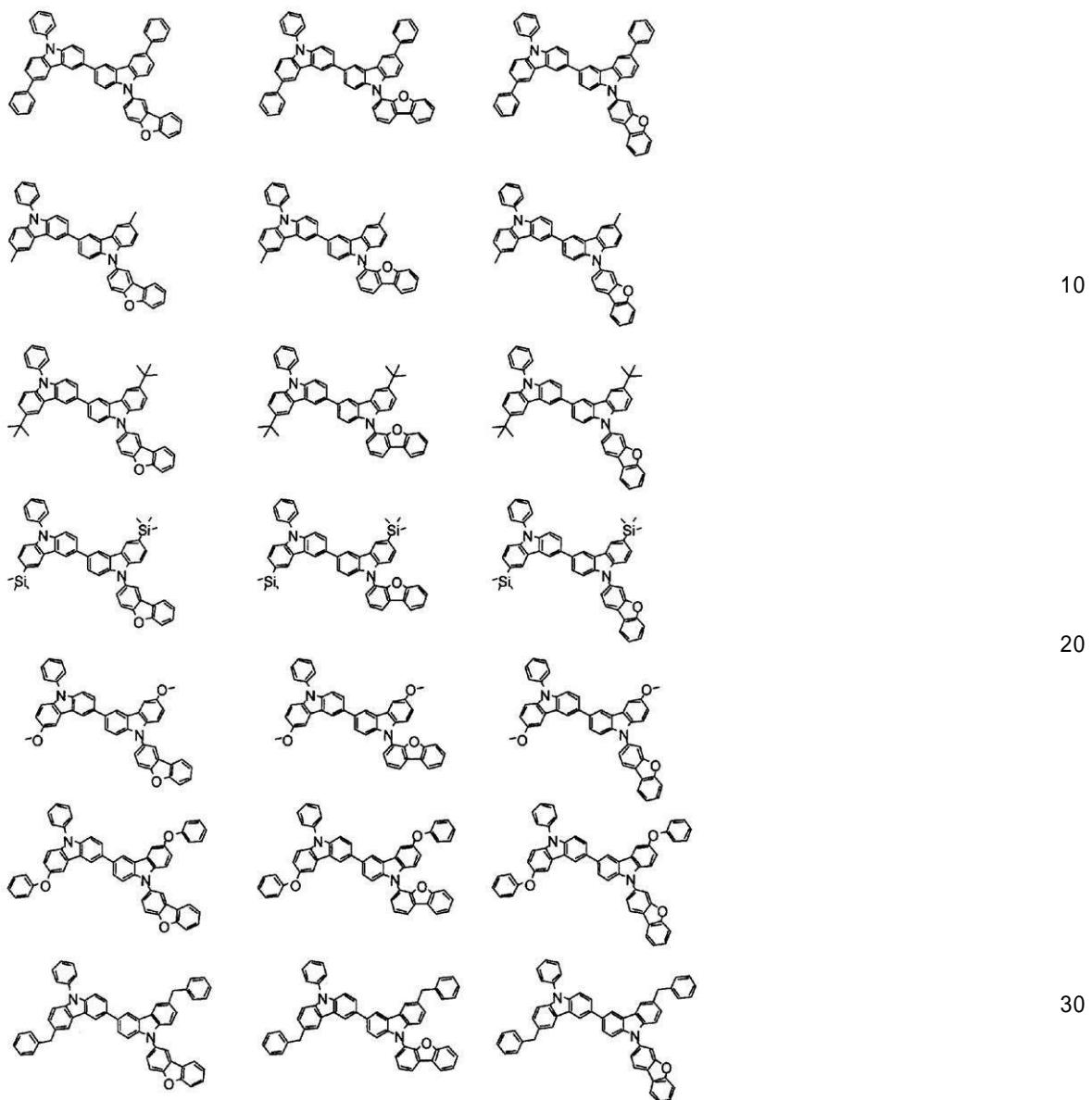
【0179】

【化102】



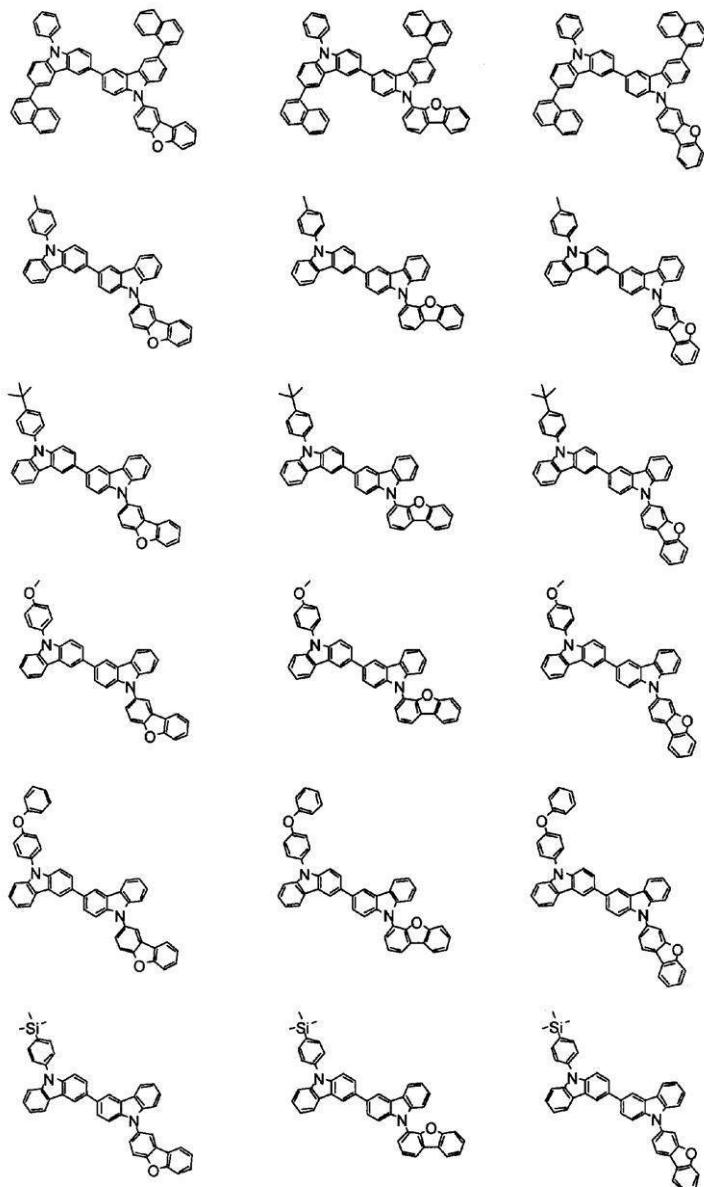
【0180】

【化 1 0 3】



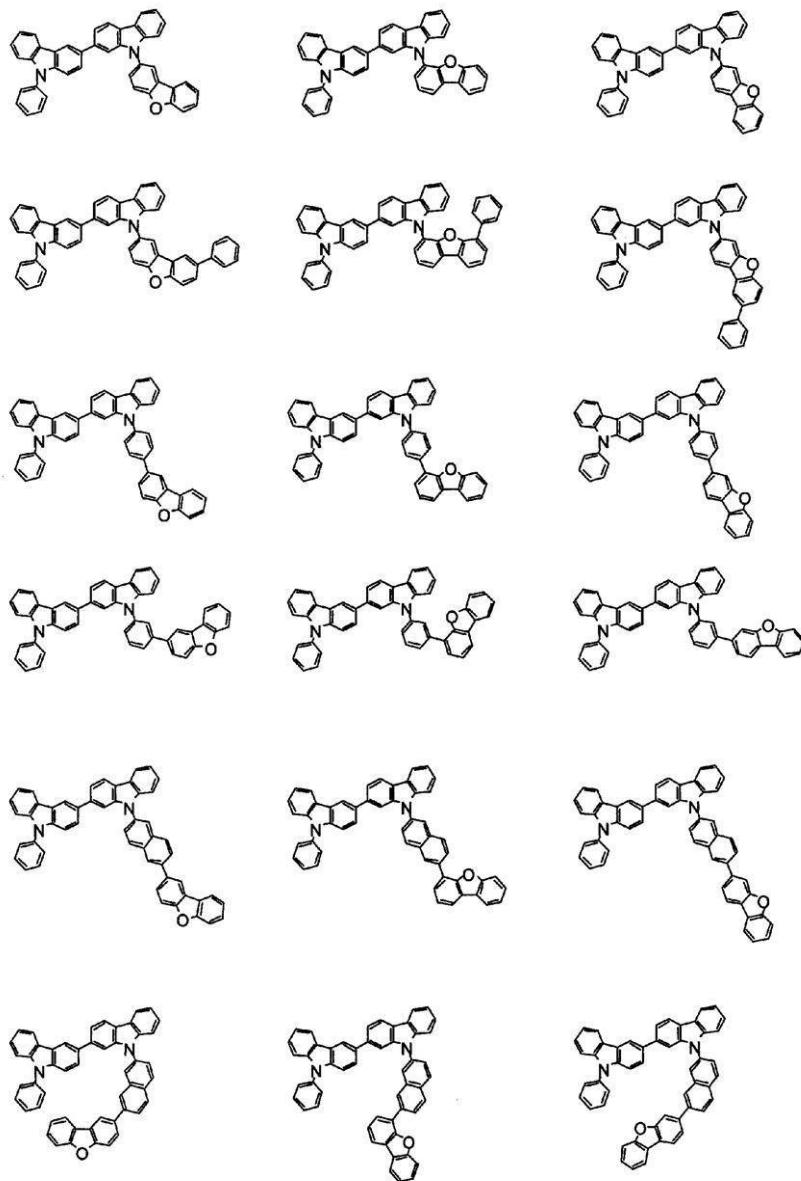
【 0 1 8 1 】

【化104】



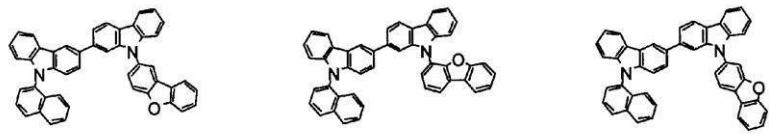
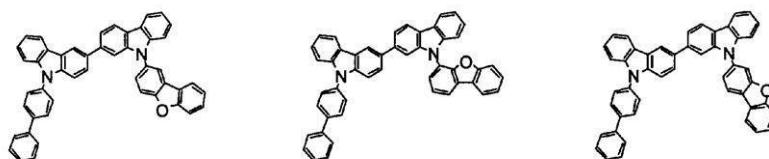
【0182】

【化105】

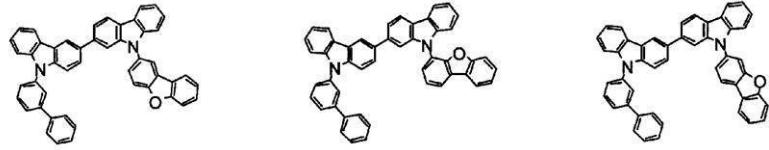
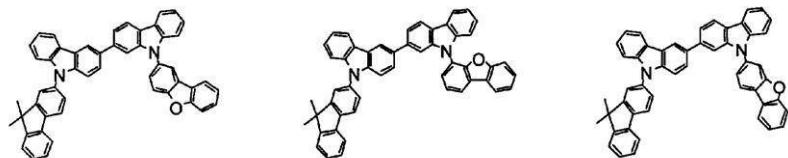


【0183】

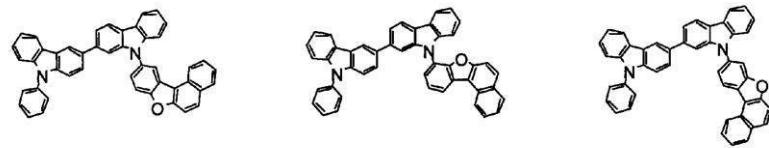
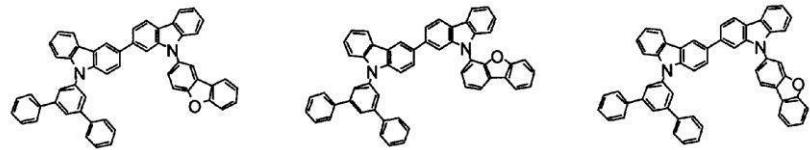
【化106】



10



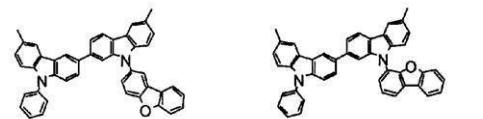
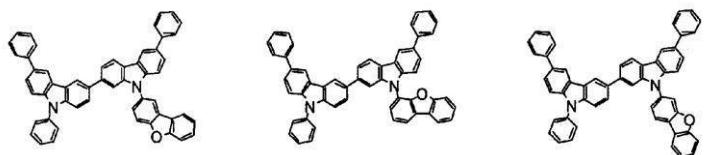
20



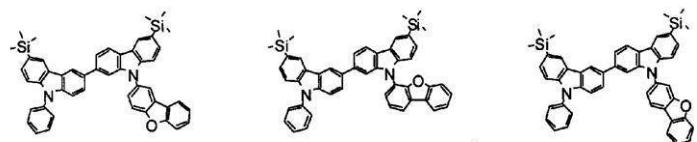
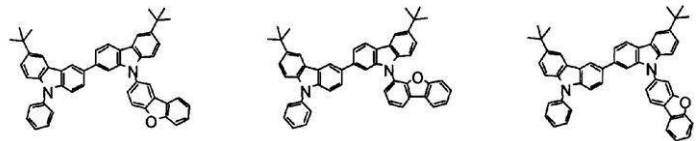
30

【0184】

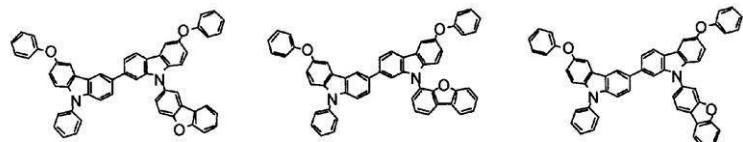
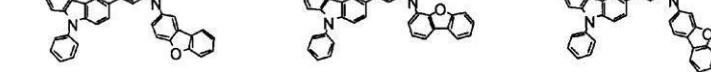
【化 1 0 7】



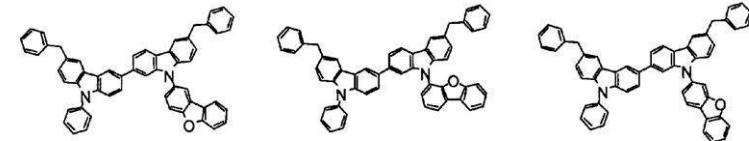
10



20

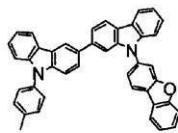
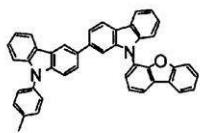
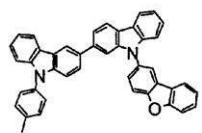
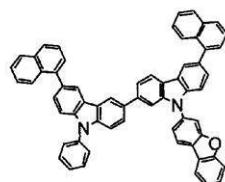
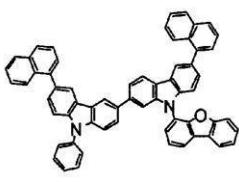
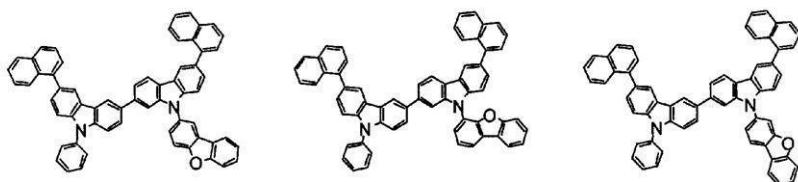


30

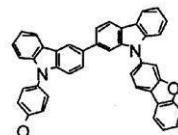
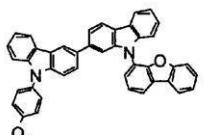
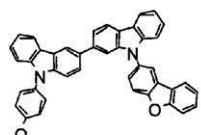
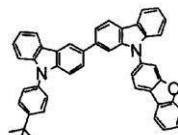
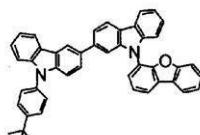
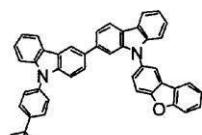


【 0 1 8 5 】

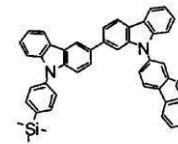
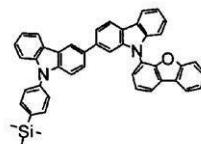
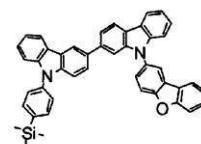
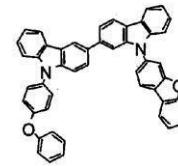
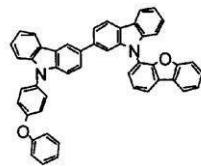
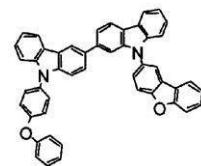
【化108】



10



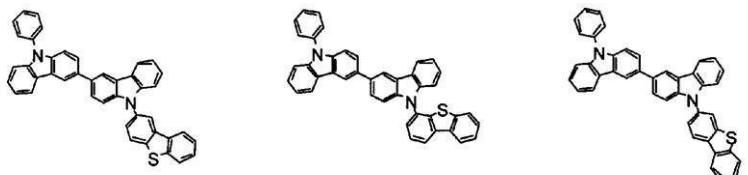
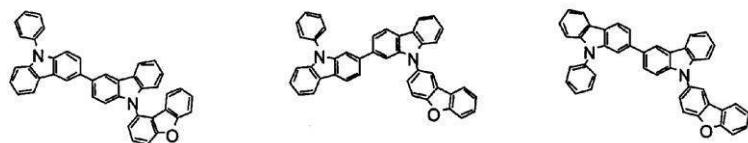
20



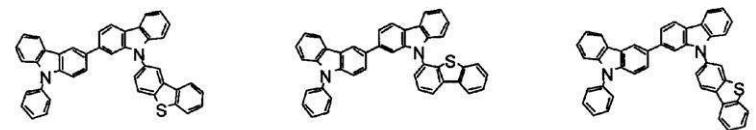
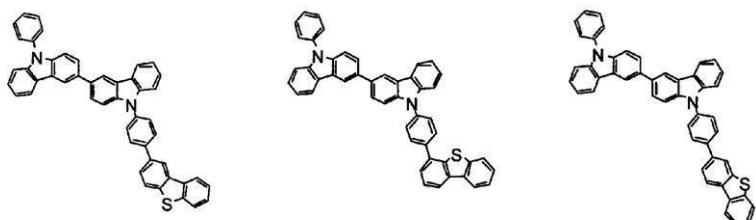
30

【0186】

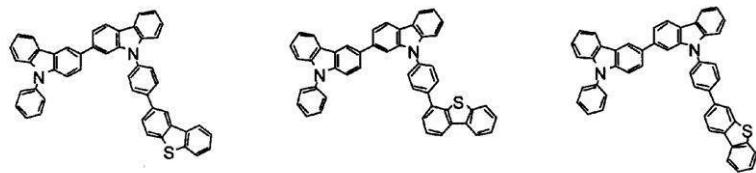
【化109】



10



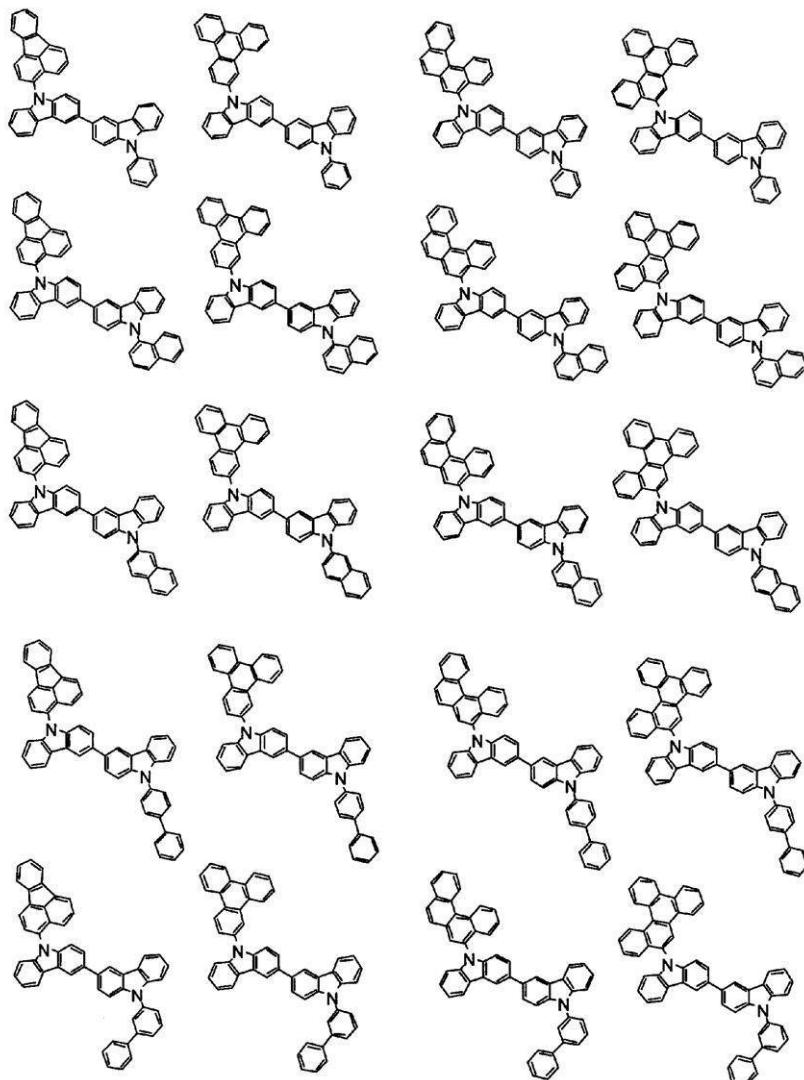
20



【0187】

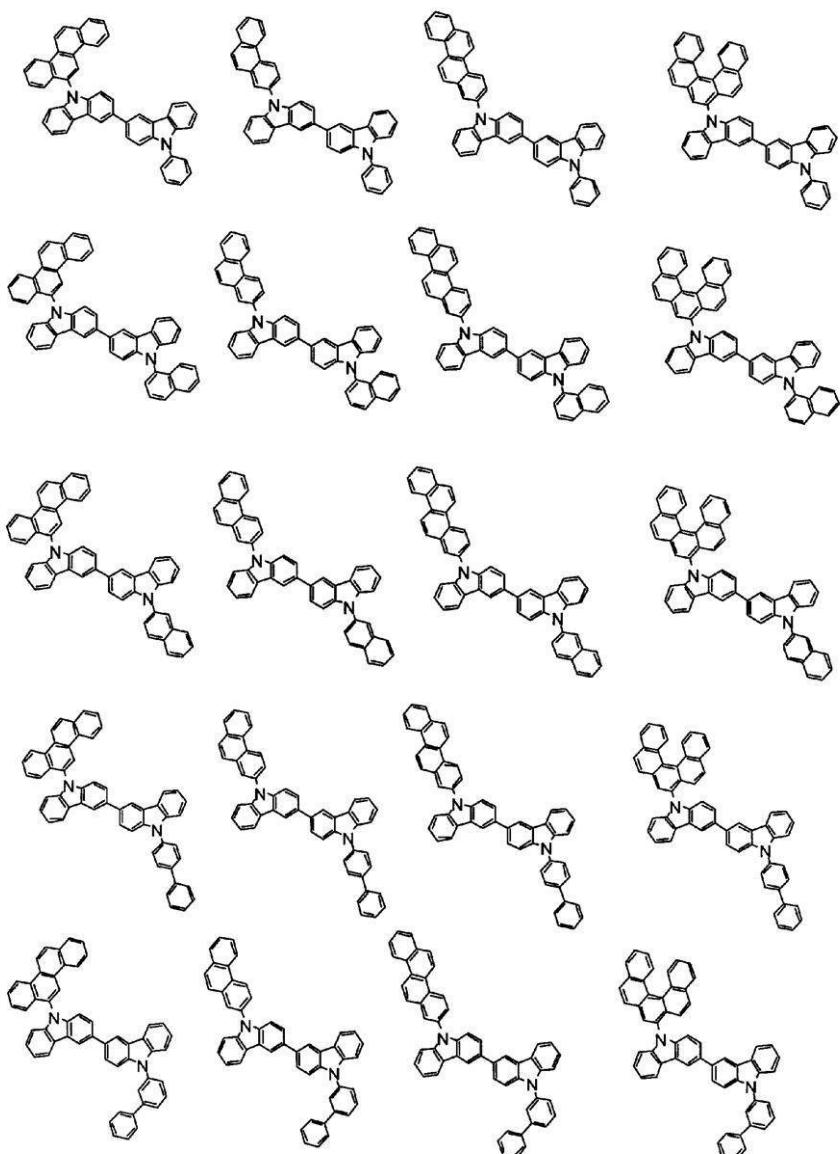
30

【化110】



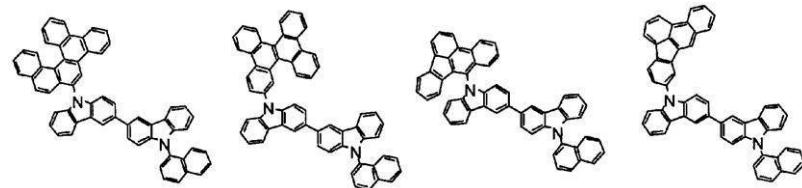
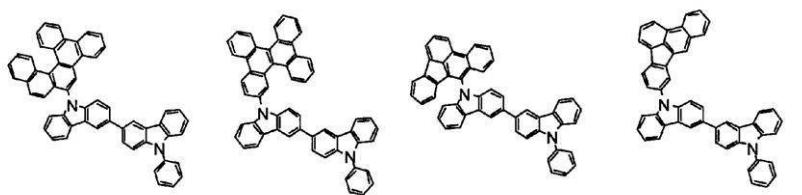
【0188】

【化 111】

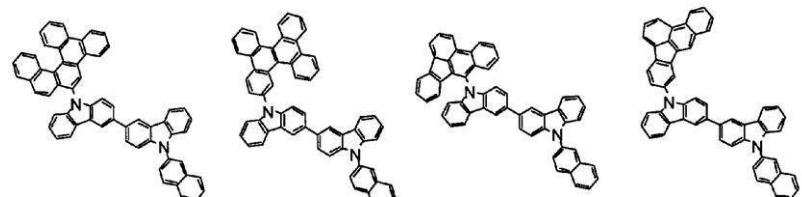


【0189】

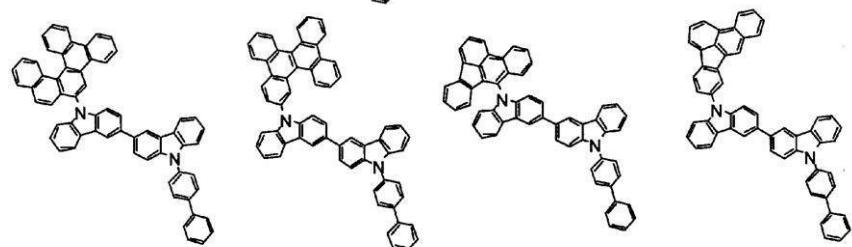
【化 112】



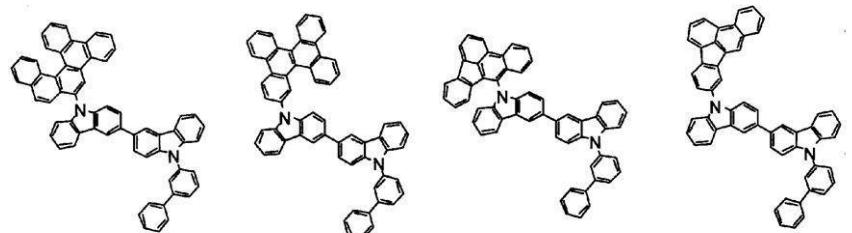
10



20

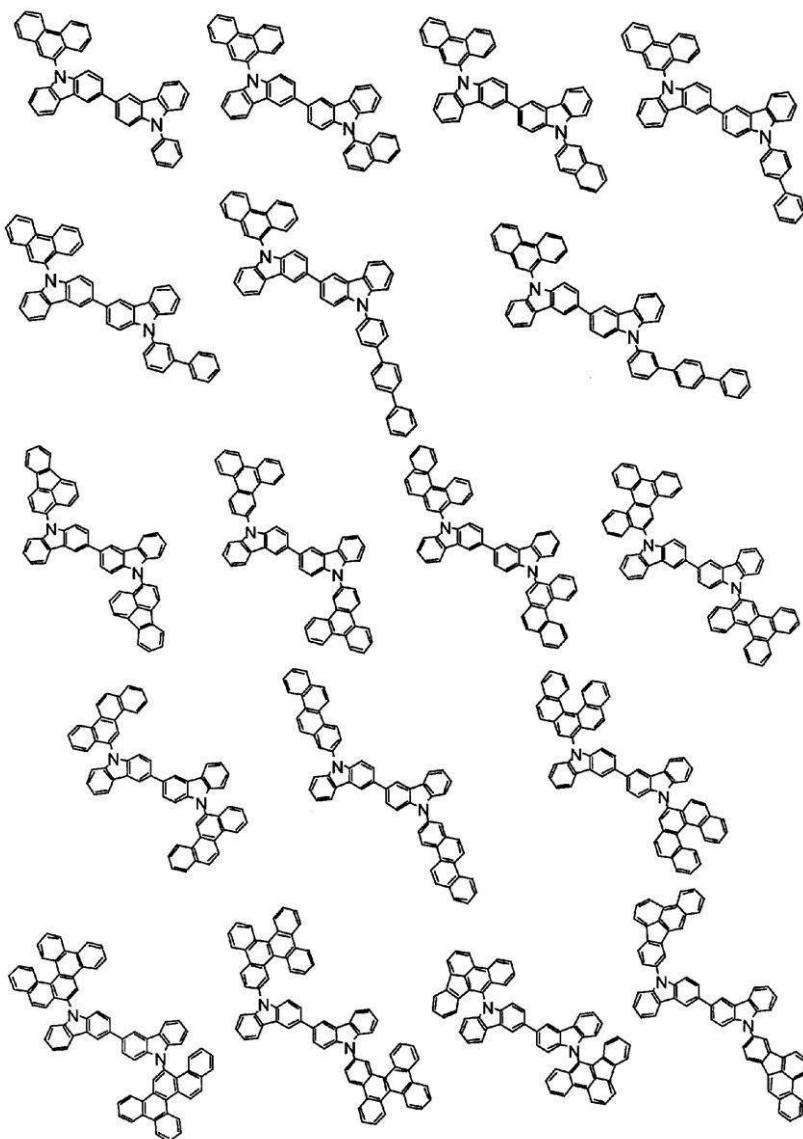


30



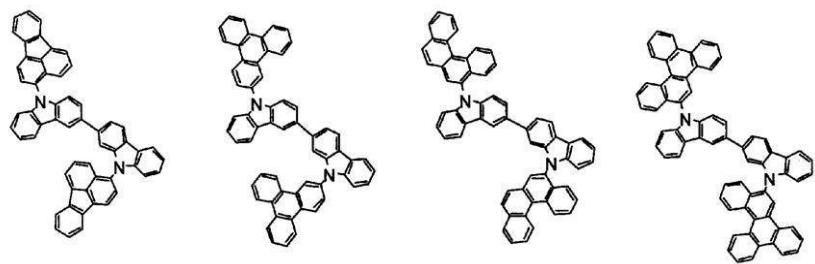
【0190】

【化113】

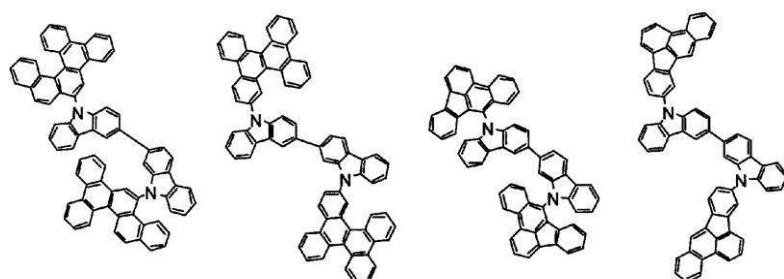
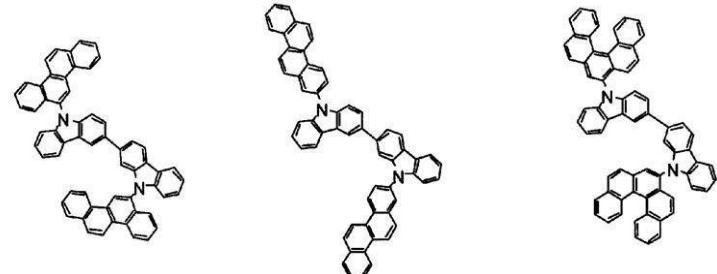


【0191】

【化114】



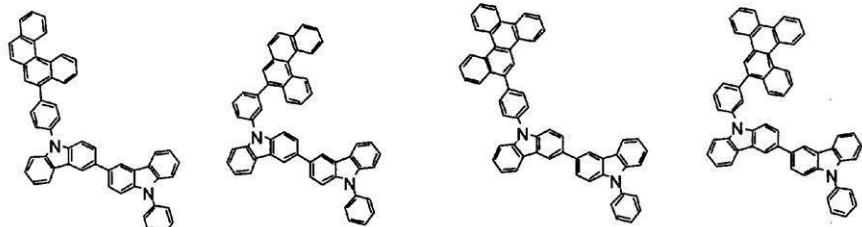
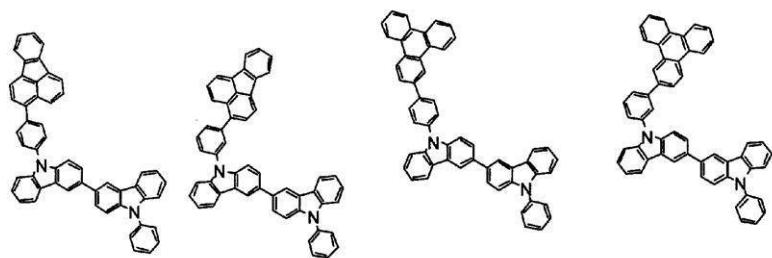
10



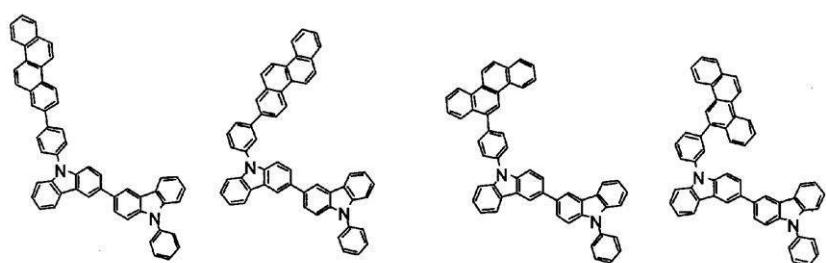
20

【0192】

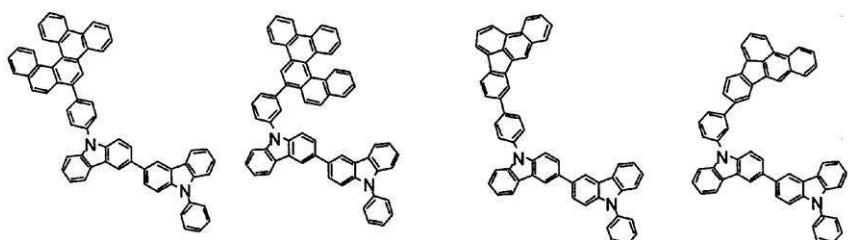
【化115】



10



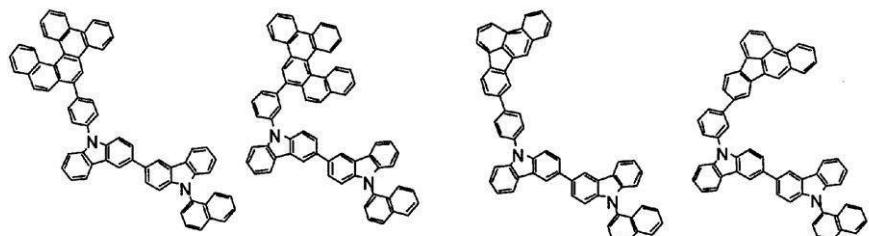
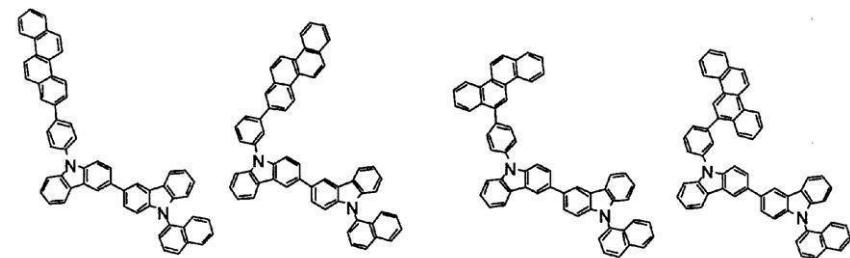
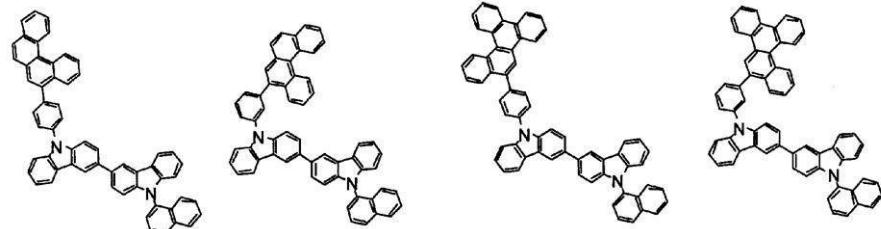
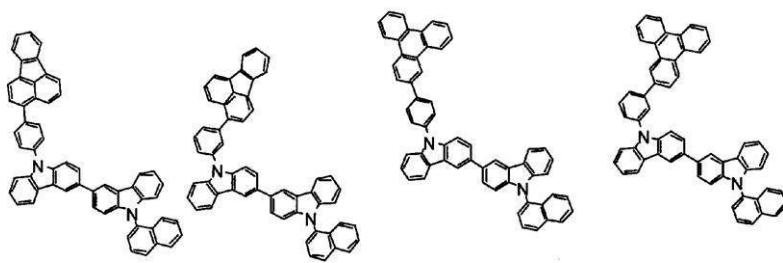
20



30

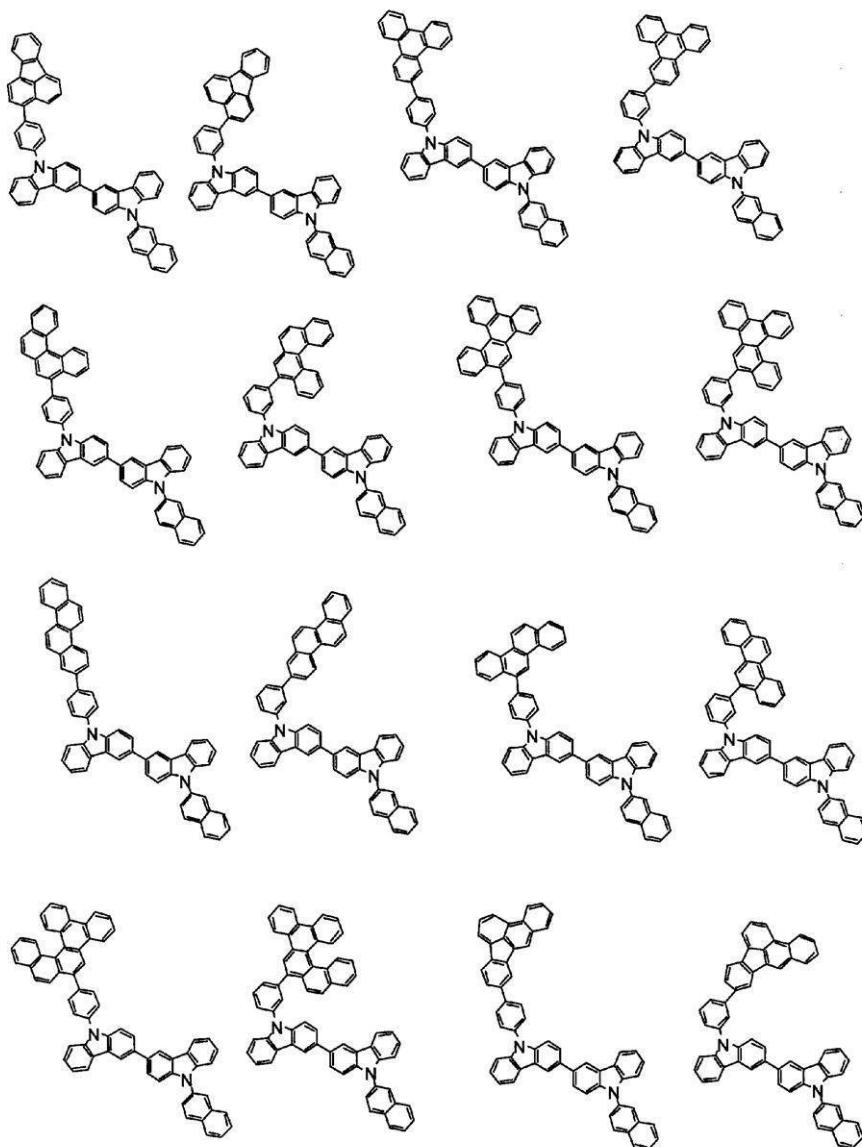
【0193】

【化 116】



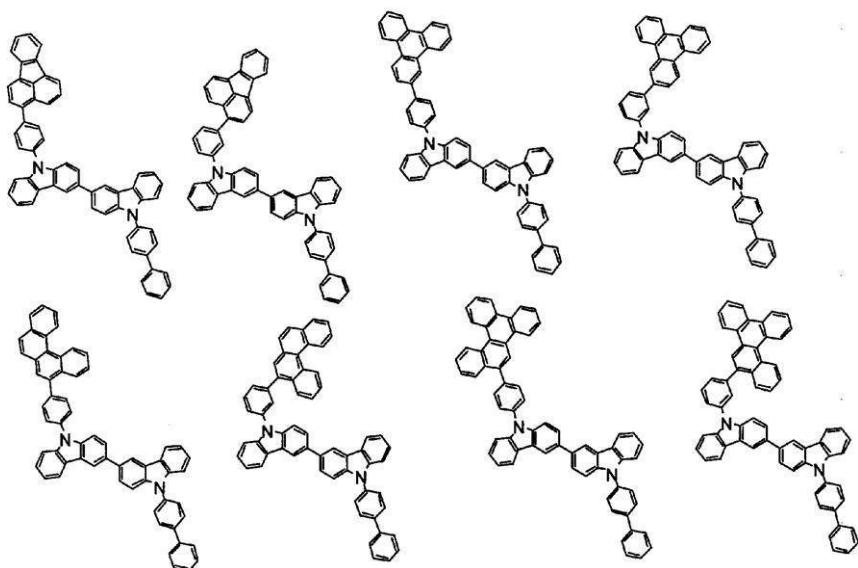
【0194】

【化 117】

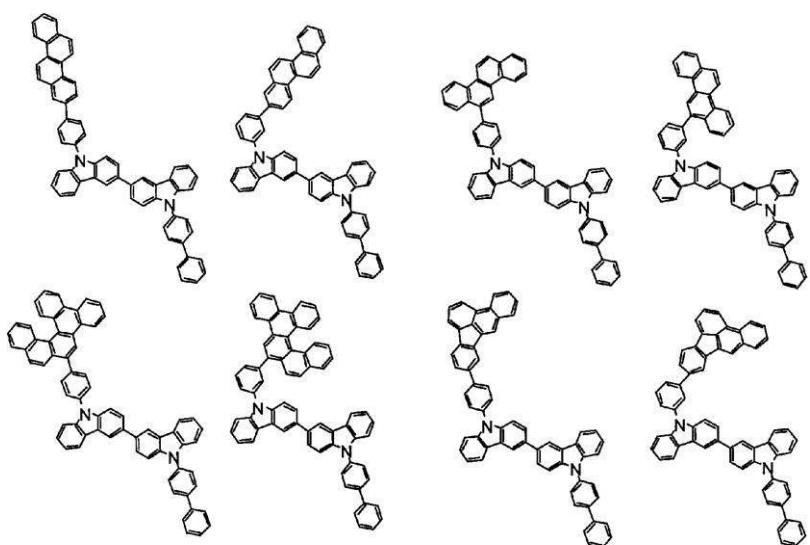


【0195】

【化 118】



10

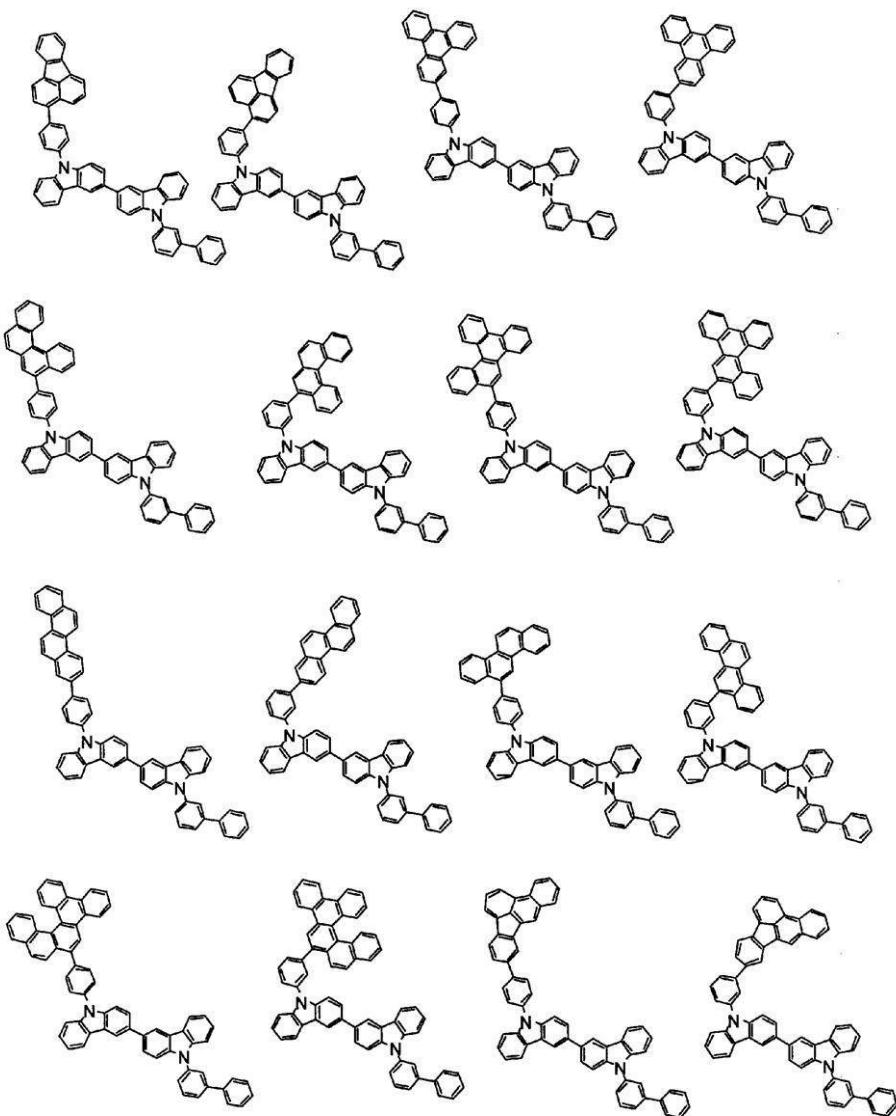


20

30

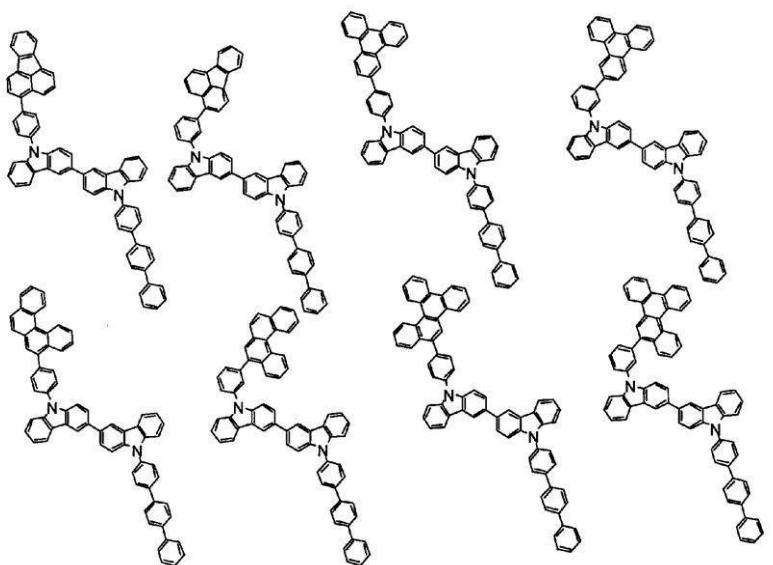
【0196】

【化119】



【0197】

【化 120】



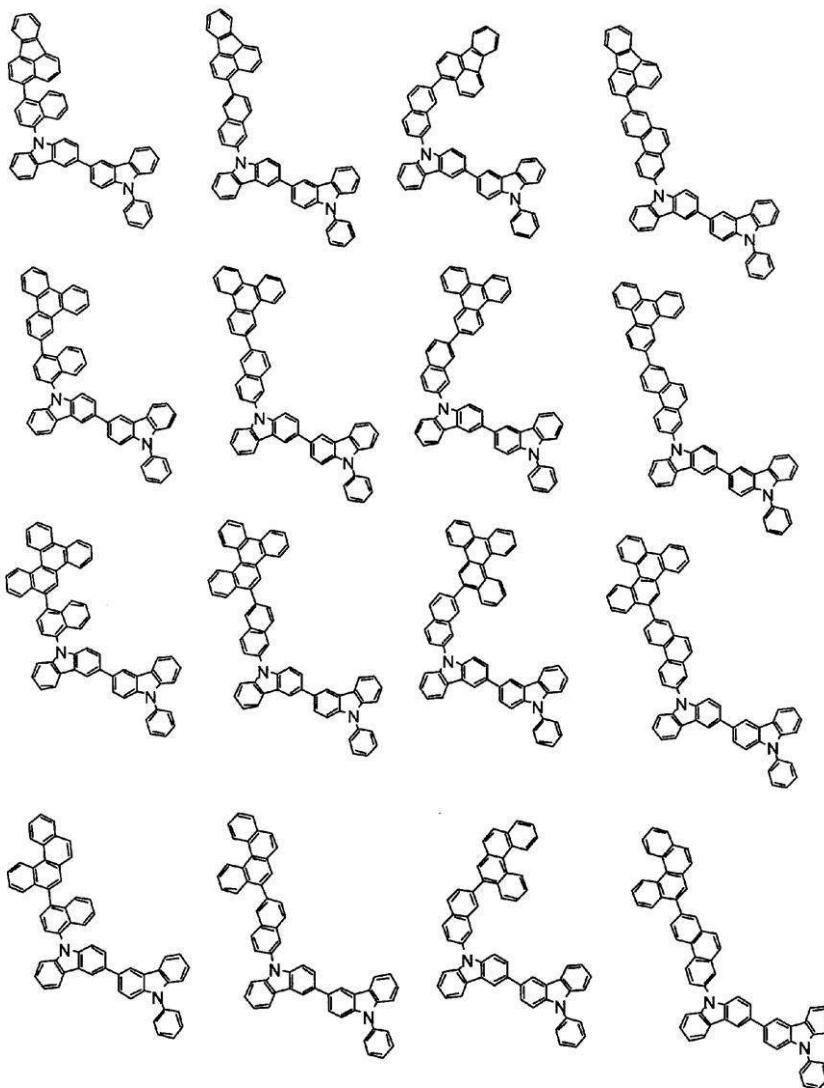
10

20

30

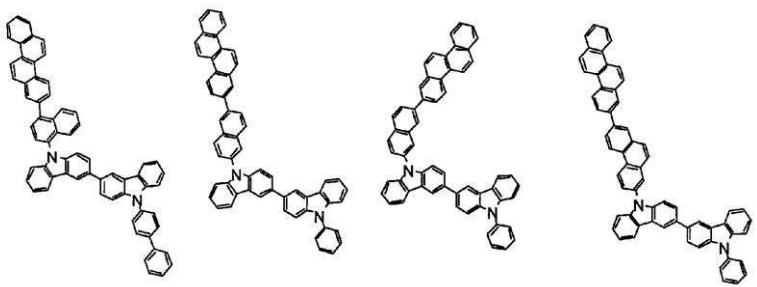
【0198】

【化121】

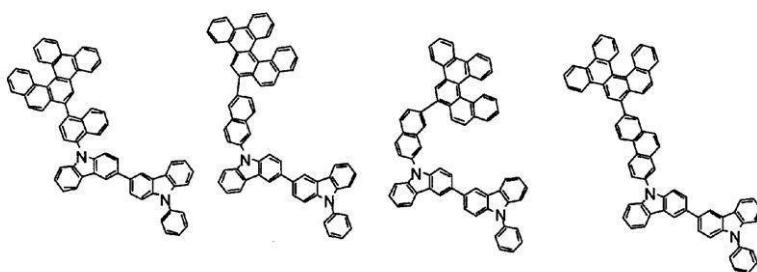
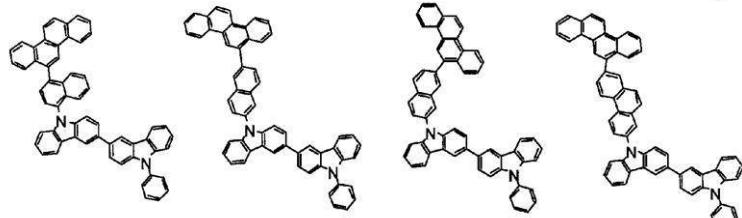


【0199】

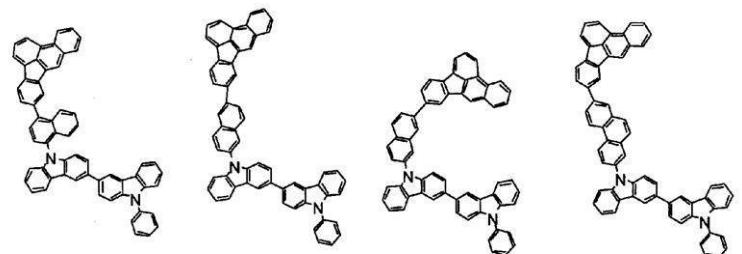
【化 122】



10



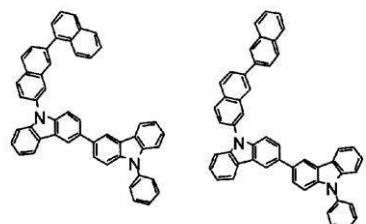
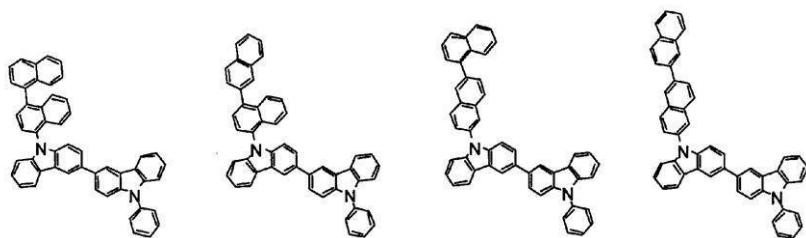
20



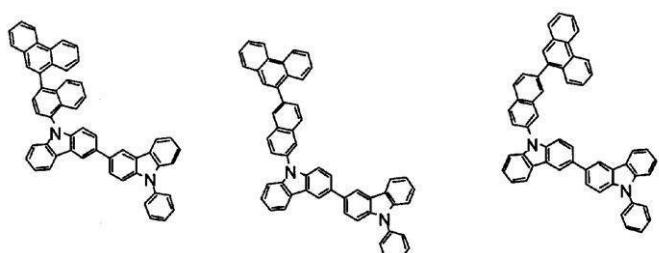
30

【0200】

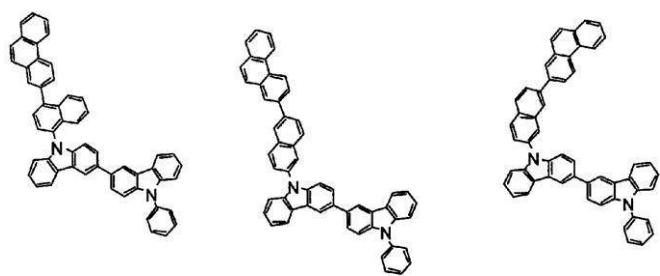
【化 1 2 3】



10



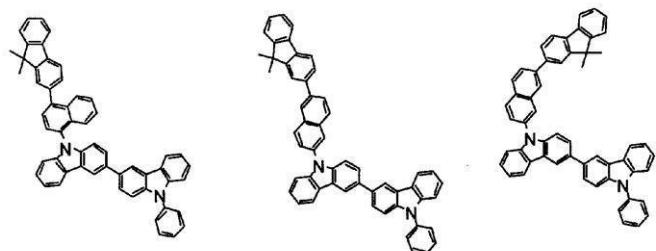
20



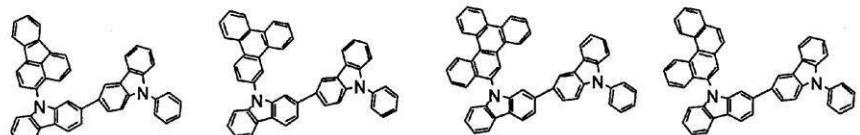
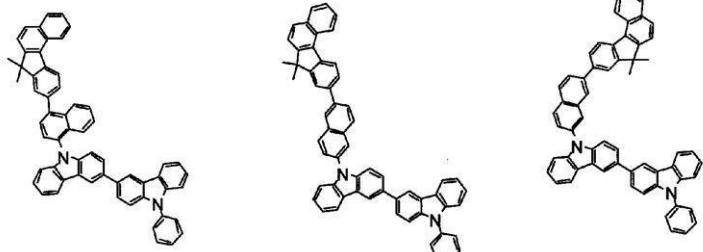
30

【0 2 0 1】

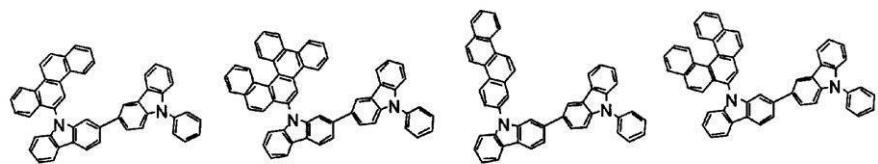
【化 1 2 4 】



10

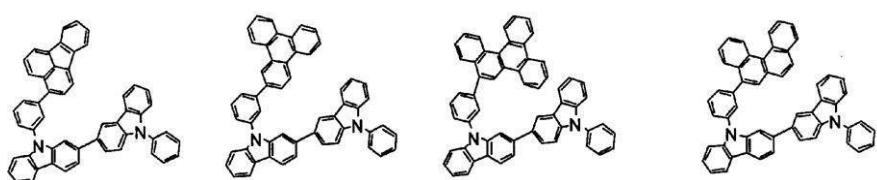
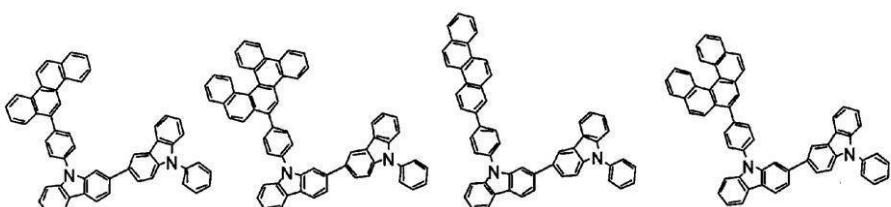
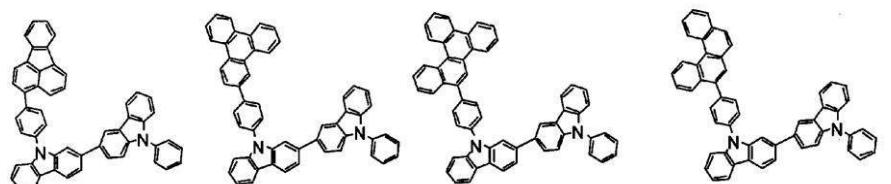


20

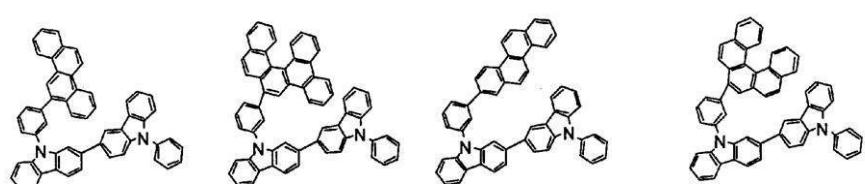


【 0 2 0 2 】

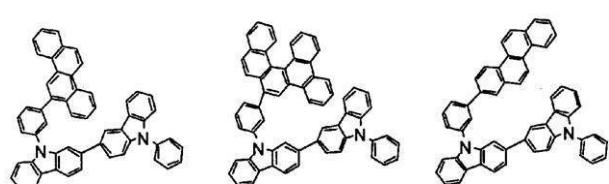
【化 1 2 5】



10

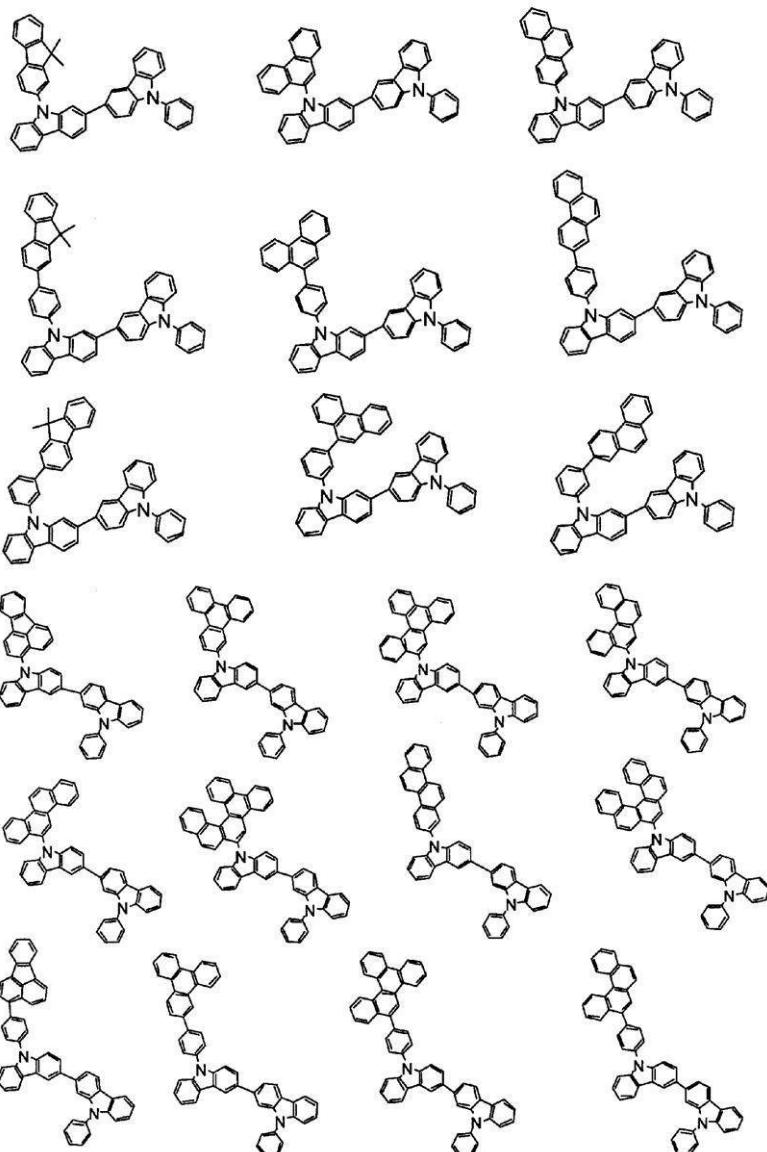


20



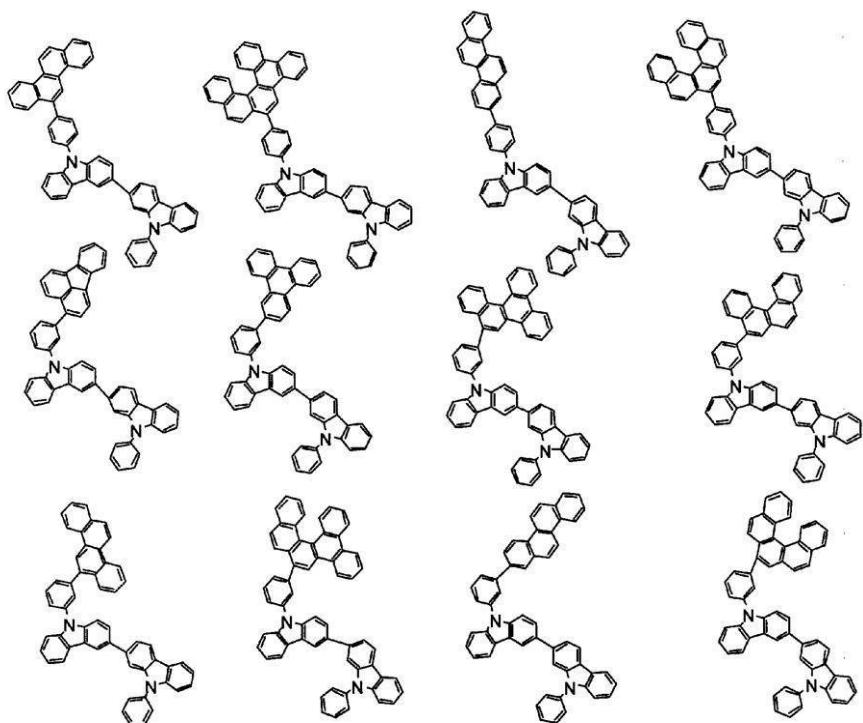
【0 2 0 3】

【化 126】



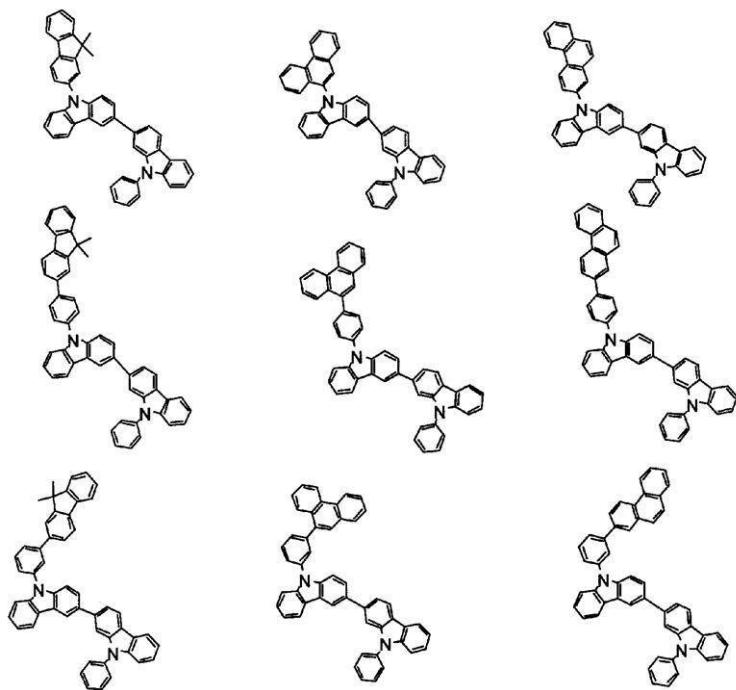
【0204】

【化127】



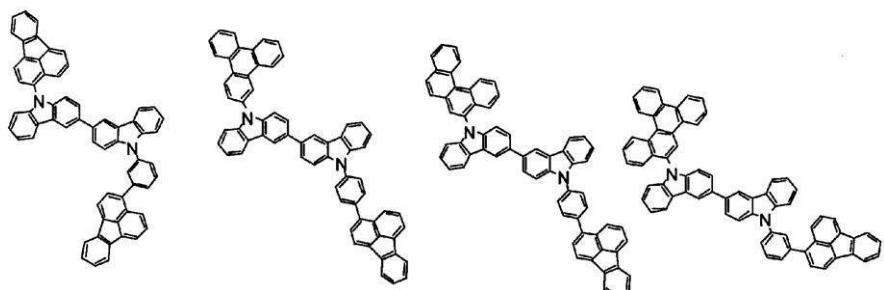
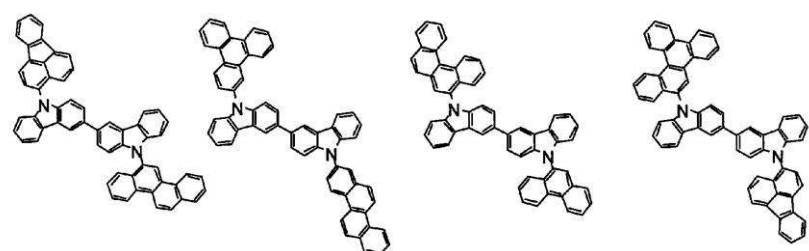
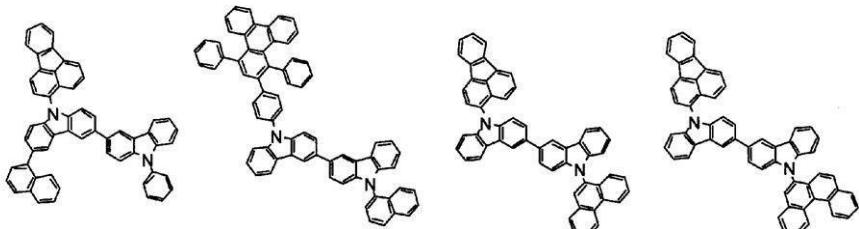
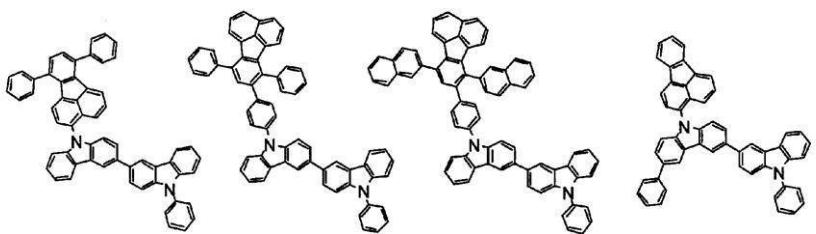
【0205】

【化128】



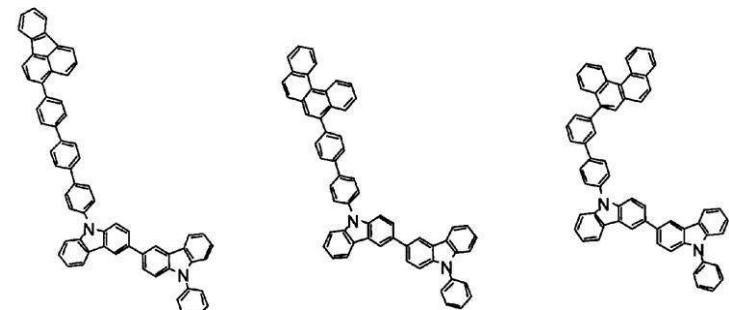
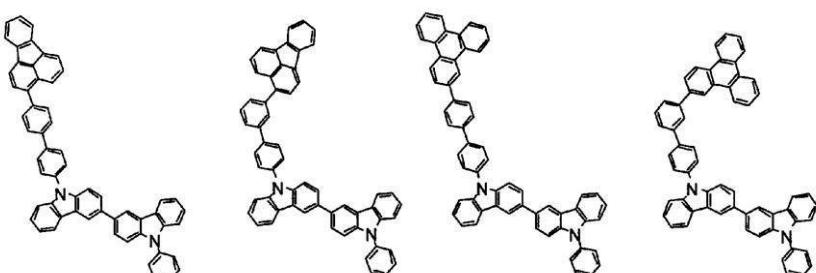
【0206】

【化129】



【0207】

【化130】



10

20

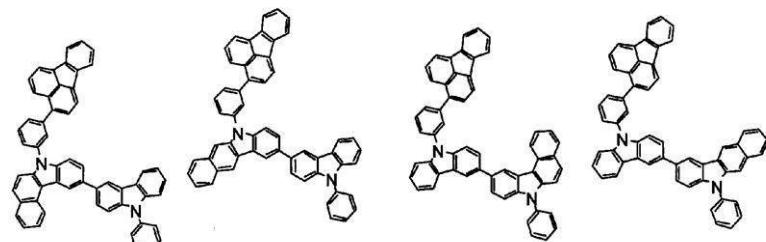
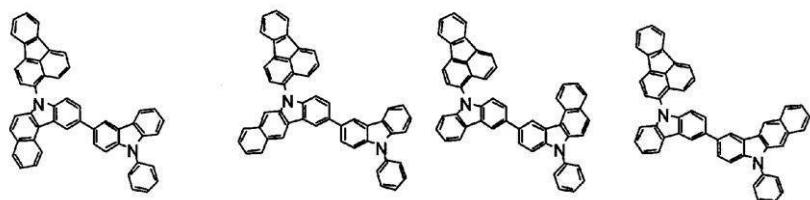
30

40

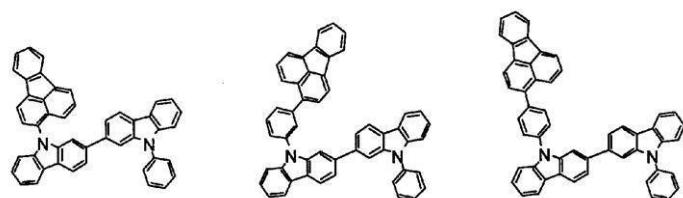
50

【0208】

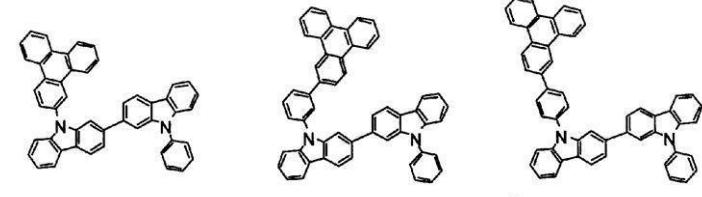
【化131】



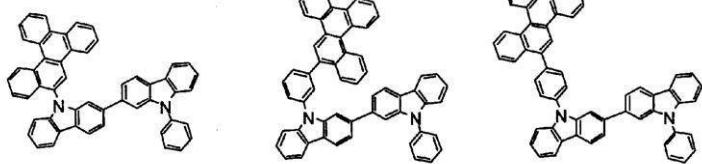
10



20

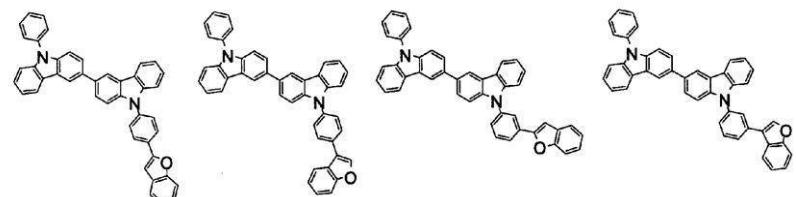
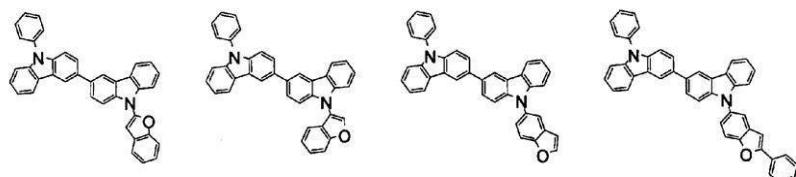


30

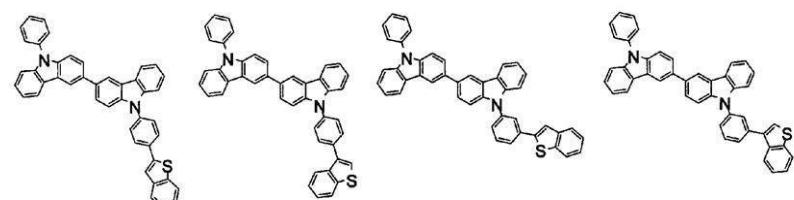
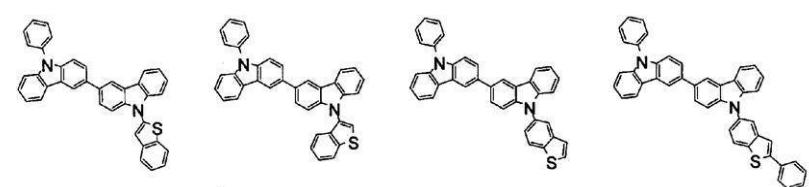


【0209】

【化132】



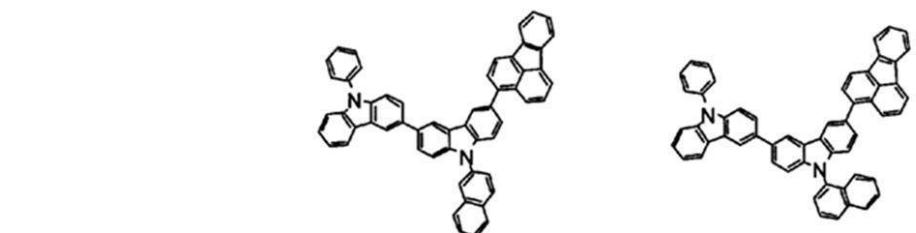
10



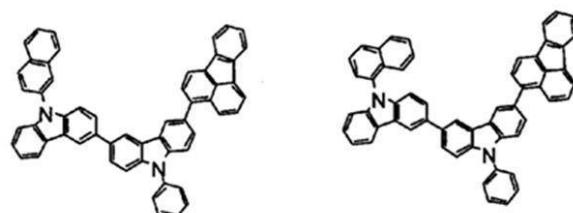
20

【0210】

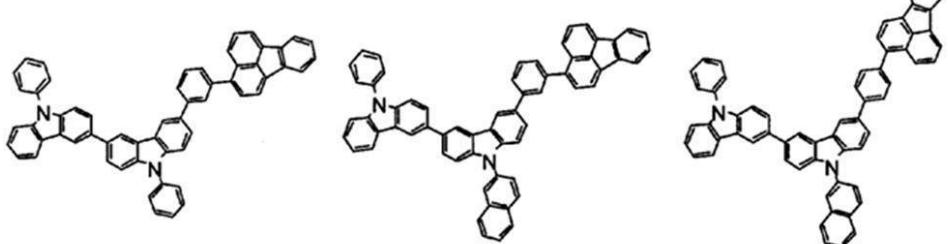
【化133】



30

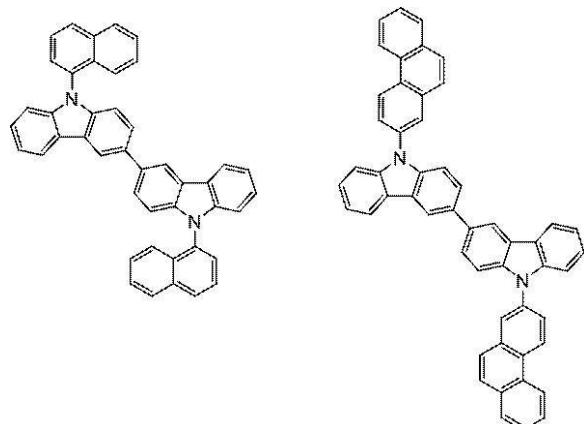


40



【0211】

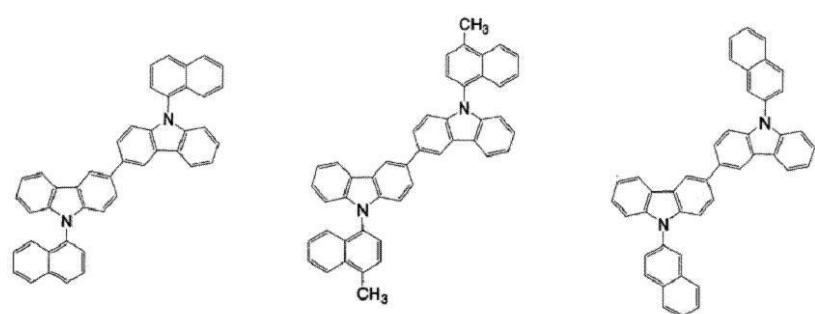
【化134】



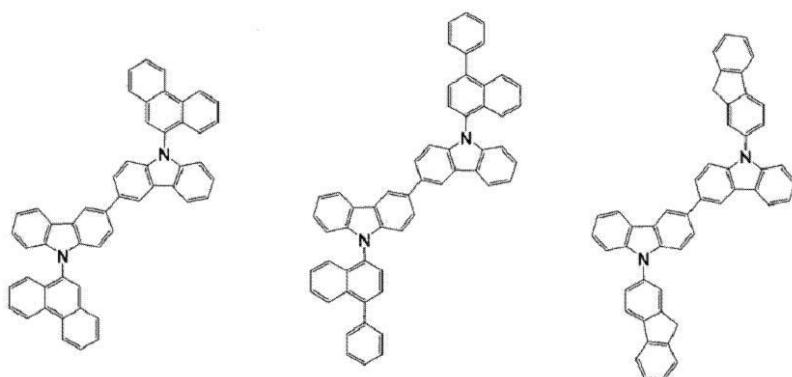
10

【0212】

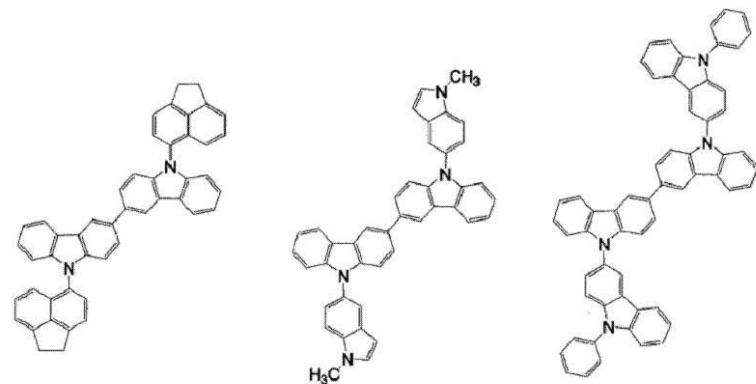
【化135】



20



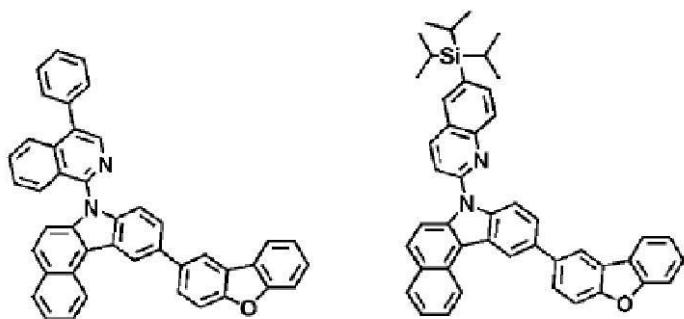
30



40

【0213】

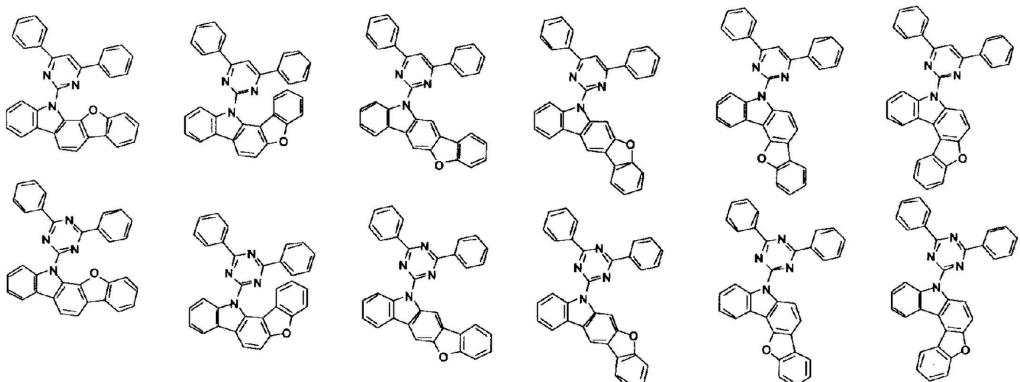
【化 136】



10

【0214】

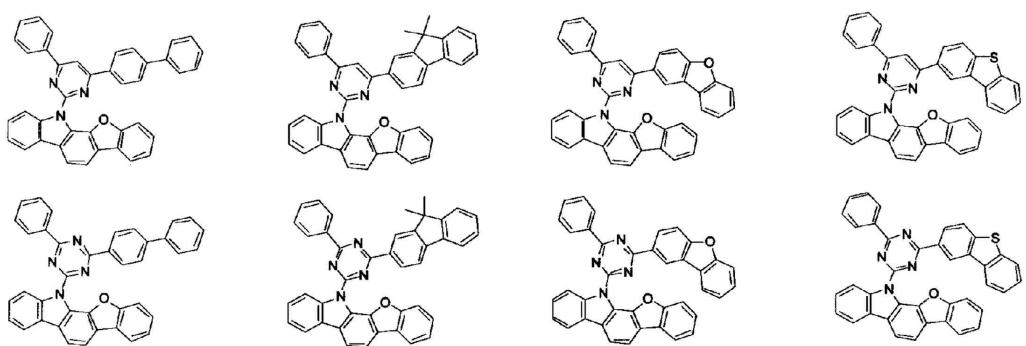
【化137】



20

【0215】

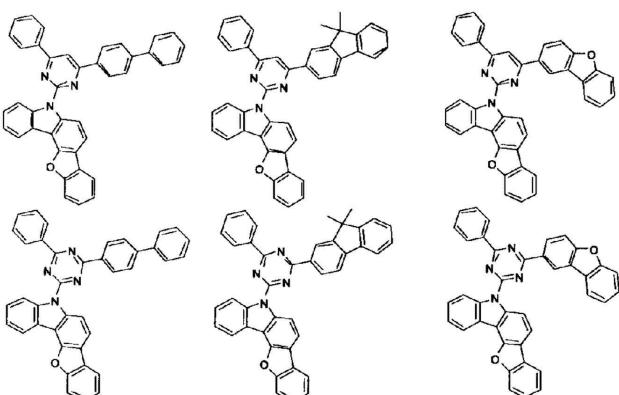
【化138】



30

【0216】

【化139】

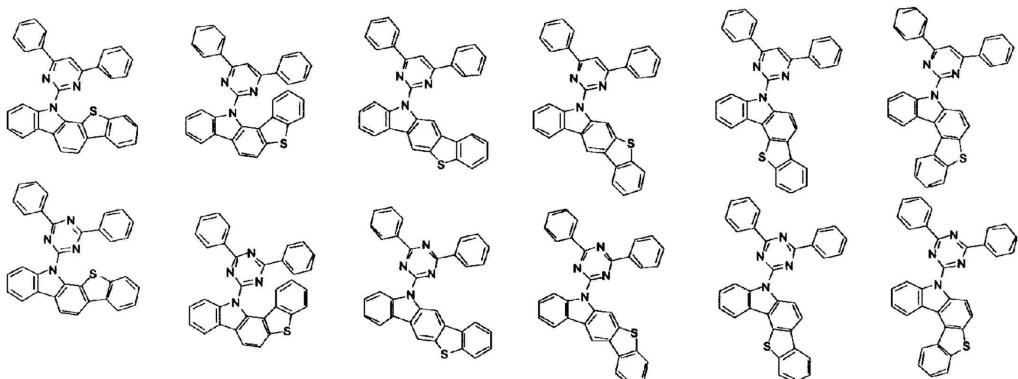


40

50

【0217】

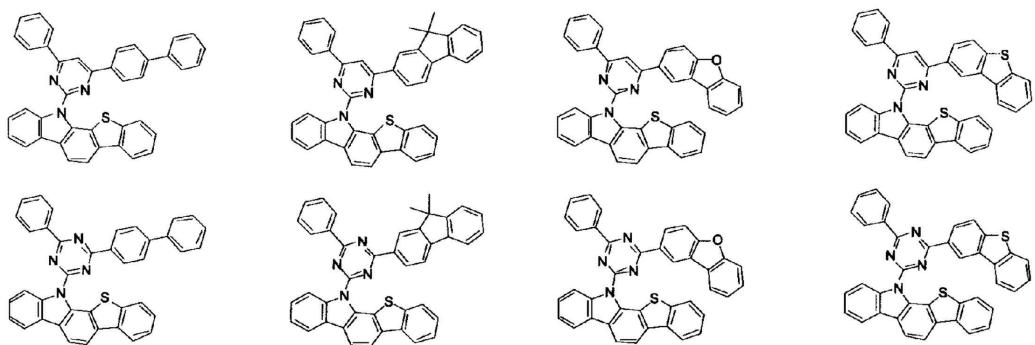
【化140】



10

【0218】

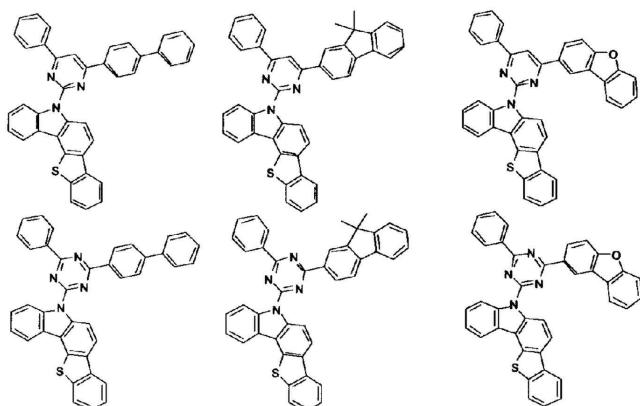
【化141】



20

【0219】

【化142】

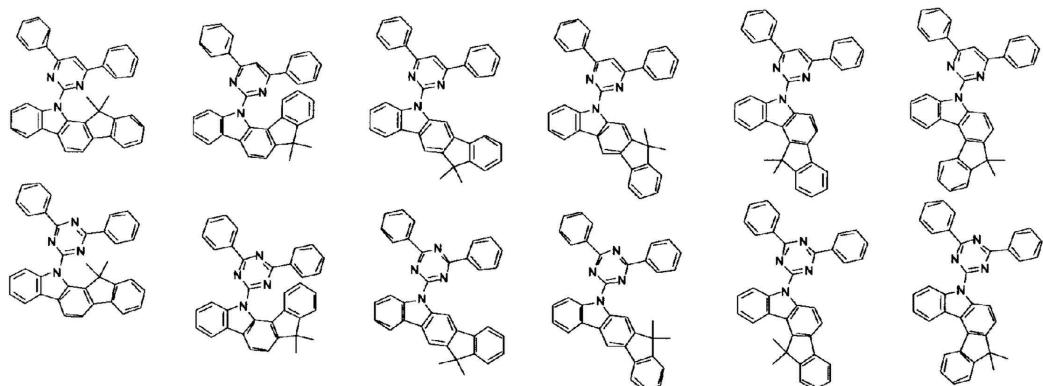


30

【0220】

40

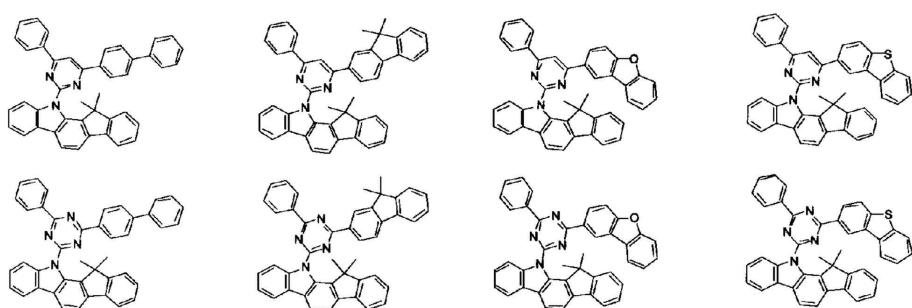
## 【化143】



10

## 【0221】

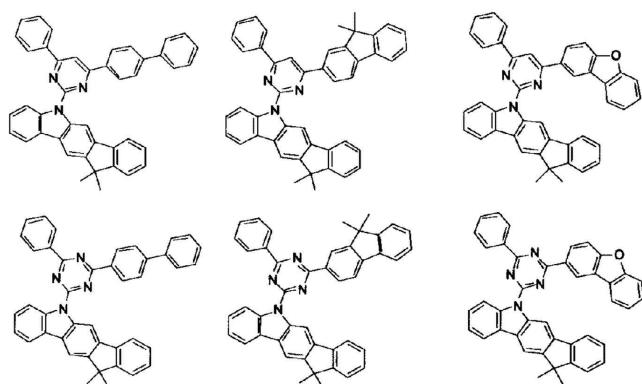
## 【化144】



20

## 【0222】

## 【化145】



30

## 【0223】

## ・ドーパント材料

本実施形態において、前記燐光発光性ドーパント材料は、金属錯体を含有し、前記金属錯体は、Ir, Pt, Os, Au, Cu, Re及びRu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、発光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、中で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。

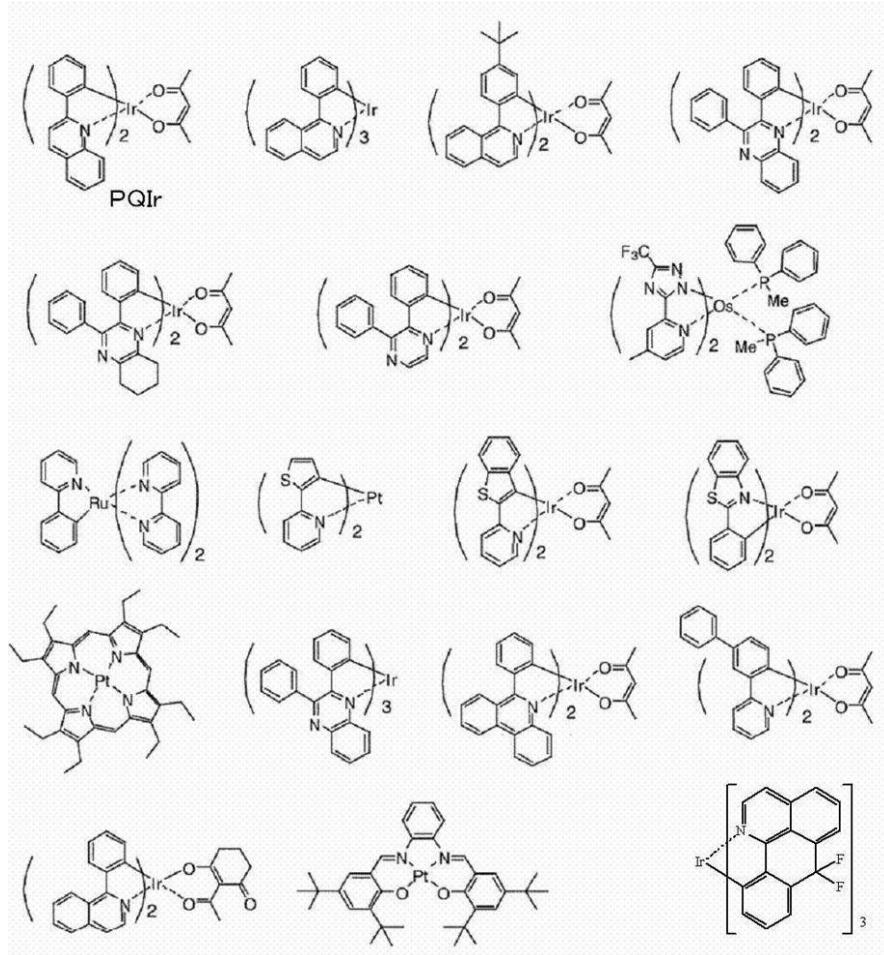
好ましい金属錯体の具体例を、以下に示す。

40

50

【0224】

【化146】

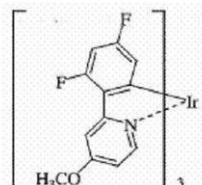
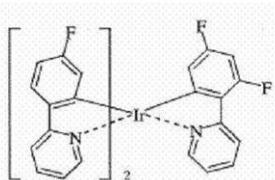
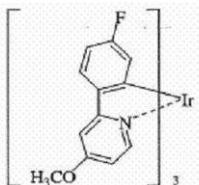
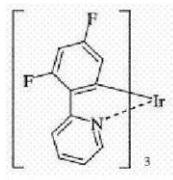
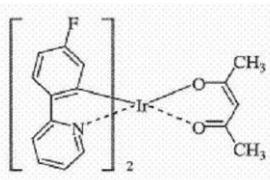
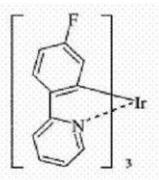


【0225】

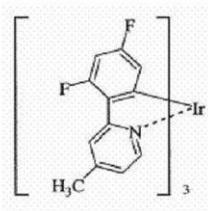
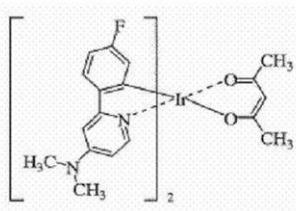
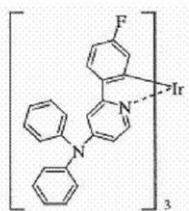
10

20

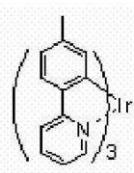
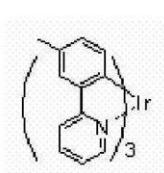
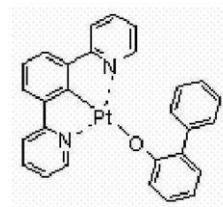
【化147】



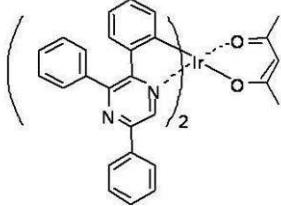
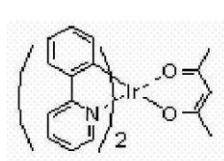
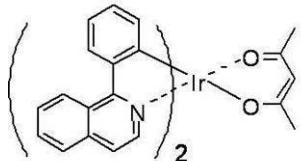
10



20

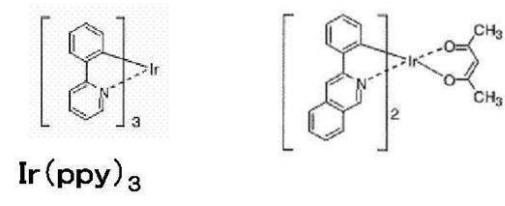
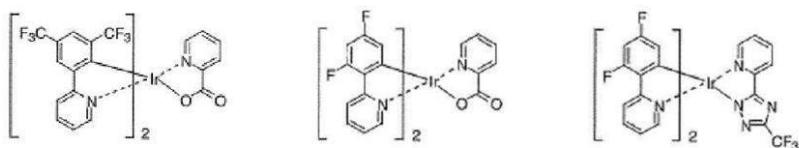


30

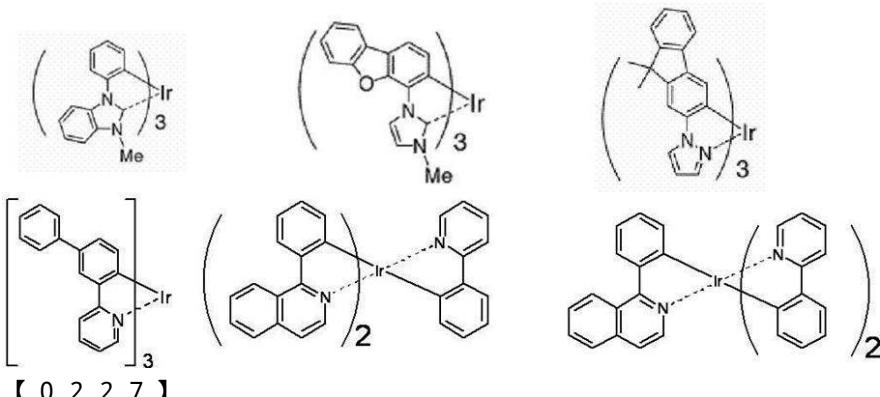


【0226】

【化 1 4 8】

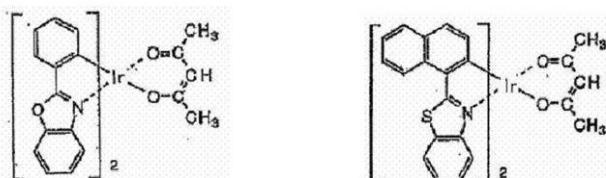
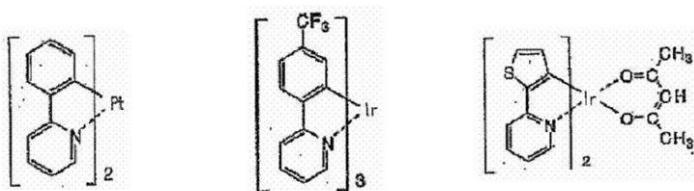


10

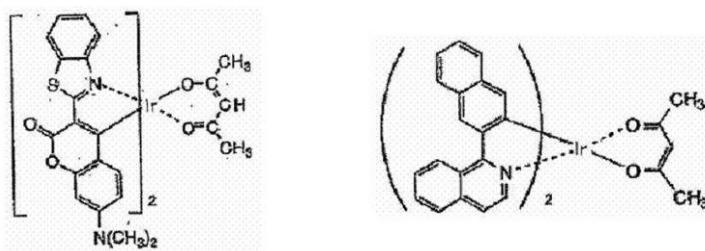


20

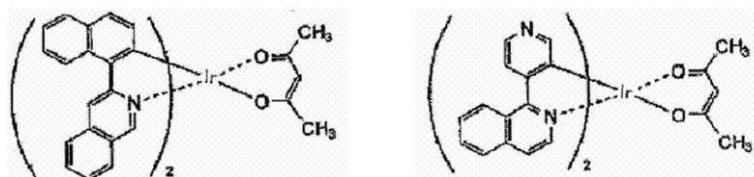
## 【化149】



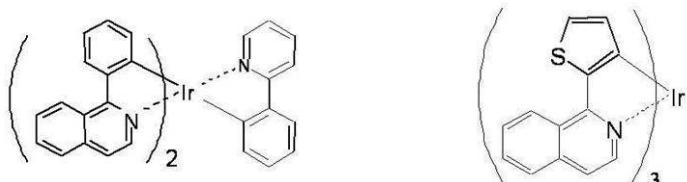
10



20



30



## 【0228】

(正孔注入・輸送層)

正孔注入・輸送層は、発光層への正孔注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化工エネルギーが小さい化合物が用いられる。

40

正孔注入・輸送層を形成する材料としては、より低い電界強度で正孔を発光層に輸送する材料が好ましく、例えば、芳香族アミン化合物が好適に用いられる。

## 【0229】

(電子注入・輸送層)

電子注入・輸送層は、発光層への電子の注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、電子移動度が大きい化合物が用いられる。

電子注入・輸送層に用いられる化合物としては、例えば、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。含窒素環誘導体としては、含窒素6員環もしくは5員環骨格を有する複素環化合物が好ましい。

50

## 【0230】

本発明の有機EL素子において、発光層以外の有機層には、上述の例示した化合物以外に、従来の有機EL素子において使用される材料の中から任意の化合物を選択して用いることができる。

## 【0231】

## (基板)

本発明の有機EL素子は、透光性の基板上に作製する。この透光性基板は、有機EL素子を構成する陽極、有機層、陰極等を支持する基板であり、400 nm以上700 nm以下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。

透光性基板としては、ガラス板やポリマー板などが挙げられる。

10

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、アルミニケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英など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、ポリサルファンなどを原料として用いてなるものを挙げることができる。

## 【0232】

## (陽極および陰極)

有機EL素子の陽極は、正孔を発光層に注入する役割を担うものであり、4.5 eV以上の仕事関数を有することが効果的である。

20

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、銅などが挙げられる。

発光層からの発光を陽極側から取り出す場合、陽極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、陽極のシート抵抗は、数百 / ( / sq。オーム・パー・スクウェア。)以下が好ましい。陽極の膜厚は、材料にもよるが、通常10 nm以上1 μm以下、好ましくは10 nm以上200 nm以下の範囲で選択される。

## 【0233】

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-銀合金などが使用できる。

30

陰極も、陽極と同様に、蒸着法などの方法で、例えば、電子輸送層や電子注入層上に薄膜を形成できる。また、陰極側から、発光層からの発光を取り出す態様を採用することもできる。発光層からの発光を陰極側から取り出す場合、陰極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 / 以下が好ましい。

陰極の膜厚は、材料にもよるが、通常10 nm以上1 μm以下、好ましくは50 nm以上200 nm以下の範囲で選択される。

## 【0234】

40

## (有機EL素子の各層の形成方法)

本発明の有機EL素子の各層の形成方法は特に限定されない。従来公知の真空蒸着法、スピンドルコート法等による形成方法を用いることができる。本発明の有機EL素子に用いる、有機層は、真空蒸着法、分子線蒸着法(MBE法、MBE; Molecular Beam Epitaxy)あるいは溶媒に解かした溶液のディッピング法、スピンドルコート法、キャスティング法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

## 【0235】

## (有機EL素子の各層の膜厚)

発光層の膜厚は、好ましくは5 nm以上50 nm以下、より好ましくは7 nm以上50

50

nm 以下、最も好ましくは 10 nm 以上 50 nm 以下である。発光層の膜厚を 5 nm 以上とすることで、発光層を形成し易くなり、色度を調整し易くなる。発光層の膜厚を 50 nm 以下とすることで、駆動電圧の上昇を抑制できる。

その他の各有機層の膜厚は特に制限されないが、通常は数 nm から 1 μm の範囲が好ましい。このような膜厚範囲とすることで、膜厚が薄すぎることに起因するピンホール等の欠陥を防止するとともに、膜厚が厚すぎることに起因する駆動電圧の上昇を抑制し、効率の悪化を防止できる。

【0236】

<第二実施形態>

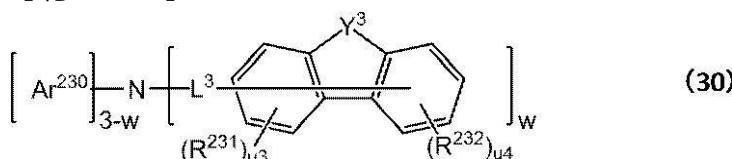
本発明の第二実施形態に係る有機 E L 素子の構成について説明する。第二実施形態の説明において第一実施形態と同一の構成要素は、説明を省略する。また、第二実施形態では、特に言及されない材料や化合物については、第一実施形態で説明したものと同様の材料や化合物を用いることができる。第二実施形態は、第二ホスト材料として下記一般式(30)で表される化合物を用いる点で、第一実施形態と異なる。

【0237】

本実施形態の第二ホスト材料としては、下記一般式(30)で表される化合物を用いることが好ましい。

【0238】

【化150】



【0239】

(前記一般式(30)において、

Ar<sup>230</sup> は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基である。

Y<sup>3</sup> は、酸素原子、硫黄原子および NR<sup>230</sup>、L<sup>3</sup> に単結合する窒素原子のいずれかから選ばれる。

L<sup>3</sup> 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 の芳香族炭化水素基である。

L<sup>3</sup> は、Y<sup>3</sup> を含む基の炭素原子に結合してもよいし、Y<sup>3</sup> が窒素原子の場合、Y<sup>3</sup> に結合してもよい。

w は 1 または 2 である。w が 1 のとき、2 つの Ar<sup>230</sup> は、互いに同一または異なる。

w が 2 のとき、下記一般式(30-1)で表される構造は互いに同一または異なる。

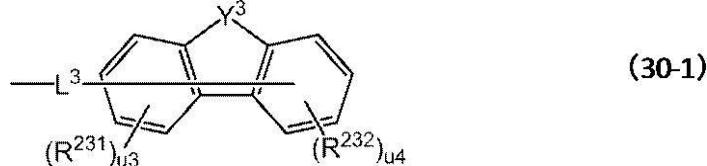
R<sup>230</sup> ~ R<sup>232</sup> は、それぞれ独立して、前記一般式(1)の R<sup>1</sup> と同義である。

u3, u4 は、それぞれ独立に 3 ~ 4 の整数である。

複数の R<sup>231</sup> は互いに同一または異なる。また、隣り合う R<sup>231</sup> は互いに結合して環を形成していてもよい。R<sup>232</sup> は、互いに同一または異なる。隣り合う R<sup>232</sup> は互いに結合して環を形成していてもよい。)

【0240】

【化151】



【0241】

(前記一般式(30-1)において、Y<sup>3</sup>, L<sup>3</sup>, R<sup>231</sup>, R<sup>232</sup>, u3, u4 は、それぞれ前記一般式(30)の Y<sup>3</sup>, L<sup>3</sup>, R<sup>231</sup>, R<sup>232</sup>, u3, u4 と同義である。

10

20

30

40

50

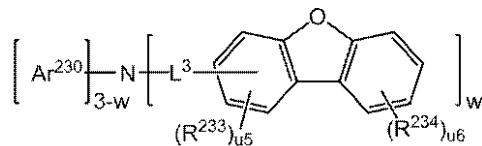
る。)

【0242】

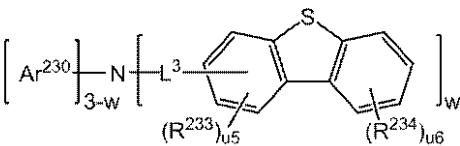
さらに、前記一般式(30)は、下記一般式(30-A)～(30-D)のいずれかで表される化合物であることが好ましい。

【0243】

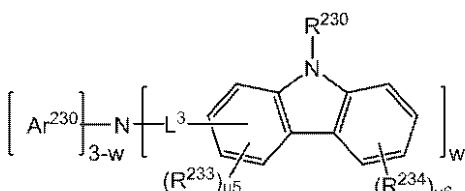
【化152】



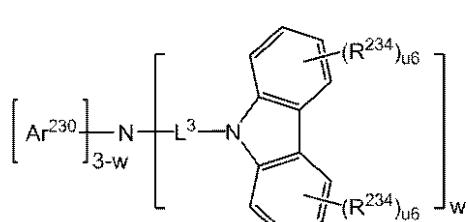
(30-A)



(30-B)



(30-C)



(30-D)

【0244】

(前記一般式(30-A)～(30-D)において、Ar<sup>230</sup>、L<sup>3</sup>、W、R<sup>230</sup>は、それぞれ前記一般式(30)のAr<sup>230</sup>、L<sup>3</sup>、W、R<sup>230</sup>と同義である。

R<sup>233</sup>、R<sup>234</sup>は、前記一般式(30)におけるR<sup>231</sup>およびR<sup>232</sup>と同義である。

u5は3であり、u6は4である。)

【0245】

前記一般式(30)および(30-A)～(30-D)において、Ar<sup>230</sup>およびL<sup>3</sup>は、置換もしくは無置換の縮合していない環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基であることが好ましい。縮合していない環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基とは、フェニル基または複数のベンゼン環が連結して形成される基であることが好ましい。特に、フェニル基、ビフェニル基、またはターフェニル基から選ばれるいずれかであることが好ましい。

【0246】

前記一般式(30)、(30-A)～(30-D)に記載の各置換基としては、前記一般式(1)～(3)、(1-1)～(1-6)および(2-1)～(2-4)に記載の各置換基において説明したものと同じである。

また、前記一般式(30)、(30-A)～(30-D)において、「置換もしくは無置換の」という場合における置換基も前述したものと同じである。

【0247】

以下に前記一般式(30)、(30-A)～(30-D)で表される化合物の具体例を示すが、本発明は、これらの例示化合物に限定されるものではない。

【0248】

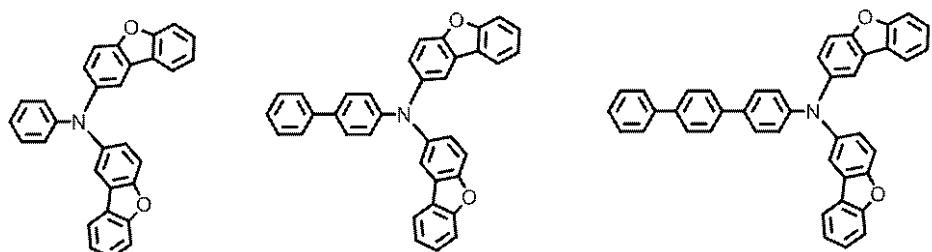
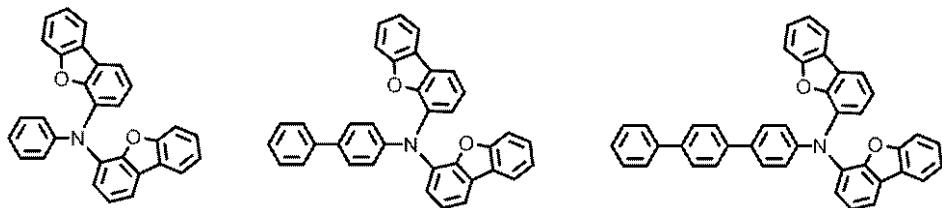
10

20

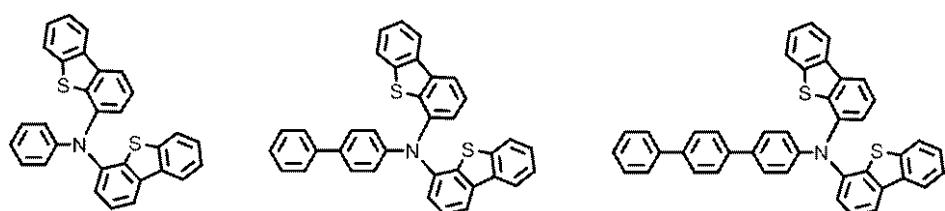
30

40

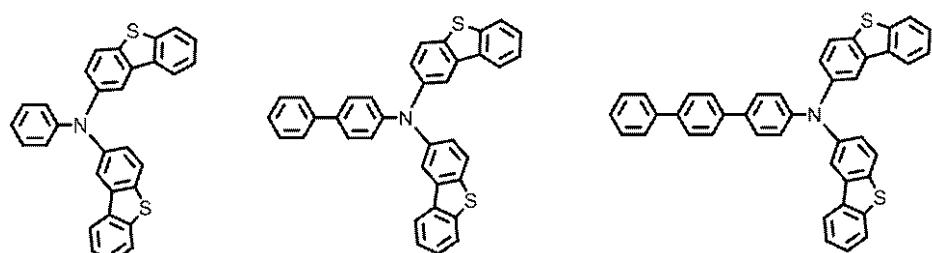
【化 1 5 3】



10



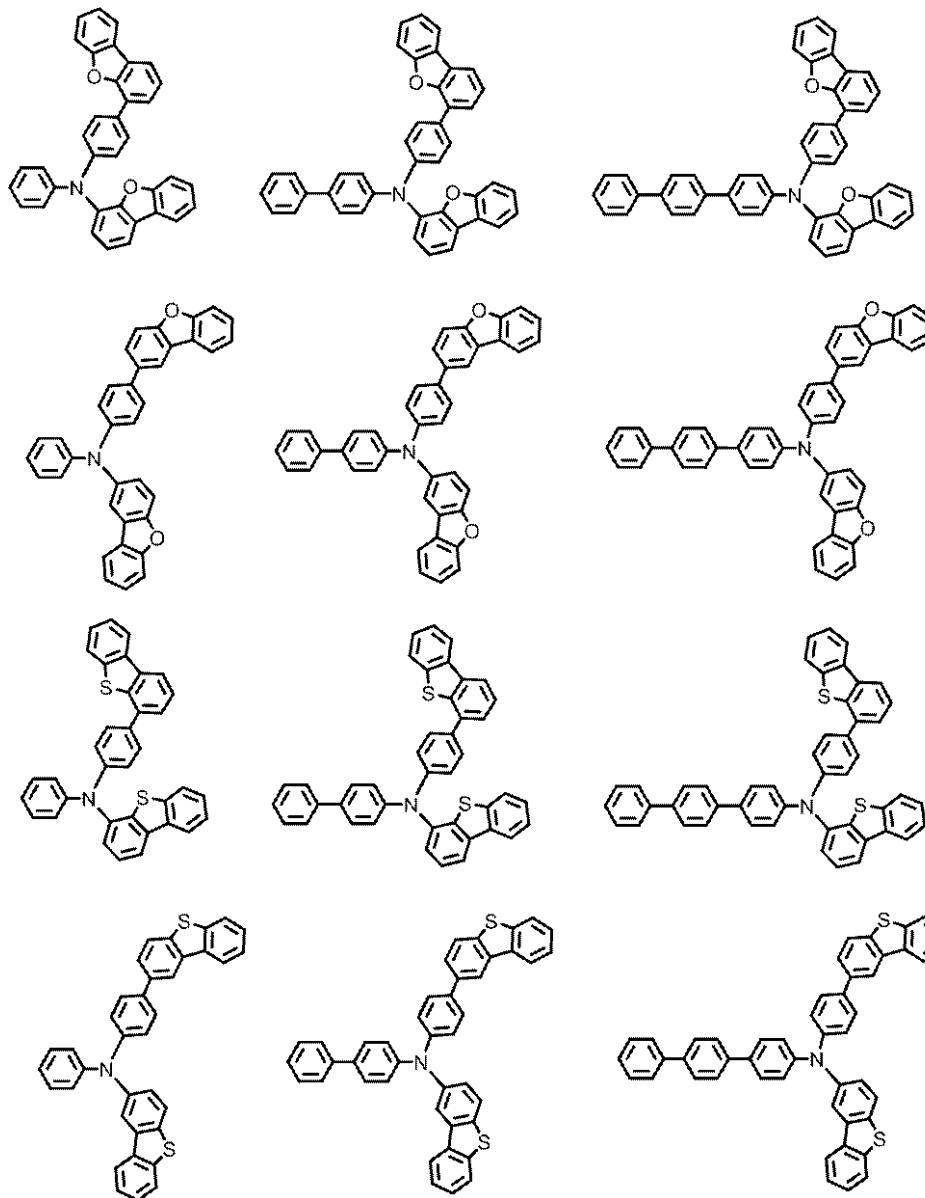
20



【 0 2 4 9 】

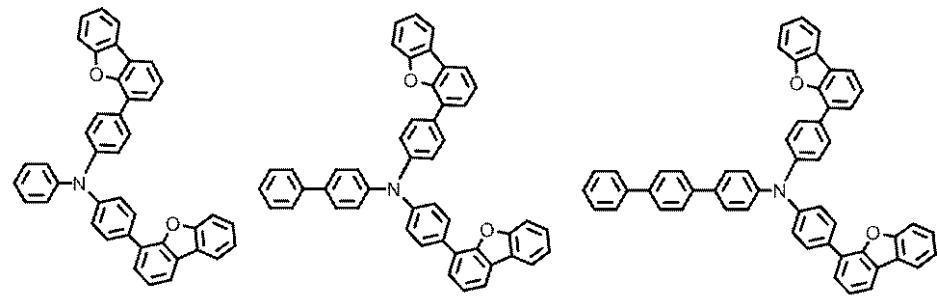
30

【化 154】

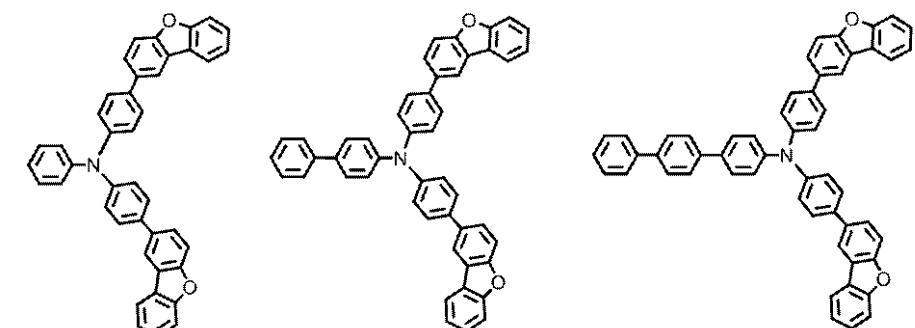


【 0 2 5 0 】

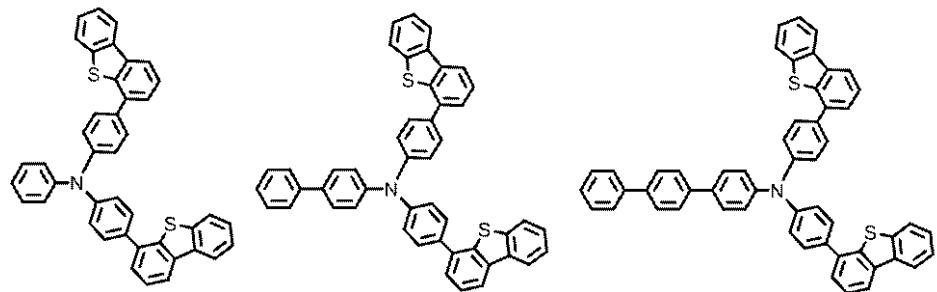
【化 155】



10



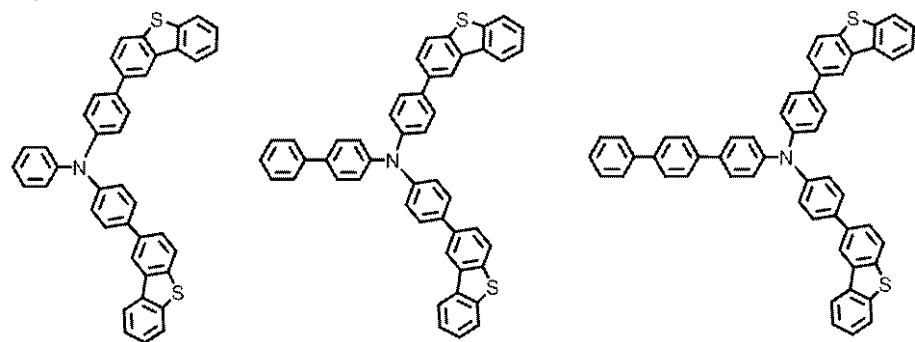
20



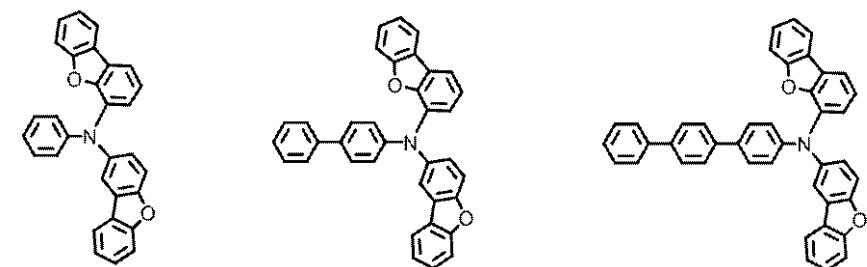
【0251】

30

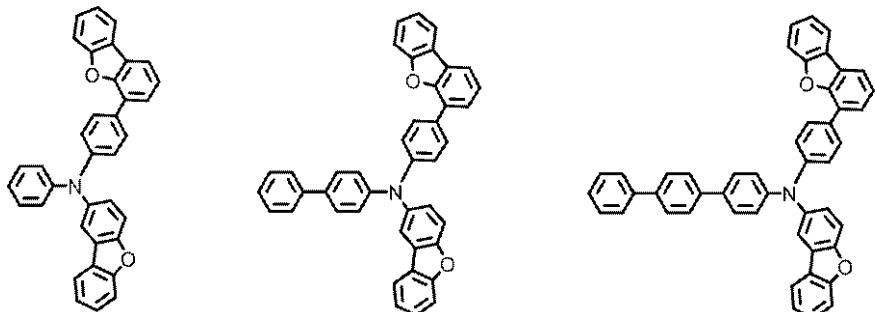
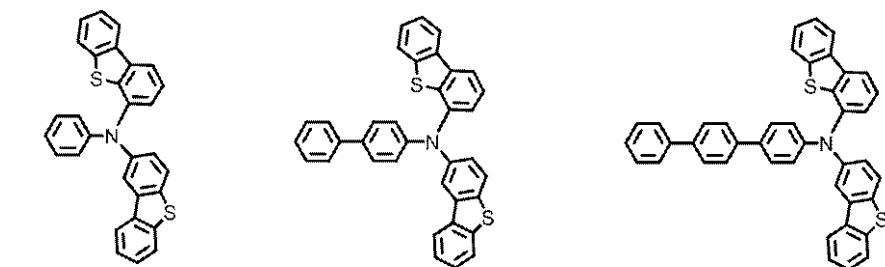
【化 156】



10



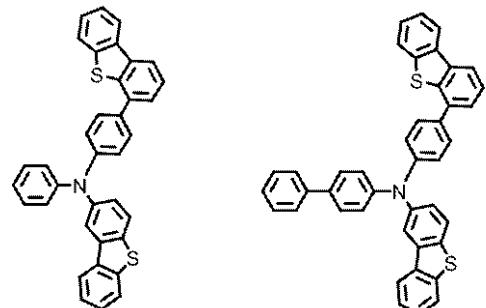
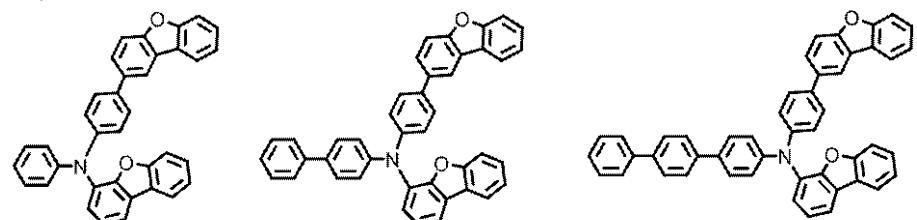
20



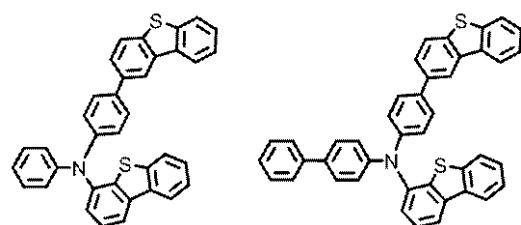
30

【0252】

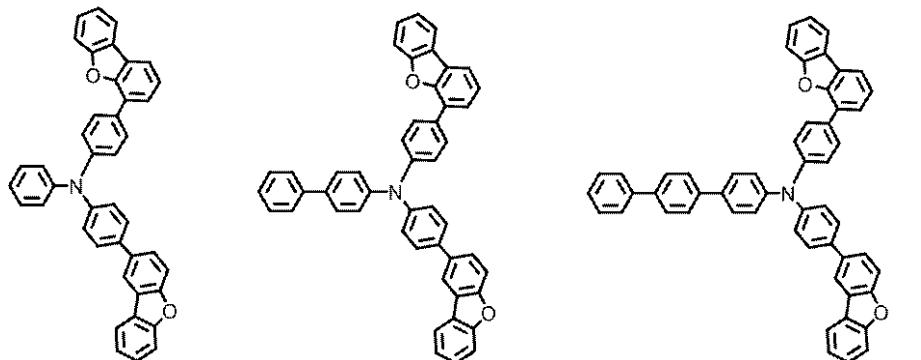
【化157】



10



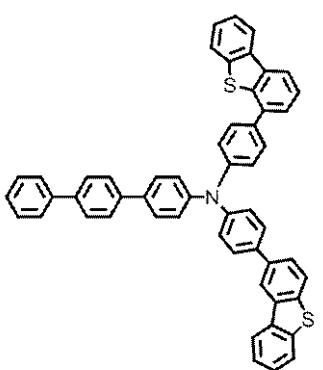
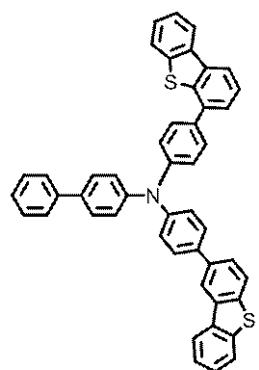
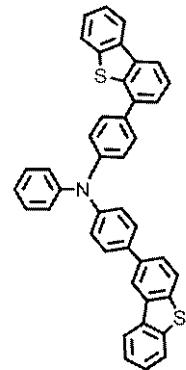
20



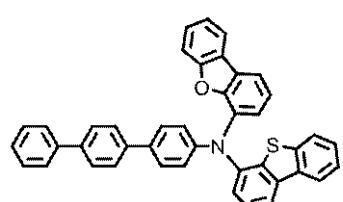
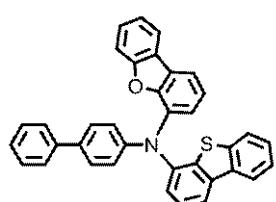
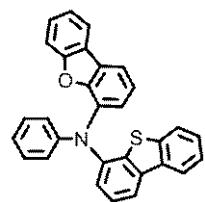
30

【0253】

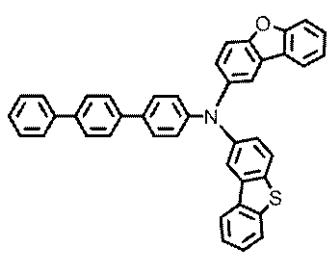
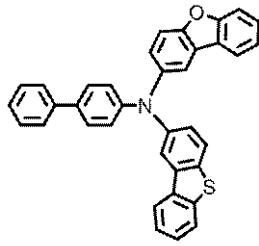
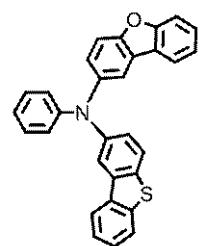
【化 158】



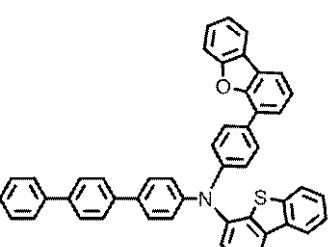
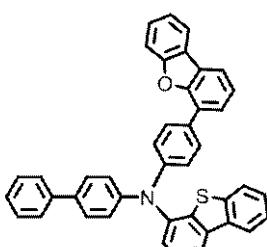
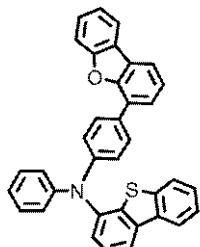
10



20

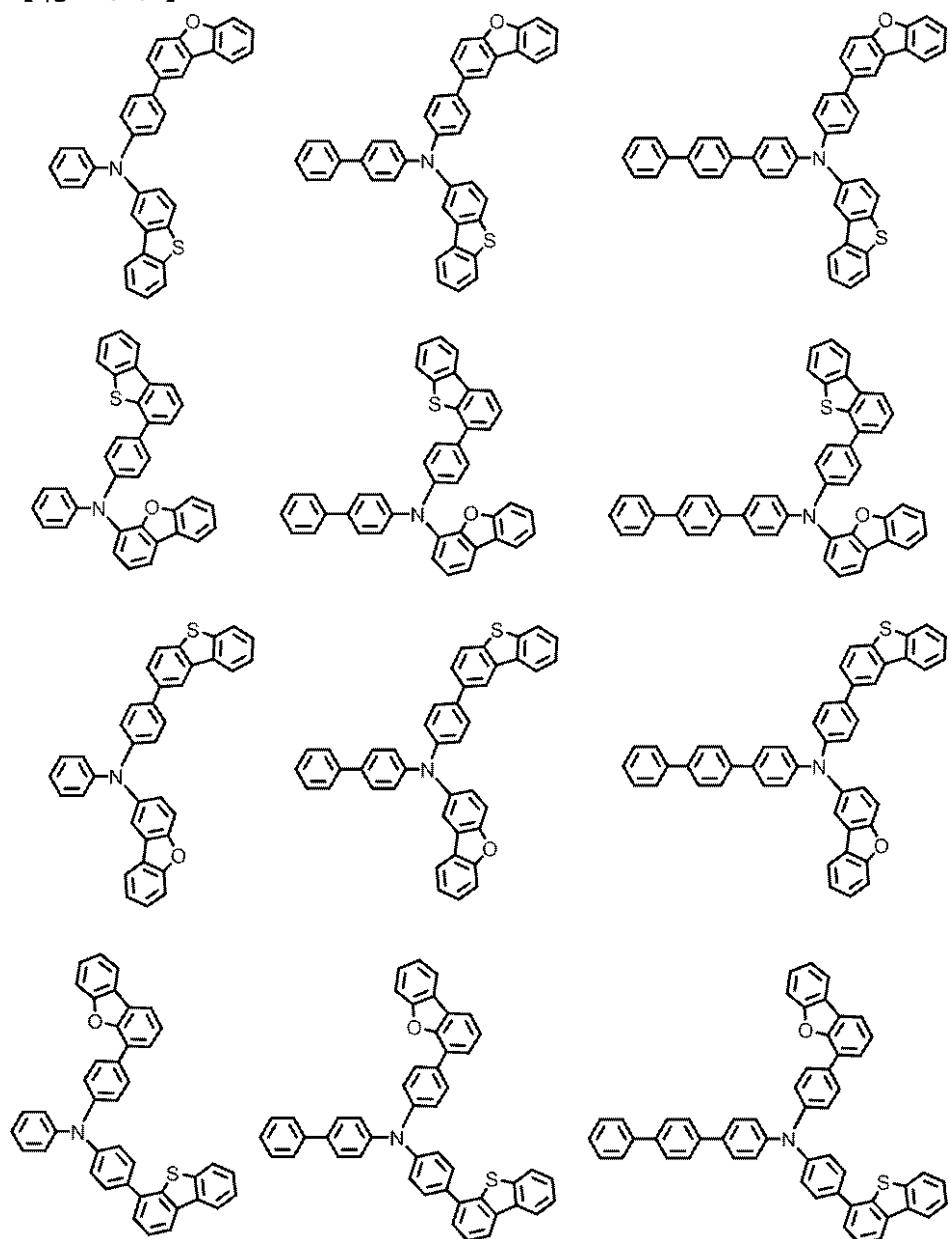


30



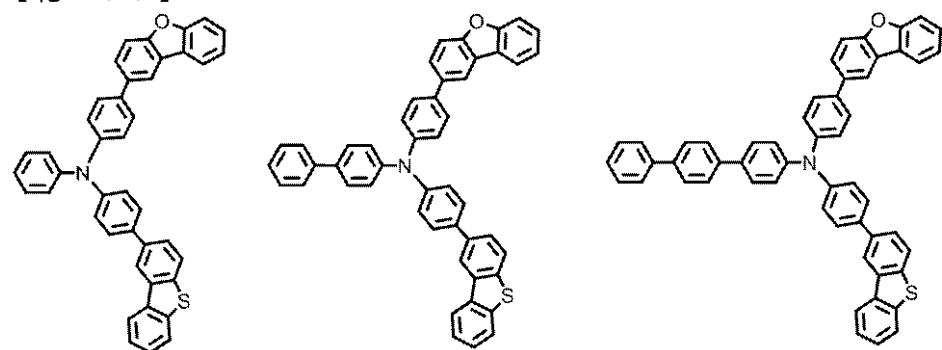
【0 2 5 4】

【化159】

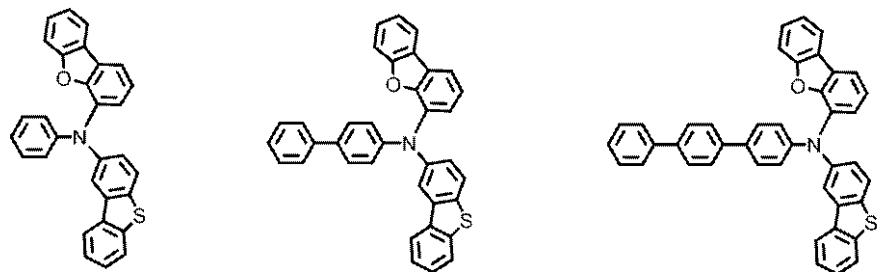


【0255】

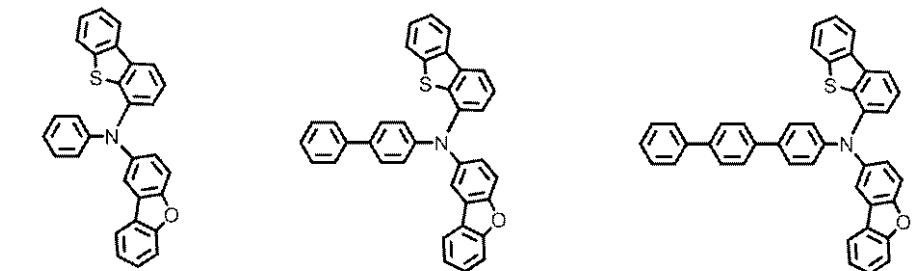
【化160】



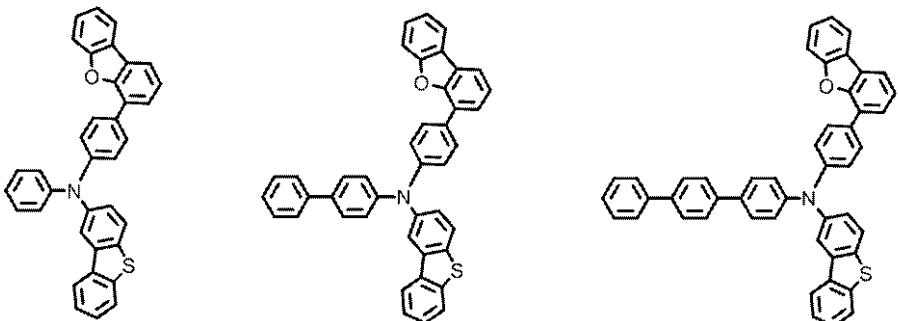
10



20

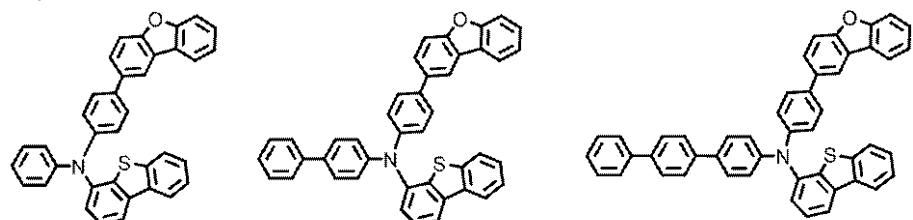


30

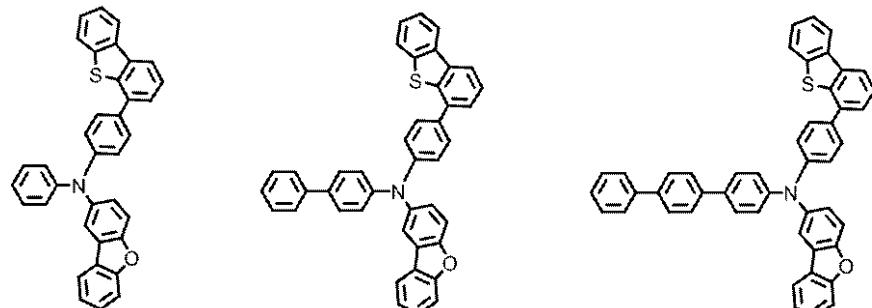


【0256】

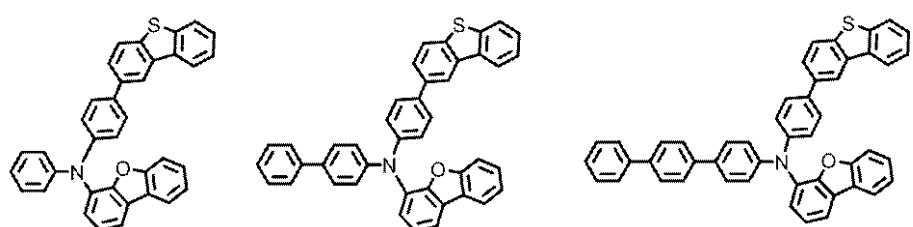
【化 1 6 1】



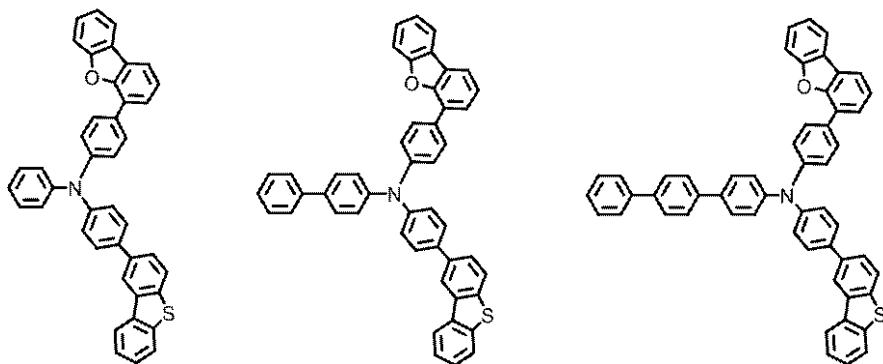
10



20

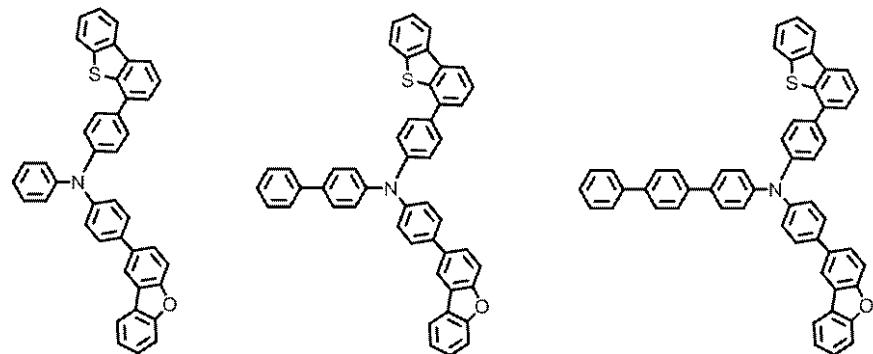


30

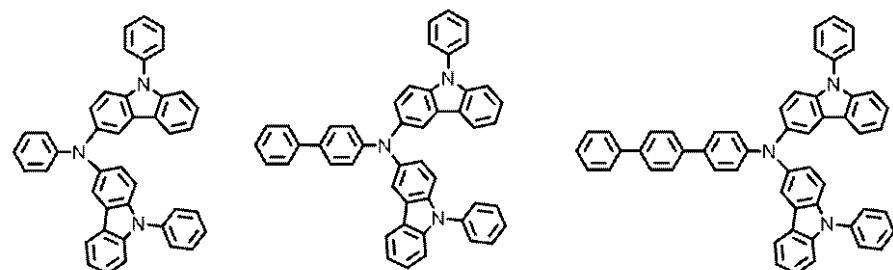


【 0 2 5 7 】

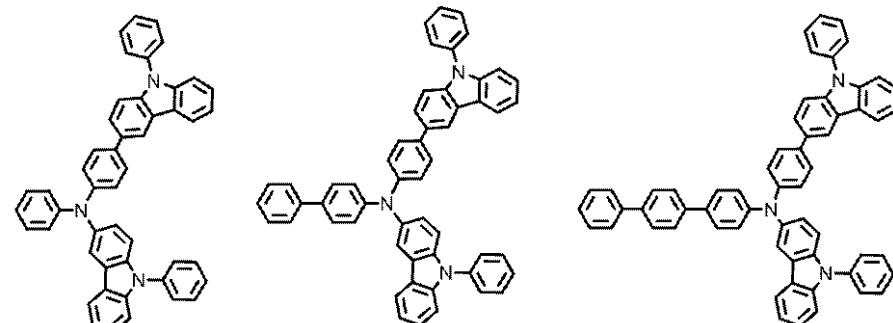
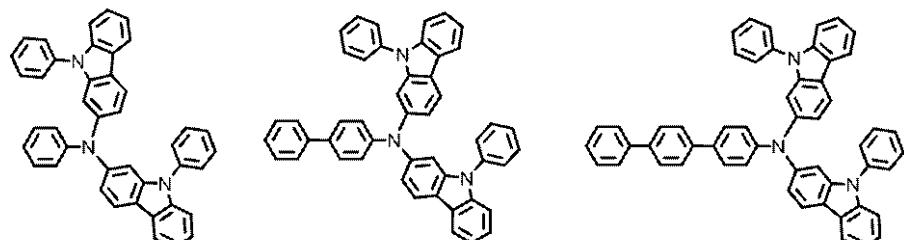
【化 162】



10



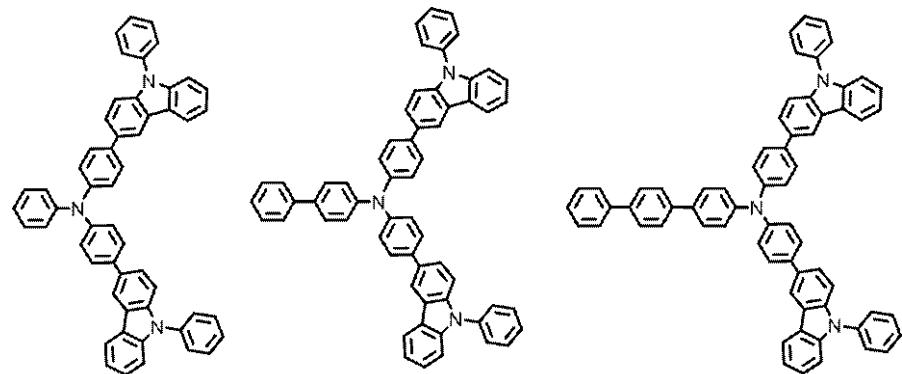
20



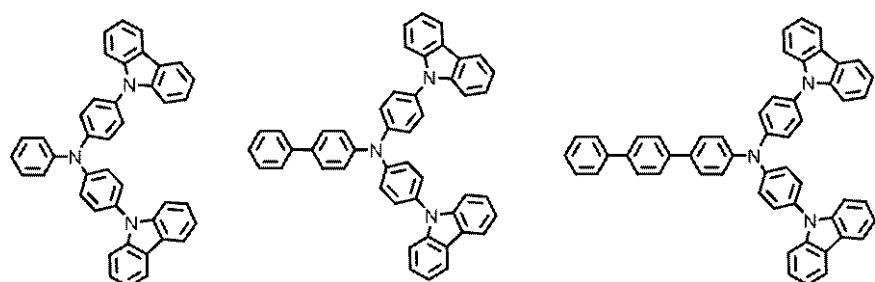
30

【 0 2 5 8 】

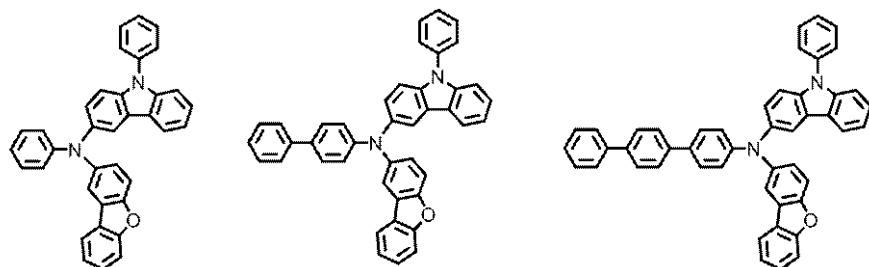
【化163】



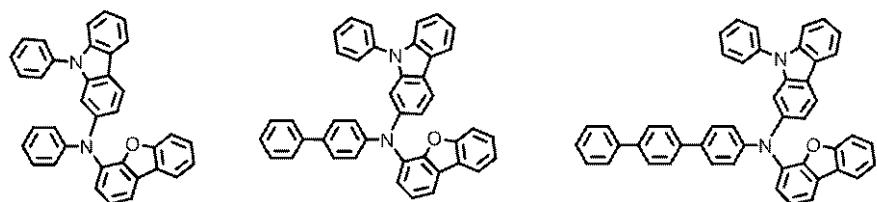
10



20

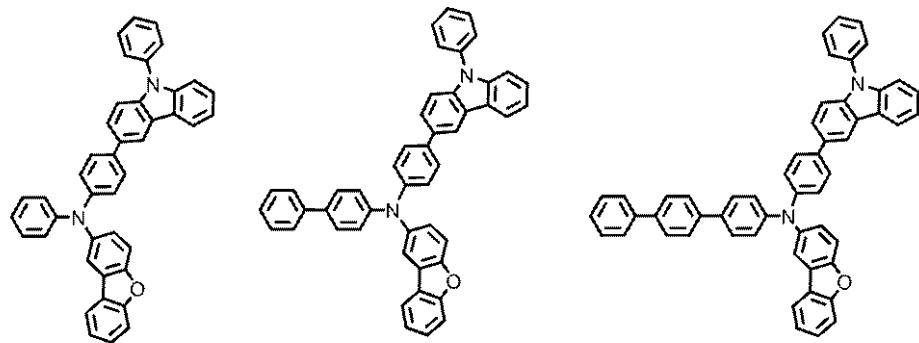


30

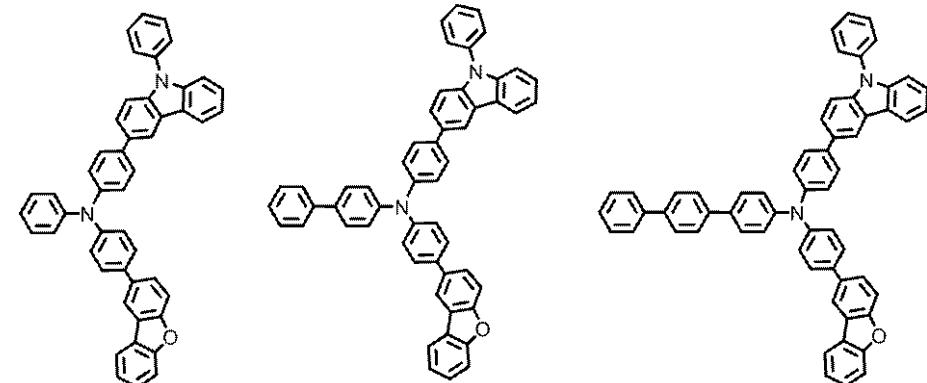


【0259】

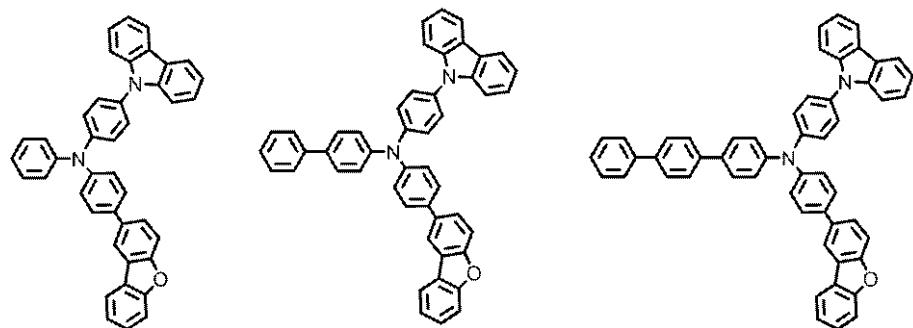
【化 164】



10



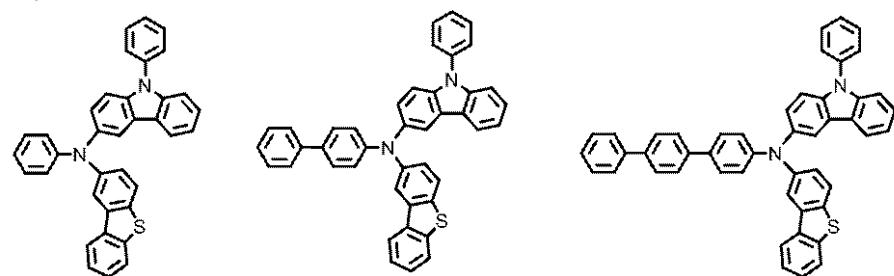
20



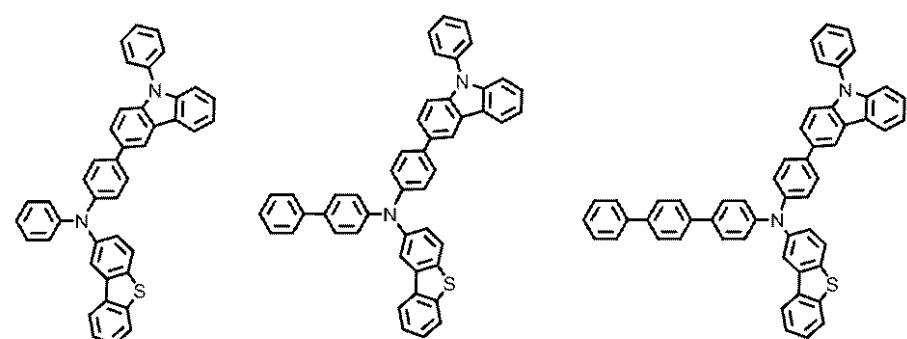
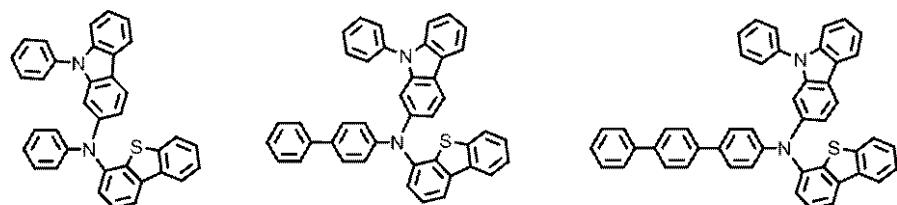
30

【0260】

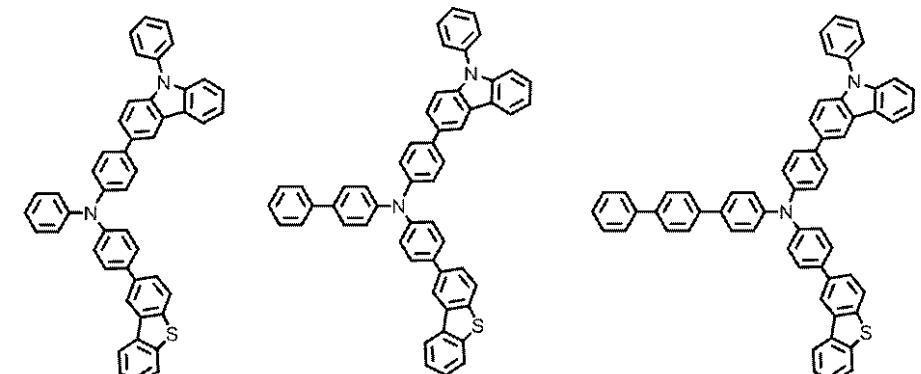
【化 1 6 5】



10



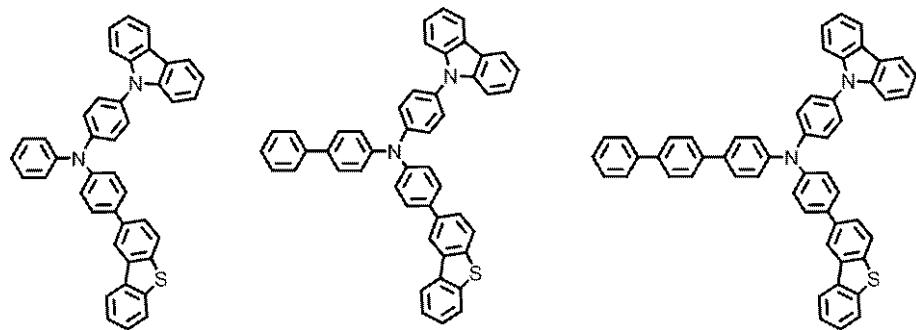
20



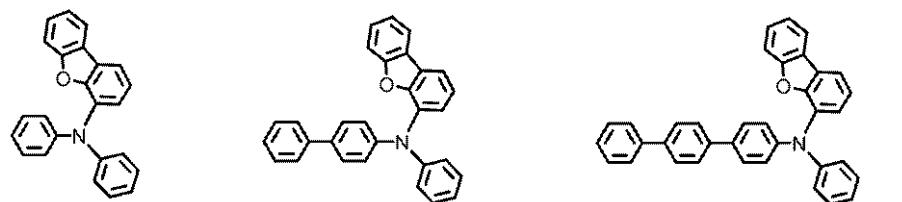
30

【 0 2 6 1 】

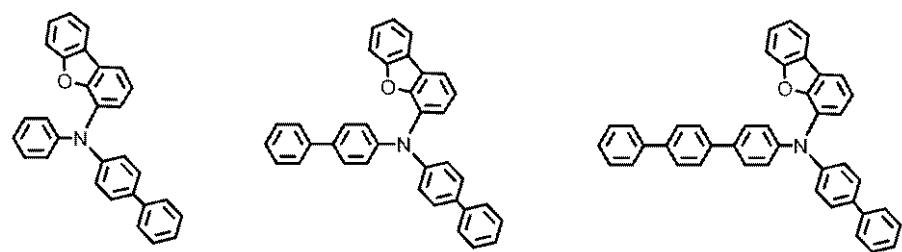
【化 166】



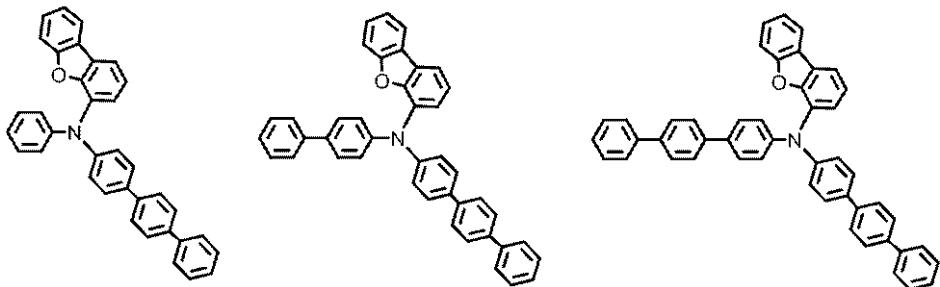
10



20

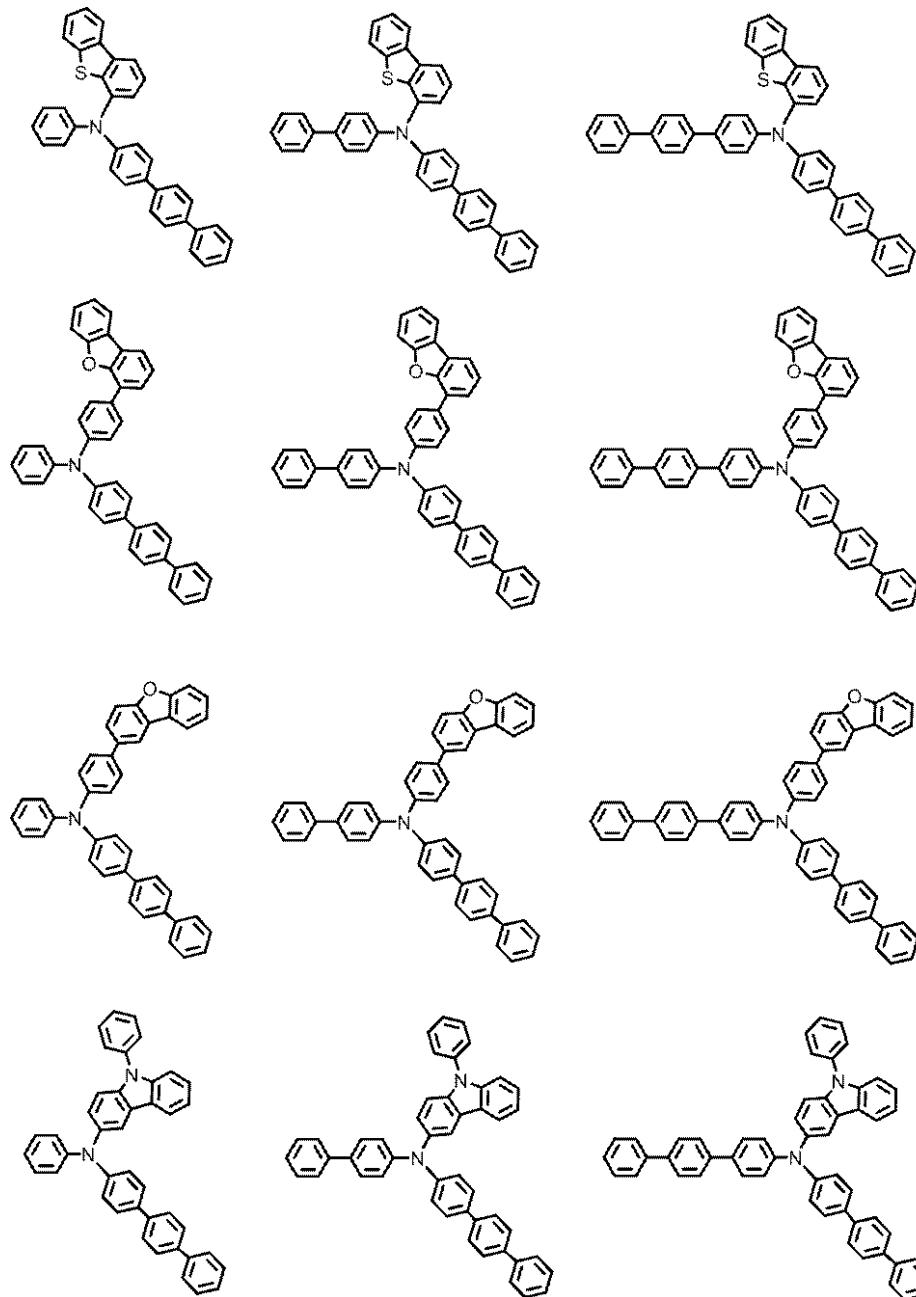


30



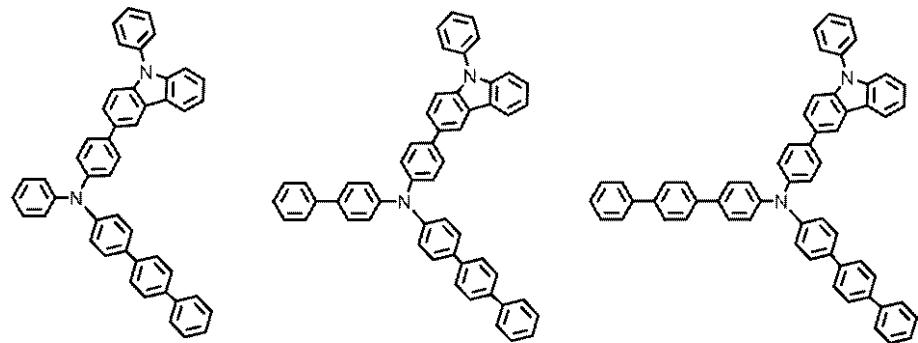
【0262】

【化 1 6 7】

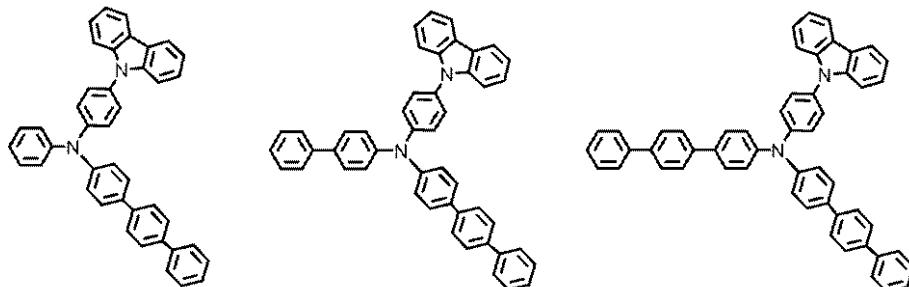


【 0 2 6 3 】

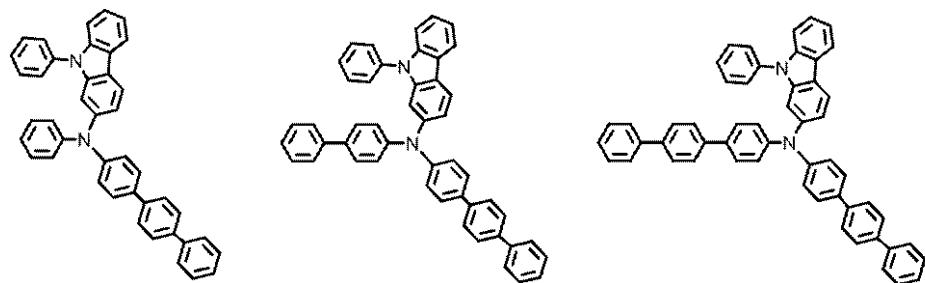
【化168】



10

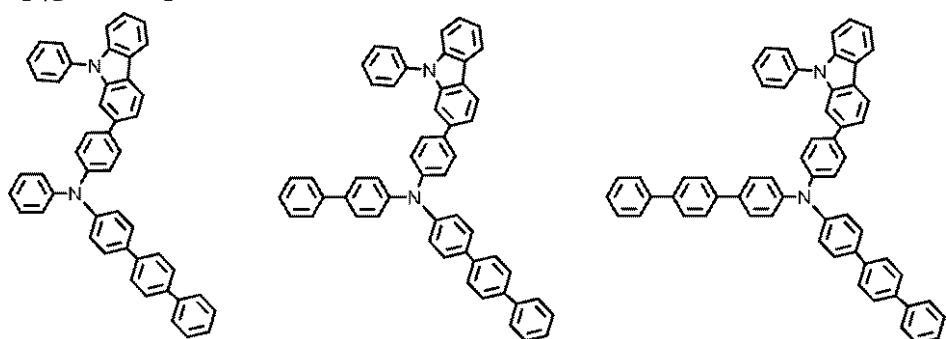


20



【0264】

【化169】



30

【0265】

・第一ホスト材料および第二ホスト材料の組み合わせ

40

上記第一実施形態および第二実施形態では、第一ホスト材料として、前記一般式(1)で表される化合物を用い、第二ホスト材料として、前記一般式(4)または前記一般式(30)で表される化合物を用いる。前記一般式(1)で表される化合物は、骨格的に安定しているため、この化合物を発光層のホスト材料に用いることで有機EL素子を長寿命化できる。しかしながら、前記一般式(1)で表される化合物は、ホール輸送性が十分とは言えない。一方、前記一般式(4)および前記一般式(30)で表される化合物は、電子ブロック性またはホール輸送性である。したがって、前記一般式(1)で表される化合物を用いた発光層に、前記一般式(4)または前記一般式(30)で表される化合物を組み合わせて用いることにより、有機EL素子のさらなる長寿命化が可能となる。

具体的には、第一ホスト材料で用いられるカルバゾリル基は、一般的に酸化(カチオン

50

/アニオン)しやすい基であることが知られている(特開2008-088083)。これにより、ホール輸送性として、機能するものの、還元に対する安定性は低いものと考えられる。

本発明では、カルバゾリル基に対して酸化し難いフラン化合物(ジベンゾフラニル基)、チオフェン化合物(ジベンゾチオフェニル基)を第一ホスト材料として使用するものである。

フラン化合物およびチオフェン化合物は、酸化し難いため、イオン化ポテンシャル(I<sub>p</sub>)がカルバゾリル化合物よりも大きい。そのため、還元に対する安定性は高くなる。フラン化合物(ジベンゾフラニル基)、チオフェン化合物(ジベンゾチオフェニル基)を有機EL素子として使用した場合、ホール注入性が不足し、有機EL素子の性能が低くなる。10

本発明では、前記一般式(1)で表される化合物と同時に前記一般式(4)又は前記一般式(30)で表される化合物を用いることにより、上述したホール不足の課題を解決することができることを見出した。前記一般式(4)又は前記一般式(30)で表される化合物はホール輸送性を担う。

#### 【0266】

##### [実施形態の変形]

なお、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変更、改良などは、本発明に含まれるものである。

#### 【0267】

発光層は、1層に限らず、複数の発光層が積層されていてもよい。有機EL素子が複数の発光層を有する場合、少なくとも1つの発光層が、前記一般式(1)で表される第一ホスト材料、一般式(4)で表される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していればよく、その他の発光層が蛍光発光型の発光層であっても、燐光発光型の発光層であってもよい。

また、有機EL素子が複数の発光層を有する場合、これらの発光層が互いに隣接して設けられていてもよいし、中間層を介して複数の発光ユニットが積層された、いわゆるタンデム型の有機EL素子であってもよい。

#### 【0268】

本発明では、前記発光層が電荷注入補助材を含有していることも好ましい。

エネルギーギャップが広いホスト材料を用いて発光層を形成した場合、ホスト材料のイオン化ポテンシャル(I<sub>p</sub>)と正孔注入・輸送層等のI<sub>p</sub>との差が大きくなり、発光層への正孔の注入が困難となり、十分な輝度を得るための駆動電圧が上昇するおそれがある。

このような場合、発光層に、正孔注入・輸送性の電荷注入補助剤を含有させることで、発光層への正孔注入を容易にし、駆動電圧を低下させることができる。

#### 【0269】

電荷注入補助剤としては、例えば、一般的な正孔注入・輸送材料等が利用できる。

具体例としては、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、ポリシラン系、アニリン系共重合体、導電性高分子オリゴマー(特にチオフェンオリゴマー)等を挙げることができる。

#### 【0270】

正孔注入性の材料としては前記のものを挙げることができるが、ポルフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第三級アミン化合物が好ましい。

#### 【0271】

また、2個の縮合芳香族環を分子内に有する、例えば、4,4'-ビス(N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ)ビフェニル(以下NPDと略記する)、またトリフェニ

10

20

30

40

50

ルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4', 4'', 4''' - トリス( N - (3 - メチルフェニル) - N - フェニルアミノ) トリフェニルアミン(以下MTDATAと略記する)等を挙げることができる。

また、ヘキサアザトリフェニレン誘導体等も正孔注入性の材料として好適に用いることができる。

また、p型Si、p型SiC等の無機化合物も正孔注入材料として使用することができる。

**【0272】**

**[電子機器]**

本発明の有機EL素子は、テレビ、携帯電話、若しくはパーソナルコンピュータ等の表示装置、又は照明、若しくは車両用灯具の発光装置等の電子機器として好適に使用できる。

**【実施例】**

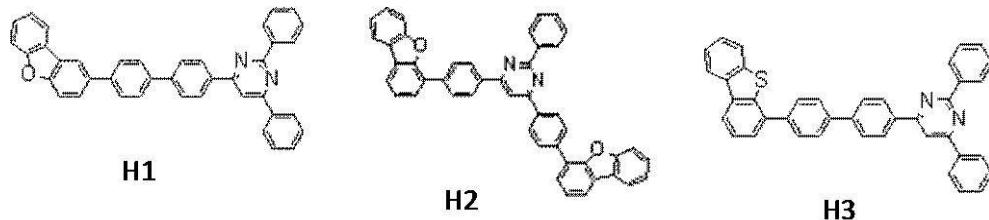
**【0273】**

以下、本発明に係る実施例を説明するが、本発明はこれらの実施例によって限定されない。

実施例および比較例で使用した化合物は、以下の通りである。

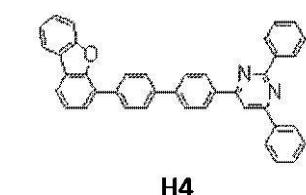
**【0274】**

**【化170】**



10

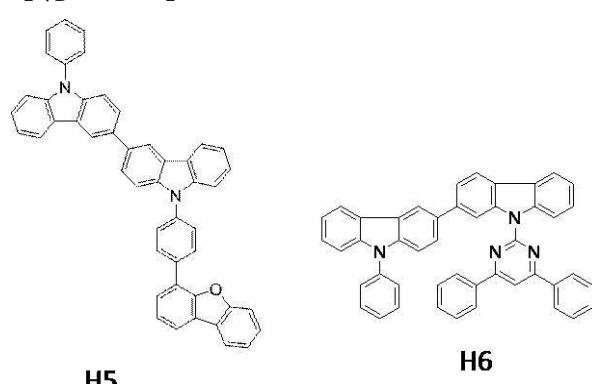
20



30

**【0275】**

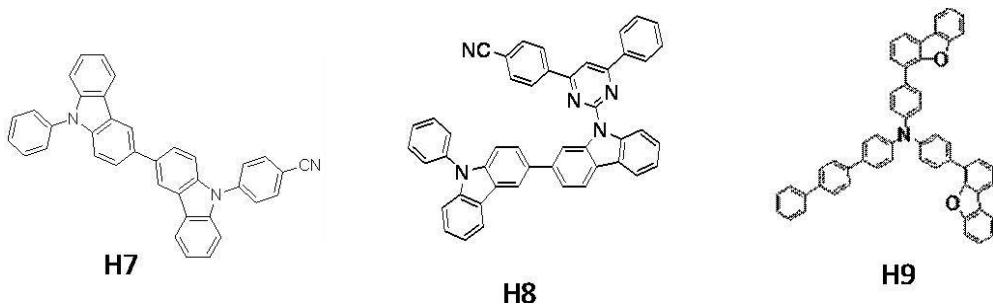
**【化171】**



40

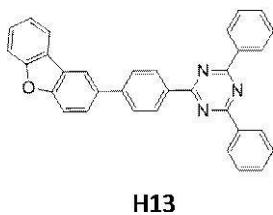
**【0276】**

【化 1 7 2 】



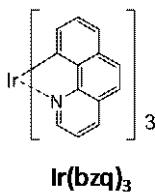
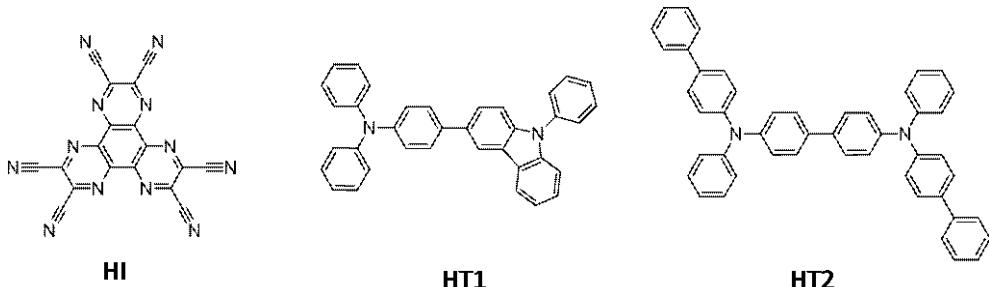
【 0 2 7 7 】

【化 1 7 3 】



【 0 2 7 8 】

【化 1 7 4 】



〔 0 2 7 9 〕

〔 627 〕

25 mm × 75 mm × 1.1 mm 厚の ITO 透明電極（陽極）付きガラス基板（ジオマティック社製）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 3.0 分間行なった。ITO の膜厚は 77 nm とした。

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透明電極を覆うようにして化合物 HIを蒸着し、膜厚 5 nm の化合物 HI 膜を形成した。この HI 膜は、正孔注入層として機能する。

このHT膜の成膜に続けて、化合物HT1を蒸着し、膜厚65nmのHT1膜を成膜した。このHT1膜は、正孔注人層として機能する。

さらにHT1膜上に、化合物HT2を蒸着し、膜厚10nmのHT2膜を成膜した。このHT2膜は、第二正孔輸送層として機能する。

この第二正孔輸送層上に、第一ホスト材料として化合物H1、第二ホスト材料として化合物H5および燐光発光性ドーパント材料として化合物D1( $\text{Ir}(\text{b}z\text{q})_3$ )を共蒸着し、膜厚25nmの発光層を成膜した。この発光層において、第一ホスト材料濃度は4.5質量%、第二ホスト材料濃度は4.5質量%、ドーパント材料濃度は1.0質量%とした。

10

20

30

40

50

この発光層上に電子輸送性化合物である E T 1 を蒸着し、膜厚 3 5 n m の電子輸送層を形成した。

この電子輸送層上に L i F を蒸着して、膜厚 1 n m の L i F 層を形成した。

この L i F 膜上に金属 A 1 を蒸着して、膜厚 8 0 n m の金属 A 1 陰極を形成した。

【 0 2 8 0 】

実施例 1 の有機 E L 素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO(77)/H1(5)/HT1(65)/HT2(10)/H1:H5:D1(25,45%:45%:10%)/ET1(35)/LiF(1)/Al(80)

なお、括弧内の数字は、膜厚（単位：n m）を示す。また、同じく括弧内において、パーセント表示された数字は、添加される成分の割合（質量%）を示す。

【 0 2 8 1 】

（実施例 2 ~ 1 1 ）

実施例 2 ~ 1 1 の有機 E L 素子は、それぞれ表 1 に示すように、発光層における材料を変更し、実施例 1 と同様にして作製した。

【 0 2 8 2 】

（比較例 1 ）

比較例 1 の有機 E L 素子は、第二ホスト材料を用いず、表 1 に示す第一ホスト材料の濃度を 9 0 質量% に変更して、実施例 1 と同様にして作製した。

【 0 2 8 3 】

【 表 1 】

	第一ホスト材料	第二ホスト材料	
実施例1	H1	H5	20
実施例2	H2	H6	
実施例3	H3	H6	
実施例4	H4	H6	
実施例5	H1	H6	
実施例6	H13	H6	
実施例7	H4	H7	
実施例8	H2	H7	
実施例9	H1	H8	
実施例10	H2	H8	
実施例11	H1	H9	30
比較例1	H1	-	

【 0 2 8 4 】

実施例 1 ~ 1 1 および比較例 1 において作製した有機 E L 素子について、以下の評価を行った。評価結果を表 2 に示す。

【 0 2 8 5 】

・駆動電圧

電流密度が 1 0 m A / c m <sup>2</sup> となるように I T O と A 1 との間に通電したときの電圧（単位：V）を計測した。

【 0 2 8 6 】

・電流効率 L / J

電流密度が 1 0 m A / c m <sup>2</sup> 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 C S - 1 0 0 0 (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、電流効率（単位：c d / A）を算出した。

【 0 2 8 7 】

・主ピーク波長 <sub>p</sub>

得られた上記分光放射輝度スペクトルから主ピーク波長 <sub>p</sub> を求めた。

【 0 2 8 8 】

・寿命 L T 8 0

電流密度が 5 0 m A / c m <sup>2</sup> となるように素子に電圧を印加し、初期輝度に対して輝度

40

50

が 80 % となるまでの時間 ( 単位 : h r s ) を測定した。

【 0 2 8 9 】

【 表 2 】

	電圧	L/J	$\lambda_p$	LT80
	(V)	(cd/A)	(nm)	(hrs)
実施例1	3.45	59.7	551	118
実施例2	2.96	47.9	553	131
実施例3	3.04	52.3	551	152
実施例4	3.06	54.4	554	179
実施例5	2.99	46.3	552	191
実施例6	2.95	53.2	551	214
実施例7	3.05	53.6	552	195
実施例8	2.98	50.5	551	194
実施例9	3.22	50.3	551	125
実施例10	3.11	48.5	551	179
実施例11	3.75	61.7	552	114
比較例1	4.29	47.8	555	82

10

【 0 2 9 0 】

表 2 から、前記一般式 ( 1 ) で表される第一ホスト材料と前記一般式 ( 4 ) で表される第二ホスト材料とを用いた実施例 1 ~ 11 では、ホスト材料を 1 種類しか用いなかつた比較例 1 に比べて、寿命が大幅に向上していることがわかる。

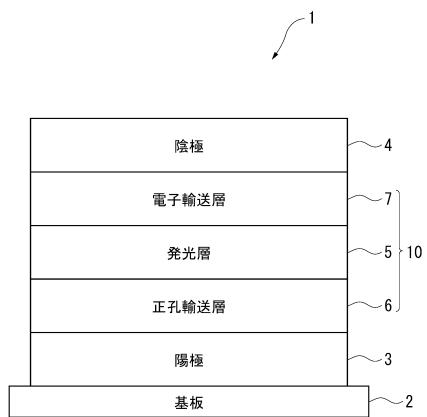
【 符号の説明 】

20

【 0 2 9 1 】

- 1 ... 有機 E L 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
- 10 ... 有機層

【図1】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2011/155507 (WO, A1)  
国際公開第2012/087961 (WO, A2)  
国際公開第2012/015274 (WO, A2)  
特開2005-255986 (JP, A)  
特開2008-135498 (JP, A)  
国際公開第2008/056746 (WO, A1)  
国際公開第2013/012297 (WO, A1)  
国際公開第2011/046182 (WO, A1)  
特開2006-135315 (JP, A)  
米国特許出願公開第2012/0126208 (US, A1)  
特開2012-080063 (JP, A)  
中国特許出願公開第102850329 (CN, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50  
C09K 11/06  
Caplus / REGISTRY (STN)