



(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 I480277 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 04 月 11 日

(21) 申請案號：099107814

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 17 日

(51) Int. Cl. : C07D403/12 (2006.01)

C07D403/14 (2006.01)

C07D413/12 (2006.01)

C07D413/14 (2006.01)

C09K11/06 (2006.01)

H01L51/54 (2006.01)

H01L27/32 (2006.01)

(30) 優先權：2009/03/20 日本

2009-069177

(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)；川上祥子 KAWAKAMI, SACHIKO (JP)；大
澤信晴 OHSAWA, NOBUHARU (JP)；瀨尾哲 SEO, SATOSHI (JP)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

US 2007/0075635A1

審查人員：陳依微

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：28 共 155 頁

(54) 名稱

具有雜芳香族環之咪唑衍生物及使用具有雜芳香族環之咪唑衍生物的發光元件、發光裝置和電子裝置

CARBAZOLE DERIVATIVE WITH HETEROAROMATIC RING, AND LIGHT-EMITTING
ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE, AND ELECTRONIC DEVICE USING CARBAZOLE
DERIVATIVE WITH HETEROAROMATIC RING

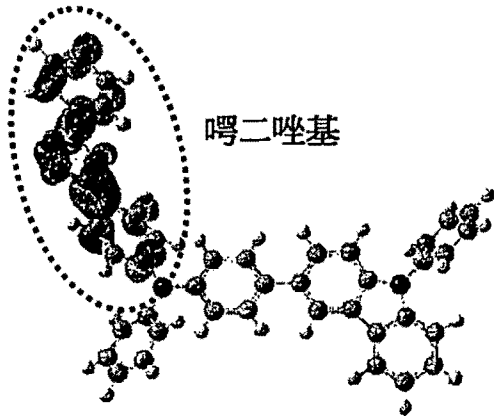
(57) 摘要

本發明係揭示咪唑衍生物及使用彼之發光元件、發光裝置和電子裝置。咪唑衍生物具有咪唑二唑部分或咪唑吡啉部分作為具有電子傳輸性質之雜芳環，和具有電洞傳輸性質之咪唑部分。咪唑衍生物傳輸電子和電洞兩者之能力和其大的激發態能量比磷光化合物的三重激發態能量大，容許形成具有良好控制之載子平衡的磷光發光元件，其促成發光裝置和電子裝置的形成，該兩種裝置能在低電壓時驅動、具有長壽命、和消耗低電力。說明書定義咪唑衍生物的詳細結構。

Disclosed is a carbazole derivative and a light-emitting element, a light-emitting device, and an electronic device using thereof. The carbazole derivative possesses an oxadiazole moiety or a quinoxaline moiety as a heteroaromatic ring having an electron-transporting property and a carbazole moiety having a hole-transporting property. The ability of the carbazole derivative to transport both electrons and holes and its large excitation energy larger than a triplet excitation energy of a phosphorescent compound allow the formation of a phosphorescent light-emitting element having well-controlled carrier balance, which contributes to the formation of light-emitting devices and electronic devices that are capable of being driven

at a low voltage, have a long lifetime, and consume low power. The detailed structure of the carbazole derivative is defined in the specification.

圖 28B



最低未被佔據分子軌域
(LUMO)

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：99107814

G01D 43/2 (2006.01)

※申請日：99年03月17日

G01D 403/4 (2006.01)

※IPC分類：

G01D 413/2 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

G01D 413/4 (2006.01)

具有雜芳香族環之咪唑衍生物及使用具有雜芳香族環之咪唑衍生物的發光元件、發光裝置和電子裝置

C09K 11/06 (2006.01)

Carbazole derivative with heteroaromatic ring, and light-emitting element, light-emitting device, and electronic device using carbazole derivative with heteroaromatic ring

H01L 51/54 (2006.01)

H01L 31/2 (2006.01)

二、中文發明摘要：

本發明係揭示咪唑衍生物及使用彼之發光元件、發光裝置和電子裝置。咪唑衍生物具有咪二唑部分或咪唑啉部分作為具有電子傳輸性質之雜芳環，和具有電洞傳輸性質之咪唑部分。咪唑衍生物傳輸電子和電洞兩者之能力和其大的激發態能量比磷光化合物的三重激發態能量大，容許形成具有良好控制之載子平衡的磷光發光元件，其促成發光裝置和電子裝置的形成，該兩種裝置能在低電壓時驅動、具有長壽命、和消耗低電力。說明書定義咪唑衍生物的詳細結構。

三、英文發明摘要：

Disclosed is a carbazole derivative and a light-emitting element, a light-emitting device, and an electronic device using thereof. The carbazole derivative possesses an oxadiazole moiety or a quinoxaline moiety as a heteroaromatic ring having an electron-transporting property and a carbazole moiety having a hole-transporting property. The ability of the carbazole derivative to transport both electrons and holes and its large excitation energy larger than a triplet excitation energy of a phosphorescent compound allow the formation of a phosphorescent light-emitting element having well-controlled carrier balance, which contributes to the formation of light-emitting devices and electronic devices that are capable of being driven at a low voltage, have a long lifetime, and consume low power. The detailed structure of the carbazole derivative is defined in the specification.

四、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (28B) 圖。

(二)、本代表圖之元件符號簡單說明：無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明關於一種具有雜芳環的咪唑衍生物，和使用彼之發光元件、發光裝置及電子裝置。

【先前技術】

近年來，積極地對利用電致發光的發光元件進行研究和開發。這種發光元件的基本結構是在一對電極之間插入包含發光物質之層的結構。對該元件施加電壓提供來自發光物質的發光。

因為這種發光元件是不必使用背光燈的自發光型元件，且具有例如比液晶顯示器更高的像素可見性之優點，所以該發光元件被認為不僅適合用於照明裝置，而且適合用於平板顯示器。此外，這種發光元件可以製成薄且重量輕的裝置，亦是其重大優點。另外，極快的回應速度也是這種發光元件的特徵。

因為這種發光元件可以形成為膜狀，所以可以容易獲得具有大面積的平面發光。此特徵難由白熾燈泡和 LED 為代表的點光源或以螢光燈為代表的線光源獲得。因而，該發光元件作為可應用於照明裝置等的面光源是顯著有效的。

利用電致發光的發光元件可以根據發光物質是有機化合物或是無機化合物而被大致分類。在將有機化合物作為發光物質時，藉由對發光元件施加電壓，電子及電洞從一

對電極注入到包含發光有機化合物的層，藉此電流流過。這些載子（電子及電洞）重新結合使得發光有機化合物被激發，並且在該激發態回到發光有機化合物的基態時發光。

來自上述之機制的這種發光元件被稱為電流激發型發光元件。注意：有機化合物的激發態可以為單重激發態和三重激發態。來自單重激發態（ S^* ）的發光被稱為螢光，而來自三重激發態（ T^* ）的發光被稱為磷光。考慮到：發光元件中的這兩種激發態的生成比例在統計上為 $S^* : T^* = 1 : 3$ ，即，單重激發態的生成比例為 25%，而三重激發態的生成比例為 75%。

一般地，能從單重激發態發光的化合物（以下稱為螢光化合物）在室溫下沒有來自其三重激發態的發光（磷光），而僅展示來自單重激發態的發光（螢光）。從而，威信：由於發光元件中的單重激發態的生成比率為 25%，因此使用螢光化合物的發光元件的內部量子效率的理論最大值（所產生之光子對注入之載子的比率）為 25%。

另一方面，發光元件中的三重激發態的生成比率成為 75%，且一些單重激發態的有機分子能躍遷到三重激發態。因此，使用能從三重激發態發光的化合物（以下稱為磷光化合物）理論上容許發光元件的內部量子效率提高到 75%至 100%，可以得到如使用螢光化合物的發光元件的 3 倍至 4 倍高的發光效率。因為這些原因，為了實現高效率的發光元件，近年來積極地開發使用磷光化合物的發光元

件（專利文獻 1 及非專利文獻 1）。

在使用上述磷光化合物形成發光元件的發光層時，爲了抑制磷光化合物的濃度猝滅或三重態-三重態湮滅，於大多數的情況中，使該磷光化合物分散於由另一材料形成的基質中。於這些情況中，用於形成基質的材料被稱爲主體材料，分散在基質中的材料如磷光物質被稱爲客體材料。

在以磷光化合物作爲客體材料之情況中，主體材料需要具有比該磷光化合物大的三重激發能（基態和三重激發態之間的能差）。已知在非專利文獻 1 中作爲主體材料的 CBP 具有比發綠光至發紅光之磷光化合物大的三重激發能。因此，CBP 廣泛地作爲磷光化合物的主體材料。

然而，雖然 CBP 具有高的三重激發能，但是其接受電洞或電子的能力不足造成增加發光元件的驅動電壓之問題。因此，作爲磷光化合物的主體材料，需要具有高的三重激發能，且可以容易接受和傳輸電洞和電子兩者的物質（即，雙極性物質）。

此外，由於單重激發能（基態和單重激發態之間的能差）比三重激發能大，因此具有高三重激發能的物質還具有高單重激發能。因此，上述除了具有高三重激發能之外並具有雙極性性質的物質對使用螢光化合物作爲發光物質的發光元件是有效的。

[文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1]日本專利申請公開案第 2002-352957 號。

[非專利文獻]

[非專利文獻 1] M. A. Baldo 以及其他人，Applied Physics Letters, vol. 75, No. 1, pp. 4-6, (1999)。

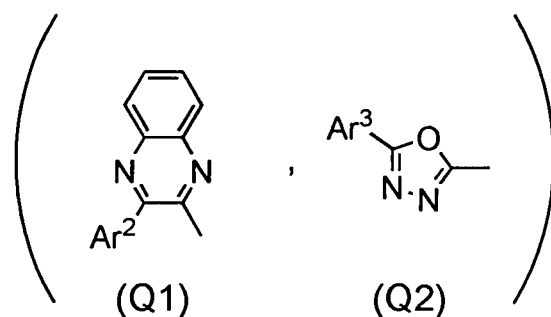
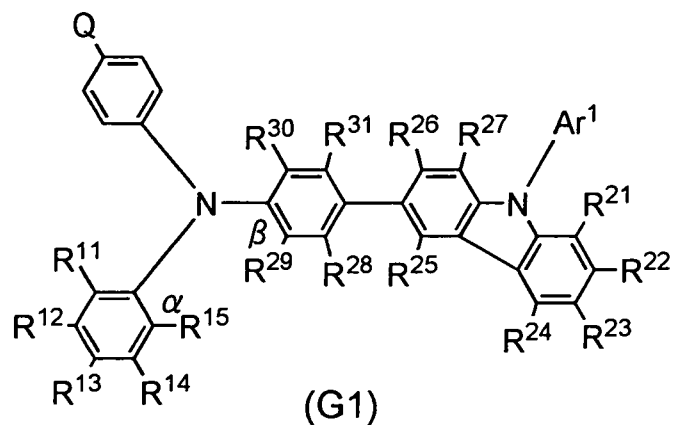
【發明內容】

[發明概述]

本發明之具體例的目的是提供激發能大的物質，特別是，具有比發射可見光之磷光化合物的三重激發能大的能隙的化合物。另外，另一目的是提供雙極性化合物。還有另一目的是提高發光元件的性能。更另一目的是提供耗電力低且驅動電壓低的發光裝置及電子裝置。

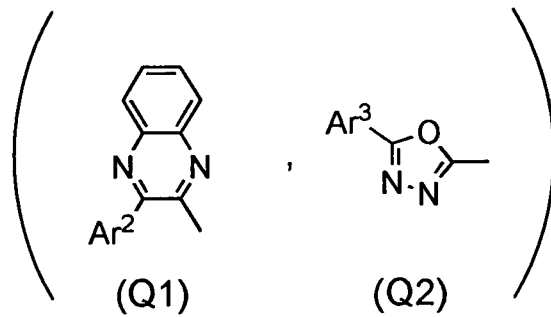
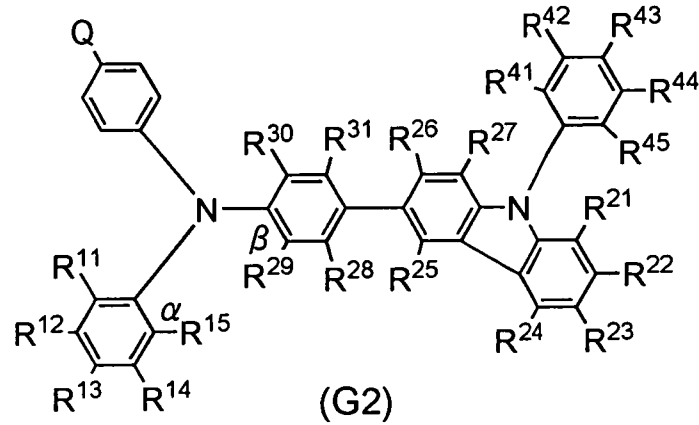
明確而言，本發明提供具有雜芳環的咪唑衍生物，其中該咪唑衍生物在同一分子中具有的噁二唑部分或噻噁啉部分作為具有電子傳輸性質的雜芳環和具有電洞傳輸性質的咪唑部分。此外，提供在其發光層或載子傳輸層中使用前述之具有雜芳環的咪唑衍生物的發光元件。此外，提供應用前述之發光元件的發光裝置及電子裝置。

本發明之一個具體例是下述通式 (G1) 所示的具有雜芳環的咪唑衍生物。



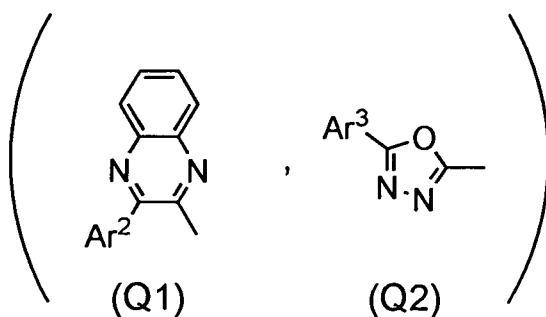
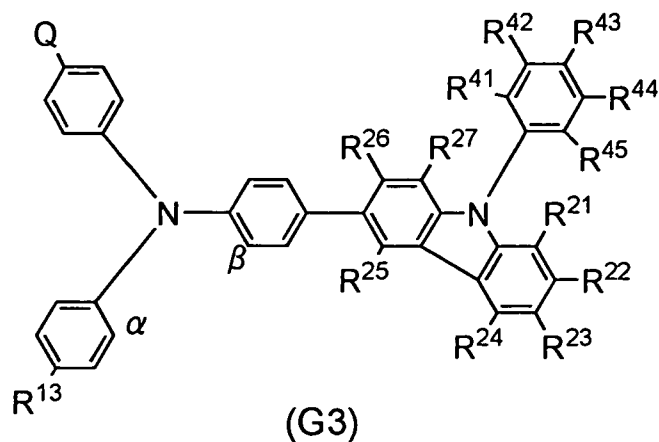
(在通式中，Q 是通式 Q1 或 Q2 所示的取代基；Ar¹ 至 Ar³ 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基；且芳基隨意地具有取代基。R²⁸ 至 R³¹ 各自表示氫原子或碳數為 1 至 4 的烷基。R¹¹ 至 R¹⁵ 以及 R²¹ 至 R²⁷ 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且芳基隨意地具有取代基。注意：α位置的碳和β位置的碳可以彼此直接鍵結而形成咪唑環。)

所揭示之本發明的另一具體例是下述通式 (G2) 所示的具有雜芳環的咪唑衍生物。



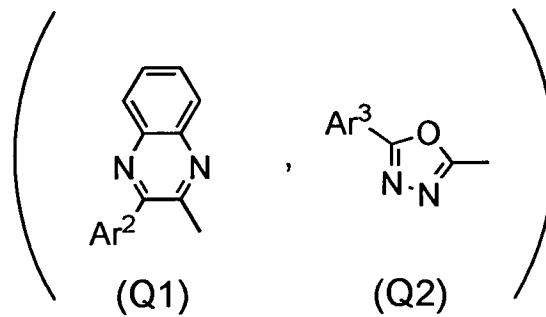
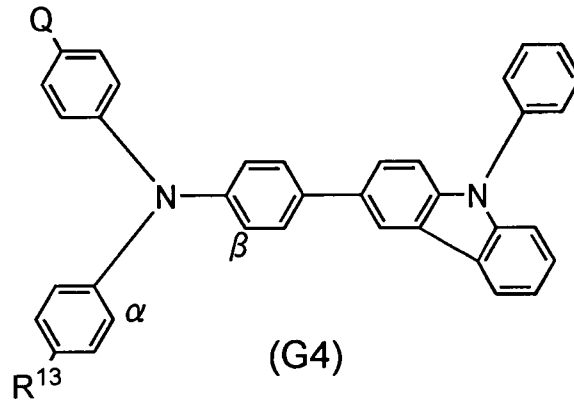
(在通式中，Q 是通式 Q1 或 Q2 所示的取代基；Ar² 及 Ar³ 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基；且芳基隨意地具有取代基。R²⁸ 至 R³¹ 各自表示氫原子或碳數為 1 至 4 的烷基。R¹¹ 至 R¹⁵、R²¹ 至 R²⁷、以及 R⁴¹ 至 R⁴⁵ 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且芳基隨意地具有取代基。注意：α位置的碳和β位置的碳可以彼此直接鍵結而形成咪唑環。)

所揭示之本發明的還有另一具體例是下述通式 (G3) 所示的具有雜芳環的咪唑衍生物。



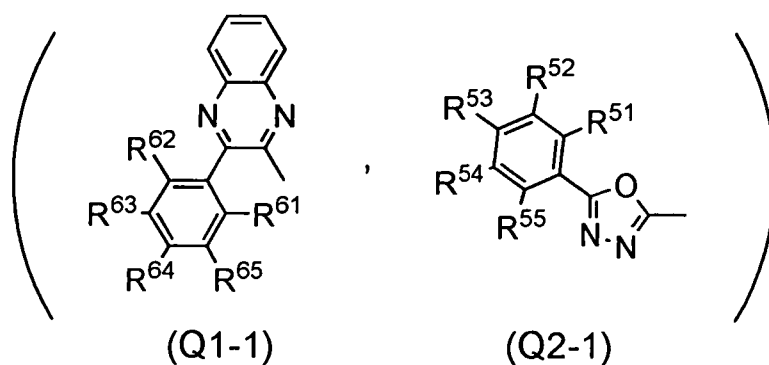
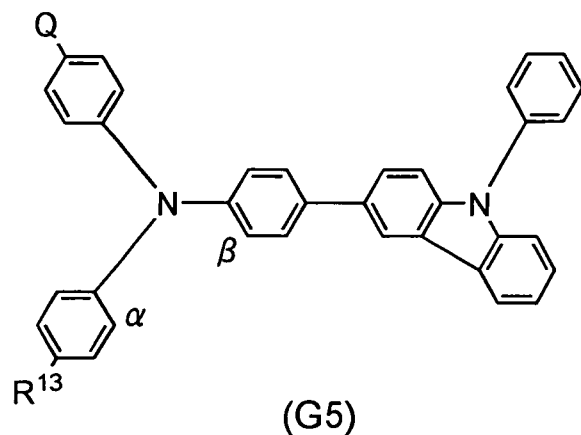
(在通式中，Q 是通式 Q1 或 Q2 所示的取代基；Ar² 及 Ar³ 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基；且芳基隨意地具有取代基。R¹³、R²¹ 至 R²⁷、以及 R⁴¹ 至 R⁴⁵ 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且芳基隨意地具有取代基。注意：α位置的碳和β位置的碳可以彼此直接鍵結合而形成咪唑環。)

所揭示之本發明的更另一個具體例是下述通式 (G4) 所示的具有雜芳環的咪唑衍生物。



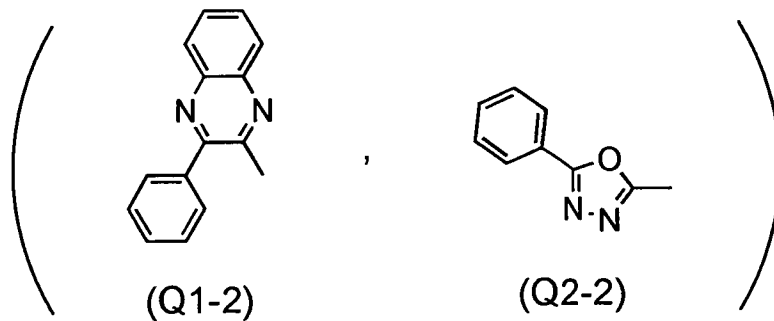
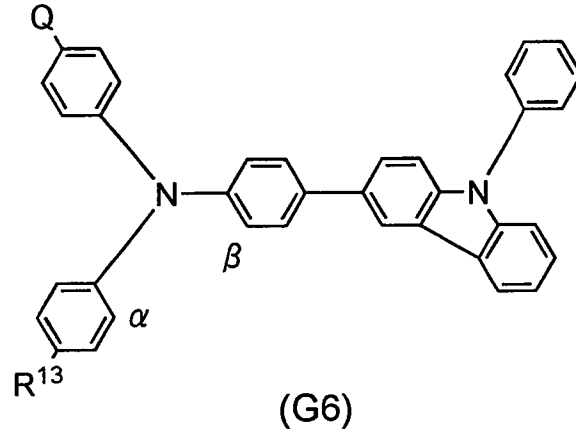
(在通式中，Q 是通式 Q1 或 Q2 所示的取代基；Ar² 及 Ar³ 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基；且芳基隨意地具有取代基。R¹³ 是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且芳基隨意地具有取代基。注意：α 位置的碳和 β 位置的碳可以彼此直接鍵結合而形成呋啶環。)

再者，所揭示之本發明的具體例是下述通式 (G5) 所示的具有雜芳環的呋啶衍生物。



(在通式中，Q 是通式 Q1-1 或 Q2-1 所示的取代基；
 R^{13} 、 R^{51} 至 R^{55} 、以及 R^{61} 至 R^{65} 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且芳基隨意地具有取代基。注意： α 位置的碳和 β 位置的碳可以彼此直接鍵結而形成咪唑環。)

所揭示之本發明的另一個具體例是下述通式 (G6) 所示的具有雜芳環的咪唑衍生物。



(在通式中，Q 是結構式 Q1-2 或 Q2-2 所示的取代基；R¹³ 是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且芳基隨意地具有取代基。注意：α位置的碳和β位置的碳可以彼此直接鍵結而形成咪唑環。)

所揭示之本發明的另一具體例是一種發光元件，其在一對電極之間包括上述通式 (G1)、(G2)、(G3)、(G4)、(G5) 以及 (G6) 所示的具有雜芳環的咪唑衍生物中之至少一者。

所揭示之本發明的還有另一個具體例是一種發光元件，其在一對電極之間包括發光層，其中該發光層包含：上述通式 (G1)、(G2)、(G3)、(G4)、(G5) 以及 (G6) 所示的具有雜芳環的咪唑衍生物中之至少一者；和發光物質。

所揭示之本發明的更另一個具體例是一種發光元件，其在一對電極之間包括發光層，其中該發光層包含：上述通式（G1）、（G2）、（G3）、（G4）、（G5）以及（G6）所示的具有雜芳環的咪唑衍生物中之至少一者；和磷光物質。

所揭示之本發明的另一個具體例是一種發光裝置及電子裝置，其在一對電極之間包含具有發光層之發光元件，其中發光層包含：上述通式（G1）、（G2）、（G3）、（G4）、（G5）以及（G6）所示的具有雜芳環的咪唑衍生物中之至少一者；和發光物質。

注意：本說明書中的發光裝置的種類包括使用發光元件的圖像顯示器件或發光裝置。另外，本發明的發光裝置的種類包括配備附有連接器之發光元件之基板的模組，例如，卷帶式自動接合（TAB）膠帶如各向異性導電膜或捲帶式封裝（TCP）；連接器的一端配有印刷電路板的模組；和藉由玻璃覆晶接合（COG）方法而使積體電路（IC）直接安裝在配有發光元件之基板上的模組。

本發明之具體例的發光元件係以在一對電極之間具有一層為特徵，其中該層包括本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物。

本發明之具體例的發光裝置係以具有前述之發光元件以及控制發光元件發光的控制單元為特徵。本發明的具體例的電子裝置係以具有顯示器部分為特徵，該顯示器部分包括發光元件和控制發光元件發光的控制單元。

由於本發明之具體例的發光元件可以達成具有高效率的發光，因此使用該發光元件的發光裝置可以實現低耗電力。從而，本發明的具體例亦包括使用該發光元件的發光裝置及電子裝置。

注意：鍵結至環碳數為 6 至 10 的芳基之取代基是碳數為 1 至 4 的烷基或環碳數為 6 至 10 的芳基，並且該取代基的該芳基隨意地具有碳數為 1 至 4 的烷基。

本發明能提供一種新穎的具有雜芳環的咪唑衍生物，其具有比發射可見光的磷光化合物大的能隙，並可以作為發光元件的電子傳輸層或發光層的主體材料。此外，藉由使用新穎的具有雜芳環的咪唑衍生物，可以提供發光效率高的發光元件。此外，可以提供具有減低電力消耗的發光裝置及電子裝置。

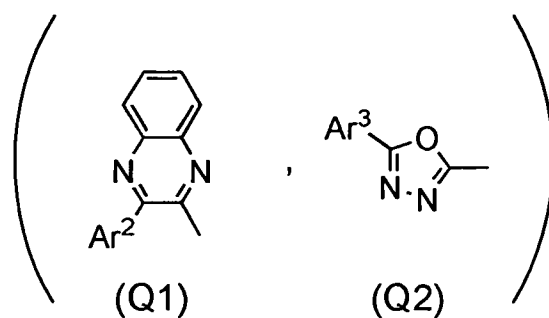
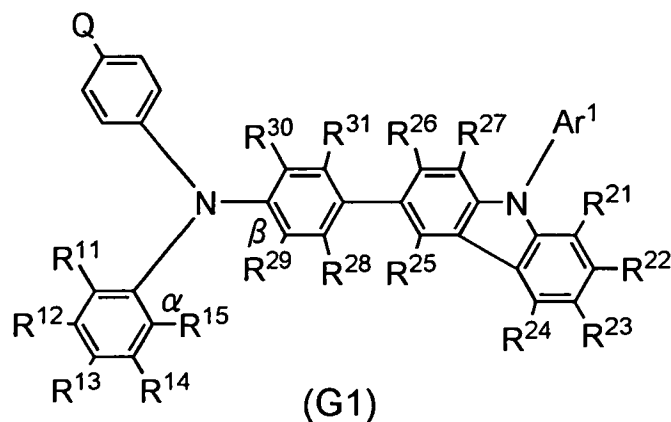
[具體例發明詳述]

下面，本發明的具體例將參照附圖給予詳細的說明。注意：本發明不侷限於以下說明，熟習該技術人員可以很容易地理解的是，在不脫離本發明之精神及範圍，可以完成各種各樣的變化和修飾。因此，本發明不應該被限於下面具體例模式和具體例的記載。

[具體例 1]

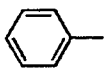
本具體例說明本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物。

下面顯示本具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物的通式 (G1)。

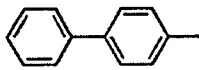


(在通式中，Q 是通式 Q1 或 Q2 所示的取代基；Ar¹ 至 Ar³ 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基，且該芳基隨意地具有取代基。R²⁸ 至 R³¹ 各自表示氫原子或碳數為 1 至 4 的烷基。R¹¹ 至 R¹⁵ 以及 R²¹ 至 R²⁷ 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，該芳基隨意地具有取代基。注意：α位置的碳和β位置的碳可以彼此直接鍵結而形成咪唑環。) 烷基的引入改善本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物的溶解性。

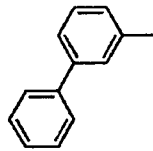
在通式 (G1) 中，Ar¹ 至 Ar³ 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基，且該芳基隨意地具有取代基。明確而言，可以例示結構式 S-1 至 S-17 所示的取代基作為 Ar¹ 至 Ar³。



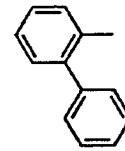
(S-1)



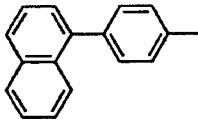
(S-2)



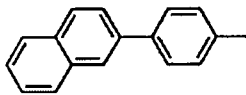
(S-3)



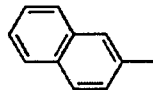
(S-4)



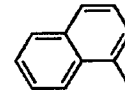
(S-5)



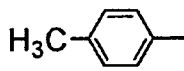
(S-6)



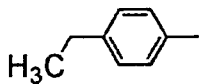
(S-7)



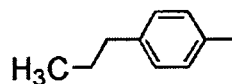
(S-8)



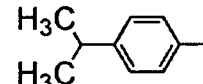
(S-9)



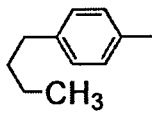
(S-10)



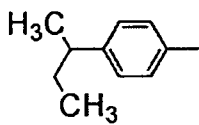
(S-11)



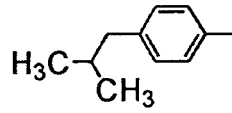
(S-12)



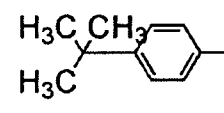
(S-13)



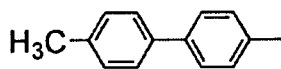
(S-14)



(S-15)

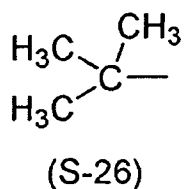
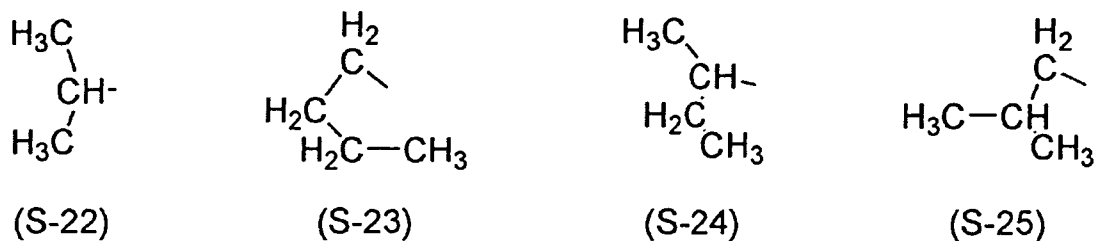


(S-16)



(S-17)

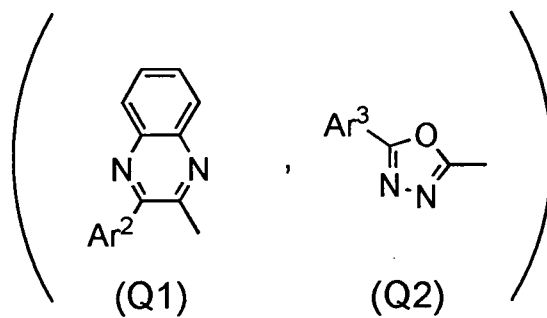
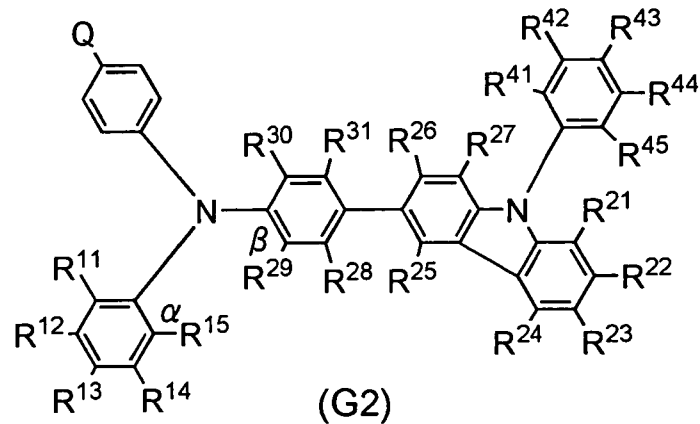
在通式 (G1) 中， R^{28} 至 R^{31} 各自表示氫原子或碳數為 1 至 4 的烷基。明確而言，可以例示結構式 S-18 至 S-26 所示的取代基作為 R^{28} 至 R^{31} 。



在通式 (G1) 中， R^{11} 至 R^{15} 以及 R^{21} 至 R^{27} 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且該芳基隨意地具有取代基。舉出結構式 S-1 至 S-26 所示的取代基作為 R^{11} 至 R^{15} 以及 R^{21} 至 R^{27} 的特定具體例。

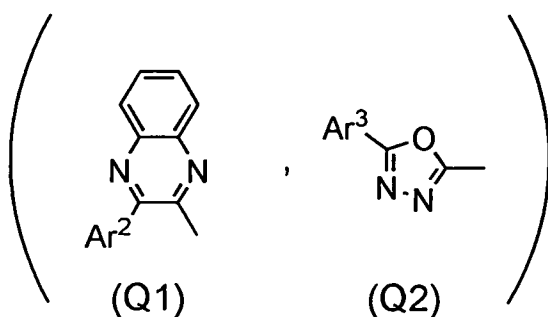
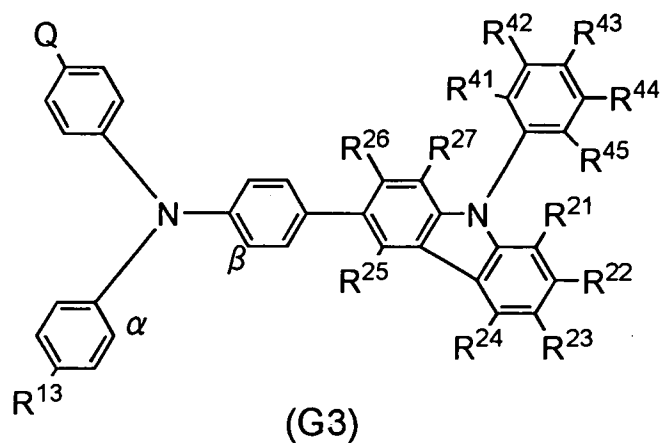
注意：在通式 (G1) 中， α 位置的碳和 β 位置的碳可以彼此直接鍵結而形成咪唑環。

較佳的的是，通式 (G1) 的 Ar^1 是苯基，因為有助於咪唑衍生物的合成且用於合成的原料可以小成本取得。在此情況下，下述通式 (G2) 表示本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物。



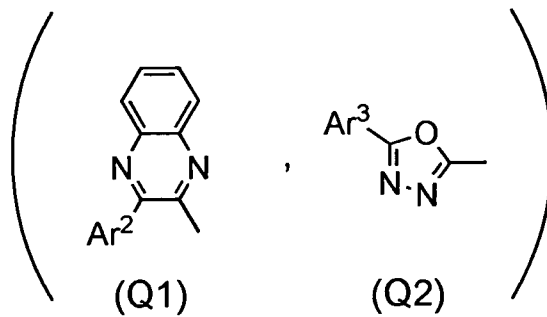
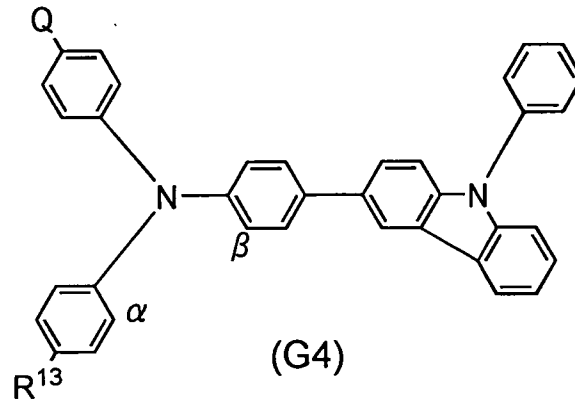
(在通式中，Q 是通式 Q1 或 Q2 所示的取代基；Ar² 及 Ar³ 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基；且該芳基隨意地具有取代基。R²⁸ 至 R³¹ 各自表示氫原子或碳數為 1 至 4 的烷基。R¹¹ 至 R¹⁵、R²¹ 至 R²⁷、以及 R⁴¹ 至 R⁴⁵ 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且該芳基隨意地具有取代基。注意：α位置的碳和β位置的碳可以彼此直接鍵結而形成咪唑環。)

較佳的是，通式 (G2) 的 R¹¹、R¹²、R¹⁴、R¹⁵、及 R²⁸ 至 R³¹ 各自是氫原子，因為無大的位阻產生且有助於咪唑衍生物的合成。在此情況下，下述通式 (G3) 表示本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物。



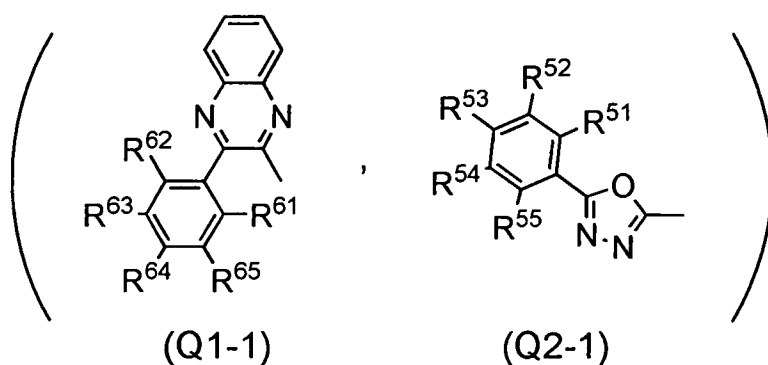
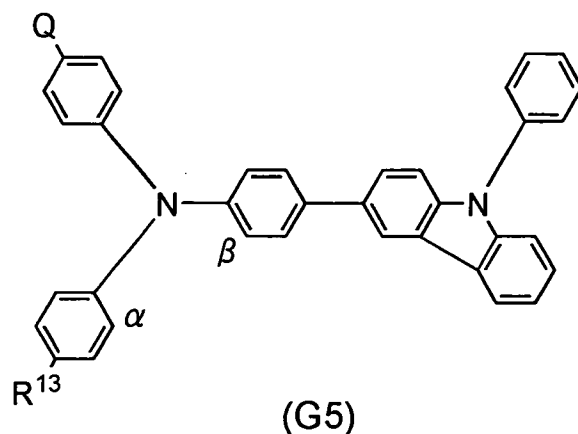
(在通式中，Q 是通式 Q1 或 Q2 所示的取代基；Ar² 及 Ar³ 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基；且該芳基隨意地具有取代基。R¹³、R²¹ 至 R²⁷、以及 R⁴¹ 至 R⁴⁵ 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且該芳基隨意地具有取代基。注意：α位置的碳和β位置的碳可以彼此直接鍵結而形成咪唑環。)

較佳的是，通式 (G3) 的 R⁴¹ 至 R⁴⁵ 以及 R²¹ 至 R²⁷ 各自是氫原子，因為咪唑衍生物的三重激發能變成較大。在此情況下，下述通式 (G4) 表示本發明之具體例的具有雜芳基的咪唑衍生物。



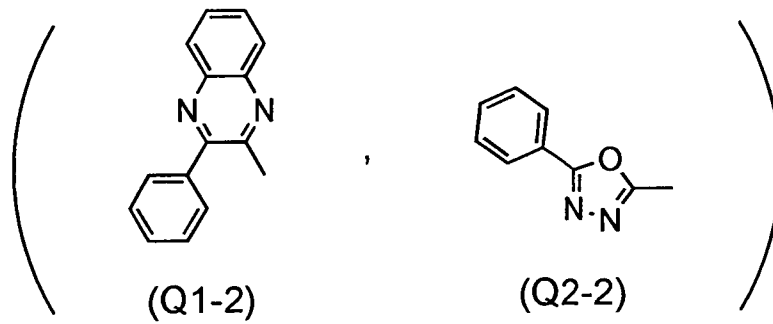
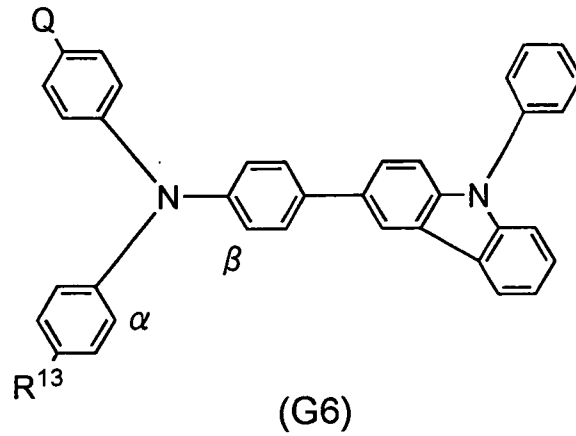
(在通式中，Q 是通式 Q1 或 Q2 所示的取代基； Ar^2 及 Ar^3 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基；且該芳基隨意地具有取代基。 R^{13} 是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且該芳基隨意地具有取代基。注意： α 位置的碳和 β 位置的碳可以彼此直接鍵結而形成咪唑環。)

較佳的是，通式 (G4) 的 Ar^2 及 Ar^3 各自是苯基，因為三重激發能變得更高。在此情況下，下述通式 (G5) 表示本發明之具體例的具有雜芳基的咪唑衍生物。



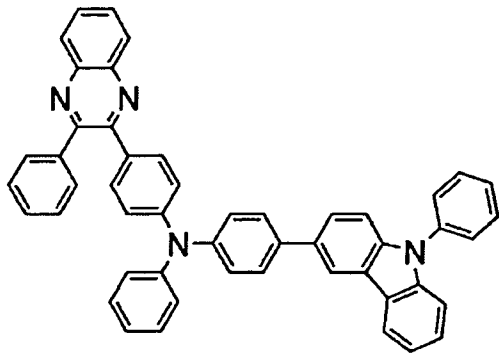
(在通式中，Q 是通式 Q1-1 或 Q2-1 所示的取代基； R^{13} 、 R^{51} 至 R^{55} 、以及 R^{61} 至 R^{65} 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且該芳基隨意地具有取代基。注意： α 位置的碳和 β 位置的碳可以彼此直接鍵結而形成咪唑環。)

較佳的是，通式 (G5) 的 R^{51} 至 R^{55} 以及 R^{61} 至 R^{65} 各自是氫原子，因為三重激發能變得更高。在此情況下，下述通式 (G6) 表示本發明之具體例的具有雜芳基的咪唑衍生物。

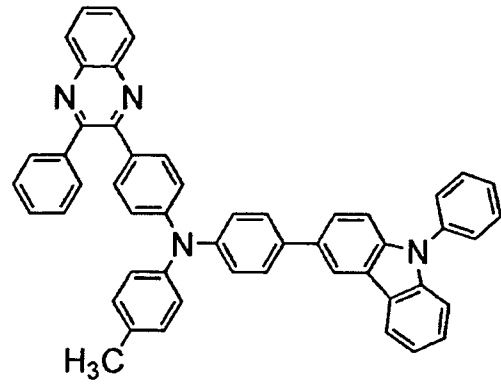


(在通式中，Q 是結構式 Q1-2 或 Q2-2 所示的取代基； R^{13} 是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且該芳基隨意地具有取代基。注意： α 位置的碳和 β 位置的碳可以彼此直接鍵結而形成咪唑環。)

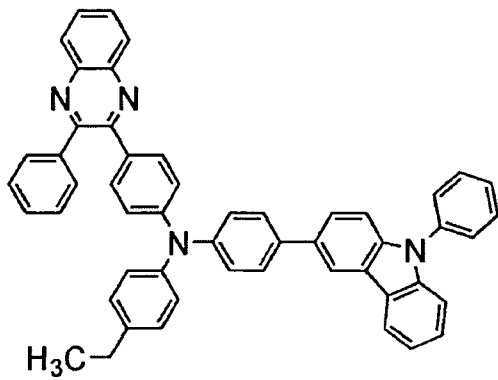
可以舉出結構式 (1) 至 (128) 所示的化合物作為具有雜芳環的咪唑衍生物的特定具體例。然而，本發明不侷限於下面化合物。



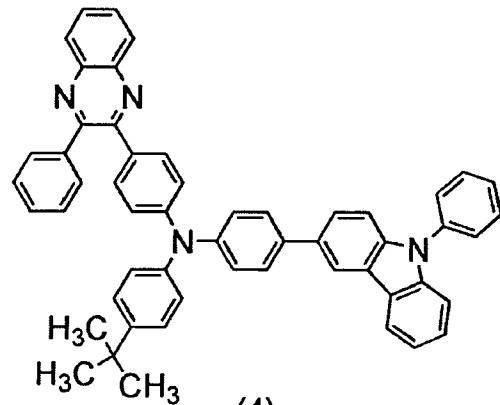
(1)



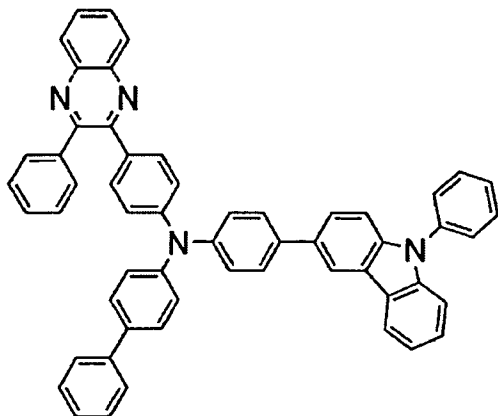
(2)



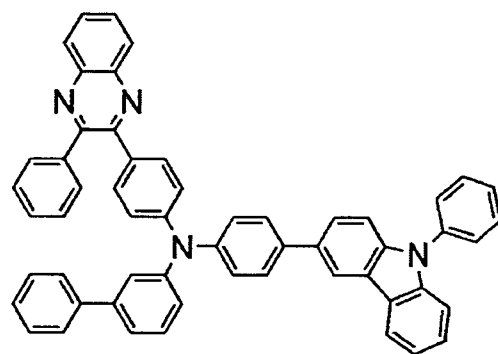
(3)



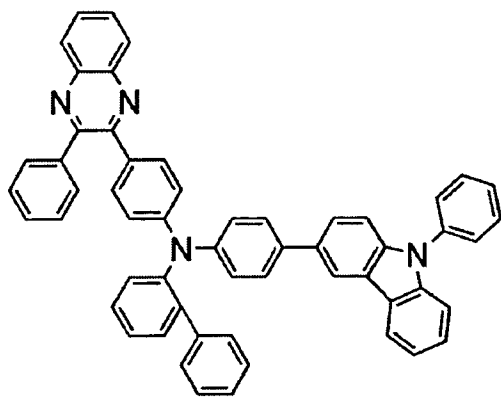
(4)



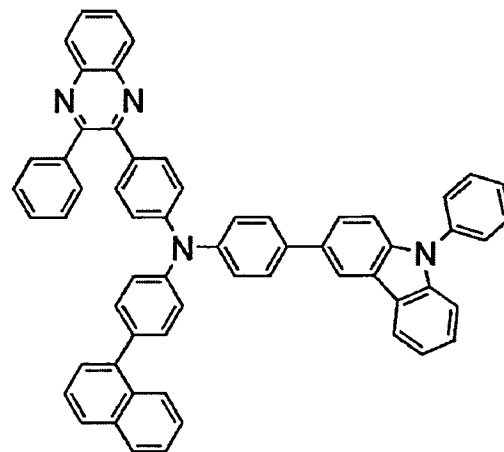
(5)



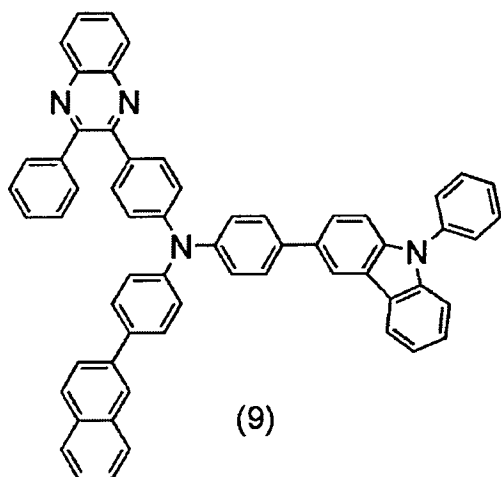
(6)



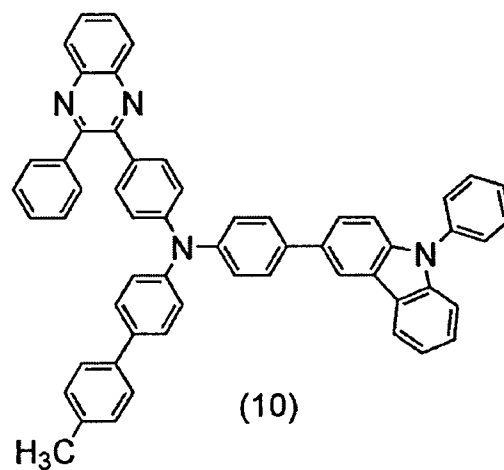
(7)



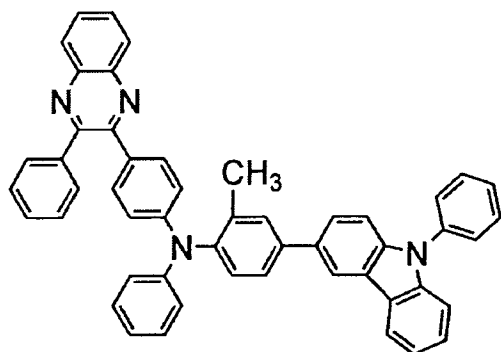
(8)



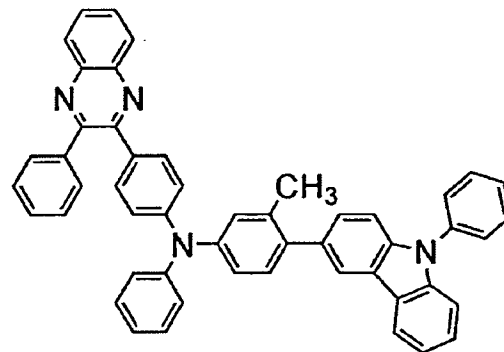
(9)



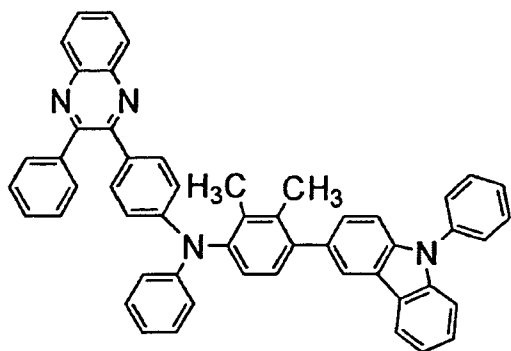
(10)



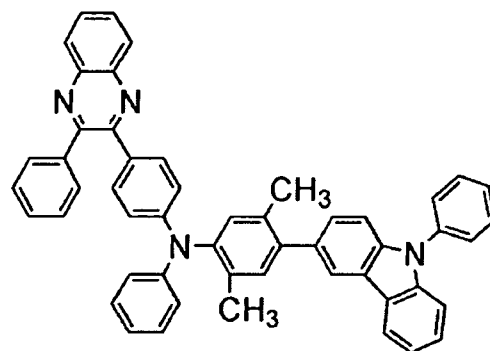
(11)



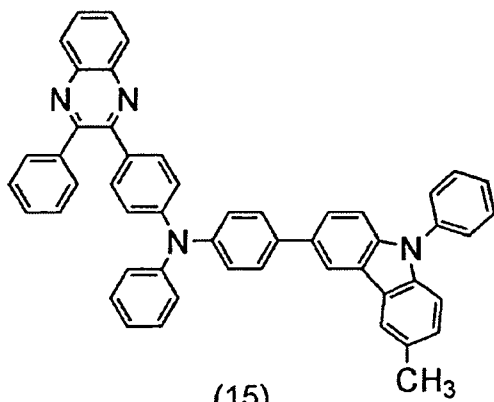
(12)



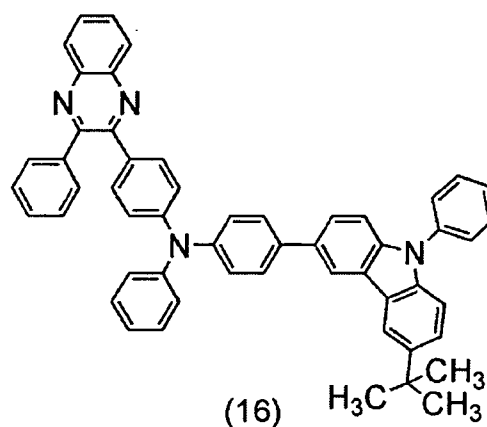
(13)



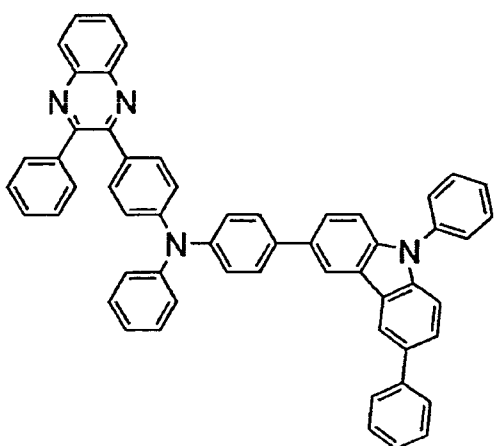
(14)



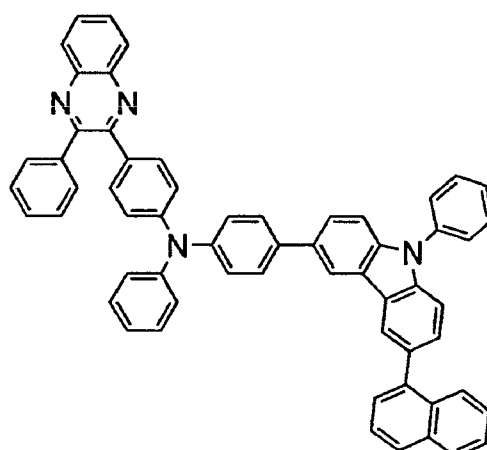
(15)



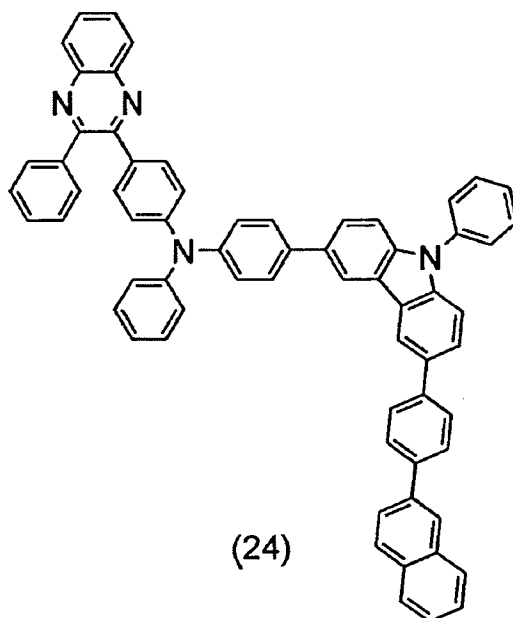
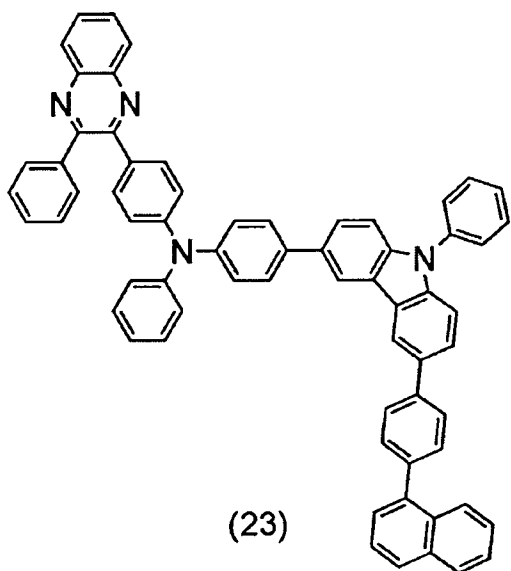
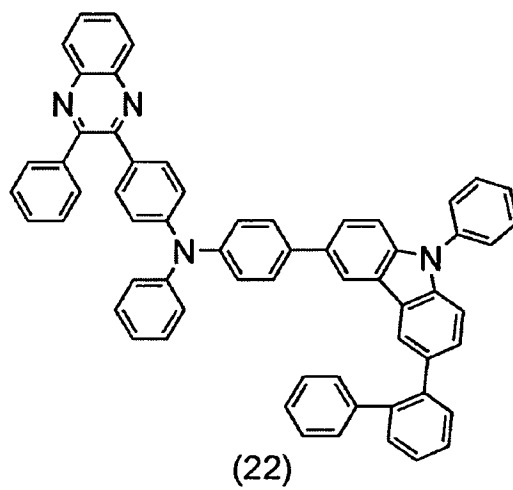
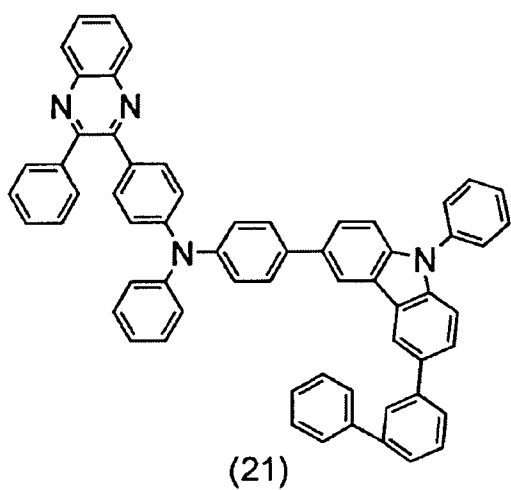
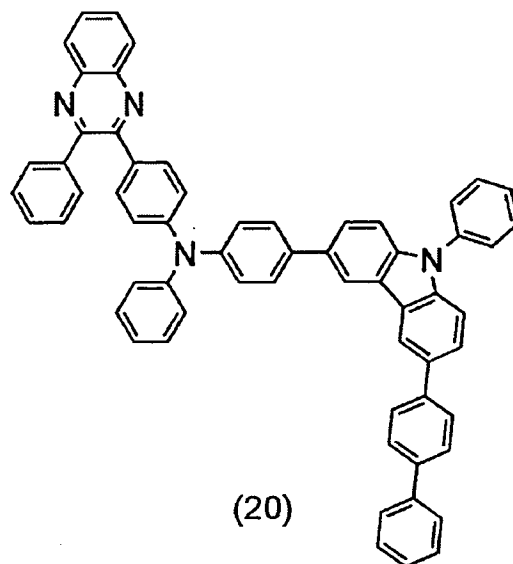
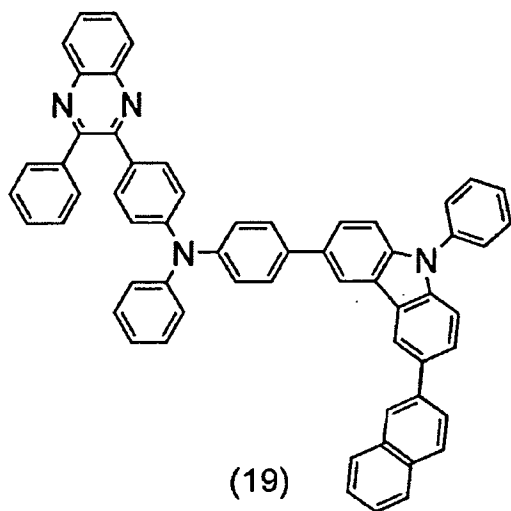
(16)

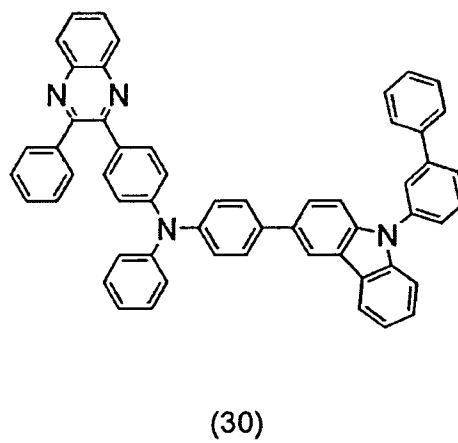
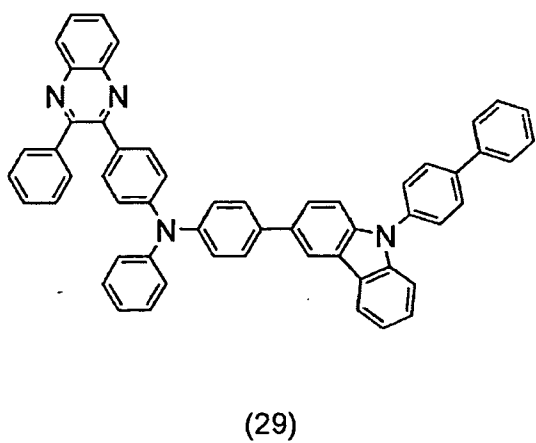
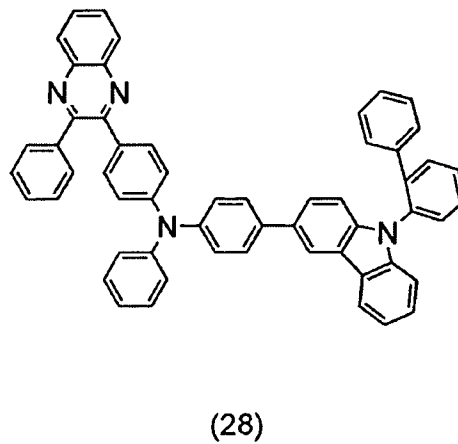
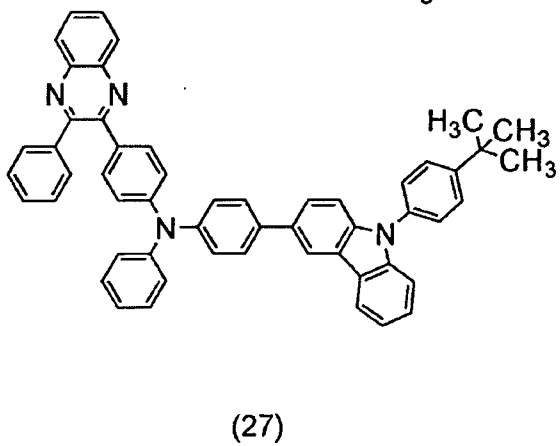
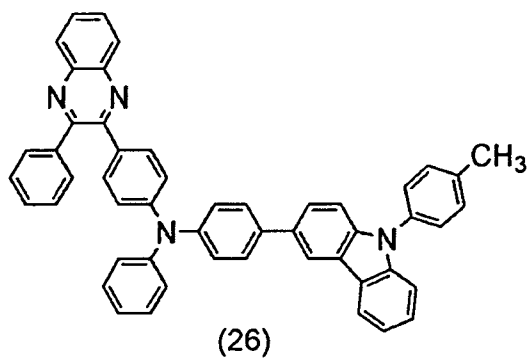
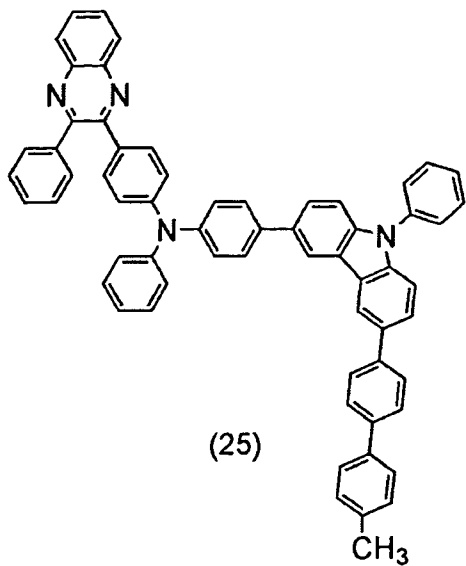


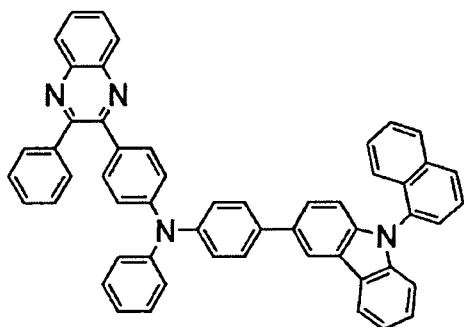
(17)



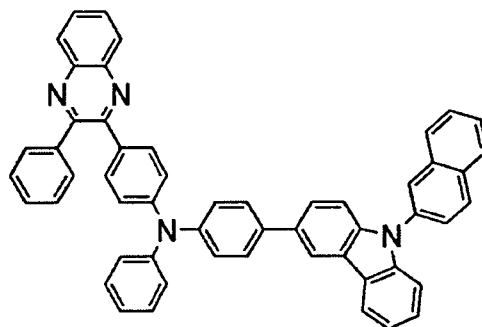
(18)



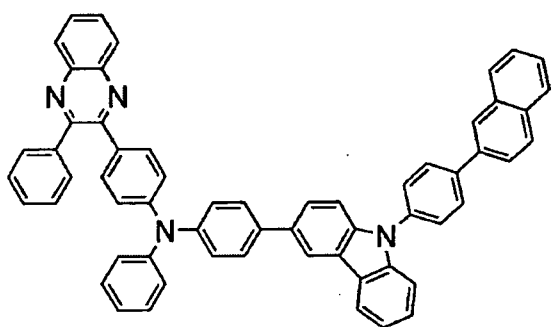




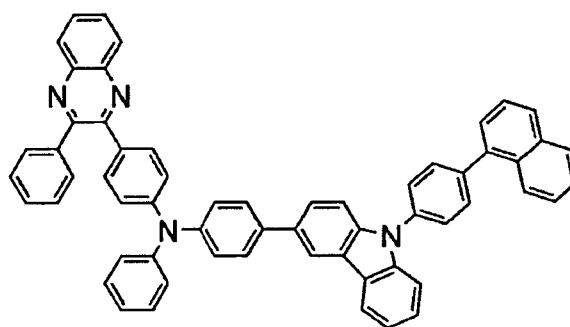
(31)



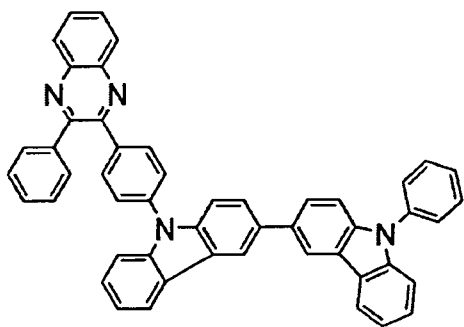
(32)



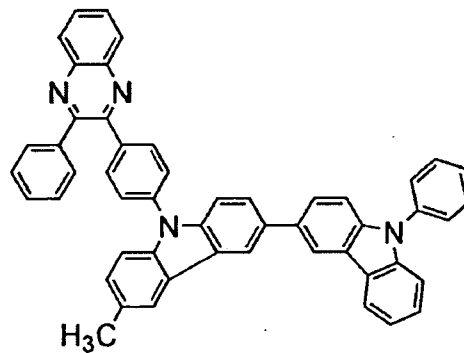
(33)



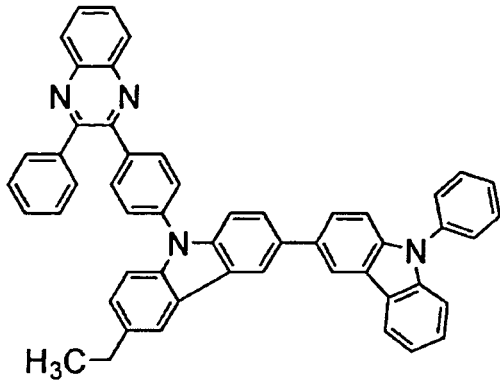
(34)



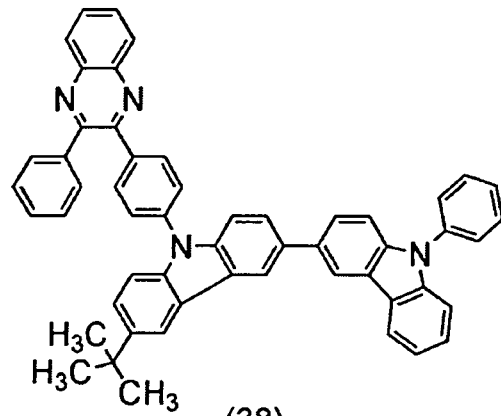
(35)



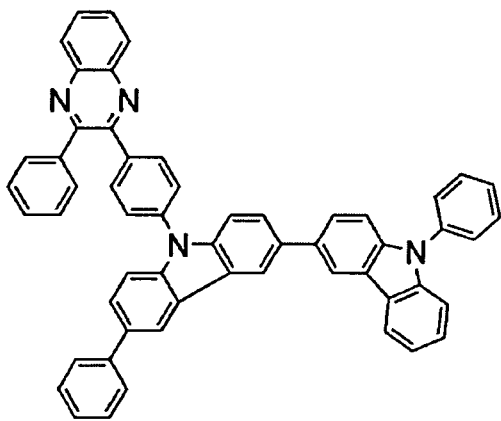
(36)



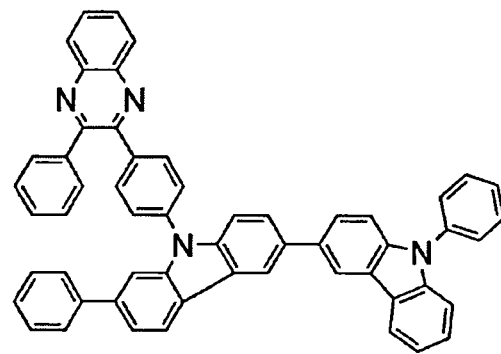
(37)



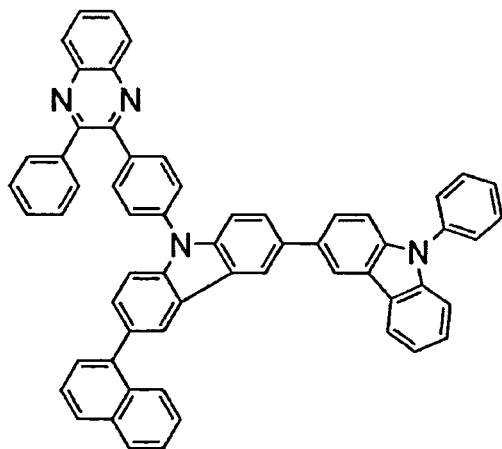
(38)



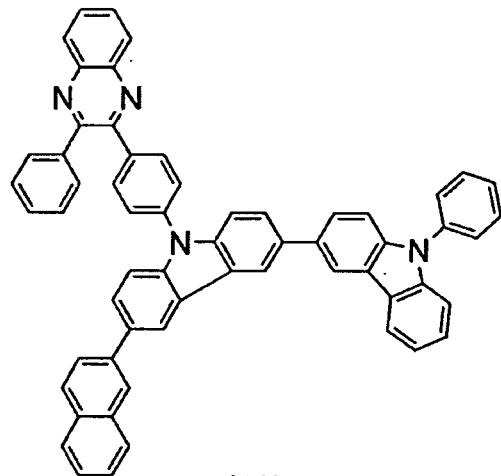
(39)



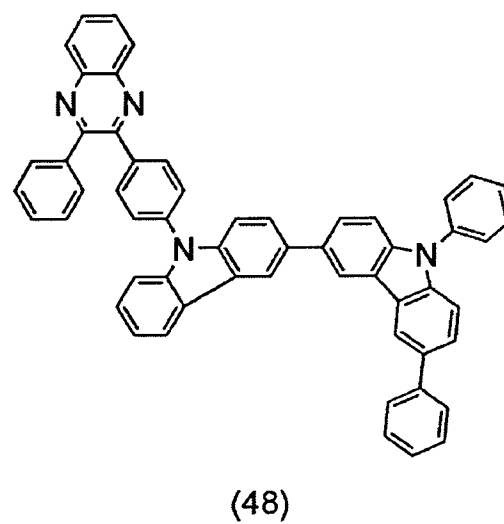
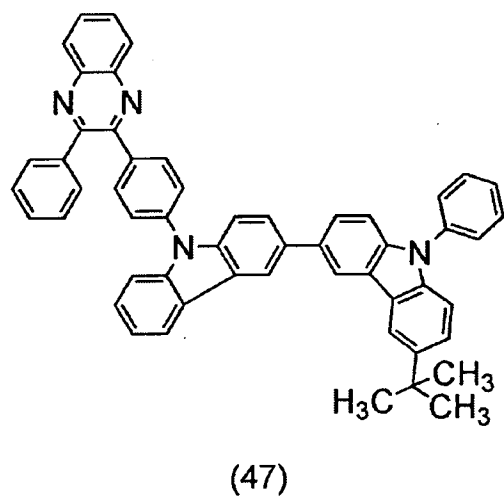
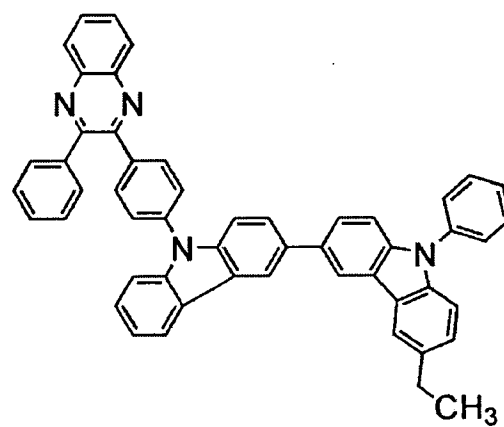
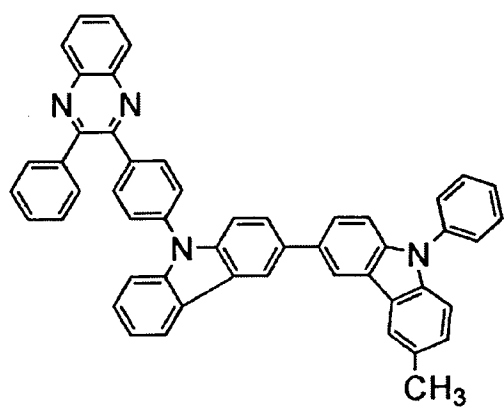
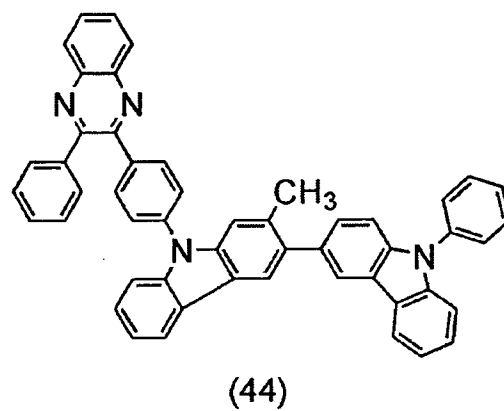
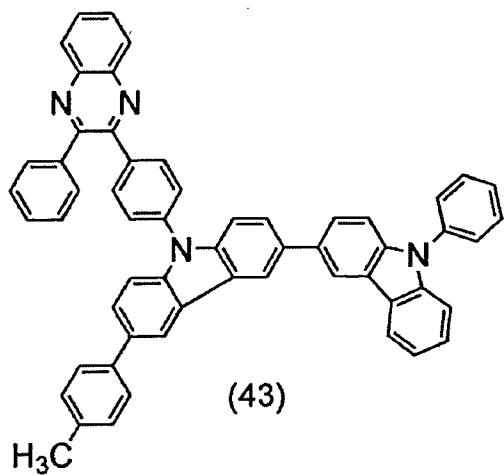
(40)

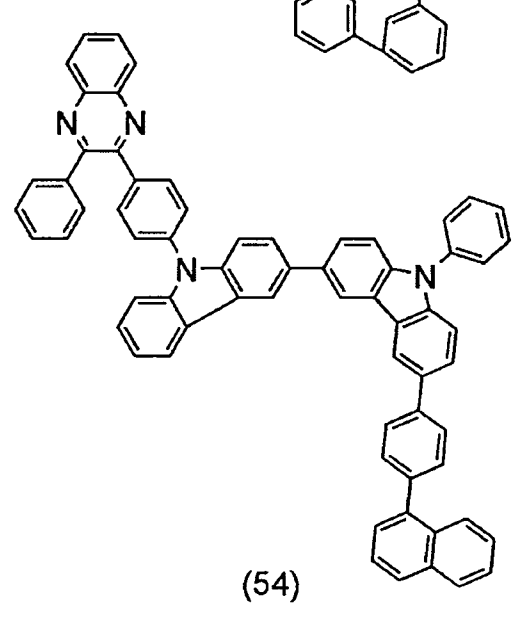
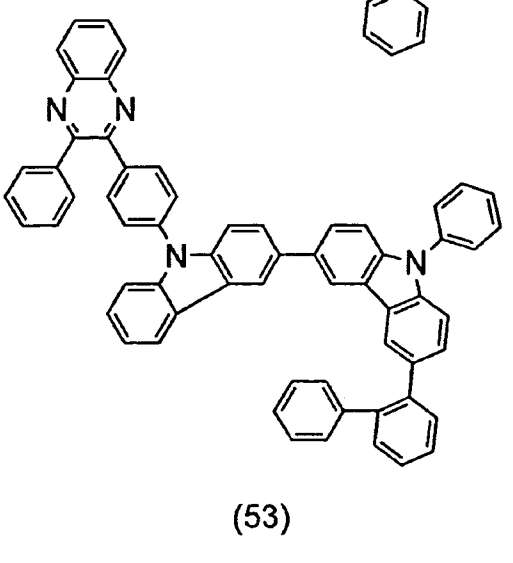
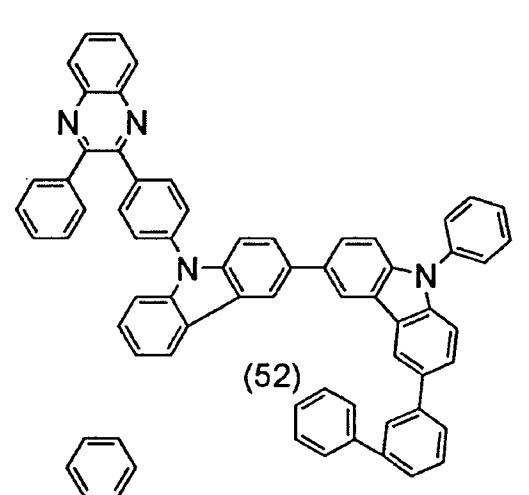
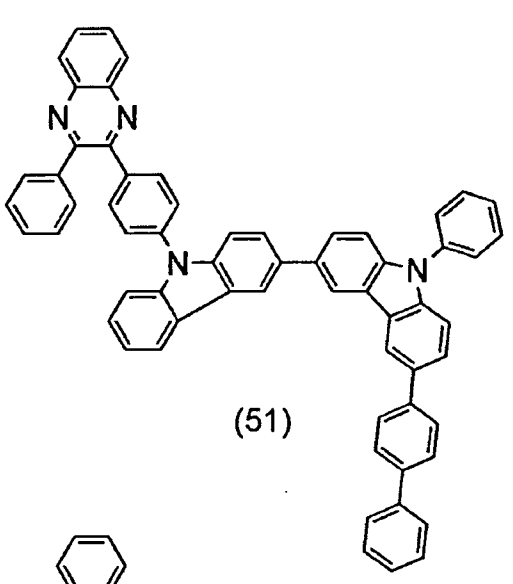
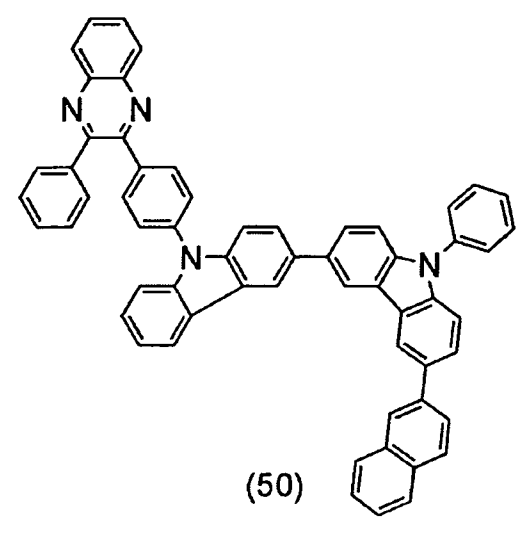
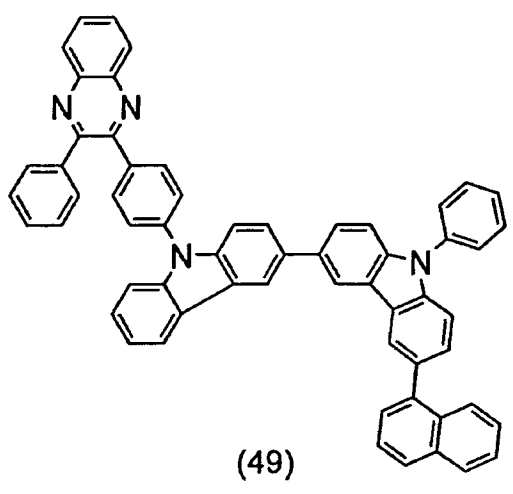


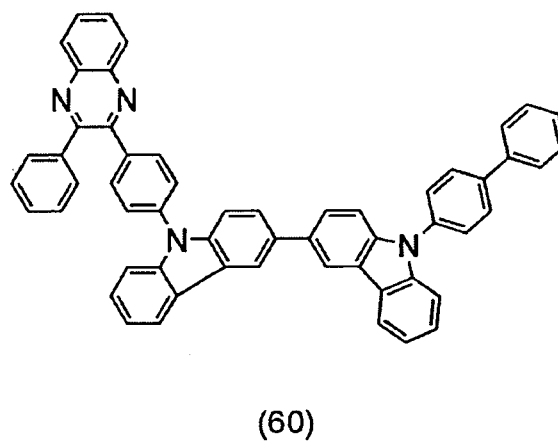
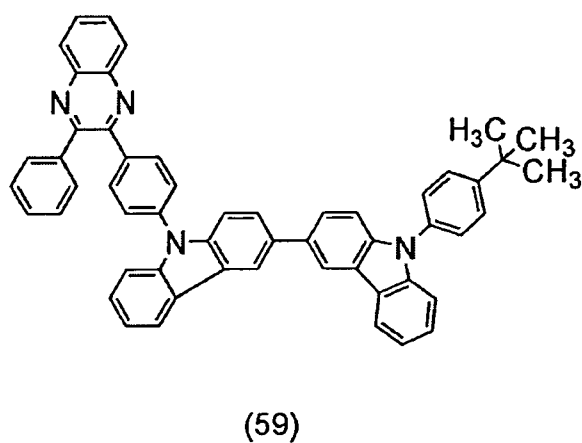
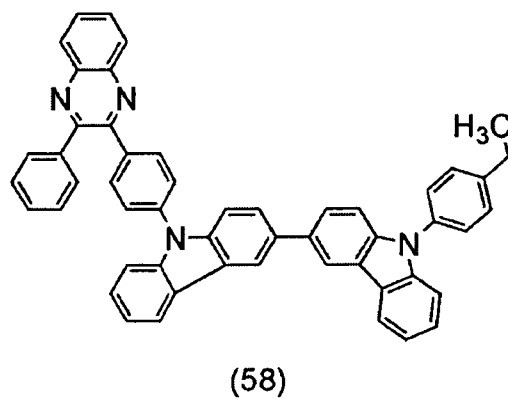
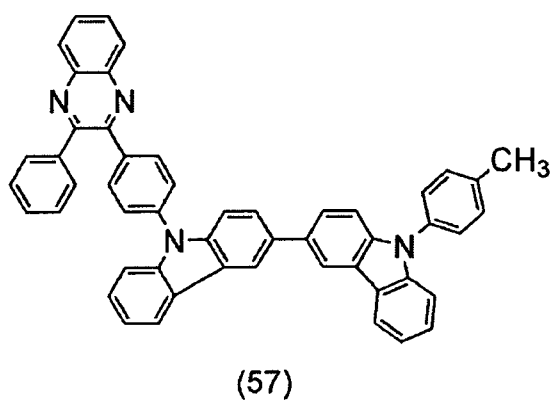
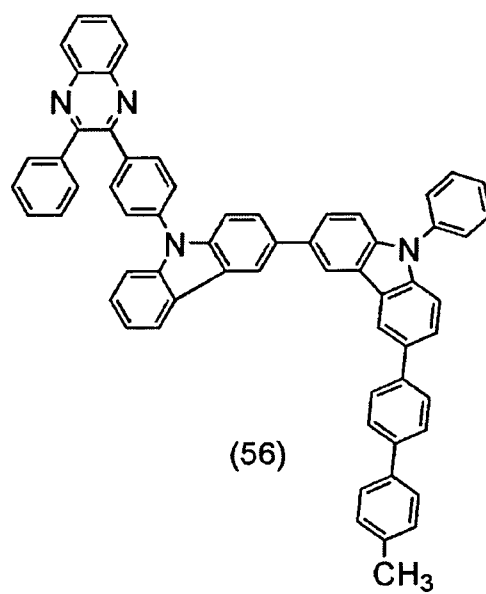
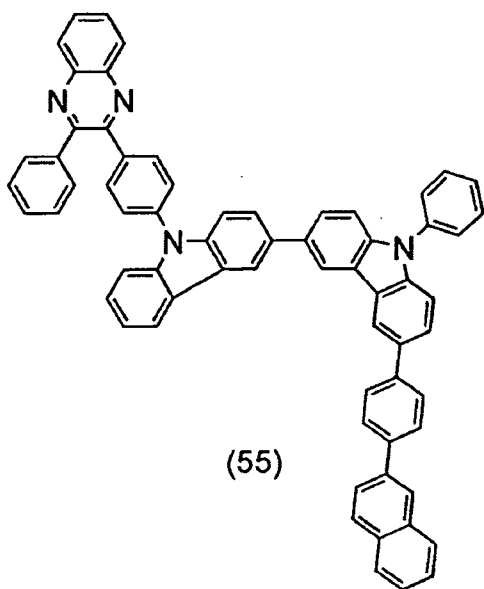
(41)

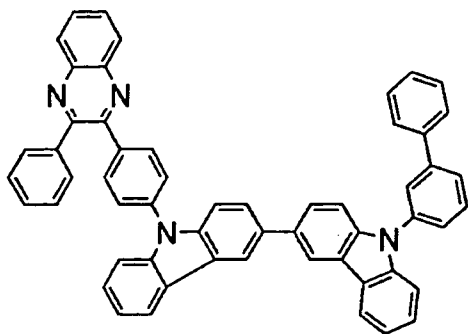


(42)

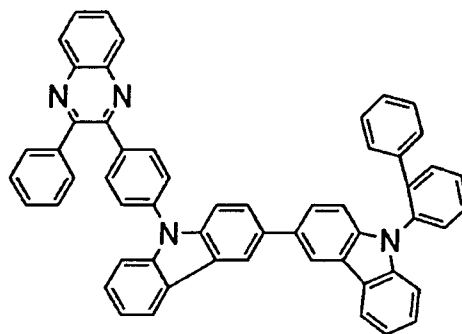




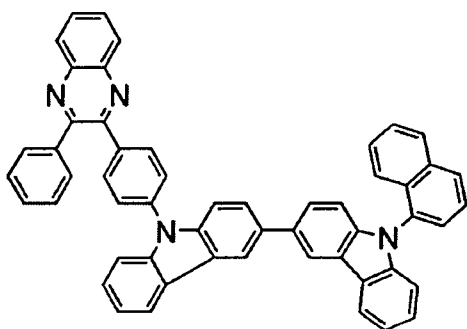




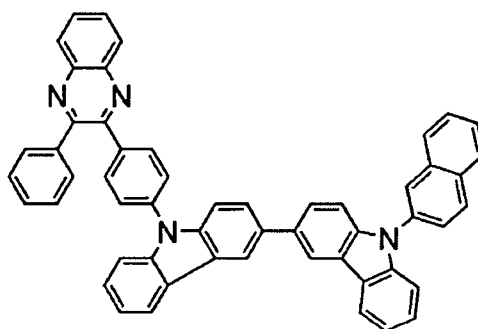
(61)



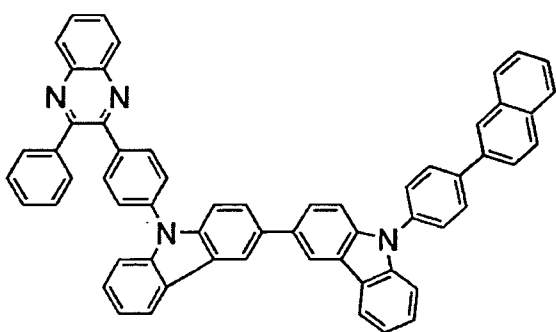
(62)



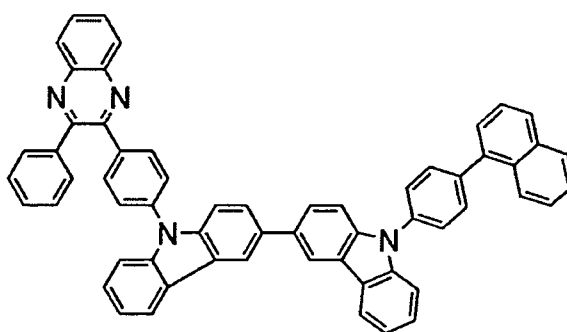
(63)



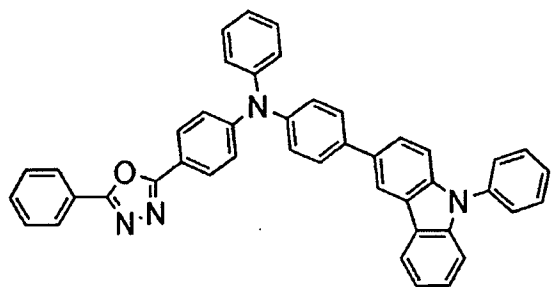
(64)



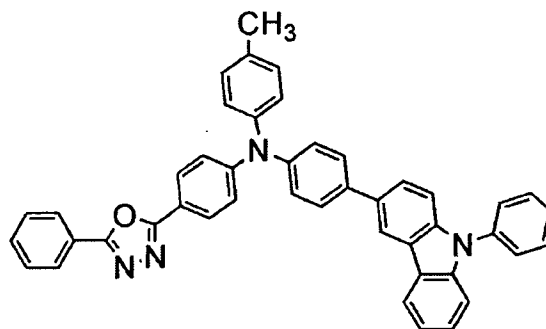
(65)



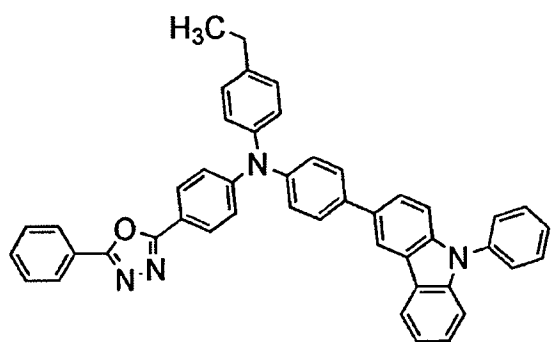
(66)



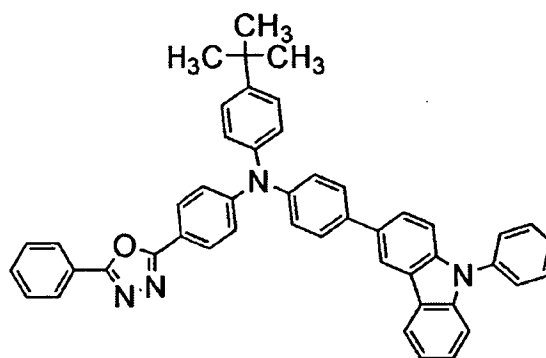
(67)



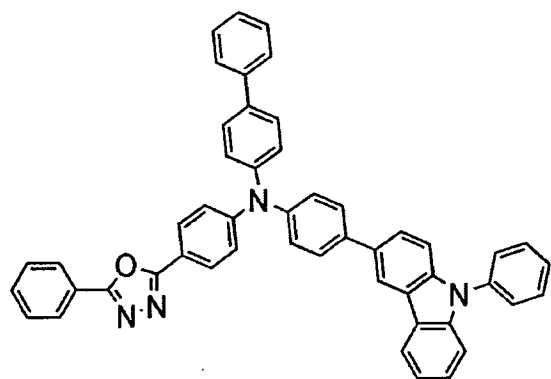
(68)



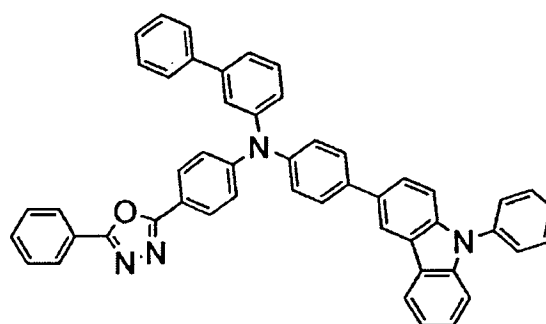
(69)



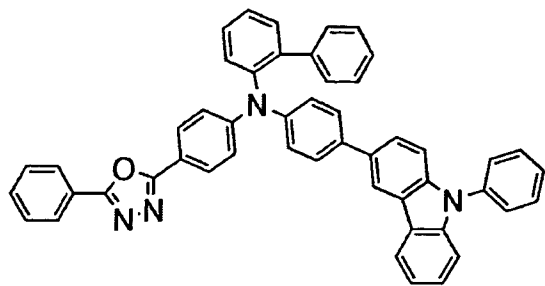
(70)



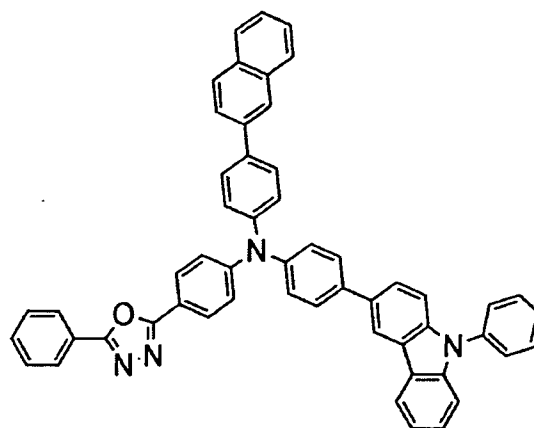
(71)



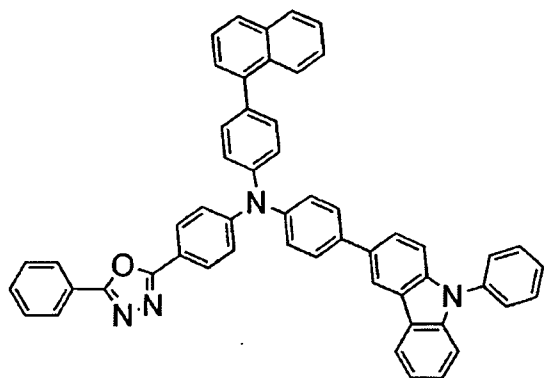
(72)



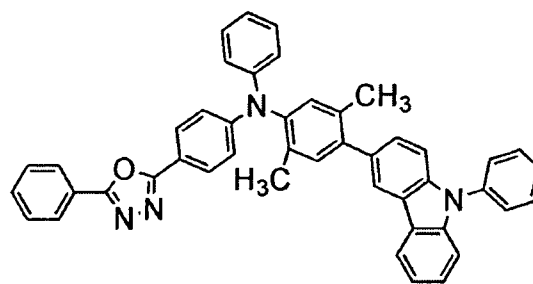
(73)



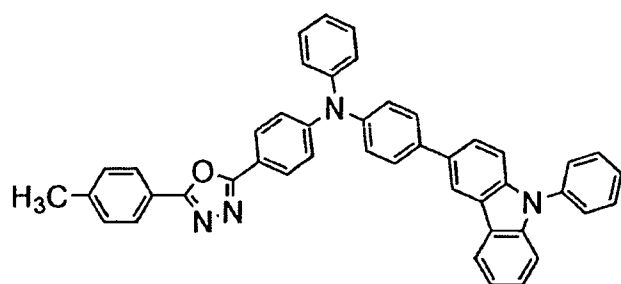
(74)



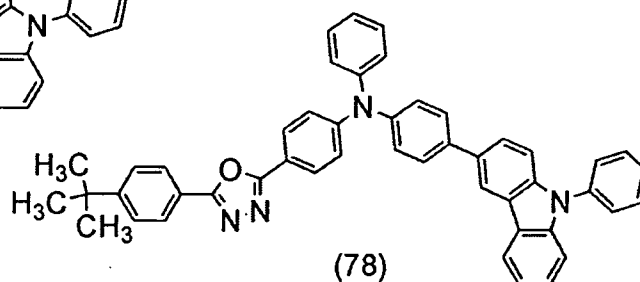
(75)



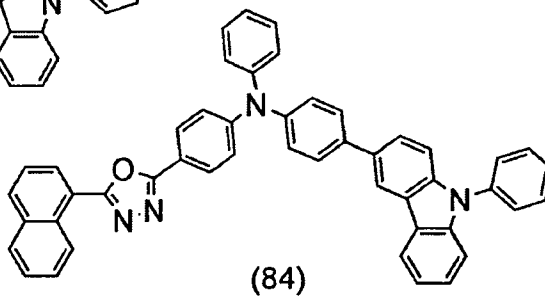
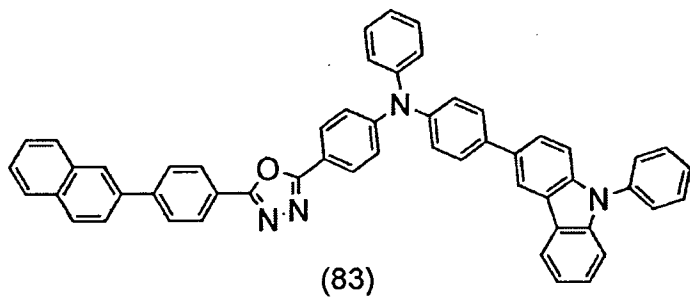
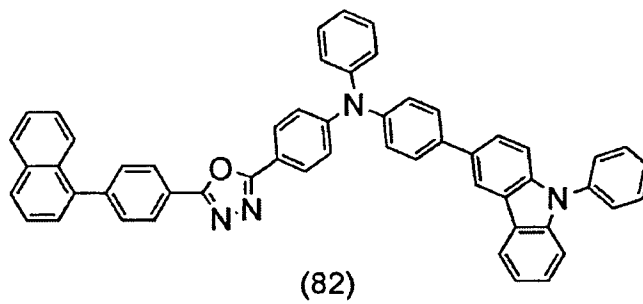
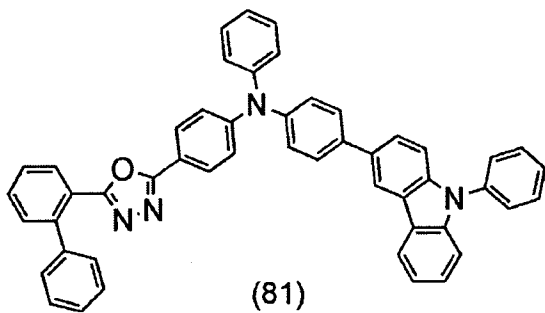
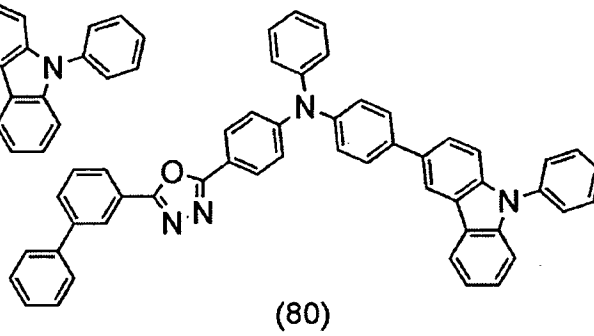
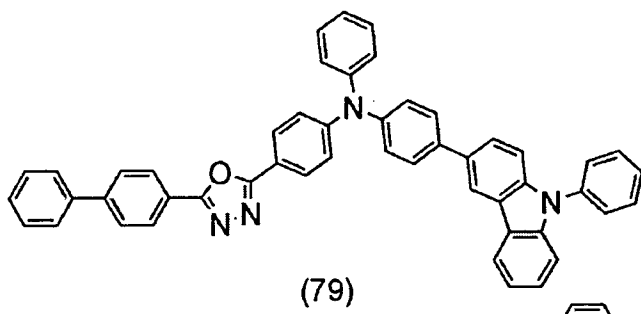
(76)

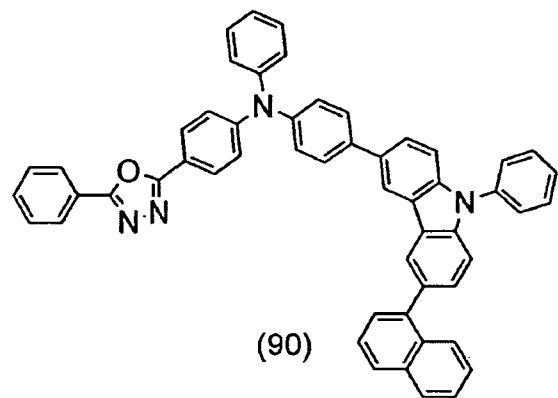
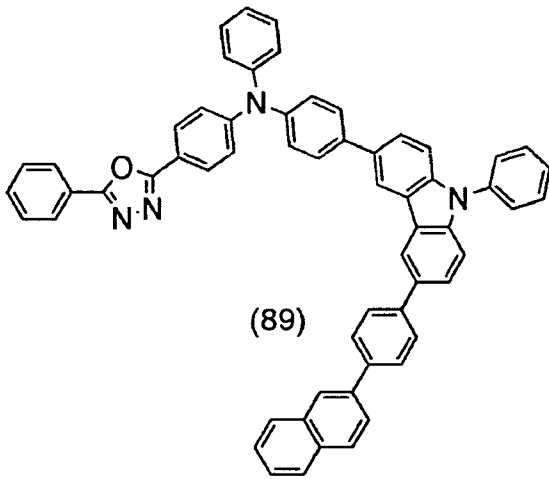
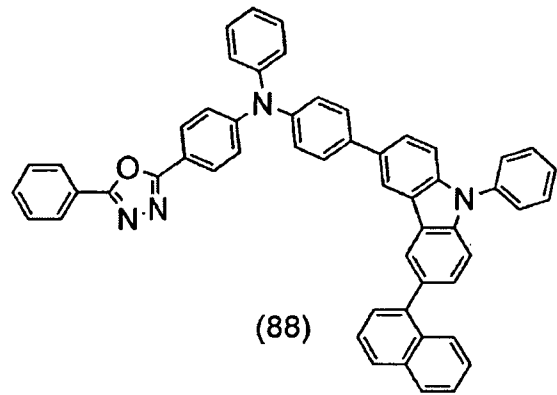
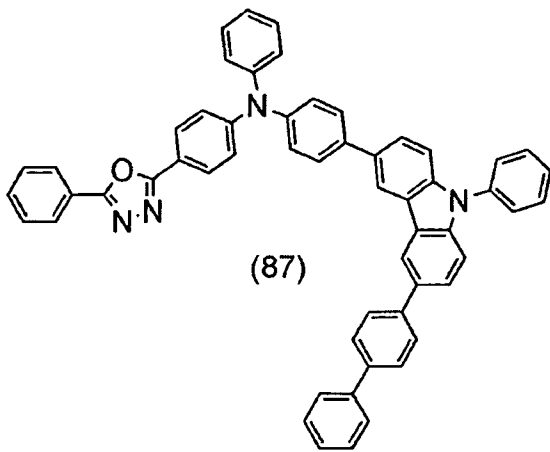
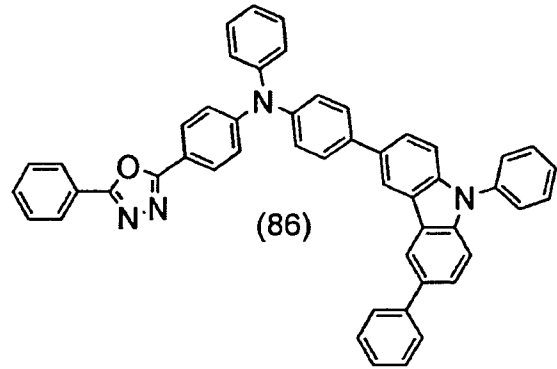
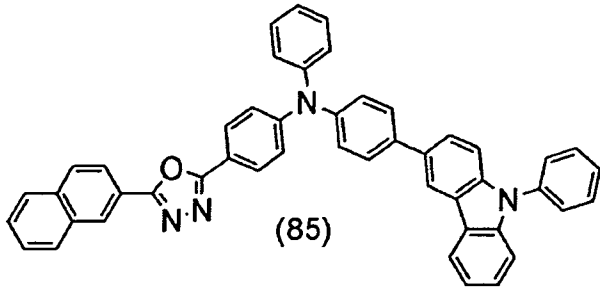


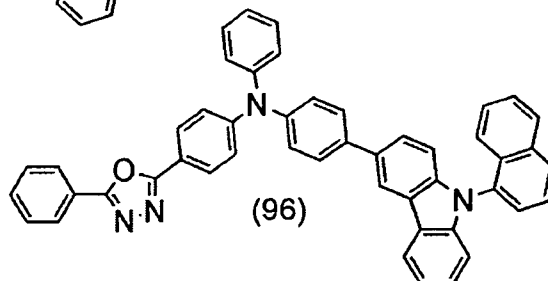
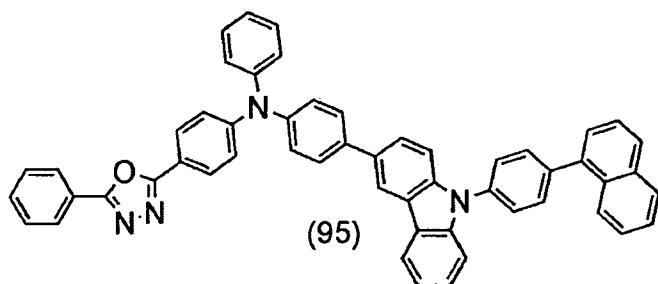
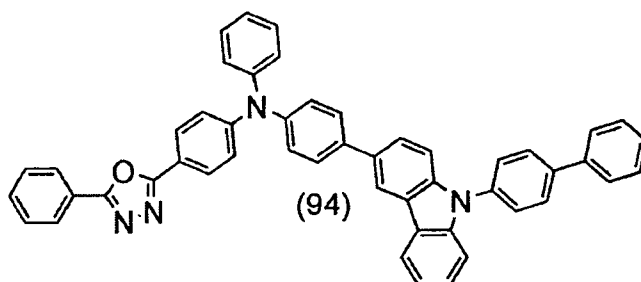
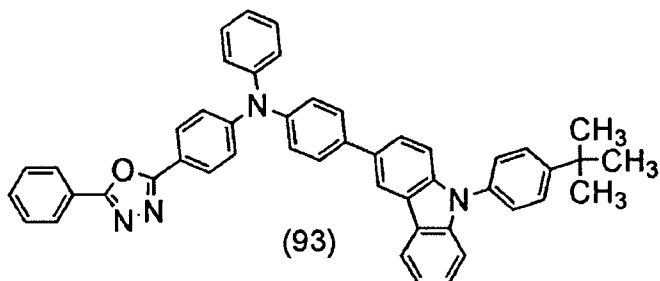
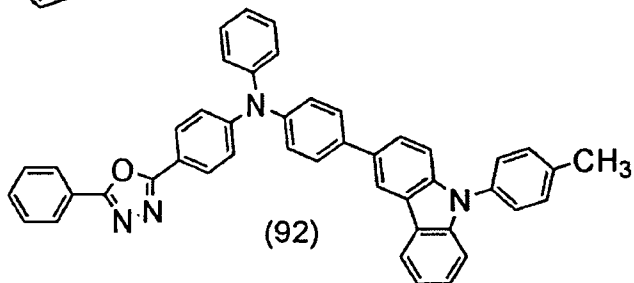
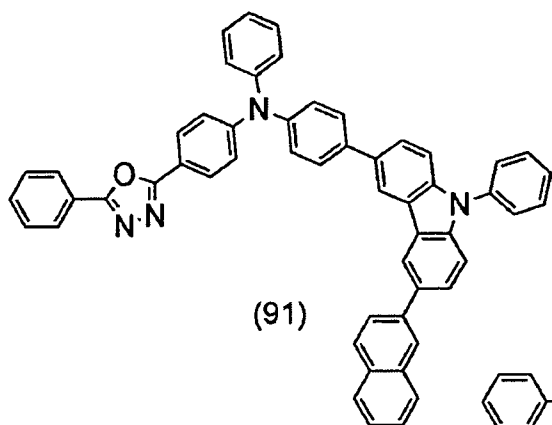
(77)

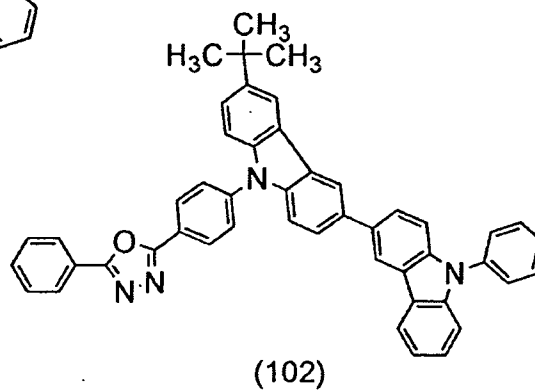
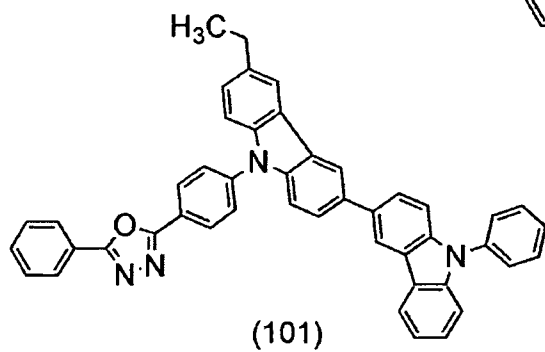
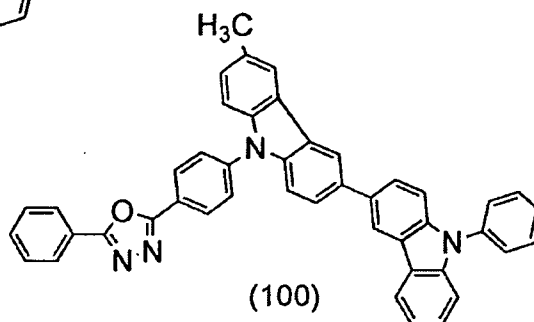
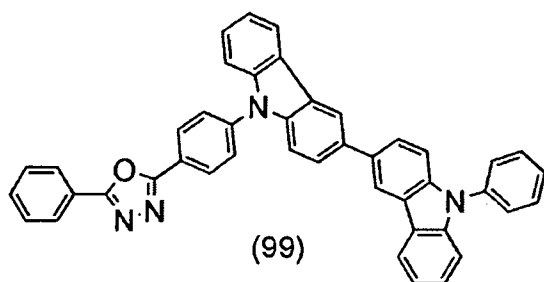
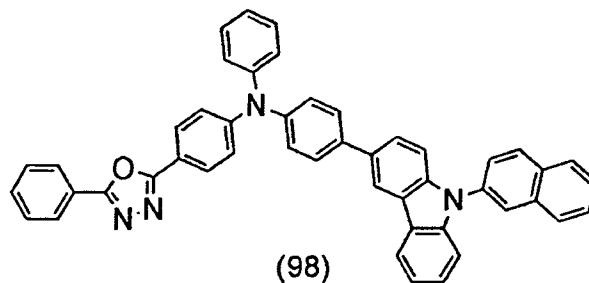
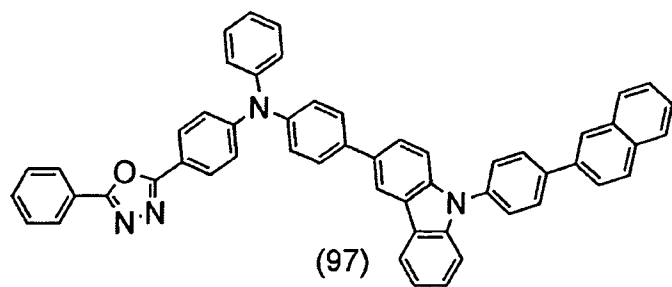


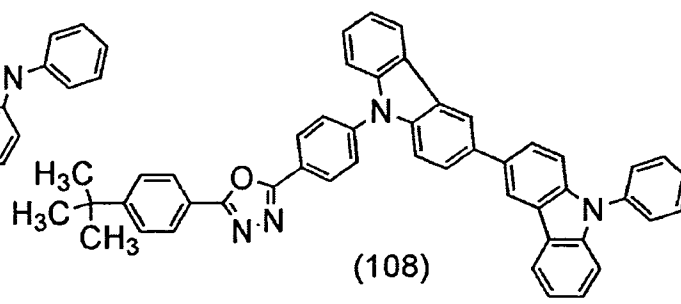
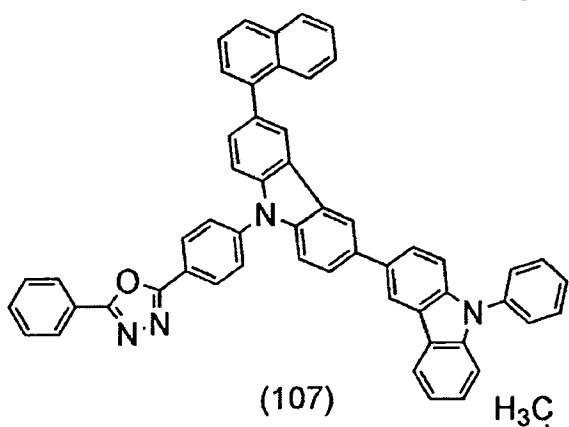
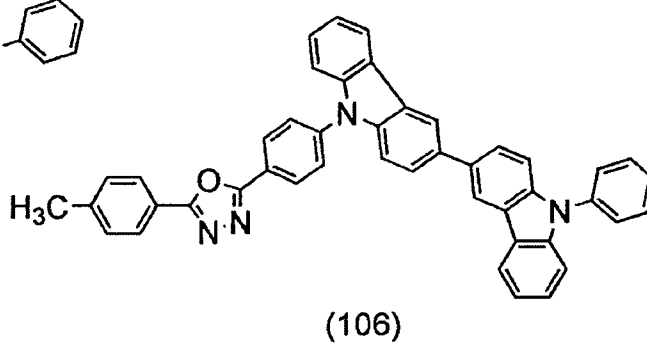
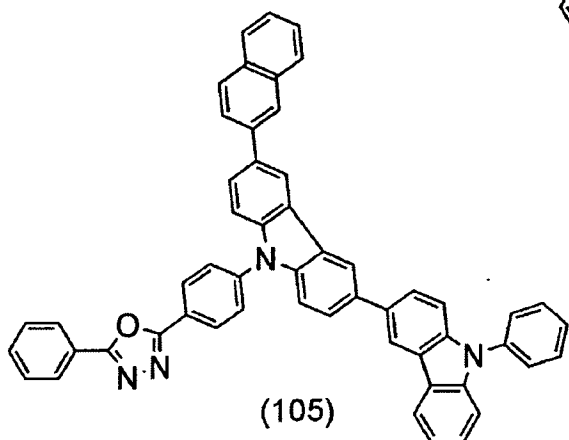
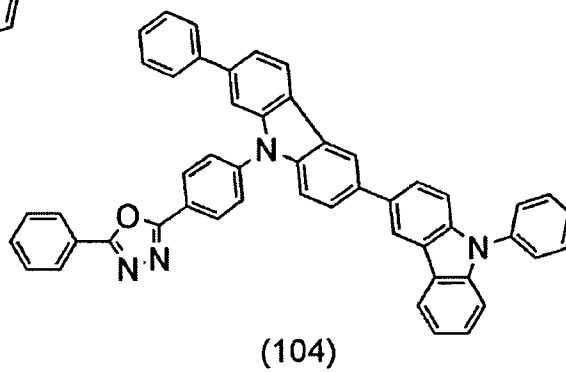
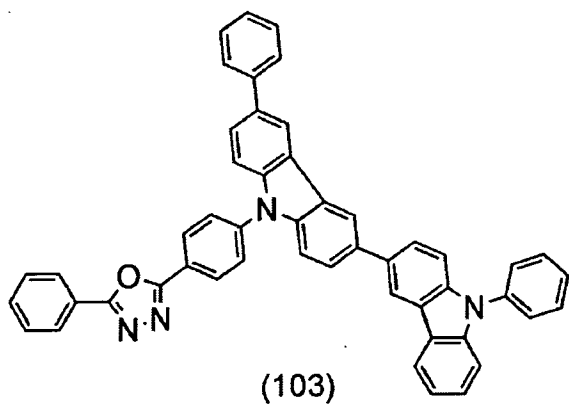
(78)

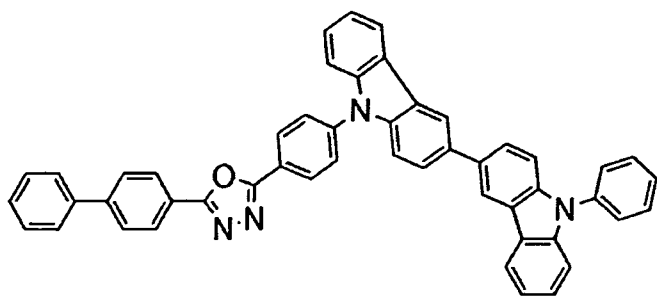




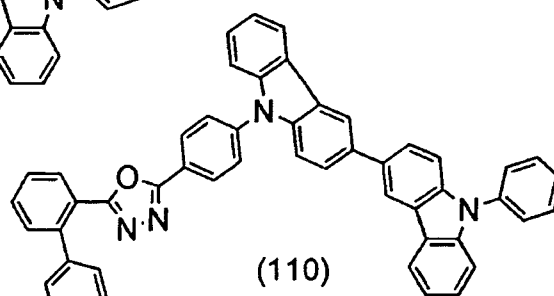




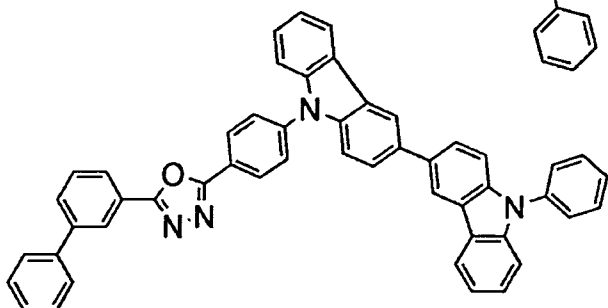




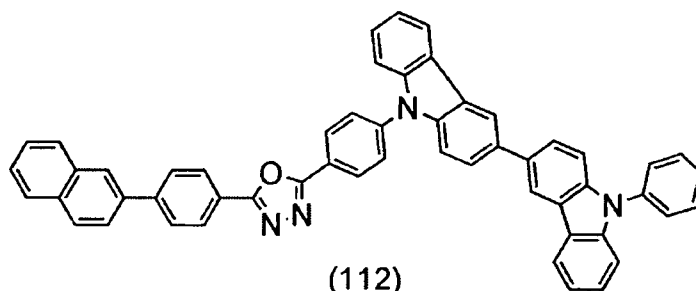
(109)



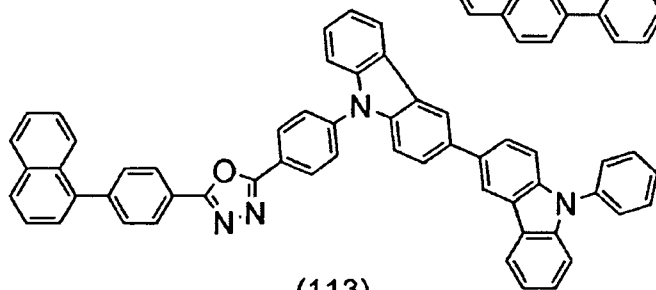
(110)



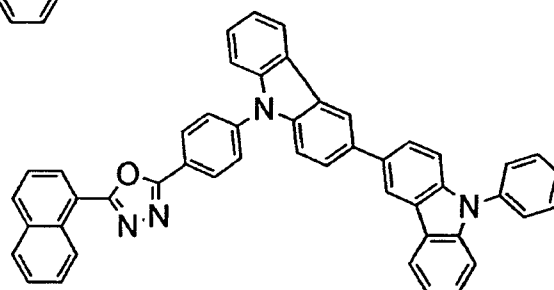
(111)



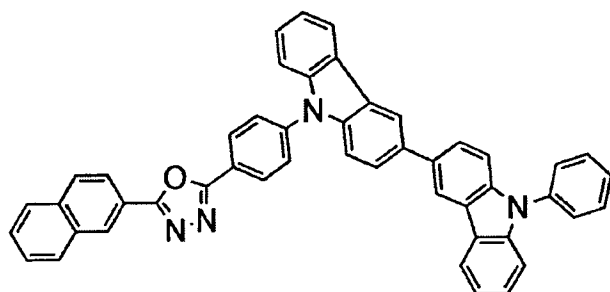
(112)



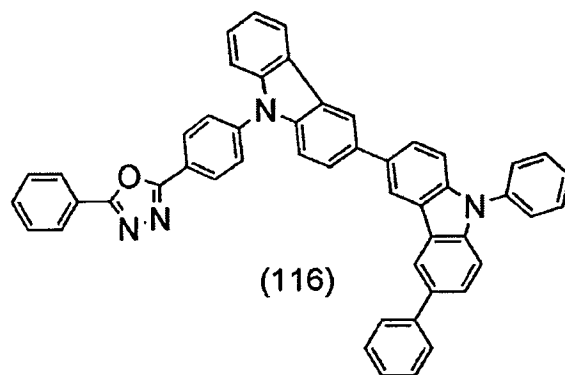
(113)



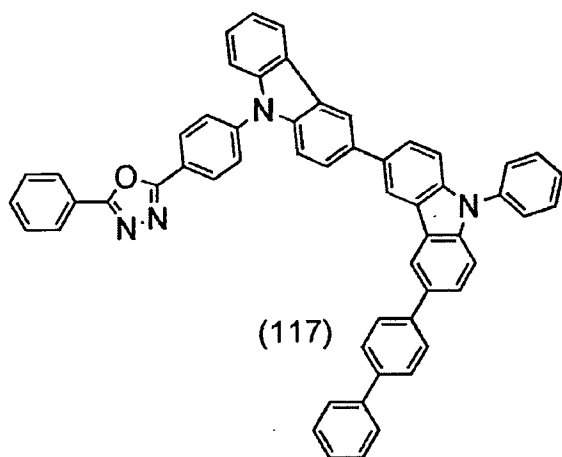
(114)



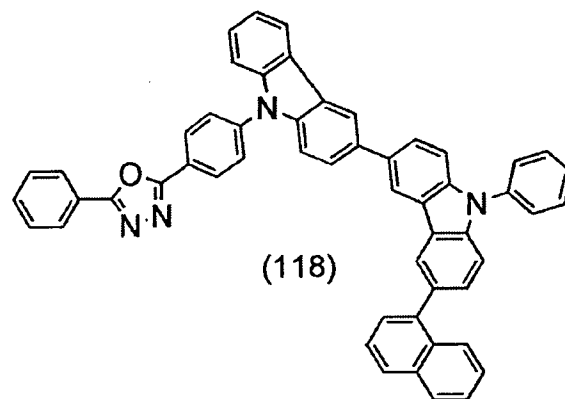
(115)



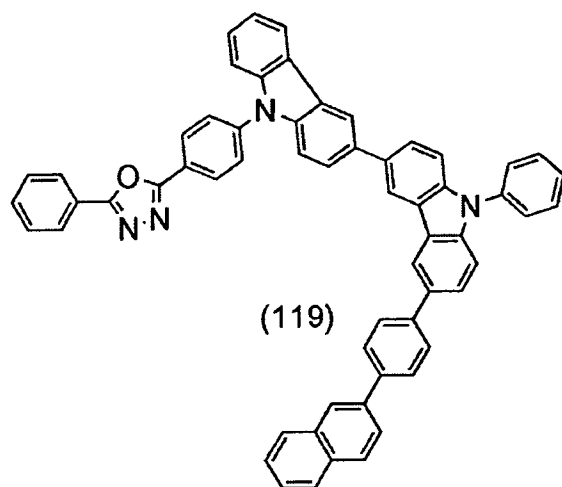
(116)



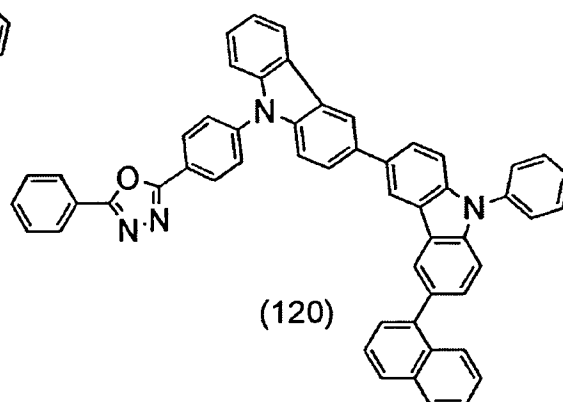
(117)



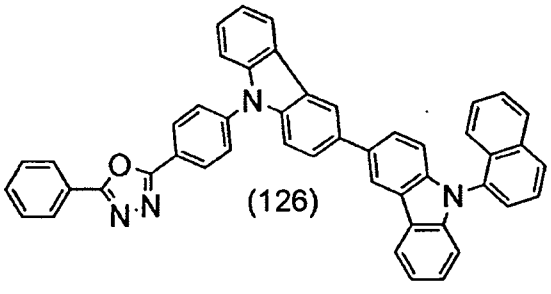
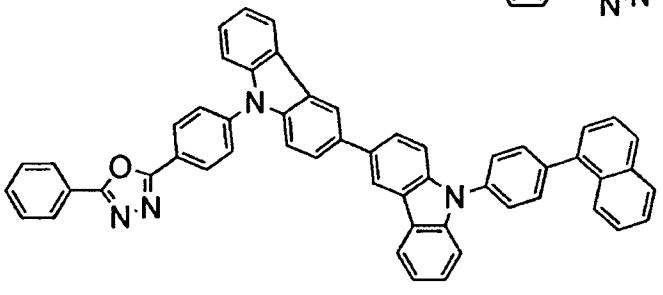
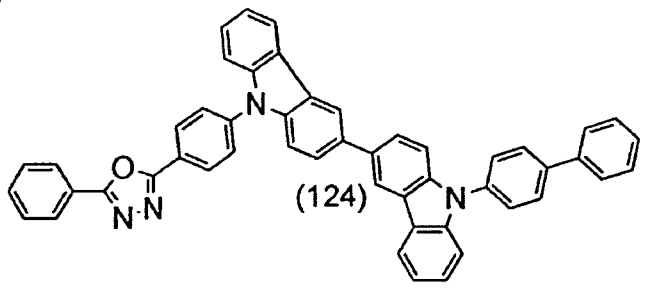
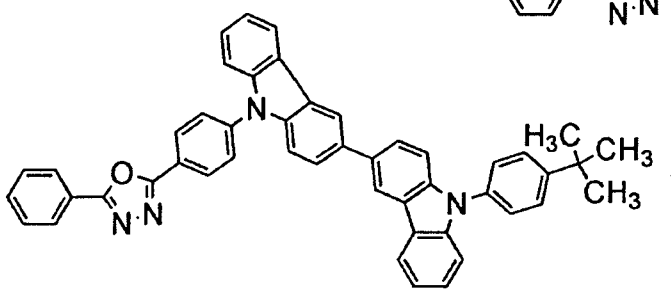
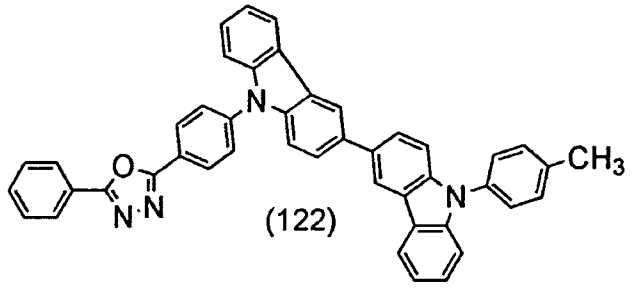
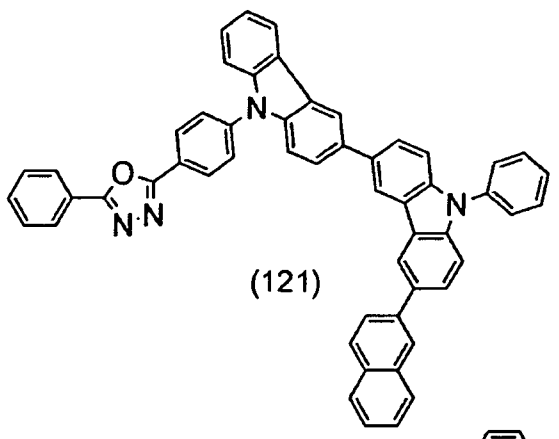
(118)

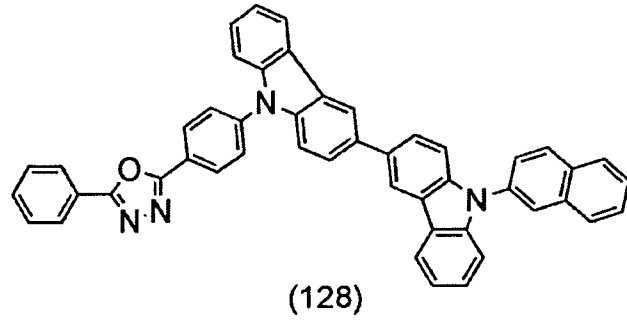
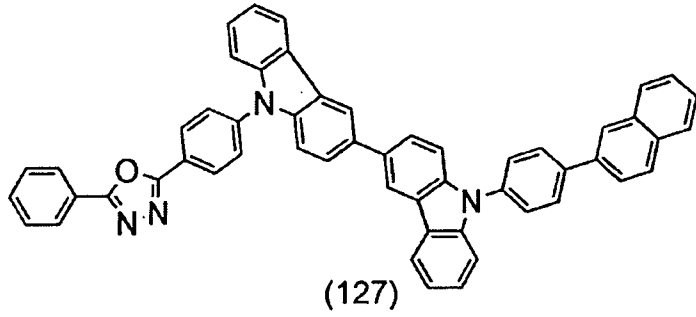


(119)



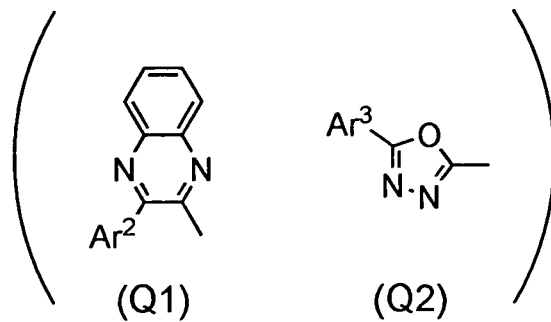
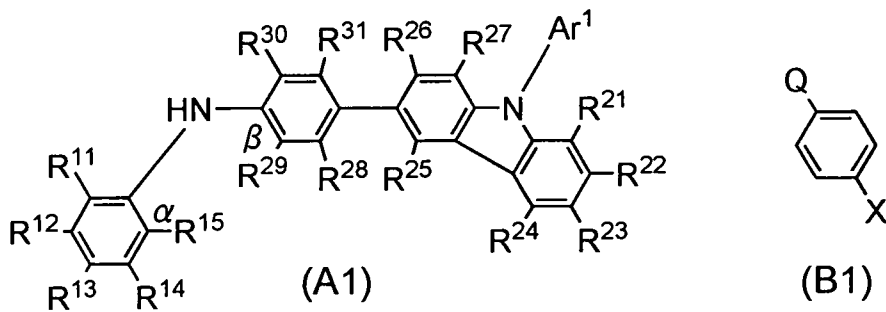
(120)





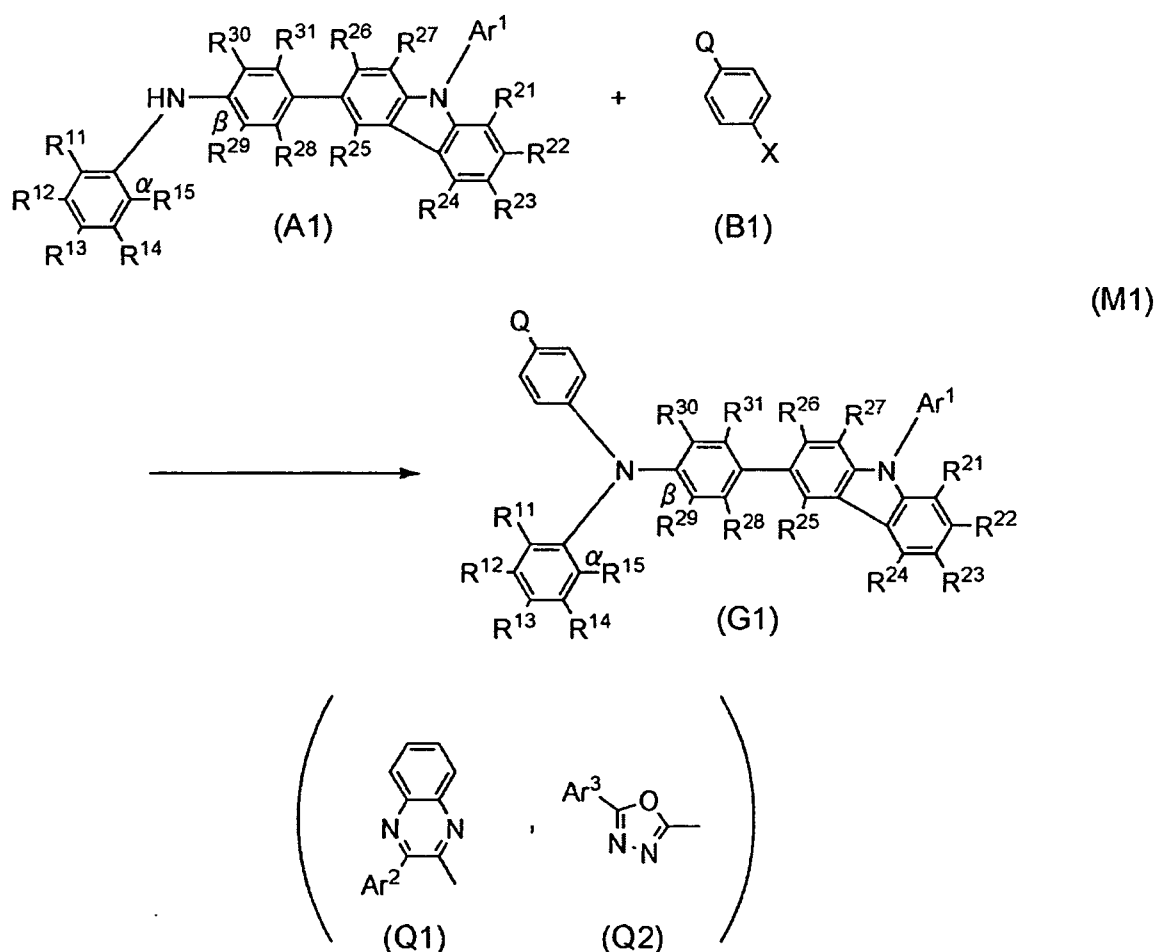
接著，將描述本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物的合成方法的例子。

通式 (G1) 所示的具有雜芳環的咪唑衍生物可以藉由使下面所示的咪唑衍生物 (A1) 和有雜芳環的鹵化化合物 (B1) 反應而予以合成。



(在通式中，Q是通式 Q1 或 Q2 所示的取代基；X是鹵素原子；Ar¹至 Ar³各自是環碳數為 6 至 10 的芳基；且該芳基隨意地具有取代基。R²⁸至 R³¹各自表示氫原子或碳數為 1 至 4 的烷基。R¹¹至 R¹⁵以及 R²¹至 R²⁷各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基，且該芳基隨意地具有取代基。注意：α位置的碳和β位置的碳可以彼此直接鍵結而形成吡啶環。)

下面，顯示本具體例所例示的具有雜芳環的吡啶衍生物的合成流程圖 (M1)。



在合成流程圖 (M1) 中，具有雜芳環的鹵化化合物 (B1) 的取代基 X 表示鹵素原子，並且較佳地為碘或

溴。

在本合成流程圖 (M1) 中，可以藉由偶合咪唑衍生物 (A1) 和具有雜芳環的鹵化化合物 (B1)，獲得具有雜芳環的咪唑衍生物 (G1)。本合成流程圖 (M1) 所示的反應藉由在鹼的存在下應用鈀催化的哈特維希-布赫瓦爾德 (Hartwig-Buchwald) 反應或使用銅或銅化合物的烏爾曼反應等而平穩地進行。

在進行哈特維希-布赫瓦爾德反應的情況中，可以舉出雙(二亞苳基丙酮)鈀(0)、乙酸鈀(II)等作為鈀催化劑。可以使用三(第三丁基)膦、三(正己基)膦、三環己基膦等作為鈀催化劑的配位體。可以使用如第三丁醇鈉等的有機鹼，和碳酸鉀等的無機鹼作為鹼。作為溶劑，可以使用甲苯、二甲苯、苯、四氫呋喃等。

在進行烏爾曼反應的情況中，除了如碘化銅(I)和乙酸銅(II)的銅化合物之外還可以使用銅。可以使用如碳酸鉀等的無機鹼作為鹼。作為溶劑，可以使用1,3-二甲基-3,4,5,6-四氫-2(1H)嘓啶酮(DMPU)、甲苯、二甲苯、苯等。較佳地使用高沸點的DMPU或二甲苯作為溶劑，因為在烏爾曼反應的情況中，當反應溫度高於或等於100°C時可以以較短的時間且較高收率獲得目的物。DMPU為更佳的，因為反應溫度等於或高於150°C為更佳的。

如上述，雖然使用反應流程圖(M1)作為合成例子而完成說明，本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物(G1)可以藉由任何其他合成方法予以合成。

上述的本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物擁有噁二唑部分或噻噁啉部分作為具有電子傳輸性質的雜芳環的和具有電洞傳輸性質的咪唑部分兩者。因此其是具有傳輸電子及電洞傳輸高能力的雙極性材料。此外，其具有寬的能隙。因此，將本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物用於發光層或電子傳輸層能形成具有優良的載子平衡的發光元件。

[具體例 2]

在本具體例中，將參照圖 1A 至 1C 描述發光元件，其中本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物作為磷光化合物的主體材料。

圖 1A 至 1C 各自說明在第一電極 101 和第二電極 102 之間包括發光層 113 的發光元件。發光層 113 包含上述具體例 1 所例示的具有雜芳環的咪唑衍生物作為主體材料。

將分別使用第一電極 101 和第二電極 102 作為陽極和作為陰極之電壓施加至本具體例所說明的發光元件。將從第一電極 101 射出的電洞和從第二電極 102 射出的電子傳輸到包含具有雜芳環的咪唑衍生物的發光層 113。在發光層 113 中，電子和電洞再結合而使作為發光物質的磷光化合物激發。激發狀態下的磷光化合物在回到基態時發光，而使發光元件起作用。可以將本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物作為這種發光（電致發光）元件的發光層中的主體材料、電洞傳輸材料或電子傳輸材料等。

本具體例的發光層 113 包含本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物。因為本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物具有大激發能，其適合作為發光物質的主體材料。注意：也可以單獨使用具有雜芳環的咪唑衍生物作為發光物質。

在作為主體材料的具有雜芳環的咪唑衍生物中分散發光物質而形成發光層 113。考慮到發光效率，分散磷光化合物作為發光層 113 中的發光物質是特佳的。磷光化合物於主體材料中的分散可以防止磷光化合物的發光因磷光化合物的濃度增加而猝滅。

在使用磷光化合物作為發光物質的情況中，磷光化合物的三重激發能需要比主體材料的三重激發能大。注意：三重激發能是三重激發態和基態之間的能差，並且單重激發能是指單重激發態和基態之間的能差。

本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物具有大的三重激發能。由此，例如，可以藉由將具有雜芳環的咪唑衍生物作為主體材料，和分散發紅光或綠光之磷光化合物作為發光物質而形成發光層 113。使用這種發光層 113，可以形成發光效率高的發光元件。

下面所述之有機金屬錯合物可以作為磷光化合物的例子，該磷光化合物可以與本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物一起用於發光層 113。注意：與主體材料一起使用的磷光化合物應選自具有三重激發能小於主體材料的三重激發能的磷光化合物。

例如，作為展現發綠光或些許綠光的發光物質，可以舉出下列：三（2-苯基吡啶-N,C^{2'}）銱（Ⅲ）（縮寫：Ir（ppy）₃）、雙（2-苯基吡啶-N,C^{2'}）銱（Ⅲ）乙醯丙酮（縮寫：Ir（ppy）₂（acac））、雙（1,2-二苯基-1H-苯並咪唑）銱（Ⅲ）乙醯丙酮（縮寫：Ir（pbi）₂（acac））、雙（苯並[h]喹啉）銱（Ⅲ）乙醯丙酮（縮寫：Ir（bzq）₂（acac））等。

作為展現發黃光或些許黃光的發光物質，可以舉出下列：雙（2,4-二苯基-1,3-噁唑-N,C^{2'}）銱（Ⅲ）乙醯丙酮（縮寫：Ir（dpo）₂（acac））、雙{2-[4'-(全氟苯基)吡啶-N,C^{2'}]}銱（Ⅲ）乙醯丙酮（縮寫：Ir（p-PF-ph）₂（acac））、雙（2-苯基苯並噁唑-N,C^{2'}）銱（Ⅲ）乙醯丙酮（縮寫：Ir（bt）₂（acac））等。

作為展現發橙光或些許橙光的發光物質，可以舉出下列：三（2-苯基喹啉-N,C^{2'}）銱（Ⅲ）（縮寫：Ir（pq）₃）、雙（2-苯基喹啉-N,C^{2'}）銱（Ⅲ）乙醯丙酮（縮寫：Ir（pq）₂（acac））等。

作為展現發紅光或些許紅光的發光物質，可以舉出下列：雙[2-（2'-苯並[4,5-a]噁吩基）吡啶-N,C^{3'}]銱（Ⅲ）乙醯丙酮（縮寫：Ir（btp）₂（acac））、雙（1-苯基異喹啉-N,C^{2'}）銱（Ⅲ）乙醯丙酮（縮寫：Ir（piq）₂（acac））、（乙醯丙酮）雙[2,3-雙（4-氟苯基）噁喹啉]銱（Ⅲ）（縮寫：Ir（Fdpq）₂（acac））、（2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉）鉑（Ⅱ）

(縮寫：PtOEP) 等。

此外，例如三(乙醯丙酮)(一啡啉)鉍(III)(縮寫：Tb(acac)₃(Phen))、三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮)(一啡啉)鎔(III)(縮寫：Eu(DBM)₃(Phen))、三[1-(2-噻吩甲醯基)-3,3,3-三氟丙酮](一啡啉)鎔(III)(縮寫：Eu(TTA)₃(Phen))等的稀土金屬錯合物從稀土金屬離子發光(在不同多重態之間的電子躍遷)；因此，此稀土金屬錯合物可以作為磷光化合物。

本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物亦具有大的單重激發能。因此，可以將具有雜芳環的咪唑衍生物作為主體材料，並分散各種螢光化合物作為發光物質而形成發光層 113。下面所述之化合物可以作為螢光化合物的例子，該螢光化合物可以與本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物一起用於發光層 113。

例如，作為展現發藍光或些許藍光的發光物質，可以舉出下列：2,5,8,11-四(第三丁基)芴(縮寫：TBP)、4,4'-雙(2,2-二苯基乙烯基)聯苯(縮寫：DPVBi)、4,4'-雙[2-(9-乙基咪唑-3-基)乙烯基]聯苯(縮寫：BCzVBi)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉)(4-苯基苯酚)鋁(縮寫：BAIq)、氯化雙(2-甲基-8-羥基喹啉)鎘(縮寫：Gamq₂Cl)、N,N'-雙[4-(9H-咪唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基芪-4,4'-二胺(縮寫：YGA2S)、4-(9H-咪唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蔥基)三苯胺(縮寫：YGAPA)

等。

作為展現發綠光或些許綠光的發光物質，可以舉出下列：N-(9,10-二苯基-2-蔥基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺（縮寫：2PCAPA）、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蔥基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺（縮寫：2PCABPhA）、N-(9,10-二苯基-2-蔥基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺（縮寫：2DPAPA）、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)-2-蔥基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺（縮寫：2DPABPhA）、N-[9,10-雙(1,1'-聯苯-2-基)]-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蔥-2-胺（縮寫：2YGABPhA）、N,N,9-三苯基蔥-9-胺（縮寫：DPhAPhA）等。

作為展現發黃光或些許黃光的發光物質，可以舉出下列：5,12-雙(1,1'-聯苯-4-基)-6,11-二苯基稠四苯（縮寫：BPT）等。

作為展現發紅光或些許紅光的發光物質，可以舉出下列：N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)稠四苯-5,11-二胺（縮寫：p-mPhTD）、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)二氫萘並(acenaphtho)[1,2-a]1,2-苯並二氫萘(fluoranthene)-3,10-二胺（縮寫：p-mPhAFD）等。

本發明之具體例的具有雜芳環的咔唑衍生物具有嗎二唑部分或喹嗎啉部分作為具有電子傳輸性質的雜芳環，和具有電洞傳輸性的咔唑部分兩者。因此，其是具有電子及電洞之高傳輸性的雙極性材料。由此，可以單獨使用本發明之具體例的具有雜芳環的咔唑衍生物作為分散發光物質

的主體材料。

此外，可混合本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物和另一材料，並可使用該混合物作為分散發光物質的主體材料。例如，也可以將混合本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物和具有電洞傳輸性質或電子傳輸性質的有機化合物而成的材料作為主體材料。

作為獲得最理想的載子平衡的方法，使用混合具有電洞傳輸性質的有機化合物和具有電子傳輸性質的有機化合物而成的材料作為主體材料是特別有效的。此外，由於發光區擴大，因此可以期待發光元件的發光效率或可靠性的提高。

作為可以藉由與本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物混合而作為主體材料的具有電洞傳輸性質的有機化合物，可以使用如下物質：例如 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯（縮寫：NPB）、4,4'-雙[N-(9-菲基)-N-苯基胺基]聯苯（縮寫：PPB）、4,4'-雙[N-(3-甲基苯基)-N-苯基胺基]聯苯（縮寫：TPD）、4,4'-雙[N-(9,9-二甲基芴-2-基)-N-苯基胺基]聯苯（縮寫：DFLDPBi）、4,4',4''-三(N,N-二苯基胺基)三苯基胺（縮寫：TDATA）、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基胺基]三苯基胺（縮寫：m-MTDATA）、4,4',4''-三(N-咪唑基)三苯基胺（縮寫：TCTA）、1,1-雙[4-(二苯基胺基)苯基]環己烷（縮寫：TPAC）、9,9-雙[4-(二苯基胺基)苯基]芴（縮寫：TPAF）、4-(9H-咪唑基)-4'-(5-苯基-

1,3,4-噁二唑-2-基)三苯基胺(縮寫: YGAO11)、N-[4-(9-咪唑基)苯基]-N-苯基-9,9-二甲基芴-2-胺(縮寫: YGAF)等的芳香族胺化合物,或者例如4,4'-二(N-咪唑基)聯苯(縮寫: CBP)、1,3-雙(N-咪唑基)苯(縮寫: mCP)、1,3,5-三(N-咪唑基)苯(縮寫: TCzB)等的咪唑衍生物。

可以藉由與本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物混合而作為主體材料的具有電子傳輸性質的有機化合物之例子,包括例如9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]咪唑(縮寫: CO11)、1,3-雙[5-(對-第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(縮寫: OXD-7)、2-(4-聯苯基)-5-(4-第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(縮寫: PBD)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯並咪唑)(縮寫: TPBI)、3-(4-第三丁基苯基)-4-苯基-5-(4-聯苯基)-1,2,4-三唑(縮寫: TAZ)、3-(4-第三丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-聯苯基)-1,2,4-三唑(縮寫: p-EtTAZ)、9,9',9''-[1,3,5-三吡啶-2,4,6-三基]三咪唑(縮寫: TCzTRZ)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(6,7-二甲基-3-苯基喹啉)(縮寫: TriMeQn)、2,3-雙(4-二苯基胺基苯基)喹啉(縮寫: TPAQn)、9,9'-(喹啉-2,3-二基二-4,1-伸苯基)二(9H-咪唑)(縮寫: CzQn)、3,3',6,6'-四苯基-9,9'-(喹啉-2,3-二基二-4,1-伸苯基)二(9H-咪唑)(縮寫: DCzPQ)、二苯基二氮雜菲(bathophenanthroline)(縮寫: BPhen)、或2,9-

二甲基-4,7-二苯基-1,10-鄰二氮菲 (bathocuproine) (縮寫: BCP) 等的雜芳香環化合物, 和例如三(8-羥基喹啉)鋁(縮寫: Almq_3)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉)(4-苯基苯酚)鋁(III)(縮寫: BAIq)、三[2-(2-羥基苯基)-5-苯基-1,3,4-噁二唑]鋁(III)(縮寫: $\text{Al}(\text{OXD})_3$)、三(2-羥基苯基-1-苯基-1H-苯並咪唑)鋁(III)(縮寫: $\text{Al}(\text{BIZ})_3$)、雙[2-(2-羥基苯基)苯並噻唑]鋁(III)(縮寫: $\text{Al}(\text{BTZ})_2$)、雙[2-(2-羥基苯基)苯並噁唑]鋁(III)(縮寫: $\text{Al}(\text{PBO})_2$)、或雙[2-(2-羥基苯基)吡啶]鋁(縮寫: Znpp_2)等的金屬錯合物。

注意: 本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物除了可以作為發光層的主體材料之外, 亦可以單獨作為發光層。此外, 其可以藉由將其分散於主體材料中而作為發光物質, 該主體材料具有比具有雜芳環的咪唑衍生物大的能帶隙。

發光層 113 可以藉由例如濺射法、蒸鍍法等的方法而形成。

亦可以藉由使用如噴墨法或旋塗法等之濕式方法而塗佈應用液體而形成發光層 113, 該應用液體係得自將本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物和發光物質溶解或分散於適當的溶劑中。

可以使用之溶劑的例子包括但不限於例如甲苯和甲氧基苯(苯甲醚)之具有芳香環的有機溶劑; 例如二乙醚、二噁啉、和四氫呋喃(THF)之醚溶劑; 例如甲醇、乙

醇、異丙醇、丁醇、2-甲氧基乙醇、和 2-乙氧基乙醇的醇；乙腈；其混合溶劑；和諸如此類者。

在使用濕式方法層疊複數個有機薄膜的情況下，所需要的應用液體係藉由選擇會溶解待沈積之材料但不會溶解已形成作為基底之層的溶劑而形成。另外，該溶劑較佳地為具有沸點從 50°C 至 200°C 的揮發性有機溶劑，以便不會殘留在薄膜中。

在使用濕式方法層疊有機薄膜的情況下，可以塗佈混合發光物質和本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物而得的溶液。此外，該溶液可以添加所述之具有電洞傳輸性質的有機化合物、具有電洞傳輸性質的高分子化合物、或具有電子傳輸性質的高分子化合物。

另外，為了改善所形成的膜的性質，可以包含黏合劑。關於黏合劑，使用電惰性之高分子化合物是較佳的。明確地說，可以使用聚(甲基丙烯酸甲酯)(縮寫：PMMA)或聚醯亞胺等。

作為具有電洞傳輸性質的高分子化合物，可以使用聚(N-乙基咪唑)(縮寫：PVK)、聚(4-乙基三苯胺)(縮寫：PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基胺基)苯基]-N'-苯基胺基}苯基)甲基丙烯酸醯胺](縮寫：PTPDMA)、聚[N,N'-雙(4-丁基苯基)-N,N'-雙(苯基)聯苯胺](縮寫：Poly-TPD)等。

可以作為主體材料之具有電子傳輸性質的高分子化合物的例子包括聚(2,5-吡啶-二基)(縮寫：PPy)、聚

[(9,9-二己基芴-2,7-二基) -co- (吡啶-3,5-二基)] (縮寫 : PF-Py) 、 聚 [(9,9-二辛基芴-2,7-二基) -co- (2,2'-聯吡啶-6,6'-二基)] (縮寫 : PF-BPy) 等。

在圖 1A 至 1C 中，基板 100 作為發光元件的基底。作為基板 100，例如，可以使用玻璃基板、塑膠基板等的基板。注意：可以使用非玻璃或塑膠之材料，只要其可以作為發光元件的支撐體。

雖然對第一電極 101 沒有特別的限制，但是在如本具體例中作為陽極的情況下，其係較佳地使用功函數高的物質而形成。具體來說，可能使用銦錫氧化物 (ITO)、包含氧化矽的銦錫氧化物 (ITSO)、包含 2 重量%至 20 重量%氧化鋅的氧化銦 (IZO)、金 (Au)、鉑 (Pt)、鎳 (Ni)、鎢 (W)、鉻 (Cr)、鉬 (Mo)、鐵 (Fe)、鈷 (Co)、銅 (Cu)、鈀 (Pd) 等。注意：第一電極 101 可以藉由例如濺射法、蒸鍍法等而形成。

雖然對第二電極 102 也沒有特別的限制，但是在如本具體例中作為陰極的情況下，其係較佳地使用功函數低的物質而形成。具體來說，可能使用鋁 (Al)、銦 (In)、例如鋰 (Li) 或銫 (Cs) 的鹼金屬、例如鎂 (Mg) 或鈣 (Ca) 的鹼土金屬、例如鉕 (Er) 或鐿 (Yb) 的稀土金屬等等。或者，可以使用例如鋁-鋰合金 (AlLi) 或鎂-銀合金 (MgAg) 等的合金。注意：第二電極 102 可以藉由例如濺射法、蒸鍍法等而形成。

光穿過第一電極 101 及第二電極 102 中的至少一者而

發射到外部。因此，為了使光發射到外部，第一電極 101 及第二電極 102 中的至少一者係由使用可以使可見光透過之導電膜(例如 ITO)所形成之電極或者具有數奈米至數十奈米厚度以使可見光透過的電極。在只有第一電極 101 係由具有透光性的導電膜構成的情況下，如圖 1A 所示，所發射的光穿過第一電極 101 和基板 100。在只有第二電極 102 係由具有透光性的導電膜構成的情況下，如圖 1B 所示，所發射的光穿過第二電極 102。在第一電極 101 及第二電極 102 都由具有透光性的導電膜構成的情況下，如圖 1C 所示，所發射的光從發光元件的上下兩面穿過第一電極 101 及第二電極 102。

另外，如圖 1A 至 1C 所示，可以在第一電極 101 和發光層 113 之間設置電洞傳輸層 112。此處，電洞傳輸層是指具有將從第一電極 101 射出的電洞傳輸到發光層 113 之功能的層。因為藉此所提供的電洞傳輸層 112 能將第一電極 101 和發光層 113 隔開，可以防止發光因金屬而淬滅。但是，不一定要提供電洞傳輸層 112。

對於構成電洞傳輸層 112 的物質沒有特別的限制，可以代表性地使用下列中之任一者：例如 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯(縮寫：NPB)、4,4'-雙[N-(3-甲基苯基)-N-苯基胺基]聯苯(縮寫：TPD)、4,4'-雙[N-(9,9-二甲基芴-2-基)-N-苯基胺基]聯苯(縮寫：DFLDPBi)、4,4',4"-三(N,N-二苯基胺基)三苯胺(縮寫：TDATA)、和 4,4',4"-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基

胺基]三苯胺 (縮寫: m-MTDATA) 的芳香族胺化合物。另外, 還可以使用例如聚(4-乙炔基三苯胺) (縮寫: PVTPA) 等的高分子化合物。

注意: 電洞傳輸層 112 可以是層疊兩層或更多層的層而形成的多層結構。另外, 電洞傳輸層 112 也可以藉由混合兩種或更多種的物質而形成。

如圖 1A 至 1C 所示, 可以在第二電極 102 和發光層 113 之間進一步設置電子傳輸層 114。此處, 電子傳輸層是指具有將從第二電極 102 射出的電子傳輸到發光層 113 之功能的層。因為藉此所提供的電子傳輸層 114 能將第二電極 102 和發光層 113 隔開, 可以防止發光因鄰近第二電極 102 中的金屬而淬滅。注意: 不一定要提供電子傳輸層 114。

對於構成電子傳輸層 114 的物質沒有特別的限制, 可以代表性地舉出下列: 例如三(8-羥基喹啉)鋁(縮寫: Alq₃)、三(4-甲基-8-羥基喹啉)鋁(縮寫: Almq₃)、雙(10-羥基苯並[h]喹啉)鉍(縮寫: BeBq₂)、雙(2-甲基-8-羥基喹啉)(4-苯基苯酚)鋁(縮寫: BAlq)、雙[2-(2-羥基苯基)-苯並噁唑]鋅(縮寫: ZnBOX)、和雙[2-(2-羥基苯基)苯並噻唑]鋅(縮寫: Zn(BTZ)₂)的金屬錯合物。另外, 還可以使用例如 2-(4-聯苯基)-5-(4-第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(縮寫: PBD)、1,3-雙[5-(對-第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(縮寫: OXD-7)、3-(4-第三丁基苯基)-4-苯基-5-(4-聯苯

基) -1,2,4-三唑 (縮寫: TAZ)、3-(4-第三丁基苯基) -4-(4-乙基苯基) -5-(4-聯苯基) -1,2,4-三唑 (縮寫: p-EtTAZ)、二苯基二氮雜菲 (縮寫: BPhen)、2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-鄰二氮菲 (縮寫: BCP)、或 4,4'-雙(5-甲基苯並噁唑-2-基)二苯乙烯 (縮寫: BzOs) 的雜芳香環化合物。還可以使用如聚(2,5-吡啶-二基) (縮寫: PPy) 的高分子化合物。注意: 電子傳輸層 114 可以是層疊兩層或更多層的層而形成的多層結構且也可以藉由混合兩種或更多種的物質而形成。

由於本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物是具有高電子傳輸性及電洞傳輸性的雙極性材料, 因此其可以作為電洞傳輸層或電子傳輸層的材料。特別是, 由於本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物具有高激發能, 因此可以藉由將其用於與發光層相鄰的層而防止產生發光層所產生的激子擴散進入另一層。結果為可以獲得高發光效率的發光元件。

如圖 1A 至 1C 所示, 可以在第一電極 101 和電洞傳輸層 112 之間進一步設置電洞注入層 111。此處, 電洞注入層是指具有輔助電洞從作為陽極的電極注入到電洞傳輸層 112 之功能的層。注意: 不一定要提供電洞注入層 111。

對構成電洞注入層 111 的物質沒有特別的限制, 可以使用下列: 例如氧化鈮、氧化鋱、氧化鉭、氧化鉻、氧化鈿、氧化錫、氧化錳、氧化銻、和氧化鈮的金屬氧化物。

另外，還可以使用例如酞菁（縮寫： H_2Pc ）、銅酞菁（縮寫： $CuPc$ ）等的酞菁化合物。或者，還可以使用構成上述電洞傳輸層 112 的物質。另外或者，可以使用如聚（乙烯二氧噻吩）和聚（苯乙烯磺酸酯）之混合物（縮寫： $PEDOT/PSS$ ）的高分子化合物。

仍或者，關於電洞注入層 111，可以使用藉由使有機化合物和電子受體結合而成的複合材料。此種複合材料因電子受體而在有機化合物中產生電洞（陽離子基）而具有優異的電洞注入性質及電洞傳輸性質。在此情況下，有機化合物較佳地為在傳輸所產生之電洞具有優異性的材料。具體來說，例如，可以使用用於構成電洞傳輸層 112 的上述物質（例如，芳香族胺化合物）。

可以使用任何物質作為電子受體，只要其對有機化合物呈現電子接受性質。具體來說，過渡金屬氧化物是較佳的，且其例子包括氧化鈮、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化錳、氧化銻、氧化鈮等。也可以使用例如氯化鐵（III）或氯化鋁（III）的路易士酸（Lewis acid）。或者，可以使用例如 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氰對醌二甲烷（縮寫： F_4-TCNQ ）的有機化合物。注意：電洞注入層 111 可以是層疊兩層或更多層的層而形成的多層結構。

如圖 1A 至 1C 所示，可以在第二電極 102 和電子傳輸層 114 之間進一步設置電子注入層 115。此處，電子注入層是指具有輔助電子從作為陰極的電極注入到電子傳輸

層 114 之功能的層。注意：不一定要提供電子注入層 115。

雖然對於構成電子注入層 115 的物質沒有特別的制限，可以使用如氟化鋰（LiF）、氟化銫（CsF）、氟化鈣（CaF₂）或鋰氧化物的鹼金屬化合物或鹼土金屬化合物。或者，可以使用如氟化鉬（ErF₃）的稀土金屬化合物。另外，還可以使用用於構成電子傳輸層 114 的上述物質。

關於電子注入層 115，也可以使用藉由將有機化合物和有機化合物的電子給體結合而成的複合材料。此種複合材料因藉由電子給體而在有機化合物中產生電子而具有優異的電子注入性質及電子傳輸性質。在此情況下，有機化合物較佳地為在傳輸所產生之電子具有優異性的材料。具體來說，例如可以使用用於構成電子傳輸層 114 的上述物質（例如，金屬錯合物或雜芳香族化合物等）。作為電子給體，可以使用對有機化合物呈現電子給予性的物質，且使用鹼金屬、鹼土金屬或者稀土金屬，例如鋰、銫、鎂、鈣、鉬或鎳，係是較佳的。另外，較佳者為鹼金屬氧化物或鹼土金屬氧化物，例子為氧化鋰、氧化鈣、氧化鉬等。或者，還可以使用如氧化鎂的路易士鹼。另外或者，可以使用如四硫富瓦烯（縮寫：TTF）的有機化合物。

在上述的發光元件中，電洞注入層 111、電洞傳輸層 112、發光層 113、電子傳輸層 114、和電子注入層 115 各自可以藉由任何方法例如蒸鍍法、噴墨法、塗佈法等而形成。另外，第一電極 101 或第二電極 102 各自亦可以藉由

濺射法、蒸鍍法等，或如噴墨法、塗佈法等濕式方法等中的任一種方法而形成。

本發明之具體例的具有雜芳環的吡啉衍生物具有噁二唑部分或噻吩部分作為電子傳輸性質的雜芳環和具有電洞傳輸性質的吡啉部分。因此，其是電子及電洞傳輸性高的雙極性材料。此外，其具有寬的能隙。因此，將本發明之具體例的具有雜芳環的吡啉衍生物用於發光層或載子傳輸層能形成具有優異發光效率的發光元件。

注意：本具體例可以與其他具體例自由地組合。

[具體例 3]

在本具體例中，參照圖 2A 和 2B 描述結構不同於具體例 2 所示結構的發光元件。

圖 2A 說明在發光層 113 和電子傳輸層 114b 之間設置控制電子載子傳輸的層 114a 之結構。在發光層 113 中，本發明之具體例的具有雜芳環的吡啉衍生物作為主體材料，並於其中分散發光物質。控制電子載子傳輸的層 114a 是於其中將少量電子捕捉性高的物質添加至構成電子傳輸層之具有高電子傳輸性質的材料中的層，如具體例 2 所例示。或者，其為其中添加具有低 LUMO 能和電洞傳輸性質之材料至具有高電子傳輸性質之材料中的層。控制電子載子傳輸的層 114a 能控制電子載子傳輸，其容許輕易地調節載子平衡。這種結構對因電子穿過發光層 113 到達與發光層 113 的陽極側相鄰的層而引起的問題（例如，

元件壽命的降低) 的抑制非常有效。

作為另一結構，可以使用多個層構成發光層 113。圖 2B 所示之例子係是發光層 113 由第一發光層 113a 和第二發光層 113b 所構成。

例如，在從電洞傳輸層 112 一側按順序層疊第一發光層 113a 和第二發光層 113b 形成發光層 113 的情況中，可以使用具有電洞傳輸性質的物質作為主體材料而形成第一發光層 113a，且可以使用具有電子傳輸性質的物質作為主體材料而形成第二發光層 113b。

本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物具有咪二唑部分或喹啉部分作為具有電子傳輸性質的雜芳環和具有電洞傳輸性質的咪唑部分。因此，其是電子及電洞傳輸性高的雙極性材料。此外，其具有寬的能隙。因此，本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物可以作為分散發光物質的主體材料、作為發光物質、和作為載子傳輸材料。

注意：可以根據其載子傳輸性質選擇塗佈本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物的層。例如，在將其塗佈至具有如圖 2B 所示之結構的發光元件之情況中，可以將與電子傳輸性質相比電洞傳輸性質較優良的具有雜芳環的咪唑衍生物用於第一發光層 113a。可以將與電洞傳輸性質相比電子傳輸性質較優良的具有雜芳環的咪唑衍生物用於第二發光層 113b。

本具體例可以與其他具體例任意地組合。

[具體例 4]

在本具體例中，參照圖 3 說明具有多個發光層的發光元件之具體例作為使用本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物的例子。圖 3 的發光元件具有多個發光層，且可獲得藉由混合多個發光層所發射的光而得到的光。例如，藉由混合不同發光層所發射的光，可以獲得白光。

在圖 3 的發光元件中，在第一電極 301 和第二電極 302 之間設置第一發光層 313 和第二發光層 316。在第一發光層 313 和第二發光層 316 之間設置 N 層 321 及 P 層 322 作為電荷產生層。

N 層 321 產生電子，P 層 322 產生電洞。當施加電壓使得第一電極 301 的電位高於第二電極 302 的電位時，從第一電極 301 射出的電洞和從 N 層 321 射出的電子在第一發光層 313 中再結合，且因此包含在第一發光層 313 中的第一發光物質發光。以類似方式，從第二電極 302 射出的電子和從 P 層 322 射出的電洞在第二發光層 316 中再結合，且因此包含在第二發光層 316 中的第二發光物質發光。

可以將例如前述具體例 2 所述之第一發光層 113 之層施加至第一發光層 313 和第二發光層 316。例如，可以使用將本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物作為主體材料並於其中分散發光物質所形成的層。

此處，關於第一發光層 313，使用在本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物中分散在 450nm 至 510nm

(即，藍色至藍綠色區)具有發光峰值的螢光化合物而得的層。本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物具有寬的能隙，且因此可以作為發藍光物質的主體材料。

另一方面，關於第二發光層 316，使用在本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物中分散能夠提供發紅光的磷光化合物或螢光化合物而得的層。本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物具有寬的能隙，且因此可以作為發各種藍光至紅光物質的主體材料。

由於 N 層 321 是產生電子的層，因此其可使用藉由使上述具體例 2 所述的有機化合物和電子給體結合而成之複合材料而形成。藉由採用此一結構，可以將電子注入到第一發光層 313 側。

由於 P 層 322 是產生電洞的層，所以其可使用藉由使上述具體例 2 所述的有機化合物和電子受體結合而成之複合材料而形成。採用此一結構，可以將電洞注入到第二發光層 316 側。另外，關於 P 層 322，可以使用如氧化鋁、氧化鈮、ITO、或 ITSO 的具有電洞注入性質優異的金屬氧化物。

雖然，如圖 3 所示，在本具體例中記載有設置兩個發光層的發光元件，但是發光層的數量不侷限於兩層，但例如可以是三層。此外，來自每一發光層的發光可被混合。結果是例如可以得到白光。

第一電極 301 具有與上述具體例 2 所述的第一電極 101 之結構類似的結構。第二電極 302 亦可具有與上述具

體例 2 所述的第二電極 102 類似的結構。

在本具體例中，如圖 3 所示，設置有電洞注入層 311、電洞傳輸層 312 及電洞傳輸層 315、電子傳輸層 314 及電子傳輸層 317、和電子注入層 318。可將上述具體例 2 及 3 所述之層的結構應用至這些層。但是，這些層不一定要被設置，且可根據元件特性而適當地設置。

由於本發明之具體例的具有雜芳環的吡啶衍生物具有優良的電子傳輸性質；因此當其用於與發光層接觸的電子傳輸層時，可以降低發光元件的驅動電壓。另外，由於其具有大的能隙，因此來自發光層的激子之能量轉移幾乎不會發生，從而發光效率的降低是可忽略的。

另外，由於本發明之具體例的具有雜芳環的吡啶衍生物具有大的能隙，因此其可以用於發光層作為呈現發光峰值波長短如為 400nm 至 500nm 的發藍光的磷光化合物的主體材料。結果是如本具體例的疊層型發光元件，只有發光效率方面優於螢光物質的磷光化合物可以作為發光物質，其能製造具有發光效率優良的白光發光元件。

據此，使用利用本發明之具體例的具有雜芳環的吡啶衍生物的發光元件，可以實現具有耗電力低的發光裝置。

如本具體例的發光元件，在一對電極間將多個發光單元以電荷產生層隔開的配置可能提供低電流密度的高亮度。

注意：本具體例可以與其他具體例自由地組合。

[具體例 5]

在本具體例中，將參考圖 4A、4B、5A、和 5B 描述使用本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物所製造的發光裝置。注意：圖 4A 是說明發光裝置的俯視圖，而圖 4B 是沿著圖 4A 之段落 A-A' 而得的截面圖。源極側驅動電路係以虛線所示的元件符號 401、402 和 403 表示，該元件符號分別表示是驅動電路部分（源極側驅動電路）、像素部分、驅動電路部分（閘極側驅動電路）。元件符號 404 是密封基板，元件符號 405 是密封劑，由密封劑 405 所密封的內側區域是空間 407。

注意：引導佈線 408 是用於傳送輸入到源極側驅動電路 401 及閘極側驅動電路 403 的信號的佈線，和收到來自作為外部輸入端子的撓性印刷電路 (FPC) 409 的視頻信號、時鐘信號、起始信號、重設信號等。雖然僅說明 FPC，但是在該 FPC 上可以安裝印刷線路板 (PWB)。本發明說明書中的發光裝置種類不僅包括發光裝置本身，還包括附有 FPC 或 PWB 的發光裝置。

接下來，參照圖 4B 描述截面結構。雖然在基板 410 上形成驅動電路部分及具有多個像素的像素部分 402，在此說明作為驅動電路部分的源極側驅動電路 401 和像素部分 402 的多個像素中的一個像素。

注意：藉由組合 n 通道型 TFT 423 和 p 通道型 TFT 424 所形成的 CMOS 電路作為源極側驅動電路 401。另外，驅動電路可以使用各種 CMOS 電路、PMOS 電路或者

含有 TFT 之 NMOS 電路而形成。在本具體例中，顯示在基板上形成驅動電路的驅動器整合類型，但是其不一定具有此一結構，而驅動電路可以不在基質上而是外部形成。

像素部分 402 包括具有開關 TFT 411、電流控制 TFT 412 以及直接連接到電流控制 TFT 412 之汲極的第一電極 413 的多個像素。形成絕緣體 414 以覆蓋第一電極 413 的端部。此處，使用正型感光性丙烯酸系樹脂膜形成絕緣體 414。

形成絕緣體 414 以便在絕緣體 414 的上端部或下端部具有曲率的曲面以獲得有利的覆蓋性。例如，當使用正型感光性丙烯酸系樹脂作為絕緣體 414 的材料，較佳地只使絕緣體 414 的上端部存在具有曲率半徑（ $0.2\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ ）的曲面。或者，可以使用藉由光照射成為不溶於蝕刻劑的負型樹脂或者藉由光照射而成為可溶於蝕刻劑的正型樹脂作為絕緣體 414。

在第一電極 413 上形成包含發光物質的層 416 以及第二電極 417。在此，作為用於形成充當陽極的第一電極 413 的材料，較佳地使用功函數高的材料。例如，可以使用下述層形成第一電極 413：氮化鈦膜和以鋁為主要成分的膜的疊層；氮化鈦膜、以鋁為主要成分的膜、和另一氮化鈦膜的三層結構；或諸如此類者，及單層膜如銦錫氧化物（ITO）膜、含有矽的銦錫氧化物膜、銦鋅氧化物（IZO）膜、氮化鈦膜、鉻膜、鎢膜、Zn 膜、或 Pt 膜。多層結構的使用得到具有低電阻的佈線，能提供有利的歐

姆接觸，且進一步容許電極作為陽極。

夾於第一電極 413 和第二電極 417 之間的包含發光物質的層 416 係以類似於具體例 2 至具體例 4 的方式予以形成，且該層 416 的一部分使用具體例 1 所述的本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物。作為可以藉由與本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物組合而作為材料，可以使用低分子類材料、寡聚物、樹枝狀聚合物或者高分子類材料。於大部分情況中，包含發光物質的層 416 係以有機化合物的單層或疊層形成。但是，在本發明中，亦可利用其中有機化合物膜包括無機化合物的結構。

包含發光物質的層 416 係藉由各種方法例如使用蒸鍍掩罩的蒸鍍法、噴墨法、旋塗法而的形成。

作為用於在包含發光物質的層 416 上所形成的第二電極 417 的材料，較佳地使用具有功函數低的材料（例如，Al、Ag、Li、Ca 或者其合金或化合物如 MgAg、MgIn、AlLi、LiF、CaF₂、氮化鈣或氟化鈣）。注意：在使包含發光物質的層 416 中發射的光穿過作為陰極的第二電極 417 的情況下，較佳地使用減小膜厚度的金屬薄膜和透明導電膜（銦錫氧化物 (ITO)、氧化銦-氧化鋅合金 (In₂O₃-ZnO)、氧化鋅 (ZnO) 等) 的疊層作為第二電極 417。

使用密封劑 405 將密封基板 404 連接至基板 410 形成一結構，在該結構中，由基板 410、密封基板 404 以及密封劑 405 圍繞而成的空間 407 設置發光元件 418。注意：空間 407 可以惰性氣體（例如，氮或氬等）或以密封劑

405 予以填充。

注意：較佳地使用環氧類樹脂作為密封劑 405。作為密封劑之材料較佳地是盡可能地不透過水分或氧的材料。除了玻璃基板、石英基板以外，還可以使用由玻璃纖維增強塑膠 (FRP)、聚氟乙烯 (PVF)、聚酯、丙烯酸系樹脂等構成的塑膠基板作為密封基板 404。

如上述，可以得到使用本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物所製造的發光裝置。

因為具體例 1 所述的具有雜芳環的咪唑衍生物用於本發明之具體例的發光裝置，所以可以得到高性能的發光裝置。具體來說，由於發光裝置具有發光效率高的發光元件，所以可以得到較低電力消耗並可以長時間驅動的發光裝置。

雖然上面描述控制具有電晶體的發光元件之驅動的主動矩陣發光裝置，但是發光裝置可為被動矩陣發光裝置。圖 5A 和 5B 說明依據本發明所製造的被動矩陣型影像顯示裝置。注意：圖 5A 是說明被動矩陣型影像顯示裝置的透視圖，而圖 5B 是沿著線 X-Y 的圖 5A 截面圖。在圖 5A 和 5B 中，在基板 951 上設置電極 952 和電極 956，以及在電極 952 和 956 之間設置包含發光物質的層 955。電極 952 的邊緣部分被絕緣層 953 覆蓋。在絕緣層 953 上設置隔層 954。

隔層 954 的側壁是傾斜的，致使兩側壁之間的距離朝著基質表面逐漸變窄。那就是，隔層 954 的短邊方向上的

截面是梯形，及底邊（與絕緣層 953 接觸的邊）比上邊（不與絕緣層 953 接觸的邊）短。藉由以此方式設置隔層 954，可以防止由串電(crosstalk)等引起的發光元件的缺陷。

介於電極 952 和電極 956 之間的包含發光物質的層 955 係以類似於具體例 2 至具體例 4 之方式予以形成，且該層 955 的一部分使用具體例 1 所述的本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物。

由於本發明之具體例的發光裝置使用具體例 1 所述的具有雜芳環的咪唑衍生物，因此可以得到高性能的發光裝置。明確而言，由於發光裝置具有發光效率高的發光元件，所以可以得到具有減低電力消耗並可以長時間驅動的發光裝置。

[具體例 6]

在本具體例中，描述本發明的電子裝置，其每一者包括具體例 5 所述的發光裝置。本發明之具體例的電子裝置包括具體例 1 所述的具有雜芳環的咪唑衍生物，且因此包括具有發光效率高、低電力消耗、能長時間驅動的顯示器部分。另外，本發明之具體例的電子裝置具有顏色再現性優異的顯示器部分。

作為各自含有使用本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物所製造之發光元件的電子裝置的例子，舉出下列：相機(如攝影機或數位相機)、護目鏡型顯示器、導航

系統、聲音再現裝置（如汽車音響組件和音響組件）、電腦、遊戲機、可攜式資訊終端機（如可攜式電腦、手機、可攜式遊戲機、和電子書籍）、以及具備記錄媒體的圖像再現裝置（具體地，能夠再現記錄媒體如數位光碟（DVD）及配有能夠顯示圖像的顯示裝置的裝置）。這些電子裝置的特定例子示於圖 6A 至 6D。

圖 6A 說明根據本發明的電視裝置，其包括框體 9101、支撐體 9102、顯示器部分 9103、揚聲器部分 9104、視頻輸入端子 9105 等。在該電視裝置的顯示器部分 9103 中，類似於具體例 2 至 4 所述者的發光元件係以矩陣排列。該發光元件具有發光效率高的特徵。含有該發光元件的顯示器部分 9103 具有類似特徵，其使該電視裝置展現高亮度的光並消耗較小量的電力。由於根據本發明的電視裝置減少電力消耗及改善圖像品質，因此可以提供適合任何居住環境的產品。

圖 6B 顯示根據本發明的電腦，其包括主體 9201、框體 9202、顯示器部分 9203、鍵盤 9204、外部連接埠 9205、定位裝置 9206 等。在該電腦的顯示器部分 9203 中，類似於具體例 2 至 4 所述者的發光元件係以矩陣排列。該發光元件具有發光效率高的特徵。含有該發光元件的顯示器部分 9203 具有類似特徵，其使該顯示器部分 9203 展現高亮度的光，並消耗較小量的電力。由於根據本發明的電腦減少電力消耗及改善圖像品質，因此可以提供適合任何居住環境的產品。

圖 6C 說明根據本發明的手機 1000，且框體 1001 中具備顯示器部分 1002、操作按鈕 1003、外部連接埠 1004、揚聲器 1005、麥克風 1006 等。當用手指等觸摸顯示器部分 1002 時，可以輸入資訊。此外，例如打電話或製作電子郵件的操作也可以藉由用手指等觸摸顯示器部分 1002 而進行。在該手機的顯示器部分 1002 中，類似於具體例 2 至 4 所述者的發光元件係以矩陣排列。該發光元件具有發光效率高的特徵。含有該發光元件的顯示器部分 1002 具有類似特徵，其使該顯示器部分 1002 展現高亮度的光，並消耗較小量的電力。由於根據本發明的手機減少電力消耗及改善圖像品質，因此可以提供適合任何居住環境的產品。

圖 6D 顯示根據本發明的相機，其包括主體 9501、顯示器部分 9502、框體 9503、外部連接埠 9504、遙控接收部分 9505、圖像接收部分 9506、電池 9507、音頻輸入部 9508、操作鍵 9509、目鏡部分 9510 等。在該相機的顯示器部分 9502 中，類似於具體例 2 至 4 所述者的發光元件係以矩陣排列。該發光元件具有發光效率高和能夠長時間驅動的優點。含有該發光元件的顯示器部分 9502 具有類似特徵，其使該顯示器部分 9502 展現高亮度的光，且消耗較小量的電力。由於根據本發明的相機減少電力消耗及改善圖像品質，因此可以提供適合任何居住環境的產品。

如上所述，本發明的發光裝置的應用範圍相當廣，可以將該發光裝置應用於各種領域的電子裝置。使用本發明

之具體例的具有雜芳環的吡啉衍生物，可以製備各自具有發射效率高、能夠長時間驅動且低電力消耗之顯示器部分的電子裝置。

另外，本發明之具體例的發光裝置可以作為照明裝置。將參照圖 7 描述使用本發明之具體例的發光元件作為照明裝置之例子。

圖 7 顯示將本發明的發光裝置作為背光燈的液晶顯示裝置的例子。圖 7 所說明的液晶顯示裝置包括框體 9601、液晶層 9602、背光燈 9603、框體 9604，且液晶層 9602 與驅動器 IC 9605 連接。使用本發明的發光裝置作為背光燈 9603，且藉由端子 9606 供給電流。

藉由將本發明之具體例的發光裝置作為液晶顯示裝置的背光燈，可以得到減少電力消耗的液晶顯示裝置。另外，由於本發明之具體例的發光裝置是面發光的照明裝置且可能使發光裝置大面積化，所以可以使背光燈變大且液晶顯示裝置亦可以具有較大面積。再者，由於本發明之具體例的發光裝置為薄型，所以可以減少液晶顯示裝置的厚度。另外，因為本發明之具體例的發光裝置可以展現高亮度的光，因此使用本發明之具體例的發光裝置的液晶顯示裝置也可以展現高亮度的光。

圖 8 說明使用本發明的發光裝置作為照明裝置的臺燈的例子。圖 8 所示的臺燈包括框體 2001 以及光源 2002。本發明之具體例的發光裝置作為光源 2002。由於本發明之具體例的發光裝置的發光效率高並能夠長時間驅動，且

減少電力消耗，所以桌燈也具有高發光效率，能夠長時間驅動且減低電力消耗。

圖 9 說明使用本發明的發光裝置作為室內照明裝置 3001 的例子。

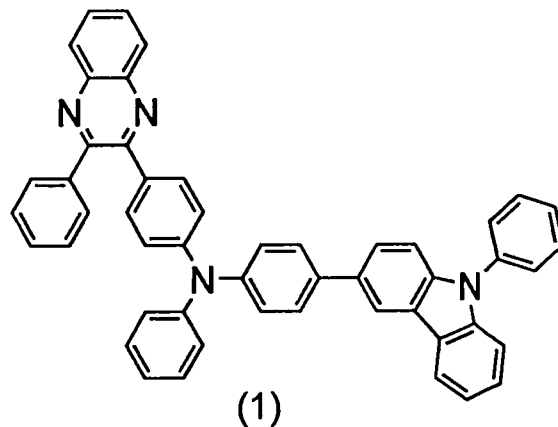
因為本發明之具體例的發光裝置可以變大，所以發光裝置可以作為大面積的照明裝置。另外，由於本發明之具體例的發光裝置為薄型且減少電力消耗，所以其可以作為薄型化且減少電力消耗的照明裝置。據此，於使用應用本發明的發光裝置作為室內照明裝置 3001 的房間裏設置如圖 6A 所說明的根據本發明的電視裝置 3002，致使可以觀賞公眾廣播或電影。在這種情況下，因為這兩種裝置具有減少電力消耗，所以可以在明亮的室內觀賞很多影像而不必擔心電費。

【實施方式】

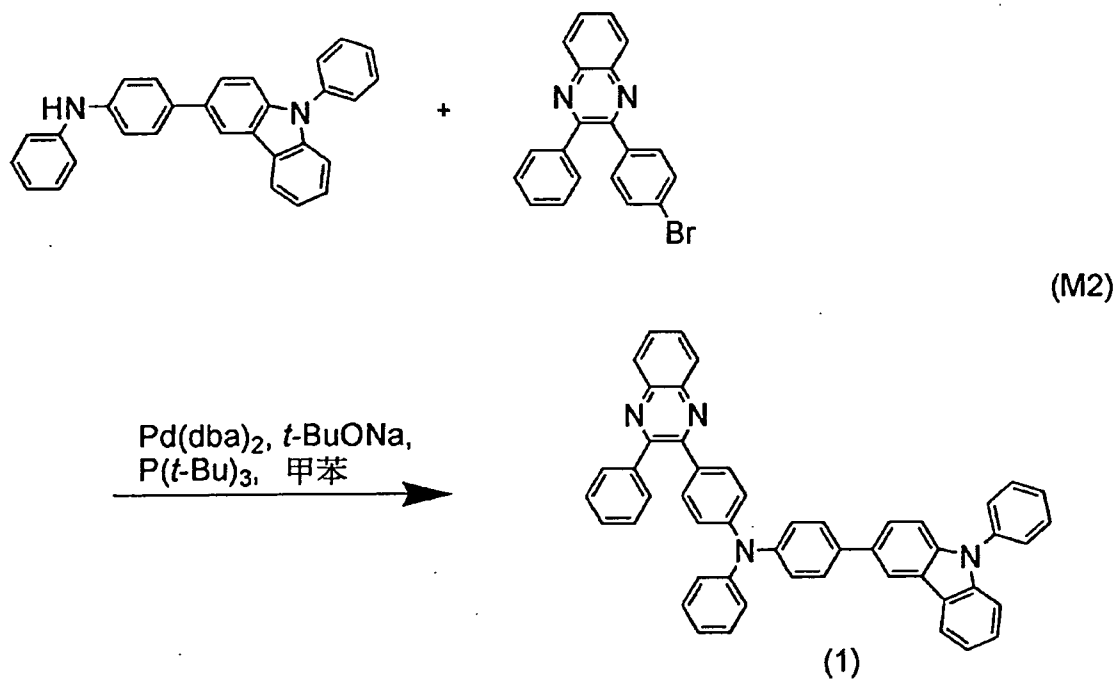
實施例 1

《合成例 1》

在本實施例中，說明在具體例 1 中以結構式 (1) 表示且具有雜芳環的咪唑衍生物的 4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)-4'-(3-苯基喹啉-2-基)三苯胺(縮寫：PCBA1PQ)的合成方法。



(M2) 顯示製備 4- (9-苯基 -9H-咪唑 -3-基) -4'- (3-苯基喹啶啉 -2-基) 三苯胺的流程圖。



將 1.7g (4.2mmol) 的 4- (9-苯基 -9H-咪唑 -3-基) 二苯胺、1.5g (4.2mmol) 的 2- (4-溴聯苯基) -3-苯基喹啶啉及 1.0g (10mmol) 的第三丁醇鈉放入在 100mL 的三頸燒瓶中，燒瓶內的氣體以氮取代。對該混合物添加 15mL 的甲苯及 0.10mL 的三 (第三丁基) 膦 (10 重量 % 己烷溶液) ，在減壓下攪拌而脫氣，然後，燒瓶內的氣體以氮取代。對該混合物添加 0.020g (0.035mmol) 的雙 (二亞苄

基丙酮) 鈹 (0) , 接著在 80°C 攪拌 5 個小時。

在反應之後, 對該混合物添加甲苯, 且所得之懸浮液藉由矽藻土 (日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼: 531-16855)、礬土、矽酸鎂 (日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼: 540-00135) 進行抽濾。對所獲得的濾液依次使用飽和碳酸鈉水溶液及飽和鹽水進行洗滌。在對有機層添加硫酸鎂進行乾燥之後, 對該混合物進行抽濾以去除硫酸鎂。濃縮所獲得的濾液並藉由矽膠管柱層析法對所得之殘液進行純化。

在管柱層析法中, 依次使用甲苯: 己烷 = 1 : 1 的混合溶劑、甲苯、甲苯: 乙酸乙酯 = 5 : 1 的混合溶劑作為展開劑。濃縮所獲得的餾分, 藉由二氫甲烷和甲醇的混合溶劑對所得的固體進行再結晶, 得到 2.7g 的黃色粉末狀固體, 產率為 92%。

其次, 藉由梯度昇華法 (train sublimation) 對所獲得的 1.6g 的黃色固體進行純化。在 7Pa 的減壓下, 氬流速為 3 mL/min, 及 310°C 進行 18 個小時的昇華純化。收獲量為 1.2g (75%)。

下面顯示因此所獲得的粉末利用核磁共振光譜法 (^1H NMR) 進行分析而得到的結果。圖 10A 及 10B 顯示 ^1H NMR 圖。注意: 圖 10B 是放大圖 10A 中的 7.0ppm 至 8.5ppm 範圍的圖。

^1H NMR (CDCl_3 , 300MHz) : δ 7.04-7.10 (m, 3H) , 7.17-7.79 (m, 27H) , 8.14-8.20 (m, 3H) , 8.33

(s, 1H) 。

根據 ^1H NMR 的分析結果，確認本合成例所獲得的化合物是結構式 (1) 所示且為本發明之具體例的 4- (9-苯基 -9H-吡啶 -3-基) -4'- (3-苯基喹啉 -2-基) 三苯基胺 (縮寫 : PCBA1PQ) 。

接著，測量 PCBA1PQ 的紫外光 - 可見光吸收光譜及發射光譜。將放置在石英皿中的 PCBA1PQ 的甲苯溶液和真空蒸鍍於石英基板上的 PCBA1PQ 的薄膜作為樣品。使用紫外光 - 可見光分光光度計 (日本分光株式會社製，V-550 型) 測量吸收光譜。使用螢光光度計 (日本濱松光子學株式會社 (Hamamatsu Photonics Corporation) 製，FS920 型) 測量發射光譜。

圖 11A 和圖 11B 分別顯示 PCBA1PQ 的甲苯溶液和薄膜的測量結果。橫軸表示波長 (nm)，而縱軸表示吸光度的任意強度及發光強度。至於溶液樣品的吸收光譜，顯示減去只將甲苯放入到石英皿所測量的吸收光譜而得的結果。在薄膜樣品的情況下，顯示減去石英基板的吸收光譜而得的結果。

PCBA1PQ 的甲苯溶液的吸收光譜的峰值波長為 403 nm，而螢光光譜的峰值波長為 500 nm (激發波長 403 nm)。PCBA1PQ 的薄膜的吸收光譜的峰值波長為 417 nm，而螢光光譜的峰值波長為 527 nm (激發波長 410 nm)。

對薄膜狀態下的 PCBA1PQ 的 HOMO 能級和 LUMO 能

級進行評估。藉由用光電子分光計（日本理研計器株式會社製，AC-2）將所得的離子電位值換算為負數值而獲得 HOMO 能級的值。使用 PCBA1PQ 的薄膜的吸收光譜的資料，從假定直接躍遷的 Tauc 繪圖所得之吸收邊峰被視為光學能隙，且被加至 HOMO 能級的數值，而獲得 LUMO 能級的值。結果是 PCBA1PQ 的 HOMO 能級是 -5.42eV ，能隙為 2.66eV ，和 LUMO 能級為 -2.76eV 。因此，證明 PCBA1PQ 是具有能帶隙超過 2eV 的有機物質。

評估 PCBA1PQ 的氧化還原反應特性。藉由循環伏安（CV）測量，評估氧化還原反應特性。使用電化學分析儀（日本 BAS 株式會社製，型號：ALS 模型 600A）進行測量。

至於用於 CV 測量的溶液，使用脫水 N,N-二甲基甲醯胺（DMF，西格瑪奧德里奇公司製，99.8%，目錄號碼：22705-6）作為溶劑，將作為支援電解質的過氯酸四正丁基銨（ $n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$ ，日本東京化成工業株式會社（Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.）製，目錄號碼：T0836）溶解於溶劑中使其濃度為 100mmol/L 。另外，待測量的目標物溶解於溶液中使其濃度為 1mmol/L 。鉑電極（日本 BAS 株式會社製，PTE 鉑電極）作為工作電極，鉑電極（日本 BAS 株式會社製，用於 VC-3 的 Pt 相對電極（5cm））作為輔助電極，和 Ag/Ag^+ 電極（日本 BAS 株式會社製，用於非水性溶劑的 RE-7 參考電極）作為參考電極。在室溫下進行測量。

藉由下述方法評估 PCBA1PQ 的氧化反應特性。以在將相對於參考電極的工作電極的電位從 0.28V 變化至 0.65V 之後從 0.65V 變化至 0.28V 的掃描視為一個週期，進行測量達 100 個週期。CV 測量的掃描速度為 0.1V/s。

藉由下述方法評估 PCBA1PQ 的還原反應特性。以在將相對於參考電極的工作電極的電位從 -1.40V 變化至 -2.24V 之後從 -2.24V 變化至 -1.40V 的掃描視為一個週期，進行測量達 100 個週期。CV 測量的掃描速度為 0.1V/s。

圖 12A 和圖 12B 分別顯示 PCBA1PQ 的氧化側和還原側的 CV 測量結果。在圖 12A 及 12B 中，橫軸顯示相對於參考電極的工作電極的電位 (V)，而縱軸顯示工作電極和輔助電極之間流過的電流值 (μA)。在圖 12A 中，在約 +0.52V (vs. Ag/Ag⁺) 觀察到指出氧化的電流。在圖 12B 中，在約 -1.98V (vs. Ag/Ag⁺) 觀察到指出還原的電流。

雖然進行掃描多達 100 個週期，在氧化反應及還原反應兩者皆沒有觀察到的 CV 曲線的尖峰位置和尖峰強度的顯著變化，其證明根據本發明的具有雜芳環的咪唑衍生物在重複進行氧化還原反應是穩定的。

利用密度泛函理論法 (DFT) 使 PCBA1PQ 的基態分子結構最佳化。在 DFT 中，總能量表示電勢能、電子間靜電能、電子的動能、和包括電子間的所有複雜互相作用的交換相關能的總合。在 DFT 中，由於以電子密度表示的一個電子電勢的泛函數 (另一函數的函數) 近似表示交

換相關作用，所以計算是非常快速且高精度。在此，利用混合泛函數的 B3LYP 對與交換相關能有關的各參數進行權重。此外，作為基底函數，將 6-311 (使用每個原子價軌域的三個收縮函數之三重分裂價層 (triple split valence) 基底函數組的基底函數) 應用到所有原子。藉由上述基底函數，例如，在氫原子的情況下，考慮到 1s 至 3s 的軌域，而在碳原子的情況下，考慮到 1s 至 4s 和 2p 至 4p 的軌域。再者，作為極化基底函數組，對氫原子加上 p 函數，對氫原子以外的原子加上 d 函數，以便提高計算正確性。

注意：Gaussian 03 作為量子化學電腦程式。使用高性能電腦 (日本 SGI 株式會社製，Altix3700 DX) 進行計算。

使用 Gauss View 4.1 使藉由計算而得的 PCBA1PQ 的理想分子結構中的最高被佔據分子軌域 (HOMO) 和最低未被佔據分子軌域 (LUMO) 被可見化，且其顯示於圖 27A 和 27B。圖 27A 顯示最高被佔據分子軌域 (HOMO)，圖 27B 顯示最低未被佔據軌域 (LUMO)。圖 27A 和 27B 中的球表示構成 PCBA1PQ 的原子，原子周邊的雲狀物表示最高被佔據分子軌域 (HOMO) 或最低未被佔據軌域 (LUMO)。

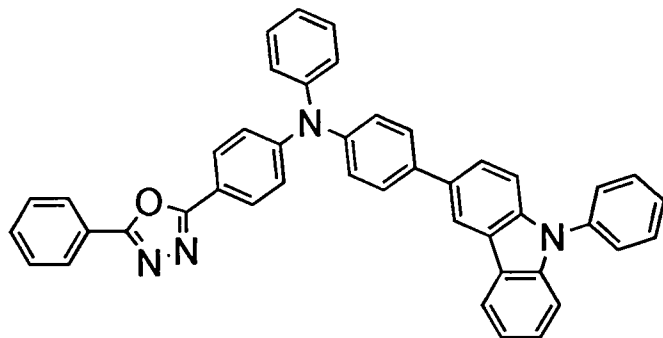
從圖 27A 和 27B 可知，使最高被佔據分子軌域在胺基附近定域，其指出胺基顯著地提供 PCBA1PQ 的電洞傳輸性質。此外，使最低未被佔據軌域在喹啉基附近定

域，其證明喹啉基顯著地提供 PCBA1PQ 的電子傳輸性質。因此，可以理解因為在 PCBA1PQ 中同時引入具有電子傳輸性質之含有雜芳環的喹啉部分和具有電洞傳輸性質的咪唑部分，所以可以實現雙極性材料。

實施例 2

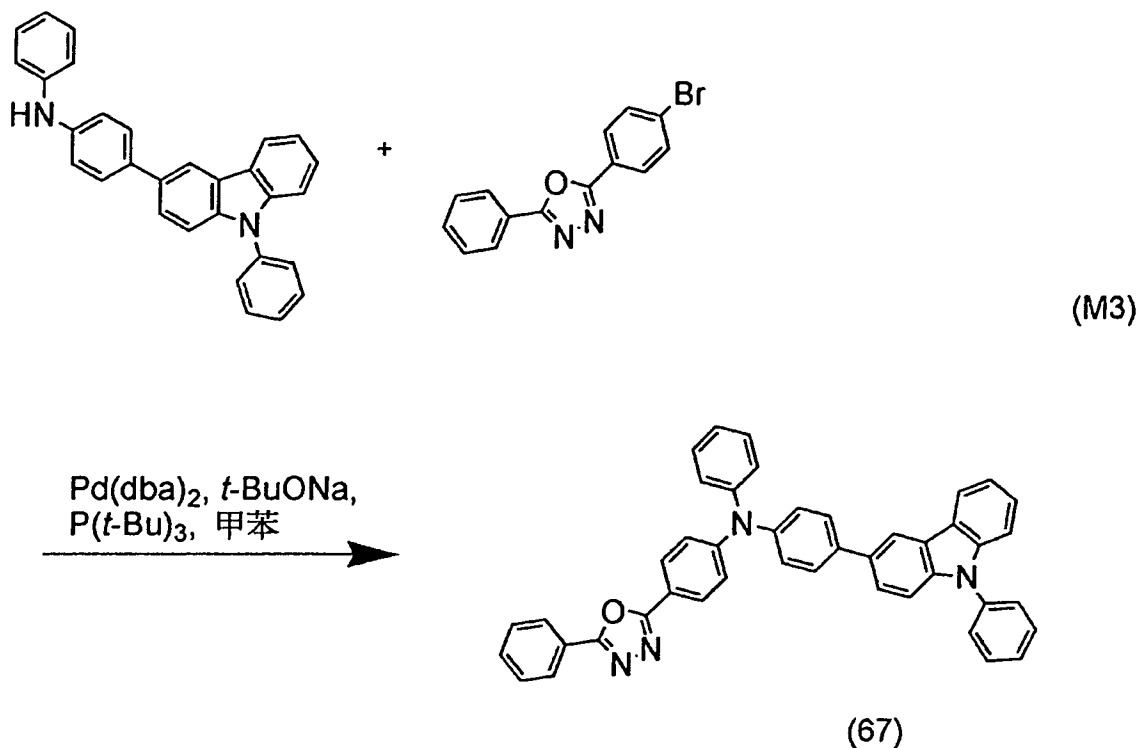
《合成例 2》

在本實施例中，說明具體例 1 之結構式 (67) 所示且具有雜芳環的咪唑衍生物的 4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(縮寫：PCBAO11)的合成方法。



(67)

(M3) 顯示製備 4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(縮寫：PCBAO11)的流程圖。



將 1.8 g (4.3 mmol) 的 4- (9-苯基 -9H-咪唑 -3-基) 二苯胺、1.3 g (4.3 mmol) 的 2- (4-溴聯苯基) -5-苯基 -1,3,4-咪唑及 1.0 g (10 mmol) 的第三丁醇鈉放入在 100 mL 的三頸燒瓶中，燒瓶內的氣體以氮取代。對該混合物添加 15 mL 的甲苯及 0.10 mL 的三 (第三丁基) 膦 (10 重量 % 己烷溶液) ，在減壓下攪拌而脫氣，接著添加 0.020 g (0.035 mmol) 的雙 (二亞苄基丙酮) 鈀 (0) 。在 80°C 加熱攪拌該混合物 5 個小時。

在反應之後，對該混合物添加甲苯，藉由矽藻土 (日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：531-16855) 、礬土、矽酸鎂 (日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：540-00135) 對所得的懸浮液進行抽濾。對所獲得的濾液依次使用飽和碳酸鈉水溶液及飽和鹽水進行洗滌。所得之有機層用硫酸鎂乾燥之後，對該混合物進行抽濾以去除硫

酸鎂。濃縮所獲得的濾液，並藉由矽膠管柱層析法對所得之殘液進行純化。

依次使用甲苯、甲苯：乙酸乙酯=20：1 的混合溶劑作為管柱層析法中的展開溶劑。濃縮所獲得的餾分，且所得固體用氯仿和己烷的混合溶劑再結晶，得到 2.5g 的淡黃色粉末狀固體，產率為 92%。

藉由梯度昇華法對所獲得的固體進行昇華純化。在 7Pa 的減壓下，氫流速為 3mL/min，及 300°C 進行 12 個小時的昇華純化。2.5g PCBAO11 的昇華純化得到 2.2g 的產量(產率為 88%)。

下面顯示因此所獲得的粉末利用核磁共振光譜法 (^1H NMR) 進行分析而得到的結果。圖 13A 及 13B 顯示 ^1H NMR 圖。注意：圖 13B 是放大圖 13A 中的 7.0ppm 至 8.5ppm 範圍的圖。

^1H NMR (CDCl_3 , 300MHz) : δ 7.13-7.70 (m, 24H) , 7.98 (d, $J=8.8\text{Hz}$, 2H) , 8.11-8.15 (m, 2H) , 8.19 (d, $J=7.8\text{Hz}$, 1H) , 8.35 (sd, $J=2.0\text{Hz}$, 1H) 。

根據 ^1H NMR 的分析結果，確認本合成例所獲得的化合物是結構式 (67) 所示且為本發明之具體例的 4- (5-苯基 -1,3,4-噁二唑 -2-基) -4'- (9-苯基 -9H-吡啶 -3-基) 三苯胺 (縮寫：PCBAO11) 。

使用差示掃描量熱計 (DSC : Differential Scanning Calorimetry , 珀金埃爾默公司 (Perkin Elmer Co., Ltd.) 製 , 型號 : Pyris1 DSC) 所測得之 PCBAO11 的玻璃轉變

溫度是 118°C。此結果揭露 PCBAO11 是具有有利耐熱性的材料。

其次，測量 PCBAO11 的紫外光-可見光吸收光譜及發射光譜。將放置在石英皿中的 PCBAO11 的甲苯溶液和真空蒸鍍於石英基板上的 PCBAO11 的薄膜作為樣品。使用紫外光-可見光分光光度計（日本分光株式會社製，V-550 型）測量吸收光譜。使用螢光光度計（日本濱松光子學株式會社（Hamamatsu Photonics Corporation）製，FS920 型）測量發射光譜。

圖 14A 和圖 14B 分別顯示 PCBAO11 的甲苯溶液和薄膜的測量結果。橫軸表示波長（nm），而縱軸表示吸光度的任意強度及發光強度。至於溶液樣品的吸收光譜，顯示減去只將甲苯放入到石英皿所測定的吸收光譜而得的結果。在薄膜樣品的情況下，顯示減去石英基板的吸收光譜而得的結果。

PCBAO11 的甲苯溶液的吸收光譜的峰值波長為 366nm，而螢光光譜的峰值波長為 439nm（激發波長 366nm）。PCBAO11 的薄膜的吸收光譜的峰值波長為 379nm，而螢光光譜的峰值波長為 471nm（激發波長 368nm）。

對薄膜狀態下的 PCBAO11 的 HOMO 能級和 LUMO 能級進行評估。藉由用光電子分光計（日本理研計器株式會社製，AC-2）將所得的離子電位值換算為負數值而獲得 HOMO 能級的值。使用 PCBAO11 的薄膜的吸收光譜的資

料，從假定直接躍遷的 Tauc 繪圖所得之吸收邊峰被視為光學能隙，且被加至 HOMO 能級的數值，而獲得 LUMO 能級的值。結果是 PCBAO11 的 HOMO 能級為 -5.39eV ，能隙為 2.98eV ，和 LUMO 能級為 -2.41eV 。因此，證明 PCBAO11 是具有能帶隙約 3eV 的有機物質。

評估 PCBAO11 的氧化還原反應特性。藉由循環伏安 (CV) 測量，評估氧化還原反應特性。使用電化學分析儀 (日本 BAS 株式會社製，型號：ALS 模型 600A) 進行測量。

至於用於 CV 測量的溶液，使用脫水 N,N-二甲基甲醯胺 (DMF，西格瑪奧德里奇公司製，99.8%，目錄號碼：22705-6) 作為溶劑，將作為支援電解質的過氯酸四正丁基銨 ($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$) (日本東京化成工業株式會社 (Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.) 製，目錄號碼：T0836) 溶解於溶劑中，使其濃度為 100 mmol/L 。另外，待測量的目標物溶解於溶劑中，使其濃度為 1 mmol/L 。鉑電極 (日本 BAS 株式會社製，PTE 鉑電極) 作為工作電極，鉑電極 (日本 BAS 株式會社製，用於 VC-3 的 Pt 對電極 (5cm)) 作為輔助電極，使用 Ag/Ag^+ 電極 (日本 BAS 株式會社製，用於非水性溶劑的 RE-7 參考電極) 作為參考電極。在室溫下進行測量。

藉由下述方法評估 PCBAO11 的氧化反應特性。以在將相對於參考電極的工作電極的電位從 0.214V 變化至 0.900V 之後從 0.900V 變化至 0.214V 的掃描視為一個週

期，進行測量達 100 個週期。CV 測量的掃描速度為 0.1 V/s。

藉由下述方法評估 PCBAO11 的還原反應特性。以在將相對於參考電極的工作電極的電位從 -1.25V 變化至 -2.65V 之後從 -2.65V 變化至 -1.25V 的掃描視為一個週期，進行測量達 100 個週期。CV 測量的掃描速度為 0.1 V/s。

圖 15A 和圖 15B 分別顯示 PCBAO11 的氧化側和還原側的 CV 測量結果。在圖 15A 及 15B 中，橫軸顯示相對於參考電極的工作電極的電位 (V)，而縱軸顯示工作電極和輔助電極之間流過的電流值 (μA)。在圖 15A 中，在約 +0.58V (vs. Ag/Ag⁺) 觀察到指出氧化的電流。在圖 15B 中，在約 -2.46V (vs. Ag/Ag⁺) 觀察到指出還原的電流。

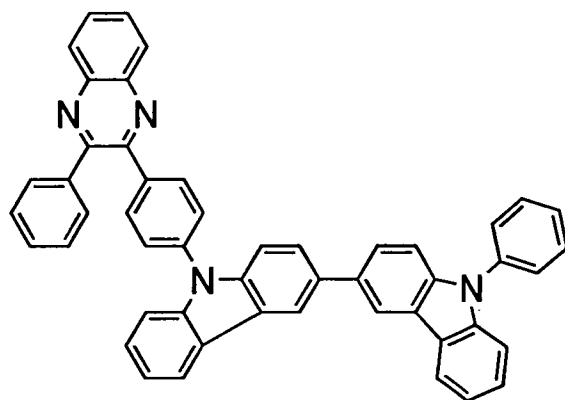
雖然重複掃描多達 100 個週期，在氧化反應及還原反應兩者皆沒有觀察到的 CV 曲線的尖峰位置和尖峰強度的顯著變化，其證明根據本發明的具有雜芳環的咪唑衍生物即使在重複進行氧化還原反應時是穩定的。

實施例 3

〈合成例 3〉

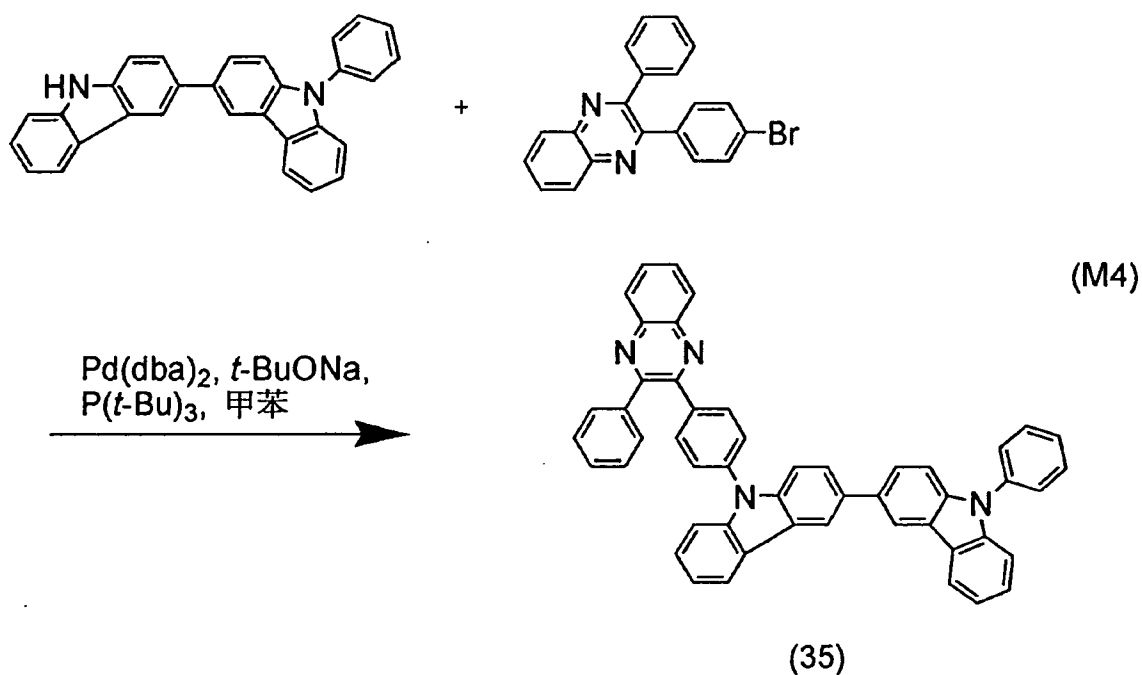
在本實施例中，說明具體例 1 之結構式 (35) 所示且具有雜芳環的咪唑衍生物的 9-苯基-9'-[4-(3-苯基咪唑啉-2-基)苯基]-3-3'-聯(9H-咪唑) (縮寫：PCC1PQ) 的

合成方法。



(35)

(M4) 顯示製備 9-苯基-9'-[4-(3-苯基喹啶啉-2-基)苯基]-3,3'-聯(9H-吡啶) (縮寫: PCC1PQ) 的流程圖。



將 1.7g (4.2mmol) 的 9-苯基-3,3'-聯(9H-吡啶)、1.5g (4.2mmol) 的 2-(4-溴聯苯基)-3-苯基喹啶啉及 1.0g (10mmol) 的第三丁醇鈉放入在 100mL 的三頸燒瓶中，燒瓶內的氣體以氮取代。對該混合物添加 15mL 的甲

苯及 0.10mL 的三（第三丁基）磷（10 重量%己烷溶液），在減壓下攪拌而脫氣，接著添加 0.020g（0.035mmol）的雙（二亞苄基丙酮）鈀（0）。在 80°C 加熱攪拌該混合物 5 個小時。

在反應之後，對該混合物添加甲苯，藉由矽藻土（日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：531-16855）、矽酸鎂（日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：540-00135）、和礬土對所得的懸浮液進行抽濾。使用水對所獲得的濾液進行洗滌。所得之有機層用硫酸鎂乾燥。對該混合物進行抽濾以去除硫酸鎂。濃縮所獲得的濾液，並藉由矽膠管柱層析法對所得之殘液進行純化。

依次使用甲苯：己烷=1：1 的混合溶劑、甲苯、和甲苯：乙酸乙酯=5：1 的混合溶劑作為管柱層析法中的展開溶劑。濃縮所獲得的餾分，且所得固體用二氯甲烷和甲醇的混合溶劑再結晶，得到 2.2g 的淡黃色粉末狀固體，產率為 75%。

藉由梯度昇華法對所獲得的固體進行昇華純化。在 7Pa 的減壓下，氫流速為 3mL/min，及 320°C 進行 22 個小時的昇華純化。1.7g PCC1PQ 的昇華純化得到 0.85g 的產量（產率為 50%）。

下面顯示因此所獲得的粉末利用核磁共振光譜法（ ^1H NMR）進行分析而得到的結果。圖 16A 及 16B 顯示 ^1H NMR 圖。注意：圖 16B 是放大圖 16A 中的 7.0ppm 至 9.0ppm 範圍的圖。

^1H NMR (CDCl_3 , 300MHz) : δ 7.29-7.36 (m, 2H) ,
7.44-7.86 (m, 24H) , 8.22-8.27 (m, 4H) , 8.45-8.48
(m, 2H)

根據 ^1H NMR 的分析結果，確認本合成例所獲得的化合物是結構式 (35) 所示且為本發明之具體例的 9-苯基-9'-[4-(3-苯基喹啉-2-基)苯基]-3,3'-聯(9H-咔唑) (縮寫：PCC1PQ)。

其次，測量 PCC1PQ 的紫外光-可見光吸收光譜及發射光譜。將放置在石英皿中的 PCC1PQ 的甲苯溶液和真空蒸鍍於石英基板上的 PCC1PQ 的薄膜作為樣品。使用紫外光-可見光分光光度計 (日本分光株式會社製，V-550 型) 測量吸收光譜。使用螢光光度計 (日本濱松光子學株式會社 (Hamamatsu Photonics Corporation) 製，FS920 型) 測量發射光譜。

圖 17A 和圖 17B 分別顯示 PCC1PQ 的甲苯溶液和薄膜的測量結果。橫軸表示波長 (nm)，而縱軸表示吸光度的任意強度及發光強度。至於溶液樣品的吸收光譜，顯示減去只將甲苯放入到石英皿所測量的吸收光譜而得的結果。在薄膜樣品的情況下，顯示減去石英基板的吸收光譜而得的結果。

PCC1PQ 的甲苯溶液的吸收光譜的峰值波長為 371nm，而螢光光譜的峰值波長為 466nm (激發波長 371nm)。PCC1PQ 的薄膜的吸收光譜的峰值波長為 386nm，而螢光光譜的峰值波長為 503nm (激發波長

307nm)。

此外，對薄膜狀態下的 PCzPCN1 的 HOMO 能級和 LUMO 能級進行評估。對薄膜狀態下的 PCC1PQ 的 HOMO 能級和 LUMO 能級進行測量。藉由用光電子分光計（日本理研計器株式會社製，AC-2）將所得之離子電位值換算為負數值而獲得 HOMO 能級的值。使用 PCC1PQ 的薄膜的吸收光譜的資料，從假定直接躍遷的 Tauc 繪圖所得之吸收邊峰被視為光學能隙，且被加至 HOMO 能級的數值，而獲得 LUMO 能級的值。結果是 PCC1PQ 的 HOMO 能級為 -5.55eV ，能隙為 2.88eV ，LUMO 能級為 -2.67eV 。因此，證明 PCC1PQ 是具有能帶隙超過 2eV 的化合物。

評估 PCC1PQ 的氧化還原反應特性。藉由循環伏安（CV）測量，評估氧化還原反應特性。使用電化學分析儀（日本 BAS 株式會社製，型號：ALS 模型 600A）進行測量。

至於用於 CV 測量的溶液，使用脫水 N,N-二甲基甲醯胺（DMF，西格瑪奧德里奇公司製，99.8%，目錄號碼：22705-6）作為溶劑，將作為支援電解質的過氯酸四正丁基銨（ $n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$ ）（日本東京化成工業株式會社（Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.）製，目錄號碼：T0836）溶解於溶劑中，使其濃度為 100 mmol/L 。另外，待測量的目標物溶解於溶劑中，使其濃度成為 1 mmol/L 。鉑電極（日本 BAS 株式會社製，PTE 鉑電極）作為工作電極，鉑電極（日本 BAS 株式會社製，用於

VC-3 的 Pt 對電極 (5cm)) 作為輔助電極，並且 Ag/Ag⁺電極 (日本 BAS 株式會社製，用於非水性溶劑的 RE-7 參考電極) 作為參考電極。在室溫下進行測量。

藉由下述方法評估 PCC1PQ 的氧化反應特性。以在將相對於參考電極的工作電極的電位從 0.026V 變化至 0.839V 之後從 0.839V 變化至 0.026V 的掃描視為一個週期，進行測量達 100 個週期。CV 測量的掃描速度為 0.1V/s。

藉由下述方法評估 PCC1PQ 的還原反應特性。在將相對於參考電極的工作電極的電位從 -1.37V 變化至 -2.19V 之後，從 -2.19V 變化至 -1.37V 的掃描視為一個週期，進行測量達 100 個週期。CV 測量的掃描速度為 0.1V/s。

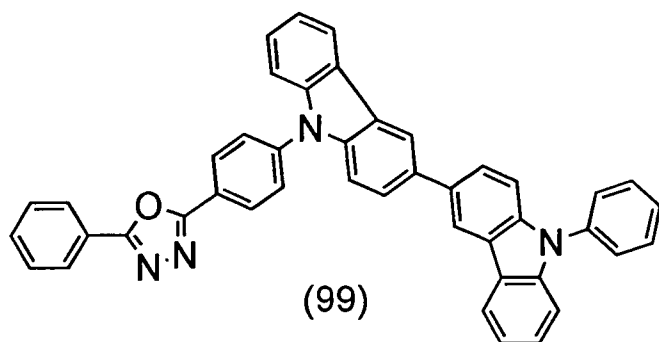
圖 18A 和圖 18B 分別顯示 PCC1PQ 的氧化側和還原側的 CV 測量結果。在圖 18A 及 18B 中，橫軸顯示相對於參考電極的工作電極的電位 (V)，而縱軸顯示工作電極和輔助電極之間流過的電流值 (μ A)。在圖 18A 中，在約 +0.67V (vs. Ag/Ag⁺) 觀察到指出氧化的電流。在圖 18B 中，在約 -1.93V (vs. Ag/Ag⁺) 觀察到指出還原的電流。

雖然重複掃描多達 100 個週期，在氧化反應及還原反應兩者皆沒有觀察到的 CV 曲線的尖峰位置和尖峰強度的顯著變化，其證明根據本發明的具有雜芳環的咪唑衍生物即使在重複進行氧化還原反應時是穩定的。

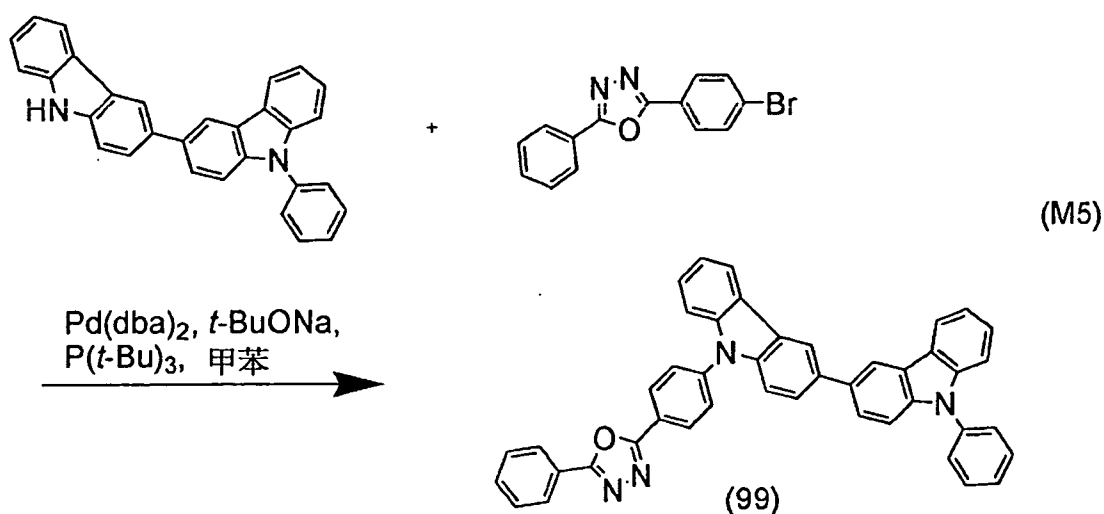
實施例 4

《合成例 4》

在本實施例中，說明具體例 1 之結構式 (99) 所示且具有雜芳環的咪唑衍生物的 9-苯基-9'-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-3,3'-聯(9H-咪唑)(縮寫：PCCO11)的合成方法。



(M5) 顯示製備 9-苯基-9'-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-3,3'-聯(9H-咪唑)(縮寫：PCCO11)的流程圖。



將 1.8 g (4.3 mmol) 的 9-苯基-3,3'-聯(9H-咪唑)、1.3 g (4.3 mmol) 的 2-(4-溴聯苯基)-5-苯基-1,3,4-噁二唑及 1.0 g (10 mmol) 的第三丁醇鈉放入在 100 mL 的三頸

燒瓶中，燒瓶內的氣體以氮取代。對該混合物添加 15 mL 的甲苯及 0.1 mL 的三（第三丁基）膦（10 重量%己烷溶液），在減壓下攪拌而脫氣。在進行脫氣之後，對該混合物添加 0.020 g（0.035 mmol）的雙（二亞苺基丙酮）鈀（0），及在 80°C 加熱攪拌該混合物 5 個小時。

在反應之後，對該混合物添加甲苯，藉由矽藻土（日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：531-16855）、礬土、和矽酸鎂（日本和光純藥工業株式會社、目錄號碼：540-00135）對所得的懸浮液進行抽濾。對所獲得的濾液依次使用飽和碳酸鈉水溶液及飽和鹽水進行洗滌。有機層用硫酸鎂乾燥，和對該混合物進行抽濾以去除硫酸鎂。濃縮所得的濾液，並藉由矽膠管柱層析法對所獲得的固體進行純化。

依次使用甲苯、甲苯：乙酸乙酯=20：1 的混合溶劑作為管柱層析法中的展開溶劑。濃縮所獲得的餾分，且所得固體用氫仿和己烷的混合溶劑再結晶，得到 2.1 g 的淡黃色粉末狀固體，產率為 78%。

藉由梯度昇華法對所獲得的固體進行昇華純化。在 7 Pa 的減壓下，氫流速為 3 mL/min，及 320°C 進行 12 個小時的昇華純化。1.8 g PCCO11 的昇華純化得到 1.1 g 的產量（產率為 61%）。

下面顯示因此所獲得的粉末利用核磁共振光譜法（ ^1H NMR）進行分析而得到的結果。圖 19A 及 19B 顯示 ^1H NMR 圖。注意：圖 19B 是放大圖 19A 中的 7.0 ppm 至

9.0ppm 範圍的圖。

^1H NMR (CDCl_3 , 300MHz) : δ 7.30-7.65 (m, 16H)
、 7.75-7.86 (m, 4H) , 8.18-8.28 (m, 4H) , 8.42
(d, $J=8.8\text{Hz}$, 2H) , 8.47 (sd, $J=1.5\text{Hz}$, 2H)

根據 ^1H NMR 的分析結果，確認本合成例所獲得的化合物是結構式 (99) 所示且為本發明之具體例的 9-苯基-9'-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-3,3'-聯(9H-呋啶) (縮寫 : PCCO11) 。

使用差示掃描量熱計 (DSC : Differential Scanning Calorimetry , 珀金埃爾默公司 (Perkin Elmer Co., Ltd.) 製 , 型號 : Pyris1 DSC) 所測得之 PCCO11 的玻璃轉變溫度是 138°C 。此結果揭露 PCCO11 是具有有利耐熱性的材料。

其次，測量 PCCO11 的紫外光-可見光吸收光譜及發射光譜。將放置在石英皿的 PCCO11 的甲苯溶液和真空蒸鍍於石英基板上的 PCCO11 的薄膜作為樣品。使用紫外光-可見光分光光度計 (日本分光株式會社製 , V-550 型) 測量吸收光譜。使用螢光光度計 (日本濱松光子學株式會社 (Hamamatsu Photonics Corporation) 製 , FS920 型) 測量發射光譜。

圖 20A 和圖 20B 分別顯示 PCCO11 的甲苯溶液和薄膜的測量結果。橫軸表示波長 (nm) , 而縱軸表示吸光度的任意強度及發光強度。至於溶液樣品的吸收光譜，顯示減去只將甲苯放入到石英皿所測定的吸收光譜而得的結

果。在薄膜樣品的情況下，顯示減去石英基板的吸收光譜而得的結果。

PCCO11 的甲苯溶液的吸收光譜的峰值波長為 350nm，而螢光光譜的峰值波長為 418nm（激發波長 350nm）。PCCO11 的薄膜的吸收光譜的峰值波長為 358nm，而螢光光譜的峰值波長為 456nm（激發波長 355nm）。

對薄膜狀態下的 PCCO11 的 HOMO 能級和 LUMO 能級進行評估。藉由用光電子分光計（日本理研計器株式會社製，AC-2）將所得的離子電位數值換算為負數值而獲得 HOMO 能級的值。使用 PCCO11 的薄膜的吸收光譜的資料，從假定直接躍遷的 Tauc 繪圖所得之吸收邊峰被視為光學能隙，且被加至 HOMO 能級的數值，而獲得 LUMO 能級的值。結果是 PCCO11 的 HOMO 能級為 -5.47eV ，能隙為 3.02eV ，LUMO 能級為 -2.45eV 。因此，證明 PCCO11 是具有能帶隙超過 3eV 的有機物質。

評估 PCCO11 的氧化還原反應特性。藉由循環伏安（CV）測量，評估氧化還原反應特性。使用電化學分析儀（日本 BAS 株式會社製，型號：ALS 模型 600A）進行測量。

至於用於 CV 測量的溶液，使用脫水 N,N-二甲基甲醯胺（DMF，西格瑪奧德里奇公司製，99.8%，目錄號碼：22705-6）作為溶劑，將作為支援電解質的過氯酸四正丁基銨（ $n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$ ）（日本東京化成工業株式會社

(Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.) 制，目錄號碼：T0836) 溶解於溶劑中，使其濃度為 100 mmol/L。另外，待測量的目標物溶解於溶劑中，使其濃度成為 1 mmol/L 的方式。鉑電極 (日本 BAS 株式會社製，PTE 鉑電極) 作為工作電極，鉑電極 (日本 BAS 株式會社製，用於 VC-3 的 Pt 對電極 (5cm)) 作為輔助電極，且 Ag/Ag^+ 電極 (日本 BAS 株式會社製，用於非水性溶劑的 RE-7 參考電極) 作為參考電極。在室溫下進行測量。

藉由下述方法評估 PCCO11 的氧化反應特性。以在將相對於參考電極的工作電極的電位從 0.324V 變化至 0.800V 之後從 0.800V 變化至 0.324V 的掃描視為一個週期，進行測量達 100 個週期。CV 測量的掃描速度為 0.1V/s。

藉由下述方法評估 PCCO11 的還原反應特性。以在將相對於參考電極的工作電極的電位從 -1.59V 變化至 -2.49V 之後，從 -2.49V 變化至 -1.59V 的掃描視為一個週期，進行測量達 100 個週期。CV 測量的掃描速度為 0.1V/s。

圖 21A 和圖 21B 分別顯示 PCCO11 的氧化側和還原側的 CV 測量結果。在圖 21A 及 21B 中，橫軸顯示相對於參考電極的工作電極的電位 (V)，而縱軸顯示工作電極和輔助電極之間流過的電流值 (μA)。在圖 21A 中，在約 +0.69V (vs. Ag/Ag^+) 觀察到指出氧化的電流。在圖 21B 中，在約 -2.34V (vs. Ag/Ag^+) 觀察到指出還原的電流。

雖然重複掃描多達 100 個週期，在氧化反應及還原反應兩者皆沒有觀察到的 CV 曲線的尖峰位置和尖峰強度的顯著變化，其證明根據本發明的具有雜芳環的咪唑衍生物即使在重複進行氧化還原反應時是穩定的。

藉由與上述 PCBA1PQ 類似的方法，使 PCCO11 的基態分子結構最佳化。

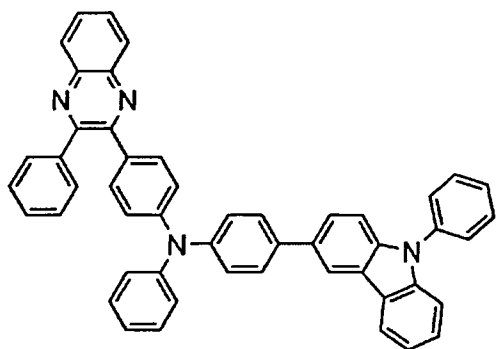
使用 Gauss View 4.1 使藉由計算而得的 PCCO11 的理想分子結構中的最高被佔據分子軌域 (HOMO) 和最低未被佔據分子軌域 (LUMO) 被可見化，且其顯示於圖 28A 和 28B。圖 28A 顯示最高被佔據分子軌域 (HOMO)，而圖 28B 顯示最低未被佔據分子軌域 (LUMO)。圖 28A 和 28B 中的球表示構成 PCCO11 的原子，於原子周邊的雲狀物表示最高被佔據分子軌域 (HOMO) 或最低未被佔據分子軌域 (LUMO)。

從圖 28A 和 28B 可知，使最高被佔據分子軌域在咪唑基附近定域，其指出咪唑基顯著地提供 PCCO11 的電洞傳輸性質。此外，使最低未被佔據分子軌域在嘔二唑基附近定域，其證明嘔二唑基顯著地提供 PCCO11 的電子傳輸性質。因此，可以理解因為在 PCCO11 中同時引入具有電子傳輸性質之含有雜芳環的嘔二唑部分和具有電洞傳輸性質的咪唑部分，所以可以實現雙極性材料。

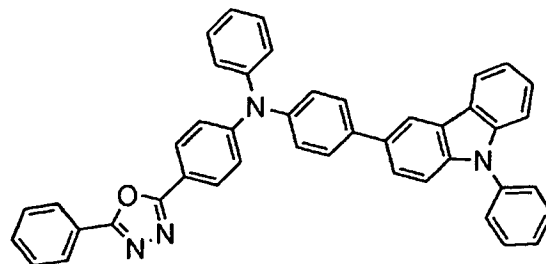
實施例 5

在本實施例中，將參照圖 22、23A、23B、24A、和

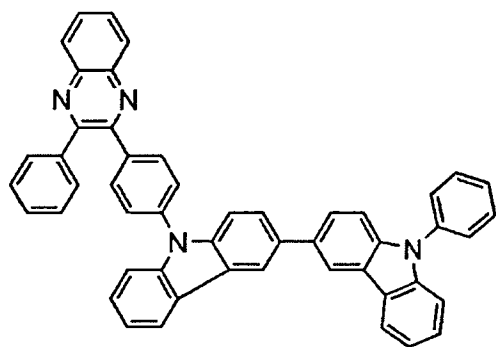
圖 24B 描述本發明之具體例的發光元件。以下顯示在本實施例中使用之材料的化學式。



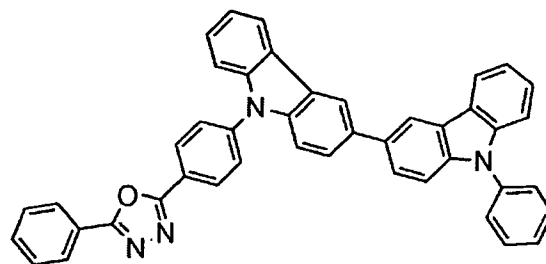
(1)



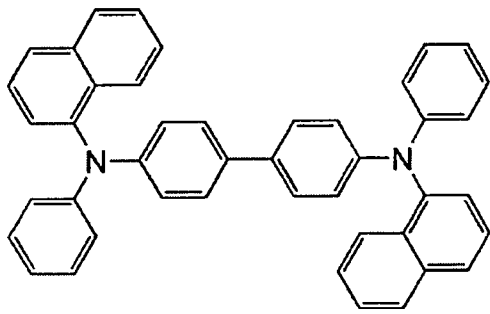
(67)



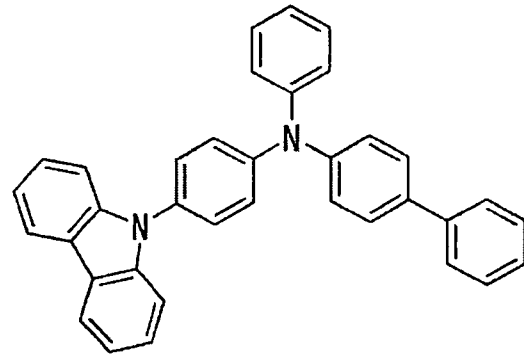
(35)



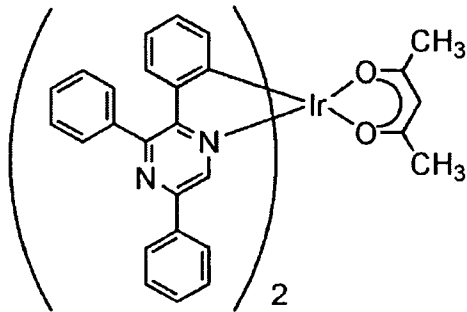
(99)



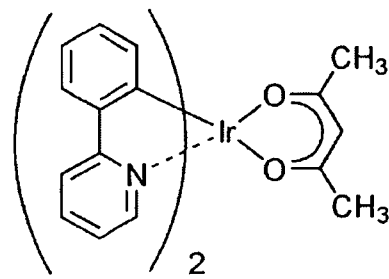
NPB



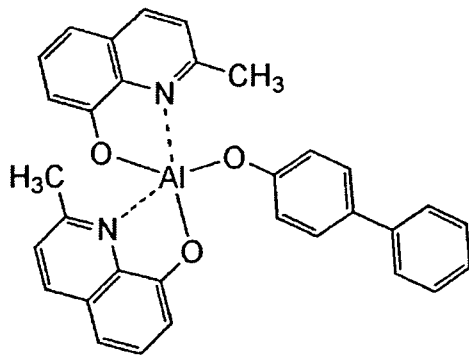
YGA1BP



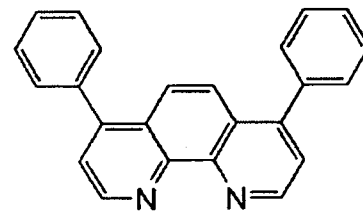
Ir(tppy)₂acac



Ir(pppy)₂acac



BAlq



BPhen

以下描述製造本實施例之發光元件的方法。

(發光元件 1)

首先，在玻璃基板 2100 上藉由濺射法沈積包含氧化矽的銦錫氧化物 (ITSO) 以形成第一電極 2101。第一電

極的厚度為 110nm，電極面積為 2mm×2mm。

接著，將配有第一電極 2101 的基板固定到設置在真空蒸鍍裝置中的基板支架上，致使所形成之第一電極 2101 的表面面朝下。在真空蒸鍍裝置減壓到 10^{-4} Pa 左右之後，將 4,4'-雙 [N- (1-萘基) -N-苯基胺基] 聯苯 (縮寫：NPB) 和氧化鉬 (VI) 共蒸鍍得到作為電洞注入層之第一層 2111，其包含有機化合物和無機化合物所形成的複合材料。第一層 2111 的厚度為 50nm，且將 NPB 和氧化鉬 (VI) 的重量比調節為 4 : 1 (=NPB : 氧化鉬)。注意：共蒸鍍法是在一個處理室內從多個蒸發源同時進行蒸鍍的蒸鍍法。

接著，藉由利用電阻加熱的蒸鍍法，在包含複合材料的第一層 2111 上形成 10nm 厚度的 4,4'-雙 [N- (1-萘基) -N-苯基胺基] 聯苯 (縮寫：NPB) 膜，藉此形成第二層 2112 作為電洞傳輸層。

然後，以 (乙醯丙酮) 雙 (2,3,5-三苯基吡啶) 銱 (III) (縮寫：Ir (tppr)₂acac) 共蒸鍍結構式 (1) 所示的 4- (9-苯基-9H-吡啶-3-基) -4'- (3-苯基喹啉-2-基) 三苯胺 (縮寫：PCBA1PQ) 在第二層 2112 上形成第三層 2113 作為發光層。在此，將 PCBA1PQ 和 Ir (tppr)₂acac 的重量比調節為 1 : 0.01 (=PCBA1PQ : Ir (tppr)₂acac)。第三層 2113 的厚度為 40nm。

然後，藉由在第三層 2113 上依次蒸鍍形成厚度為 10nm 的雙 (2-甲基-8-羥基喹啉) (4-苯基苯酚) 鋁 (縮

寫：BA1q) 層和厚度為 20nm 的二苯基二氮雜菲 (縮寫：BPhen) 層，而形成第四層 2114 作為電子傳輸層。再者，在第四層 2114 上蒸鍍氟化鋰 (LiF)，而形成厚度為 1 nm 的第五層 2115 作為電子注入層。最後，蒸鍍鋁形成厚度為 200nm 的第二電極 2102，其係作為陰極，藉此完成本實施例的發光元件 1。

注意：在上述蒸鍍過程中，蒸鍍係藉由電阻加熱法予以進行。

(發光元件 2)

關於發光元件 2，將結構式 (67) 所示的 4-(5-苯基-1,3,4, -噁二唑-2-基)-4'-(9-苯基-9H-吡啶-3-基) 三苯胺 (縮寫：PCBAO11) 作為主體材料，以代替在發光元件 1 的第三層 2113 中作為主體材料的 PCBA1PQ。具體而言，藉由共蒸鍍 PCBAO11 和 $\text{Ir}(\text{tppr})_2\text{acac}$ ，在第二層 2112 上形成第三層 2113 作為發光層。在此，將 PCBAO11 和 $\text{Ir}(\text{tppr})_2\text{acac}$ 的重量比調節為 1 : 0.08 (=PCBAO11 : $\text{Ir}(\text{tppr})_2\text{acac}$)。第三層 2113 的厚度為 40nm。除了第三層 2113 之外的層係以類似於發光元件 1 之方式予以形成。

(發光元件 3)

關於發光元件 3，將結構式 (35) 所示的 9-苯基-9'-[4-(3-苯基噁吡啶-2-基) 苯基]-3,3'-聯(9H-吡啶) (縮寫：PCC1PQ) 作為主體材料，以代替在發光元件 1 的第三層 2113 中作為主體材料的 PCBA1PQ。具體而言，藉由

共蒸鍍 PCC1PQ 和 $\text{Ir}(\text{tppr})_2\text{acac}$ ，在第二層 2112 上形成第三層 2113 作為發光層。在此，將 PCC1PQ 和 $\text{Ir}(\text{tppr})_2\text{acac}$ 的重量比調節為 1 : 0.08 (=PCC1PQ : $\text{Ir}(\text{tppr})_2\text{acac}$)。第三層 2113 的厚度為 40nm。除了第三層 2113 之外的層係以類似於發光元件 1 之方式予以形成。

(發光元件 4)

關於發光元件 4，將結構式 (99) 所示的 9-苯基-9'-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-3,3'-聯(9H-咪唑) (縮寫：PCCO11) 作為主體材料，以代替在發光元件 1 的第三層 2113 中作為主體材料的 PCBA1PQ。具體而言，藉由共蒸鍍 PCCO11 和 $\text{Ir}(\text{tppr})_2\text{acac}$ ，在第二層 2112 上形成第三層 2113 作為發光層。在此，將 PCCO11 和 $\text{Ir}(\text{tppr})_2\text{acac}$ 的重量比調節為 1 : 0.08 (=PCCO11 : $\text{Ir}(\text{tppr})_2\text{acac}$)。第三層 2113 的厚度為 40nm。除了第三層 2113 之外的層係以類似於發光元件 1 之方式予以形成。

在氮氬圍的手套箱內，密封藉此而得的發光元件 1 至 4，以使其不暴露於大氣。然後，對這些發光元件的操作特性進行測量。在室溫（保持為 25°C 的氛圍）下進行測量。

圖 23A 顯示發光元件 1-4 的電流密度-亮度特性。在圖 23A 中，橫軸表示電流密度 (mA/cm^2)，而縱軸表示亮度 (cd/m^2)。圖 23B 顯示電壓-亮度特性。在圖 23B

中，橫軸表示施加到發光元件的電壓（V），而縱軸表示亮度（ cd/m^2 ）。圖 24A 顯示亮度-電流效率特性。在圖 24A 中，橫軸表示亮度（ cd/m^2 ），而縱軸表示電流效率（ cd/A ）。

發光元件 1 在電壓為 3.6V 時顯示 CIE 顏色座標的 x 和 y 分別為 0.65 和 0.35，電流效率為 $23.0\text{cd}/\text{A}$ ，和外部量子效率為 16.8%。發光元件 2 在電壓為 4.0V 時顯示 CIE 顏色座標的 x 和 y 分別為 0.65 和 0.35，電流效率為 $12.3\text{cd}/\text{A}$ ，和外部量子效率為 8.5%。發光元件 3 在電壓為 4.2V 時顯示 CIE 顏色座標的 x 和 y 分別為 0.66 和 0.34，電流效率為 $15.0\text{cd}/\text{A}$ ，和外部量子效率為 11.8%。發光元件 4 在電壓為 4.2V 時顯示 CIE 顏色座標的 x 和 y 分別為 0.65 和 0.35，電流效率為 $11.6\text{cd}/\text{A}$ ，和外部量子效率為 8.3%。

圖 24B 顯示發光元件 1-4 在 0.5mA 電流時的發射光譜。在圖 24B 中，橫軸表示波長（nm），而縱軸表示強度（任意單位）。如圖 24B 所示，從所製造的發光元件 1-4 各自觀測到源自於 $\text{Ir}(\text{tppr})_2\text{acac}$ 的紅光發射。

如上述結果所示，將本發明之具體例的具有雜芳環的咪唑衍生物作為主體材料，容許形成可以在低電壓操作且以高效率發深紅光的發光元件。

實施例 6

在本實施例中，將說明具有不同於實施例 5 所示之結

構的發光元件。

下面描述本實施例的發光元件的製造方法。

(發光元件 5)

首先，在玻璃基板 2100 上藉由濺射法沈積包含氧化矽的銦錫氧化物 (ITO) 以形成第一電極 2101。第一電極 2101 的厚度為 110nm，電極面積為 2mm×2mm。

接著，將配有第一電極 2101 的基板固定到設置在真空蒸鍍裝置中的基板支架上，致使所形成之第一電極 2101 的表面面朝下。在真空蒸鍍裝置減壓到 10^{-4} Pa 左右之後，將 4,4'-雙 [N- (1-萘基) N-苯胺] 聯苯 (縮寫：NPB) 和氧化鉬 (VI) 共蒸鍍得到作為電洞注入層之第一層 2111，其包含有機化合物和無機化合物所形成的複合材料。第一層 2111 的厚度為 40nm，且將 NPB 和氧化鉬 (VI) 的重量比調節為 4 : 1 (=NPB : 氧化鉬)。注意：共蒸鍍法是在一個處理室內從多個蒸發源同時進行蒸鍍的蒸鍍法。

接著，藉由利用電阻加熱的蒸鍍法，在包含複合材料的第一層 2111 上形成 20nm 厚度的 4- (9H-咔唑-9-基) 苯基-4'-苯基三苯胺 (縮寫：YGA1BP) 膜，藉此形成第二層 2112 作為電洞傳輸層。

然後，藉由以雙 (2-苯基吡啶-N, C^{2'}) 銱 (III) 乙醯丙酮 (縮寫：Ir (ppy)₂acac) 共蒸鍍結構式 (99) 所示的 9-苯基-9'-[4- (5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基) 苯基]-3,3'-聯 (9H-咔唑) (縮寫：PCCO11)，在第二層 2112

上形成第三層 2113 作為發光層。在此，將 PCCO11 和 Ir (ppy)₂acac 的重量比調節為 1 : 0.01 (=PCCO11 : Ir (ppy)₂acac)。第三層 2113 的厚度為 40nm。

然後，藉由在第三層 2113 上依次蒸鍍形成厚度為 10nm 的雙 (2-甲基-8-羥基喹啉) (4-苯基苯酚) 鋁 (縮寫 : BAlq) 層和厚度為 20nm 的二苯基二氮雜菲 (縮寫 : BPhen) 層，而形成第四層 2114 作為電子傳輸層。再者，在第四層 2114 上蒸鍍氟化鋰 (LiF)，而形成厚度為 1 nm 的第五層 2115 作為電子注入層。最後，蒸鍍鋁形成厚度為 200nm 的第二電極 2102，其係作為陰極，藉此完成本實施例的發光元件 5。

注意：在上述蒸鍍過程中，蒸鍍係藉由電阻加熱法予以進行。

在氮氛圍的手套箱內，密封藉此而得的發光元件 5，以使其不暴露於大氣。然後，對這些發光元件的操作特性進行測量。在室溫 (保持為 25°C 的氛圍) 下進行測量。

圖 25A 顯示發光元件 5 的電流密度-亮度特性。在圖 25A 中，橫軸表示電流密度 (mA/cm²)，而縱軸表示亮度 (cd/m²)。圖 25B 顯示電壓-亮度特性。在圖 25B 中，橫軸表示施加到發光元件的電壓 (V)，而縱軸表示亮度 (cd/m²)。圖 26A 顯示亮度-電流效率特性。在圖 26A 中，橫軸表示亮度 (cd/m²)，而縱軸表示電流效率 (cd/A)。

發光元件 5 在電壓為 4.2V 時顯示 CIE 顏色座標的 x

和 y 分別為 0.35 和 0.62，電流效率為 62.9 cd/A，和外部量子效率為 17.6%。

圖 26B 顯示發光元件 5 在 0.1mA 電流時的發射光譜。在圖 26B 中，橫軸表示波長 (nm)，而縱軸表示強度 (任意單位)。如圖 26B 所示，從所製造的發光元件 5 觀測到源自於 Ir(ppy)₂acac 的綠光發射。

如上述結果所示，將本發明之具體例的具有雜芳環的吡啶衍生物作為主體材料，容許形成可以在低電壓操作且以高效率發綠光的發光元件。

本申請案係以 2009 年 3 月 30 日在日本專利局申請的日本專利申請案 2009-069177 為基礎，其整體內容併入文中作為參考。

【圖式簡單說明】

於附圖中：

圖 1A 至 1C 各自說明根據本發明的具體例的發光元件；

圖 2A 和 2B 各自說明根據本發明的具體例的發光元件；

圖 3 說明根據本發明的具體例的發光元件；

圖 4A 和 4B 各自說明根據本發明的具體例的發光裝置；

圖 5A 和 5B 各自說明根據本發明的具體例的發光裝置；

圖 6A 至 6D 各自說明根據本發明的具體例的電子裝置；

圖 7 說明根據本發明的具體例的電子裝置；

圖 8 說明根據本發明的具體例的照明裝置；

圖 9 說明根據本發明的具體例的照明裝置；

圖 10A 和 10B 各自為 PCBA1PQ 的 ^1H NMR 圖；

圖 11A 和 11B 各自分別說明 PCBA1PQ 的甲苯溶液及薄膜的紫外光-可見光吸收光譜及發射光譜；

圖 12A 和 12B 各自說明 PCBA1PQ 的 CV 測量結果；

圖 13A 和 13B 各自為 PCBAO11 的 ^1H NMR 圖；

圖 14A 和 14B 各自分別說明 PCBAO11 的甲苯溶液及薄膜的紫外光-可見光吸收光譜及發射光譜；

圖 15A 和 15B 各自說明 PCBAO11 的 CV 測量結果；

圖 16A 和 16B 自為 PCC1PQ 的 ^1H NMR 圖；

圖 17A 和 17B 各自分別說明 PCC1PQ 的甲苯溶液及薄膜的紫外光-可見光吸收光譜及發射光譜；

圖 18A 和 18B 各自說明 PCC1PQ 的 CV 測量結果；

圖 19A 和 19B 各自為 PCCO11 的 ^1H NMR 圖；

圖 20A 和 20B 各自分別說明 PCCO11 的甲苯溶液及薄膜的紫外光-可見光吸收光譜及發射光譜；

圖 21A 和 21B 各自說明 PCCO11 的 CV 測量結果；

圖 22 說明在具體例中製造的發光元件；

圖 23A 和 23B 分別顯示在具體例 5 中製造的發光元件的電流密度-亮度特性及電壓-亮度特性；

圖 24A 和 24B 分別顯示在具體例 5 中製造的發光元件的亮度-電流效率特性及發射光譜；

圖 25A 和 25B 分別顯示在具體例 6 中製造的發光元件的電流密度-亮度特性及電壓-亮度特性；

圖 26A 和 26B 分別顯示在具體例 6 中製造的發光元件的亮度-電流效率特性及發射光譜；

圖 27A 和 27B 分別說明 PCBA1PQ 的理想分子結構的最高被佔據之分子軌域 (HOMO) 和最低未被佔據之分子軌域 (LUMO)；

圖 28A 和 28B 分別說明 PCCO11 的理想分子結構的最高被佔據之分子軌域 (HOMO) 和最低未被佔據之分子軌域 (LUMO)。

【主要元件符號說明】

100：基板

101：第一電極

102：第二電極

111：電洞注入層

112：電洞傳輸層

113：發光層

113a：第一發光層

113b：第二發光層

114：電子傳輸層

114a：控制電子載子傳輸的層

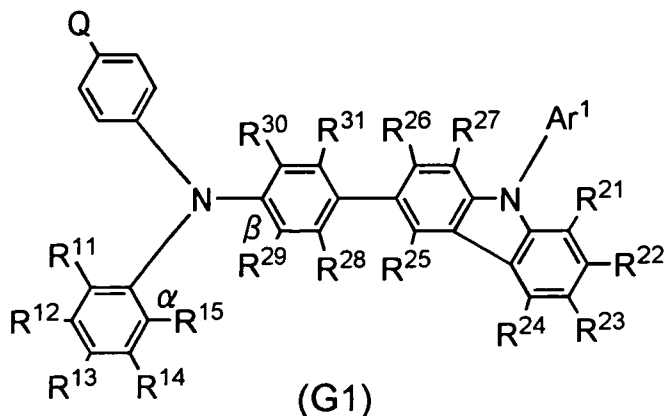
- 114b : 電子傳輸層
- 115 : 電子注入層
- 301 : 第一電極
- 302 : 第二電極
- 311 : 電洞注入層
- 312 : 電洞傳輸層
- 313 : 第一發光層
- 314 : 電子傳輸層
- 315 : 電洞傳輸層
- 316 : 第二發光層
- 317 : 電子傳輸層
- 318 : 電子注入層
- 321 : N 層
- 322 : P 層
- 401 : 驅動電路部分 (源極側驅動電路)
- 402 : 像素部分
- 403 : 驅動電路部分 (匣極側驅動電路)
- 404 : 密封基板
- 405 : 密封劑
- 407 : 空間
- 408 : 引導佈線
- 409 : 撓性印刷電路 (FPC)
- 410 : 基板
- 411 : 開關 TFT

- 412 : 電流控制 TFT
- 413 : 第一電極
- 414 : 絕緣體
- 416 : 層
- 417 : 第二電極
- 418 : 發光元件
- 423 : n-通道 TFT
- 424 : p-通道 TFT
- 951 : 基板
- 952 : 電極
- 953 : 絕緣層
- 954 : 隔斷層
- 955 : 層
- 956 : 電極
- 9101 : 框體
- 9102 : 支撐體
- 9103 : 顯示器部分
- 9104 : 揚聲器部分
- 9105 : 視訊輸入端子
- 9201 : 主體
- 9202 : 框體
- 9203 : 顯示器部分
- 9204 : 鍵盤
- 9205 : 外部連接埠

- 9206 : 定位裝置
- 9501 : 主體
- 9502 : 顯示器部分
- 9503 : 框體
- 9504 : 外部連接埠
- 9505 : 遙控接收部分
- 9506 : 圖像接受部分
- 9507 : 電池
- 9508 : 音頻輸入部分
- 9509 : 操作鍵
- 9510 : 目鏡部分
- 9601 : 框體
- 9602 : 液晶層
- 9603 : 背光燈
- 9604 : 框體
- 9605 : 驅動器 IC
- 9606 : 端子
- 2001 : 框體
- 2002 : 光源
- 3001 : 室內照明裝置
- 3002 : 電視裝置
- 2101 : 玻璃基質
- 2102 : 第一電極

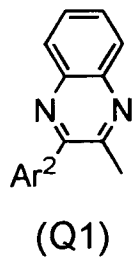
七、申請專利範圍

1. 一種由通式 (G1) 表示的咪唑衍生物，



其中：

Q 是由通式 (Q1) 表示的取代基



Ar¹ 和 Ar² 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基；

R¹¹ 至 R¹⁵ 以及 R²¹ 至 R²⁷ 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基；

並且，R²⁸ 至 R³¹ 各自是氫原子或碳數為 1 至 4 的烷基。

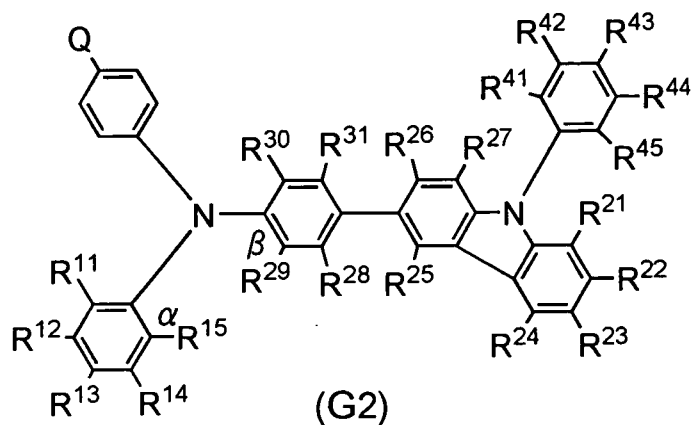
2. 如申請專利範圍第 1 項的咪唑衍生物，

其中 α 位置的碳和 β 位置的碳彼此鍵結以形成咪唑環。

3. 如申請專利範圍第 1 項的咪唑衍生物，

其中：

該咪唑衍生物係由通式 (G2) 表示



並且， R^{41} 至 R^{45} 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基。

4. 如申請專利範圍第 3 項的咪唑衍生物，

其中 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{15} 、以及 R^{28} 至 R^{31} 各自是氫原子。

5. 如申請專利範圍第 3 項的咪唑衍生物，

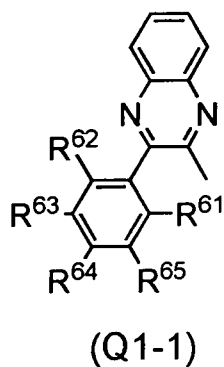
其中 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{21} 至 R^{31} 、以及 R^{41} 至 R^{45} 各自是氫原子。

6. 如申請專利範圍第 3 項的咪唑衍生物，

其中：

R^{11} 、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{21} 至 R^{31} 、以及 R^{41} 至 R^{45} 各自是氫原子；

Q 是由通式 (Q1-1) 表示的取代基



並且， R^{61} 至 R^{65} 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基。

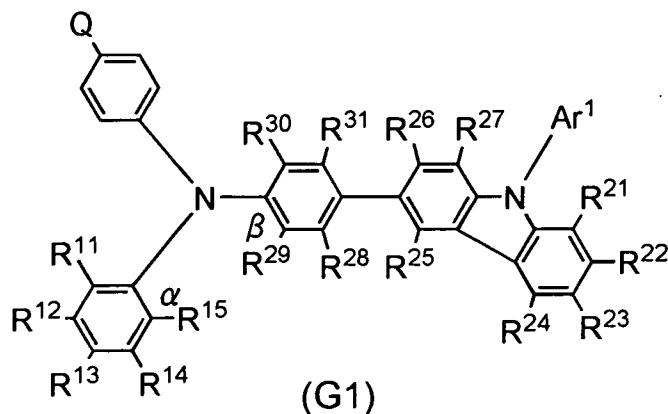
7. 如申請專利範圍第 6 項的咪唑衍生物，

其中 R^{61} 至 R^{65} 各自是氫原子。

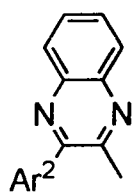
8. 一種具有發光元件的發光裝置，該發光元件在一對電極之間包括咪唑衍生物，

其中：

該咪唑衍生物係由通式 (G1) 表示



Q 是由通式 (Q1) 表示的取代基



(Q1)

Ar^1 和 Ar^2 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基；

R^{11} 至 R^{15} 以及 R^{21} 至 R^{27} 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基；

並且， R^{28} 至 R^{31} 各自是氫原子或碳數為 1 至 4 的烷基。

9. 如申請專利範圍第 8 項的發光裝置，

其中：

該發光元件在該一對電極之間包括發光層；

並且，該咪唑衍生物被包括在該發光層中。

10.如申請專利範圍第 8 項的發光裝置，

其中：

該發光元件在該一對電極之間包括發光層；

並且，發光物質和該咪唑衍生物被包括在該發光層中。

11.如申請專利範圍第 8 項的發光裝置，

其中：

該發光元件在該一對電極之間包括發光層；

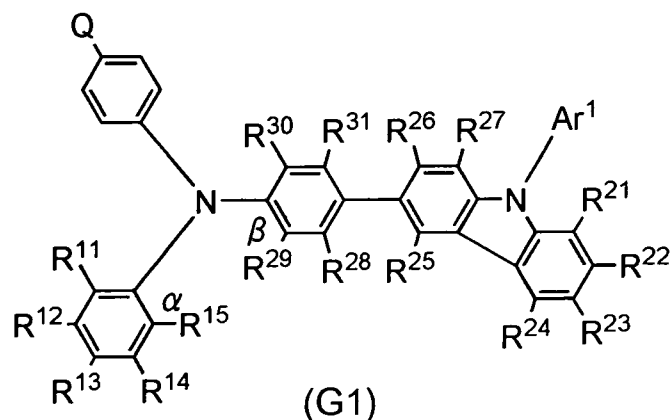
並且，磷光物質和該咪唑衍生物被包括在該發光層中。

12.一種具有像素部分的電子裝置，該像素部分包括發光元件，

其中：

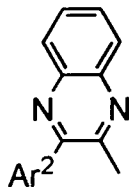
該發光元件在一對電極之間包括咪唑衍生物；

該咪唑衍生物係由通式 (G1) 表示



;

Q 是由通式 (Q1) 表示的取代基



(Q1) ;

Ar¹ 和 Ar² 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基；

R¹¹ 至 R¹⁵ 以及 R²¹ 至 R²⁷ 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基；

並且，R²⁸ 至 R³¹ 各自是氫原子或碳數為 1 至 4 的烷基。

13. 如申請專利範圍第 12 項的電子裝置，

其中：

該發光元件在該一對電極之間包括發光層；

並且，該咪唑衍生物被包括在該發光層中。

14. 如申請專利範圍第 12 項的電子裝置，

其中：

該發光元件在該一對電極之間包括發光層；

並且，發光物質和該咪唑衍生物被包括在該發光層中。

15. 如申請專利範圍第 12 項的電子裝置，

其中：

該發光元件在該一對電極之間包括發光層；

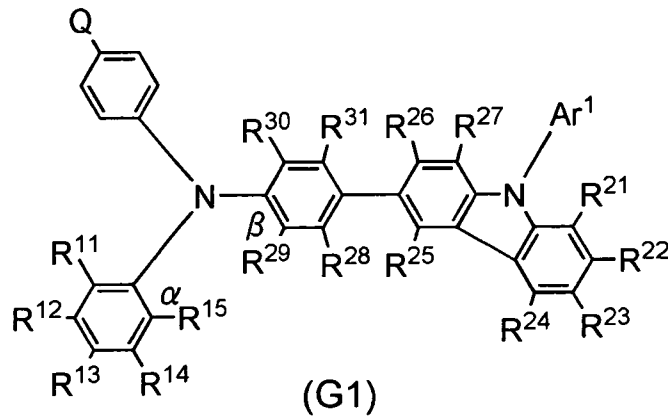
並且，磷光物質和該咪唑衍生物被包括在該發光層中。

16. 一種包括發光元件的照明裝置，

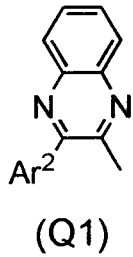
其中：

該發光元件在一對電極之間包括咪唑衍生物；

該咪唑衍生物係由通式 (G1) 表示



Q 是由通式 (Q1) 表示的取代基



Ar¹ 和 Ar² 各自是環碳數為 6 至 10 的芳基；

R¹¹ 至 R¹⁵ 以及 R²¹ 至 R²⁷ 各自是氫原子、碳數為 1 至 4 的烷基、或環碳數為 6 至 10 的芳基；

並且，R²⁸ 至 R³¹ 各自是氫原子或碳數為 1 至 4 的烷基。

17. 如申請專利範圍第 16 項的照明裝置，

其中：

該發光元件在該一對電極之間包括發光層；

並且，該咪唑衍生物被包括在該發光層中。

18. 如申請專利範圍第 16 項的照明裝置，

其中：

該發光元件在該一對電極之間包括發光層；

並且，發光物質和該呋啞衍生物被包括在該發光層中。

19.如申請專利範圍第 16 項的照明裝置，

其中：

該發光元件在該一對電極之間包括發光層；

並且，磷光物質和該呋啞衍生物被包括在該發光層中。

圖 1A

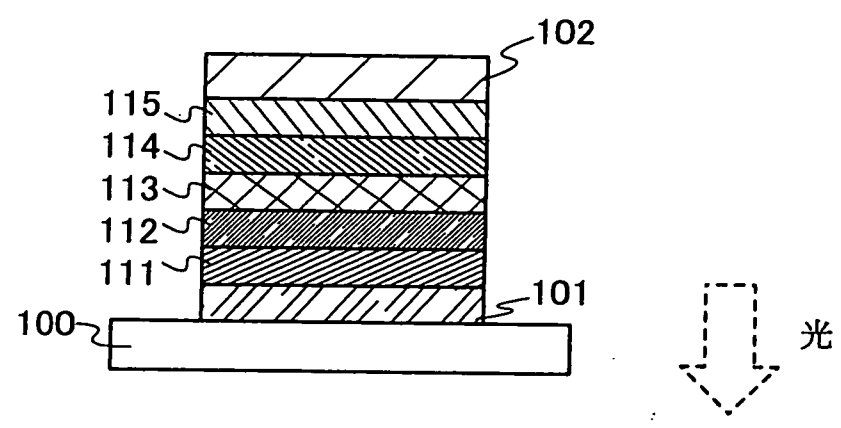


圖 1B

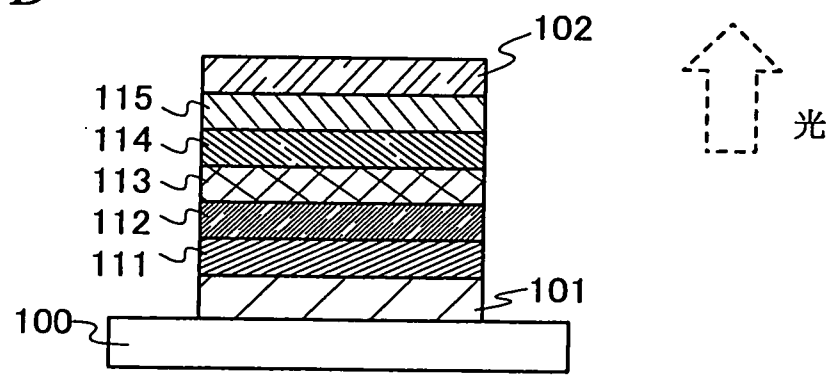


圖 1C

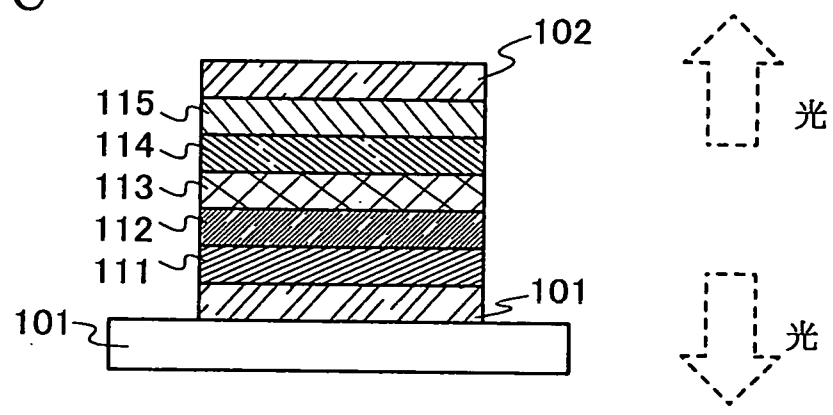


圖 2A

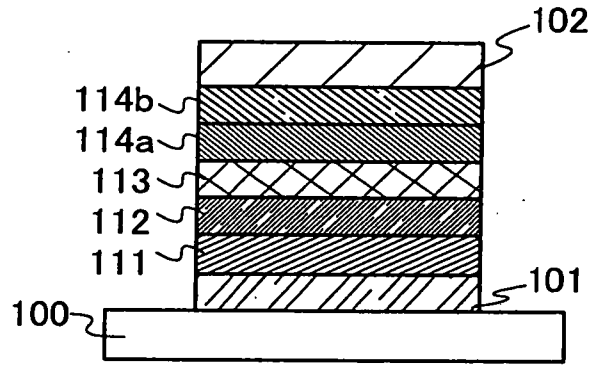


圖 2B

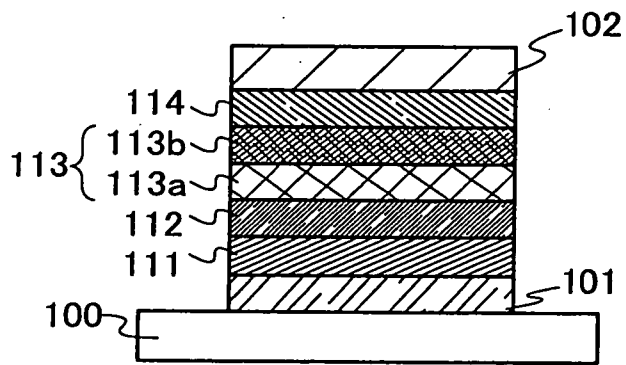


圖 3

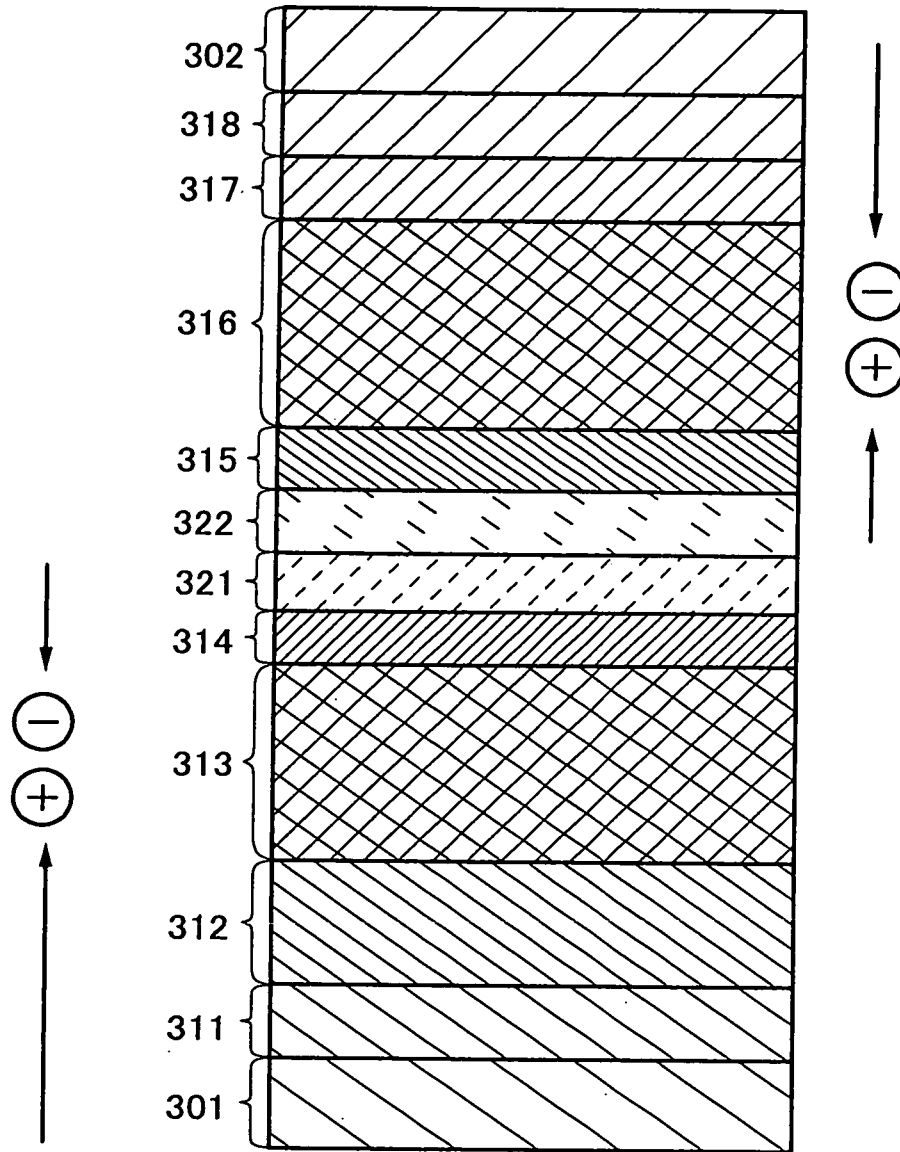


圖 4A

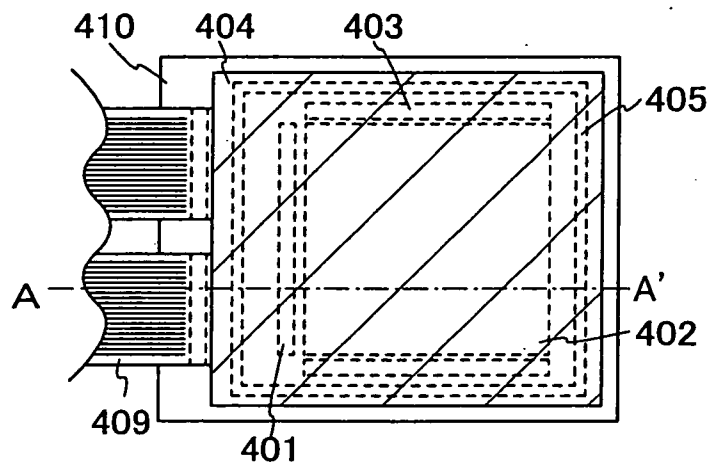


圖 4B

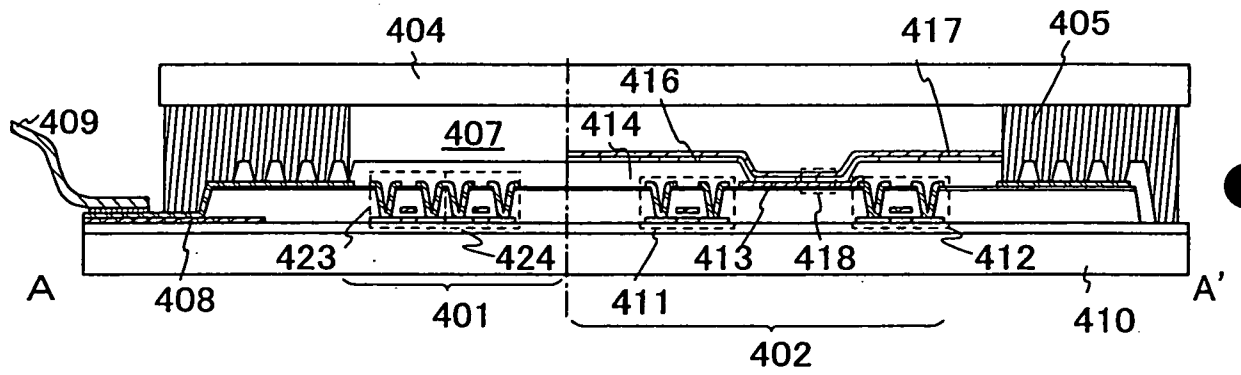


圖 5A

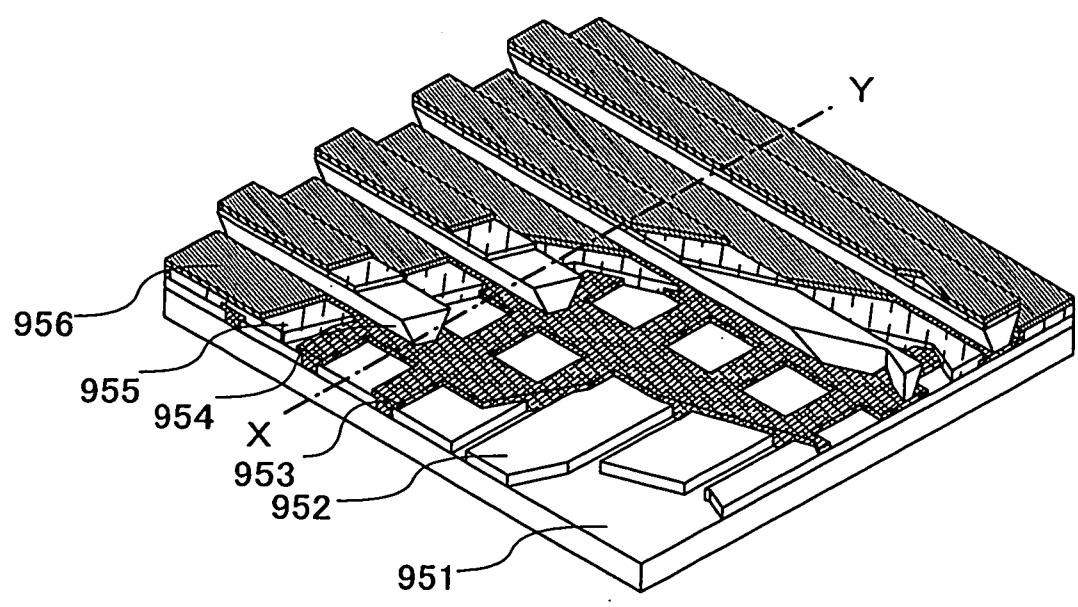


圖 5B

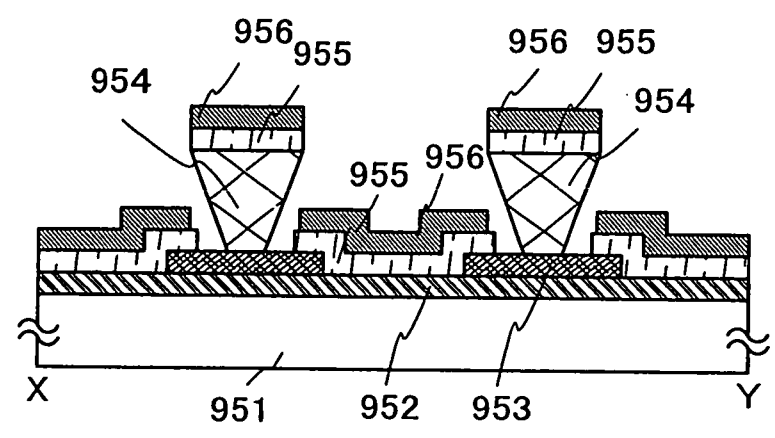


圖 6A

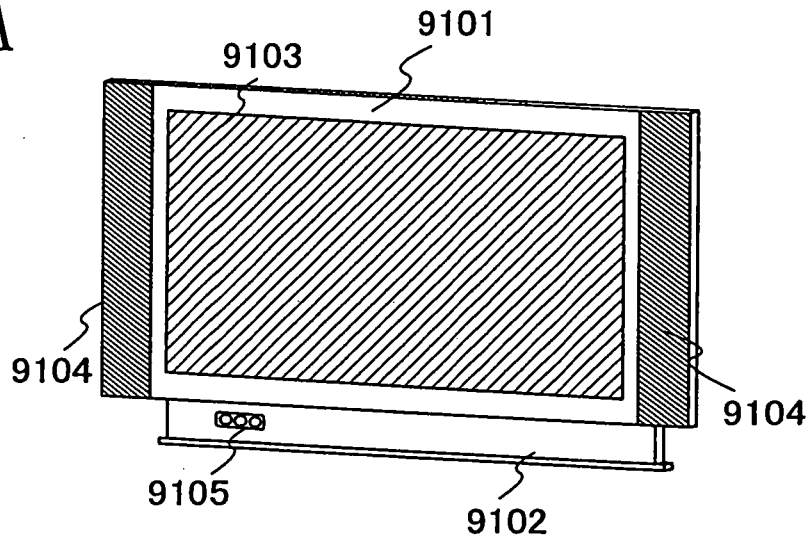


圖 6B

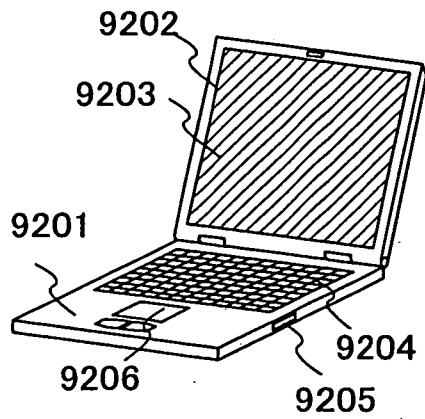


圖 6C

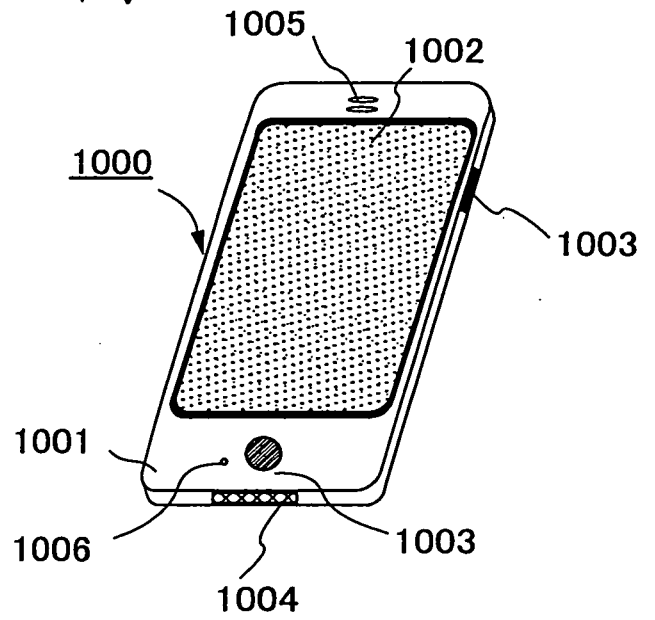


圖 6D

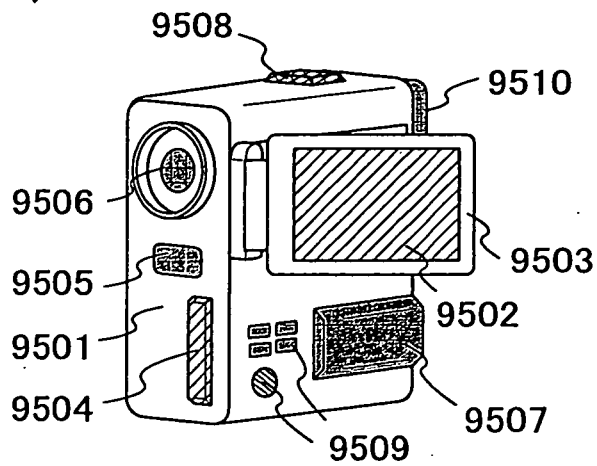


圖7

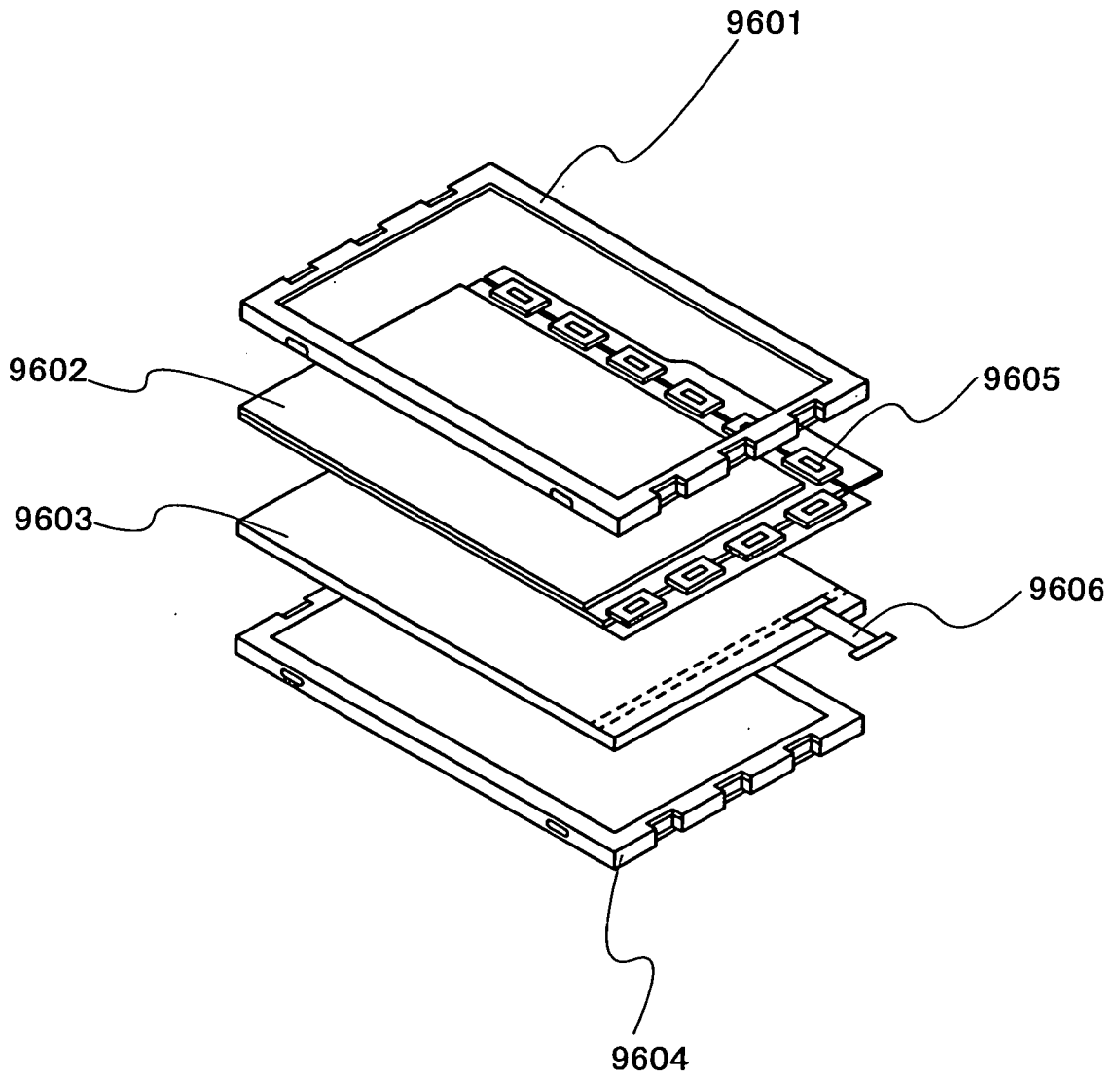


圖8

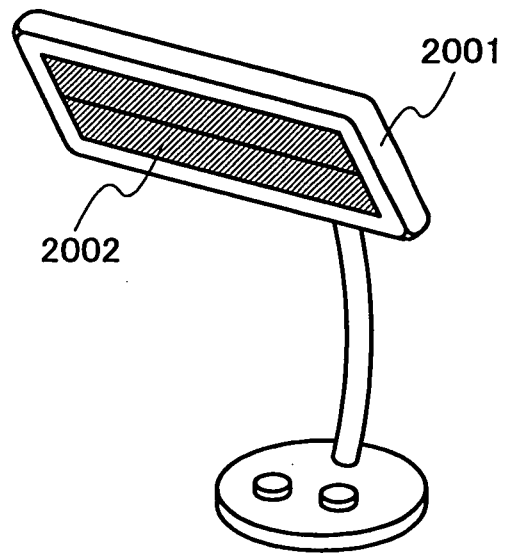


圖 9

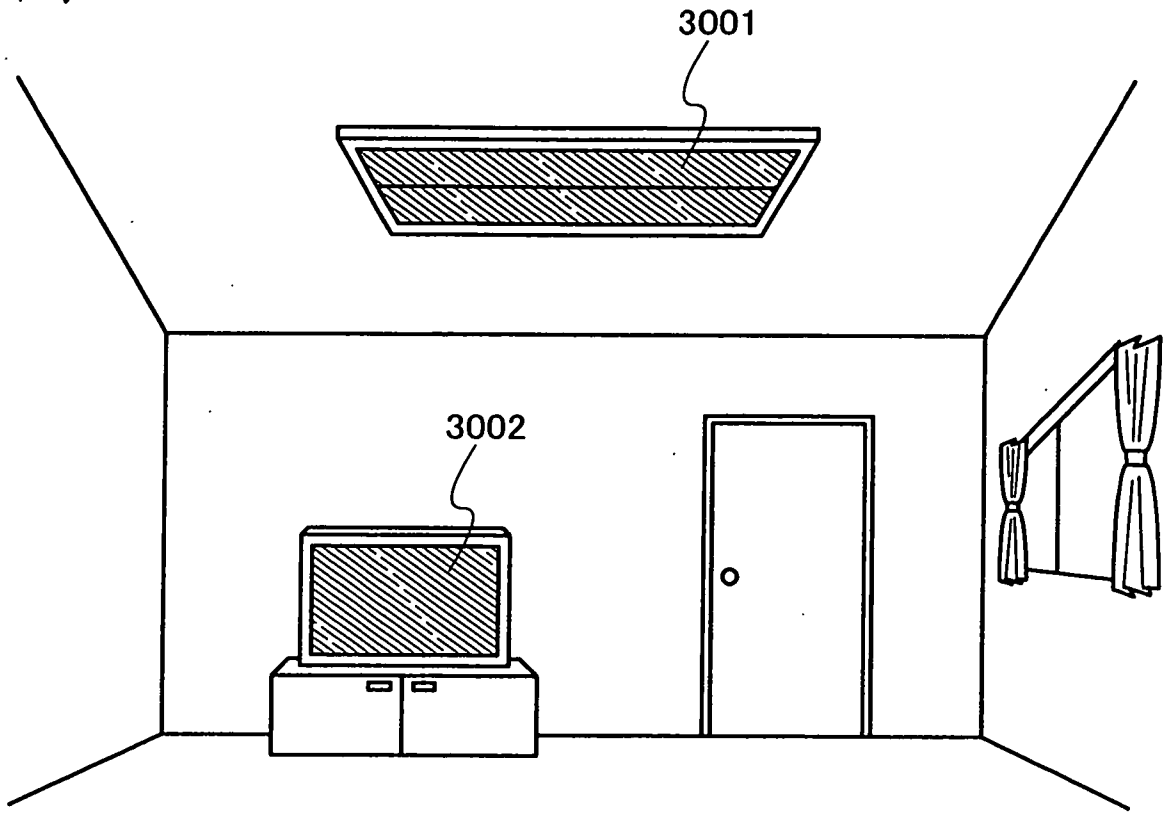


圖 10A

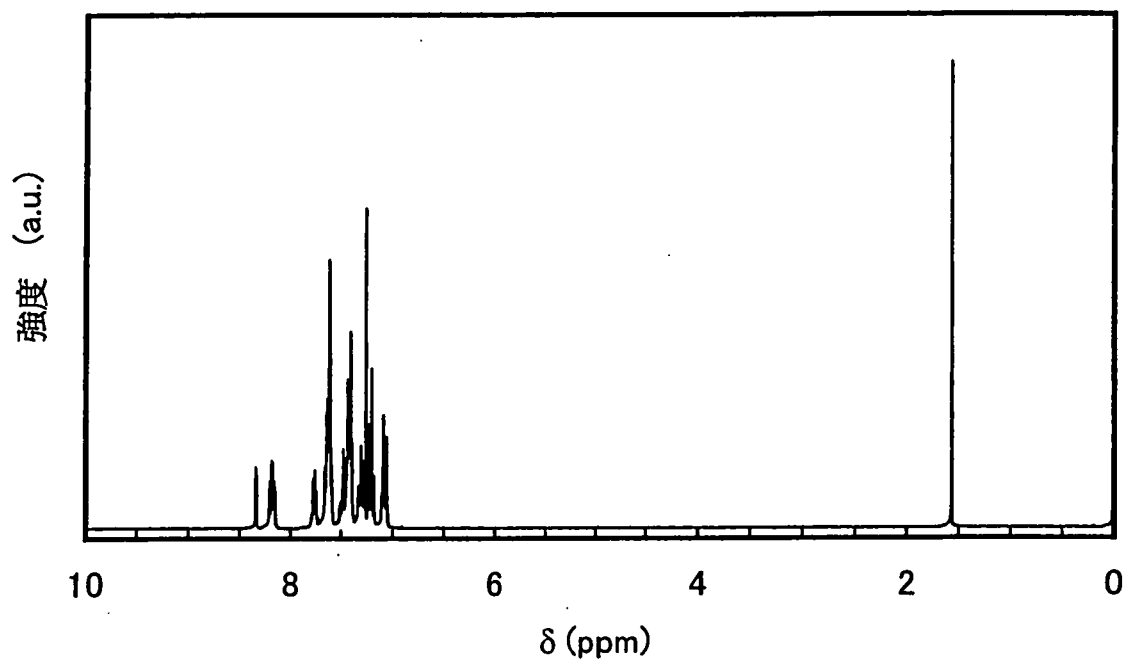


圖 10B

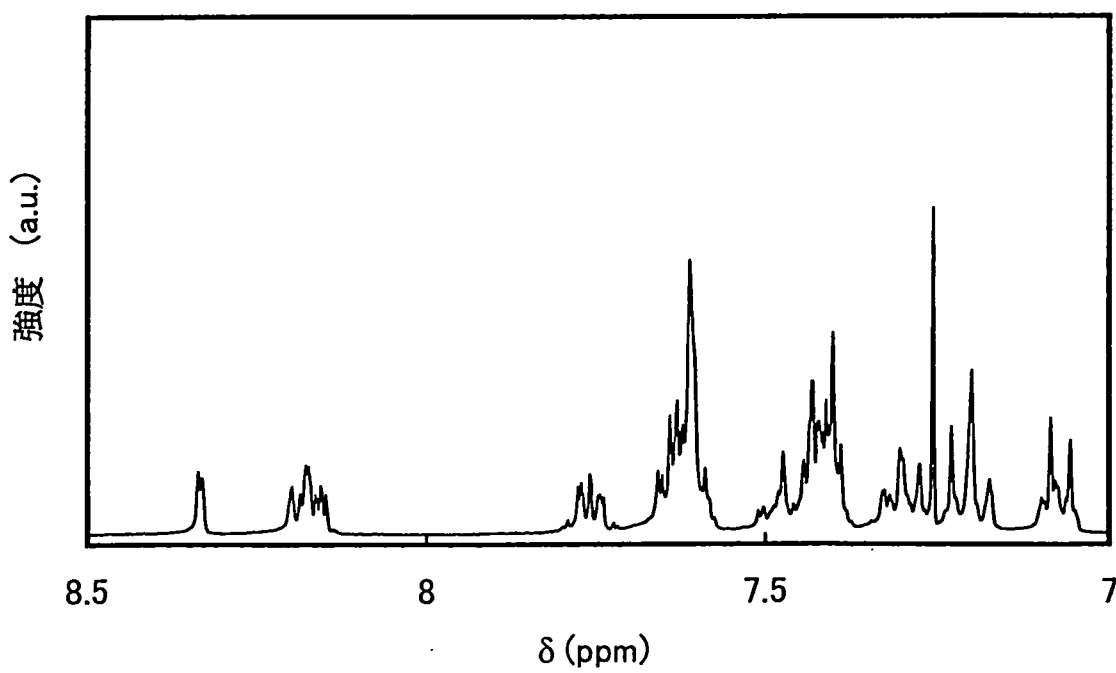


圖 11A

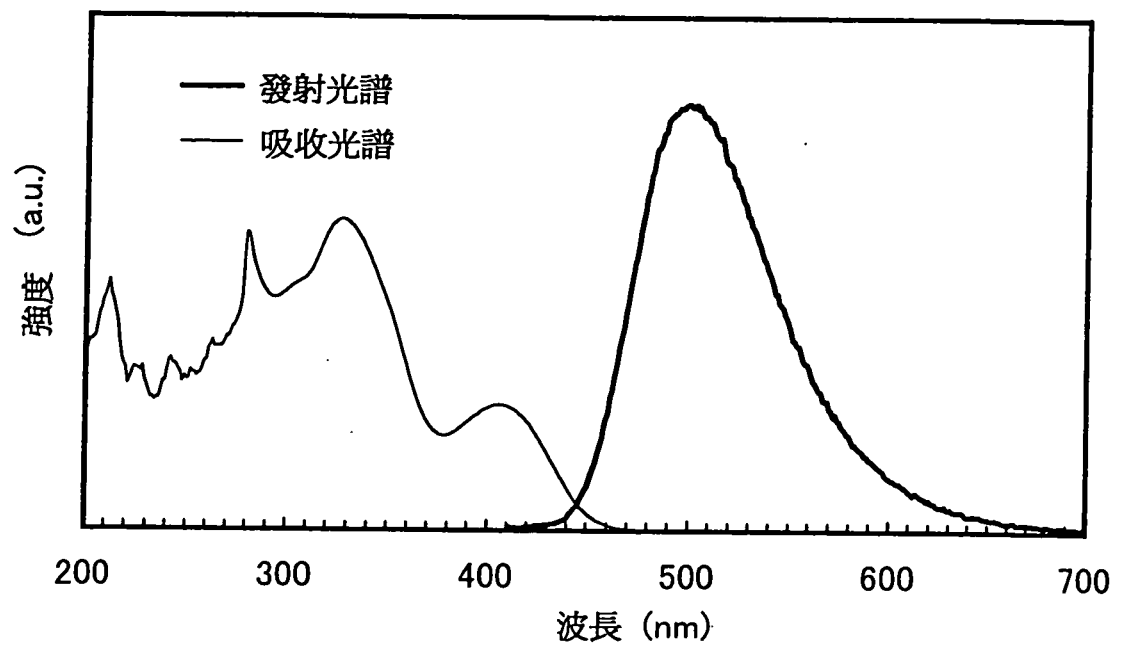


圖 11B

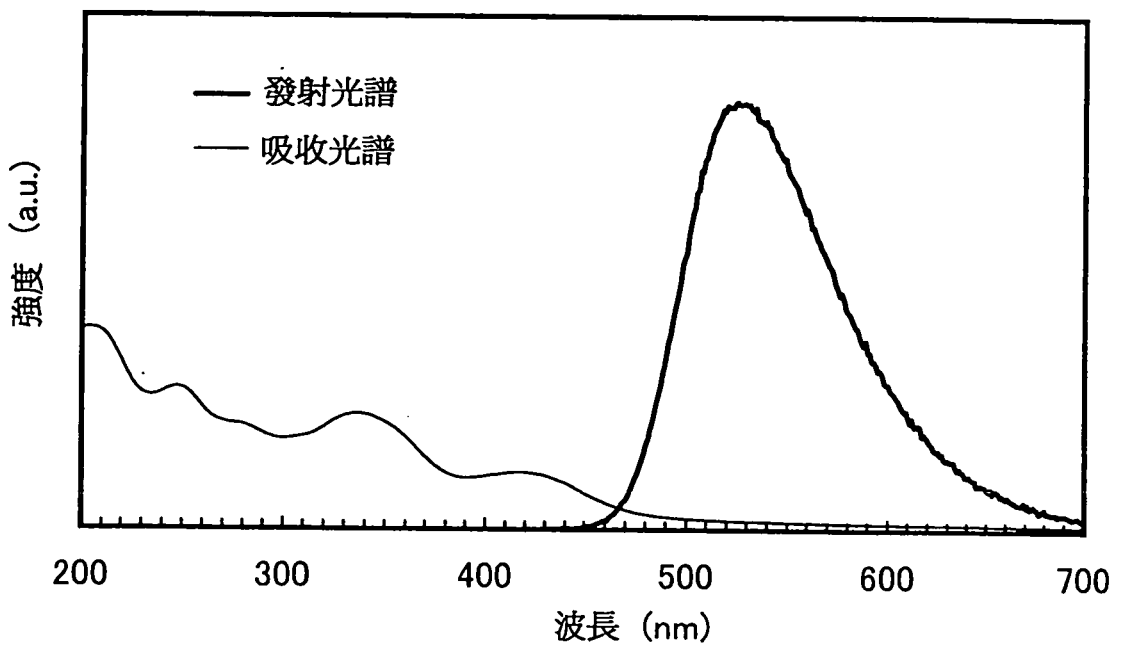


圖 12A

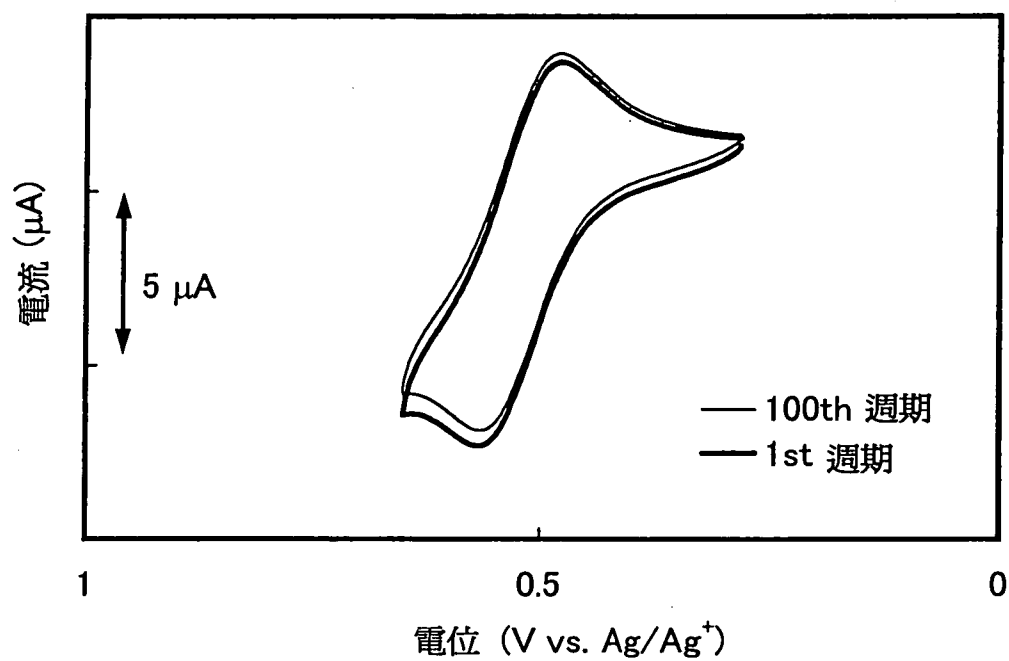


圖 12B

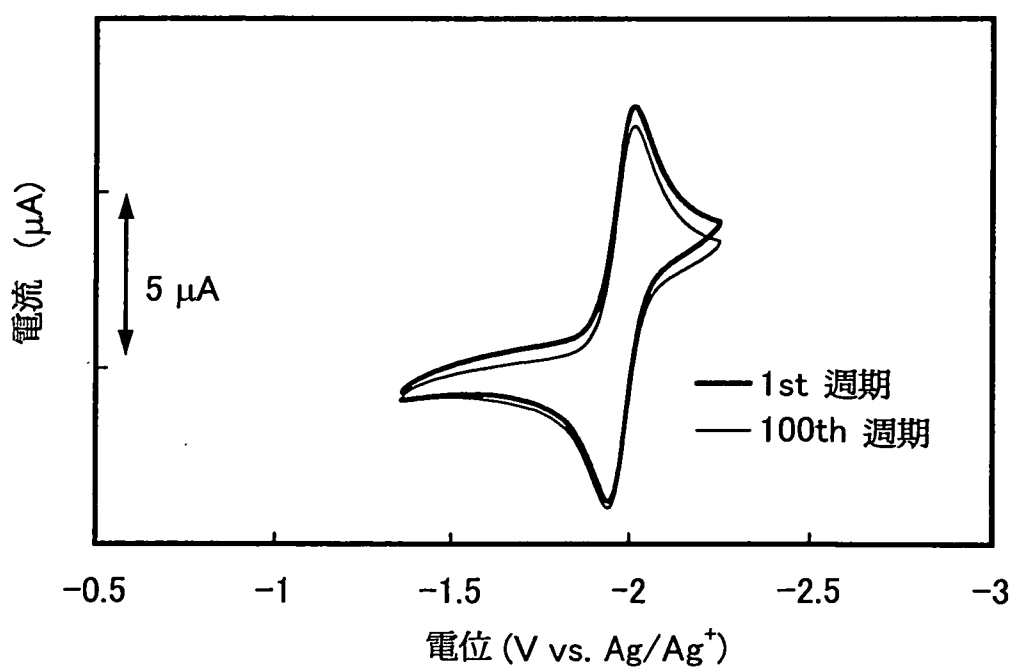


圖 13A

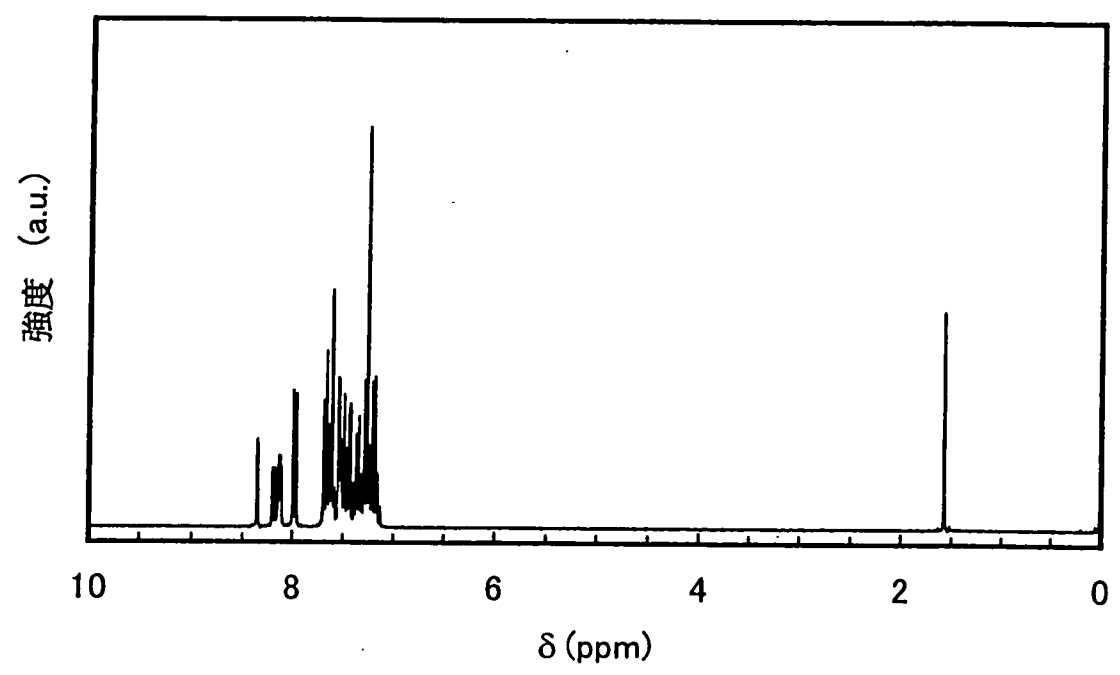


圖 13B

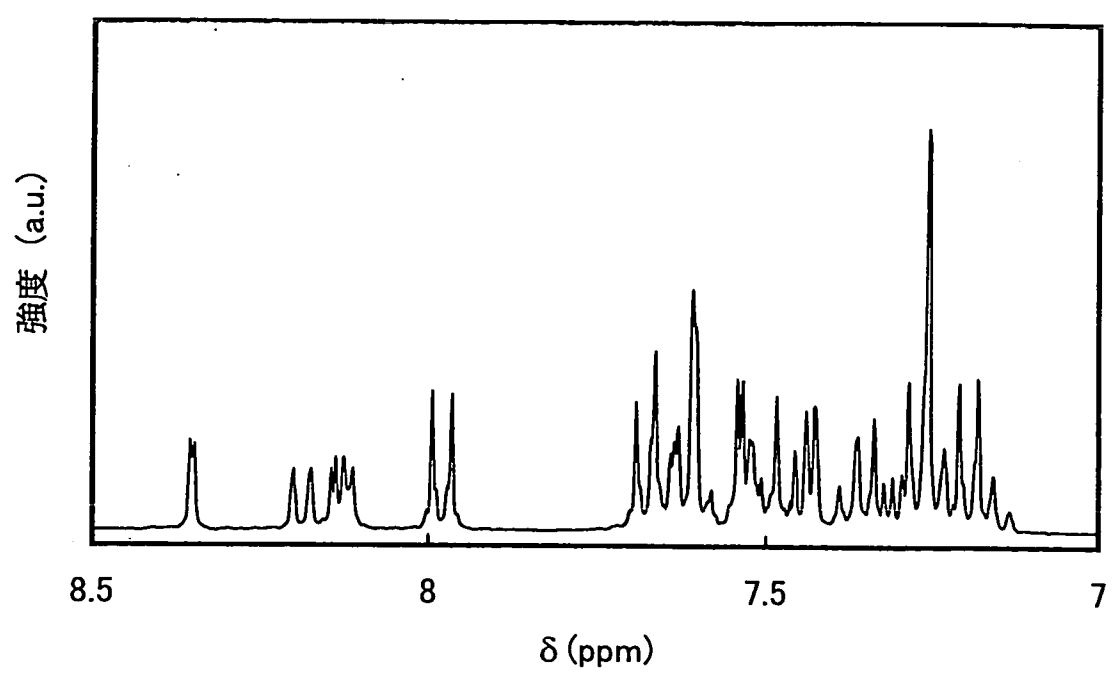


圖 14A

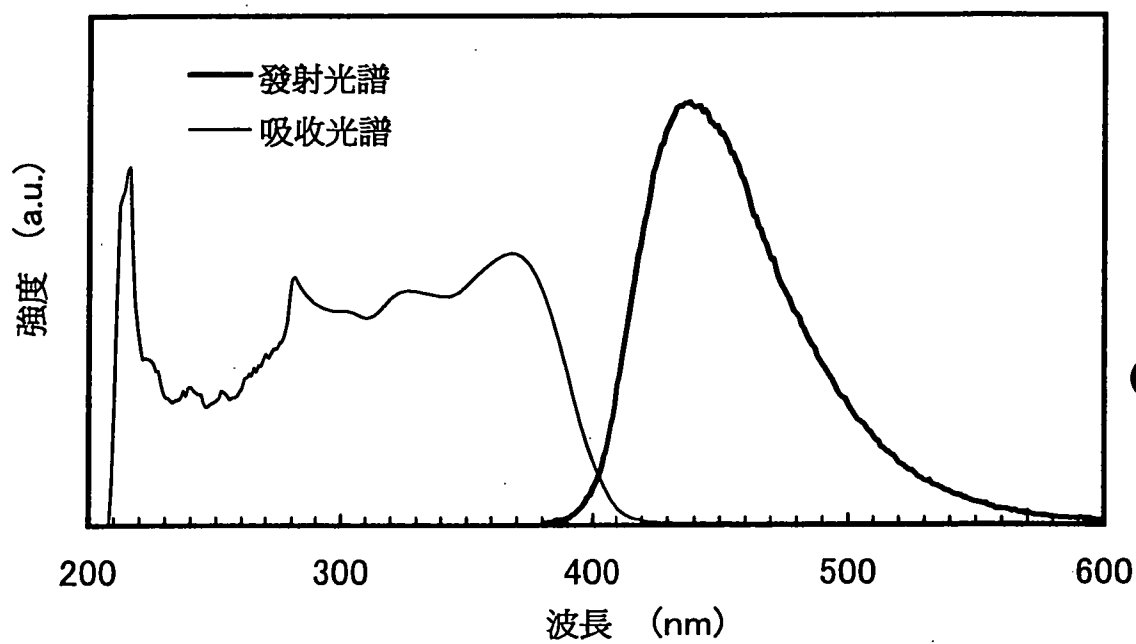


圖 14B

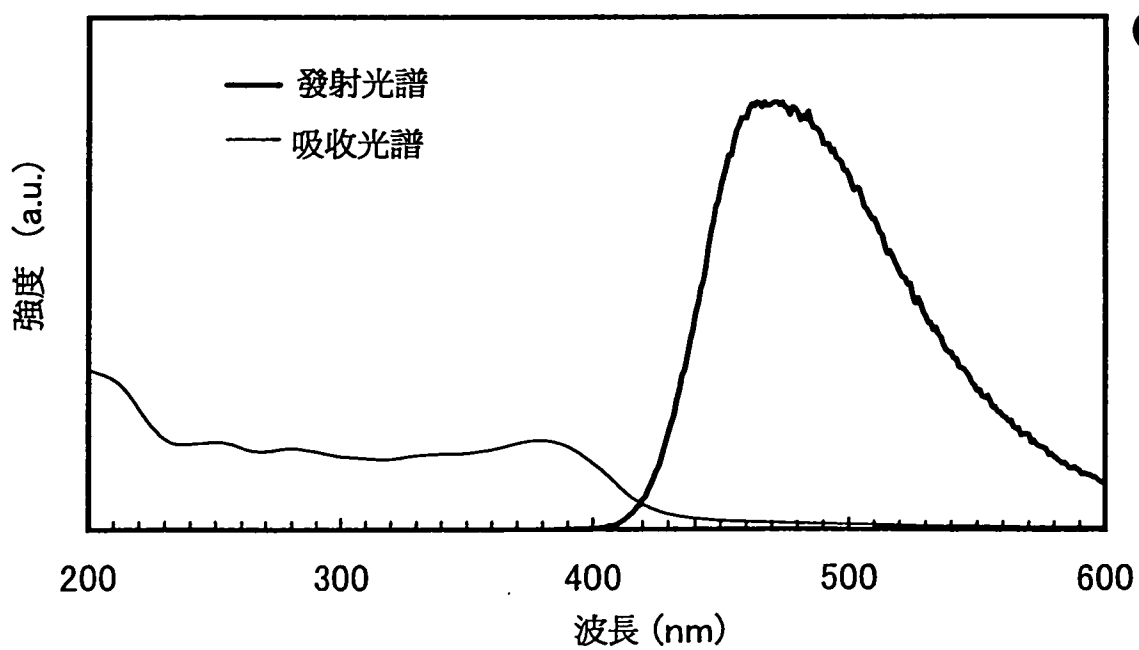


圖 15A

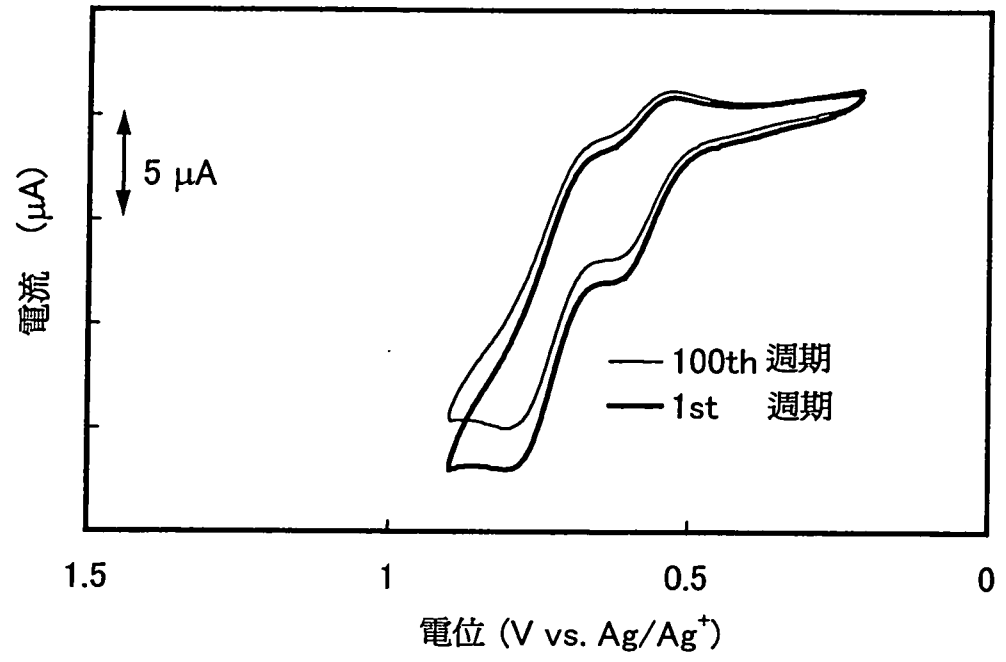


圖 15B

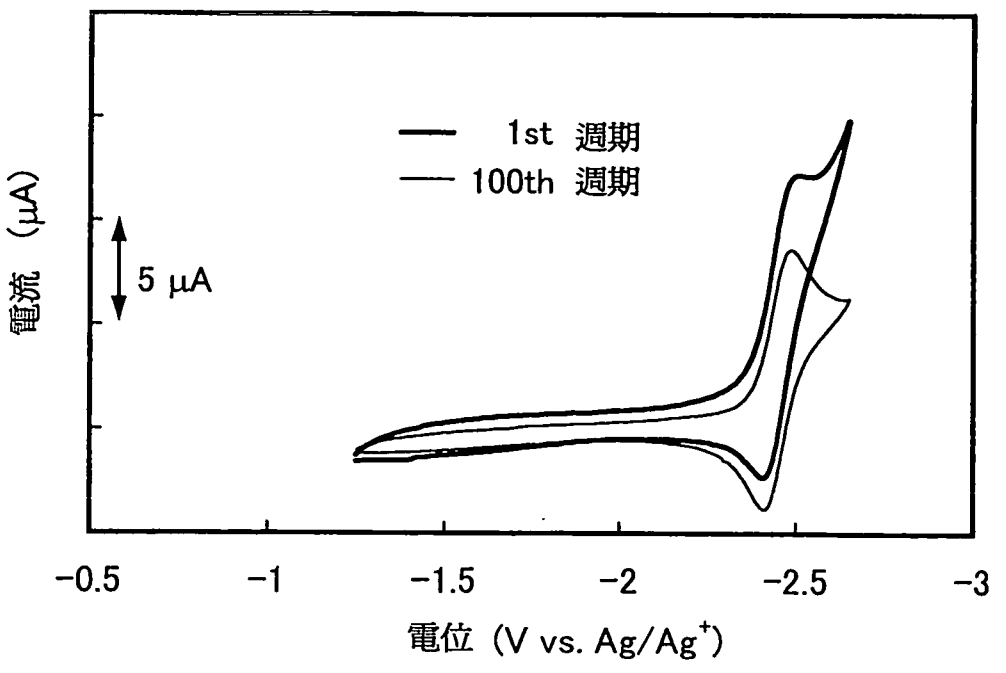


圖 16A

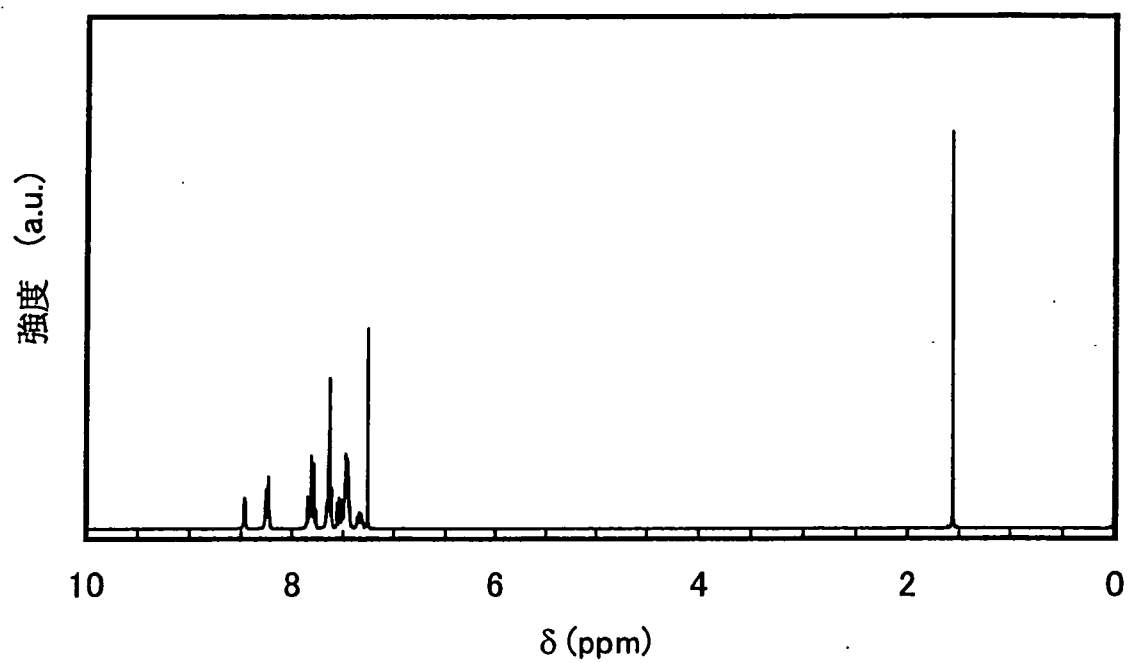


圖 16B

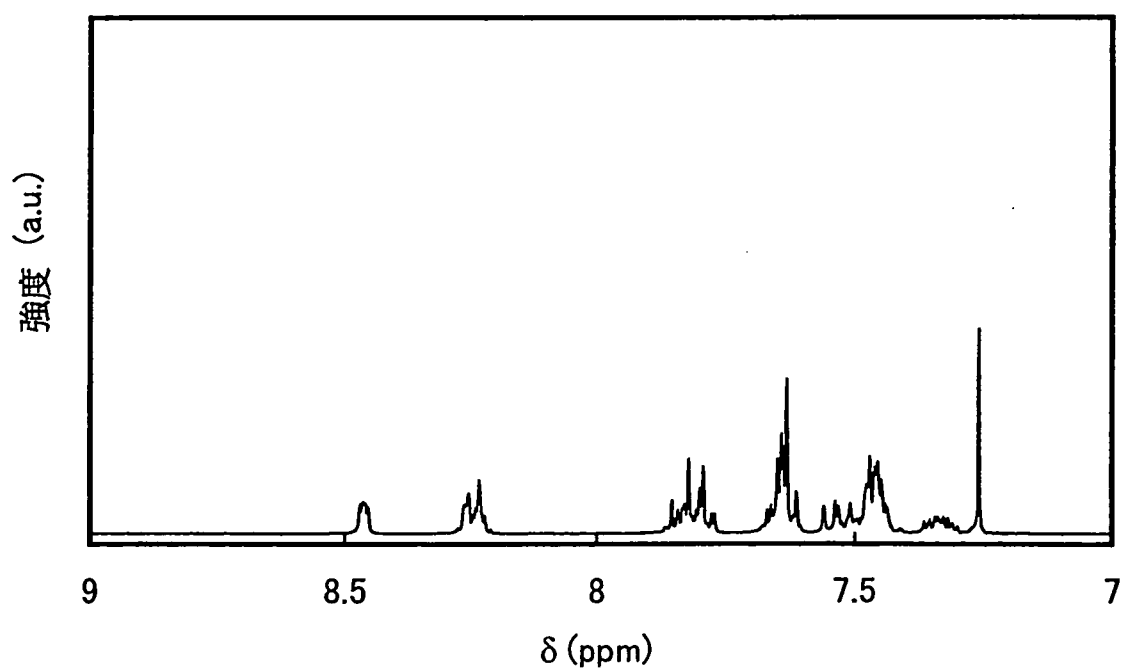


圖 17A

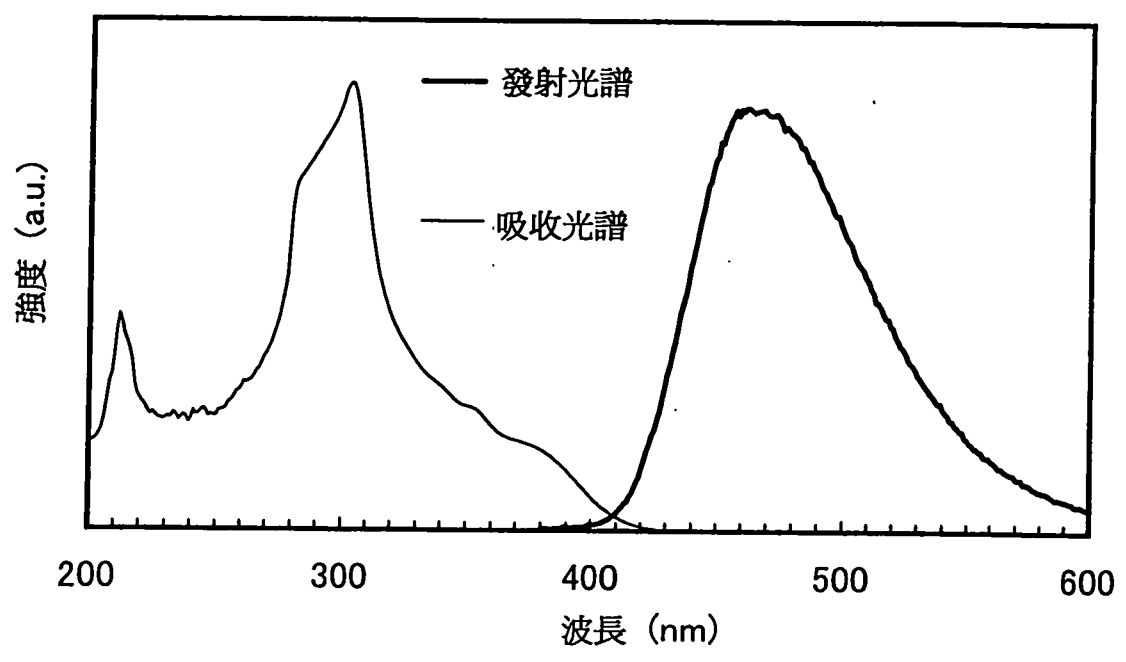


圖 17B

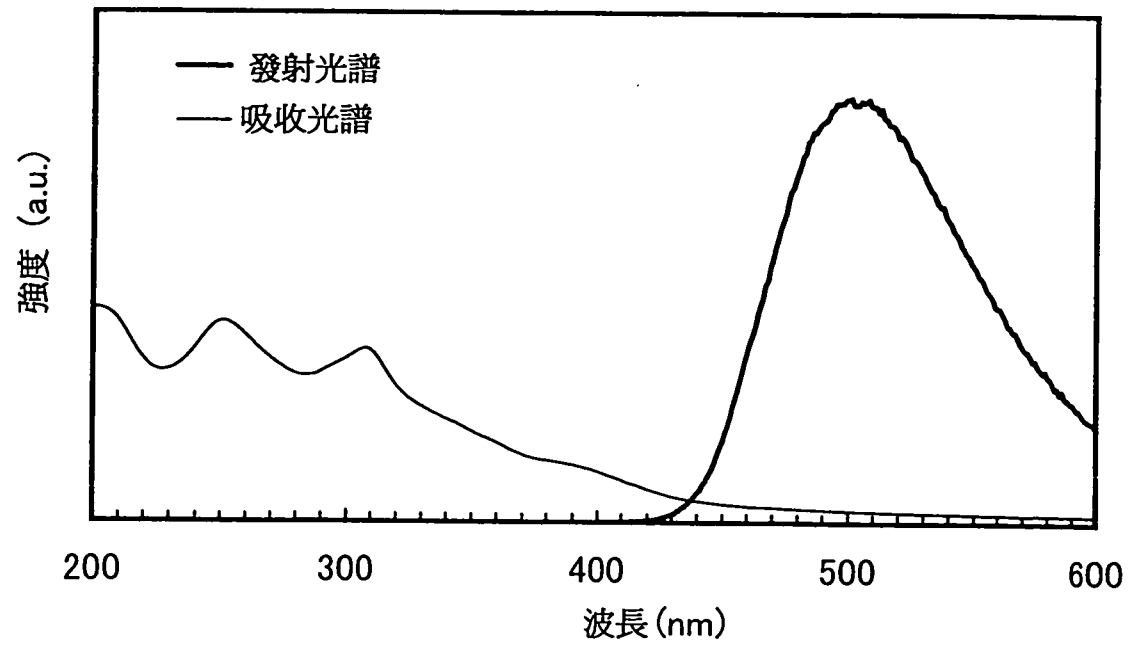


圖 18A

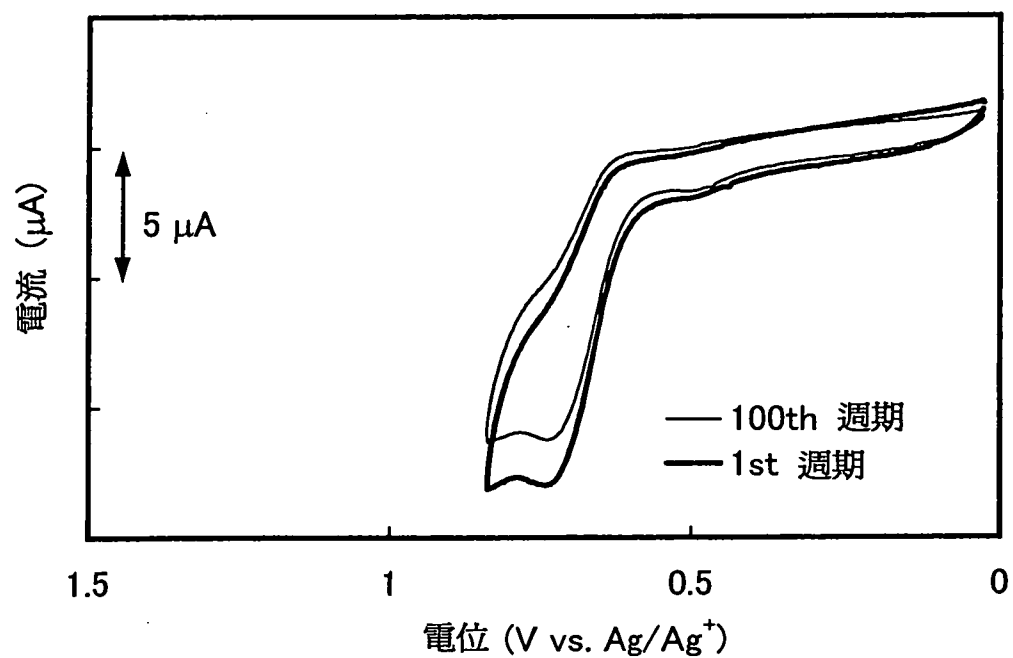


圖 18B

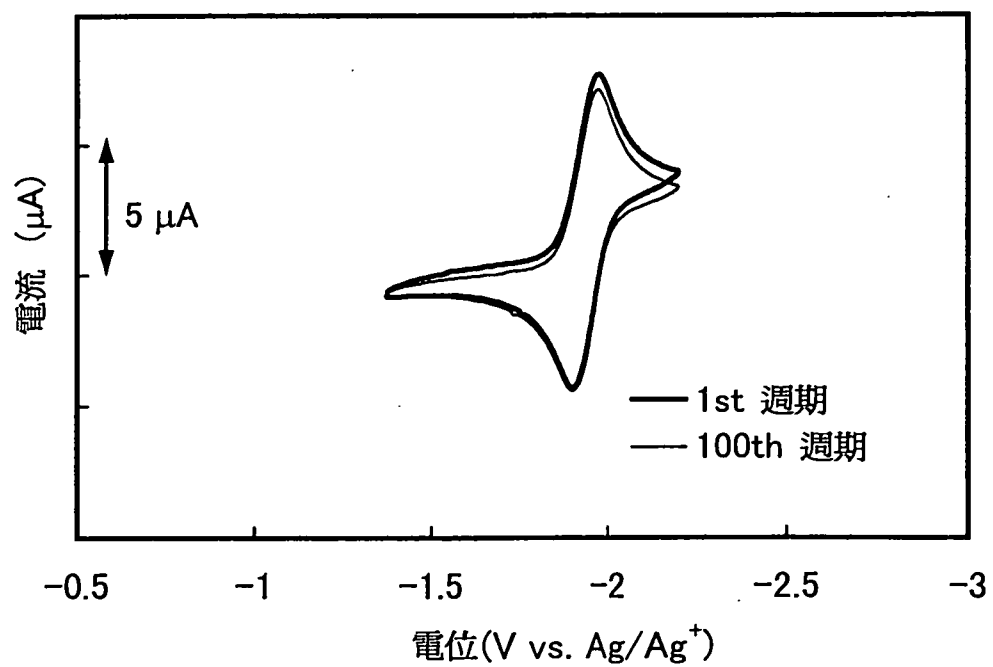


圖 19A

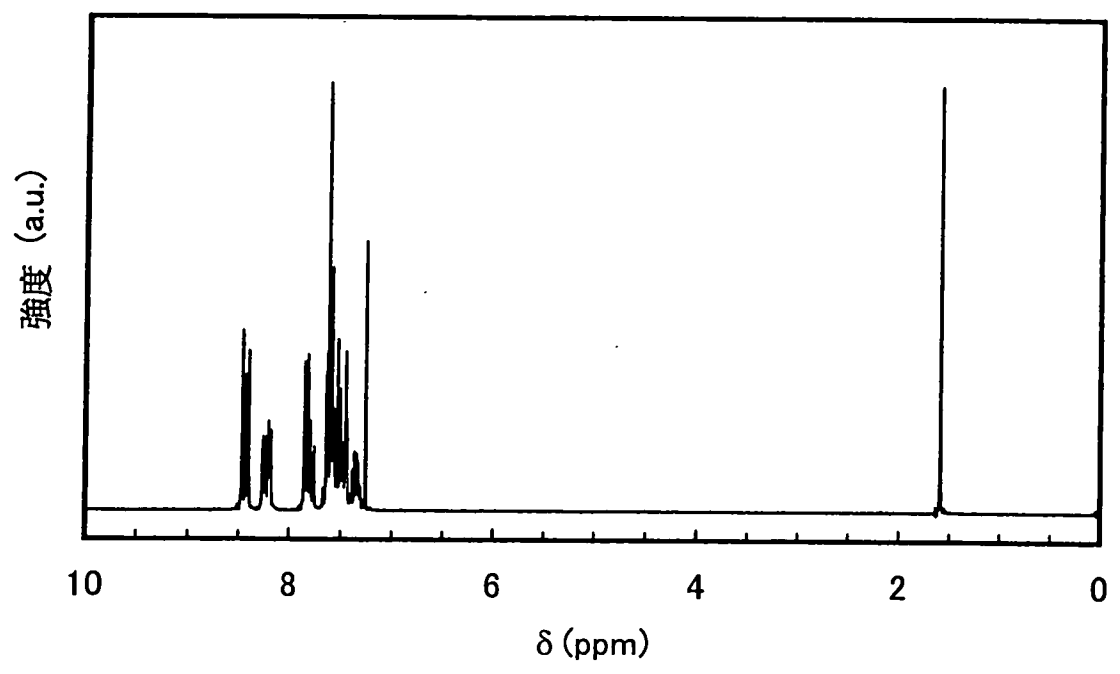


圖 19B

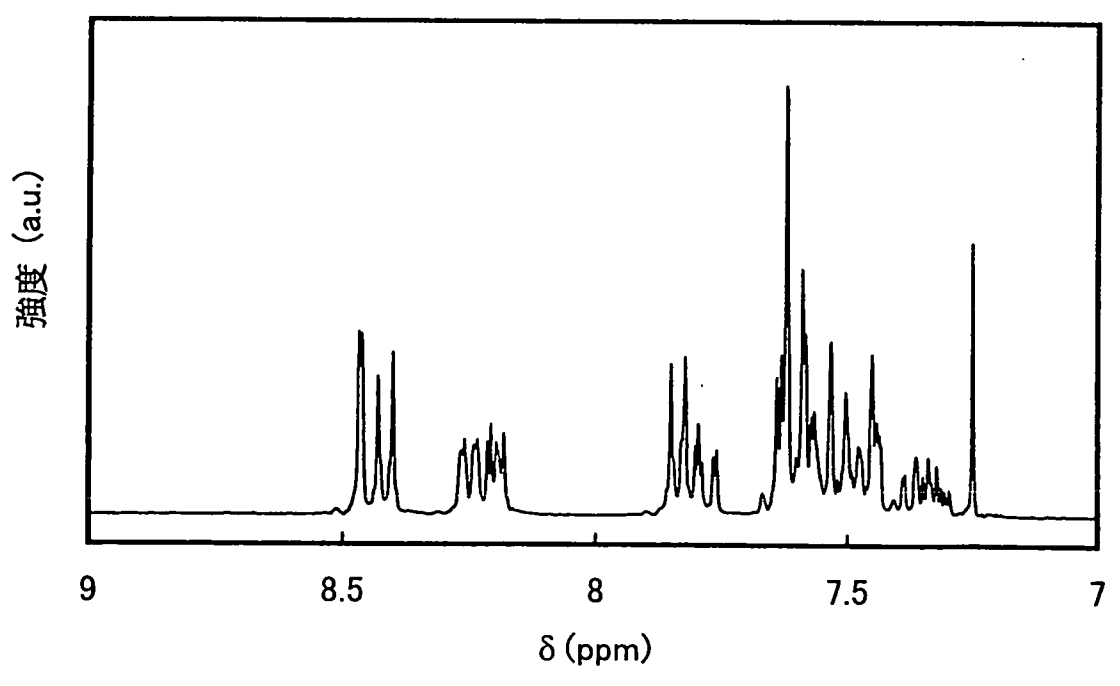


圖 20A

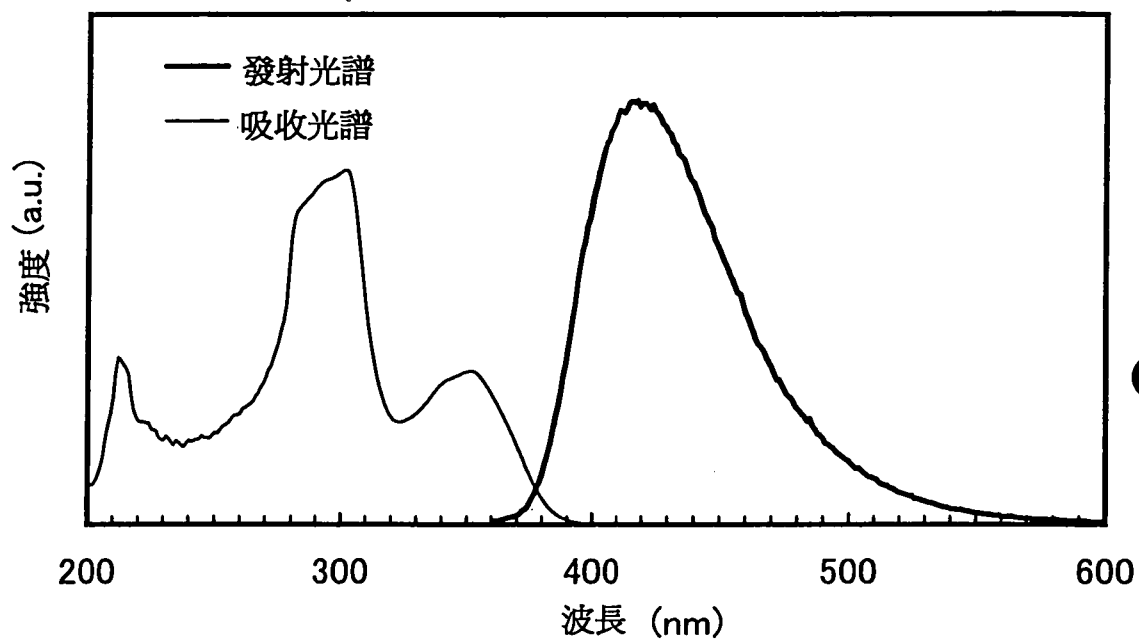


圖 20B

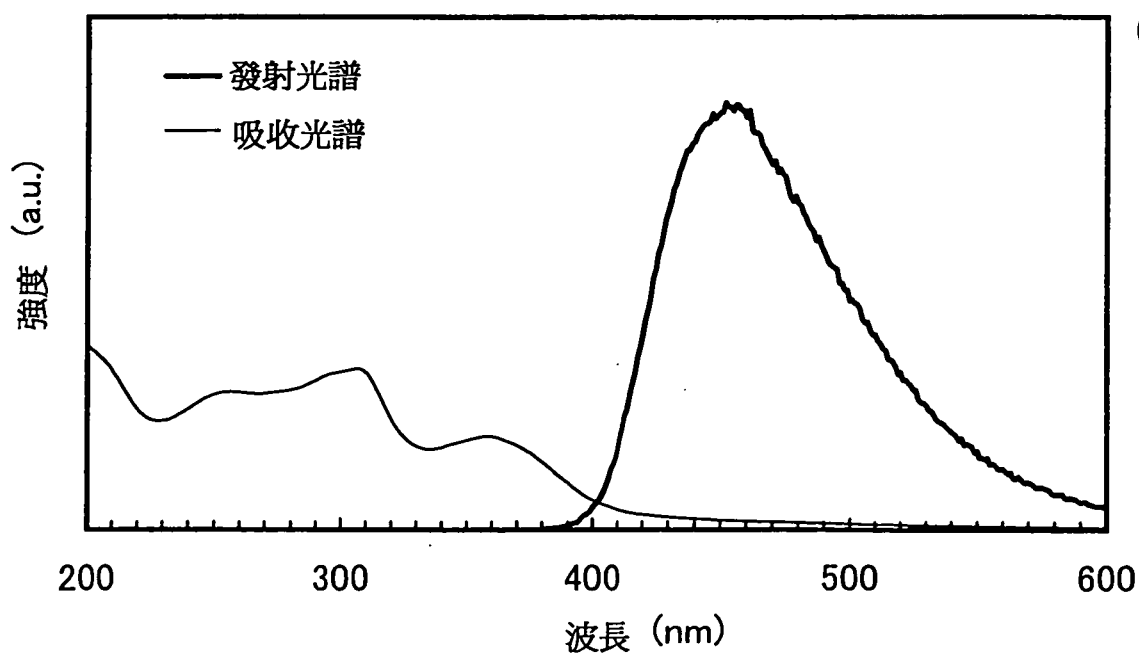


圖 21A

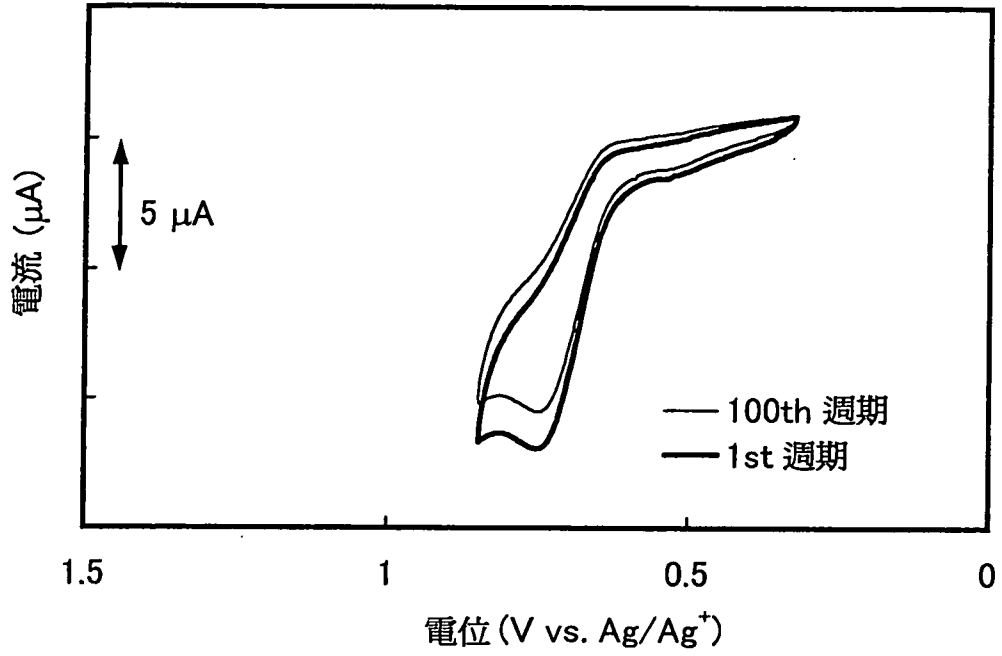


圖 21B

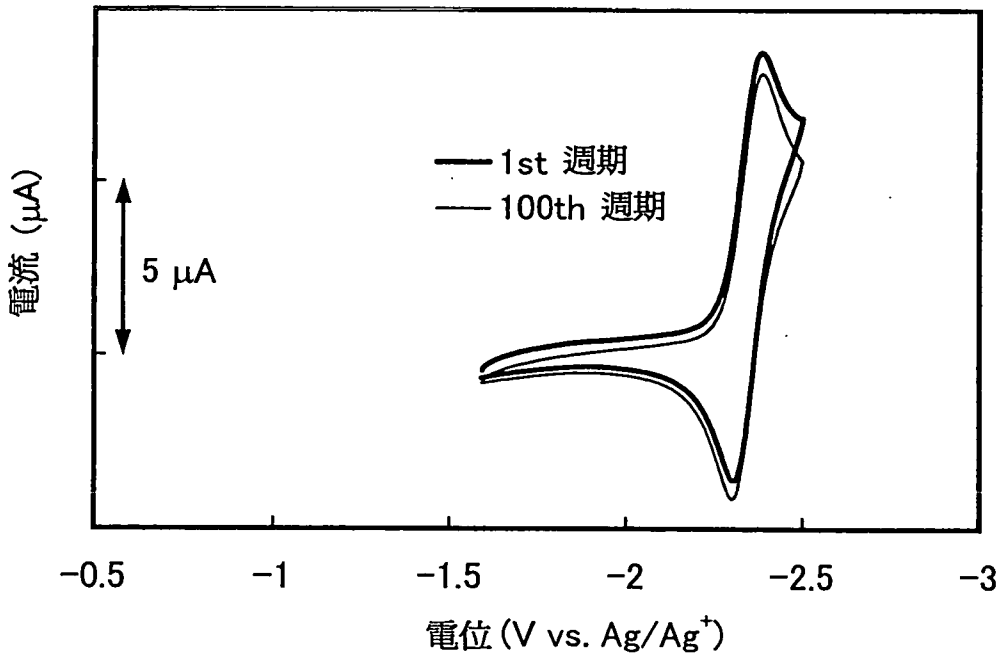


圖 22

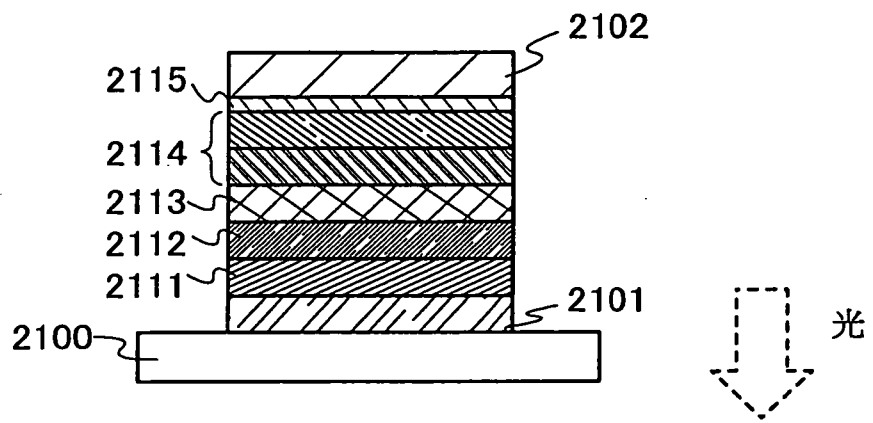


圖 23A

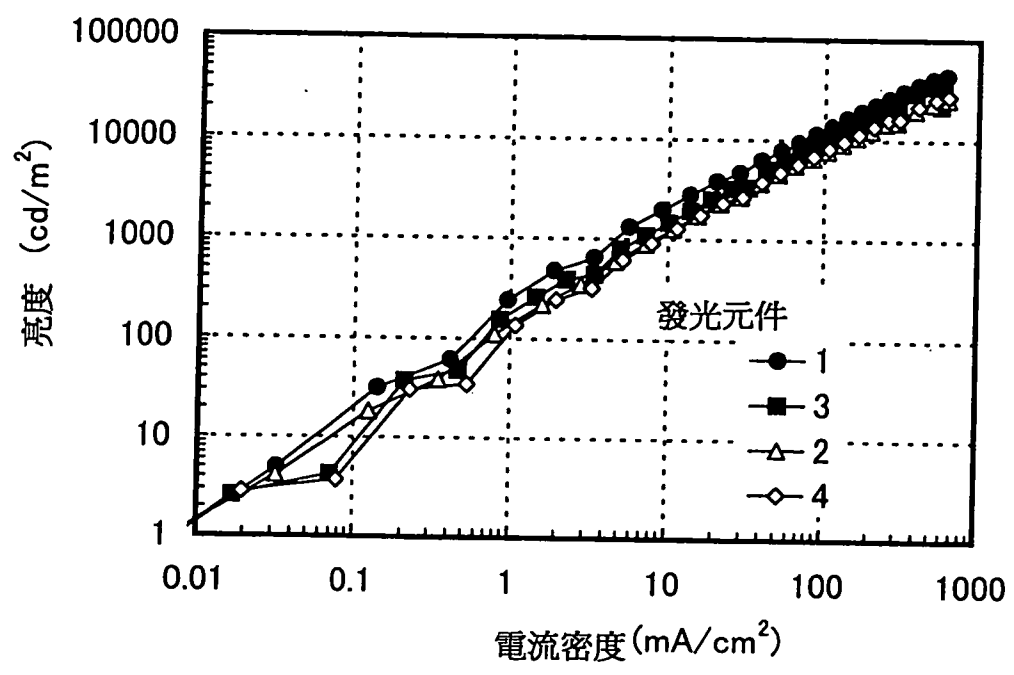


圖 23B

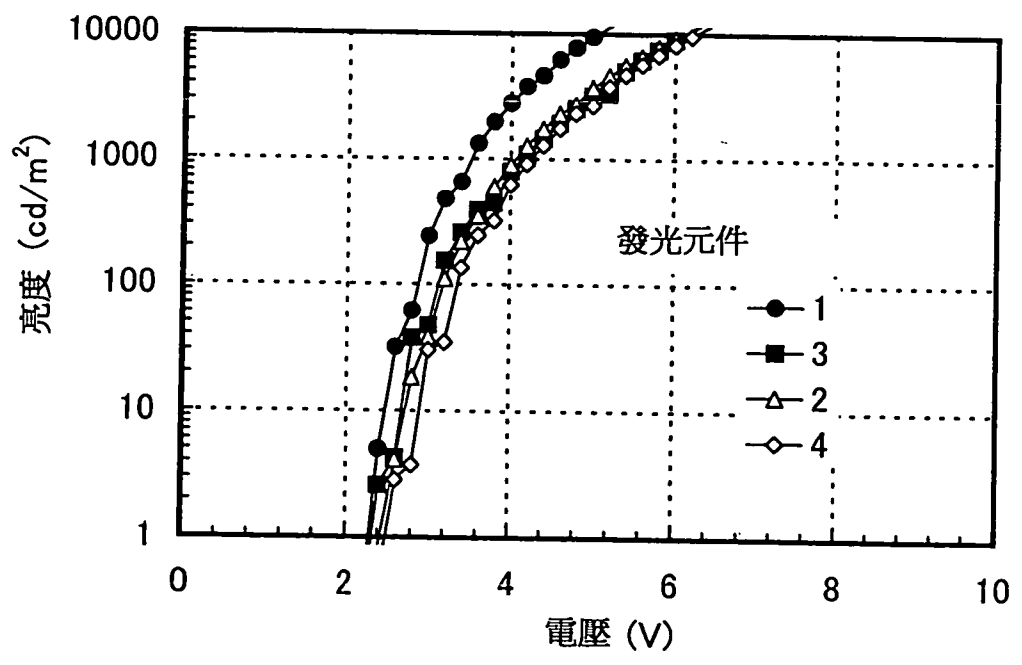


圖 24A

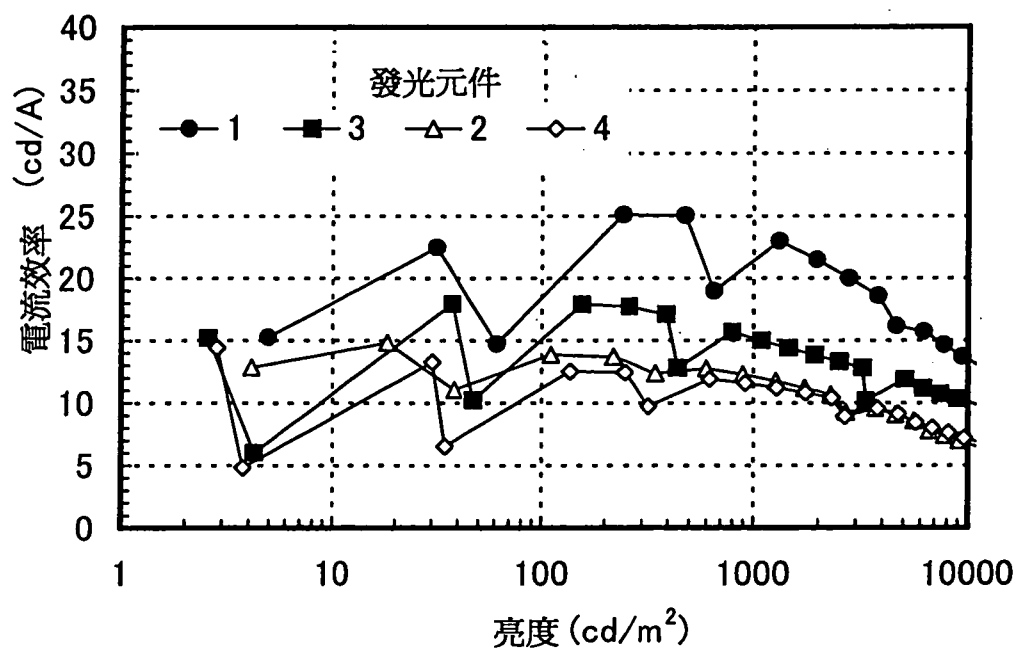


圖 24B

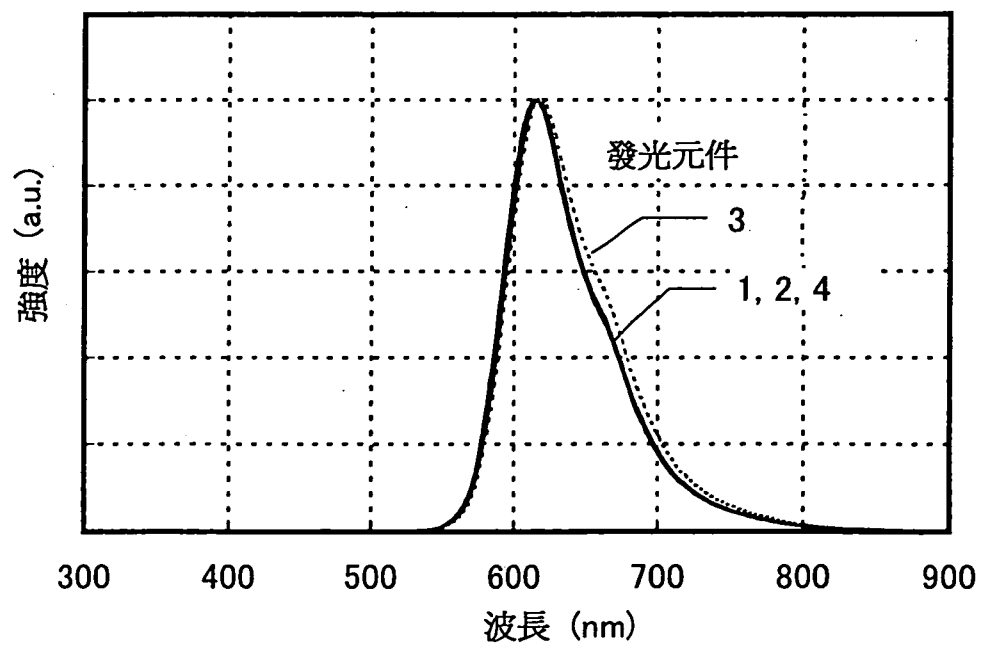


圖 25A

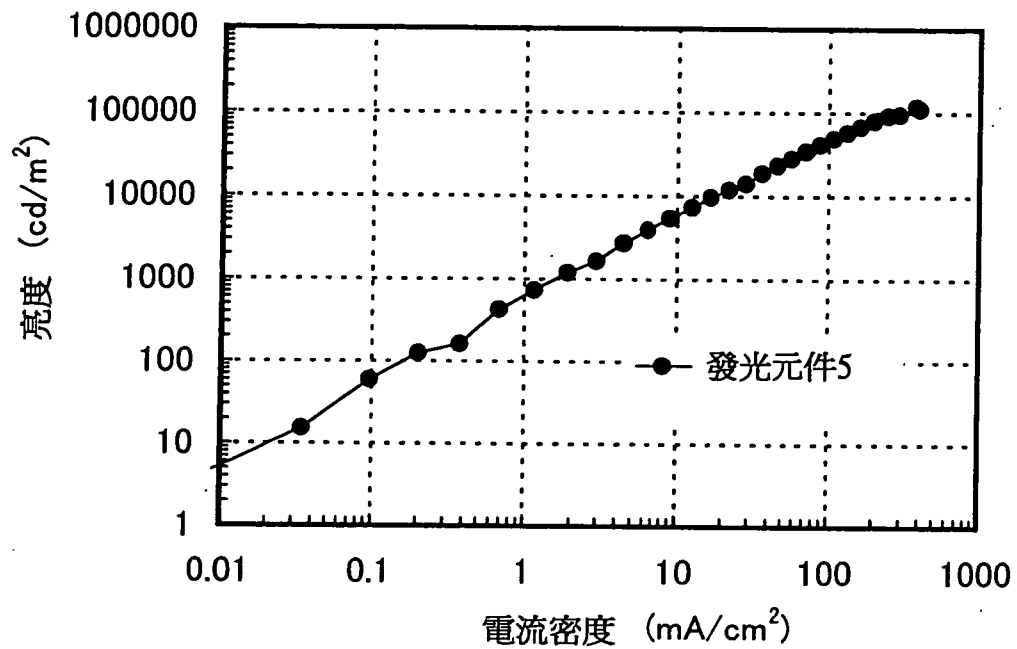


圖 25B

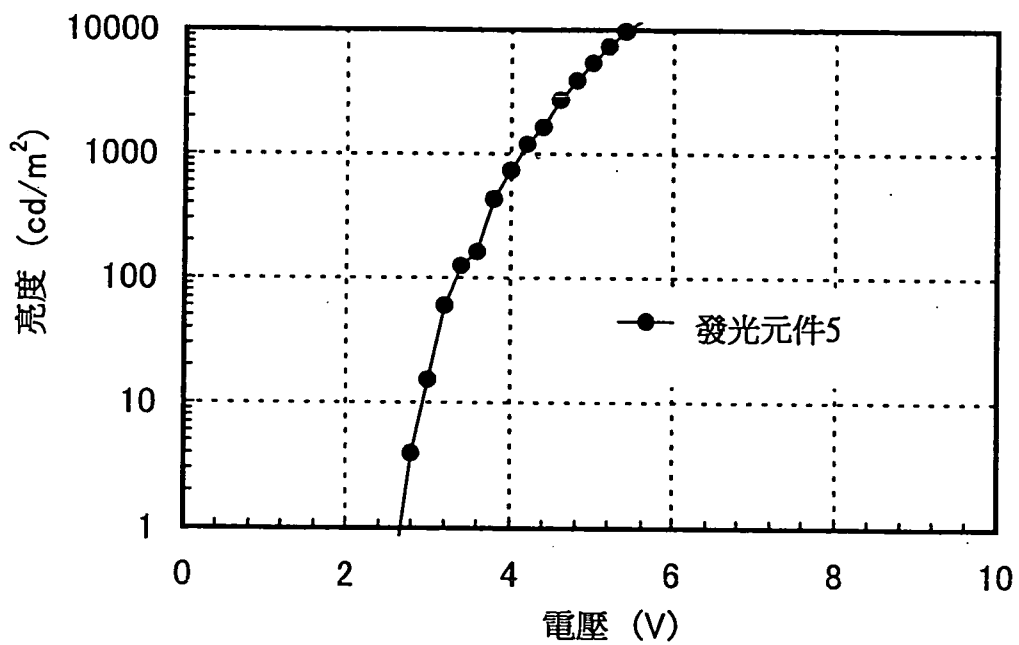


圖 26A

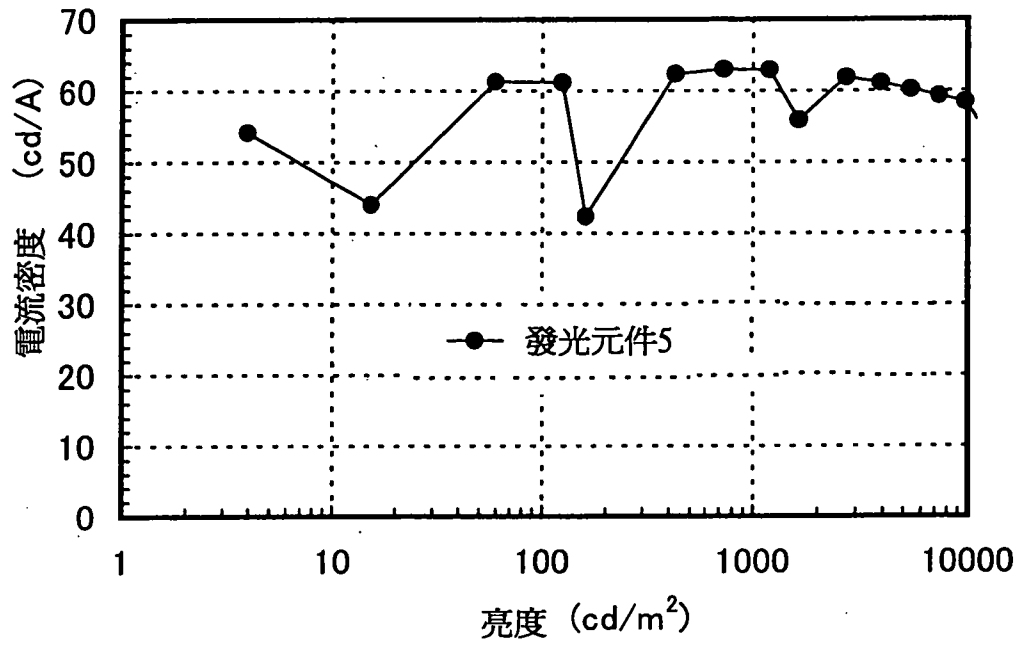


圖 26B

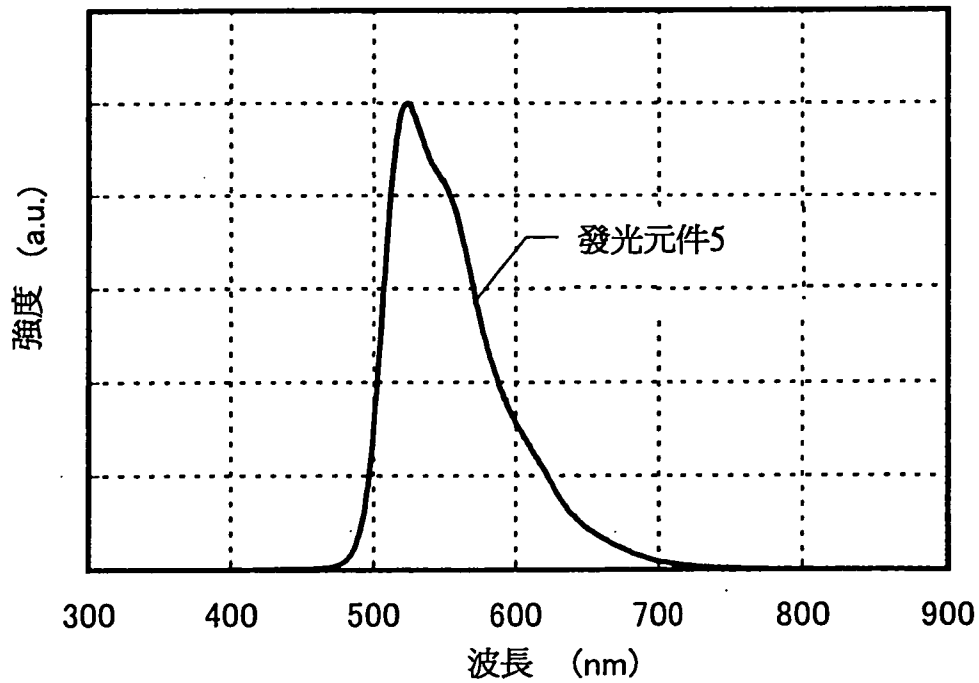


圖 27A

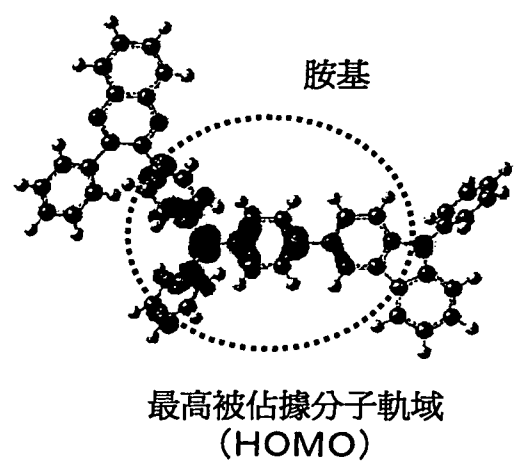


圖 27B

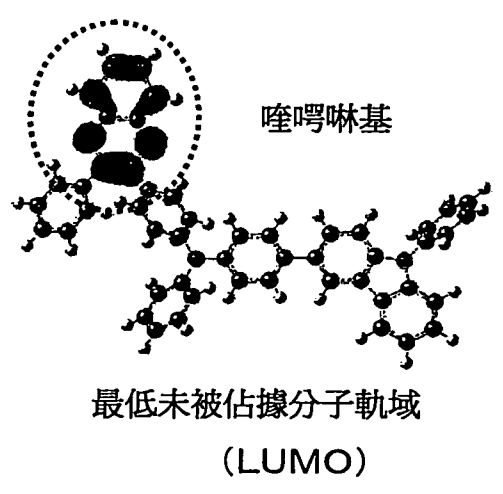


圖 28A

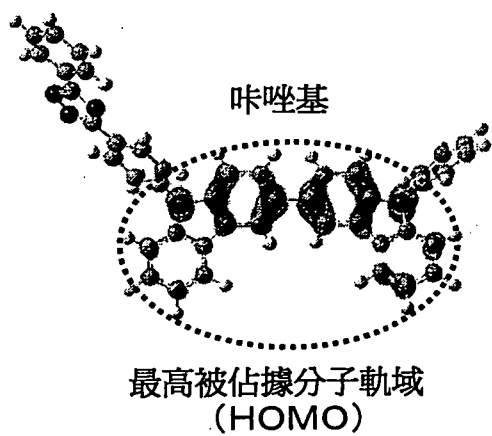


圖 28B

