



(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 I469968 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 21 日

(21) 申請案號：099109188

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 26 日

(51) Int. Cl. : C07D231/12 (2006.01)

C07D249/08 (2006.01)

H05B33/20 (2006.01)

(30) 優先權：2009/03/31 日本

2009-086675

(71) 申請人：半導體能源研究所股份有限公司 (日本) SEMICONDUCTOR ENERGY  
LABORATORY CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：野村洸子 NOMURA, HIROKO (JP)；門間裕史 KADOMA, HIROSHI (JP)；川上祥  
子 KAWAKAMI, SACHIKO (JP)；大澤信晴 OHSAWA, NOBUHARU (JP)；瀨尾  
哲史 SEO, SATOSHI (JP)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

JP 2005-320277A

US 5869929A

US 2007/0196692A1

審查人員：陳衍任

申請專利範圍項數：27 項 圖式數：24 共 149 頁

(54) 名稱

雜環化合物及使用該雜環化合物之發光元件、發光裝置、照明裝置和電子設備

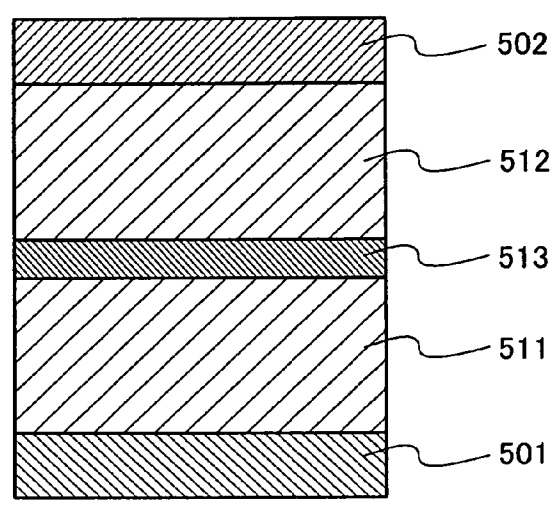
HETEROCYCLIC COMPOUND, AND LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE,  
LIGHTING DEVICE, AND ELECTRONIC APPLIANCE USING HETEROCYCLIC COMPOUND

(57) 摘要

本發明的目的在於提供一種具有雙極性的新雜環化合物。本發明的另一目的在於提供一種發光效率高的發光元件、發光裝置及電子設備。本發明提供由通式(G1)表示的雜環化合物及使用由通式(G1)表示的雜環化合物形成的發光元件、發光裝置及電子設備。藉由將由通式(G1)表示的雜環化合物用於發光元件、發光裝置及電子設備，可以分別得到發光效率高的發光元件、發光裝置及電子設備。

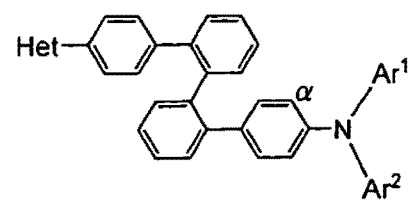
An object is to provide a novel heterocyclic compound having a bipolar property. Another object is to provide a light-emitting element, a light-emitting device, and an electronic appliance each having high emission efficiency. A heterocyclic compound represented by a general formula (G1), a light-emitting element, a light-emitting device, and an electronic appliance each formed using the heterocyclic compound represented by the general formula (G1) are provided. By use of the heterocyclic compound represented by the general formula (G1) to a light-emitting element, a light-emitting device, and an electronic appliance, the light-emitting element, the light-emitting device, and the electronic appliance can each have high emission efficiency.

圖4



- 501 . . . 第一電極
- 502 . . . 第二電極
- 511 . . . 第一發光單元
- 512 . . . 第二發光單元
- 513 . . . 電荷產生層

式 (G1)



(G1)

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：99109188

※申請日：99年03月26日

※IPC分類：

C07D 231/12 (2010.01)

C07D 241/08 (2010.01)

H05B 33/29 (2010.01)

### 一、發明名稱：(中文/英文)

雜環化合物及使用該雜環化合物之發光元件、發光裝置、照明裝置和電子設備

Heterocyclic compound, and light-emitting element, light-emitting device, lighting

device, and electronic appliance using heterocyclic compound

### 二、中文發明摘要：

本發明的目的在於提供一種具有雙極性的新雜環化合物。本發明的另一目的在於提供一種發光效率高的發光元件、發光裝置及電子設備。本發明提供由通式(G1)表示的雜環化合物及使用由通式(G1)表示的雜環化合物形成的發光元件、發光裝置及電子設備。藉由將由通式(G1)表示的雜環化合物用於發光元件、發光裝置及電子設備，可以分別得到發光效率高的發光元件、發光裝置及電子設備。

### 三、英文發明摘要：

An object is to provide a novel heterocyclic compound having a bipolar property. Another object is to provide a light-emitting element, a light-emitting device, and an electronic appliance each having high emission efficiency. A heterocyclic compound represented by a general formula (G1), a light-emitting element, a light-emitting device, and an electronic appliance each formed using the heterocyclic compound represented by the general formula (G1) are provided. By use of the heterocyclic compound represented by the general formula (G1) to a light-emitting element, a light-emitting device, and an electronic appliance, the light-emitting element, the light-emitting device, and the electronic appliance can each have high emission efficiency.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

501：第一電極

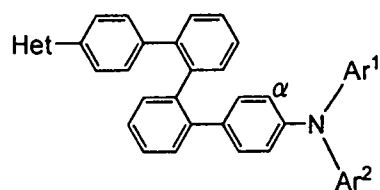
502：第二電極

511：第一發光單元

512：第二發光單元

513：電荷產生層

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：式(G1)



(G1)

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明關於一種發光材料。另外，本發明還關於一種發光元件，該發光元件具有一對電極並且包括能夠藉由施加電場獲得發光的發光物質之層。另外，本發明關於具有這種發光元件的發光裝置。

另外，本發明關於使用上述發光元件的發光裝置、照明裝置及電子設備。

### 【先前技術】

有機化合物與無機化合物相比具有更多樣的結構，且可能根據適當的分子設計來合成具有各種各樣的功能的材料。因為這些優點，近年來，使用功能性有機材料的電子學備受矚目。

例如，作為將有機化合物用作功能性材料的電子裝置的例子，可舉出太陽電池、發光元件及有機電晶體等。這些電子裝置是利用有機化合物的電學性能以及光學性能的裝置。特別是，發光元件正在顯著地發展。

發光元件的發光機制被認為是：藉由在夾著發光層的一對電極之間施加電壓，從陰極注入的電子及從陽極注入的電洞在發光層的發光中心複合而形成分子激子，並且當該分子激子弛豫而回到基態時釋放能量且因而發光。作為激發態，普遍知道單重激發態（ $S^*$ ）和三重激發態（ $T^*$ ）。一般認為藉由單重激發態或三重激發態都可以進行發光

。另外，單重激發態和三重激發態在發光元件中的統計學生成比被認為是  $S^* : T^* = 1 : 3$ 。

將單重激發態轉換成發光的化合物（以下稱為螢光化合物），在室溫的條件下，僅能展現出來自單重激發態的發光（螢光）而不會展現來自三重激發態的發光（磷光）。由此，依據  $S^* : T^* = 1 : 3$  的統計學生成比，可以認為使用螢光化合物的發光元件中的內量子效率（所產生的光子對於注入的載子的比率）的理論限度為 25%。

另一方面，若使用將三重激發態轉換為發光的化合物（以下稱為磷光化合物），則在理論上可將內量子效率提高到 75% 至 100%。也就是說，可以獲得與螢光化合物相比 3 倍至 4 倍的發光效率。基於上述理由，為了獲得高效率的發光元件，近年來對於使用磷光化合物的發光元件的開發日益活躍。

當使用上述磷光化合物形成發光元件的發光層時，為了抑制磷光化合物的濃度猝滅或起因於三重態-三重態互毀（T-T 互毀）(T-T annihilation) 的猝滅，在很多情況下，以上述磷光化合物分散於由其他物質構成的基質中的方式形成發光層。此時，作為基質的物質被稱為主體材料，分散於基質中的物質（例如磷光化合物）被稱為客體材料。

當將磷光化合物用作客體材料時，主體材料需要具有比該磷光化合物高的三重激發能（基態和三重激發態之間的能量差）。由此，具有較高三重激發能的物質已經被研究開發。



例如，在非專利文獻 1 中，使用具有聯四苯（*quaterphenylene*）骨架的材料，作為呈現藍色發光的磷光化合物的主體材料及電洞傳輸層。

#### 參考文獻

[非專利文獻 1] J. Kido et. al., *Chemistry Letters*, Vol. 36, No. 2, pp.316-317(2007)

#### 【發明內容】

##### 發明總論

從非專利文獻 1 中所記載的主體材料用於電洞傳輸層可知該主體材料呈現電洞傳輸性。因此，當將非專利文獻 1 中所記載的材料用作發光層的主體材料時，可以預想到電洞會穿過發光層的陰極一側。可以認為在非專利文獻 1 中，為了防止電洞穿過發光層的陰極一側而在發光層的陰極一側使用電洞阻擋材料形成電子傳輸層。像這樣，當發光層的主體材料呈現電洞傳輸性時，存在發光區域偏向發光層與電子傳輸層（電洞阻擋層）的界面的可能。

當局部性地存在發光區域時，發生由發光物質的三重態-三重態互毀（T-T互毀）導致的猝滅或激子分散到與發光層相鄰的層（電洞傳輸層、電子傳輸層或電洞阻擋層），而導致發光效率下降。

由此，主體材料需要具有能夠氧化及還原的雙極性且需要在氧化及還原時都穩定。然而，由於當直接結合具有

電子傳輸性的骨架和具有電洞傳輸性的骨架時會導致能帶隙的下降，因此具有高三重激發能的材料的合成十分困難。此外，當在具有電子傳輸性的骨架和具有電洞傳輸性的骨架之間引入取代基而擴張共軛系統時，還存在有例如導致能帶隙及三重激發能的下降之問題。

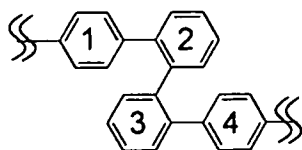
鑒於上述問題，本發明的一個具體實施模式的目的是在於提供一種具有雙極性的新材料。

另外，本發明的一個具體實施模式的另一目的在於提高發光元件的發光效率。

另外，本發明的一個具體實施模式的另一目的在於減少發光元件、發光裝置及電子設備的耗電量。

本發明人合成如下材料：具有電子傳輸性的雜芳環骨架和具有電洞傳輸性的骨架藉由扭曲且可抑制共軛擴張的聯四苯骨架彼此結合的雜環化合物，且本發明人發現該材料的激發能較高，且具有電子傳輸性和電洞傳輸性（即，具有雙極性）。

明確而言，扭曲且可抑制共軛擴張的聯四苯骨架是如下面結構（Z-1）所示之苯環2和苯環3在鄰位結合的骨架。藉由具有該在鄰位結合的兩個苯環，可以形成扭曲且可抑制共軛擴張的聯四苯骨架。

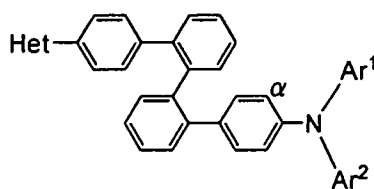


(Z-1)

在某些情況，即使是其分子內具有電子傳輸性的骨架

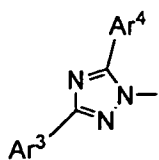
和電洞傳輸性的骨架的化合物，有時也沒有雙極性。然而，可以認為本發明的一個具體實施模式的雜環化合物由於其中心具有扭曲且可抑制共軛擴張的聯四苯骨架，而可以抑制具有電子傳輸性的骨架和具有電洞傳輸性的骨架彼此之間的分子內作用，從而實現雙極性。

明確而言，本發明的一個具體實施模式是由通式（G1）表示的雜環化合物。

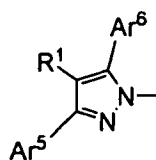


(G1)

在通式（G1）中， $Ar^1$ 及 $Ar^2$ 分別表示環中具有6至10個碳原子的芳基並可以具有取代基。另外，Het表示由下面的通式（S1-1）和通式（S1-2）表示的取代基中的一個。另外， $Ar^1$ 與 $\alpha$ 碳原子或 $Ar^1$ 與 $Ar^2$ 也可以彼此結合而形成呋唑骨架。



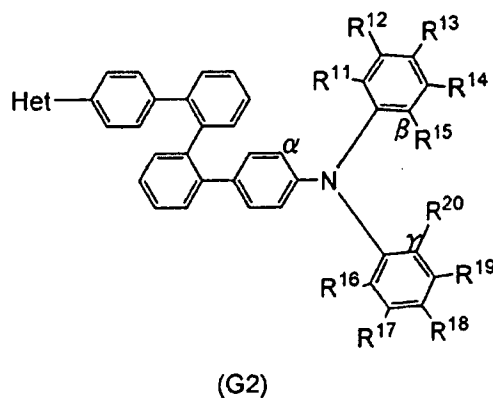
(S1-1)



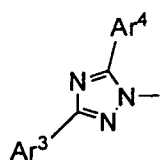
(S1-2)

在通式（S1-1）和通式（S1-2）中， $Ar^3$ 至 $Ar^6$ 分別表示環中具有6至10個碳原子的芳基並可以具有取代基。另外，在通式（S1-2）中， $R^1$ 表示氫原子、具有1至4個碳原子的烷基和環中具有6至10個碳原子的芳基中的一個。

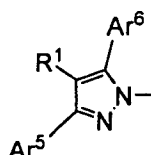
另外，本發明的另一個具體實施模式是由通式 (G2) 表示的雜環化合物。



在通式 (G2) 中， $R^{11}$  至  $R^{20}$  分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基或環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基。另外，Het 表示由下面的通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 表示的取代基中的一個。另外， $\alpha$  碳原子、 $\beta$  碳原子及  $\gamma$  碳原子中的任兩種也可以彼此結合而形成咪唑骨架。



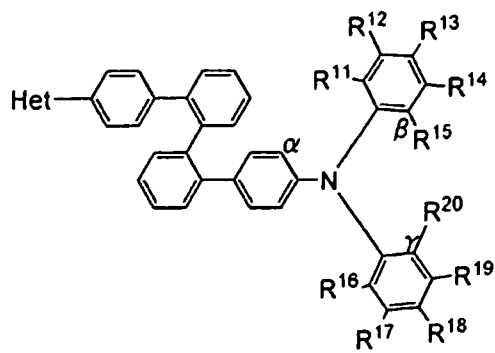
(S1-1)



(S1-2)

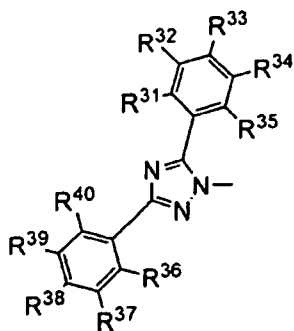
在通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 中， $Ar^3$  至  $Ar^6$  分別表示環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基並可以具有取代基。另外，在通式 (S1-2) 中， $R^1$  表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基和環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的一個。

另外，本發明的另一個具體實施模式是由通式 (G2) 表示的雜環化合物。

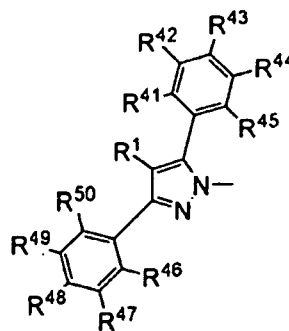


(G2)

在通式 (G2) 中， $R^{11}$  至  $R^{20}$  分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基或環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基。另外，Het 表示由下面的通式 (S2-1) 和通式 (S2-2) 表示的取代基中的一個。另外， $\alpha$  碳原子、 $\beta$  碳原子及  $\gamma$  碳原子中的任兩種也可以彼此結合而形成咪唑骨架。



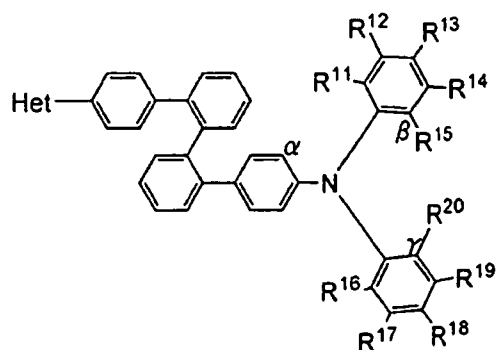
(S2-1)



(S2-2)

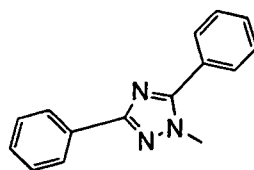
在通式 (S2-1) 和通式 (S2-2) 中， $R^1$  和  $R^{31}$  至  $R^{50}$  分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基和環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的一個。

另外，本發明的另一個具體實施模式是由通式 (G2) 表示的雜環化合物。

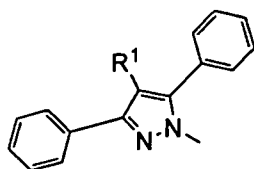


(G2)

在通式 (G2) 中， $R^{11}$  至  $R^{20}$  分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基或環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基。另外，Het 表示由下面的結構式 (S3-1) 和通式 (S4-1) 表示的取代基中的一個。另外， $\alpha$  碳原子、 $\beta$  碳原子及  $\gamma$  碳原子中的任兩種也可以彼此結合而形成咪唑骨架。



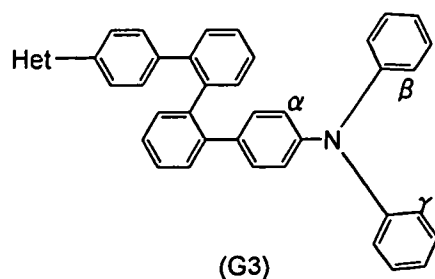
(S3-1)



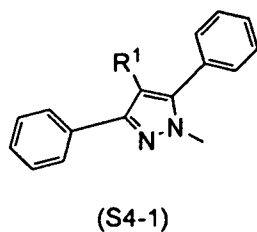
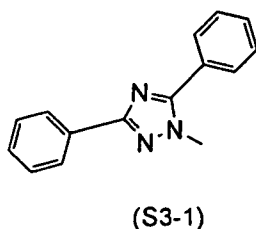
(S4-1)

在通式 (S4-1) 中， $R^1$  表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基和環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的一個。

另外，本發明的另一個具體實施模式是由通式 (G3) 表示的雜環化合物。



在通式 ( G3 ) 中，Het 表示由下面的結構式 ( S3-1 ) 和通式 ( S4-1 ) 表示的取代基中的一個。另外， $\alpha$  碳原子、 $\beta$  碳原子及  $\gamma$  碳原子中的任兩種也可以彼此結合而形成咪唑骨架。



在通式 ( S4-1 ) 中， $R^1$  表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基和環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的一個。

由於上述說明的由通式 ( G1 ) 至通式 ( G3 ) 表示的本發明的具體實施模式的雜環化合物分別具有雙極性，因而其任一者均可以較佳地用作發光元件和有機電晶體等的有機設備的材料。因此，本發明的另一個具體實施模式是包含上述雜環化合物的發光元件。

此外，本發明的一個具體實施模式的雜環化合物因為具有高激發能，因而適合於發光元件中用作為發光層的主

體材料。因此，本發明的另一個具體實施模式是一種發光元件，該發光元件具有包含發光物質和任一上述雜環化合物的發光層。

特別地，本發明的一個具體實施模式的雜環化合物因為具有高三重激發能，所以較佳使用磷光化合物作為上述發光材料。藉由採用這種結構，可以獲得具優異發光效率及可靠性的發光元件。

此外，將包含本發明的一個具體實施模式的雜環化合物的層與發光層接觸而設置的發光元件也是本發明的另一個具體實施模式。本發明的一個具體實施模式的雜環化合物因為是高電子傳輸性及高電洞傳輸性的雙極性材料，所以其亦可用作發光元件的功能層之載子傳輸材料。

另外，由於本發明的一個具體實施模式的雜環化合物均具有高激發能，因而可以用作發光元件的功能層，從而可以防止在發光層中生成的激子擴散到其他的層中。結果，可以獲得發光效率高的發光元件。

如此所得之本發明的一個具體實施模式的發光元件的發光效率高，因此使用該發光元件的發光裝置（例如影像顯示裝置）可以實現低耗電量。因此，本發明的另一個具體實施模式包括使用上述發光元件的發光裝置。另外，本發明的另一個具體實施模式還包括使用該發光裝置的電子設備。

另外，本說明書中的發光裝置包括使用發光元件的影像顯示裝置。此外，下列均包括在發光裝置的範圍內：連



接件（例如各向異性導電膜、TAB（帶狀自動黏合）帶、或TCP（帶狀載子包裹））係連接於發光元件之模組；在TAB帶或TCP的頂端帶有印刷配線板的模組；和IC（積體電路）藉由COG（玻璃覆晶）方法直接裝在發光元件上的模組。此外，在此還包括用於照明裝置等的發光裝置。

本發明的具體實施模式的雜環化合物均是新的雙極性材料。另外，本發明的具體實施模式之雜環化合物的電化學穩定性高。

另外，藉由將本發明的具體實施模式的雜環化合物用於發光元件，可以提供發光效率高的發光元件。

另外，因為本發明的具體實施模式的雜環化合物中之具有電子傳輸性的雜芳環的骨架和具有電洞傳輸性的骨架藉由扭曲且可抑制共軛擴張的聯四苯骨架彼此結合，所以可以不使三重激發能下降而增加分子量，並且可以構成立體上體型巨大的分子骨架。另外，雜環化合物可以具有大能帶隙。藉由將這種材料用於發光元件，可以使膜質穩定。

再者，藉由使用上述的發光元件製造發光裝置，可以提供耗電量低的發光裝置。另外，藉由將這種發光裝置用於電子設備，可以提供耗電量低的電子設備。

## 發明之詳細說明

下面，使用圖式詳細說明本發明的具體實施模式和實施例。但是，本發明不侷限於以下的說明，所屬技術領域

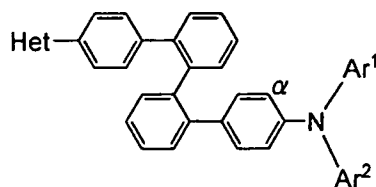
的普通技術人員可以很容易地理解的一個事實就是，其具體實施模式及詳細內容在不脫離本發明的宗旨及其範圍內的情況下可以被變化為各種各樣的形式。因此，本發明不應被解釋為受限於以下提供的具體實施模式和實施例中所描述的內容。

(具體實施模式 1)

在本具體實施模式中，對本發明的具體實施模式的雜環化合物進行說明。

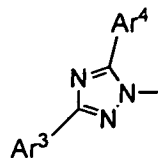
本發明人經過深入研究發現如下結果：藉由將具有電子傳輸性的骨架和具有電洞傳輸性的骨架引入具有扭曲且可抑制共軛擴張的聯四苯骨架之分子內，可以獲得具有高三重激發能之雙極性有機化合物。

本發明的一個具體實施模式的雜環化合物是由通式 (G1) 表示的雜環化合物。

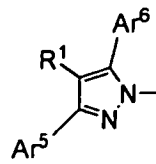


(G1)

在通式 (G1) 中的  $Ar^1$  及  $Ar^2$  分別表示環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基並可以具有取代基。另外，Het 表示由下面的通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 表示的取代基中的一個。另外， $Ar^1$  與  $\alpha$  碳原子或  $Ar^1$  與  $Ar^2$  也可以彼此結合而形成呋啞骨架。



(S1-1)



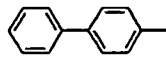
(S1-2)

在通式 ( S1-1 ) 和通式 ( S1-2 ) 中， $Ar^3$  至  $Ar^6$  分別表示環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基並可以具有取代基。另外，在通式 ( S1-2 ) 中， $R^1$  表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基和環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的一個。

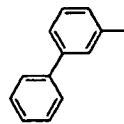
另外，在通式 ( G1 ) 中的  $Ar^1$  和  $Ar^2$  還分別可以具有取代基；此時，作為取代基可以舉出具有 1 至 4 個碳原子的烷基、環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基等。另外，本說明書所示的芳基的碳數表示形成主骨架的環的碳數，而不包括結合於該環的取代基的碳數。作為在通式 ( G1 ) 中的  $Ar^1$  和  $Ar^2$  的具體結構，可以舉出如結構式 ( 1-1 ) 至結構式 ( 1-21 ) 所表示的取代基。



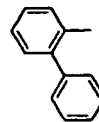
(1-1)



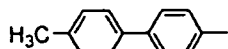
(1-2)



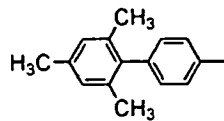
(1-3)



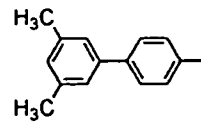
(1-4)



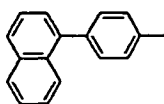
(1-5)



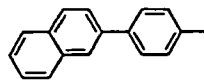
(1-6)



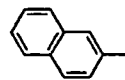
(1-7)



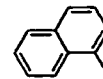
(1-8)



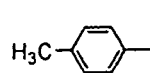
(1-9)



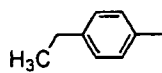
(1-10)



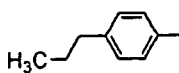
(1-11)



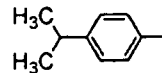
(1-12)



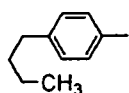
(1-13)



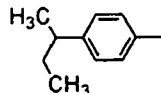
(1-14)



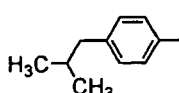
(1-15)



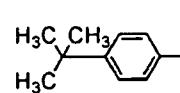
(1-16)



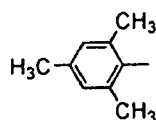
(1-17)



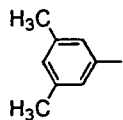
(1-18)



(1-19)



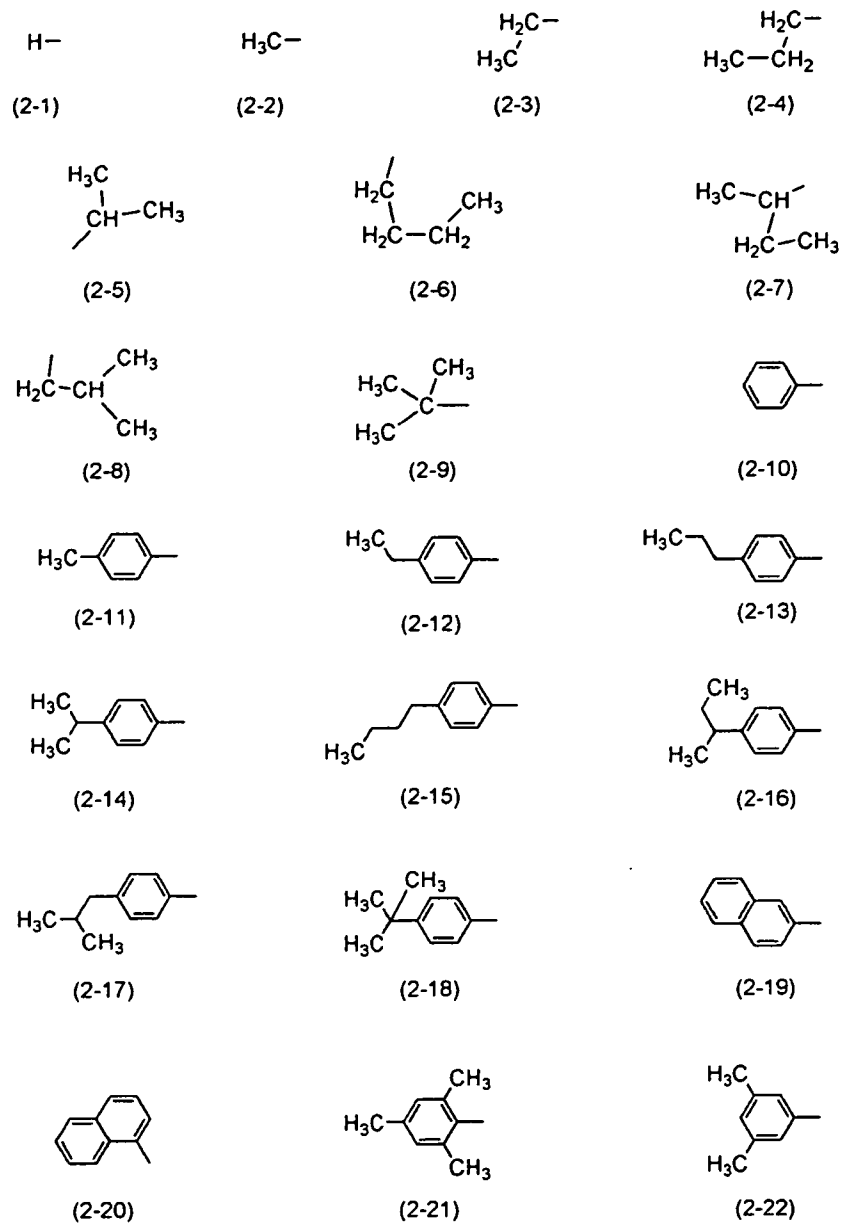
(1-20)



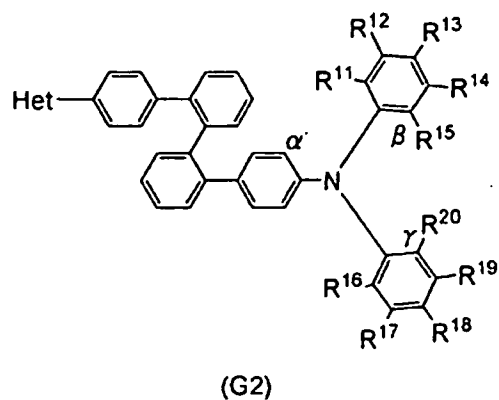
(1-21)

另外，通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 中的  $Ar^3$  至  $Ar^6$  也可以具有取代基。作為取代基可以舉出具有 1 至 4 個碳原子的烷基、環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基等。作為通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 中的  $Ar^3$  至  $Ar^6$  的具體結構，還可以舉出之前示出的結構式 (1-1) 至結構式 (1-21) 所示的取代基。

另外，作為通式 (S1-2) 中的  $R^1$  的具體結構，可以舉出結構式 (2-1) 至結構式 (2-22) 所示的取代基。



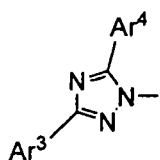
另外，本發明的一個具體實施模式是由通式（G2）表示的雜環化合物。



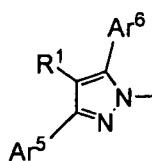
在通式（G2）中，R<sup>11</sup>至R<sup>20</sup>分別表示氫原子、具有1

至 4 個碳原子的烷基或環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基。另外， $\alpha$  碳原子、 $\beta$  碳原子及  $\gamma$  碳原子中的任兩種也可以彼此結合而形成咪唑骨架。

另外，通式 (G2) 中的 Het 表示由下面的通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 表示的取代基中的一個。



(S1-1)

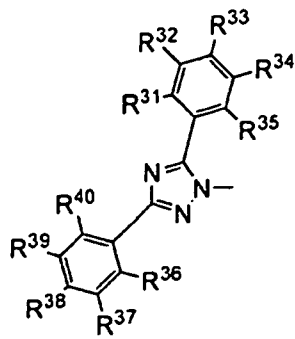


(S1-2)

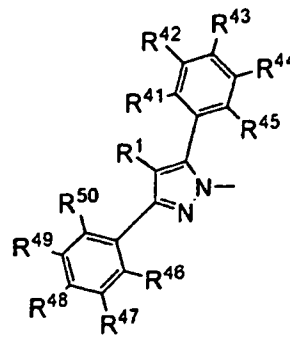
在通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 中， $Ar^3$  至  $Ar^6$  分別表示環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基並可以具有取代基。作為取代基可以舉出具有 1 至 4 個碳原子的烷基和環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基等。另外，通式 (S1-2) 中， $R^1$  表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基和環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的一個。

另外，作為通式 (G2) 中的  $R^{11}$  至  $R^{20}$  的具體結構，可以舉出之前示出的結構式 (2-1) 至結構式 (2-22) 所示的取代基等。

另外，在通式 (G2) 中，Het 較佳表示由下面的通式 (S2-1) 和通式 (S2-2) 表示的取代基中的一個。



(S2-1)

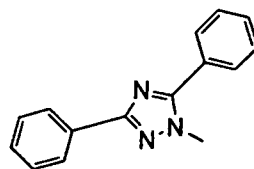


(S2-2)

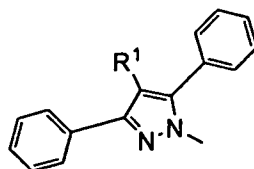
在通式 ( S2-1 ) 和通式 ( S2-2 ) 中， $R^1$  和  $R^{31}$  至  $R^{50}$  分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基和環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的一個。

另外，作為通式 ( S2-1 ) 和通式 ( S2-2 ) 中的  $R^1$  及  $R^{31}$  至  $R^{50}$  的具體結構，可以舉出之前示出的結構式 ( 2-1 ) 至結構式 ( 2-22 ) 所示的取代基等。

另外，在通式 ( G2 ) 中，Het 更佳表示由下面的結構式 ( S3-1 ) 和通式 ( S4-1 ) 表示的取代基中的一個。



(S3-1)



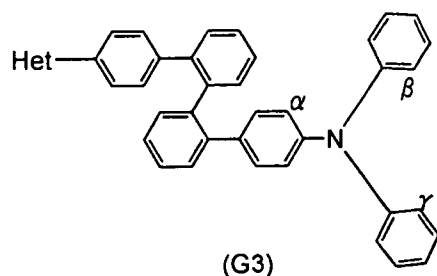
(S4-1)

通式 ( S4-1 ) 中的  $R^1$  表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基和環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的一個。

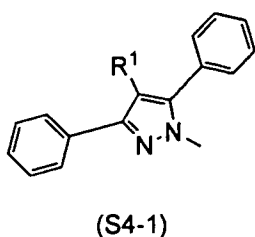
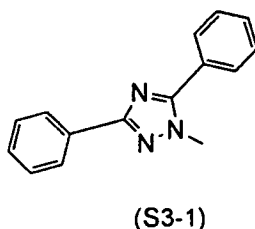
另外，作為通式 ( S4-1 ) 中的  $R^1$  的具體結構，可以舉

出之前示出的結構式 ( 2-1 ) 至結構式 ( 2-22 ) 所示的取代基等。

另外，本發明的一個具體實施模式是由通式 ( G3 ) 表示的雜環化合物。



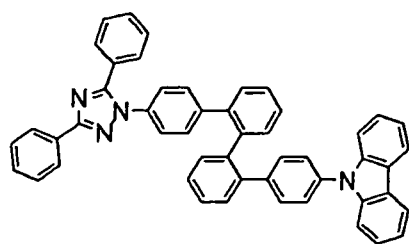
在通式 ( G3 ) 中，Het表示由下面的結構式 ( S3-1 ) 和通式 ( S4-1 ) 表示的取代基中的一個。另外， $\alpha$ 碳原子、 $\beta$ 碳原子及 $\gamma$ 碳原子中的任兩種也可以彼此結合而形成咪唑骨架。



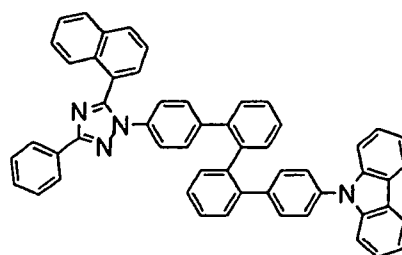
在通式 ( S4-1 ) 中的 $R^1$ 表示氫原子、具有1至4個碳原子的烷基和環中具有6至10個碳原子的芳基中的一個。

本具體實施模式的雜環化合物的具體例子包括例如結構式 ( 100 ) 至結構式 ( 313 ) 所示的雜環化合物。但是，本具體實施模式不侷限於此。

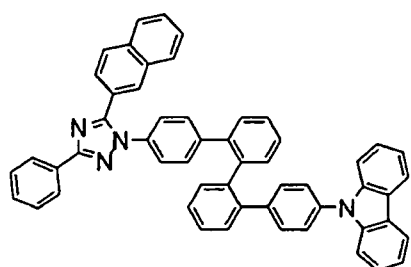




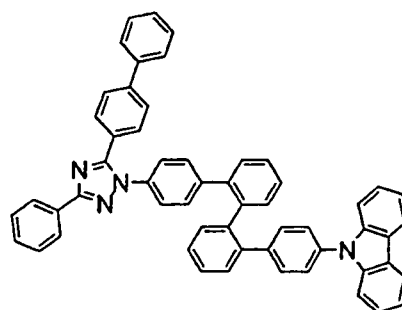
(100)



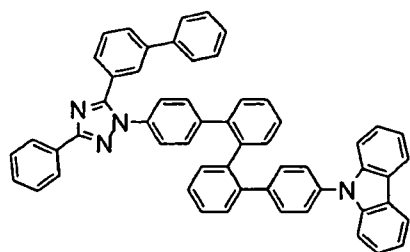
(101)



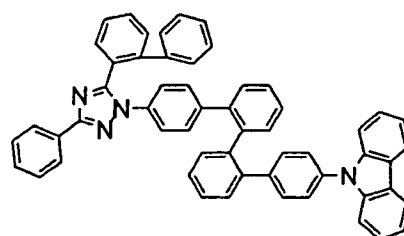
(102)



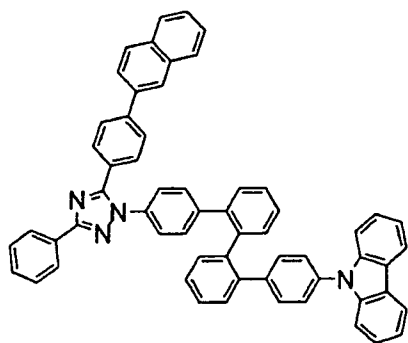
(103)



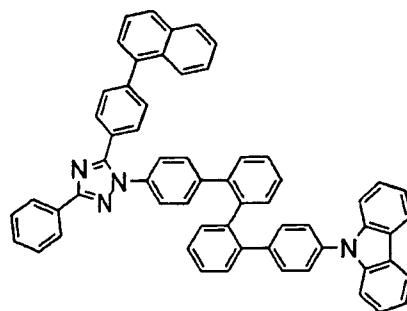
(104)



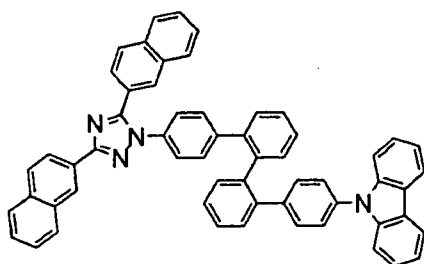
(105)



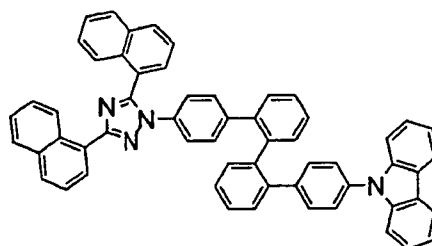
(106)



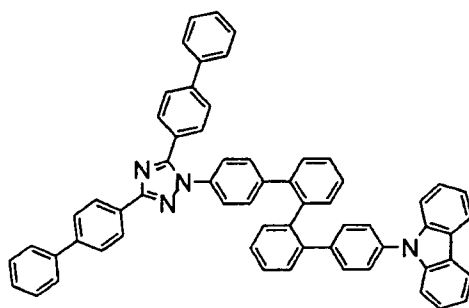
(107)



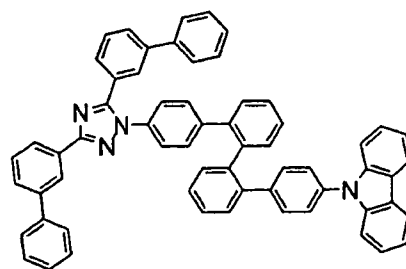
(108)



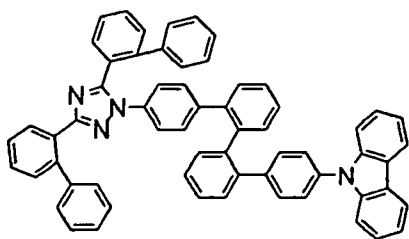
(109)



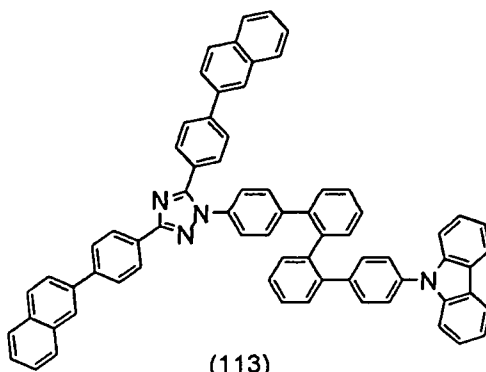
(110)



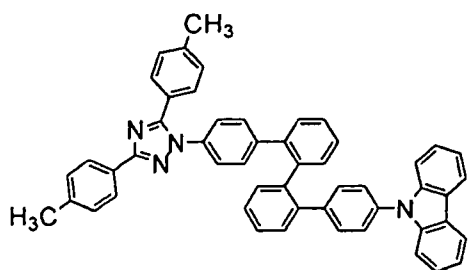
(111)



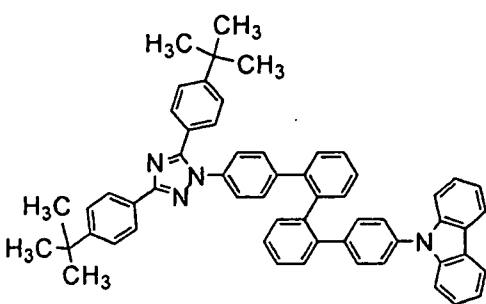
(112)



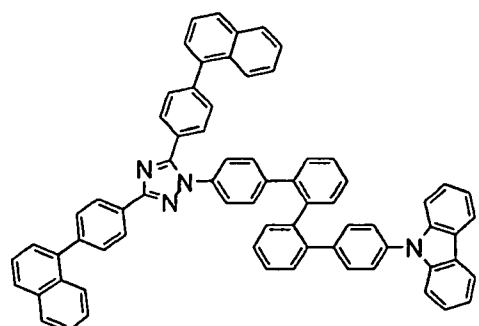
(113)



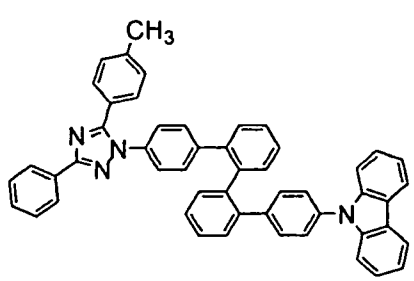
(114)



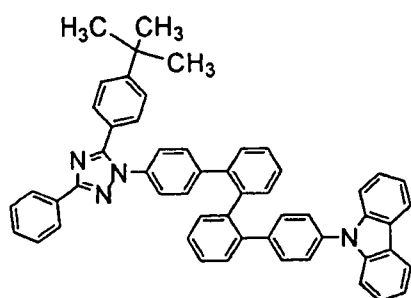
(115)



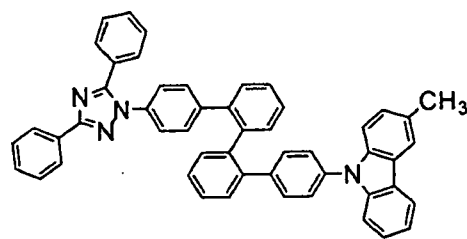
(116)



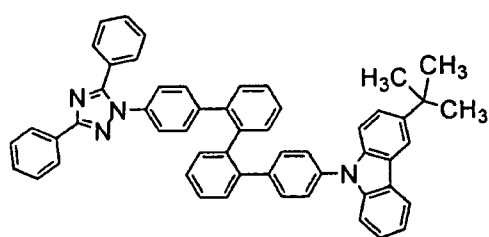
(117)



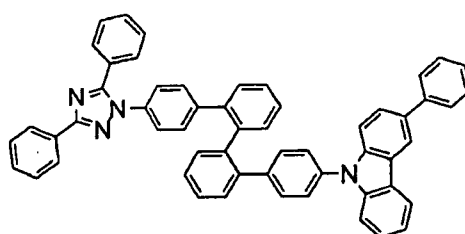
(118)



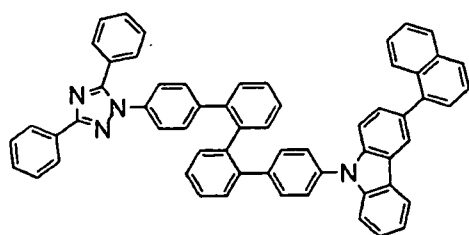
(119)



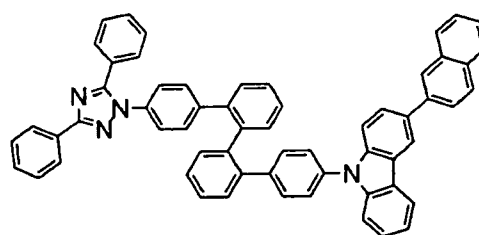
(120)



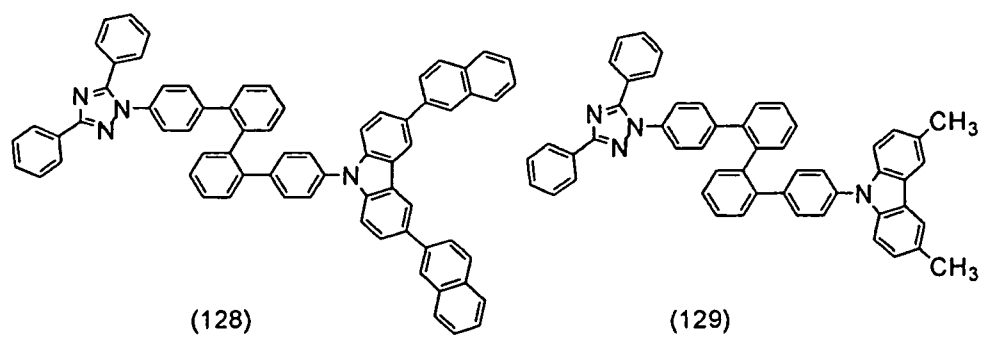
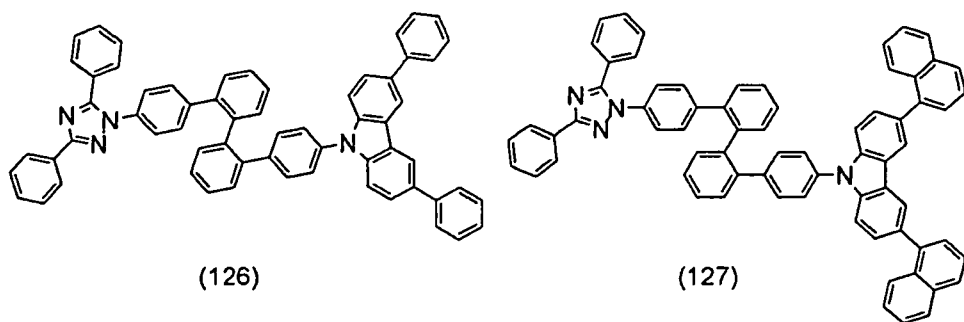
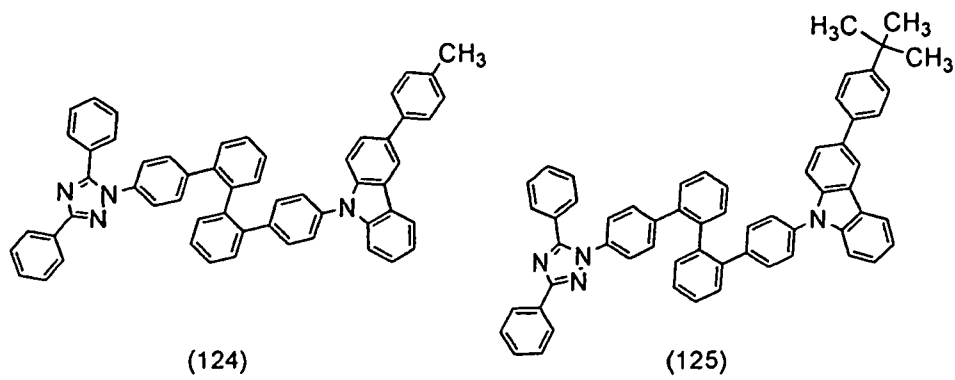
(121)

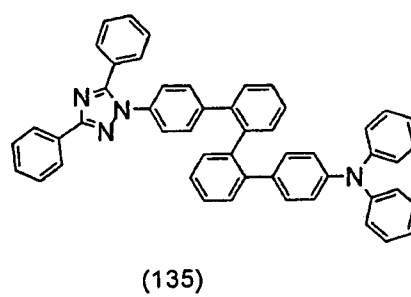
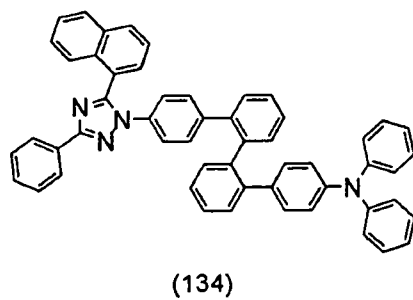
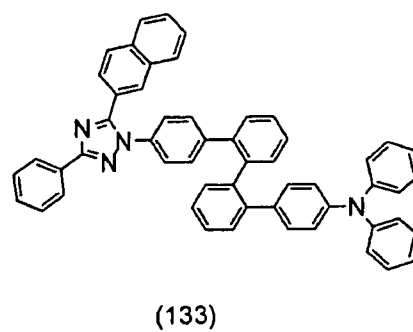
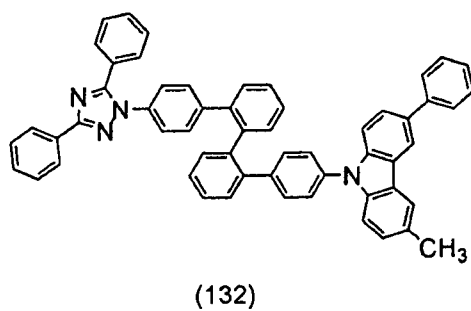
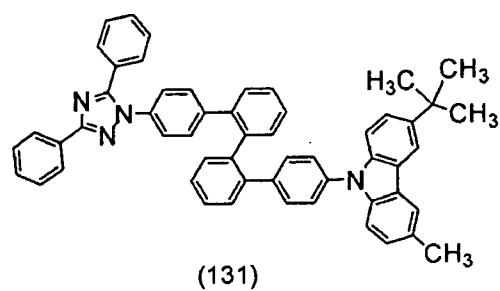
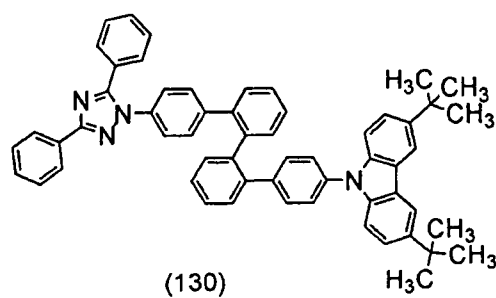


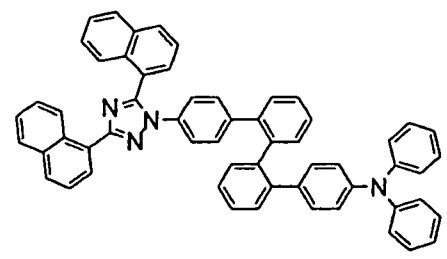
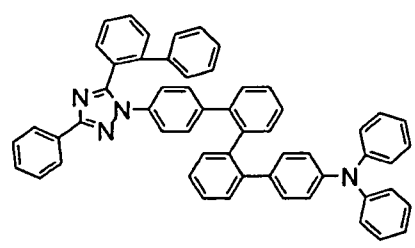
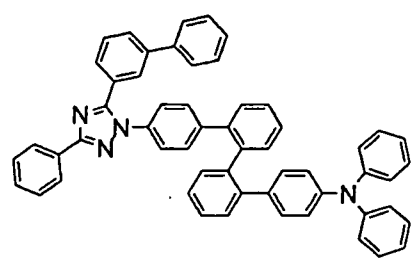
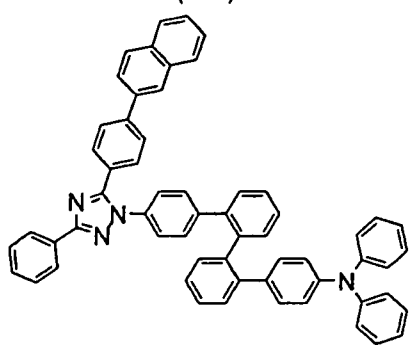
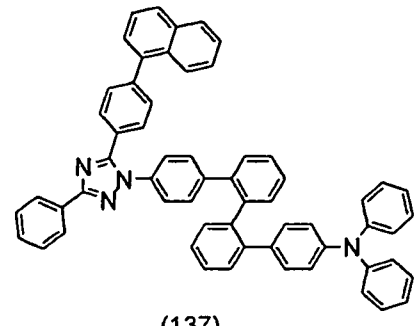
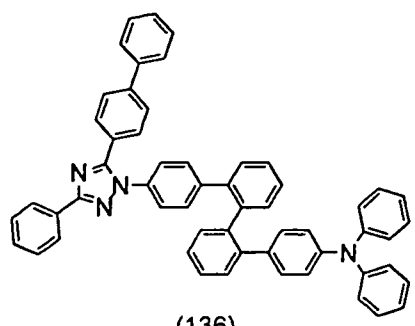
(122)

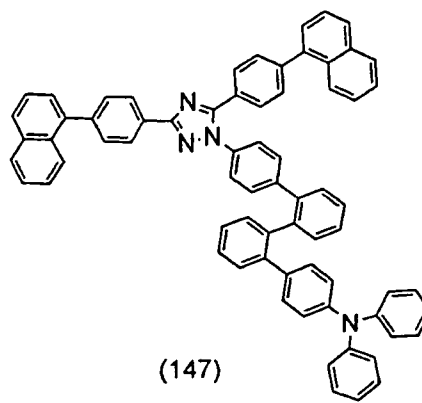
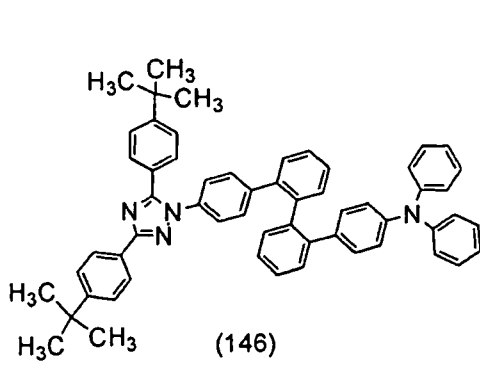
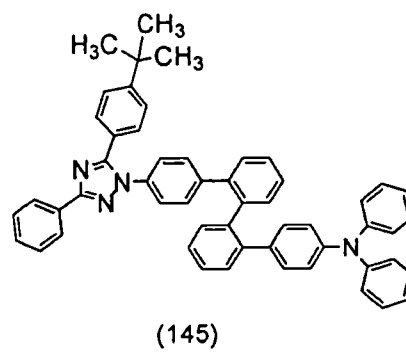
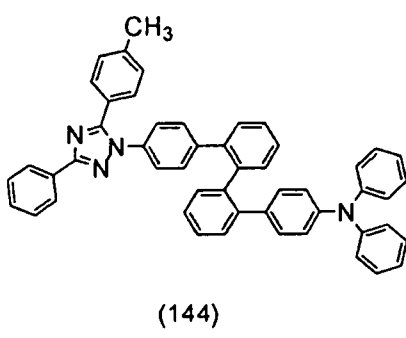
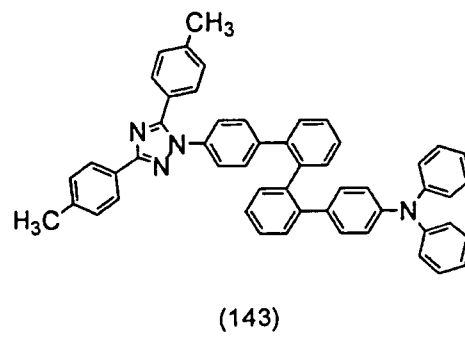
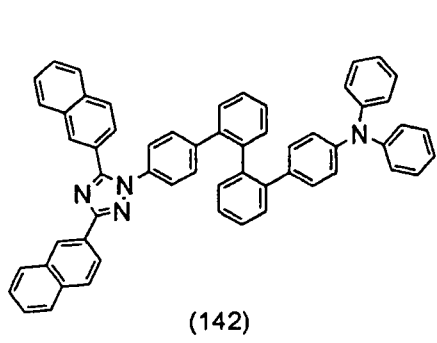


(123)

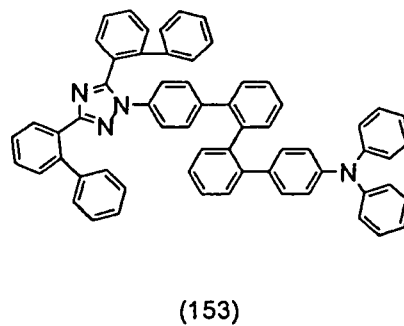
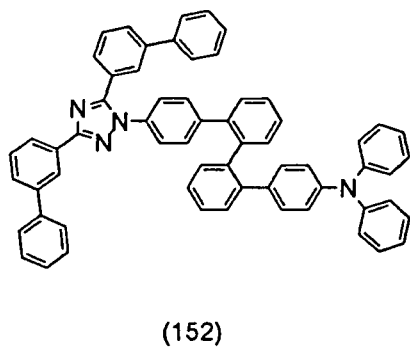
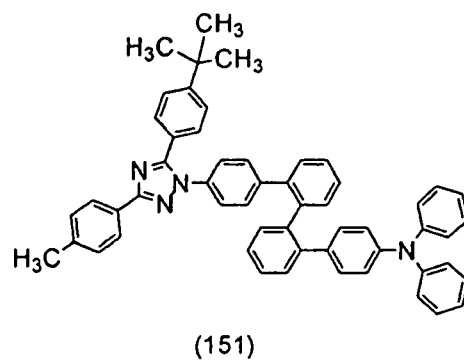
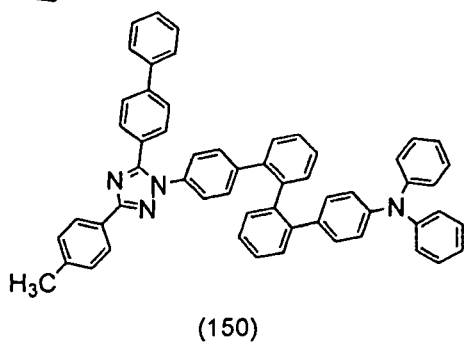
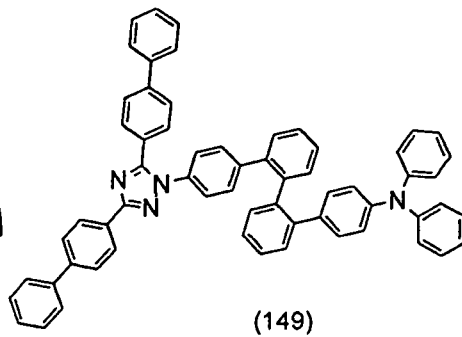
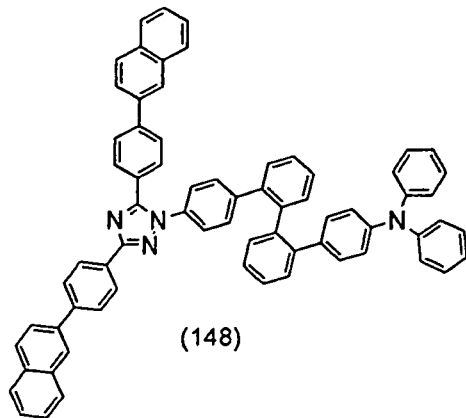


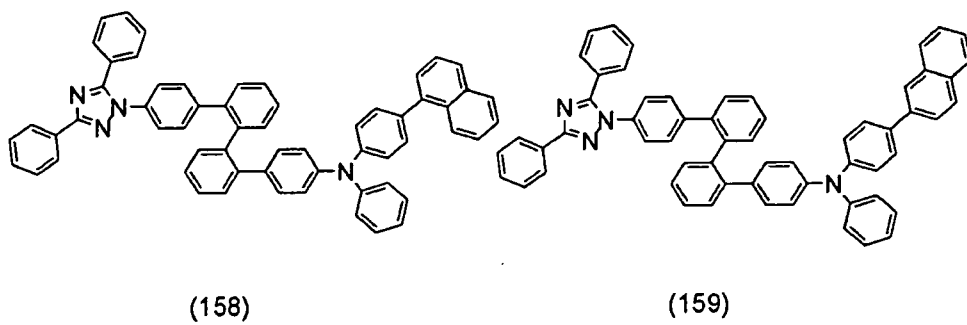
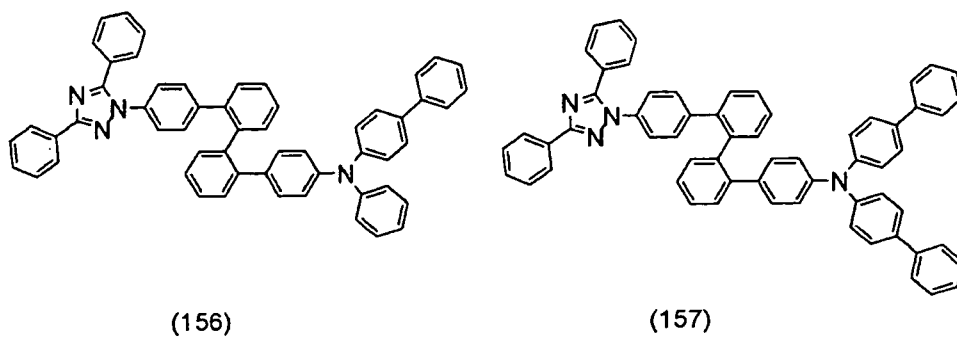
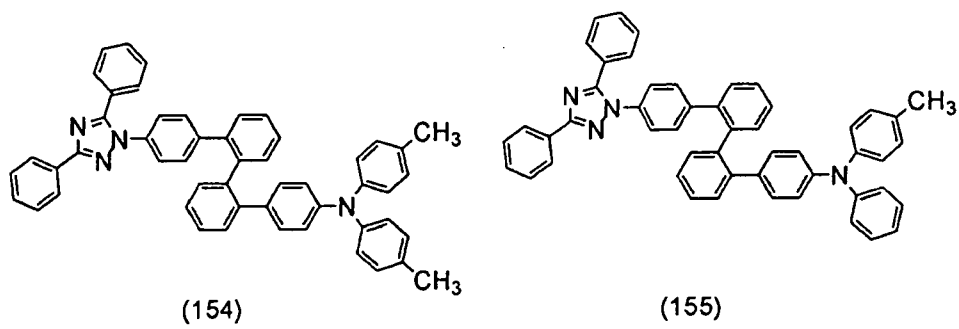


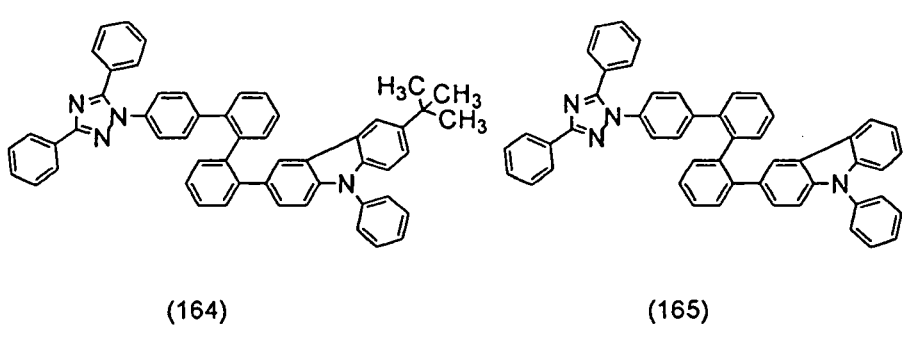
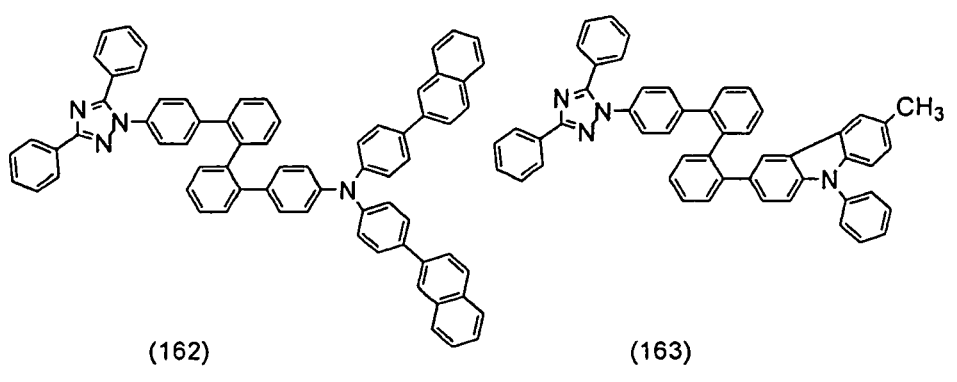
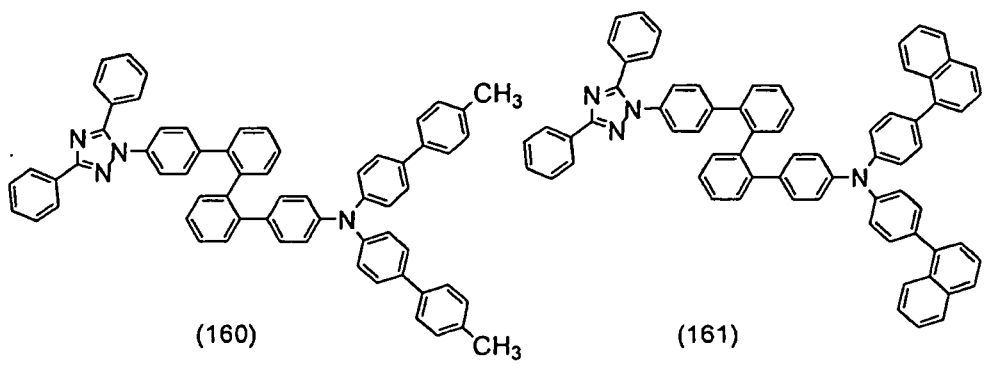


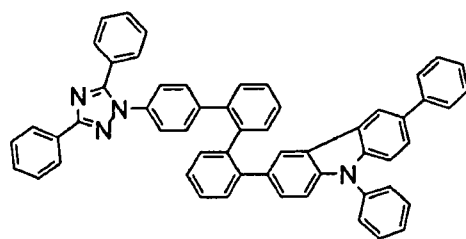




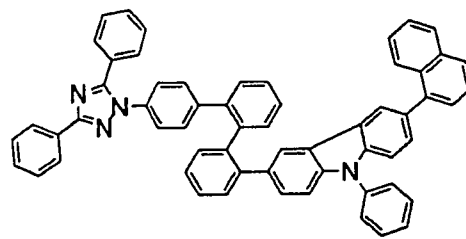




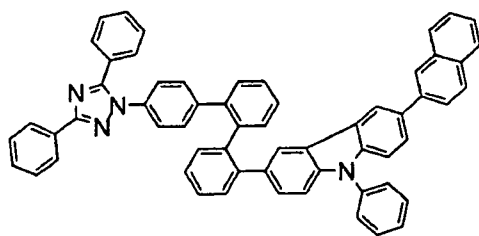




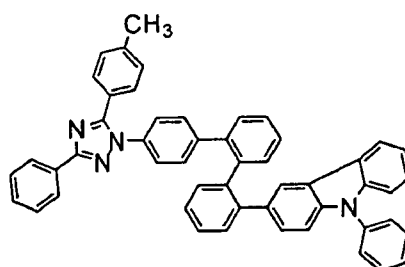
(166)



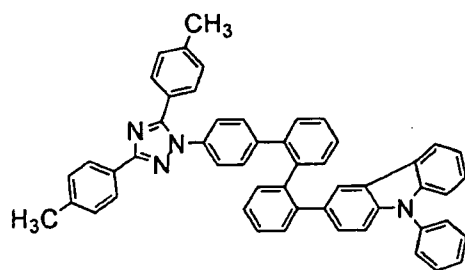
(167)



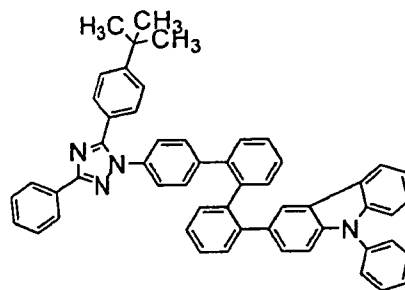
(168)



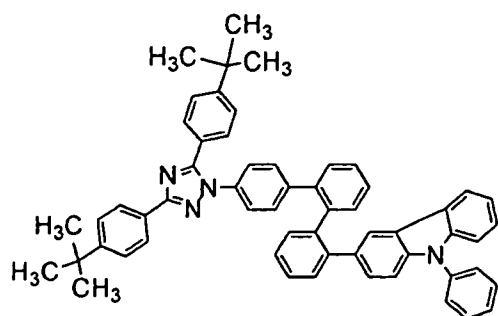
(169)



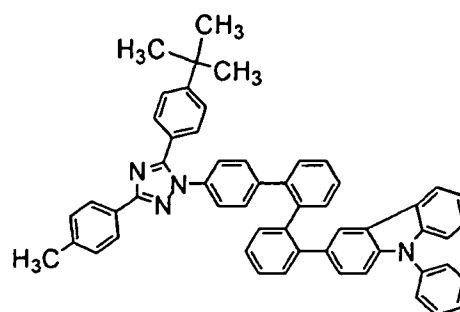
(170)



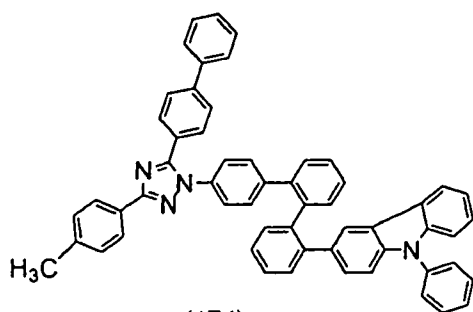
(171)



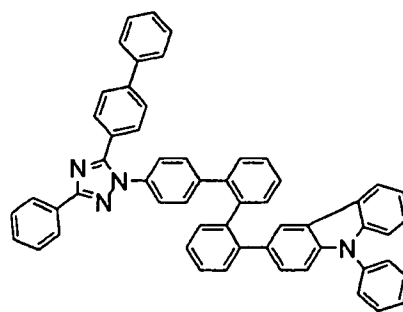
(172)



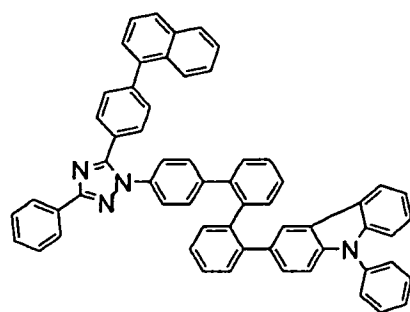
(173)



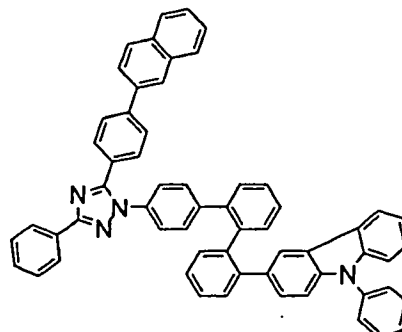
(174)



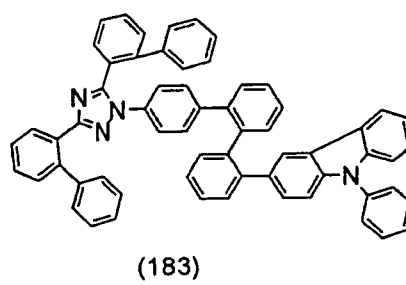
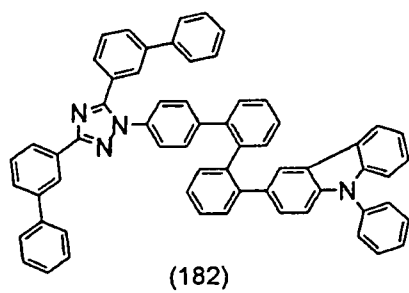
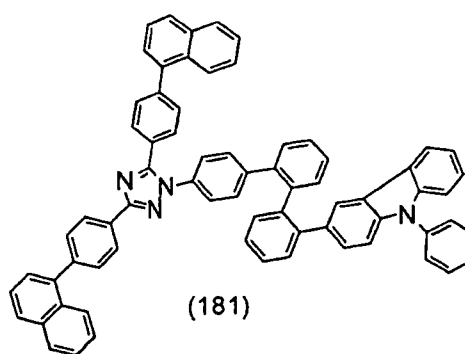
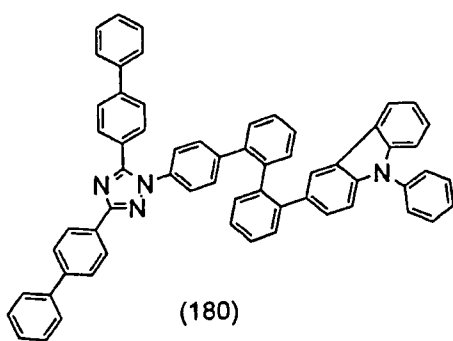
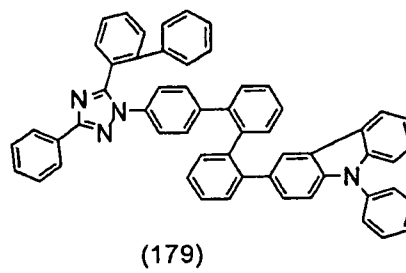
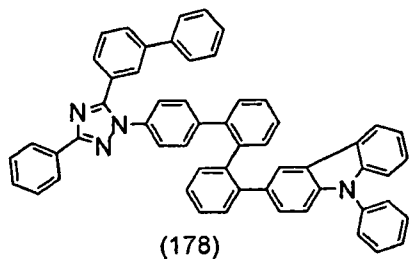
(175)

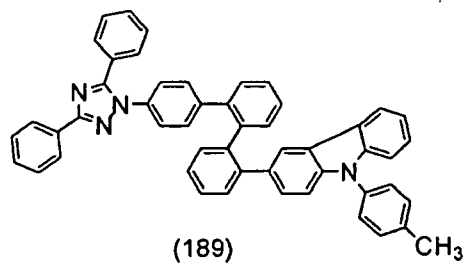
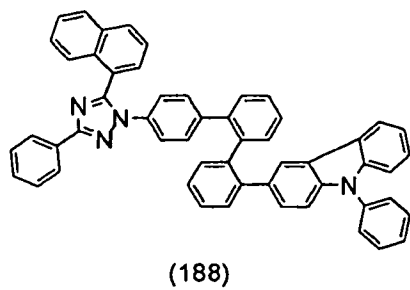
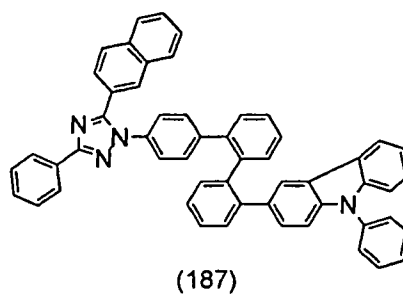
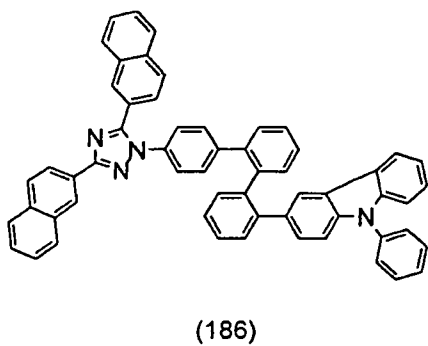
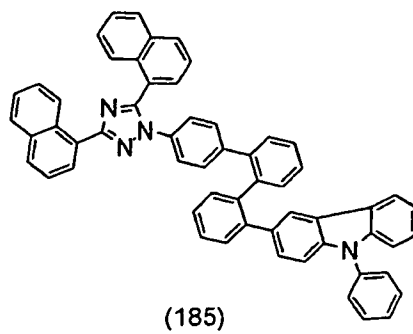
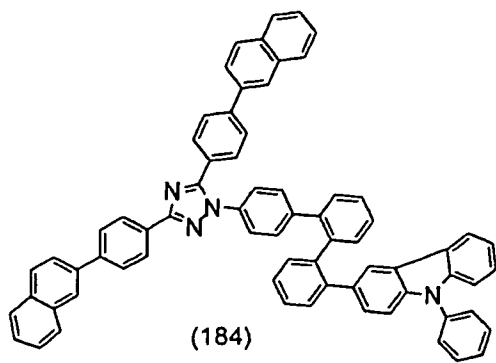


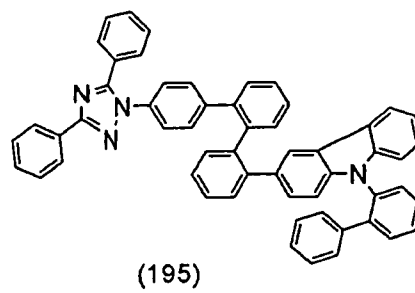
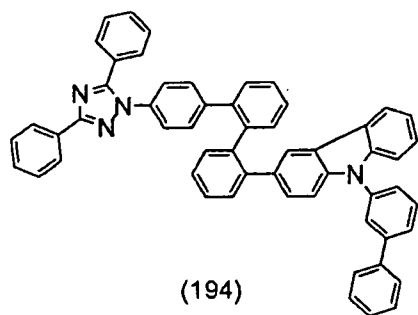
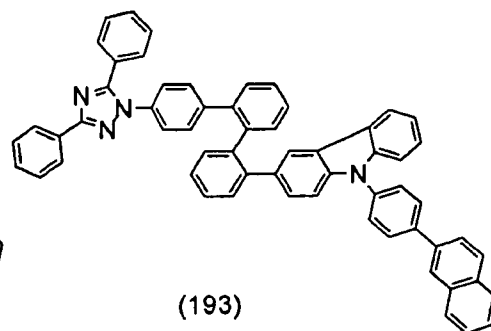
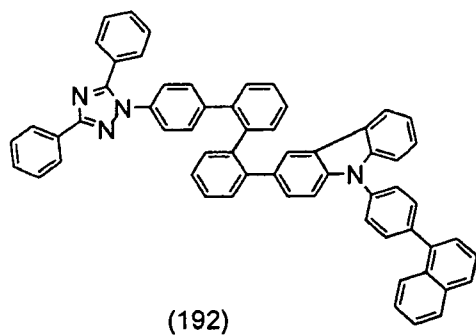
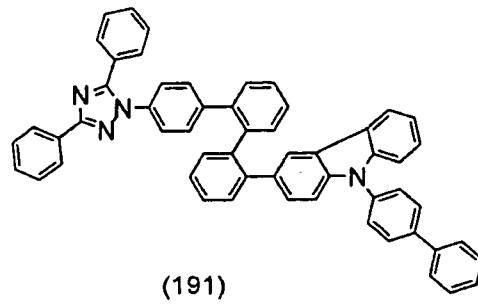
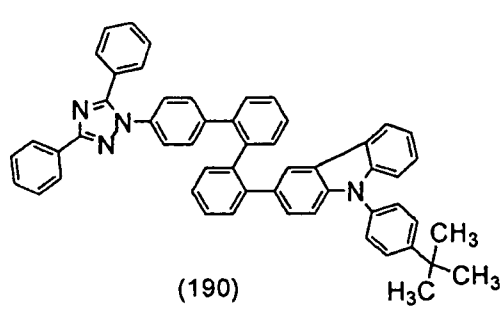
(176)



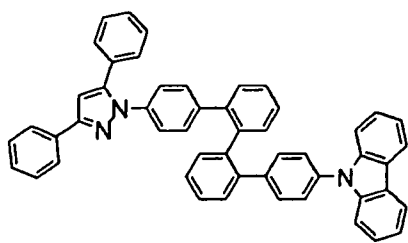
(177)



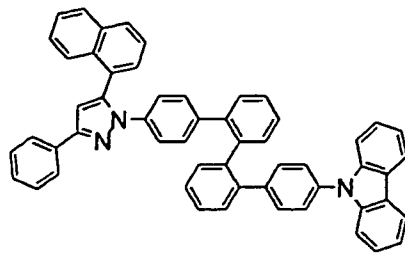




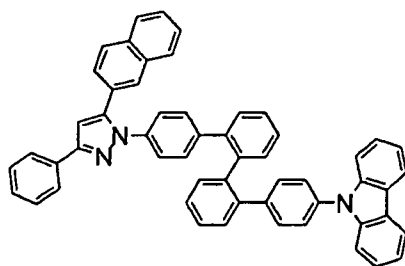




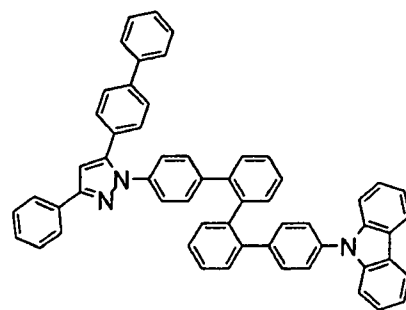
(196)



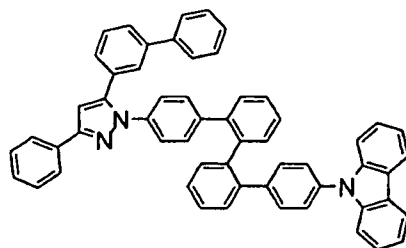
(197)



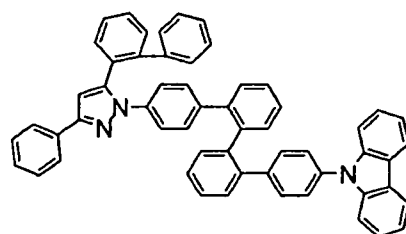
(198)



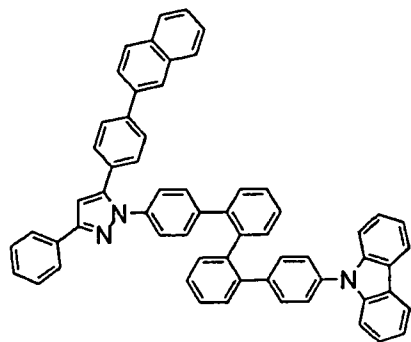
(199)



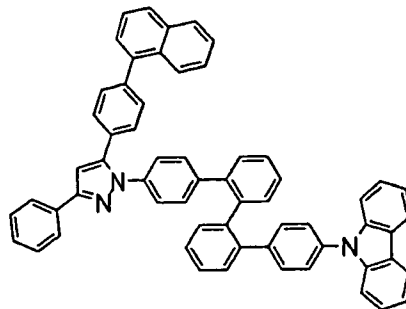
(200)



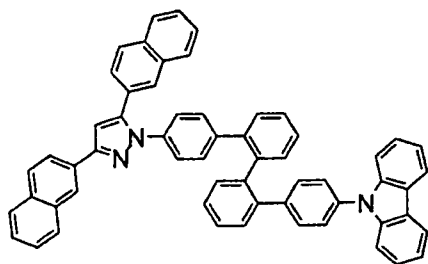
(201)



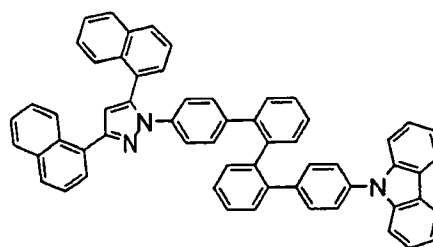
(202)



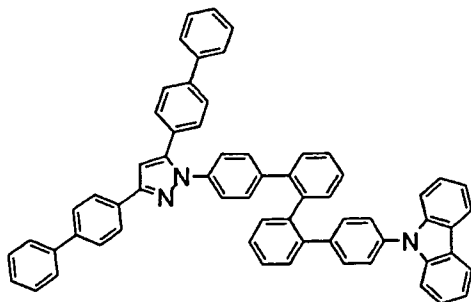
(203)



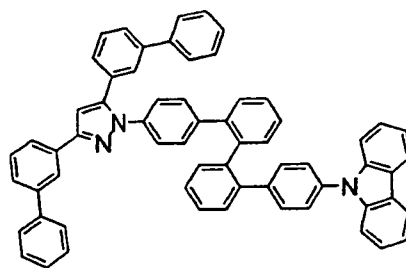
(204)



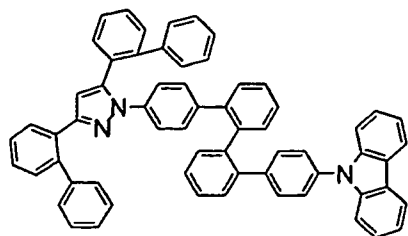
(205)



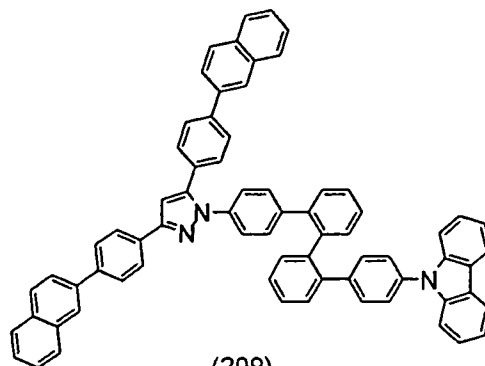
(206)



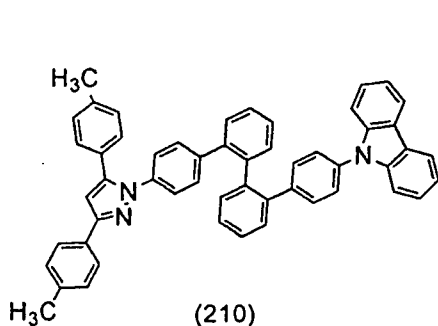
(207)



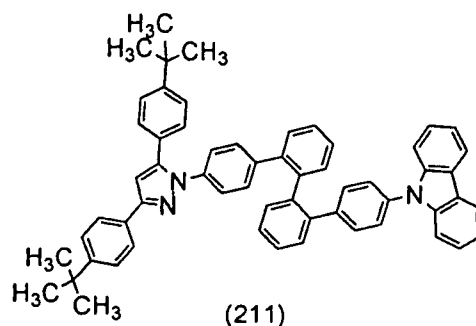
(208)



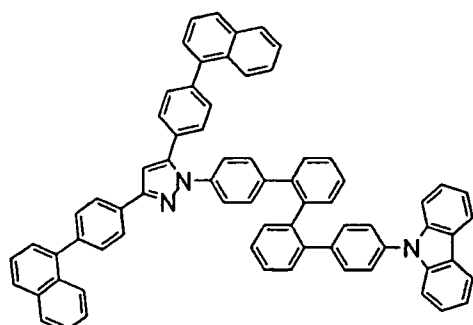
(209)



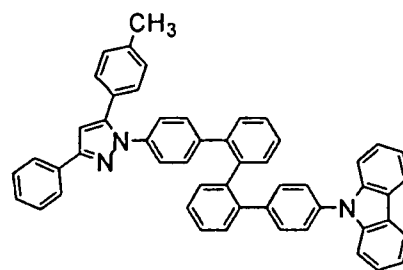
(210)



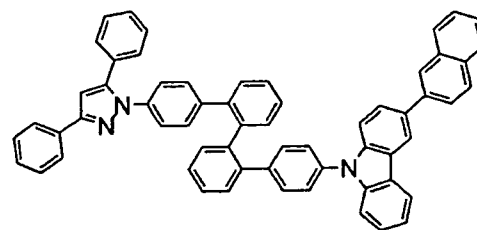
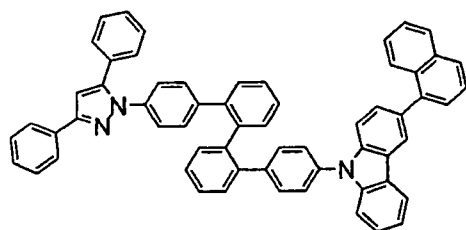
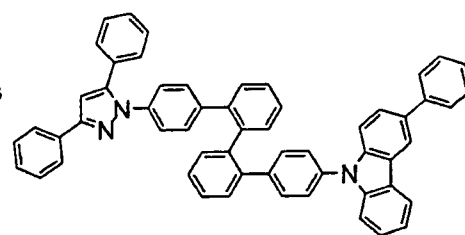
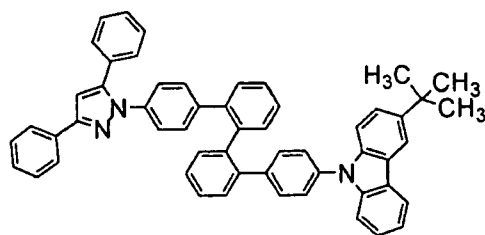
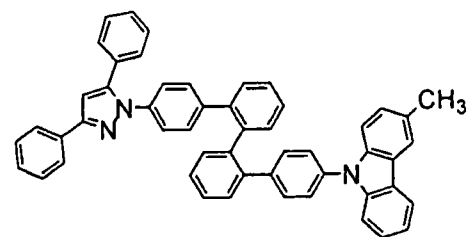
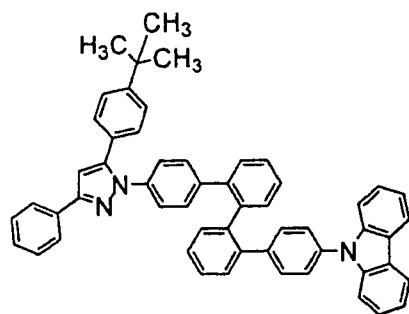
(211)

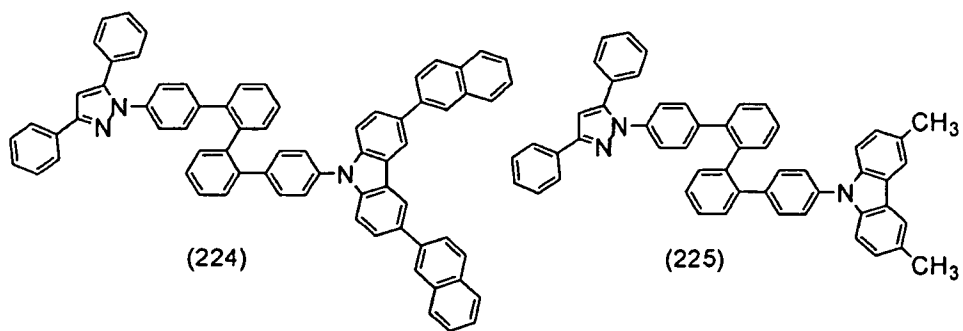
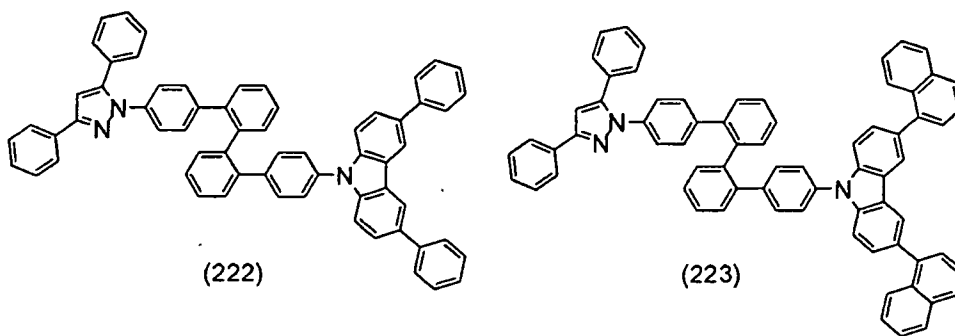
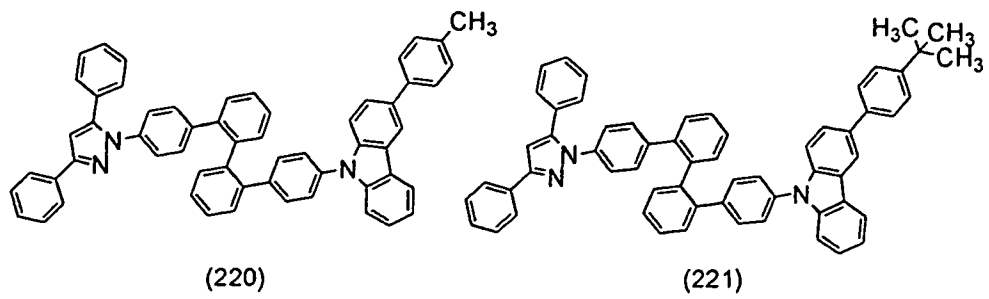


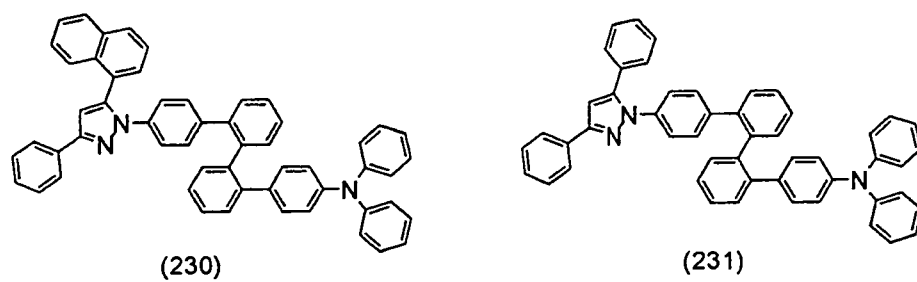
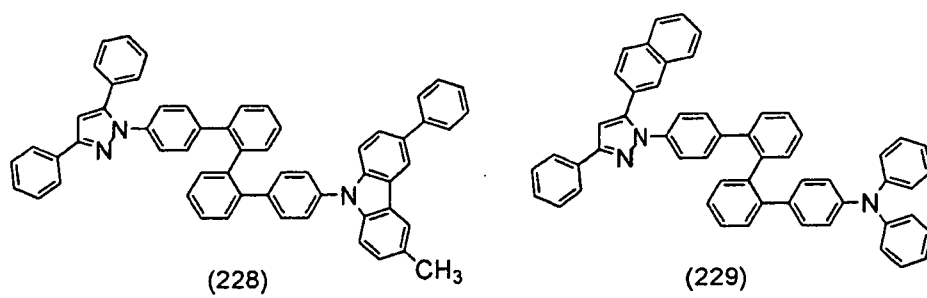
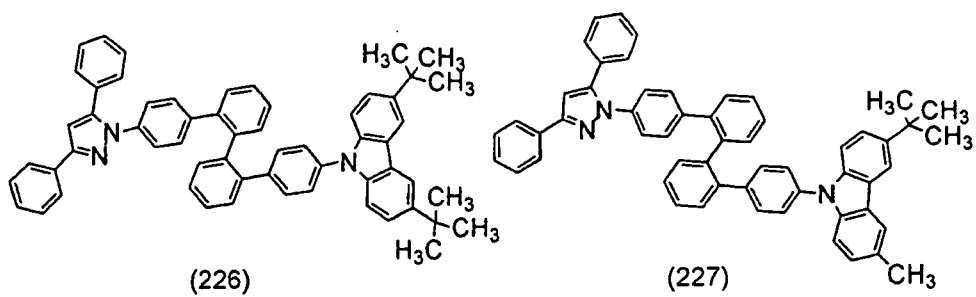
(212)

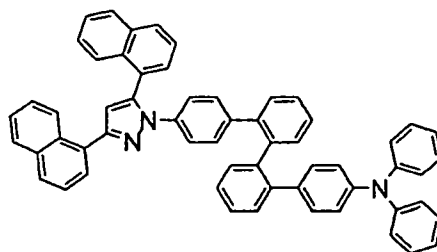
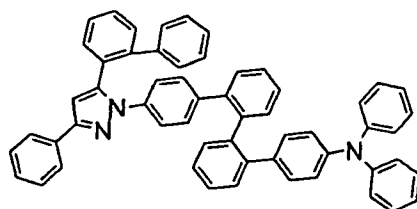
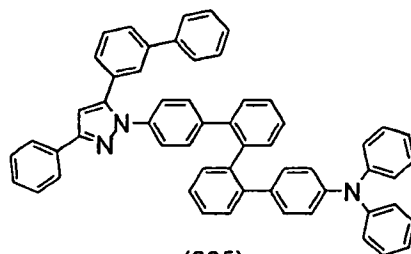
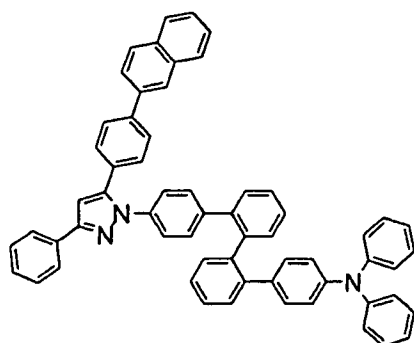
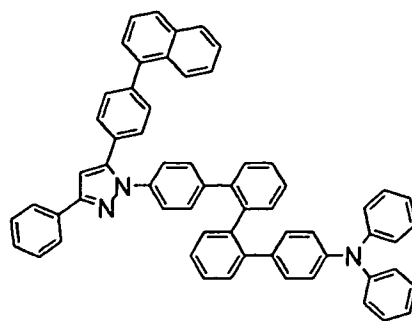
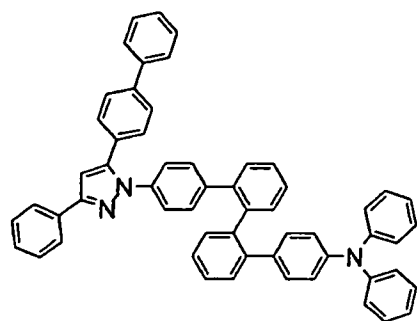


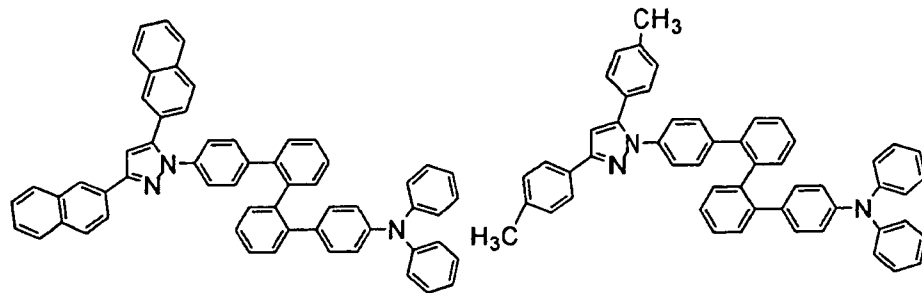
(213)





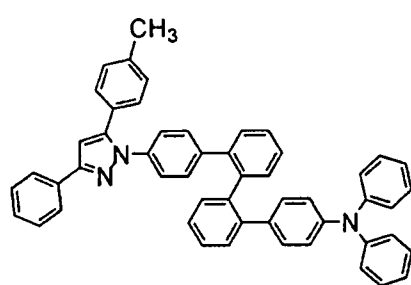




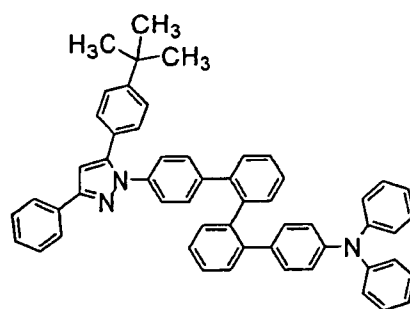


(238)

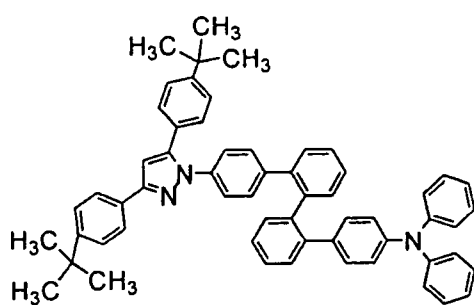
(239)



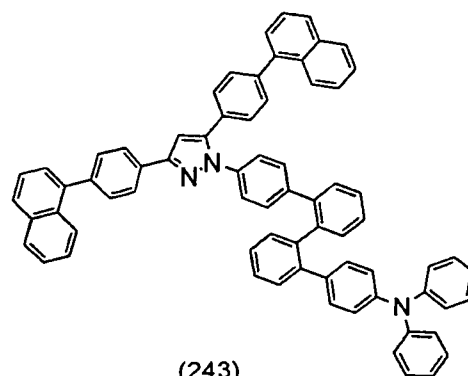
(240)



(241)

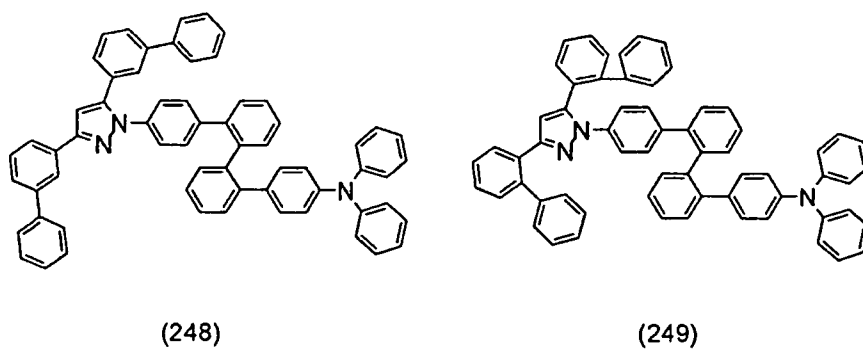
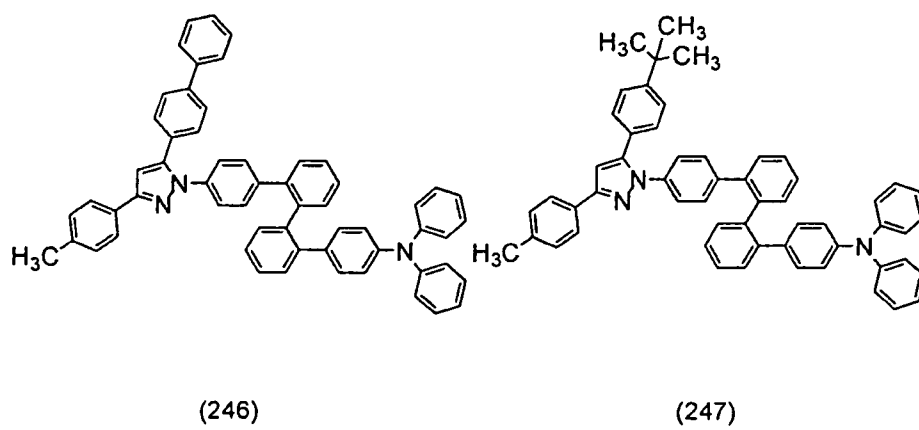
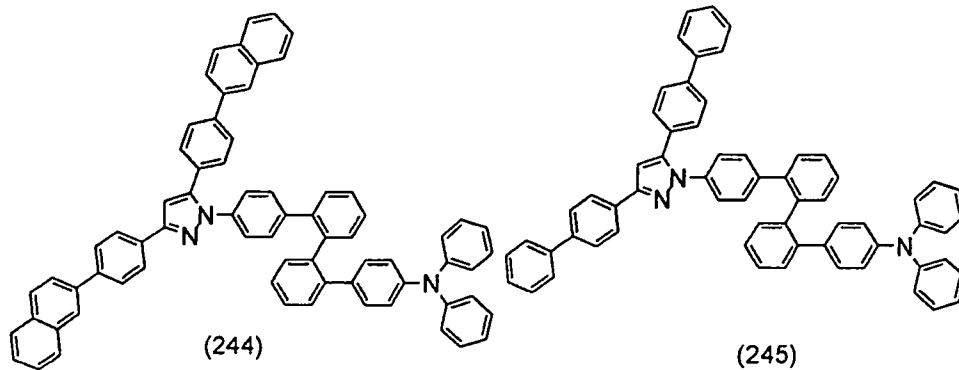


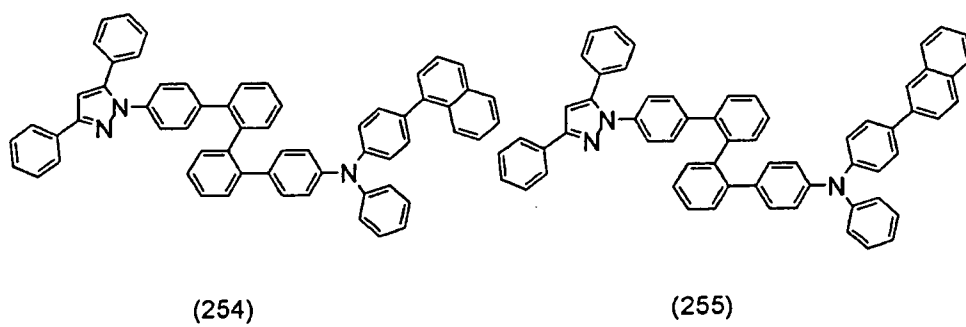
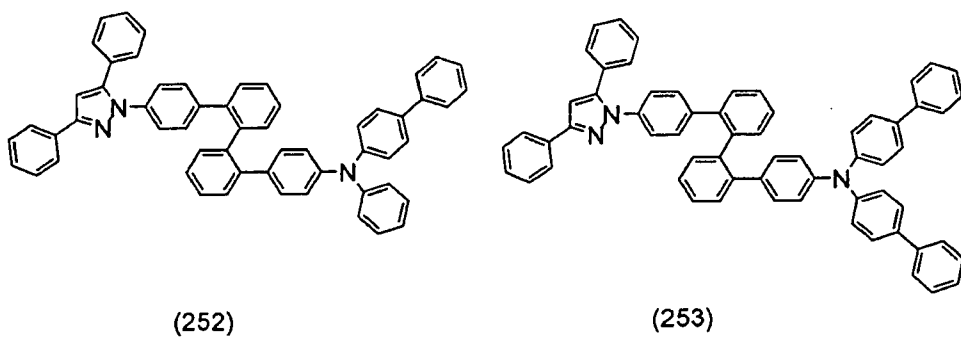
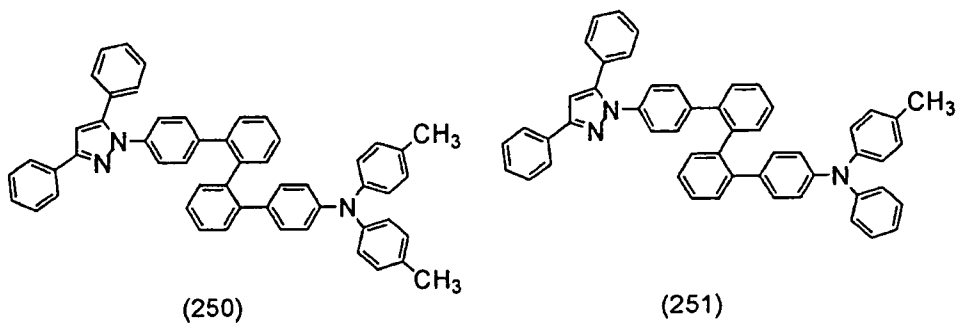
(242)

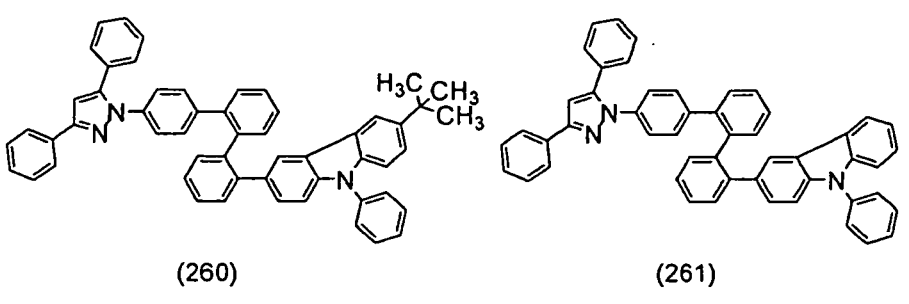
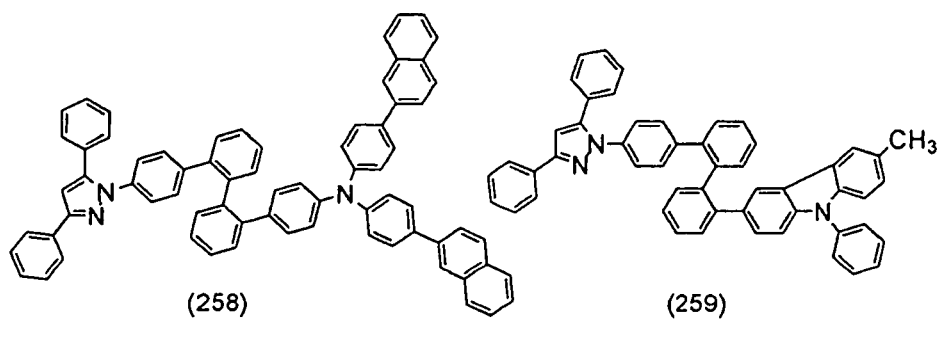
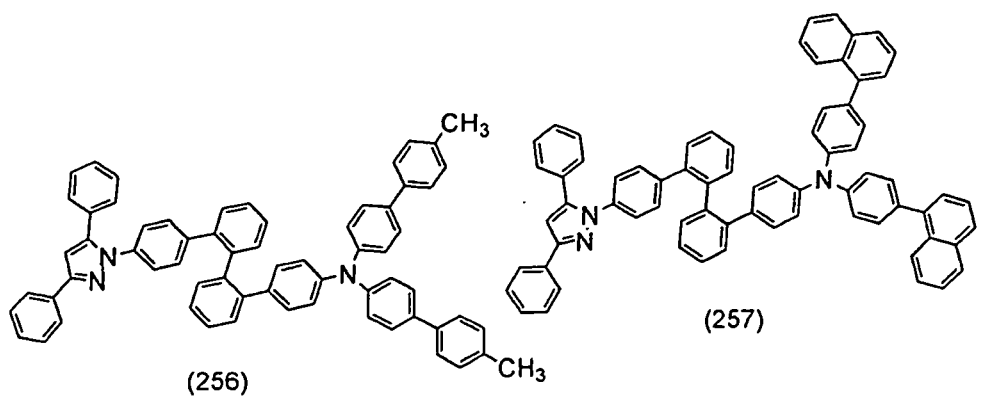


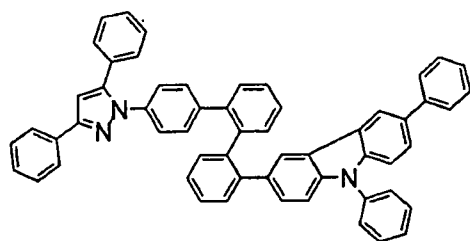
(243)



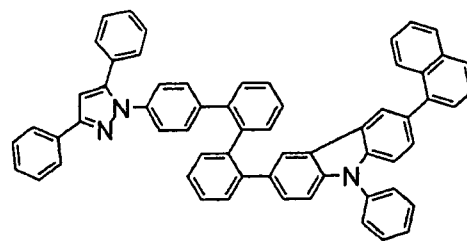




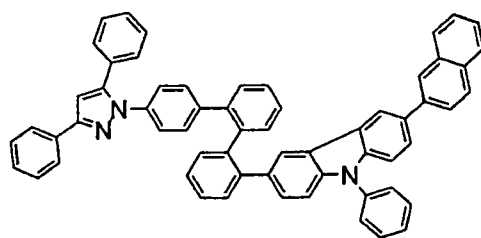




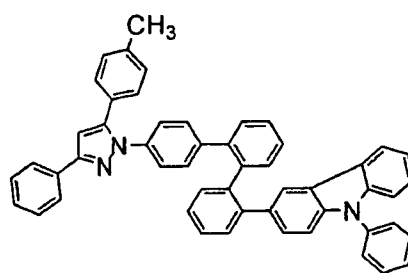
(262)



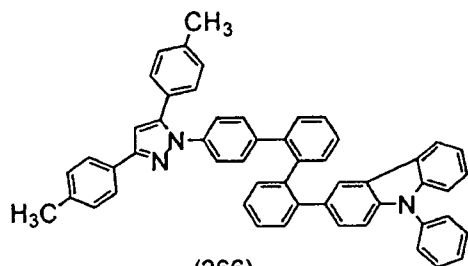
(263)



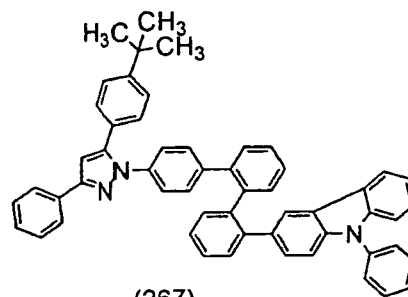
(264)



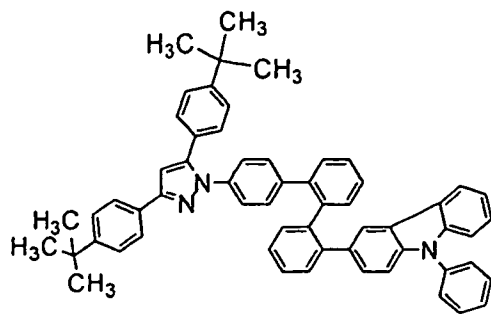
(265)



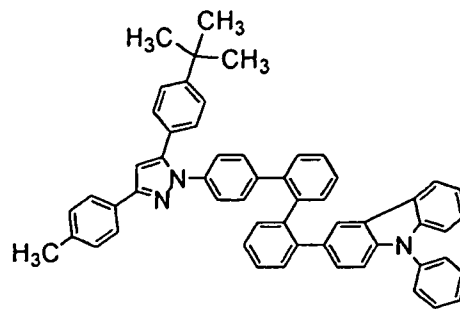
(266)



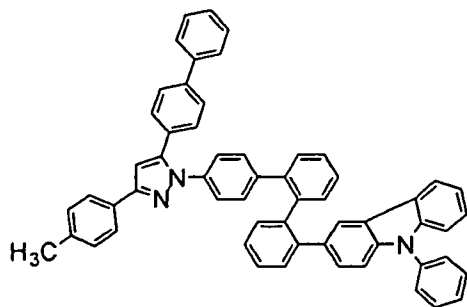
(267)



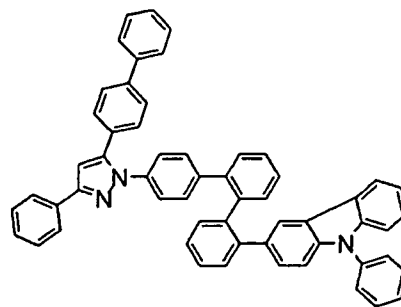
(268)



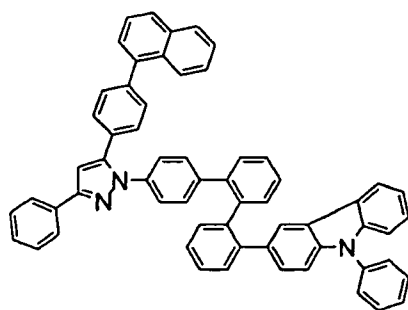
(269)



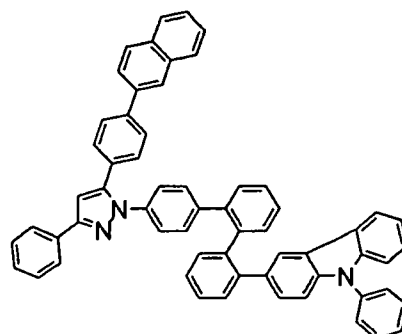
(270)



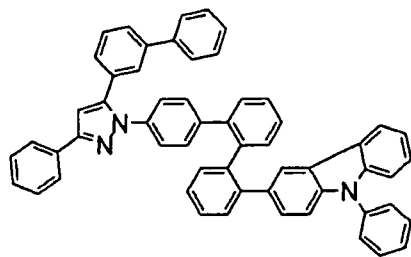
(271)



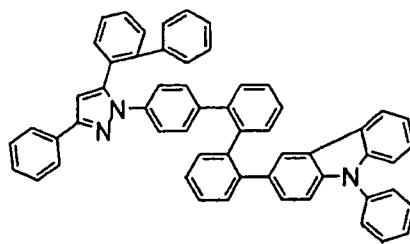
(272)



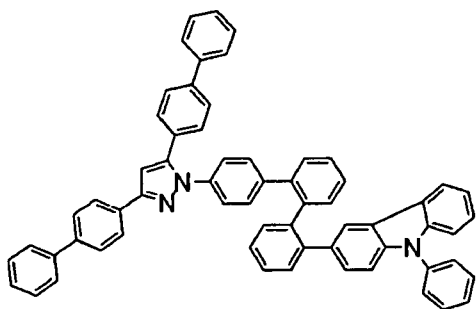
(273)



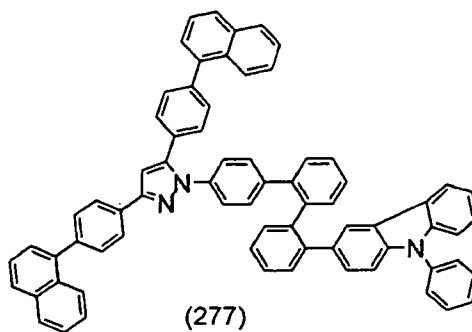
(274)



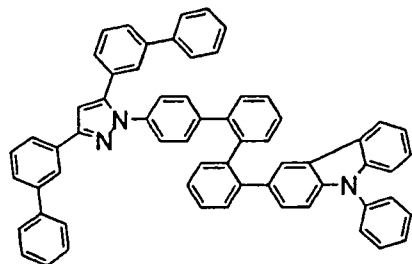
(275)



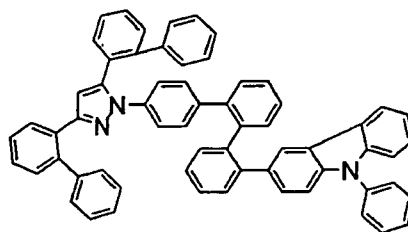
(276)



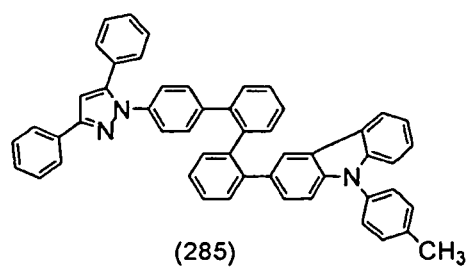
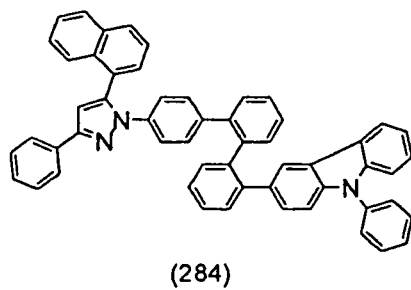
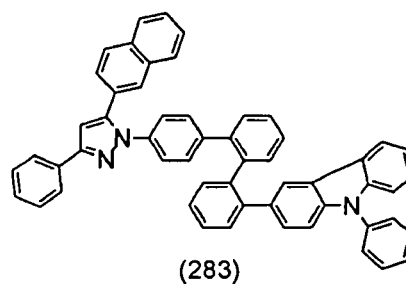
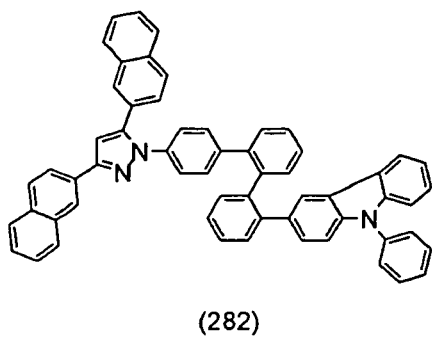
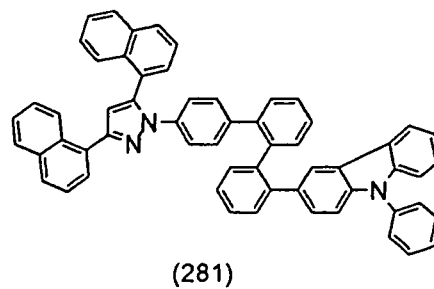
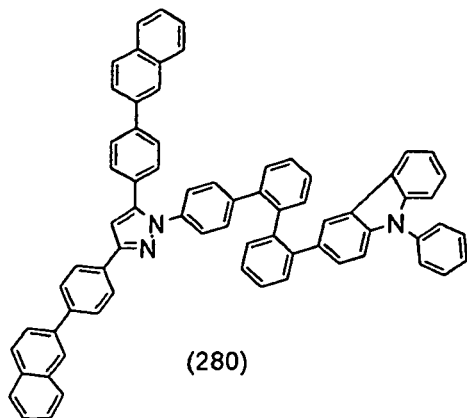
(277)

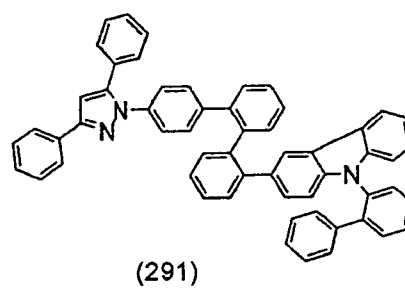
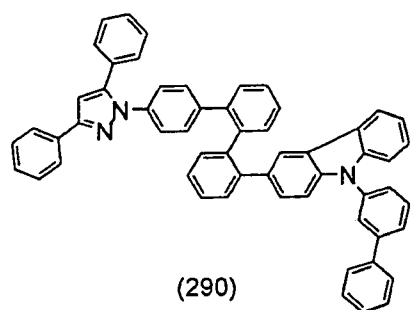
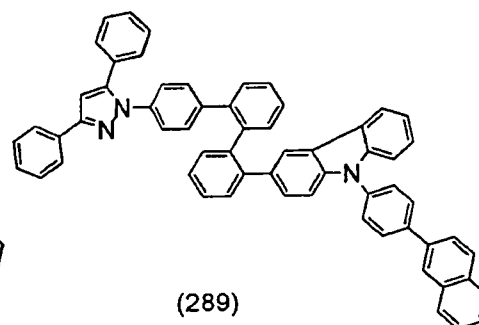
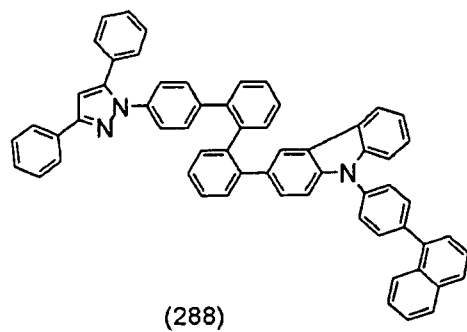
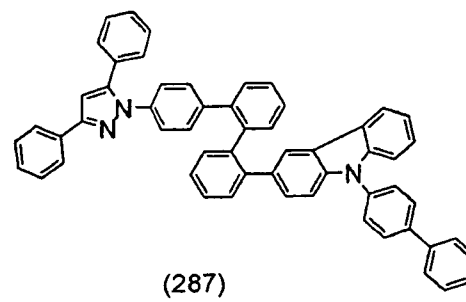
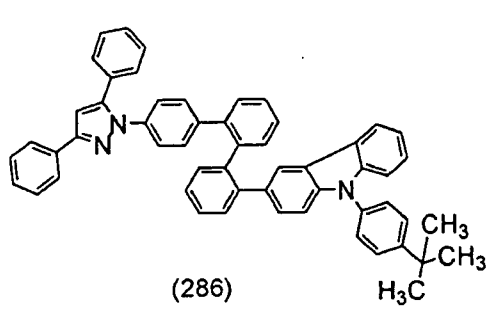


(278)

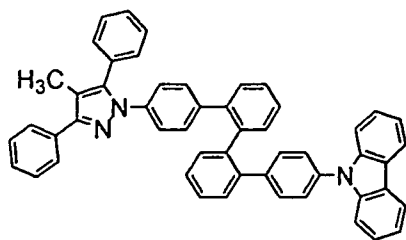


(279)

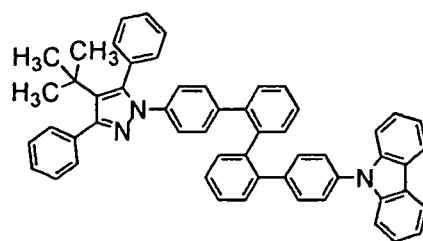




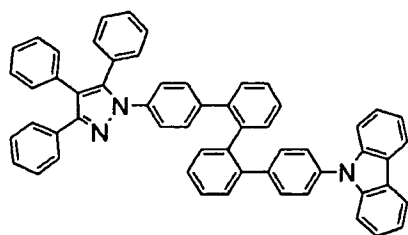




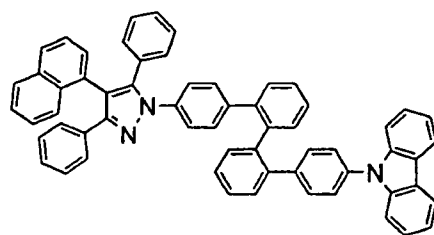
(292)



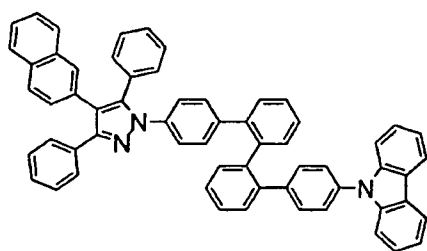
(293)



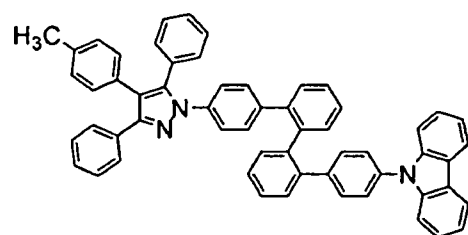
(294)



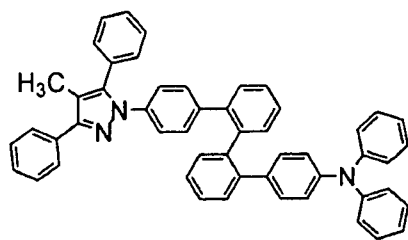
(295)



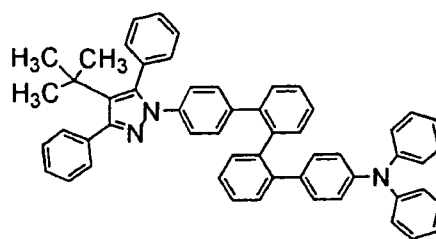
(296)



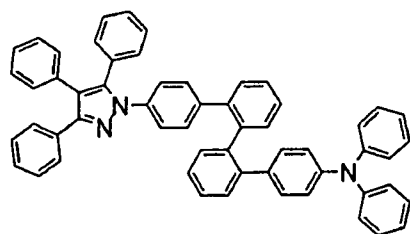
(297)



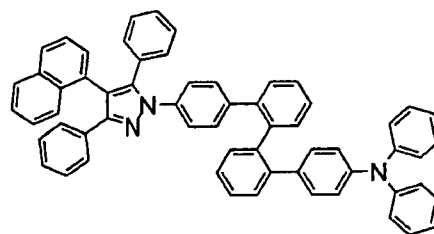
(298)



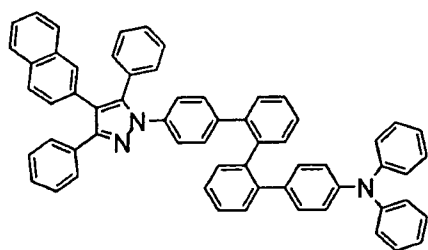
(299)



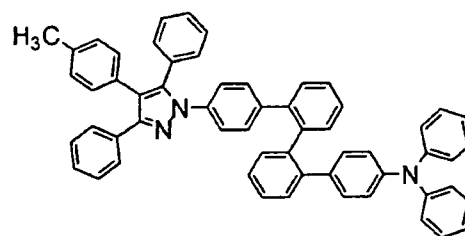
(300)



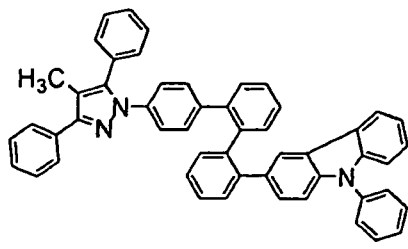
(301)



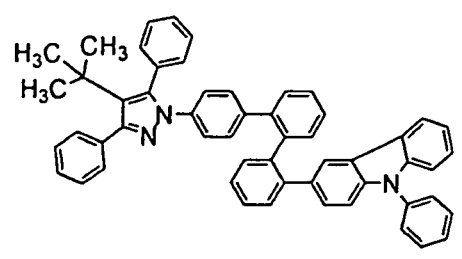
(302)



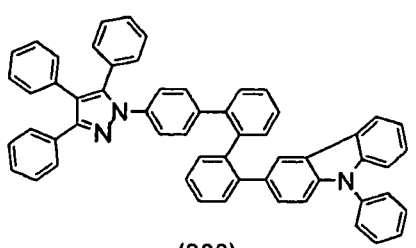
(303)



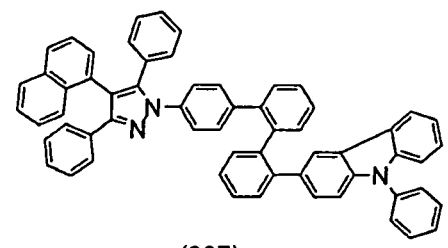
(304)



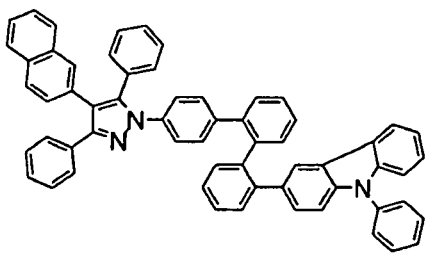
(305)



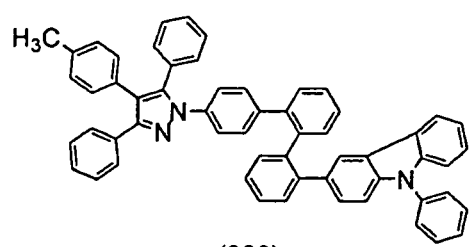
(306)



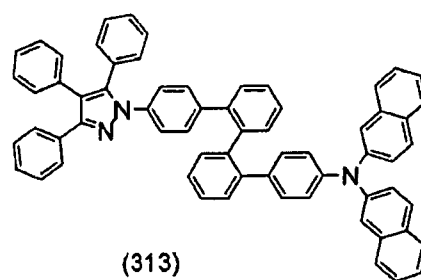
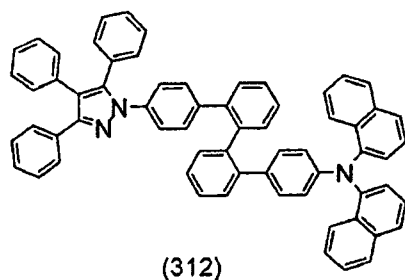
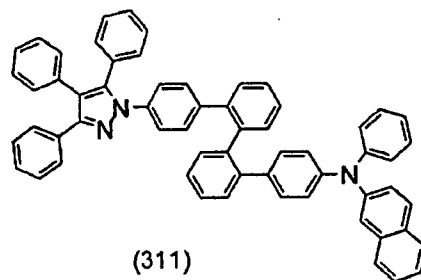
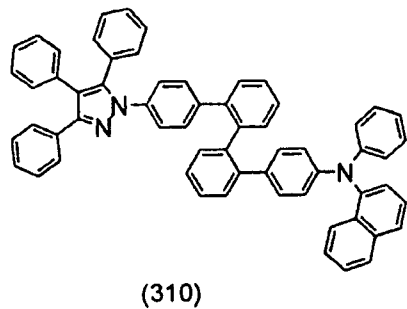
(307)



(308)

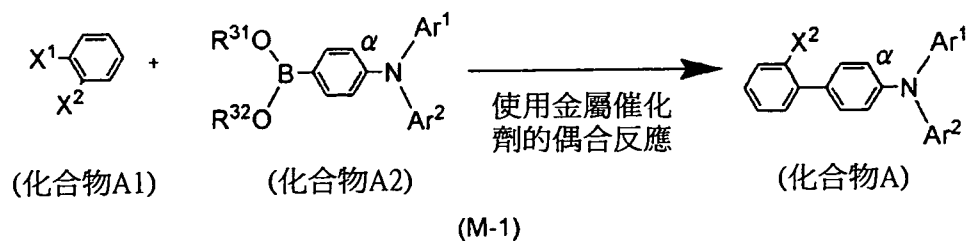


(309)



藉由以下由合成流程圖 ( M-1 ) 至 ( M-5 ) 表示的合成方法，可以合成通式 ( G1 ) 所示的雜環化合物。下面，對本具體實施模式的雜環化合物的合成方法的一個例子進行說明。

首先，合成鹵代胺化合物 ( 化合物 A ) 。以下示出合成流程圖 ( M-1 ) 。



可以如合成流程圖 ( M-1 ) 那樣合成鹵代胺化合物 ( 化合物 A ) 。即，藉由使用鈀催化劑且在存在有鹼的情況下的鈴木·宮浦偶合反應 ( Suzuki-Miyaura coupling ) ，對二鹵化苯 ( 化合物 A1 ) 與帶有硼酸或有機硼的芳基胺化合物 ( 化合物 A2 ) 進行偶合，而可以獲得鹵代胺化合物 ( 化合物 A ) 。

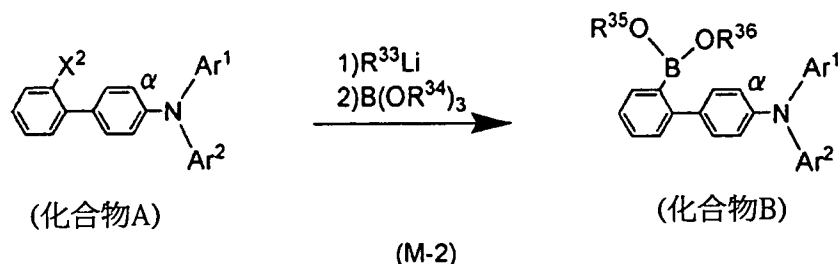
在合成流程圖 ( M-1 ) 中， $X^1$ 及 $X^2$ 分別表示鹵素或三氟甲磺酸酯基，且較佳使用碘、溴和氯作為鹵素。另外，在合成流程圖 ( M-1 ) 中， $R^{31}$ 和 $R^{32}$ 分別表示氫原子或具有1至6個碳原子的烷基， $R^{31}$ 和 $R^{32}$ 也可以彼此結合而形成環結構。

另外，在合成流程圖 ( M-1 ) 中， $Ar^1$ 和 $Ar^2$ 分別表示環中具有6至10個碳原子的芳基並可以具有取代基。

在合成流程圖 ( M-1 ) 中可以使用的鈀催化劑之範例包括醋酸鈀 ( II ) 和四 ( 三苯基磷 ) 鈀 ( 0 ) 等。在合成流程圖 ( M-1 ) 中，作為可以使用的鈀催化劑之配位體，可以舉出三 ( 鄰-甲苯基 ) 磷、三苯磷、三環己基磷等。

在合成流程圖 ( M-1 ) 中可以使用的鹼之範例包括例如叔丁醇鈉的有機鹼以及例如碳酸鉀的無機鹼。在合成流程圖 ( M-1 ) 中可以使用的溶劑之範例包括：甲苯和水的混合溶劑；甲苯、醇 ( 例如乙醇 ) 和水的混合溶劑；二甲苯和水的混合溶劑；二甲苯、醇 ( 例如乙醇 ) 和水的混合溶劑；苯和水的混合溶劑；苯、醇 ( 例如乙醇 ) 和水的混合溶劑；醚 ( 例如 1,2-二甲氧基乙烷 ) 和水的混合溶劑等。另外，更佳的是使用甲苯和水的混合溶劑或甲苯、乙醇和水的混合溶劑。

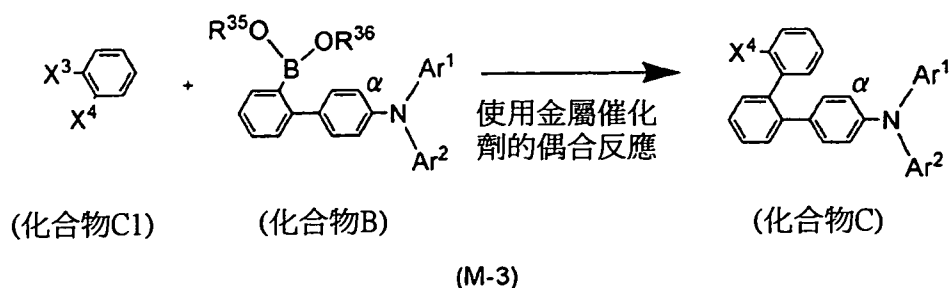
接著，藉由使用烷基鋰試劑和硼試劑，使由合成流程圖 ( M-1 ) 得到的鹵化芳基胺化合物 ( 化合物 A ) 進行硼氧化反應，如此可以獲得帶有硼酸或有機硼的芳基胺化合物 ( 化合物 B ) 。以下示出合成流程圖 ( M-2 ) 。



在合成流程圖 ( M-2 ) 中， $R^{33}$ 和 $R^{34}$ 分別表示具有 1 至 6 個碳原子的烷基。另外， $R^{35}$ 和 $R^{36}$ 分別表示氫原子或具有 1 至 6 個碳原子的烷基。 $R^{35}$ 和 $R^{36}$ 也可彼此結合而形成環結構。

在合成流程圖 ( M-2 ) 中，作為烷基鋰試劑可以使用正丁基鋰、甲基鋰等。另外，作為硼試劑可以使用硼酸三甲酯、硼酸三異丙酯等。

接著，藉由使用鈀催化劑且在存在有鹼的情況下的鈴木·宮浦偶合反應 ( Suzuki-Miyaura coupling )，對二鹵化苯 ( 化合物 C1 ) 與在合成流程圖 ( M-2 ) 中獲得之帶有硼酸或有機硼的芳基胺化合物 ( 化合物 B ) 進行偶合，可以獲得鹵代胺化合物 ( 化合物 C )。下面表示合成流程圖 ( M-3 )。



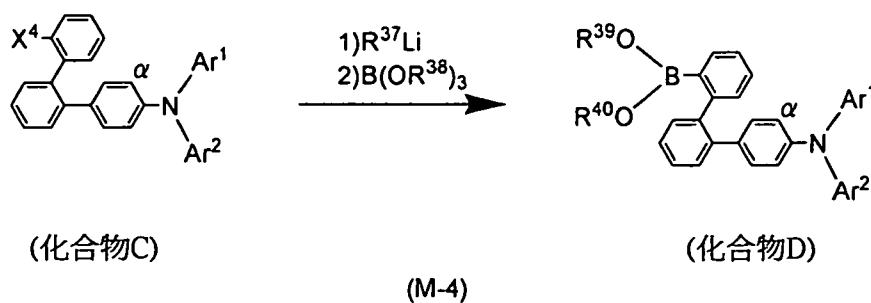
在合成流程圖 ( M-3 ) 中， $X^3$ 及 $X^4$ 分別表示鹵素或三氟甲磺酸酯基，及較佳使用碘、溴或氯作為鹵素。

在合成流程圖 ( M-3 ) 中可以使用的鈀催化劑之範例

包括醋酸鈮 (II) 和四 (三苯基磷) 鈮 (0) 等。在合成流程圖 (M-3) 中，作為可以使用的鈮催化劑之配位體，可以舉出三 (鄰-甲苯基) 磷、三苯基磷、和三環己基磷。

在合成流程圖 (M-3) 中，可以使用的鹼之範例包括例如叔丁醇鈉的有機鹼以及例如碳酸鉀的無機鹼。在合成流程圖 (M-3) 中可以使用的溶劑之範例包括：甲苯和水的混合溶劑；甲苯、醇 (例如乙醇) 和水的混合溶劑；二甲苯和水的混合溶劑；二甲苯、醇 (例如乙醇) 和水的混合溶劑；苯和水的混合溶劑；苯、醇 (例如乙醇) 和水的混合溶劑；醚 (例如 1,2-二甲氧基乙烷) 和水的混合溶劑等。另外，更佳使用甲苯和水的混合溶劑或甲苯、乙醇和水的混合溶劑。

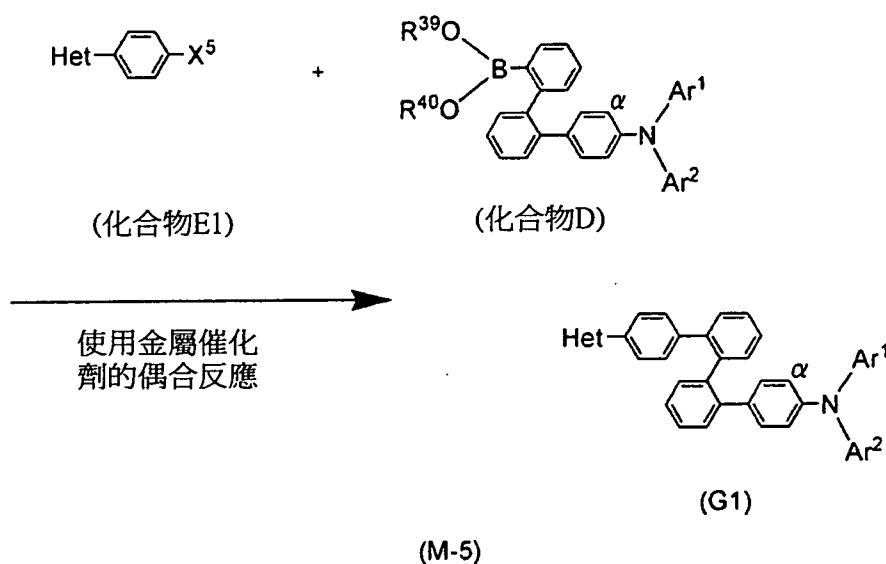
接著，藉由使用烷基鋰試劑和硼試劑，使由合成流程圖 (M-3) 獲得的鹵化芳基胺化合物 (化合物 C) 進行硼氧化反應，如此可以獲得帶有硼酸或有機硼的芳基胺化合物 (化合物 D)。下面示出合成流程圖 (M-4)。



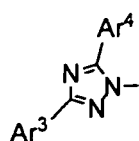
在合成流程圖 (M-4) 中，R<sup>37</sup>和 R<sup>38</sup>分別表示具有 1 至 6 個碳原子的烷基。另外，R<sup>39</sup>和 R<sup>40</sup>分別表示氫原子或具有 1 至 6 個碳原子的烷基。R<sup>39</sup>和 R<sup>40</sup>也可以相互結合而形成環結構。

在合成流程圖 (M-4) 中，作為烷基鋰試劑可以使用正丁基鋰、甲基鋰等。另外，作為硼試劑可以使用硼酸三甲酯、硼酸三異丙酯等。

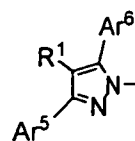
接著，藉由使用鈀催化劑且在存在有鹼的情況下的鈴木·宮浦偶合反應 (Suzuki-Miyaura coupling)，對具有雜芳環的鹵化合物 (化合物 E1) 與在合成流程圖 (M-4) 中獲得之帶有硼酸或有機硼的芳基胺化合物 (化合物 D) 進行偶合，如此可以獲得通式 (G1) 所示的本具體實施模式的雜環化合物。下面表示合成流程圖 (M-5)。



另外，在合成流程圖 (M-5) 中，Het 表示由下面的通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 表示的取代基中的一個。



(S1-1)



(S1-2)

在通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 中，Ar<sup>3</sup> 至 Ar<sup>6</sup> 分別表示環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基並可以具有取代基。另



外，在通式 ( S1-2 ) 中， $R^1$  表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基和環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的一個。

在合成流程圖 ( M-5 ) 中， $X^5$  表示鹵素或三氟甲磺酸酯基，較佳使用碘、溴、或氯作為鹵素。

在合成流程圖 ( M-5 ) 中，作為可以使用的鈀催化劑，可以舉出醋酸鈀 ( II ) 和四 ( 三苯基膦 ) 鈀 ( 0 ) 。在合成流程圖 ( M-5 ) 中，作為可以使用的鈀催化劑之配位體，可以舉出三 ( 鄰 - 甲苯基 ) 膦、三苯膦、和三環己基膦。

在合成流程圖 ( M-5 ) 中，可以使用的鹼之範例包括例如叔丁醇鈉的有機鹼以及例如碳酸鉀的無機鹼。在合成流程圖 ( M-5 ) 中，可以使用的溶劑之範例包括：甲苯和水的混合溶劑；甲苯、醇 ( 例如乙醇 ) 和水的混合溶劑；二甲苯和水的混合溶劑；二甲苯、醇 ( 例如乙醇 ) 和水的混合溶劑；苯和水的混合溶劑；苯、醇 ( 例如乙醇 ) 和水的混合溶劑；醚 ( 例如 1,2-二甲氧基乙烷 ) 和水的混合溶劑等。另外，更佳使用甲苯和水的混合溶劑或甲苯、乙醇和水的混合溶劑。

藉由上述可以合成本具體實施模式的雜環化合物。

本具體實施模式的雜環化合物均具有高三重激發能且具有電子傳輸性和電洞傳輸性。因此，所述之雜環化合物均可用於發光元件。由於被注入的電子和電洞的平衡對發光元件的發光層尤其十分重要，因此較佳將本具體實施模式的雜環化合物用於發光層。另外，本具體實施模式的雜

環化合物因為具有高三重激發能，所以可以與發射磷光的物質一起用於發光層。

另外，單重激發能（基態和單重激發態之間的能量差）大於三重激發能，因此具有高三重激發能的物質也具有高單重激發能。所以，具有高三重激發能的本具體實施模式的雜環化合物即使與發射螢光的物質一起用於發光層也是有利的。

於本具體實施模式的雜環化合物中，由於具有電子傳輸性的雜芳環的骨架和具有電洞傳輸性的骨架藉由扭曲且可抑制共軛擴張的聯四苯骨架彼此結合，因此可以維持高三重激發能地增加分子量。因而，雜環化合物可以具有高熱穩定性。

另外，本具體實施模式的雜環化合物可以傳輸載子，因此在發光元件中可以用作載子傳輸層。尤其是由於本具體實施模式的雜環化合物具有高三重激發能，所以即使在將雜環化合物用作接觸於發光層的層的情況也不容易發生來自發光層的能量轉移。因而，可以實現高發光效率。

#### (具體實施模式2)

以下使用圖1A對使用具體實施模式1的雜環化合物的發光元件的一個具體實施模式進行說明。

本具體實施模式的發光元件具有如下結構：在一對電極間夾有具有至少一包含發光物質的層（也稱為發光層）的EL層。該EL層還可以具有除了包含發光物質的層以外

的多個層。該多個層藉由組合並層疊由具有高載子注入性的物質構成的層和由具有高載子傳輸性的物質構成的層，以便在遠離電極的地方形成發光區域，也就是，以便使載子在遠離電極的部分複合。在本說明書中，也將由高載子注入性的物質或由高載子傳輸性的物質構成的層稱為用來注入或傳輸載子等的功能層。作為功能層，可以使用包含高電洞注入性的物質的層（也稱為電洞注入層）、包含高電洞傳輸性的物質的層（也稱為電洞傳輸層）、包含高電子注入性的物質的層（也稱為電子注入層）、包含高電子傳輸性的物質的層（也稱為電子傳輸層）等。

在圖1A至1C所示的本具體實施模式的發光元件中，在第一電極102及第二電極107的一對電極間設置有EL層108。EL層108具有第一層103、第二層104、第三層105以及第四層106。圖1A至1C所示的發光元件具有如下結構：在基板101上設置有第一電極102；在第一電極102上設置有依次層疊的第一層103、第二層104、第三層105以及第四層106；並且在第四層106上設置有第二電極107。另外，在本具體實施模式中，第一電極102用作陽極，並且第二電極107用作陰極。

基板101用作發光元件的支撐體。作為基板101，可以使用玻璃基板、石英基板、塑膠基板等。另外，還可以使用撓性基板。撓性基板是可以彎曲的基板，例如由聚碳酸酯、聚芳酯、或聚醚砜製成的塑膠基板。或者，可以使用膜（由聚丙烯、聚酯、乙烯、聚氟乙烯、氯乙烯等構成）

、或由蒸鍍法形成的無機膜。另外，可以使用任何其他材料，只要其在發光元件的製造過程中能夠用作發光元件的支撐體。

作為第一電極 102，較佳使用具有高功函數（具體地，4.0 eV 或更高功函數）的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等。明確而言，例如可以舉出氧化銦錫（ITO）、含有矽或氧化矽的氧化銦錫、氧化銦鋅（IZO）、含有氧化鎢及氧化鋅的氧化銦（IWZO）等。雖然通常藉由濺射法形成這些導電性金屬氧化物膜，但也可以應用溶膠-凝膠法等製造。例如，可以藉由使用添加有 1 wt% 至 20 wt% 的氧化鋅之氧化銦作為靶子利用濺射法來形成氧化銦鋅（IZO）。此外，可以藉由使用添加有 0.5 wt% 至 5 wt% 的氧化鎢和 0.1 wt% 至 1 wt% 的氧化鋅之氧化銦作為靶子利用濺射法形成含有氧化鎢和氧化鋅的氧化銦（IWZO）。另外，可以舉出金（Au）、鉑（Pt）、鎳（Ni）、鎢（W）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、鐵（Fe）、鈷（Co）、銅（Cu）、鈀（Pd）和金屬材料的氮化物（例如，氮化鈦）等。

第一層 103 包含高電洞注入性的物質。可以使用氧化鋁、氧化釩、氧化鈮、氧化鎢、氧化錳等作為高電洞注入性的物質。或者，還可以使用如下物質形成第一層 103：酞菁（縮寫：H<sub>2</sub>Pc）；酞菁類化合物，諸如銅酞菁（縮寫：CuPc）；芳胺化合物，諸如 4,4'-雙[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]聯苯（縮寫：DPAB）或 N,N'-雙[4-[雙

(3-甲基苯基)胺基]苯基]-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺(縮寫:DNTPD);高分子材料,諸如聚(3,4-乙二氧基噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS);等等。

此外,作為第一層103,可以使用包含有機化合物和無機化合物的複合材料。尤其是,包含有機化合物和對有機化合物呈現電子接受性的無機化合物之複合材料,由於在有機化合物和無機化合物之間進行電子轉移,使得載子密度增大,因而具有高電洞注入性和高電洞傳輸性。

此外,在使用包含有機化合物和無機化合物的複合材料作為第一層103的情況下,由於可以實現與第一電極102的歐姆接觸,所以可以與功函數無關地選擇形成第一電極的材料。

用於複合材料的無機化合物較佳為過渡金屬的氧化物。此外,可以舉出屬於元素週期表的第四族至第八族的金屬的氧化物。具體來說,氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鋁、氧化鎢、氧化錳以及氧化銻由於具有高電子接受性,所以是較佳的。其中,氧化鋁由於在空氣中穩定,吸濕性低,並且容易處理,因此是特別佳的。

作為用於複合材料的有機化合物,可以使用例如芳香胺化合物、吡啶衍生物、芳烴、和高分子化合物(包括低聚物和樹枝狀聚合物(dendrimer))等各種化合物。另外,用於複合材料的有機化合物較佳為高電洞傳輸性的有機化合物。具體來說,較佳為具有 $10^{-6}$  cm<sup>2</sup>/Vs或更高的電洞遷移率的物質。下面具體地列舉可用於複合材料的有機化

合物。

芳香胺化合物的範例包括如下物質：N,N'-二（對甲  
苯基）-N,N'-二苯基-對苯二胺（縮寫：DTDPPA）；4,4'-  
雙[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]聯苯（縮寫：  
DPAB）；N,N'-雙[4-[雙（3-甲基苯基）胺基]苯基]-N,N'-  
二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺（縮寫：DNTPD）；和1,3,5-  
三[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]苯（縮寫：  
DPA3B）。

作為可用於複合材料的吡啶衍生物，可以具體地舉出  
如下物質：3-[N-（9-苯基吡啶-3-基）-N-苯基胺基]-9-苯  
基吡啶（縮寫：PCzPCA1）；3,6-雙[N-（9-苯基吡啶-3-基  
）-N-苯基胺基]-9-苯基吡啶（縮寫：PCzPCA2）；3-[N-  
（1-萘基）-N-（9-苯基吡啶-3-基）胺基]-9-苯基吡啶（縮  
寫：PCzPCN1）等。

此外，還可以使用如下物質：4,4'-二（N-吡啶基）聯  
苯（縮寫：CBP）；1,3,5-三[4-（N-吡啶基）苯基]苯（縮  
寫：TCPB）；9-[4-（N-吡啶基）]苯基-10-苯基蒽（縮寫  
：CzPA）；1,4-雙[4-（N-吡啶基）苯基-2,3,5,6-四苯基苯  
等。

此外，可用於複合材料的芳烴之範例包括如下物質：  
2-叔丁基-9,10-二（2-萘基）蒽（縮寫：t-BuDNA）；2-叔  
丁基-9,10-二（1-萘基）蒽；9,10-雙（3,5-二苯基苯基）  
蒽（縮寫：DPPA）；2-叔丁基-9,10-雙（4-苯基苯基）蒽  
（縮寫：t-BuDBA）；9,10-二（2-萘基）蒽（縮寫：DNA

) ; 9,10-二苯基蒽 (縮寫 : DPAnth) ; 2-叔丁基蒽 (縮寫 : t-BuAnth) ; 9,10-雙 (4-甲基-1-萘基)蒽 (縮寫 : DMNA) ; 2-叔丁基-9,10-雙 [2- (1-萘基) 苯基]蒽 ; 9,10-雙 [2- (1-萘基) 苯基]蒽 ; 2,3,6,7-四甲基-9,10-二 (1-萘基)蒽 ; 2,3,6,7-四甲基-9,10-二 (2-萘基)蒽 ; 9,9'-聯蒽 (bianthryl) ; 10,10'-二苯基-9,9'-聯蒽 ; 10,10'-雙 (2-苯基苯基) -9,9'-聯蒽 ; 10,10'-雙 [ (2,3,4,5,6-五苯基) 苯基] -9,9'-聯蒽 ; 蒽 ; 並四苯 ; 紅熒烯 ; 二萘嵌苯 ; 和 2,5,8,11-四 (叔丁基) 二萘嵌苯。此外,除了這些以外,還可以使用並五苯、暈苯等。特別地,更佳使用具有  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  或更高的電洞遷移率且具有 14 至 42 個碳原子的芳烴。

另外,還可以將本具體實施模式 1 所述的雜環化合物用作複合材料。

另外,可用於複合材料的芳烴可以具有乙烯基骨架。作為具有乙烯基的芳烴,可以舉出 4,4'-雙 (2,2-二苯基乙烯基) 聯苯 (縮寫 : DPVBi) ; 9,10-雙 [4- (2,2-二苯基乙烯基) 苯基]蒽 (縮寫 : DPVPA) 等。

此外,也可以使用例如聚 (N-乙烯基吡啶) (縮寫 : PVK) 或聚 (4-乙烯基三苯基胺) (縮寫 : PVTTPA) 之高分子化合物。

作為形成第二層 104 的物質,較佳為高電洞傳輸性的物質,具體地是芳香胺化合物 (即,具有苯環-氮鍵的化合物)。作為所述材料廣泛使用的範例,可以舉出 4,4'-雙

[N- ( 3-甲基苯基 ) -N-苯基胺基]聯苯；其衍生物，例如 4,4'-雙 [N- ( 1-萘基 ) -N-苯基胺基]聯苯（以下稱爲NPB）；星爆型（starburst）芳香胺化合物，例如 4,4',4''-三（N,N-二苯基-胺基）三苯胺、4,4',4''-三 [N- ( 3-甲基苯基 ) -N-苯基胺基]三苯胺等。以上所述物質主要是具有  $10^{-6}$   $\text{cm}^2/\text{Vs}$  或更高的電洞遷移率的物質。另外，第二層 104 不侷限於單層，還可以爲上述物質的混合層或者層疊二或多層的疊層。

另外，還可以將具體實施模式 1 所述的雜環化合物用作電洞傳輸材料。

或者，也可以在例如聚甲基丙烯酸甲酯（縮寫：PMMA）的電惰性高分子化合物中添加電洞傳輸材料。

或者，也可以使用以下高分子化合物：例如，聚（N-乙炔吡啶）（縮寫：PVK）；聚（4-乙炔三苯胺）（縮寫：PVTPA）；聚 [N- ( 4- {N'-[4- ( 4-二苯基胺基 ) 苯基 ] 苯基 -N'-苯基胺基 } 苯基 ) 甲基丙烯醯胺]（縮寫：PTPDMA）；或聚 [N,N'-雙（4-丁基苯基）-N,N'-雙（苯基）聯苯胺]（縮寫：poly-TPD）。再者，也可以在上述高分子化合物中適當地添加電洞傳輸材料。

第三層 105 是包含發光物質的層（也稱爲發光層）。在本具體實施模式中，使用具體實施模式 1 中所述的雜環化合物形成第三層 105。具體實施模式 1 的雜環化合物由於分別顯示紫色至藍色發光，所以有利地作爲發光元件的發光物質。



另外，還可以將具體實施模式1的雜環化合物用作第三層105的主體，並且藉由將作為發光物質的摻雜劑分散到具體實施模式1的雜環化合物中之結構，可以獲得來自作為發光物質的摻雜劑的發光。由於具體實施模式1的雜環化合物具有高激發能，所以運用發光物質分散在該雜環化合物中的結構是特別佳的。

當將其他的發光物質分散到具體實施模式1的雜環化合物中時，可以獲得來自該發光物質的發光色。此外，還可以獲得來自具體實施模式1的雜環化合物的發光色以及來自分散於該雜環化合物中的發光物質的發光色之混合的發光色。

作為分散在具體實施模式1的雜環化合物中的發光物質，可以使用發射螢光的物質或發射磷光的物質。

當使用發射磷光的物質（磷光化合物）時，可以使用各種各樣的物質而沒有特殊的限制，但是較佳使用三重激發能比具體實施模式1的雜環化合物的三重激發能小的物質。由於具體實施模式1的雜環化合物具有高三重激發能，所以可以用於發光層的磷光化合物的選擇範圍較寬。

作為可以與具體實施模式1的雜環化合物一起用於發光層的磷光化合物，例如可以舉出：銱錯合物，例如三（2-苯基吡啶）銱（Ⅲ）（縮寫： $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ ）、雙（2-苯基吡啶）乙醯丙酮銱（Ⅲ）（縮寫： $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})$ ）、雙{2-（對甲苯基）吡啶}乙醯丙酮銱（Ⅲ）（縮寫： $\text{Ir}(\text{tpy})_2(\text{acac})$ ）、雙{2-（2'-苯並噁吩基）吡啶}乙醯丙酮銱（Ⅲ）（縮

寫：Ir(btp)<sub>2</sub>(acac))、和雙[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶-N,C<sup>2'</sup>]甲基吡啶銻(Ⅲ)(縮寫：Flrpic)；鉑錯合物，例如2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉-鉑錯合物(Pt(OEP))；和稀土元素錯合物，例如4,7-二苯基-1,10-菲繞啉三(2-噁吩甲醯基三氟丙酮)銻(Ⅲ)。

當使用發射螢光的物質時，可以使用各種各樣的物質而沒有特殊的限制，但是較佳使用其單重激發能比具體實施模式1的雜環化合物的單重激發能低的物質。由於具體實施模式1所述的雜環化合物具有高單重激發能，所以可以用於發光層的螢光化合物的選擇範圍較寬。

作為可以與具體實施模式1所述的雜環化合物一起用於發光層的螢光化合物，例如可以舉出：香豆素衍生物，例如香豆素6和香豆素545T；喹吡啶酮衍生物，例如N,N'-二甲基喹吡啶酮和N,N'-二苯基喹吡啶酮；吡啶酮衍生物，例如N-苯基吡啶酮和N-甲基吡啶酮；縮合芳族化合物，例如2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(縮寫：t-BuDNA)、9,10-二苯基蒽(縮寫：DPhA)、紅熒烯、二苧並苳(periflanthene)、和2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯(縮寫：TBP)；吡喃衍生物，例如4-二氰基亞甲基-2-[對-(二甲基胺基)苯乙烯基]-6-甲基-4H-吡喃等；及胺衍生物，例如4-(2,2-二苯基乙烯基)三苯胺、9-(4-{N-[4-(咪唑-9-基)苯基]-N-苯基胺基}苯基)-10-苯基蒽(縮寫：YGAPA)、和4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(縮寫：PCBAPA)。

另外，藉由製造將具體實施模式1所述的雜環化合物添加到由能帶隙比該雜環化合物大的材料（主體）構成的層中的發光元件，能夠獲得來自具體實施模式1所述的雜環化合物的發光。即，具體實施模式1所述的雜環化合物還可以用作摻雜劑。

第四層106可以使用高電子傳輸性的物質來形成。例如，可以使用包含下列的層：具有喹啉骨架或苯並喹啉骨架的金屬錯合物等，例如三（8-羥基喹啉）鋁（縮寫：Alq）；三（4-甲基-8-羥基喹啉）鋁（縮寫：Almq<sub>3</sub>）；雙（10-羥基苯並[h]-喹啉）鉍（縮寫：BeBq<sub>2</sub>）；或雙（2-甲基-8-羥基喹啉）（4-苯基苯酚）鋁（BAIq）；等等。除那些之外，可使用以下具有基於噁唑的配體或基於噻唑的配體的金屬錯合物等，例如雙[2-（2-羥基苯基）苯並噁唑]鋅（縮寫：Zn(BOX)<sub>2</sub>）；或雙[2-（2-羥基苯基）苯並噻唑]鋅（縮寫：Zn(BTZ)<sub>2</sub>）。此外，除金屬錯合物之外，也可使用2-（4-聯苯基）-5-（4-叔丁基苯基）-1,3,4-噁二唑（縮寫：PBD）；1,3-雙[5-（對叔丁基苯基）-1,3,4-噁二唑-2-基]苯（縮寫：OXD-7）；3-（4-聯苯基）-4-苯基-5-（4-叔丁基苯基）-1,2,4-三唑（縮寫：TAZ）；紅菲繞啉（縮寫：BPhen）；浴銅靈（bathocuproine）（縮寫：BCP）；等等。本文提及的物質主要是具有 $10^{-6}$  cm<sup>2</sup>/Vs或更高的電子遷移率之物質。此外，電子傳輸層不侷限於單層，也可以層疊二或多層由上述物質形成的層。

另外，還可以將具體實施模式1所述的雜環化合物用

作電子傳輸材料。

此外，也可以將具有增進電子注入功能的層（電子注入層）設置在第四層106和第二電極107之間。作為具有增進電子注入功能的層，可以使用例如氟化鋰（LiF）、氟化銫（CsF）、或氟化鈣（CaF<sub>2</sub>）等鹼金屬或鹼土金屬或它們的化合物。可以使用在由具有電子傳輸性的物質構成的層中混合鹼金屬、鹼土金屬或它們的化合物的層；例如，可以使用在Alq中包含鎂（Mg）的層等作為電子注入層。另外，較佳使用由具有電子傳輸性的物質（包含鹼金屬或鹼土金屬）構成的層作為電子注入層，因為可以有效地從第二電極107注入電子。

另外，在電子注入層中，還可以使用複合材料。作為可以用於所述複合材料的有機化合物，可以使用具體實施模式1所述的雜環化合物。

作為形成第二電極107的物質，可以使用低功函數（具體地是3.8 eV或更低）的金屬、合金、導電性化合物以及它們的混合物等。作為這種陰極材料的具體例子，可以舉出屬於元素週期表的第一族或第二族的元素，即例如鋰（Li）或銫（Cs）等鹼金屬；例如鎂（Mg）、鈣（Ca）或銦（Sr）等鹼土金屬；包含它們的合金（MgAg、AlLi）；例如銻（Eu）或鐳（Yb）等稀土金屬；及包含它們的合金等。然而，藉由在第二電極107和第四層106之間以層疊於該第二電極的方式設置具有促進電子注入功能的層，可以與功函數的大小無關地使用例如Al、Ag、ITO、或包含

矽或氧化矽的ITO等各種導電性材料作為第二電極107。

另外，由於具體實施模式1所述的雜環化合物為電子以及電洞的傳輸性都高的雙極性材料，所以該雜環化合物均可以作為載子傳輸材料用作發光元件的功能層。另外，由於具體實施模式1所述的雜環化合物具有高激發能，故可以用於發光元件的功能層，從而可以防止發光層中生成的激子擴散到其他的層中。結果，可以獲得發光效率高的發光元件。

另外，第一層103、第二層104、第三層105及第四層106的形成方法可以使用各種方法，例如蒸鍍法、濺射法、液滴噴射法（噴墨法）、旋塗法、和印刷法。另外，也可以對每個電極或每個層使用不同的形成方法。

在使用具體實施模式1所述的雜環化合物溶解在溶劑中之液體組成物藉由濕法形成薄膜的情況下，將包含具體實施模式1所述的雜環化合物的薄膜形成材料溶解在溶劑中，將該液體組成物附著在待形成薄膜的區域，接著去除溶劑並固化，以形成薄膜。

作為濕法，可以使用任一種下列方法：旋塗法、輥塗法、噴塗法、澆注法、浸漬法、液滴噴射（噴出）法（噴墨法）、分配器法、各種印刷法（例如絲網（孔版）印刷、膠版（平版）印刷、凸版印刷或凹版印刷等形成所要求的圖形的薄膜之方法）等。另外，只要是使用本具體實施模式的液體組成物，濕法就不侷限於上述的方法。

另外，於上述組成物中，可以使用各種溶劑。例如，

上述雜環化合物可以溶解於例如甲苯、二甲苯、甲氧基苯（苯甲醚）、十二烷基苯或十二烷基苯與四氫萘的混合溶劑等具有芳香環（如苯環）的溶劑中。另外，上述雜環化合物也可以溶解於例如二甲亞砜（DMSO）、二甲基甲醯胺（DMF）、或氯仿等不具有芳香環的有機溶劑中。

另外，作為其他溶劑，還可以舉出例如丙酮、甲乙酮、二乙基酮、正丙基甲基酮和環己酮等酮類溶劑；例如乙酸乙酯、乙酸正丙酯、乙酸正丁酯、丙酸乙酯、 $\gamma$ -丁內酯和碳酸二乙酯等酯類溶劑；例如二乙醚、四氫呋喃和二氧六環等醚類溶劑；例如乙醇、異丙醇、2-甲氧基乙醇和2-乙氧基乙醇等醇類溶劑；等等。

另外，本具體實施模式所述的組成物還可以包含其他有機材料。作為該有機材料，可以舉出在常溫下處於固體狀態的芳族化合物或雜芳族化合物。作為該有機材料，可以使用低分子化合物或高分子化合物。另外，在使用低分子化合物的情況下，較佳使用具有可提高對溶劑的溶解性的取代基之低分子化合物（也可以稱為中分子化合物）。

另外，為了提高所形成的膜的品質，所述組成物也可以進一步包含黏合劑。作為黏合劑，較佳使用電惰性高分子化合物。明確地說，可以使用聚甲基丙烯酸甲酯（縮寫：PMMA）、聚醯亞胺等。

在具有上述結構的本具體實施模式的發光元件中，在第一電極102和第二電極107間產生的電位差使電流通過，如此在包含高發光性物質的第三層105中，電洞和電子複

合，且因而發光。就是說，在第三層 105 中形成發光區域。

發光經過第一電極 102 和第二電極 107 中的一方或兩者被提取到外部。因而，第一電極 102 和第二電極 107 中的一方或兩者包含透光物質。當只有第一電極 102 由透光物質構成時，如圖 1A 所示，發光經過第一電極 102 從基板一側被提取到外部。反之，當只有第二電極 107 由透光物質構成時，如圖 1B 所示，發光經過第二電極 107 從基板的相反一側被提取到外部。當第一電極 102 和第二電極 107 都由透光物質構成時，如圖 1C 所示，發光均經過第一電極 102 和第二電極 107 從基板一側和基板的相反一側被提取到外部。

設置在第一電極 102 和第二電極 107 之間的層的結構並不只限於上述結構。只要具有如下結構，就可以採用上述之外的結構，即：將電洞和電子複合的發光區設置在遠離第一電極 102 和第二電極 107 的部分，以防止由於發光區鄰近金屬引起的猝滅。

也就是說，對層的疊層結構沒有特別的限制，可以將包括具體實施模式 1 所述的雜環化合物的發光層與由如下物質構成的層自由地組合，即：高電子傳輸性的物質、高電洞傳輸性的物質、高電子注入性的物質、高電洞注入性的物質、具有雙極性的物質（具高電子傳輸性和高電洞傳輸性的物質）、電洞阻擋材料等。

圖 2 所示的發光元件具有以下結構：在基板 301 上，在

第一電極 302 及第二電極 307 的一對電極之間設置有 EL 層 308。該 EL 層 308 包括由高電子傳輸性的物質構成的第一層 303、包含發光物質的第二層 304、由高電洞傳輸性的物質構成的第三層 305、以及由高電洞注入性的物質構成的第四層 306。用作陰極的第一電極 302、由高電子傳輸性的物質構成的第一層 303、包含發光物質的第二層 304、由高電洞傳輸性的物質構成的第三層 305、由高電洞注入性的物質構成的第四層 306、和用作陽極的第二電極 307 依次層疊。

下面，明確地說明發光元件的形成方法。

本具體實施模式的發光元件具有在一對電極間夾有 EL 層的結構。該 EL 層至少包括包含發光物質的層（也稱為發光層），且係使用具體實施模式 1 所述的雜環化合物形成。此外，除了包含發光物質的層以外，EL 層還可以包括功能層（例如電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層、或電子注入層等）。電極（第一電極及第二電極）、包含發光物質的層以及功能層可藉由任一種濕法例如液滴噴射法（噴墨法）、旋塗法、和印刷法等而形成，或可藉由任一種乾法例如真空蒸鍍法、CVD 法、和濺射法等而形成。使用濕法使得可以在大氣壓下使用簡單的裝置及製程進行，從而具有簡化製程且提高生產性的效果。反之，乾法因為不需要溶解材料，所以可以使用不易溶解於溶液中的材料，從而材料的選擇範圍寬。

還可以藉由濕法形成構成發光元件的所有薄膜。在此



情況下，可以只使用濕法所需要的設備製造發光元件。另外，也可以藉由濕法層疊直到形成包含發光物質的層，及藉由乾法形成層疊在包含發光物質的層上的功能層及第二電極等。再者，也可以在形成包含發光物質的層之前，藉由乾法形成第一電極及功能層，及藉由濕法形成包含發光物質的層、層疊在包含發光物質的層上的功能層及第二電極。當然，本具體實施模式不侷限於此，也可以根據所使用的材料、需要的膜厚度或介面狀態適當地選擇濕法或乾法來製造發光元件。

在本具體實施模式中，在由玻璃、塑膠等形成的基板上製造發光元件。藉由在一個基板上製造多個這樣的發光元件，可以製造被動矩陣型發光裝置。此外，例如，也可以在由玻璃、塑膠等形成的基板上形成薄膜電晶體（TFT），及在與TFT電連接的電極上製造發光元件。由此，可以製造由TFT控制發光元件的驅動之主動矩陣型發光裝置。另外，對於TFT的結構沒有特別限制，可以是交錯型的TFT或反交錯型的TFT。另外，對用於TFT的半導體的結晶性也沒有特別的限制，可使用非晶型半導體或結晶型半導體。此外，形成在TFT基板上的驅動電路可以由n-通道型及p-通道型TFT構成，或使用n-通道型或p-通道型TFT構成。

具體實施模式1所述的雜環化合物均具有寬的能帶隙且為具有高電子傳輸性及高電洞傳輸性的雙極性材料。因此，藉由將具體實施模式1所述的雜環化合物用於發光元

件，能夠得到載子平衡優良的發光元件。

另外，藉由使用具體實施模式1所述的雜環化合物，能夠得到高效率的發光裝置及高效率的電子設備。

(具體實施模式3)

本具體實施模式中，參照圖3A和3B說明具有與具體實施模式2所述的發光元件不同的結構之發光元件。

在電子傳輸層與發光層間可以設置控制電子載子傳輸的層。圖3A示出如下結構：在用作電子傳輸層的第四層106與用作發光層的第三層105（也稱為發光層105）間設置控制電子載子傳輸的層130。此控制電子載子傳輸的層是藉由將少量之高電子捕捉性的物質添加到上述高電子傳輸性的材料中而形成，或者，藉由將具有低LUMO（最低未佔據軌道）能級和電洞傳輸性的材料添加到高電子傳輸性的材料中而形成。藉由抑制電子載子傳輸而調整載子平衡。藉由採用該結構，能夠高效地抑制因電子穿過第三層105而發生的問題（例如元件使用壽命的降低）。

另外，作為其他種結構，發光層105也可以由二或更多層的多層構成。圖3B示出發光層105包含第一發光層105a和第二發光層105b兩層之多層的例子。

例如，在從用作電洞傳輸層的第二層104側依次層疊第一發光層105a和第二發光層105b以形成發光層105的情況，可以形成下列結構：使用具有電洞傳輸性的物質作為第一發光層105a的主體材料，並且使用具有電子傳輸性的

物質作為第二發光層 105b 的主體材料。

具體實施模式 1 所述的雜環化合物可以單獨用作發光層，或用作主體材料，或甚至用作摻雜劑。

在將具體實施模式 1 所述的雜環化合物用作主體材料的情況，藉由將作為摻雜劑的發光物質分散在具體實施模式 1 所述的雜環化合物中之結構，能夠得到來自作為摻雜劑的發光物質之發光。

另一方面，在將具體實施模式 1 所述的雜環化合物用作摻雜劑的情況下，藉由將具體實施模式 1 所述的雜環化合物添加到由其能帶隙比具體實施模式 1 所述的雜環化合物大的材料（主體材料）構成的層中之結構，能夠得到來自具體實施模式 1 所述的雜環化合物之發光。

另外，因為具體實施模式 1 所述的雜環化合物是具有電洞傳輸性及電子傳輸性的雙極性物質，所以在利用電洞傳輸性的情況，該雜環化合物可以用於第一發光層 105a，或者，在利用電子傳輸性的情況，該雜環化合物可以用於第二發光層 105b。在將具體實施模式 1 所述的雜環化合物單獨用作發光層或主體材料的情況，可以根據雜環化合物的載子傳輸性來決定雜環化合物是用於具有電洞傳輸性的第一發光層 105a 還是用於具有電子傳輸性的第二發光層 105b。

另外，本具體實施模式可以與任何其他具體實施模式適當地組合。

(具體實施模式 4)

在本具體實施模式中，參照圖 4，對具有層疊多個發光單元（EL層）的結構之發光元件（以下稱爲疊層型元件）的具體實施模式進行說明。該發光元件爲在第一電極和第二電極之間具有多個發光單元的發光元件。

在圖 4 中，在第一電極 501 和第二電極 502 之間層疊有第一發光單元 511 和第二發光單元 512。第一電極 501 和第二電極 502 可以採用與具體實施模式 2 類似的電極。或者，第一發光單元 511 和第二發光單元 512 可以具有相同的結構或不同的結構，且其結構可以採用與具體實施模式 2 類似的結構。

電荷產生層 513 包含有機化合物和金屬氧化物的複合材料。該有機化合物和金屬氧化物的複合材料對應於具體實施模式 2 所述的複合材料，它包含有機化合物和例如  $V_2O_5$ 、 $MoO_3$ 、或  $WO_3$  的金屬氧化物。作爲有機化合物，可以使用各種化合物諸如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳烴以及高分子化合物（包括低聚物和樹枝狀聚合物）。此外，還可以使用具體實施模式 1 所述的雜環化合物。另外，較佳使用具有  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  或更高的電洞遷移率之電洞傳輸性有機化合物。因爲有機化合物和金屬氧化物的複合材料具有優異的載子注入性和優異的載子傳輸性，所以可以實現低電壓驅動和低電流驅動。

另外，電荷產生層 513 也可以組合有機化合物和金屬氧化物的複合材料與其他材料而形成。例如，也可以組合

包含有機化合物和金屬氧化物的複合材料之層與包含選自電子供給性物質的化合物和高電子傳輸性的化合物之層。另外，也可以組合包含有機化合物和金屬氧化物的複合材料的層與透明導電膜。

無論怎樣，夾在第一發光單元 511 和第二發光單元 512 之間的電荷產生層 513 可具有任何結構，只要當將電壓施加到第一電極 501 和第二電極 502 時，可以向這些發光單元中的一個注入電子而向另一單元注入電洞就行。

本具體實施模式說明具有兩個發光單元的發光元件，但是，本具體實施模式還可以應用於層疊三或更多個的發光單元之發光元件。如同本具體實施模式的發光元件之情況，在一對電極之間配置電荷產生層以分隔多個發光單元，可以在保持低電流密度的狀態下實現發光元件有高亮度區域的發光。由於可以保持低電流密度，所以可以實現長壽命元件。

本具體實施模式可以與任何其他具體實施模式適當地組合。

#### (具體實施模式 5)

在本具體實施模式中，對使用上述具體實施模式所述的雜環化合物而製造的發光裝置進行說明。

在本具體實施模式中，使用圖 5A 和 5B，對使用具體實施模式 1 所述的雜環化合物製造的發光裝置進行說明。另外，圖 5A 是發光裝置的俯視圖，圖 5B 是沿線 A-B 及線 C-D

切斷圖 5A 而得到的截面圖。由虛線表示的參考符號 601 表示驅動電路部（源極驅動電路）；602 表示像素部；及 603 表示驅動電路部（閘極驅動電路）。此外，參考符號 604 表示密封基板；605 表示密封材料；及 607 表示由密封材料 605 圍繞形成的空間。

另外，引繞佈線 608 是用來傳送輸入到源極驅動電路 601 及閘極驅動電路 603 的信號並且從作為外部輸入端子的 FPC（撓性印刷電路）609 接收例如影像信號、時鐘信號、起始信號、重設信號等信號的佈線。雖然這裏僅示出了 FPC，但該 FPC 也可以安裝有印刷線路板（PWB）。本說明書中的發光裝置之範圍除了發光裝置本身以外，還包括安裝有 FPC 或 PWB 的發光裝置。

接下來，使用圖 5B 說明截面結構。在元件基板 610 上形成有驅動電路部及像素部。這裏示出了作為驅動電路部的源極驅動電路 601 和像素部 602 中的一個像素。

另外，作為源極驅動電路 601，形成有組合 n-通道型 TFT 623 和 p-通道型 TFT 624 的 CMOS 電路。此外，驅動電路也可以使用包含 TFT 的多種電路來形成，例如 CMOS 電路、PMOS 電路或 NMOS 電路。此外，雖然在本具體實施模式中示出了在基板上形成驅動電路的驅動器整合型裝置，但是將驅動電路形成在基板上並不是必須的，也可以將驅動電路形成在外部。

此外，像素部 602 由多個包含開關用 TFT 611、電流控制用 TFT 612 及電連接到電流控制用 TFT 612 的汲極之第一

電極 613 的像素形成。另外，形成有絕緣物 614 以覆蓋第一電極 613 的端部。在這裏，藉由使用正型感光性丙烯酸樹脂膜來形成絕緣物 614。

此外，爲了獲得良好的覆蓋性，在絕緣物 614 的上端部或下端部形成具有曲率的曲面。例如，在使用正型感光性丙烯酸樹脂作爲絕緣物 614 的情況下，較佳只使絕緣物 614 的上端部爲具有曲率半徑  $0.2\ \mu\text{m}$  至  $3\ \mu\text{m}$  的曲面。此外，作爲絕緣物 614，可以使用藉由照射光而對蝕刻劑呈不溶解性的負型樹脂及藉由照射光而對蝕刻劑呈溶解性的正型樹脂中的任一種。

在第一電極 613 上分別形成有包含發光物質的層 616 以及第二電極 617。在這裏，作爲用作陽極的第一電極 613 的材料，較佳使用具有高功函數的材料。例如，可以使用 ITO 膜、含有矽的氧化銦錫膜、包含 2 wt% 至 20 wt% 氧化鋅 (ZnO) 的氧化銦膜、氮化鈦膜、鉻膜、鎢膜、Zn 膜、Pt 膜等的單層膜；氮化鈦膜和以鋁爲主要成分的膜之疊層；以及氮化鈦膜、以鋁爲主要成分的膜和氮化鈦膜之三層結構等。另外，當採用疊層結構時，可以實現低佈線電阻及有利的歐姆接觸。

此外，包含發光物質的層 616 藉由例如使用蒸鍍掩模的蒸鍍法、例如噴墨法的液滴噴射法、印刷法、和旋塗法等各種方法來形成。包含發光物質的層 616 包含具體實施模式 1 所述的雜環化合物。此外，包含發光物質的層 616 可包括其他材料，例如低分子材料或高分子材料（包括低聚

物和樹枝狀聚合物)。

作為形成在包含發光物質的層 616 上且用作陰極的第二電極 617 的材料，較佳使用具有低功函數的材料 (Al、Mg、Li、Ca 或它們的合金或化合物，例如 MgAg、MgIn、AlLi、LiF、或 CaF<sub>2</sub> 等)。另外，當在包含發光物質的層 616 產生的光透過第二電極 617 時，第二電極 617 較佳使用膜厚度減薄的金屬薄膜和透明導電膜 (例如 ITO、包含 2 wt% 至 20 wt% 氧化鋅的氧化銦、包含矽或氧化矽的氧化銦錫、或氧化鋅 (ZnO) 的薄膜) 之疊層。

另外，將發光元件 618 安置在空間 607 中，而該空間 607 係藉由用密封材料 605 將密封基板 604 和元件基板 610 貼合在一起而形成之由元件基板 610、密封基板 604 以及密封材料 605 圍繞而成的空間。另外，在空間 607 中可填充有填充劑，可填充惰性氣體 (例如氮或氬)、密封材料 605 等。

密封材料 605 較佳使用環氧類樹脂。此外，這些材料較佳為盡可能地不使水分或氧透過的材料。此外，作為用於密封基板 604 的材料，除了玻璃基板或石英基板以外，還可以使用由 FRP (玻璃纖維增強塑膠)、PVF (聚氟乙烯)、聚酯或丙烯酸樹脂等形成的塑膠基板。

藉由上述步驟，可以得到使用具體實施模式 1 所述的雜環化合物而製造的發光裝置。

此外，具體實施模式 1 所述的雜環化合物之能帶隙寬且為高電子傳輸性及高電洞傳輸性的雙極性材料。因此，



藉由將具體實施模式1所述的雜環化合物用於發光元件，能夠得到載子平衡優良的高效率發光元件。

另外，藉由使用具體實施模式1所述的雜環化合物，能夠得到高效率的發光裝置。

如上所述，在本具體實施模式中，雖然對藉由電晶體控制發光元件的驅動之主動矩陣型發光裝置進行了說明，但也可以採用被動矩陣型發光裝置。圖6A和6B中示出採用上述具體實施模式製成的被動矩陣型發光裝置。在圖6A和6B中，在基板951上，在電極952和電極956之間設置有包含發光物質的層955。電極952的端部被絕緣層953覆蓋。並且，在絕緣層953上設置有分隔層954。分隔層954的側壁是傾斜的，使得越接近於基板面，二個側壁之間的距離越窄。換言之，分隔層954的短邊方向的截面為梯形，且截面的底邊（朝與絕緣層953的面方向同樣的方向，且與絕緣層953相接的一邊）比截面的上邊（朝與絕緣層953的面方向同樣的方向，但不與絕緣層953相接的一邊）短。藉由以此方式設置分隔層954，可以防止由靜電等導致的發光元件的缺陷。在被動矩陣型發光裝置中，藉由使其包括上述具體實施模式的發光元件，可以獲得高可靠性的發光裝置。

(具體實施模式6)

在本具體實施模式中，說明其一部分中包括本發明具體實施模式之發光裝置的電子設備。當使用包括具體實施

模式 1 所述的雜環化合物時，本具體實施模式的電子設備具有高可靠性的顯示部。

作為具有使用具體實施模式 1 所述的雜環化合物而製造的發光元件之電子設備，可以舉出例如攝影機或數位相機等的影像拍攝裝置、護目鏡型顯示器、導航系統、音響再現裝置（例如汽車音響元件和音響元件）、電腦、遊戲機、可攜式資訊終端機（例如可攜式電腦、行動電話、可攜式遊戲機和電子書）、及具備記錄媒體的影像再現裝置（明確地說，可再現例如數位影音光碟（DVD）等的記錄媒體並具備能夠顯示其影像的顯示裝置之裝置）。圖 7A 至 7D 示出這些電子設備的具體例子。

圖 7A 是根據本具體實施模式的顯示裝置，其包括框體 8001、支撐台 8002、顯示部 8003、揚聲器部 8004、影像輸入端子 8005 等。另外，顯示裝置包括例如個人電腦用、TV 播放接收用、廣告顯示用等之所有資訊顯示裝置。在該顯示裝置中，顯示部 8003 包含成矩陣狀排列之與具體實施模式 2 或 3 中所述的發光元件類似之發光元件。每個發光元件均具有可靠性高的特徵。由該發光元件構成的顯示部 8003 也具有同樣的特徵。因此，此裝置的畫質的劣化少，且改良可靠性。由於這種特徵，在顯示裝置中可以大幅地削減或縮小具有劣化補償功能的電路或電源電路，因此可以實現框體 8001 或支撐台 8002 的小型輕量化。

圖 7B 是根據本具體實施模式的電腦，其包括框體 8102、顯示部 8103、鍵盤 8104、外部連接埠 8105、定位裝置

8106等。在此電腦中，顯示部8103包含成矩陣狀排列之與具體實施模式2或3中所述的發光元件類似之發光元件。此發光元件具有可靠性高的特徵。由該發光元件構成的顯示部8103也具有同樣的特徵。因此，此電腦的畫質的劣化少，且可靠性提高。由於這種特徵，在此電腦中可以大幅地削減或縮小具有劣化補償功能的電路或電源電路，因此可以實現電腦的小型輕量化。

圖7C是根據本發明的攝影機，包括顯示部8202、外部連接埠8204、遙控接收部8205、影像接收部8206、操作鍵8209等。在此攝影機中，顯示部8202包含成矩陣狀排列之與具體實施模式2或3中所述的發光元件類似之發光元件。每個發光元件均具有可靠性高的特徵。由該發光元件構成的顯示部8202也具有同樣的特徵。因此，此攝影機的畫質的劣化少，且可靠性提高。由於這種特徵，在攝影機中可以大幅地削減或縮小具有劣化補償功能的電路或電源電路，因此可以實現攝影機的小型輕量化。由於根據本具體實施模式的攝影機實現了高畫質化以及小型輕量化，因此可以提供適於攜帶的產品。

圖7D是根據本具體實施模式的行動電話，其包括顯示部8403、聲音輸入部8404、聲音輸出部8405、操作鍵8406、外部連接埠8407等。在此行動電話中，顯示部8403包含成矩陣狀排列之與具體實施模式2或3中所述的發光元件類似之發光元件。每個發光元件均具有可靠性高的特徵。由此發光元件構成的顯示部8403也具有同樣的特徵。因此，

此行動電話的畫質的劣化少，且可靠性提高。由於這種特徵，在行動電話中可以大幅地削減或縮小具有劣化補償功能的電路或電源電路，因此可以實現行動電話的小型輕量化。由於根據本具體實施模式的行動電話實現了高畫質以及小型輕量化，因此可以提供適合於攜帶的產品。

如上所述，上述具體實施模式的發光裝置的應用範圍極寬，使得發光裝置可用於各種領域中的電子設備。藉由使用具體實施模式1所述的雜環化合物，可製造具有高可靠性的顯示部之電子設備。

另外，可以將本具體實施模式所述的發光裝置用作照明裝置。參照圖8說明將上述發光元件用作照明裝置的具體實施模式。

在圖8中示出將應用上述具體實施模式的發光裝置用作背光燈的液晶顯示裝置的一個例子。圖8所示的液晶顯示裝置包括外殼901、液晶層902、背光燈903以及外殼904，液晶層902與驅動器IC 905連接。此外，使用上述具體實施模式所述的發光裝置作為背光燈903，藉由端子906提供電流。

藉由將上述具體實施模式的發光裝置用作液晶顯示裝置的背光燈，可以獲得可靠性高的背光燈。另外，上述具體實施模式的發光裝置是面發光的照明裝置並可以實現大面積化，因此可以實現大面積的背光燈以及大面積的液晶顯示裝置。再者，由於上述具體實施模式的發光裝置為薄型，所以可以實現顯示裝置的薄型化。

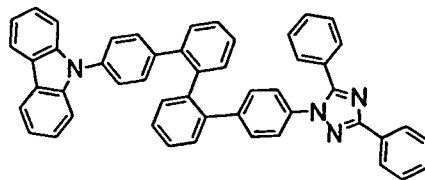
圖 9 是將使用由上述具體實施模式的發光裝置用作照明裝置之臺燈的例子。圖 9 所示的臺燈包括外殼 2001 和光源 2002，並使用上述具體實施模式的發光裝置作為光源 2002。由於上述具體實施模式的發光裝置的可靠性高，所以臺燈的可靠性也高。

圖 10 為將使用上述具體實施模式的發光裝置用作室內照明裝置 3001 的例子。由於上述具體實施模式的發光裝置的可靠性高，所以室內照明裝置 3001 的可靠性也高。並且，由於上述具體實施模式的發光裝置可以實現大面積化，所以此發光裝置可以用作大面積的照明裝置。此外，由於上述具體實施模式的發光裝置為薄型，因此可以用作薄型的照明裝置。

### 【實施方式】

#### (實施例 1)

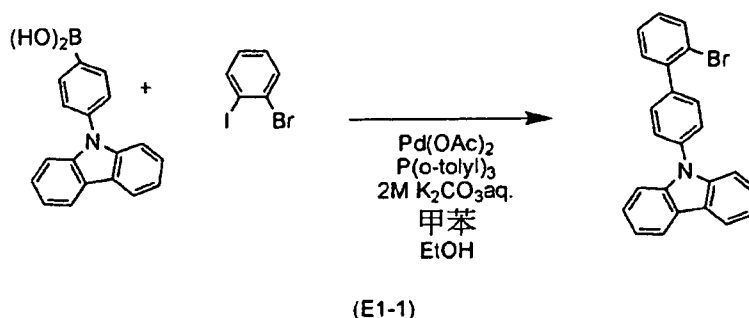
在本實施例中示出合成結構式 (100) 所表示的 9-[4'''-(3,5-二苯基-1H-1,2,4-三唑-1-基)]-[1,1':2',1'':2'',1''']聯四苯-4-基]-9H-咪唑 (縮寫: Z-CzPTAZ(1H)) 的一個例子。



(100)

#### [步驟 1]

此步驟為 9- ( 2'-溴聯苯 -4-基 ) -9H-咔唑的合成步驟。以下使用合成流程圖 ( E1-1 ) 示出該步驟並對該步驟的反應進行詳細說明。

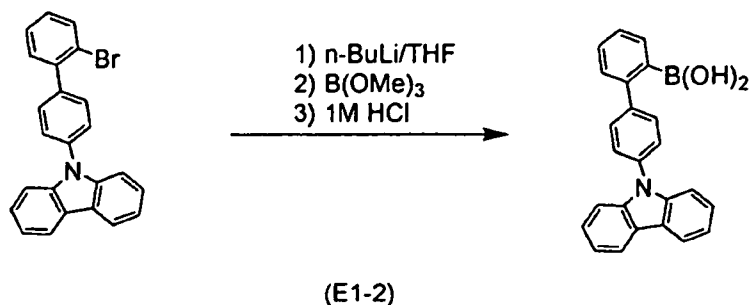


將 15 g ( 52 mmol ) 4- ( 9H-咔唑 -9-基 ) 苯基硼酸、22 g ( 78 mmol ) 2-溴碘苯、0.12 g ( 0.52 mmol ) 醋酸鈰 ( II )、和 1.1 g ( 3.7 mmol ) 三 ( 鄰 - 甲苯基 ) 膦放入 300 mL 的三頸燒瓶中。對該混合物加入 90 mL 甲苯、15 mL 乙醇、和 45 mL 2M 碳酸鉀水溶液，在減壓下對該混合物進行攪拌以使該混合物脫氣，之後對該燒瓶的內部進行氮氣置換。

在 90°C 攪拌該混合物 5 小時。在攪拌之後，對該混合物加入甲苯，並先後使用飽和碳酸鈉水溶液與飽和食鹽水洗滌有機層。並在洗滌之後，對有機層加入硫酸鎂以乾燥有機層。在乾燥之後，對該混合物進行抽濾而得到濾液。對得到的濾液進行濃縮而獲得油狀物，並利用矽膠柱層析法進行純化。對於層析法，首先使用己烷作為展開溶劑，接著使用己烷：乙酸乙酯 = 20：1 的混合溶劑作為展開溶劑而進行。濃縮所獲得的餾分，並進行乾燥，以 74% 的產率得到 15 g 無色油狀物質。

[步驟 2]

此步驟為 4'- ( 9H-咪唑 -9-基 ) 聯苯 -2-硼酸的合成步驟。以下使用合成流程圖 ( E1-2 ) 示出該步驟並對該步驟的反應進行詳細說明。

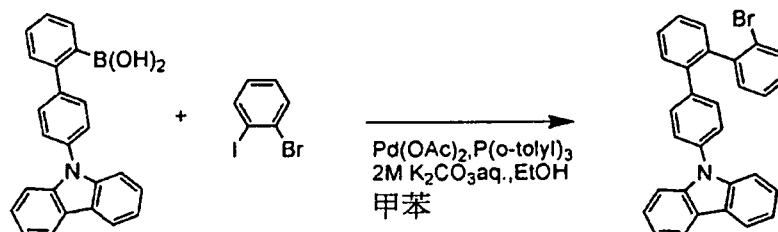


將 15 g ( 38 mmol ) 9- ( 2'-溴聯苯 -4-基 ) -9H-咪唑和 250 mL 四氫呋喃的混合溶液加入 500 mL 的三頸燒瓶中，在減壓下對該混合物進行攪拌以使該混合物脫氣，之後對該燒瓶的內部進行氮氣置換。在  $-78^{\circ}\text{C}$  攪拌該溶液 20 分鐘。在攪拌之後，使用注射器滴加 29 mL ( 45 mmol ) 之 1.6 mol/L 的正丁基鋰己烷溶液，溶液在  $-78^{\circ}\text{C}$  攪拌 2 小時。在攪拌之後，加入 8.0 mL 硼酸三甲酯，混合物在  $-78^{\circ}\text{C}$  攪拌 1 小時，然後從  $-78^{\circ}\text{C}$  逐漸恢復至室溫並攪拌 24 小時。

在攪拌之後，對該溶液添加 50 mL 1M 稀鹽酸並在室溫下攪拌 30 分鐘。在攪拌之後，對該混合物加入乙酸乙酯進行萃取。使用飽和食鹽水對獲得的萃取液進行洗滌。在洗滌之後，對有機層加入硫酸鎂以乾燥有機層。在乾燥之後，對該混合物進行抽濾而得到濾液。濃縮所獲得的濾液後得到的化合物，使用甲苯和己烷的混合溶劑進行再結晶，以 70% 的產率得到 9.6 g 的粉末狀白色固體。

[步驟 3]

此步驟為 9- ( 2''-溴 - [1,1':2',1''] 聯三苯 - 4-基 ) - 9H-咪唑的合成步驟。以下使用合成流程圖 ( E1-3 ) 示出該步驟並對該步驟的反應進行詳細說明。



(E1-3)

將 9.4 g ( 26 mmol ) 4'- ( 9H-咪唑 - 9-基 ) 聯苯 - 2-硼酸、11 g ( 39 mmol ) 2-溴碘苯、0.058 g ( 0.26 mmol ) 醋酸鈰 ( II )、和 0.55 g ( 1.8 mmol ) 三 ( 鄰 - 甲苯基 ) 膦加入到 200 mL 的三頸燒瓶中。之後，加入 60 mL 甲苯、5 mL 乙醇及 30 mL 2M 碳酸鉀水溶液。在減壓下對該混合物進行攪拌以使該混合物脫氣，之後對該燒瓶的內部進行氮氣置換。在氮氣流和 95°C 下攪拌該混合物 5 小時。在攪拌之後，對該混合物添加甲苯，使有機層和水層分離，並先後使用飽和碳酸鈉水溶液和飽和食鹽水洗滌有機層。

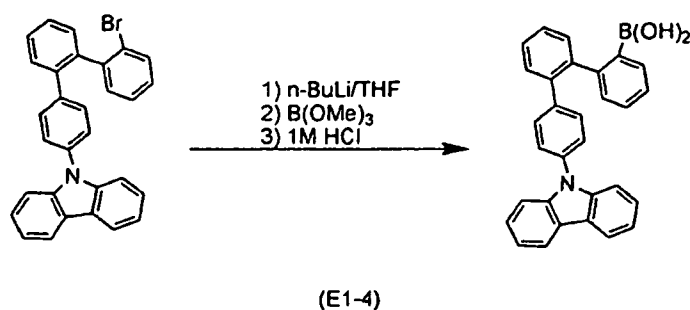
在洗滌之後，對有機層加入硫酸鎂以乾燥有機層。在乾燥之後，藉由使該混合物經過矽藻土 ( Wako Pure Chemical Industries, Ltd 製造，目錄號碼：531-16855 )、矽酸鎂 ( Florisil, Wako Pure Chemical Industries, Ltd 製造，目錄號碼：540-00135 )、礬土進行抽濾，獲得濾液。濃縮該濾液得油狀物，利用矽膠柱層析法進行純化。對於矽膠柱層析法，首先使用己烷作為展開溶劑，接著使用己烷：甲苯 = 2：1 的混合溶劑作為展開溶劑而進行。濃縮



所獲得的餾分，並進行乾燥，以 65% 的產率得到 8.0 g 無色油狀物質。

[步驟 4]

此步驟為 4''- (9H-吡啶-9-基) -[1,1':2',1''] 聯三苯-2-硼酸的合成步驟。以下使用合成流程圖 (E1-4) 示出該步驟並對該步驟的反應進行詳細說明。



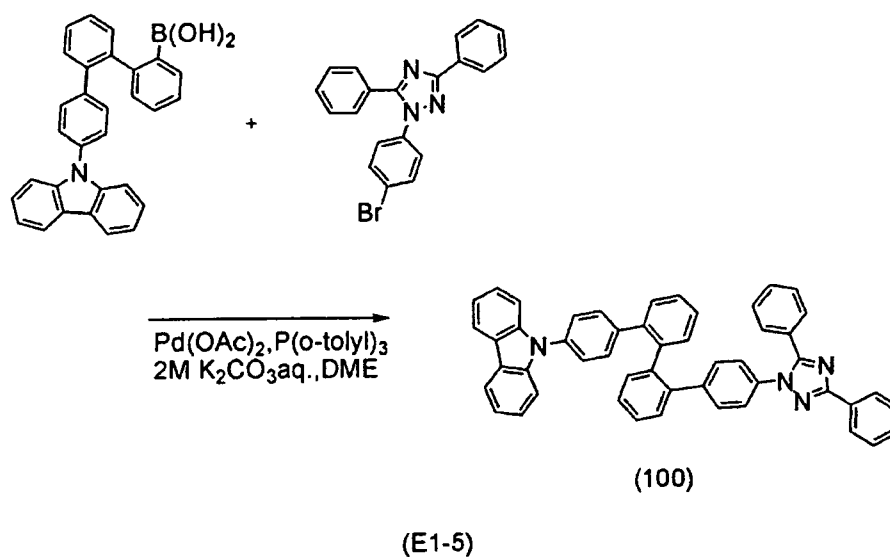
將 8.0 g (17 mmol) 9- (2''-溴-[1,1':2',1'']聯三苯-4-基) -9H-吡啶加入 300 mL 的三頸燒瓶中，加入 150 mL 四氫呋喃，並攪拌溶液。在減壓下對該混合物進行攪拌以使該混合物脫氣，之後對該燒瓶的內部進行氮氣置換。在 -78°C 攪拌該溶液 20 分鐘。使用注射器對該溶液滴加 13 mL (20 mmol) 1.6M 的正丁基鋰己烷溶液並在 -78°C 攪拌 2 小時。在攪拌之後，對該溶液加入 3.8 mL (34 mmol) 硼酸三甲酯並在 -78°C 攪拌溶液 1 小時，然後從 -78°C 逐漸恢復至室溫並攪拌 24 小時。在攪拌之後，對該溶液添加 50 mL 1M 稀鹽酸並在室溫下攪拌 30 分鐘。

在攪拌之後，使用乙酸乙酯對該混合物的水層進行萃取。萃取之後，使用飽和食鹽水對有機層進行洗滌。在洗滌之後，對有機層加入硫酸鎂以乾燥有機層。在乾燥之後

，對該混合物進行抽濾得到濾液。使所獲得的濾液濃縮，並使用甲苯和己烷的混合溶劑進行再結晶，以 54% 的產率得到 4.0 g 的粉末狀白色固體。

[步驟 5]

此步驟為 9-[4'''-(3,5-二苯基-1H-1,2,4-三唑-1-基)-[1,1':2',1'':2'',1''']聯四苯-4-基]-9H-咪唑 (縮寫: Z-CzPTAZ(1H)) 的合成步驟。以下使用合成流程圖 (E1-5) 示出該步驟並對該步驟的反應進行詳細說明。



將 1.2 g (2.7 mmol) 4'''-(9H-咪唑-9-基)-[1,1':2',1'':2'',1''']聯三苯-2-硼酸、1.0 g (2.7 mmol) 1-(4-溴苯基)-3,5-二苯基-1H-1,2,4-三唑、6.0 mg (0.027 mmol) 醋酸鈰(II)、和 0.056 g (0.19 mmol) 三(鄰-甲苯基)膦加入到 100 mL 的三頸燒瓶中。之後於溶液中加入 15 mL 1,2-二甲氧基乙烷 (縮寫: DME) 及 7 mL 2M 碳酸鉀水溶液。在減壓下對該混合物進行攪拌以使脫氣，之後對該燒瓶的內部進行氮氣置換。在氮氣流和 90°C 下攪拌該混合物

10小時。

在攪拌之後，對該混合物添加甲苯，使有機層和水層分離，並使用水洗滌獲得的有機層。在洗滌之後，對有機層加入硫酸鎂以乾燥有機層。在乾燥之後，藉由使該混合物經過矽藻土（Wako Pure Chemical Industries, Ltd製造，目錄號碼：531-16855）進行抽濾，獲得濾液。濃縮該濾液得油狀物，利用矽膠柱層析法進行純化。關於矽膠柱層析法，首先使用甲苯作為展開溶劑，接著使用甲苯：乙酸乙酯=10：1的混合溶劑作為展開溶劑而進行。濃縮所獲得的餾分得化合物，使用高效能液相層析法（HPLC）進行純化。使用氯仿作為展開溶劑。

濃縮所獲得的餾分得化合物，使用甲苯和己烷的混合溶劑進行再結晶，以35%的產率得到0.64 g的粉末狀白色固體。

利用梯度昇華方法（train sublimation method）昇華純化所獲得的0.64 g白色固體。昇華純化係在2.9 Pa的低壓下，將氬氣的流量設定為5 mL/min並在270°C的溫度加熱16小時而進行。在昇華純化之後，以80%的產率獲得0.51 g目的物。

藉由核磁共振（NMR）測量，確認出上述化合物是目的物9-[4'''-(3,5-二苯基-1H-1,2,4-三唑-1-基)]-[1,1':2',1'':2'',1''']聯四苯-4-基]-9H-咪唑（縮寫：Z-CzPTAZ(1H)）。

以下示出所獲得的化合物的<sup>1</sup>H NMR資料。

$^1\text{H}$  NMR (  $\text{CDCl}_3$ , 300 MHz ) :  $\delta=6.76$  ( d,  $J=8.3\text{ Hz}$ , 2H ) ,  $6.84$  ( d,  $J=8.3\text{ Hz}$ , 2H ) ,  $7.14$  ( d,  $J=8.3\text{ Hz}$ , 2H ) ,  $7.20-7.59$  ( m, 24H ) ,  $8.13$  ( d,  $J=7.8\text{ Hz}$ , 2H ) ,  $8.18-8.23$  ( m, 2H ) 。

另外，圖 11A 和 11B 示出  $^1\text{H}$  NMR 圖表。另外，圖 11B 是放大圖 11A 中的 6.5 ppm 至 8.5 ppm 之範圍而表示的圖表。

另外，圖 12A 示出 Z-CzPTAZ(1H) 甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜。另外，圖 12B 示出 Z-CzPTAZ(1H) 薄膜的吸收光譜及發射光譜。當測定吸收光譜時，利用紫外可見分光光度計 ( JASCO Corporation 製造的 V550 型 ) 。將溶液放在石英皿中，利用蒸鍍在石英基板上形成薄膜以製造樣品，接著進行測定。圖 12A 示出 Z-CzPTAZ(1H) 溶液的吸收光譜，係經由自原始吸收光譜減去石英皿和甲苯的吸收光譜而得之光譜。圖 12B 示出 Z-CzPTAZ(1H) 薄膜的吸收光譜，係經由自原始吸收光譜減去石英基板的吸收光譜而得之光譜。在圖 12A 和 12B 中，橫軸表示波長 ( nm ) ，縱軸表示強度 ( 任意單位 ) 。在甲苯溶液的情況下，在 292 nm 及 306 nm 附近觀察到吸收，發射波長為 349 nm 和 366 nm ( 激發波長為 321 nm ) 。另外，在薄膜的情況下，在 236 nm、296 nm 及 344 nm 附近觀察到吸收，最大發射波長為 372 nm ( 激發波長為 344 nm ) 。

另外，還測量了薄膜狀態的 Z-CzPTAZ(1H) 之 HOMO 能級和 LUMO 能級。藉由將使用光電能譜儀 ( Riken Keiki Co., Ltd 製造的 AC-2 型 ) 在大氣中測得的離子化電位數值

換算為負值，以得到 HOMO 能級的數值。另外，藉由使用圖 12B 所示的 Z-CzPTAZ(1H) 薄膜的吸收光譜資料，並從假定直接躍遷的  $T_{auc}$  圖算出吸收端，並且將該吸收端視為光學能隙並加至 HOMO 能級的數值，如此得到 LUMO 能級的數值。其結果是 Z-CzPTAZ(1H) 的 HOMO 能級為  $-5.88$  eV，能隙為  $3.51$  eV 且 LUMO 能級為  $-2.37$  eV。

由此可知 Z-CzPTAZ(1H) 是具有大能隙的物質。

此外，利用密度泛函法 (density functional theory, DFT) 計算 Z-CzPTAZ(1H) 處於基態時的最佳分子結構。以電勢能、電子間靜電能、電子動能、和包括所有其他複雜的電子間互相作用之與交換相關的總能量之和表示 DFT 中的總能量。在 DFT 中，由於使用以電子密度表示的電子勢的泛函數 (為另一函數的函數) 近似表示與交換相關的作用，所以計算速度快並且計算精度高。在此，利用混合泛函數 B3LYP 規定關於與交換相關的總能量之各參數的加權分量。此外，將作為基底函數的 6-311 (為對各原子價軌道使用三個收縮函數的三重分裂價層 (triple-split valence) 基底函數組之基底函數) 應用於所有原子。根據上述基底函數，例如在氫原子的情況下考慮  $1s$  至  $3s$  的軌道，而在碳原子的情況下考慮  $1s$  至  $4s$ 、 $2p$  至  $4p$  的軌道。再者，將作為極化基底函數組之  $p$  函數和  $d$  函數分別加至氫原子及氫原子以外的原子，以便提高計算精確度。

此外，使用 Gaussian 03 作為量子化學計算程式。使用高性能電腦 (日本 SGI 株式會社製造，Altix4700) 來進行

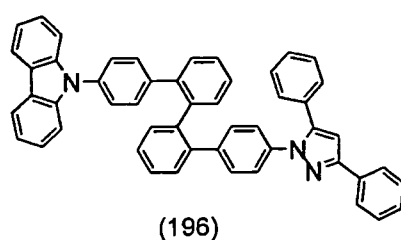
計算。

利用 GaussView 4.1，使根據計算而求出的 Z-CzPTAZ(1H)的最佳分子結構中的最高佔據軌道 (HOMO) 和最低未佔據軌道 (LUMO) 視覺化並將其分別示於圖 24A 和 24B。圖 24A 示出最高佔據軌道 (HOMO)，圖 24B 示出最低未佔據軌道 (LUMO)。圖中的球表示構成 Z-CzPTAZ(1H)的原子，原子周圍的雲狀物表示最高佔據軌道 (HOMO) 或最低未佔據軌道 (LUMO)。

藉由圖 24A 和 24B 可知：在 Z-CzPTAZ(1H)中最高佔據軌道存在於咔唑附近，並且咔唑基對 Z-CzPTAZ(1H)提供很大的電洞傳輸性。另外，亦可知：最低未佔據軌道存在於三唑附近，且三唑基對 Z-CzPTAZ(1H)提供很大的電子傳輸性。由此，因為 Z-CzPTAZ(1H)將具有電子傳輸性的雜芳環之三唑骨架和具有電洞傳輸性的咔唑骨架引入分子內，可知其是具有電子傳輸性及電洞傳輸性的雙極性材料。

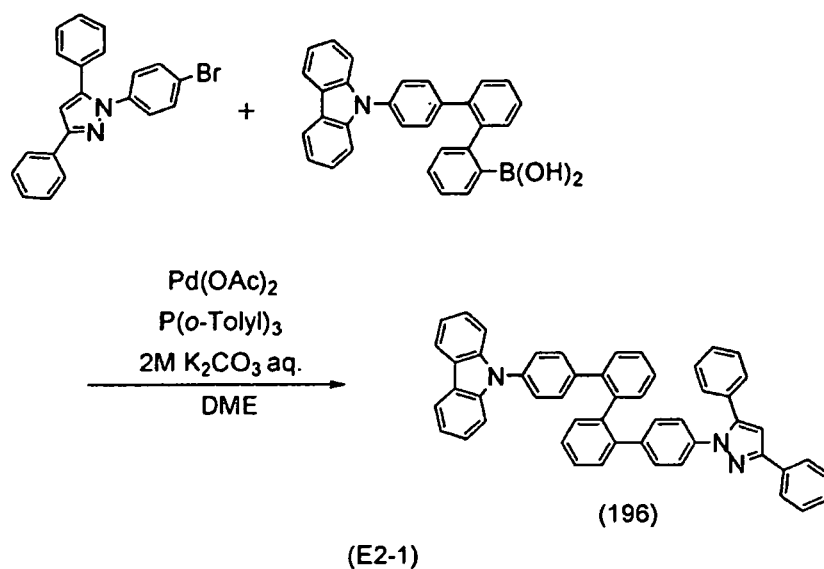
#### (實施例 2)

在本實施例中示出合成結構式 (196) 表示的 9-[4'''-(3,5-二苯基-1H-吡唑-1-基)4,1':2',1'':2'',1'''-聯四苯]-9H-咔唑 (縮寫：Z-CzPPz) 的一個例子。



## [步驟 1]

此步驟為 9-[4'''-(3,5-二苯基-1H-吡唑-1-基)4,1':2',1'':2'',1'''-聯四苯]-9H-咔唑 (縮寫: Z-CzPPz) 的合成步驟。以下使用合成流程圖 (E2-1) 示出該步驟並對該步驟的反應進行詳細說明。



在 300 mL 的三頸燒瓶中加入 1.1 g (3.0 mmol) 1-(4-溴苯基)-3,5-二苯基-1H-吡唑、1.3 g (3.1 mmol) 根據實施例 1 的步驟 1 至步驟 4 得到之 4'''-(9H-咔唑-9-基)-[1,1':2',1'']聯三苯-2-硼酸、0.19 g (0.62 mmol) 三(鄰甲苯基)膦、30 mL 1,2-二甲氧基乙烷 (縮寫: DME) 及 3 mL 2M 的碳酸鉀水溶液。在減壓下對該混合物進行攪拌以使該混合物脫氣, 之後對該燒瓶的內部進行氮氣置換。對該混合物加入 33 mg (0.15 mmol) 醋酸鈮 (II), 混合物在氮氣流和 80°C 下攪拌 6 小時。

在經過預定的時間之後, 對該混合物添加水, 萃取水層。使用飽和碳酸氫鈉水溶液以及飽和食鹽水洗滌所得到的

萃取溶液與有機層，並使用硫酸鎂進行乾燥。所得的混合物進行自然過濾，濃縮所得的濾液，得到油狀物。利用矽膠柱層析法（甲苯：己烷=1：1）對該油狀物進行純化，並使用甲苯和己烷的混合溶劑進行兩次再結晶，以55%的產率獲得1.2 g目的物的白色粉末。

利用梯度昇華方法（train sublimation method）昇華純化所獲得的1.1 g白色固體。昇華純化係在10Pa的低壓下，將氫氣的流量設定為5 mL/min並在280°C的溫度加熱15小時而進行。在昇華純化之後，以83%的產率獲得0.94 g目的物。

藉由核磁共振（NMR），確認出上述化合物是目的物9-[4'''-(3,5-二苯基-1H-吡唑-1-基)4,1':2',1'':2'',1'''-聯四苯]-9H-吡唑（縮寫：Z-CzPPz）。

以下示出所獲得的化合物的<sup>1</sup>H NMR資料。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>, 300 MHz) : δ=6.69 (d, J=8.4 Hz, 2H), 6.78 (s, 1H), 6.82 (d, J=8.4 Hz, 2H), 7.10 (d, J=8.7 Hz, 2H), 7.18-7.54 (m, 24H), 7.88 (dd, J=1.5 Hz, 8.4 Hz, 2H), 8.13 (d, J=7.8 Hz, 2H)。

另外，圖13A和13B示出<sup>1</sup>H NMR圖表。另外，圖13B是放大圖13A中的6.5 ppm至8.5 ppm的範圍而表示的圖表。

另外，圖14A示出Z-CzPPz甲苯溶液的吸收光譜及發射光譜。另外，圖14B示出Z-CzPPz薄膜的吸收光譜及發射光譜。當測定吸收光譜時，利用紫外可見光分光光度計（JASCO Corporation製造的V-550型）。將溶液放在石英皿



中，利用蒸鍍在石英基板上形成薄膜以製造樣品，接著進行測定。圖 14A 示出 Z-CzPPz 溶液的吸收光譜，係經由自原始吸收光譜減去石英皿和甲苯的吸收光譜而得之光譜。圖 14B 示出 Z-CzPPz 薄膜的吸收光譜，係經由自原始吸收光譜減去石英基板的吸收光譜而得之光譜。在圖 14A 和 14B 中，橫軸表示波長 (nm)，縱軸表示強度 (任意單位)。在甲苯溶液的情況下，在 294 nm 及 343 nm 附近觀察到吸收，發射波長為 349 nm 和 363 nm (激發波長為 309 nm)。另外，在薄膜的情況下，在 297 nm 及 344 nm 附近觀察到吸收，最大發射波長為 372 nm (激發波長為 345 nm)。

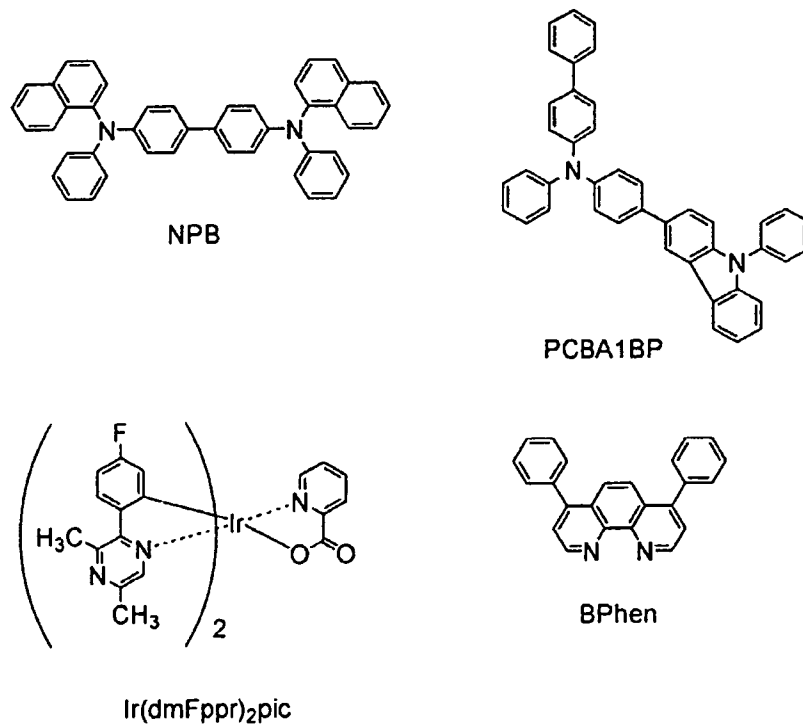
另外，還測量了薄膜狀態的 Z-CzPPz 之 HOMO 能級和 LUMO 能級。藉由將使用光電能譜儀 (Riken Keiki Co., Ltd 製造的 AC-2 型) 在大氣中測得的離子化電位的數值換算為負值，以得到 HOMO 能級的數值。另外，藉由使用圖 14B 所示的 Z-CzPPz 薄膜的吸收光譜的資料，並從假定直接躍遷的 Tauc 圖算出吸收端，並且將該吸收端視為光學能隙並將加至 HOMO 能級的數值，如此得到 LUMO 能級的數值。其結果是 Z-CzPPz 的 HOMO 能級為 -5.81 eV，能隙為 3.43 eV 且 LUMO 能級為 -2.38 eV。

由此可知 Z-CzPPz 是具有大能隙的物質。

### (實施例 3)

在本實施例中，使用圖 15 對根據本發明具體實施模式的發光元件進行說明。以下示出在本實施例中使用的材料

的化學式。



以下示出本實施例的發光元件1的製造方法。

(發光元件1)

首先，在玻璃基板2101上藉由濺射法形成包含氧化矽的氧化銦錫膜，以形成第一電極2102。厚度為110 nm，電極面積為2 mm×2 mm。

接著，以形成有第一電極的面朝下的方式，將形成有第一電極的基板固定到設置在真空蒸鍍裝置中的基板支架上，接著將壓力降至大約 $10^{-4}$  Pa，在第一電極2102上藉由使用電阻加熱的蒸鍍法來共蒸鍍4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯(簡稱：NPB)和氧化鉬(VI)，如此形成包含複合有機化合物和無機化合物而成的複合材料之層作為第一層2103。厚度為50 nm。並對NPB和氧化鉬(VI)的

比率進行調節以使其重量比為 4 : 2 ( =NPB : 氧化鉬 ( VI ) ) 。另外，共蒸鍍法是指在一個處理室內從多個蒸鍍源同時進行蒸鍍的蒸鍍法。

接著，在第一層 2103 上形成 10 nm 厚的 4-苯基 -4'- ( 9-苯基 -9H-吡啶 -3-基 ) 三苯胺 ( 縮寫 : PCBA1BP ) ，如此形成第二層 2104 以作為電洞傳輸層。

再者，藉由在第二層 2104 上共蒸鍍在實施例 1 中合成的雜環化合物 Z-CzPTAZ(1H)、PCBA1BP 以及雙 - { 2- ( 4-氟苯基 ) -3,5-二甲基吡啶 } ( 吡啶甲酸 ) 銻 ( III ) ( 縮寫 : Ir(dmFppr)<sub>2</sub>pic ) ，如此在第二層 2104 上形成第三層 2105 以作為發光層。這裏，將 Z-CzPTAZ(1H) : PCBA1BP : Ir(dmFppr)<sub>2</sub>pic 的重量比調節為 1 : 0.2 : 0.1 ( =Z-CzPTAZ(1H) : PCBA1BP : Ir(dmFppr)<sub>2</sub>pic ) 。另外，將第三層 2105 的厚度調整為 40 nm。

然後，在第三層 2105 上利用蒸鍍依序層疊 10 nm 厚的在實施例 1 中合成的雜環化合物 Z-CzPTAZ(1H) 以及 20 nm 厚的紅菲繞啉 ( 縮寫 : BPhen ) ，如此形成第四層 2106 以作為電子傳輸層。並且，在第四層 2106 上蒸鍍厚度為 1 nm 的氟化鋰 ( LiF ) ，如此形成第五層 2107 以作為電子注入層。最後，蒸鍍 200 nm 厚的鋁形成第二電極 2108 以作為陰極。如此，藉由上述步驟製造本實施例的發光元件 1。

另外，在上述蒸鍍步驟中，蒸鍍全部利用電阻加熱法。

以下使用表 1 示出發光元件 1 的元件結構。

[表1]

第二電極2108	Al 200 nm
第五層2107	LiF 1 nm
第四層2106	BPhen 20 nm
	Z-CzPTAZ(1H) 10 nm
第三層2105	Z-CzPTAZ(1H) : PCBA1BP : Ir(dmFppr) <sub>2</sub> pic (=1 : 0.2 : 0.1) 40 nm
第二層2104	PCBA1BP 10 nm
第一層2103	NPB : MoO <sub>x</sub> (=4 : 2) 50 nm
第一電極2102	ITSO 110 nm

在氮氣氣圍的手套操作箱內，以藉由上述步驟獲得的發光元件1不暴露於大氣的方式進行密封發光元件1的操作。然後對這些發光元件1的工作特性進行測定。另外，測定係在室溫（於保持25℃的氣圍中）進行。

圖16示出發光元件1的電流密度-亮度特性。在圖16中，橫軸表示電流密度（mA/cm<sup>2</sup>），縱軸表示亮度（cd/m<sup>2</sup>）。另外，圖17示出電壓-亮度特性。在圖17中，橫軸表示施加的電壓（V），縱軸表示亮度（cd/m<sup>2</sup>）。另外，圖18示出亮度-電流效率特性。在圖18中，橫軸表示亮度（cd/m<sup>2</sup>），縱軸表示電流效率（cd/A）。

發光元件1的電流效率在亮度為945 cd/m<sup>2</sup>時達到54 cd/A，極為高效率。另外，此時的外部量子效率為15%，電壓為6.0V。

另外，圖 19 示出流過 0.1 mA 電流時的發射光譜。在圖 19 中，橫軸表示波長 (nm)，縱軸表示強度 (任意單位)。從圖 19 中可以觀察到所製造的發光元件 1 展現來自  $\text{Ir}(\text{dmFppr})_2\text{pic}$  的綠色發光。發光元件 1 當亮度為  $945 \text{ cd/m}^2$  時，CIE 色度座標為 ( $x=0.40$ ,  $y=0.59$ )。

如上所述，藉由將根據實施例 1 製造的 Z-CzPTAZ 用作發光層的主體材料及電子傳輸材料，可以製造高效率的發光元件。

#### (實施例 4)

在本實施例中，對具有與實施例 3 不同的結構之發光元件進行說明。由於本實施例中所使用的材料之結構式已經示於之前的實施例中，所以省略對其結構式的記載。其元件結構與實施例 3 相同，請參照圖 15。

以下示出本實施例的發光元件 2 的製造方法。

#### (發光元件 2)

本實施例的發光元件 2，除了用作發光層的第三層 2105 及用作電子傳輸層的第四層 2106 之外，都與實施例 3 中的發光元件 1 同樣地製造。在本實施例的發光元件 2 中，使用以下方法製造第三層 2105 及第四層 2106。

在第二層 2104 上，藉由共蒸鍍在實施例 2 中合成的雜環化合物 Z-CzPPz、PCBA1BP 以及  $\text{Ir}(\text{dmFppr})_2\text{pic}$ ，如此在第二層 2104 上形成第三層 2105 以作為發光層。這裏，將 Z-

CzPPz : PCBA1BP : Ir(dmFppr)<sub>2</sub>pic 的重量比調節為 1 : 0.2 : 0.1 ( =Z-CzPPz : PCBA1BP : Ir(dmFppr)<sub>2</sub>pic ) 。另外，第三層 2105 的厚度調節為 40 nm 。

然後，在第三層 2105 上利用蒸鍍依序層疊 10 nm 厚的在實施例 2 中合成的雜環化合物 Z-CzPPz 及 20 nm 厚的紅菲繞啉（縮寫：BPhen），如此形成第四層 2106 以作為電子傳輸層。

另外，在上述蒸鍍步驟中，蒸鍍全部利用電阻加熱法。

以下使用表 2 示出發光元件 2 的元件結構。

[表2]

第二電極2108	Al 200 nm
第五層2107	LiF 1 nm
第四層2106	BPhen 20 nm
	Z-CzPPz 10 nm
第三層2105	Z-CzPPz : PCBA1BP : Ir(dmFppr) <sub>2</sub> pic (=1 : 0.2 : 0.1) 40 nm
第二層2104	PCBA1BP 10 nm
第一層2103	NPB : MoOx (=4 : 2) 50 nm
第一電極2102	ITSO 110 nm

在氮氣氣圍的手套操作箱內，以發光元件 2 不暴露於大氣的方式進行密封藉由上述步驟獲得的發光元件 2 的操

作。然後對這些發光元件2的工作特性進行測定。另外，測定係在室溫（於保持25°C的氣圍中）進行。

圖20示出發光元件2的電流密度-亮度特性。在圖20中，橫軸表示電流密度（mA/cm<sup>2</sup>），縱軸表示亮度（cd/m<sup>2</sup>）。另外，圖21示出電壓-亮度特性。在圖21中，橫軸表示施加的電壓（V），縱軸表示亮度（cd/m<sup>2</sup>）。另外，圖22示出亮度-電流效率特性。在圖22中，橫軸表示亮度（cd/m<sup>2</sup>），縱軸表示電流效率（cd/A）。

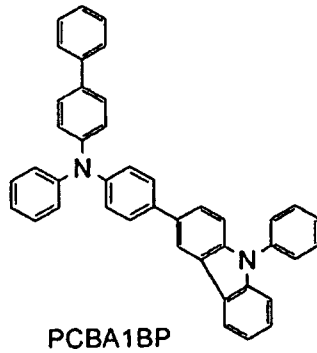
發光元件2的電流效率在亮度為1008 cd/m<sup>2</sup>時達到52 cd/A，極為高效率。另外，此時的外部量子效率為15%，電壓為6.2V。

另外，圖23示出流過0.1 mA電流時的發射光譜。在圖23中，橫軸表示波長（nm），縱軸表示強度（任意單位）。從圖23中可以觀察到所製造的發光元件2展現來自Ir(dmFppr)<sub>2</sub>pic的綠色發光，並且當亮度為1008 cd/m<sup>2</sup>時，CIE色度座標為（x=0.40，y=0.59）。

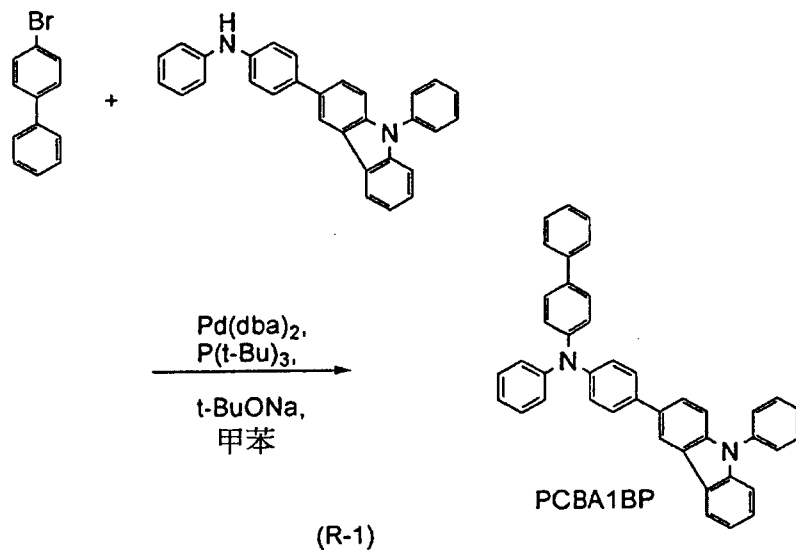
如上所述，藉由將根據實施例2製造的Z-CzPPz用作發光層的主體材料及電子傳輸材料，可以製造高效率的發光元件。

（參考例）

下面，對上述實施例3及4所使用的4-苯基-4'-（9-苯基-9H-吡啶-3-基）三苯胺（縮寫：PCBA1BP）的合成方法進行具體說明。



以下示出 4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺 (縮寫：PCBA1BP) 的合成流程圖 (R-1)。



將 2.0 g (4.9 mmol) 4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)二苯胺、1.1 g (4.9 mmol) 4-溴聯苯、和 2.0 g (20 mmol) 叔丁醇鈉加入到 100 mL 的三頸燒瓶中，並對燒瓶的內部進行氮氣置換。對該混合物加入 50 mL 甲苯和 0.30 mL 三(叔丁基)膦 (10 wt% 己烷溶液)。

在減壓下邊攪拌該混合物邊進行脫氣，在脫氣之後加入 0.10 g 雙(二亞苺基丙酮)鈀(0)。接著，在 80°C 加熱並攪拌該混合物 5 小時使其進行反應。在反應之後，對反應混合物加入甲苯，藉由使所得懸浮液經過矽藻土 (Wako Pure Chemical Industries, Ltd 製造，目錄號碼：531-16855



)、礬土、和矽酸鎂 ( Florisil, Wako Pure Chemical Industries, Ltd製造, 目錄號碼: 540-00135) 進行抽濾, 獲得濾液。先後使用飽和碳酸鈉水溶液與飽和食鹽水洗滌所獲得的濾液。對有機層加入硫酸鎂以乾燥有機層。在乾燥之後, 對該混合物進行抽濾, 去除硫酸鎂, 獲得濾液。

對得到的濾液進行濃縮, 並利用矽膠柱層析法進行純化。矽膠柱層析法係經由首先使用甲苯: 己烷=1: 9的混合溶劑作為展開溶劑, 然後使用甲苯: 己烷=3: 7的混合溶劑作為另一個展開溶劑來進行。濃縮所得到的餾分而得到固體, 利用氯仿和己烷的混合溶劑進行再結晶, 其結果以84%的產率得到2.3 g的粉末狀白色固體。

利用梯度昇華法對所得到的1.2 g的白色固體進行昇華純化。在7.0 Pa的低壓下, 將氬流量設定為3 mL/min, 在280°C進行20小時的昇華純化。得1.1 g白色固體, 產率為89%。

藉由核磁共振 ( $^1\text{H}$  NMR) 測定所得到的化合物。以下示出測定資料。

$^1\text{H}$  NMR ( DMSO- $d_6$ , 300 MHz) :  $\delta$  ( ppm ) =7.05-7.20 ( m, 7H ), 7.28-7.78 ( m, 21H ), 8.34 ( d,  $J=7.8\text{Hz}$ , 1H ), 8.57 ( s, 1H ) 。

從測定結果可知獲得4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(縮寫: PCBA1BP)。

藉由使用4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(縮寫: PCBA1BP), 可以形成上述實施例的發光元件1

及發光元件 2。

本說明書根據 2009 年 3 月 31 日在日本專利局受理的日本專利申請編號 2009-086675 而製作，所述申請內容包括在本說明書中。

**【圖式簡單說明】**

在附圖中：

圖 1A 至 1C 是說明本發明的一個具體實施模式的發光元件的圖；

圖 2 是說明本發明的一個具體實施模式的發光元件的圖；

圖 3A 和 3B 是說明本發明的一個具體實施模式的發光元件的圖；

圖 4 是說明本發明的一個具體實施模式的發光元件的圖；

圖 5A 和 5B 是說明本發明的一個具體實施模式的發光裝置的圖；

圖 6A 和 6B 是說明本發明的一個具體實施模式的發光裝置的圖；

圖 7A 至 7D 是說明本發明的具體實施模式的電子設備的圖；

圖 8 是說明本發明的一個具體實施模式的電子設備的圖；

圖 9 是說明本發明的一個具體實施模式的照明裝置的

圖；

圖 10 是說明本發明的一個具體實施模式的照明裝置的

圖；

圖 11A 和 11B 是表示 Z-CzPTAZ(1H) 的  $^1\text{H}$  NMR 圖表的圖

；

圖 12A 和 12B 是分別表示 Z-CzPTAZ(1H) 的甲苯溶液及薄膜之吸收光譜及發射光譜的圖；

圖 13A 和 13B 是示出 Z-CzPPz 的  $^1\text{H}$  NMR 圖表的圖；

圖 14A 和 14B 是分別表示 Z-CzPPz 的甲苯溶液及薄膜之吸收光譜和發射光譜的圖；

圖 15 是說明實施例的發光元件的圖；

圖 16 是表示發光元件 1 的電流密度-亮度特性的圖；

圖 17 是表示發光元件 1 的電壓-亮度特性的圖；

圖 18 是表示發光元件 1 的亮度-電流效率特性的圖；

圖 19 是表示發光元件 1 的發射光譜的圖；

圖 20 是表示發光元件 2 的電流密度-亮度特性的圖；

圖 21 是表示發光元件 2 的電壓-亮度特性的圖；

圖 22 是表示發光元件 2 的亮度-電流效率特性的圖；

圖 23 是表示發光元件 2 的發射光譜的圖；及

圖 24A 和 24B 是表示根據計算求出的 Z-CzPTAZ 的最高佔據分子軌道及最低未佔據分子軌道的圖。

#### 【主要元件符號說明】

101：基板

- 102 : 第一電極
- 103 : 第一層
- 104 : 第二層
- 105 : 第三層
- 105a : 發光層
- 105b : 發光層
- 106 : 第四層
- 107 : 第二電極
- 108 : EL層
- 130 : 層
- 301 : 基板
- 302 : 第一電極
- 303 : 第一層
- 304 : 第二層
- 305 : 第三層
- 306 : 第四層
- 307 : 第二電極
- 308 : EL層
- 501 : 第一電極
- 502 : 第二電極
- 511 : 第一發光單元
- 512 : 第二發光單元
- 513 : 電荷產生層
- 601 : 源極驅動電路

- 602 : 像素部
- 603 : 閘極驅動電路
- 604 : 密封基板
- 605 : 密封材料
- 607 : 空間
- 608 : 佈線
- 609 : FPC ( 撓性印刷電路 )
- 610 : 元件基板
- 611 : 開關用 TFT
- 612 : 電流控制用 TFT
- 613 : 第一電極
- 614 : 絕緣物
- 616 : 含有發光物質的層
- 617 : 第二電極
- 618 : 發光元件
- 623 : n通道型 TFT
- 624 : p通道型 TFT
- 901 : 外殼
- 902 : 液晶層
- 903 : 背光燈
- 904 : 外殼
- 905 : 驅動器 IC
- 906 : 端子
- 951 : 基板

- 952 : 電極
- 953 : 絕緣層
- 954 : 分隔層
- 955 : 含有發光物質的層
- 956 : 電極
- 2001 : 外殼
- 2002 : 光源
- 2101 : 玻璃基板
- 2102 : 第一電極
- 2103 : 第一層
- 2104 : 第二層
- 2105 : 第三層
- 2106 : 第四層
- 2107 : 第五層
- 2108 : 第二電極
- 3001 : 照明裝置
- 8001 : 框體
- 8002 : 支撐台
- 8003 : 顯示部
- 8004 : 揚聲器部
- 8005 : 影像輸入端子
- 8102 : 框體
- 8103 : 顯示部
- 8104 : 鍵盤

03年6月19日 修正  
割線 (原本)

8105 : 外部連接埠

8106 : 定位裝置

8202 : 顯示部

8204 : 外部連接埠

8205 : 遙控接收部

8206 : 影像接收部

8209 : 操作鍵

8403 : 顯示部

8404 : 聲音輸入部

8405 : 聲音輸出部

8406 : 操作鍵

8407 : 外部連接埠

未修

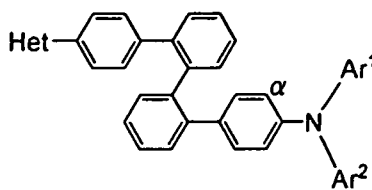
103年6月19日修正  
對錄(本)

空白頁



## 七、申請專利範圍：

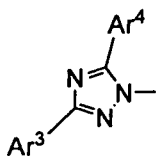
1. 一種由通式 (G1) 表示的雜環化合物：



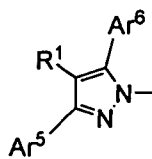
(G1)

其中， $Ar^1$  和  $Ar^2$  分別表示經取代或未經取代之環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基， $Ar^1$  和  $\alpha$  的碳原子彼此結合以形成咪唑骨架或  $Ar^1$  和  $Ar^2$  彼此結合以形成咪唑骨架，

Het 表示由下面的通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 表示的取代基中的任一個，



(S1-1)

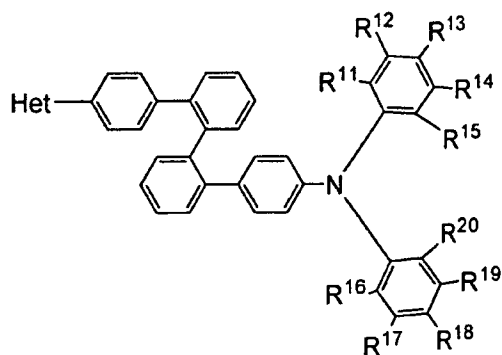


(S1-2)

$Ar^3$  至  $Ar^6$  分別表示經取代或未經取代之環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基，

並且  $R^1$  表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基及環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的任一個。

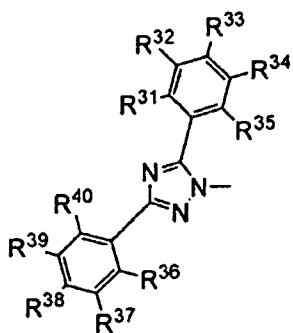
2. 如申請專利範圍第 1 項的雜環化合物，其中該雜環化合物由通式 (G2) 表示，



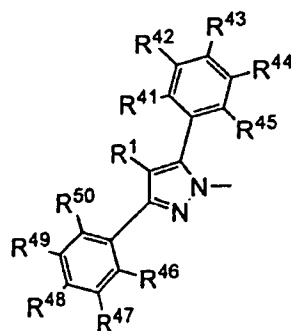
(G2)

並且  $R^{11}$  至  $R^{20}$  分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基及環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的任一個。

3. 如申請專利範圍第 2 項的雜環化合物，其中 Het 表示由下面的通式 (S2-1) 和通式 (S2-2) 表示的取代基中的任一個，



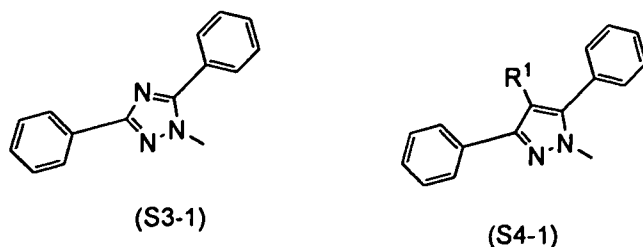
(S2-1)



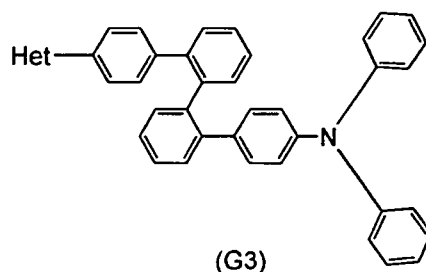
(S2-2)

並且  $R^{31}$  至  $R^{50}$  分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基及環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的任一個。

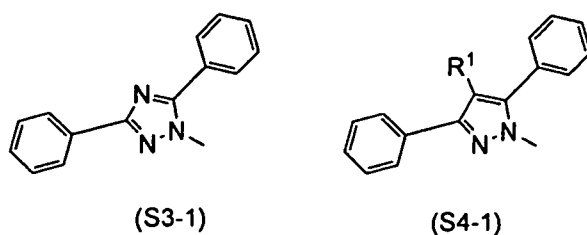
4. 如申請專利範圍第 2 項的雜環化合物，其中 Het 表示由下面的結構式 (S3-1) 和通式 (S4-1) 表示的取代基中的任一個



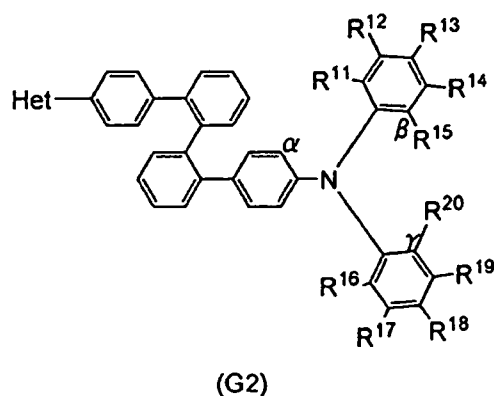
5. 如申請專利範圍第 2 項的雜環化合物，其中該雜環化合物由通式 (G3) 表示，



並且 Het 表示由下面的結構式 (S3-1) 和通式 (S4-1) 表示的取代基中的任一個



6. 如申請專利範圍第 2 項的雜環化合物，



其中  $\alpha$  的碳原子、 $\beta$  的碳原子及  $\gamma$  的碳原子中的任兩種彼此結合以形成咪唑骨架。

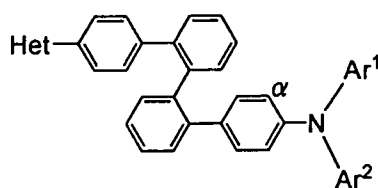
7. 一種包括發光元件的發光裝置，其中該發光元件包

括：

一對電極；以及

位於該一對電極之間的包括發光物質和雜環化合物之層，

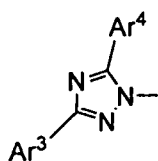
其中該雜環化合物由通式 (G1) 表示，



(G1)

$Ar^1$  和  $Ar^2$  分別表示經取代或未經取代之環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基， $Ar^1$  和  $\alpha$  的碳原子彼此結合以形成咪唑骨架或  $Ar^1$  和  $Ar^2$  彼此結合以形成咪唑骨架，

Het 表示由下面的通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 表示的取代基中的任一個，



(S1-1)



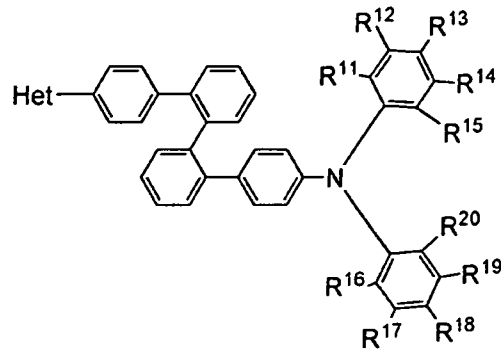
(S1-2)

$Ar^3$  至  $Ar^6$  分別表示經取代或未經取代之環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基，

並且  $R^1$  表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基及環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的任一個。

8. 如申請專利範圍第 7 項的發光裝置，其中該發光物質為磷光化合物。

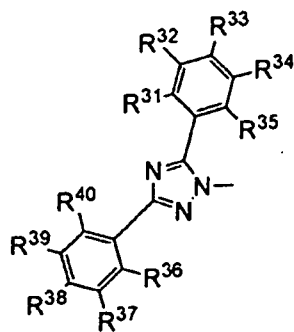
9. 如申請專利範圍第 7 項的發光裝置，其中該雜環化合物由通式 (G2) 表示，



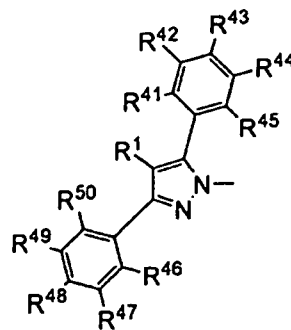
(G2)

並且 R<sup>11</sup> 至 R<sup>20</sup> 分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基及環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的任一個。

10. 如申請專利範圍第 9 項的發光裝置，其中 Het 表示由下面的通式 (S2-1) 和通式 (S2-2) 表示的取代基中的任一個，



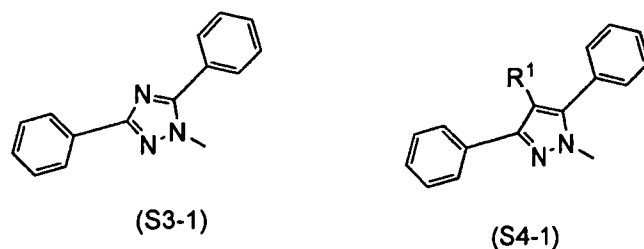
(S2-1)



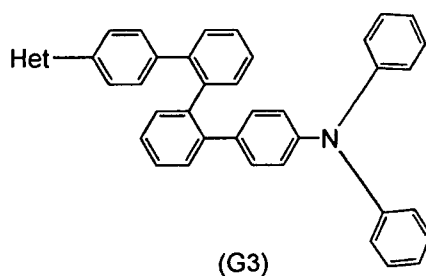
(S2-2)

並且 R<sup>31</sup> 至 R<sup>50</sup> 分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基及環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的任一個。

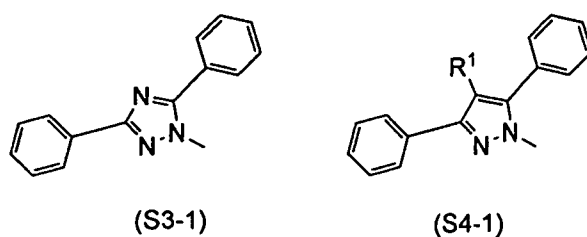
11. 如申請專利範圍第 9 項的發光裝置，其中 Het 表示由下面的結構式 (S3-1) 和通式 (S4-1) 表示的取代基中的任一個



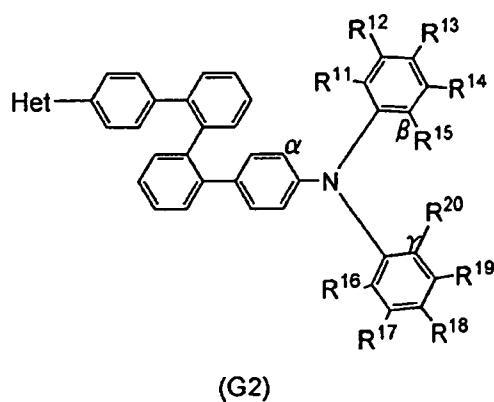
12. 如申請專利範圍第 9 項的發光裝置，其中該雜環化合物由通式 (G3) 表示，



並且 Het 表示由下面的結構式 (S3-1) 和通式 (S4-1) 表示的取代基中的任一個



13. 如申請專利範圍第 9 項的發光裝置，



其中  $\alpha$  的碳原子、 $\beta$  的碳原子及  $\gamma$  的碳原子中的任兩種彼此結合以形成咪唑骨架。

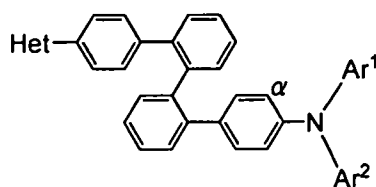
14. 一種包括發光元件的照明裝置，其中該發光元件

包括：

一對電極；以及

位於該一對電極之間的包括發光物質和雜環化合物之層，

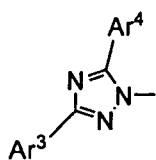
其中該雜環化合物由通式 (G1) 表示，



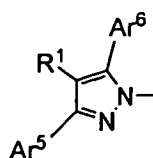
(G1)

$Ar^1$  和  $Ar^2$  分別表示經取代或未經取代之環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基， $Ar^1$  和  $\alpha$  的碳原子彼此結合以形成咪唑骨架或  $Ar^1$  和  $Ar^2$  彼此結合以形成咪唑骨架，

Het 表示由下面的通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 表示的取代基中的任一個，



(S1-1)



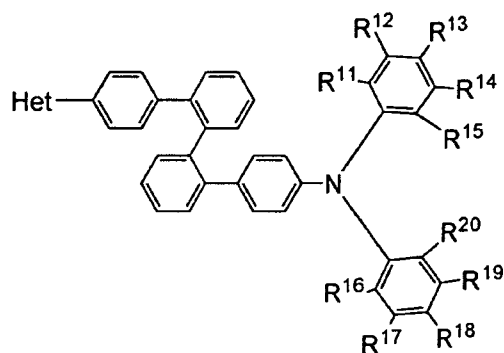
(S1-2)

$Ar^3$  至  $Ar^6$  分別表示經取代或未經取代之環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基，

並且  $R^1$  表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基及環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的任一個。

15. 如申請專利範圍第 14 項的照明裝置，其中該發光物質為磷光化合物。

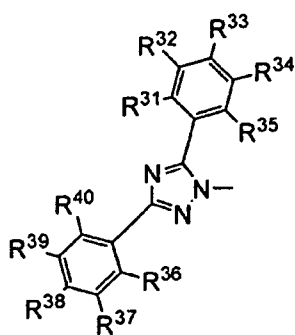
16. 如申請專利範圍第 14 項的照明裝置，其中該雜環化合物由通式 (G2) 表示，



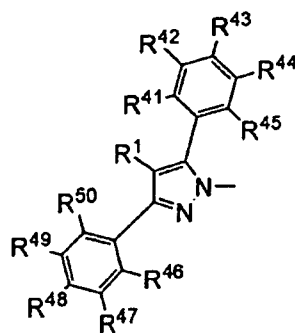
(G2)

並且  $R^{11}$  至  $R^{20}$  分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基及環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的任一個。

17. 如申請專利範圍第 16 項的照明裝置，其中 Het 表示由下面的通式 (S2-1) 和通式 (S2-2) 表示的取代基中的任一個，



(S2-1)

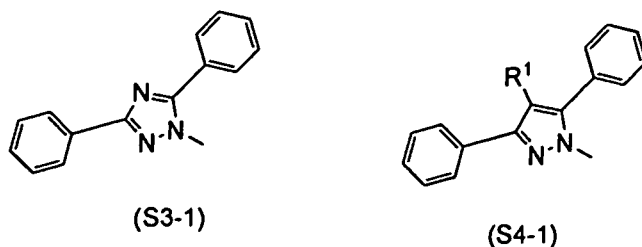


(S2-2)

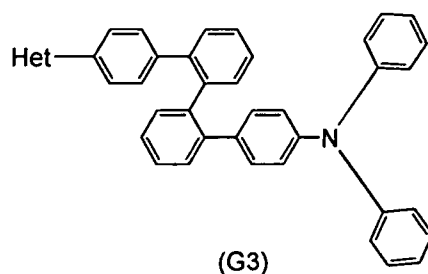
並且  $R^{31}$  至  $R^{50}$  分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基及環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的任一個。

18. 如申請專利範圍第 16 項的照明裝置，其中 Het 表示由下面的結構式 (S3-1) 和通式 (S4-1) 表示的取代基中的任一個

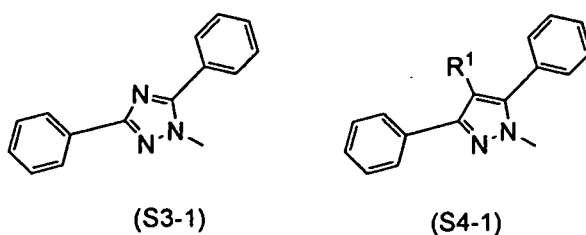




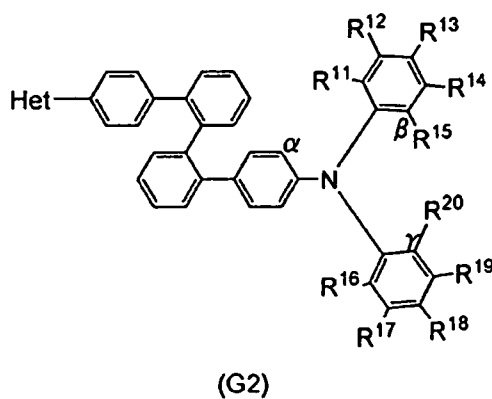
19. 如申請專利範圍第 16 項的照明裝置，其中該雜環化合物由通式 (G3) 表示，



並且 Het 表示由下面的結構式 (S3-1) 和通式 (S4-1) 表示的取代基中的任一個



20. 如申請專利範圍第 16 項的照明裝置，



其中  $\alpha$  的碳原子、 $\beta$  的碳原子及  $\gamma$  的碳原子中的任兩種彼此結合以形成咪唑骨架。

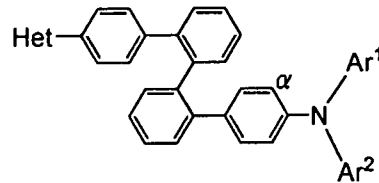
21. 一種包括發光元件的電子設備，其中該發光元件

包括：

一對電極；以及

位於該一對電極之間的包括發光物質和雜環化合物之層，

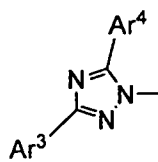
其中該雜環化合物由通式 (G1) 表示，



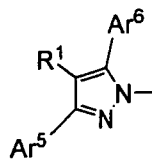
(G1)

$Ar^1$  和  $Ar^2$  分別表示經取代或未經取代之環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基， $Ar^1$  和  $\alpha$  的碳原子彼此結合以形成咪唑骨架或  $Ar^1$  和  $Ar^2$  彼此結合以形成咪唑骨架，

Het 表示由下面的通式 (S1-1) 和通式 (S1-2) 表示的取代基中的任一個，



(S1-1)



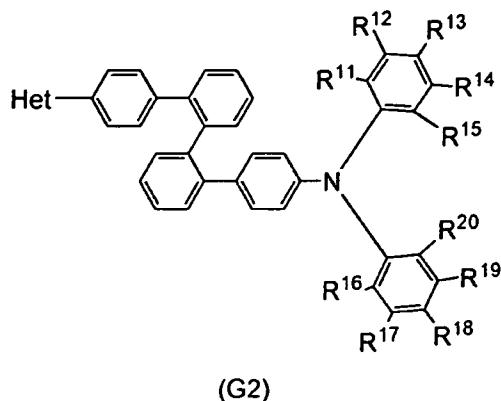
(S1-2)

$Ar^3$  至  $Ar^6$  分別表示經取代或未經取代之環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基，

並且  $R^1$  表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基及環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的任一個。

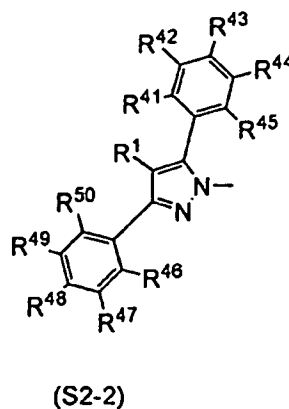
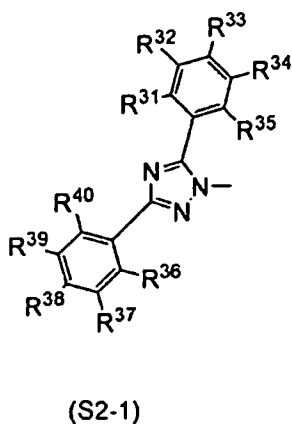
22. 如申請專利範圍第 21 項的電子設備，其中該發光物質為磷光化合物。

23. 如申請專利範圍第 21 項的電子設備，其中該雜環化合物由通式 (G2) 表示，



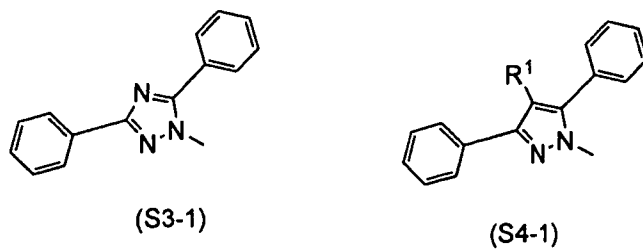
並且  $R^{11}$  至  $R^{20}$  分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基及環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的一個。

24. 如申請專利範圍第 23 項的電子設備，其中 Het 表示由下面的通式 (S2-1) 和通式 (S2-2) 表示的取代基中的任一個，

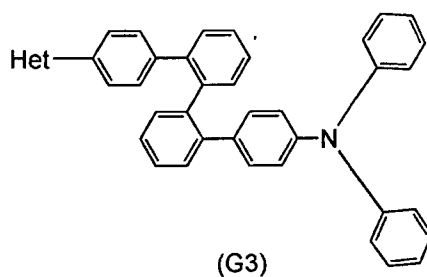


並且  $R^{31}$  至  $R^{50}$  分別表示氫原子、具有 1 至 4 個碳原子的烷基及環中具有 6 至 10 個碳原子的芳基中的任一個。

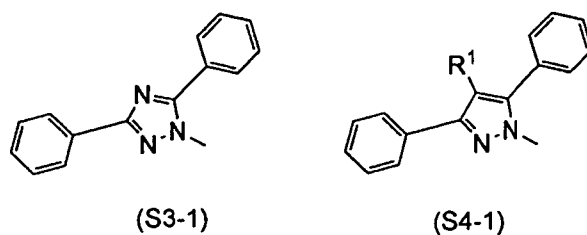
25. 如申請專利範圍第 23 項的電子設備，其中 Het 表示由下面的結構式 (S3-1) 和通式 (S4-1) 表示的取代基中的任一個



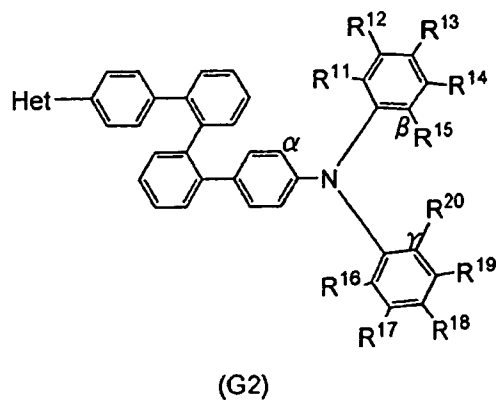
26. 如申請專利範圍第 23 項的電子設備，其中該雜環化合物由通式 (G3) 表示，



並且 Het 表示由下面的結構式 (S3-1) 和通式 (S4-1) 表示的取代基中的任一個



27. 如申請專利範圍第 23 項的電子設備，



其中  $\alpha$  的碳原子、 $\beta$  的碳原子及  $\gamma$  的碳原子中的任兩種彼此結合以形成咪唑骨架。

圖 1A

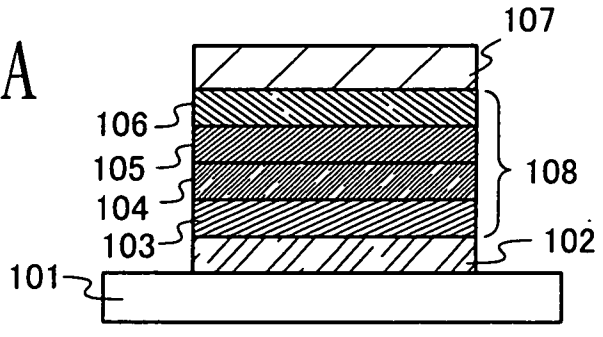


圖 1B

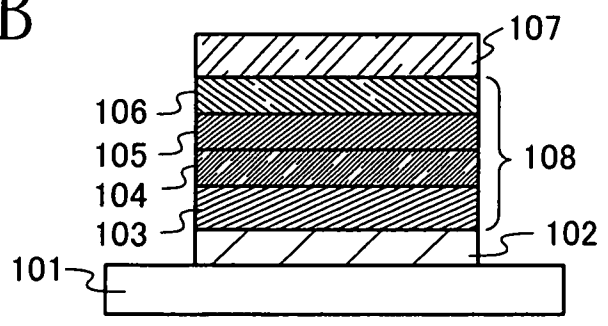


圖 1C

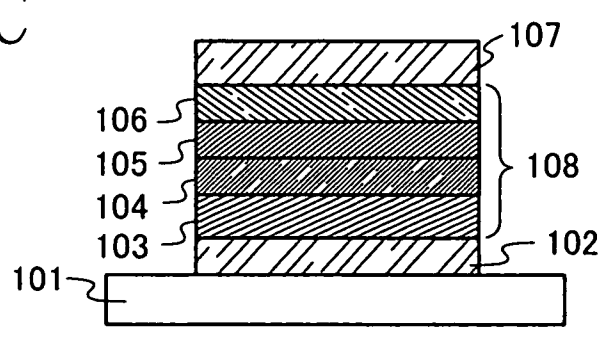


圖2

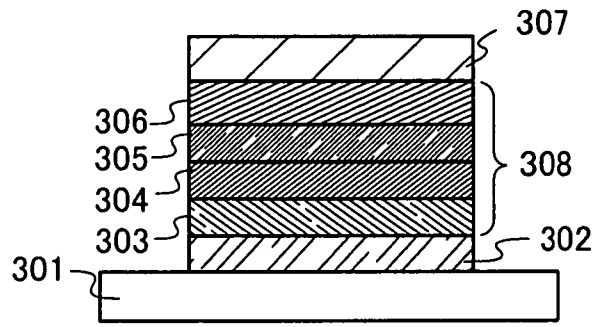


圖 3A

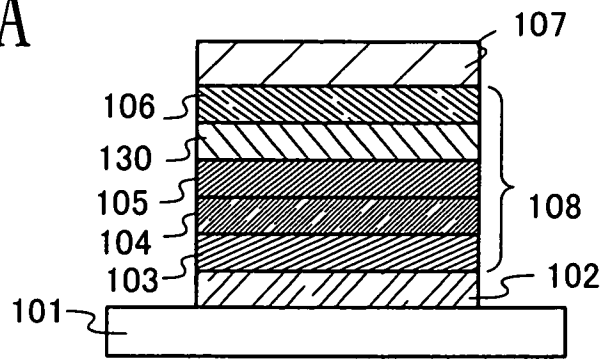


圖 3B

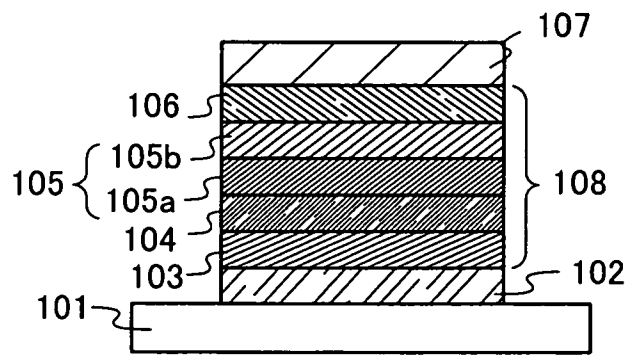


圖4

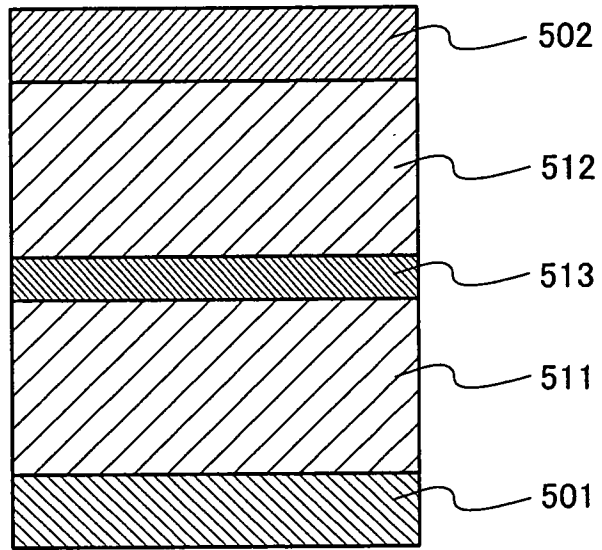




圖5A

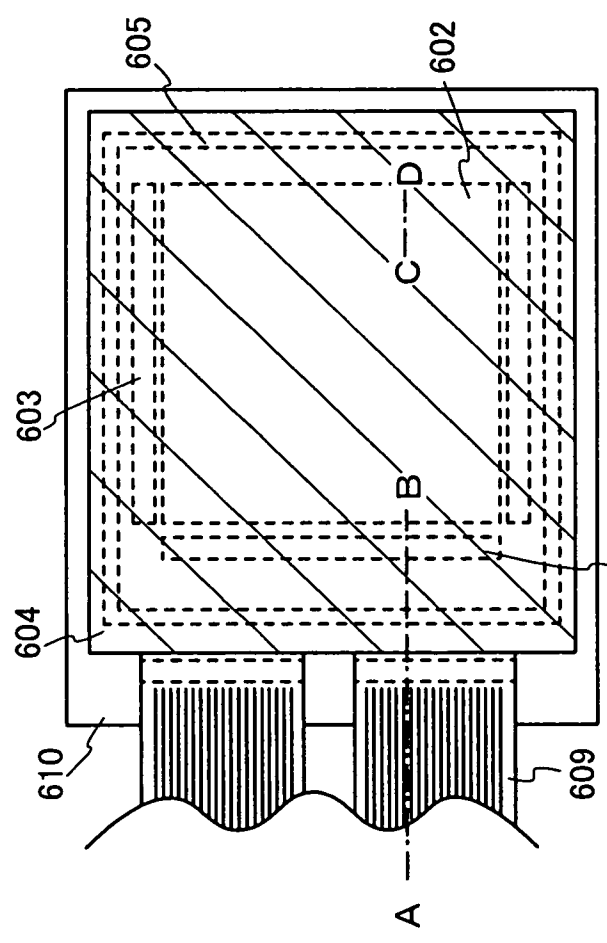


圖5B

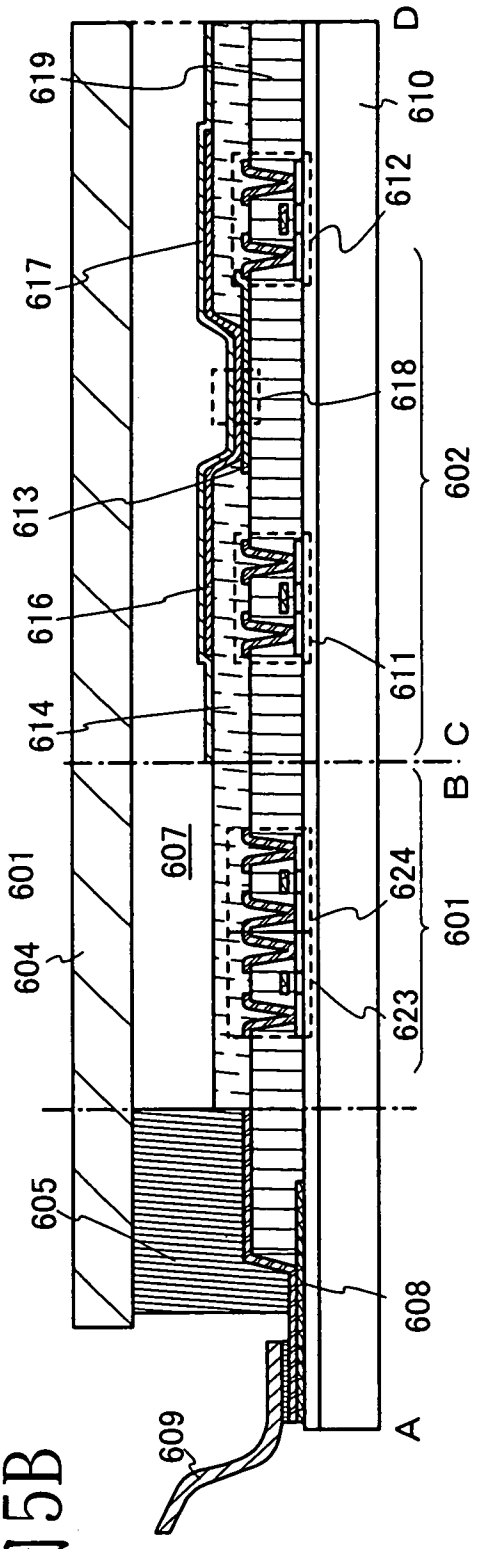


圖 6A

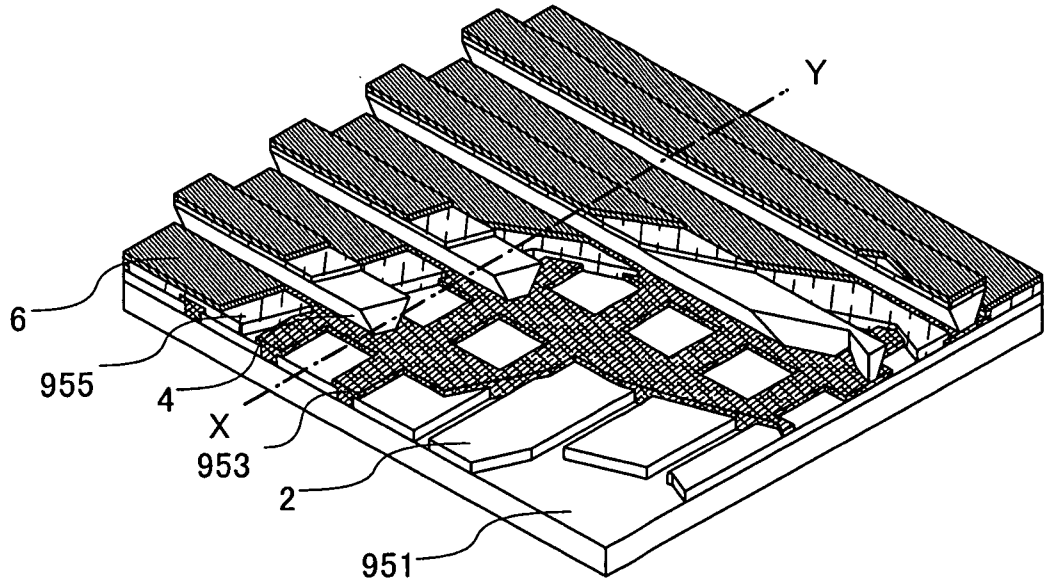


圖 6B

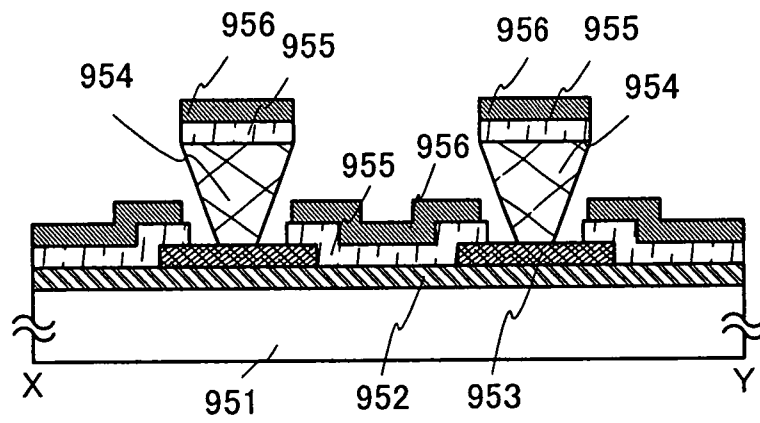


圖 7A

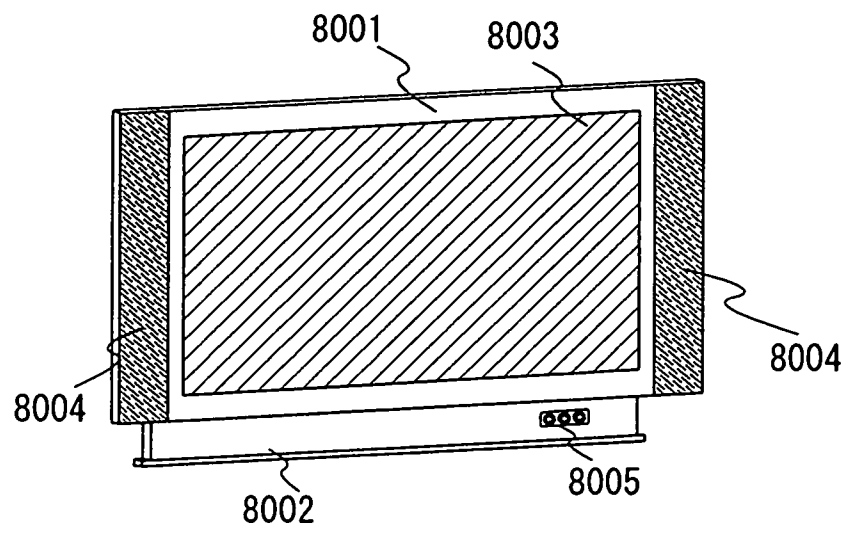


圖 7B

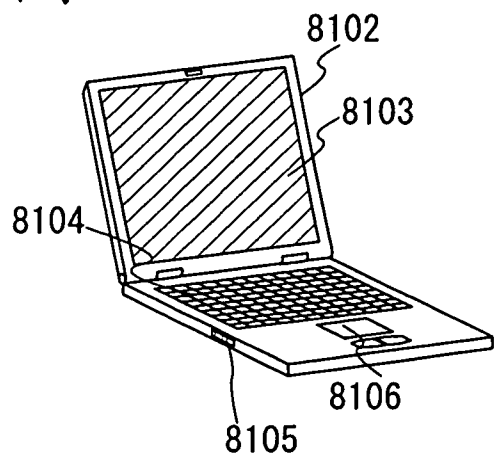


圖 7C

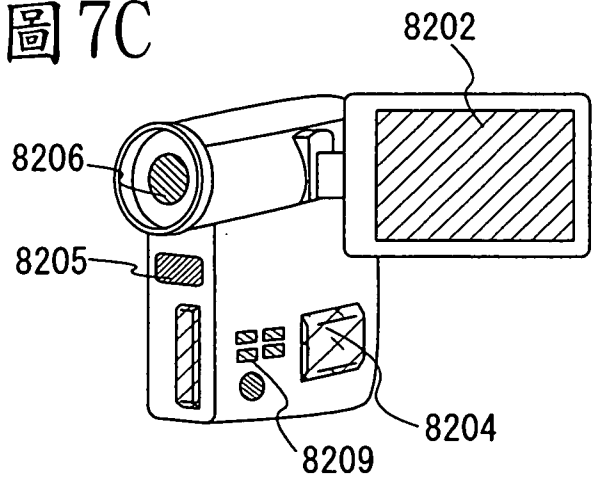


圖 7D

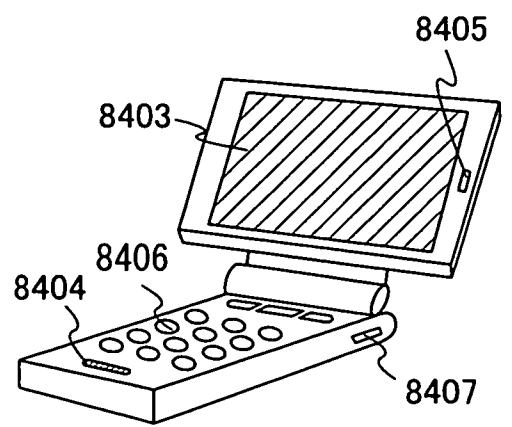


圖 8

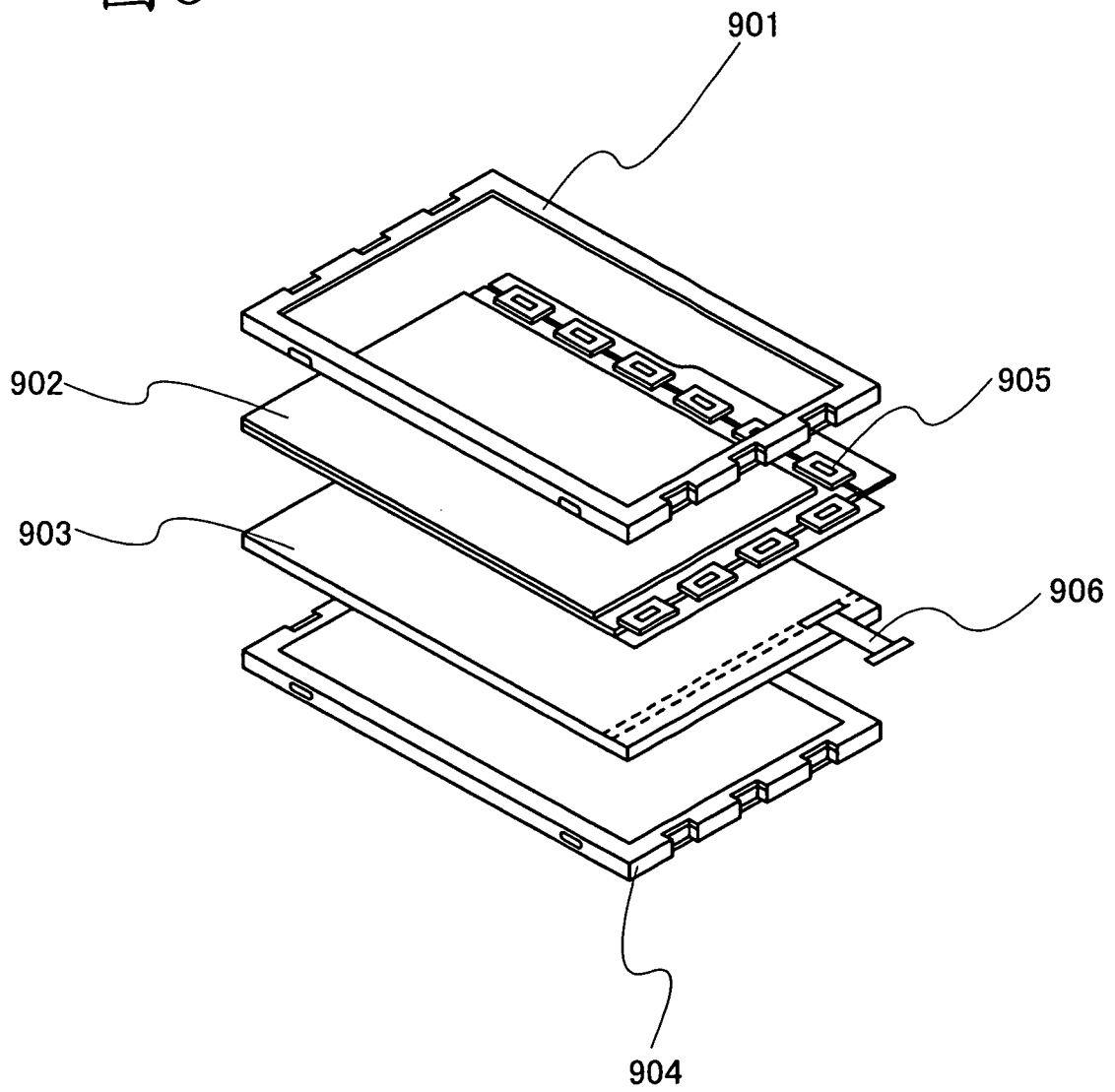


圖 9

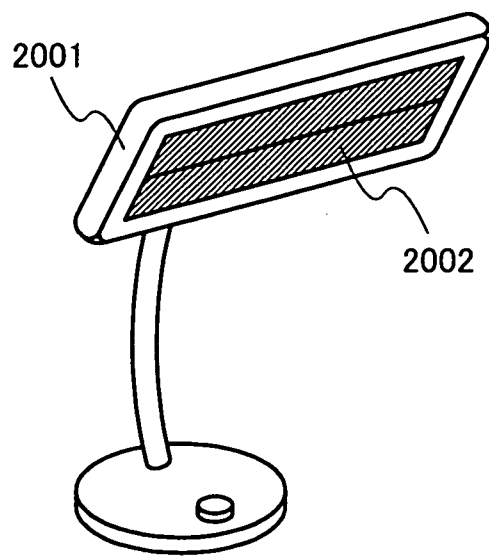


圖 10

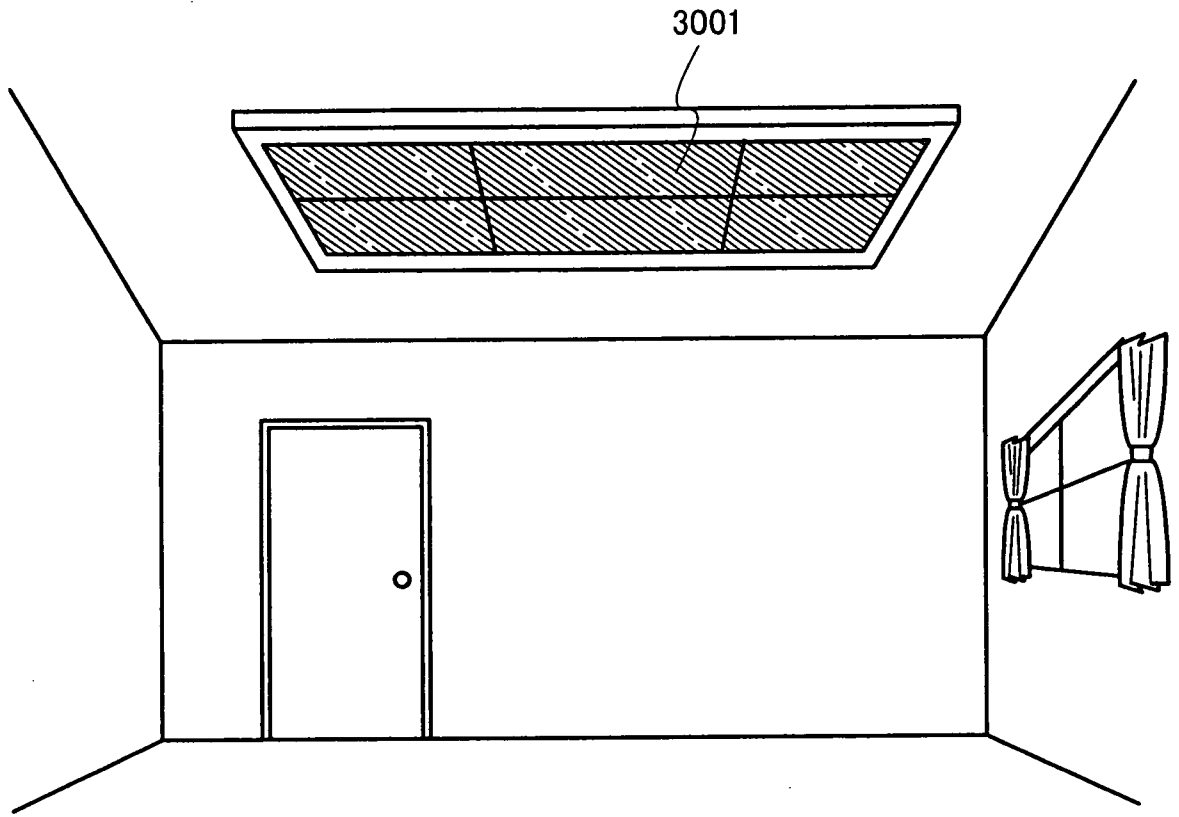


圖 11A

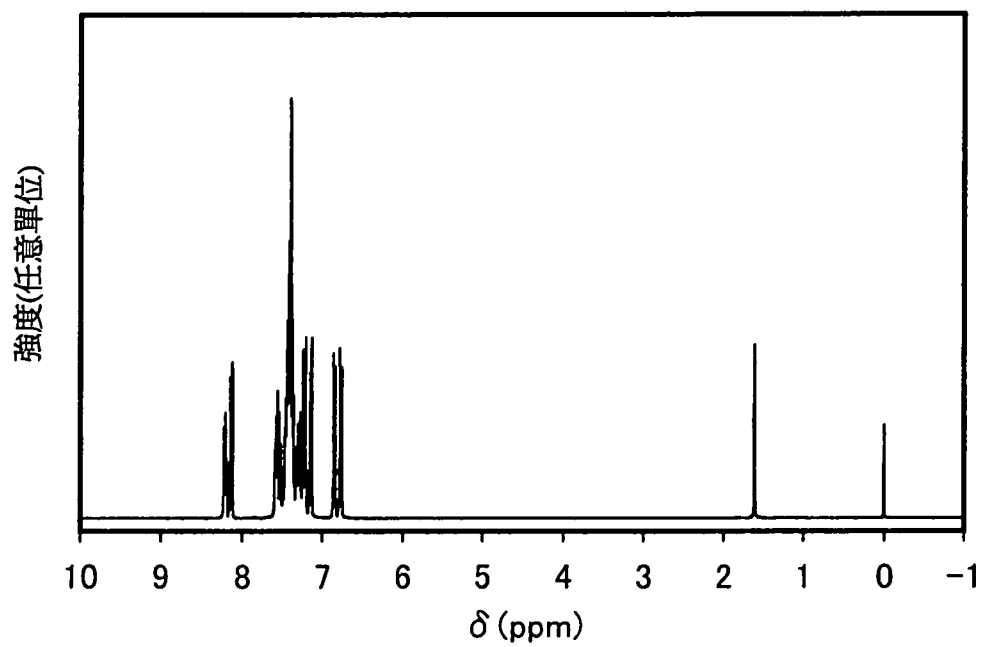


圖 11B

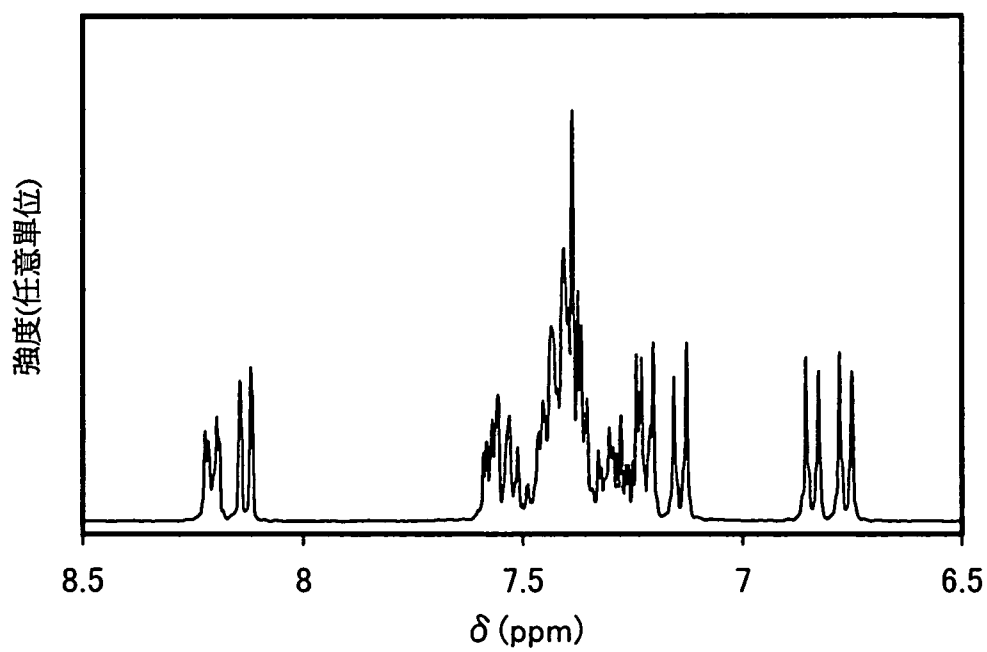


圖 12A

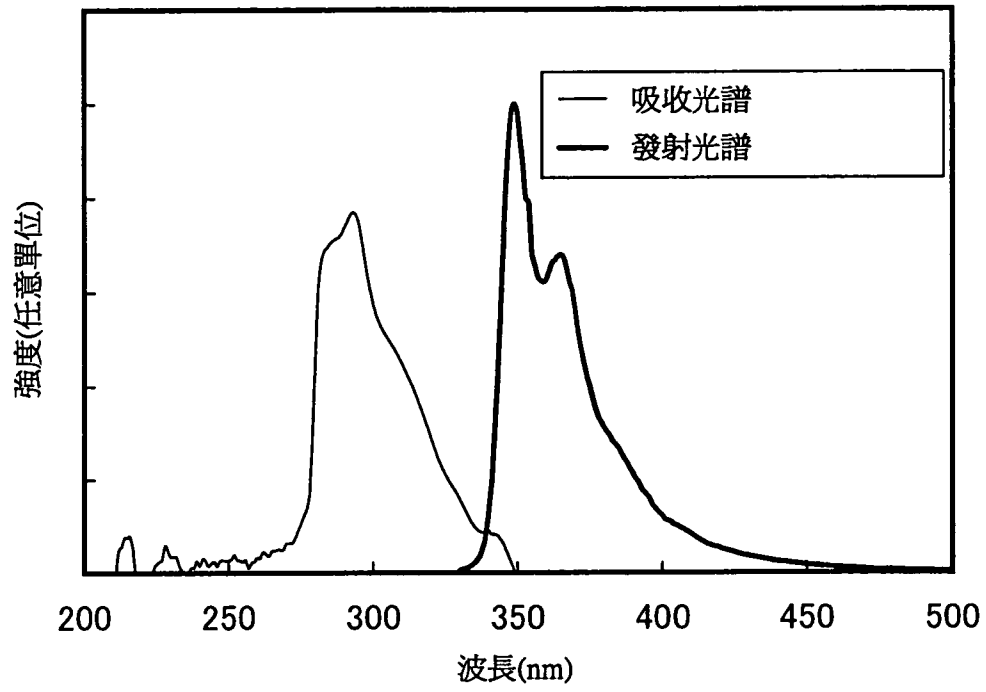


圖 12B

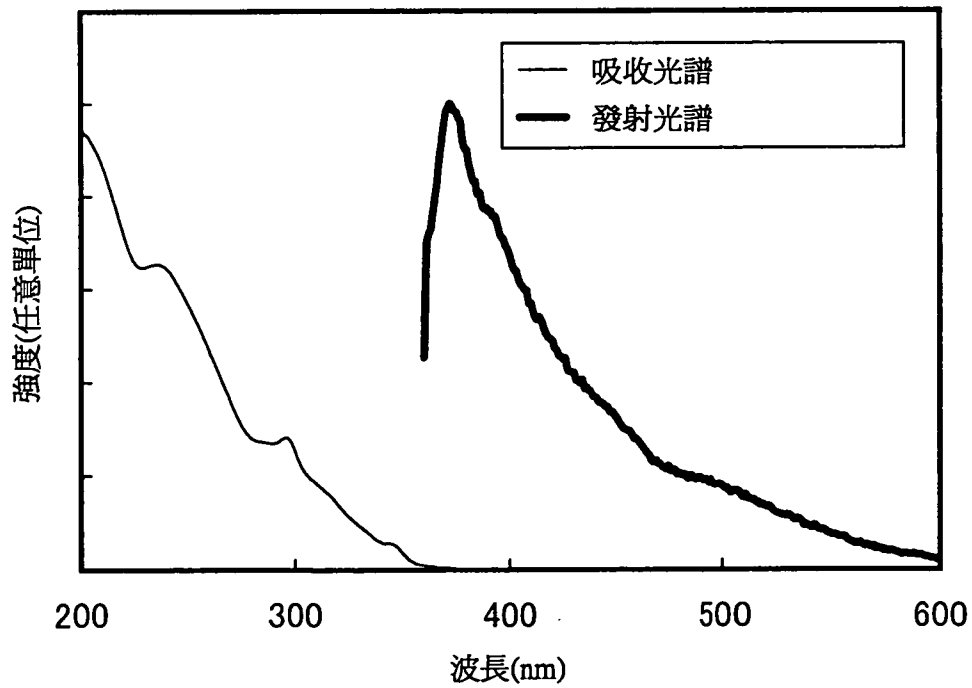




圖 13A

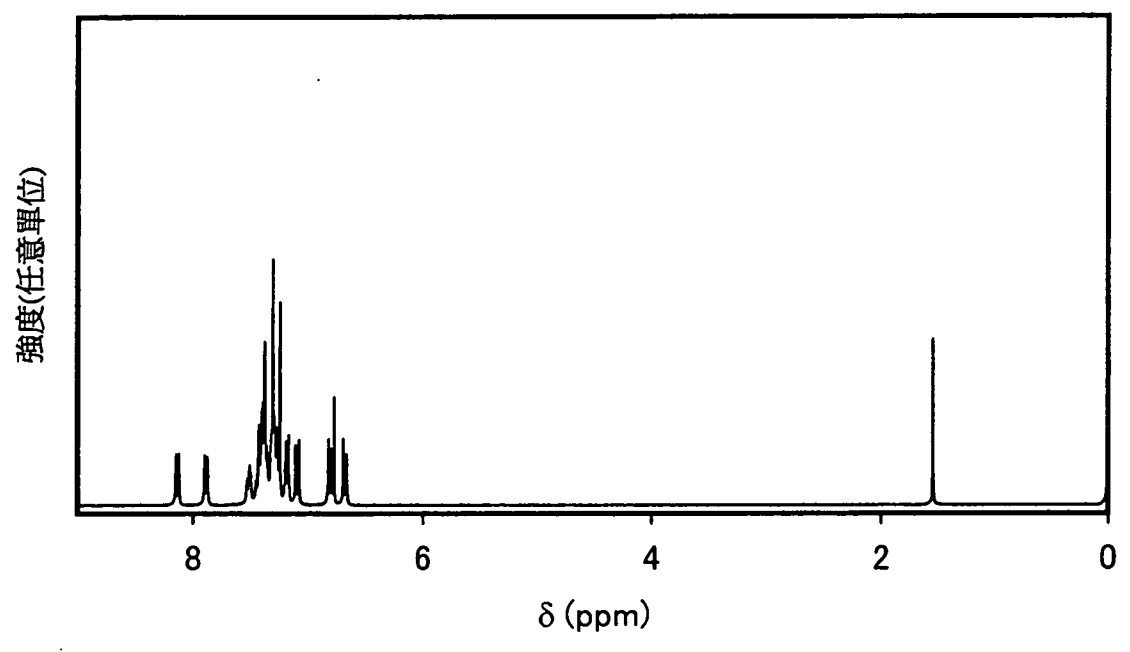


圖 13B

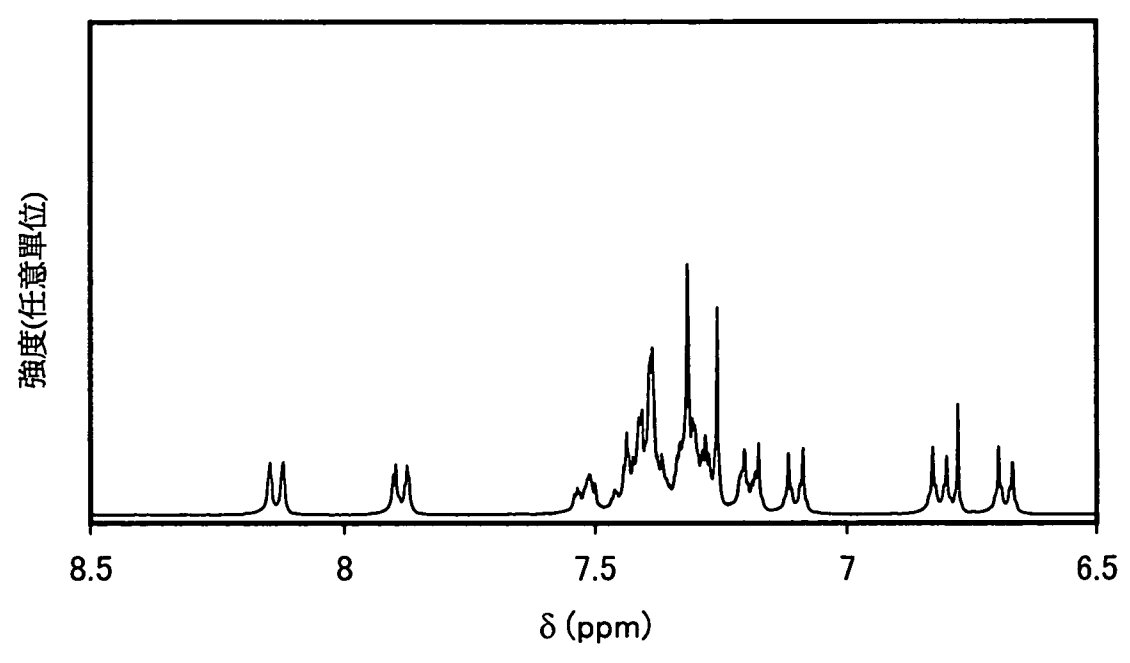


圖 14A

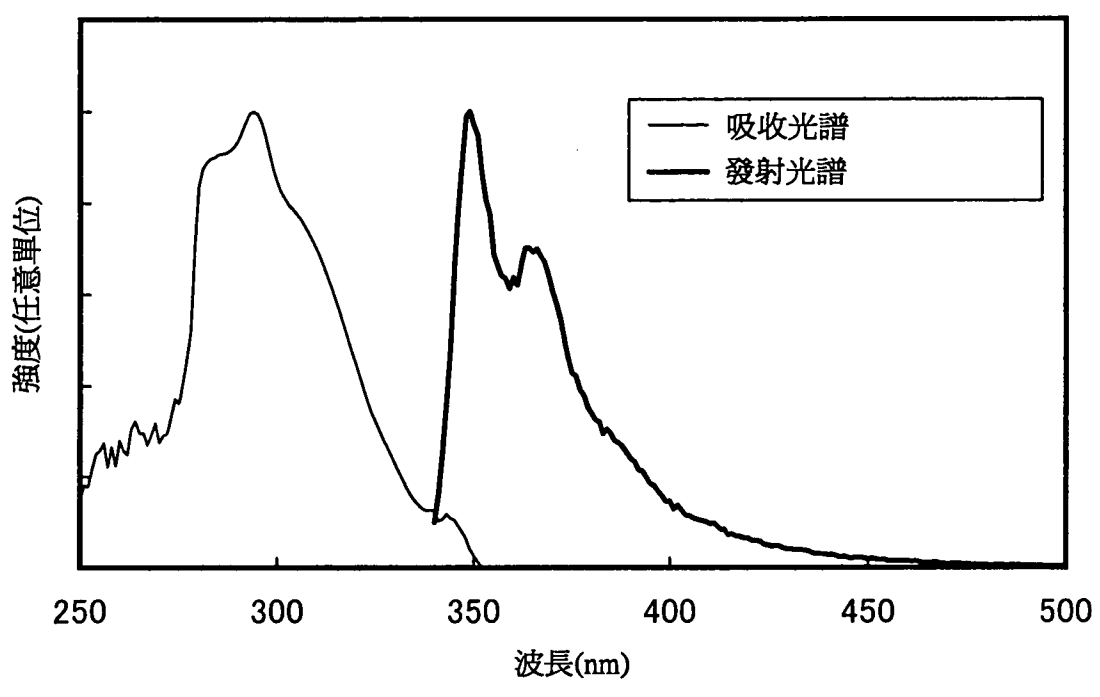


圖 14B

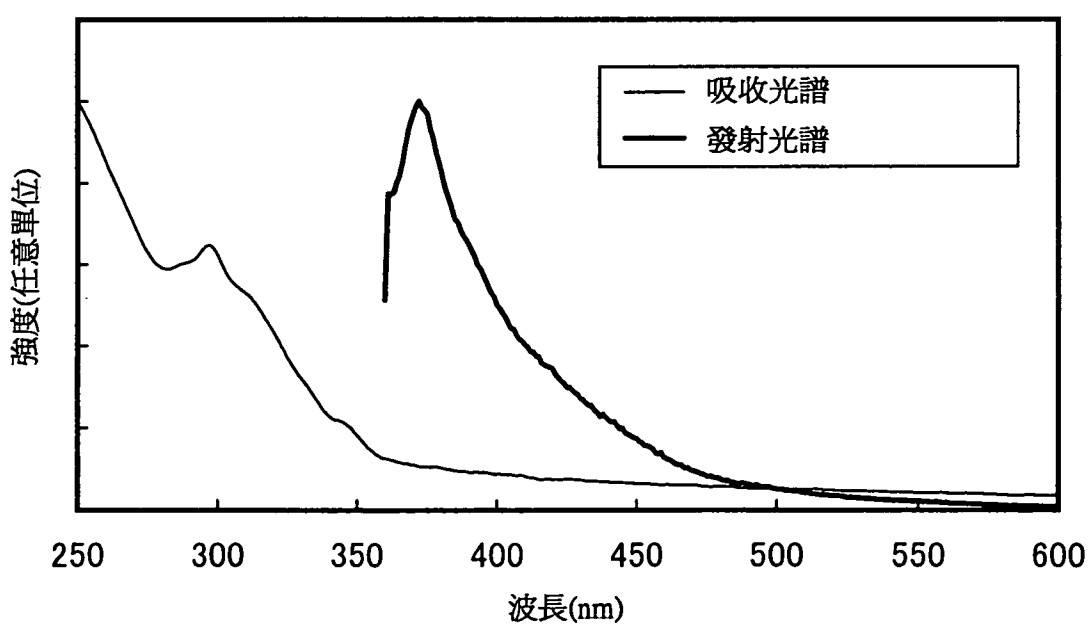


圖 15

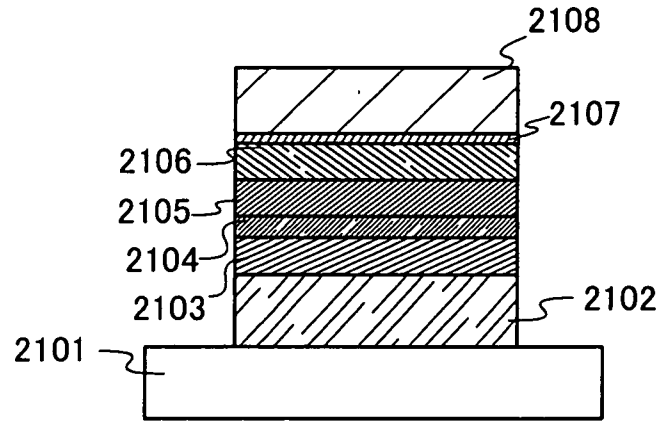


圖 16

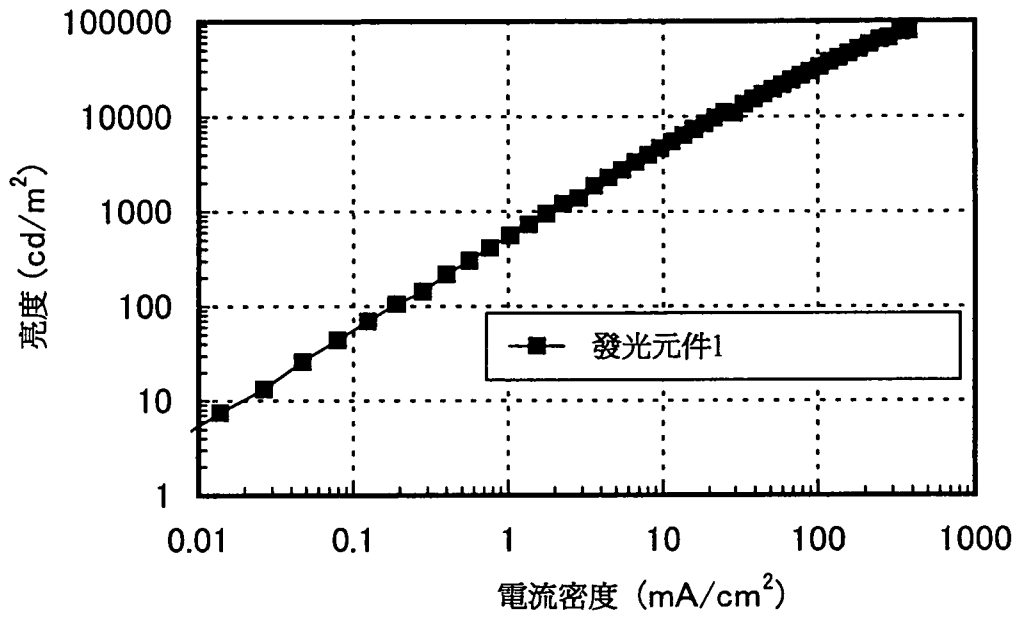


圖 17

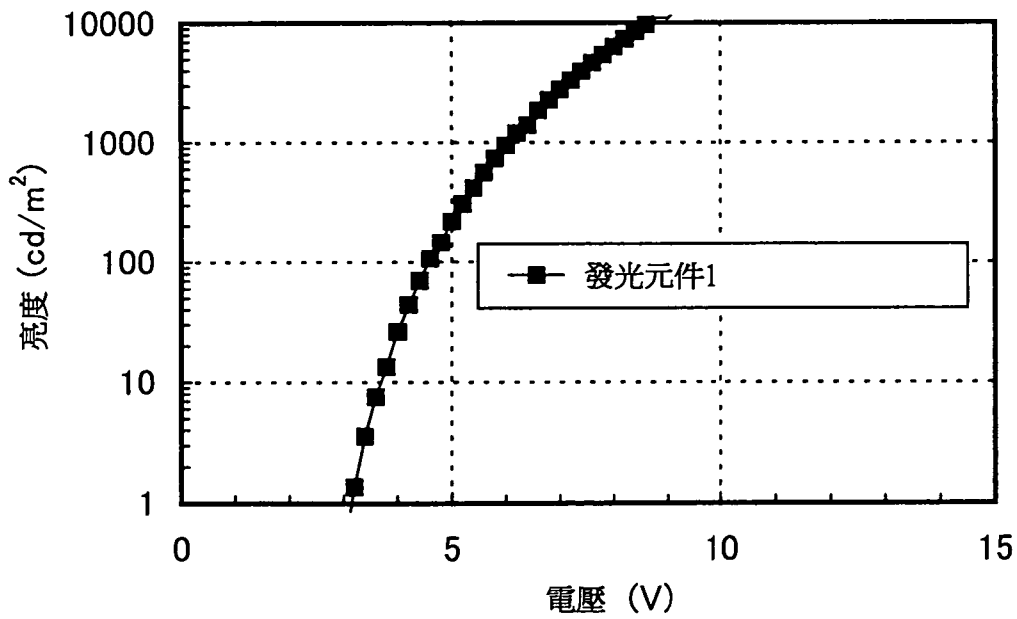


圖 18

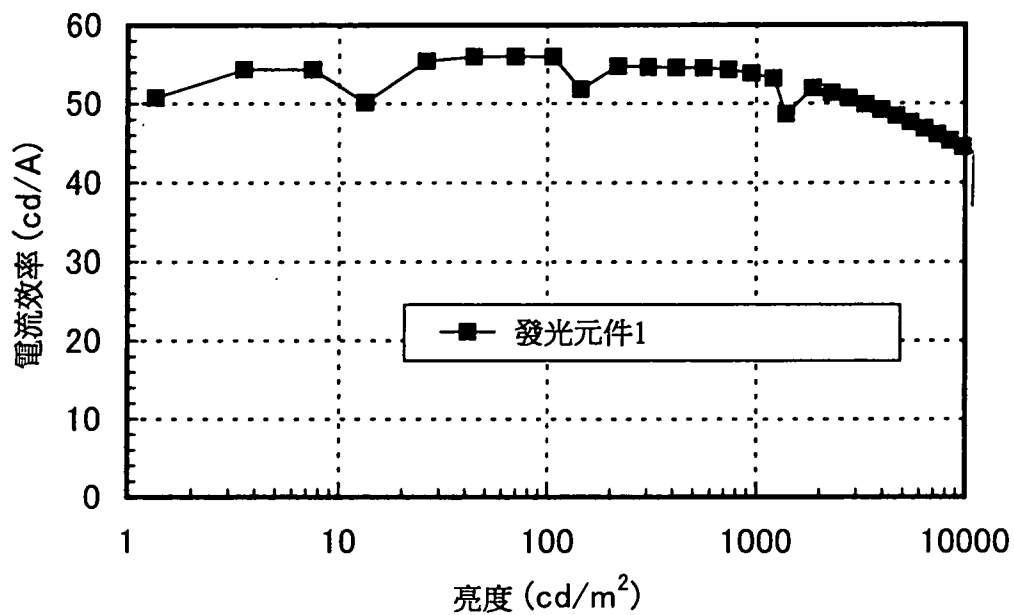


圖 19

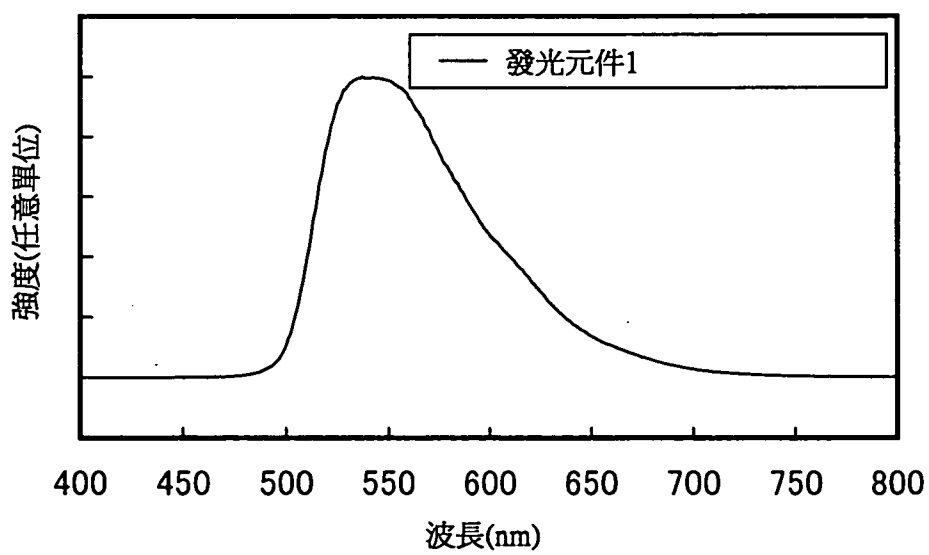


圖 20

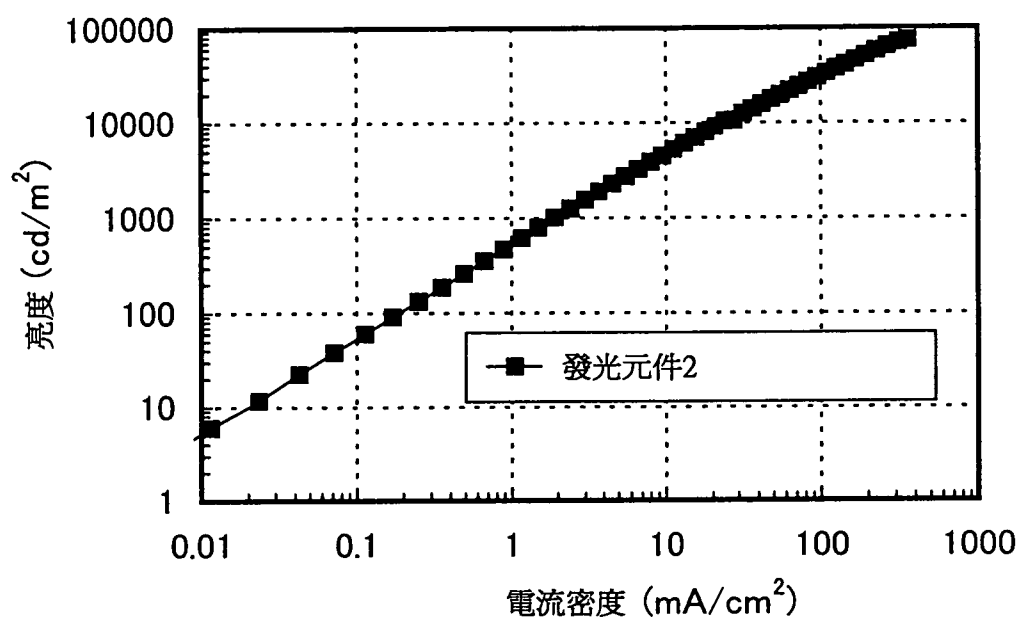


圖 21

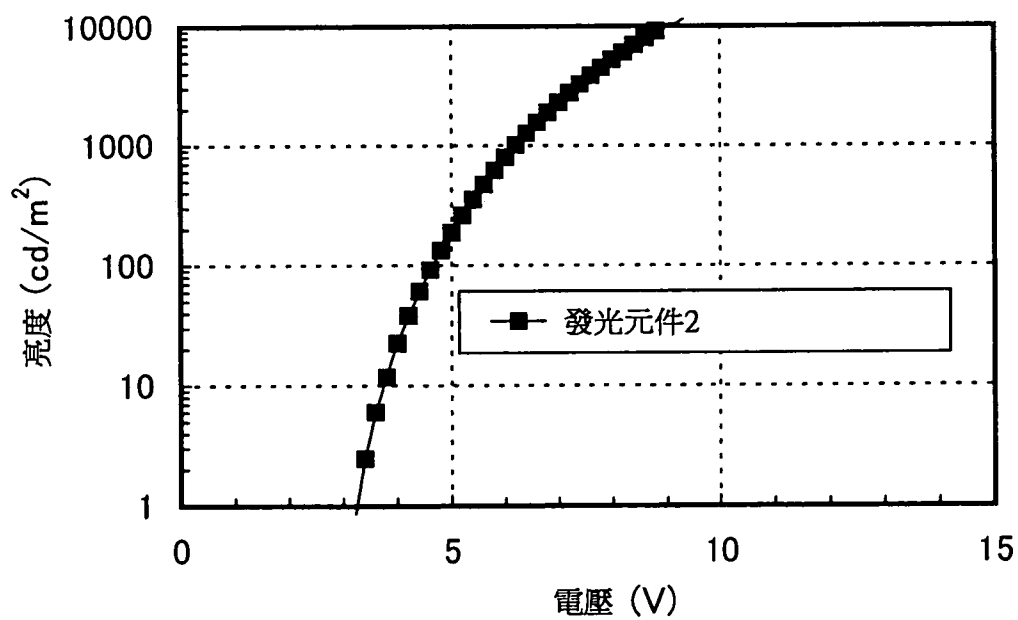


圖 22

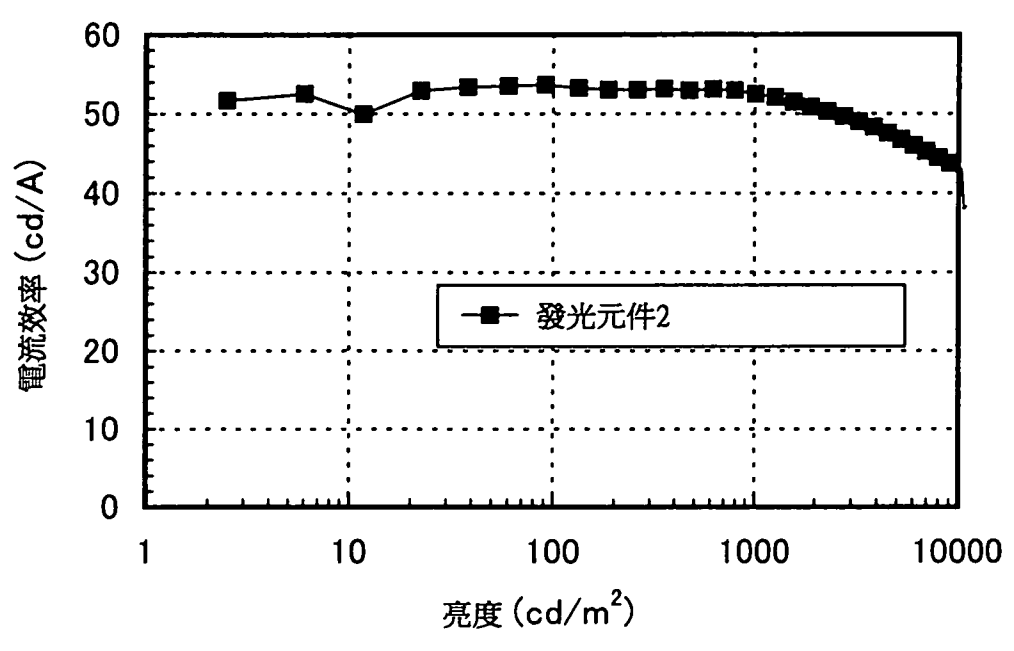


圖 23

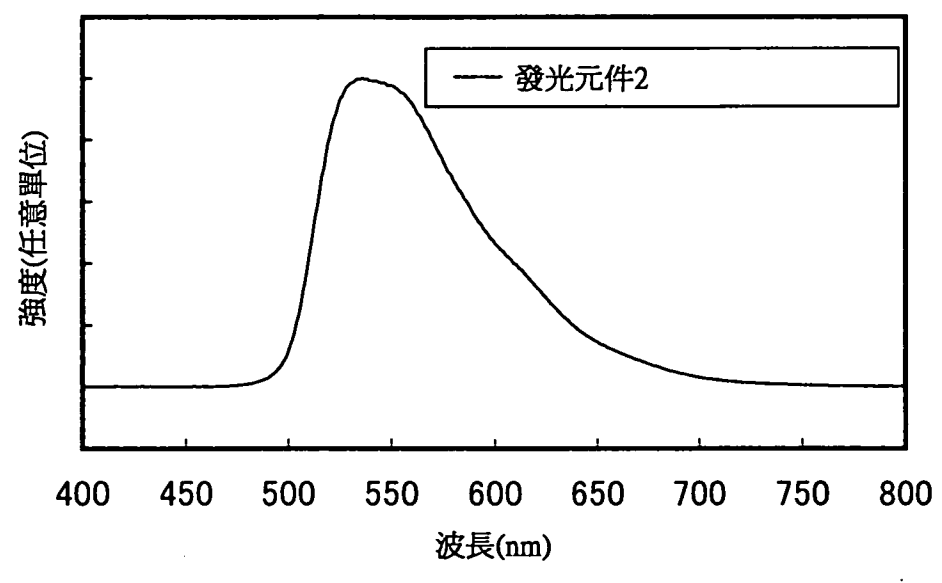


圖 24A

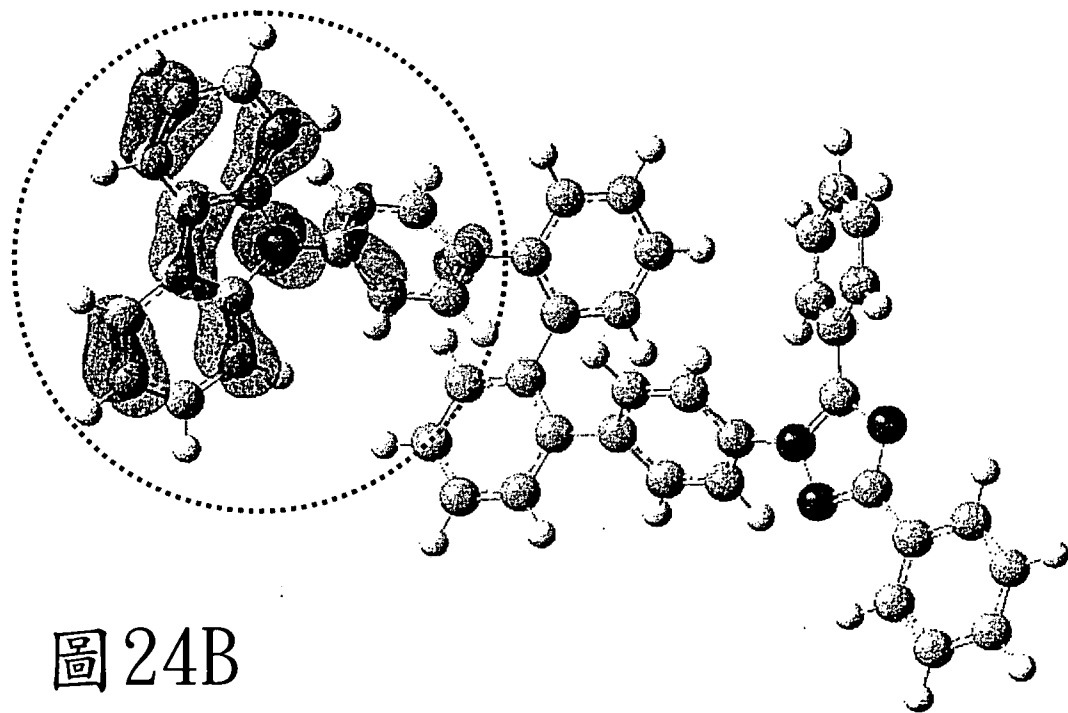


圖 24B

