



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I606046 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：101143759

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 22 日

(51)Int. Cl. : C07D405/10 (2006.01)

C07D405/14 (2006.01)

C07D409/10 (2006.01)

C07D409/14 (2006.01)

H01L51/54 (2006.01)

H05B33/14 (2006.01)

(30)優先權：2011/11/22 日本

2011-255472

2012/09/03 日本

2012-193349

(71)申請人：出光興產股份有限公司 (日本) IDEMITSU KOSAN CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：水谷清香 MIZUTANI, SAYAKA (JP)；佐土貴康 SADO, TAKAYASU (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

EP 1962354A1

WO 2010044342A1

審查人員：官速貞

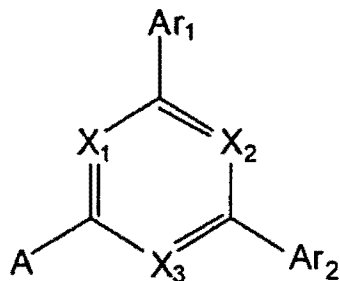
申請專利範圍項數：26 項 圖式數：14 共 195 頁

(54)名稱

芳香族雜環衍生物、有機電致發光元件用材料及有機電致發光元件

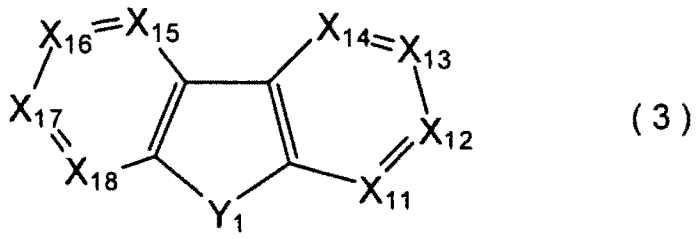
(57)摘要

本發明為一種有機 EL 元件，其係依順序具備陽極、發光層、電子輸送帶域及陰極，而前述電子輸送帶域包含下述一般式(1)所表示之芳香族雜環衍生物。下述一般式(1)中， $X_1$  至  $X_3$  為氮原子或  $CR_1$ ，A 為下述一般式(2)所表示者。下述一般式(2)中， $L_1$  為單鍵或連結基，HAr 為下述一般式(3)所表示者。下述一般式(3)中， $Y_1$  為氧原子、硫原子等， $X_{11}$  至  $X_{18}$  中之一個對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子，其以外為氮原子或  $CR_{13}$ 。



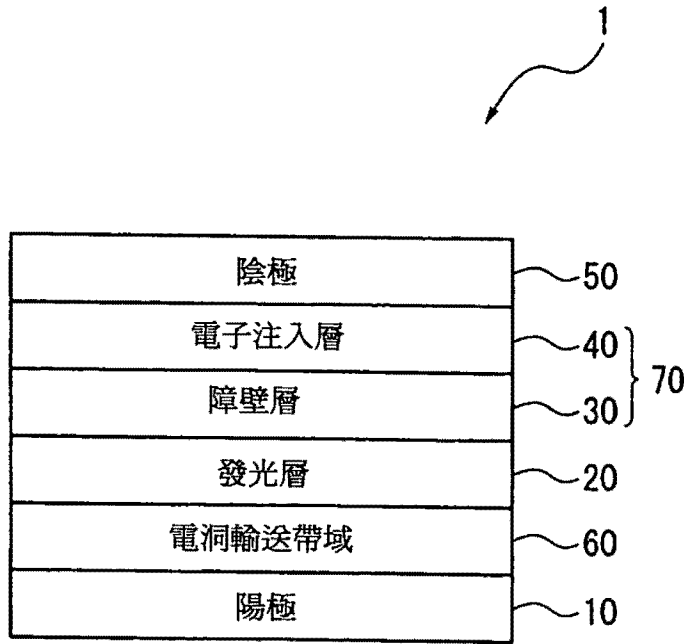
(1)

(HAr)<sub>a</sub>-L<sub>1</sub>- (2)



指定代表圖：

圖 1



符號簡單說明：

- 1 . . . 有機 EL 元件
- 10 . . . 陰極
- 20 . . . 發光層
- 30 . . . 障壁層
- 40 . . . 電子注入層
- 50 . . . 陰極
- 60 . . . 電洞輸送帶域
- 70 . . . 電子輸送帶域

公 告 本

## 發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101143759

C07D 405/10 (2006.01)

405/14 (2006.01)

409/10 (2006.01)

※申請日：101年11月22日

※IPC分類：

409/14 (2006.01)

H01L 51/54 (2006.01)

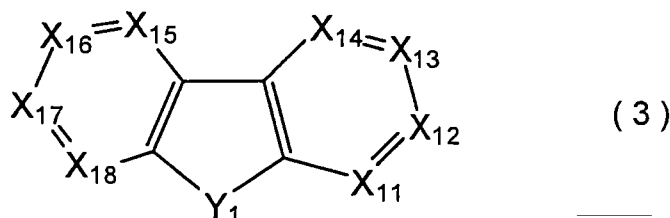
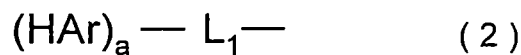
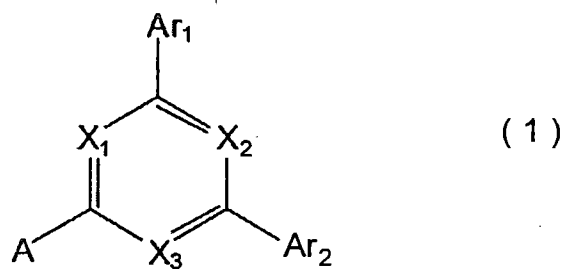
一、發明名稱：(中文/英文)

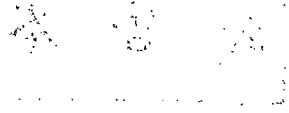
H05B 33/14 (2006.01)

芳香族雜環衍生物、有機電致發光元件用材料及有機電致發光元件

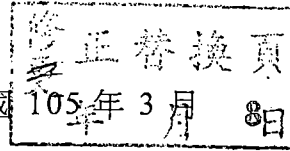
### 二、中文發明摘要：

本發明為一種有機 EL 元件，其係依順序具備陽極、發光層、電子輸送帶域及陰極，而前述電子輸送帶域包含下述一般式(1)所表示之芳香族雜環衍生物。下述一般式(1)中， $X_1$  至  $X_3$  為氮原子或  $CR_1$ ，A 為下述一般式(2)所表示者。下述一般式(2)中， $L_1$  為單鍵或連結基， $HAr$  為下述一般式(3)所表示者。下述一般式(3)中， $Y_1$  為氧原子、硫原子等， $X_{11}$  至  $X_{18}$  中之一個對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子，其以外為氮原子或  $CR_{13}$ 。





三、英文發明摘要：



四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

1 : 有機 EL 元件

10 : 陰極

20 : 發光層

30 : 障壁層

40 : 電子注入層

50 : 陰極

60 : 電洞輸送帶域

70 : 電子輸送帶域

I606046

第 101143759 號

民國 105 年 3 月 8 日修正

修正  
頁  
正  
換  
頁

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

## 六、發明說明

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於有機電致發光元件、可使用於該有機電致發光元件之芳香族雜環衍生物、及包含該芳香族雜環衍生物之有機電致發光元件用材料。

### 【先前技術】

有機電致發光元件(以下，亦有稱為有機 EL 元件)若依照發光原理進行分類，則可分為螢光型與磷光型之二種類。對有機 EL 元件施加電壓時，則由陽極注入電洞並由陰極注入電子，在發光層中此等進行再結合而形成激子。依據電子自旋之統計法則，單重態激子與三重態激子以 25%：75%之比例生成。螢光型中因係使用單重態激子所致之發光，內部量子效率之界限通稱為 25%。使用螢光材料之螢光型元件，最近雖然隨著長壽命化技術發展，且逐漸應用於行動電話或電視等之全彩顯示器，但與磷光型元件相比較，螢光型元件之高效率化仍係為課題。

相對於此，有關於螢光型元件之高效率化技術，則揭示有藉由 2 個 3 重項激子之衝突融合而生成 1 重項激子之現象，即藉由 TTF(Triplet-Triplet Fusion)現象，而取出源自三重態激子之發光之技術。在有效誘發 TTF 現象之障壁層中除要求使三重態能量變大之寬能隙，亦要求用以作為輸送電子之層之高電子耐性化合物。由此觀點，則認為以烴環所構成之化合物為較佳。

文獻 1(國際公開第 2010/001817 號)中揭示鄰接於螢光發光層之電子輸送層係使用具有芘骨架或蒽骨架且更具有選自咪唑基、二苯并咪喃基或二苯并苯硫基之取代基之化合物的有機 EL 元件。

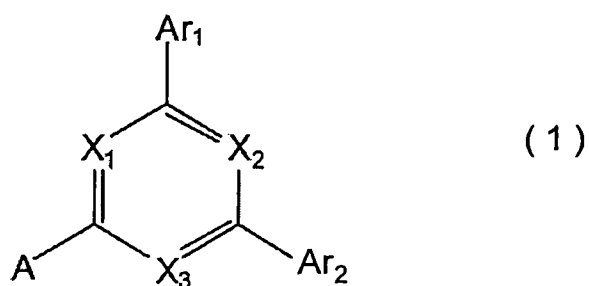
又，文獻 2(國際公開第 2010/134350 號)中揭示爲了有效誘發 TTF 現象而使用蒽蒽衍生物作爲障壁層之有機 EL 元件。

### 【發明內容】

本發明之目的在於提供一種高效率發光且以較低驅動電壓即可驅動之有機 EL 元件、可使用於該有機 EL 元件之芳香族雜環衍生物、及包含該芳香族雜環衍生物之有機 EL 元件用材料。

[1] 一種有機電致發光元件，其係依順序具備陽極、發光層、電子輸送帶域及陰極；

前述電子輸送帶域包含下述一般式(1)所表示之芳香族雜環衍生物。



(前述一般式(1)中， $X_1$  至  $X_3$  爲氮原子或  $CR_1$ 。

但， $X_1$  至  $X_3$  中，至少任一個爲氮原子。

$R_1$  各自獨立為

氫原子、

鹵素原子、

氰基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、

取代或無取代之碳數 2~30 之烯基、

取代或無取代之碳數 2~30 之炔基、

取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、

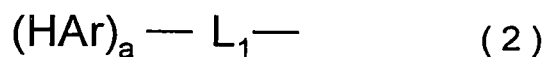
取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳矽基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳烷基、或

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基。

前述一般式(1)中，A 為下述一般式(2)所表示者。)



(前述一般式(2)中，HAr 為下述一般式(3)所表示者。

前述一般式(2)中，a 為 1 以上 5 以下之整數。

a 為 1 時， $L_1$  為單鍵或二價之連結基。

a 為 2 以上 5 以下時， $L_1$  為三價以上六價以下之連結基，HAr 可為相同或相異。

前述連結基為

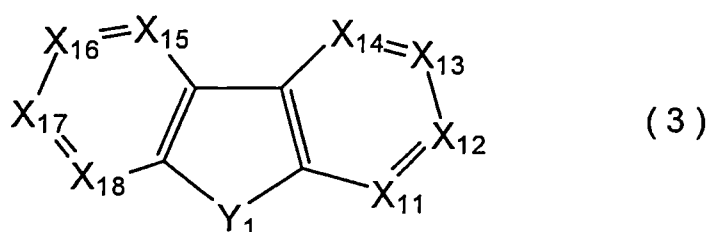
取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、

或、

由此等之基之 2 個或 3 個互相鍵結之基之任一者所衍生之二價以上六價以下之殘基。

尚且，互相鍵結之基可互為相同或相異。)



(前述一般式(3)中， $X_{11}$  至  $X_{18}$  各自獨立為氮原子、 $CR_{13}$ 、或對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子。

前述一般式(3)中， $Y_1$  為、氧原子、硫原子、 $SiR_{11}R_{12}$ 、或對  $R_{11}$  及  $L_1$  分別以單鍵鍵結之矽原子。

但，對  $L_1$  進行鍵結者為  $X_{11}$  至  $X_{18}$ 、及  $R_{11}$  至  $R_{12}$  中之碳原子、以及  $Y_1$  中之矽原子之任一個。

$R_{11}$  及  $R_{12}$  係與前述一般式(1)中之  $R_1$  同義。 $R_{11}$  及  $R_{12}$  可為相同或相異。

$R_{13}$  各自獨立為

氫原子、

鹵素原子、

氰基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、

取代或無取代之碳數 2~30 之烯基、

取代或無取代之碳數 2~30 之炔基、

取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳矽基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳烷基、或

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基

複數之  $R_{13}$  可互為相同或相異。又，相鄰之  $R_{13}$  亦可互相鍵結而形成環。

前述一般式(1)中， $Ar_1$  及  $Ar_2$  各自獨立為

前述一般式(2)所表示者、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、或、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基。)

[2] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述一般式(3)中之  $X_{13}$  或  $X_{16}$  為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子。

[3] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述一般式(3)中之  $X_{11}$  或  $X_{18}$  為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子。

[4] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述一般式(2)中之  $a$  為 1 以上 3 以下之整數。

[5] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述一般式(2)中之  $a$  為 1 或 2。

[6] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述

一般式(2)中之  $a$  為 1，而前述一般式(2)中之  $L_1$  為連結基，且連結基為取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基之二價殘基，或，取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基之二價殘基。

[7] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述一般式(2)中之  $a$  為 2，而前述一般式(2)中之  $L_1$  為連結基，且連結基為取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基之三價殘基，或，取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基之三價殘基。

[8] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述一般式(3)中之  $Y_1$  為氧原子或硫原子。

[9] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述一般式(3)中之  $Y_1$  為氧原子或硫原子，而  $X_{11}$  至  $X_{18}$  中之一個為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子，其以外為  $CR_{13}$ 。

[10] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述一般式(1)中之  $X_1$  至  $X_3$  之中，任意 2 個或 3 個氮原子。

[11] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述一般式(2)中之  $L_1$  為由苯、聯苯、聯三苯、萘、及菲之任一者所衍生之二價或三價之殘基。

[12] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述電子輸送帶域包含障壁層，而前述障壁層含有前述一般式(1)所表示之芳香族雜環衍生物。

[13] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中於前述障壁層與前述陰極之間具備電子注入層及電子輸送層之

中之至少任一者，

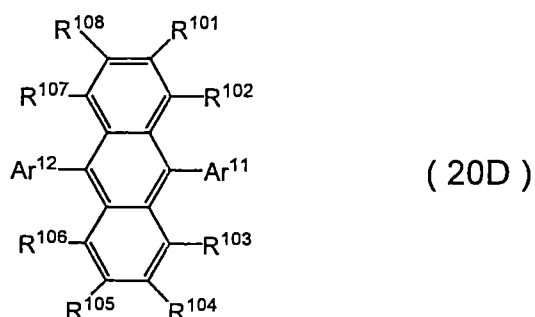
前述電子注入層及前述電子輸送層中之至少任一者含有電子供予性摻雜劑材料及有機金屬錯合物之至少任一者。

[14] 如前述本發明之有機電致發光元件中，其中前述電子供予性摻雜劑材料為選自由鹼金屬、鹼土類金屬、稀土類金屬、鹼金屬之氧化物、鹼金屬之鹵化物、鹼土類金屬之氧化物、鹼土類金屬之鹵化物、稀土類金屬之氧化物、及稀土類金屬之鹵化物所成群之 1 種或 2 種以上，

前述有機金屬錯合物為選自由包含鹼金屬之有機金屬錯合物、包含鹼土類金屬之有機金屬錯合物、及包含稀土類金屬之有機金屬錯合物所成群之 1 種或 2 種以上。

[15] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述發光層係與含有前述芳香族雜環衍生物之前述電子輸送帶域相接。

[16] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述發光層包含下述式 (20D) 所表示之蔥衍生物。

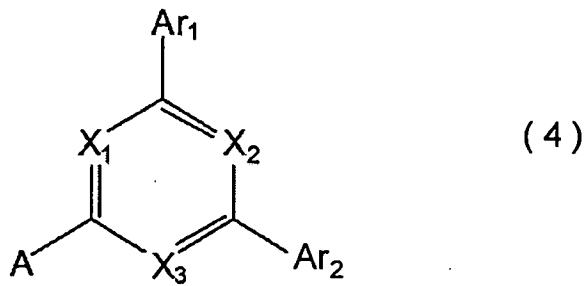


(前述一般式 (20D) 中，Ar<sup>11</sup> 及 Ar<sup>12</sup> 各自獨立為

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之單環基、  
 取代或無取代之環形成原子數 10~30 之縮合環基、或  
 由前述單環基與前述縮合環基之組合所構成之基。  
 前述一般式(20D)中， $R^{101}$  至  $R^{108}$  係各自獨立為  
 氫原子、  
 鹵素原子、  
 氰基  
 取代或無取代之環形成原子數 5~30 之單環基、  
 取代或無取代之環形成原子數 10~30 之縮合環基、  
 由前述單環基與前述縮合環基之組合所構成之基、  
 取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、  
 取代或無取代之環形成碳數 3~30 之環烷基、  
 取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、  
 取代或無取代之環形成碳數 8~30 之芳矽基、  
 取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、  
 取代或無取代之碳數 7~30 之芳烷基、  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基、或  
 取代或無取代之矽基。)

[17] 如前述本發明之有機電致發光元件，其中前述發光層含有主波峰波長在 500nm 以下之螢光發光性摻雜劑材料。

[18] 一種下述一般式(4)所表示之芳香族雜環衍生物。



(前述一般式(4)中， $X_1$ 至 $X_3$ 為氮原子或 $CR_1$ 。

但， $X_1$ 至 $X_3$ 之中，至少任一個為氮原子。

$R_1$ 各自獨立為

氫原子、

鹵素原子、

氰基、

取代或無取代之環形成碳數6~30之芳基、

取代或無取代之環形成原子數5~30之雜環基、

取代或無取代之碳數1~30之烷基、

取代或無取代之碳數2~30之烯基、

取代或無取代之碳數2~30之炔基、

取代或無取代之碳數3~30之烷矽基、

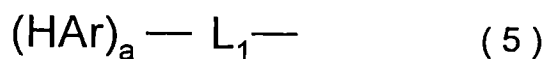
取代或無取代之環形成碳數6~30之芳矽基、

取代或無取代之碳數1~30之烷氧基、

取代或無取代之環形成碳數6~30之芳烷基、或

取代或無取代之環形成碳數6~30之芳氧基。

前述一般式(4)中，A為下述一般式(5)所表示者。)



(前述一般式(5)中，HAr 爲下述一般式(6)所表示者。

前述一般式(5)中，a 爲 1 以上 5 以下之整數。

a 爲 1 時， $L_1$  爲二價之連結基。

a 爲 2 以上 5 以下時， $L_1$  爲三價以上六價以下之連結基，HAr 可爲相同或相異。

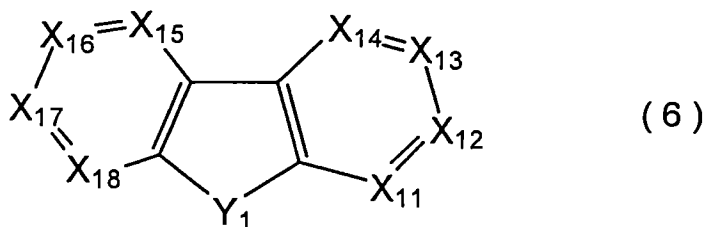
前述連結基爲

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、  
或、

由此等之基之 2 個或 3 個互相鍵結之基之任一者所衍生之二價以上六價以下之殘基。

尚且，互相鍵結之基可互爲相同或相異。)



(前述一般式(6)中， $Y_1$  爲氧原子、或硫原子。

前述一般式(6)中， $X_{11}$  及  $X_{18}$  爲氮原子或  $CR_{13}$ 。

前述一般式(6)中， $X_{12}$  至  $X_{17}$  中之一個爲對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子，其以外爲氮原子或  $CR_{13}$ 。

$R_{13}$  各自獨立爲

氫原子、

鹵素原子、

氰基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、

取代或無取代之碳數 2~30 之烯基、

取代或無取代之碳數 2~30 之炔基、

取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳矽基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳烷基、或

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基。

複數之  $R_{13}$  可互為相同或相異。又，相鄰之  $R_{13}$  亦可互相鍵結而形成環。

前述一般式(4)中， $Ar_1$  及  $Ar_2$  各自獨立為

前述一般式(5)所表示者、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基，或，

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基。)

[19] 如前述本發明之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(6)中之  $X_{13}$  或  $X_{16}$  為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子。

[20] 如前述本發明之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(5)中之  $a$  為 1 以上 3 以下之整數。

[21] 如前述本發明之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(5)中之  $a$  為 1 或 2。

[22] 如前述本發明之芳香族雜環衍生物，其中前述

一般式(5)中之  $a$  為 1，前述一般式(5)中  $L_1$  為連結基，且連結基為取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基之二價之殘基，或，取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基之二價殘基。

[23] 如前述本發明之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(5)中之  $a$  為 2，而前述一般式(5)中之  $L_1$  為連結基，且連結基為取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基之三價殘基，或，取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基之三價殘基。

[24] 如前述本發明之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(6)中之  $Y_1$  為氧原子。

[25] 如前述本發明之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(6)中之  $Y_1$  為氧原子，

前述一般式(6)中之  $X_{11}$  及  $X_{18}$  為  $CR_{13}$ ，

前述一般式(6)中之  $X_{12}$  至  $X_{17}$  中之一個為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子，其以外為  $CR_{13}$ 。

[26] 如前述本發明之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(4)中之  $X_1$  至  $X_3$  之中，任意 2 個或 3 個為氮原子。

[27] 如前述本發明之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(5)中之  $L_1$  為由苯、聯苯、聯三苯、萘、及菲之一者所衍生之二價或三價之殘基。

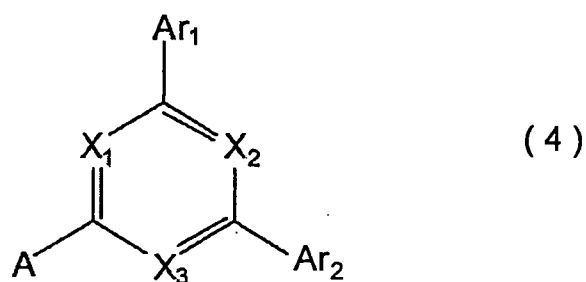
[28] 一種有機電致發光元件用材料，其係包含如前述本發明之芳香族雜環衍生物。

根據本發明可提供以高效率發光且以低驅動電壓即可驅動之有機 EL 元件、可使用於該有機 EL 元件之芳香族雜環衍生物、及包含該芳香族雜環衍生物之有機 EL 元件用材料。

### 【實施方式】

〔芳香族雜環衍生物〕

本發明之芳香族雜環衍生物為下述一般式(4)所表示者。



(前述一般式(4)中， $X_1$  至  $X_3$  為氮原子或  $CR_1$ 。

但， $X_1$  至  $X_3$  之中，至少任一個為氮原子。

$R_1$  係各自獨立為

氫原子、

鹵素原子、

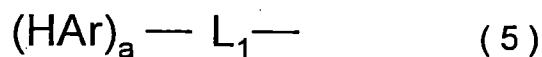
氰基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、

取代或無取代之碳數 2~30 之烯基、  
 取代或無取代之碳數 2~30 之炔基、  
 取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳矽基、  
 取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳烷基、或  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基。  
 前述一般式(4)中，A 爲下述一般式(5)所表示者。)



(前述一般式(5)中，HAr 爲下述一般式(6)所表示者。

前述一般式(5)中，a 爲 1 以上 5 以下之整數。

a 爲 1 時，L<sub>1</sub> 爲二價之連結基。

a 爲 2 以上 5 以下時，L<sub>1</sub> 爲三價以上六價以下之連結基，HAr 可爲相同或相異。

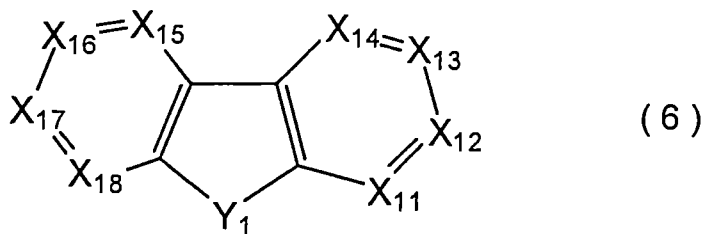
前述連結基爲

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、  
 或、

由此等之基之 2 個或 3 個互相鍵結之基之任一者所  
 衍生之二價以上六價以下之殘基。

尚且，互相鍵結之基可互爲相同或相異。)



(前述一般式(6)中， $Y_1$  為氧原子或硫原子。

前述一般式(6)中， $X_{11}$  及  $X_{18}$  為氮原子或  $CR_{13}$ 。

前述一般式(6)中， $X_{12}$  至  $X_{17}$  中之一個為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子，其以外為氮原子或  $CR_{13}$ 。

$R_{13}$  係各自獨立為

氫原子、

鹵素原子、

氰基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、

取代或無取代之碳數 2~30 之烯基、

取代或無取代之碳數 2~30 之炔基、

取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳矽基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳烷基、或

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基。

複數之  $R_{13}$  可互為相同或相異。又，相鄰之  $R_{13}$  亦可相互鍵結而形成環。

前述一般式(4)中，Ar<sub>1</sub>及Ar<sub>2</sub>係各自獨立為

前述一般式(5)所表示者、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、或、

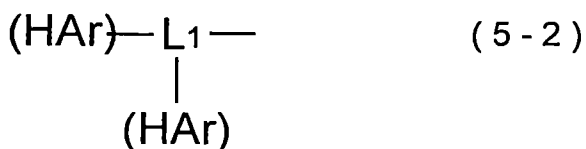
取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基。)

前述一般式(6)中，X<sub>13</sub>或X<sub>16</sub>係以對L<sub>1</sub>以單鍵鍵結之碳原子為佳。

前述一般式(5)中，a為1以上5以下之整數，以1以上3以下為較佳，1或2為特佳。

a為1時，L<sub>1</sub>為二價之連結基，前述一般式(5)為下述一般式(5-1)所表示者。

a為2以上5以下時，L<sub>1</sub>為三價以上六價以下之連結基。a為2時，L<sub>1</sub>為三價之連結基，前述一般式(5)為下述一般式(5-2)所表示者。此時，HAr可為相同或相異。



前述連結基為

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、

或、

由此等之基之2個或3個互相鍵結之基之任一者所

衍生之二價或三價之殘基。

前述一般式(5)、(5-1)、(5-2)之  $L_1$  中，由此等之基之 2 個或 3 個互相鍵結之基係指由前述環形成碳數 6~30 之芳基及環形成原子數 5~30 之雜環基所衍生之二價或三價之殘基 2 個或 3 個相互地以單鍵進行鍵結之基。此連結基中，相互鍵結之基可互為相同或相異。

前述一般式(5)、(5-1)、(5-2)中， $L_1$  係以取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基為佳。

並且，前述一般式(5)、(5-1)、(5-2)中， $L_1$  係以由苯、聯苯、聯三苯、萘及菲之任一者所衍生之二價或三價之殘基為佳。

前述一般式(5)中， $a$  為 1，且， $L_1$  係以取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基之二價殘基，或，取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基之二價殘基為佳。

又，前述一般式(5)中， $a$  為 2，且  $L_1$  為連結基，而連結基係以取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基之三價殘基，或，取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基之三價殘基為佳。

前述一般式(6)中， $X_{13}$  或  $X_{16}$  係以對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子為佳。

前述一般式(6)中， $Y_1$  係以氧原子為佳。

並且，前述一般式(6)中係以  $Y_1$  為氧原子， $X_{11}$  及  $X_{18}$  為  $CR_{13}$ ， $X_{12}$  至  $X_{17}$  中之一個為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原

子，其以外為  $CR_{13}$  為較佳。

前述一般式(4)中之  $X_1$  至  $X_3$  之中，係以任意 2 個或 3 為氮原子為佳。

以下，說明關於前述一般式(4)~(6)及(5-1)~(5-2)中之  $Ar_1$ 、 $Ar_2$ 、 $L_1$ 、 $R_1$ 、 $R_{11}$ ~ $R_{13}$ 。

作為前述一般式(4)~(6)及(5-1)~(5-2)中之環形成碳數 6~30 之芳基，例如可舉出，苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒽基、2-蒽基、9-蒽基、苯并蒽基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基、稠四苯基、芘基、1-蒾基、2-蒾基、3-蒾基、4-蒾基、5-蒾基、6-蒾基、苯并[c]菲基、苯并[g]蒾基、1-三伸苯基、2-三伸苯基、3-三伸苯基、4-三伸苯基、1-茚基、2-茚基、3-茚基、4-茚基、9-茚基、苯并茚基、二苯并茚基、2-聯苯基、3-聯苯基、4-聯苯基、o-聯三苯基、m-聯三苯-4-基、m-聯三苯-3-基、m-聯三苯-2-基、p-聯三苯-4-基、p-聯三苯-3-基、p-聯三苯-2-基、m-聯四苯基、3-芘基、4-芘基、8-芘基、9-芘基、苯并芘基、o-甲苯基、m-甲苯基、p-甲苯基、2,3-萘基、3,4-萘基、2,5-萘基、蒾基、o-異丙苯基、m-異丙苯基、p-異丙苯基、p-t-丁基苯基、p-(2-苯基丙基)苯基、4'-甲基聯苯基、4''-t-丁基-p-聯三苯-4-基、9,9-二甲基-1-茚基、9,9-二甲基-2-茚基、9,9-二甲基-3-茚基、9,9-二甲基-4-茚基、9,9-二苯基-1-茚基、9,9-二苯基-2-茚基、9,9-二苯基-3-茚基、9,9-二苯基-4-茚基。

作為前述一般式(4)~(6)及(5-1)~(5-2)中之芳基，係以



吡啶基、8-咪唑并吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、1-吡啶基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、5-吡啶基、6-吡啶基、7-吡啶基、1-異吡啶基、2-異吡啶基、3-異吡啶基、4-異吡啶基、5-異吡啶基、6-異吡啶基、7-異吡啶基、2-咪唑基、3-咪唑基、2-苯并咪唑基、3-苯并咪唑基、4-苯并咪唑基、5-苯并咪唑基、6-苯并咪唑基、7-苯并咪唑基、1-異苯并咪唑基、3-異苯并咪唑基、4-異苯并咪唑基、5-異苯并咪唑基、6-異苯并咪唑基、7-異苯并咪唑基、2-噁啉基、3-噁啉基、4-噁啉基、5-噁啉基、6-噁啉基、7-噁啉基、8-噁啉基、1-異噁啉基、3-異噁啉基、4-異噁啉基、5-異噁啉基、6-異噁啉基、7-異噁啉基、8-異噁啉基、2-噁噁啉基、5-噁噁啉基、6-噁噁啉基、1-咪唑基、2-咪唑基、3-咪唑基、4-咪唑基、9-咪唑基、氮雜咪唑-1-基、氮雜咪唑-2-基、氮雜咪唑-3-基、氮雜咪唑-4-基、氮雜咪唑-5-基、氮雜咪唑-6-基、氮雜咪唑-7-基、氮雜咪唑-8-基、氮雜咪唑-9-基、1-菲啶基、2-菲啶基、3-菲啶基、4-菲啶基、6-菲啶基、7-菲啶基、8-菲啶基、9-菲啶基、10-菲啶基、1-吡啶基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、9-吡啶基、1,7-啡啉-2-基、1,7-啡啉-3-基、1,7-啡啉-4-基、1,7-啡啉-5-基、1,7-啡啉-6-基、1,7-啡啉-8-基、1,7-啡啉-9-基、1,7-啡啉-10-基、1,8-啡啉-2-基、1,8-啡啉-3-基、1,8-啡啉-4-基、1,8-啡啉-5-基、1,8-啡啉-6-基、1,8-啡啉-7-基、1,8-啡啉-9-基、1,8-啡啉-10-基、1,9-啡啉-2-基、1,9-啡啉-3-基、1,9-啡啉-4-基、1,9-啡啉-

5-基、1,9-啡啉-6-基、1,9-啡啉-7-基、1,9-啡啉-8-基、  
 1,9-啡啉-10-基、1,10-啡啉-2-基、1,10-啡啉-3-基、1,10-  
 啡啉-4-基、1,10-啡啉-5-基、2,9-啡啉-1-基、2,9-啡啉-3-  
 基、2,9-啡啉-4-基、2,9-啡啉-5-基、2,9-啡啉-6-基、2,9-  
 啡啉-7-基、2,9-啡啉-8-基、2,9-啡啉-10-基、2,8-啡啉-1-  
 基、2,8-啡啉-3-基、2,8-啡啉-4-基、2,8-啡啉-5-基、2,8-  
 啡啉-6-基、2,8-啡啉-7-基、2,8-啡啉-9-基、2,8-啡啉-10-  
 基、2,7-啡啉-1-基、2,7-啡啉-3-基、2,7-啡啉-4-基、2,7-  
 啡啉-5-基、2,7-啡啉-6-基、2,7-啡啉-8-基、2,7-啡啉-9-  
 基、2,7-啡啉-10-基、1-吩嗪基、2-吩嗪基、1-啡噻嗪  
 基、2-啡噻嗪基、3-啡噻嗪基、4-啡噻嗪基、10-啡噻嗪  
 基、1-啡嗪基、2-啡嗪基、3-啡嗪基、4-啡嗪基、10-啡嗪  
 基、2-噁唑基、4-噁唑基、5-噁唑基、2-噁二唑基、5-噁  
 二唑基、3-呋咕基、2-噁吩基、3-噁吩基、2-甲基吡咯-1-  
 基、2-甲基吡咯-3-基、2-甲基吡咯-4-基、2-甲基吡咯-5-  
 基、3-甲基吡咯-1-基、3-甲基吡咯-2-基、3-甲基吡咯-4-  
 基、3-甲基吡咯-5-基、2-t-丁基吡咯-4-基、3-(2-苯基丙  
 基)吡咯-1-基、2-甲基-1-吡啶基、4-甲基-1-吡啶基、2-甲  
 基-3-吡啶基、4-甲基-3-吡啶基、2-t-丁基-1-吡啶基、4-t-  
 丁基-1-吡啶基、2-t-丁基-3-吡啶基、4-t-丁基-3-吡啶基、  
 1-二苯并呋喃基、2-二苯并呋喃基、3-二苯并呋喃基、4-  
 二苯并呋喃基、1-二苯并苯硫基、2-二苯并苯硫基、3-二  
 苯并苯硫基、4-二苯并苯硫基、1-矽雜萘基、2-矽雜萘  
 基、3-矽雜萘基、4-矽雜萘基、1-鍺雜萘基、2-鍺雜萘

基、3-鍺雜萸基、4-鍺雜萸基。

前述一般式(4)~(6)及(5-1)~(5-2)中之雜環基之環形成原子數係以5~20為佳，以5~14為更佳。上述雜環基之中，亦以1-二苯并呋喃基、2-二苯并呋喃基、3-二苯并呋喃基、4-二苯并呋喃基、1-二苯并苯硫基、2-二苯并苯硫基、3-二苯并苯硫基、4-二苯并苯硫基、2-吡啶基、2-咪唑并吡啶基、3-咪唑并吡啶基、5-咪唑并吡啶基、6-咪唑并吡啶基、7-咪唑并吡啶基、8-咪唑并吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、1-咪唑基、2-咪唑基、2-喹啉基、3-喹啉基、4-喹啉基、5-喹啉基、6-喹啉基、7-喹啉基、8-喹啉基、啡啉基、三嗪環，或由苯并咪唑環所形成之基為佳。

作為前述一般式(4)及(6)中之碳數1~30之烷基，可為直鏈、分支鏈或環狀之任一者皆可。作為直鏈或分支鏈之烷基，例如可舉出，甲基、乙基、丙基、異丙基、n-丁基、s-丁基、異丁基、t-丁基、n-戊基、n-己基、n-庚基、n-辛基、n-壬基、n-癸基、n-十一基、n-十二基、n-十三基、n-十四基、n-十五基、n-十六基、n-十七基、n-十八基、新戊基、1-甲基戊基、2-甲基戊基、1-戊基己基、1-丁基戊基、1-庚基辛基、3-甲基戊基、羥基甲基、1-羥基乙基、2-羥基乙基、2-羥基異丁基、1,2-二羥基乙基、1,3-二羥基異丙基、2,3-二羥基-t-丁基、1,2,3-三羥基丙基、氯甲基、1-氯乙基、2-氯乙基、2-氯異丁基、1,2-二氯乙基、1,3-二氯異丙基、2,3-二氯-t-丁基、1,2,3-三氯丙基、溴甲基、1-溴乙基、2-溴乙基、2-溴異丁基、1,2-

二溴乙基、1,3-二溴異丙基、2,3-二溴-t-丁基、1,2,3-三溴丙基、碘甲基、1-碘乙基、2-碘乙基、2-碘異丁基、1,2-二碘乙基、1,3-二碘異丙基、2,3-二碘-t-丁基、1,2,3-三碘丙基、胺基甲基、1-胺基乙基、2-胺基乙基、2-胺基異丁基、1,2-二胺基乙基、1,3-二胺基異丙基、2,3-二胺基-t-丁基、1,2,3-三胺基丙基、氰基甲基、1-氰基乙基、2-氰基乙基、2-氰基異丁基、1,2-二氰基乙基、1,3-二氰基異丙基、2,3-二氰基-t-丁基、1,2,3-三氰基丙基、硝基甲基、1-硝基乙基、2-硝基乙基、1,2-二硝基乙基、2,3-二硝基-t-丁基、1,2,3-三硝基丙基。

作為環狀之烷基(環烷基)，例如可舉出，環丙基、環丁基、環戊基、環己基、4-甲基環己基、1-金剛烷基、2-金剛烷基、1-降莖基、2-降莖基等。

前述一般式(4)及(6)中之直鏈或分支鏈之烷基之碳數係以 1~10 為佳，以 1~6 為更佳。上述直鏈或分支鏈之烷基之中，亦以甲基、乙基、丙基、異丙基、n-丁基、s-丁基、異丁基、t-丁基、n-戊基、n-己基為佳。

前述一般式(4)及(6)中之環烷基之環形成碳數係以 3~10 為佳，以 5~8 為更佳。上述環烷基之中，亦以環戊基或環己基為佳。

作為烷基係受到鹵素原子所取代之鹵化烷基，例如可舉出上述碳數 1~30 之烷基受代 1 個以上之鹵素基所取代者。具體而言，氟甲基、二氟甲基、三氟甲基、氟乙基、三氟甲基甲基等。

前述一般式(4)及(6)中之碳數 2~30 之烯基，可為直鏈、分支鏈或環狀之任一者皆可，例如可舉出乙烯基、丙烯基、丁基烯、十八烯基、二十碳五烯基、二十二碳六烯基、苯乙烯基、2,2-二苯基乙烯基、1,2,2-三苯基乙烯基、2-苯基-2-丙烯基等。上述烯基之中，亦以乙烯基為佳。

作為前述一般式(4)及(6)中之碳數 2~30 之炔基，可為直鏈、分支鏈或環狀之任一者皆可，例如可舉出乙炔基、丙炔基、2-苯基乙炔基等。上述炔基之中亦以乙炔基為佳。

作為前述一般式(4)及(6)中之碳數 3~30 之烷矽基，可舉出具有上述碳數 1~30 之烷基中例示之烷基之三烷矽基，具體地可舉出如三甲基矽基、三乙基矽基、三-n-丁基矽基、三-n-辛基矽基、三異丁基矽基、二甲基乙基矽基、二甲基異丙基矽基、二甲基-n-丙基矽基、二甲基-n-丁基矽基、二甲基-t-丁基矽基、二乙基異丙基矽基、乙烯基二甲基矽基、丙基二甲基矽基、三異丙基矽基等。3 個烷基可分別為相同亦可為相異。

作為前述一般式(4)及(6)中之環形成碳數 6~30 之芳矽基，可舉出二烷基芳矽基、烷基二芳矽基、三芳矽基。

二烷基芳矽基例如可舉出，具有 2 個上述碳數 1~30 之烷基中例示之烷基，且具有 1 個上述環形成碳數 6~30 之芳基之二烷基芳矽基。二烷基芳矽基之碳數係以 8~30 為佳。2 個烷基可各自為相同亦可為相異。

烷基二芳矽基例如可舉出，具有 1 個上述碳數 1~30 之烷基中例示之烷基，且具有 2 個上述環形成碳數 6~30 之芳基之烷基二芳矽基。二烷基芳矽基之碳數係以 13~30 為佳。2 個芳基可各自為相同亦可為相異。

三芳矽基例如可舉出，具有 3 個上述環形成碳數 6~30 之芳基之三芳矽基。二烷基芳矽基之碳數係以 18~30 為佳。3 個芳基可分別為相同亦可為相異。

前述一般式(4)及(6)中之碳數 1~30 之烷氧基係為以 -OY 所表示者。此 Y 之例可舉出如上述碳數 1~30 之烷基。烷氧基係例如可舉出甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基、戊氧基、己氧基。

作為烷氧基係受到鹵素原子所取代之鹵化烷氧基，例如可舉出上述碳數 1~30 之烷氧基受到 1 個以上之鹵素基所取代者。

前述一般式(4)及(6)中之環形成碳數 6~30 之芳烷基係為以 -Y-Z 所表示者。此 Y 之例可舉出對應於上述碳數 1~30 之烷基的伸烷基。此 Z 之例可舉出如上述環形成碳數 6~30 之芳基之例。此芳烷基係以碳數 7~30 芳烷基(芳基部分為碳數 6~30，較佳為 6~20，更佳為 6~12)，烷基部分為碳數 1~30(較佳為 1~20，更佳為 1~10，較更佳為 1~6)為佳。作為此芳烷基，例如可舉出，苄基、2-苯基丙烷-2-基、1-苯基乙基、2-苯基乙基、1-苯基異丙基、2-苯基異丙基、苯基-t-丁基、 $\alpha$ -萘基甲基、1- $\alpha$ -萘基乙基、2- $\alpha$ -萘基乙基、1- $\alpha$ -萘基異丙基、2- $\alpha$ -萘基異丙基、 $\beta$ -萘基

甲基、1- $\beta$ -萘基乙基、2- $\beta$ -萘基乙基、1- $\beta$ -萘基異丙基、2- $\beta$ -萘基異丙基、1-吡咯基甲基、2-(1-吡咯基)乙基、p-甲基苄基、m-甲基苄基、o-甲基苄基、p-氯苄基、m-氯苄基、o-氯苄基、p-溴苄基、m-溴苄基、o-溴苄基、p-碘苄基、m-碘苄基、o-碘苄基、p-羥基苄基、m-羥基苄基、o-羥基苄基、p-胺基苄基、m-胺基苄基、o-胺基苄基、p-硝基苄基、m-硝基苄基、o-硝基苄基、p-氰基苄基、m-氰基苄基、o-氰基苄基、1-羥基-2-苯基異丙基、1-氯-2-苯基異丙基。

前述一般式(4)及(6)中之環形成碳數 6~30 之芳氧基係為以 -OZ 所表示者。此 Z 之例可舉出如上述環形成碳數 6~30 芳基或後述之單環基及縮合環基。此芳氧基係例如可舉出苯氧基。

作為前述一般式(4)及(6)中之鹵素原子，可舉出如氟、氯、溴、碘等，較佳為氟原子。

本發明中，「環形成碳」係意指構成飽和環、不飽和環或芳香環之碳原子。「環形成原子」係意指構成雜環(包括飽和環、不飽和環及芳香環)之碳原子及雜原子。

又，作為「取代或無取代之」情況時之取代基，除可舉出上述般之芳基、雜環基、烷基(直鏈或分支鏈之烷基、環烷基、鹵化烷基)、烯基、炔基、烷矽基、芳矽基、烷氧基、鹵化烷氧基、芳烷基、芳氧基、鹵素原子、氰基，尚可舉出羥基、硝基、羧基等。在此舉出之取代基之中，亦以芳基、雜環基、烷基、鹵素原子、烷矽基、芳

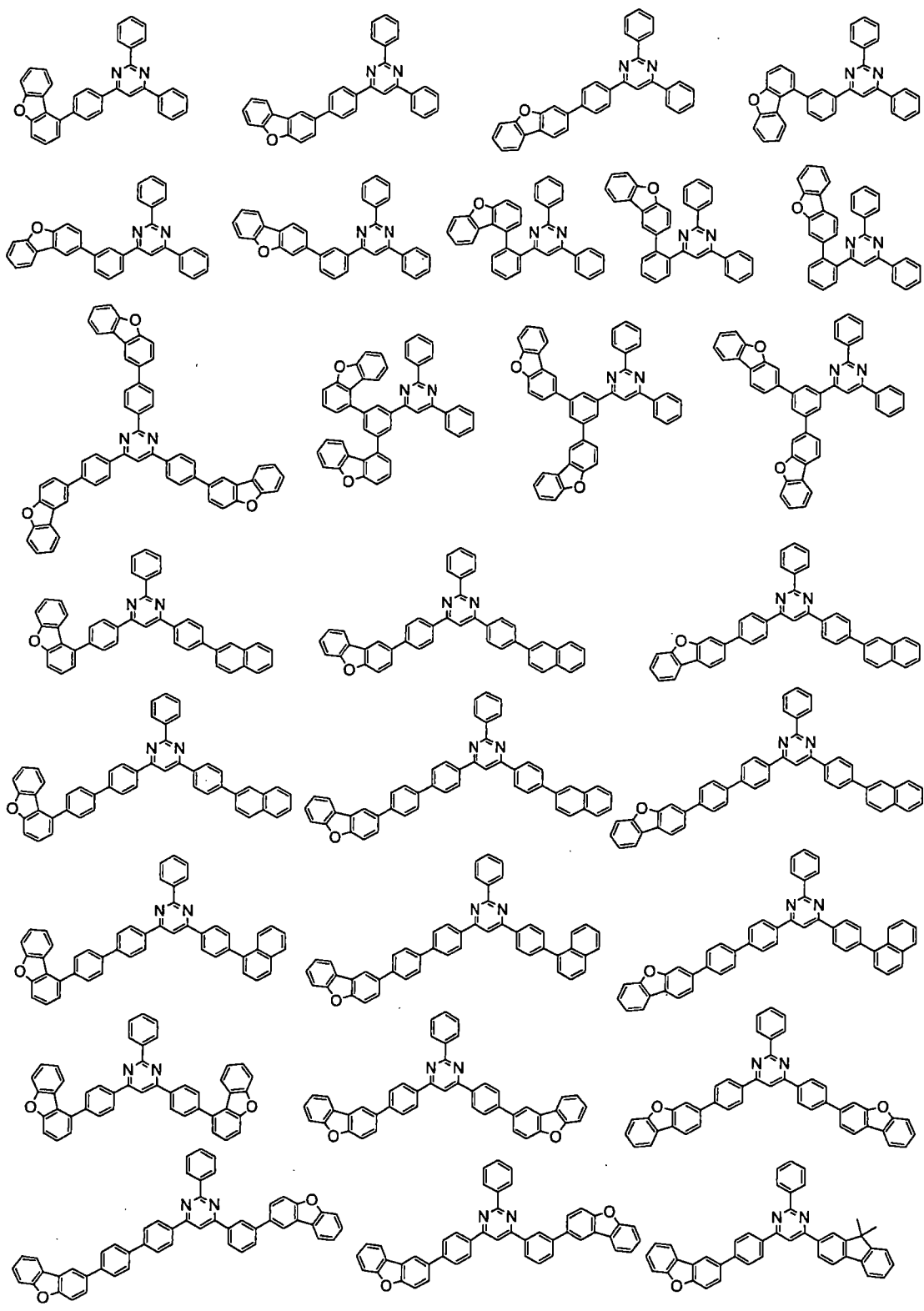
矽基、氫基為佳，並且係以各取代基之說明中較佳之具體的取代基為佳。又，此等取代基亦可再被上述之取代基所取代。

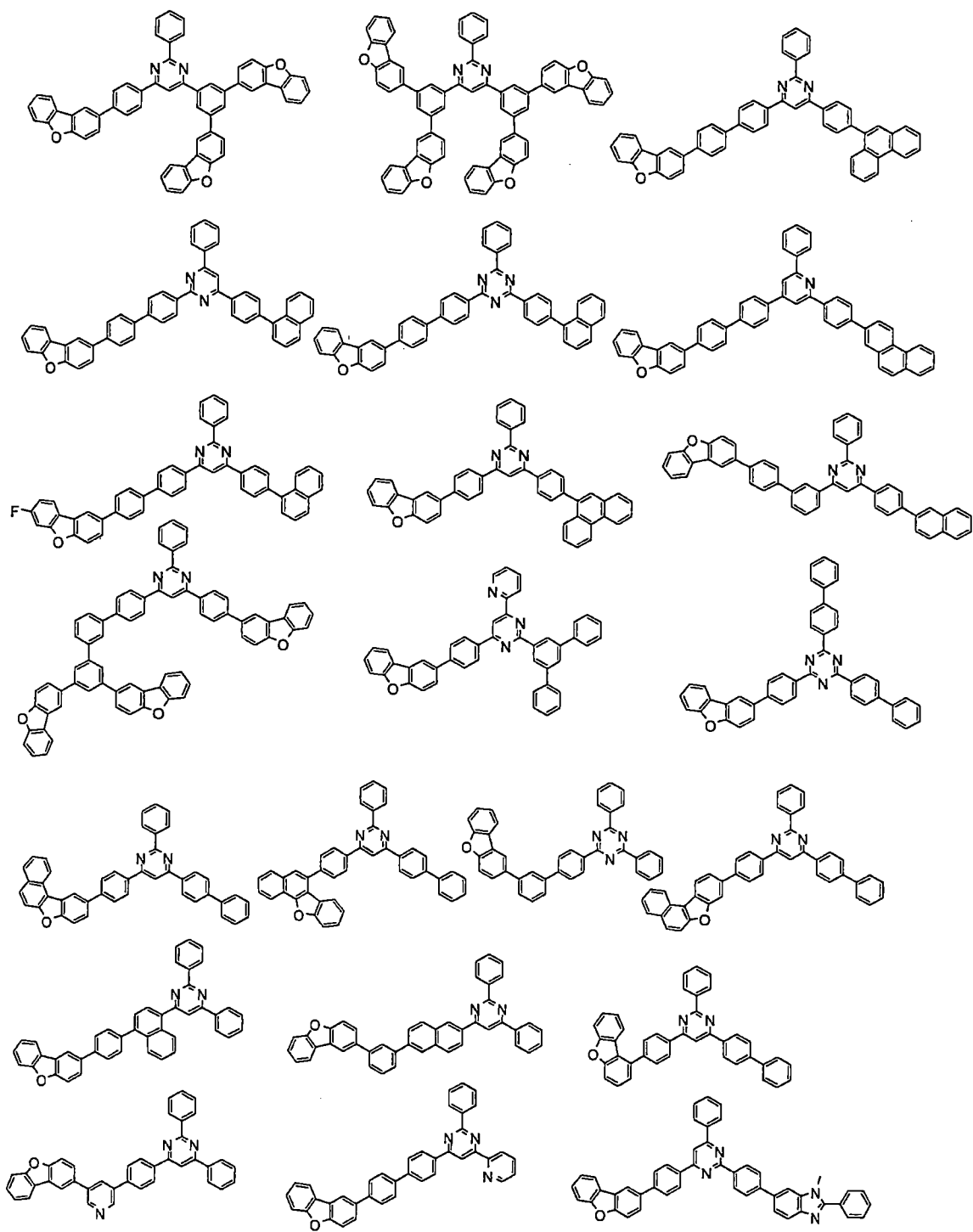
「取代或無取代之」情況時之「無取代」係意指經氫原子取代。

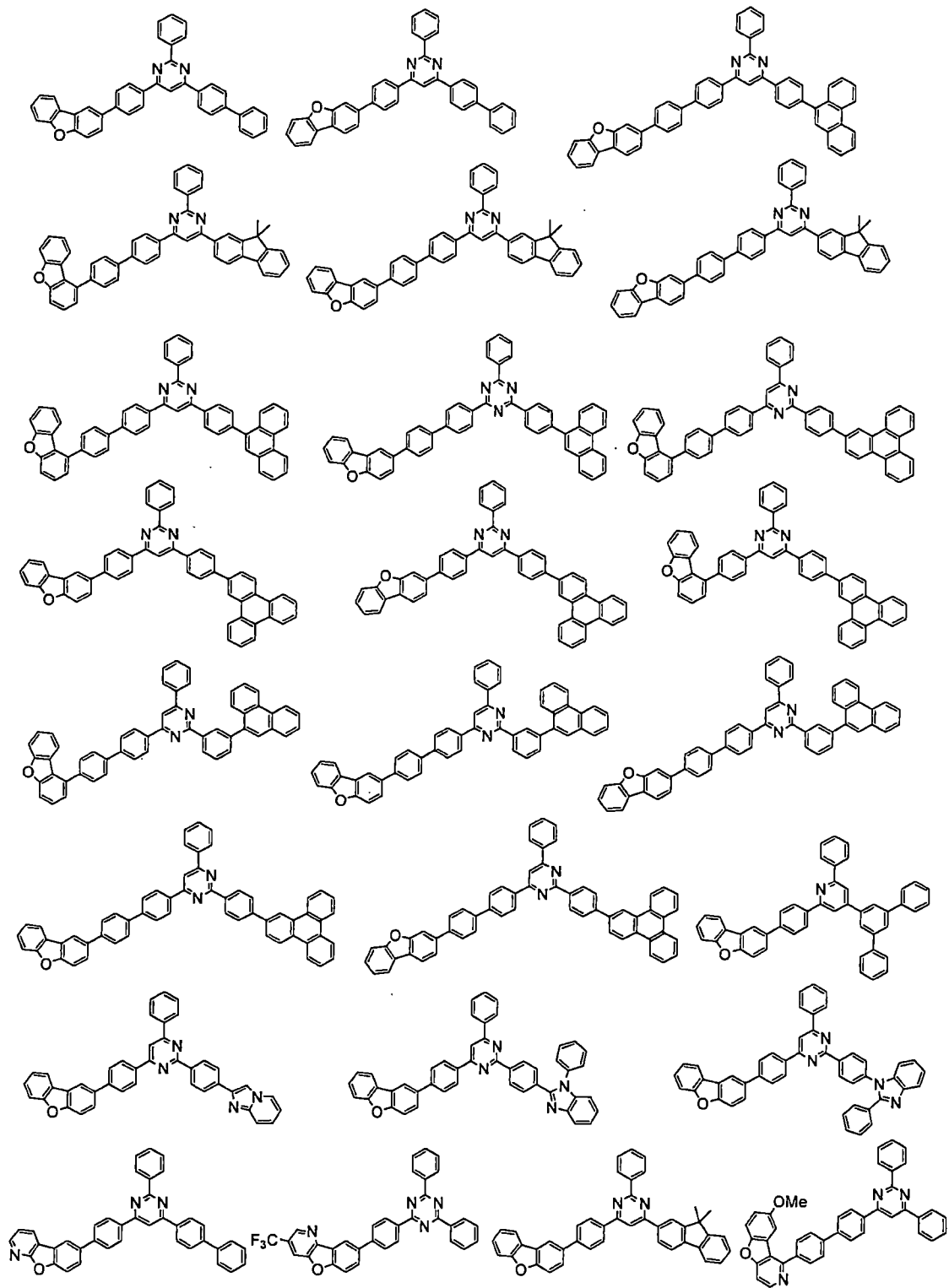
以下所說明之化合物或其部分構造中，在稱為「取代或無取代之」之情況時，亦與上述相同。

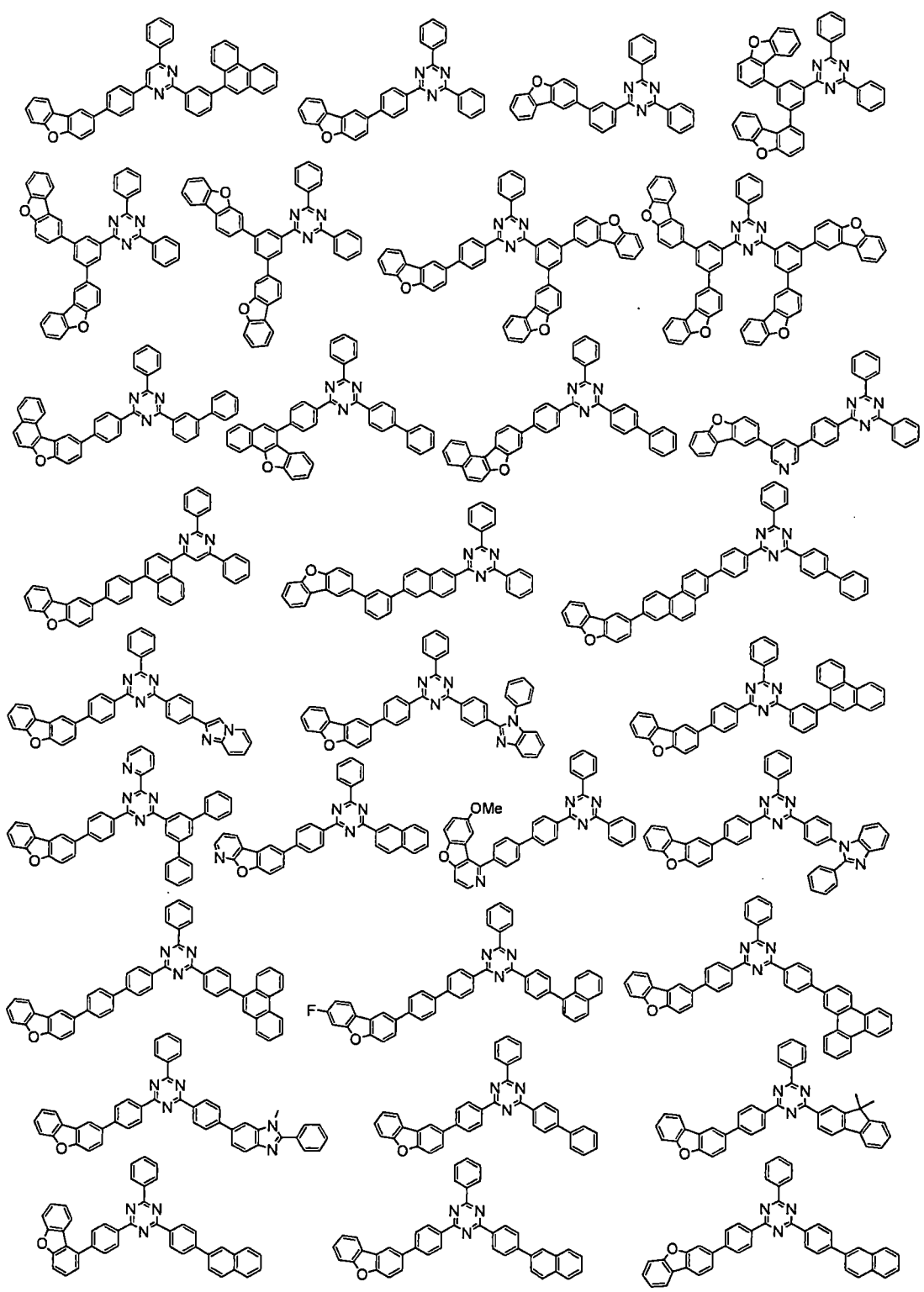
本發明中，氫原子係包括中子數相異之同位素，即包括氕(protium)、氘(deuterium)、氚(tritium)。

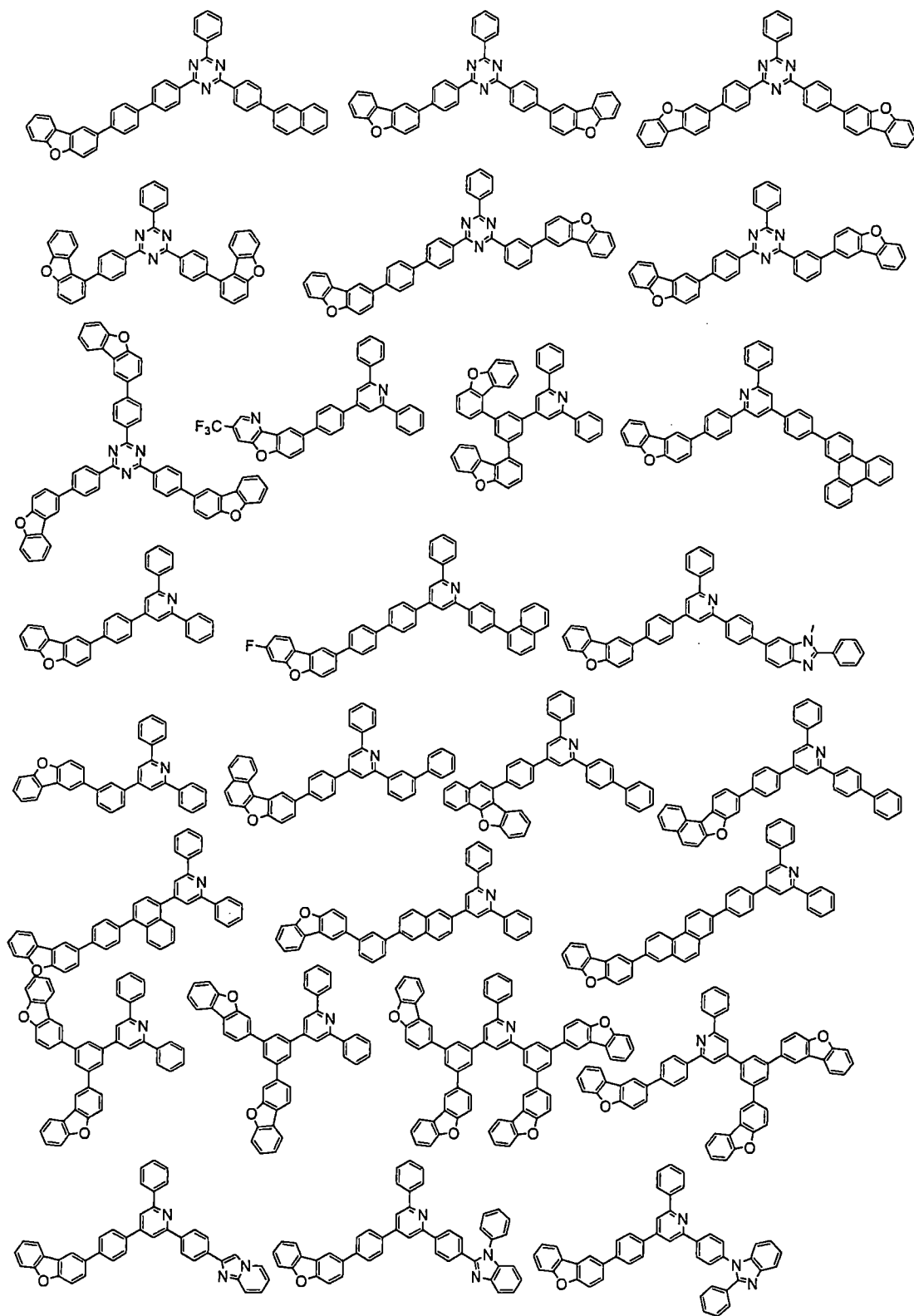
作為本發明之前述一般式(4)所表示之芳香族雜環衍生物之具體構造，例如可舉出如以下般。但，本發明並非係受限於此等構造之芳香族衍生物。

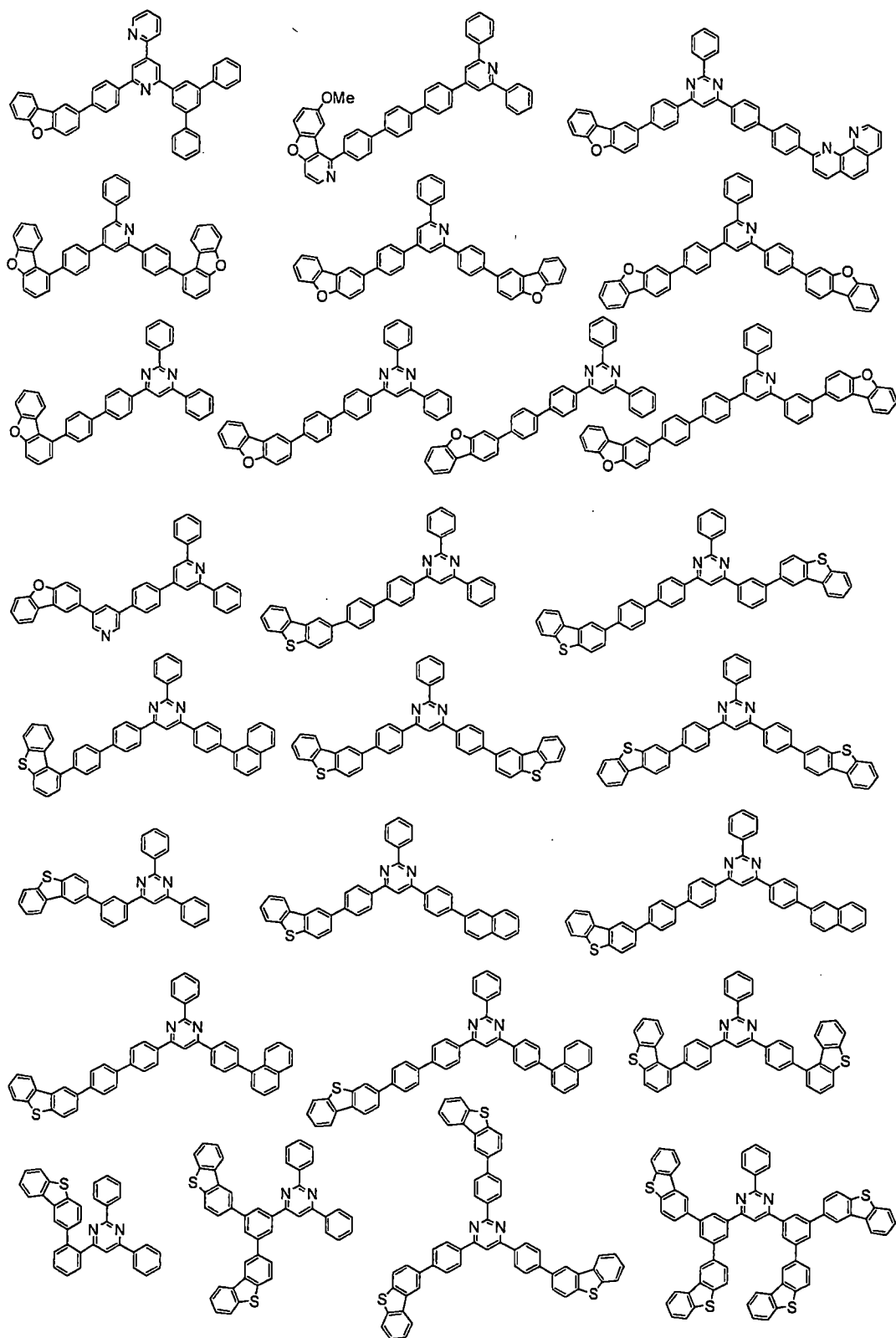


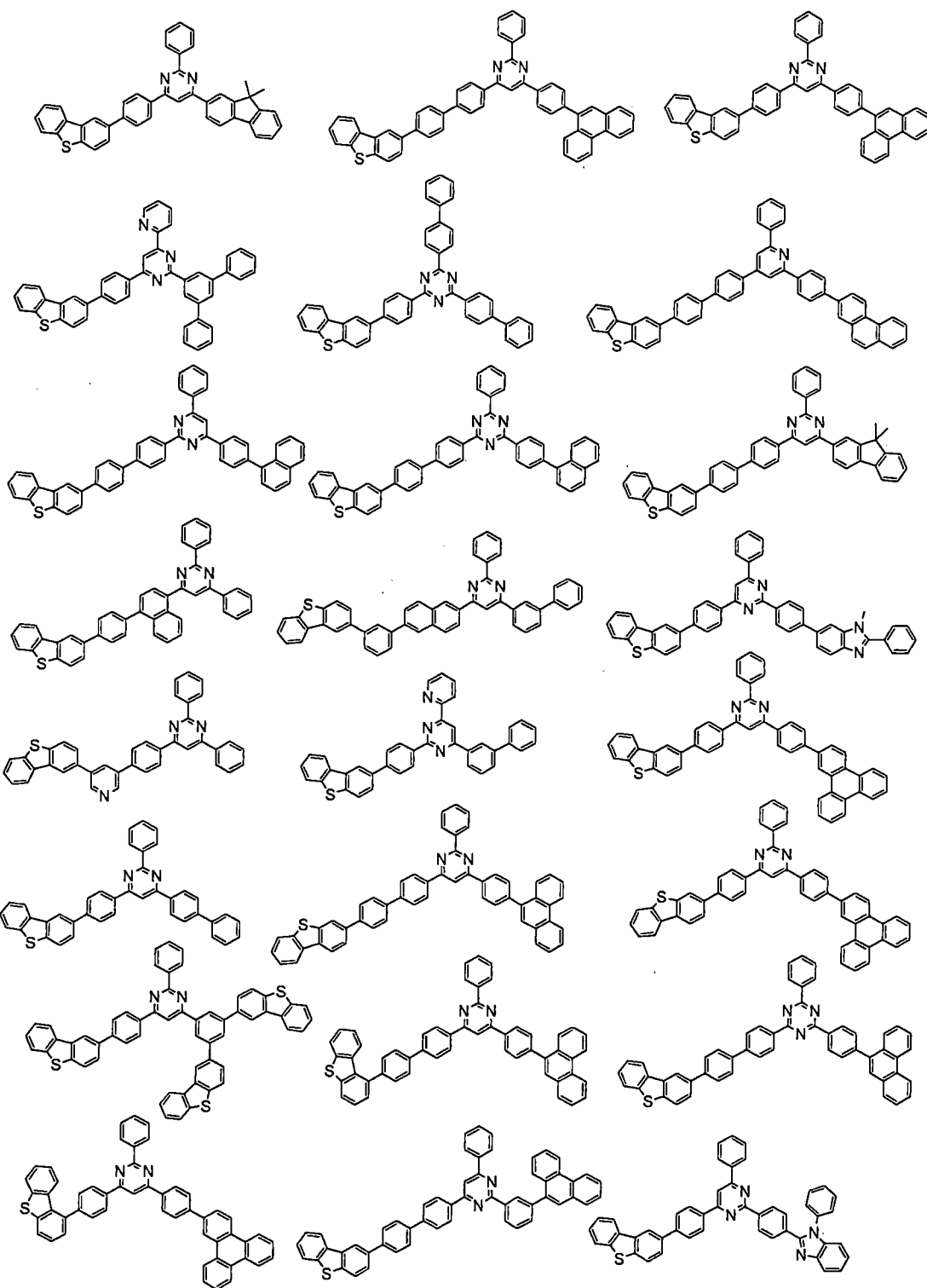


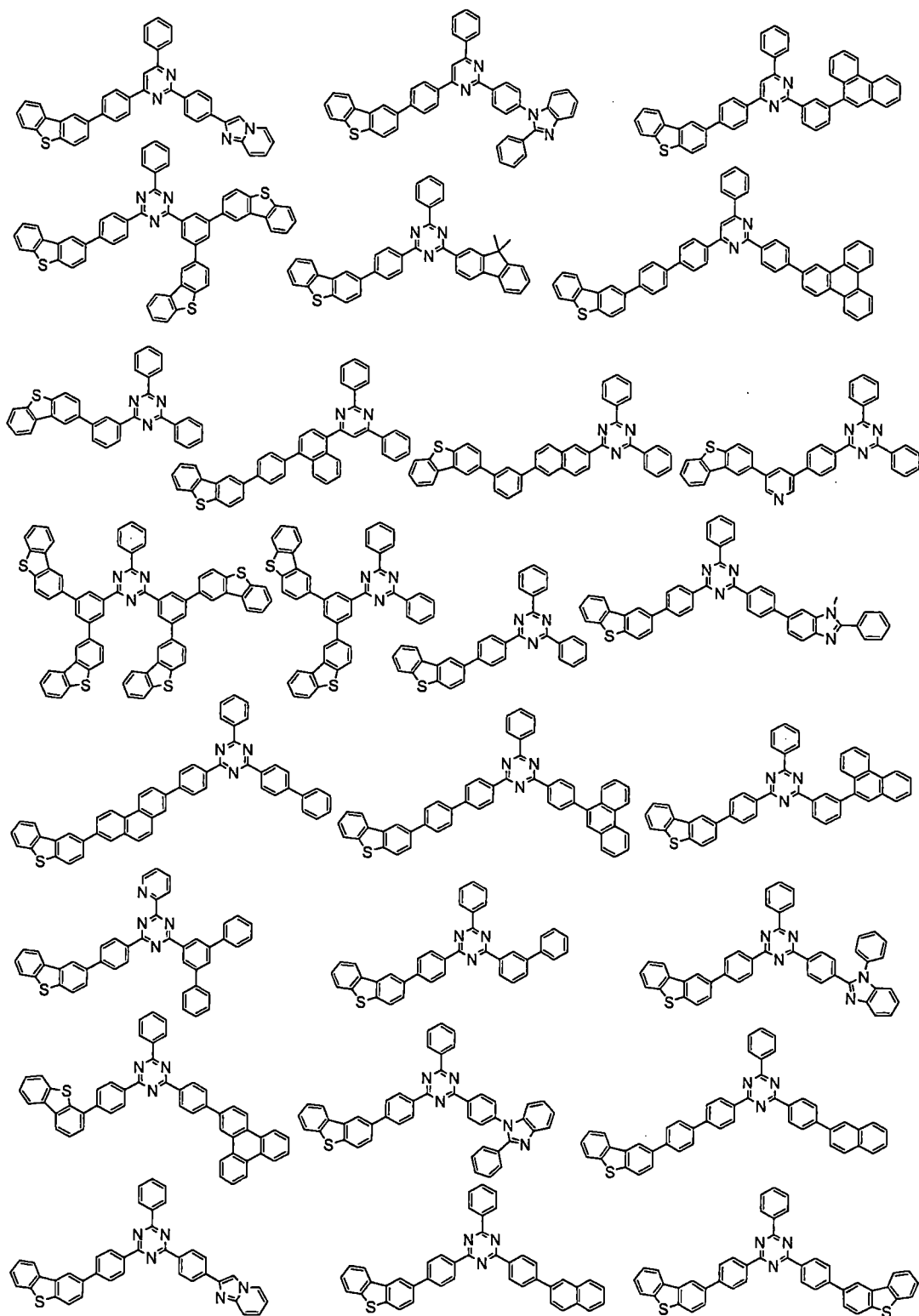


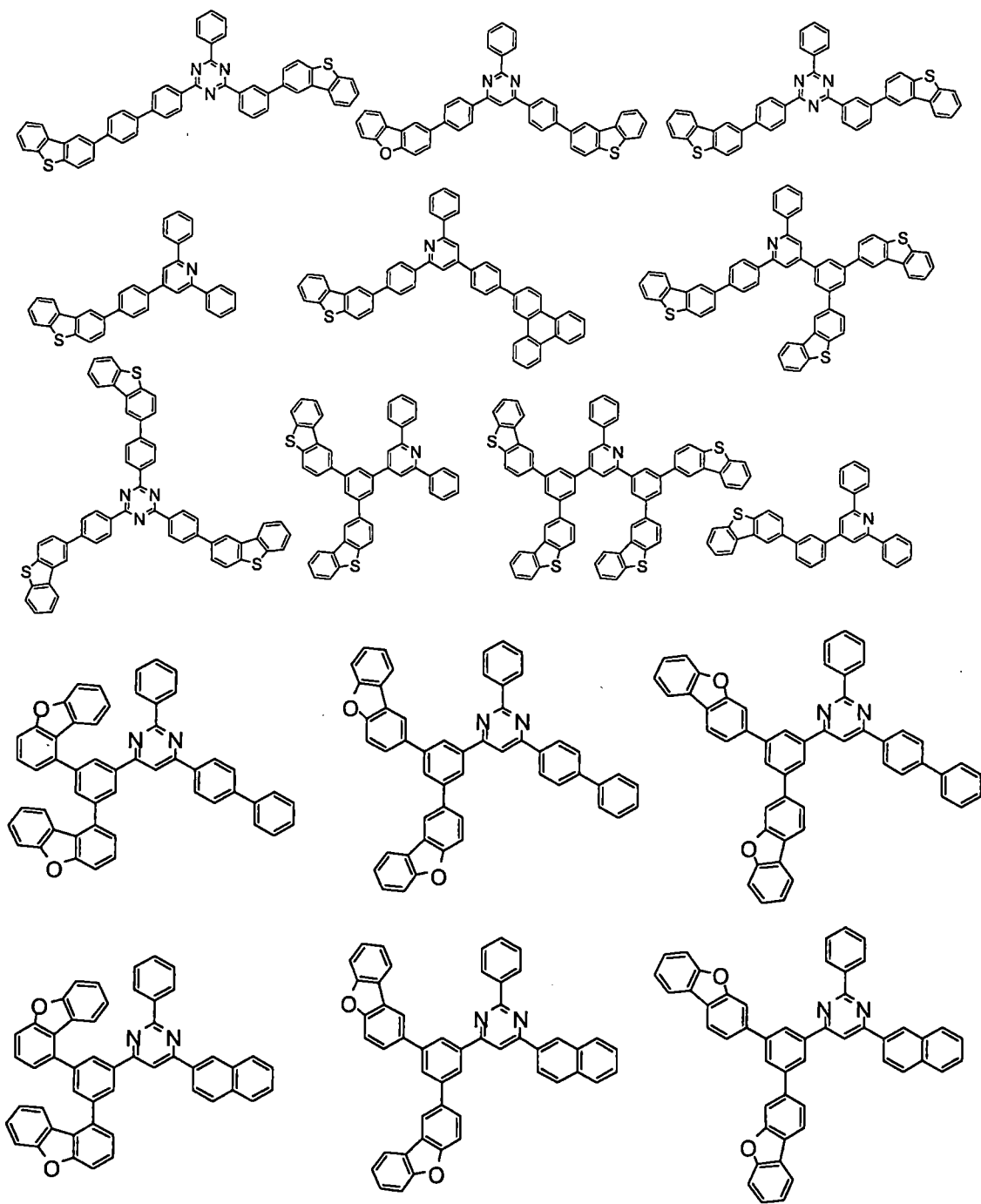


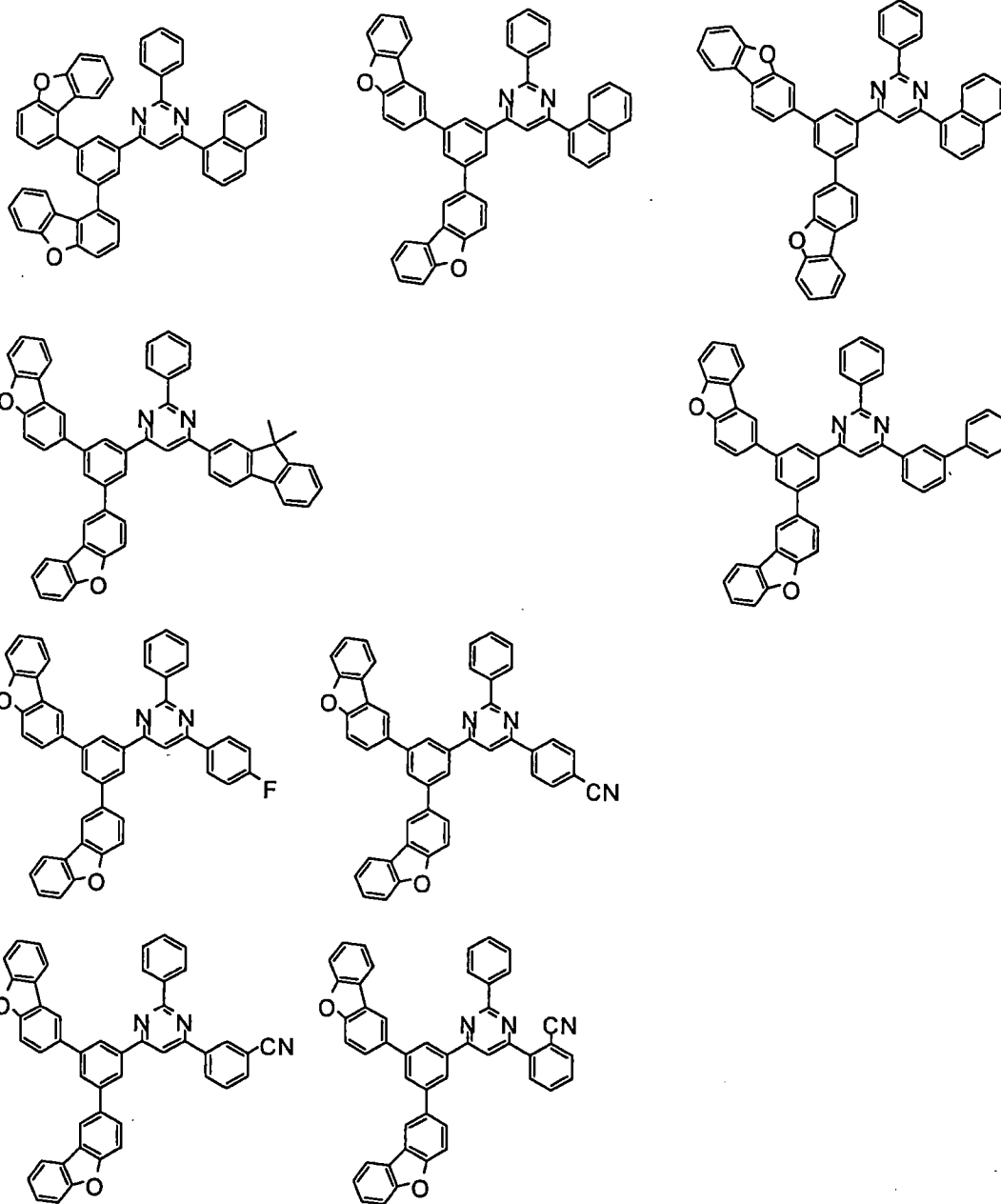


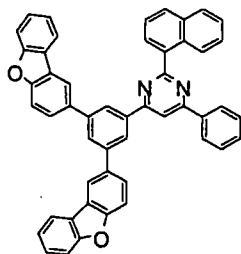
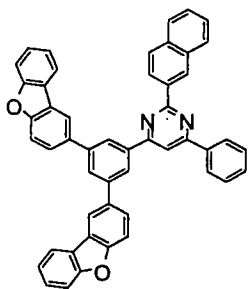
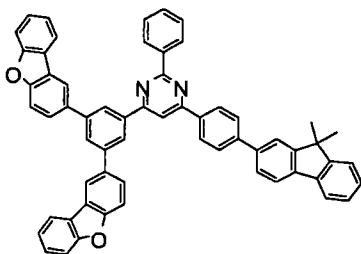
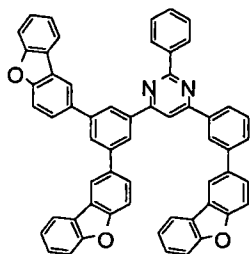
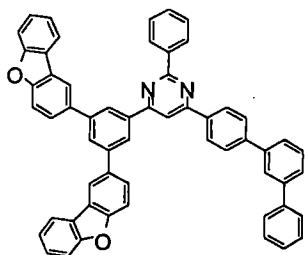
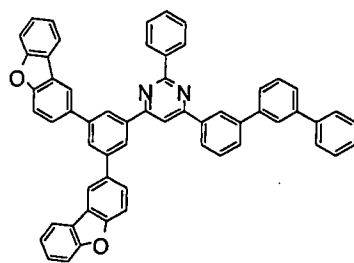
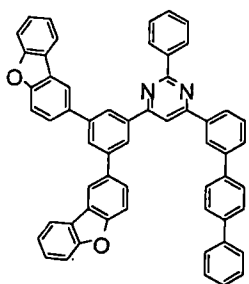


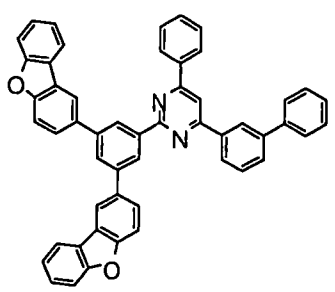
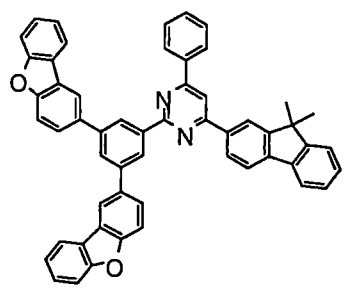
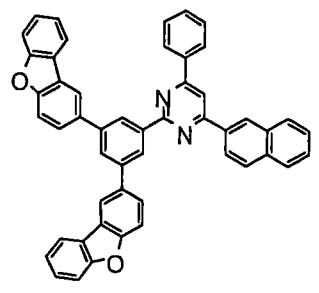
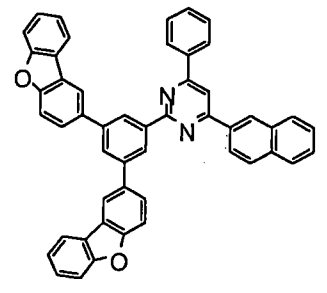
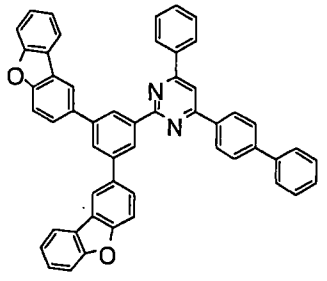
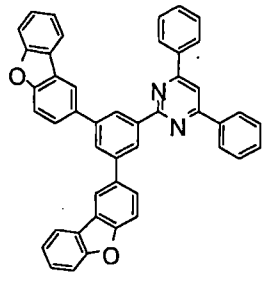
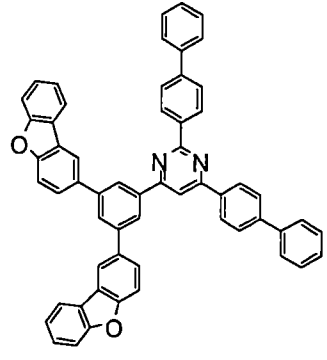
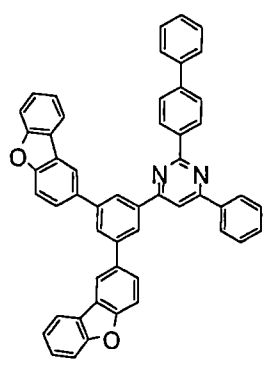


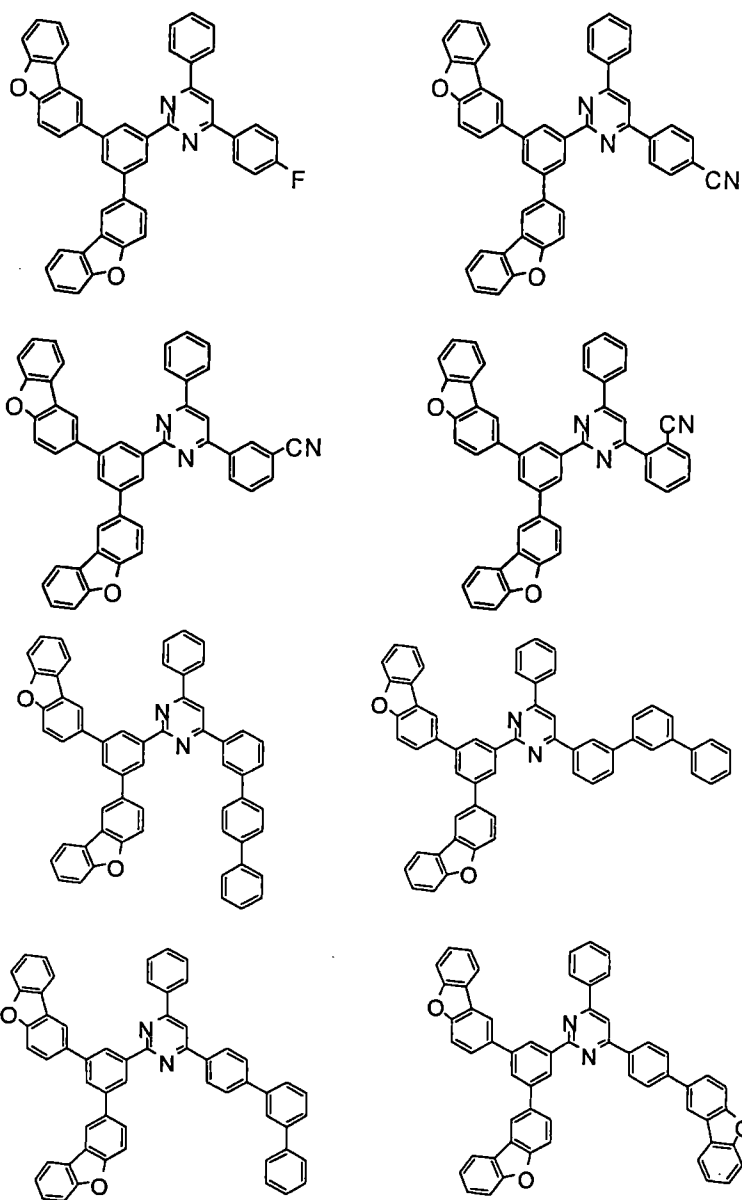


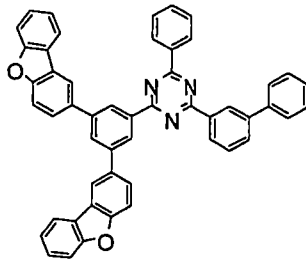
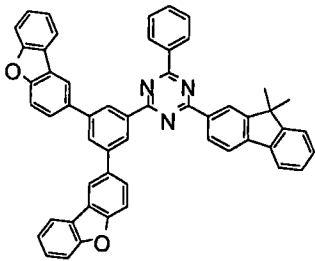
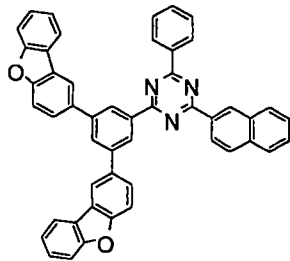
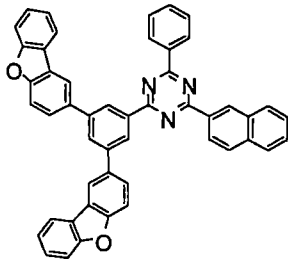
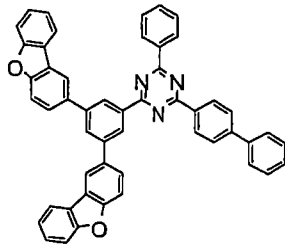
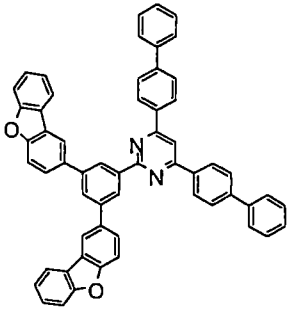
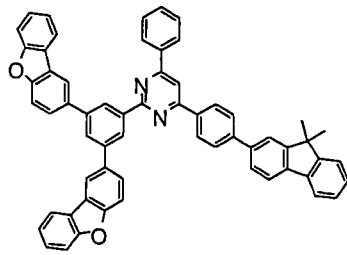
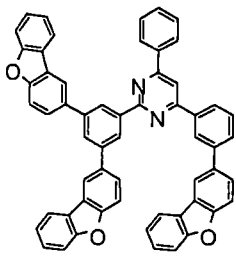


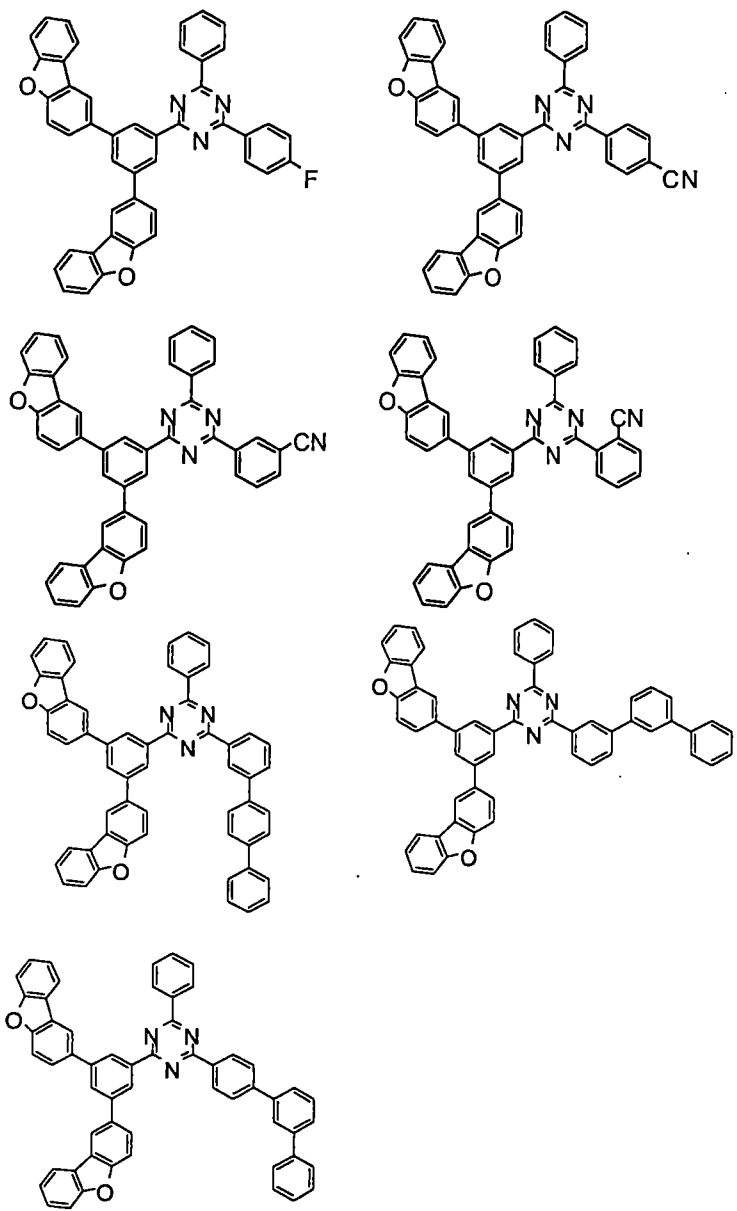


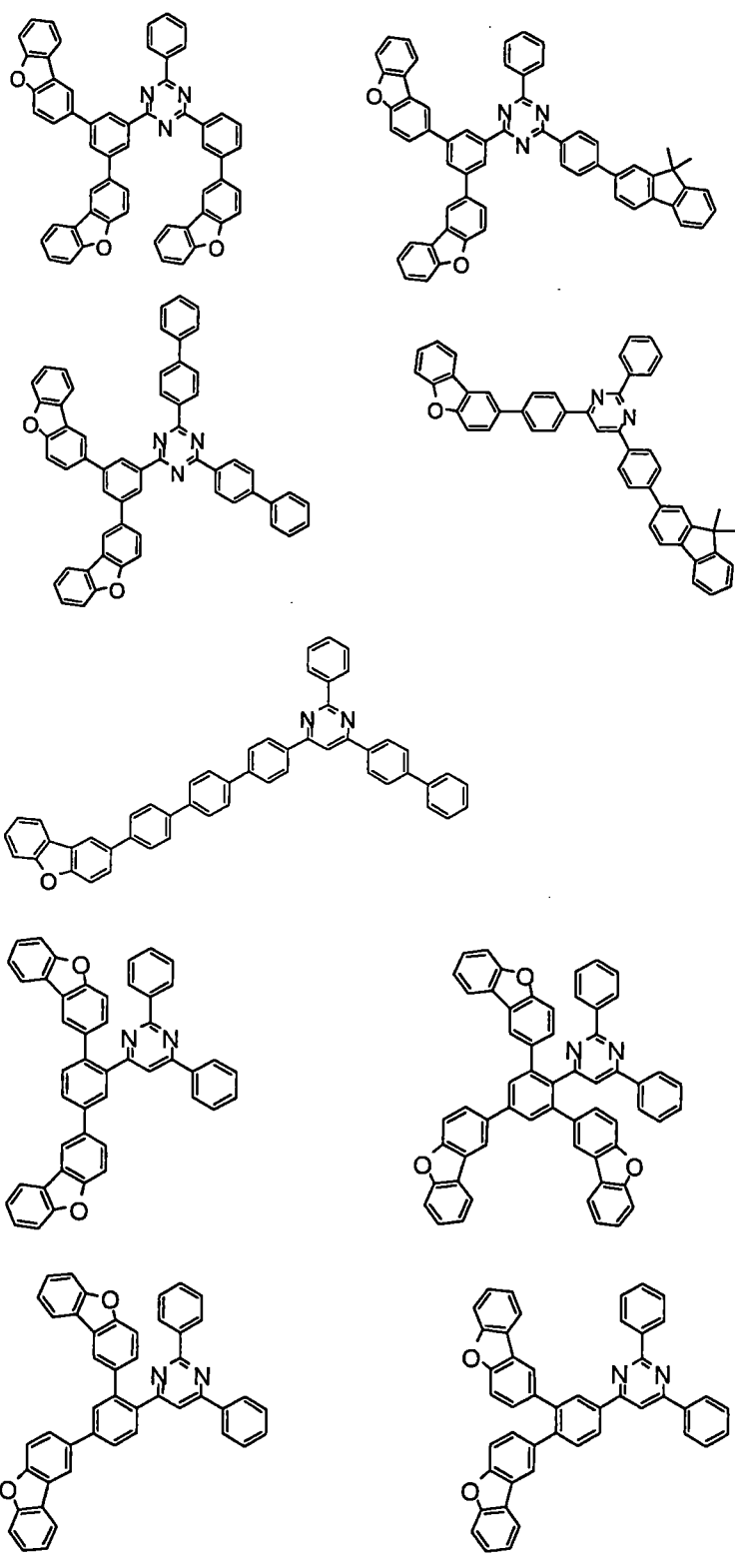


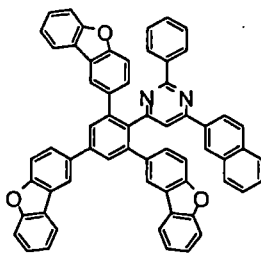
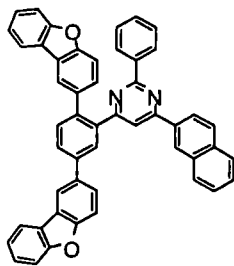
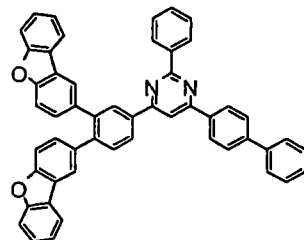
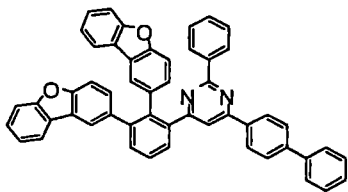
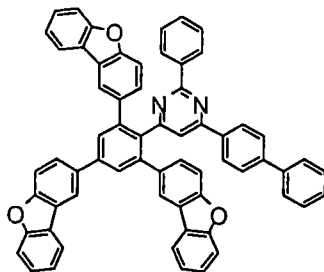
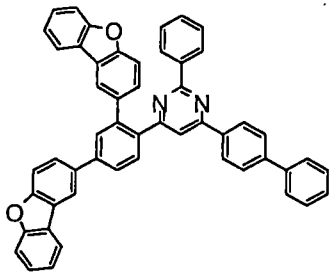
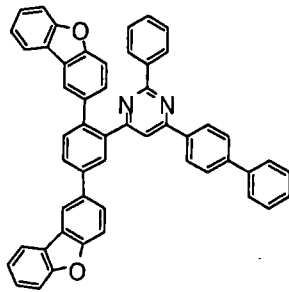
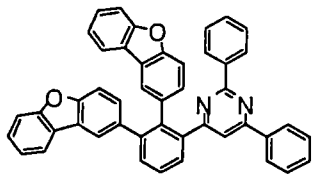


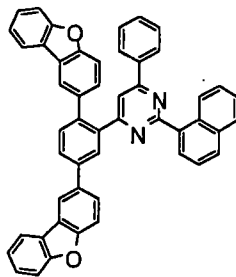
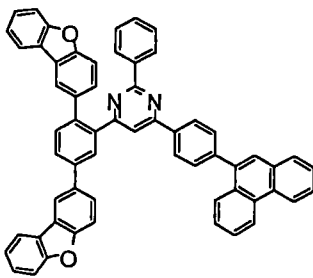
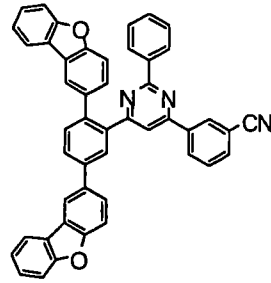
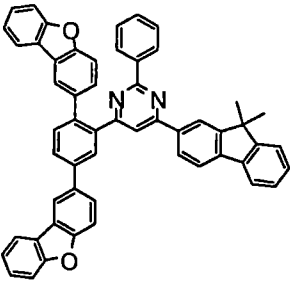
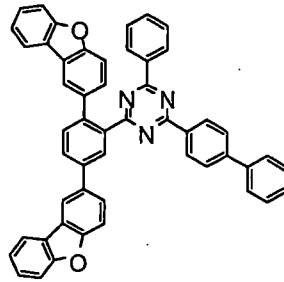
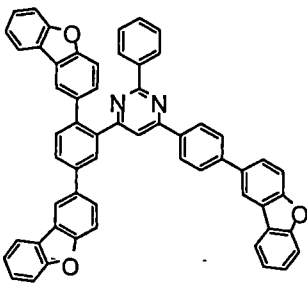
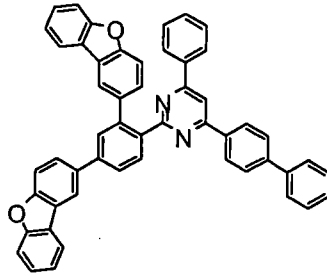
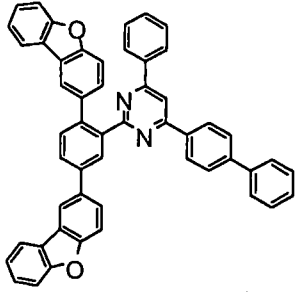
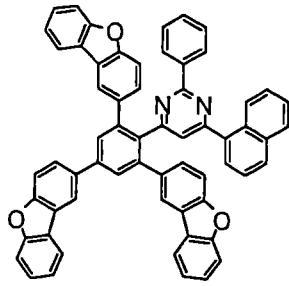
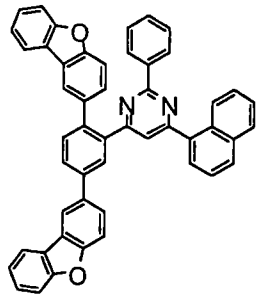


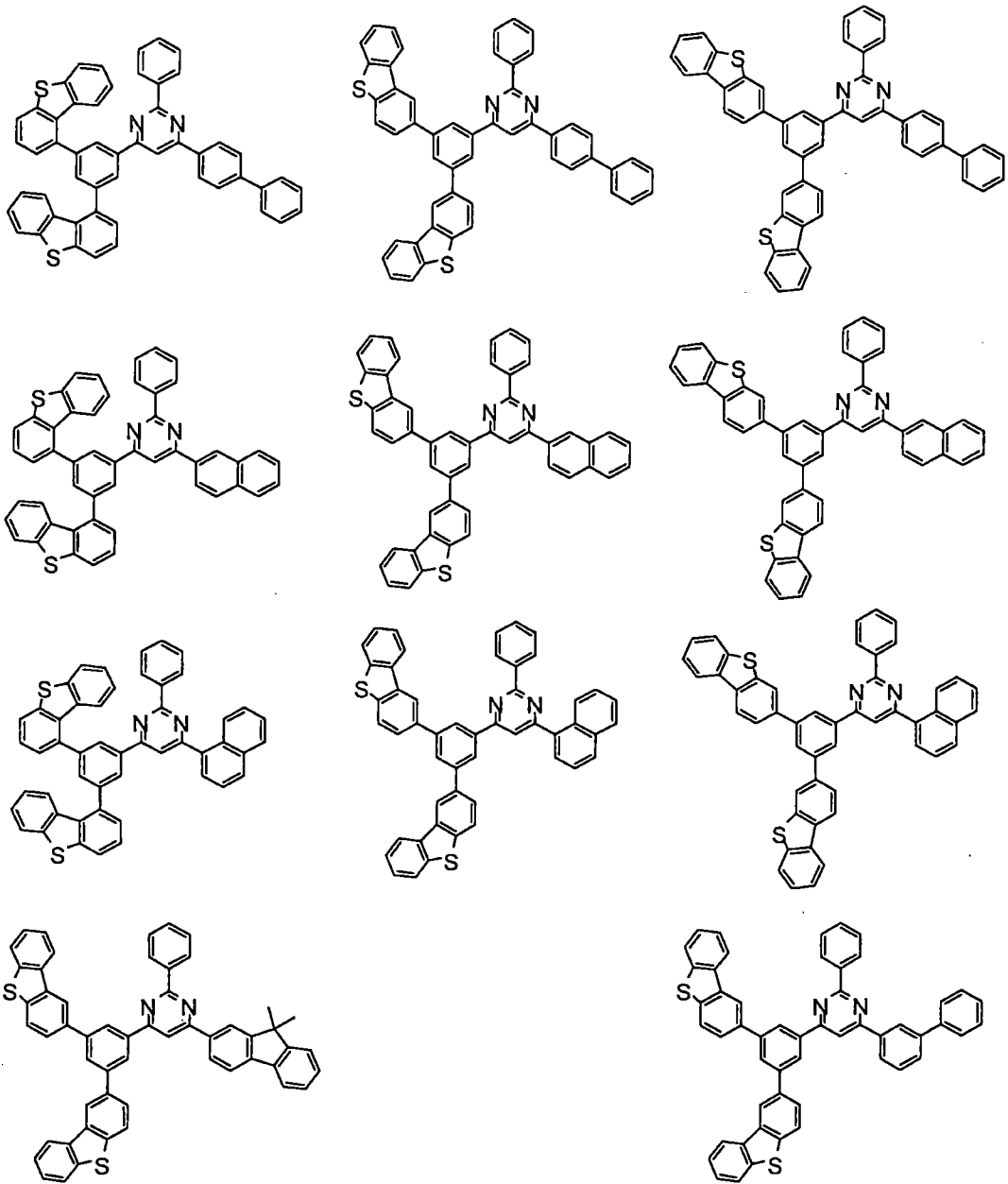


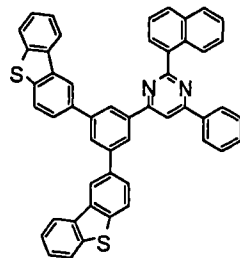
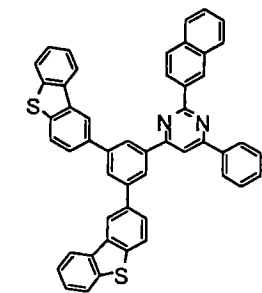
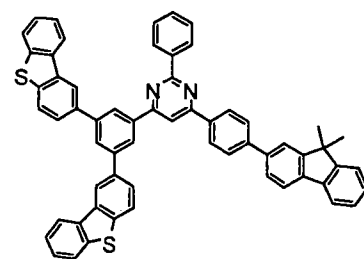
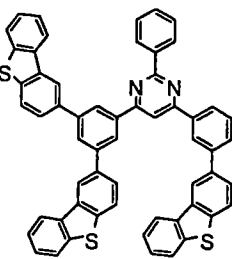
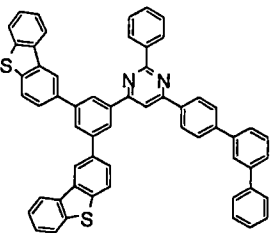
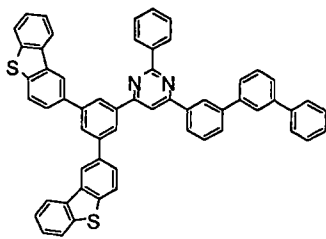
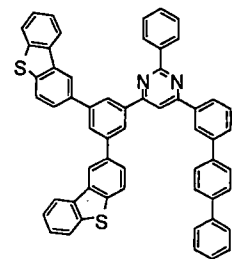
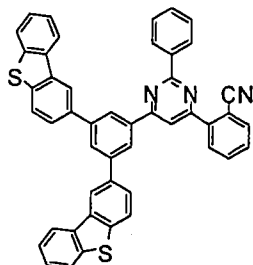
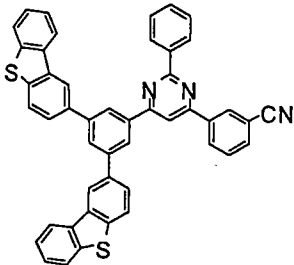
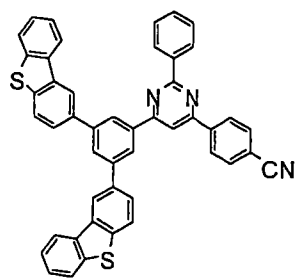
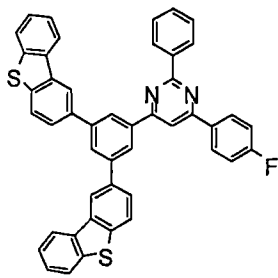


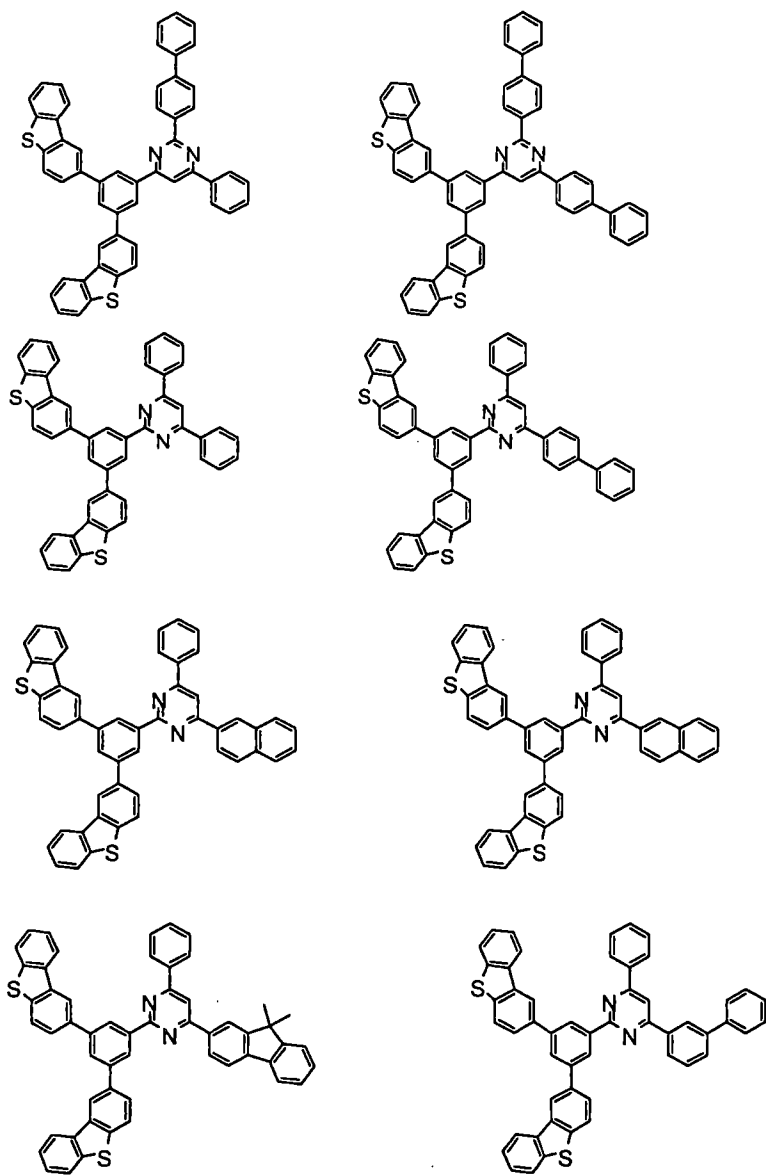


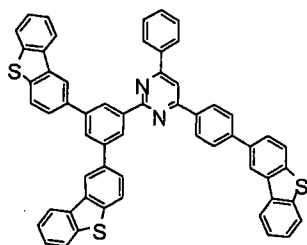
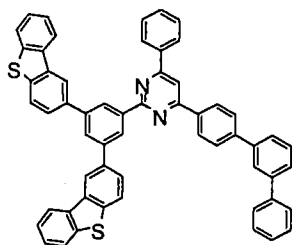
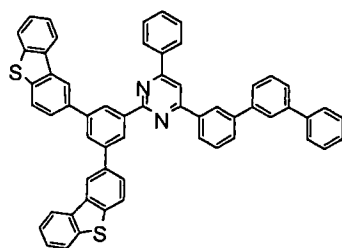
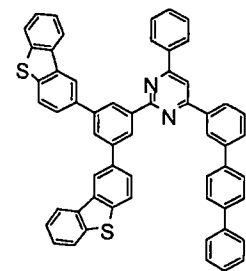
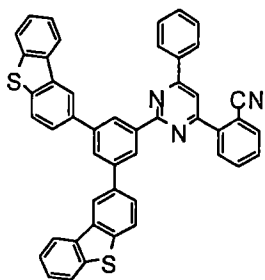
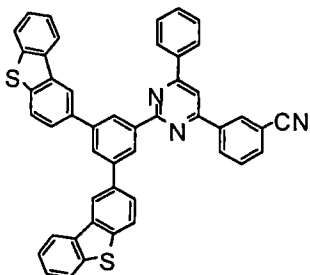
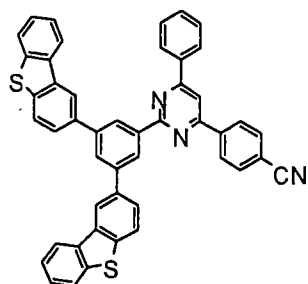
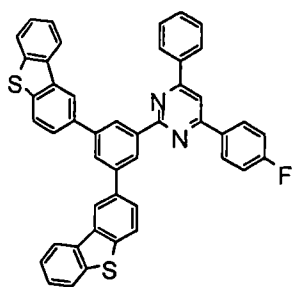


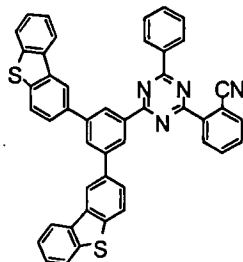
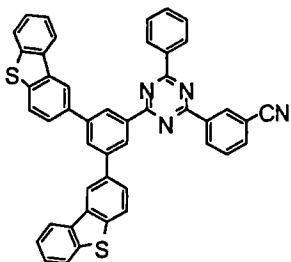
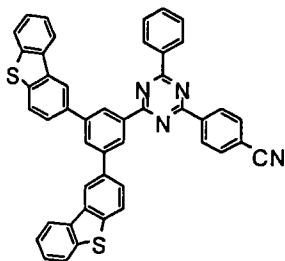
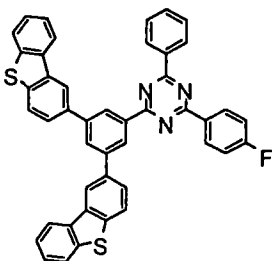
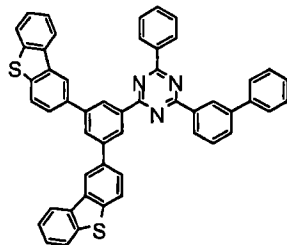
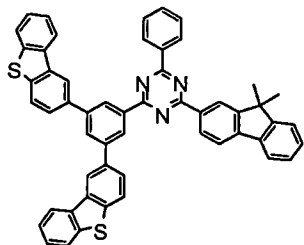
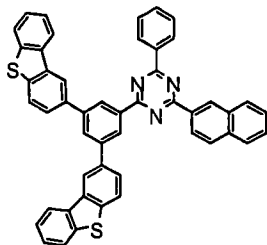
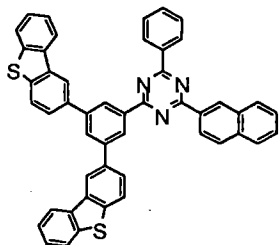
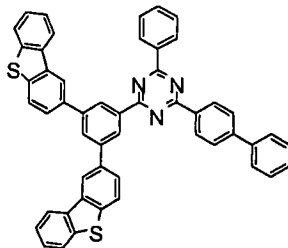
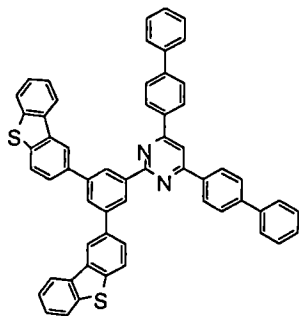
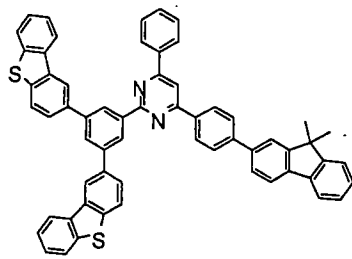
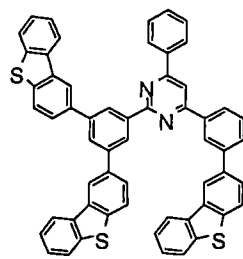


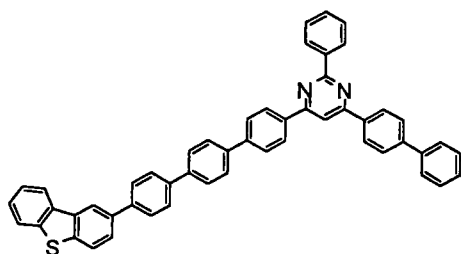
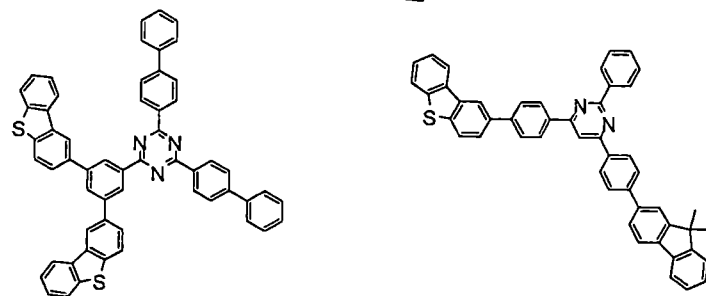
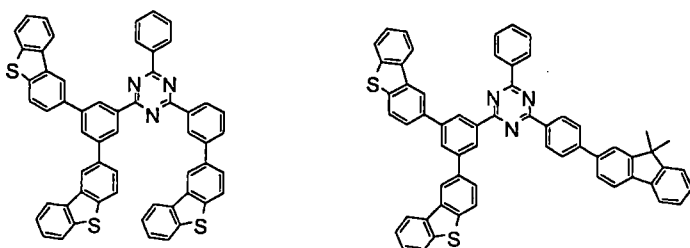
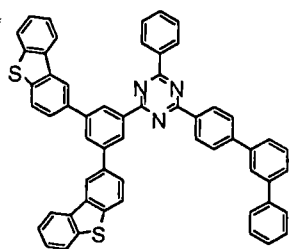
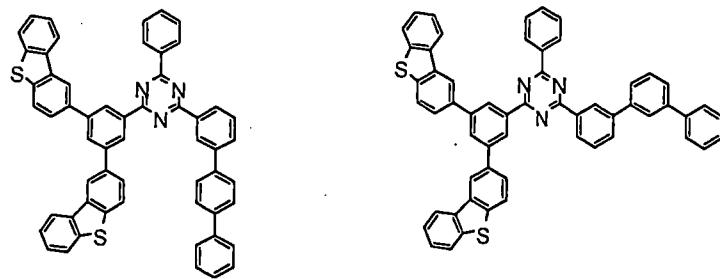


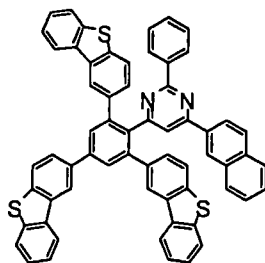
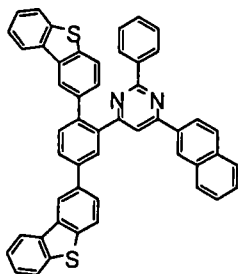
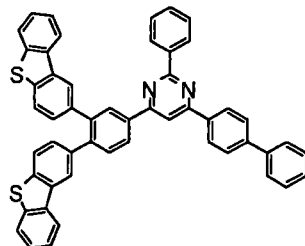
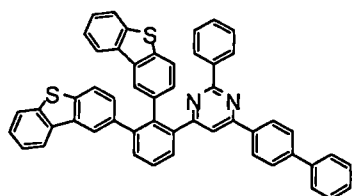
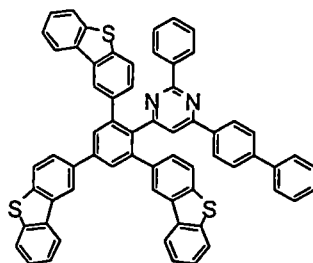
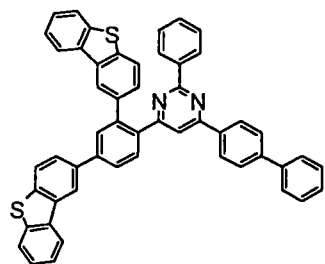
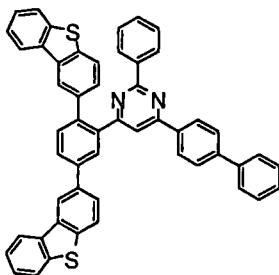
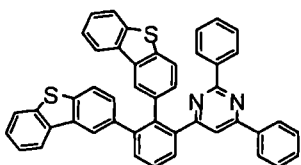
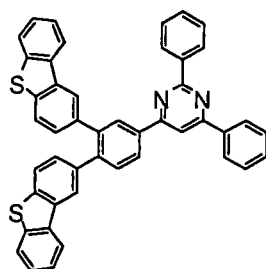
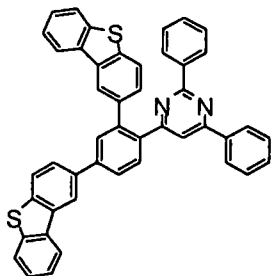
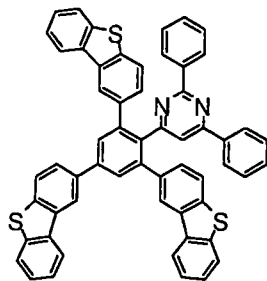
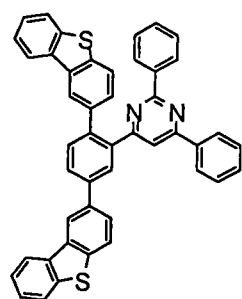


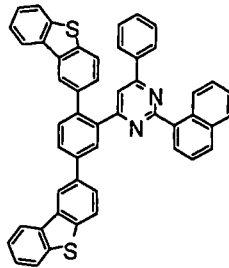
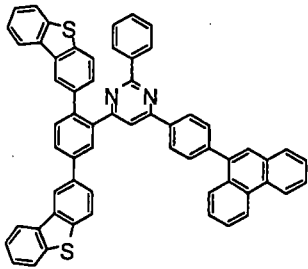
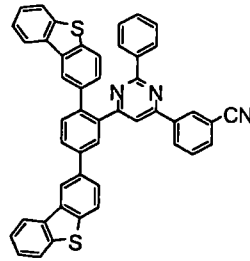
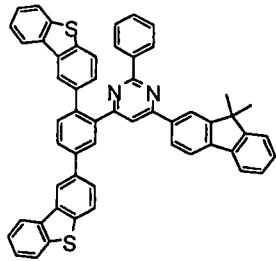
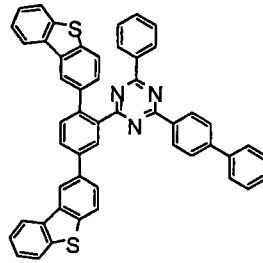
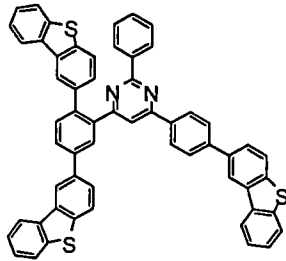
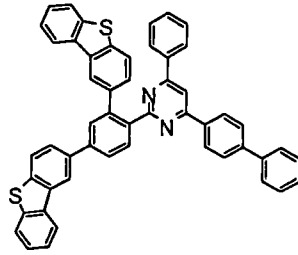
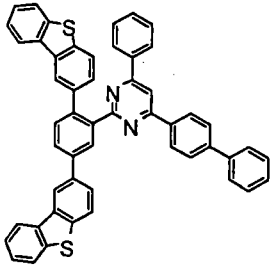
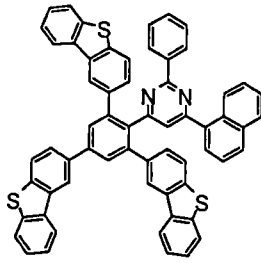
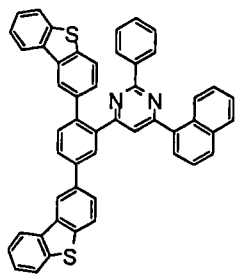


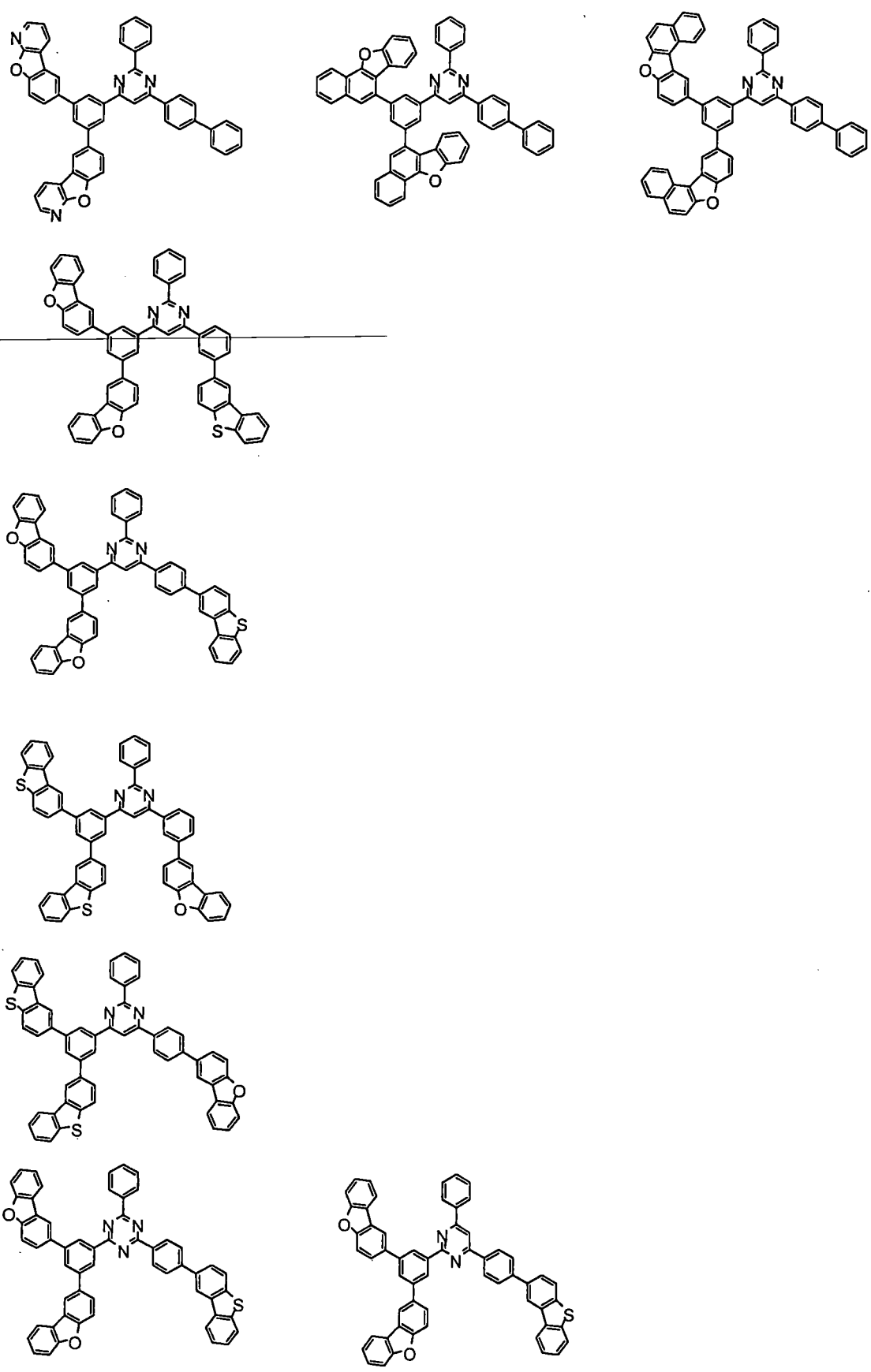












[ 有機 EL 元件用材料 ]

本發明之芳香族雜環衍生物係可使用作為有機 EL 元件用材料。有機 EL 元件用材料可單獨包含本發明之芳香族雜環衍生物，亦可包含其其化合物。包含本發明之芳香族雜環衍生物之有機 EL 元件用材料，例如可使用作為電子輸送帶域用材料，例如可使用作為障壁層用材料。尙且，本發明中，電子輸送帶域係意指電子輸送層、電子注入層、障壁層之任一者或此等層中 2 個以上之層之組合。

[ 有機 EL 元件 ]

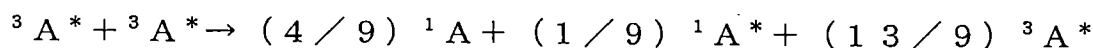
< 第一實施形態 >

本實施形態係利用 TTF 現象者。首先，以下說明 TTF 現象。

由陽極、陰極所注入之電洞、電子係在發光層內再結合而生成激子。其自旋狀態係如自今所已知般，單重態激子為 25%、三重態激子為 75% 之比率。自今已知之螢光元件中，25% 之單重態激子在緩和至基底狀態時則會發出光，但剩餘之 75% 之三重態激子則並不會發光而經由熱失活過程返回至基底狀態。因此，先前之螢光元件之內部量子效率之理論極限值認知為 25%。

另一方面，有理論性地研究關於有機物內部所生成之三重態激子之行為。根據 S.M.Bachilo 等 (J.Phys.Chem.A,104,7711(2000))，若假設五重態等之高次元激子會立刻返回三重態，則三重態激子(以下，記述為

$^3A^*$ )之密度上升時，三重態激子彼此衝撞而引起下述式般之反應。在此， $^1A$  代表基底狀態， $^1A^*$  代表最低激發單重態激子。



即，成爲  $5^3A^* \rightarrow 4^1A + ^1A^*$ ，而可預測初始生成之 75%之三重態激子中， $1/5$ (20%)變化成爲單重態激子。因此，賦予光之單重態激子即係對初始生成之 25%部分加上  $75\% \times (1/5) = 15\%$ 而成爲 40%。此時，全發光強度中所佔之源自 TTF 之發光比率(TTF 比率)爲  $15/40$ ，即係 37.5%。又，倘若初始生成之 75%之三重態激子相互衝撞而生成單重態激子(由 2 個三重態激子生成 1 個單重態激子)，即係對初始生成之單重態激子 25%部分加上  $75\% \times (1/2) = 37.5\%$ 而成爲 62.5%之可取得非常高之內部量子效率。此時，TTF 比率則成爲  $37.5/62.5 = 60\%$ 。

圖 1 爲展示本發明之第一實施形態之一例之有機 EL 元件概略構成圖。圖 2 爲展示第一實施形態之有機電致發光元件之發光層及電子輸送帶域中之三重態能量關係之圖。尚且，本實施形態中，三重態能量係指最低激發三重態狀態之能量與基底狀態能量之差，單重態能量(亦有稱爲能隙之情況)係指最低激發單重態狀態之能量與基底狀態之能量之差。

圖 1 所示之有機 EL 元件 1 係由陽極 10 之側依順序

具備電洞輸送帶域 60、發光層 20、電子輸送帶域 70、及陰極 50。本實施形態之有機 EL 元件 1 中，此等係互相鄰接。本實施形態之電子輸送帶域 70 係以障壁層 30 與電子注入層 40 所構成。以在陽極 10 與發光層 20 之間設置電洞輸送帶域 60 為佳。電洞輸送帶域中包含電洞注入層及電洞輸送層之至少任一者。

尚且，本發明中，單稱為障壁層時，則係指對三重態能量具有障壁機能之層。因此，與電洞障壁層或電荷障壁層在其機能上係為相異者。

發光層包含主材料及摻雜劑材料。摻雜劑材料係以展現螢光發光之摻雜劑材料(以下，亦稱為螢光發光性摻雜劑材料)為佳。以主波峰波長在 550nm 以下之螢光發光性摻雜劑材料為佳，以主波峰波長在 500nm 以下之螢光發光性摻雜劑材料為較佳。主波峰波長係指在濃度  $10^{-5}$  莫耳／升以上  $10^{-6}$  莫耳／升以下之甲苯溶液中所測定之發光光譜中發光強度為最大之發光光譜之波峰波長。主波峰波長 550nm 係指相當於綠色發光程度，且期望在該波長領域中利用 TTF 現象之螢光發光元件之發光效率提升。又，展現 480nm 以下之藍色發光之螢光發光元件中，可期待提升較高發光效率向上。尚且，關於 550nm 以上之紅色發光，因高內部量子效率之磷光發光元件既已在實用水準，故並未期望提升作為螢光元件之發光效率。

圖 2 中，由陽極所注入之電洞通過電洞輸送帶域而注入於發光層，由陰極所注入之電子通過電子注入層及障壁

層而注入於發光層。其後，在發光層內電洞與電子再結合而生成單重態激子與三重態激子。再結合係有在主材料分子上引起之情況，與在摻雜劑材料分子上引起之情況兩種。

本實施形態係如圖 2 所示般，將主材料、摻雜劑材料之三重態能量分別設為  $E^T_h$ 、 $E^T_d$  時，則滿足以下式 (2A) 之關係。

$$E^T_h < E^T_d \quad \dots (2A)$$

藉由滿足此式 (2A) 之關係，並再如圖 3 所示般，在主材料再結合而產生之三重態激子不會移動至具較高三重態能量之摻雜劑材料。又，於摻雜劑材料之分子上再結合而產生之三重態激子則係迅速轉移能量至主材料之分子。即，主材料之三重態激子不會轉移至摻雜劑材料，且藉由 TTF 現象有效率地在主材料上以三重態激子彼此衝撞而生成單重態激子。並且，因摻雜劑材料之單重態能量  $E^S_d$  小於主材料之單重態能量  $E^S_h$ ，即係滿足以下式 (2B) 之關係。

$$E^S_d < E^S_h \quad \dots (2B)$$

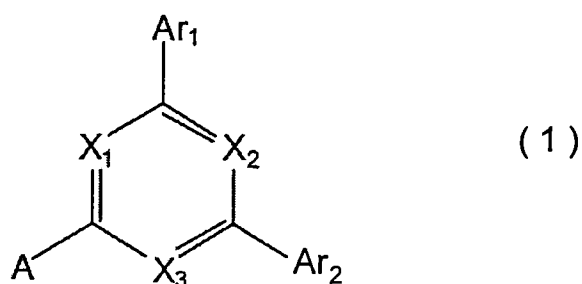
由於滿足式 (2B) 之關係，藉由 TTF 現象所生成之單重態激子由主材料能量轉移至摻雜劑材料，而賦予摻雜劑材料之螢光性發光。本來，螢光型元件所使用之摻雜劑材料

中，禁止由激發三重態狀態轉移至基底狀態之遷移，此般遷移中，三重態激子不使光學性能量失活而引起熱性失活。但，藉由使主材料與摻雜劑材料之三重態能量關係滿足上述關係，在三重態激子引起熱性失活前，因互相衝撞而有可效率地生成單重態激子。此結果係可提升發光效率。

本實施形態中，障壁層係與發光層鄰接。障壁層係防止發光層中生成之三重態激子擴散至電子輸送帶域，藉由將三重態激子封閉於發光層內而具有提高三重態激子之密度，而有效引起 TTF 現象之機能。

又，障壁層亦係具有對發光層有效率地注入電子之作用。對發光層之電子注入性降低時，發光層中之電子-電洞之再結合減少而致使三重態激子之密度變低。三重態激子之密度若變低，三重態激子之衝撞頻率減少，而無法有效地引起 TTF 現象。

本實施形態之有機 EL 元件之障壁層係包含下述一般式(1)所表示之芳香族雜環衍生物。



(前述一般式(1)中， $X_1$  至  $X_3$  為氮原子或  $CR_1$ 。

但， $X_1$  至  $X_3$  之中，至少任一個為氮原子。

$R_1$  各自獨立為

氫原子、

鹵素原子、

氰基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、

取代或無取代之碳數 2~30 之烯基、

取代或無取代之碳數 2~30 之炔基、

取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、

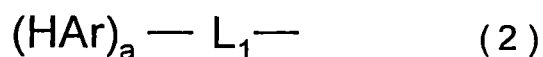
取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳矽基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳烷基、或

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基。

前述一般式(1)中，A 為下述一般式(2)所表示者。)



(前述一般式(2)中，HAr 為下述一般式(3)所表示者。

前述一般式(2)中，a 為 1 以上 5 以下之整數。

a 為 1 時， $L_1$  為單鍵或二價之連結基。

a 為 2 以上 5 以下時， $L_1$  為三價以上六價以下之連結基，HAr 可為相同或相異。

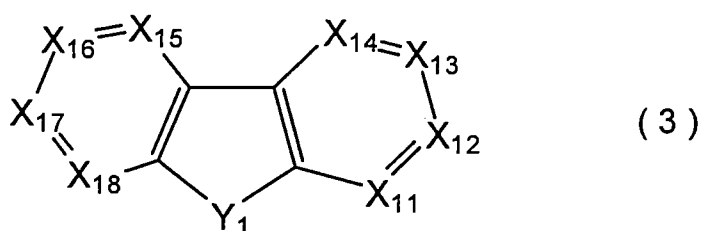
前述連結基為

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、  
或、

由此等之基之 2 個或 3 個互相鍵結之基之任一者所  
衍生之二價以上六價以下之殘基。

尚且，互相鍵結之基可互為相同或相異。)



(前述一般式(3)中， $X_{11}$  至  $X_{18}$  係各自獨立為氮原子、 $CR_{13}$ 、或對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子。

前述一般式(3)中， $Y_1$  為氧原子、硫原子、 $SiR_{11}R_{12}$ 、或對  $R_{11}$  及  $L_1$  分別以單鍵鍵結之矽原子。

但，對  $L_1$  進行鍵結者為  $X_{11}$  至  $X_{18}$ 、及  $R_{11}$  至  $R_{12}$  之  
碳原子，以及  $Y_1$  中之矽原子之任一者。

$R_{11}$  及  $R_{12}$  係與前述一般式(1)中之  $R_1$  同義。 $R_{11}$  及  
 $R_{12}$  可為相同或相異。

$R_{13}$  各自獨立為

氫原子、

鹵素原子、

氰基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、  
 取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、  
 取代或無取代之碳數 2~30 之烯基、  
 取代或無取代之碳數 2~30 之炔基、  
 取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳矽基、  
 取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳烷基、或  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基。

複數之  $R_{13}$  可互為相同或異。又，相鄰之  $R_{13}$  亦可互相鍵結而形成環。

前述一般式(1)中， $Ar_1$  及  $Ar_2$  各自獨立為

前述一般式(2)所表示者、  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基，或，  
 取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基。

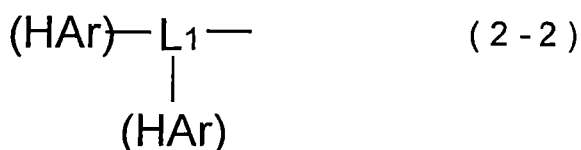
前述一般式(3)中， $X_{13}$  或  $X_{16}$  係以對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子為佳。或，前述一般式(3)中， $X_{11}$  或  $X_{18}$  係以對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子為佳。

前述一般式(2)中， $a$  為 1 以上 5 以下之整數，以 1 以上 3 以下為較佳，1 或 2 為特佳。

$a$  為 1 時， $L_1$  為單鍵或二價之連結基，前述一般式(2)為下述一般式(2-1)所表示者。

$a$  為 2 以上 5 以下時， $L_1$  為三價以上六價以下之連結基。 $a$  為 2 時，前述一般式(2)為下述一般式(2-2)所表示

者。此時 HAr 可為相同或相異。



前述連結基為

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基，

或，

由此等之基之 2 個或 3 個互相鍵結之基之任一者所衍生之二價或三價之殘基。

由此等之基之 2 個或 3 個互相鍵結之基係為由前述環形成碳數 6~30 之芳基及環形成原子數 5~30 之雜環基所衍生之二價或三價之殘基互相以單鍵鍵結 2 個或 3 個之基。此連結基中，互相鍵結之基可互為相同或相異。

又，前述一般式(2)、(2-1)、(2-2)中，L<sub>1</sub> 係以連結基為佳，而連結基係以取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、或由此等之基之 2 個或 3 個互相鍵結之基之任一者所衍生之二價或三價殘基為佳。並且，連結基係以取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基或取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基為佳。

前述一般式(2)中，a 為 1(參照前述一般式(2-1))，L<sub>1</sub>

爲連結基時，連結基係以取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基之二價殘基、或、取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基之二價殘基爲佳。更具體而言， $L_1$  係以由苯、聯苯、聯三苯、萘及菲之任一者所衍生之二價殘基爲佳。

前述一般式(2)中， $a$  爲 2(參照前述一般式(2-2))， $L_1$  爲連結基時，連結基係以取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基之三價殘基，或取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基之三價殘基爲佳。更具體而言， $L_1$  係以由苯、聯苯、聯三苯、萘及菲之任一者所衍生之二價殘基爲佳。

前述一般式(3)中之  $Y_1$  係以氧原子或硫原子爲佳。並且係以前述一般式(3)中之  $Y_1$  爲氧原子或硫原子， $X_{11}$  至  $X_{18}$  之中之任一個爲對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子，其以外  $CR_{13}$  爲佳。

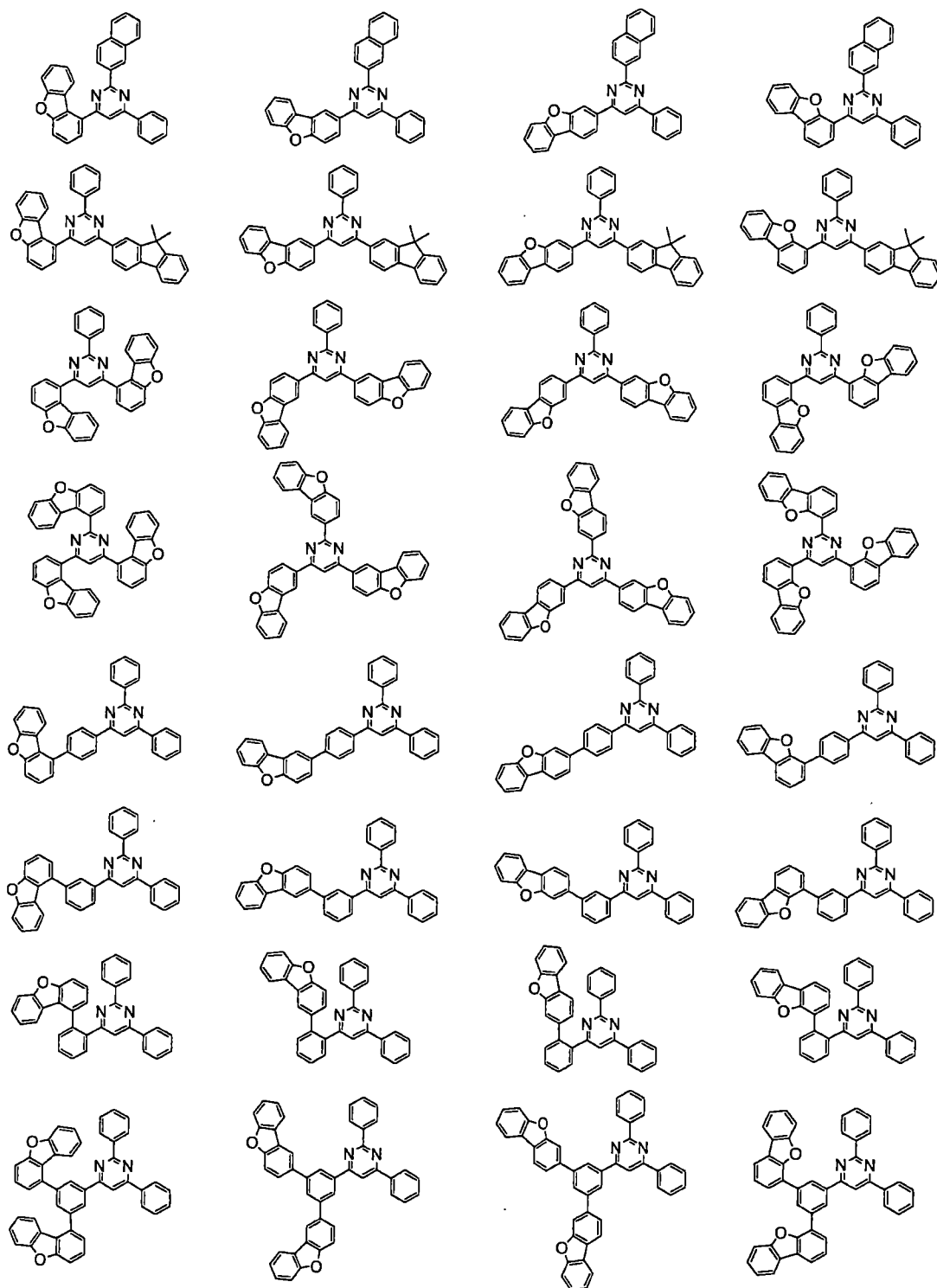
前述一般式(1)中之  $X_1$  至  $X_3$  之中，係以任意 2 個或 3 個爲氮原子爲佳。

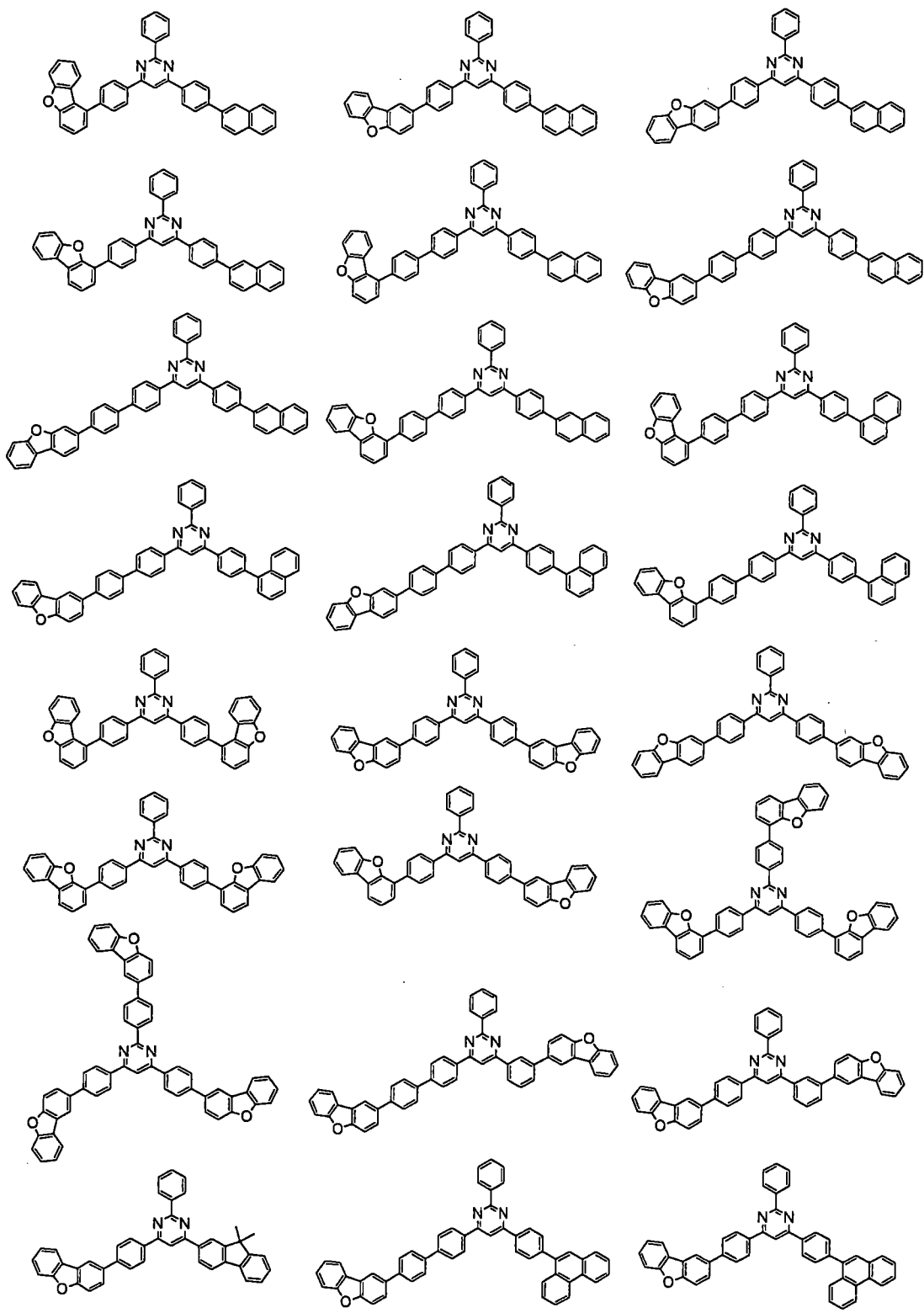
前述一般式(2)中之  $L_1$  係以由苯、聯苯、聯三苯、萘、及菲之任一者所衍生之二價或三價之殘基爲佳。

前述一般式(1)至(3)及(2-1)~(2-2)中之  $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $L_1$ 、 $R_1$ 、 $R_{11}$ ~ $R_{13}$ 、 $X_{11}$ ~ $X_{18}$ 、 $Y_1$  中之各基之具體例，可使用在一般式(4)所表示之芳香族雜環衍生物中所說明之各基。

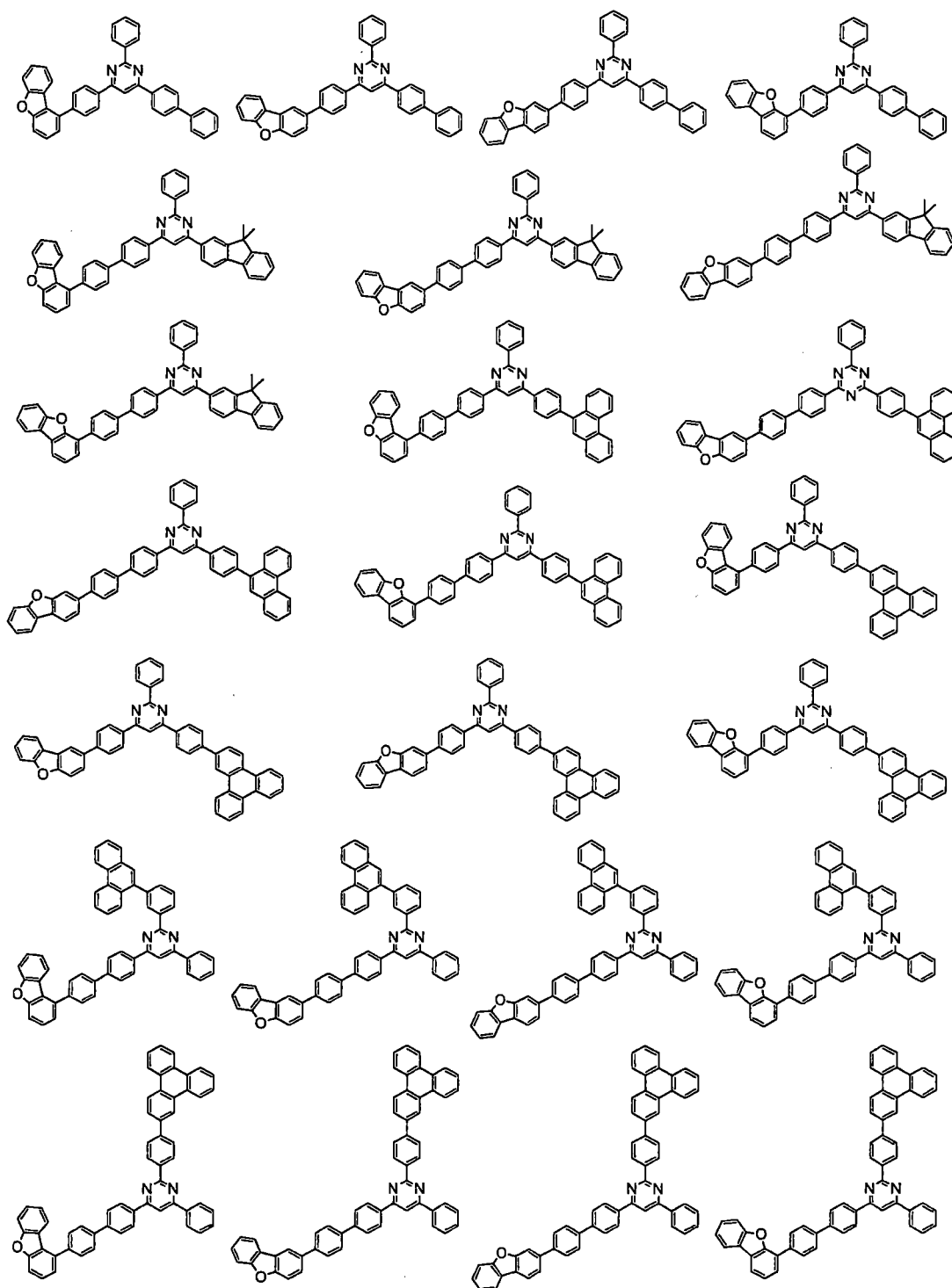
作爲本實施形態之有機 EL 元件之障壁層所包含之前

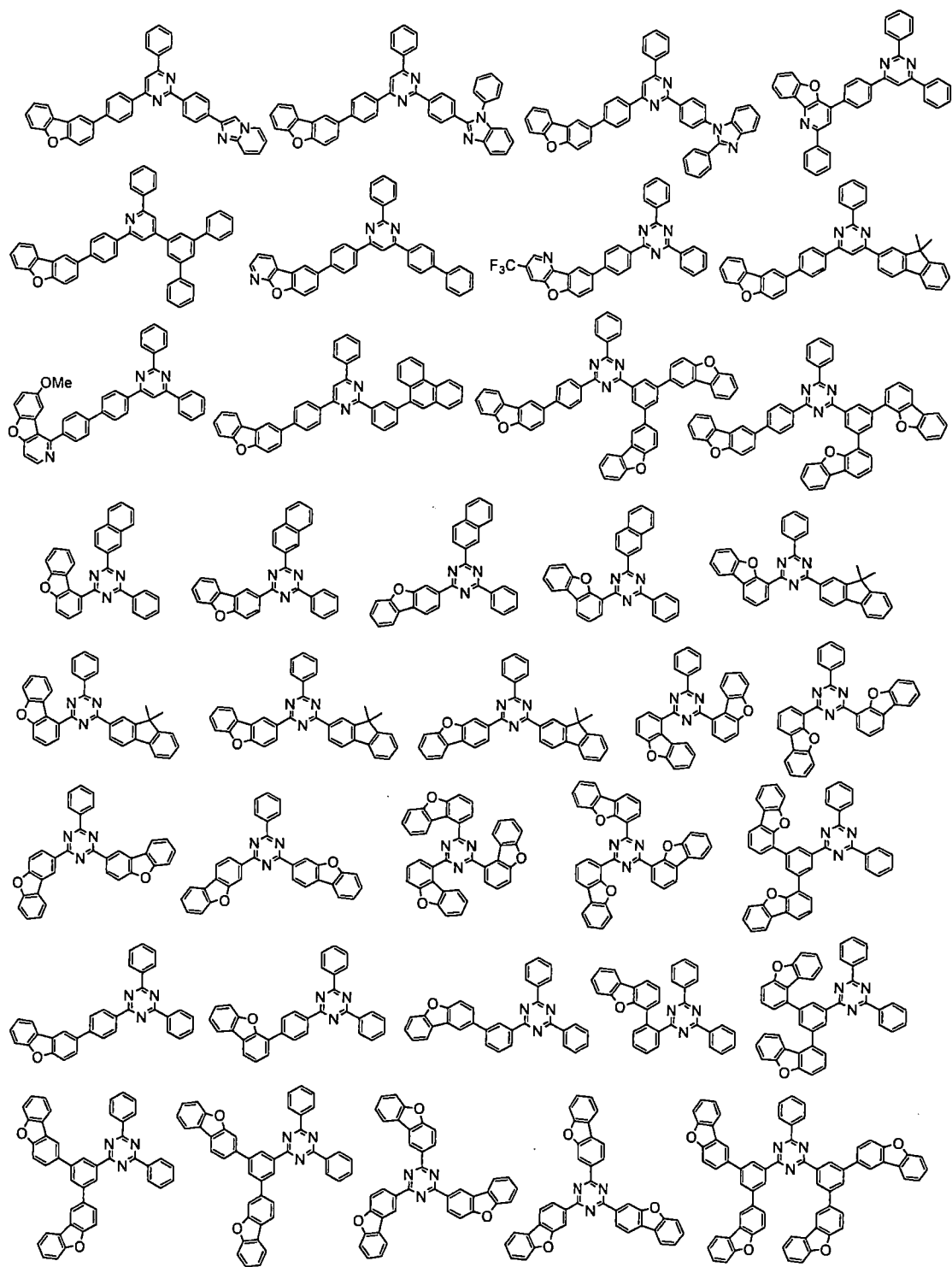
述一般式(1)所表示之芳香族雜環衍生物之具體構造，例如可舉出如以下者。但，本實施形態並非係受限於此等構造之芳香族衍生物。

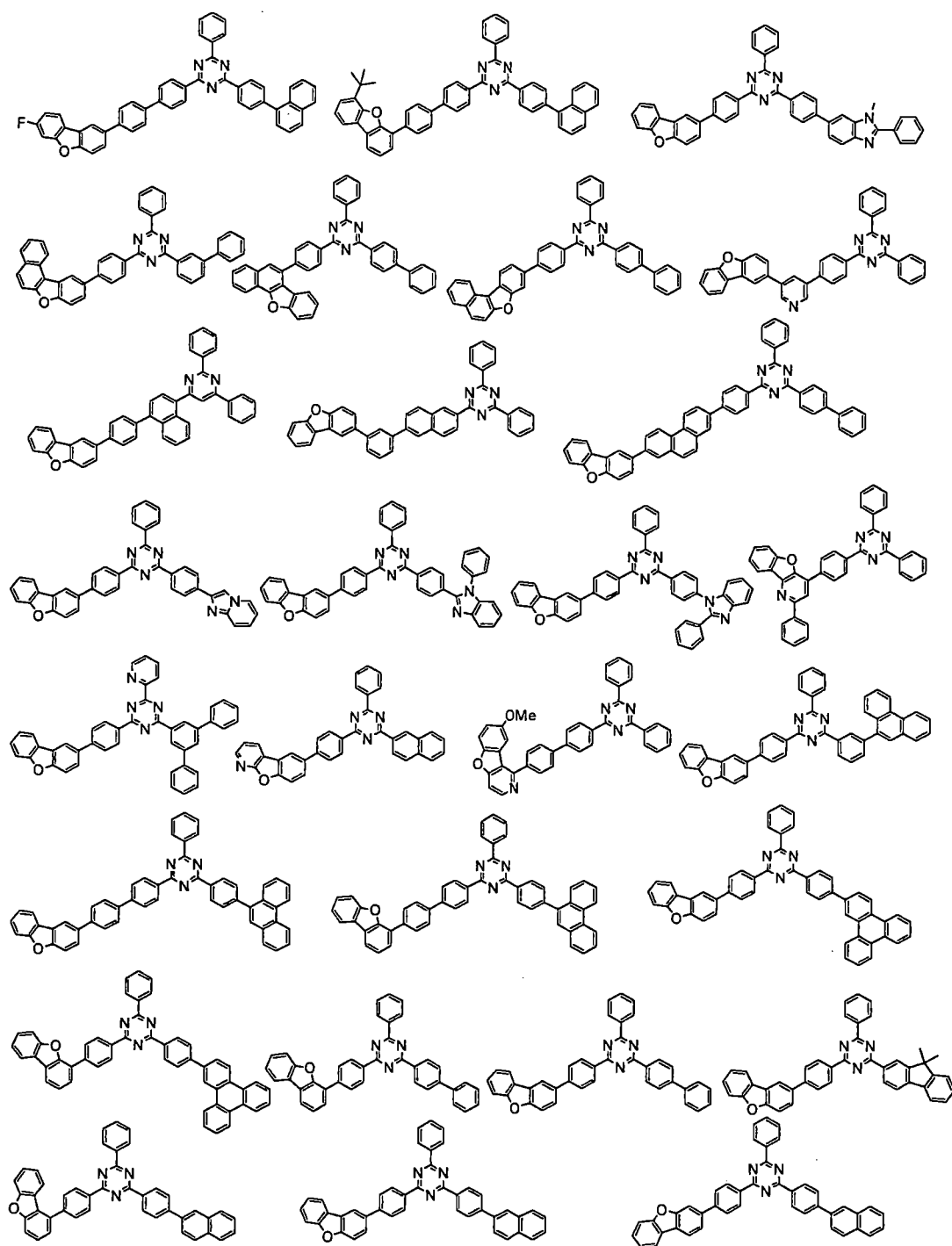


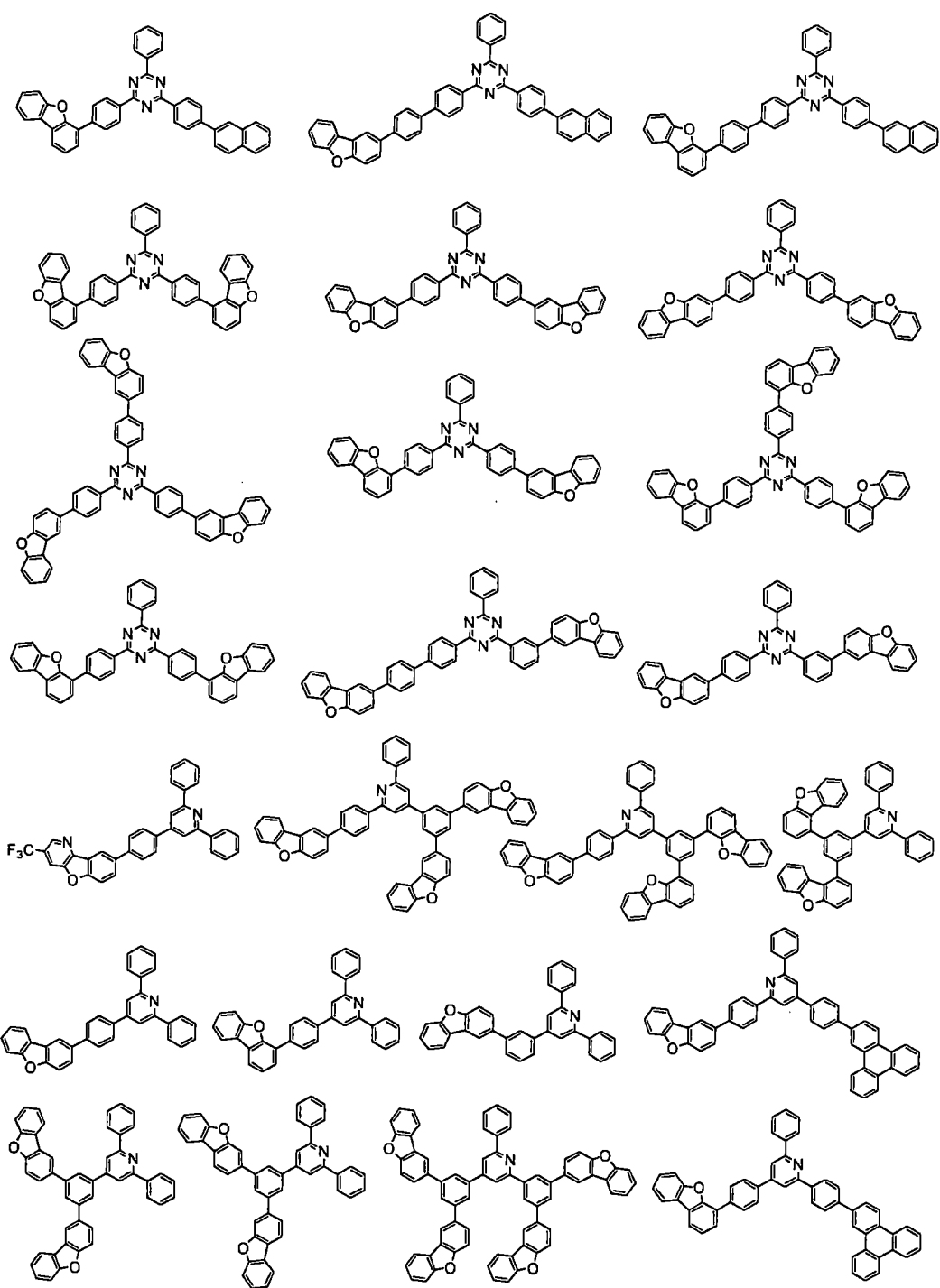


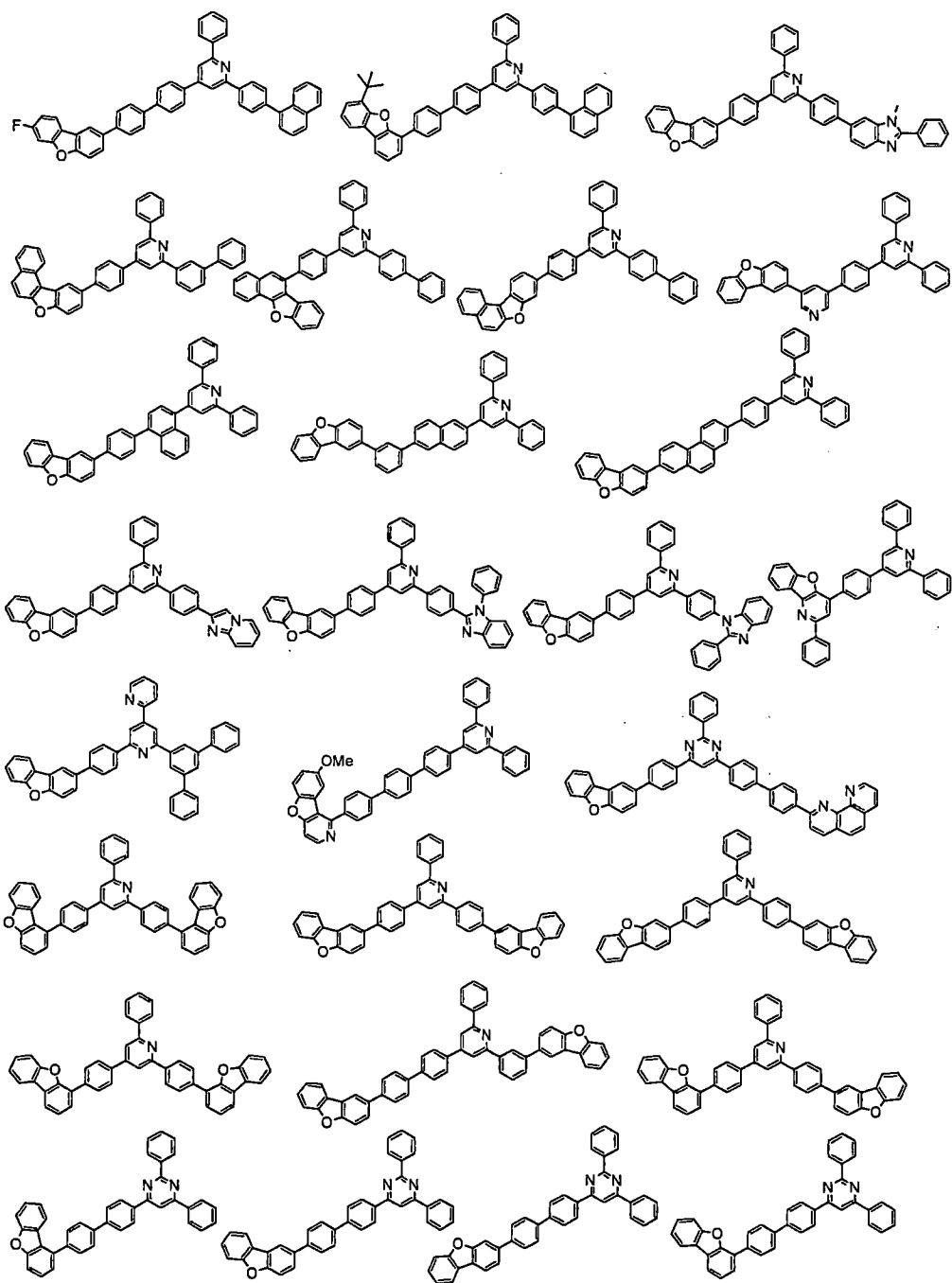


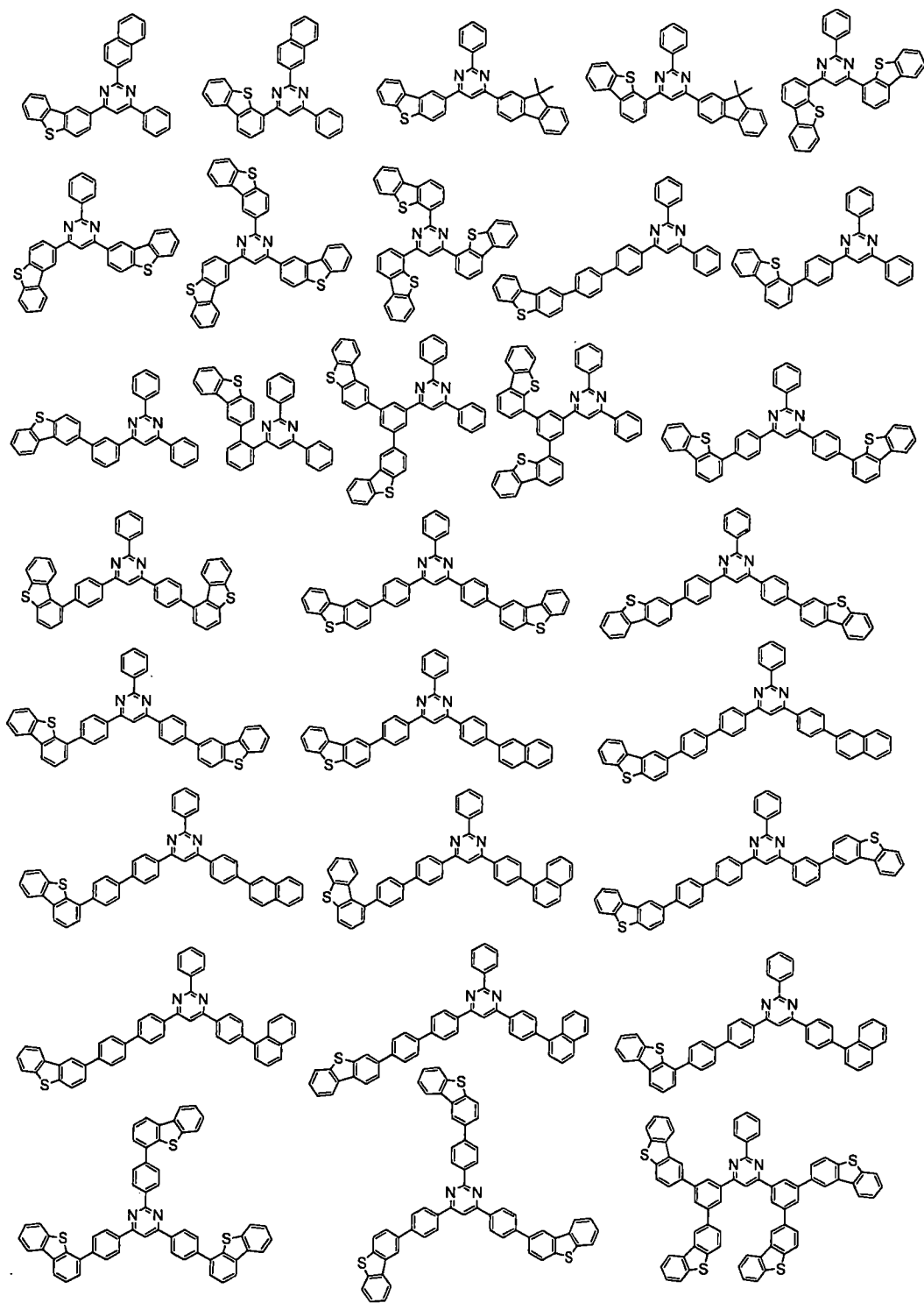


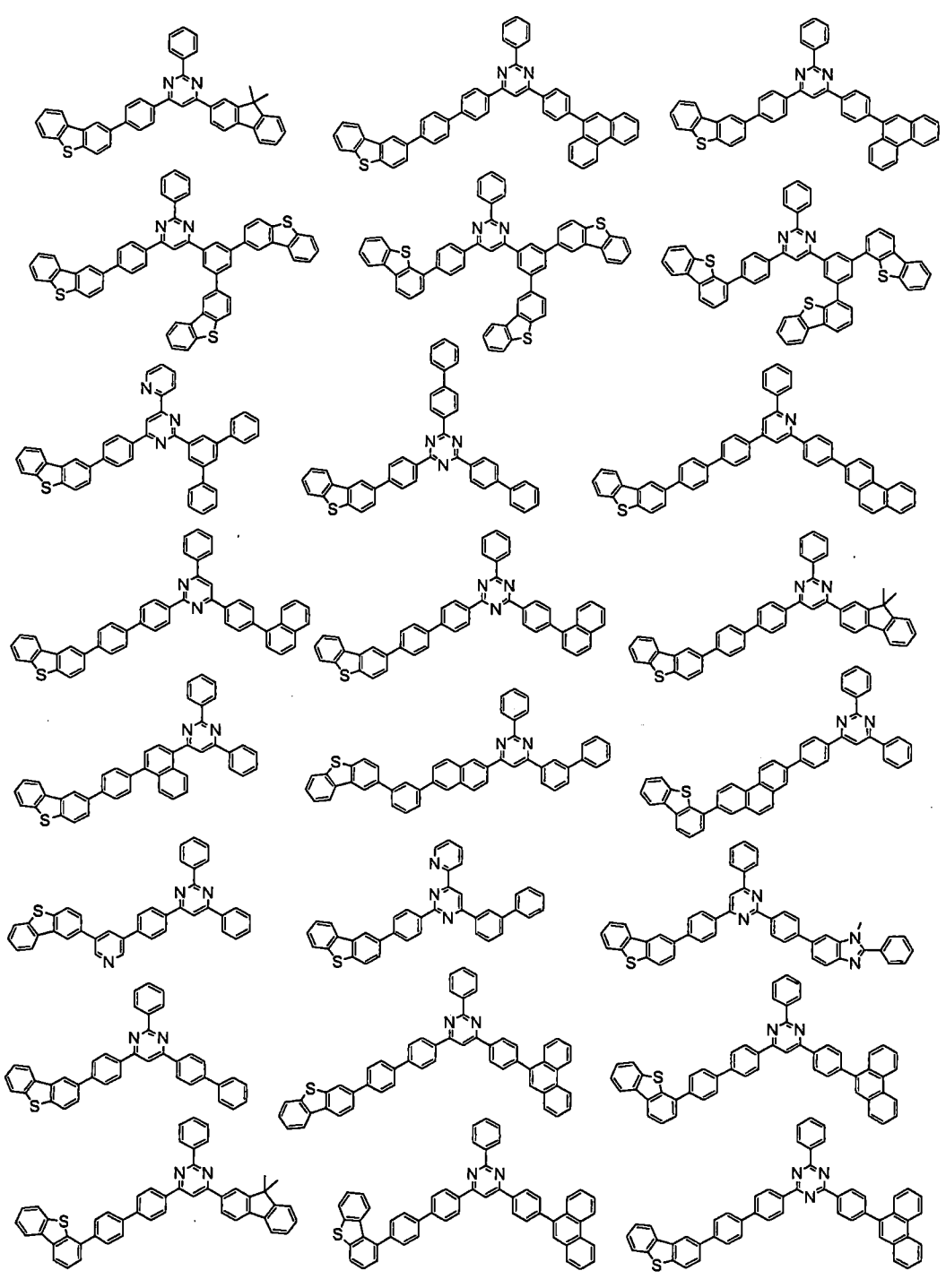


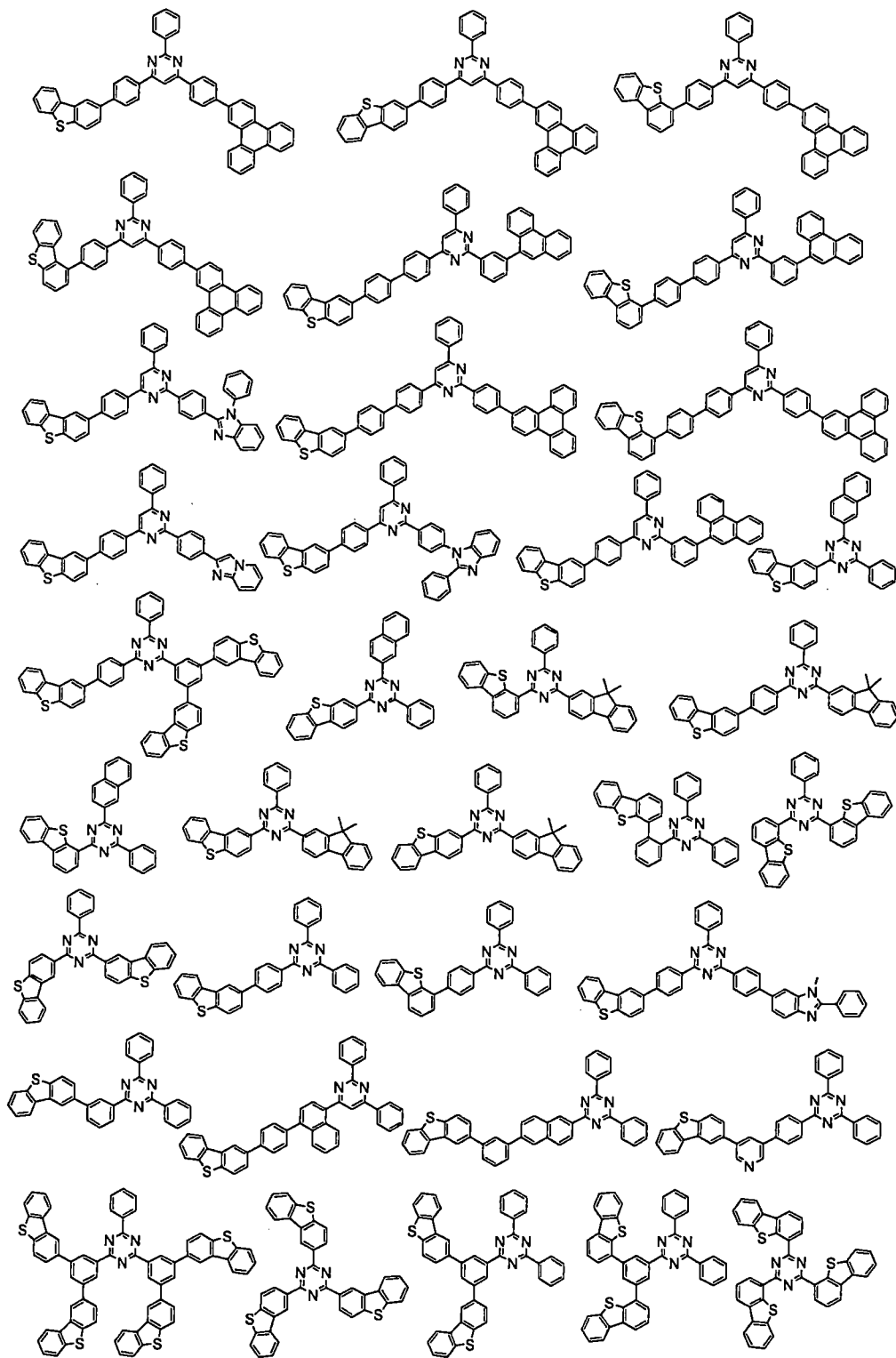


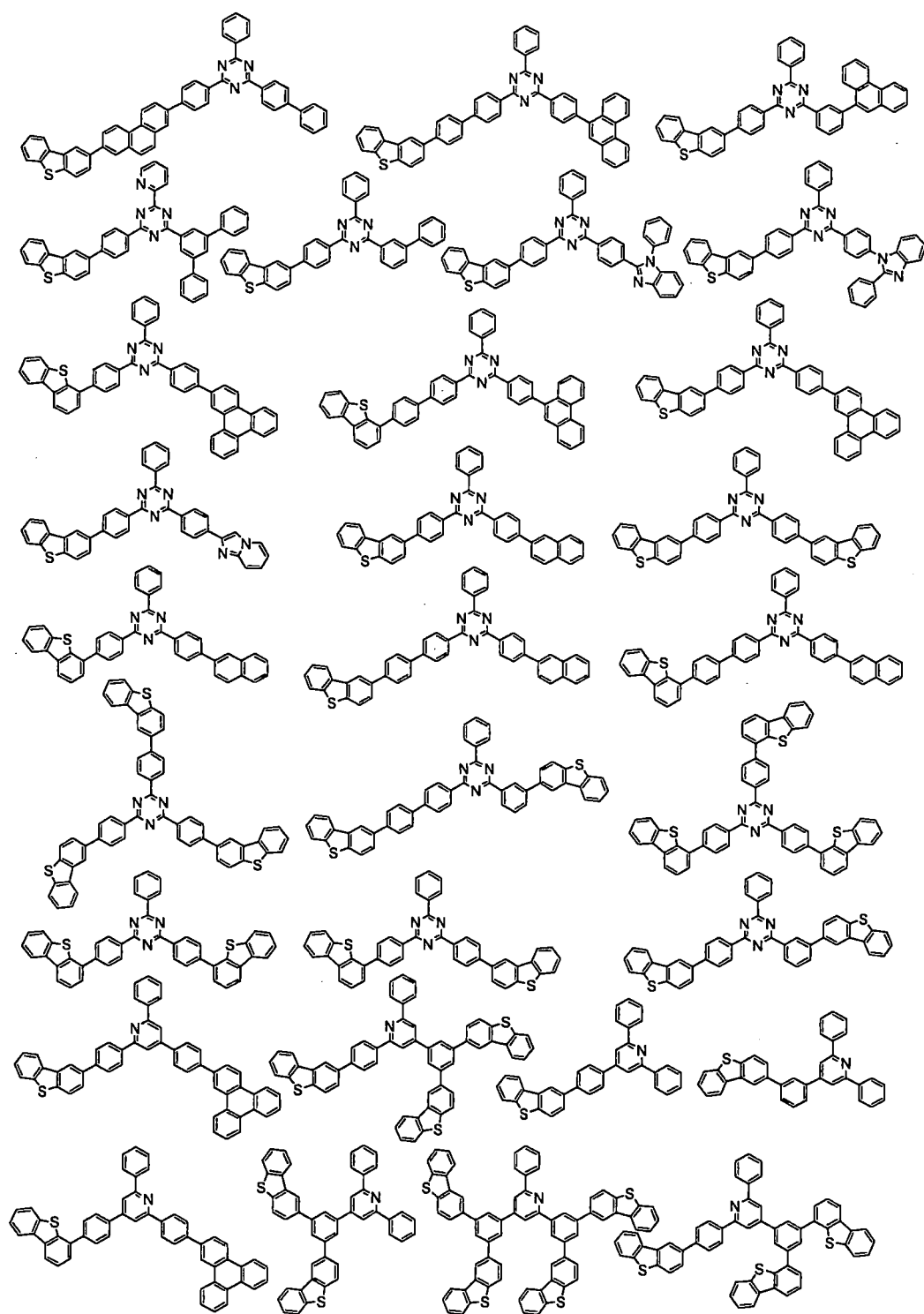


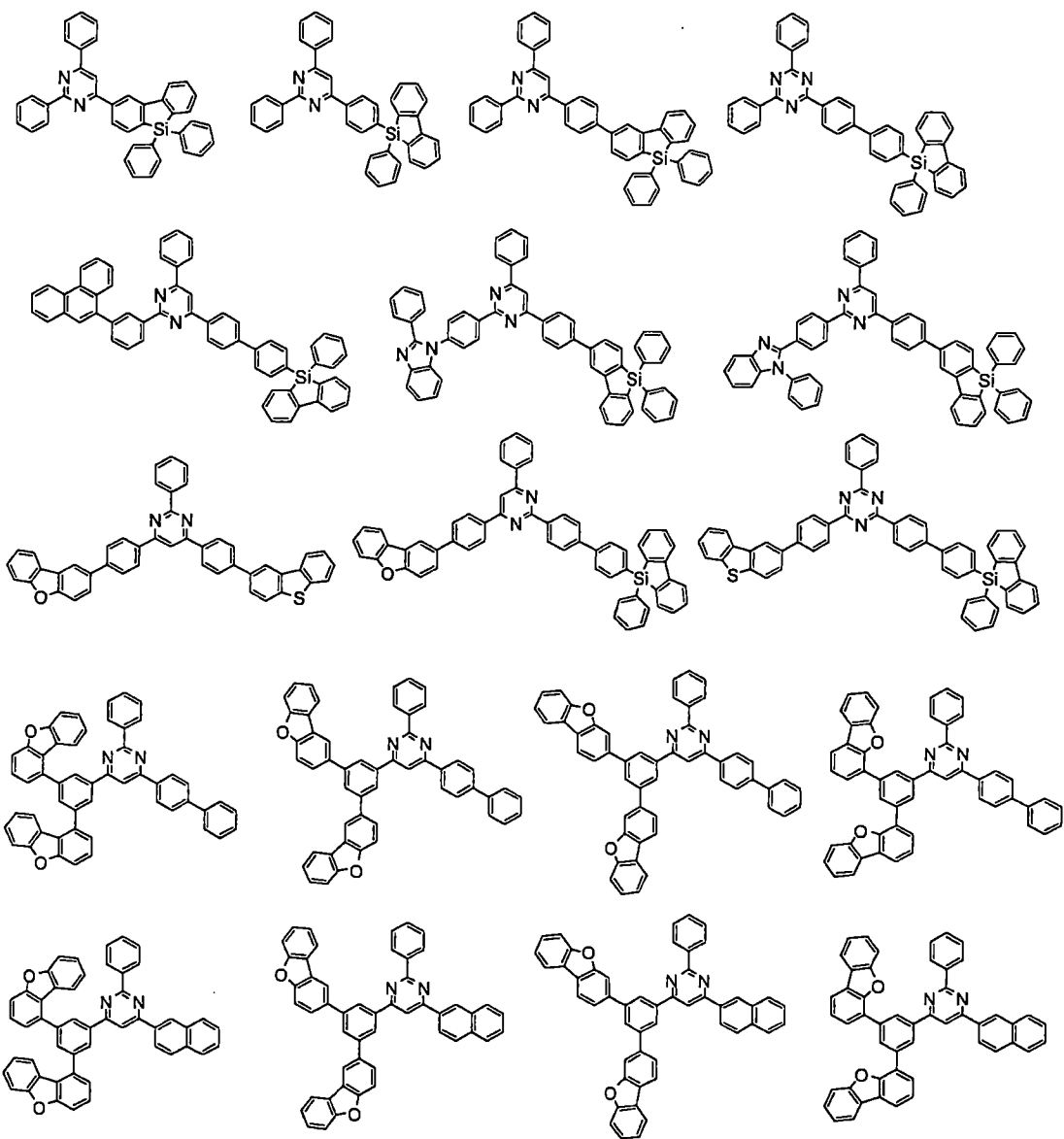


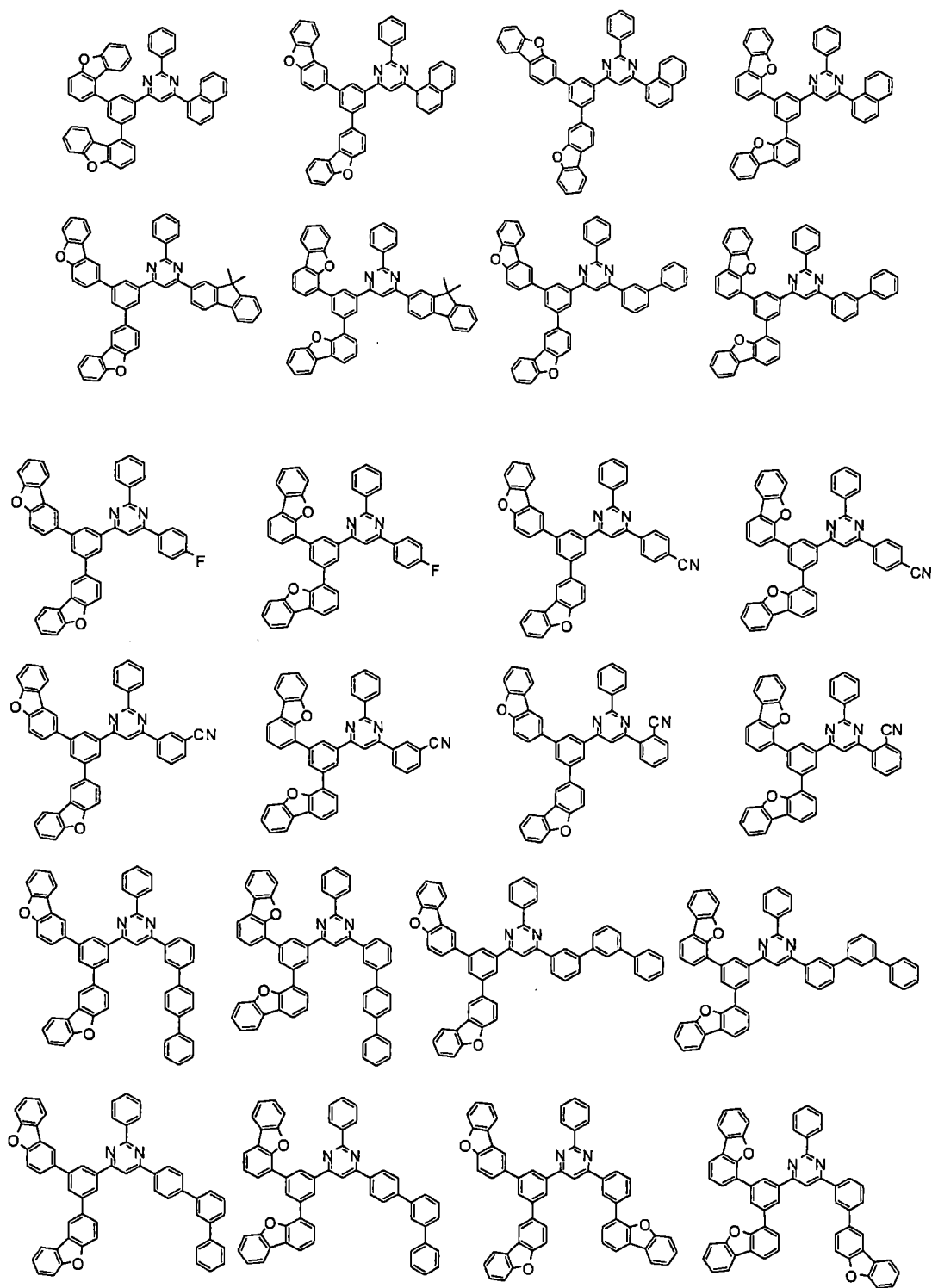


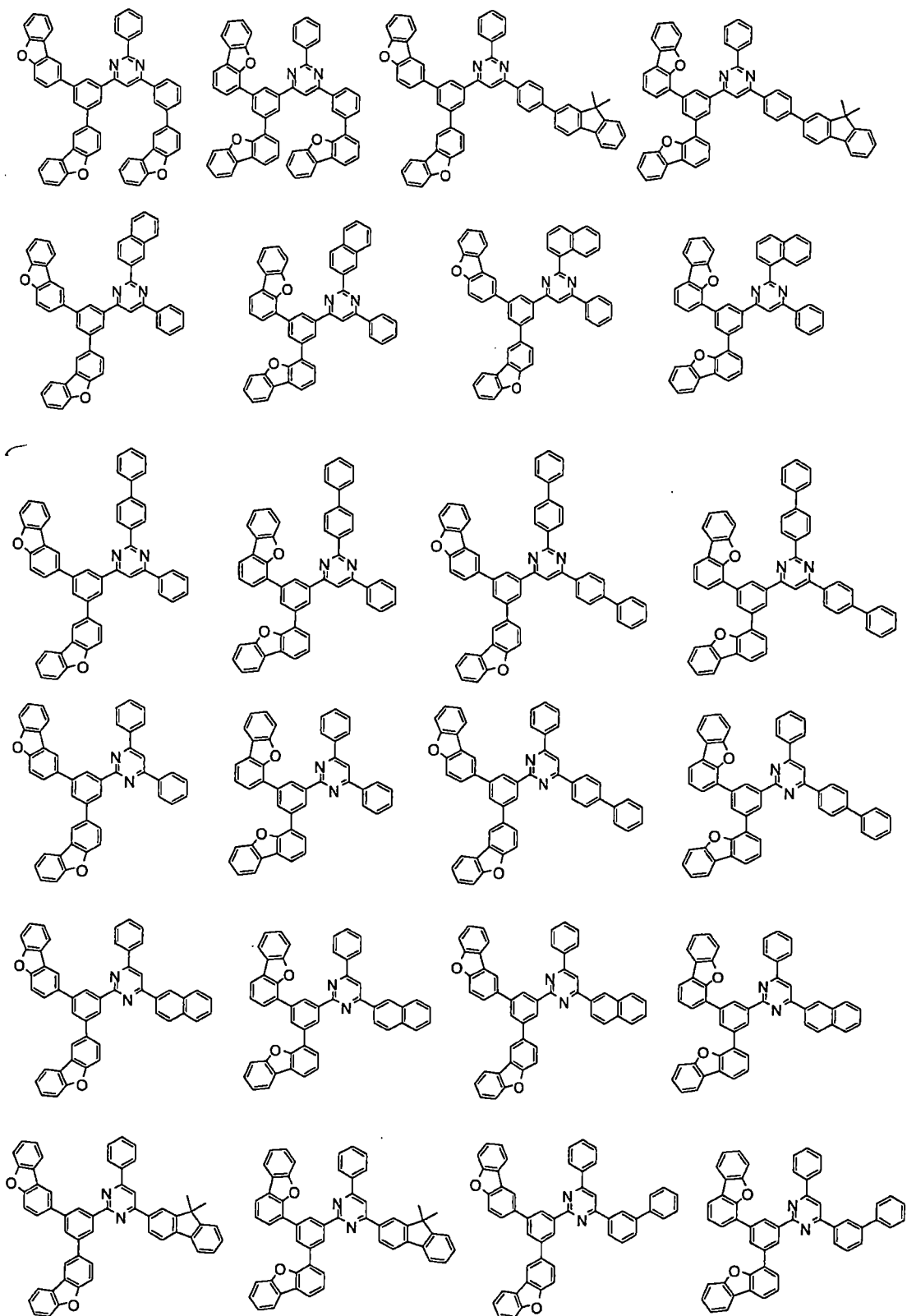




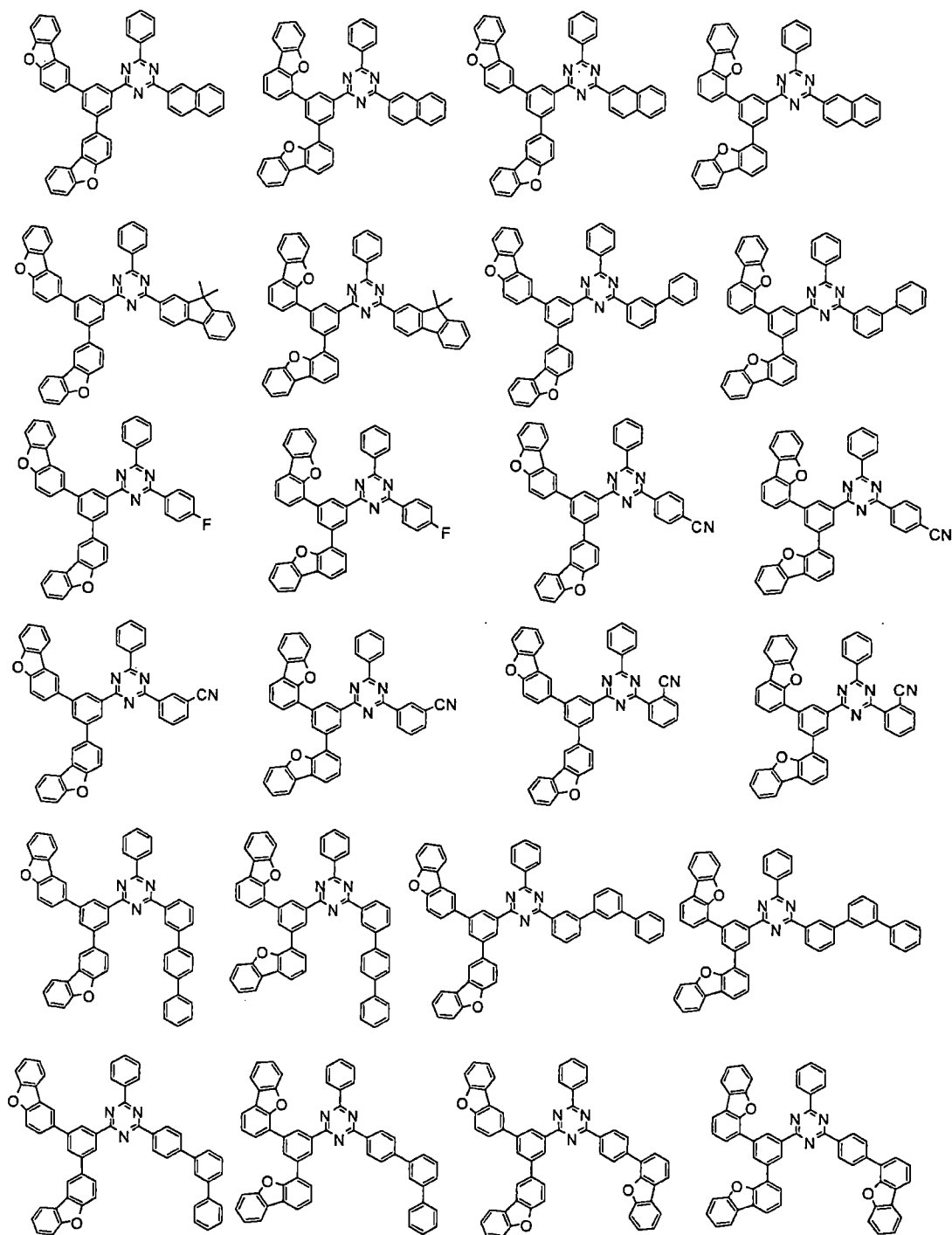


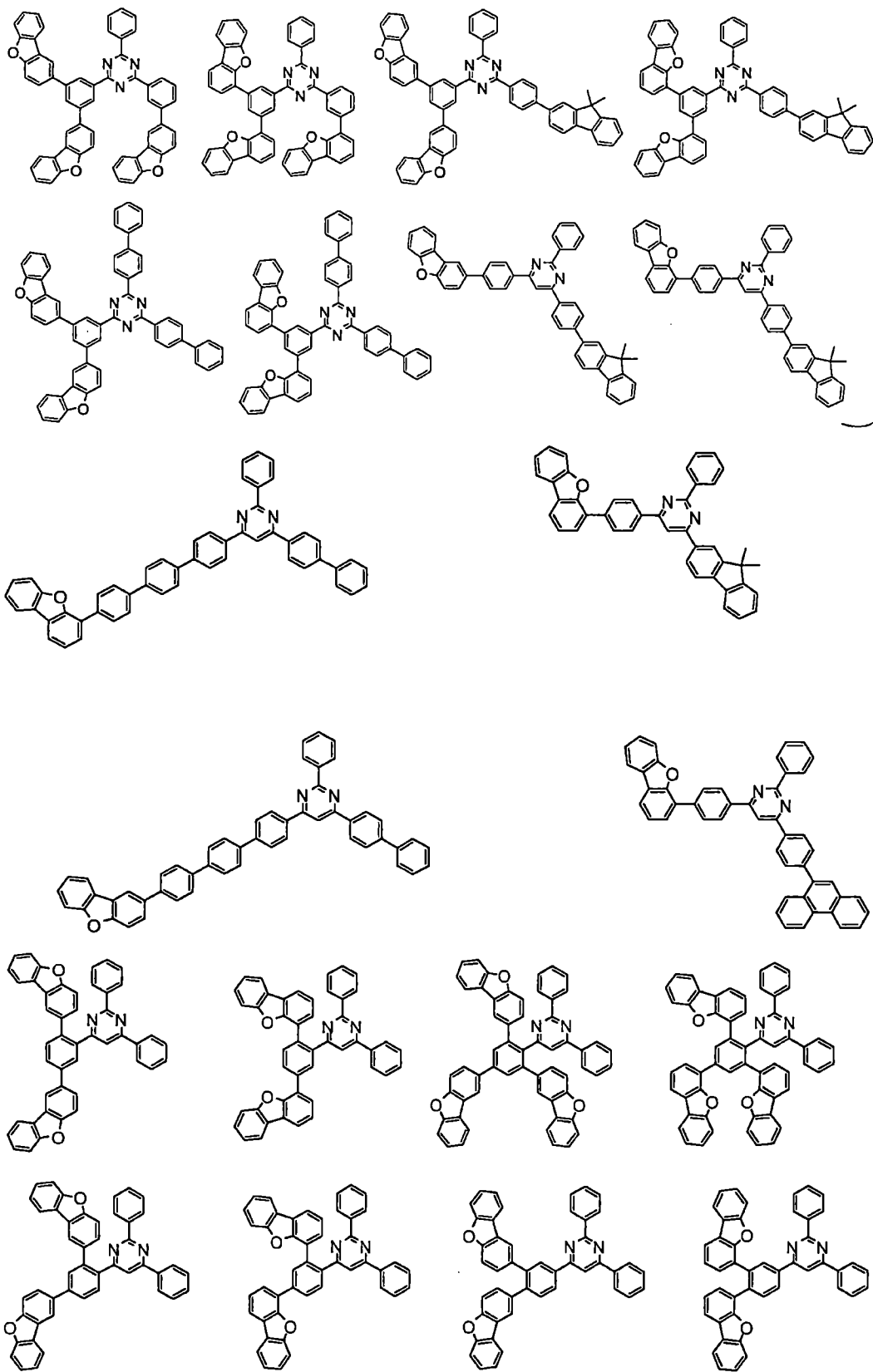


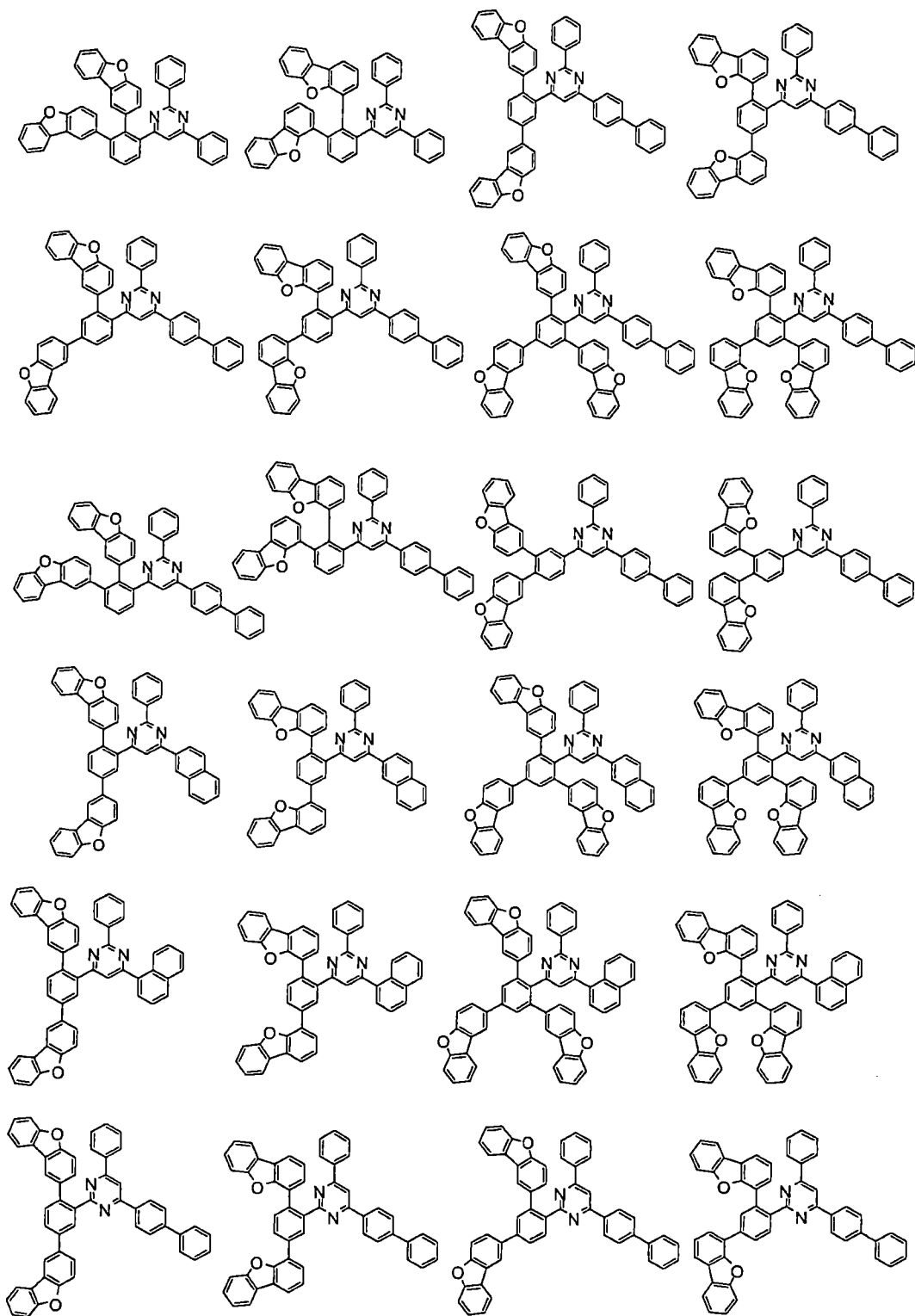


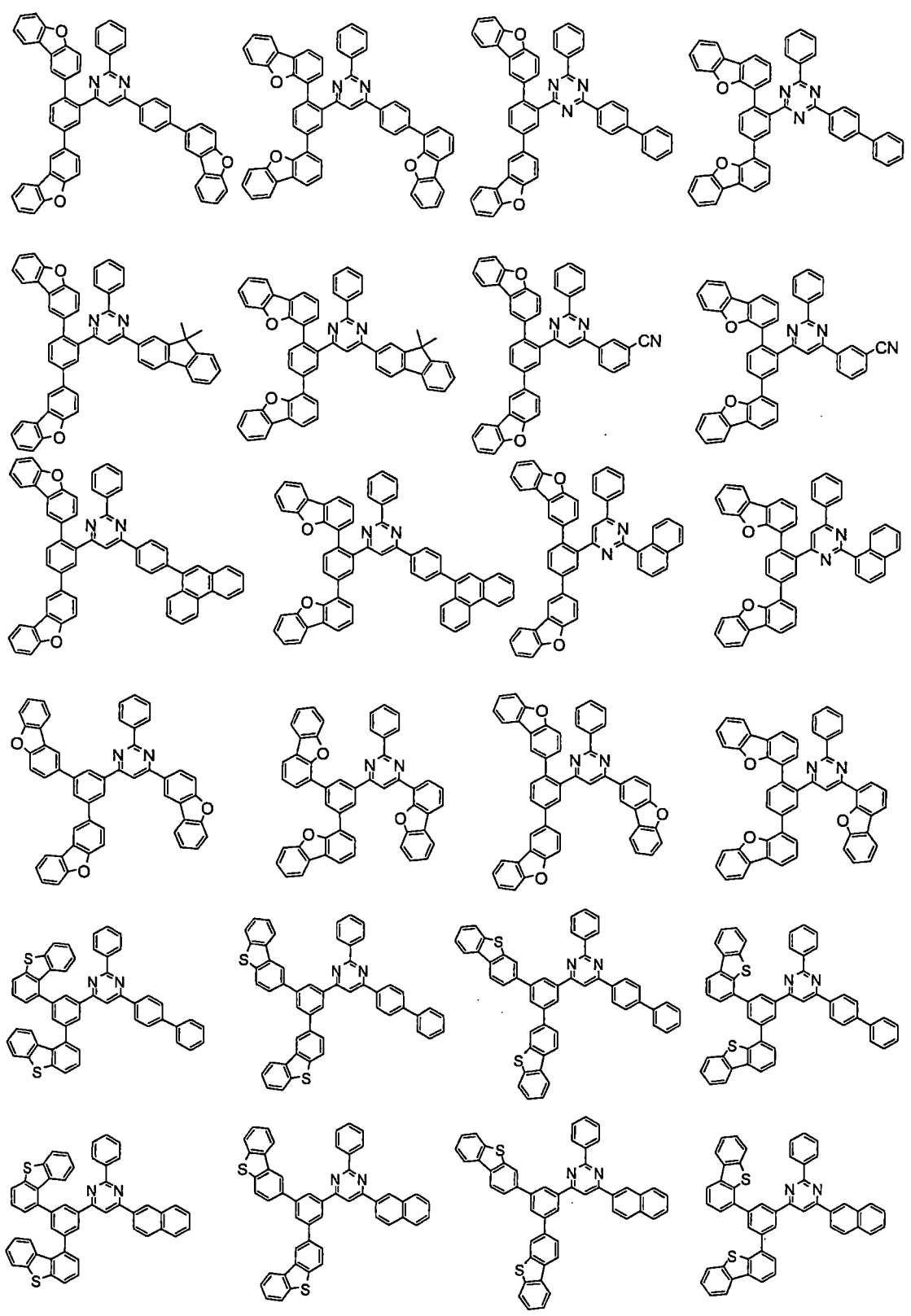


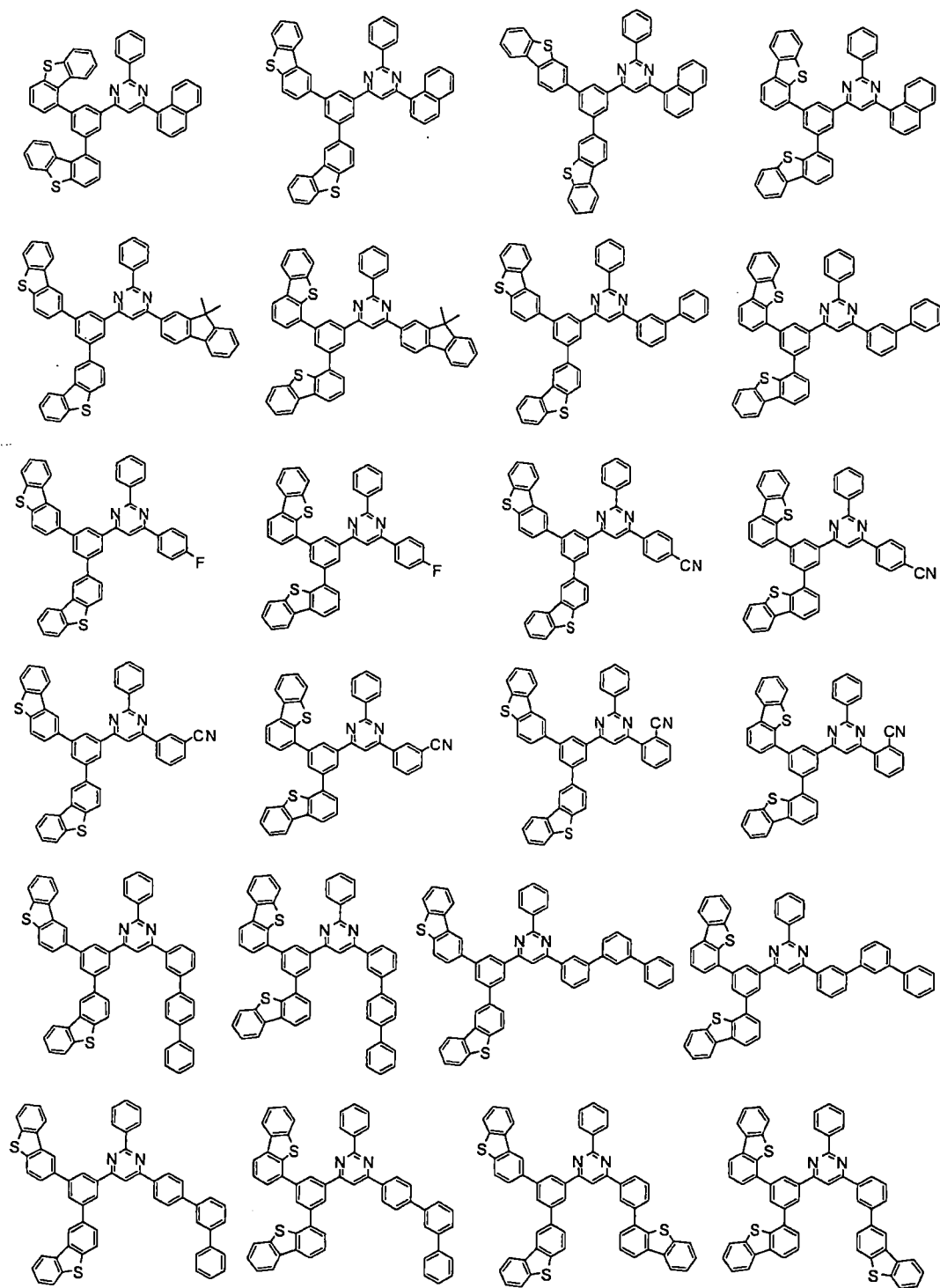


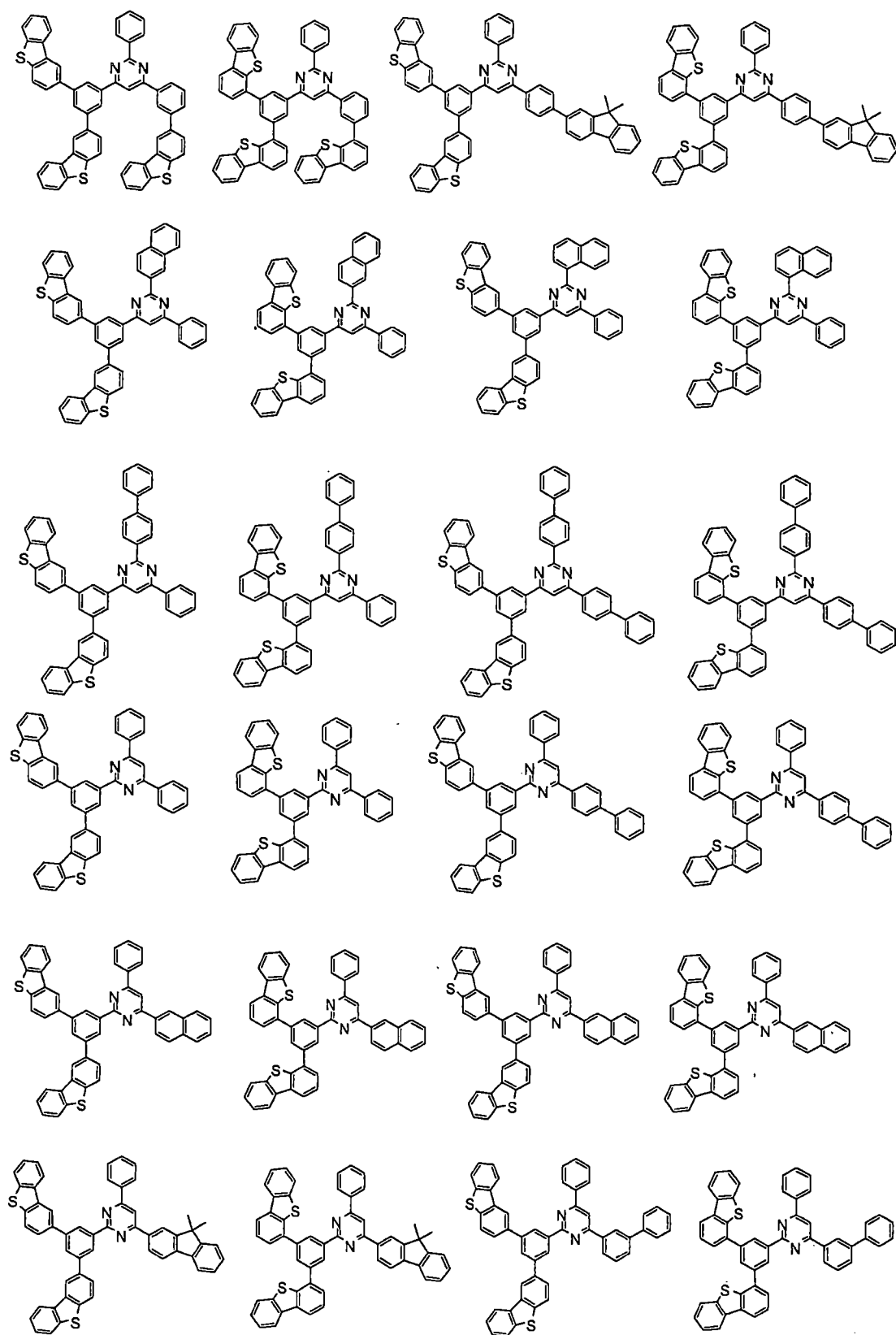


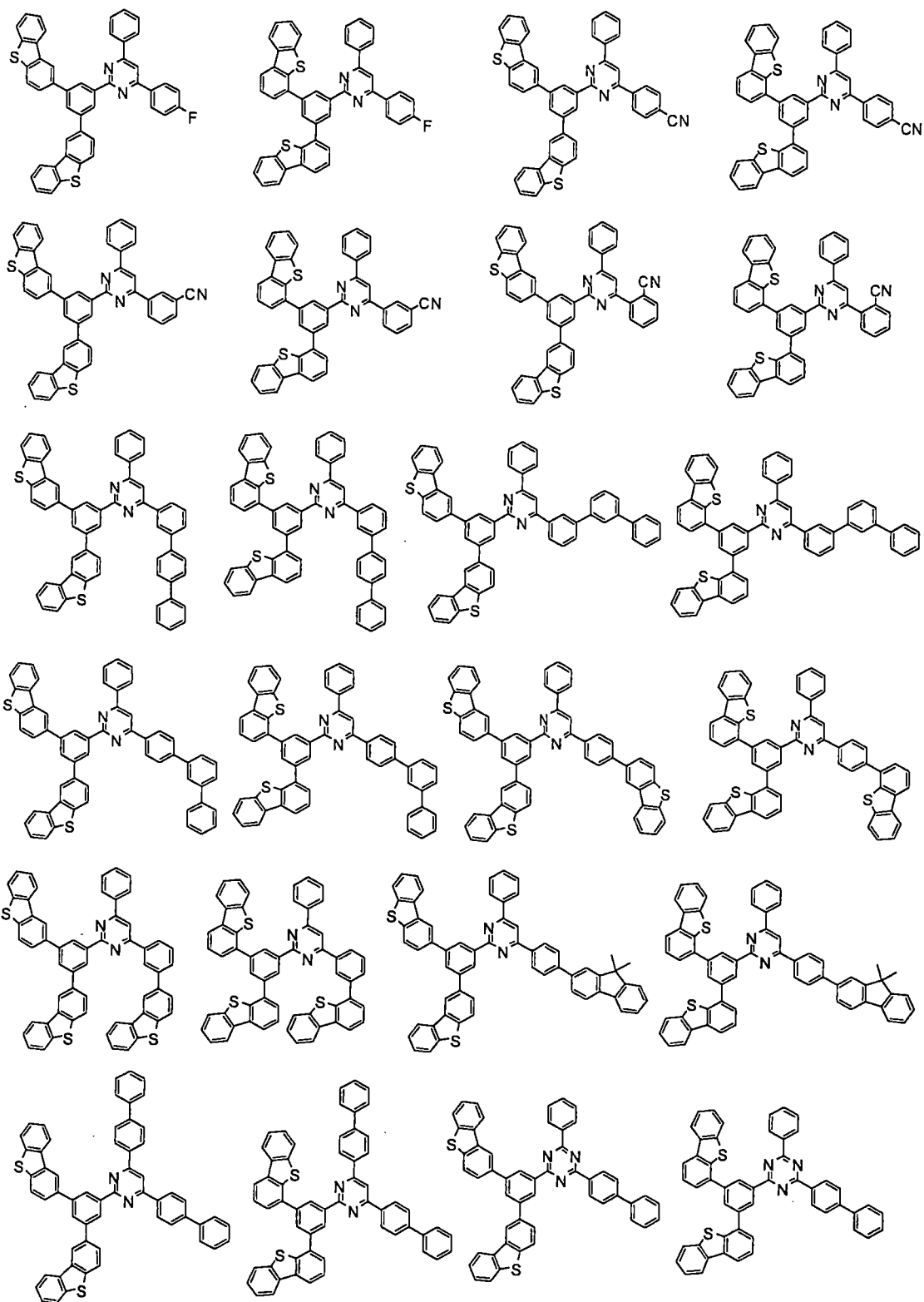


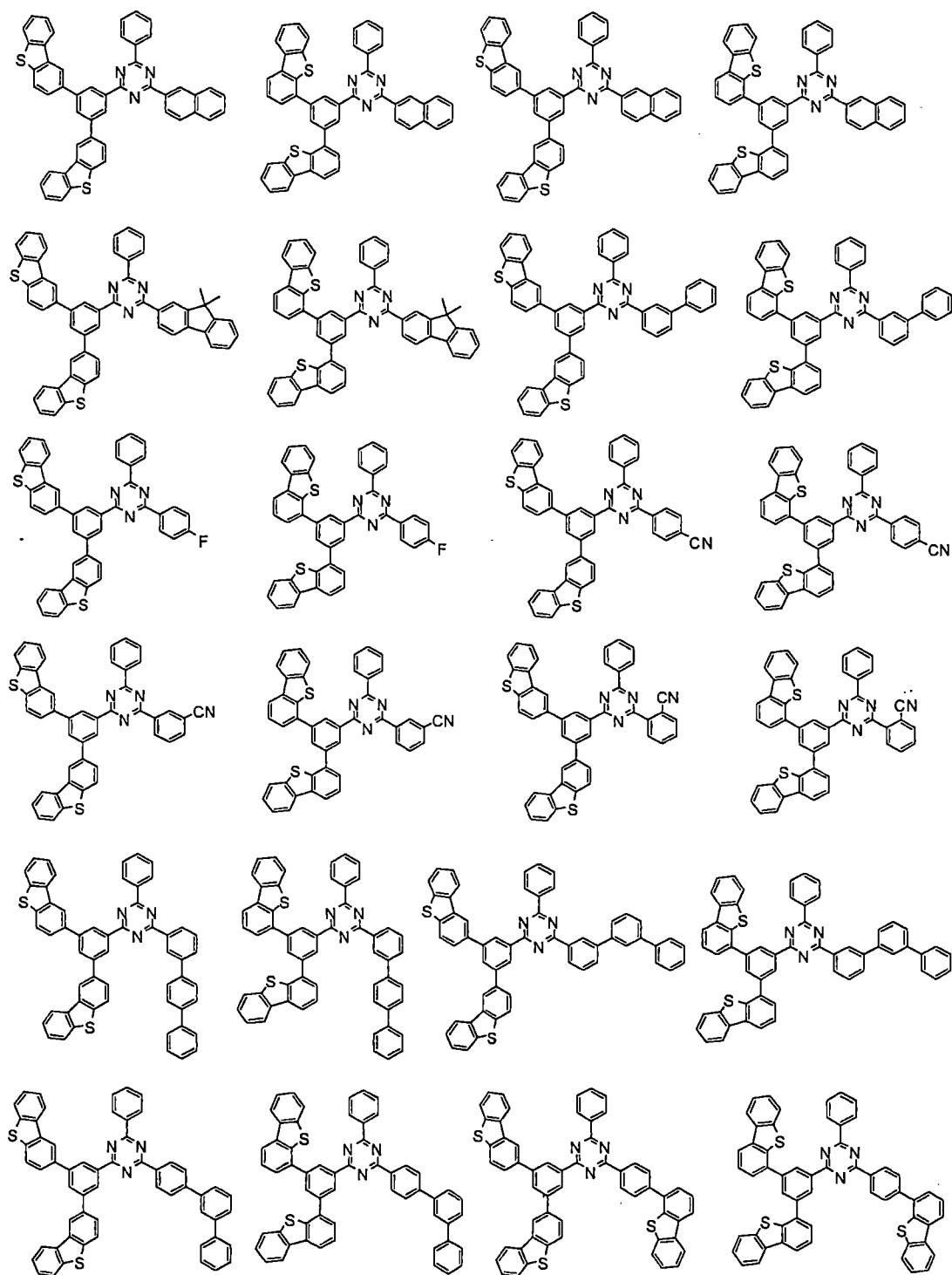


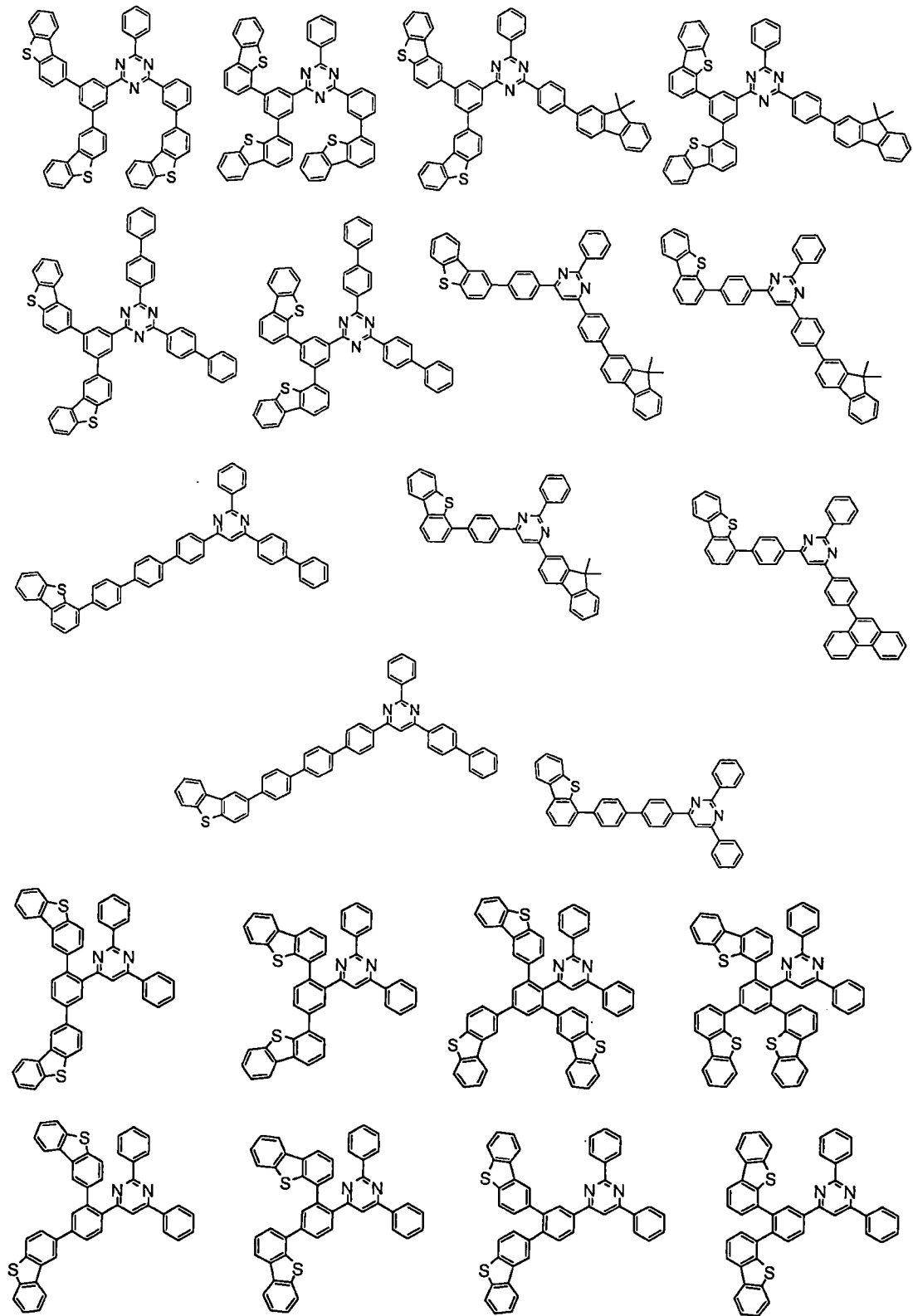


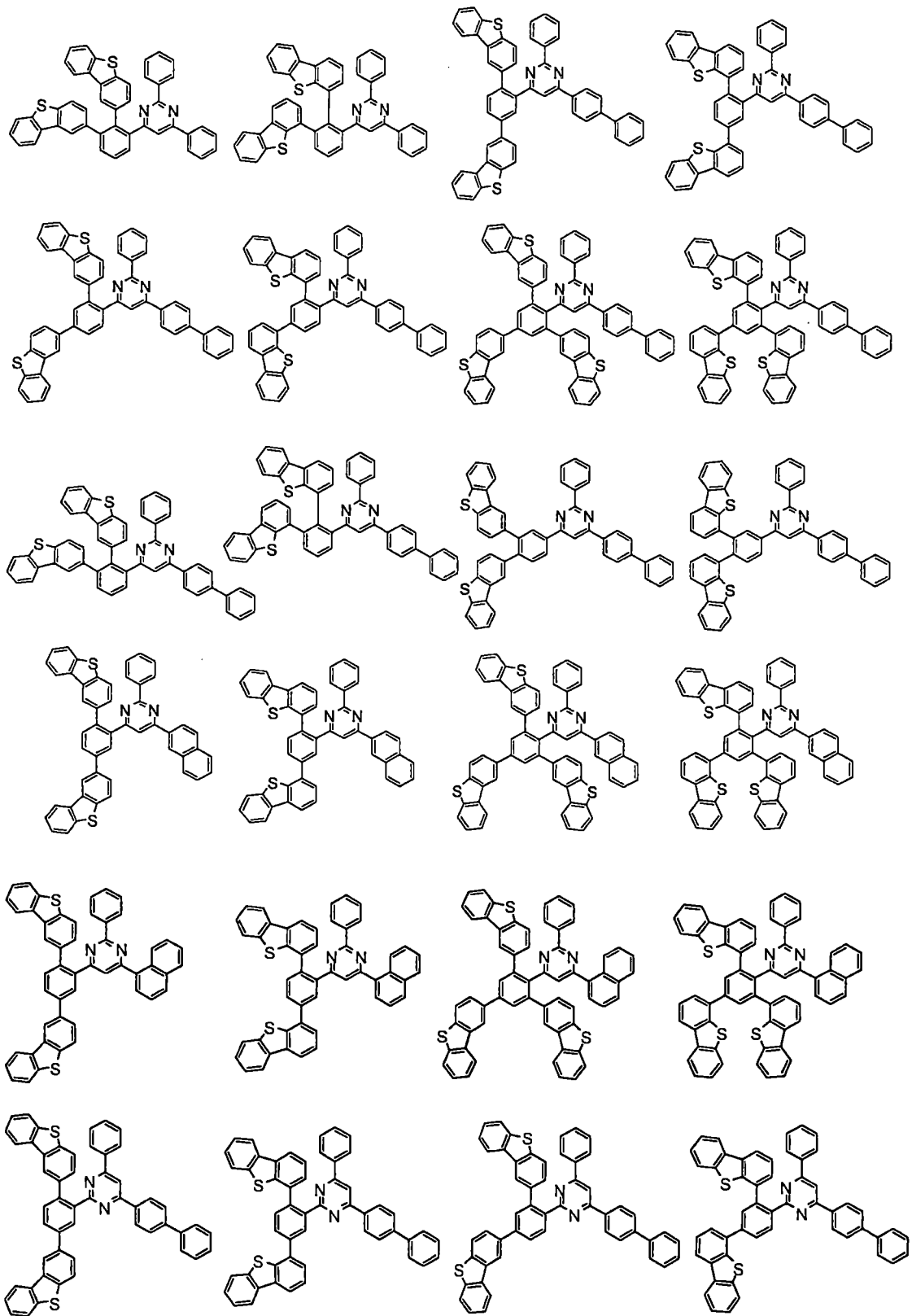


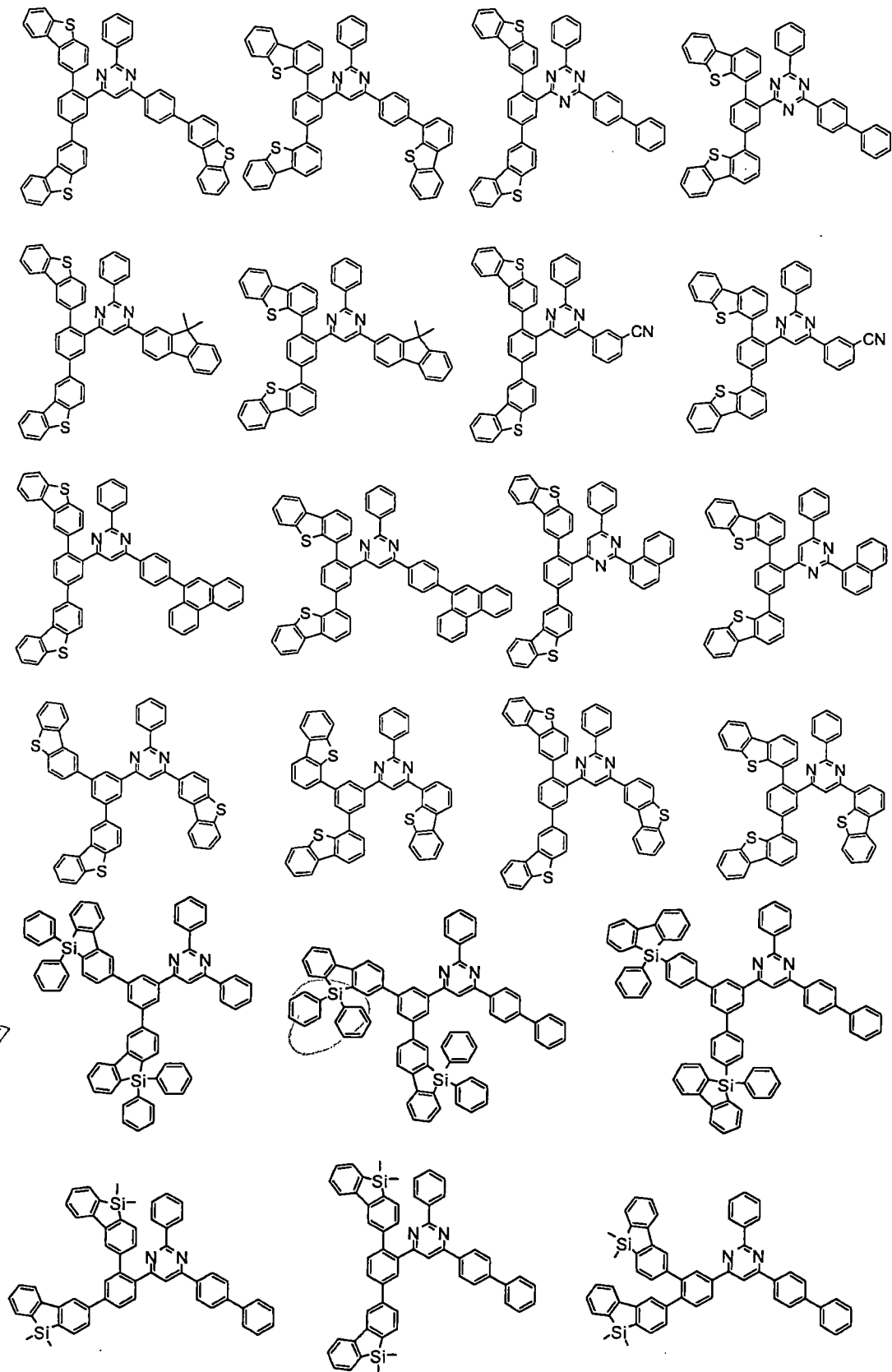


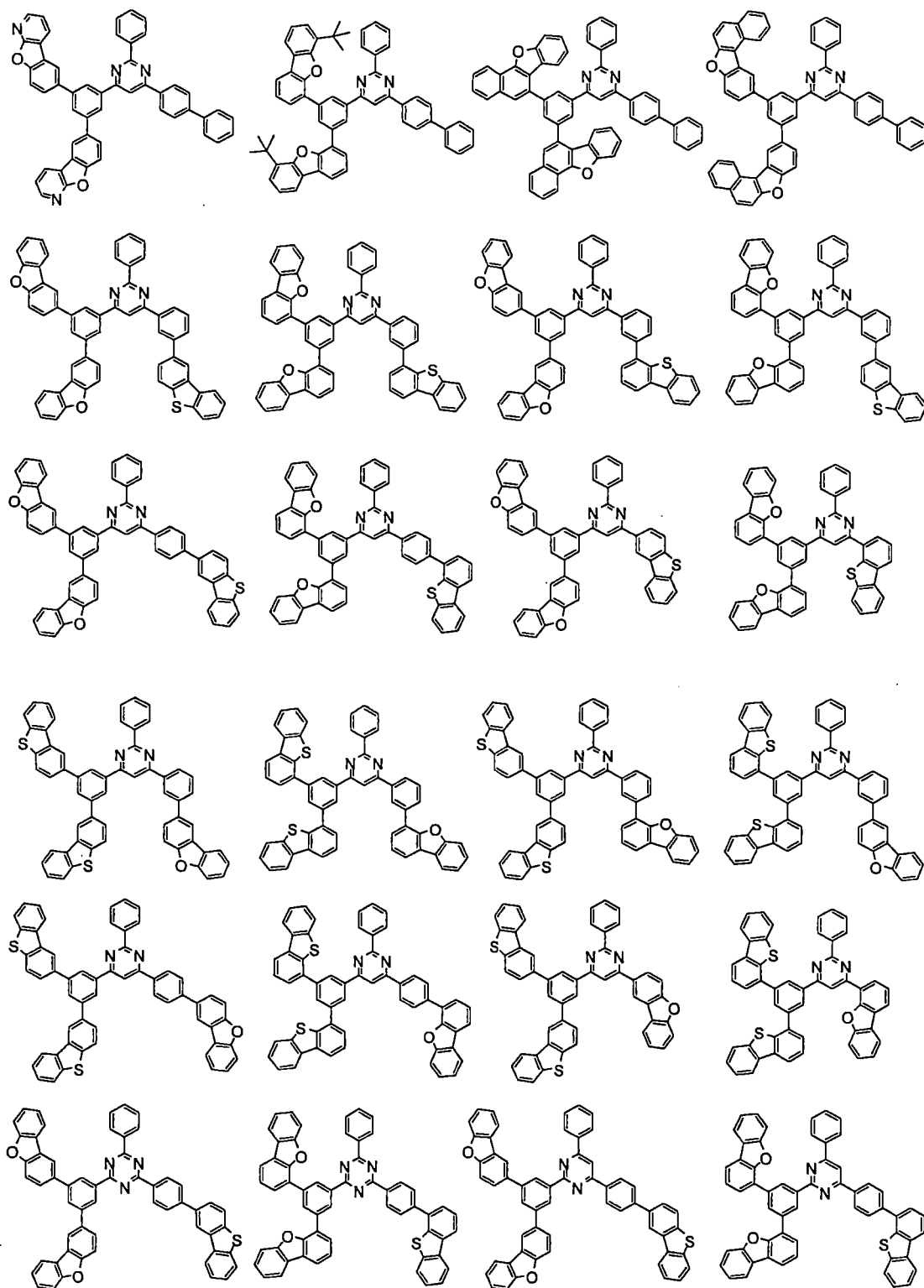












本實施形態之有機 EL 元件 1 係如上述般，在障壁層 30 與陰極 50 之間具備電子注入層 40。此電子注入層 40 係以含有上述一般式(1)所表示之芳香族雜環衍生物為

佳。此時，障壁層 30 所含之芳香族雜環衍生物，與電子注入層 40 所含之芳香族雜環衍生物可為相同亦可為相異者。

→電子注入層係為了使由陰極之電子注入變為容易者。作為具體例，可使用將通常之電子輸送材，與電子供予性摻雜劑材料及有機金屬錯合物之任一者予以層合者，或對形成障壁層之材料添加電子供予性摻雜劑材料及有機金屬錯合物之至少任一者於電子注入層中之陰極界面附近者。

電子供予性摻雜劑材料可舉出如選自鹼金屬、鹼金屬化合物、鹼土類金屬、鹼土類金屬化合物、稀土類金屬及稀土類金屬化合物等之至少一種類。

有機金屬錯合物可舉出如選自包含鹼金屬之有機金屬錯合物、包含鹼土類金屬之有機金屬錯合物、及包含稀土類金屬之有機金屬錯合物等之至少一種類。

鹼金屬可舉出如鋰(Li)(功函數：2.93eV)、鈉(Na)(功函數：2.36eV)、鉀(K)(功函數：2.28eV)、銣(Rb)(功函數：2.16eV)、銫(Cs)(功函數：1.95eV)等，以功函數在2.9eV以下者為特佳。此等中較佳者為K、Rb、Cs，更佳為Rb或Cs，最佳為Cs。

鹼土類金屬可舉出如鈣(Ca)(功函數：2.9eV)、銣(Sr)(功函數：2.0eV以上2.5eV以下)、鋇(Ba)(功函數：2.52eV)等，以在功函數在2.9eV以下者為特佳。

稀土類金屬可舉出如釷(Sc)、釷(Y)、鈾(Ce)、錒(Tb)、鐿(Yb)等，以功函數在2.9eV以下者為特佳。

以上金屬中之較佳金屬，尤其係還原能力高，藉由較少量地添加至電子注入域，可使有機 EL 元件之發光亮度提升或長壽命化。

鹼金屬化合物可舉出如氧化鋰 ( $\text{Li}_2\text{O}$ )、氧化銫 ( $\text{Cs}_2\text{O}$ )、氧化鉀 ( $\text{K}_2\text{O}$ ) 等之鹼氧化物、氟化鋰 ( $\text{LiF}$ )、氟化鈉 ( $\text{NaF}$ )、氟化銫 ( $\text{CsF}$ )、氟化鉀 ( $\text{KF}$ ) 等之鹼鹵化物等，以氟化鋰 ( $\text{LiF}$ )、氧化鋰 ( $\text{Li}_2\text{O}$ )、氟化鈉 ( $\text{NaF}$ ) 為佳。

鹼土類金屬化合物可舉出如氧化鋇 ( $\text{BaO}$ )、氧化鋇 ( $\text{SrO}$ )、氧化鈣 ( $\text{CaO}$ ) 及混合此等之鋇酸鋇 ( $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{O}$ ) ( $0 < x < 1$ )、鈣酸鋇 ( $\text{Ba}_x\text{Ca}_{1-x}\text{O}$ ) ( $0 < x < 1$ ) 等，以  $\text{BaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{CaO}$  為佳。

稀土類金屬化合物可舉出如氟化鐿 ( $\text{YbF}_3$ )、氟化釷 ( $\text{ScF}_3$ )、氧化釷 ( $\text{ScO}_3$ )、氧化釷 ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ )、氧化鈾 ( $\text{Ce}_2\text{O}_3$ )、氟化釷 ( $\text{GdF}_3$ )、氟化釷 ( $\text{TbF}_3$ ) 等，以  $\text{YbF}_3$ 、 $\text{ScF}_3$ 、 $\text{TbF}_3$  為佳。

有機金屬錯合物係如上述般，只要係分別含鹼金屬離子、鹼土類金屬離子、稀土類金屬離子之至少一個作為金屬離子者即無特別限定。又，配位子係以喹啉醇、苯并喹啉醇、吡啶醇、啡啶醇、羥基苯基噁唑、羥基苯基噻唑、羥基二芳基噁二唑、羥基二芳基噻二唑、羥基苯基吡啶、羥基苯基苯并咪唑、羥基苯并三唑、hydroxyfulborane、聯吡啶、啡啉、酞花青、卟啉、環戊二烯、 $\beta$ -二酮類、偶氮甲烷類、及此等之衍生物等為佳，但非係受限於此等者。

作為電子供予性摻雜劑材料及有機金屬錯合物之添加形態，係以在界面領域形成為層狀或島狀為佳。形成方法係以藉由電阻加熱沈積法而沉積電子供予性摻雜劑材料及有機金屬錯合物之任一者，且同時一併沉積形成界面領域之發光材料或電子注入材料之有機物，在有機物中分散電子供予性摻雜劑材料及有機金屬錯合物還原摻雜劑材料之任一者之方法為佳。分散濃度係以莫耳比使有機物：電子供予性摻雜劑、有機金屬錯合物 = 100 : 1 至 1 : 100，較佳為 5 : 1 至 1 : 5。

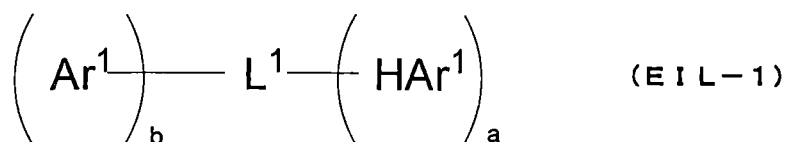
電子供予性摻雜劑材料及有機金屬錯合物之至少任一者形成為層狀之情形，使界面之有機層之發光材料或電子注入材料形成為層狀後，藉由電阻加熱沉積法使電子供予性摻雜劑材料及有機金屬錯合物之至少任一者單獨地沈積，較佳為形成層之厚度在 0.1nm 以上 15nm 以下。

電子供予性摻雜劑材料及有機金屬錯合物之至少任一者形成為島狀之情形，使界面之有機層之發光材料或電子注入材料形成島狀後，藉由電阻加熱沉積法使電子供予性摻雜劑材料及有機金屬錯合物之至少任一者單獨地沈積，較佳為形成島之厚度在 0.05nm 以上 1nm 以下。

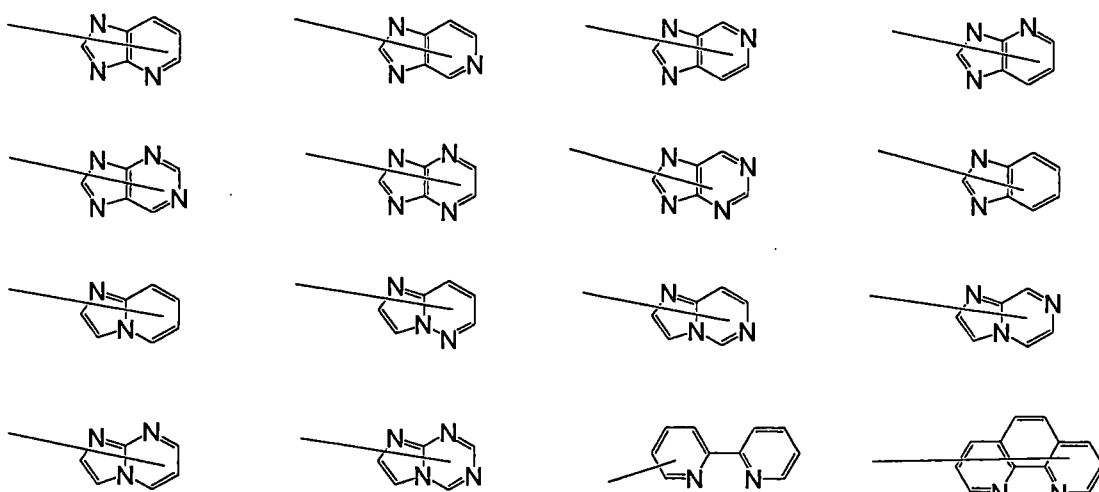
又，作為本實施形態之有機 EL 元件中之主成分與電子供予性摻雜劑材料及有機金屬錯合物之至少任一者之比例，以莫耳比，主成分：電子供予性摻雜劑、有機金屬錯合物 = 5 : 1 至 1 : 5 為佳，2 : 1 至 1 : 2 為更佳。

又，作為電子注入層所使用之電子供予性摻雜劑材料

及有機金屬錯合物以外之化合物，可舉出下述一般式 (EIL-1) 所表示之化合物。



一般式 (EIL-1) 中之， $\text{HAr}^1$  為取代或無取代之含氮雜環基，較佳為下述式之構造。



一般式 (EIL-1) 中之  $\text{HAr}^1$  之取代基，可舉出如

氟原子、

氰基、

取代或無取代之碳數 1~20 之烷基、

取代或無取代之碳數 3~20 之環烷基、

取代或無取代之碳數 3~20 之烷矽基、

取代或無取代之碳數 8~30 之芳矽基、

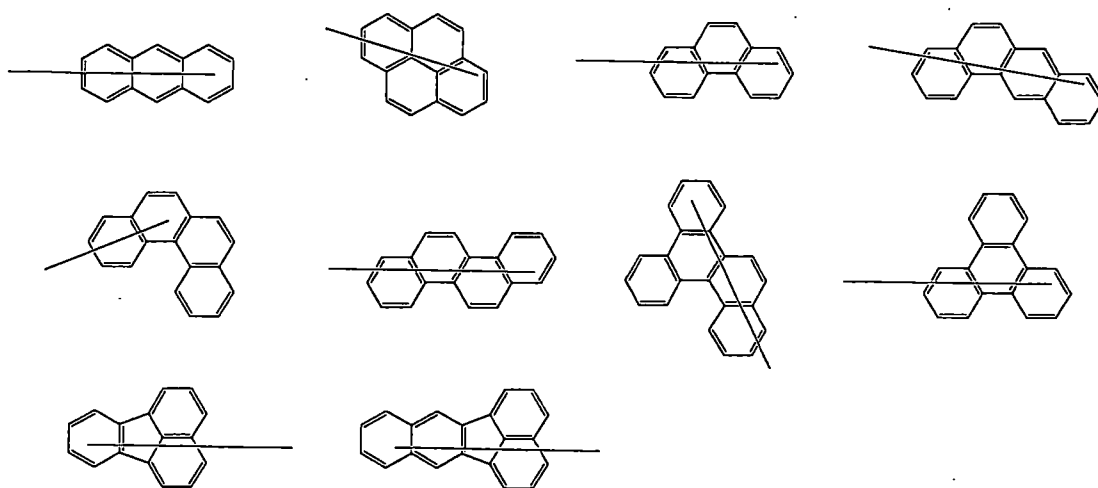
取代或無取代之碳數 1~20 之烷氧基、

取代或無取代之碳數 6~30 之芳氧基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、或

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基等。

一般式(EIL-1)中， $Ar^1$  為取代或無取代之環形成碳數 10~30 之縮合環基，較佳為具有下述縮合環構造者。



一般式(EIL-1)中之  $Ar^1$  之取代基，可舉出如

氟原子、

氰基、

取代或無取代之碳數 1~20 之烷基、

取代或無取代之碳數 3~20 之環烷基、

取代或無取代之碳數 3~20 之烷矽基、

取代或無取代之碳數 8~30 之芳矽基、

取代或無取代之碳數 1~20 之烷氧基、

取代或無取代之碳數 6~30 之芳氧基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、或

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基等。

一般式(EIL-1)中， $L^1$ 表示

單鍵、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之  $a+b$  價之烴環基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之  $a+b$  價之雜環基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之烴環基、或

複數取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基連結而形成之  $a+b$  價之基。

一般式(EIL-1)中之  $L^1$  之取代基，可舉出如

氟原子、

氰基、

取代或無取代之碳數 3~20 之烷矽基、

取代或無取代之碳數 8~30 之芳矽基、

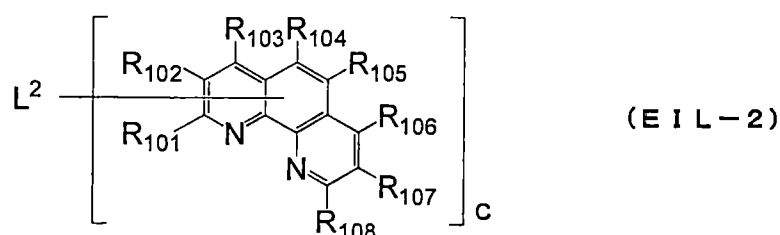
取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、或

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基等。

一般式(EIL-1)中， $a$  為 1~3 之整數，較佳為  $a=1$ 。

一般式(EIL-1)中， $b$  為 1~3 之整數，較佳為  $b=1$ 。

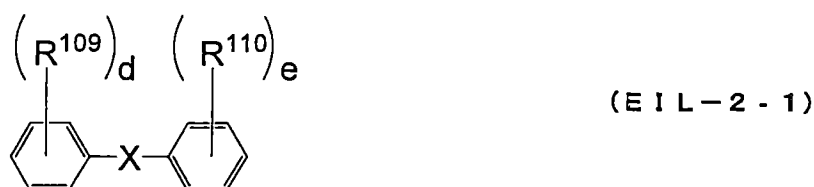
又，作為電子注入層所使用之化合物，可舉出下述一般式(EIL-2)所表示之化合物。



一般式(EIL-2)中， $R_{101} \sim R_{108}$ 中之1個係以單鍵與 $L^2$ 鍵結，且其他為氫原子或取代基。

作為一般式(EIL-2)中之 $R_{101} \sim R_{108}$ 之取代基，可舉出與前述一般式(EIL-1)中例示者相同者，較佳為碳數1~20之烷基或環形成碳數6~30之芳基。

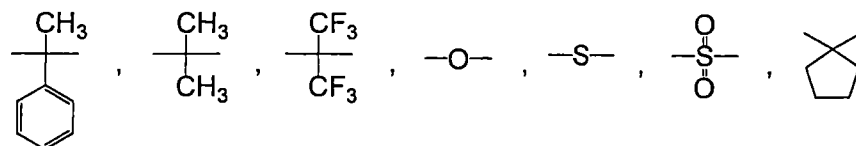
一般式(EIL-2)中， $L^2$ 表示單鍵或連結基，且連結基為c價之芳香族烴基，或具有下述一般式(EIL-2-1)所表示構造之c價之基。



一般式(EIL-2-1)中， $R^{109} \sim R^{110}$ 為氫原子或取代基。

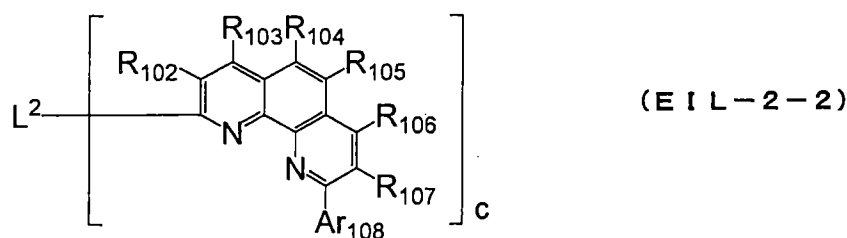
一般式(EIL-2-1)中，d及e各自獨立為1~5之整數。

一般式(EIL-2-1)中，X為選自下述式所示之構造。



一般式(EIL-2)中，c為2~4之整數，較佳為以c係2。

一般式(EIL-2)所示之化合物中，較佳為 $R_{101}$ 係與 $L^2$ 鍵結之以下述之一般式(EIL-2-2)所示之化合物。



一般式 (EIL-2-2) 中， $R_{102} \sim R_{107}$  為氫原子或取代基，較佳為氫原子。

一般式 (EIL-2-2) 中， $c$  及  $L^2$  係與上述一般式 (EIL-2) 相同。

一般式 (EIL-2-2) 中， $c$  較佳為 2。

一般式 (EIL-2-2) 中， $L^2$  較佳為取代或無取代之伸苯基或取代或無取代之伸萘基。

一般式 (EIL-2-2) 中， $Ar_{108}$  為氫原子、碳數 1~20 之烷基、或取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基，更佳為甲基、*t*-丁基、取代或無取代之苯基或取代或無取代之萘基。

並且，為了可有效率地引起 TTF 現象，以調整主材料與摻雜劑材料之親和力關係如以下說明般為佳。以下，將主材料之親和力記載為  $A_h$ 、摻雜劑材料之親和力記載為  $A_d$ 、主材料之遊離電位記載為  $I_h$ 、摻雜劑材料之遊離電位記載為  $I_d$ 。

在此，劃分為以下情況而分開說明。

[1]  $A_h > A_d$  之情況

[2]  $A_h < A_d$  之情況

[3] 滿足  $A_h < A_d$  之摻雜劑材料與滿足  $A_h > A_d$  之摻雜劑

材料併存之情況

[1]  $A_h > A_d$  之情況

首先，說明關於滿足  $A_h > A_d$  關係之情況。本實施形態所使用之摻雜劑材料係顯示主波峰波長為 550nm 以下之螢光發光之螢光發光性摻雜劑材料，能隙係變得較大。因此，在滿足  $A_h > A_d$  之關係時，同時會滿足  $I_h > I_d$  之關係。藉此，摻雜劑材料變得較可容易作用為電洞捕捉。

此時之發光層中之主材料與摻雜劑材料之  $I_p$ (遊離電位)- $A_f$ (親和力)之關係，作為其之一例則係如圖 4 所示般。圖 4 中，發光層之斜線部分表示激子密度分布。圖 5~圖 7 中亦為相同。尚且，圖 4 中顯示  $A_h > A_b > A_e$  之情況時之關係。

與主材料之遊離電位差若變大時，摻雜劑材料會變成具有電洞捕捉性，三重態激子不僅會在主材料分子上生成，亦直接生成於摻雜劑材料分子上。其結果，直接生成於摻雜劑材料上之三重態激子變多。若成為  $E^T_h < E^T_d$  之關係，摻雜劑材料分子上之三重態激子能量因德克斯特能量轉移(Dexter Energy Transfer)，而轉移至主材料分子上，而致使全部之三重態激子集合於主材料上。其結果，變得可效率地引發 TTF 現象。

本實施形態中，在電洞輸送帶域內係以設置與發光層鄰接之電洞輸送層，且電洞輸送層之三重態能量  $E^T_{h0}$  大於主材料之三重態能量  $E^T_h$  為佳。

摻雜劑材料在具有電洞捕捉性之情況時，由電洞輸送

帶域注入至發光層之電洞則被侷限於摻雜劑材料。因此，造成再結合變得較多在發光層中之陽極側產生。因過往所周知之電洞輸送帶域所使用之電洞輸送材料之三重態能量原本就大於主材料之三重態能量之情況為多，故電洞側之三重態激子之擴散則未造成問題。

另一方面，即使在陽極側引起較多之再結合，仍亦無法無視電子輸送帶域界面下之三重態激子之密度，於此狀況中，藉由使障壁層之三重態能量變大，而變得可謀求高效率化。

又，作為決定再結合領域之其他要因，亦在於電洞輸送帶域或電子輸送帶域之載體移動度或遊離電位、親和力及膜厚。例如，電子輸送帶域之膜厚大於電洞輸送帶域時，相對地對發光層之電子注入量變小，其結果係致使再結合領域偏向電子輸送帶域側。此情況時，若如本案般使用三重態能量較大之障壁層，變得可更有效率地引發 TTF 現象。

作為滿足以上般之親和力關係之主材料與摻雜劑材料，例如可選自由以下之化合物(參考日本特開 2010-50227 號公報(日本特願 2008-212102)等)。

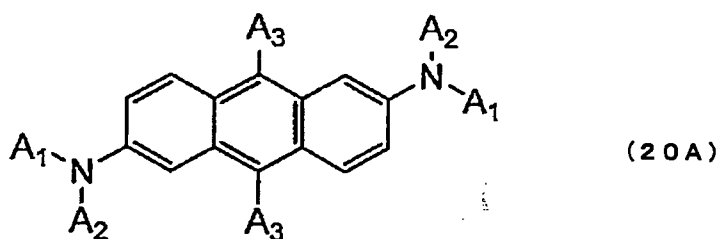
主材料為蔥衍生物、多環芳香族骨架含有化合物，較佳為蔥衍生物。

摻雜劑材料係選自由芘衍生物、胺基蔥衍生物、胺基蒽衍生物、及胺基芘衍生物所成群之至少 1 種化合物。

作為主材料與摻雜劑材料之組合之較佳例，主材料為

蔥衍生物，與摻雜劑材料係選自由茈衍生物、胺基蔥衍生物、胺基茈衍生物、及胺基茈衍生物所成群之至少 1 種化合物之組合。

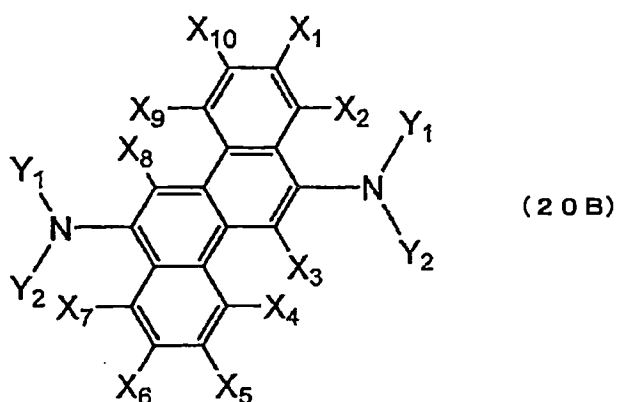
具體之胺基蔥衍生物之例係可舉出如以下之式 (20A) 所表示之化合物。



式 (20A) 中， $A_1$  及  $A_2$  係各自獨立為可具有取代基之碳數 1~6 之脂肪族烴基、可具有取代基之環形成碳數 6~20 之芳香族烴基、或可具有包含氮或硫或氧原子之取代基之環形成原子數 5~19 之雜芳香族烴基。

$A_3$  係各自獨立為可具有取代基之碳數 1~6 之脂肪族烴基、可具有取代基之環形成碳數 6~20 之芳香族烴基、可具有取代基之環形成原子數 5~19 之雜芳香族烴基或氫原子。此雜芳香族烴基包含氮、硫或氧原子。

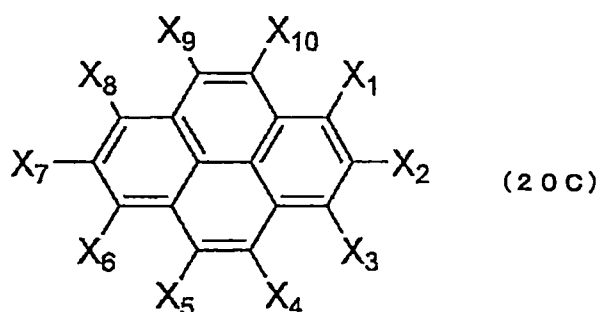
具體之胺基茈衍生物之例可舉出如以下之式 (20B) 所表示之化合物。



式(20B)中， $X_1 \sim X_{10}$  各自為氫原子或取代基， $Y_1$ 、 $Y_2$  各自為取代基。

較佳係  $X_1 \sim X_{10}$  為氫原子。較佳係  $Y_1$ 、 $Y_2$  為可具有取代基之環形成碳數 6~30 之芳香族環。作為此芳香族環之取代基，較佳為碳數 1~6 之烷基。又，此芳香族環係以環形成碳數 6~10 之芳香族環或苯基為佳。

具體之胺基苊衍生物之例可舉出如以下之式(20C)所表示之化合物。



式(20C)中， $X_1 \sim X_{10}$  各自為氫原子或取代基，但， $X_3$  與  $X_8$  或  $X_2$  與  $X_7$  各自為  $-NY_1Y_2$  ( $Y_1$ 、 $Y_2$  為取代基)。較佳係  $X_3$  與  $X_8$  各自為  $-NY_1Y_2$  時， $X_2$ 、4、5、7、9、10 為氫原子， $X_1$ 、 $X_6$  為氫原子、烷基或環烷基。較佳係  $X_2$  與  $X_7$  各自



唑基、喹啉基、啡啉基等之縮合雜環基。此等之中，亦以萘基、菲基、蔥基、9,9-二甲基蒽基、芘基、蒽基、苯并蔥基、二苯并苯硫基、二苯并呋喃基、咪唑基為佳。

前述一般式(20D)中之由前述單環基與前述縮合環基之組合所構成之基，例如可舉出由蔥環側依順序鍵結苯基、萘基、苯基所組合而成之基。

前述一般式(20D)中之  $R^{101}$  至  $R^{108}$  之烷基、矽基、烷氧基、芳氧基、芳烷基、鹵素原子之具體例，係與在前述一般式(1)中之  $R_1$  中所說明者相同，環烷基係與上述例示相同。並且，關於此等取代基中之「取代或無取代之」之情況時，亦係與上述說明相同。

作為前述一般式(20D)中之  $Ar^{11}$  及  $Ar^{12}$ 、以及  $R^{101}$  至  $R^{108}$  之「取代或無取代」之較佳取代基，可舉出如單環基、縮合環基、烷基、環烷基、矽基、烷氧基、氰基、鹵素原子(特別係氟)。特佳為單環基、縮合環基，較佳之具體取代基係與上述一般式(20D)之各基及上述之一般式(1)中之各基相同。

#### [2] $A_h < A_d$ 之情況

若作成  $A_h < A_d$  之主材料與摻雜劑材料之組合，設置於電子輸送帶域內之障壁層之效果顯著地展現，可謀求 TTF 現象所致之高效率化。因此，分開說明以下之 [2-1] 及 [2-2] 般之情況。尚且，一般而言，有機材料在 LUMO 階具有比所測定之親和力階還大 0.2eV 程度之範圍之寬度。

#### [2-1] $A_d$ 與 $A_h$ 之差小於 0.2eV 之情況

圖 5 爲此情況之能帶圖之一例。發光層內所示之虛線表示摻雜劑材料之能階。如圖 5 所示，在  $A_d$  與  $A_h$  之差小於  $0.2\text{eV}$  之情況，主材料之 LUMO 階之寬度中因存有摻雜劑材料之 LUMO 階，在發光層內傳送之電子不易被摻雜劑材料捕捉。即，此摻雜劑材料不易顯示電子捕捉性。又，本實施形態之摻雜劑材料由於係發出在主波峰波長  $550\text{nm}$  以下之螢光性之光之寬能隙摻雜劑材料，在滿足  $A_h < A_d$  關係之情況時， $A_d$  與  $A_h$  之差因係  $0.2\text{eV}$  之程度，主材料之遊離電位與摻雜劑材料之遊離電位之差變小。其結果，摻雜劑材料則有不具有顯著電洞捕捉性之傾向。尚且，圖 5 係表示  $A_h > A_b > A_c$  之情況之關係。

即，此情況之摻雜劑材料有在電子、電洞之任一中皆不具有顯著捕捉性之傾向。此時，圖 5 之發光層上之斜線部分般，電子-電洞之再結合於發光層內之寬廣全域中主要係在主材料分子上引起，25%之單重態激子與 75%之三重態激子主要生成於主材料分子上。主材料上所生成之單重態激子具有之能量藉由費爾斯特(Förster)型能量移動而移動至摻雜劑材料，而賦予摻雜劑材料分子之螢光性發光。另一方面，三重態激子具有之能量係根據主材料、摻雜劑材料之三重態能量之關係而取決其之方向。其之間系統爲  $E^T_h > E^T_d$  之情況時，主材料所生成之三重態激子造成向存在在附近之摻雜劑材料進行德克斯特(Dexter)型之能量移動。螢光元件之發光層中之摻雜劑材料濃度、通常較低爲數質量%至 20 質量%程度，轉移至摻雜劑材料之三

重態激子相互衝撞之頻率變小，而變得難以產生 TTF 現象。但，如本實施形態般，若成爲  $E^T_h < E^T_d$ ，三重態激子因存在於主材料分子上，衝撞頻率提高而變得容易有效率地產生 TTF 現象。

又，本實施形態中，設置有與發光層鄰接之障壁層。由於障壁層之三重態能量  $E^T_b$  係設定爲大於主材料之三重態能量  $E^T_h$ ，防止三重態激子擴散至電子輸送帶域，而可有效率地在發光層內引起 TTF 現象。

[2-2]  $A_d$  與  $A_h$  之差大於 0.2eV 之情況

此時之能帶圖之一例係如圖 6 所示。摻雜劑材料與主材料之親和力差變大，而在高於主材料之 LUMO 階之寬度之更高位置上存在摻雜劑材料之 LUMO 階。因此，摻雜劑材料變得更有顯示顯著電子捕捉性之傾向。被摻雜劑材料捕捉之電子則係變成等待電洞由主材料移動至摻雜劑材料後進行再結合。即，係與圖 5 中之狀況相異，電子-電洞對變得不僅在主材料分子上，亦在摻雜劑材料分子上進行再結合。其結果，三重態激子不僅生成在主材料分子上，亦直接生成於摻雜劑材料分子上。此般狀況下，若爲如本實施形態般之  $E^T_h < E^T$ ，因直接在摻雜劑材料上生成之三重態激子亦藉由德克斯特(Dexter)型能量移動而集合於主材料上，故變得可有效率地引起 TTF 現象。

在位於此般親和力之關係時，摻雜劑材料所致之電子之捕捉機率在越靠近發光層與障壁層之界面附近則變高，其結果，變得使發光層與障壁層之界面附近引起較多再結

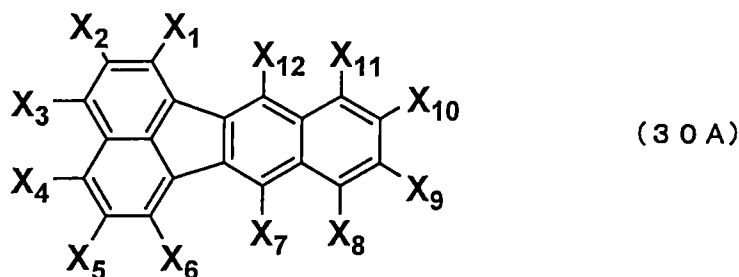
合。此時，三重態激子之障壁層所成之封閉效果與[2-1]之情況相比變得較大，與障壁層之界面中之三重態激子之密度變高。尚且，圖 6 係展示  $A_h > A_b > A_e$  之情況下之關係。

作為滿足如以上般之  $A_h < A_d$  關係之主材料及摻雜劑材料，例如可選自由以下之化合物(參考日本特開 2010-50227 號公報(日本特願 2008-212102)等)。

主材料可舉出如蔥衍生物及含多環芳香族骨架之化合物，較佳為蔥衍生物。

摻雜劑材料可舉出如熒蔥衍生物、芘衍生物、芳基乙炔衍生物、萸衍生物、硼錯合物、茈衍生物、噁二唑衍生物及蔥衍生物，較佳為熒蔥衍生物、芘衍生物及硼錯合物，更佳為熒蔥衍生物及硼錯合物。作為主材料與摻雜劑材料之組合，以主材料為蔥衍生物，摻雜劑材料為熒蔥衍生物或硼錯合物之情形較佳。

具體之熒蔥衍生物之例可舉出如以下之化合物。

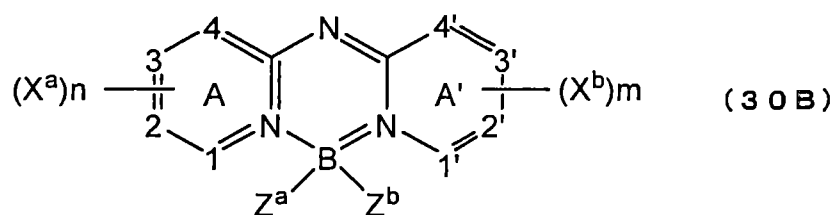


式(30A)中， $X_1 \sim X_{12}$  為氫或取代基。較佳係  $X_1 \sim X_2$ 、 $X_4 \sim X_6$  及  $X_8 \sim X_{11}$  為氫原子， $X_3$ 、 $X_7$  及  $X_{12}$  為可具有取代基之環形成原子數 5~50 之芳基之化合物。更佳係

$X_1 \sim X_2$ 、 $X_4 \sim X_6$  及  $X_8 \sim X_{11}$  爲氫原子， $X_7$  及  $X_{12}$  爲可具有取代基之環形成原子數 5~50 之芳基、 $X_3$  爲  $-Ar_1-Ar_2$  之化合物， $Ar_1$  爲可具有取代基之環形成原子數 5~50 之伸芳基、 $Ar_2$  爲可具有取代基之環形成原子數 5~50 之芳基。

又，較佳爲  $X_1 \sim X_2$ 、 $X_4 \sim X_6$  及  $X_8 \sim X_{11}$  爲氫原子， $X_7$  及  $X_{12}$  爲可具有取代基之環形成原子數 5~50 之芳基、 $X_3$  爲  $-Ar_1-Ar_2-Ar_3$  之化合物， $Ar_1$  及  $Ar_3$  各自爲可具有取代基之環形成原子數 5~50 之伸芳基、 $Ar_2$  爲可具有取代基之環形成原子數 5~50 之芳基。

具體之硼錯合物化合物之例可舉出如以下之化合物。



式(30B)中，A 及 A' 表示相當於含有至少 1 個氮之 6 員芳香族環系之獨立吡嗪環系， $X^a$  及  $X^b$  表示各自獨立選出之取代基，且其之 2 個藉由相連結而分別對環 A 或環 A' 形成縮合環者，此時，該縮合環包含芳基或雜芳基取代基，m 及 n 各自獨立表示 0~4， $Z^a$  及  $Z^b$  表示各自獨立選出之鹵化物，而 1、2、3、4、1'、2'、3' 及 4' 表示各自獨立選出之碳原子或氮原子。

理想爲該吡嗪環中之 1、2、3、4、1'、2'、3' 及 4' 皆爲碳原子，m 及 n 爲 2 以上，且  $X^a$  及  $X^b$  相連結而形成芳香族環之碳原子數 2 以上之取代基般之喹啉基或異喹啉基

環。  $Z^a$  及  $Z^b$  係以氟原子為理想。

作為 [2] 之情況之主材料之蔥衍生物係與在上述「 [1]  $A_h > A_d$  之情況」中所說明者相同。

[3] 滿足  $A_h < A_d$  之摻雜劑材料與滿足  $A_h > A_d$  之摻雜劑材料併存之情況

圖 7 為發光層包含滿足  $A_h < A_d$  之摻雜劑材料與滿足  $A_h > A_d$  之摻雜劑材料雙方之情況之能帶圖之一例。此情況時，電子、電洞之任以者皆適當地受到捕捉，其結果係在發光層內全域內引起再結合。因此，於陰極側中引起較多再結合，藉由設置三重態能量較大之障壁層，變得可有效率地引起 TTF 現象。尚且，圖 7 中係表示  $A_h > A_b > A_e$  之情況之關係。

本實施形態中，發光層與障壁層之界面下之激子密度為大。此時，於發光層內不賦予再結合之電洞注入於障壁層內之機率變大。因此，作為障壁層所使用之材料，於上述芳香族雜環衍生物之中亦以氧化耐久性優異之材料為佳。

障壁層材料係以循環伏安法測定中顯示可逆氧化過程者為理想。

發光層可包含主波峰波長為 550nm 以下之 2 個以上之螢光發光性摻雜劑材料。包含 2 個以上螢光發光性摻雜劑材料時，至少 1 個摻雜劑材料之親和力  $A_d$  在主材料之親和力  $A_h$  以上，此摻雜劑材料之三重態能量  $E^T_d$  大於主材料之三重態能量  $E^T_h$ 。例如，其他至少一個摻雜劑材料

之親和力  $A_d$  小於主材料之親和力  $A_h$ 。包含此般 2 種類之摻雜劑材料係指如前述般地，其係同時包含滿足  $A_h < A_d$  之滿摻雜劑材料與滿足  $A_h > A_d$  之摻雜劑材料，且藉由設置三重態能量較大之障壁層，而可顯著地改善效率。

作為摻雜劑材料之親和力  $A_d$  小於主材料親和力  $A_h$  之摻雜劑材料，可舉出如芘衍生物、胺基蔥衍生物、胺基蒽衍生物、胺基芘衍生物等。

尚且，上述記載之主材料以外，亦可使用 WO05 / 113531、JP2005-314239 記載之二苯并呋喃化合物、WO02 / 14244 記載之萘化合物、WO08 / 145239 記載之苯并蔥化合物。

上述記載之摻雜劑材料以外，亦可使用 JP2004-204238, WO05 / 108348, WO04 / 83162、WO09 / 84512、KR10-2008-79956、KR10-2007-115588、KR10-2010-24894 記載之芘化合物、WO04 / 44088 記載之蒽化合物、WO07 / 21117 記載之蔥化合物。

主材料、摻雜劑材料係以環式構造或單一原子彼此鍵結而成之化合物(亦包括環式構造與單一原子之鍵結)，且前述鍵結為單鍵之化合物為佳。作為不佳之例，可舉出在環式構造以外存在有碳-碳雙鍵之化合物。其理由係因為主材料、摻雜劑材料上所生成之三重態激子之能量並未被 TTF 現象使用而係被雙鍵之構造變化所消費。

(有機 EL 元件之各層之形成方法)

本實施形態之有機 EL 元件之各層之形成係可適用真空沈積、濺鍍、電漿、離子鍍著等之乾式成膜法或旋轉塗覆、浸漬、淋塗、噴墨等之濕式成膜法之任一方法。

濕式成膜法之情況時，使形成各層之材料溶解或分散於乙醇、氯仿、四氫呋喃、二噁烷等之適當溶劑而形成薄膜，但該溶劑可為任一者。

作為適宜於此般濕式成膜法之溶液，有機 EL 元件用材料係可使用含有本發明之芳香族胺衍生物與溶劑之含有有機 EL 材料之溶液。

於任一有機薄膜層中，亦使用用以提高成膜性、防止膜之針孔等之適宜樹脂或添加劑。

(有機 EL 元件之各層之膜厚)

膜厚並非係受到特別限定者，但有設定為適宜膜厚之必要。膜厚若過厚時，為了取得一定之光輸出則必須變得施加較大電壓而使效率變差。膜厚若過薄時則會產生針孔等，即使施加電場仍無法取得充分發光亮度。障壁層之膜厚係以 20nm 以下為佳。其他層之膜厚通常在為 5nm 以上 10 $\mu$ m 以下之範圍為適宜，在 10nm 以上 0.2 $\mu$ m 以下之範圍為更佳。

< 第二實施形態 >

圖 8 為展示第二實施形態之有機 EL 元件 2 之一例。

本實施形態之有機 EL 元件係可不設置電子注入層，

圖 8 展示之第二實施形態之有機 EL 元件 2 係依順序具備陽極 10、電洞輸送帶域 60、發光層 20、電子輸送帶域(本實施形態中為障壁層 30)、陰極 50。本實施形態之有機 EL 元件中，此等之層係互相鄰接。

有機 EL 元件 2 之障壁層 30 係與第一實施形態同樣地包含上述一般式(1)所表示之芳香族雜環衍生物。又，關於構成有機 EL 元件 2 之其他之層亦係與第一實施形態相同。

### < 第三實施形態 >

圖 9 展示第三實施形態之有機 EL 元件 3 之一例。

本發明之有機 EL 元件亦可在電子輸送層之陰極側設置電子注入層，圖 9 中展示之第三實施形態之有機 EL 元件 3 係依順序具備陽極 10、電洞輸送帶域 60、發光層 20、電子輸送帶域(本實施形態中為障壁層 30、電子輸送層 41、及電子注入層 40)、陰極 50。本實施形態中，此等之層係互相鄰接。

有機 EL 元件 3 中，電子注入層 40 及電子輸送層 41 之至少任一者係以包含上述本發明之芳香族雜環衍生物為佳。作為電子輸送層所包含之材料，可使用上述電子注入層中所說明之材料或公知之電子輸送性材料。又，電子注入層 40 及電子輸送層 41 係亦可由除了包含上述本發明之芳香族雜環衍生物以外更包含其他材料所構成者。

有機 EL 元件 3 之障壁層 30 係與第一實施形態同樣

地包含上述一般式(1)所表示之芳香族雜環衍生物。又，關於構成有機 EL 元件 3 之其他之層，亦係與第一實施形態相同。

#### < 第四實施形態 >

本實施形態之有機 EL 元件係可作成至少具有兩個包含發光層之有機層單元之串接元件構成。2 個發光層之間存在有中間層(中間導電層、電化發生層，亦稱為 CGL)。可在每單元設置電子輸送帶域。至少 1 個發光層為螢光發光層，包含此發光層之單元係滿足上述之要件。

圖 10 中展示第四實施形態之有機 EL 元件之一例。有機 EL 元件 4 係依序具備陽極 10、發光層 22、24、陰極 50，發光層 22、24 之間存有中間層 80。障壁層 32 係與發光層 24 鄰接。電子注入層 40 位於障壁層 32 與陰極 50 之間。障壁層 32、電子注入層 40 及發光層 24 為滿足本發明之要件之障壁層、電子注入層及螢光發光層。其他之發光層可為螢光型亦可為磷光型。依順序使其他障壁層及電子注入層鄰接於發光層 22 近旁而設置，此其他障壁層及電子注入層、以及發光層 22 亦可作成滿足本發明之要件之障壁層、電子注入層及螢光發光層。

尚且，本實施形態中，障壁層 32 與電子注入層 40 係相當於電子輸送帶域。

尚且，2 個發光層 22、24 之間亦可存在有電子輸送帶域及電洞輸送帶域之至少任一者。又，發光層可為 3 個

以上，中間層亦可為 2 個以上。發光層為 3 個以上時，全部發光層之間可存有中間層，亦可不存有中間層。

中間層為包含中間導電層及電荷發生層之至少任一者之層，或中間導電層及電荷發生層之至少任一者，即成為對發光單元注入電子或電洞之供給源。由於除由一對之電極所注入之電荷，且加上由中間層所供給之電荷注入於發光單元內，藉由設置中間層，可提高相對於注入電流之發光效率(電流效率)。

中間層可舉出如金屬、金屬氧化物、金屬氧化物之混合物、複合氧化物、電子受容性有機化合物。金屬係以 Mg、Al、Mg 或 Ag 之共沈積膜等為佳。金屬氧化物可舉出如 ZnO、WO<sub>3</sub>、MoO<sub>3</sub>、MoO<sub>2</sub> 等。金屬氧化物之混合物可舉出如 ITO 或 IZO(註冊商標)、ZnO:Al 等。電子受容性有機化合物可舉出如具有 CN 基作為取代基之有機化合物。包含 CN 基之有機化合物係以聯伸三苯衍生物或四氫基萘啉二甲烷(quinodimethane)衍生物、茛苳衍生物等為佳。聯伸三苯衍生物係以六氫基六氮雜聯伸三苯為佳。四氫基萘啉二甲烷衍生物係以四氫萘啉二甲烷、二氫基萘啉二甲烷為佳。茛苳衍生物係以國際公開第 2009/011327 號、國際公開第 2009/069717 號或國際公開第 2010/064655 號中所示之化合物為佳。尚且，電子受容性物質可為單獨之物質，亦可為與其他有機化合物混合者。

適宜而言，為了使來自電荷發生層之電子之接取變得

容易，而在電子輸送層中之電荷發生層界面附近添加以鹼金屬為代表之電子供予性摻雜劑及有機金屬錯合物之至少任一者。電子供予性摻雜劑及有機金屬錯合物可舉出如上述第一實施形態中所說明者。

可使用於電子供予性摻雜劑及有機金屬錯合物之化合物之具體例，可舉出專利申請號 PCT / JP2010 / 003434(國際公開第 2010 / 134352 號)之公報中記載之化合物。

#### < 第五實施形態 >

第五實施形態中係依順序具備陽極、複數之發光層、具有鄰接發光層之障壁層及鄰接此障壁層之電子注入層的電子輸送帶域及陰極，複數之發光層之任意兩個發光層之間具有電荷障壁層。鄰接電荷障壁層之發光層為螢光發光層。螢光發光層、電子輸送帶域之障壁層及電子注入層係滿足上述之要件。

作為第五實施形態之適宜有機 EL 元件之構成，可舉出如日本特許第 4134280 號公報、美國公開專利公報 US2007 / 0273270A1、國際公開公報 WO2008 / 023623A1 中記載般之，於依順序層合陽極、第 1 發光層、電荷障壁層、第 2 發光層及陰極之構成中，具有第 2 發光層與陰極之間具有防止三重態激子擴散用之障壁層及電子注入層之電子輸送帶域的構成。在此，電荷障壁層係指與鄰接之發光層之間藉由設置 HOMO 階及 LUMO 階之能量障壁，具

有用以調整向發光層之載體注入，調整注入於發光層之電子與電洞之載體平衡為目的之層。

此般構成之具體例係如以下所示。

陽極 / 第 1 發光層 / 電荷障壁層 / 第 2 發光層 / 電子輸送帶域 / 陰極

陽極 / 第 1 發光層 / 電荷障壁層 / 第 2 發光層 / 第 3 發光層 / 電子輸送帶域 / 陰極

尚且，陽極與第 1 發光層之間係與其他實施形態同樣地設置電洞輸送帶域為佳。

圖 11 中展示本實施形態之有機 EL 元件之一例。圖 11 之上圖為表示元件構成及各層之 HOMO 及 LUMO 能階之圖。圖 11 之下圖為表示第 3 發光層與障壁層之能隙關係。尚且，圖 11 之上圖中，展示  $A_h > A_b > A_e$  之情況時之關係。

此有機 EL 元件係依順序具備陽極、第 1 發光層、第 2 發光層、第 3 發光層、電子輸送帶域與陰極，第 1 發光層與第 2 發光層之間具有電荷障壁層。電子輸送帶域係由障壁層所構成。此障壁層及第 3 發光層係滿足本發明之要件之障壁層及螢光發光層。第 1 發光層及第 2 發光層可為螢光型亦可為磷光型。

本實施形態之元件係以白色發光元件為適宜，調整第 1 發光層、第 2 發光層及第 3 發光層之發光色而可作成白色。又，亦可將發光層僅作成第 1 發光層及第 2 發光層，調整 2 個發光層之發光色而作成白色。此時之第 2 發光層

則係滿足本發明之要件之螢光發光層。

尤其，藉由將第 1 發光層之主材料作為電洞輸送性材料，添加主波峰波長大於 550nm 之螢光發光性摻雜劑材料，將第 2 發光層(及第 3 發光層)之主材料作為電子輸送性材料，添加主波峰波長 550nm 以下之螢光發光性摻雜劑材料，可實現即使由全部以螢光材料所構成之構成，仍可展現比先前技術還高之發光效率隻白色發光元件。

若特別敘及與發光層鄰接之電洞輸送層，為了有效地引起 TTF 現象，對電洞輸送材料之三重態能量與主材料之三重態能量進行比較時，以電洞輸送材料之三重態能量較大為佳。

#### < 第六實施形態 >

第六實施形態係將藍色畫素、綠色畫素及紅色畫素並行設置於基板上。此等 3 色之畫素中，藍色畫素及綠色畫素之任一者係具有第一實施形態或第二實施形態之構成。

圖 12 係展示本實施形態之有機 EL 元件之一例。

圖 12 展示之頂上發光型有機 EL 元件 5 係於共通基板 100 上，藍色畫素 B、綠色畫素 G 及紅色畫素 R 並列而形成。

藍色畫素 B 係由基板 100 側依順序具備陽極 10、電洞輸送帶域 60、藍色發光層 20B、障壁層 32、電子注入層 40、陰極 50 及保護層 90。

綠色畫素 G 係由基板 100 側依順序具備陽極 10、電

洞輸送帶域 60、綠色發光層 20G、障壁層 32、電子注入層 40、陰極 50 及保護層 90。

紅色畫素 R 係由基板 100 側依順序具備陽極 10、電洞輸送帶域 60、紅色發光層 20R、障壁層 32、電子注入層 40、陰極 50 及保護層 90。

於各自鄰接之畫素之陽極間形成絕緣膜 200，而維持畫素間之絕緣。電子輸送帶域係由障壁層 32 及電子注入層 40 所構成。

有機 EL 元件 5 中，障壁層係共通地設置藍色畫素 B、紅色畫素 R 及綠色畫素 G。

障壁層之效果係在藍色螢光元件中與過往取得之發光效率相比為顯著者。且，於綠色螢光元件或紅色螢光元件中，係可取得將三重態能量封閉於發光層內之同樣效果，並可期待發光效率之提升。

另一方面，磷光發光層中，係可取得將三重態激子封閉於發光層內之效果，防止三重態能量之擴散，且賦予磷光發光性摻雜劑材料之發光效率之提升。

電洞輸送帶域係例如有由電洞輸送層所構成者，或由電洞輸送層與電洞注入層之組合所構成者。電洞輸送帶域在藍色畫素 B、紅色畫素 R 及綠色畫素 G 中，可為共通亦可為相異。通常，電洞輸送帶域係作為適合各自發光色之構成。

由發光層 20B、G、R 與障壁層所構成之有機層並非係受限於如圖所示之構成，可適宜地變更。

本實施形態中可使用之主材料及摻雜劑材料係可使用以上所述者，而以下特別說明關於各色發光層。

綠色發光層係以由以下之主材料及摻雜劑材料所構成者為佳。

主材料係以縮合芳香族環衍生物為佳。縮合芳香族環衍生物如蔥衍生物、芘衍生物等，在發光效率或發光壽命之面為更佳。

又，主材料可舉出如含雜環化合物。含雜環化合物可舉出如吡啶衍生物、二苯并咪喃衍生物、梯型咪喃化合物、嘧啶衍生物。

摻雜劑材料只要係具有其之機能者即無特別限定，由發光效率等之面，以芳香族胺衍生物為佳。芳香族胺衍生物係以具有可取代之芳基胺基之縮合芳香族環衍生物為佳。此般化合物係例如可舉出具有芳基胺基之芘、蔥、蒽。

又，摻雜劑材料亦以苯乙烯基胺化合物為佳。苯乙烯基胺化合物係例如可舉出苯乙烯基胺、苯乙烯基二胺、苯乙烯基三胺、苯乙烯基四胺。在此，苯乙烯基胺係指可取代之芳基胺上被至少 1 個芳基乙烯基所取代之化合物，前述芳基乙烯基亦可受到取代，取代基為芳基、矽基、烷基、環烷基、芳基胺基，而此等取代基係更亦可具有取代基。

又，摻雜劑材料係亦以硼錯合物或熒蔥化合物為佳。

又，摻雜劑材料亦以金屬錯合物為佳。金屬錯合物例如可

舉出銦錯合物或鉑錯合物。

紅色發光層係以由以下之主材料及摻雜劑材料所構成者為佳。主材料係以縮合芳香族環衍生物為佳。縮合芳香族環衍生物如稠四苯衍生物、稠五苯衍生物等，在發光效率或發光壽命之面上為更佳。

又，主材料可舉出如縮合多環芳香族化合物。縮合多環芳香族化合物可舉出如萘化合物、菲化合物、熒蒽化合物。

摻雜劑材料係以芳香族胺衍生物為佳。芳香族胺衍生物係以具有可取代之芳基胺基之縮合芳香族環衍生物為佳。此般化合物係例如可舉出具有芳基胺基之 *Periflanthene*。

又，摻雜劑材料亦以金屬錯合物為佳。金屬錯合物係例如可舉出銦錯合物或鉑錯合物。

第六實施形態之有機 EL 元件係可例如藉由以下般地製成。

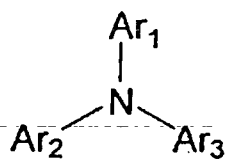
在基板上依順序使銀合金層之 APC(Ag-Pd-Cu)層(反射層)、氧化鋅膜(IZO)或氧化錫膜等之透明導電層進行成膜。其後，使用通常之微影技術，藉由將光阻圖型使用作為遮罩之蝕刻，將此導電材料層予以圖型化而形成陽極。其次，於陽極之上藉由旋轉塗覆法，塗佈形成由聚醯亞胺等之感光性樹脂所構成之絕緣膜。其後，藉由以曝光、顯像、硬化，使陽極露出而將藍發光領域、綠發光領域及紅發光領域予以圖型化。

電極為紅色畫素用、綠色畫素用及藍色畫素用之 3 種類，對應各自之藍發光領域、綠發光領域及紅發光領域，分別相當於陽極。於異丙基醇中洗淨 5 分鐘後，進行 UV 臭氧洗淨 30 分鐘。其後，在形成電洞注入層及電洞輸送層時，將電洞注入層置於基板全版面上進行層合，並更在其之上層合電洞輸送層。使各發光層對應於紅色畫素用、綠色畫素用及藍色畫素用之陽極之各位置進行配置而形成。使用真空沈積法時，使用陰影遮罩微細圖型化藍色發光層、綠色發光層及紅色發光層。

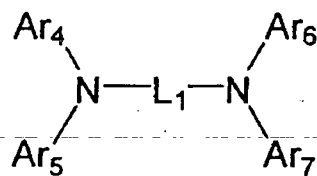
其次，將障壁層置於全版面後進行層合。接著，將電子注入層置於全版面後進行層合。其後，使 Mg 與 Ag 沈積成膜，而形成由半穿透性之 MgAg 合金所構成之陰極。

本實施形態中使用之基板、陽極、陰極、電洞注入層、電洞輸送層等之其他構件係可由 PCT / JP2009 / 053247、PCT / JP2008 / 073180、US 申請號 12 / 376,236、US 申請號 11 / 766,281、US 申請號 12 / 280,364 等記載之公知者中適宜選擇使用。

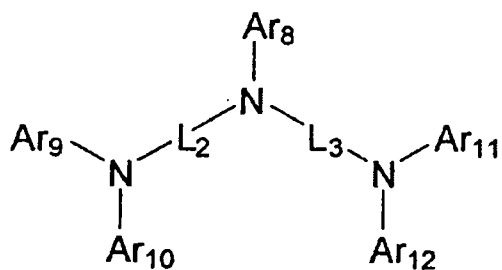
較佳為電洞輸送層係含有下述式 (a-1)~(a-5) 之任一者所表示之芳香族胺衍生物。



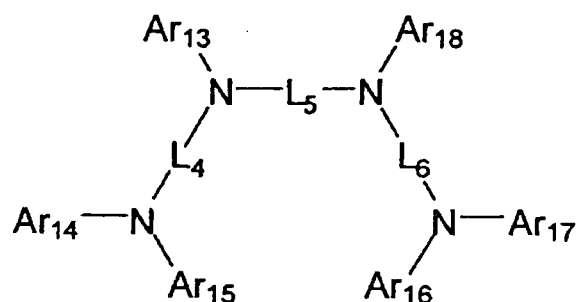
(a-1)



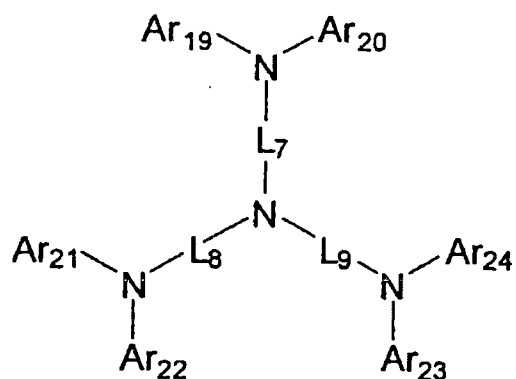
(a-2)



(a-3)



(a-4)



(a-5)

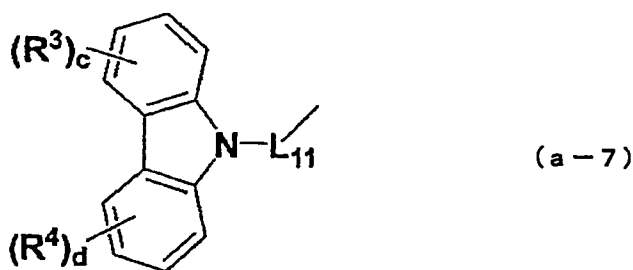
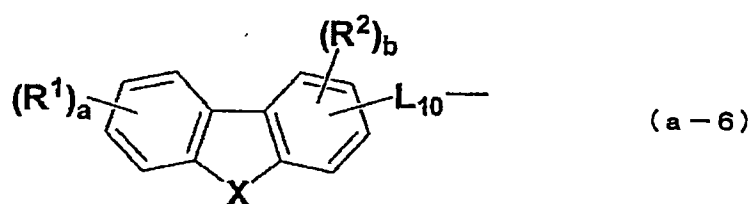
(式(a-1)~式(a-5)中，Ar<sub>1</sub>~Ar<sub>24</sub>各自獨立表示，可具有取代基之環形成碳數6~50之芳基、或可具有取代基之環形成原子數5~50之雜芳基。

L<sub>1</sub>~L<sub>9</sub>係各自獨立表示，可具有取代基之環形成碳數6~50之伸芳基，或可具有取代基之環形成原子數5~50之伸雜芳基。

Ar<sub>1</sub>~Ar<sub>24</sub>、L<sub>1</sub>~L<sub>9</sub>中所亦可具有之取代基為碳數1~15之直鏈狀或分支狀之烷基、環形成碳數3~15之環烷基、

具有碳數 1~15 之直鏈狀或分支狀之烷基之三烷矽基、具有環形成碳數 6~14 之芳基之三芳矽基、具有碳數 1~15 之直鏈狀或分支狀之烷基及環形成碳數 6~14 之芳基的烷基芳矽基、環形成碳數 6~50 之芳基、環形成原子數 5~50 之雜芳基、鹵素原子或氰基。鄰接之複數取代基亦可互相鍵結，而形成可形成環之飽和或不飽和之 2 價基。)

較佳為前述  $Ar_1 \sim Ar_{24}$  之至少一個為下述式 (a-6) 或 (a-7) 之任一者所表示之取代基。



(式 (a-6) 中，X 表示氧原子、硫原子、或 N-Ra，Ra 表示碳數 1~15 之直鏈狀或分支狀之烷基、環形成碳數 3~15 之環烷基、環形成碳數 6~50 之芳基、或環形成原子數 5~50 之雜芳基。

$L_{10}$  表示單鍵、可具有取代基之環形成碳數 6~50 之伸芳基、或可具有取代基之環形成原子數 5~50 之伸雜芳基。

式 (a-7) 中， $L_{11}$  表示可具有取代基之環形成碳數 6~50

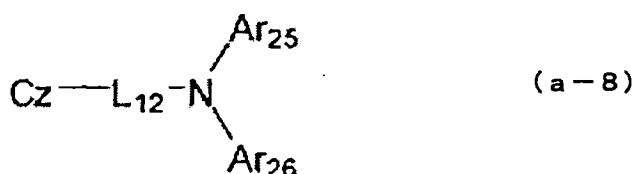
之伸芳基、或可具有取代基之環形成原子數 5~50 之伸雜芳基。

式 (a-6) 及式 (a-7) 中， $R^1 \sim R^4$  係各自獨立表示碳數 1~15 之直鏈狀或分支狀之烷基、環形成碳數 3~15 之環烷基、具有碳數 1~15 之直鏈狀或分支狀之烷基之三烷矽基、具有環形成碳數 6~14 之芳基之三芳矽基、具有碳數 1~15 之直鏈狀或分支狀之烷基及環形成碳數 6~14 之芳基之烷基芳矽基、環形成碳數 6~14 之芳基、環形成原子數 5~50 之雜芳基、鹵素原子或氰基。又，鄰接之複數之  $R^1 \sim R^4$  亦可相互鍵結而形成環。

a、c 及 d 表示 0~4 之整數。

b 表示 0~3 之整數。)

式 (a-1) 所表示之化合物較佳為下述式 (a-8) 所表示之化合物。

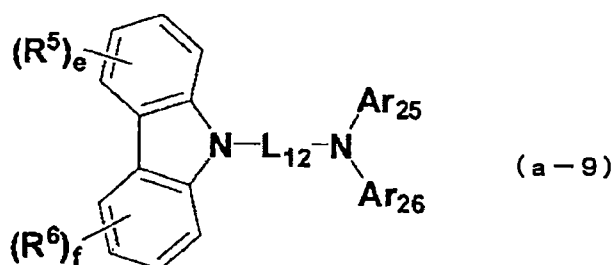


(式 (a-8) 中，Cz 表示可具有取代基之咪唑基。

$\text{L}_{12}$  表示可具有取代基之環形成碳數 6~50 之伸芳基，或可具有取代基之環形成原子數 5~50 之伸雜芳基。

$\text{Ar}_{25}$  及  $\text{Ar}_{26}$  各自獨立表示可具有取代基之環形成碳數 6~50 之芳基，或可具有取代基之環形成原子數 5~50 之雜芳基。)

式(a-8)所表示之化合物較佳爲下述式(a-9)所表示之化合物。

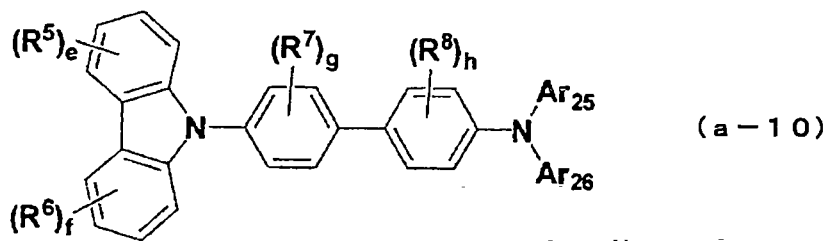


(式(a-9)中， $R^5$ 及 $R^6$ 係各自獨立表示，碳數1~15之直鏈狀或分支狀之烷基、環形成碳數3~15之環烷基、具有碳數1~15之直鏈狀或分支狀之烷基之三烷矽基、具有環形成碳數6~14之芳基之三芳矽基、具有碳數1~15之直鏈狀或分支狀之烷基及環形成碳數6~14之芳基的烷基芳矽基、環形成碳數6~14之芳基、環形成原子數5~50之雜芳基、鹵素原子或氰基。又，鄰接之複數之 $R^5$ 及 $R^6$ 亦可互相鍵結而形成環。

$e$ 及 $f$ 表示0~4之整數。

$L_{12}$ 、 $Ar_{25}$ 及 $Ar_{26}$ 係與式(a-8)中之 $L_{12}$ 、 $Ar_{25}$ 及 $Ar_{26}$ 同義。)

式(a-9)所表示之化合物較佳爲下述式(a-10)所表示之化合物。



(式(a-10)中， $R^7$ 及 $R^8$ 係各自獨立表示，碳數1~15之直鏈狀或分支狀之烷基、環形成碳數3~15之環烷基、具有碳數1~15之直鏈狀或分支狀之烷基之三烷矽基、具有環形成碳數6~14之芳基之三芳矽基、具有碳數1~15之直鏈狀或分支狀之烷基及環形成碳數6~14之芳基之烷基芳矽基、環形成碳數6~14之芳基、環形成原子數5~50之雜芳基、鹵素原子或氰基。又，鄰接之複數之 $R^5$ 及 $R^6$ 亦可互相鍵結而形成環。

$g$ 及 $h$ 表示0~4之整數。

$R^5$ 、 $R^6$ 、 $e$ 、 $f$ 、 $Ar_{25}$ 及 $Ar_{26}$ 係與式(a-9)中之 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $e$ 、 $f$ 、 $Ar_{25}$ 及 $Ar_{26}$ 。)

### < 第七實施形態 >

本實施形態之有機EL元件係在圖8所示之第二實施形態之有機EL元件2中，作為電子輸送帶域，亦可取代障壁層30而設置電子輸送層。即，第七實施形態之有機EL元件，省略圖示，依順序具備陽極10、電洞輸送帶域60、發光層20、電子輸送層與陰極50。且，電子輸送層包含本發明之芳香族雜環衍生物，且亦可更含有其他材料。第七實施形態中，發光層20係以包含顯示磷光發光之摻雜劑材料作為摻雜劑材料為佳。

尚且，構成本實施形態之有機 EL 元件之其他層係亦與第一實施形態及二實施形態相同。

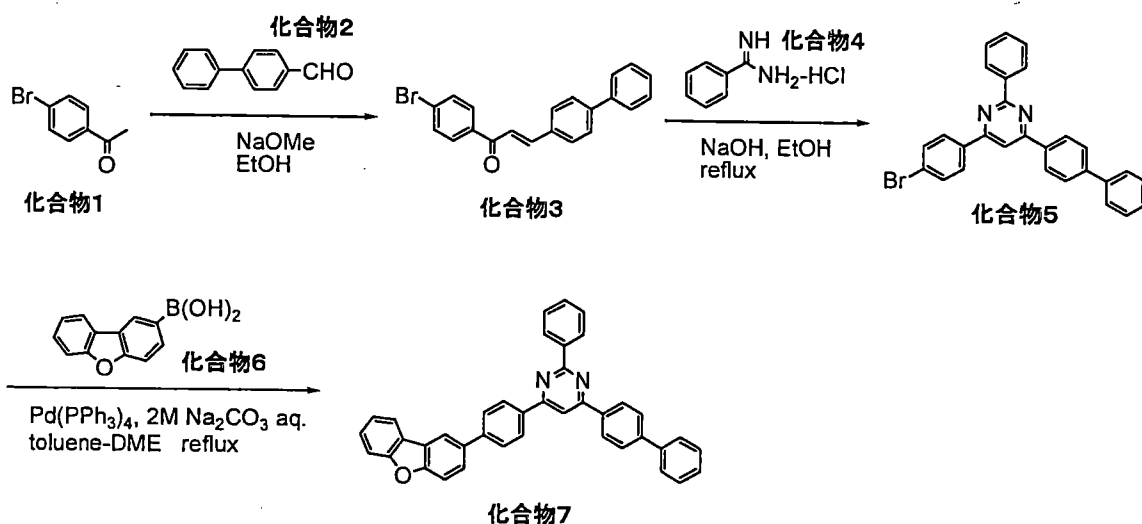
## 實施例

以下，以實施例說明本發明，但本發明並非係受到此等實施例所限定者。

### < 化合物之合成 >

#### · 合成例 1：(化合物 7)之合成

(化合物 7)之合成流程係如以下所示。



#### (1-1) 化合物 3 之合成

將 4'-溴苯乙酮(化合物 1)(22g、120mmol)、4-苯基苯醛(化合物 2)(25g、126mmol)、甲氧基化鈉(8.4g、156mmol)、及乙醇(200mL)予以混合，在室溫下攪拌 12 小時。過濾取出析出之固體，並以乙醇懸浮洗淨後，藉由減壓乾燥而得到化合物 3(42g、收率 96%)作為白色固體。

#### (1-2) 化合物 5 之合成

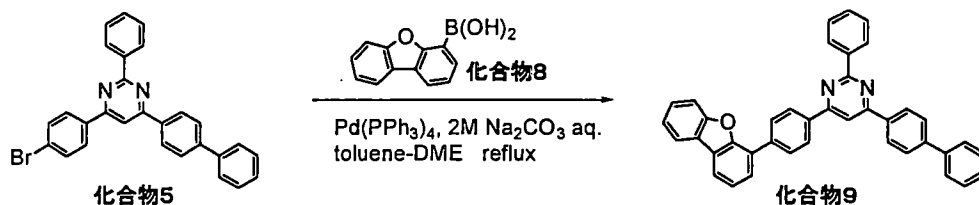
對乙醇(450mL)添加化合物 3(40g、111mmol)、苯甲脒鹽酸鹽(化合物 4)(26g、166mmol)、及氫氧化鈉(12g、299mmol)，並加熱迴流 9 小時。反應結束後，過濾取出析出物，以矽膠管柱層析法(展開溶劑；甲苯)進行純化。並且，藉由使用甲苯進行再結晶而取得化合物 5(24g、收率 47%)作為白色固體。

#### (1-3)化合物 7 之合成

使化合物 5(6.0g、13mmol)及化合物 6(3.3g、16mmol)溶解於甲苯(200mL)及 1,2-二甲氧基乙烷(200mL)中，添加肆(三苯基磷)鈀(0)(0.75g、0.65mmol)、及 2M 碳酸鈉水溶液(26mL)，加熱迴流 15 小時。反應結束後，使反應溶液冷卻至室溫，以甲苯萃取，將所得之有機層依順序以水、飽和食鹽水進行洗淨，以硫酸鈉乾燥，且減壓餾除溶劑。對殘渣添加甲苯，加熱迴流使其溶解，放置冷卻後過濾取出析出之結晶，以甲苯洗淨後減壓乾燥，而取得化合物 7(5.5g、收率 77%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 7。

#### · 合成例 2：化合物 9 之合成

化合物 9 之合成流程係如以下所示。

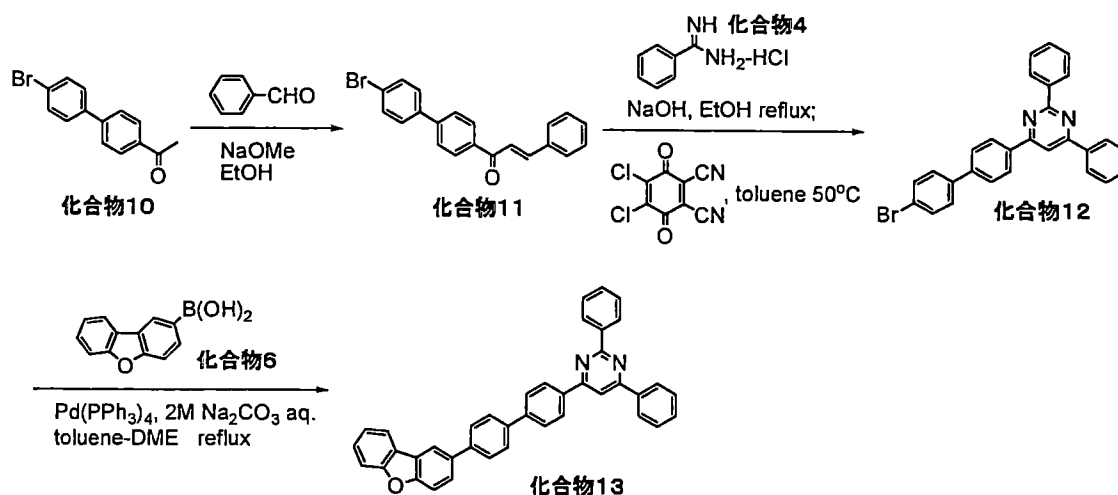


## (2-1) 化合物 9 之合成

在化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 6 而改用化合物 8(2.7g、13mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 9(5.5g、收率 92%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 9。

## · 合成例 3：化合物 13 之合成

化合物 13 之合成流程係如以下所示。



## (3-1) 化合物 12 之合成

使 4'-(p-溴苯基)苯乙酮(化合物 10)(30g、110mmol)、及苯醛(12g、110mmol)溶解於乙醇(300mL)，滴入甲氧基化鈉(約 5M 甲醇溶液)(80mL)，在室溫下攪拌

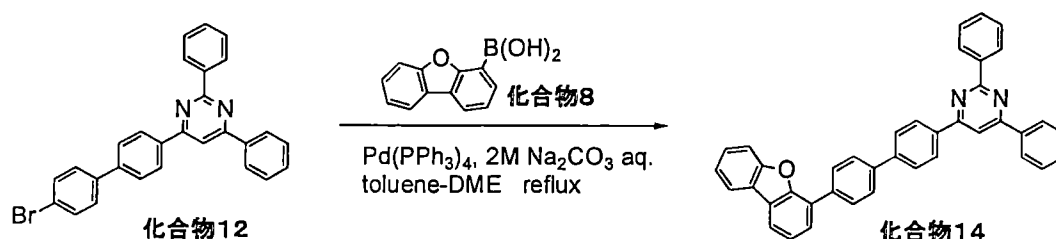
3 小時，而合成化合物 11。其次，添加苯甲脒鹽酸鹽(化合物 4)(17g、110mmol)、及氫氧化鈉(5.3g、132mmol)，加熱迴流 18 小時。反應結束後，使反應溶液冷卻至室溫，過濾取出析出物，並以甲醇洗淨。將粗生成物、2,3-二氫-5,6-二氫基-p-苯醌(19g、84mmol)及甲苯(400mL)予以混合，在 50℃下攪拌 1 小時。反應結束後，添加甲醇，過濾取除析出物，以矽膠管柱層析法(展開溶劑；甲苯)進行純化而取得化合物 12(26g、收率 51%)作為白色固體。

### (3-2)化合物 13 之合成

於化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 12(6.0g、13mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 13(4.9g、收率 69%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 13。

### · 合成例 4：化合物 14 之合成

化合物 14 之合成流程係如以下所示。



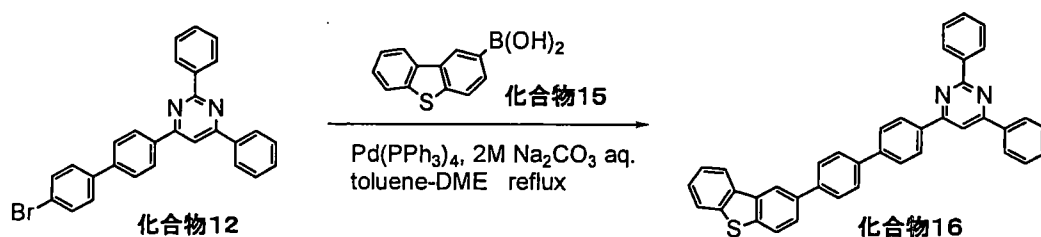
### (4-1)化合物 14 之合成

於化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 12(5.0g、11mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 8(2.7g、13mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取

得化合物 14(5.5 g、收率 93%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 14。

• 合成例 5：化合物 16 之合成

化合物 16 之合成流程係如以下所示。

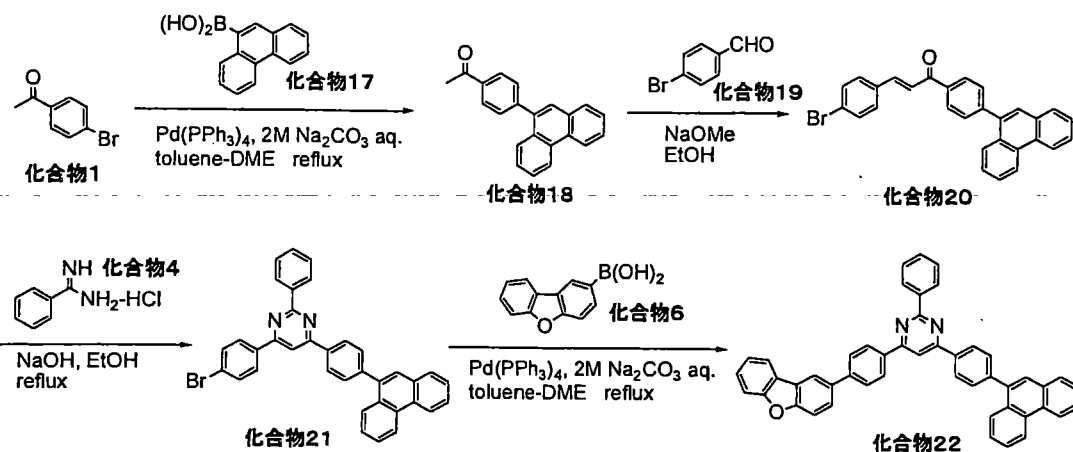


(5-1) 化合物 16 之合成

於化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 12(5.0 g、11 mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 15(3.0 g、13 mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 16(4.5 g、收率 74%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 16。

• 合成例 6：化合物 22 之合成

化合物 22 之合成流程係如以下所示。



#### (6-1) 化合物 18 之合成

於化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 1(20g、100mmol)、取代化合物 6 而改用化合物 17(22g、100mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 18(25g、收率 85%)作為白色固體。

#### (6-2) 化合物 20 之合成

於化合物 7 之合成之(1-1)中，除了取代化合物 2 而改用 4-溴苄醛(化合物 19)(17g、89mmol)、取代化合物 1 而改用化合物 18(25g、85mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 20(38g、收率 97%)作為白色固體。

#### (6-3) 化合物 21 之合成

於化合物 7 之合成之(1-2)中，除了取代化合物 3 而改用化合物 20(38g、82mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 21(16g、收率 34%)作為白色固體。

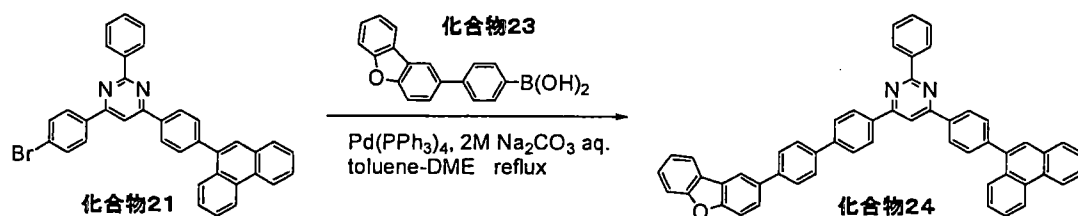
#### (6-4) 化合物 22 之合成

於化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 21(5.0g、8.9mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 22(3.9g、收率 68%)作為白色固體。

藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認爲化合物 22。

· 合成例 7：化合物 24 之合成

化合物 22 之合成流程係如以下所示。

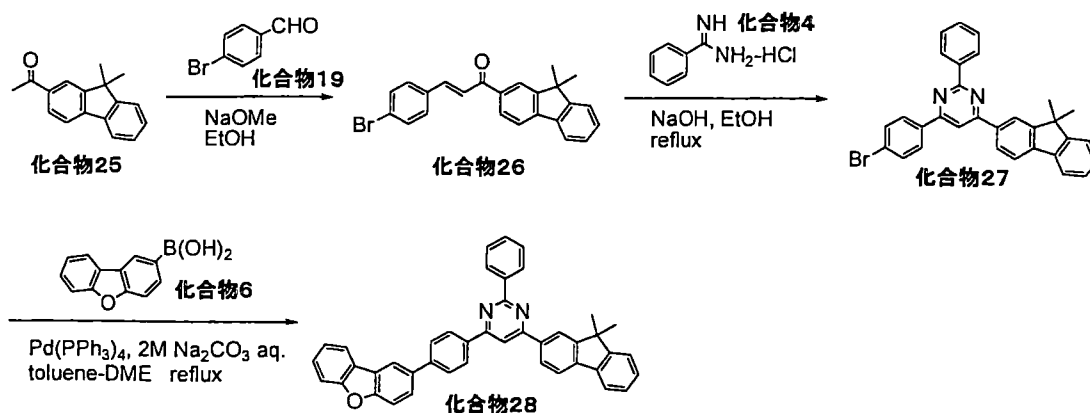


(7-1) 化合物 24 之合成

於化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 21(5.0g、8.9mmol)、取代化合物 6 而改用化合物 23(2.8g、9.8mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 24(5.0g、收率 78%)作爲白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認爲化合物 24。

· 合成例 8：化合物 28 之成

化合物 28 之合成流程係如以下所示。



## (8-1) 化合物 26 之合成

於化合物 7 之合成之(1-1)中，除了取代化合物 2 而改用化合物 19(20g、109mmol)、取代化合物 1 而改用化合物 25(25g、106mmol)以外，以同樣之方法進行合成，取得化合物 26(27g、收率 64%)作為白色固體。

## (8-2) 化合物 27 之合成

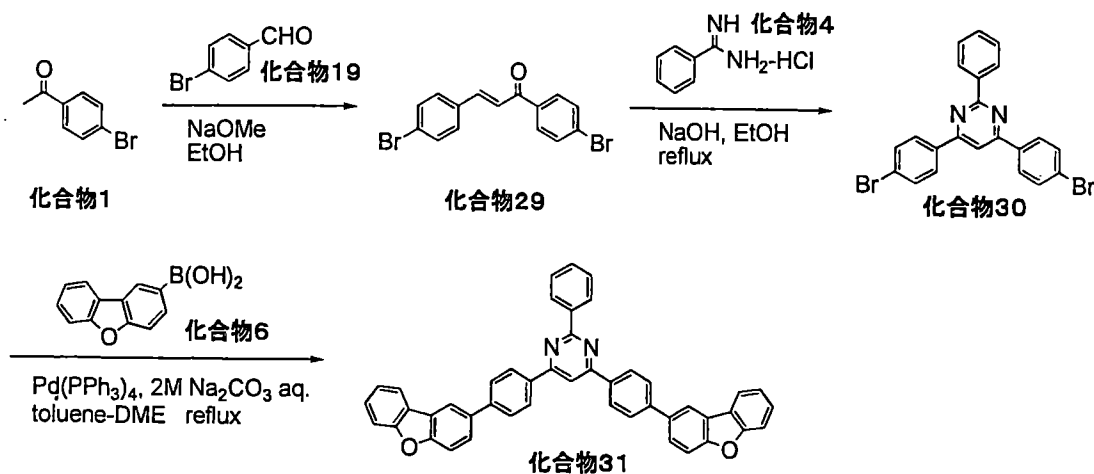
於化合物 7 之合成之(1-2)中，除了取代化合物 3 而改用化合物 26(27g、68mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 27(6.7g、收率 20%)作為白色固體。

## (8-3) 化合物 28 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 27(3.4g、6.8mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 28(3.3g、收率 82%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認爲化合物 28。

## · 合成例 9：化合物 31 之合成

化合物 31 之合成流程係如以下所示。



#### (9-1) 化合物 29 之合成

於化合物 7 之合成之(1-1)中，除了取代化合物 2 而改用化合物 19(23g、125mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 29(41g、收率 95%)作為白色固體。

#### (9-2) 化合物 30 之合成

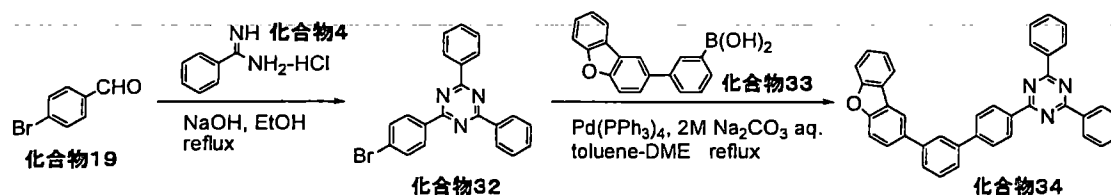
於化合物 7 之合成之(1-2)中，除了取代化合物 3 而改用化合物 29(20g、55mmol)以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 30(15g、收率 61%)作為白色固體。

#### (9-3) 化合物 31 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 30(6.9g、15mmol)，且相對於化合物 30 使用 2.1 莫耳當量之化合物 6 以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 31(5.3g、收率 56%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 31。

· 合成例 10：化合物 34 之合成

化合物 34 之合成流程係如以下所示。



#### (10-1) 化合物 32 之合成

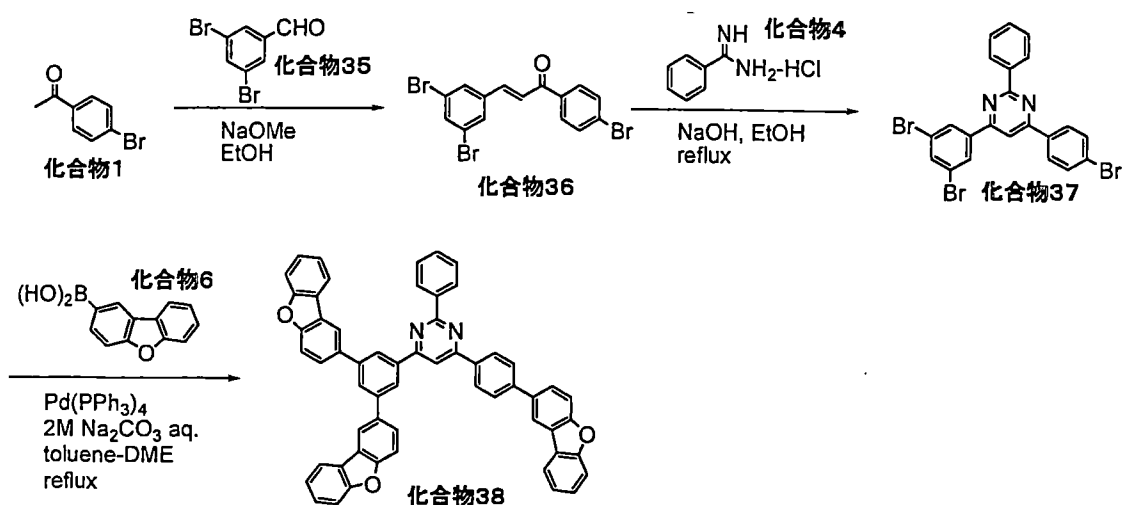
化合物 7 之合成之(1-2)中，除了取代化合物 3 而改用化合物 19(20g、108mmol)，且相對於化合物 19 使用 2 莫耳當量之化合物 4 以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 32(11g、收率 26%)作為白色固體。

#### (10-2) 化合物 34 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 32(5.5g、14mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 33(4.9g、17mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 34(6.1g、收率 78%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 34。

#### · 合成例 11：化合物 38 之合成

化合物 38 之合成流程係如以下所示。



### (11-1) 化合物 36 之合成

化合物 7 之合成之(1-1)中，除了取代化合物 2 而改用化合物 35(28g、105mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 36(44g、收率 98%)作為白色固體。

### (11-2) 化合物 37 之合成

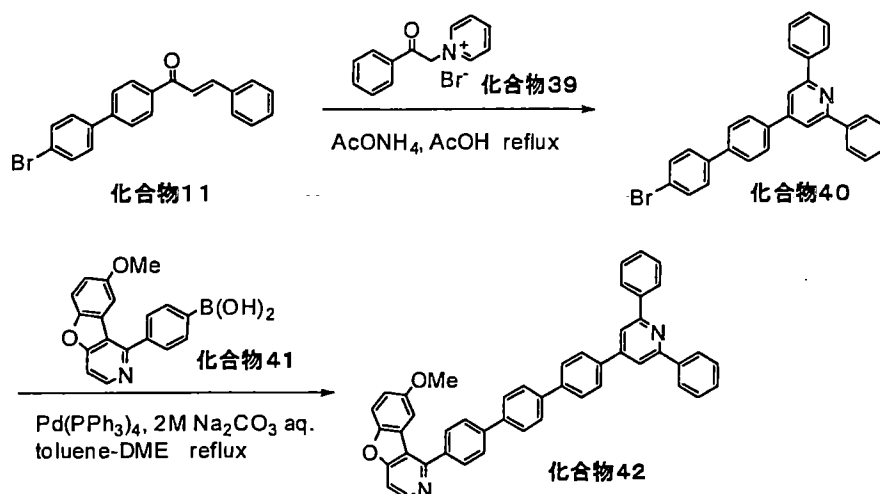
化合物 7 之合成之(1-2)中，除了取代化合物 3 而改用化合物 36(44g、98mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 37(17g、收率 23%)作為白色固體。

### (11-3) 化合物 38 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 37(5.0g、9.2mmol)，且相對於化合物 37 而使用 3.1 莫耳當量之化合物 6 以外，以同樣之方法進行合成，取得化合物 38(4.7g、收率 64%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 38。

### · 合成例 12：化合物 42 之合成

化合物 42 之合成流程係如以下所示。



### (12-1) 化合物 40 之合成

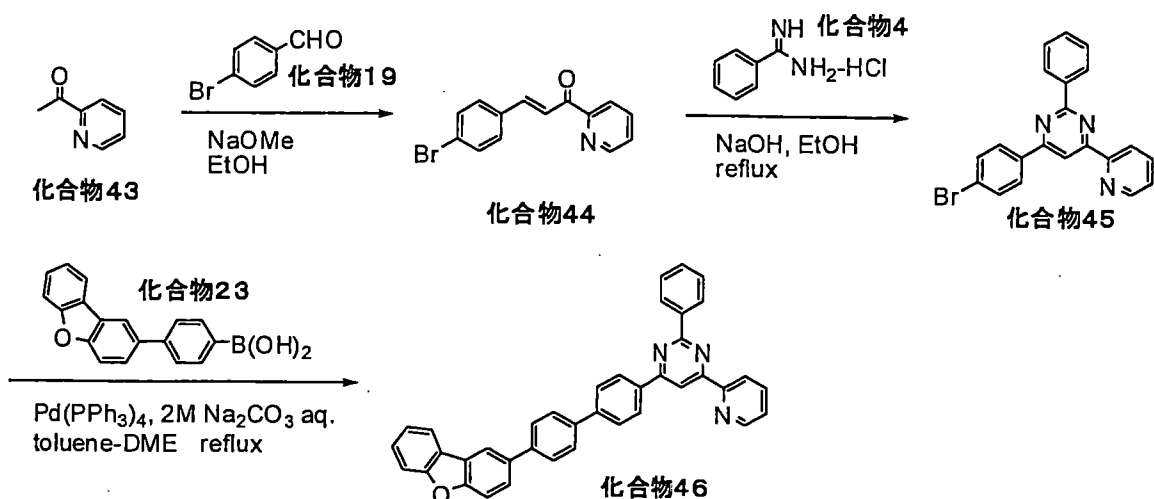
使化合物 11(11g、31mmol)、溴化 1-苯甲醯甲基吡啶 (化合物 39)(8.7g、31mmol)、及乙酸銨(19g、250mmol)懸浮於乙酸(27mL)，且加熱迴流 12 小時。反應結束後，使反應溶液冷卻至室溫後，添加水以甲苯進行萃取，將取得之有機層依順序以 10 質量%氫氧化鈉水溶液、飽和食鹽水洗淨，以硫酸鈉乾燥並將減壓餾除溶劑。對殘渣添加乙醇，並加熱迴流使其溶解，放置冷卻過濾取出析出之結晶，以乙醇洗淨後，減壓乾燥而取得化合物 40(13g、收率 88%)作為淡黃色固體。

### (12-2) 化合物 42 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 40(5.0g、11mmol)、取代化合物 6 而改用化合物 41(3.8g、12mmol)以外，以同樣之方法進行合成，取得化合物 42(4.4g、收率 62%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 42。

· 合成例 13：化合物 46 之合成

化合物 46 之合成流程係如以下所示。



(13-1) 化合物 44 之合成

化合物 7 之合成之 (1-1) 中，除了取代化合物 1 而改用化合物 43 (9.8 g、81 mmol)，取代化合物 2 而改用化合物 19 (16 g、85 mmol) 以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 44 (9.5 g、收率 41%) 作為淡黃色固體。

(13-2) 化合物 45 之合成

化合物 7 之合成之 (1-2) 中，除了取代化合物 3 而改用化合物 44 (9.5 g、33 mmol) 以外，以同樣之方法進行合成，而取得化合物 45 (3.5 g、收率 27%) 作為白色固體。

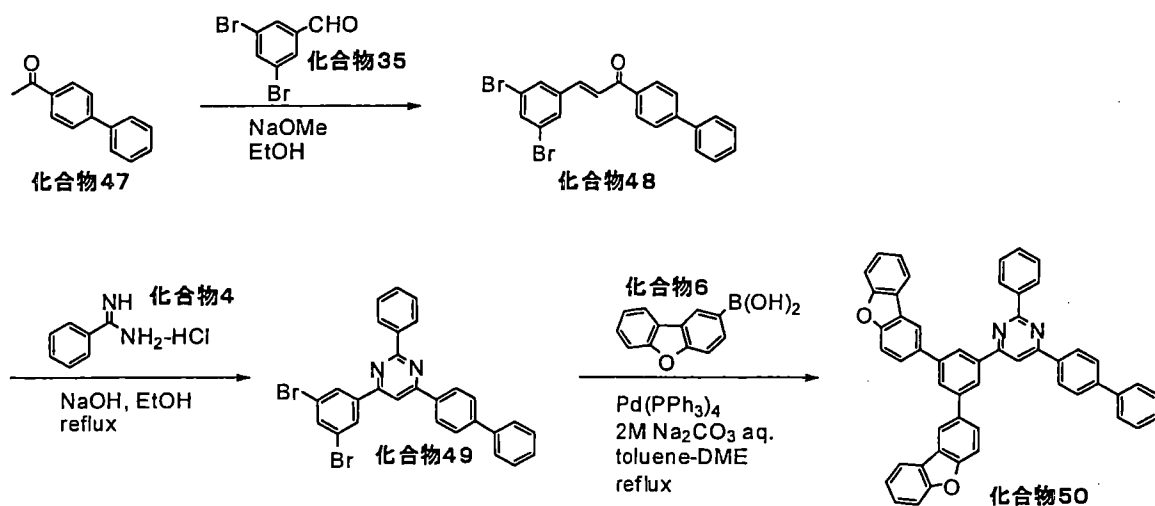
(13-3) 化合物 46 之合成

化合物 7 之合成之 (1-3) 中，除了取代化合物 5 而改用化合物 45 (3.5 g、9.0 mmol)、取代化合物 6 而改用化合物 23 (2.9 g、9.9 mmol) 以外，以同樣之方法進行合成，而

取得化合物 46(2.9g、收率 58%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 46。

· 合成例 14：化合物 50 之合成

化合物 50 之合成流程係如以下所示。



(14-1)化合物 48 之合成

化合物 7 之合成之(1-1)中，除了取代化合物 1 而改用化合物 47(37g、191mmol)，取代化合物 2 而改用化合物 35(50g、191mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 48(82g、收率 98%)作為黃色固體。

(14-2)化合物 49 之合成

化合物 7 之合成之(1-2)中，除了取代化合物 3 而改用化合物 48(82g、186mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 49(40g、收率 40%)作為白色固體。

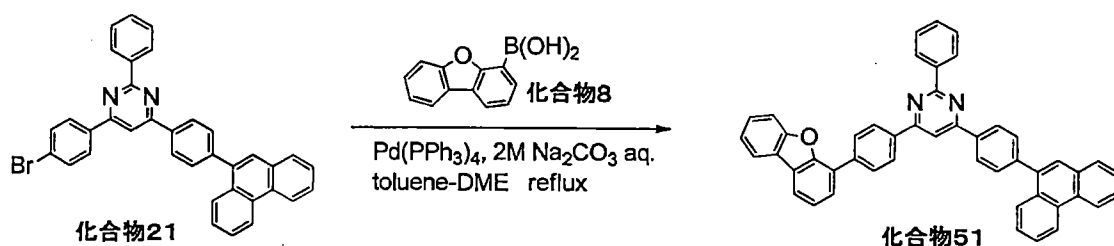
(14-3)化合物 50 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 49(6.0g、11mmol)，相對於化合物 49 而使用

2.2 莫耳當量之化合物 6 以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 50(4.2g、收率 53%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認爲化合物 50。

• 合成實施例 15：化合物 51 之合成

化合物 51 之合成流程係如以下所示。

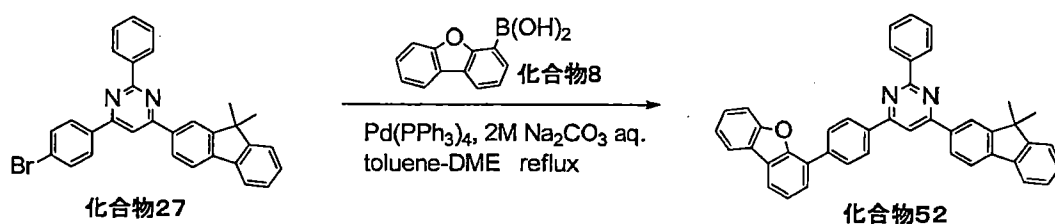


(15-1) 化合物 51 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 21(6.0g、11mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 8(2.7g、13mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 51(2.7g、收率 39%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認爲化合物 51。

• 合成實施例 16：化合物 52 之合成

化合物 52 之合成流程係如以下所示。

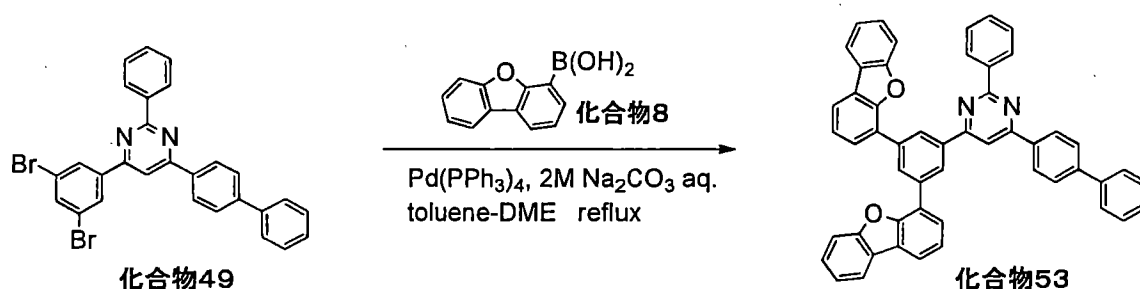


## (16-1) 化合物 52 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 27(6.0g、12mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 8(3.0g、14mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 52(5.6g、收率 79%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 52。

## • 合成實施例 17：化合物 53 之合成

化合物 53 之合成流程係如以下所示。

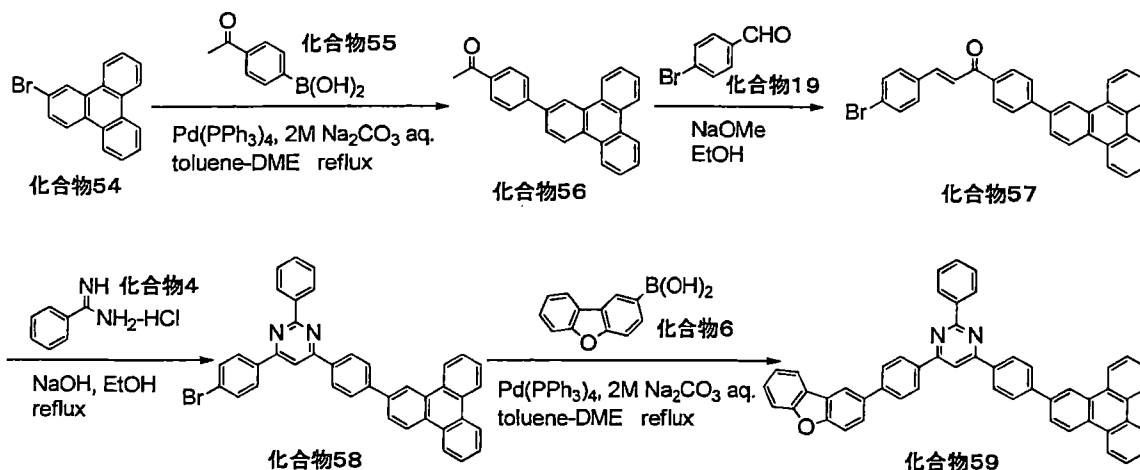


## (17-1) 化合物 53 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 49(6.0g、11mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 8(5.2g、24mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 53(4.9g、收率 61%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 53。

## • 合成實施例 18：化合物 59 之合成

化合物 59 之合成流程係如以下所示。



### (18-1) 化合物 56 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 54(54g、176mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 55(32g、194mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 56(58g、收率 95%)作為白色固體。

### (18-2) 化合物 57 之合成

化合物 7 之合成之(1-1)中，除了取代化合物 1 而改用化合物 56(42g、122mmol)，取代化合物 2 而改用 4-溴苄醛(化合物 19)(24g、128mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 57 之粗純化物(78g)作為黃色固體。並未施行進一步之純化而進行其次之反應。

### (18-3) 化合物 58 之合成

化合物 7 之合成之(1-2)中，除了取代化合物 3 而改用化合物 57 之粗純化物(78g)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 58(27g、收率 36%)作為白色固體。

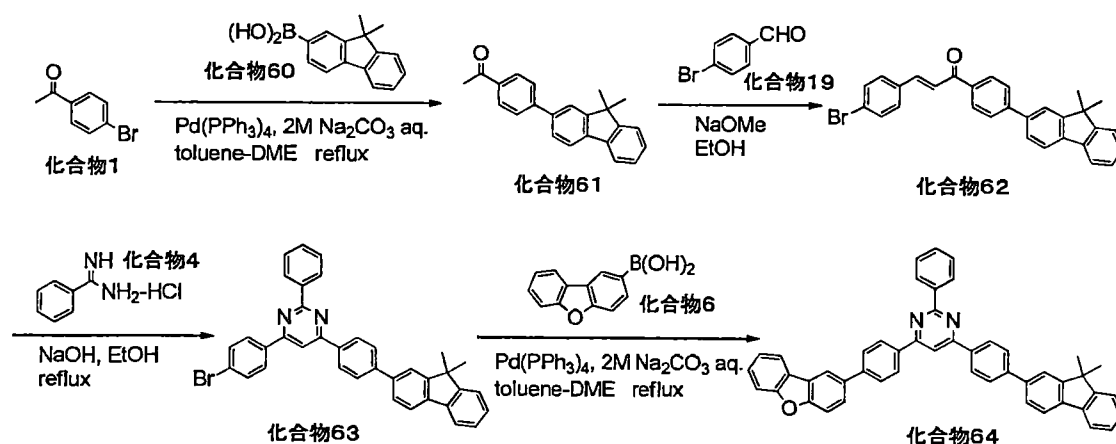
### (18-4) 化合物 59 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改

用化合物 58(6.0g、9.8mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 59(3.2g、收率 47%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 59。

· 合成實施例 19：化合物 64 之合成

化合物 64 之合成流程係如以下所示。



(19-1)化合物 61 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 1(50g、251mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 60(66g、276mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 61(72g、收率 92%)作為白色固體。

(19-2)化合物 62 之合成

化合物 7 之合成之(1-1)中，除了取代化合物 1 而改用化合物 61(72g、230mmol)，取代化合物 2 而改用 4-溴苄醛(化合物 19)(43g、230mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 62(107g、收率 97%)作為白色固體。

(19-3)化合物 63 之合成

化合物 7 之合成之(1-2)中，除了取代化合物 3 而改

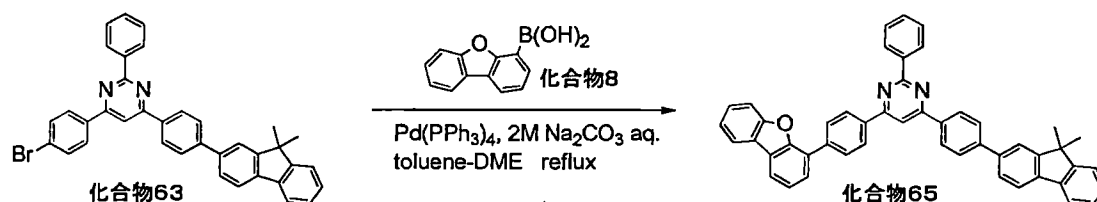
用化合物 62(107g、223mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 63(47g、收率 36%)作為白色固體。

#### (19-4)化合物 64 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 63(7.0g、12mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 64(4.9g、收率 61%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認爲化合物 64。

#### · 合成實施例 20：化合物 65 之合成

化合物 65 之合成流程係如以下所示。

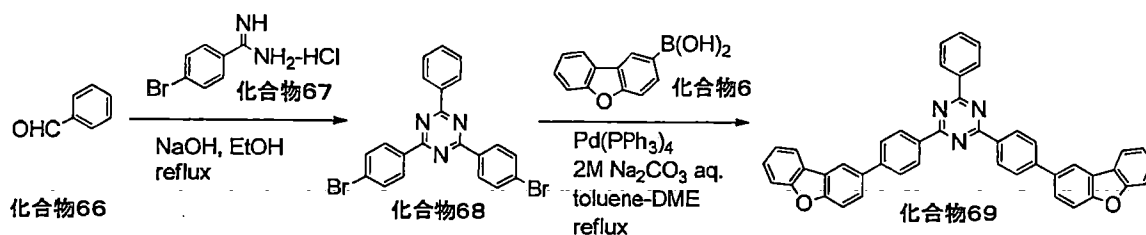


#### (20-1)化合物 65 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 63(7.0g、12mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 8(2.8g、13mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 65(4.3g、收率 53%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認爲化合物 65。

#### · 合成實施例 21：化合物 69 之合成

化合物 69 之合成流程係如以下所示。



## (21-1) 化合物 68 之合成

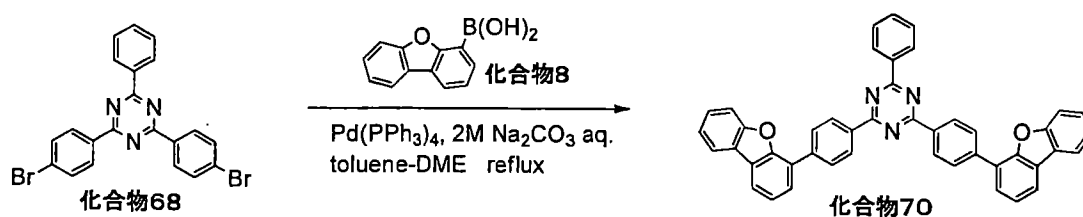
化合物 7 之合成之(1-2)中，除了取代化合物 3 而改用化合物 66(7.7g、72mmol)，取代化合物 4 而改用化合物 67(34g、145mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 68(9.4g、收率 32%)作為白色固體。

## (21-2) 化合物 69 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 68(4.5g、9.6mmol)，且相對於化合物 68 而使 2.2 莫耳當量之化合物 6 以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 69(4.4g、收率 71%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 69。

## · 合成實施例 22：化合物 70 之合成

化合物 70 之合成流程係如以下所示。



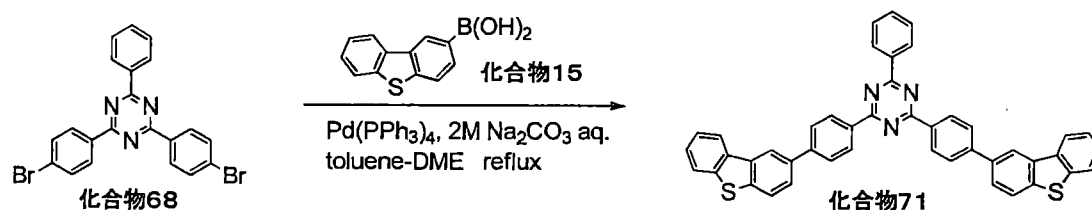
## (22-1) 化合物 70 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改

用化合物 68(4.9g、10mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 8(4.9g、23mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 70(3.1g、收率 46%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認爲化合物 70。

• 合成實施例 23：化合物 71 之合成

化合物 71 之合成流程係如以下所示。

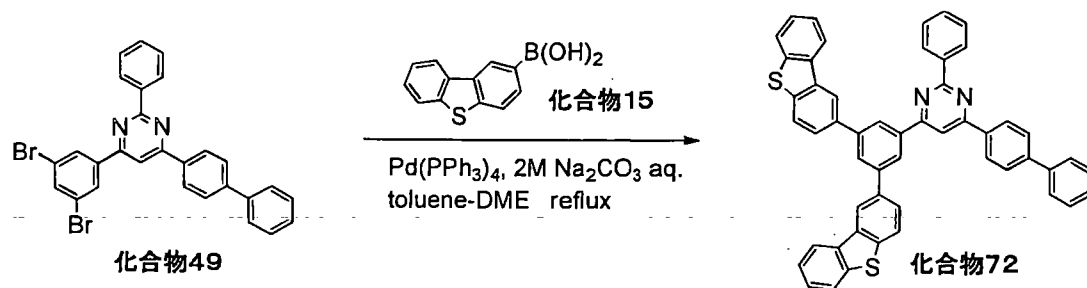


(23-1)化合物 71 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 68(4.5g、9.6mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 15(4.8g、21mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 71(3.4g、收率 53%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認爲化合物 71。

• 合成實施例 24：化合物 72 之合成

化合物 72 之合成流程係如以下所示。

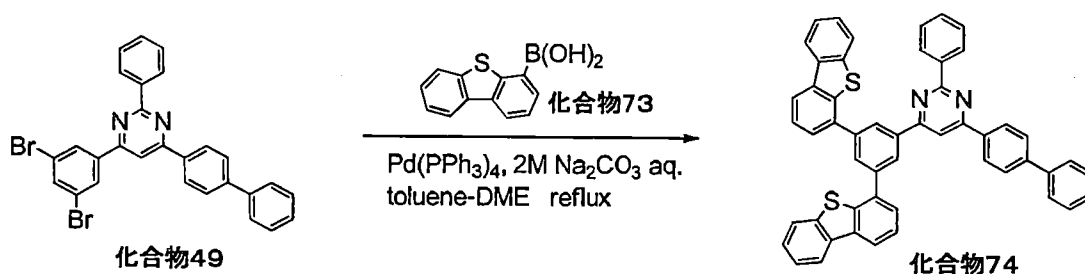


## (24-1) 化合物 72 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 49(10g、18mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 15(9.3g、41mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 72(9.7g、收率 70%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 72。

## · 合成實施例 25：化合物 74 之合成

化合物 74 之合成流程係如以下所示。

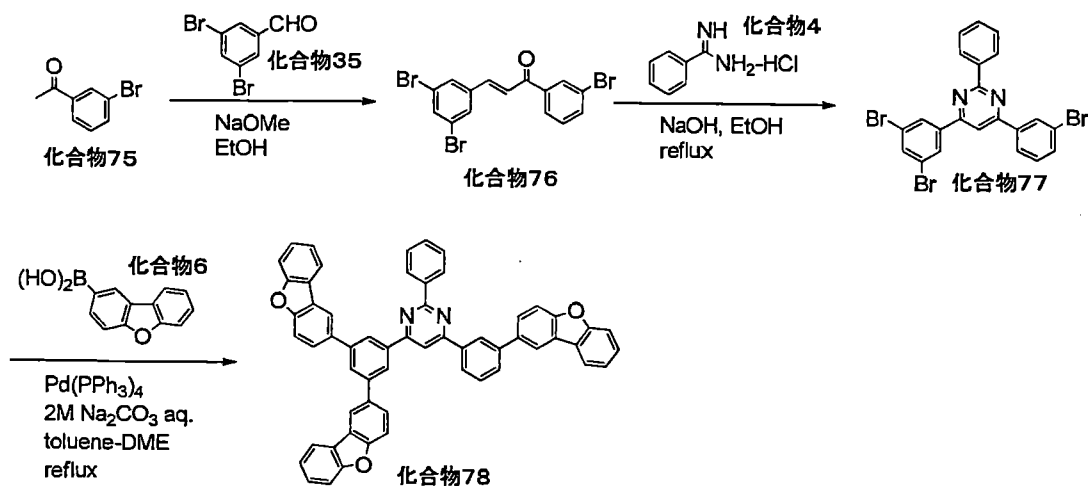


## (25-1) 化合物 74 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 49(10g、18mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 73(9.3g、41mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 74(9.5g、收率 68%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 74。

· 合成實施例 26：化合物 78 之合成

化合物 78 之合成流程係如以下所示。



(26-1) 化合物 76 之合成

化合物 7 之合成之(1-1)中，除了取代化合物 1 而改用化合物 75(38g、193mmol)，取代化合物 2 而改用化合物 35(50g、189mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 76(75g、收率 89%)作為白色固體。

(26-2) 化合物 77 之合成

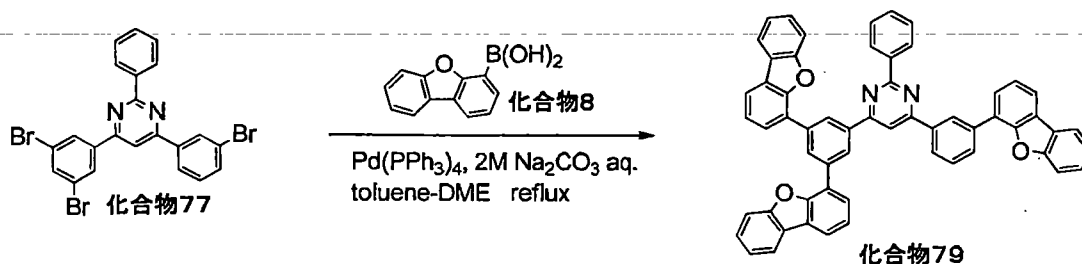
化合物 7 之合成之(1-2)中，除了取代化合物 3 而改用化合物 76(71g、158mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 77(31g、收率 33%)作為白色固體。

(26-3) 化合物 78 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 77(15g、28mmol)，且相對於化合物 77 而使用 3.5 當量之化合物 6 以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 78(5.0g、收率 23%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 78。

· 合成實施例 27：化合物 79 之合成

化合物 79 之合成流程係如以下所示。

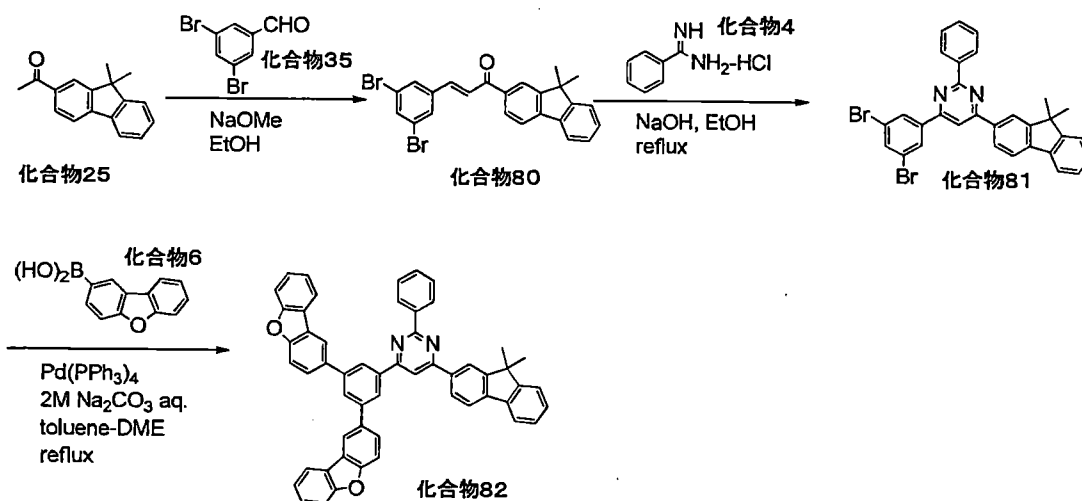


(27-1) 化合物 79 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 77(15g、28mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 8(20g、96mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 79(12g、收率 52%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認爲化合物 79。

· 合成實施例 28：化合物 82 之合成

化合物 82 之合成流程係如以下所示。



(28-1) 化合物 80 之合成

化合物 7 之合成之(1-1)中，除了取代化合物 1 而改

用化合物 25(34g、144mmol)，取代化合物 2 而改用化合物 35(42g、158mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 80(69g、收率 100%)作為淡褐色固體。

#### (28-2)化合物 81 之合成

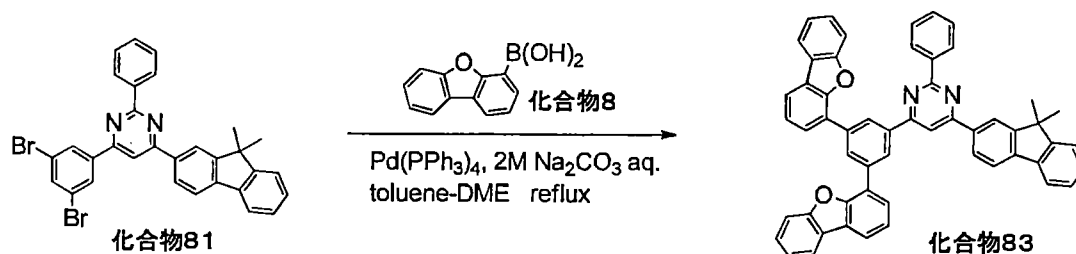
化合物 7 之合成之(1-2)中，除了取代化合物 3 而改用化合物 80(69g、144mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 81(18g、收率 22%)作為淡黃色固體。

#### (28-3)化合物 82 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 81(9.1g、16mmol)，且相對於化合物 81 而使用 2.2 莫耳當量之化合物 6 以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 82(9.4g、收率 79%)作為淡黃色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 82。

#### · 合成實施例 29：化合物 83 之合成

化合物 83 之合成流程係如以下所示。



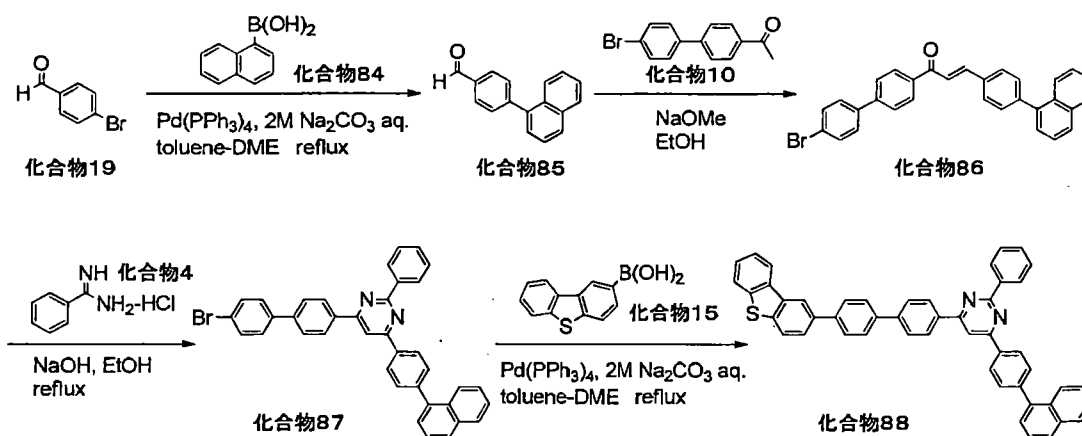
#### (29-1)化合物 83 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 81(9.0g、15mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 8(7.2g、34mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化

化合物 83(8.1g、收率 69%)作為淡黃色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認為化合物 83。

• 合成實施例 30：化合物 88 之合成

化合物 88 之合成流程係如以下所示。



(30-1)化合物 85 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 19(50g、270mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 84(56g、325mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 85(53g、收率 85%)作為白色固體。

(30-2)化合物 86 之合成

化合物 7 之合成之(1-1)中，除了取代化合物 1 而改用化合物 10(65g、235mmol)，取得化合物 2 而改用化合物 85(53g、229mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 86(109g)作為淡黃色固體。

(30-3)化合物 87 之合成

化合物 7 之合成之(1-2)中，除了取代化合物 3 而改

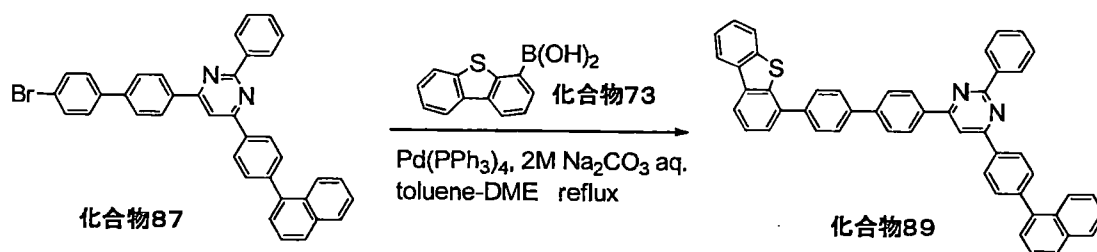
用化合物 86(108g、221mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 87(44g、收率 34%)作為白色固體。

#### (30-4)化合物 88 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 87(6.0g、10mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 15(2.8g、12mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 88(5.9g、收率 84%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認爲化合物 88。

#### · 合成實施例 31：化合物 89 之合成

化合物 89 之合成流程係如以下所示。

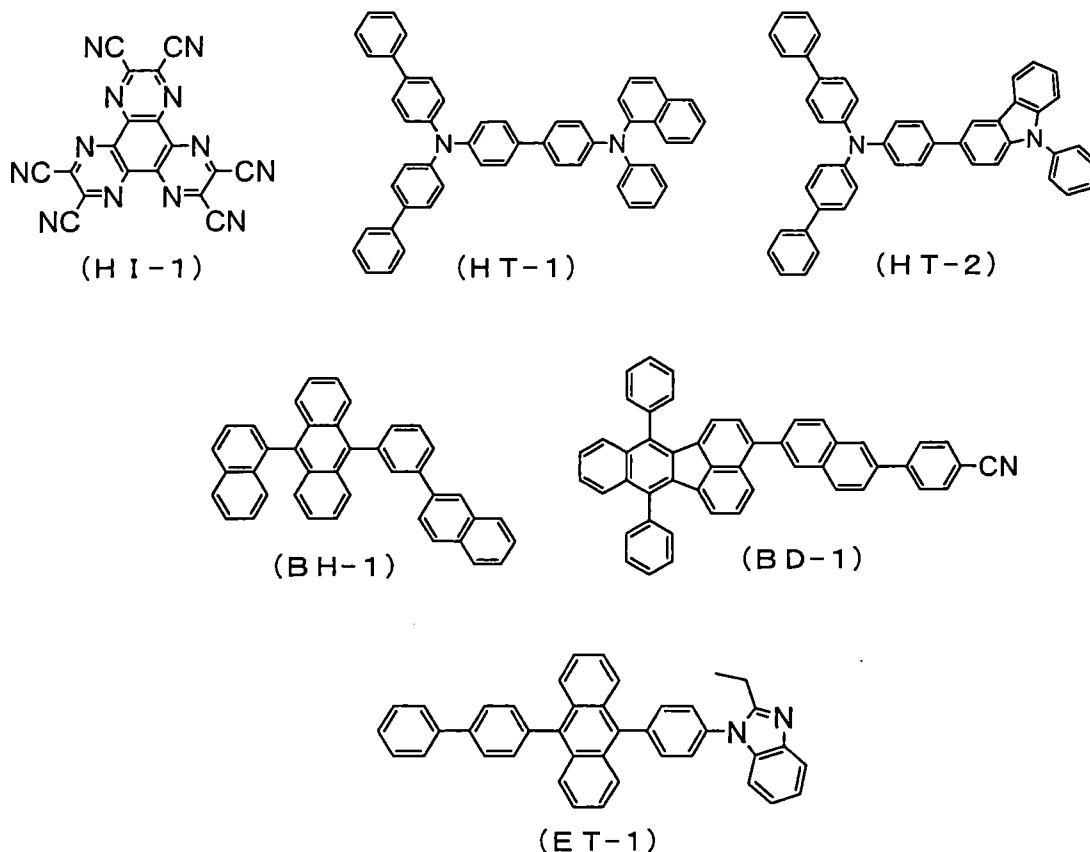


#### (31-1)化合物 89 之合成

化合物 7 之合成之(1-3)中，除了取代化合物 5 而改用化合物 87(6.0g、10mmol)，取代化合物 6 而改用化合物 73(2.8g、12mmol)以外，以同樣之方法進行合成而取得化合物 89(6.4g、收率 91%)作為白色固體。藉由 FD-MS(場解吸質譜法)之分析，確認爲化合物 89。

< 有機 EL 元件之製作 >

有機 EL 元件之製作中，除了上述合成例中所合成之化合物以外，尚使用以下所示之化合物。



#### · 實施例 1

在異丙基醇中以超音波洗淨 25mm×75mm×0.7mm 厚之附 ITO 透明電極(陽極)之玻璃基板(Geomatec 公司製)5 分鐘後，再進行 UV 臭氧洗淨 30 分鐘。

將洗淨後之附透明電極線路之玻璃基板裝著於真空蒸鍍裝置之基板支架，首先在形成有透明電極線路之側之面上，以披覆透明電極般地蒸鍍 HI-1，而形成膜厚 5nm 之 HI-1 膜。此 HI-1 膜係作用為電洞注入層。

此 HI-1 膜之成膜之後，蒸鍍 HT-1 並於 HI-1 膜上使膜厚 80nm 之 HT-1 膜進行成膜。此 HT-1 膜係作用為第一

電洞輸送層。

此 HT-1 膜之成膜之後，蒸鍍化合物 HT-2 並於 HT-1 膜上使膜厚 15nm 之 HT-2 膜進行成膜。此 HT-2 膜係作用為第二電洞輸送層。

於此 HT-2 膜上使 BH-1(主材料)及 BD-1(摻雜劑材料)以 20 : 1 之質量比進行共蒸鍍，而使膜厚 25nm 之發光層成膜。

於此發光層上蒸鍍(化合物 7)而形成膜厚 20nm 之障壁層。

於此障壁層上蒸鍍電子輸送材料之 ET-1，而形成膜厚 5nm 之電子注入層。

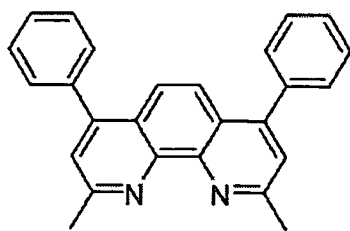
於此電子注入層上蒸鍍 LiF 而形成膜厚 1nm 之 LiF 膜。

於此 LiF 膜上蒸鍍金屬 Al 而形成膜厚 80nm 之金屬陰極。

藉由而製成實施例 1 之有機 EL 元件。

• 實施例 2~實施例 19 及比較例 1

實施例 2~實施例 19 及比較例 1 之有機 EL 元件中，除了障壁層之材料係使改為使用表 1 所示之材料以外，與實施例 1 之有機 EL 元件同樣地施行而製成。比較例 1 之有機 EL 元件之障壁層之材料係使用於以下所示之 BCP。



BCP

### < 元件評價 >

對於製成之有機 EL 元件，進行以下之評價。其結果係如表 1 所示。

#### ・ 初期性能

以使電流密度為  $10\text{mA}/\text{cm}^2$  般地對有機 EL 元件施加電壓，並測定此時之電壓值 (V)。又，以分光放射亮度計 (CS-1000: Konica Minolta 公司製) 計量此時之 EL 發光光譜。由取得之分光放射亮度光譜，算出色度  $\text{CIE}_x$ 、 $\text{CIE}_y$ 、電流效率  $L/J(\text{cd}/\text{A})$ 、及外部量子效率  $\text{EQE}(\%)$ 。

#### ・ TTF 比率之測定

藉由滿足主材料、摻雜劑材料及障壁層材料之三重態能量為既定之關係，可使相對於全發光之源自 TTF 之發光強度比作成較高值，亦可作成過往周知之螢光元件所無法達成之高效率化。

源自 TTF 之發光強度比係可藉由過渡 EL 法而測定。過渡 EL 法係指測定除去施加於元件之 DC 電壓後之 EL 發光之衰減形態 (過渡特性) 之手法。EL 發光強度係分類成由最初之再結合所生成之單重態激子之發光成分，與由經由 TTF 現象而生成之單重態激子之發光成分。單重態激

子之壽命因係奈秒級且非常短，故 DC 電壓除去後會迅速衰減。

另一方面，TTF 現象因係為來自經由壽命較長之三重態激子而生成之單重態激子之發光，故會緩慢地衰減。因此來自單重態激子之發光與來自三重態激子之發光在時間上有較大之差，故可求得源自 TTF 之發光強度。具體地可藉由以下之方法而決定。

過渡 EL 波形係如以下般施行而測定(參考圖 13)。對 EL 元件施加由電壓脈衝產生器(PG)所輸出之脈衝電壓波形。將施加電壓波形導入示波器(OSC)。對 EL 元件施加脈衝電壓時，EL 元件產生脈衝發光。使此發光經由光電倍增管(PMT)而導入示波器(OSC)。使電壓波形與脈衝發光同步而輸入個人電腦(PC)。

並且，藉由解析過渡 EL 波形而如以下般地決定源自 TTF 之發光強度比。

解開三重態激子之衰減形態之速率方程式，並模組化基於 TTF 現象之發光強度之衰減形態。發光層內部之三重態激子密度  $n_T$  之時間衰減係運用三重態激子之壽命所致之衰減速度  $\alpha$  與三重態激子之衝撞所致之衰減速度  $\gamma$ ，且可藉由如以下般之速率方程式表示。

$$\frac{dn_T}{dt} = -\alpha \cdot n_T - \gamma \cdot n_T^2$$

若求取此微分方程式之逼近近似解，即可得到以下之

式。在此， $I_{TTF}$  為源自 TTF 之發光強度， $A$  為定數。藉此，過渡 EL 發光若為基於 TTF 者，此強度之平方根之逆數則可以直線近似式進行表示。因此，將測定之過渡 EL 波形資料套入下述近似式而求取定數  $A$ 。此時去除 DC 電壓之時刻  $t=0$  中之發光強度  $1/A^2$  定義為源自 TTF 之發光強度比。

$$\frac{1}{\sqrt{I_{TTF}}} \propto A + \gamma \cdot t$$

圖 14A 之圖係對 EL 元件施加既定之 DC 電壓，其後去除電壓時之測定例，展示 EL 元件之發光強度之時間變化者。圖 14A 之圖中，時刻約  $3 \times 10^{-8}$  秒時去除 DC 電壓。尚且，圖係將除去電壓時之亮度作為 1 所表示者。其後約  $2 \times 10^{-7}$  秒為止之急速衰減之後，顯現緩慢衰減成分。圖 14B 之圖係將電壓除去時點設為原點，將電壓除去後至  $10^{-5}$  秒為止之光強度之平方根之逆數予以作圖之圖，可得知可良好地近似成直線。與將直線部分延長至時間原點時之縱軸之交點  $A$  之值為 2.41。因此，由此過渡 EL 波形所得之源自 TTF 之發光強度比為  $1/2.41^2 = 0.17$ ，即全發光強度中之 17% 為源自 TTF。

對直線之套入係以藉由最小平方法進行為佳。於此情況，以使用至  $10^{-5}$  秒為止之值進套入為佳。

施加由脈衝產生器 (Agilent Technologies 公司製、

8114A)所輸出之電壓脈衝波形(脈衝幅：500 微秒、頻率數：20Hz、電壓：0.1~100mA/cm<sup>2</sup> 相當之電壓)，將 EL 發光輸入於光電倍增管(濱松光電子公司製 R928)，使脈衝電壓波形與 EL 發光同步並導入示波器(Tektronix 公司製 2440)而取得過渡 EL 波形。將此解析而決定 TTF 比率。

對實施例 1 之有機 EL 元件在室溫下通電，在時刻約  $3 \times 10^{-8}$  秒時去除脈衝電壓。

由將電壓除去時點設為原點，將電壓除去後至  $1.5 \times 10^{-5}$  秒為止之光強度之平方根之逆數予以作圖之圖求取 TTF 比率。其他之實施例及比較例亦為同樣地測定。其結果如表 1 所示。

[表 1]

	障壁層材料	電壓	色度CIE		L/J	EQE	TTF 比率
		(V)	x	y	(cd/A)	(%)	(%)
實施例 1	化合物 7	3.38	0.144	0.131	10.32	9.21	28
實施例 2	化合物 9	3.51	0.142	0.137	10.39	9.06	32
實施例 3	化合物 13	3.65	0.142	0.151	10.63	8.64	33
實施例 4	化合物 14	3.52	0.145	0.131	9.84	8.76	29
實施例 5	化合物 16	3.55	0.145	0.127	9.76	8.81	32
實施例 6	化合物 22	3.61	0.143	0.137	11.09	9.65	32
實施例 7	化合物 31	3.75	0.143	0.134	10.05	8.87	35
實施例 8	化合物 50	4.08	0.144	0.128	9.76	8.87	29
實施例 9	化合物 51	3.59	0.143	0.137	11.10	9.64	31
實施例 10	化合物 52	3.81	0.143	0.132	11.17	9.96	33
實施例 11	化合物 53	4.15	0.143	0.134	11.03	9.72	33
實施例 12	化合物 24	3.71	0.143	0.131	10.53	9.42	30
實施例 13	化合物 72	3.81	0.141	0.138	10.03	8.74	32
實施例 14	化合物 74	3.64	0.143	0.135	11.34	9.96	30
實施例 15	化合物 78	3.75	0.142	0.130	11.04	9.96	31
實施例 16	化合物 79	4.02	0.142	0.132	10.50	9.40	34
實施例 17	化合物 83	3.78	0.143	0.134	11.21	9.87	36
實施例 18	化合物 88	3.58	0.142	0.136	11.05	9.69	31
實施例 19	化合物 89	3.56	0.143	0.135	10.78	9.43	28
比較例 1	BCP	4.30	0.144	0.128	8.43	7.65	25

實施例 1~19 之有機 EL 元件因係在障壁層使用本發明之芳香族雜環化合物，與比較例 1 之有機 EL 元件相比，TTF 比率較高，展現高電流效率及外部量子效率。又，實施例 1~19 之有機 EL 元件之驅動電壓與比較例 1 之有機 EL 元件相比時亦為較低。

### 【圖式簡單說明】

圖 1 為展示本發明之第一實施形態之有機 EL 元件之一例之圖。

圖 2 為展示本發明之各層之能隙關係之圖。

圖 3 為展示依本發明之各層之能隙關係而作用之圖。

圖 4 為滿足主材料之親和力 ( $A_h$ ) > 摻雜劑材料之親和力 ( $A_d$ ) 時之能帶圖。

圖 5 為  $A_h < A_d$ ，且其差係小於  $0.2\text{eV}$  時之能帶圖。

圖 6 為  $A_h < A_d$ ，且其差大於  $0.2\text{eV}$  時之能帶圖。

圖 7 為滿足  $A_h < A_d$  之摻雜劑材料與滿足  $A_h > A_d$  之摻雜劑材料併存時之能帶圖。

圖 8 為展示本發明之第二實施形態之有機 EL 元件之一例之圖。

圖 9 為展示本發明之第三實施形態之有機 EL 元件之一例之圖。

圖 10 為展示本發明之第四實施形態之有機 EL 元件之一例之圖。

圖 11 為展示本發明之第五實施形態之有機 EL 元件

之一例之圖。

圖 12 為展示本發明之第六實施形態之有機 EL 元件之一例之圖。

圖 13 為展示過渡 EL 波形之測定系統之圖。

圖 14A 為展示源自 TTF 之發光強度比之測定方法之圖，展示 EL 元件之發光強度依時間變化之圖。

圖 14B 為展示源自 TTF 之發光強度比之測定方法之圖，展示光強度之平方根倒逆數依時間變化之圖。

#### 【主要元件符號說明】

- 1：有機 EL 元件
- 2：有機 EL 元件
- 3：有機 EL 元件
- 4：有機 EL 元件
- 5：有機 EL 元件
- 10：陰極
- 20：發光層
- 20B：藍色發光層
- 20G：綠色發光層
- 20R：紅色發光層
- 22：發光層
- 24：發光層
- 30：障壁層
- 32：障壁層

- 40 : 電子注入層
- 41 : 電子輸送層
- 50 : 陰極
- 60 : 電洞輸送帶域
- 70 : 電子輸送帶域
- 80 : 中間層
- 90 : 保護層
- 100 : 基板
- 200 : 絕緣膜

## 七、申請專利範圍

1. 一種有機電致發光元件，其係依順序具備陽極、發光層、電子輸送帶域、及陰極；

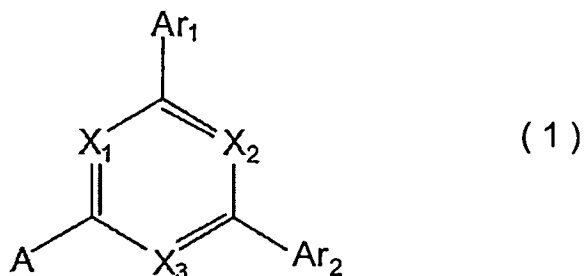
前述發光層包含主材料及螢光發光性摻雜劑材料，

將前述主材料之三重態能量設為  $E^T_h$ ，將前述螢光發光性摻雜劑材料之三重態能量設為  $E^T_d$  時，滿足下述式 (2A) 之關係；

$$E^T_h < E^T_d \quad \cdot \cdot \cdot (2A)$$

前述電子輸送帶域包含障壁層，且前述障壁層之三重態能量  $E^T_b$  大於主材料之三重態能量  $E^T_h$ ；

前述障壁層包含下述一般式 (1) 所表示之芳香族雜環衍生物，



(前述一般式 (1) 中， $X_1$  至  $X_3$  為氮原子或  $CR_1$ ，

但， $X_1$  至  $X_3$  中之至少任一個為氮原子，

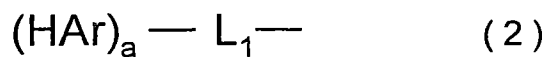
$R_1$  各自獨立為

氫原子、

鹵素原子、

氰基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、  
 取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、  
 取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、  
 取代或無取代之碳數 2~30 之烯基、  
 取代或無取代之碳數 2~30 之炔基、  
 取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳矽基、  
 取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳烷基、或  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基；  
 前述一般式 (1) 中，A 為下述一般式 (2) 所表示者)



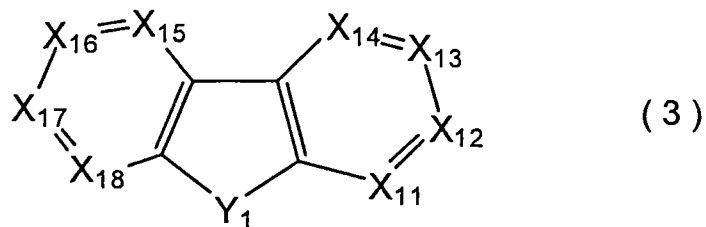
(前述一般式 (2) 中，HAr 為下述一般式 (3) 所表示者；  
 前述一般式 (2) 中，a 為 1 以上 5 以下之整數；  
 a 為 1 時，L<sub>1</sub> 為單鍵或二價之連結基；  
 a 為 2 以上 5 以下時，L<sub>1</sub> 為三價以上六價以下之連結  
 基，HAr 可為相同或相異；

前述連結基為

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、  
 取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、  
 或、

由此等之基之 2 個或 3 個互相鍵結之基之任一者所衍生之二價以上六價以下之殘基；

尚且，互相鍵結之基可互為相同或相異)



(前述一般式(3)中， $X_{11}$  至  $X_{18}$  各自獨立為氮原子、 $CR_{13}$ 、或對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子；

前述一般式(3)中， $Y_1$  為氧原子、硫原子、 $SiR_{11}R_{12}$ 、或對  $R_{11}$  及  $L_1$  分別以單鍵鍵結之矽原子；

但，對  $L_1$  進行鍵結者為  $X_{11}$  至  $X_{18}$ 、及  $R_{11}$  至  $R_{12}$  中之碳原子、以及  $Y_1$  中之矽原子之任一者；

$R_{11}$  及  $R_{12}$  係與前述一般式(1)中之  $R_1$  同義， $R_{11}$  及  $R_{12}$  可為相同或相異；

$R_{13}$  各自獨立為

氫原子、

鹵素原子、

氰基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、

取代或無取代之碳數 2~30 之烯基、

取代或無取代之碳數 2~30 之炔基、

取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、  
取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳矽基、  
取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、  
取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳烷基、或  
取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基；

複數之  $R_{13}$  可互為相同或相異，又，相鄰之  $R_{13}$  亦可互鍵結而形成環；

前述一般式(1)中， $Ar_1$  及  $Ar_2$  各自獨立為

前述一般式(2)所表示者、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、或、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基；

前述一般式(1)、前述一般式(2)及前述一般式(3)中，前述「取代或無取代」之情況所指之取代基為選自由芳基、雜環基、直鏈或分支鏈之烷基、環烷基、鹵化烷基、烯基、炔基、烷矽基、芳矽基、烷氧基、鹵化烷氧基、芳烷基、芳氧基、鹵素原子、氰基、羰基、硝基、及羧基所成群者)。

2.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述一般式(3)中之  $X_{13}$  或  $X_{16}$  為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子。

3.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述一般式(3)中之  $X_{11}$  或  $X_{18}$  為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子。

4.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述一般式(2)中之  $a$  為 1 以上 3 以下之整數。

5.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述一般式

(2)中之 a 為 1 或 2。

6.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述一般式(2)中之 a 為 1，而前述一般式(2)中為  $L_1$  為連結基，且連結基為

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基之二價殘基、或、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基之二價殘基。

7.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述一般式(2)中之 a 為 2，而前述一般式(2)中之  $L_1$  為連結基，且連結基為

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基之三價殘基、或、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之雜環基之三價殘基。

8.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述一般式(3)中之  $Y_1$  為氧原子或硫原子。

9.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述一般式(3)中之  $Y_1$  為氧原子或硫原子，而  $X_{11}$  至  $X_{18}$  中之一個為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子，其以外為  $CR_{13}$ 。

10.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述一般式(1)中之  $X_1$  至  $X_3$  之中，任意 2 個或 3 為氮原子。

11.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述一般式(2)中之  $L_1$  為由苯、聯苯、聯三苯、萘、及菲之任一者

所衍生之二價或三價之殘基。

12.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述障壁層與前述陰極之間具備電子注入層及電子輸送層中之至少任一者，前述電子注入層及前述電子輸送層中之至少任一者含有電子供予性摻雜劑材料及有機金屬錯合物之至少任一者。

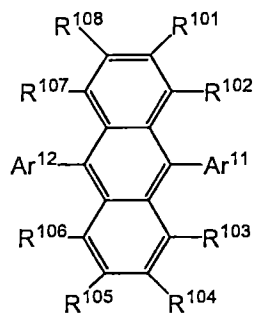
13.如請求項 12 之有機電致發光元件，其中

前述電子供予性摻雜劑材料係選自由鹼金屬、鹼土類金屬、稀土類金屬、鹼金屬之氧化物、鹼金屬之鹵化物、鹼土類金屬之氧化物、鹼土類金屬之鹵化物、稀土類金屬之氧化物、及稀土類金屬之鹵化物所成群之 1 種或 2 種以上，

前述有機金屬錯合物為選自由包含鹼金屬之有機金屬錯合物、包含鹼土類金屬之有機金屬錯合物、及包含稀土類金屬之有機金屬錯合物所成群之 1 種或 2 種以上。

14.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述發光層係與含有前述芳香族雜環衍生物之前述電子輸送帶域相接。

15.如請求項 1 之有機電致發光元件，其中前述發光層包含下述一般式(20D)所表示之蔥衍生物，



(20D)

(前述一般式(20D)中，Ar<sup>11</sup>及Ar<sup>12</sup>各自獨立為

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之單環基、  
 取代或無取代之環形成原子數 10~30 之縮合環基、或  
 由前述單環基與前述縮合環基之組合所構成之基；  
 前述一般式(20D)中，R<sup>101</sup>至R<sup>108</sup>各自獨立為

氫原子、

鹵素原子、

氰基、

取代或無取代之環形成原子數 5~30 之單環基、

取代或無取代之環形成原子數 10~30 之縮合環基、

由前述單環基與前述縮合環基之組合所構成之基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、

取代或無取代之環形成碳數 3~30 之環烷基、

取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、

取代或無取代之環形成碳數 8~30 之芳矽基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、

取代或無取代之碳數 7~30 之芳烷基、

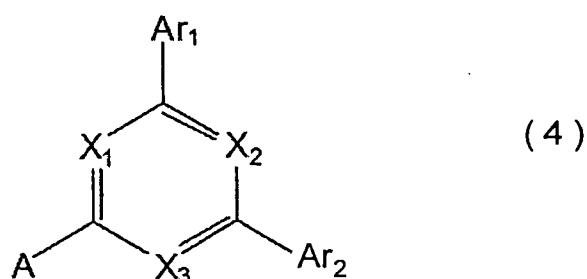
取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基、或

取代或無取代之矽基；

前述「取代或無取代」之情況所指之取代基為選自由芳基、雜環基、直鏈或分支鏈之烷基、環烷基、鹵化烷基、烯基、炔基、烷矽基、芳矽基、烷氧基、鹵化烷氧基、芳烷基、芳氧基、鹵素原子、氰基、羥基、硝基、及羧基所成群者)。

16. 如請求項 1 至請求項 15 中任一項之有機電致發光元件，其中前述螢光發光性摻雜劑材料為主波峰波長在 500nm 以下之螢光發光性摻雜劑材料。

17. 一種下述一般式(4)所表示之芳香族雜環衍生物，



(前述一般式(4)中， $X_1$  至  $X_3$  為氮原子或  $CR_1$ ，

但， $X_1$  至  $X_3$  中至少任一個為氮原子，

$R_1$  各自獨立為

氫原子、

鹵素原子、

氰基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、

取代或無取代之碳數 2~30 之烯基、  
 取代或無取代之碳數 2~30 之炔基、  
 取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳矽基、  
 取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳烷基、或  
 取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基；  
 前述一般式(4)中，A 爲下述一般式(5)所表示者)



(前述一般式(5)中，HAr 爲下述一般式(6)所表示者；

前述一般式(5)中，a 爲 1 以上 5 以下之整數；

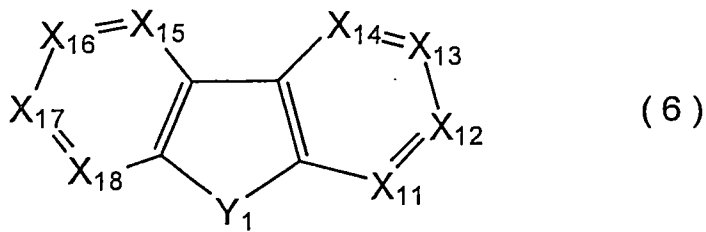
a 爲 1 時，L<sub>1</sub> 爲二價之連結基；

a 爲 2 以上 5 以下時，L<sub>1</sub> 爲三價以上六價以下之連結基，HAr 可爲相同或相異；

前述連結基爲

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基，或，由  
 此等之基之 2 個或 3 個互相鍵結之基之任一者所衍生之二  
 價以上六價以下之殘基；

尙且，互相鍵結之基可互爲相同或相異)



(前述一般式(6)中， $Y_1$  為氧原子或硫原子；

前述一般式(6)中， $X_{11}$  及  $X_{18}$  為氮原子或  $CR_{13}$ ；

前述一般式(6)中， $X_{12}$  至  $X_{17}$  中之一個為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子，其以外為氮原子或  $CR_{13}$ ；但， $X_{13}$  或  $X_{16}$  為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子；

$R_{13}$  各自獨立為

氫原子、

鹵素原子、

氰基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷基、

取代或無取代之碳數 2~30 之烯基、

取代或無取代之碳數 2~30 之炔基、

取代或無取代之碳數 3~30 之烷矽基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳矽基、

取代或無取代之碳數 1~30 之烷氧基、

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳烷基、或

取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳氧基；

複數之  $R_{13}$  可互為相同或相異，又，相鄰之  $R_{13}$  亦可互相鍵結而形成環；

前述一般式(4)中， $Ar_1$  及  $Ar_2$  各自獨立為

前述一般式(5)所表示者，或，取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基；

前述一般式(4)、前述一般式(5)及前述一般式(6)中，前述「取代或無取代」之情況所指之取代基為選自由芳基、直鏈或分支鏈之烷基、環烷基、鹵化烷基、烯基、炔基、烷矽基、芳矽基、烷氧基、鹵化烷氧基、芳烷基、芳氧基、鹵素原子、氰基、羥基、硝基、及羧基所成群者)。

18.如請求項 17 之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(5)中之  $a$  為 1 以上 3 以下之整數。

19.如請求項 17 之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(5)中之  $a$  為 1 或 2。

20.如請求項 17 之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(5)中之  $a$  為 1，而前述一般式(5)中之  $L_1$  為連結基，且連結基為取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基之二價殘基。

21.如請求項 17 之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(5)中之  $a$  為 2，而前述一般式(5)中之  $L_1$  為連結基，且連結基為取代或無取代之環形成碳數 6~30 之芳基之三價殘基。

22.如請求項 17 之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(6)中之  $Y_1$  為氧原子。

23.如請求項 17 之芳香族雜環衍生物，其中

前述一般式(6)中之  $Y_1$  為氧原子，

前述一般式(6)中之  $X_{11}$  及  $X_{18}$  為  $CR_{13}$ ，

前述一般式(6)中之  $X_{12}$  至  $X_{17}$  中之一個為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子，其以外為  $CR_{13}$ ，但， $X_{13}$  或  $X_{16}$  為對  $L_1$  以單鍵鍵結之碳原子。

24. 如請求項 17 之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(4)中之  $X_1$  至  $X_3$  之中，任意 2 個或 3 個為氮原子。

25. 如請求項 17 之芳香族雜環衍生物，其中前述一般式(5)中之  $L_1$  為由苯、聯苯、聯三苯、萘、及菲之任一者所衍生之二價或三價之殘基。

26. 一種有機電致發光元件用材料，其係包含如請求項 17 至請求項 25 中任一項之芳香族雜環衍生物。

圖 1

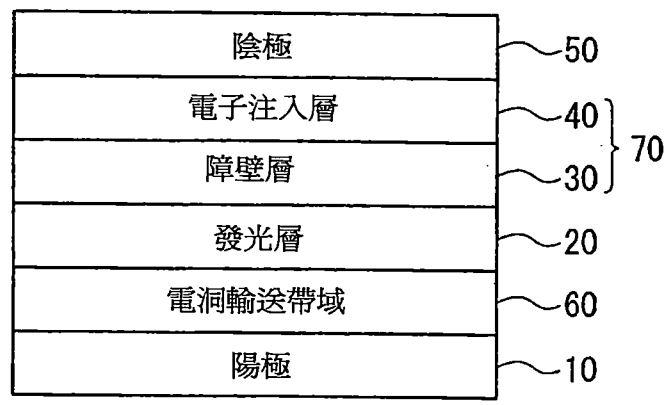


圖2

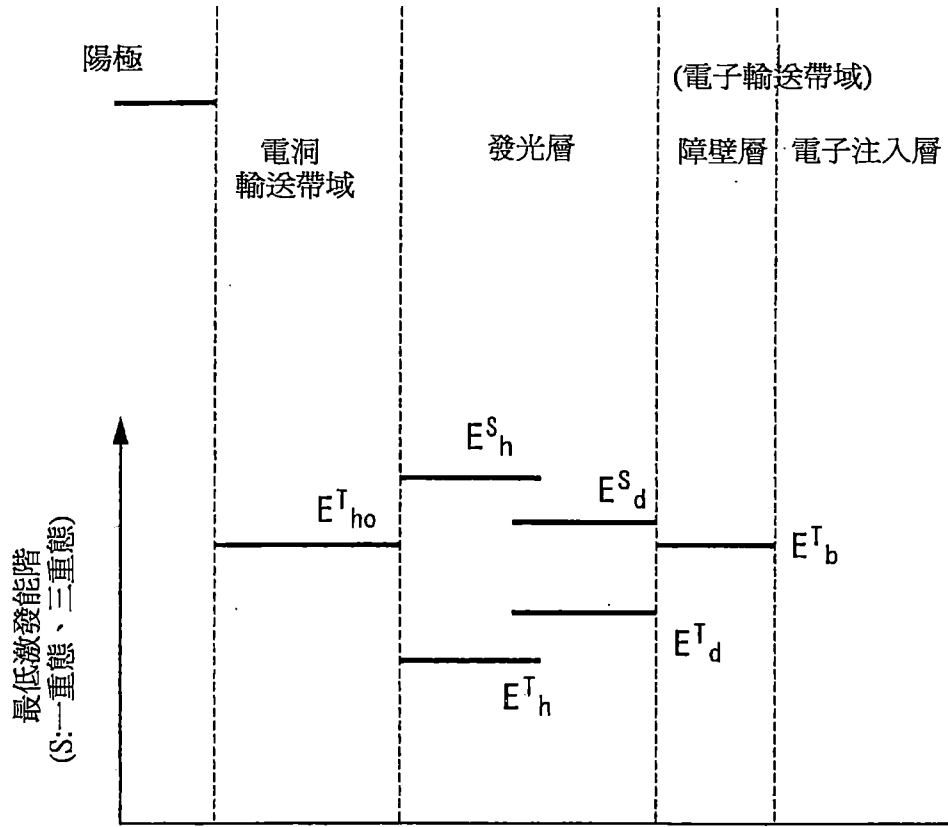


圖3

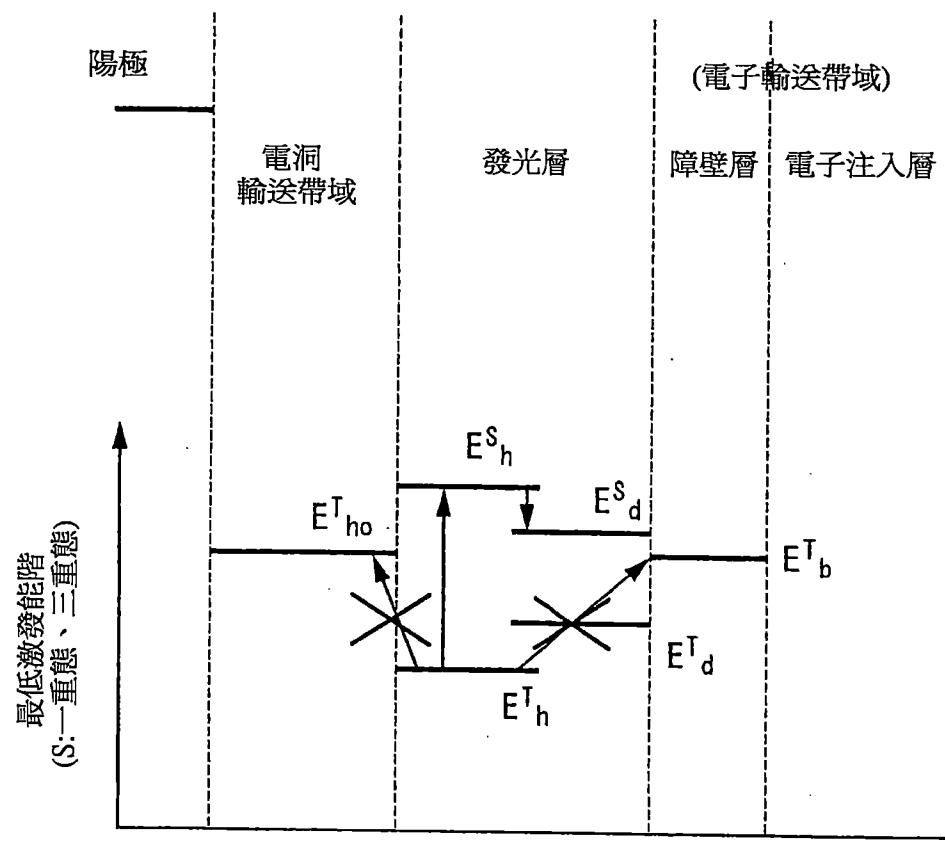


圖4

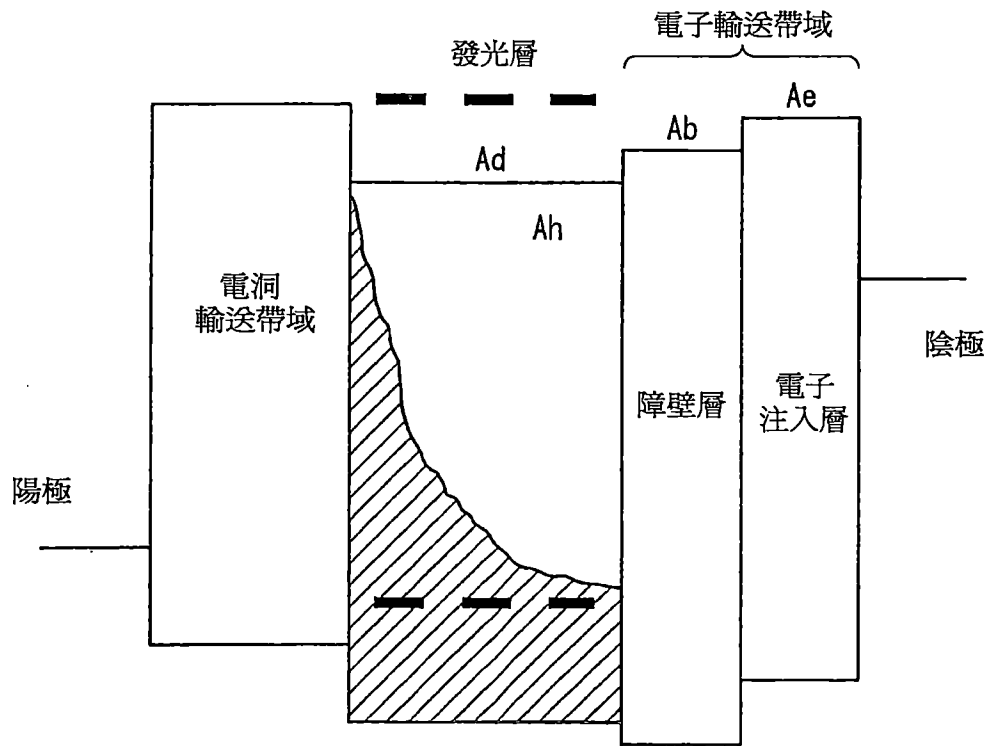


圖5

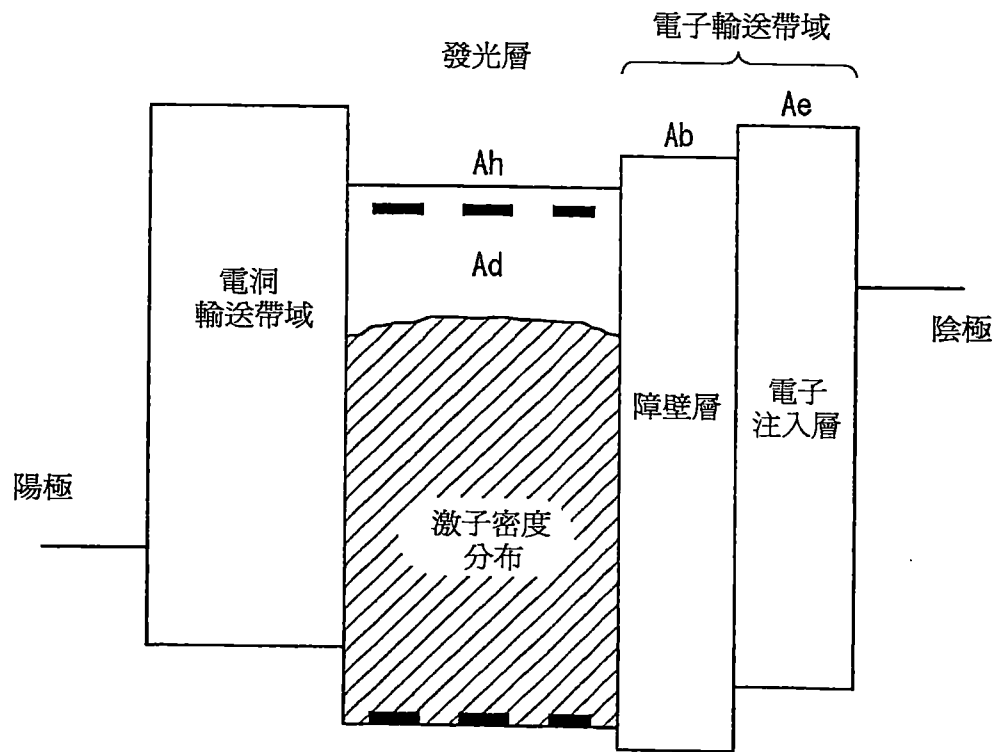


圖6

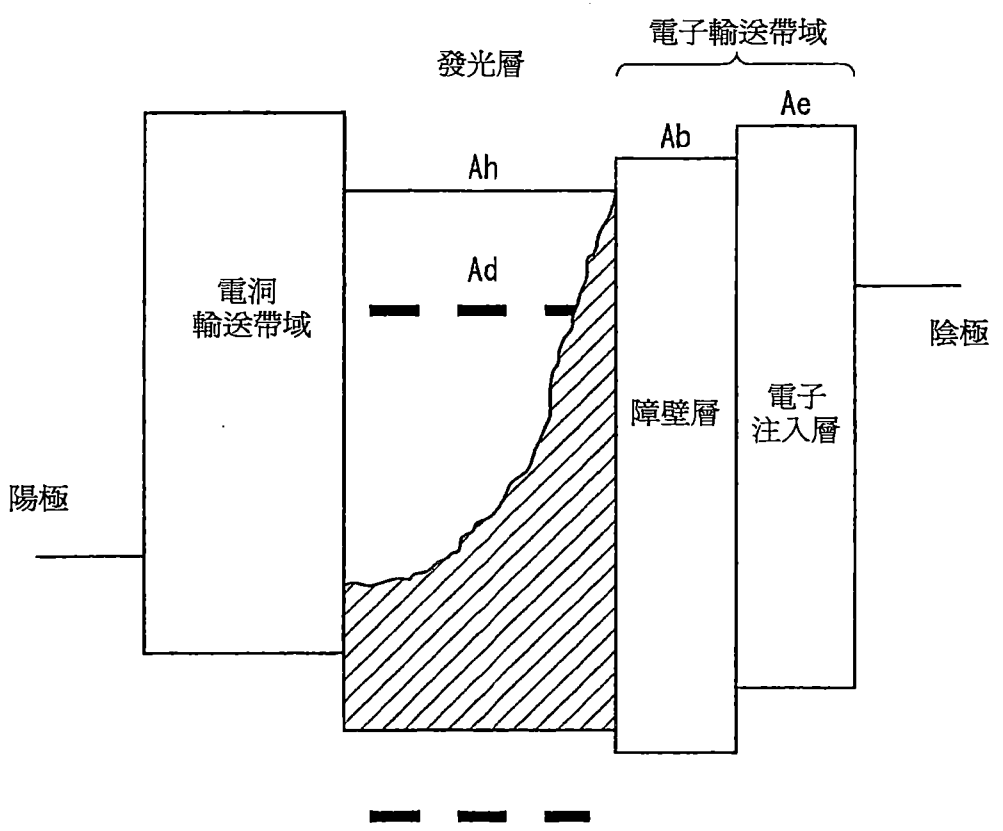


圖7

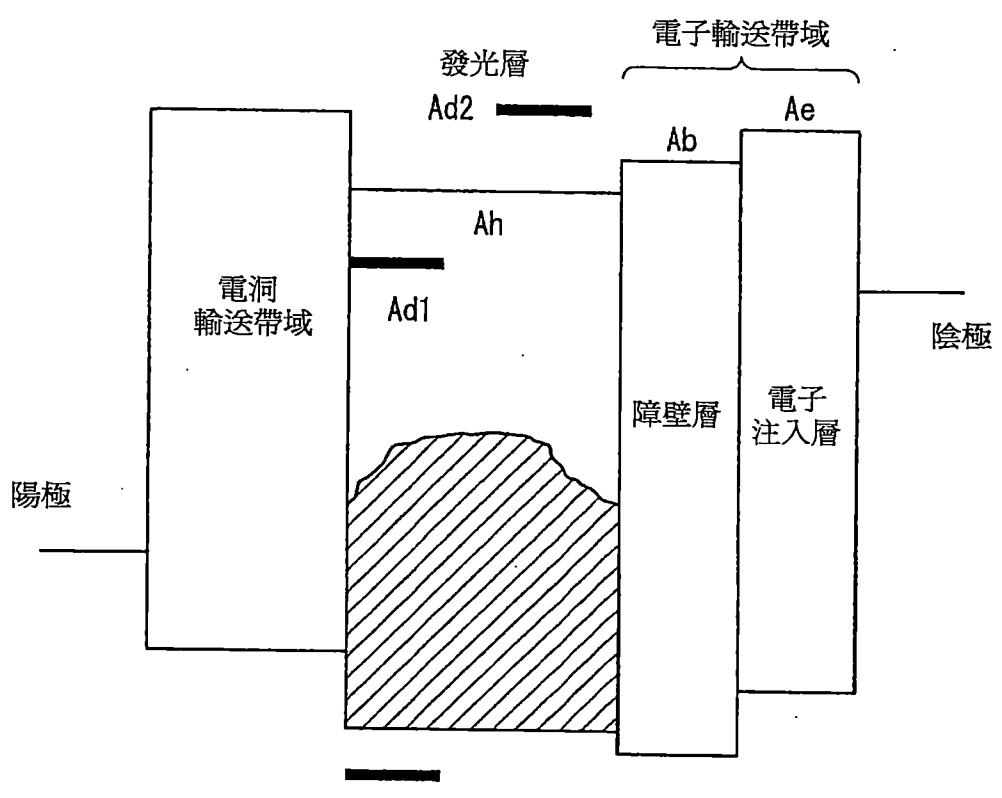


圖 8

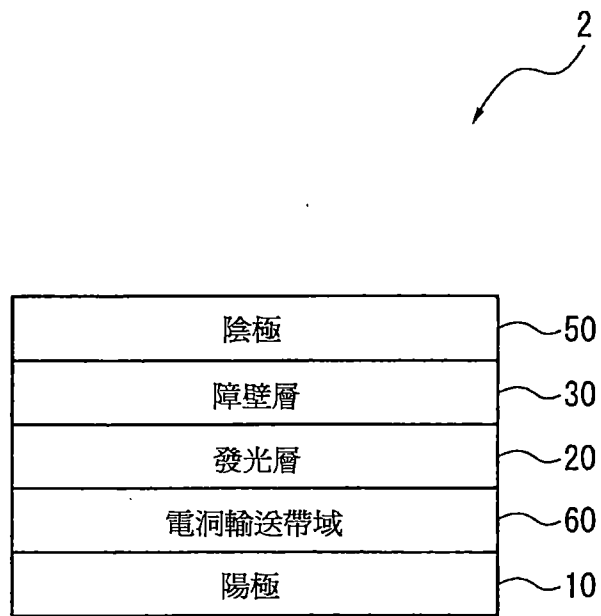


圖 9

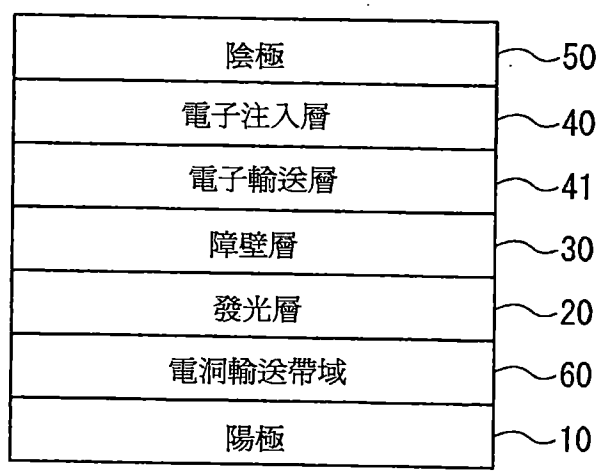


圖 10

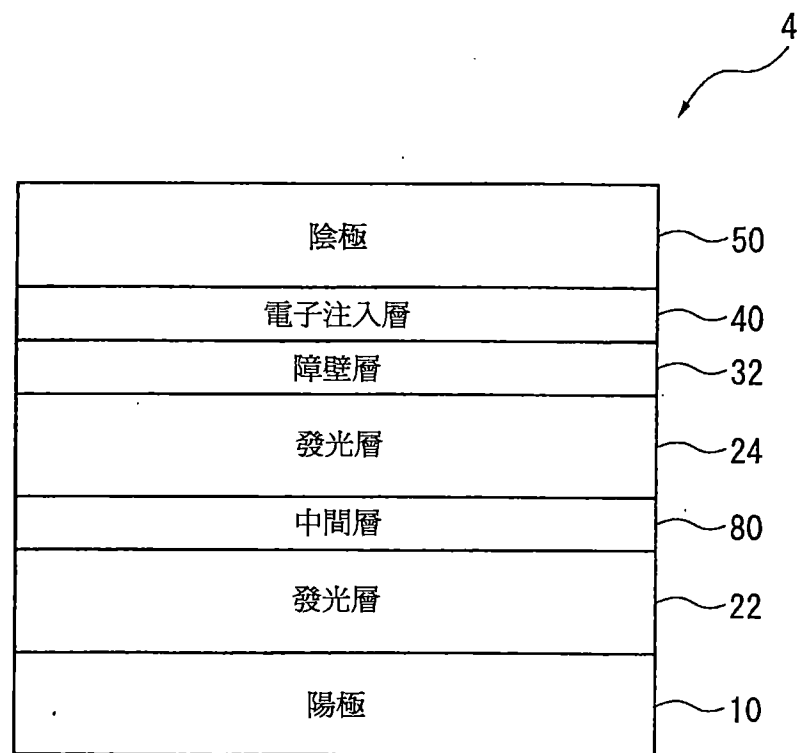


圖 11

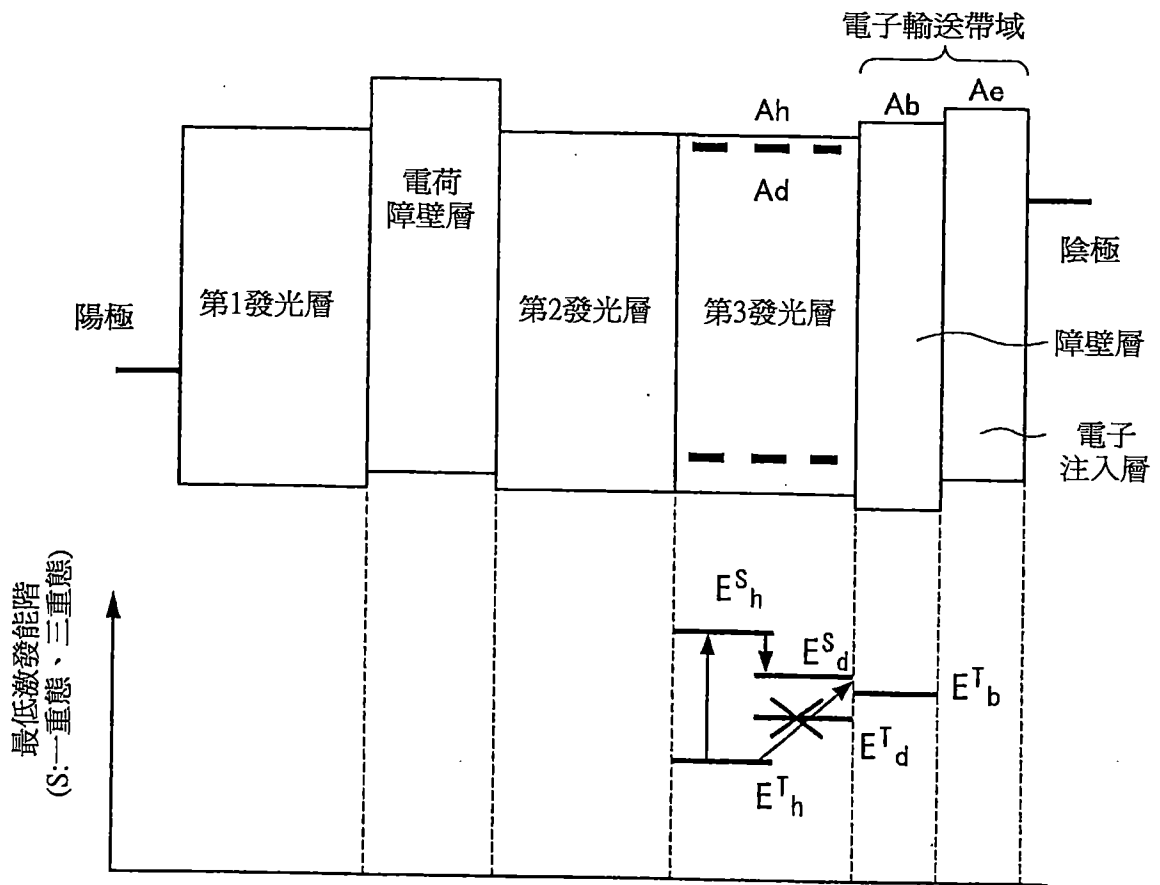


圖12

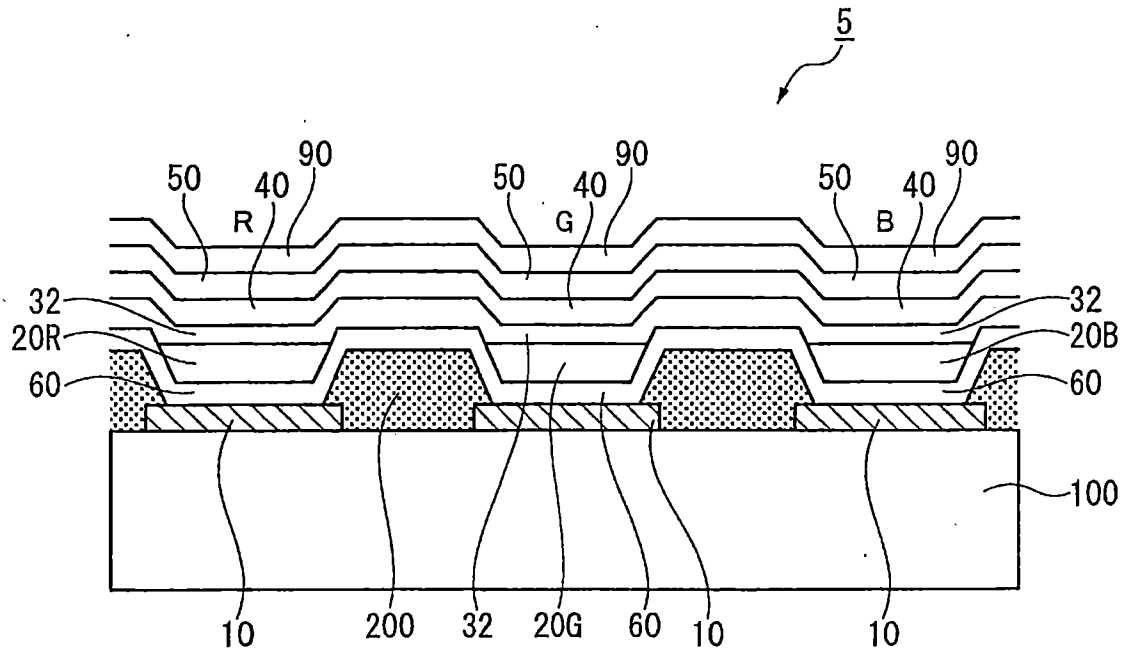


圖 13

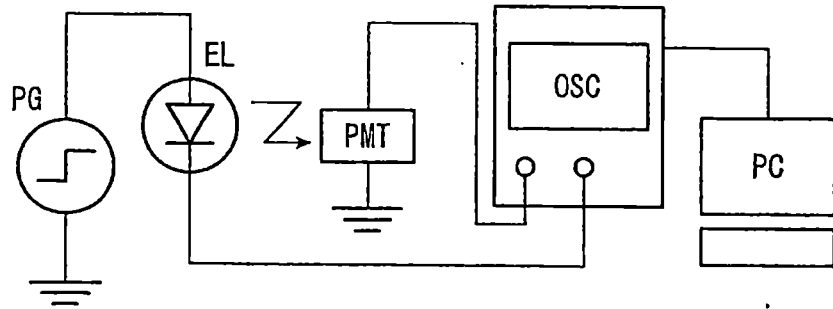


圖 14A

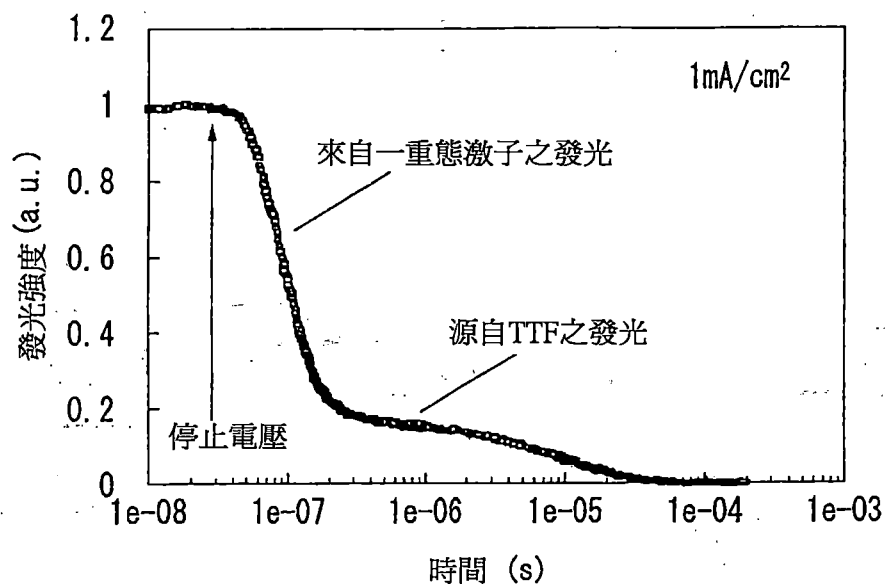


圖 14B

