I762453

(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 I762453 B

(45)公告日： 中華民國 111 (2022) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：105133899 (22)申請日： 中華民國 105 (2016) 年 10 月 20 日

(51)Int. Cl.： *C07D409/10 (2006.01)* *C07D405/10 (2006.01)* *C07D403/10 (2006.01)* *C09K11/06 (2006.01)* *H01L51/50 (2006.01)*

(30)優先權：2015/10/23 日本 2015-209351

(71)申請人：日商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：川上祥子 KAWAKAMI, SACHIKO (JP)；石黑佳美 ISHIGURO, YOSHIMI (JP)；高橋辰義 TAKAHASHI, TATSUYOSHI (JP)；濱田孝夫 HAMADA, TAKAO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW	200630458A	US	2006/0078757A1
US	2011/0210316A1	WO	2015/029796A1

審查人員：魏鳳鳳

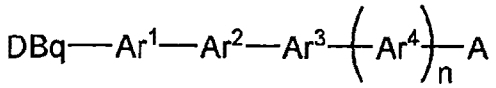
申請專利範圍項數：24 項 圖式數：55 共 376 頁

(54)名稱

雜環化合物，發光元件，發光裝置，電子裝置與照明裝置

(57)摘要

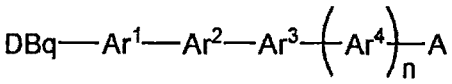
本發明提供一種新穎雜環化合物。尤其是，本發明提供一種可以提高發光元件的元件特性的新穎雜環化合物。本發明提供一種發光效率及耐熱性高的發光元件。本發明是一種以通式(G1)表示的雜環化合物。A 表示二苯并噻吩基、二苯并呋喃基和咔唑基中的任一個，DBq 表示二苯并[f,h]喹喔啉基。n 為 0 或 1，Ar^1 至 Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的取代或未取代的伸芳基，Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基也可以互相鍵合而形成環，在 Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基彼此形成茀骨架的情況下，上述茀骨架也可以具有取代基。



(G1)

A novel heterocyclic compound is provided. In particular, a novel heterocyclic compound which can improve the element characteristics of a light-emitting element is provided. A novel light-emitting element with high emission efficiency and high heat resistance is provided. A heterocyclic compound represented by General Formula (G1). A represents any of a dibenzothiophenyl group, a dibenzofuranyl group, and a carbazolyl group. DBq represents a dibenzo[f,h]quinoxalinyl group. In addition, n is 0 or 1. Each of Ar1 to Ar4 independently represents a substituted or unsubstituted arylene group having 6 to 10 carbon atoms. In

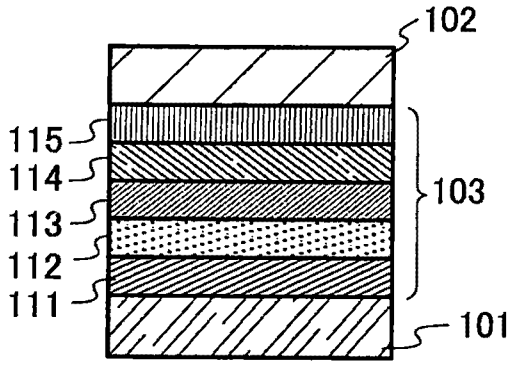
Ar1 to Ar4, the adjacent arylene groups may be bonded to each other to form a ring. When the adjacent arylene groups in Ar1 to Ar4 form a fluorene skeleton, the fluorene skeleton may have a substituent.



(G1)

指定代表圖：

圖 1A



符號簡單說明：

101・・・第一電極

102・・・第二電極

103・・・EL 層

111・・・電洞注入層

112・・・電洞傳輸層

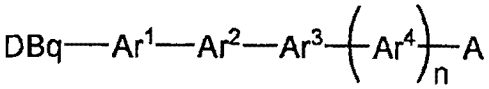
113・・・發光層

114・・・電子傳輸層

115・・・電子注入層

特徵化學式：

式(G1)



(G1)

I762453

公告本

發明摘要

※申請案號：105133899

※申請日：105 年 10 月 20 日　　※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

雜環化合物，發光元件，發光裝置，電子裝置與照明裝置

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

【中文】

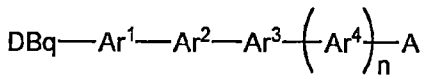
本發明提供一種新穎雜環化合物。尤其是，本發明提供一種可以提高發光元件的元件特性的新穎雜環化合物。本發明提供一種發光效率及耐熱性高的發光元件。本發明是一種以通式（G1）表示的雜環化合物。A 表示二苯并噻吩基、二苯并呋喃基和咔唑基中的任一個，DBq 表示二苯并[f,h]喹喔啉基。n 為 0 或 1，Ar^1 至 Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的取代或未取代的伸芳基，Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基也可以互相鍵合而形成環，在 Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基彼此形成茀骨架的情況下，上述茀骨架也可以具有取代基。

$$DBq—Ar^1—Ar^2—Ar^3—\left(Ar^4\right)_n—A$$

(G1)

【英文】

A novel heterocyclic compound is provided. In particular, a novel heterocyclic compound which can improve the element characteristics of a light-emitting element is provided. A novel light-emitting element with high emission efficiency and high heat resistance is provided. A heterocyclic compound represented by General Formula (G1). A represents any of a dibenzothiophenyl group, a dibenzofuranyl group, and a carbazolyl group. DBq represents a dibenzo[f,h]quinoxalinyl group. In addition, n is 0 or 1. Each of Ar1 to Ar4 independently represents a substituted or unsubstituted arylene group having 6 to 10 carbon atoms. In Ar1 to Ar4, the adjacent arylene groups may be bonded to each other to form a ring. When the adjacent arylene groups in Ar1 to Ar4 form a fluorene skeleton, the fluorene skeleton may have a substituent.



(G1)

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1A)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

101：第一電極

102：第二電極

103：EL 層

111：電洞注入層

112：電洞傳輸層

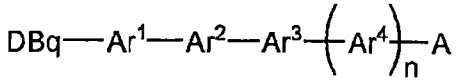
113：發光層

114：電子傳輸層

115：電子注入層

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

式(G1)



(G1)

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動）

【發明名稱】(中文/英文)

雜環化合物，發光元件，發光裝置，電子裝置與照明裝置

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

【技術領域】

[0001] 本發明的一個實施方式係關於一種物體、方法或製造方法。另外，本發明係關於一種製程（process）、機器（machine）、產品（manufacture）或組合物（composition of matter）。尤其是，本發明的一個實施方式係關於一種半導體裝置、發光裝置、顯示裝置、照明設備、發光元件以及它們的驅動方法或製造方法。此外，本發明的一個實施方式係關於一種雜環化合物及其新穎的合成方法。此外，本發明的一個實施方式係關於一種使用上述雜環化合物的發光元件、發光裝置、電子裝置及照明設備。注意，本發明的一個實施方式不侷限於上述技術領域。

【先前技術】

[0002] 具有薄型輕量、高速回應性及直流低電壓驅動等特徵的使用有機化合物作為發光體的發光元件被期待應用於下一代平板顯示器。尤其是，將發光元件配置為矩

陣狀的顯示裝置與習知的液晶顯示裝置相比具有視角廣且可見度優異的優點。

[0003] 發光元件的發光機制被認為如下：藉由在一對電極之間夾著包含發光體的 EL 層並對該一對電極施加電壓，從陰極注入的電子和從陽極注入的電洞在 EL 層的發光中心再結合而形成分子激子，當該分子激子返回到基態時釋放出能量而發光。已知激發態有單重激發態和三重激發態，並且認為無論經過上述任一種激發態都可以實現發光。

[0004] 在這種發光元件中，作為 EL 層，主要使用有機化合物。因為它對發光元件的元件特性的提高有很大的影響，所以已對各種各樣的新穎的有機化合物進行開發（例如，參照專利文獻 1）。

[0005]

[專利文獻 1] 日本專利申請公開第 2007-189001 號公報

【發明內容】

[0006] 在上述專利文獻 1 中報告的具有二苯并[f,h]喹喔啉環的化合物是作為用於發光元件的材料有用的，但是有具有熱穩定性更高的結構的化合物的要求。尤其是，在考慮車載用發光元件、使用該發光元件的發光裝置、電子裝置、照明設備時，發光元件的耐熱溫度較佳為 100℃以上，因此實現耐熱性高的發光元件是重要的課題。此

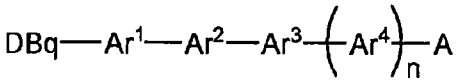
時，可以想到增大分子量的化合物的使用，但是在簡單地改變取代基等來增大分子量時化合物的折射率也增高，因此在將該化合物用於發光元件的 EL 層時，光提取效率不好，發光元件的外部量子效率也降低。另外，有如下擔擾：在藉由增大分子量來增高耐熱性時，在蒸鍍或昇華純化中熱導致分解，而膜純度降低。因此，在簡單地增大分子量時，不容易同時實現比專利文獻 1 所記載的化合物高的穩定性並提高元件特性。

[0007] 於是，本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種新穎雜環化合物。尤其是，本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種可以提高發光元件的元件特性的新穎雜環化合物。另外，本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種發光效率及耐熱性高的發光元件。另外，本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種可用於發光元件的新穎雜環化合物。另外，本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種可用於發光元件的 EL 層的新穎雜環化合物。另外，本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種新穎發光元件。另外，本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種新穎發光裝置、新穎電子裝置或新穎照明設備。注意，上述目的的描述並不妨礙其他目的的存在。本發明的一個實施方式並不需要實現所有上述目的。上述目的以外的目的從說明書、圖式、申請專利範圍等的描述中看來是顯而易見的，並且可以從該描述中抽取上述目的以外的目的。

[0008] 本發明的一個實施方式是一種以通式（G1）表示的雜環化合物。

[0009]

[化學式1]



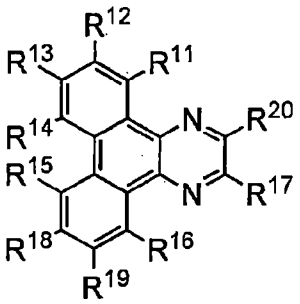
(G1)

[0010] 在通式中，A 表示取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并呋喃基和取代或未取代的咔唑基中的任一個，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。n 為 0 或 1，Ar^1 至 Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的取代或未取代的伸芳基，Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基也可以互相鍵合而形成環，在 Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基形成芴骨架的情況下，上述芴骨架也可以具有取代基。

[0011] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G2-1）表示的雜環化合物。

[0012]

[化學式2]



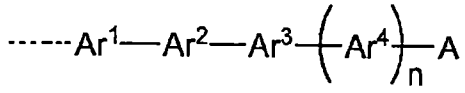
(G2-1)

[0013] 在通式中，R^{18} 至 R^{20} 中的任一個表示以通式

（G2-2）表示的取代基，R^{18} 至 R^{20} 中的其他兩個、R^{11} 至 R^{17} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0014]

[化學式3]



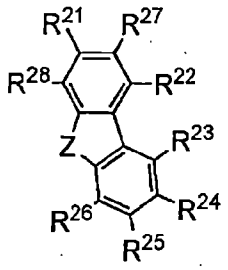
(G2-2)

[0015] 在通式中，A 表示取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并呋喃基和取代或未取代的咔唑基中的任一個，n 為 0 或 1，Ar^1 至 Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的取代或未取代的伸芳基，Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基也可以互相鍵合而形成環，在 Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基形成芴骨架的情況下，上述芴骨架也可以具有取代基。

[0016] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G3-1）表示的雜環化合物。

[0017]

[化學式4]

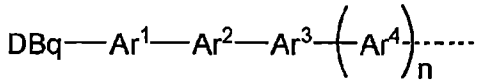


(G3-1)

[0018] 在通式中，R^{27} 和 R^{28} 中的任一個表示以通式（G3-2）表示的取代基，R^{27} 和 R^{28} 中的另一個、R^{21} 至 R^{26} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，Z 表示氧、硫或氮，在 Z 表示氮的情況下，取代基可以鍵合於 Z 位或不鍵合於 Z 位。

[0019]

[化學式5]



(G3-2)

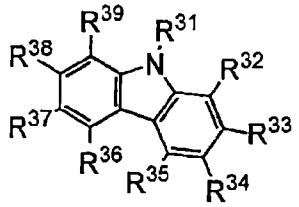
[0020] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基，n 為 0 或 1，Ar^1 至 Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的取代或未取代的伸芳基，Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基也可以互相鍵合而形成環，在 Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基形成茀骨架的情況下，上述茀骨架也可以具有取代基。

[0021] 注意，在本說明書中，關於以通式（G3-1）表示的骨架，在 Z 表示氧的情況下，將該骨架稱為二苯并呋喃骨架或二苯并呋喃基，在 Z 表示硫的情況下將該骨架稱為二苯并噻吩骨架或二苯并噻吩基，並且在 Z 表示氮的情況下將該骨架稱為咔唑骨架或咔唑基。

[0022] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G4-1）表示的雜環化合物。

[0023]

[化學式 6]

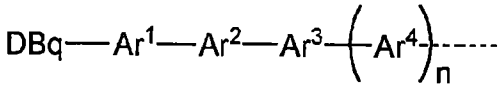


(G4-1)

[0024] 在通式中，R^{31}、R^{33} 和 R^{34} 中的任一個表示以通式（G4-2）表示的取代基，R^{31}、R^{33} 和 R^{34} 中的以通式（G4-2）表示的取代基沒有鍵合的其他兩個、R^{32}、R^{35} 至 R^{39} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0025]

[化學式 7]



(G4-2)

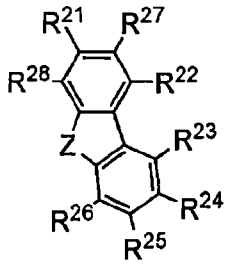
[0026] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基，n 為 0 或 1，Ar^1 至 Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的取代或未取代的伸芳基，Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基也可以互相鍵合而形成環，在 Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基形成茀骨架的情況下，上述茀骨架也可以具有取代基。

[0027] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以

通式（G5-1）表示的雜環化合物。

[0028]

[化學式8]

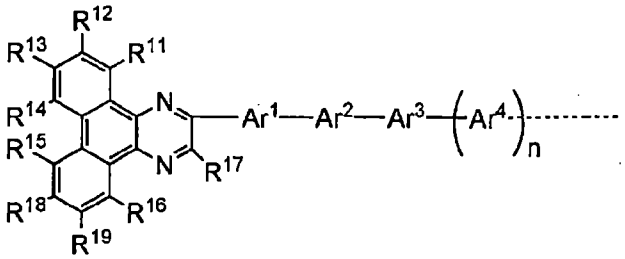


(G5-1)

[0029] 在通式中，R^{27} 和 R^{28} 中的任一個表示以通式（G5-2）表示的取代基，R^{27} 和 R^{28} 中的另一個、R^{21} 至 R^{26} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，Z 表示氧、硫或氮，在 Z 表示氮的情況下，取代基可以鍵合於 Z 位或不鍵合於 Z 位。

[0030]

[化學式9]



(G5-2)

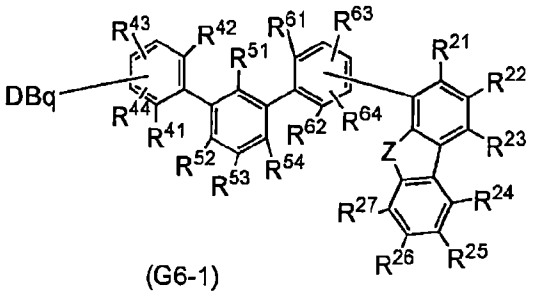
[0031] 在通式中，R^{11} 至 R^{19} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，n 為 0 或 1，Ar^1 至 Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的取代或未取代的伸芳基，Ar^1 至 Ar^4 中的

相鄰的伸芳基也可以互相鍵合而形成環，在 Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基形成芴骨架的情況下，上述芴骨架也可以具有取代基。

[0032] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-1）表示的雜環化合物。

[0033]

[化學式 10]



(G6-1)

[0034] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。Z 表示氧或硫，R^{21} 至 R^{27}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

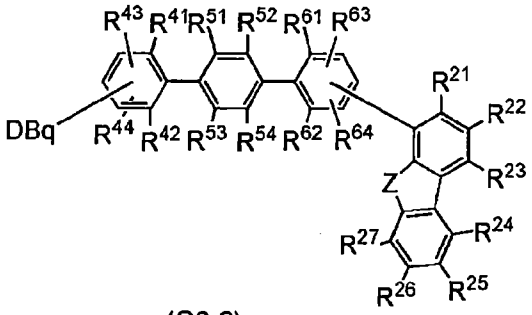
[0035] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G6-1）表示的雜環化合物。

[0036] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且二苯并噻吩基或二苯并呋喃基的取代位置為對位的以通式（G6-1）表示的雜環化合物。

[0037] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-2）表示的雜環化合物。

[0038]

[化學式 11]



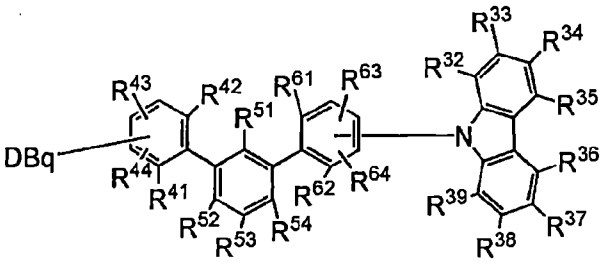
(G6-2)

[0039] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。Z 表示氧或硫，R^{21} 至 R^{27}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0040] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-3）表示的雜環化合物。

[0041]

[化學式 12]



(G6-3)

[0042] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳

原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

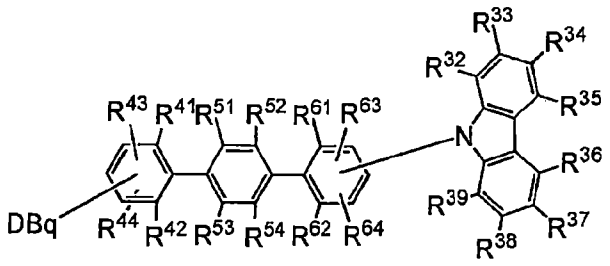
[0043] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G6-3）表示的雜環化合物。

[0044] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且咔唑基的取代位置為對位的以通式（G6-3）表示的雜環化合物。

[0045] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-4）表示的雜環化合物。

[0046]

[化學式 13]



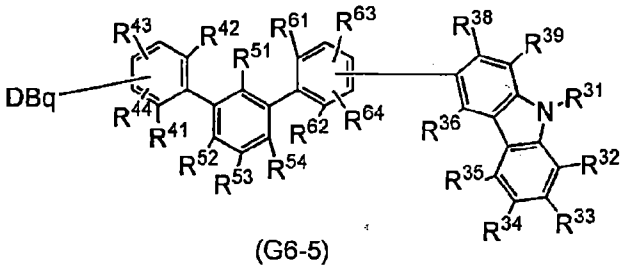
(G6-4)

[0047] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0048] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-5）表示的雜環化合物。

[0049]

[化學式 14]



(G6-5)

[0050] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{32} 至 R^{36}、R^{38}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

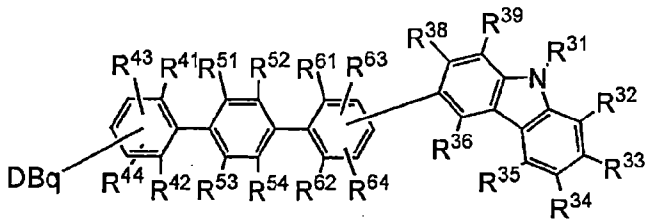
[0051] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G6-5）表示的雜環化合物。

[0052] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且咔唑基的取代位置為對位的以通式（G6-5）表示的雜環化合物。

[0053] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-6）表示的雜環化合物。

[0054]

[化學式 15]



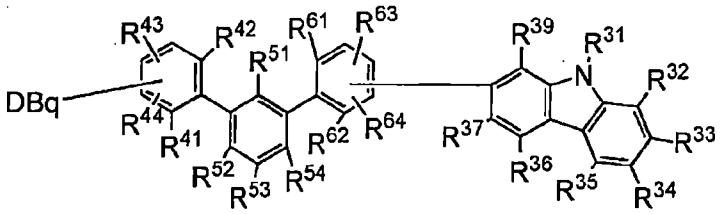
(G6-6)

[0055] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{32} 至 R^{36}、R^{38}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0056] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-7）表示的雜環化合物。

[0057]

[化學式 16]



(G6-7)

[0058] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{32} 至 R^{37}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未

取代的芳基。

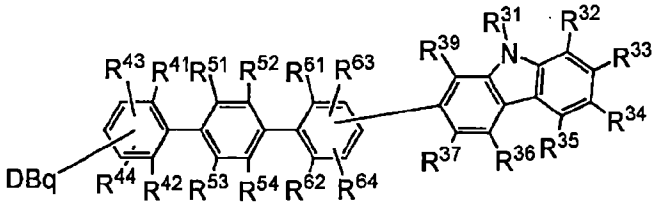
[0059] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種DBq的取代位置為間位的以通式（G6-7）表示的雜環化合物。

[0060] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種DBq的取代位置為間位且咔唑基的取代位置為對位的以通式（G6-7）表示的雜環化合物。

[0061] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-8）表示的雜環化合物。

[0062]

[化學式17]



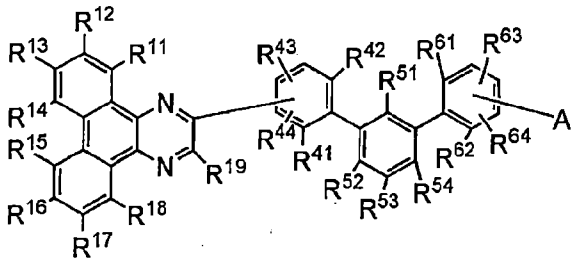
(G6-8)

[0063] 在通式中，DBq表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。R^{31}表示碳原子數為1至4的烷基或碳原子數為6至13的取代或未取代的芳基，R^{32}至R^{37}、R^{39}、R^{41}至R^{44}、R^{51}至R^{54}、R^{61}至R^{64}分別獨立地表示氫、碳原子數為1至4的烷基或碳原子數為6至13的取代或未取代的芳基。

[0064] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G7-1）表示的雜環化合物。

[0065]

[化學式 18]



(G7-1)

[0066] 在通式中，A 表示取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并呋喃基和取代或未取代的咔唑基中的任一個。R^{11} 至 R^{19}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

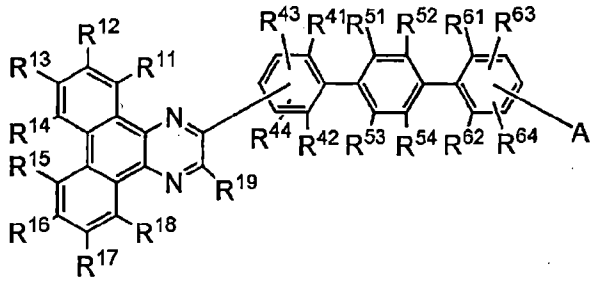
[0067] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G7-1）表示的雜環化合物。

[0068] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且 A 的取代位置為對位的以通式（G7-1）表示的雜環化合物。

[0069] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G7-2）表示的雜環化合物。

[0070]

[化學式 19]



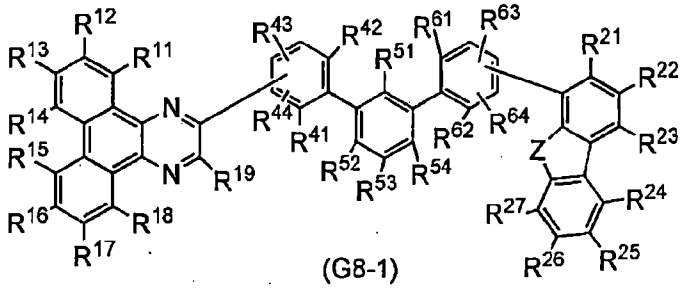
(G7-2)

[0071] 在通式中，A 表示取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并呋喃基和取代或未取代的咔唑基中的任一個。R^{11} 至 R^{19}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0072] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-1）表示的雜環化合物。

[0073]

[化學式 20]



(G8-1)

[0074] 在通式中，Z 表示氧或硫，R^{11} 至 R^{19}、R^{21} 至 R^{27}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0075] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種

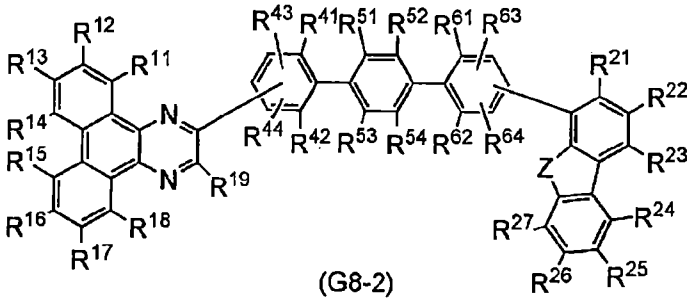
DBq 的取代位置為間位的以通式（G8-1）表示的雜環化合物。

[0076] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且二苯并噻吩基或二苯并呋喃基的取代位置為對位的以通式（G8-1）表示的雜環化合物。

[0077] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-2）表示的雜環化合物。

[0078]

[化學式21]



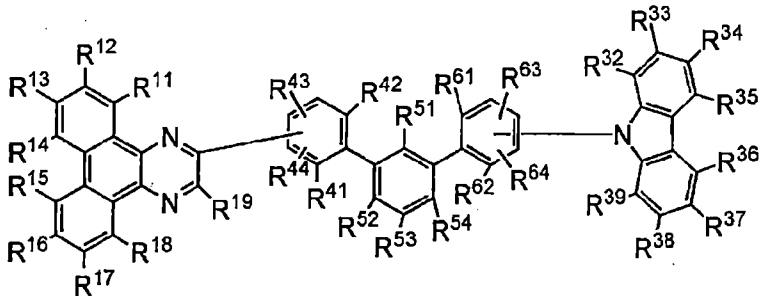
(G8-2)

[0079] 在通式中，Z 表示氧或硫，R^{11} 至 R^{19}、R^{21} 至 R^{27}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0080] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-3）表示的雜環化合物。

[0081]

[化學式 22]



(G8-3)

[0082] 在通式中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

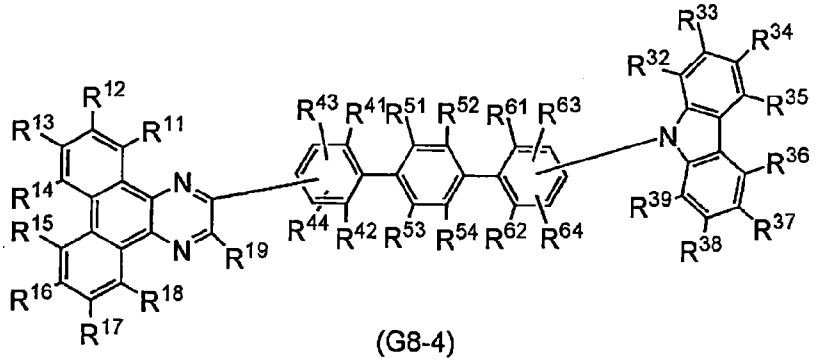
[0083] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G8-3）表示的雜環化合物。

[0084] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且咔唑基的取代位置為對位的以通式（G8-3）表示的雜環化合物。

[0085] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-4）表示的雜環化合物。

[0086]

[化學式 23]



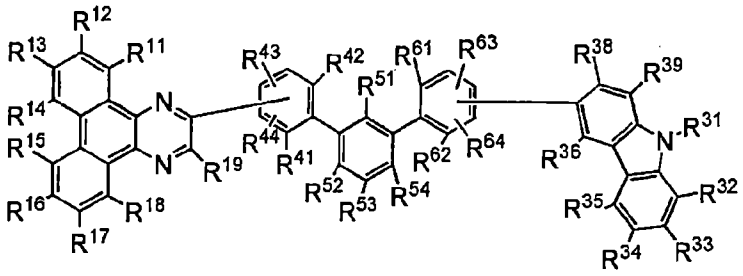
(G8-4)

[0087] 在通式中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0088] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-5）表示的雜環化合物。

[0089]

[化學式 24]



(G8-5)

[0090] 在通式中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{36}、R^{38}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或

碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

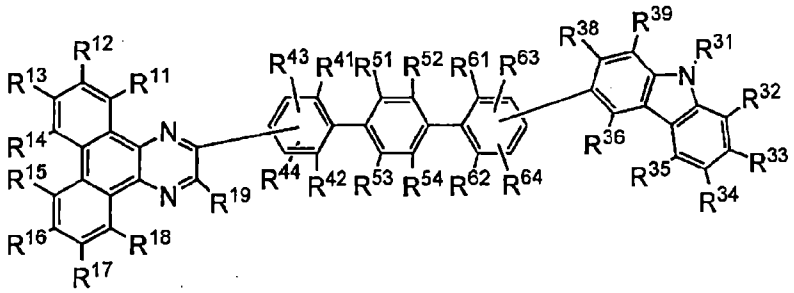
[0091] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G8-5）表示的雜環化合物。

[0092] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且咔唑基的取代位置為對位的以通式（G8-5）表示的雜環化合物。

[0093] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-6）表示的雜環化合物。

[0094]

[化學式 25]



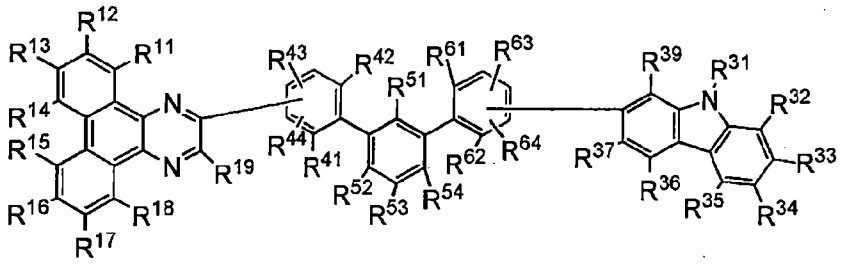
(G8-6)

[0095] 在通式中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{36}、R^{38}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0096] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-7）表示的雜環化合物。

[0097]

[化學式 26]



(G8-7)

[0098] 在通式中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{37}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

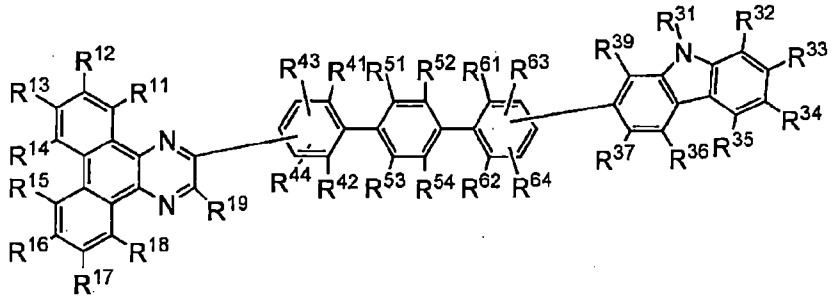
[0099] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G8-7）表示的雜環化合物。

[0100] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且咔唑基的取代位置為對位的以通式（G8-7）表示的雜環化合物。

[0101] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-8）表示的雜環化合物。

[0102]

[化學式 27]



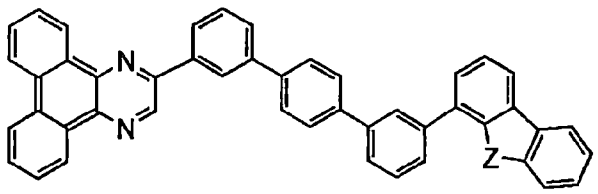
(G8-8)

[0103] 在通式中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{37}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0104] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G9-1）表示的雜環化合物。

[0105]

[化學式 28]



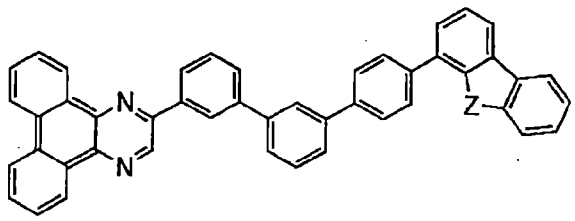
(G9-1)

[0106] 在通式中，Z 表示氧或硫。

[0107] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G9-2）表示的雜環化合物。

[0108]

[化學式 29]



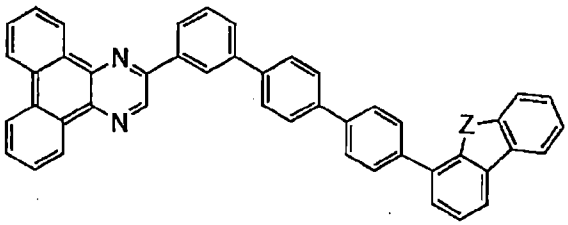
(G9-2)

[0109] 在通式中，Z 表示氧或硫。

[0110] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G9-3）表示的雜環化合物。

[0111]

[化學式 30]



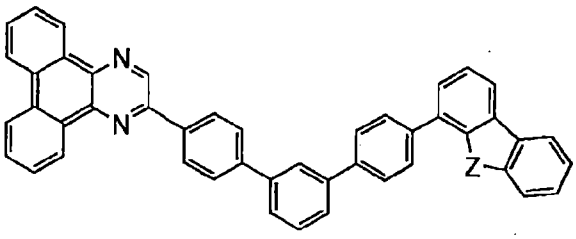
(G9-3)

[0112] 在通式中，Z 表示氧或硫。

[0113] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G9-4）表示的雜環化合物。

[0114]

[化學式 31]



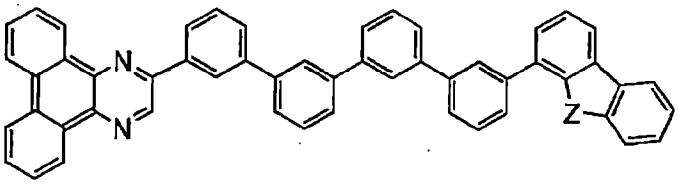
(G9-4)

[0115] 在通式中，Z表示氧或硫。

[0116] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G9-5）表示的雜環化合物。

[0117]

[化學式32]



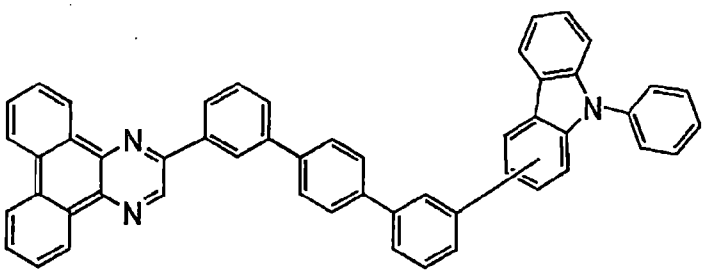
(G9-5)

[0118] 在通式中，Z表示氧或硫。

[0119] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G10-1）表示的雜環化合物。

[0120]

[化學式33]

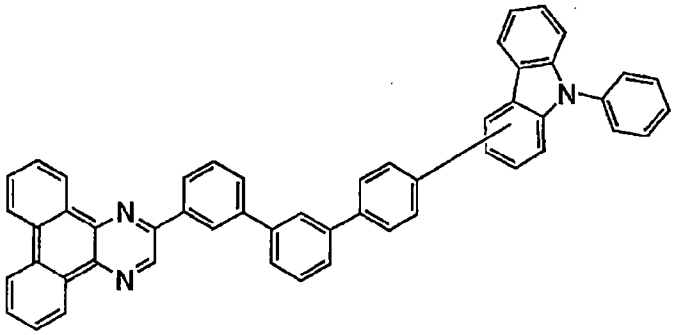


(G10-1)

[0121] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G10-2）表示的雜環化合物。

[0122]

[化學式 34]

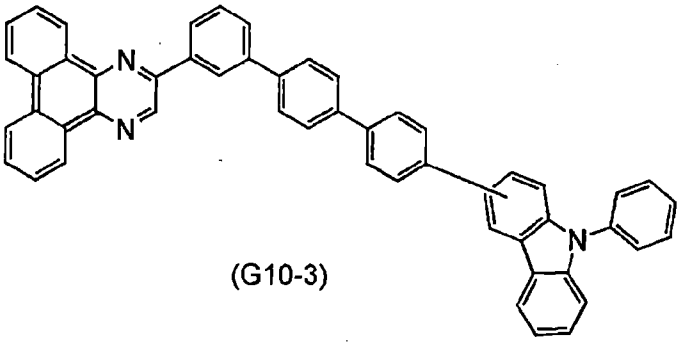


(G10-2)

[0123] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G10-3）表示的雜環化合物。

[0124]

[化學式 35]

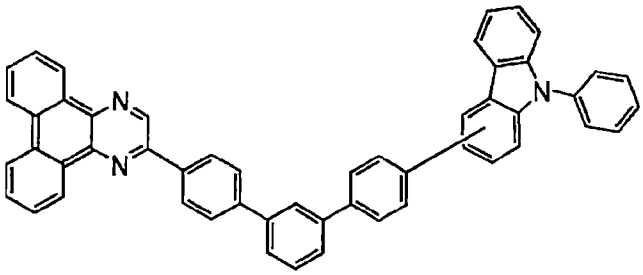


(G10-3)

[0125] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G10-4）表示的雜環化合物。

[0126]

[化學式 36]

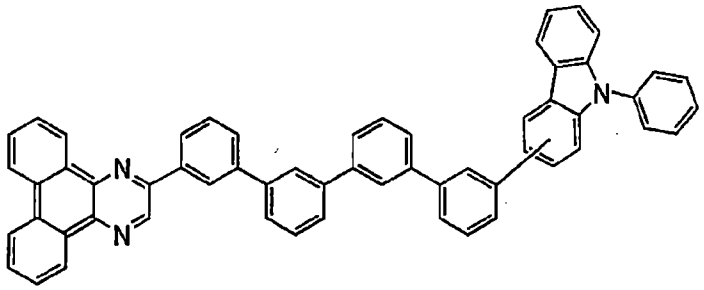


(G10-4)

[0127] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G10-5）表示的雜環化合物。

[0128]

[化學式37]



(G10-5)

[0129] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種包含二苯并[f,h]喹喔啉環和電洞傳輸骨架藉由亞三聯苯基鍵合的化合物的發光元件。

[0130] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種在發光層中包含發光材料以及二苯并[f,h]喹喔啉環和電洞傳輸骨架藉由亞三聯苯基鍵合的化合物的發光元件。

[0131] 另外，在本發明的其他一個實施方式的發光元件中，電洞傳輸骨架具有包括富π電子型雜芳環的結構。

[0132] 另外，在本發明的其他一個實施方式的發光元件中，富π電子型雜芳環是咔唑環、二苯并呋喃環或二苯并噻吩環。

[0133] 另外，本發明的其他一個實施方式是包含本發明的一個實施方式的雜環化合物以及電極的發光元件。

[0134] 另外，本發明的其他一個實施方式是在發光

層中包含發光物質以及本發明的一個實施方式的雜環化合物的發光元件。

[0135] 另外，本發明的其他一個實施方式是包括包含本發明的一個實施方式的發光元件的發光部以及基板的發光裝置。

[0136] 另外，本發明的其他一個實施方式是包括包含本發明的一個實施方式的發光裝置的顯示部、天線、電池、外殼、揚聲器、麥克風或操作鍵的電子裝置。

[0137] 另外，本發明的其他一個實施方式是包括本發明的一個實施方式的發光裝置、外殼、連接端子或保護罩的照明設備。

[0138] 本發明的一個實施方式可以提供一種新穎雜環化合物。尤其是，本發明的一個實施方式可以提供一種可以提高發光元件的元件特性的新穎雜環化合物。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種發光效率及耐熱性高的發光元件。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種可用於發光元件的新穎雜環化合物。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種可用於發光元件的 EL 層的新穎雜環化合物。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種新穎發光元件。另外，本發明的一個實施方式可以提供一種新穎發光裝置、新穎電子裝置或新穎照明設備。

[0139] 注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。另外，本發明的一個實施方式並不需要具有所有上述效果。另外，從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載中

可明顯得知上述以外的效果，而可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載中衍生上述以外的效果。

【圖式簡單說明】

[0140]

在圖式中：

圖 1A 和圖 1B 是發光元件的示意圖；

圖 2A 和圖 2B 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 3A 和圖 3B 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 4 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 5A 和圖 5B 是被動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 6A 至圖 6D 是示出電子裝置的圖；

圖 7 是示出光源裝置的圖；

圖 8 是示出照明設備的圖；

圖 9 是示出照明設備及電子裝置的圖；

圖 10 是示出車載用顯示裝置及照明設備的圖；

圖 11A 和圖 11B 是 2mDBtTPDBq-II 的 NMR 譜；

圖 12 是 2mDBtTPDBq-II 的溶液的吸收光譜；

圖 13 是 2mDBtTPDBq-II 的溶液的發射光譜；

圖 14 是 2mDBtTPDBq-II 的薄膜的吸收光譜；

圖 15 是 2mDBtTPDBq-II 的薄膜的發射光譜；

圖 16 是 2mDBtTPDBq-II 的磷光光譜；

圖 17A 和圖 17B 是 2DBtTPDBq 的 NMR 譜；

圖 18 是 2DBtTPDBq 的溶液的吸收光譜；

圖 19 是 2DBtTPDBq 的溶液的發射光譜；

圖 20 是 2DBtTPDBq 的薄膜的吸收光譜；

圖 21 是 2DBtTPDBq 的薄膜的發射光譜；

圖 22 是 2DBtTPDBq 的磷光光譜；

圖 23A 和圖 23B 是 2DBtTPDBq-03 的 NMR 譜；

圖 24 是 2DBtTPDBq-03 的溶液的吸收光譜；

圖 25 是 2DBtTPDBq-03 的溶液的發射光譜；

圖 26 是 2DBtTPDBq-03 的薄膜的吸收光譜；

圖 27 是 2DBtTPDBq-03 的薄膜的發射光譜；

圖 28 是 2DBtTPDBq-03 的磷光光譜；

圖 29A 和圖 29B 是 2DBtTPDBq-02 的 NMR 譜；

圖 30 是 2DBtTPDBq-02 的溶液的吸收光譜；

圖 31 是 2DBtTPDBq-02 的溶液的發射光譜；

圖 32 是 2DBtTPDBq-02 的薄膜的吸收光譜；

圖 33 是 2DBtTPDBq-02 的薄膜的發射光譜；

圖 34 是 2DBtTPDBq-02 的磷光光譜；

圖 35A 和圖 35B 是 2DBtTPDBq-04 的 NMR 譜；

圖 36 是 2DBtTPDBq-04 的溶液的吸收光譜；

圖 37 是 2DBtTPDBq-04 的溶液的發射光譜；

圖 38 是 2DBtTPDBq-04 的薄膜的吸收光譜；

圖 39 是 2DBtTPDBq-04 的薄膜的發射光譜；

圖 40 是 2DBtTPDBq-04 的磷光光譜；

圖 41A 和圖 41B 是 2mDBtQPDBq-II 的 NMR 譜；

圖 42 是 2mDBtQPDBq-II 的薄膜的吸收光譜；

圖 43 是 2mDBtQPDBq-II 的薄膜的發射光譜；

圖 44 是 2mDBtQPDBq-II 的磷光光譜；

圖 45A 和圖 45B 是 3-（3'-氯-1,1'-聯苯-4-基）-9-苯基-9H-咔唑的 NMR 譜；

圖 46A 和圖 46B 是 2mmpPCTPDBq 的 NMR 譜；

圖 47 是 2mmpPCTPDBq 的溶液的吸收光譜；

圖 48 是 2mmpPCTPDBq 的溶液的發射光譜；

圖 49 是 2mmpPCTPDBq 的薄膜的吸收光譜；

圖 50 是 2mmpPCTPDBq 的薄膜的發射光譜；

圖 51 是 2mmpPCTPDBq 的磷光光譜；

圖 52A 和圖 52B 是 2mPCBPDBq 的 NMR 譜；

圖 53 是示出發光元件 1 至發光元件 7、對比發光元件 8 的可靠性測試結果的圖；

圖 54 是示出發光元件 9 及對比發光元件 10 的可靠性測試結果的圖；

圖 55 是示出發光元件的熱物性評價結果的圖。

【實施方式】

[0141] 下面，參照圖式對本發明的實施方式進行說明。但是，所屬技術領域的通常知識者可以很容易地理解一個事實，就是本發明可以以多個不同形式來實施，其方式和詳細內容可以在不脫離本發明的精神及其範圍的條件下被變換為各種各樣的形式。因此，本發明不應該被解釋為僅限定在實施方式所記載的內容中。

[0142] 另外，在本說明書所說明的每一個圖式中，有時為了便於說明，誇大表示陽極、EL 層、中間層、陰極等的尺寸或厚度。因此，各組件不侷限於圖式所示的大小，並不侷限於各組件之間的相對大小。

[0143] 注意，在本說明書等中，為了方便起見，附加了第一、第二、第三等序數詞，而其並不表示製程順序或上下的位置關係等。因此，例如可以將“第一”適當地替換為“第二”或“第三”等來進行說明。此外，有時本說明書等所記載的序數詞與用來指定本發明的一個實施方式的序數詞不一致。

[0144] 另外，在本說明書等所說明的本發明的構成中，在不同圖式之間共同使用同一符號表示同一部分或具有相同功能的部分而省略其重複說明。另外，有時使用同一陰影線表示具有相同功能的部分，而不特別附加元件符號。

[0145] 注意，在本說明書中，顏色是由色相（相當於單色光的波長）、色度（彩度，亦即，沒有帶點白色的程度）及明度（亮度，亦即，光的強度）的三個要素規定的。在本說明書中，顏色也可以由只上述三個要素中的任一個或只任兩個規定。另外，在本說明書中，“兩個光的顏色不同”的情況是指上述三個要素中至少一個不同的情況，也包括兩個光的光譜的形狀或各峰值的相對強度比的分佈不同的情況。

[0146] 另外，根據情況或狀態，可以互相調換

“膜”和“層”。例如，有時可以將“導電層”調換為“導電膜”。或者，有時可以將“絕緣膜”調換為“絕緣層”。

[0147]

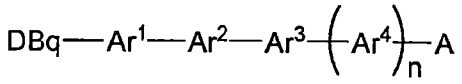
實施方式 1

在本實施方式中，說明本發明的一個實施方式的雜環化合物。

[0148] 本發明的一個實施方式是一種以通式（G1）表示的雜環化合物。

[0149]

[化學式38]



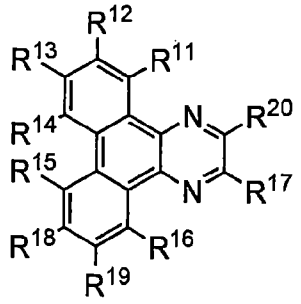
(G1)

[0150] 在通式中，A 表示取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并呋喃基和取代或未取代的咔唑基中的任一個，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。n 為 0 或 1，Ar^1 至 Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的取代或未取代的伸芳基，Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基也可以互相鍵合而形成環，在 Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基形成茀骨架的情況下，上述茀骨架也可以具有取代基。

[0151] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G2-1）表示的雜環化合物。從合成的容易性、合成成本的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0152]

[化學式39]

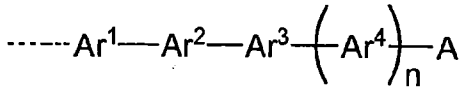


(G2-1)

[0153] 在通式中，R^{18} 至 R^{20} 中的任一個表示以通式（G2-2）表示的取代基，R^{18} 至 R^{20} 中的其他兩個、R^{11} 至 R^{17} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0154]

[化學式40]



(G2-2)

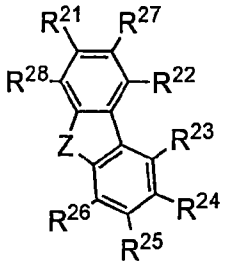
[0155] 在通式中，A 表示取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并呋喃基和取代或未取代的咔唑基中的任一個，n 為 0 或 1，Ar^1 至 Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的取代或未取代的伸芳基，Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基也可以互相鍵合而形成環，在 Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基形成芴骨架的情況下，上述芴骨架也可以具有取代基。

[0156] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以

通式（G3-1）表示的雜環化合物。

[0157]

[化學式41]

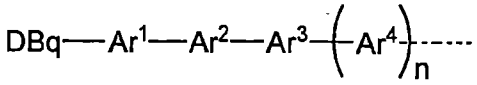


(G3-1)

[0158] 在通式中，R^{27} 和 R^{28} 中的任一個表示以通式（G3-2）表示的取代基，R^{27} 和 R^{28} 中的另一個、R^{21} 至 R^{26} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，Z 表示氧、硫或氮，在 Z 表示氮的情況下，取代基可以鍵合於 Z 位或不鍵合於 Z 位。

[0159]

[化學式42]



(G3-2)

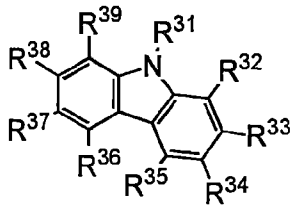
[0160] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基，n 為 0 或 1，Ar^1 至 Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的取代或未取代的伸芳基，Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基也可以互相鍵合而形成環，在 Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基形成茀骨架的情況下，上述茀骨架也可

以具有取代基。

[0161] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G4-1）表示的雜環化合物。

[0162]

[化學式43]

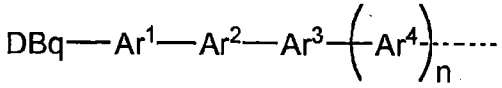


(G4-1)

[0163] 在通式中，R^{31}、R^{33} 和 R^{34} 中的任一個表示以通式（G4-2）表示的取代基，R^{31}、R^{33} 和 R^{34} 中的以通式（G4-2）表示的取代基沒有鍵合的其他兩個、R^{32}、R^{35} 至 R^{39} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0164]

[化學式44]



(G4-2)

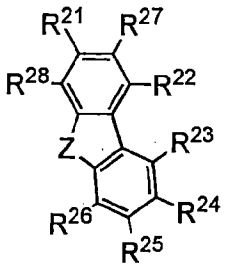
[0165] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基，n 為 0 或 1，Ar^1 至 Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的取代或未取代的伸芳基，Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基也可以互相鍵合而形成環，在 Ar^1 至 Ar^4

中的相鄰的伸芳基形成茀骨架的情況下，上述茀骨架也可以具有取代基。

[0166] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G5-1）表示的雜環化合物。從合成的容易性、合成成本的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0167]

[化學式45]

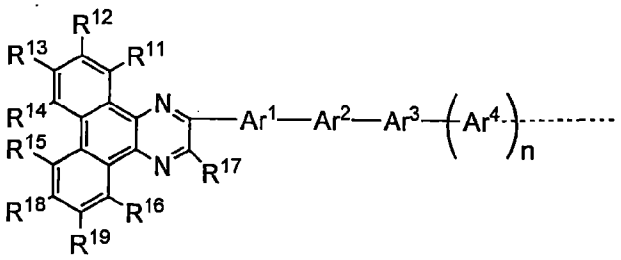


(G5-1)

[0168] 在通式中，R^{27} 和 R^{28} 中的任一個表示以通式（G5-2）表示的取代基，R^{27} 和 R^{28} 中的另一個、R^{21} 至 R^{26} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，Z 表示氧、硫或氮，在 Z 表示氮的情況下，取代基可以鍵合於 Z 位或不鍵合於 Z 位。

[0169]

[化學式46]



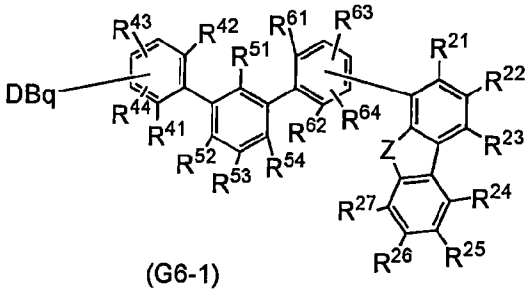
(G5-2)

[0170] 在通式中，R^{11} 至 R^{19} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，n 為 0 或 1，Ar^1 至 Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的取代或未取代的伸芳基，Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基也可以互相鍵合而形成環，在 Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基形成茀骨架的情況下，上述茀骨架也可以具有取代基。

[0171] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-1）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0172]

[化學式47]



(G6-1)

[0173] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。Z 表示氧或硫，R^{21} 至 R^{27}、R^{41} 至 R^{44}、

R^{51}至R^{54}及R^{61}至R^{64}分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

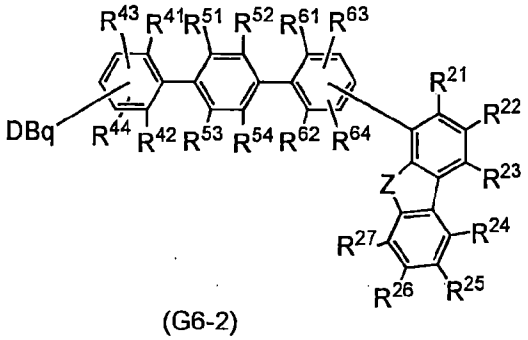
[0174] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G6-1）表示的雜環化合物。

[0175] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且二苯并噻吩基或二苯并呋喃基的取代位置為對位的以通式（G6-1）表示的雜環化合物。

[0176] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-2）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0177]

[化學式48]



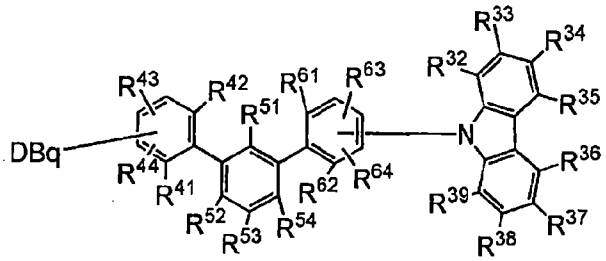
(G6-2)

[0178] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。Z 表示氧或硫，R^{21}至R^{27}、R^{41}至R^{44}、R^{51}至R^{54}及R^{61}至R^{64}分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0179] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-3）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0180]

[化學式49]



(G6-3)

[0181] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

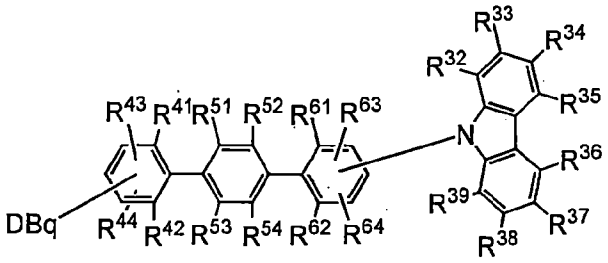
[0182] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G6-3）表示的雜環化合物。

[0183] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且咔唑基的取代位置為對位的以通式（G6-3）表示的雜環化合物。

[0184] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-4）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0185]

[化學式 50]



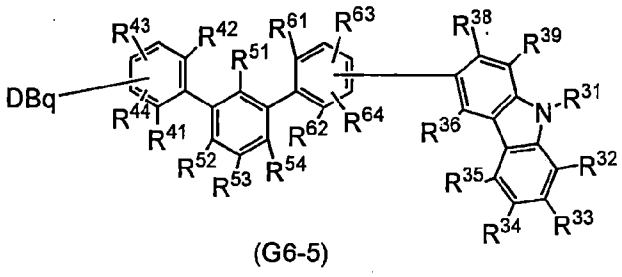
(G6-4)

[0186] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0187] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-5）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0188]

[化學式 51]



(G6-5)

[0189] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{32} 至 R^{36}、R^{38}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取

代或未取代的芳基。

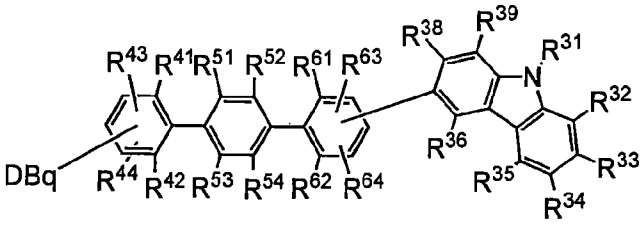
[0190] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種DBq的取代位置為間位的以通式（G6-5）表示的雜環化合物。

[0191] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種DBq的取代位置為間位且咔唑基的取代位置為對位的以通式（G6-5）表示的雜環化合物。

[0192] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-6）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0193]

[化學式52]



(G6-6)

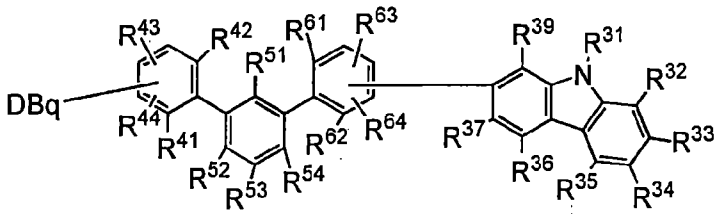
[0194] 在通式中，DBq表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。R^{31}表示碳原子數為1至4的烷基或碳原子數為6至13的取代或未取代的芳基，R^{32}至R^{36}、R^{38}、R^{39}、R^{41}至R^{44}、R^{51}至R^{54}及R^{61}至R^{64}分別獨立地表示氫、碳原子數為1至4的烷基或碳原子數為6至13的取代或未取代的芳基。

[0195] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-7）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可

靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0196]

[化學式 53]



(G6-7)

[0197] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{32} 至 R^{37}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

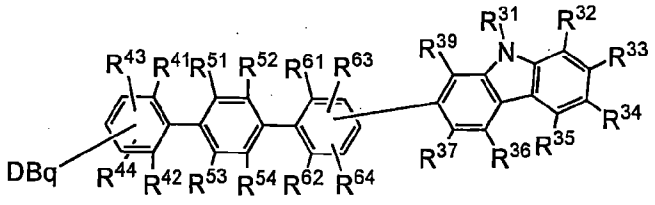
[0198] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G6-7）表示的雜環化合物。

[0199] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且咔唑基的取代位置為對位的以通式（G6-7）表示的雜環化合物。

[0200] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G6-8）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0201]

[化學式54]



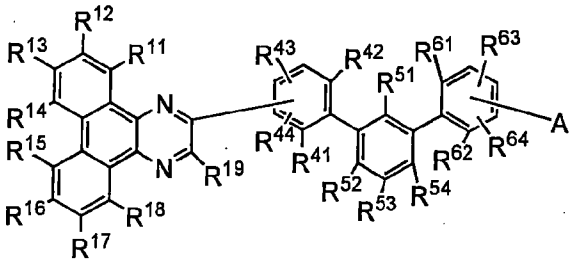
(G6-8)

[0202] 在通式中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基。R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{32} 至 R^{37}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0203] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G7-1）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0204]

[化學式55]



(G7-1)

[0205] 在通式中，A 表示取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并呋喃基和取代或未取代的咔唑基中的任一個。R^{11} 至 R^{19}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61}

至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

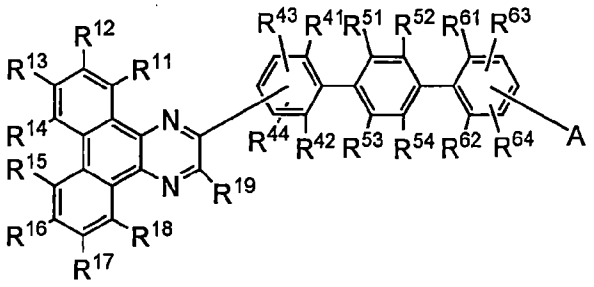
[0206] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G7-1）表示的雜環化合物。

[0207] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且 A 的取代位置為對位的以通式（G7-1）表示的雜環化合物。

[0208] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G7-2）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0209]

[化學式56]



(G7-2)

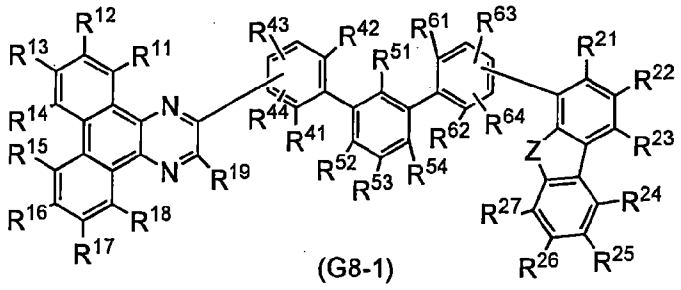
[0210] 在通式中，A 表示取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并呋喃基和取代或未取代的咔唑基中的任一個。R^{11} 至 R^{19}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0211] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以

通式（G8-1）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0212]

[化學式 57]



(G8-1)

[0213] 在通式中，Z 表示氧或硫，R^{11} 至 R^{19}、R^{21} 至 R^{27}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

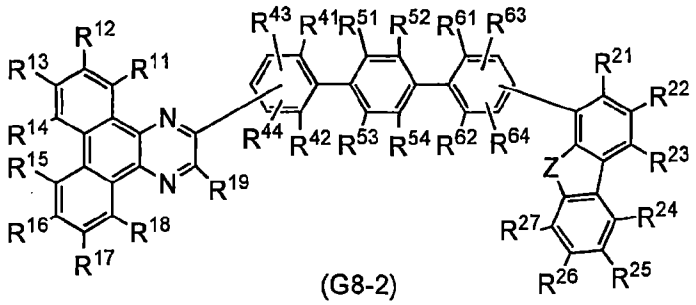
[0214] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G8-1）表示的雜環化合物。

[0215] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且二苯并噻吩基或二苯并呋喃基的取代位置為對位的以通式（G8-1）表示的雜環化合物。

[0216] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-2）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0217]

[化學式 58]



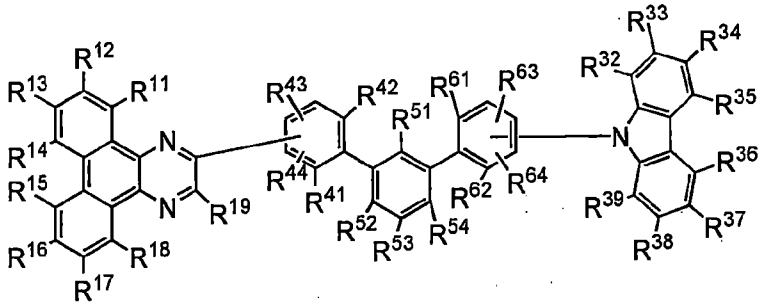
(G8-2)

[0218] 在通式中，Z 表示氧或硫，R^{11} 至 R^{19}、R^{21} 至 R^{27}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0219] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-3）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0220]

[化學式 59]



(G8-3)

[0221] 在通式中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

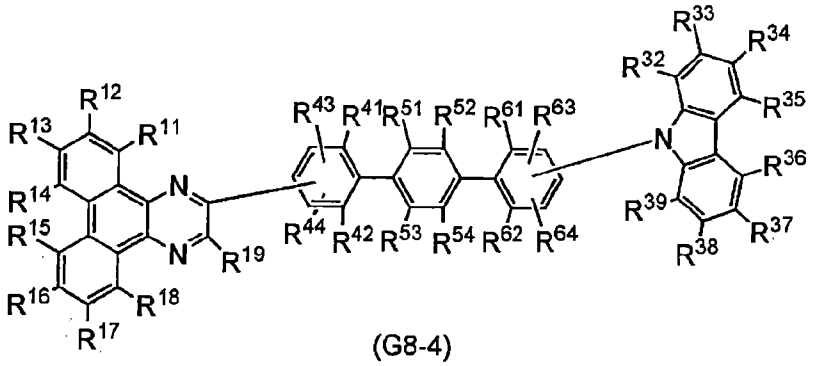
[0222] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種DBq的取代位置為間位的以通式（G8-3）表示的雜環化合物。

[0223] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種DBq的取代位置為間位且咔唑基的取代位置為對位的以通式（G8-3）表示的雜環化合物。

[0224] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-4）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0225]

[化學式60]



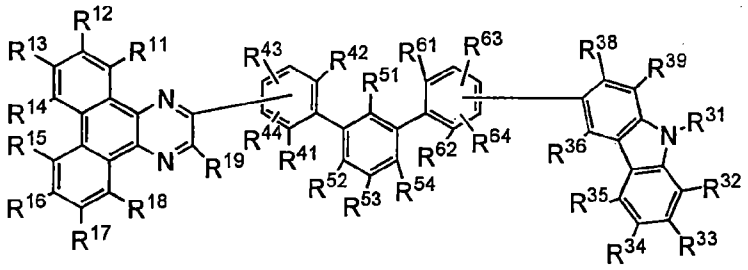
(G8-4)

[0226] 在通式中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0227] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-5）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0228]

[化學式61]



(G8-5)

[0229] 在通式中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{36}、R^{38}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

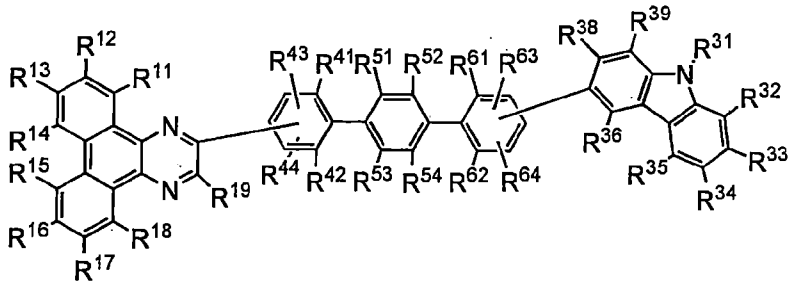
[0230] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G8-5）表示的雜環化合物。

[0231] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且咔唑基的取代位置為對位的以通式（G8-5）表示的雜環化合物。

[0232] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-6）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0233]

[化學式 62]



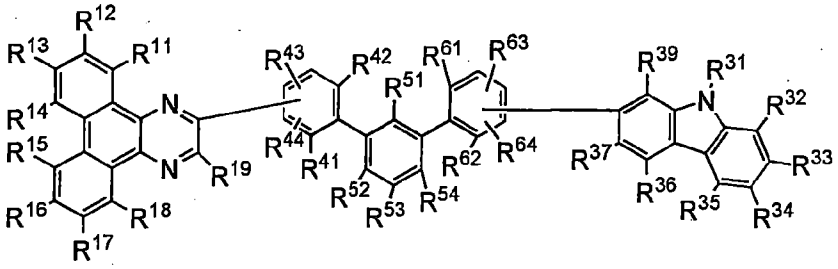
(G8-6)

[0234] 在通式中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{36}、R^{38}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0235] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-7）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0236]

[化學式 63]



(G8-7)

[0237] 在通式中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{37}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為

6 至 13 的取代或未取代的芳基。

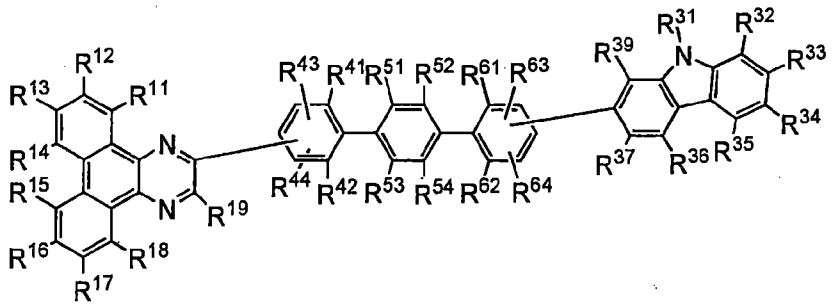
[0238] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位的以通式（G8-7）表示的雜環化合物。

[0239] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種 DBq 的取代位置為間位且咔唑基的取代位置為對位的以通式（G8-7）表示的雜環化合物。

[0240] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G8-8）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0241]

[化學式 64]



(G8-8)

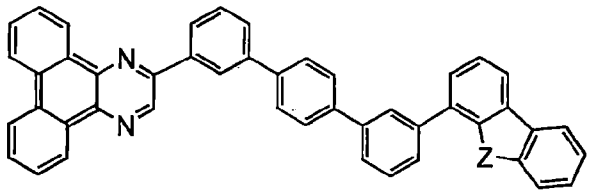
[0242] 在通式中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{37}、R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基，R^{31} 表示碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

[0243] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G9-1）表示的雜環化合物。從高 T1 能階、高載子

傳輸性、高耐熱性及高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0244]

[化學式65]



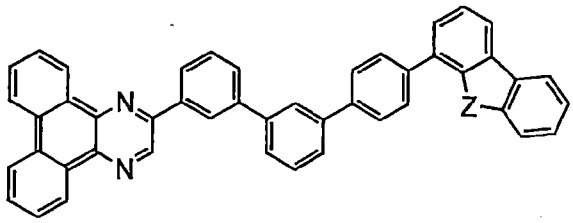
(G9-1)

[0245] 在通式中，Z表示氧或硫。

[0246] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G9-2）表示的雜環化合物。從高 T1 能階、高載子傳輸性、高耐熱性及高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0247]

[化學式66]



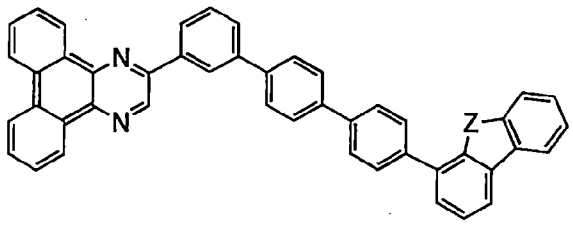
(G9-2)

[0248] 在通式中，Z表示氧或硫。

[0249] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G9-3）表示的雜環化合物。從高 T1 能階、高載子傳輸性、高耐熱性及高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0250]

[化學式 67]



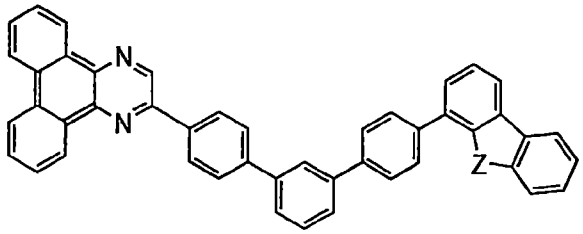
(G9-3)

[0251] 在通式中，Z 表示氧或硫。

[0252] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G9-4）表示的雜環化合物。從高 T1 能階、高載子傳輸性、高耐熱性及高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0253]

[化學式 68]



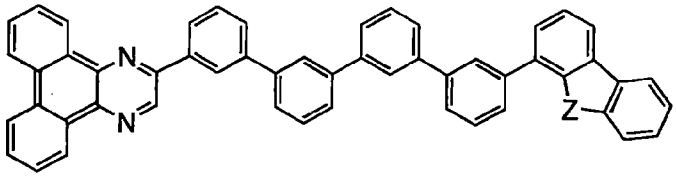
(G9-4)

[0254] 在通式中，Z 表示氧或硫。

[0255] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G9-5）表示的雜環化合物。從高 T1 能階、高載子傳輸性、高耐熱性及高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0256]

[化學式69]



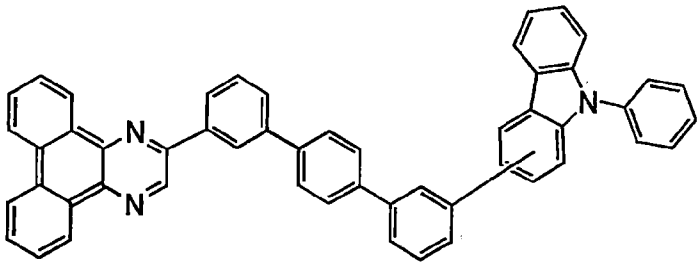
(G9-5)

[0257] 在通式中，Z表示氧或硫。

[0258] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G10-1）表示的雜環化合物。從高T1能階、高載子傳輸性、高耐熱性及高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0259]

[化學式70]

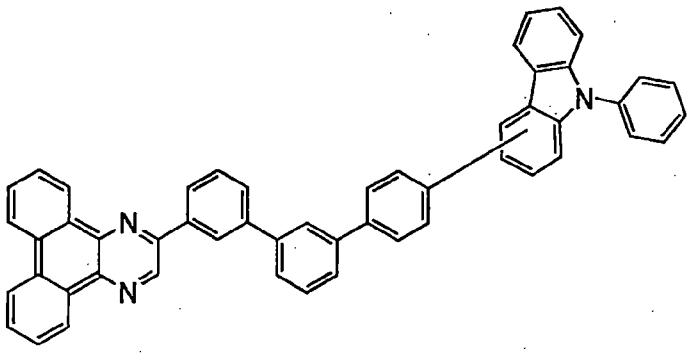


(G10-1)

[0260] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G10-2）表示的雜環化合物。從高T1能階、高載子傳輸性、高耐熱性及高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0261]

[化學式 71]

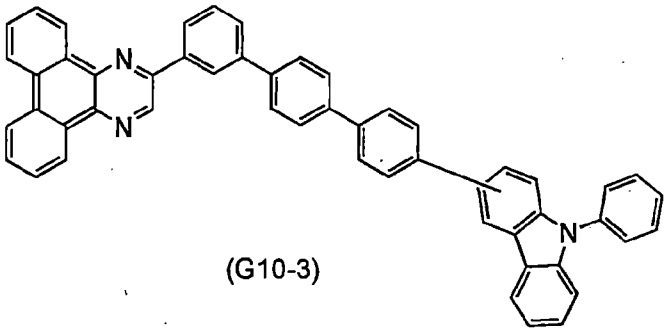


(G10-2)

[0262] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G10-3）表示的雜環化合物。從高 T1 能階、高載子傳輸性、高耐熱性及高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0263]

[化學式 72]

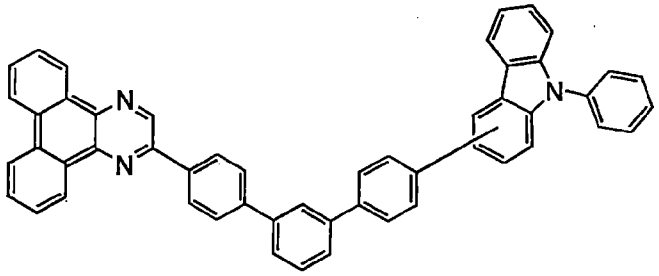


(G10-3)

[0264] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G10-4）表示的雜環化合物。從高載子傳輸性、高耐熱性及高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0265]

[化學式 73]

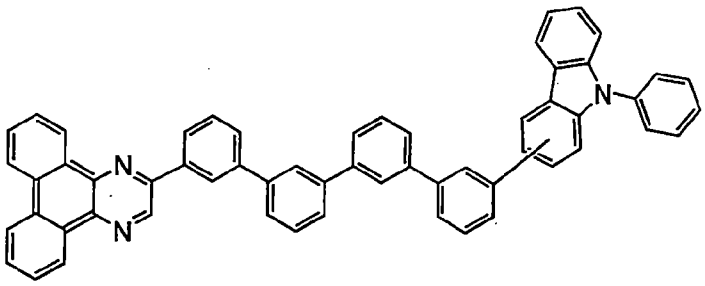


(G10-4)

[0266] 另外，本發明的其他一個實施方式是一種以通式（G10-5）表示的雜環化合物。從高 T1 能階、高載子傳輸性、高耐熱性及高可靠性的觀點來看，該雜環化合物是有用的。

[0267]

[化學式 74]

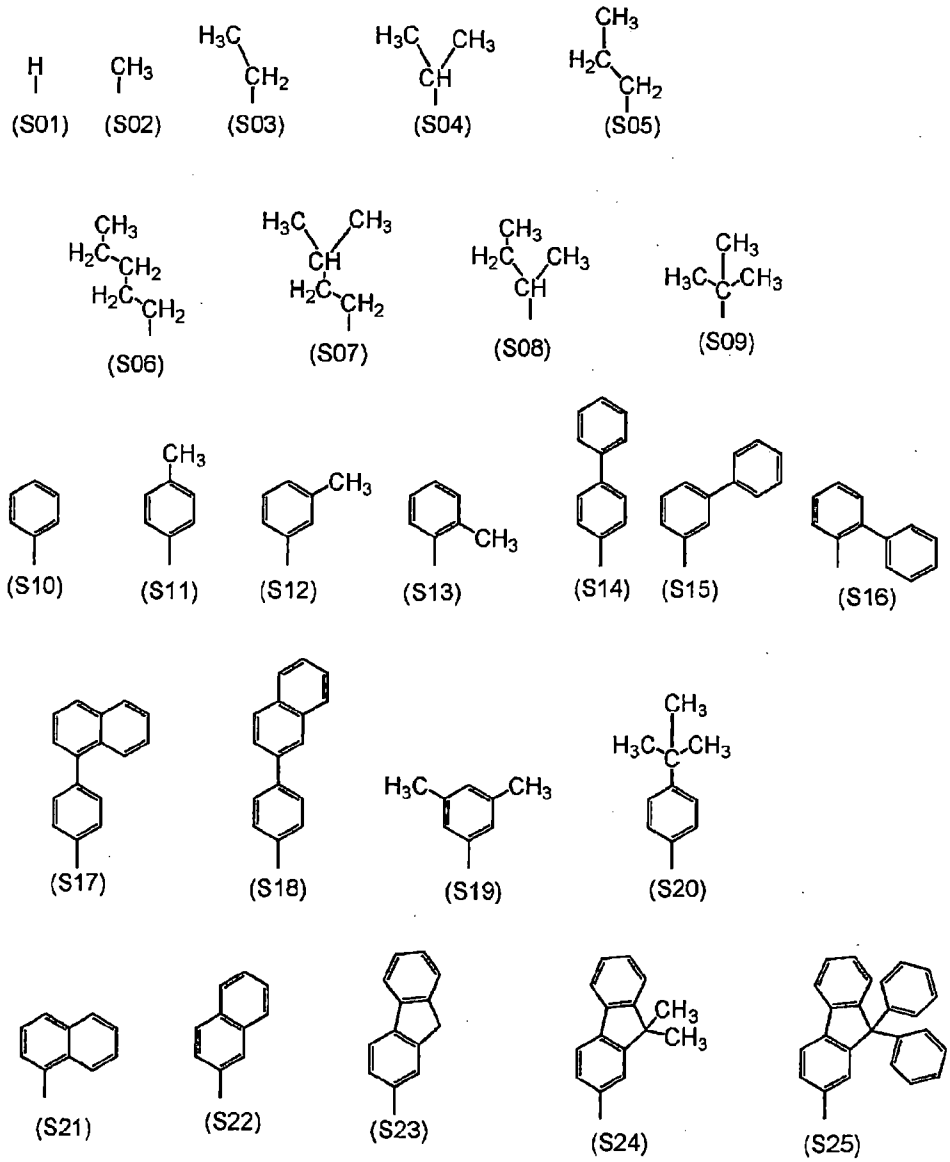


(G10-5)

[0268] 以下，示出本發明的一個實施方式的雜環化合物所具有的取代基的例子。例如，下述式（S01）至式（S25）是 R^{11} 至 R^{19}、R^{21} 至 R^{27}、R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 的具體例子，下述式（S02）至式（S25）是 R^{31} 的具體例子。另外，下述式（S31）至式（S46）示出 Ar^1 至 Ar^4 的例子。注意，本發明的一個實施方式不侷限於以下的例子。

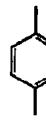
[0269]

[化學式 75]



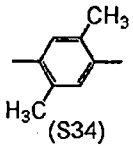
[0270]

[化學式 76]

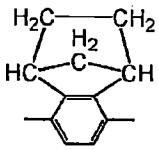

(S31)


(S32)

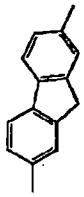

(S33)

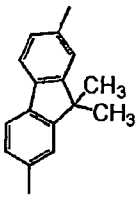


(S34)

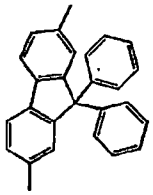


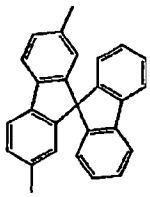
(S35)

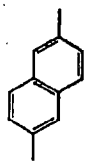

(S36)

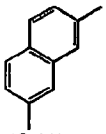


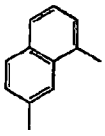
(S37)

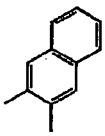

(S38)

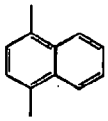

(S39)

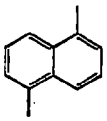

(S40)

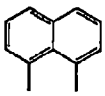

(S41)


(S42)


(S43)


(S44)

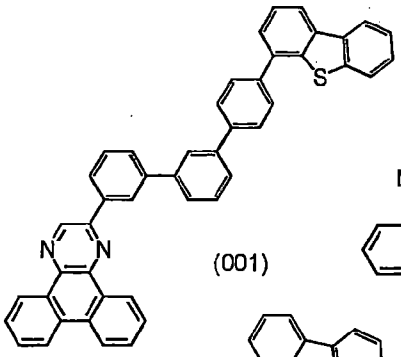

(S45)


(S46)

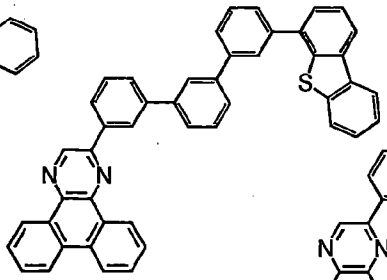
[0271] 以下，示出本發明的一個實施方式的雜環化合物的具體結構。注意，本發明的一個實施方式的雜環化合物不侷限於以下的例子。

[0272]

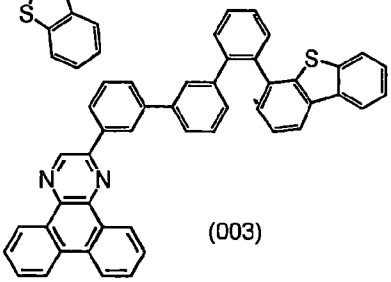
[化學式 77]



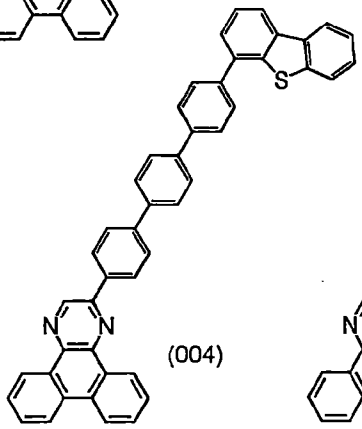
(001)



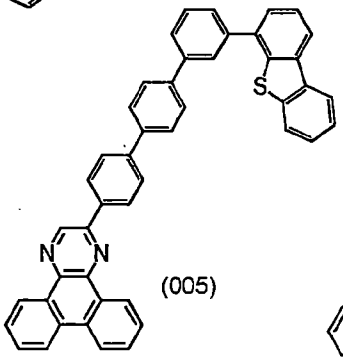
(002)



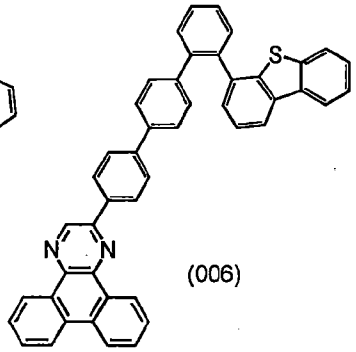
(003)



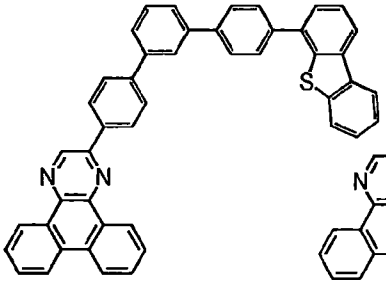
(004)



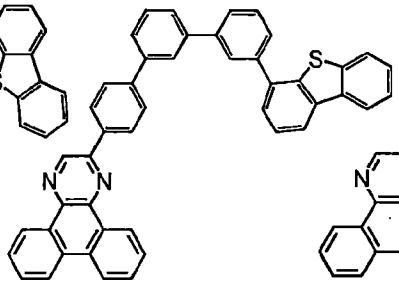
(005)



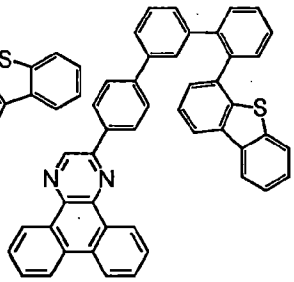
(006)



(007)



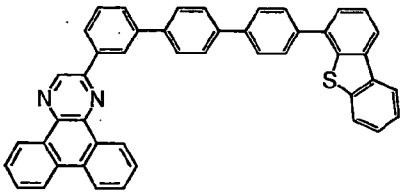
(008)



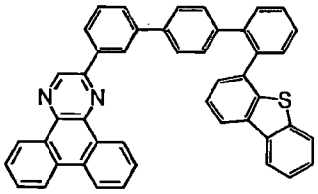
(009)

[0273]

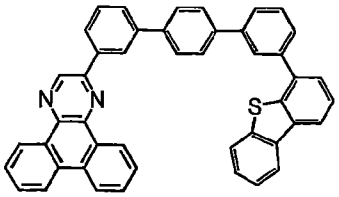
[化學式 78]



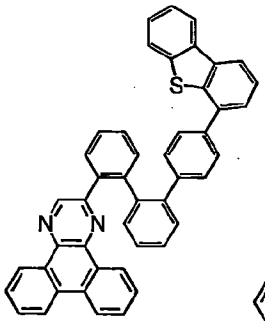
(010)



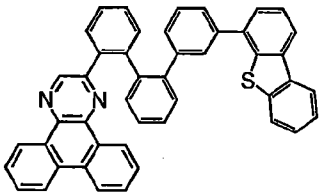
(011)



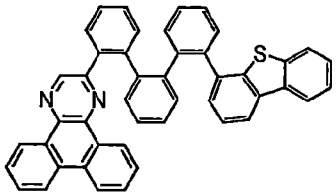
(012)



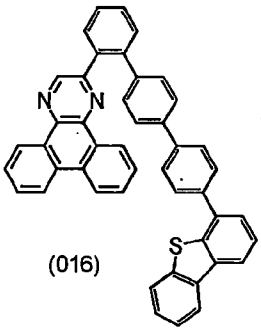
(013)



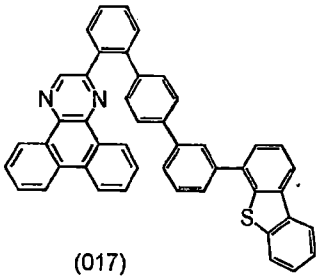
(014)



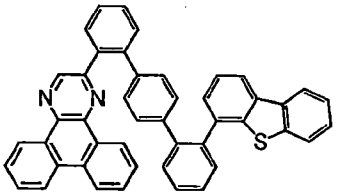
(015)



(016)



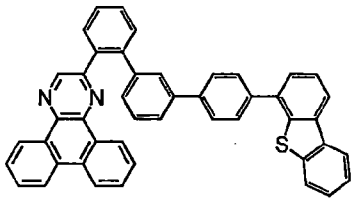
(017)



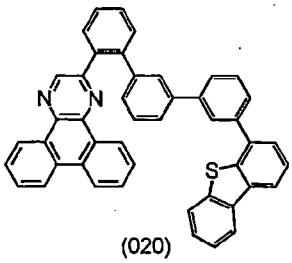
(018)

[0274]

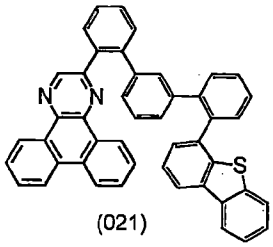
[化學式 79]



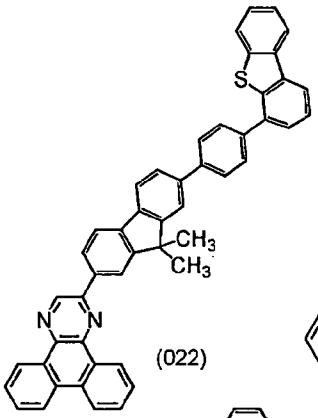
(019)



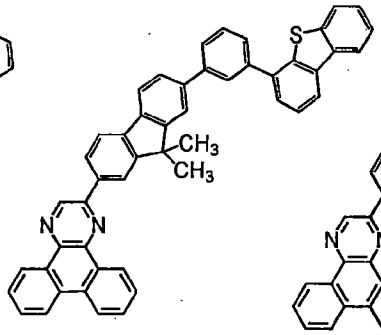
(020)



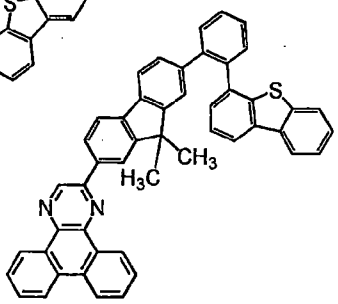
(021)



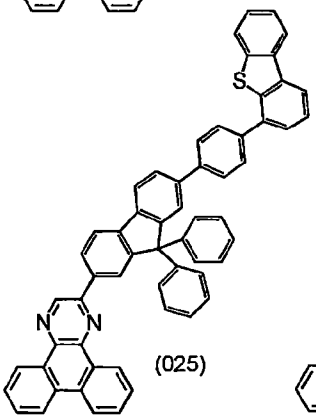
(022)



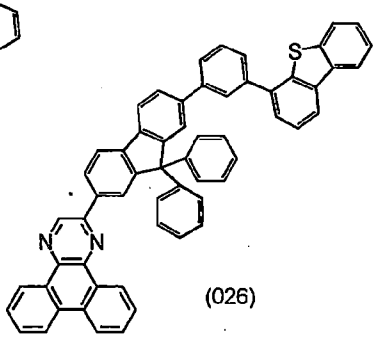
(023)



(024)



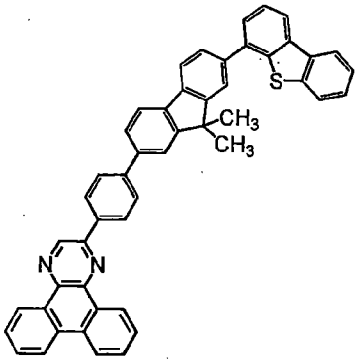
(025)



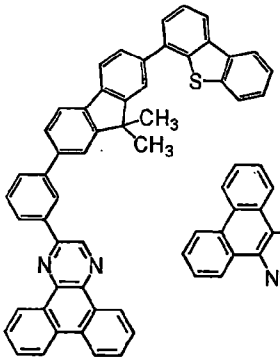
(026)

[0275]

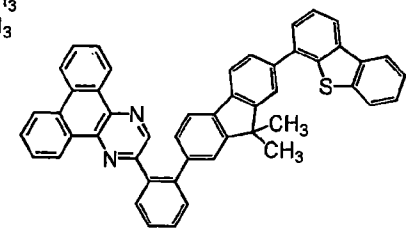
[化學式 80]



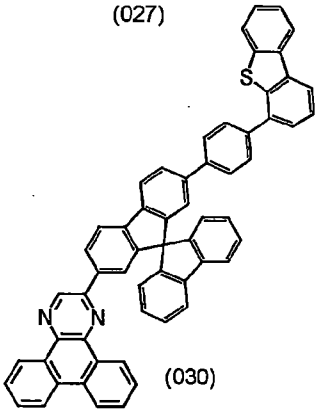
(027)



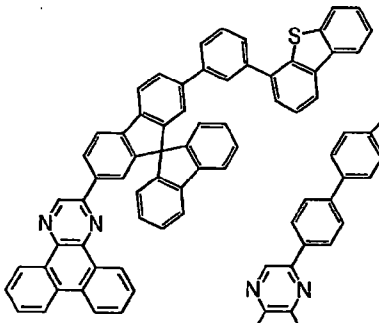
(028)



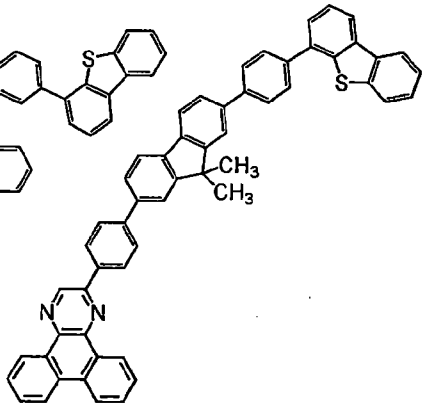
(029)



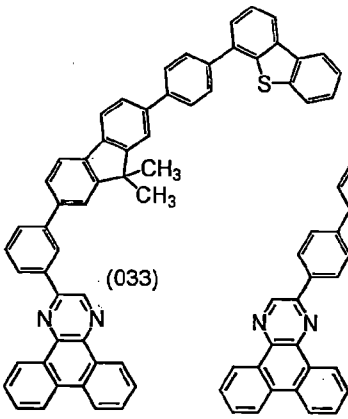
(030)



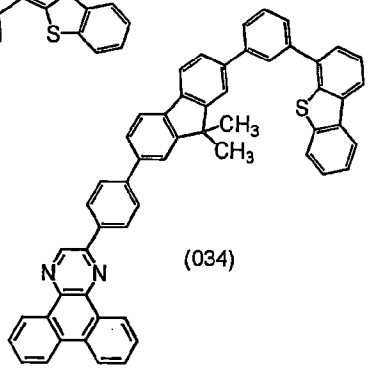
(031)



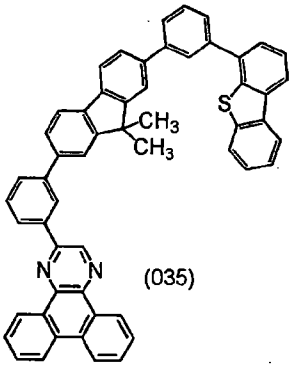
(032)



(033)



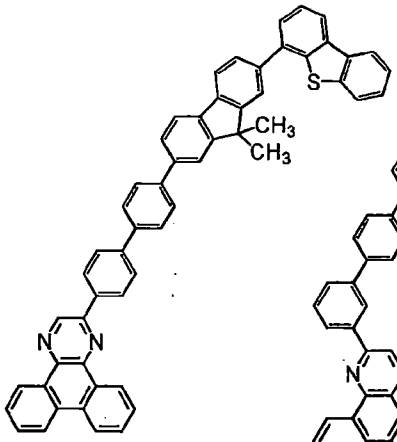
(034)



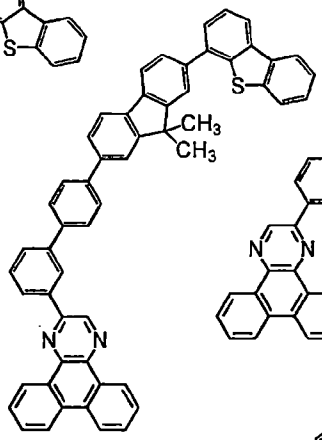
(035)

[0276]

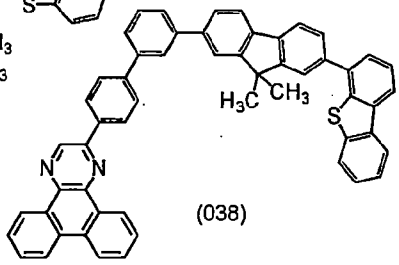
[化學式 81]



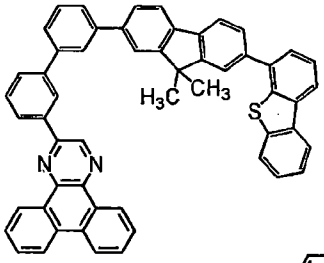
(036)



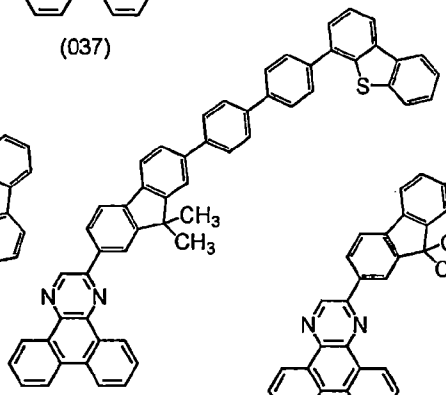
(037)



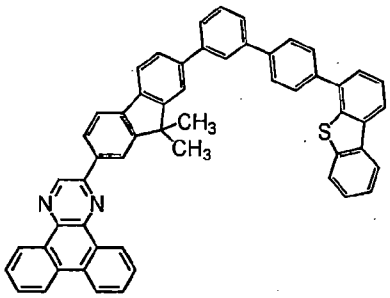
(038)



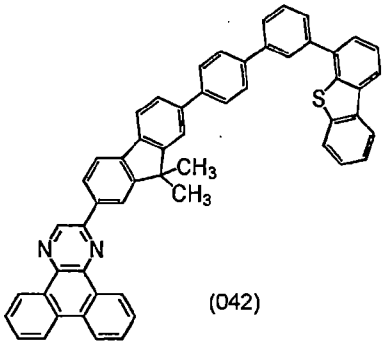
(039)



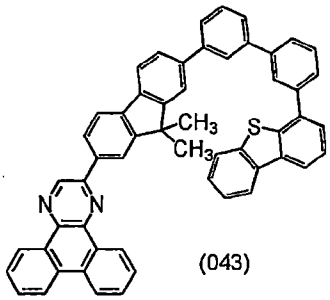
(040)



(041)



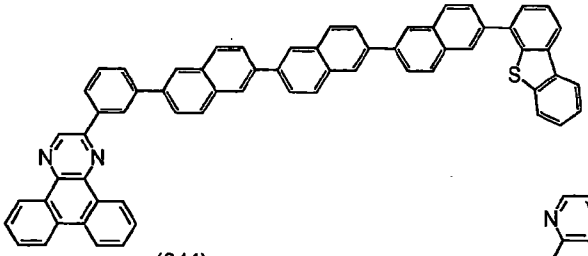
(042)



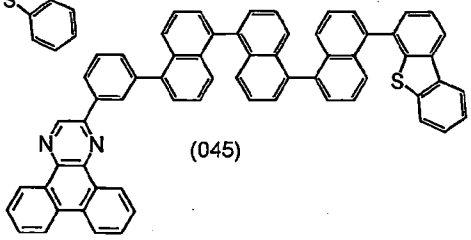
(043)

[0277]

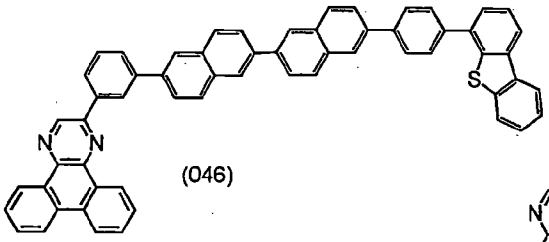
[化學式 82]



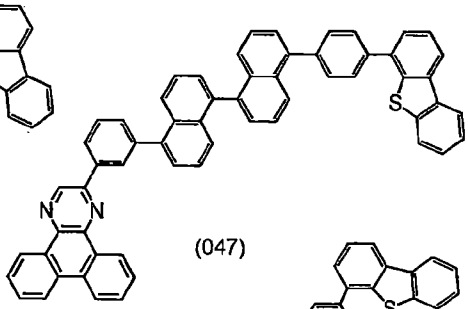
(044)



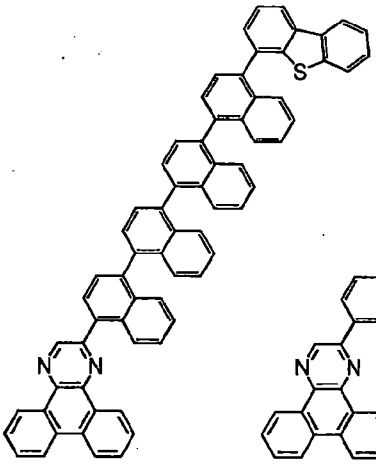
(045)



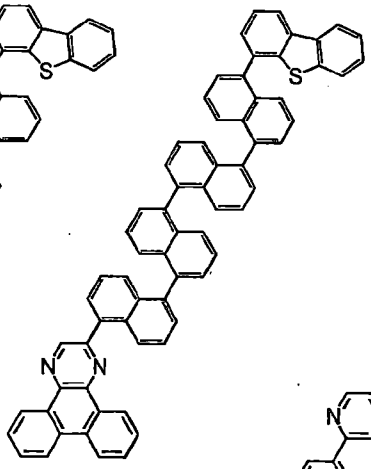
(046)



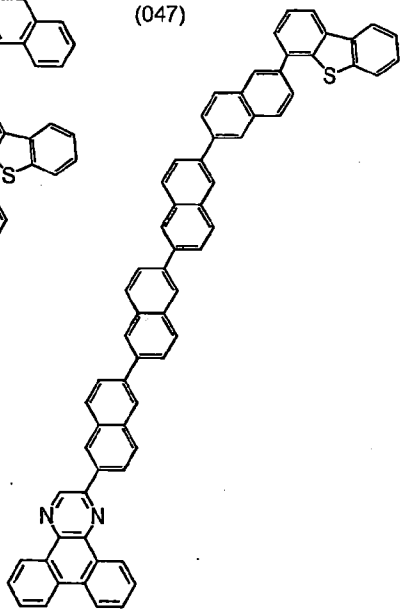
(047)



(048)



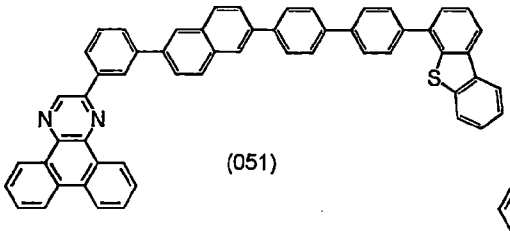
(049)



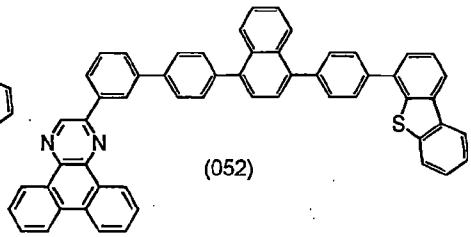
(050)

[0278]

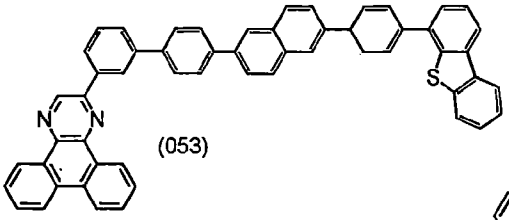
[化學式 83]



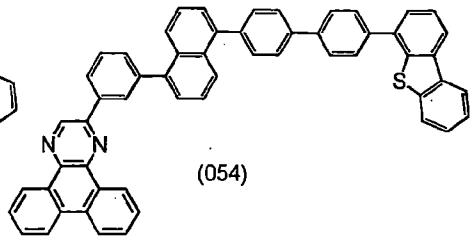
(051)



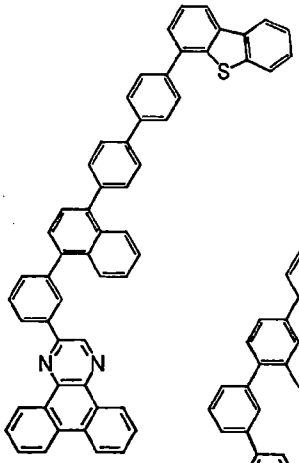
(052)



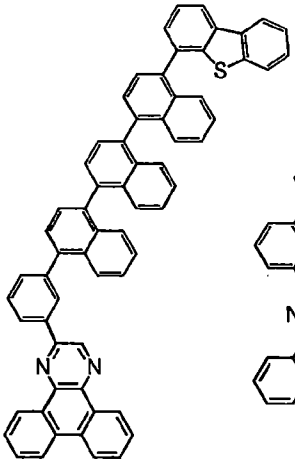
(053)



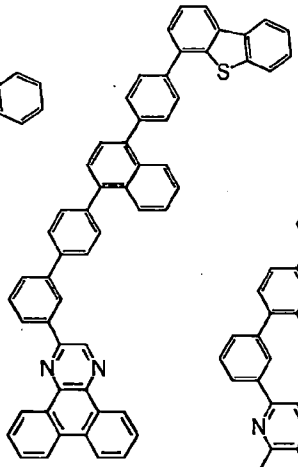
(054)



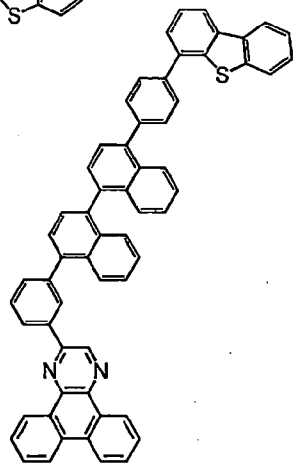
(055)



(057)



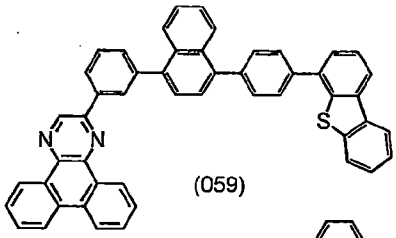
(056)

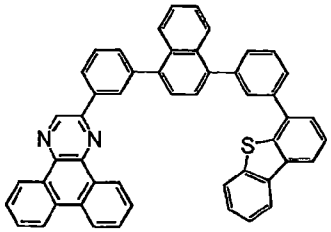


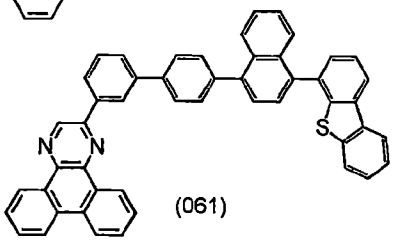
(058)

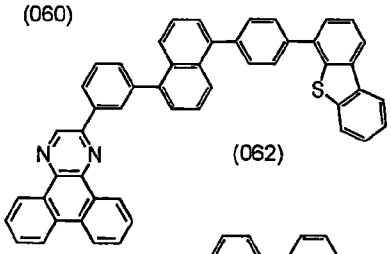
[0279]

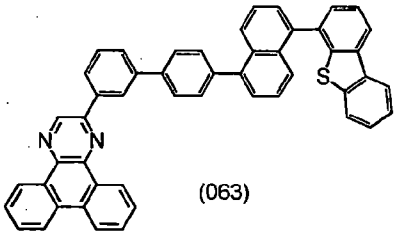
[化學式 84]

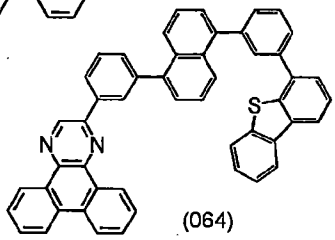

(059)

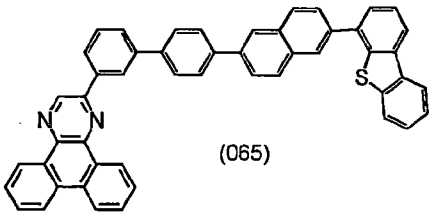

(060)

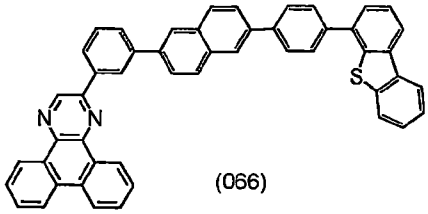

(061)

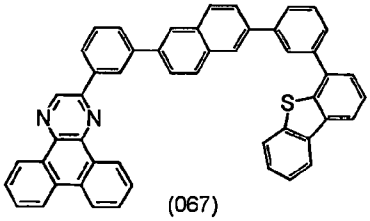

(062)


(063)


(064)

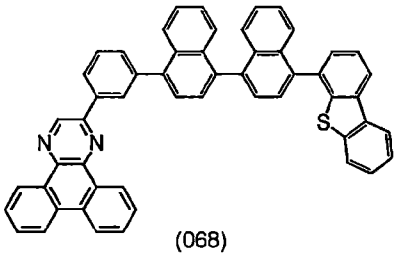

(065)

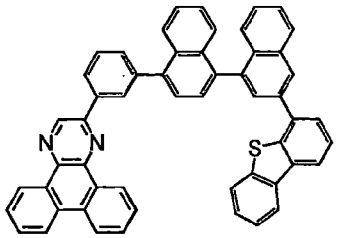

(066)

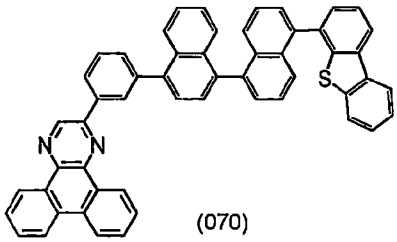

(067)

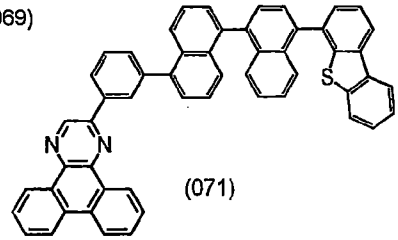
[0280]

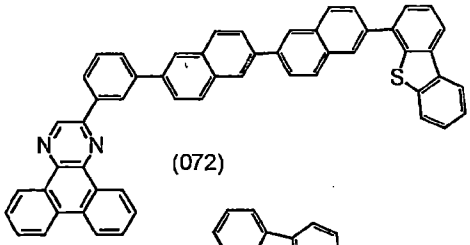
[化學式 85]

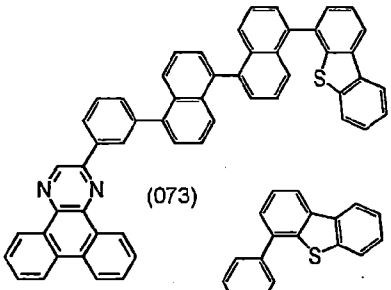

(068)

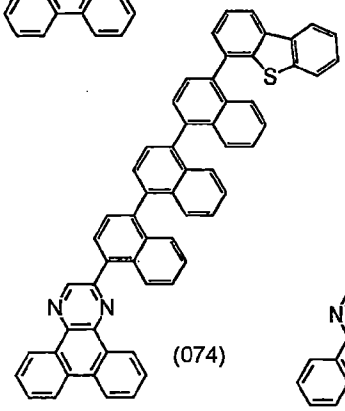

(069)

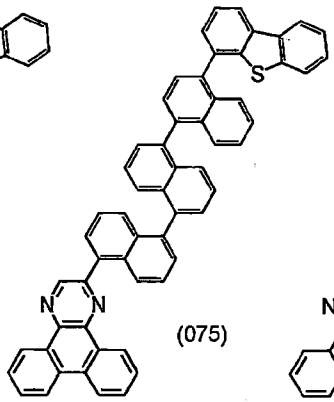

(070)

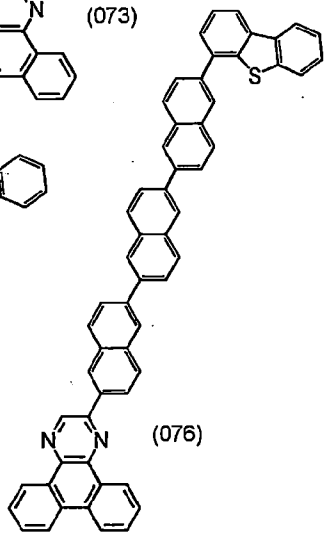

(071)


(072)


(073)

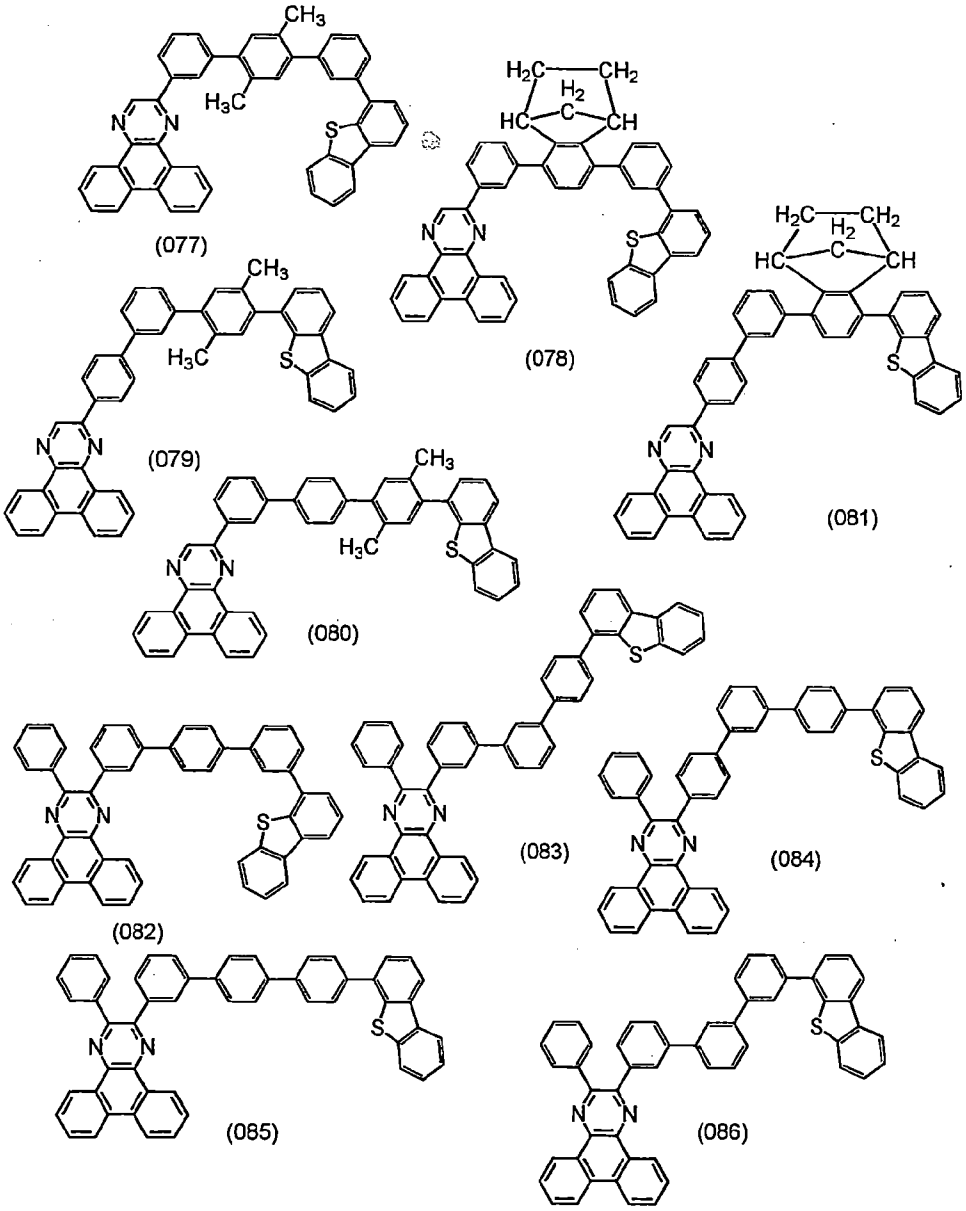

(074)


(075)


(076)

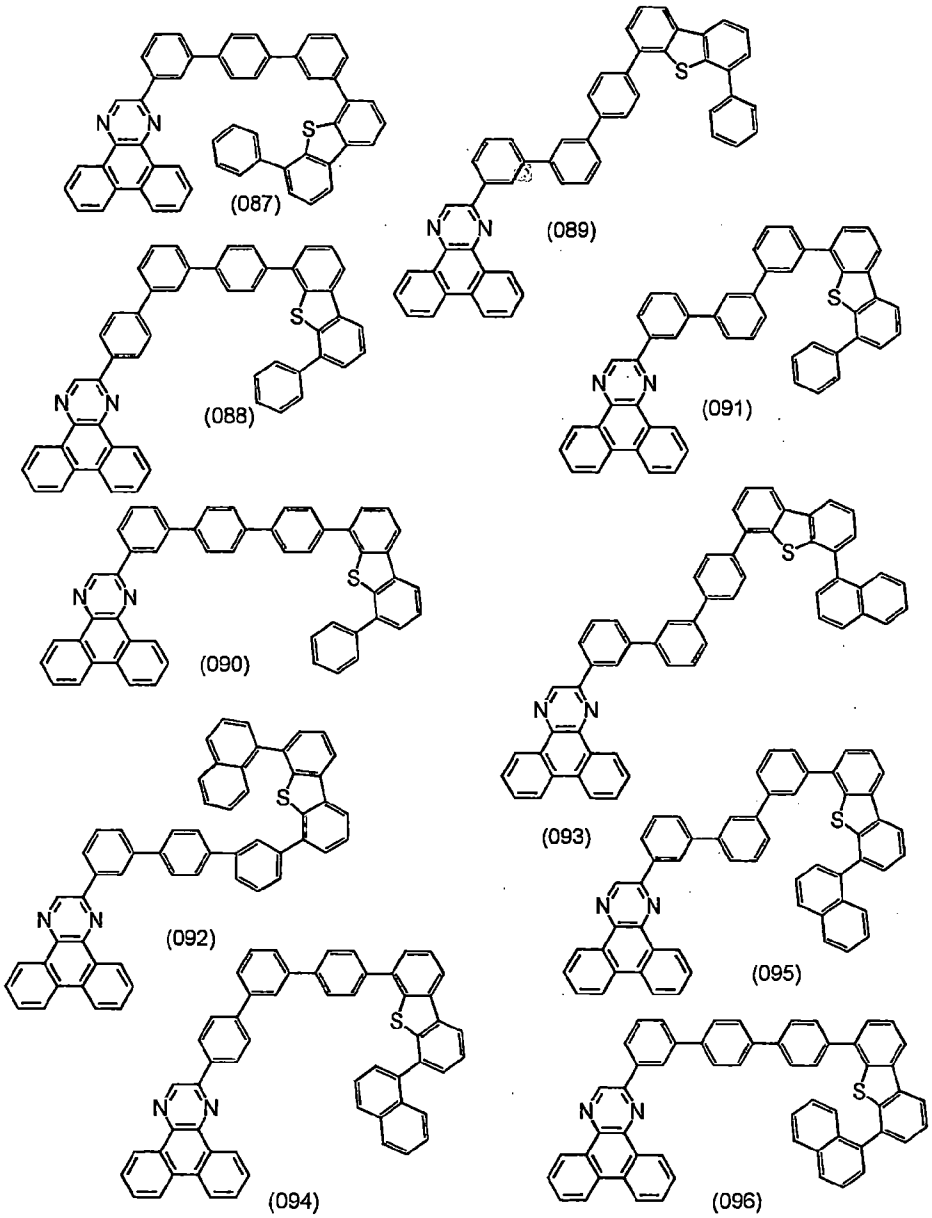
[0281]

[化學式 86]



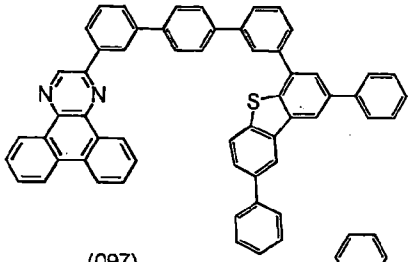
[0282]

[化學式 87]

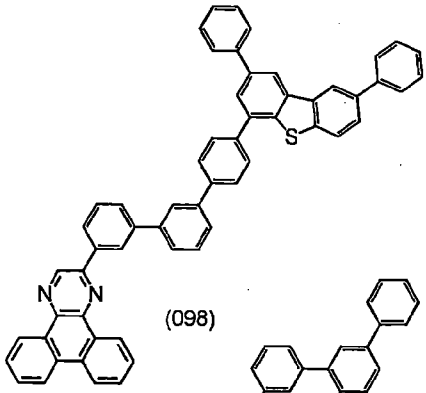


[0283]

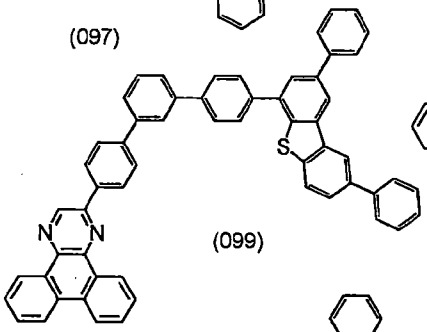
[化學式 88]



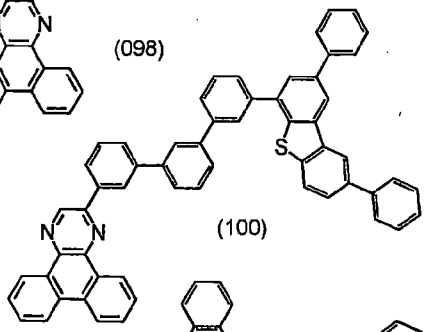
(097)



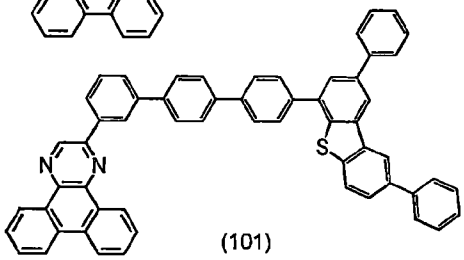
(098)



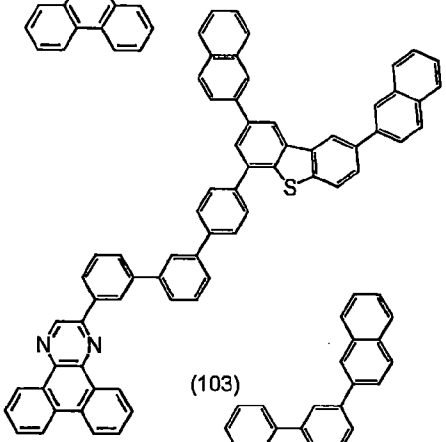
(099)



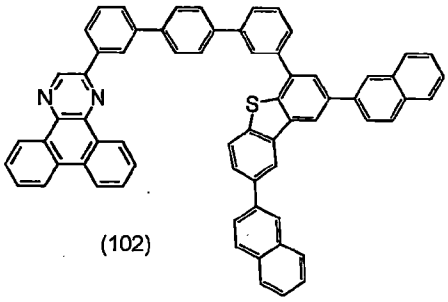
(100)



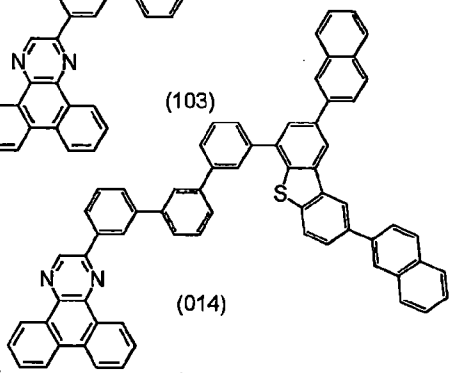
(101)



(103)



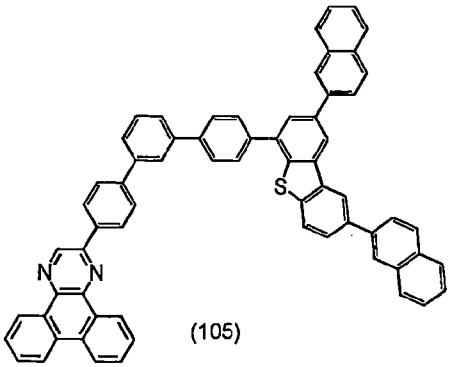
(102)

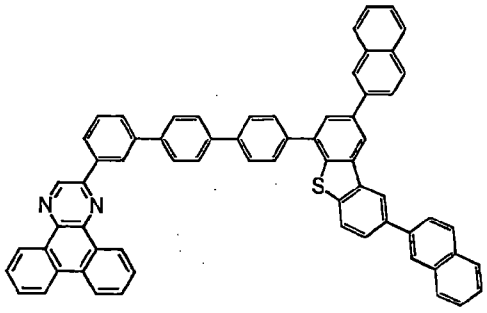


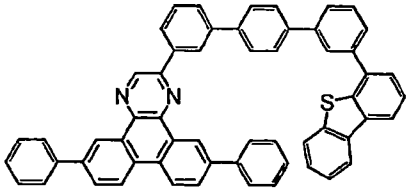
(014)

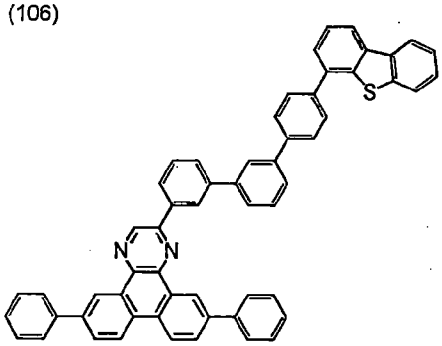
[0284]

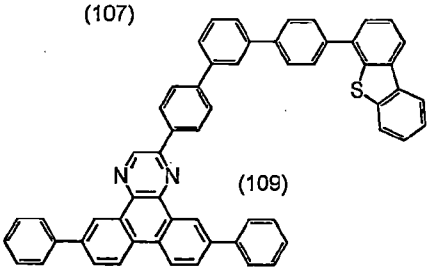
[化學式 89]

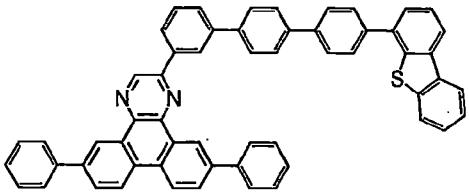

(105)

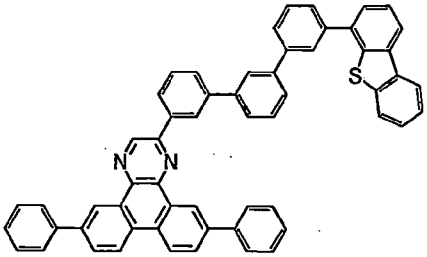

(106)


(107)


(108)

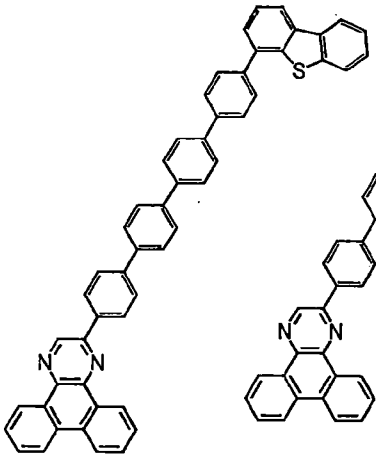

(109)


(110)

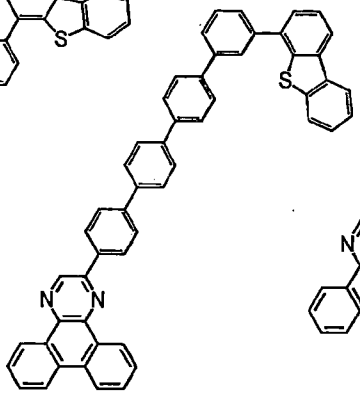

(111)

[0285]

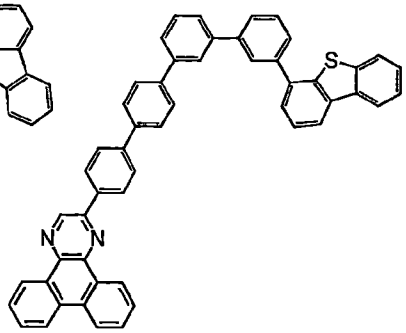
[化學式 90]



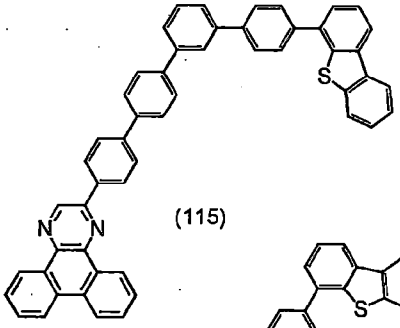
(112)



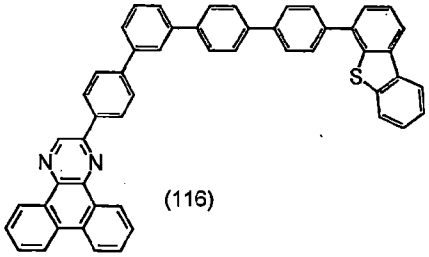
(113)



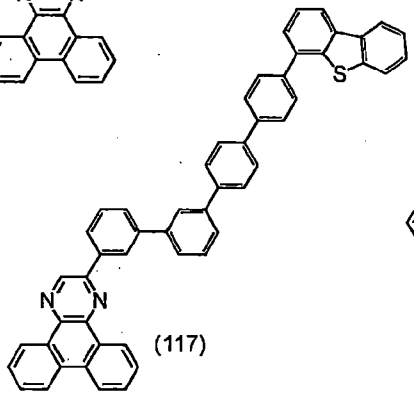
(114)



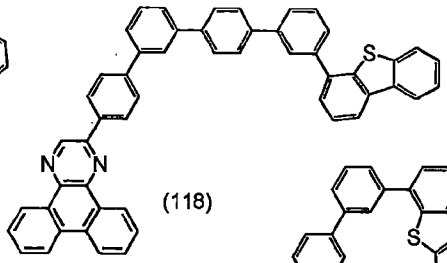
(115)



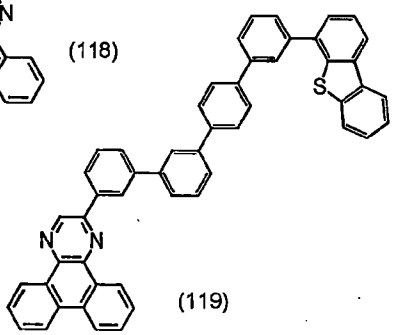
(116)



(117)



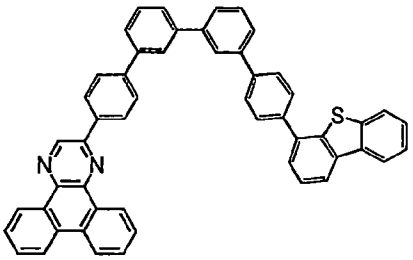
(118)

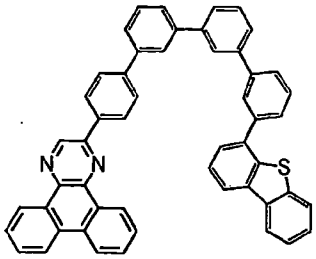


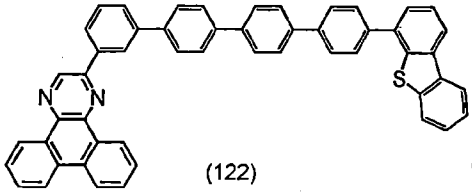
(119)

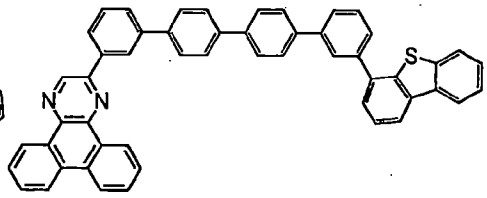
[0286]

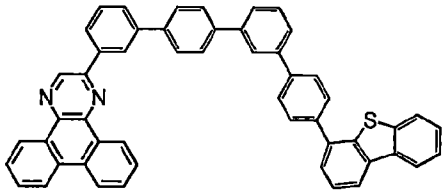
[化學式91]

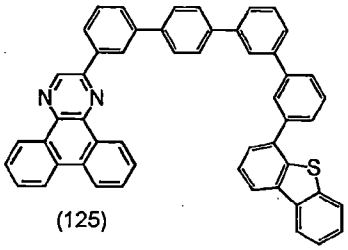

(120)

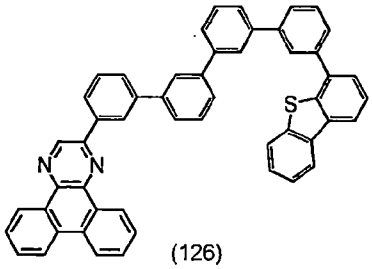

(121)

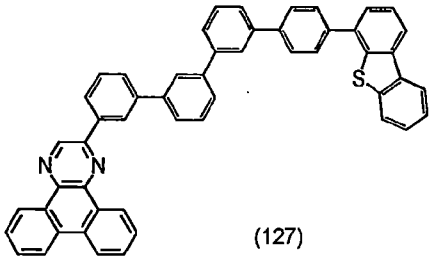

(122)


(123)


(124)

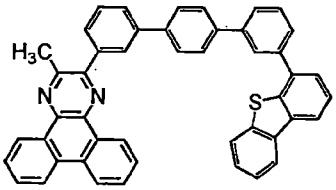

(125)


(126)

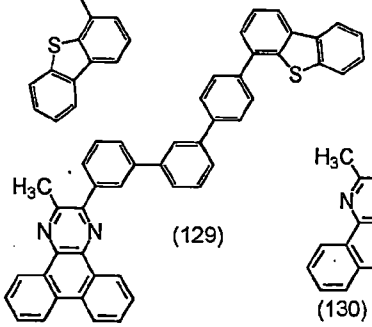

(127)

[0287]

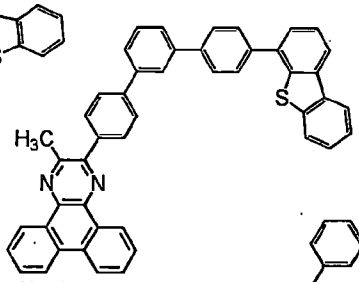
[化學式 92]



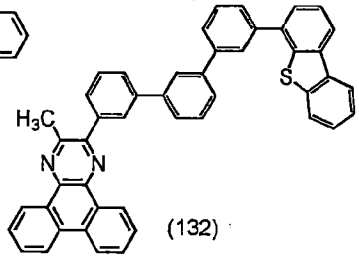
(128)



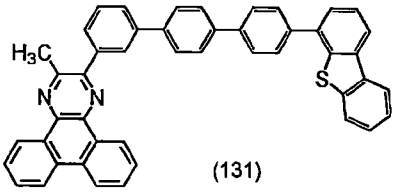
(129)



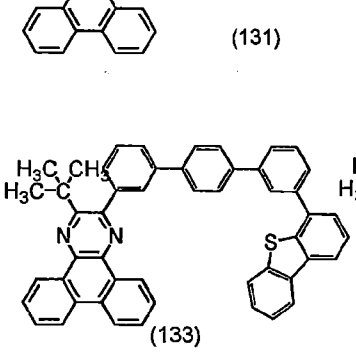
(130)



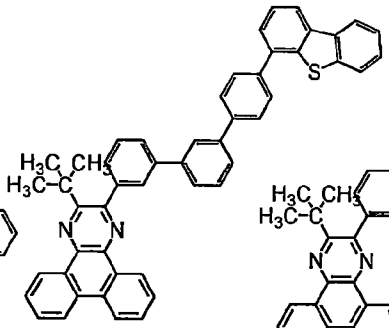
(132)



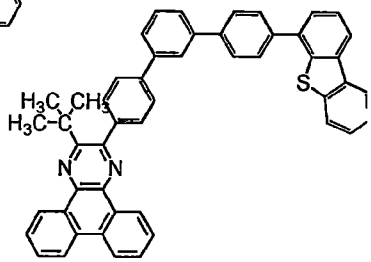
(131)



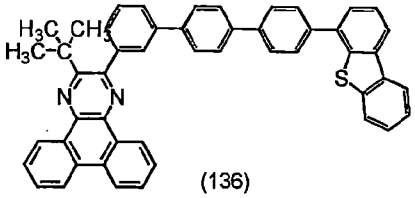
(133)



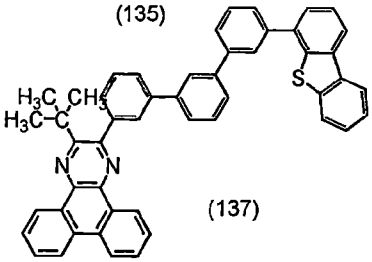
(134)



(135)



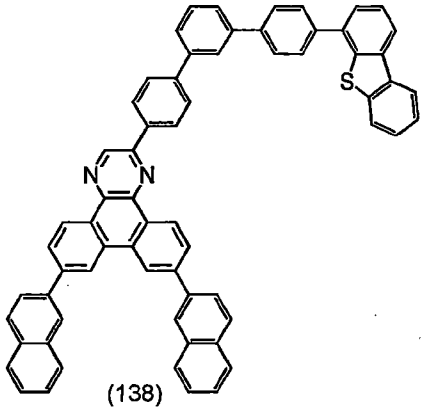
(136)



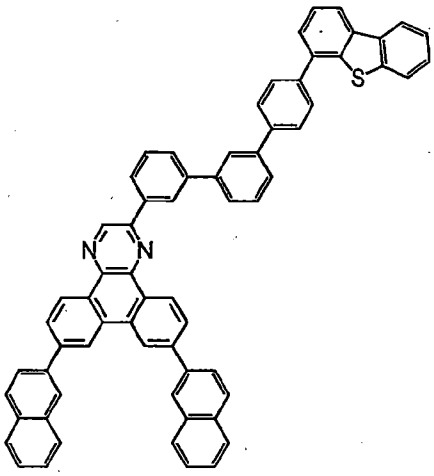
(137)

[0288]

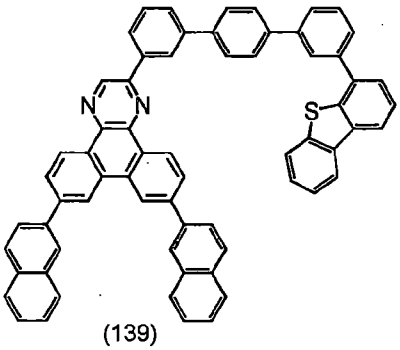
[化學式 93]



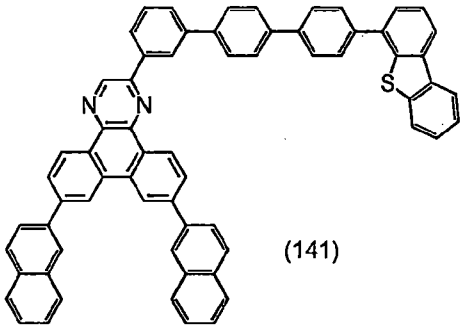
(138)



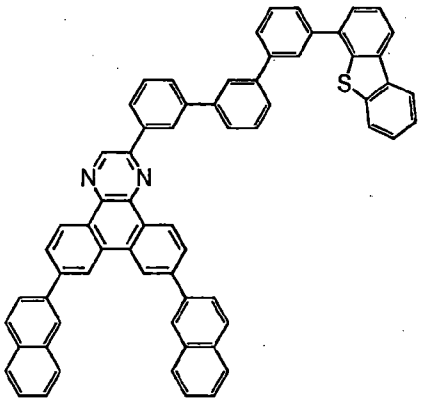
(140)



(139)



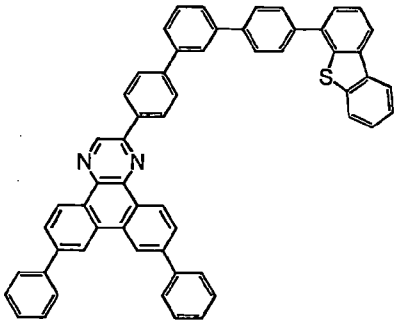
(141)



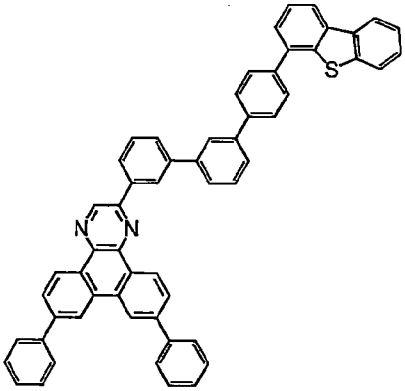
(142)

[0289]

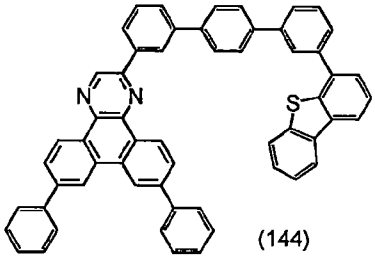
[化學式 94]



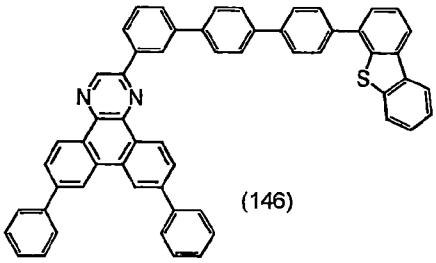
(143)



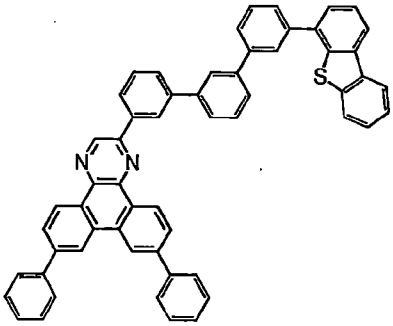
(145)



(144)



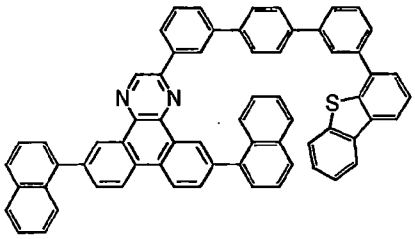
(146)



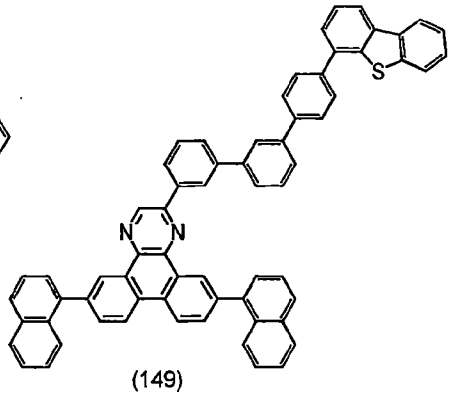
(147)

[0290]

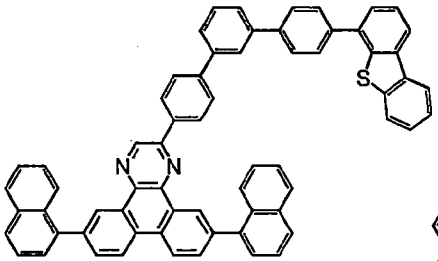
[化學式 95]



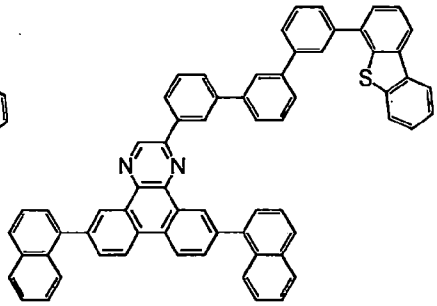
(148)



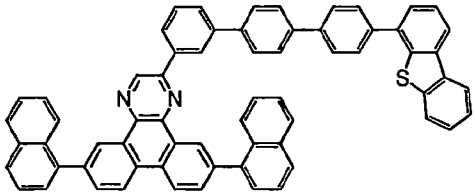
(149)



(150)



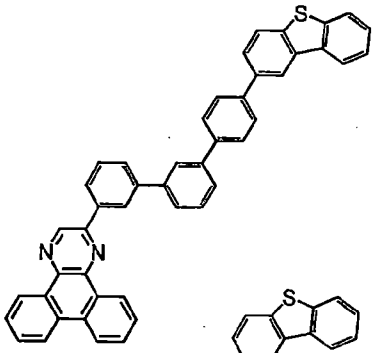
(151)



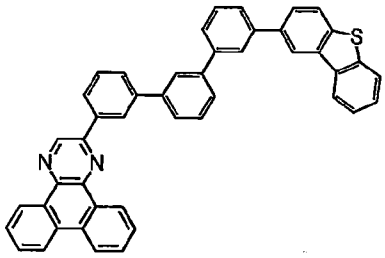
(152)

[0291]

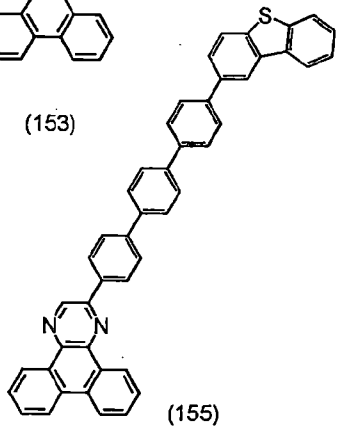
[化學式96]



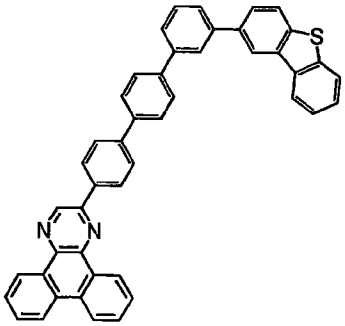
(153)



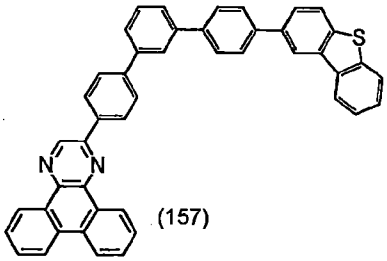
(154)



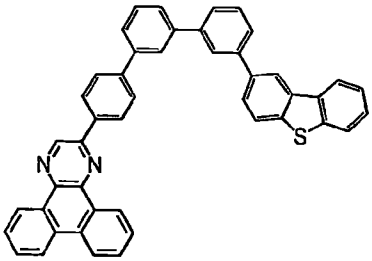
(155)



(156)



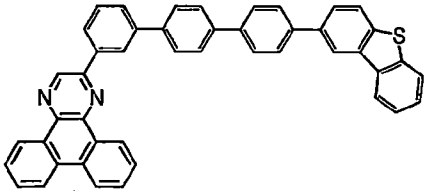
(157)



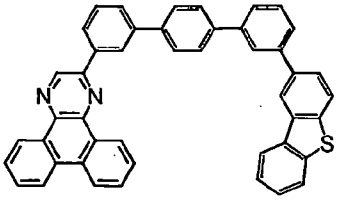
(158)

[0292]

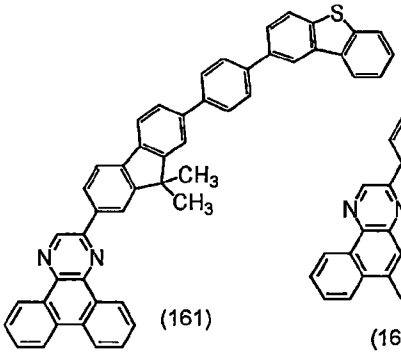
[化學式 97]



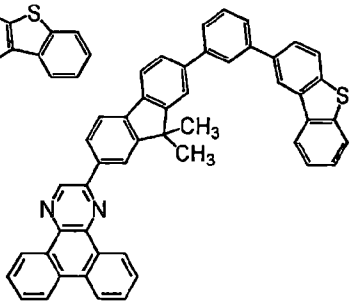
(159)



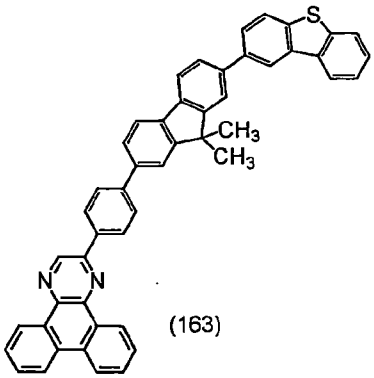
(1609



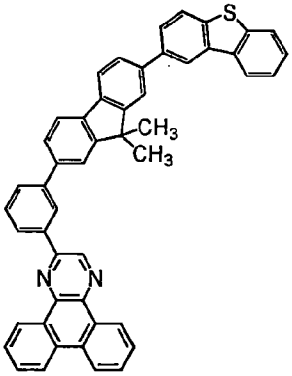
(161)



(162)



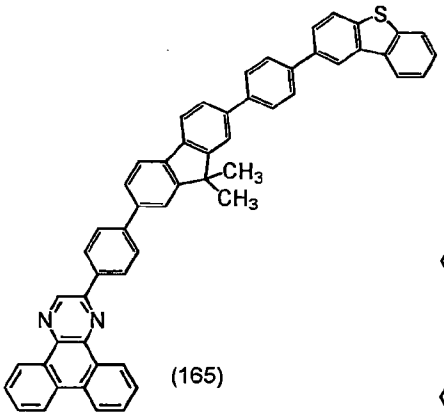
(163)



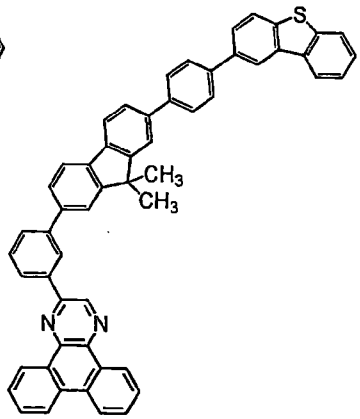
(164)

[0293]

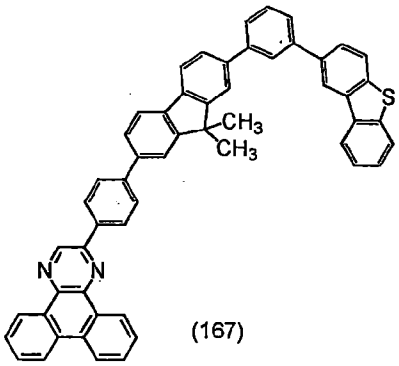
[化學式 98]



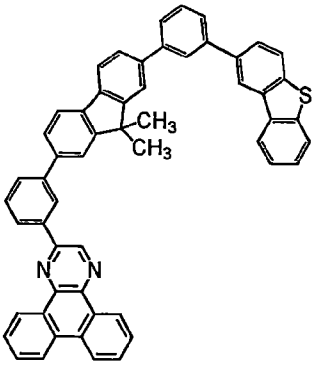
(165)



(166)



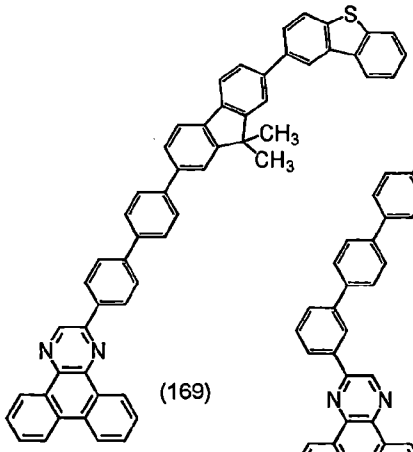
(167)

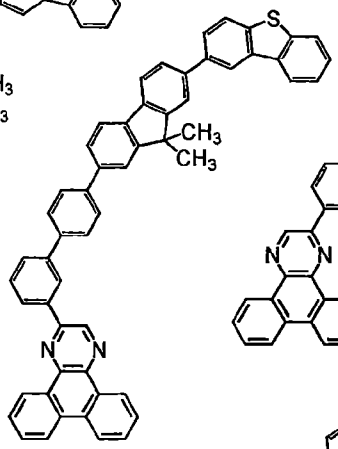


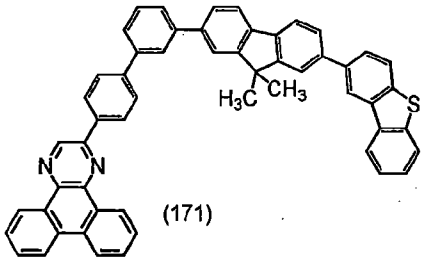
(168)

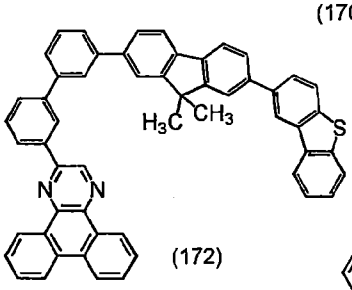
[0294]

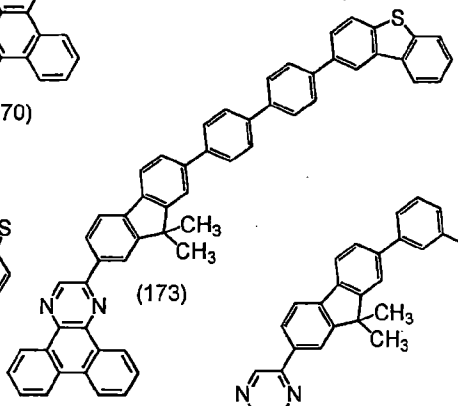
[化學式 99]

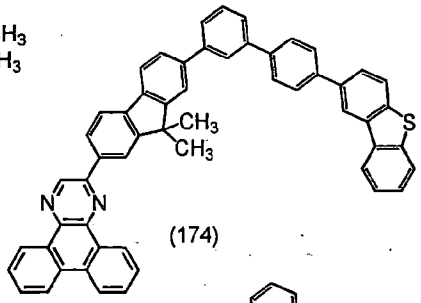

(169)

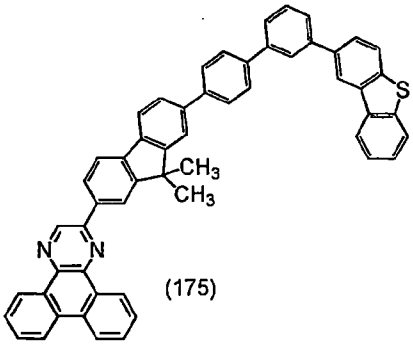

(170)

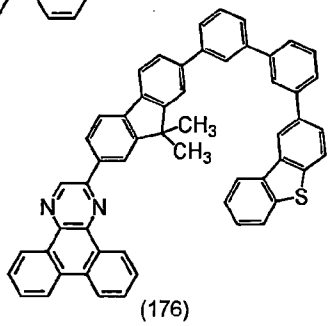

(171)


(172)


(173)

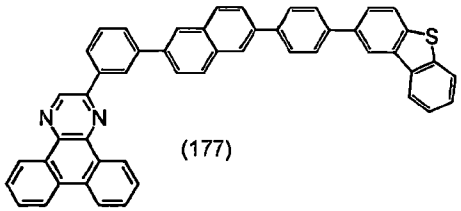

(174)

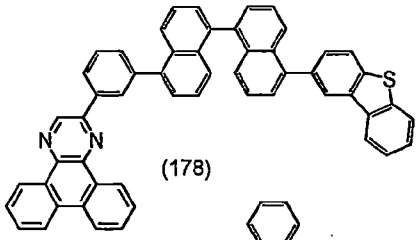

(175)

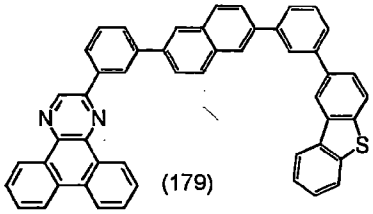

(176)

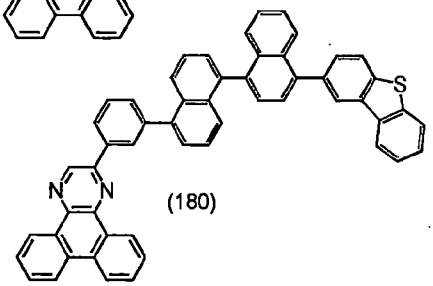
[0295]

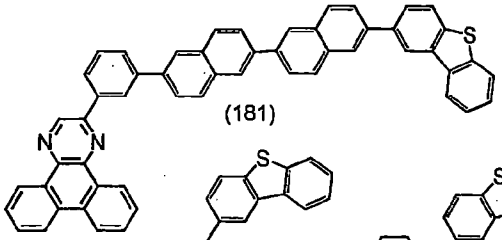
[化學式 100]

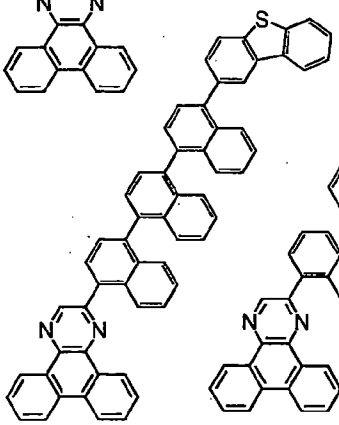

(177)

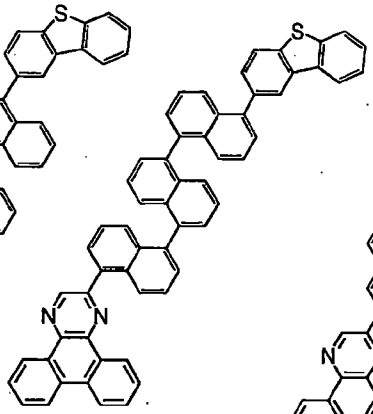

(178)

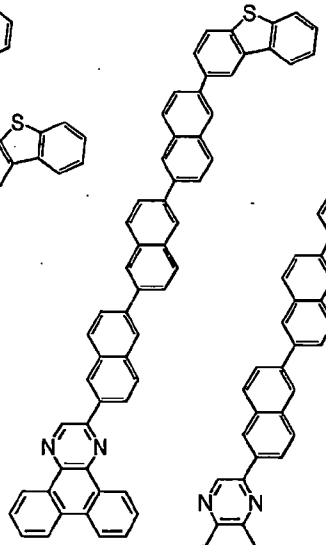

(179)

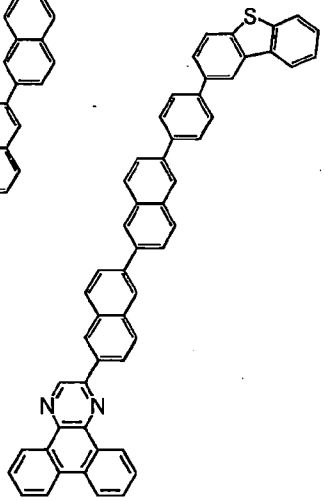

(180)


(181)


(182)

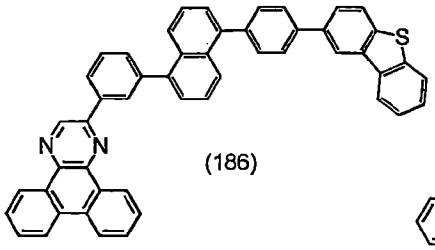

(183)

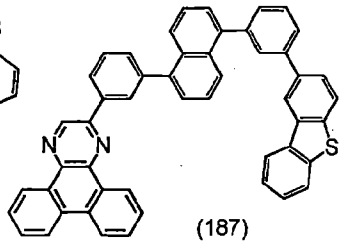

(184)

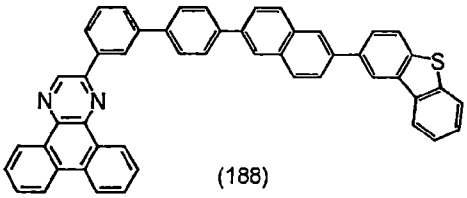

(185)

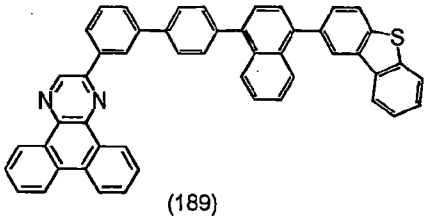
[0296]

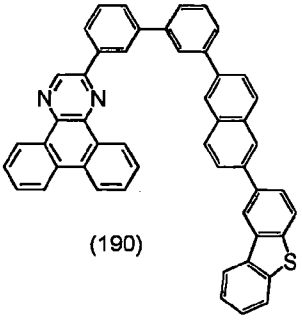
[化學式 101]

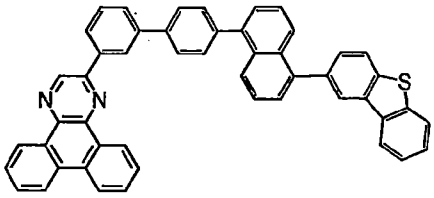

(186)

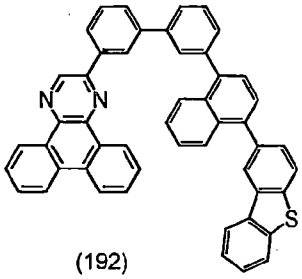

(187)

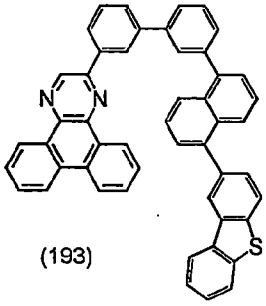

(188)


(189)


(190)

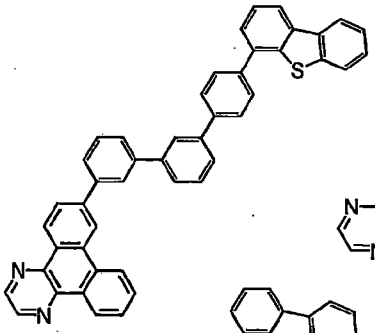

(191)


(192)

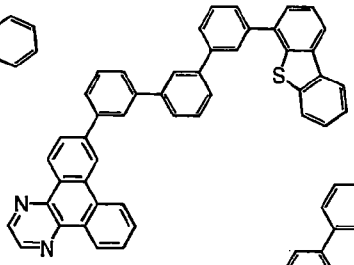

(193)

[0297]

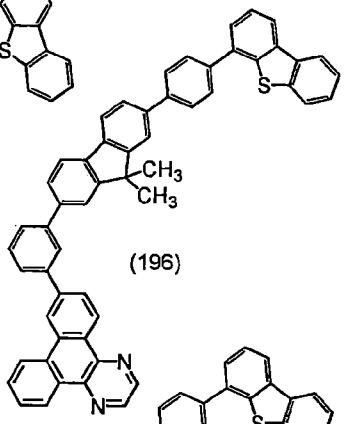
[化學式 102]



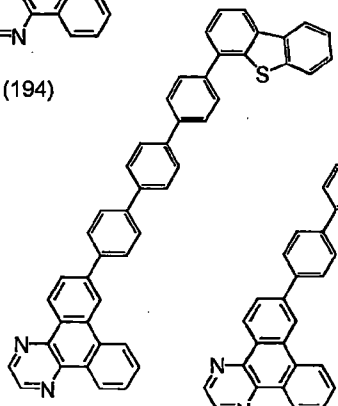
(194)



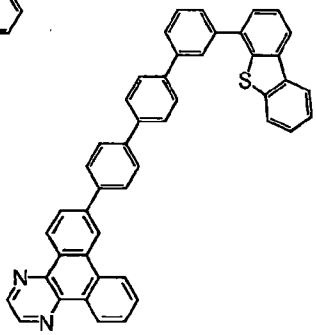
(195)



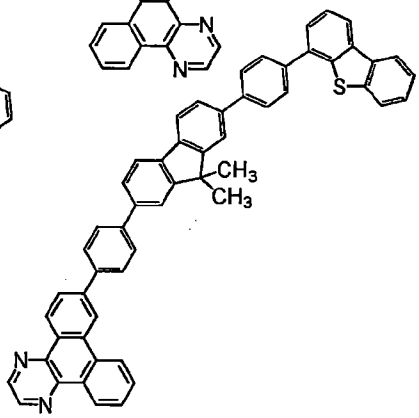
(196)



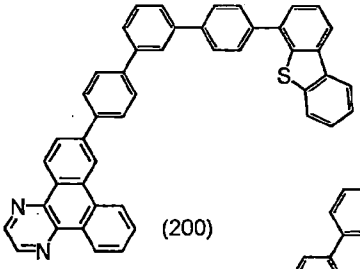
(197)



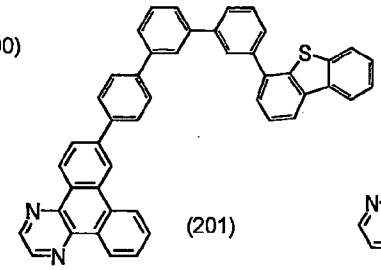
(198)



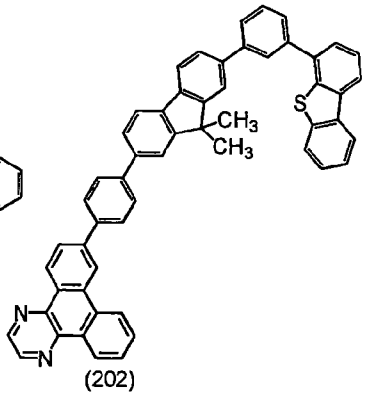
(199)



(200)



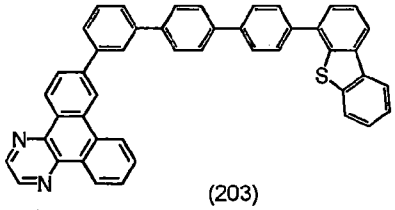
(201)

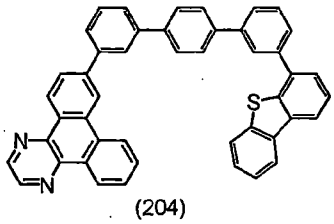


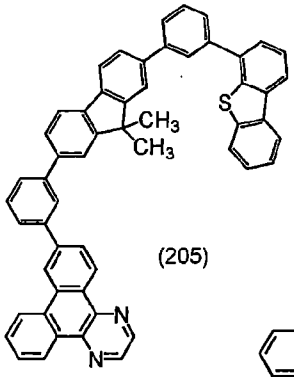
(202)

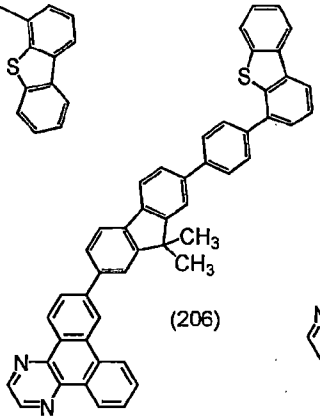
[0298]

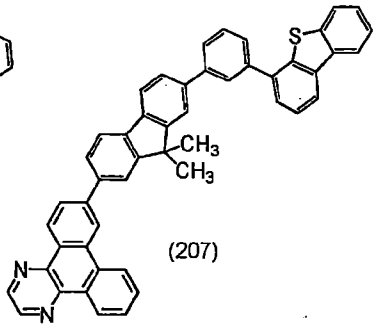
[化學式 103]

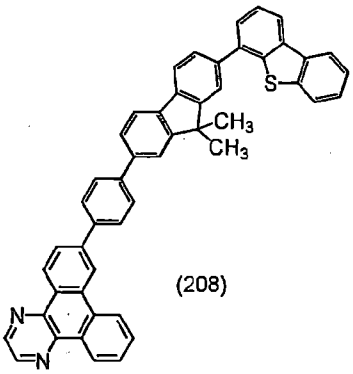

(203)

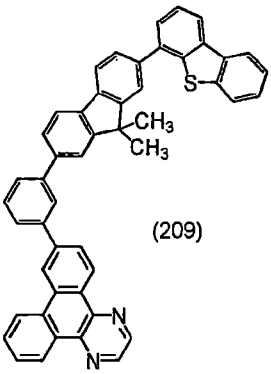

(204)


(205)


(206)

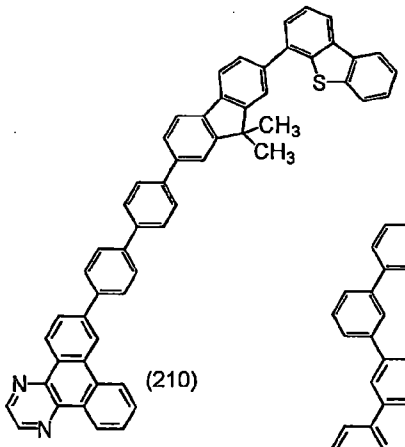

(207)


(208)

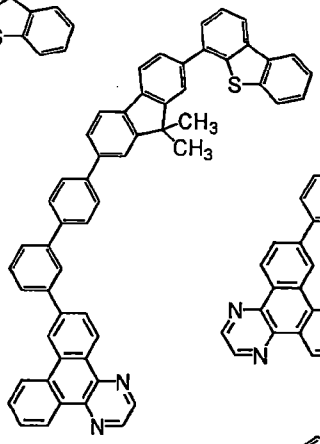

(209)

[0299]

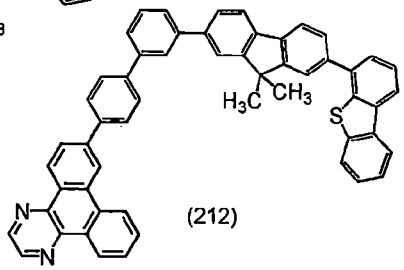
[化學式 104]



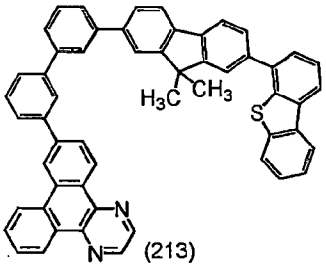
(210)



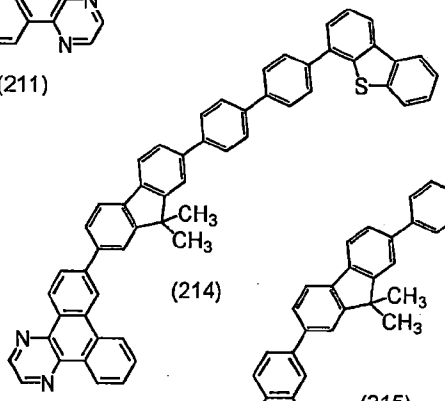
(211)



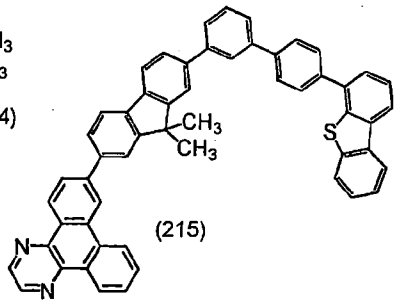
(212)



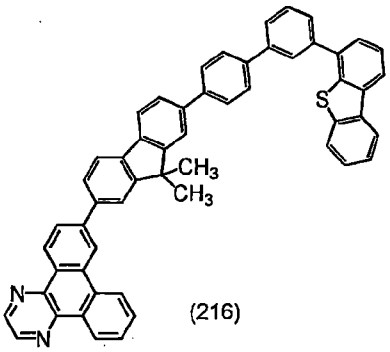
(213)



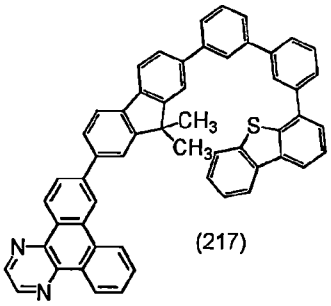
(214)



(215)



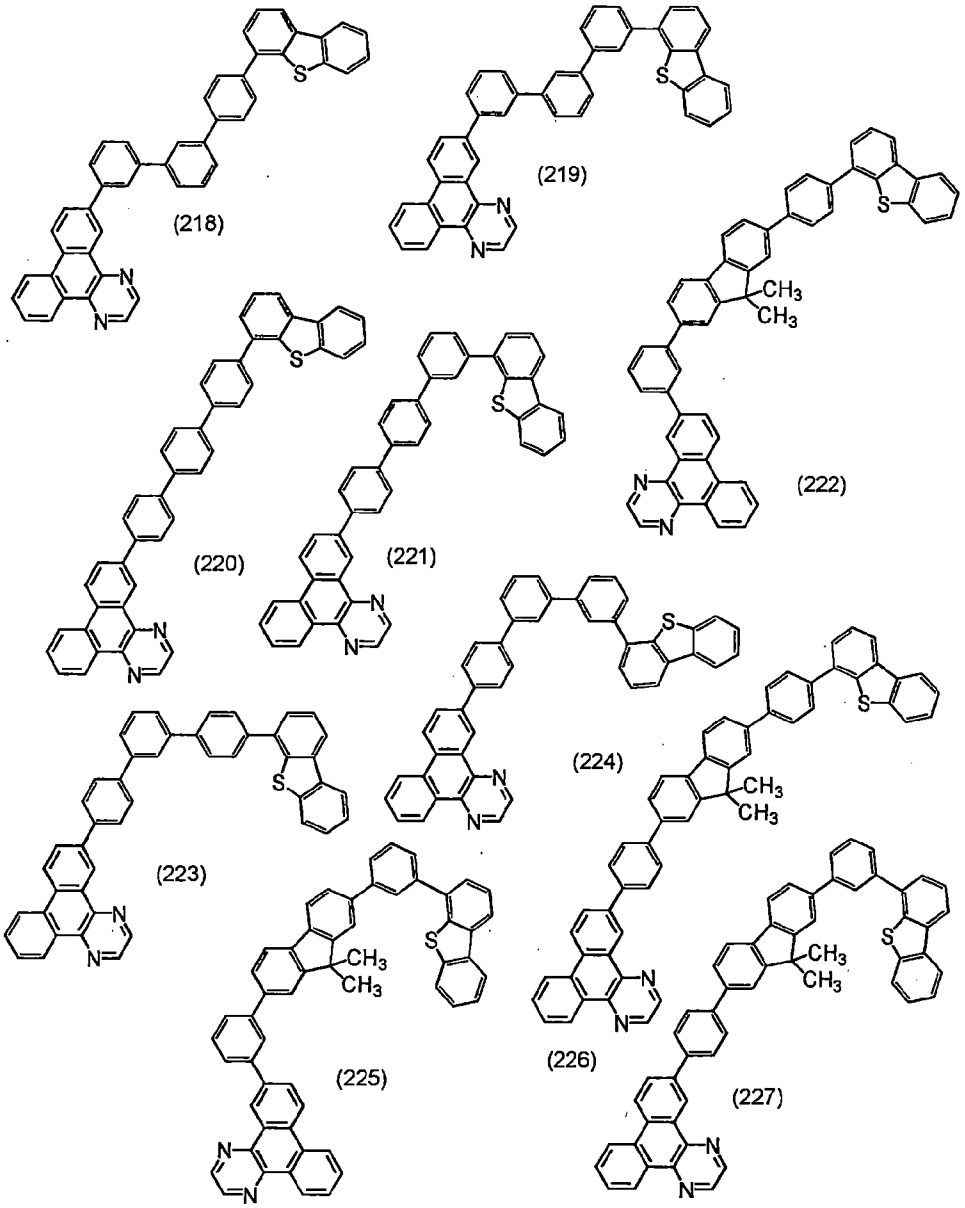
(216)



(217)

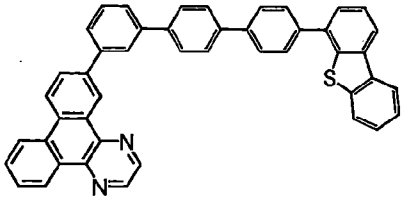
[0300]

[化學式 105]

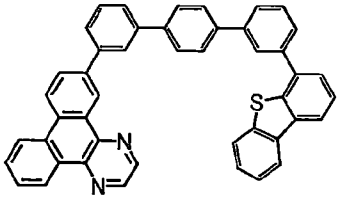


[0301]

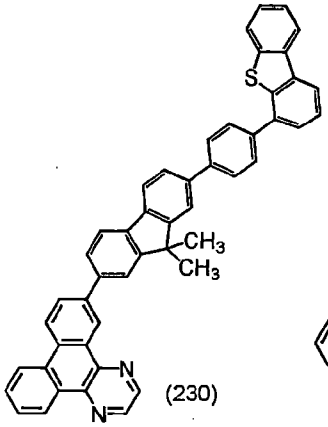
[化學式 106]



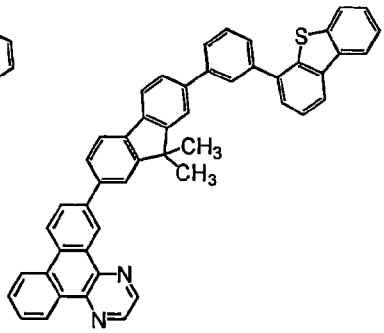
(228)



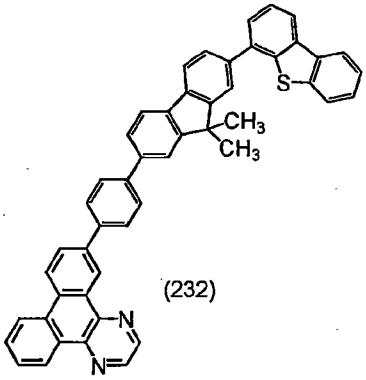
(229)



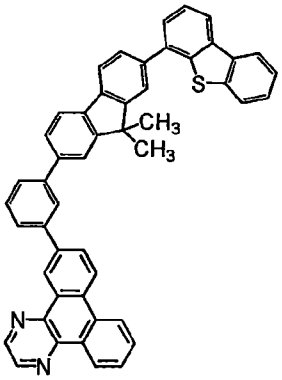
(230)



(231)



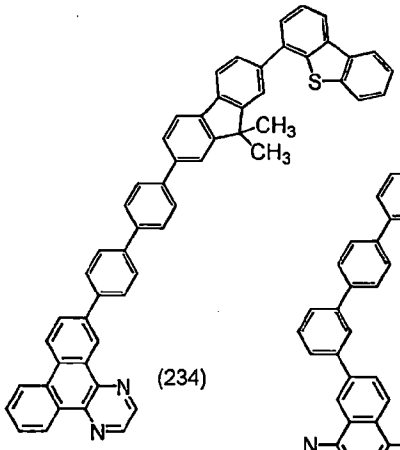
(232)

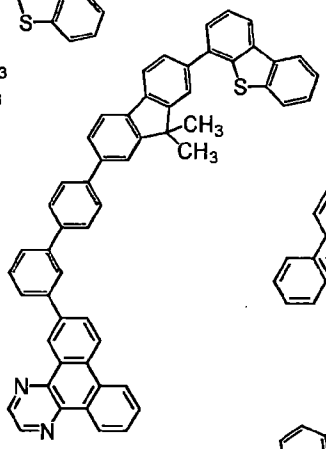


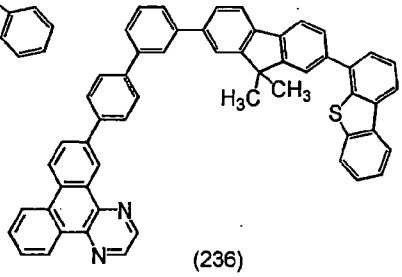
(233)

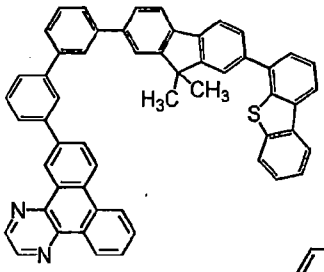
[0302]

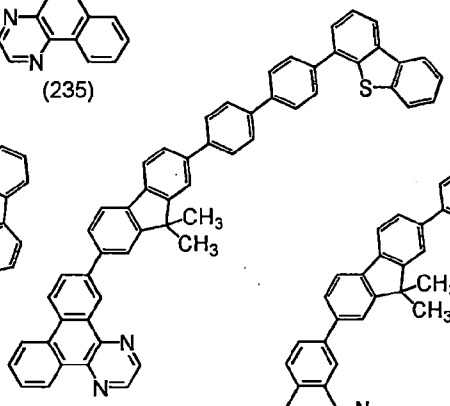
[化學式 107]

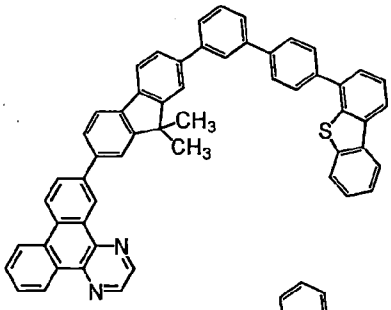

(234)

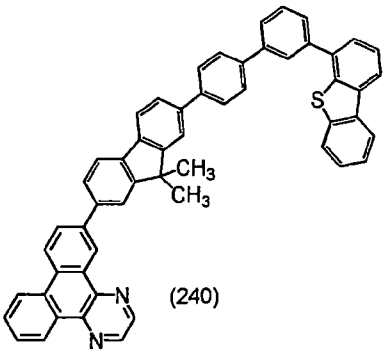

(235)

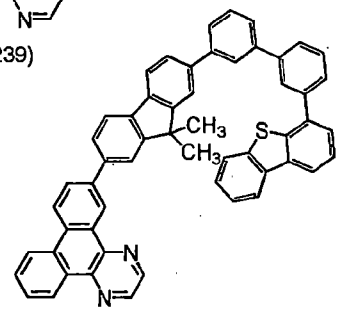

(236)


(237)


(238)

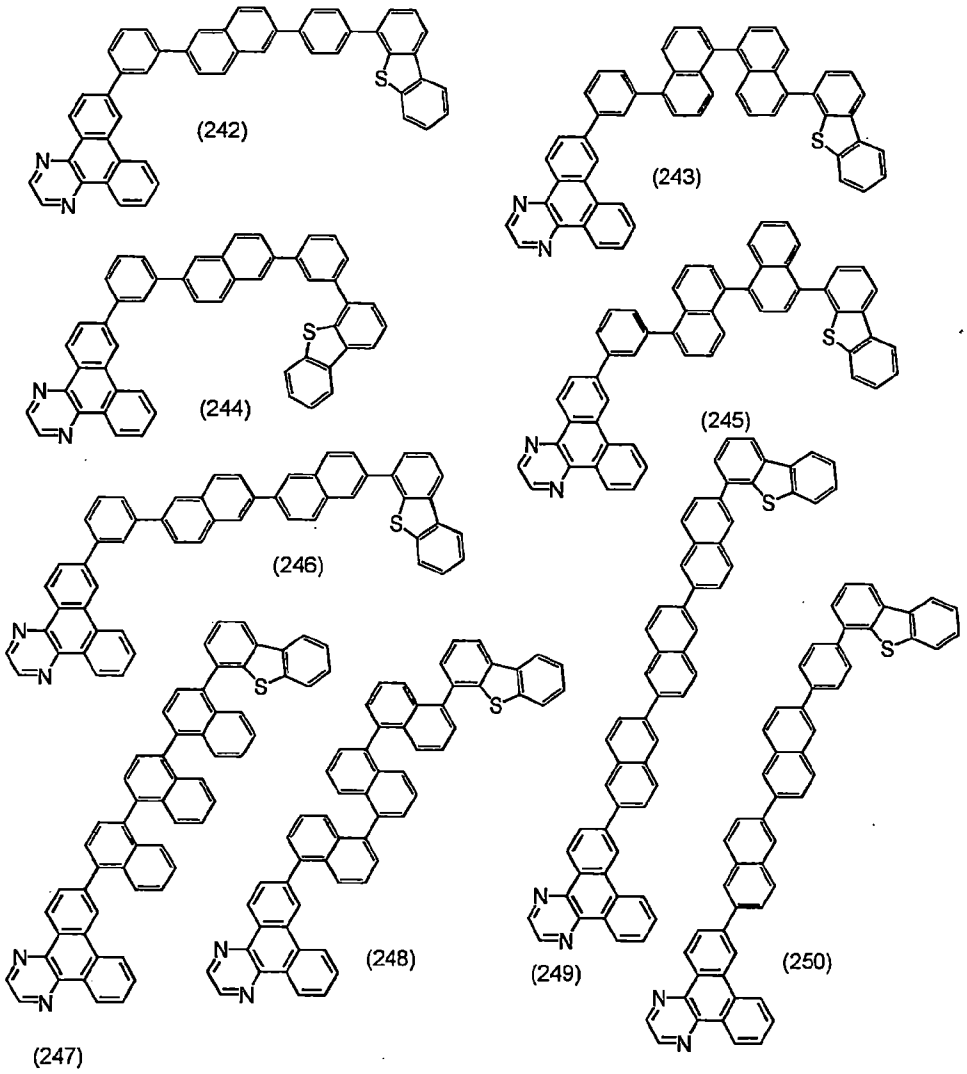

(239)


(240)


(241)

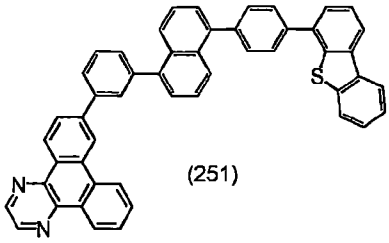
[0303]

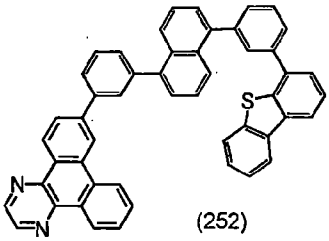
[化學式 108]

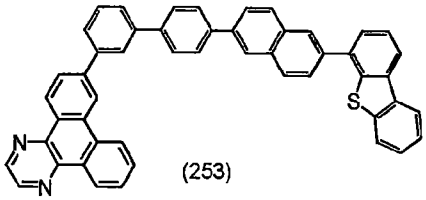


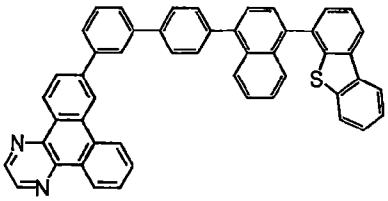
[0304]

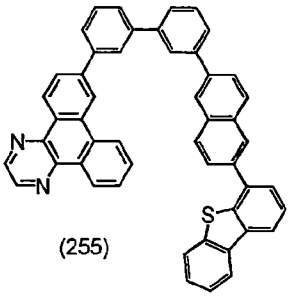
[化學式 109]

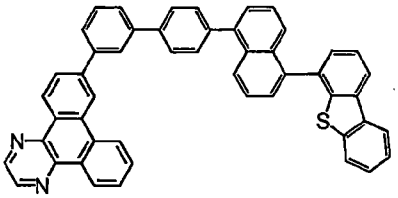

(251)

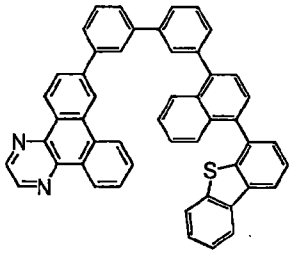

(252)

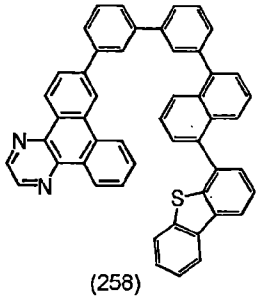

(253)


(254)


(255)

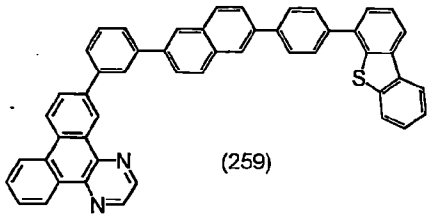

(256)

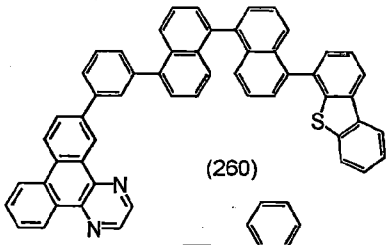

(257)

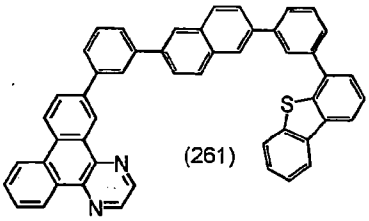

(258)

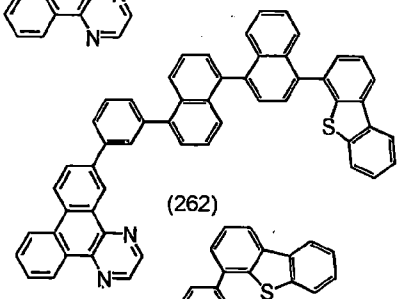
[0305]

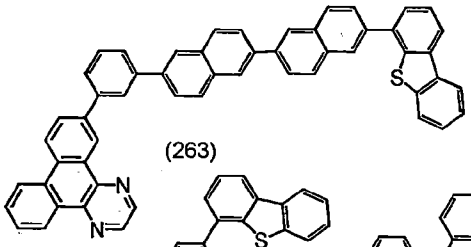
[化學式 110]

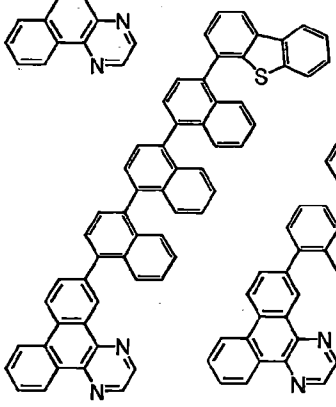

(259)

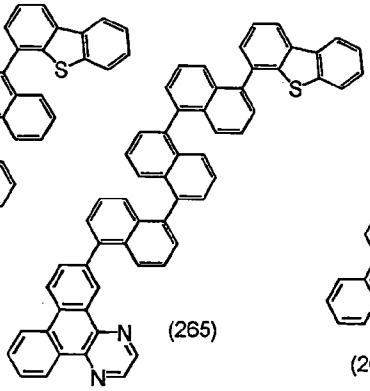

(260)

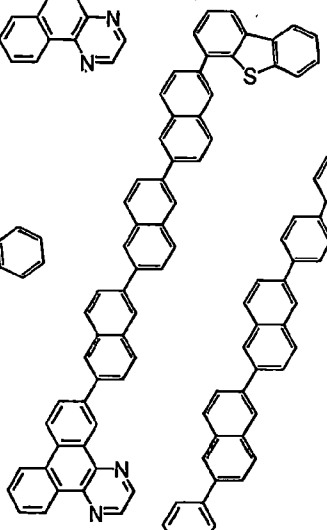

(261)

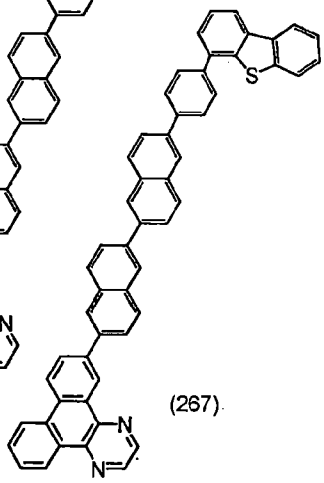

(262)


(263)


(264)

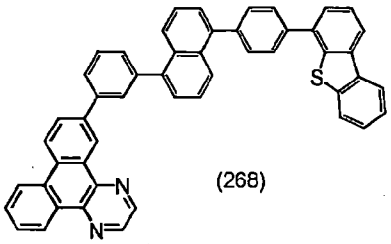

(265)

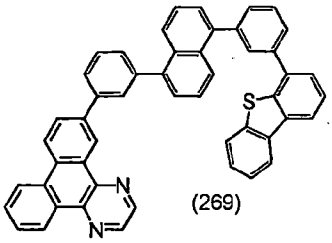

(266)

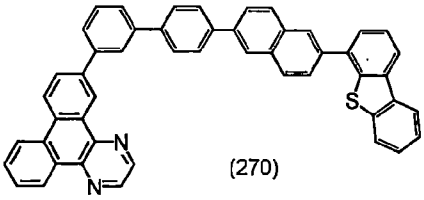

(267)

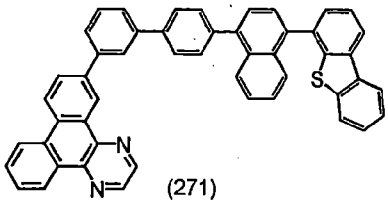
[0306]

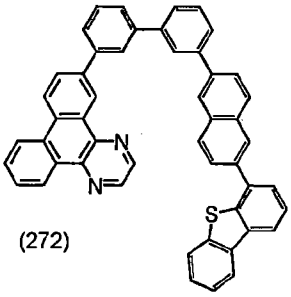
[化學式 111]

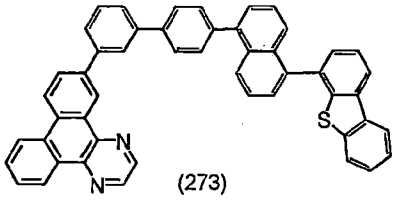

(268)

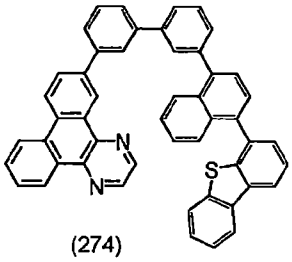

(269)

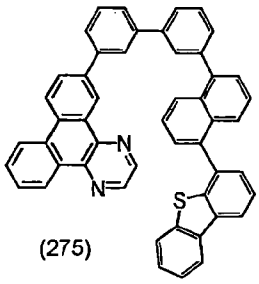

(270)


(271)


(272)

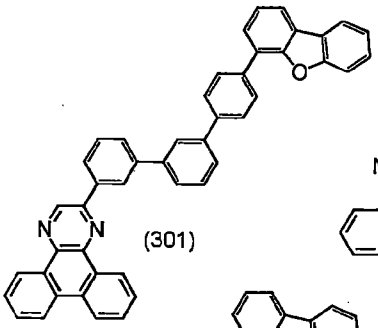

(273)


(274)

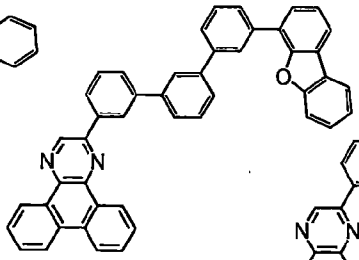

(275)

[0307]

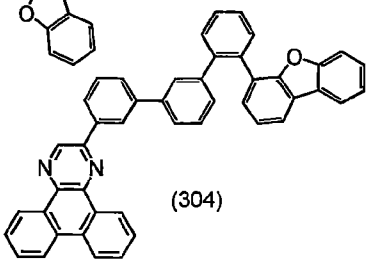
[化學式 112]



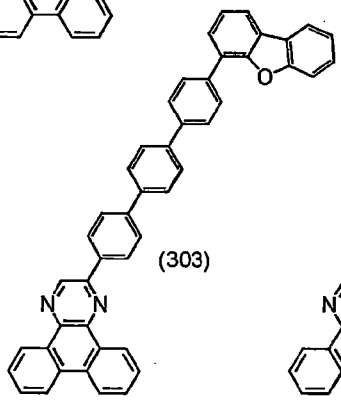
(301)



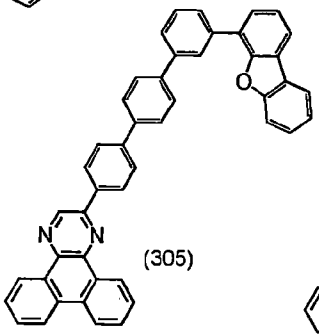
(302)



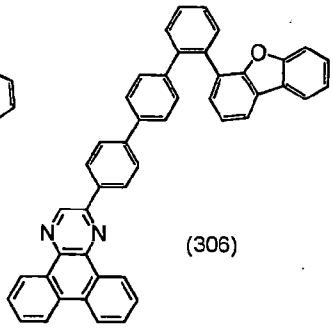
(304)



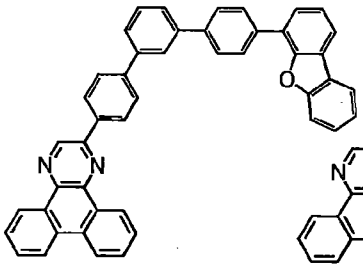
(303)



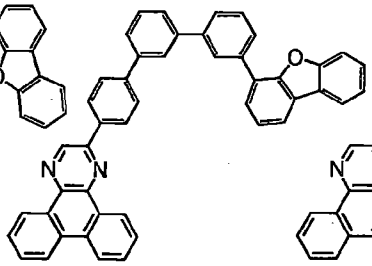
(305)



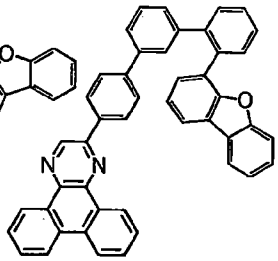
(306)



(307)



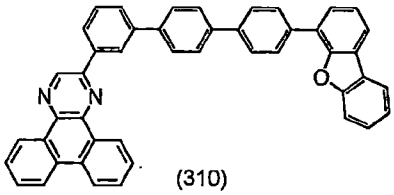
(308)

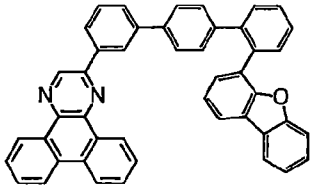


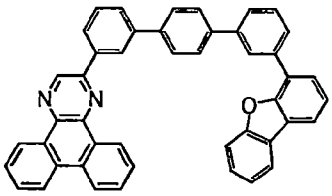
(309)

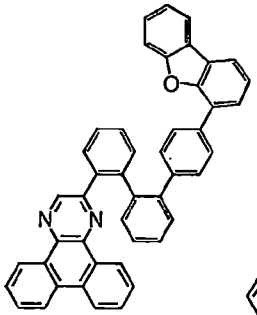
[0308]

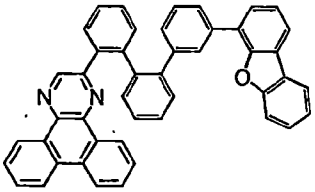
[化學式 113]

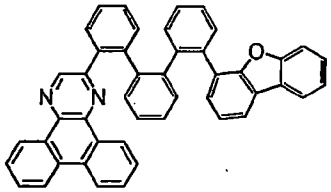

(310)

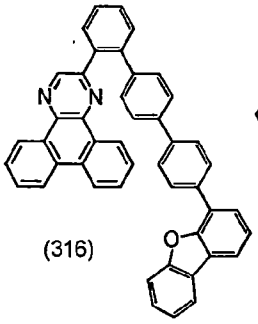

(311)

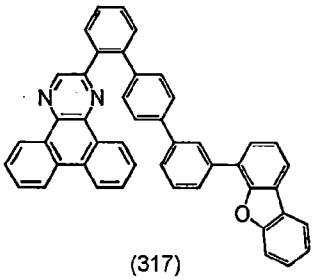

(312)

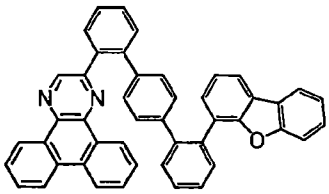

(313)


(314)


(315)

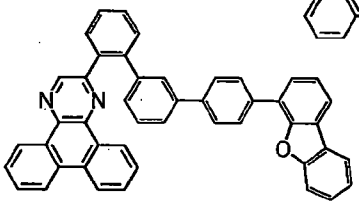

(316)


(317)

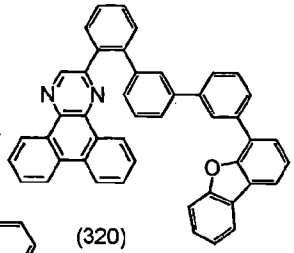

(318)

[0309]

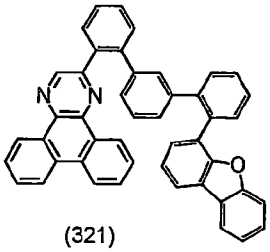
[化學式 114]



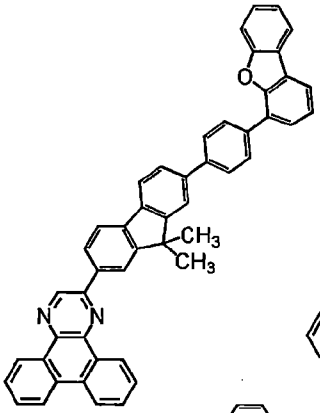
(319)



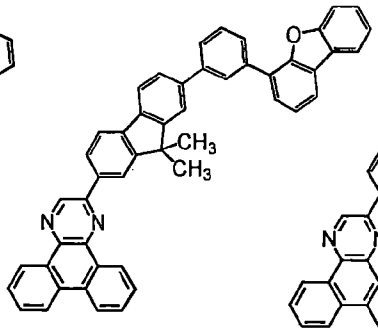
(320)



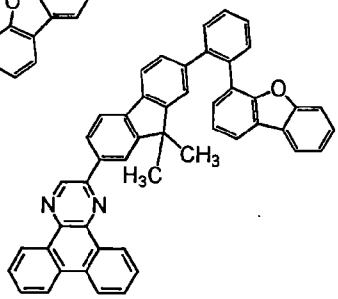
(321)



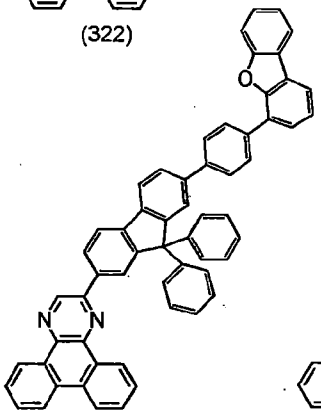
(322)



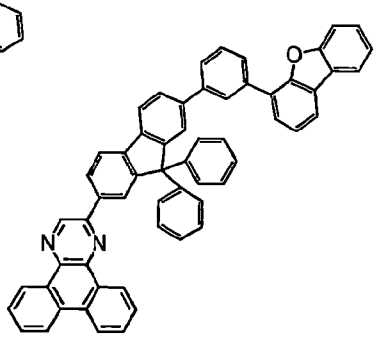
(323)



(324)



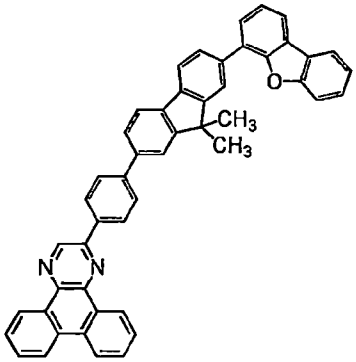
(325)



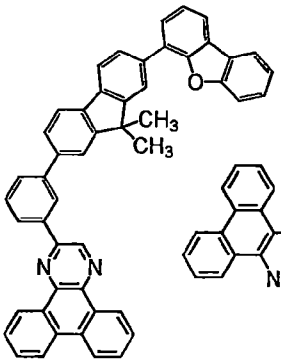
(326)

[0310]

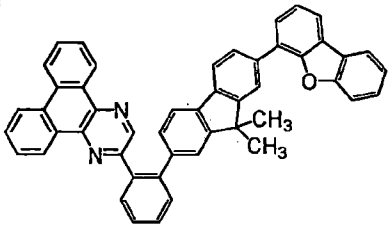
[化學式 115]



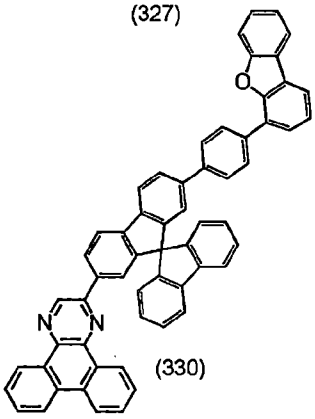
(327)



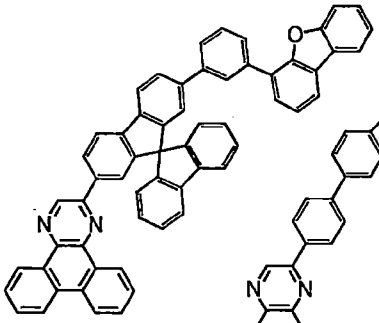
(328)



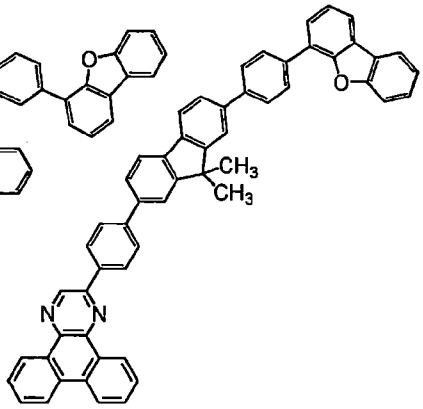
(329)



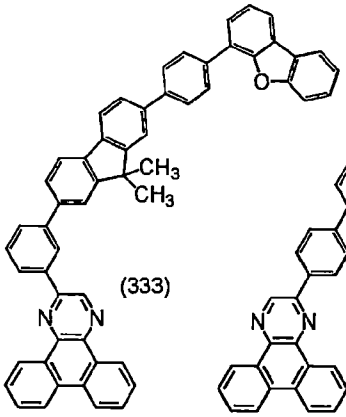
(330)



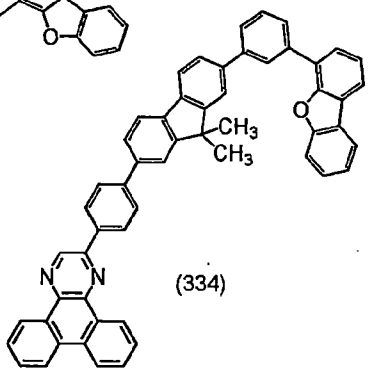
(331)



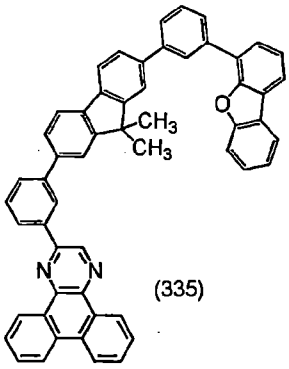
(332)



(333)



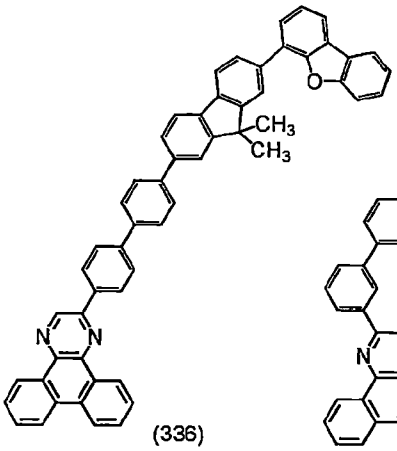
(334)

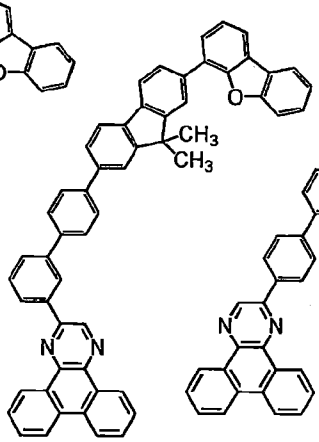


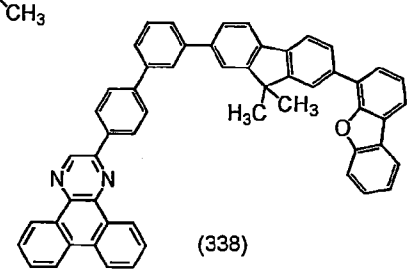
(335)

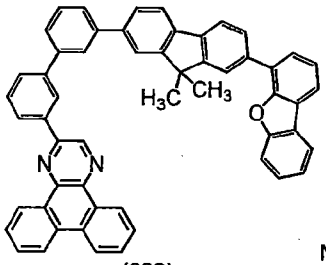
[0311]

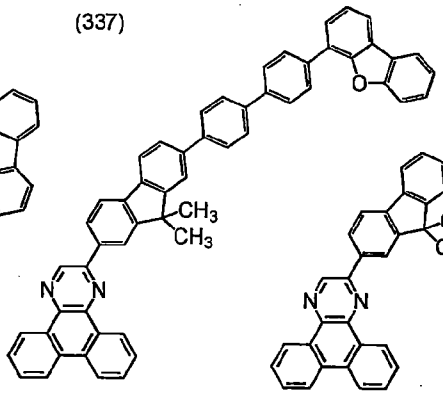
[化學式 116]

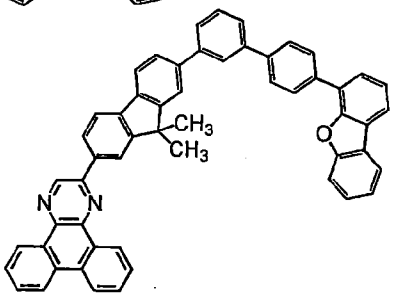

(336)

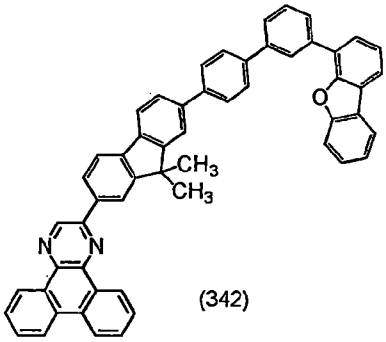

(337)

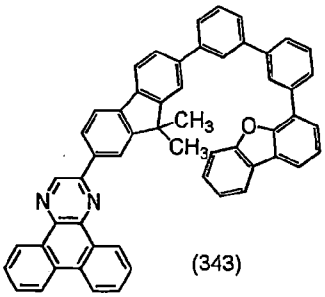

(338)


(339)


(340)

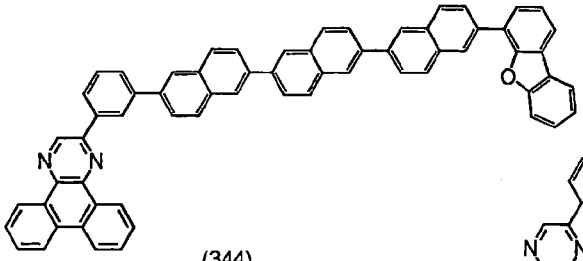

(341)


(342)

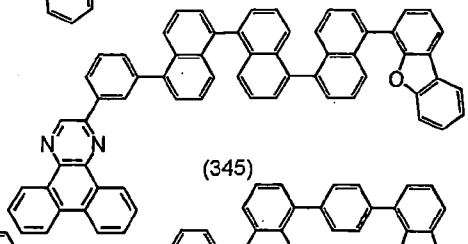

(343)

[0312]

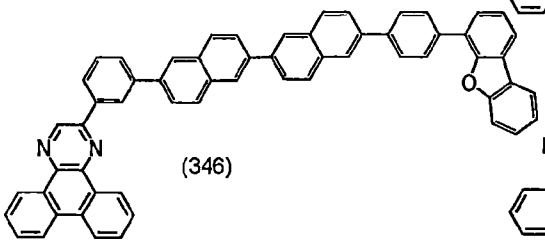
[化學式 117]



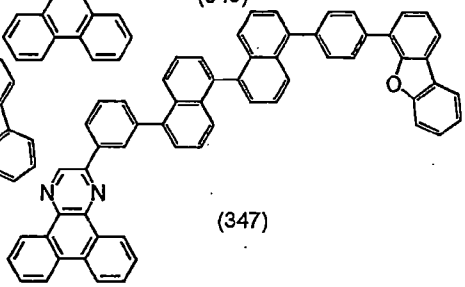
(344)



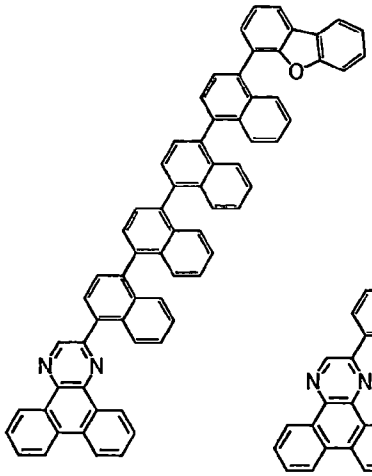
(345)



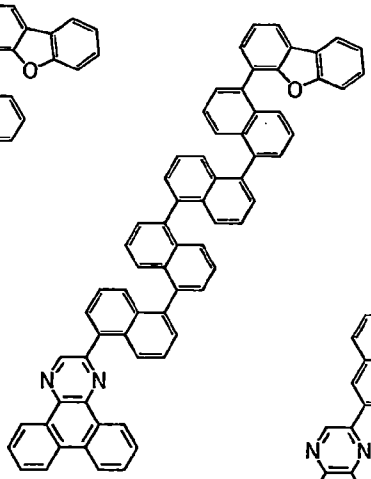
(346)



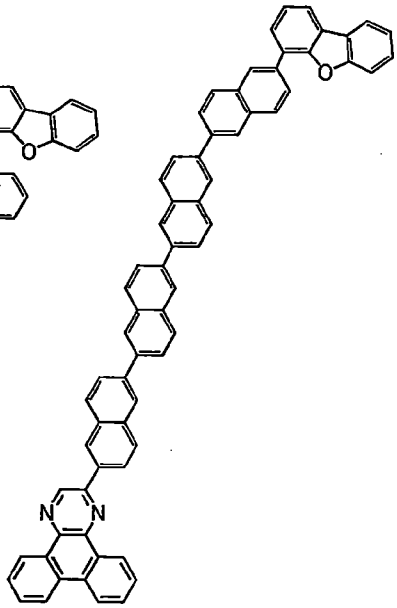
(347)



(348)



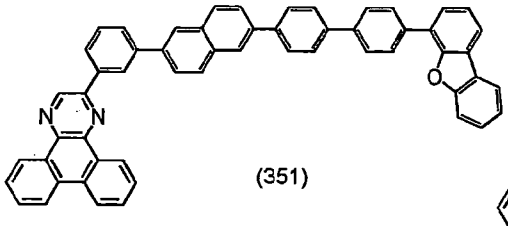
(349)



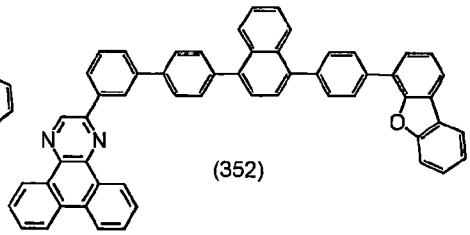
(350)

[0313]

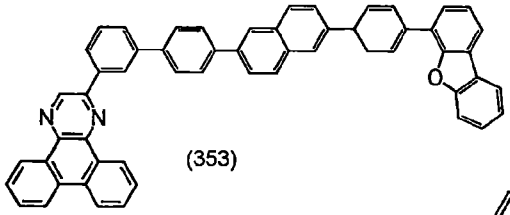
[化學式 118]



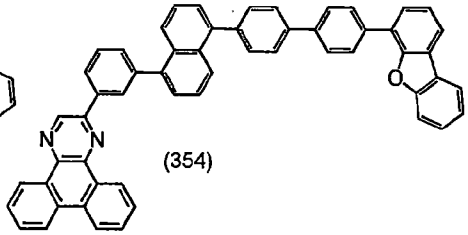
(351)



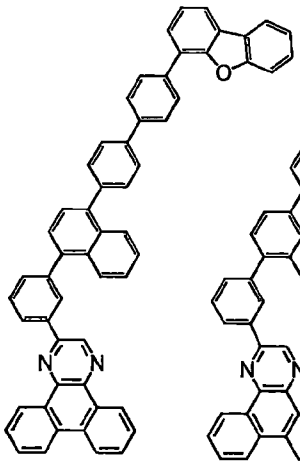
(352)



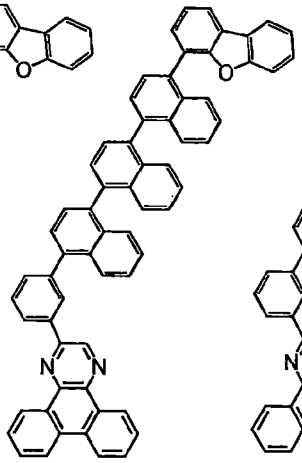
(353)



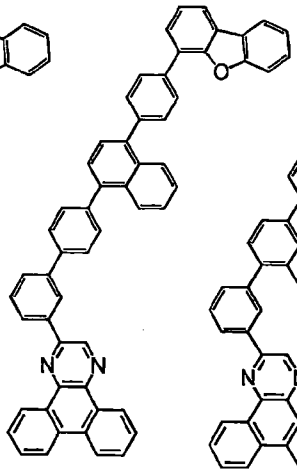
(354)



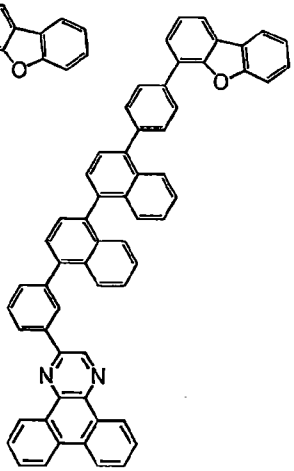
(355)



(357)



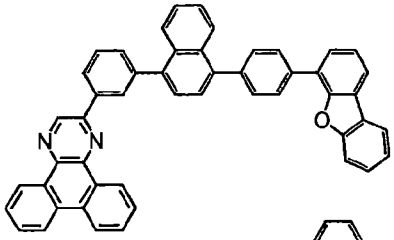
(356)



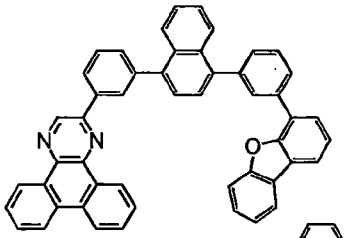
(358)

[0314]

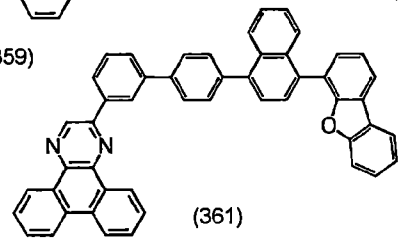
[化學式 119]



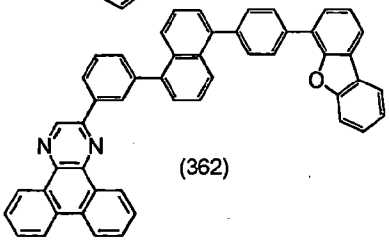
(359)



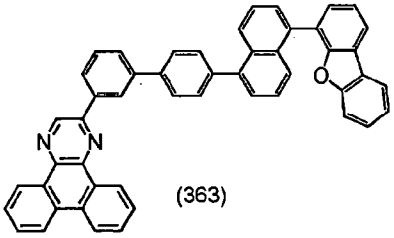
(360)



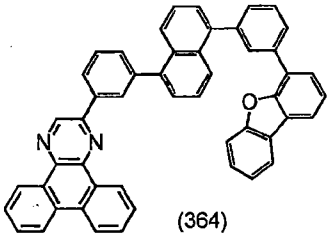
(361)



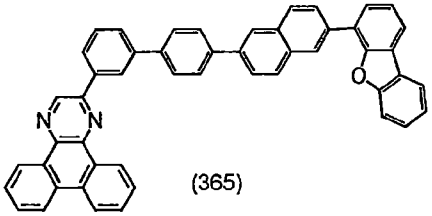
(362)



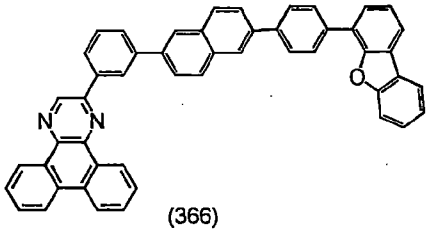
(363)



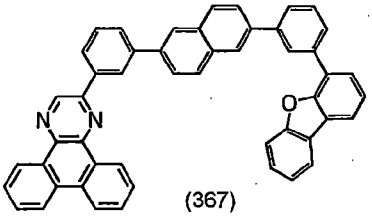
(364)



(365)



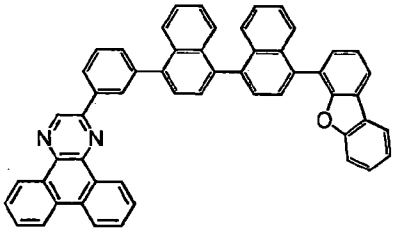
(366)



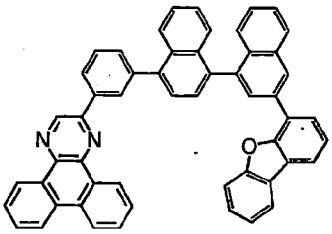
(367)

[0315]

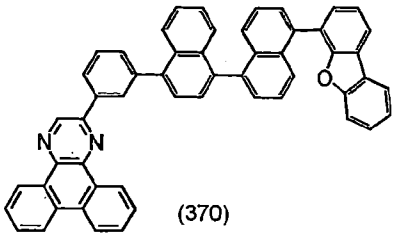
[化學式 120]



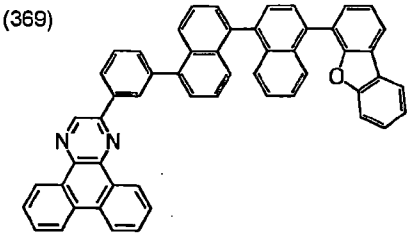
(368)



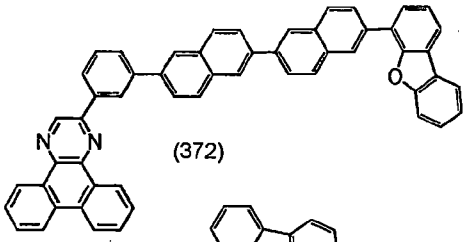
(369)



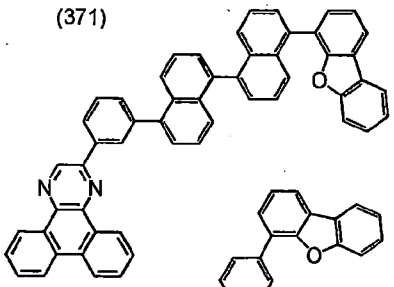
(370)



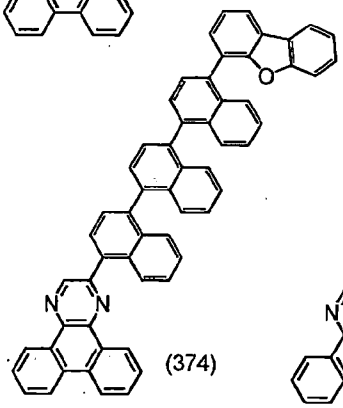
(371)



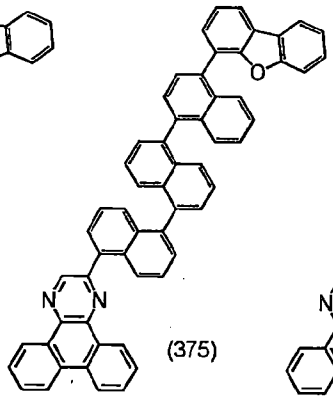
(372)



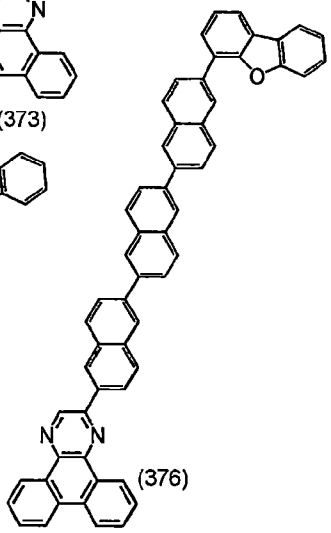
(373)



(374)



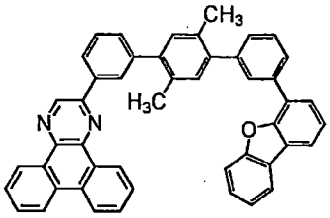
(375)

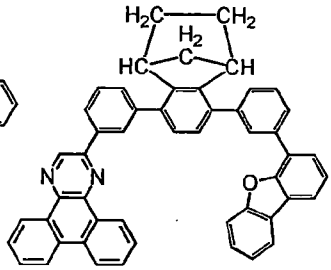


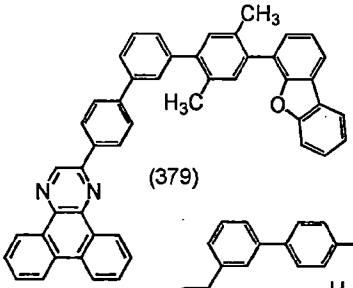
(376)

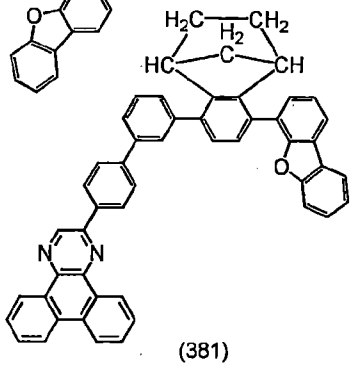
[0316]

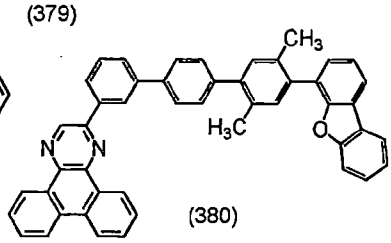
[化學式 121]

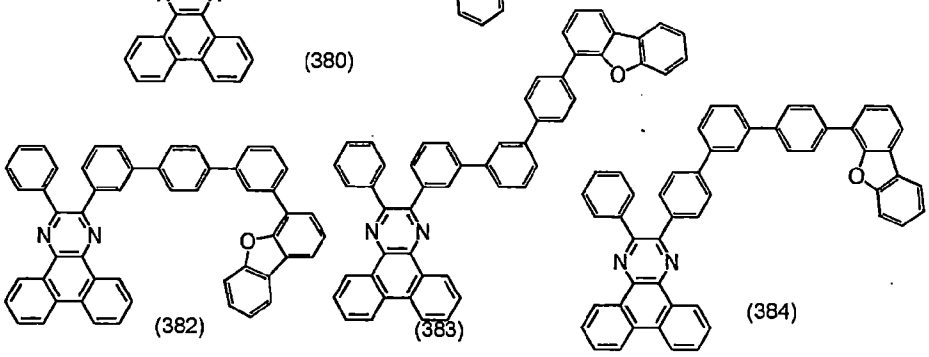

(377)

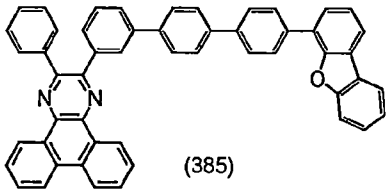

(378)

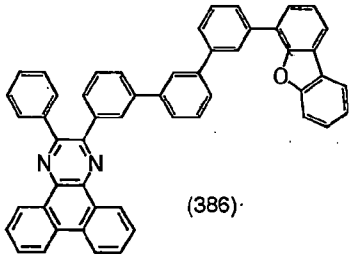

(379)


(381)


(380)

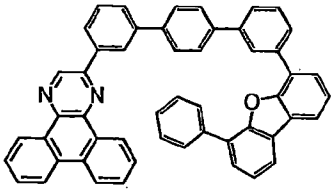

(382) (383) (384)

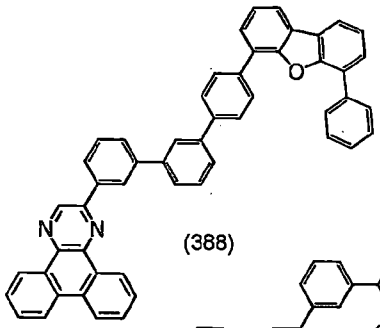

(385)

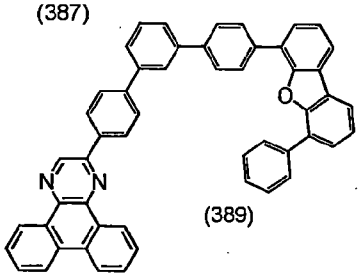

(386)

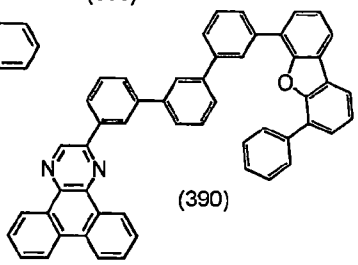
[0317]

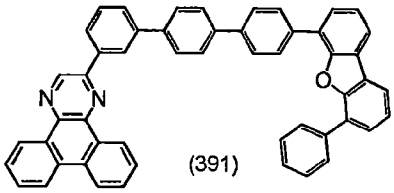
[化學式 122]

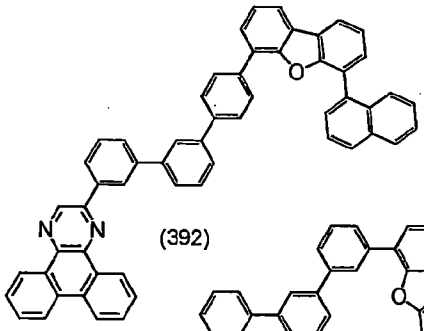

(387)

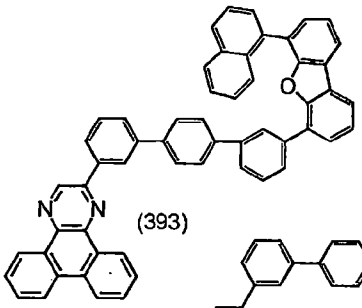

(388)

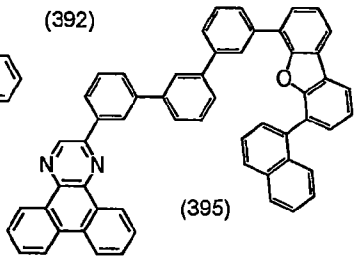

(389)

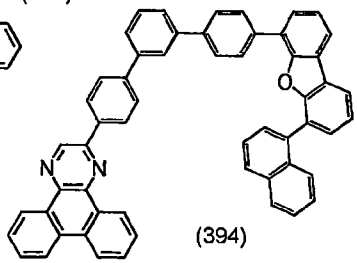

(390)

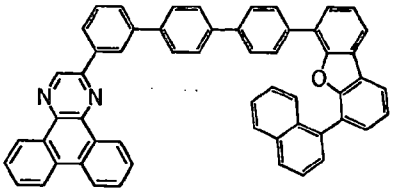

(391)


(392)


(393)

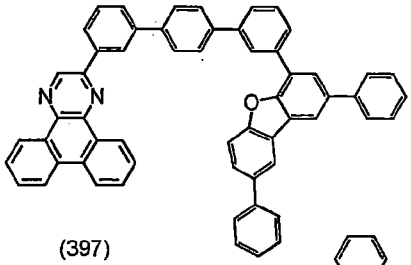

(395)


(394)

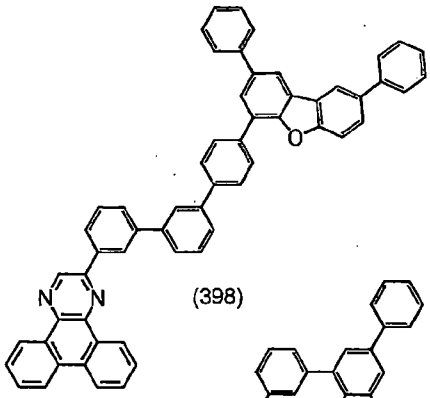

(396)

[0318]

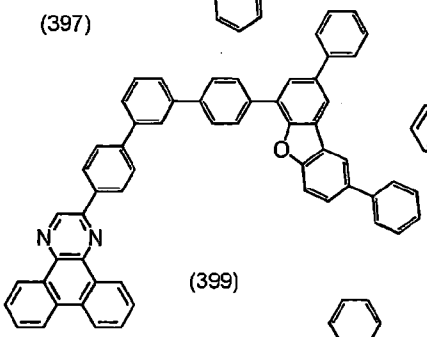
[化學式 123]



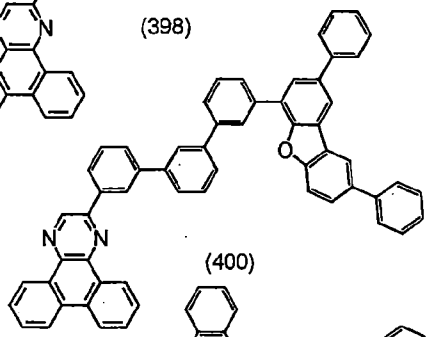
(397)



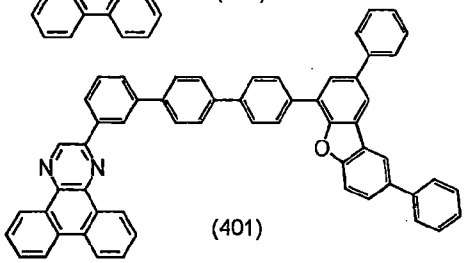
(398)



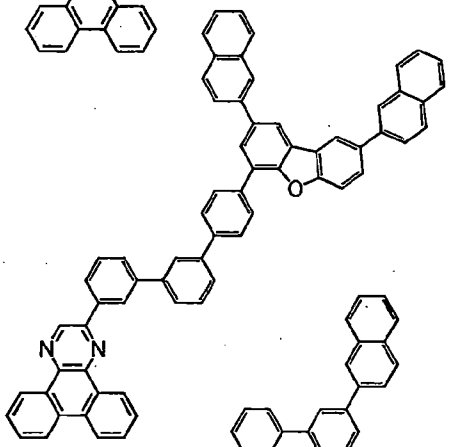
(399)



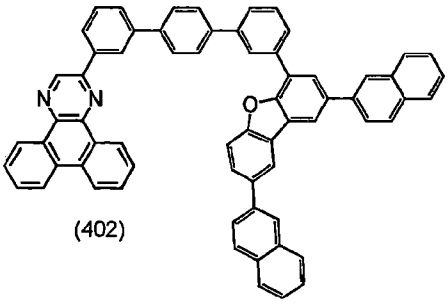
(400)



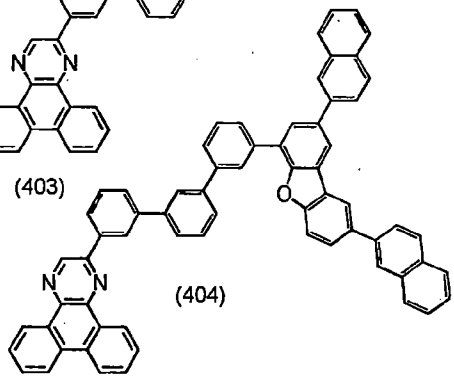
(401)



(403)



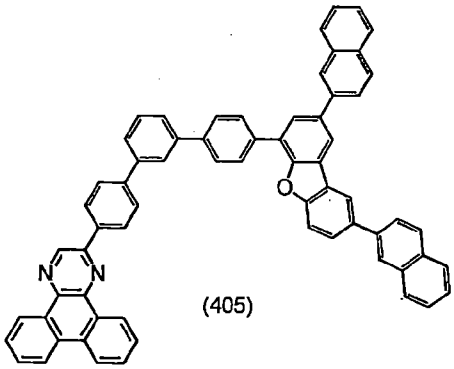
(402)



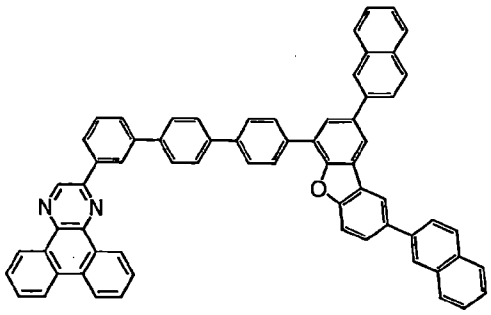
(404)

[0319]

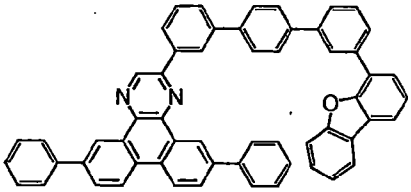
[化學式 124]



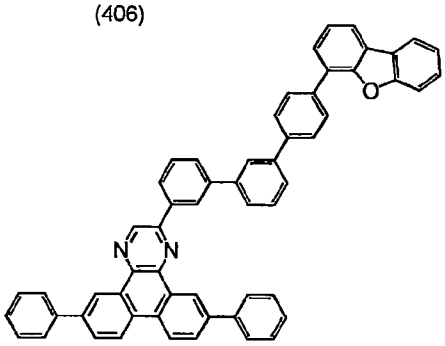
(405)



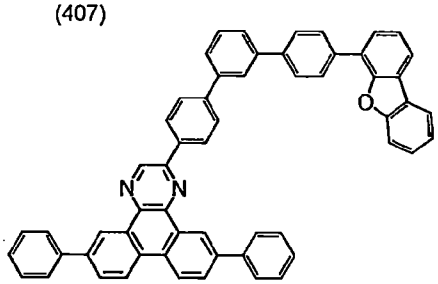
(406)



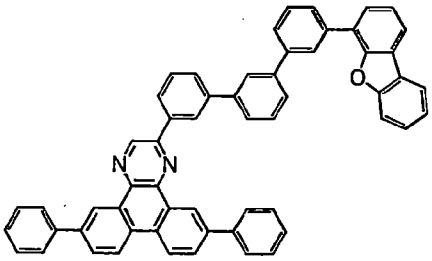
(407)



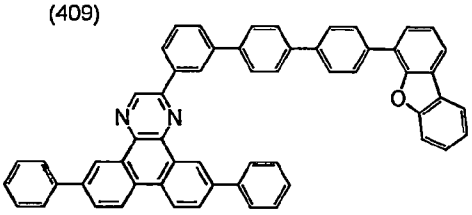
(408)



(409)



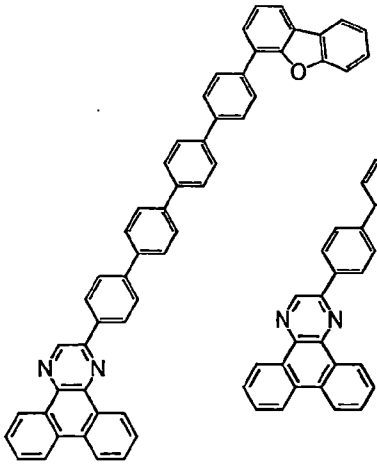
(411)



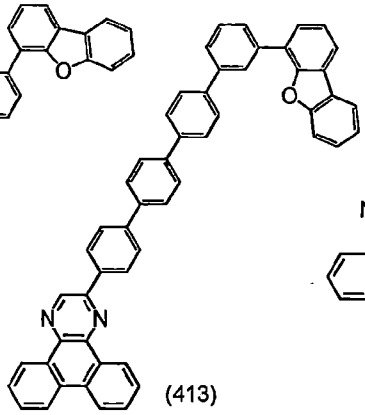
(410)

[0320]

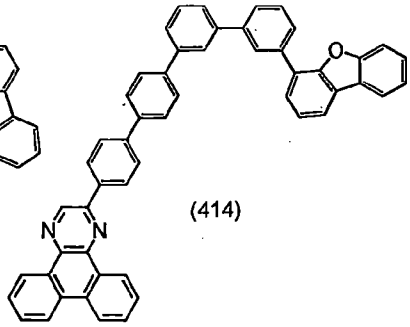
[化學式 125]



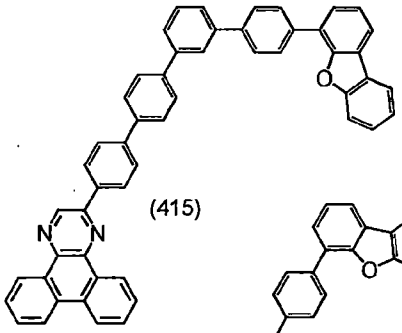
(412)



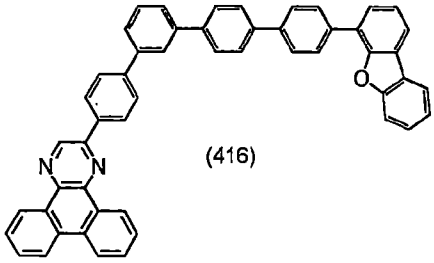
(413)



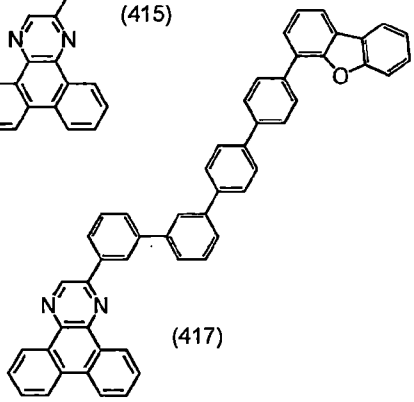
(414)



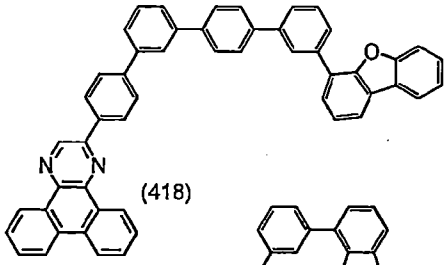
(415)



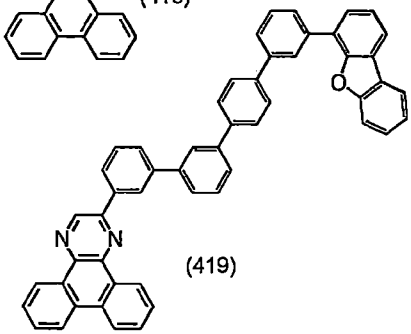
(416)



(417)



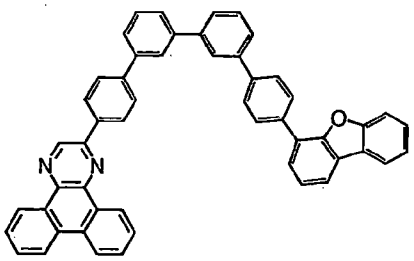
(418)



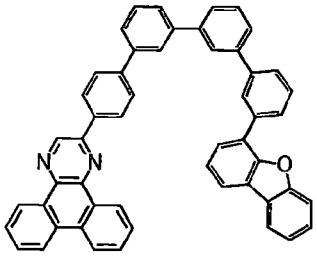
(419)

[0321]

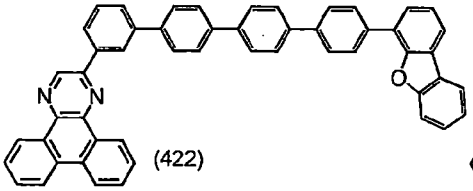
[化學式 126]



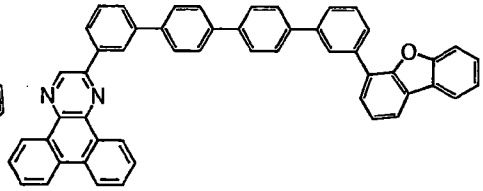
(420)



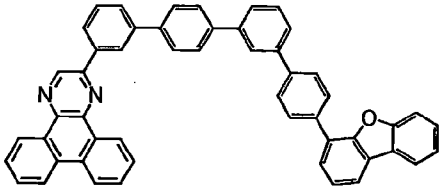
(421)



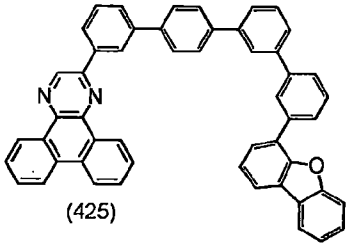
(422)



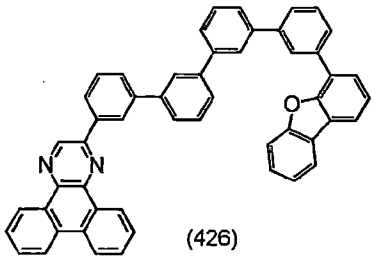
(423)



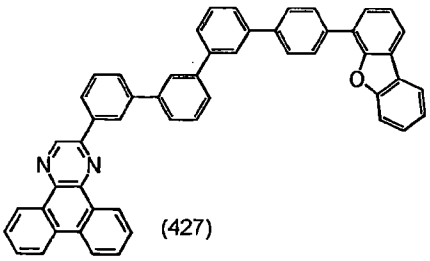
(424)



(425)



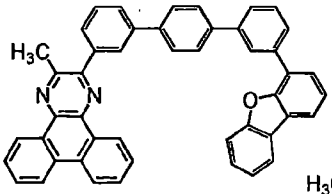
(426)

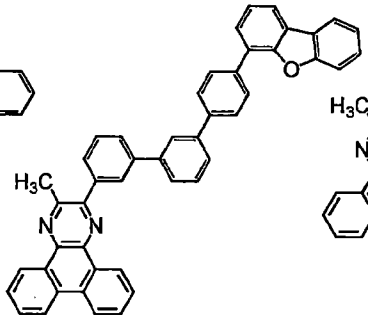


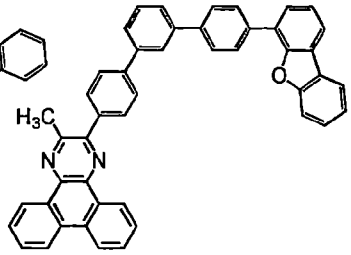
(427)

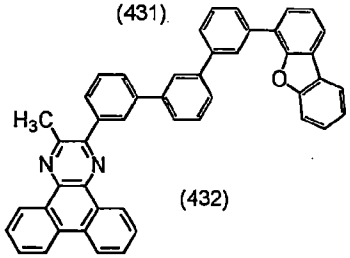
[0322]

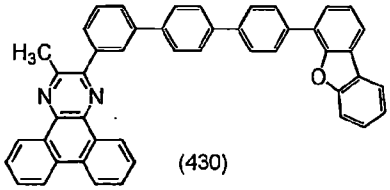
[化學式 127]

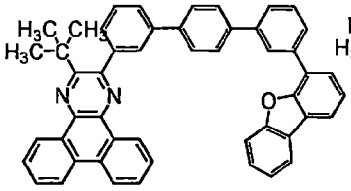

(428)

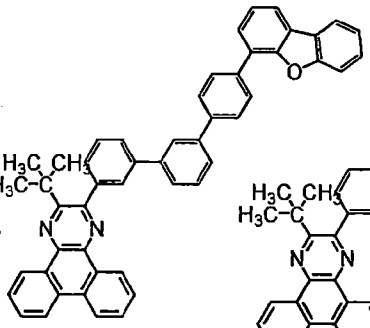

(429)

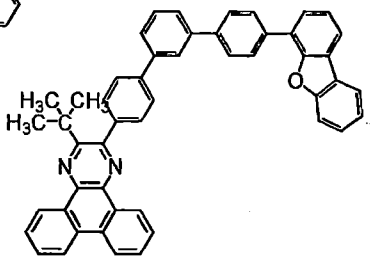

(431)

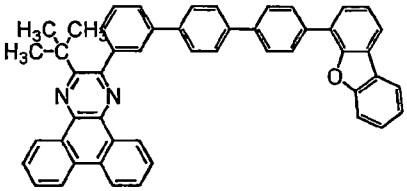

(432)

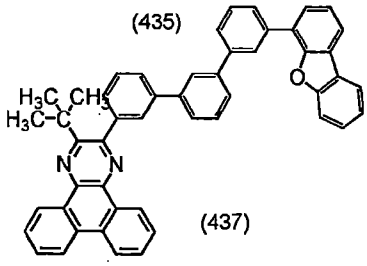

(430)


(433)


(434)

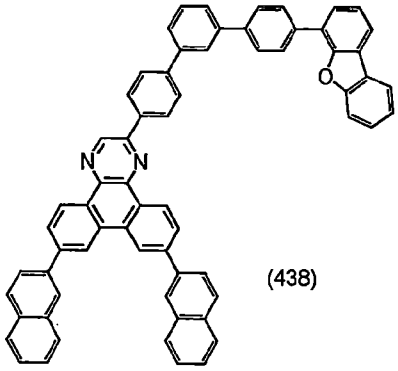

(435)


(436)

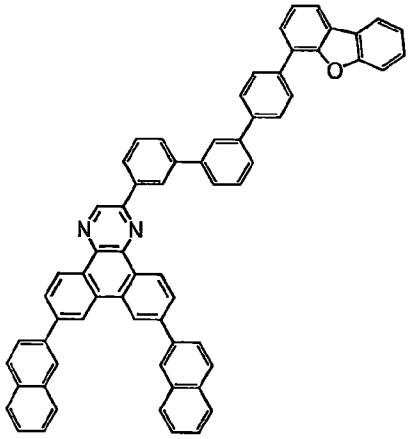

(437)

[0323]

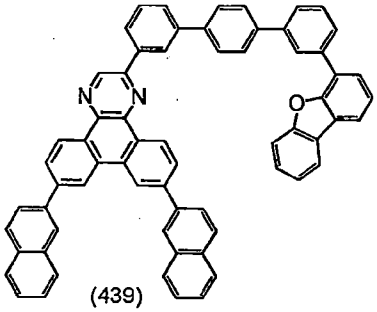
[化學式 128]



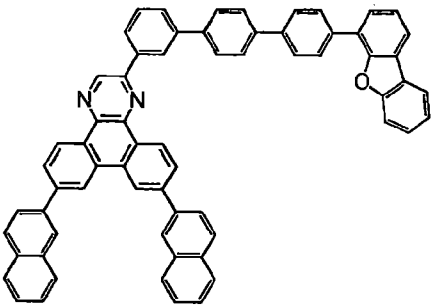
(438)



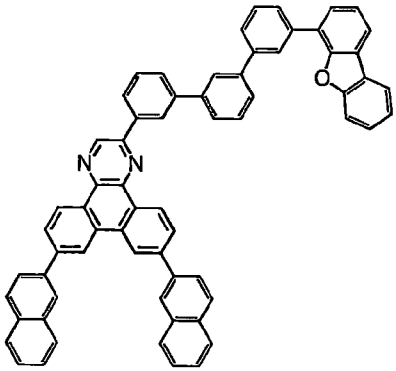
(440)



(439)



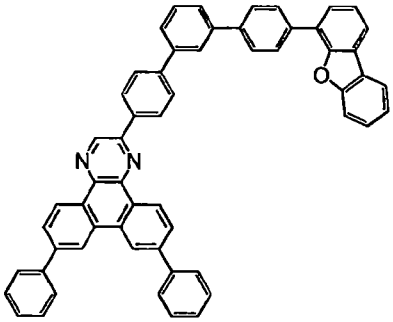
(441)



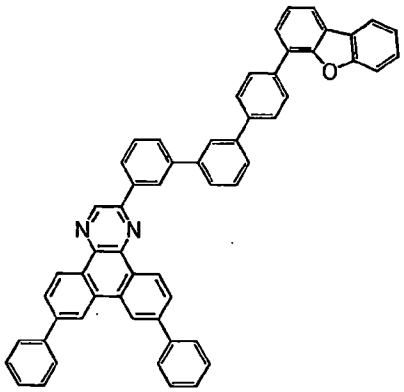
(442)

[0324]

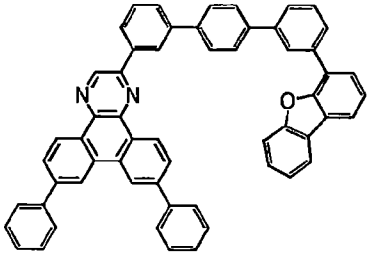
[化學式 129]



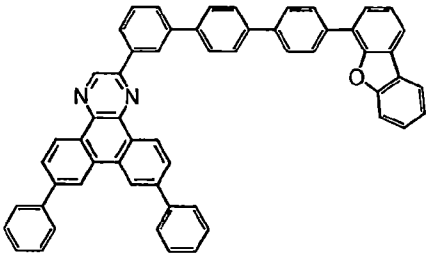
(443)



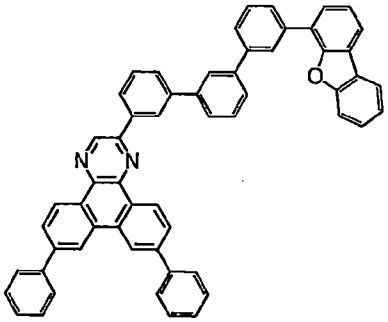
(444)



(445)



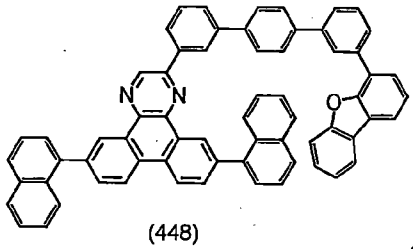
(446)



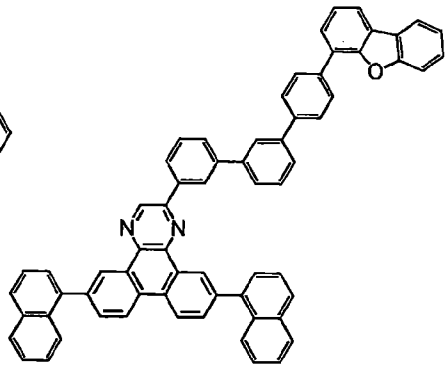
(447)

[0325]

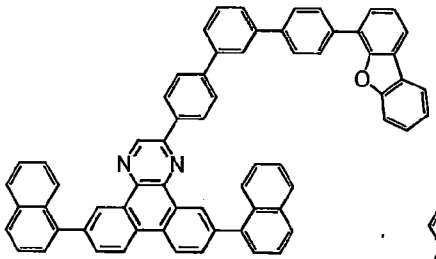
[化學式 130]



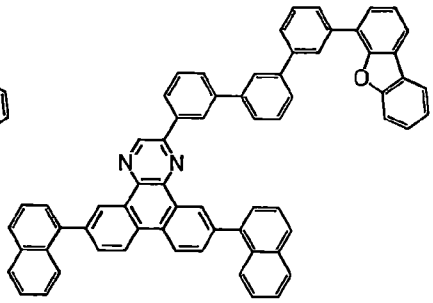
(448)



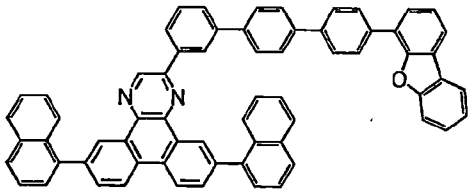
(449)



(450)



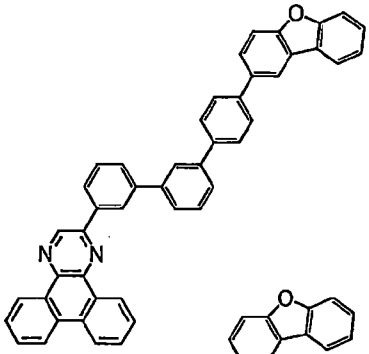
(451)



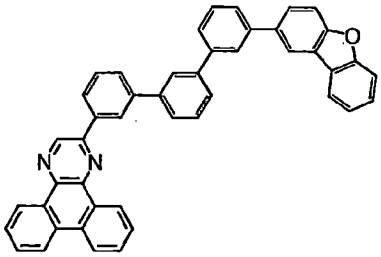
(452)

[0326]

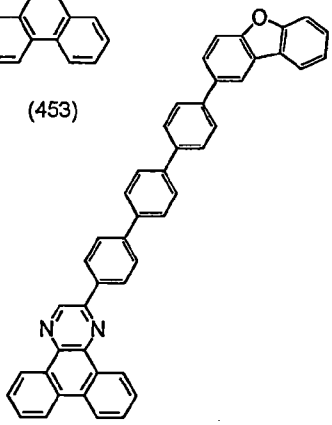
[化學式 131]



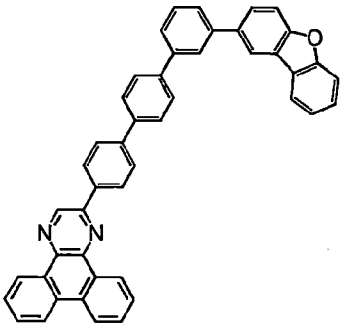
(453)



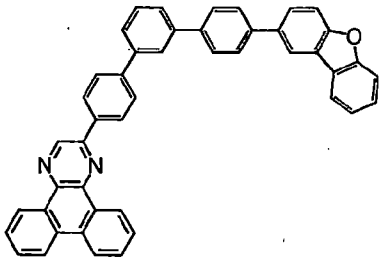
(454)



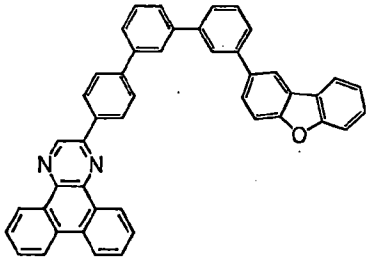
(455)



(456)



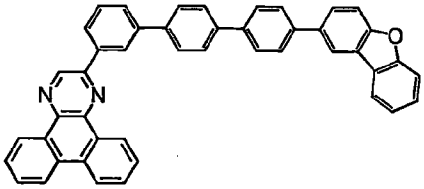
(457)



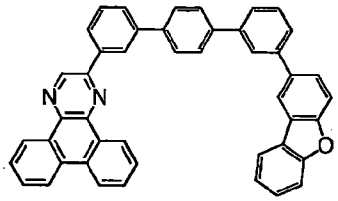
(458)

[0327]

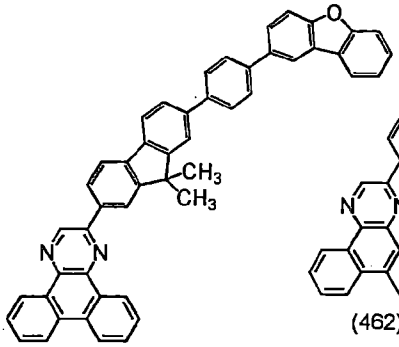
[化學式 132]



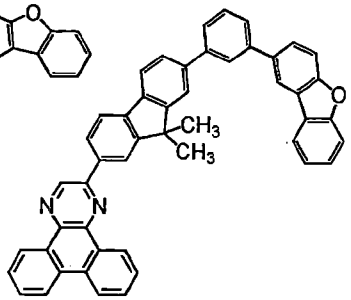
(459)



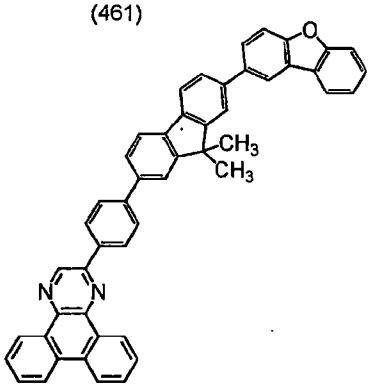
(460)



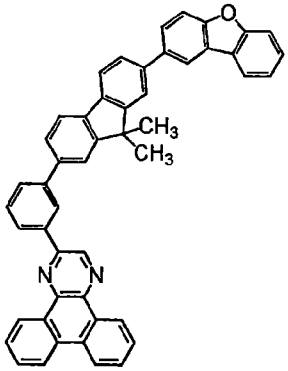
(461)



(462)



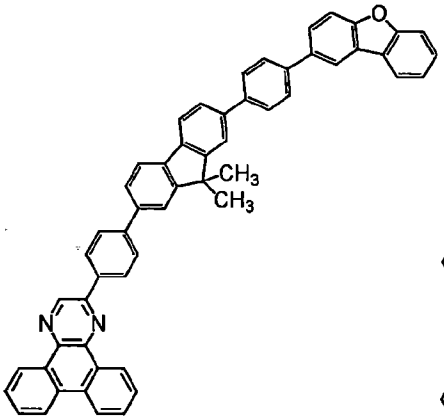
(463)



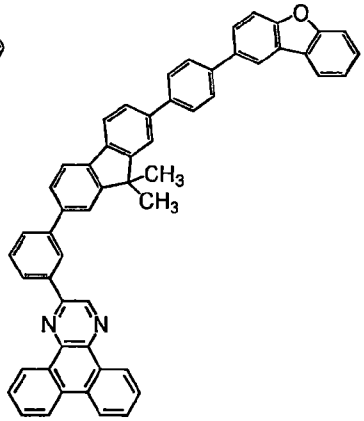
(464)

[0328]

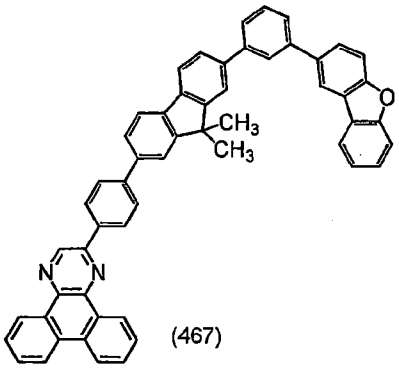
[化學式 133]



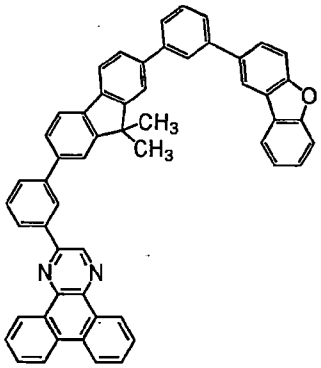
(465)



(466)



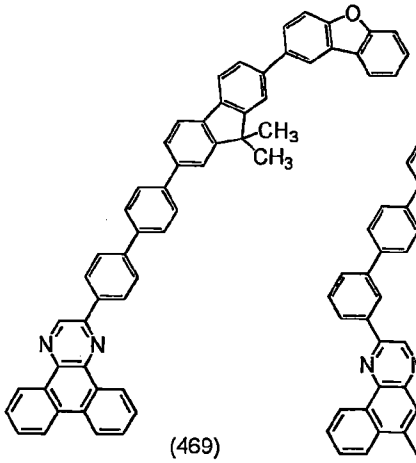
(467)



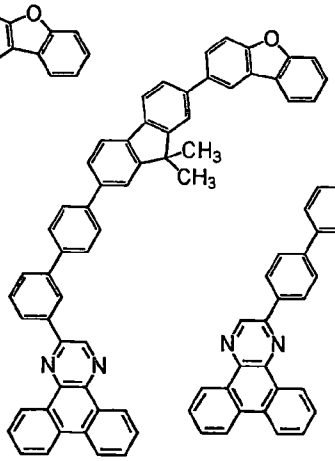
(468)

[0329]

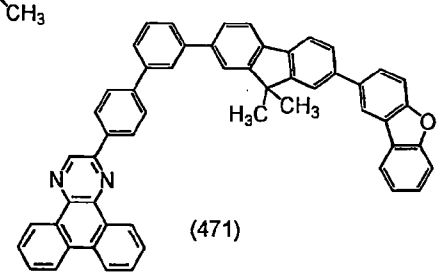
[化學式 134]



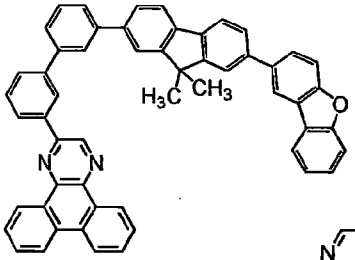
(469)



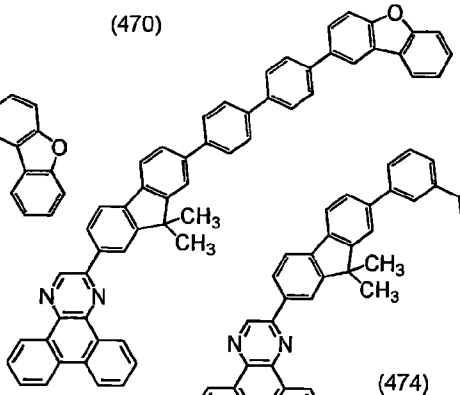
(470)



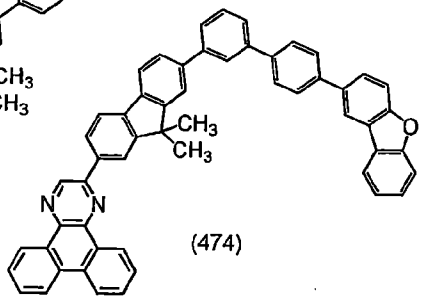
(471)



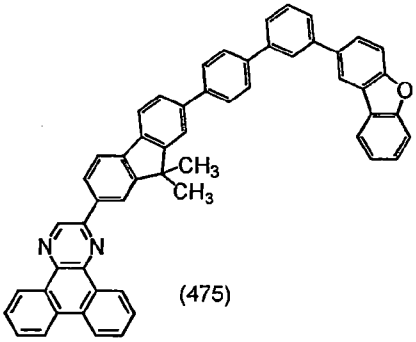
(472)



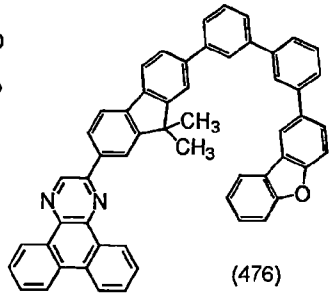
(473)



(474)



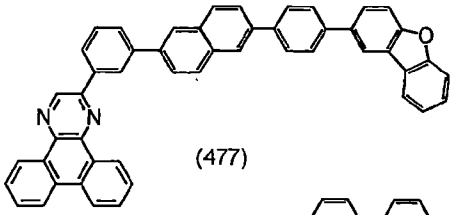
(475)



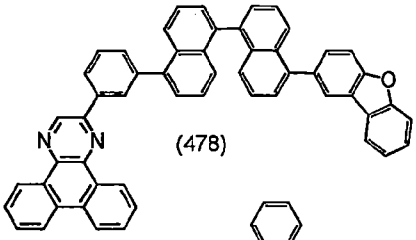
(476)

[0330]

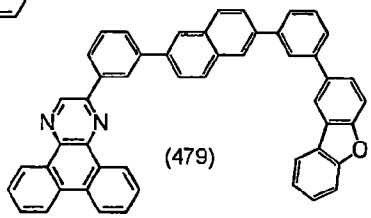
[化學式 135]



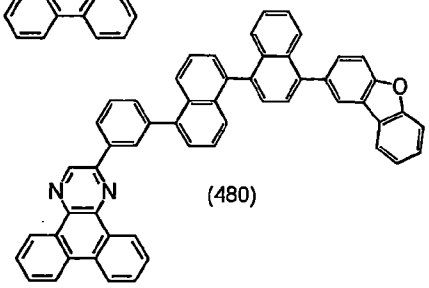
(477)



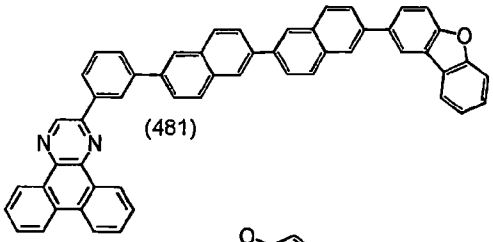
(478)



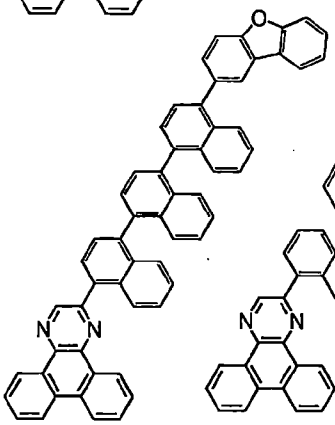
(479)



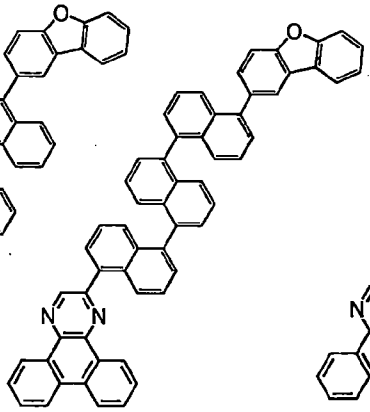
(480)



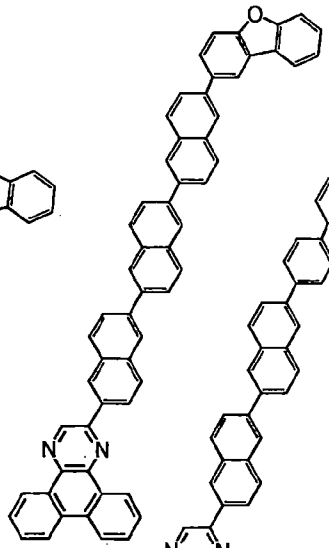
(481)



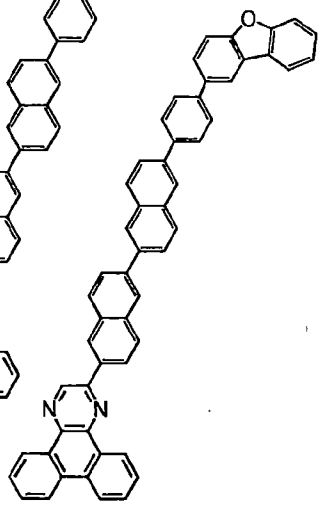
(482)



(483)



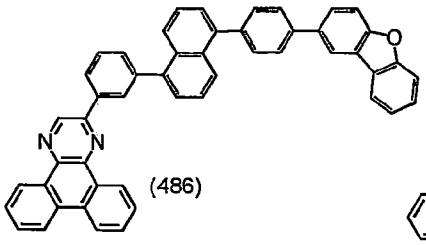
(484)

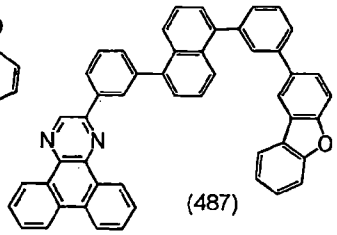


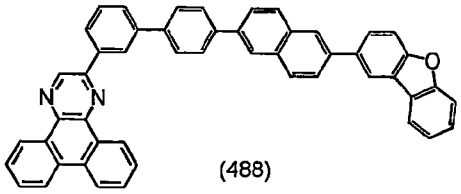
(485)

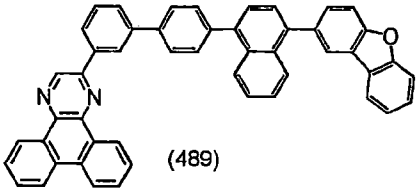
[0331]

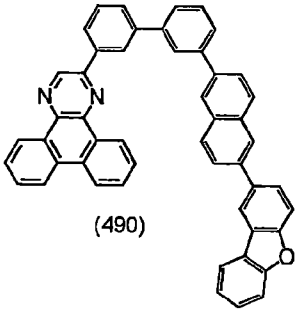
[化學式 136]

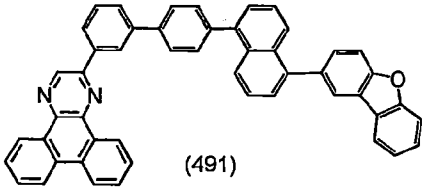

(486)

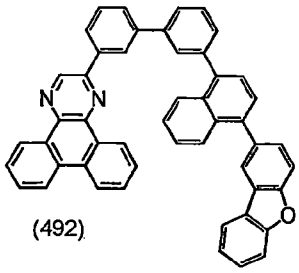

(487)

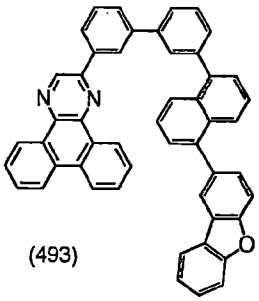

(488)


(489)


(490)

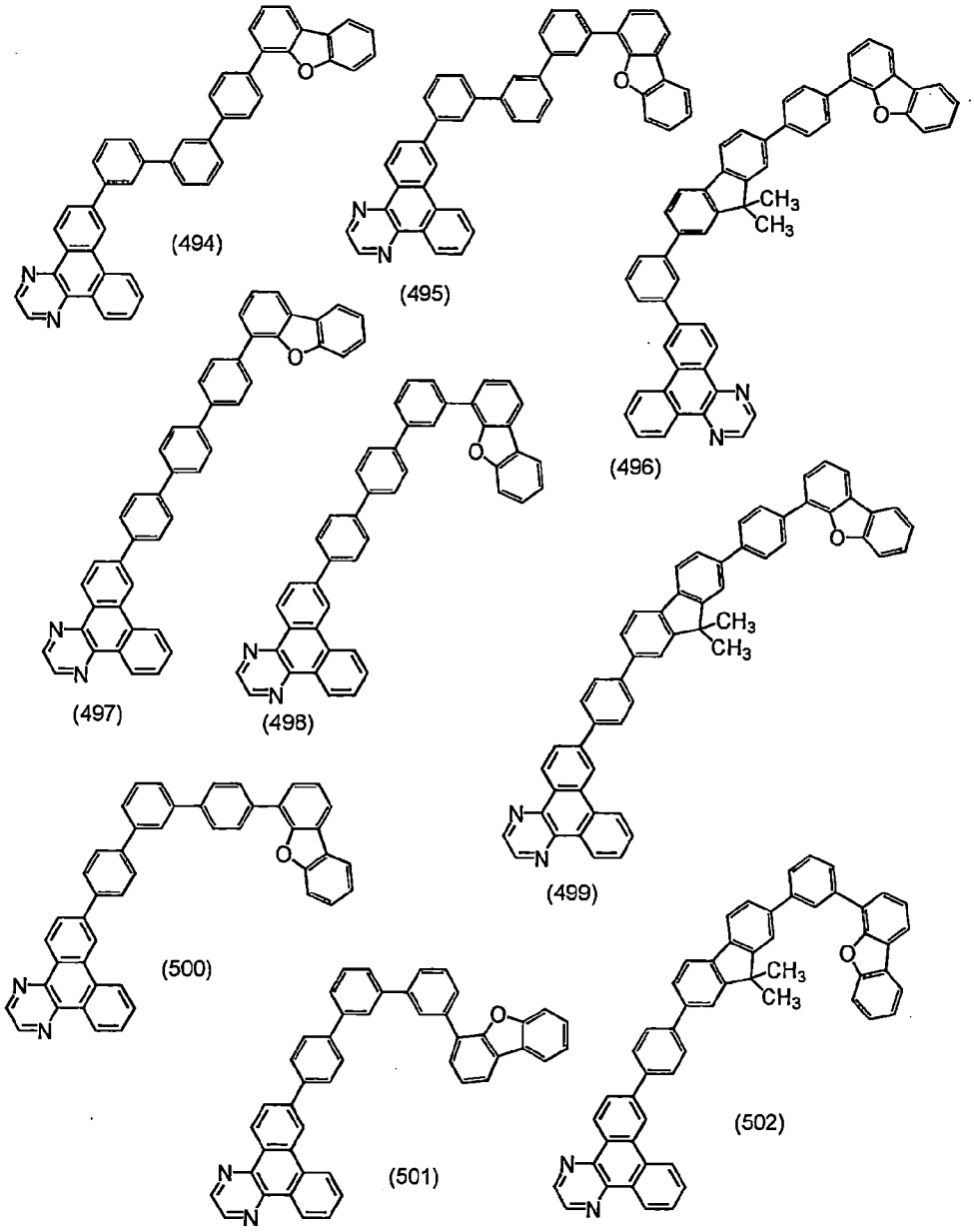

(491)


(492)


(493)

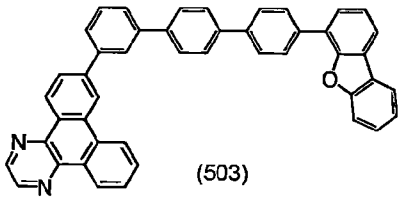
[0332]

[化學式 137]

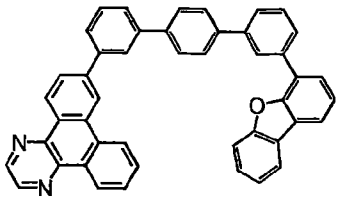


[0333]

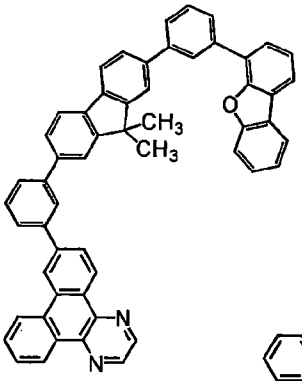
[化學式 138]



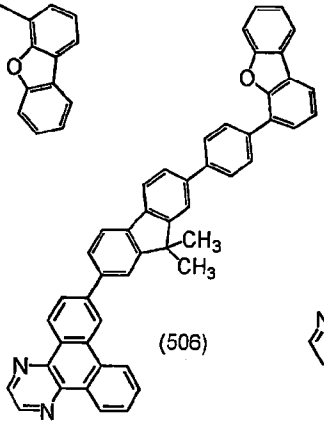
(503)



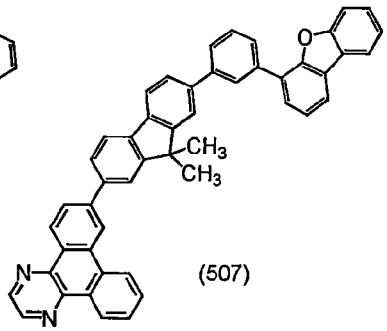
(504)



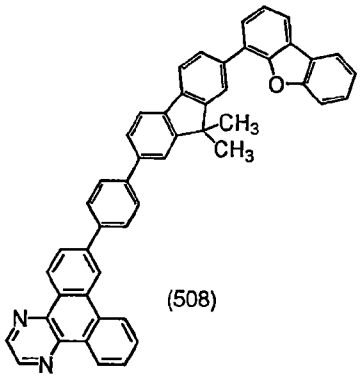
(505)



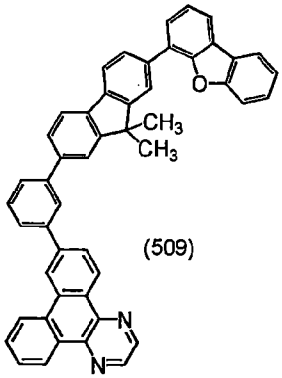
(506)



(507)



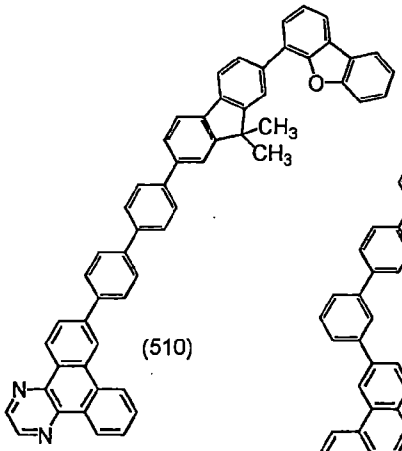
(508)

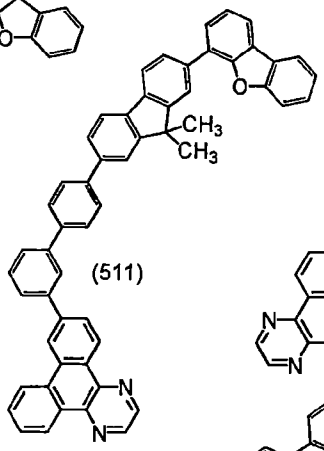


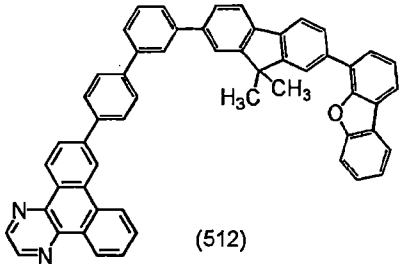
(509)

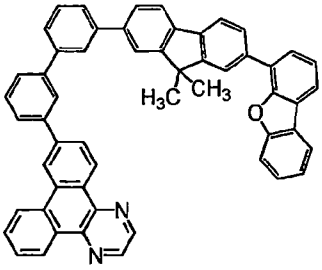
[0334]

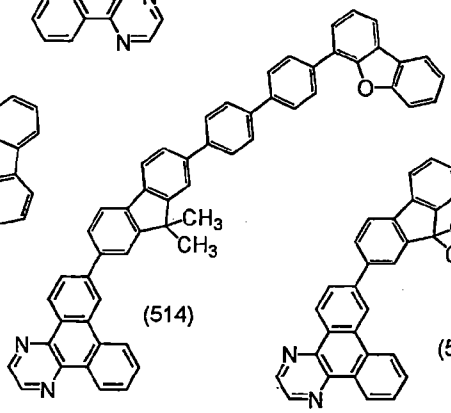
[化學式 139]

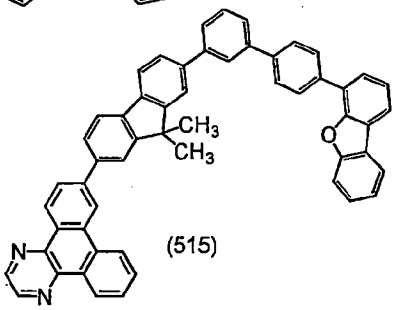

(510)

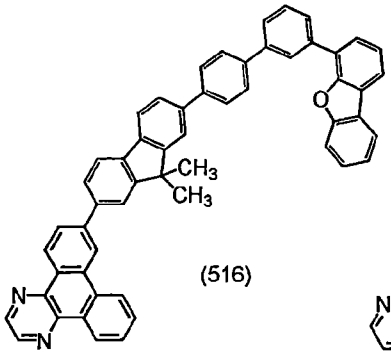

(511)

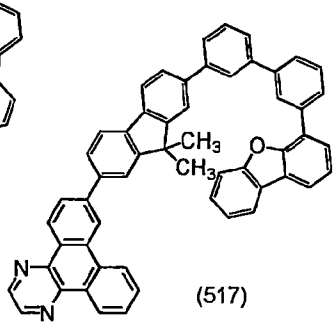

(512)


(513)


(514)

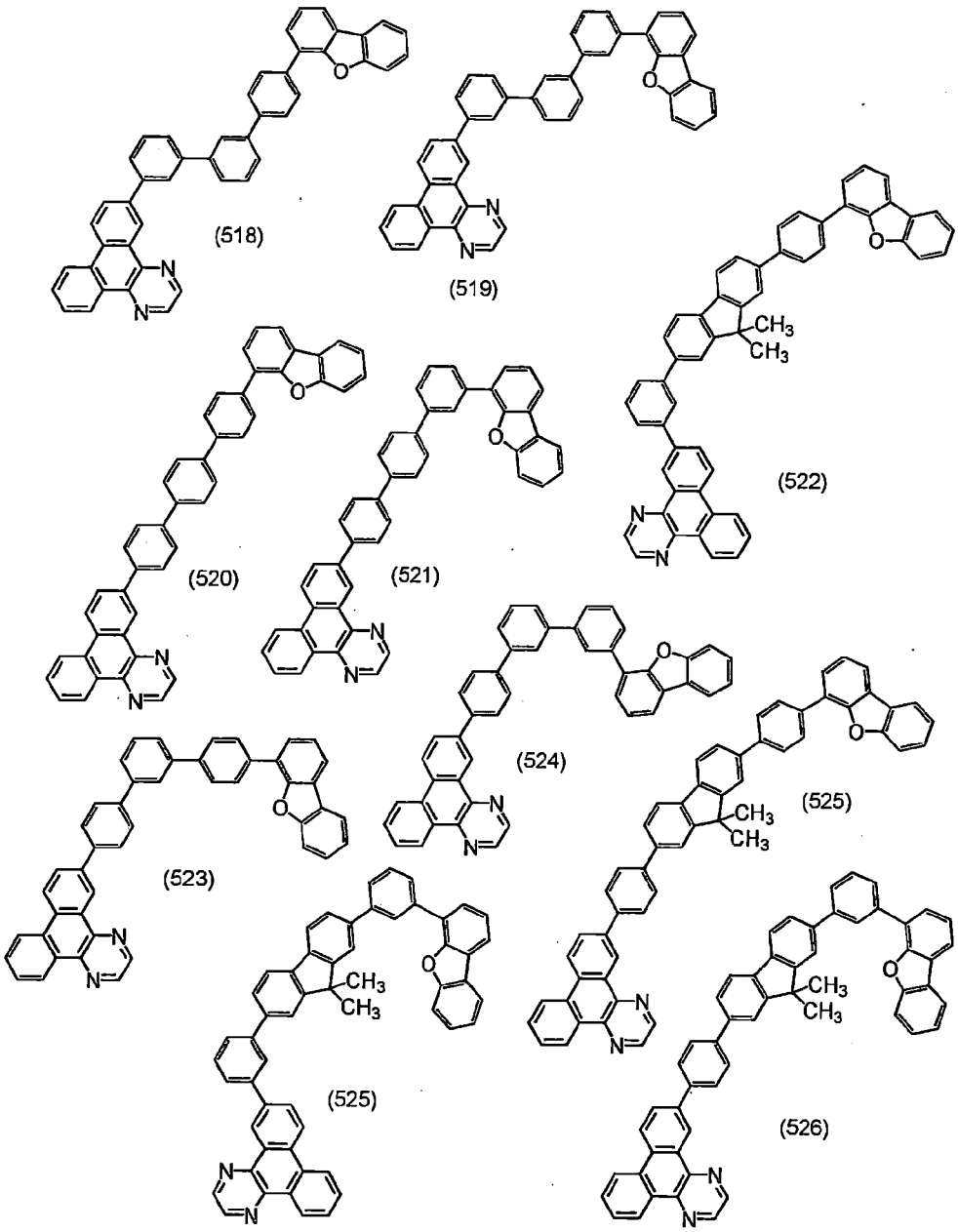

(515)


(516)


(517)

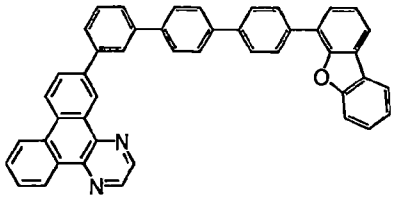
[0335]

[化學式 140]

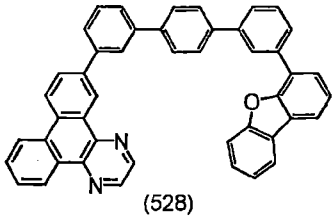


[0336]

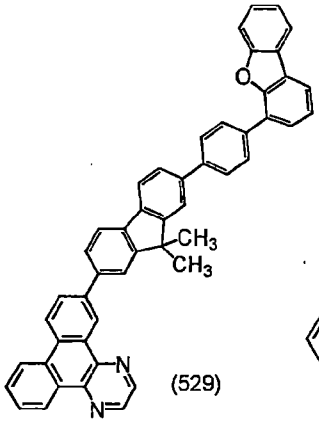
[化學式 141]



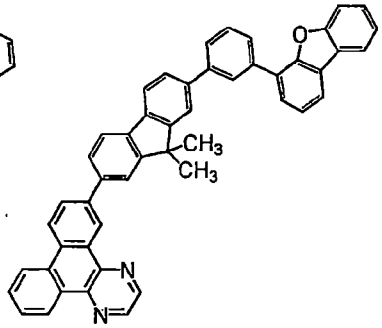
(527)



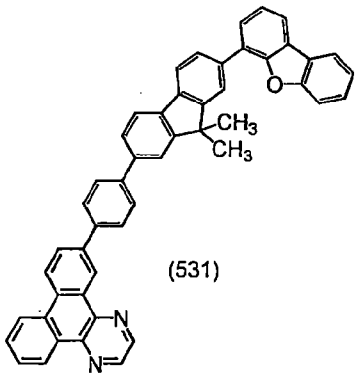
(528)



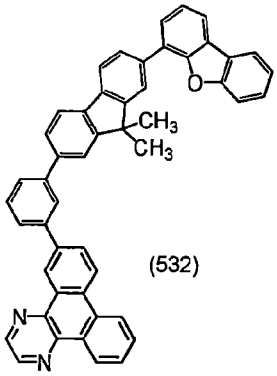
(529)



(530)



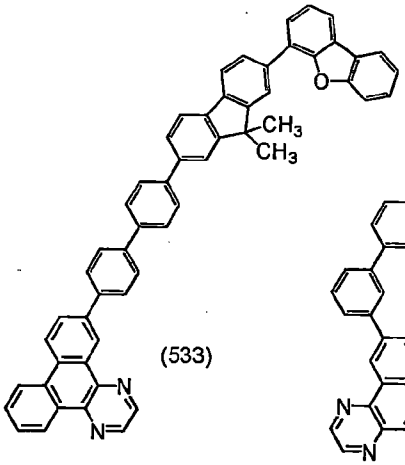
(531)

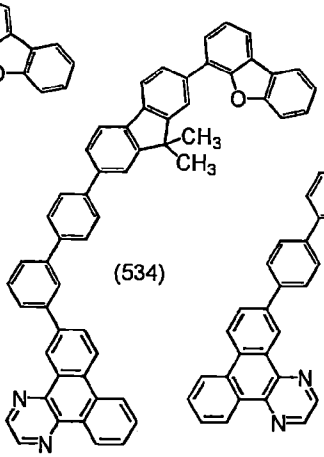


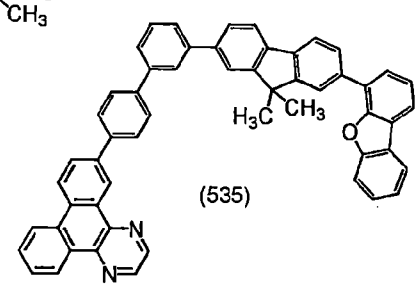
(532)

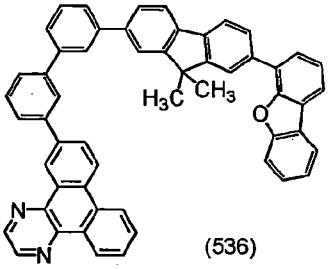
[0337]

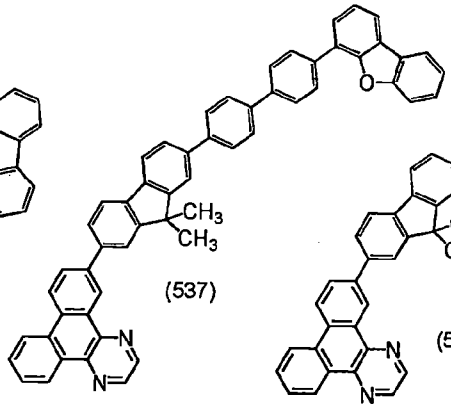
[化學式 142]

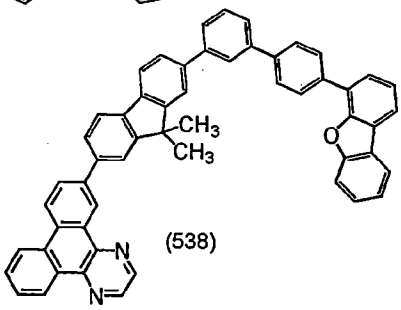

(533)

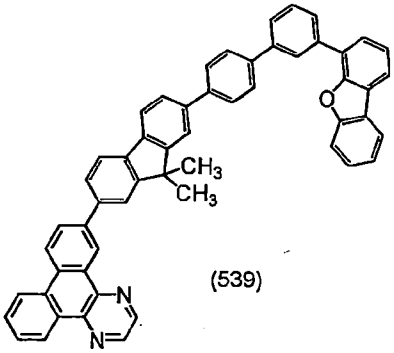

(534)

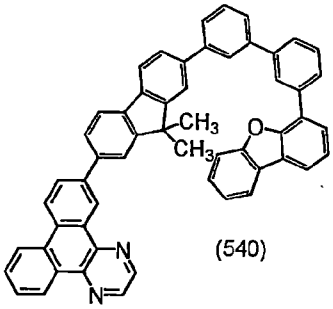

(535)


(536)


(537)

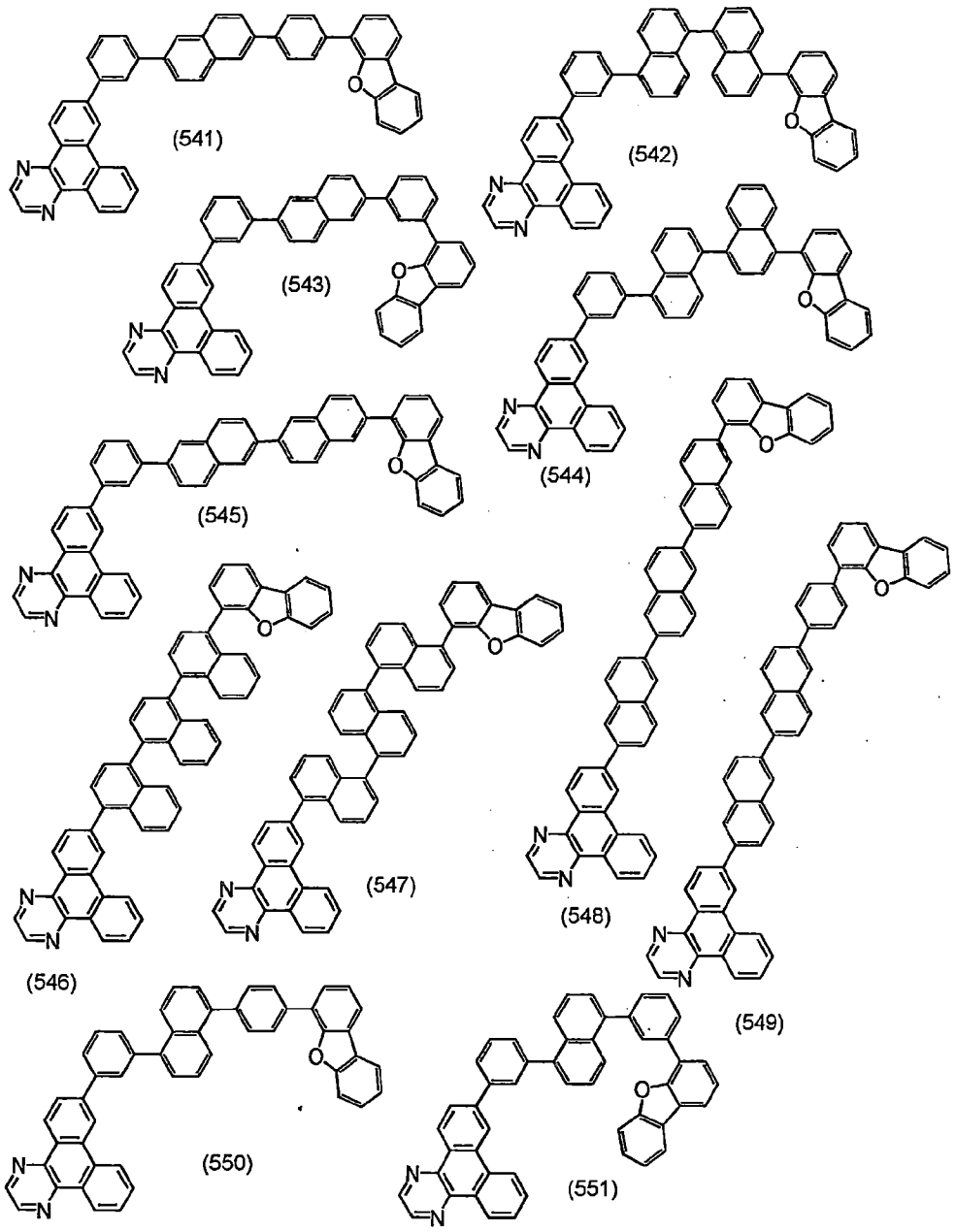

(538)


(539)


(540)

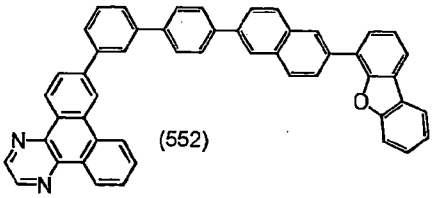
[0338]

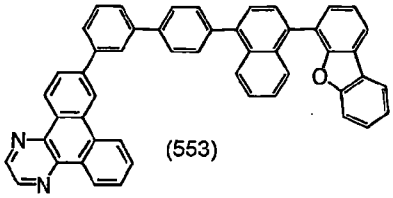
[化學式 143]

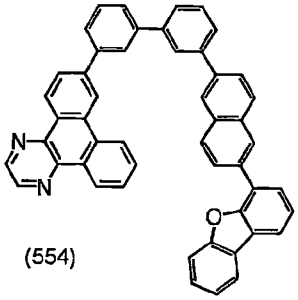


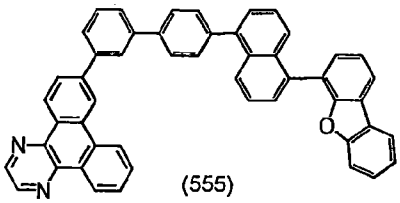
[0339]

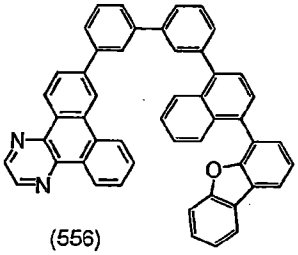
[化學式 144]

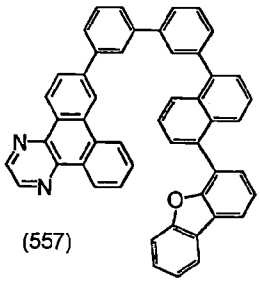

(552)


(553)


(554)

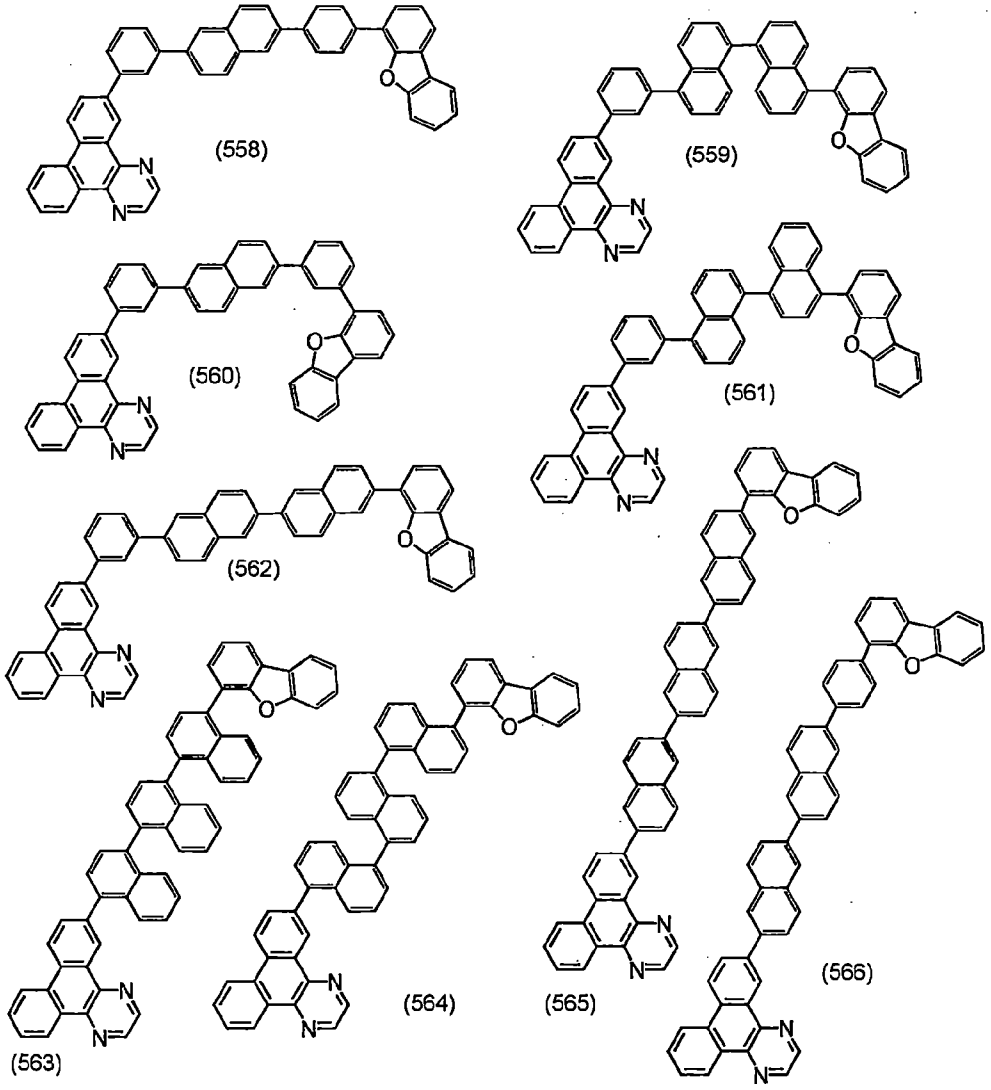

(555)


(556)


(557)

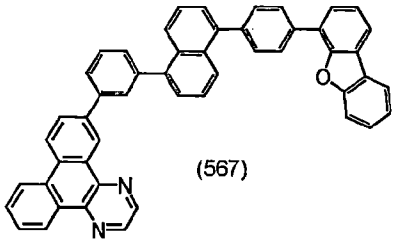
[0340]

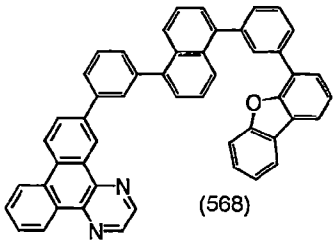
[化學式 145]

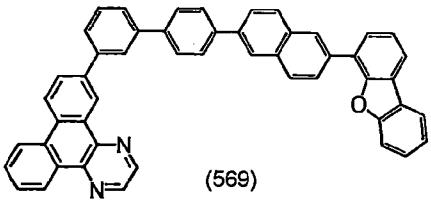


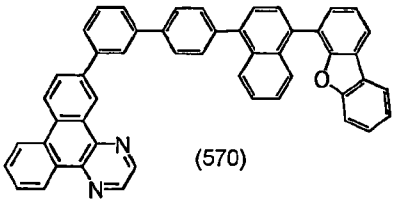
[0341]

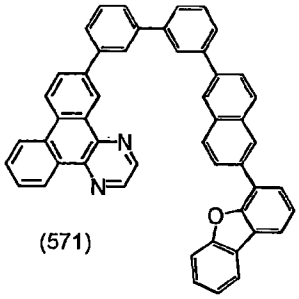
[化學式 146]

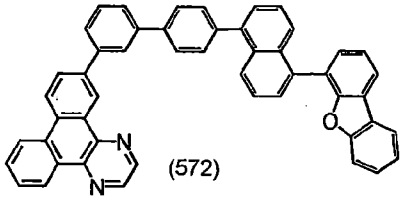

(567)

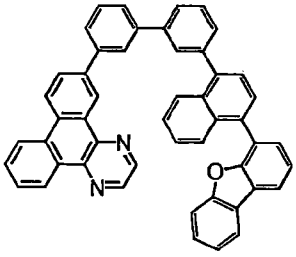

(568)

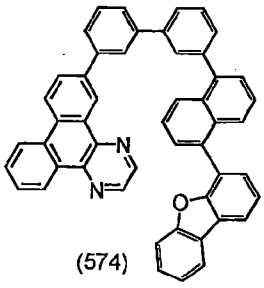

(569)


(570)


(571)

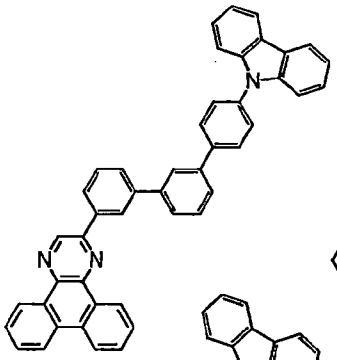

(572)


(573)

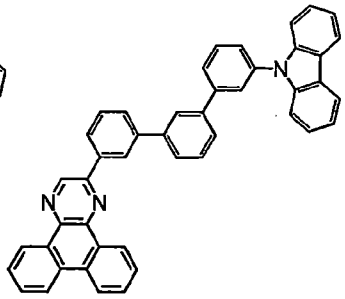

(574)

[0342]

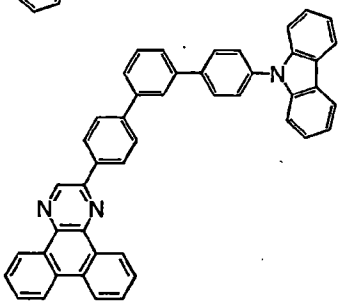
[化學式 147]



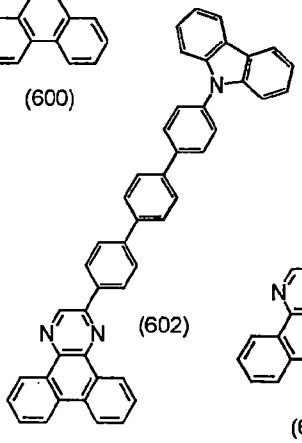
(600)



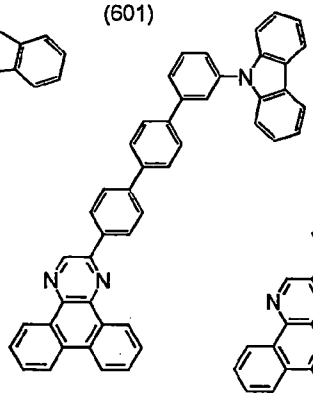
(601)



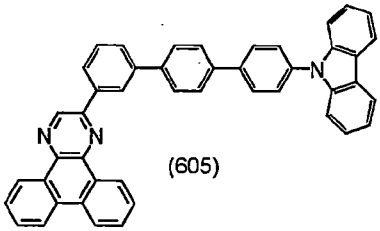
(604)



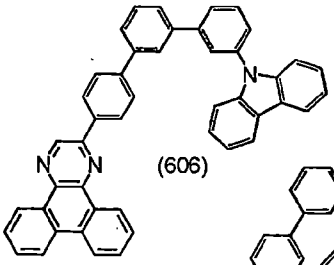
(602)



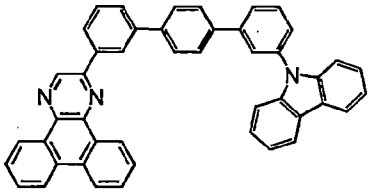
(603)



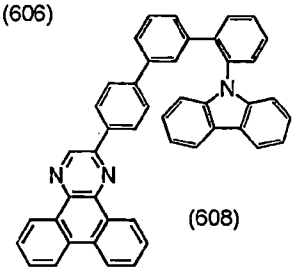
(605)



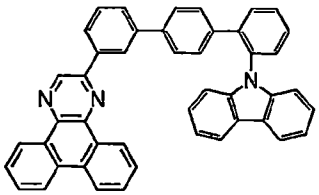
(606)



(607)



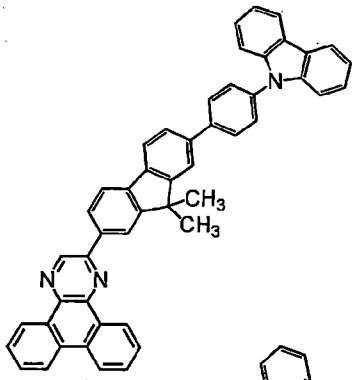
(608)

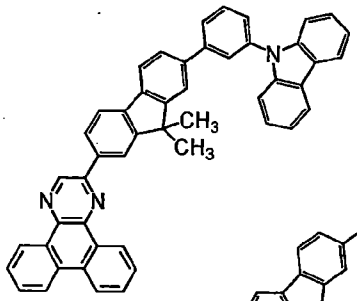


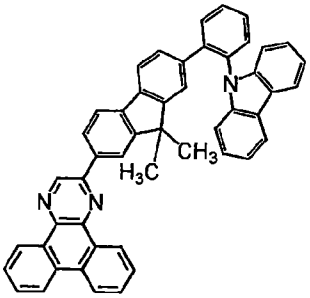
(609)

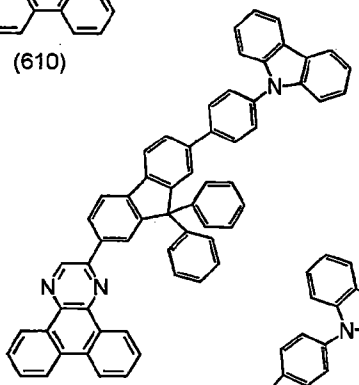
[0343]

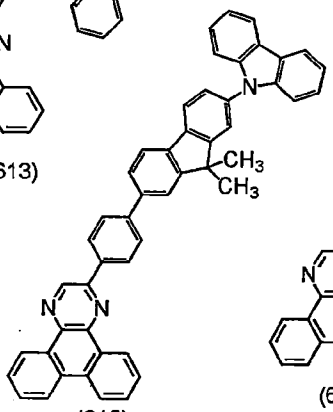
[化學式 148]

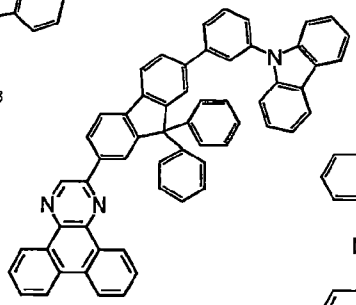

(610)

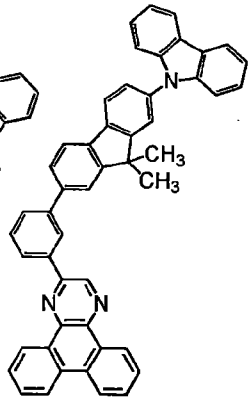

(611)


(612)


(613)

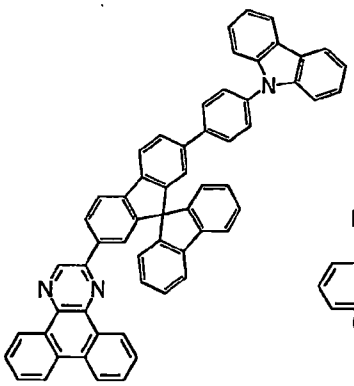

(615)


(614)

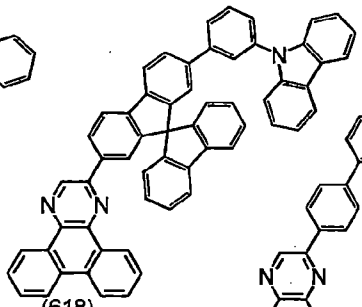

(616)

[0344]

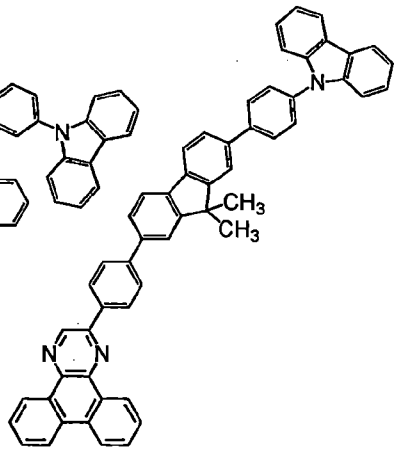
[化學式 149]



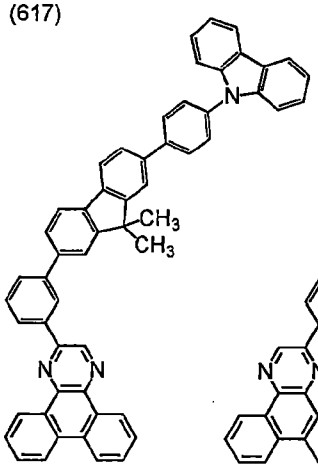
(617)



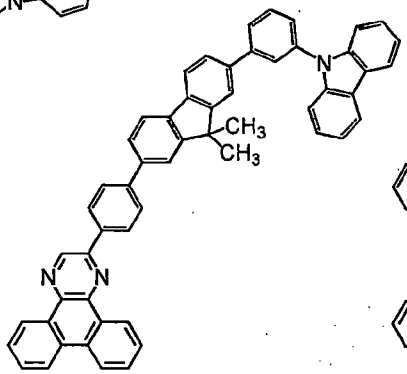
(618)



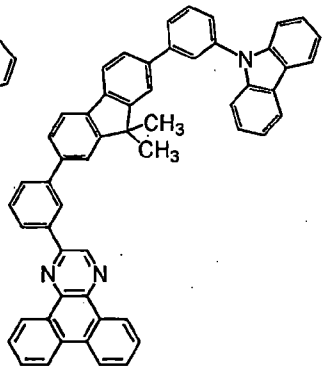
(619)



(620)



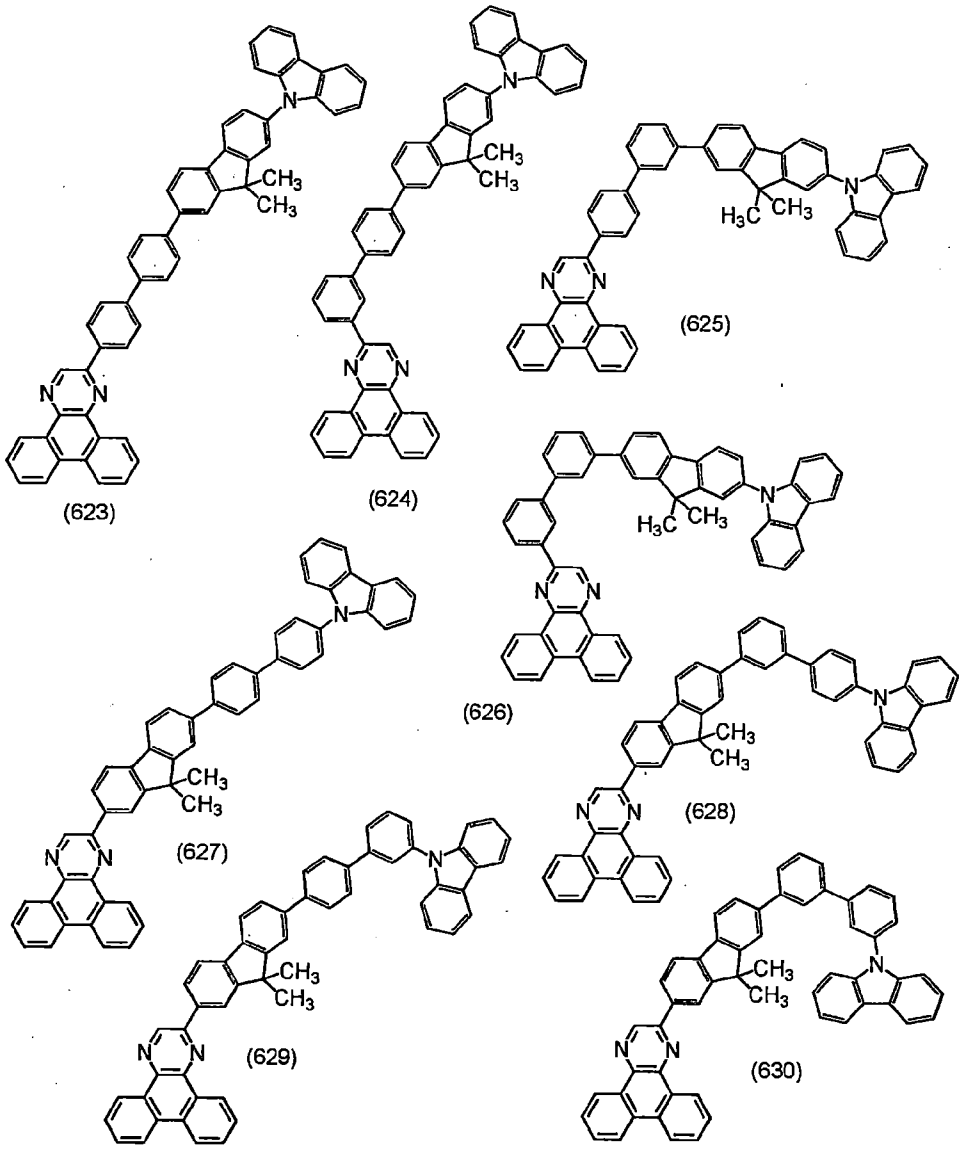
(621)



(622)

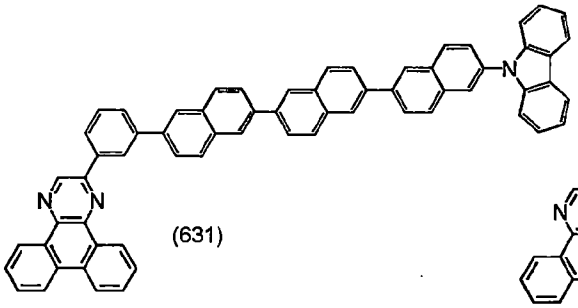
[0345]

[化學式 150]

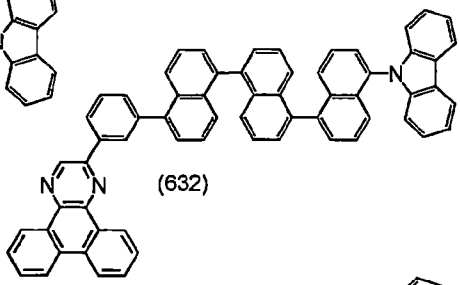


[0346]

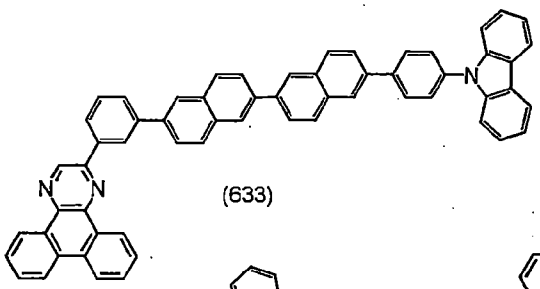
[化學式 151]



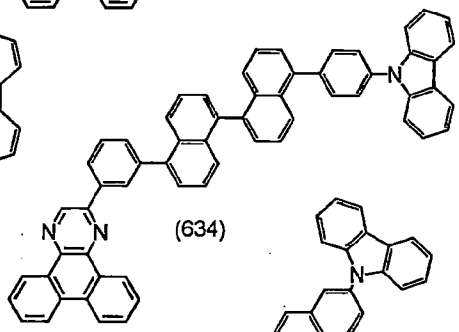
(631)



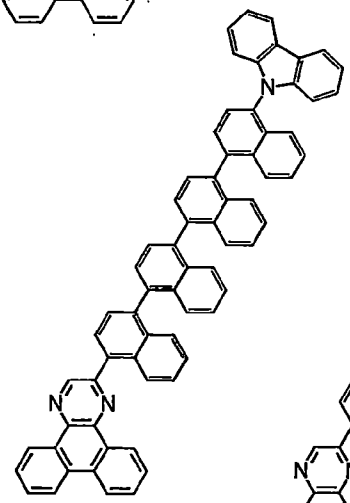
(632)



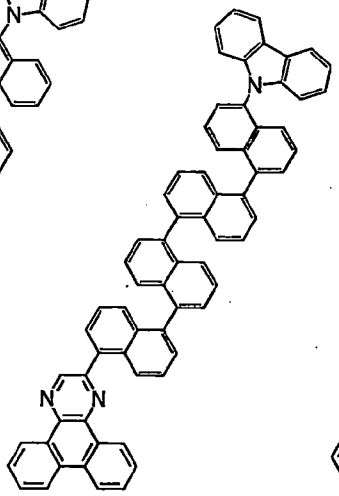
(633)



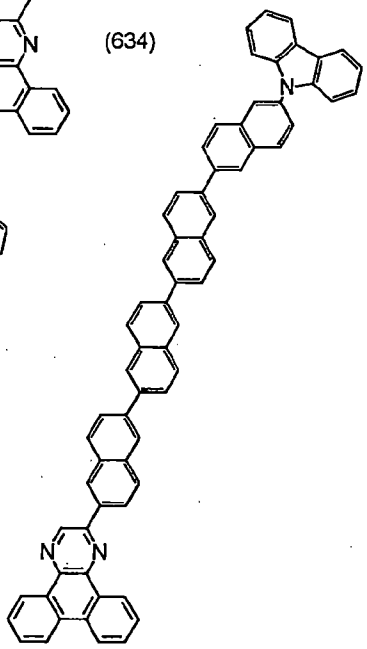
(634)



(635)



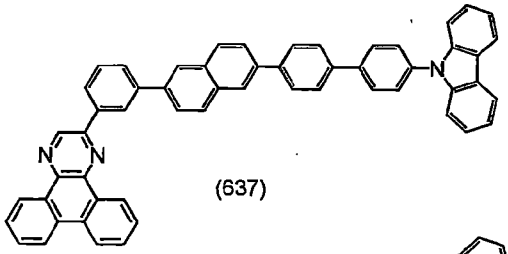
(636)



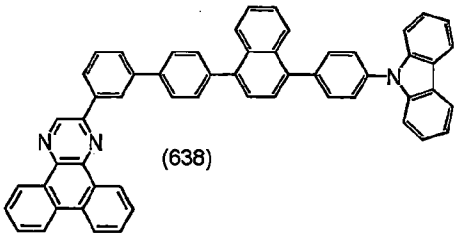
(637)

[0347]

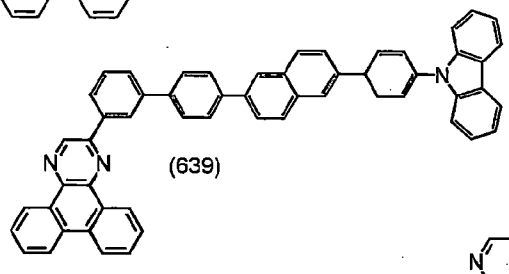
[化學式 152]



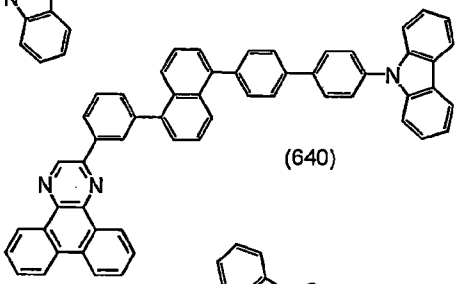
(637)



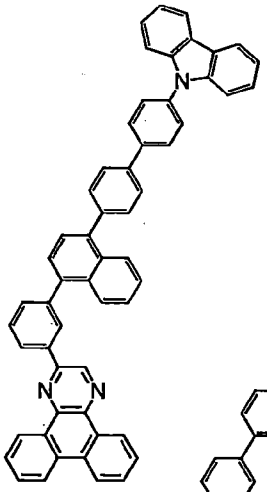
(638)



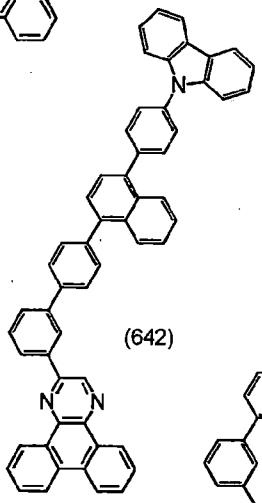
(639)



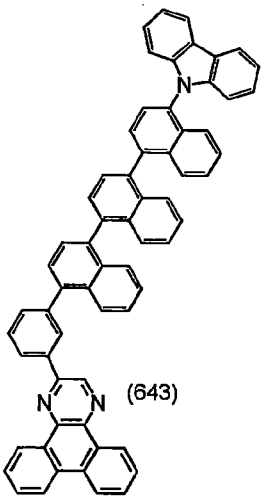
(640)



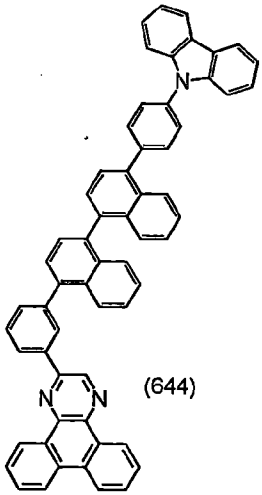
(641)



(642)



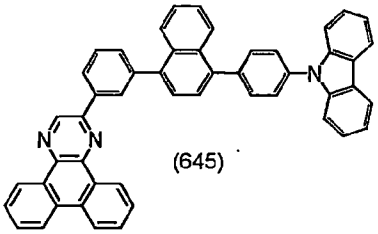
(643)

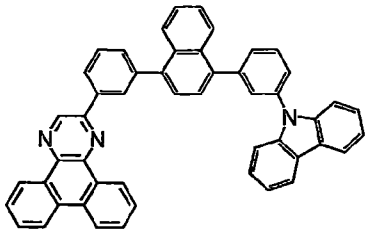


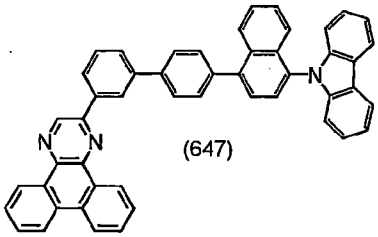
(644)

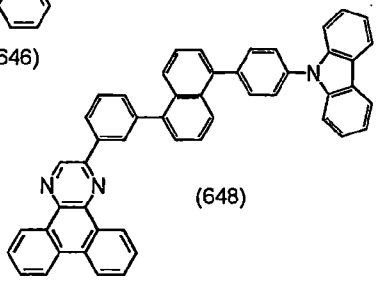
[0348]

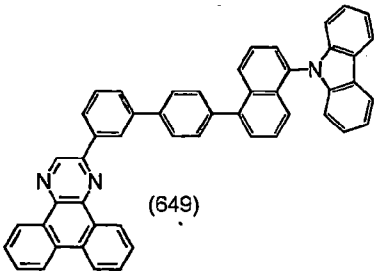
[化學式 153]

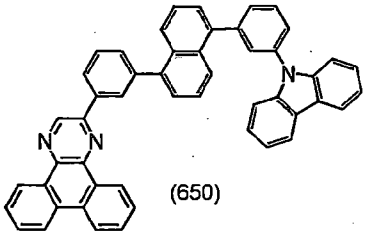

(645)

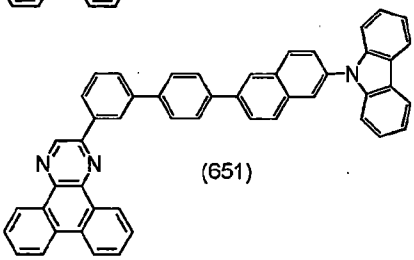

(646)

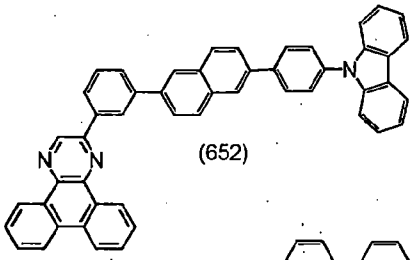

(647)

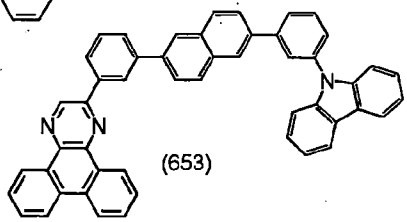

(648)


(649)


(650)

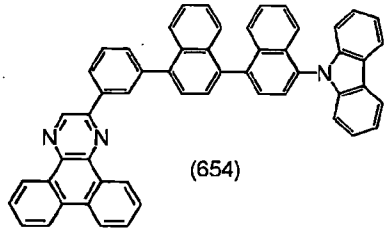

(651)

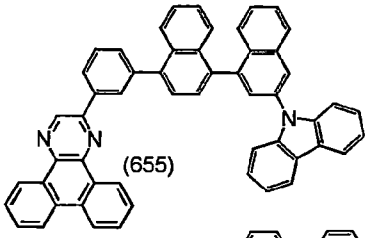

(652)

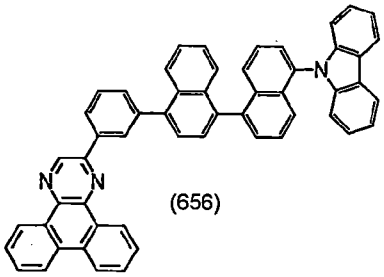

(653)

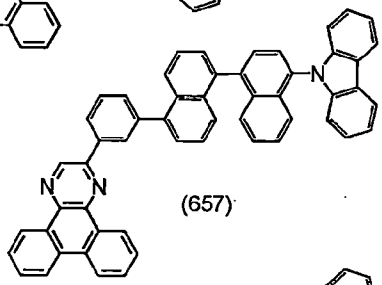
[0349]

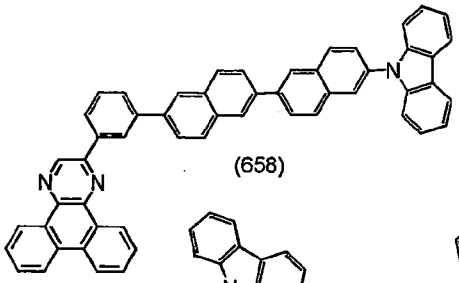
[化學式 154]

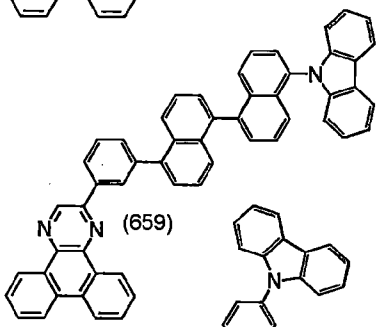

(654)

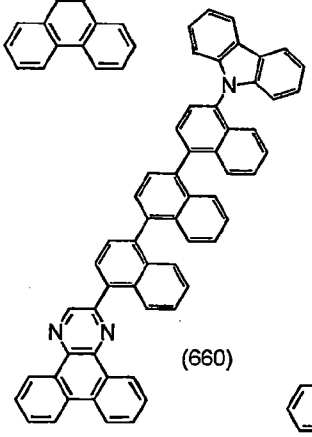

(655)

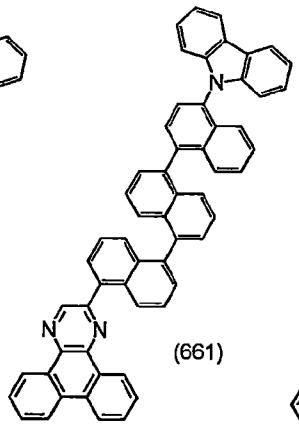

(656)

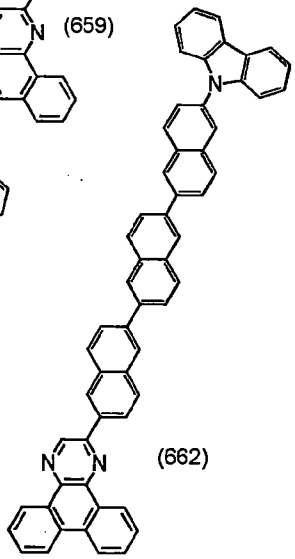

(657)


(658)


(659)

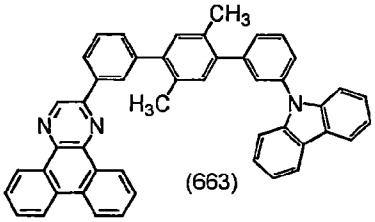

(660)


(661)

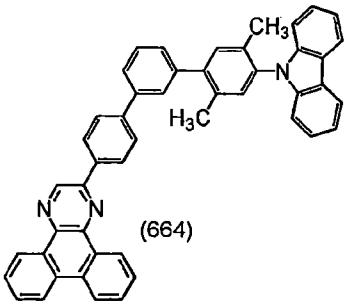

(662)

[0350]

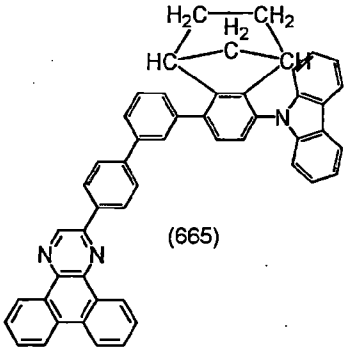
[化學式 155]



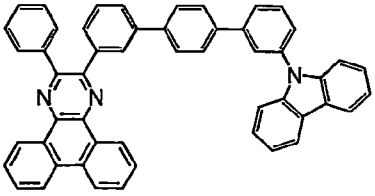
(663)



(664)



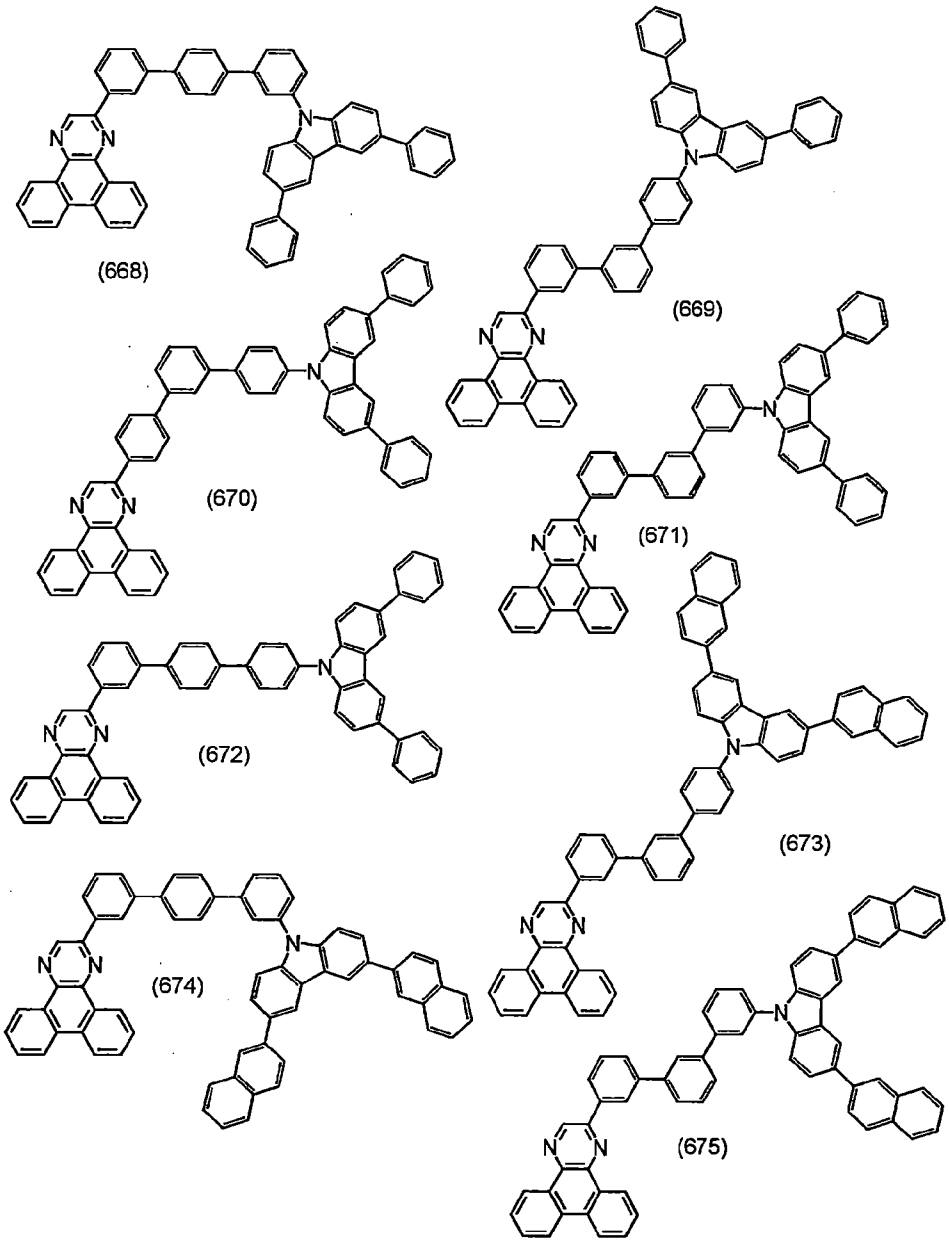
(665)



(667)

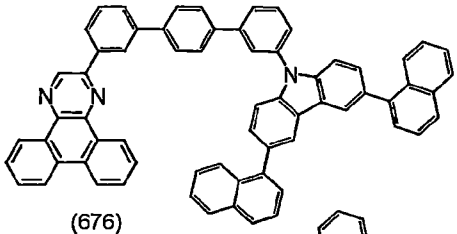
[0351]

[化學式 156]

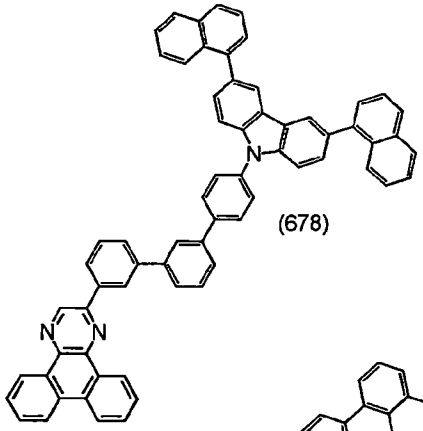


[0352]

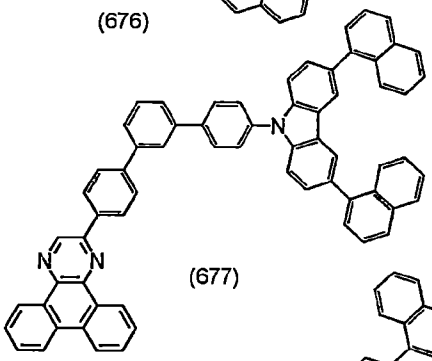
[化學式 157]



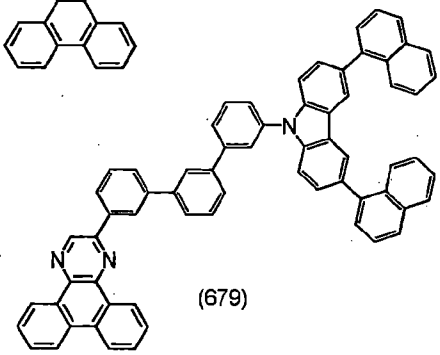
(676)



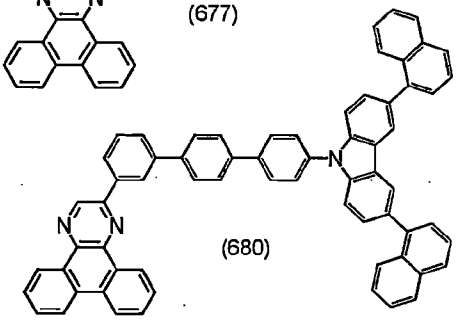
(678)



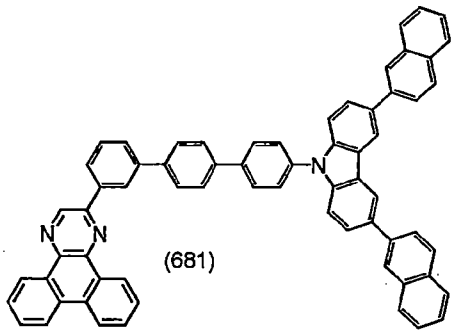
(677)



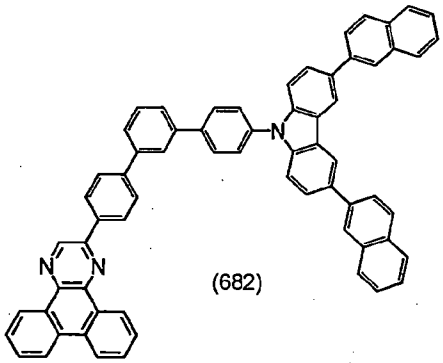
(679)



(680)



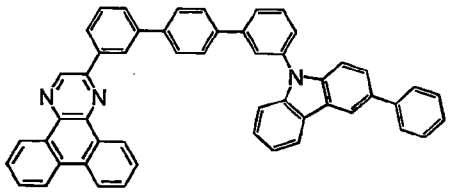
(681)



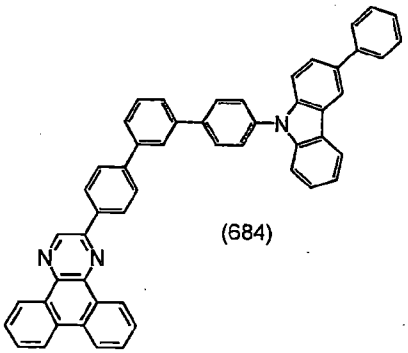
(682)

[0353]

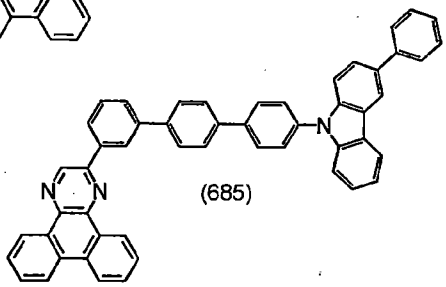
[化學式 158]



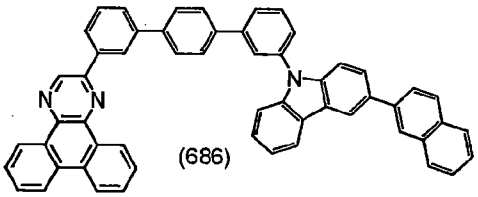
(683)



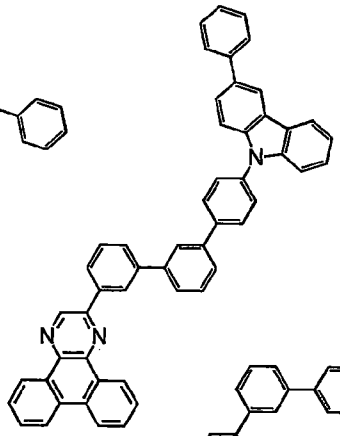
(684)



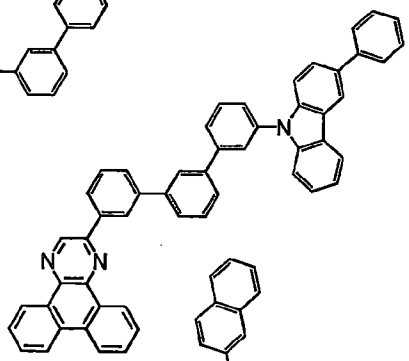
(685)



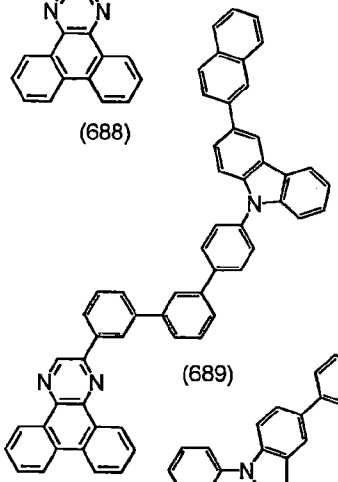
(686)



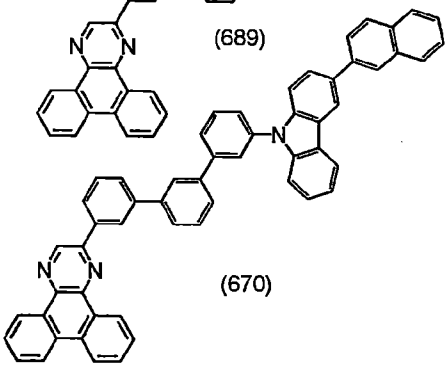
(687)



(688)



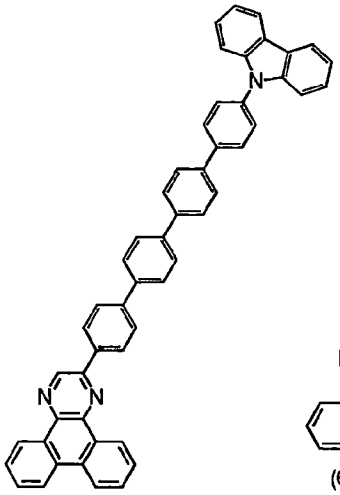
(689)



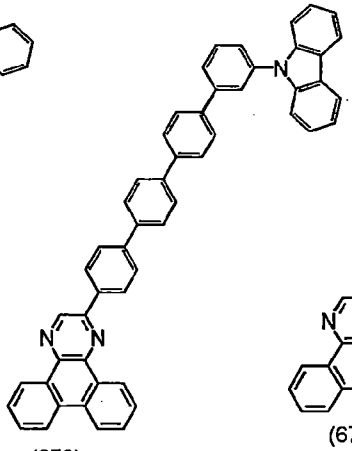
(670)

[0354]

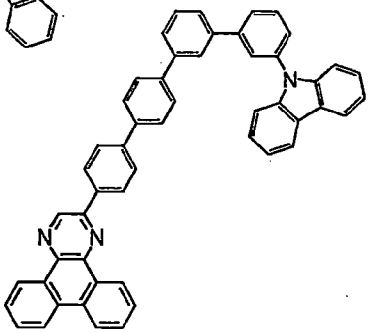
[化學式 159]



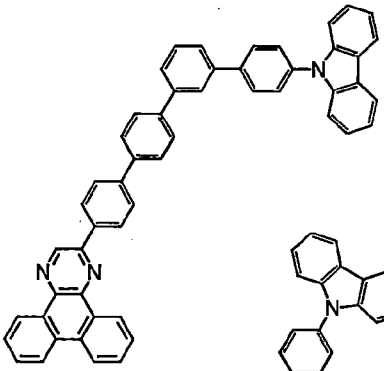
(671)



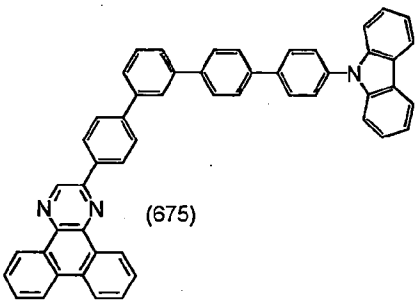
(672)



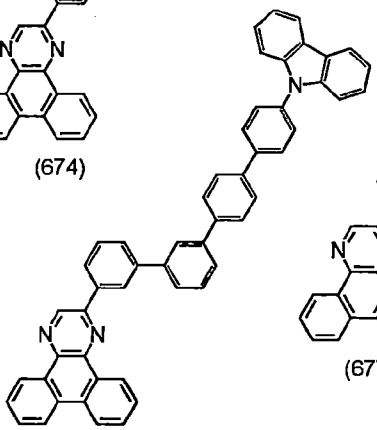
(673)



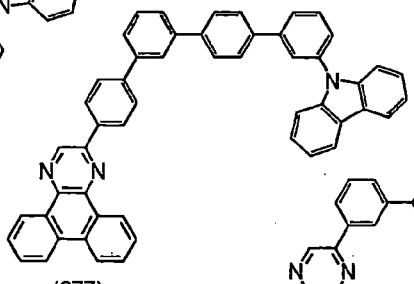
(674)



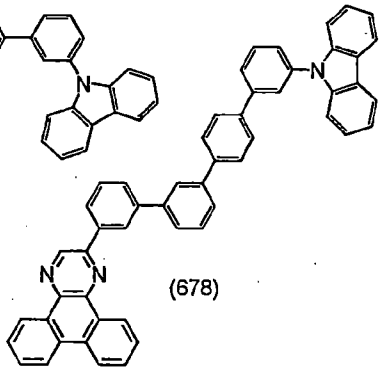
(675)



(676)



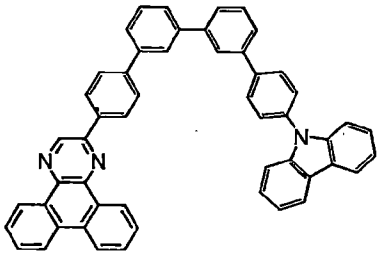
(677)



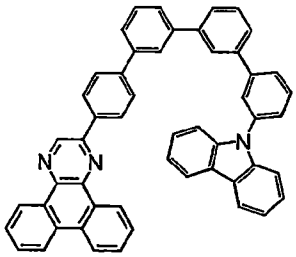
(678)

[0355]

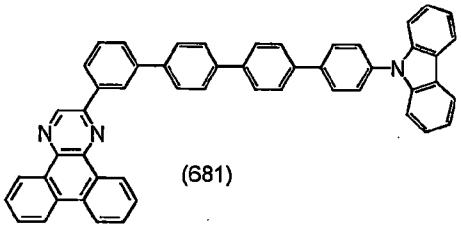
[化學式 160]



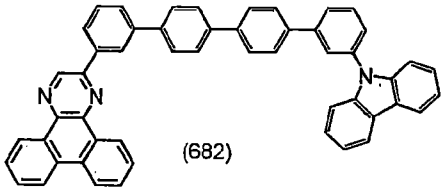
(679)



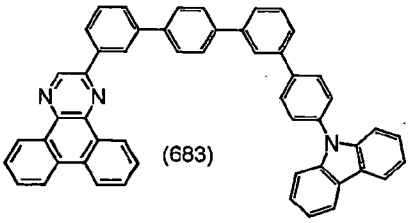
(680)



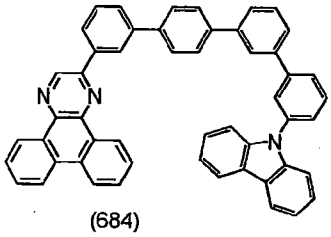
(681)



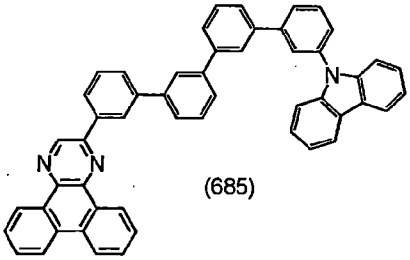
(682)



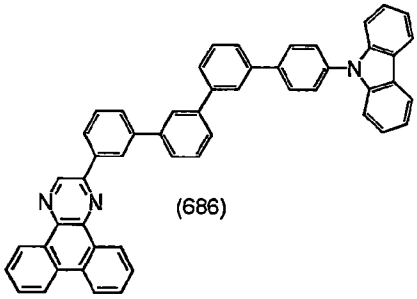
(683)



(684)



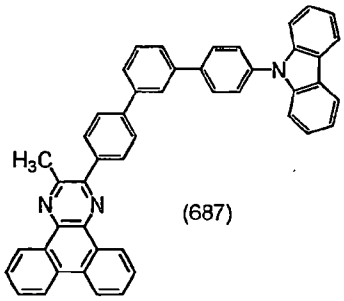
(685)



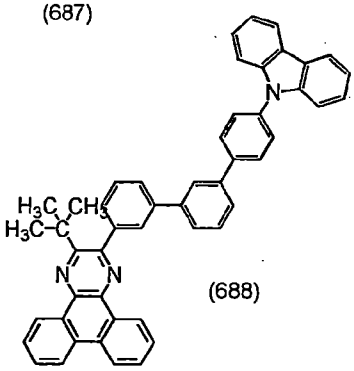
(686)

[0356]

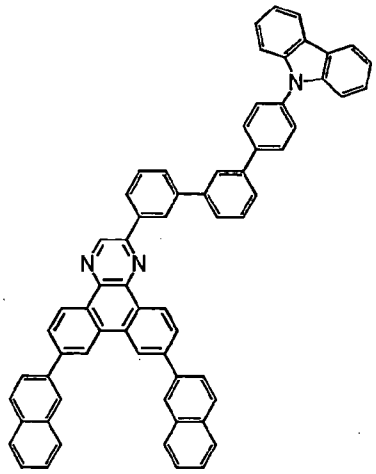
[化學式 161]



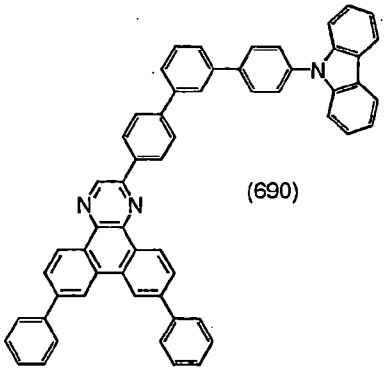
(687)



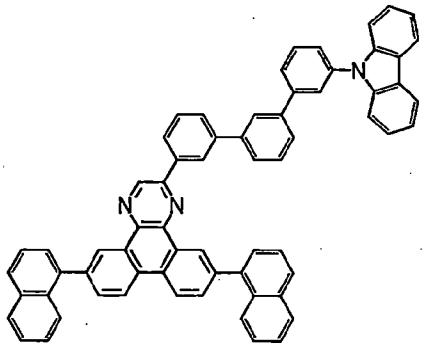
(688)



(689)



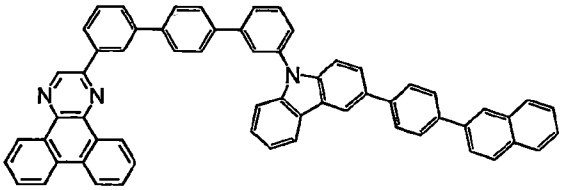
(690)



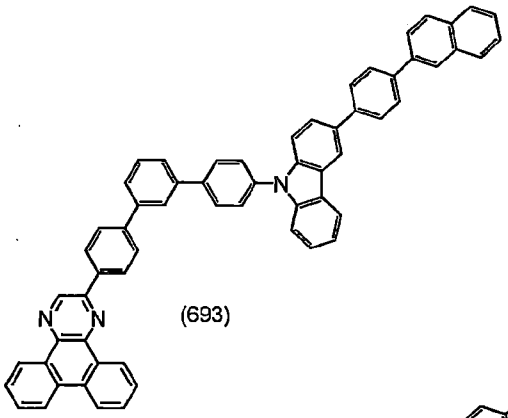
(691)

[0357]

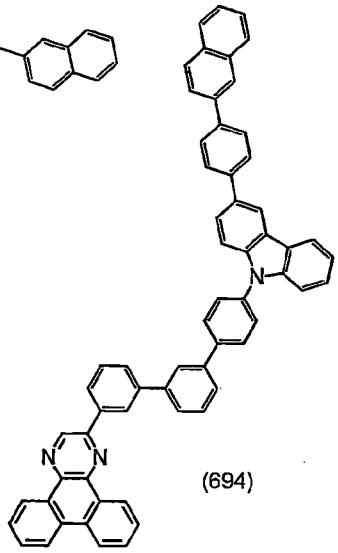
[化學式 162]



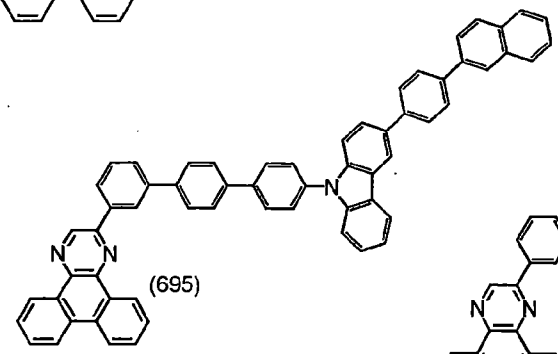
(692)



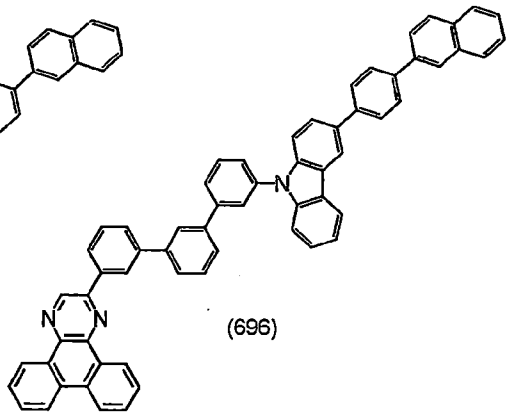
(693)



(694)



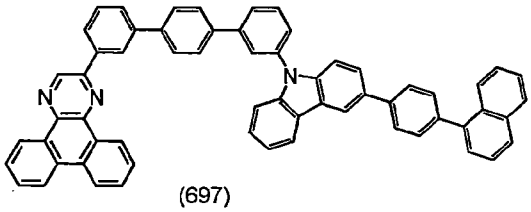
(695)



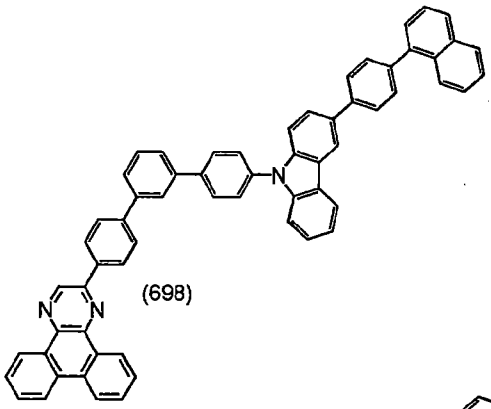
(696)

[0358]

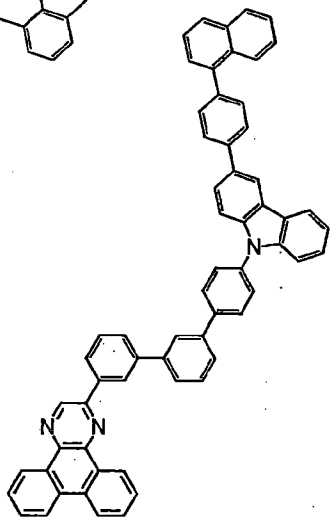
[化學式 163]



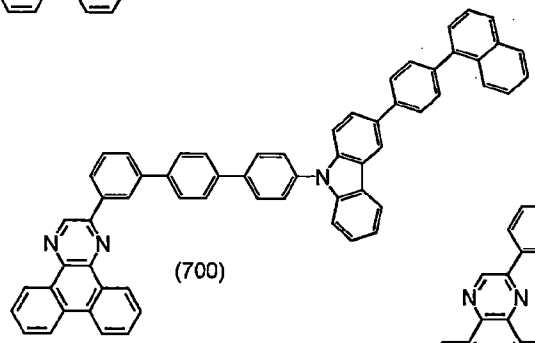
(697)



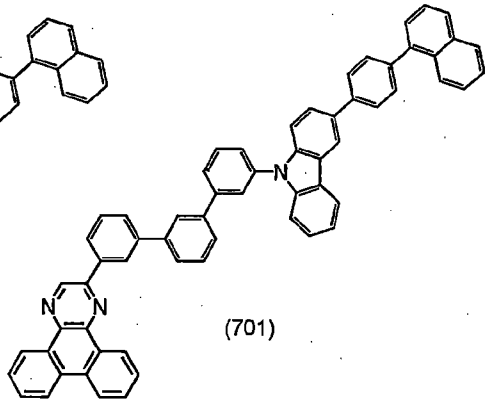
(698)



(699)



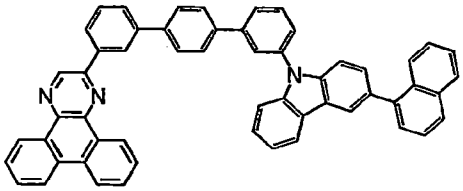
(700)



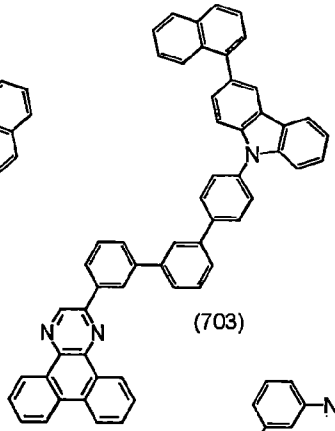
(701)

[0359]

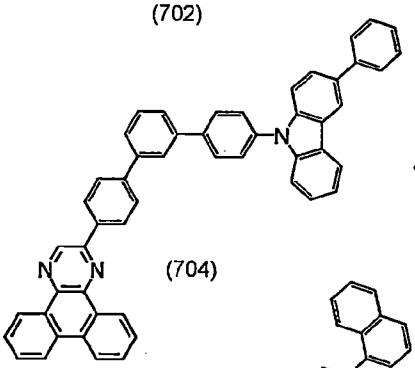
[化學式 164]



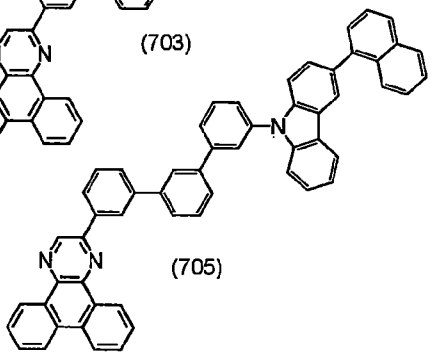
(702)



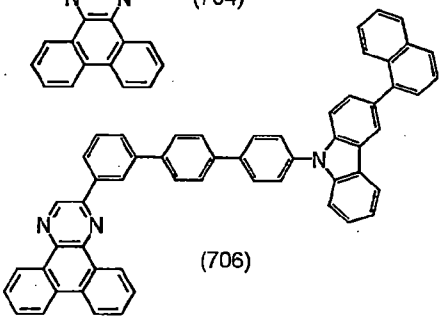
(703)



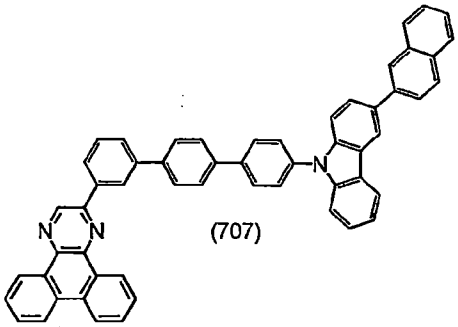
(704)



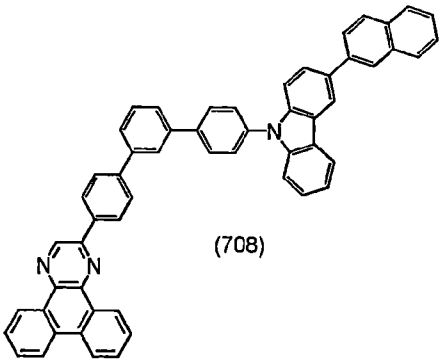
(705)



(706)



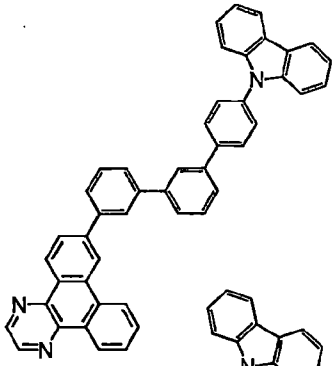
(707)



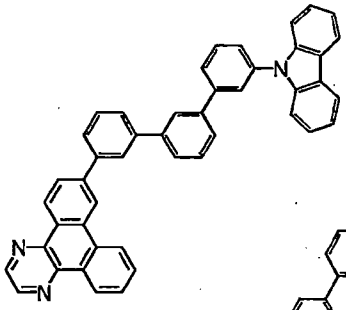
(708)

[0360]

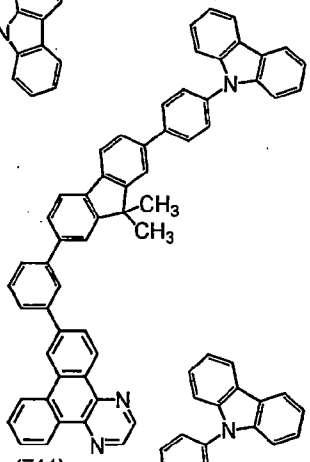
[化學式 165]



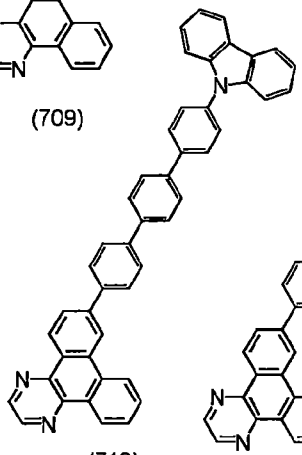
(709)



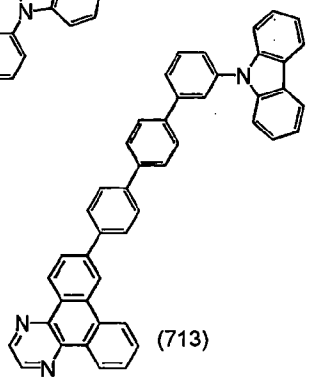
(710)



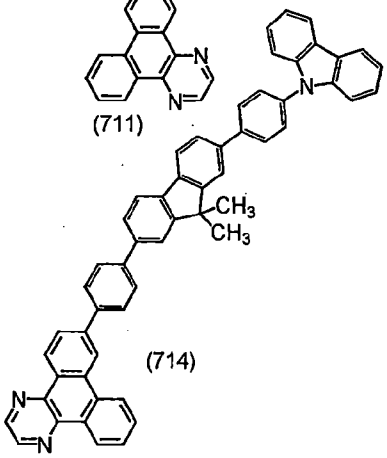
(711)



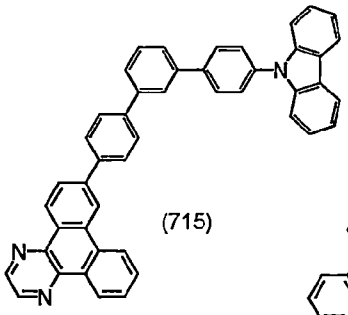
(712)



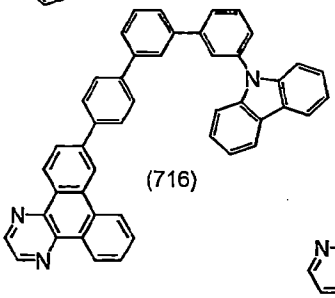
(713)



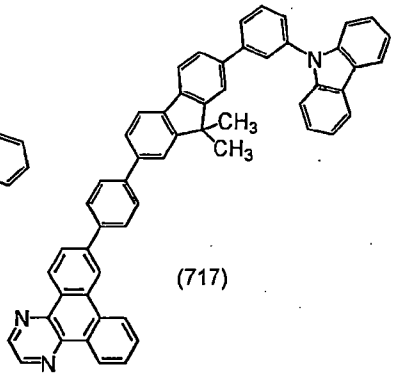
(714)



(715)



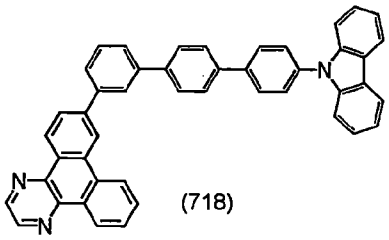
(716)



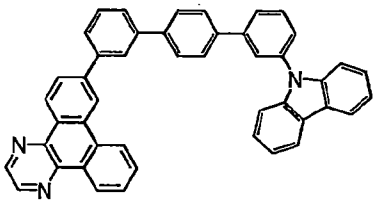
(717)

[0361]

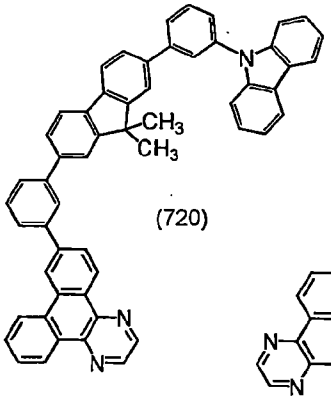
[化學式 166]



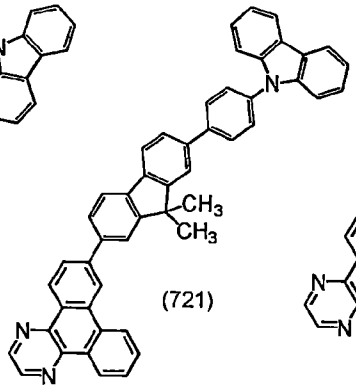
(718)



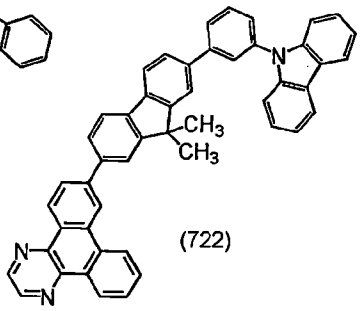
(719)



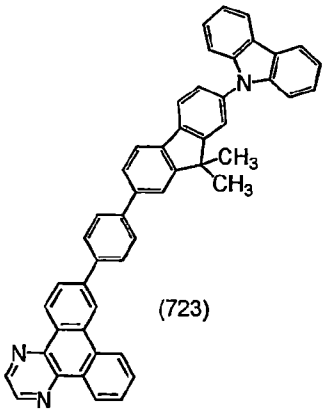
(720)



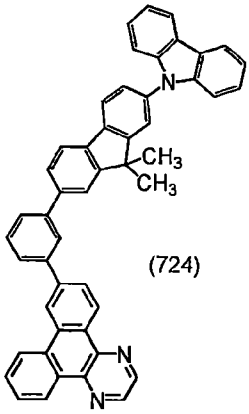
(721)



(722)



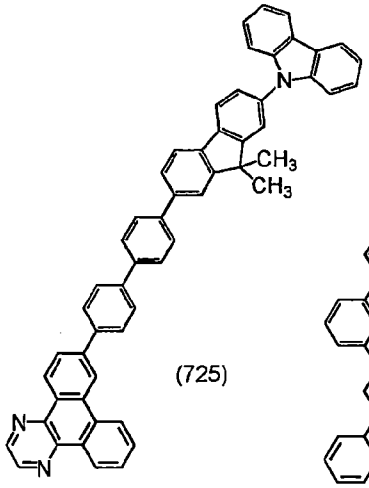
(723)

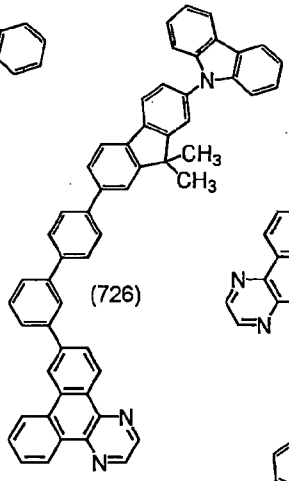


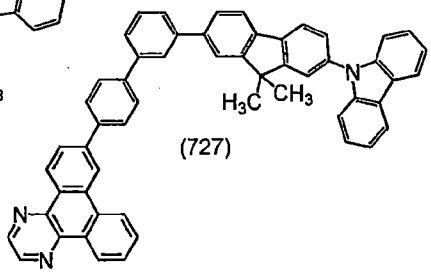
(724)

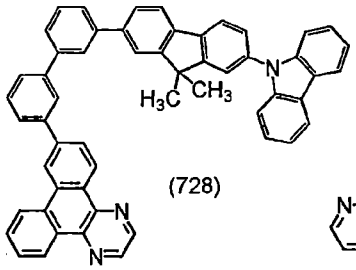
[0362]

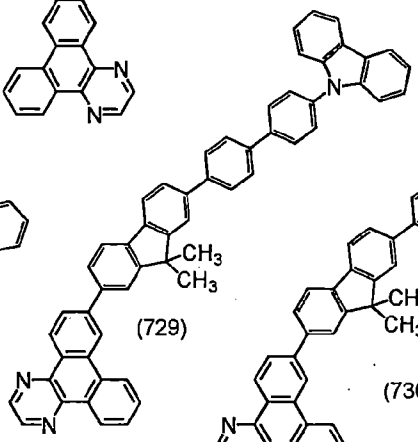
[化學式 167]

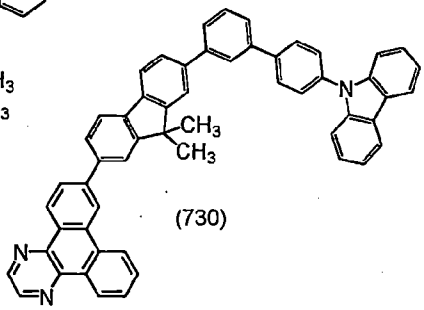

(725)

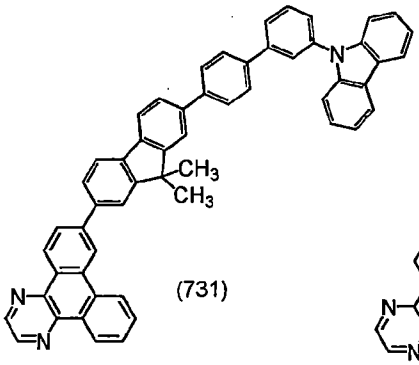

(726)

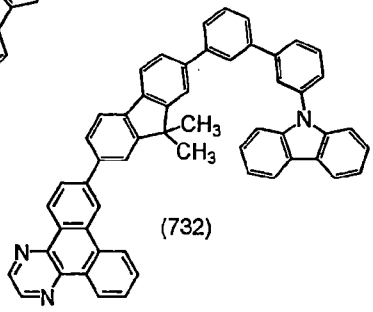

(727)


(728)


(729)

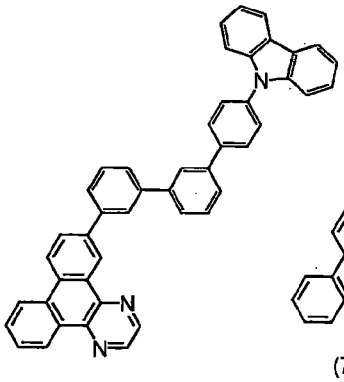

(730)


(731)

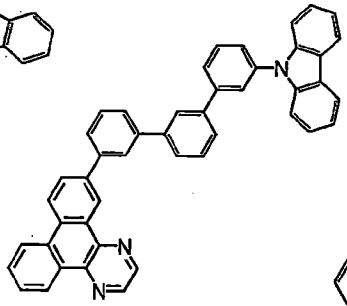

(732)

[0363]

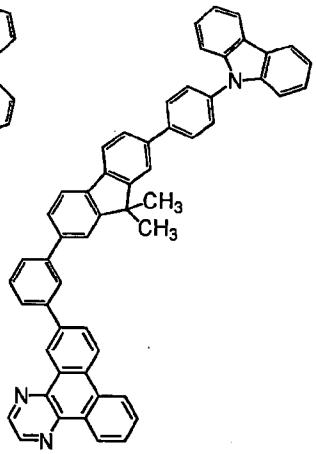
[化學式 168]



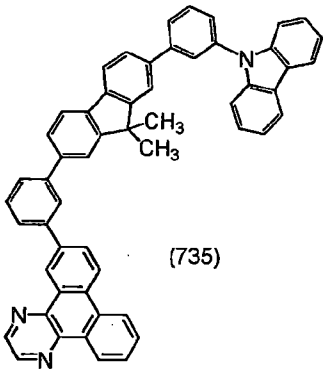
(733)



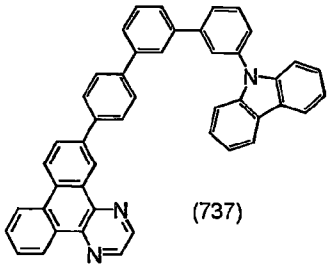
(734)



(736)



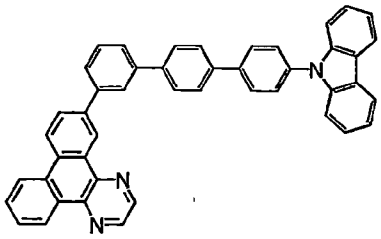
(735)



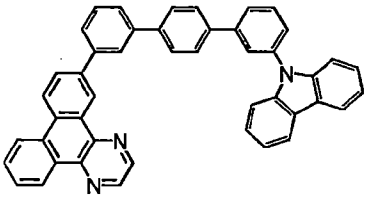
(737)

[0364]

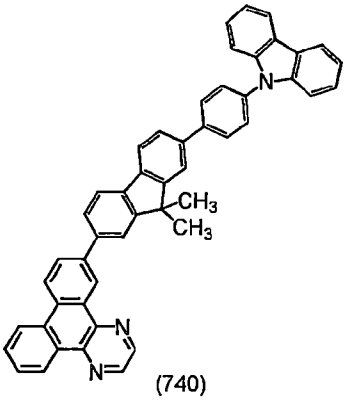
[化學式 169]



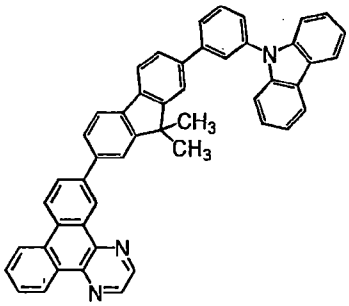
(738)



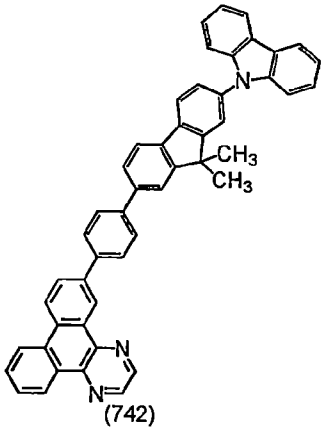
(739)



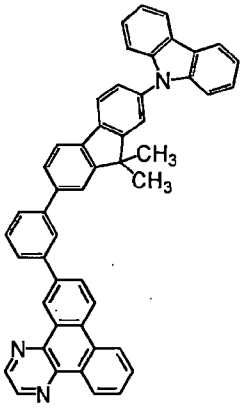
(740)



(741)



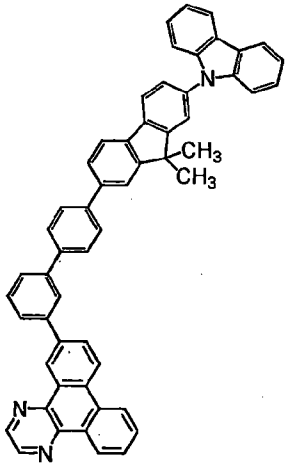
(742)



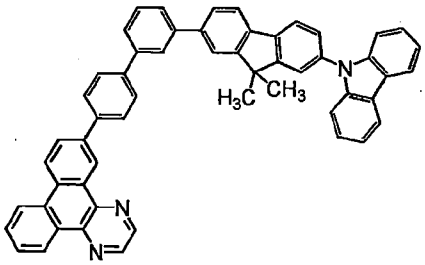
(743)

[0365]

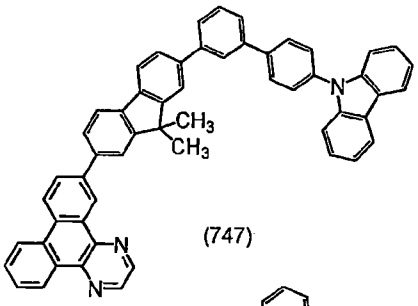
[化學式 170]



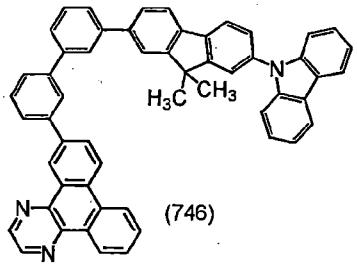
(744)



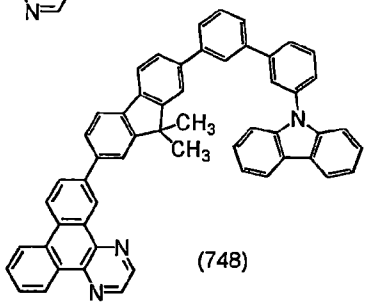
(745)



(747)



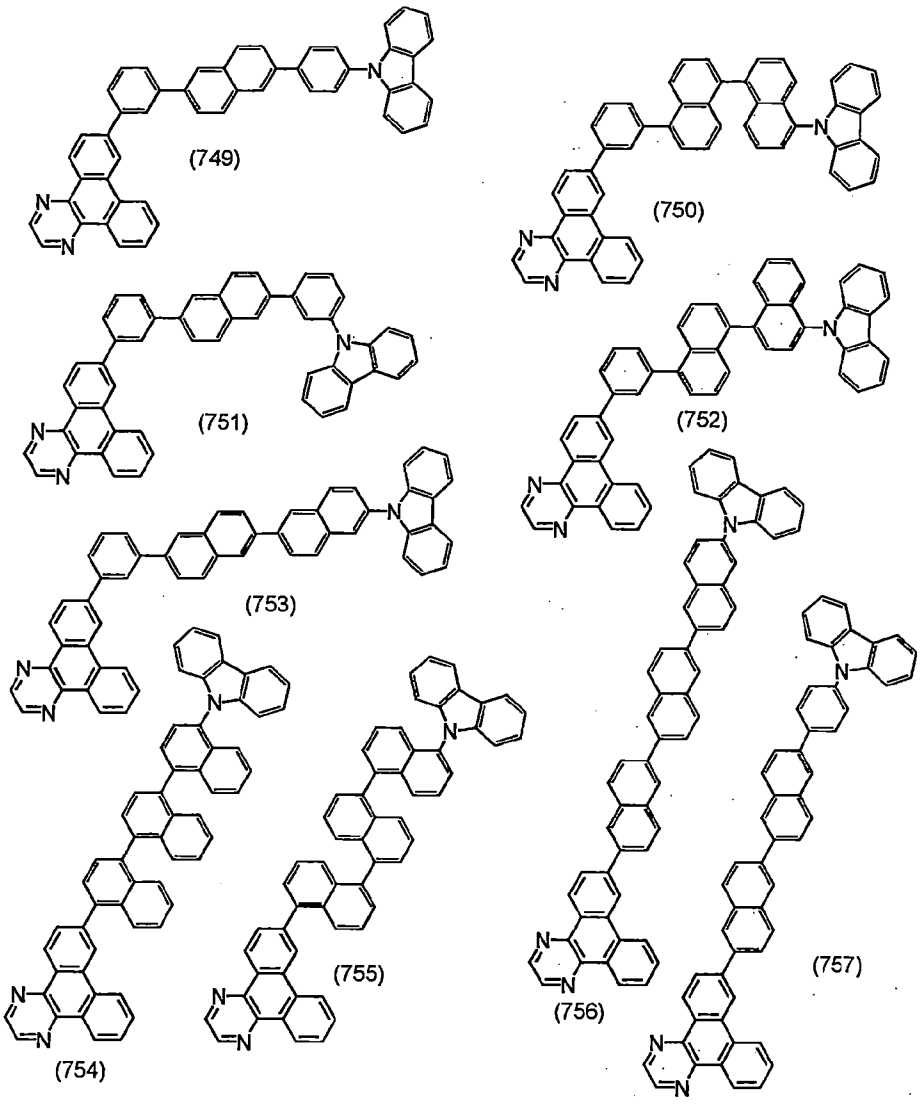
(746)



(748)

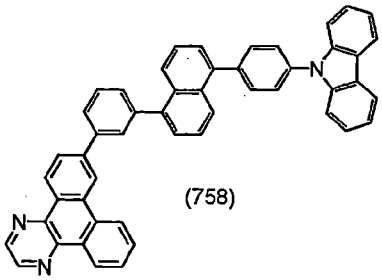
[0366]

[化學式 171]

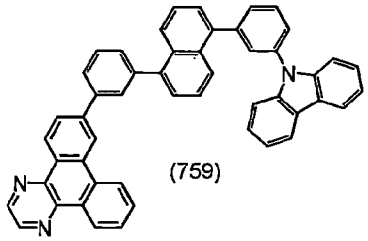


[0367]

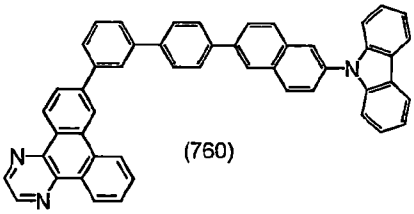
[化學式 172]



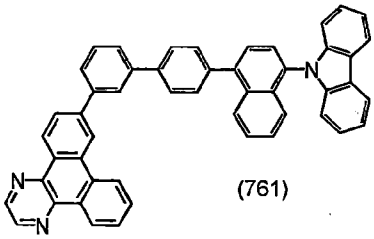
(758)



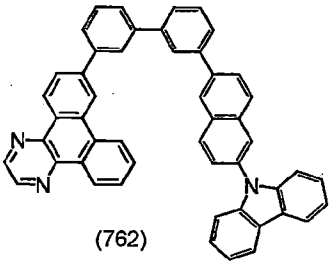
(759)



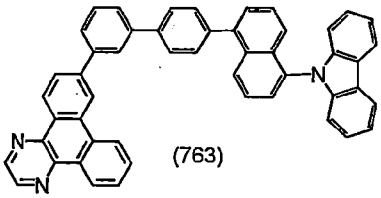
(760)



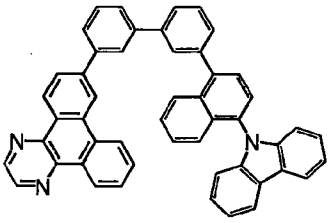
(761)



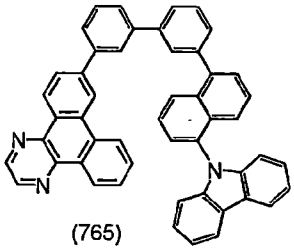
(762)



(763)



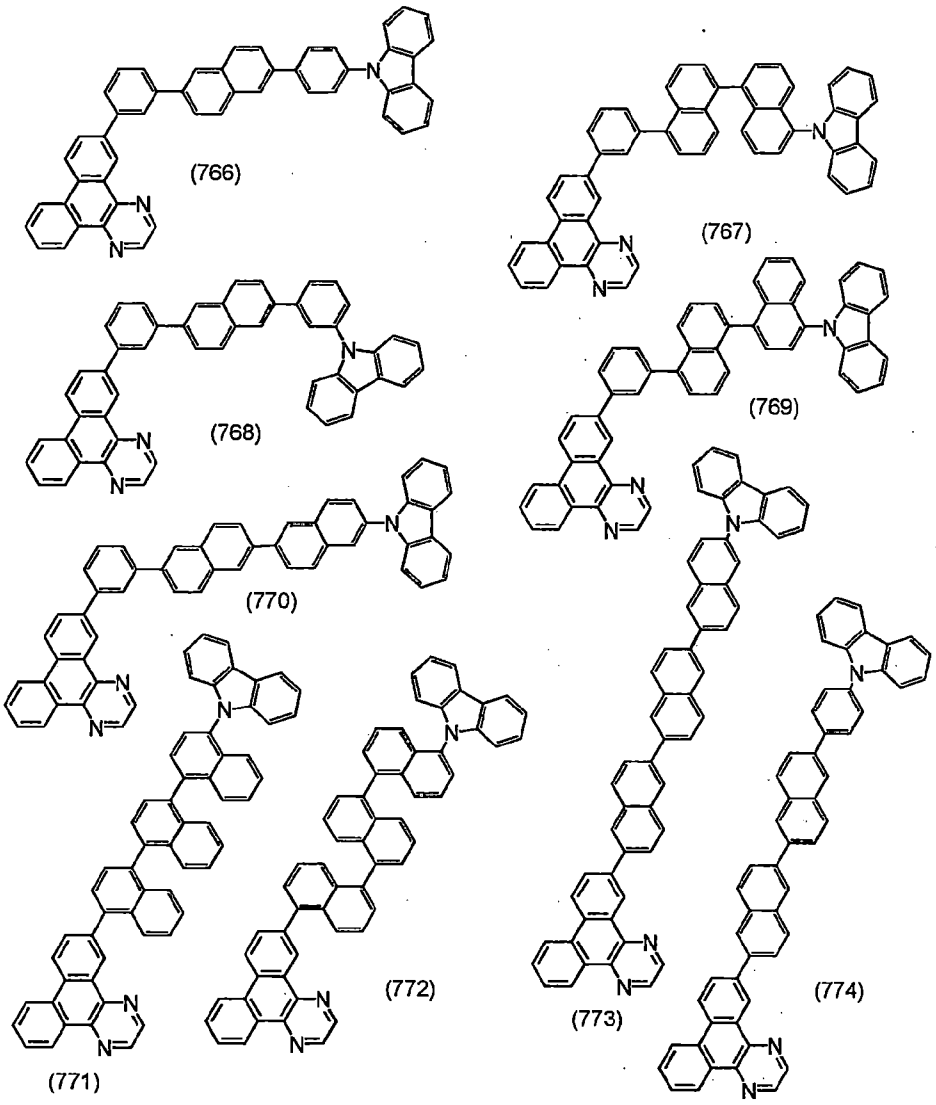
(764)



(765)

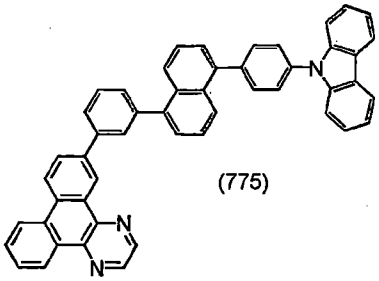
[0368]

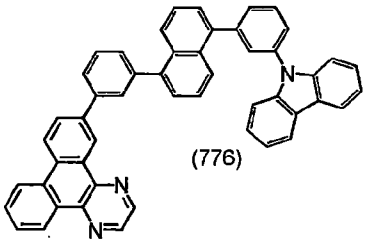
[化學式 173]

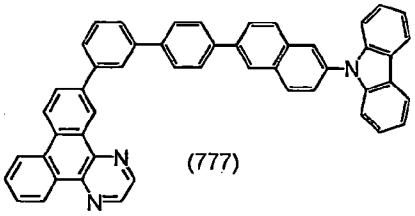


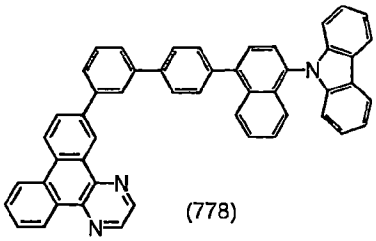
[0369]

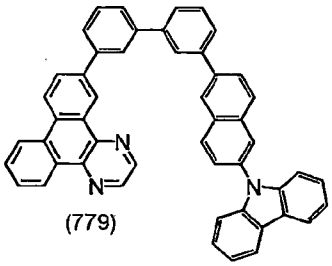
[化學式 174]

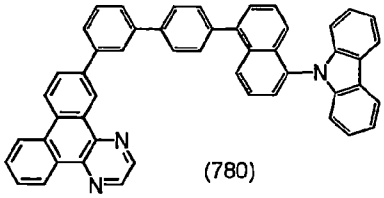

(775)

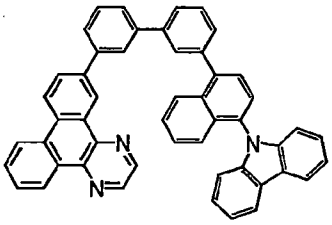

(776)

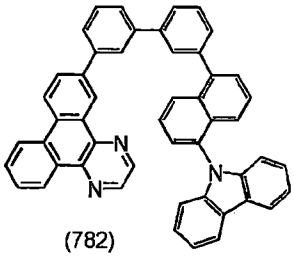

(777)


(778)


(779)

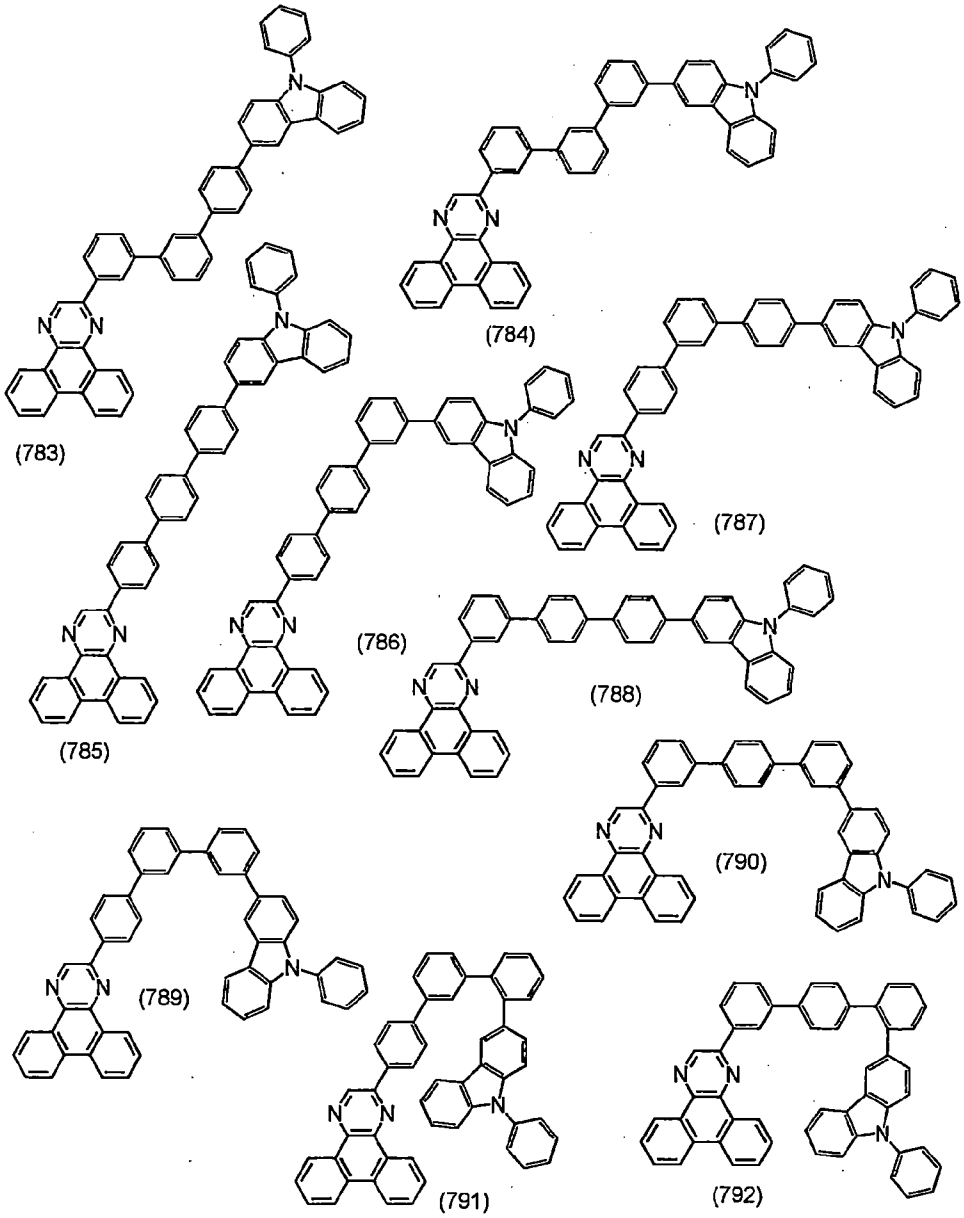

(780)


(781)


(782)

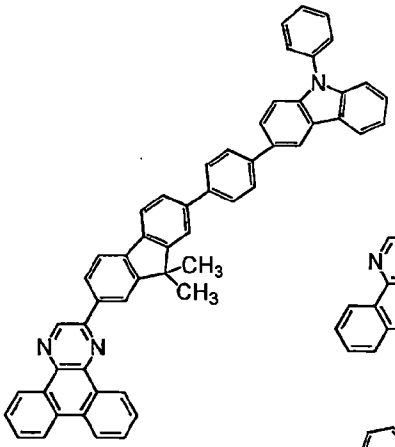
[0370]

[化學式 175]

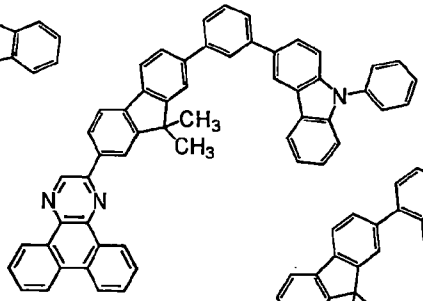


[0371]

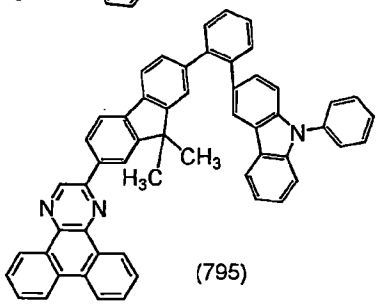
[化學式 176]



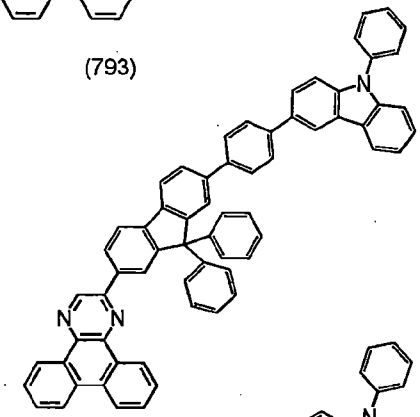
(793)



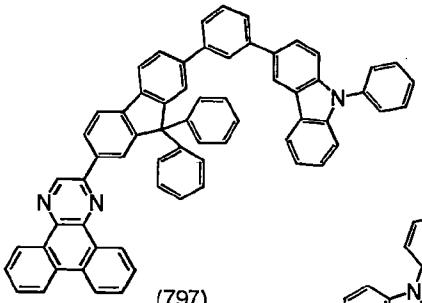
(794)



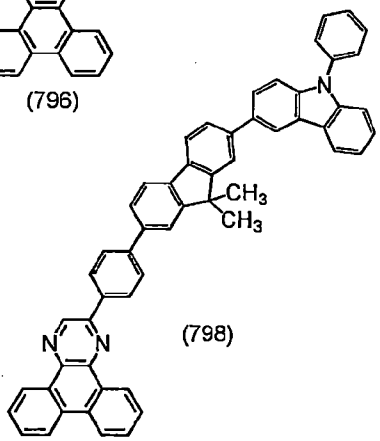
(795)



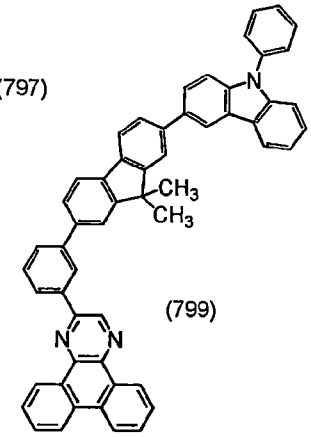
(796)



(797)



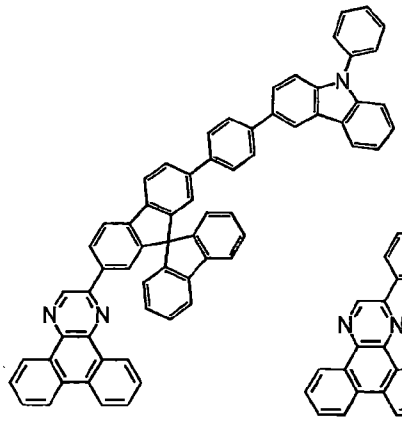
(798)



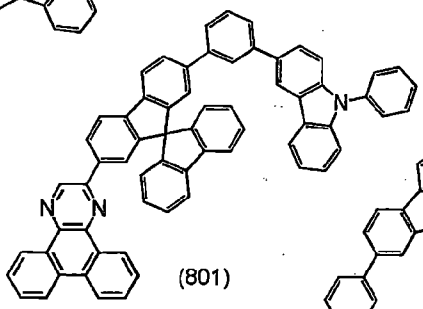
(799)

[0372]

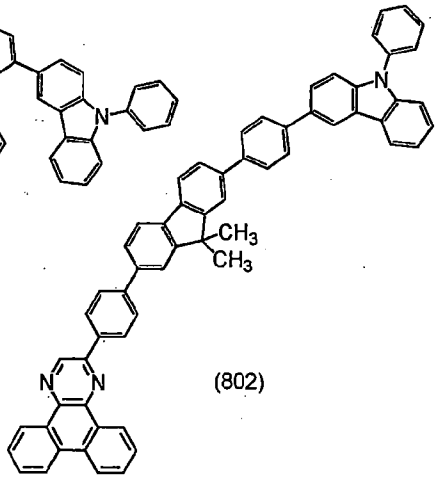
[化學式 177]



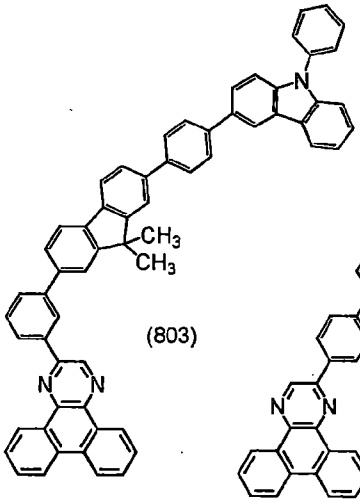
(800)



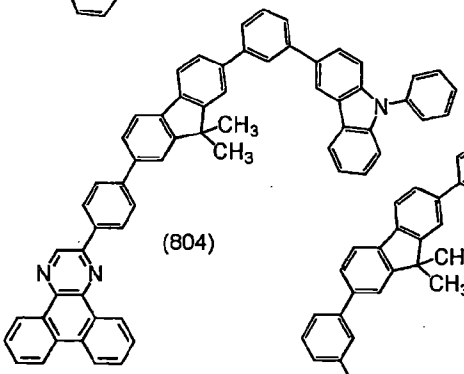
(801)



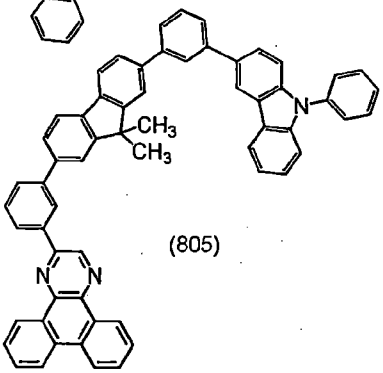
(802)



(803)



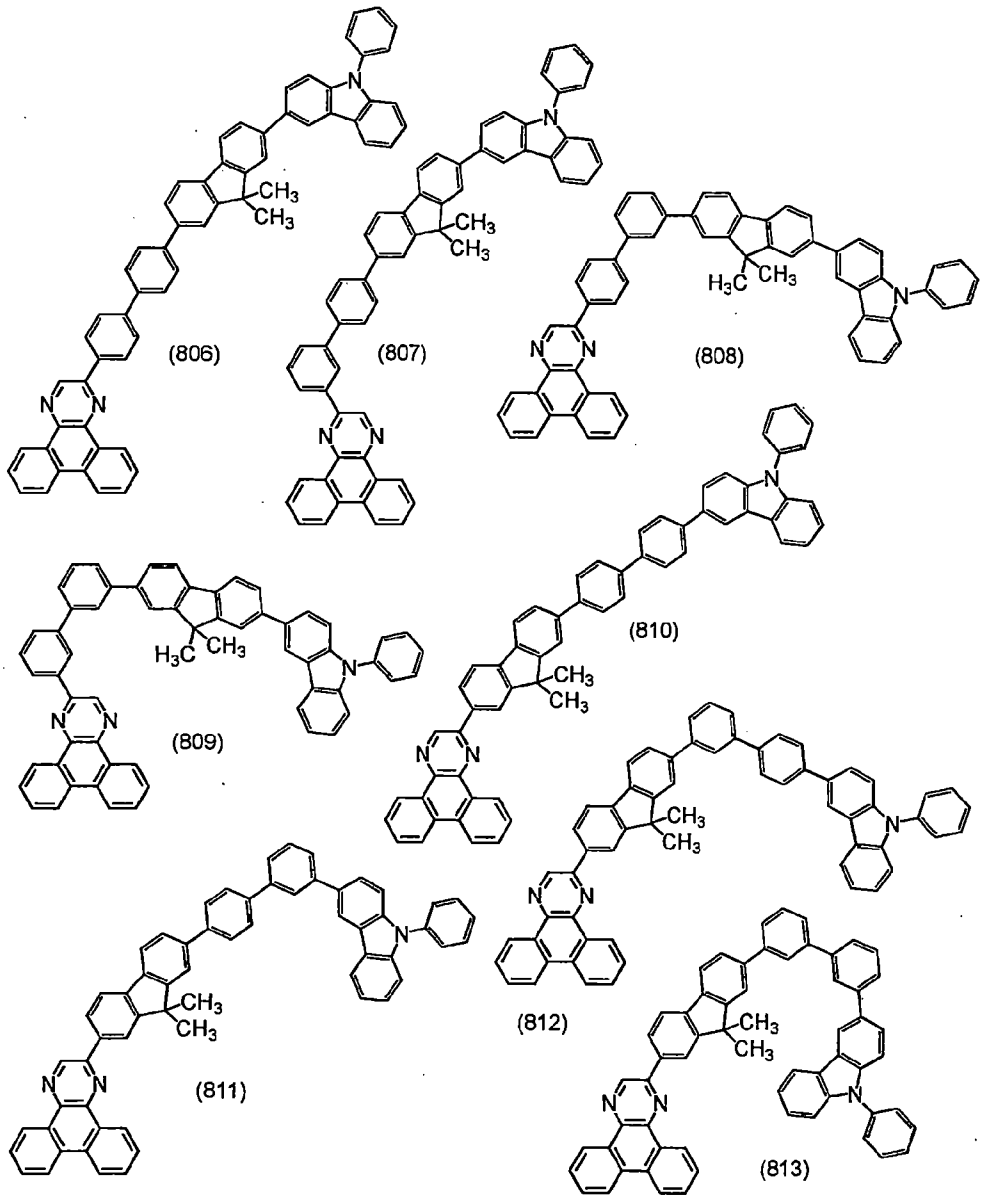
(804)



(805)

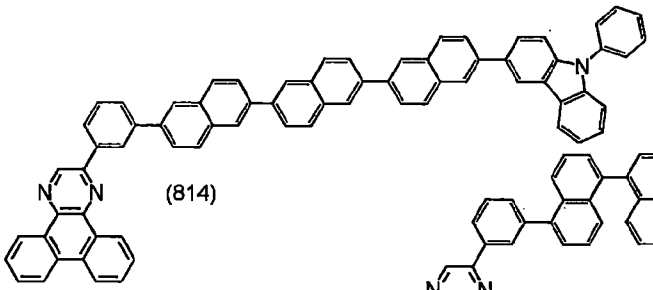
[0373]

[化學式 178]

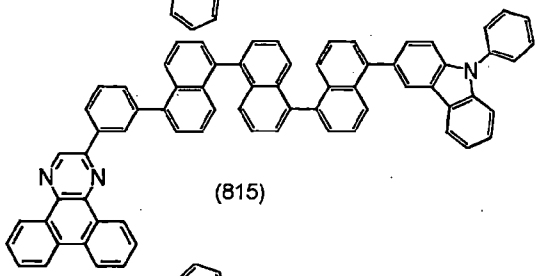


[0374]

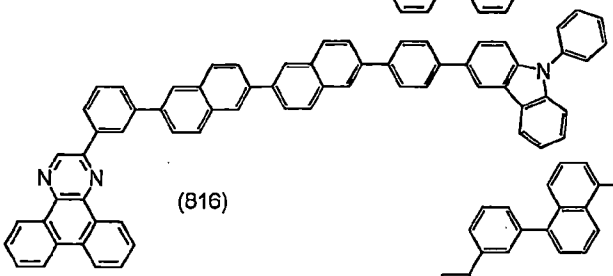
[化學式 179]



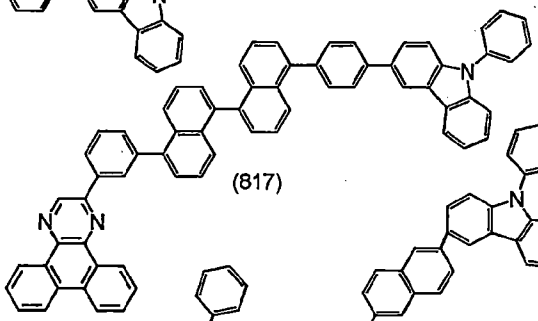
(814)



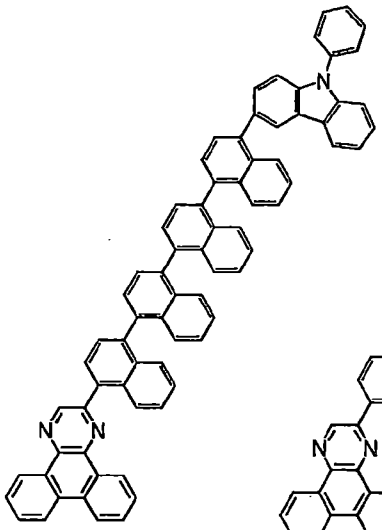
(815)



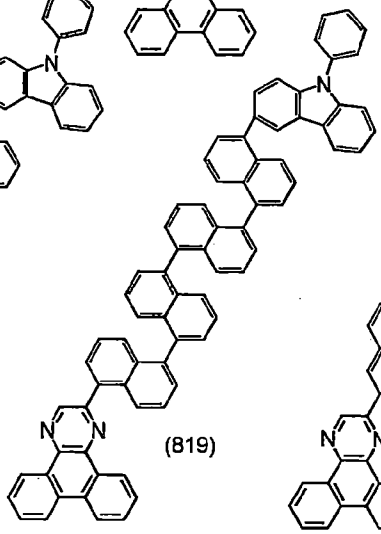
(816)



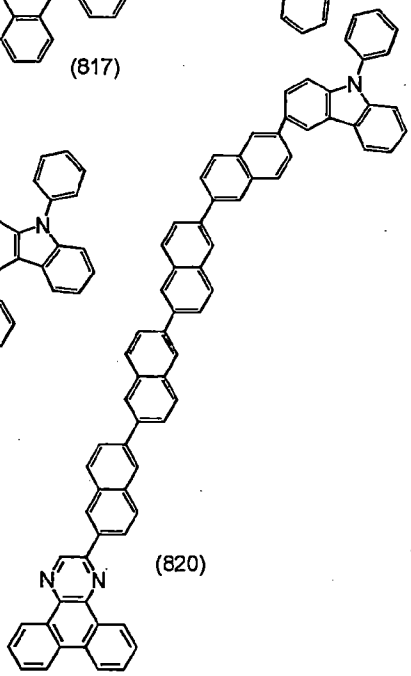
(817)



(818)



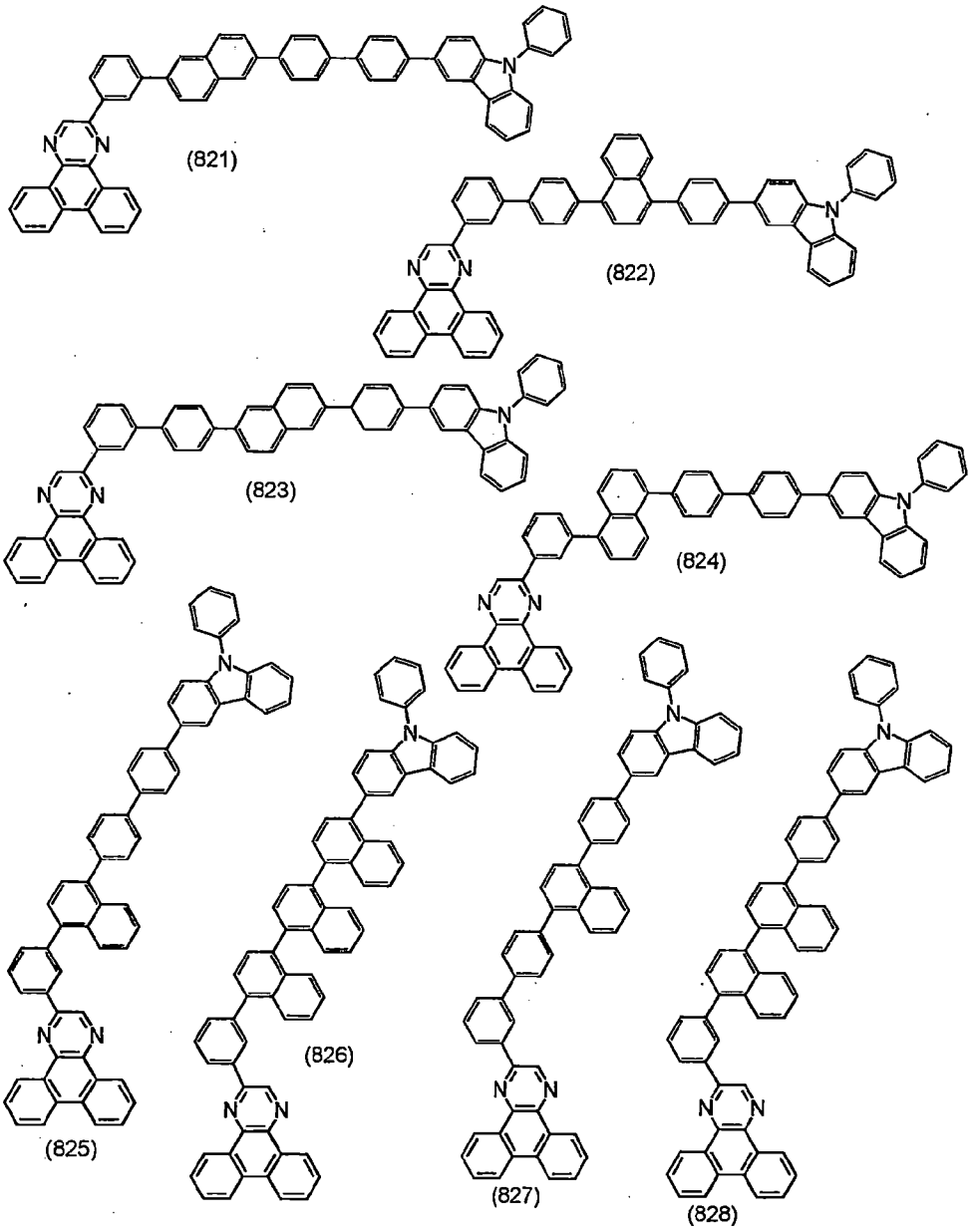
(819)



(820)

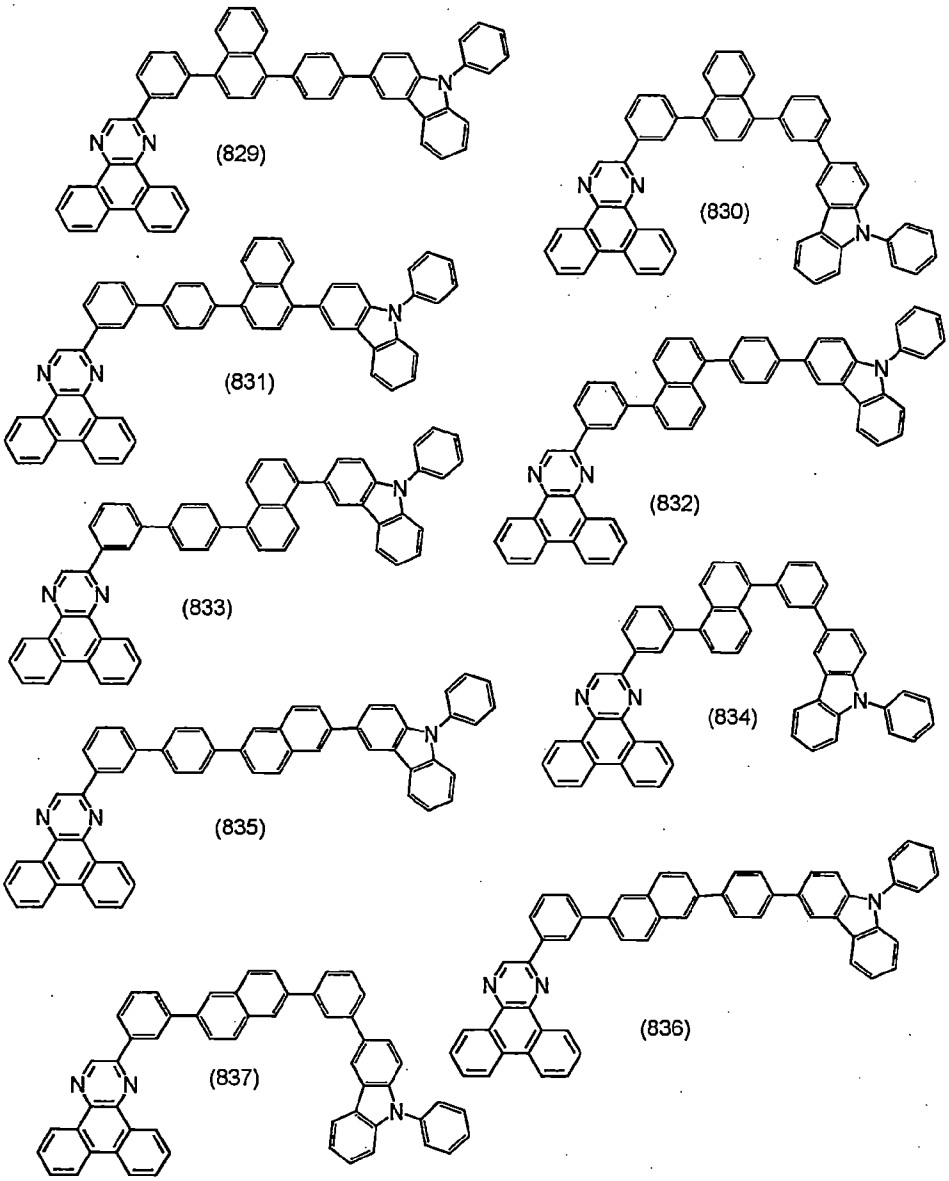
[0375]

[化學式 180]



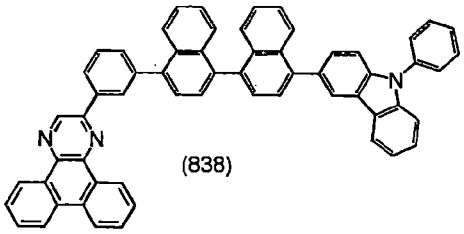
[0376]

[化學式 181]

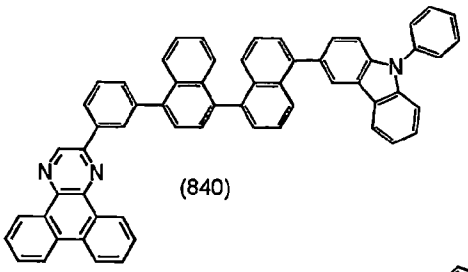


[0377]

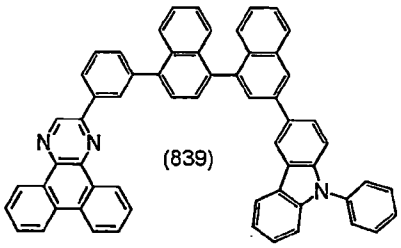
[化學式 182]



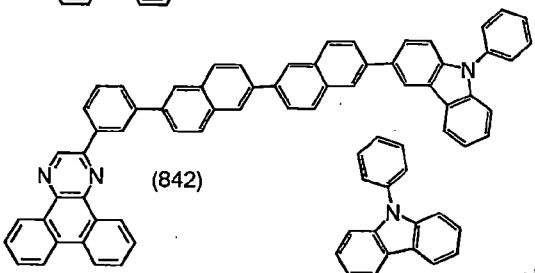
(838)



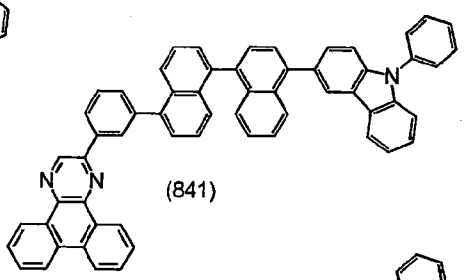
(840)



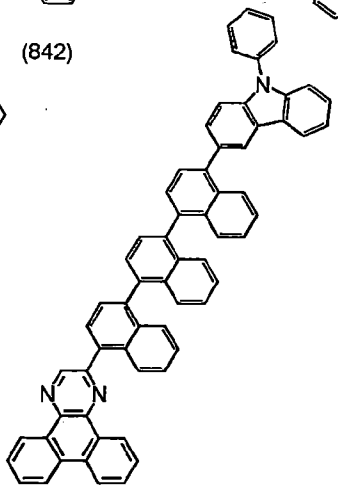
(839)



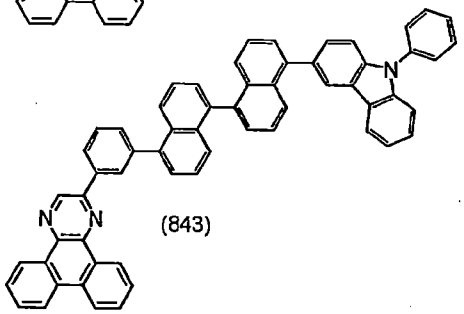
(842)



(841)



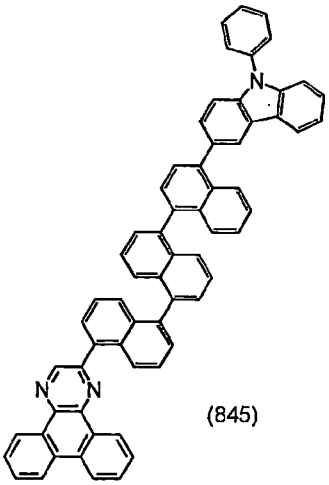
(844)



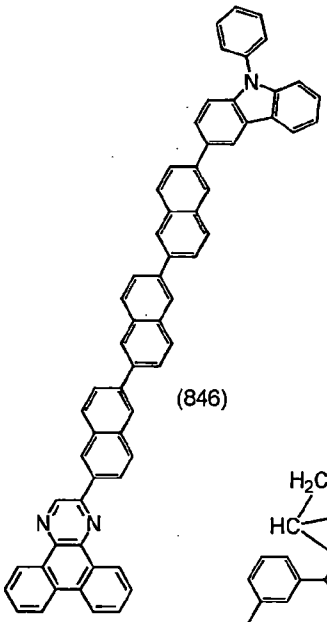
(843)

[0378]

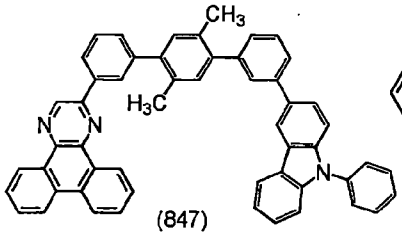
[化學式 183]



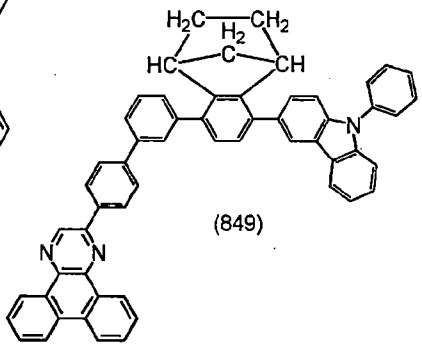
(845)



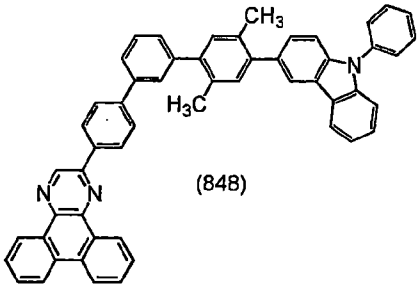
(846)



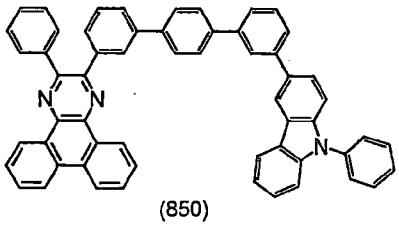
(847)



(849)



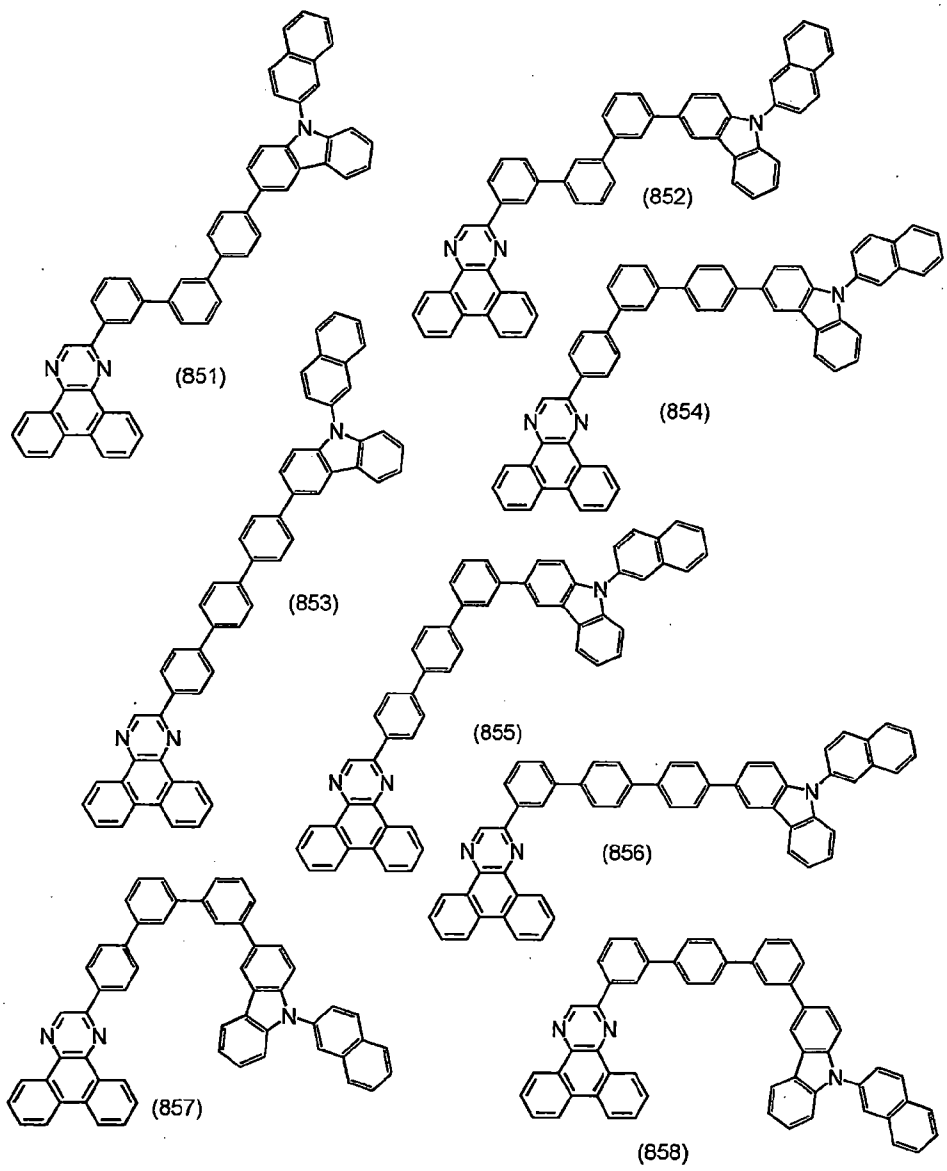
(848)



(850)

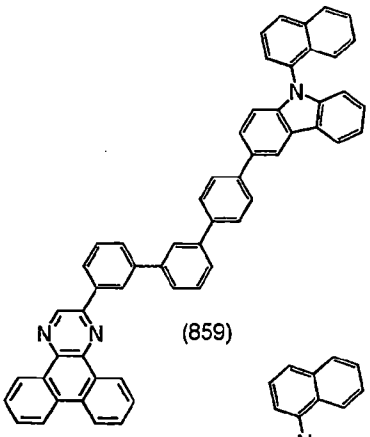
[0379]

[化學式 184]

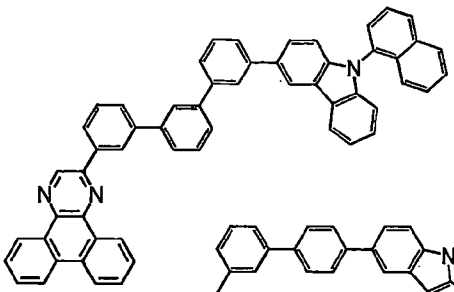


[0380]

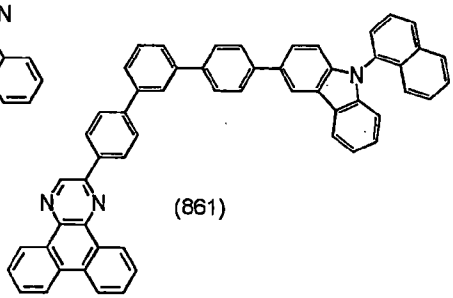
[化學式 185]



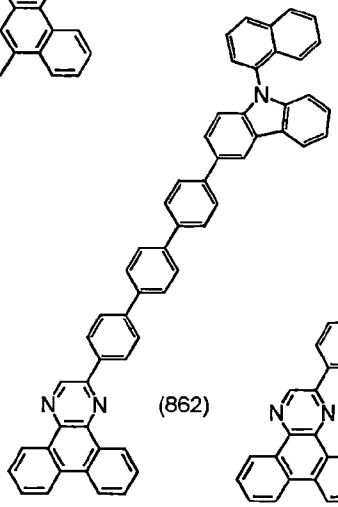
(859)



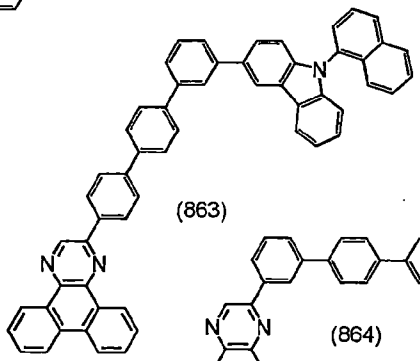
(860)



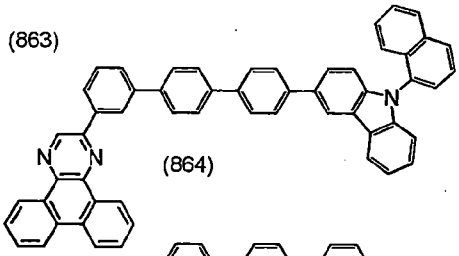
(861)



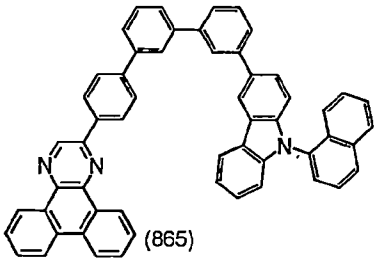
(862)



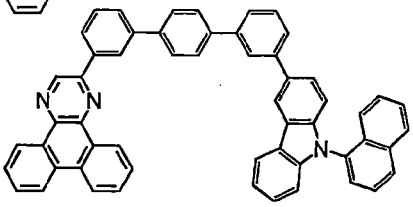
(863)



(864)



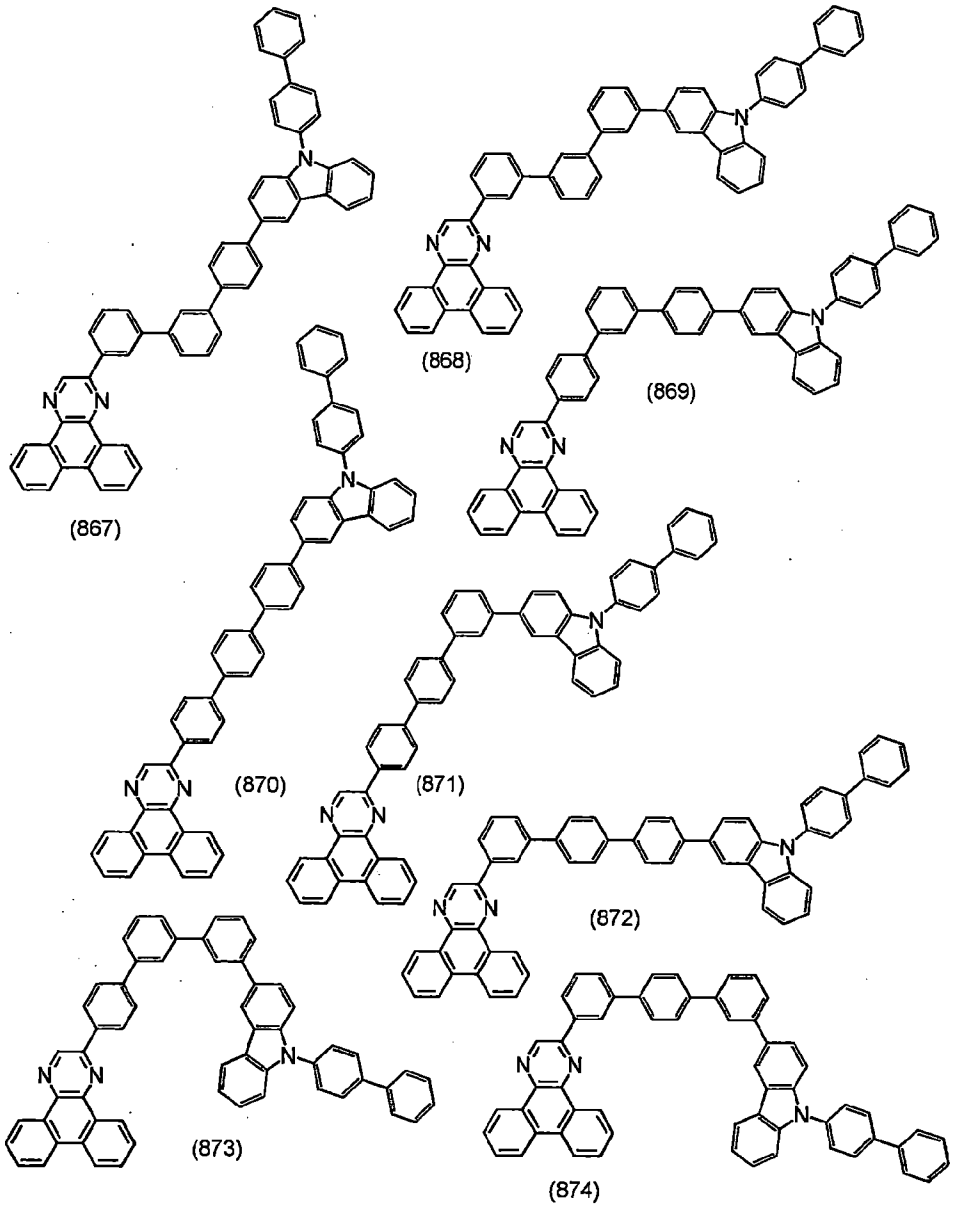
(865)



(866)

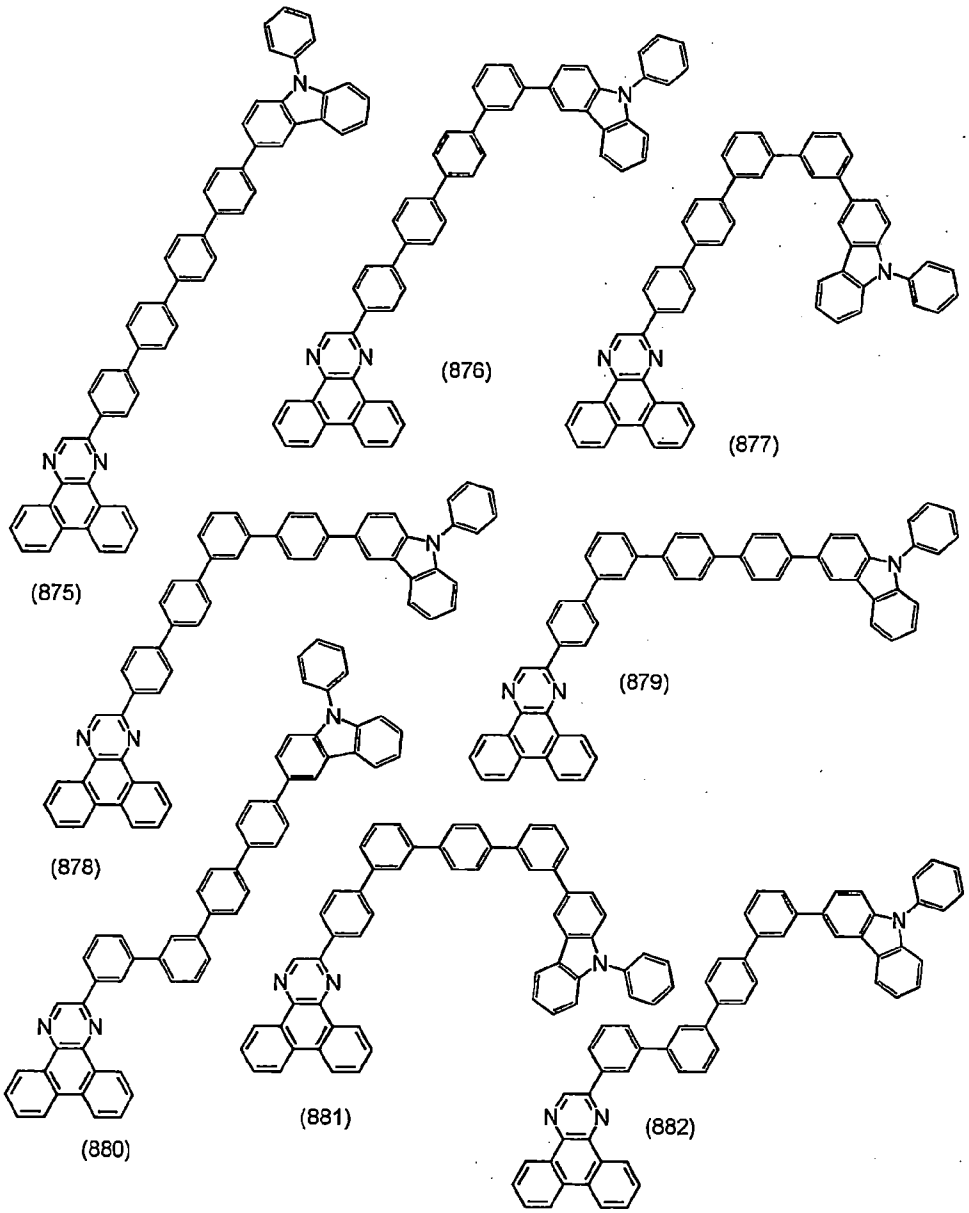
[0381]

[化學式 186]



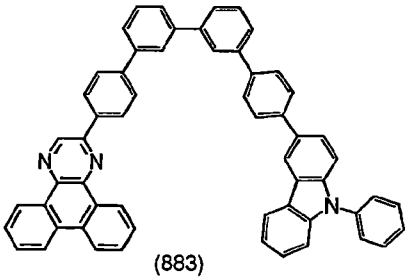
[0382]

[化學式 187]

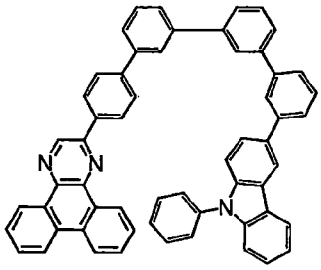


[0383]

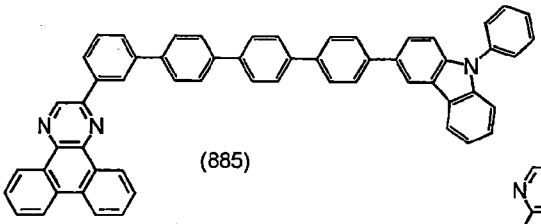
[化學式 188]



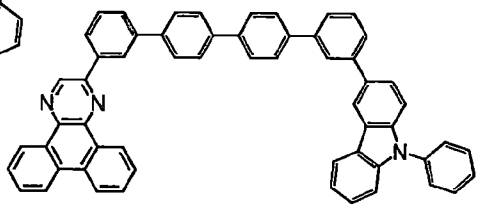
(883)



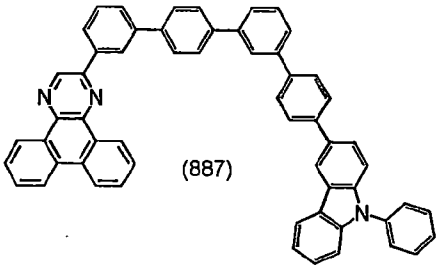
(884)



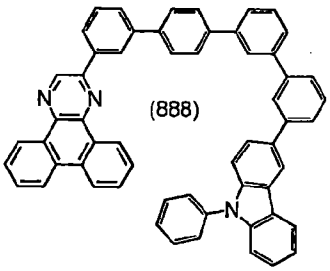
(885)



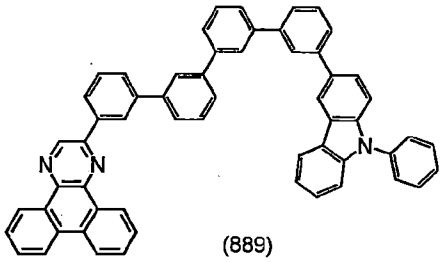
(886)



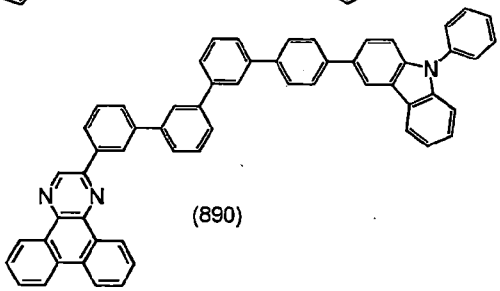
(887)



(888)



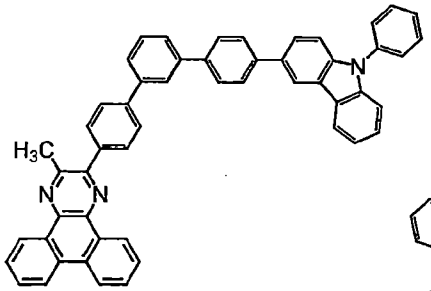
(889)



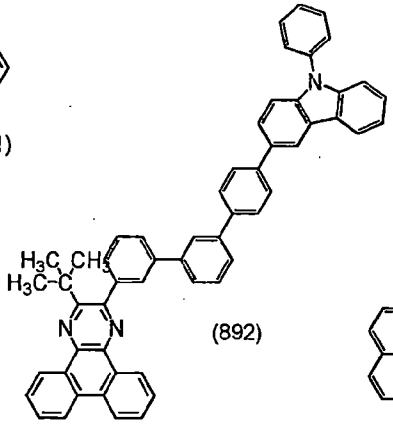
(890)

[0384]

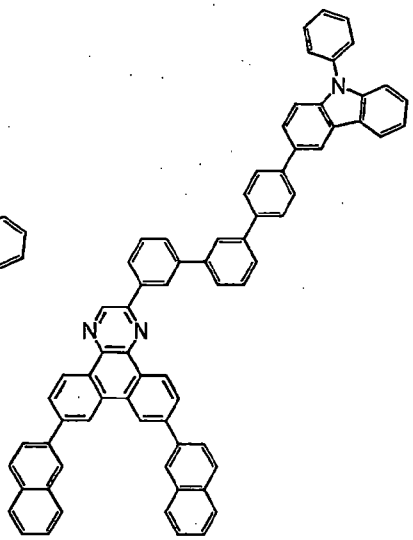
[化學式 189]



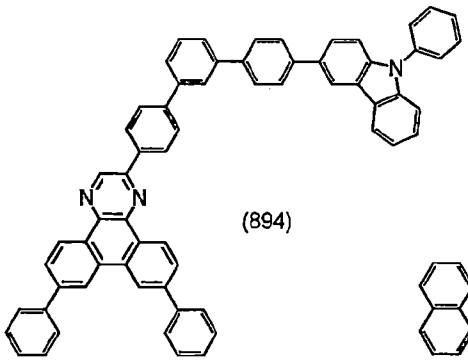
(891)



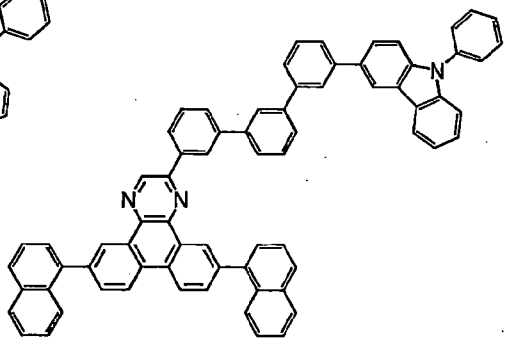
(892)



(893)



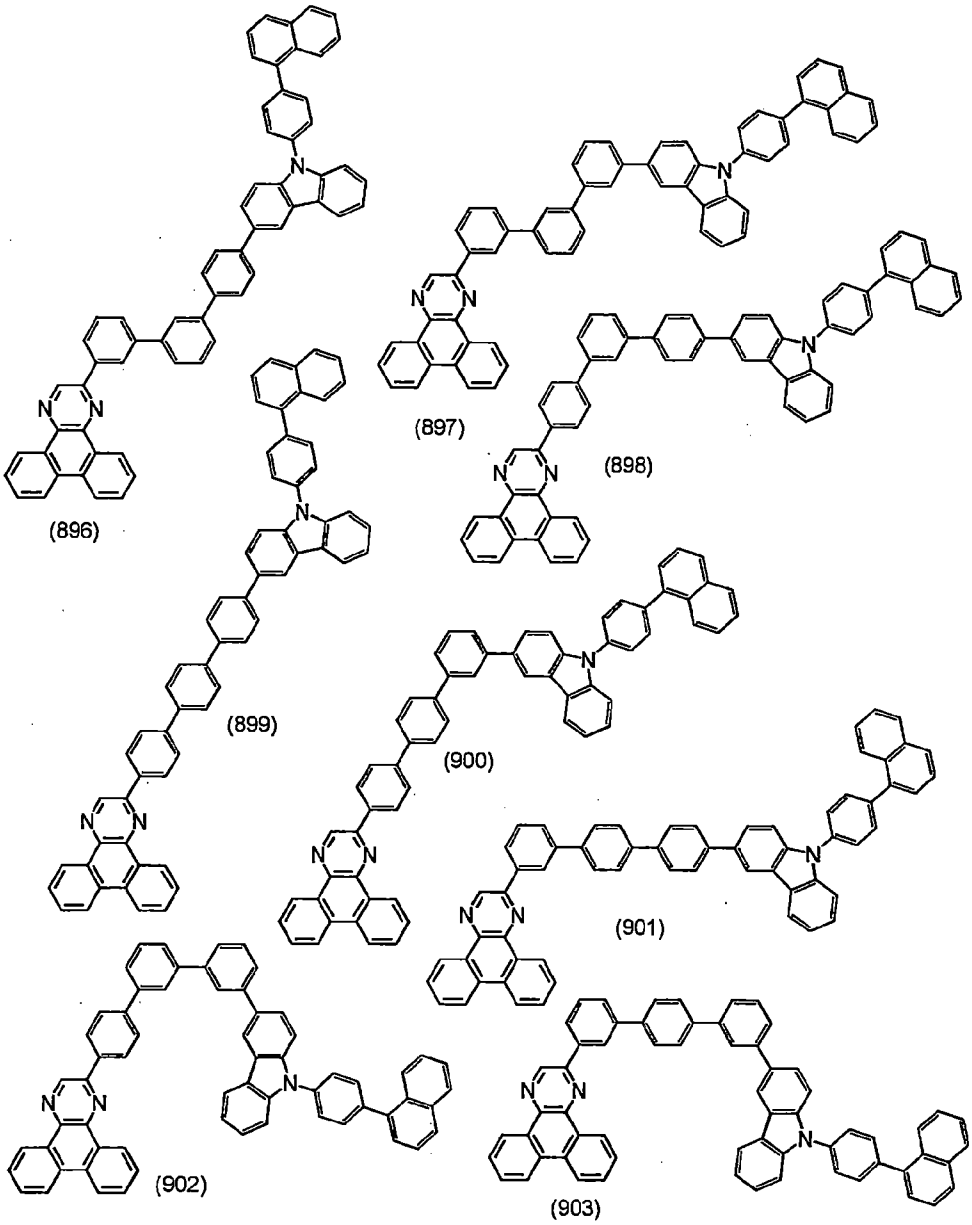
(894)



(895)

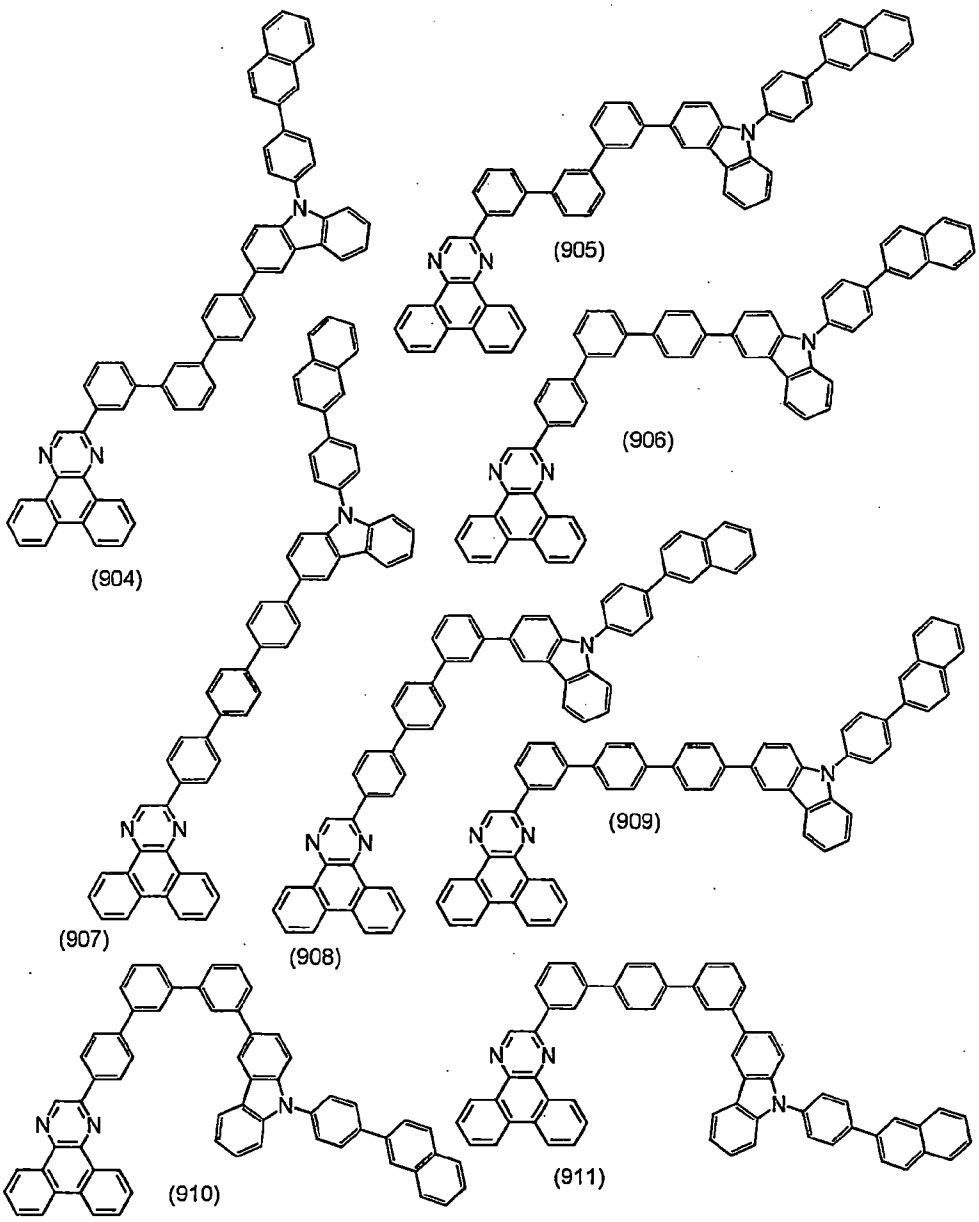
[0385]

[化學式 190]



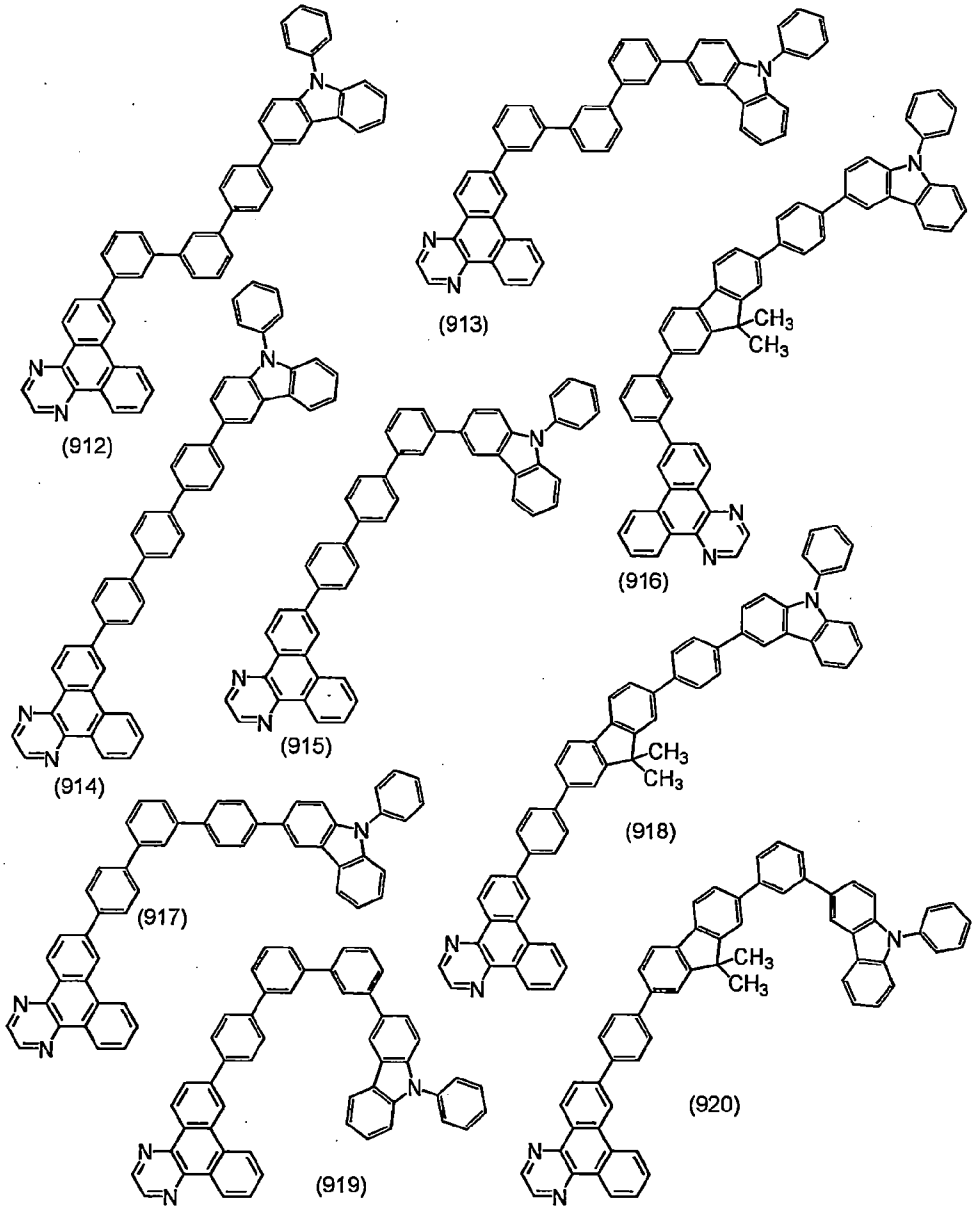
[0386]

[化學式 191]



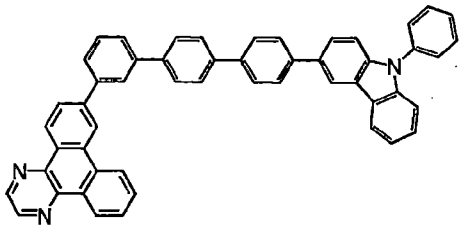
[0387]

[化學式 192]

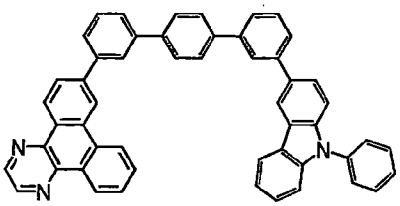


[0388]

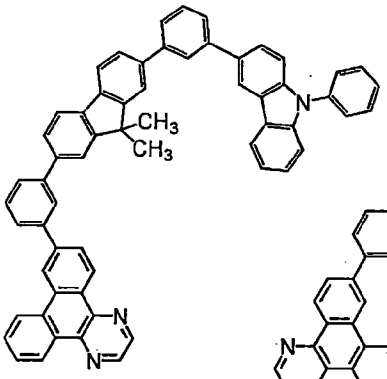
[化學式 193]



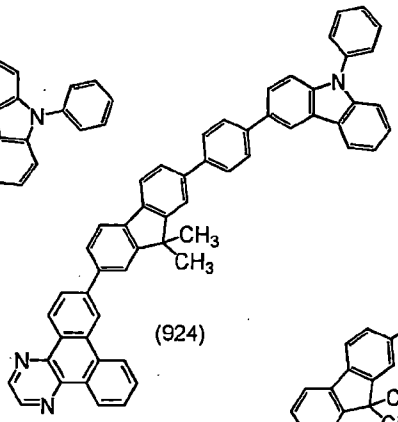
(921)



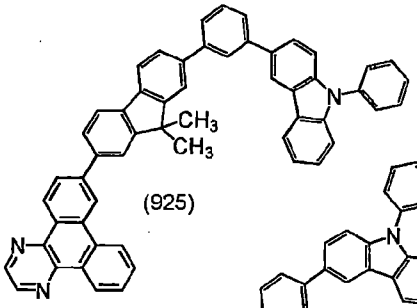
(922)



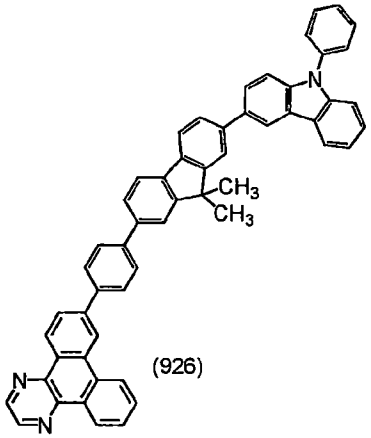
(923)



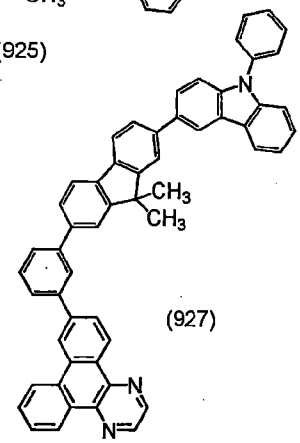
(924)



(925)



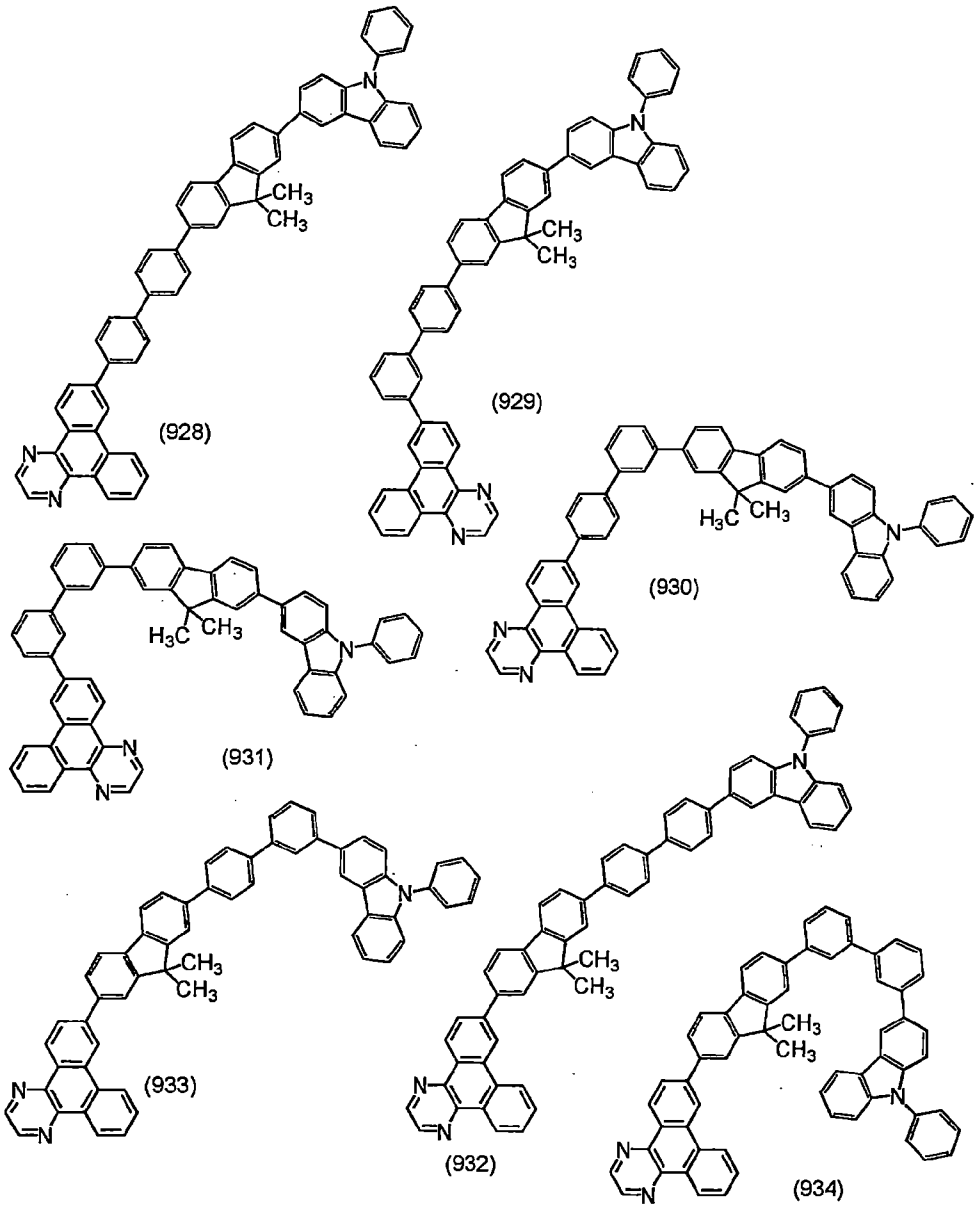
(926)



(927)

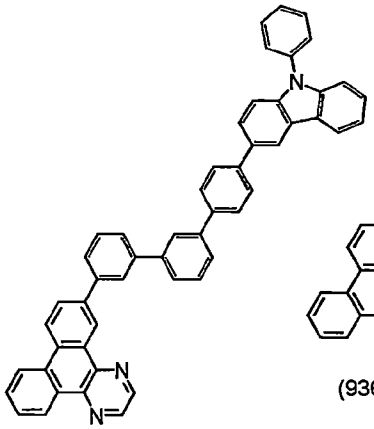
[0389]

[化學式 194]

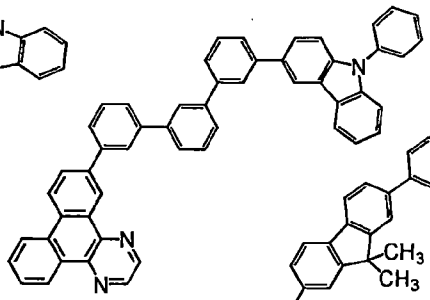


[0390]

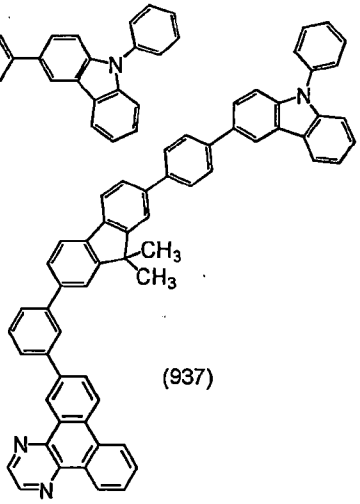
[化學式 195]



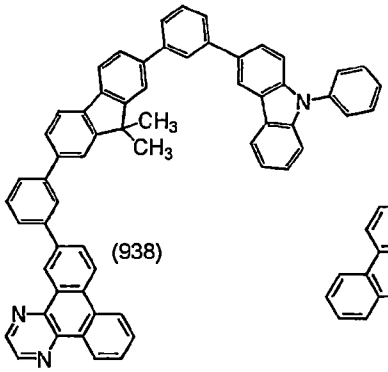
(935)



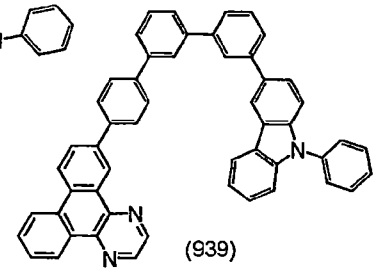
(936)



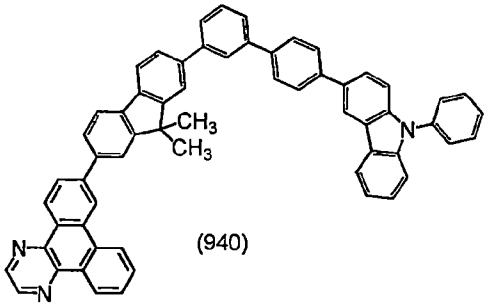
(937)



(938)



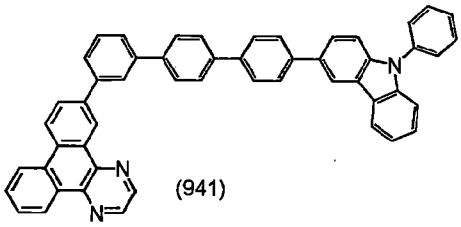
(939)

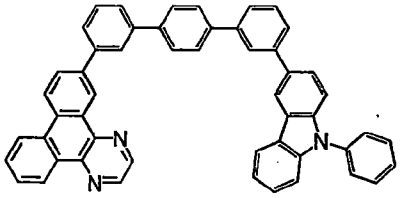


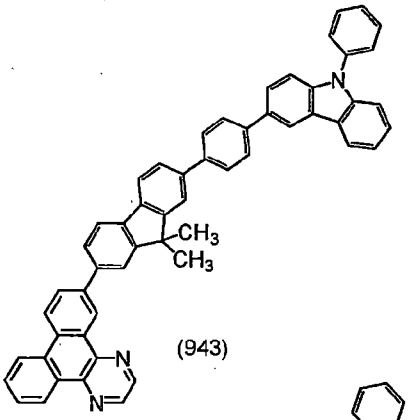
(940)

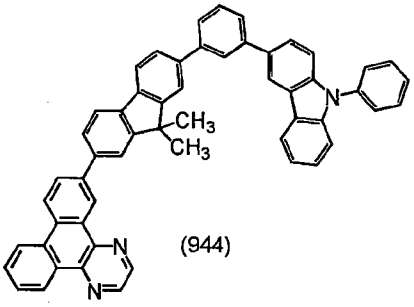
[0391]

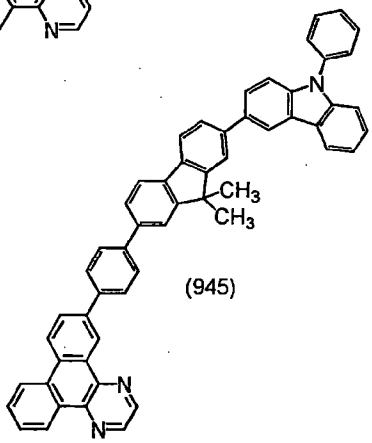
[化學式 196]

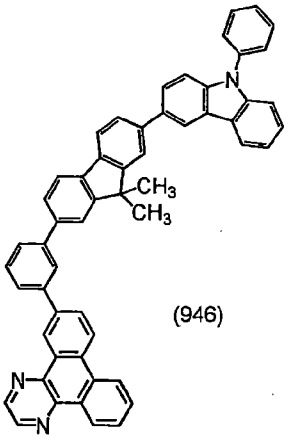

(941)


(942)


(943)

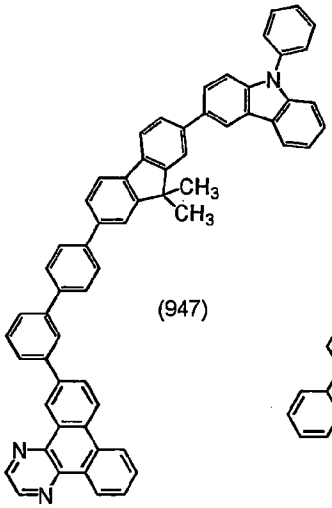

(944)


(945)

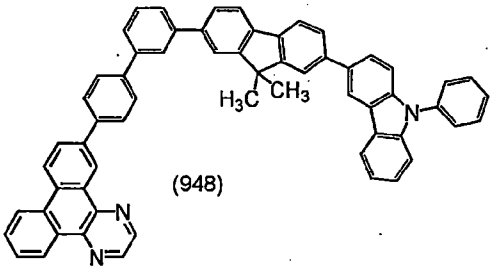

(946)

[0392]

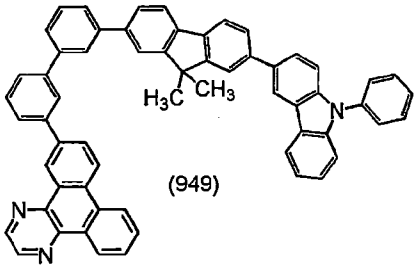
[化學式 197]



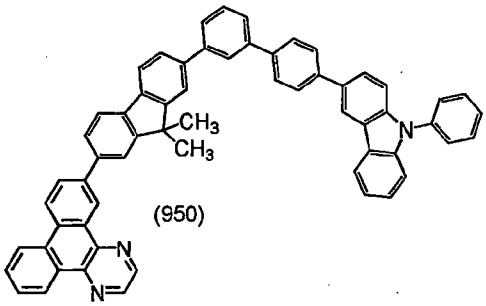
(947)



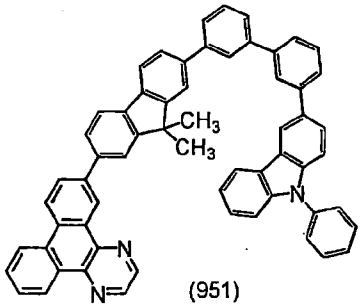
(948)



(949)



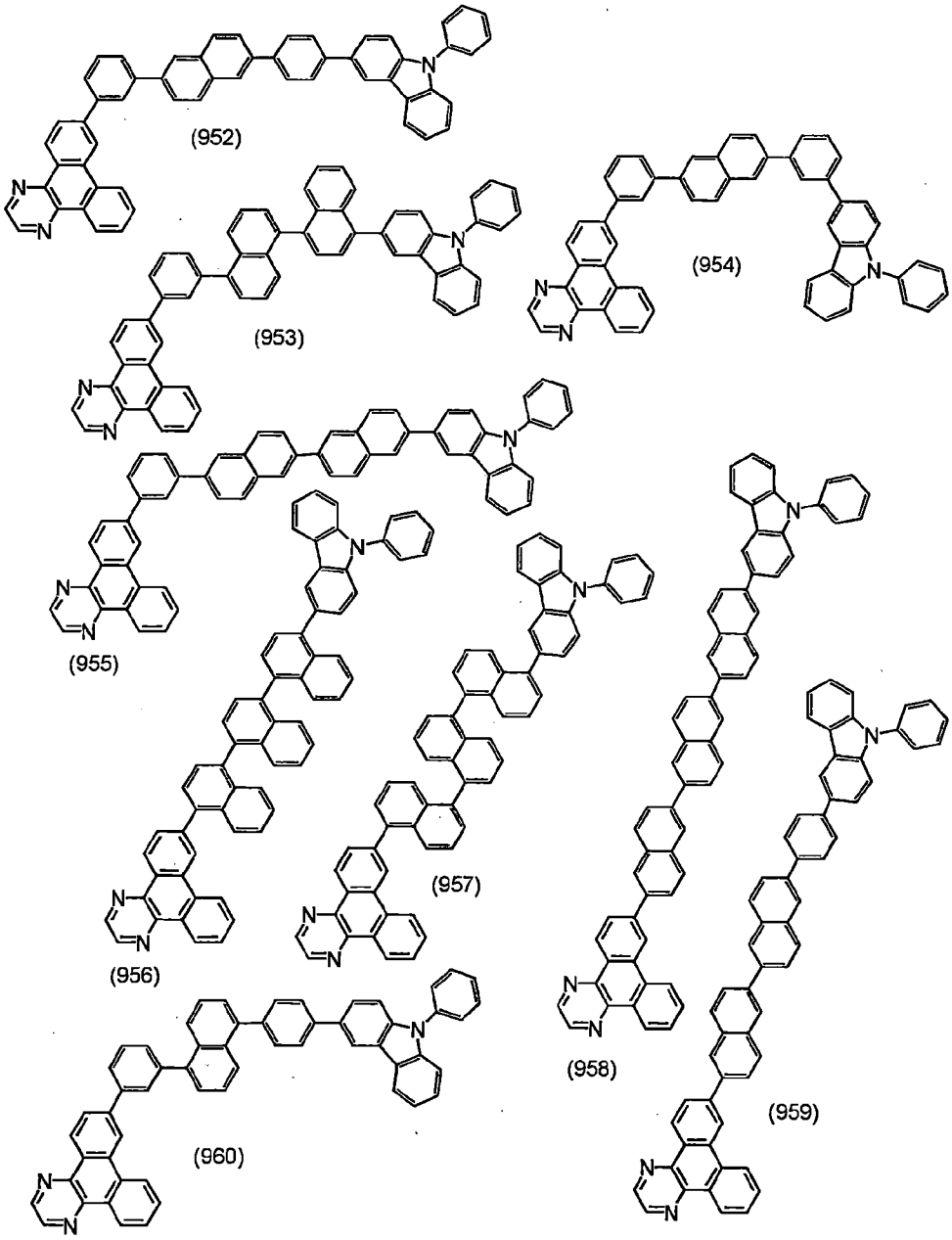
(950)



(951)

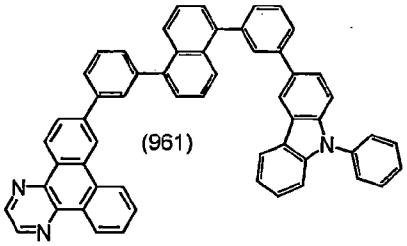
[0393]

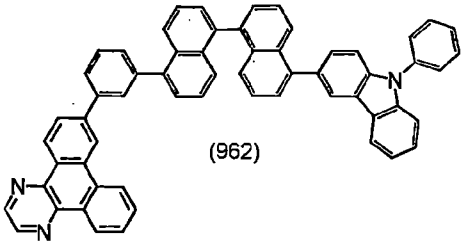
[化學式 198]

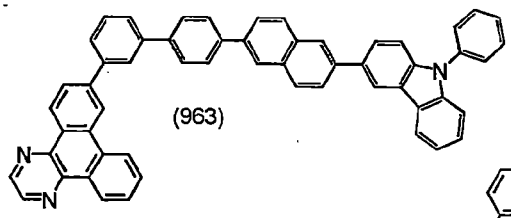


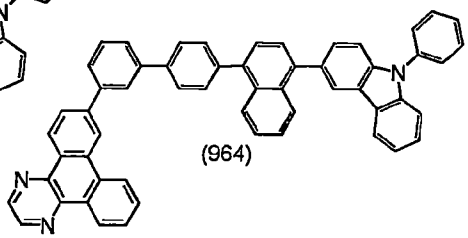
[0394]

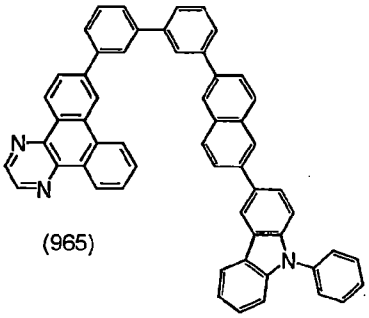
[化學式 199]

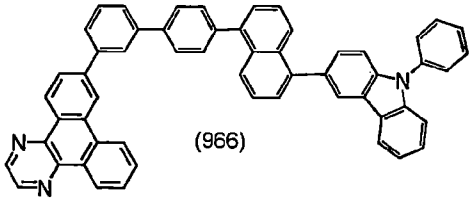

(961)

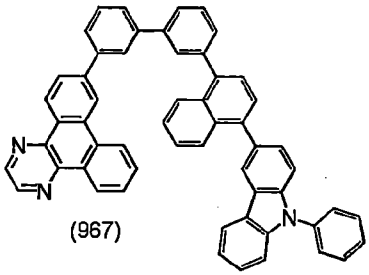

(962)

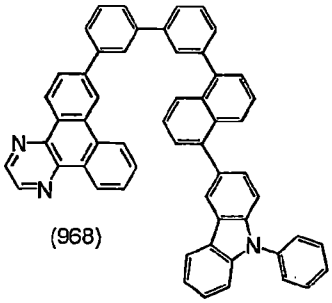

(963)


(964)


(965)

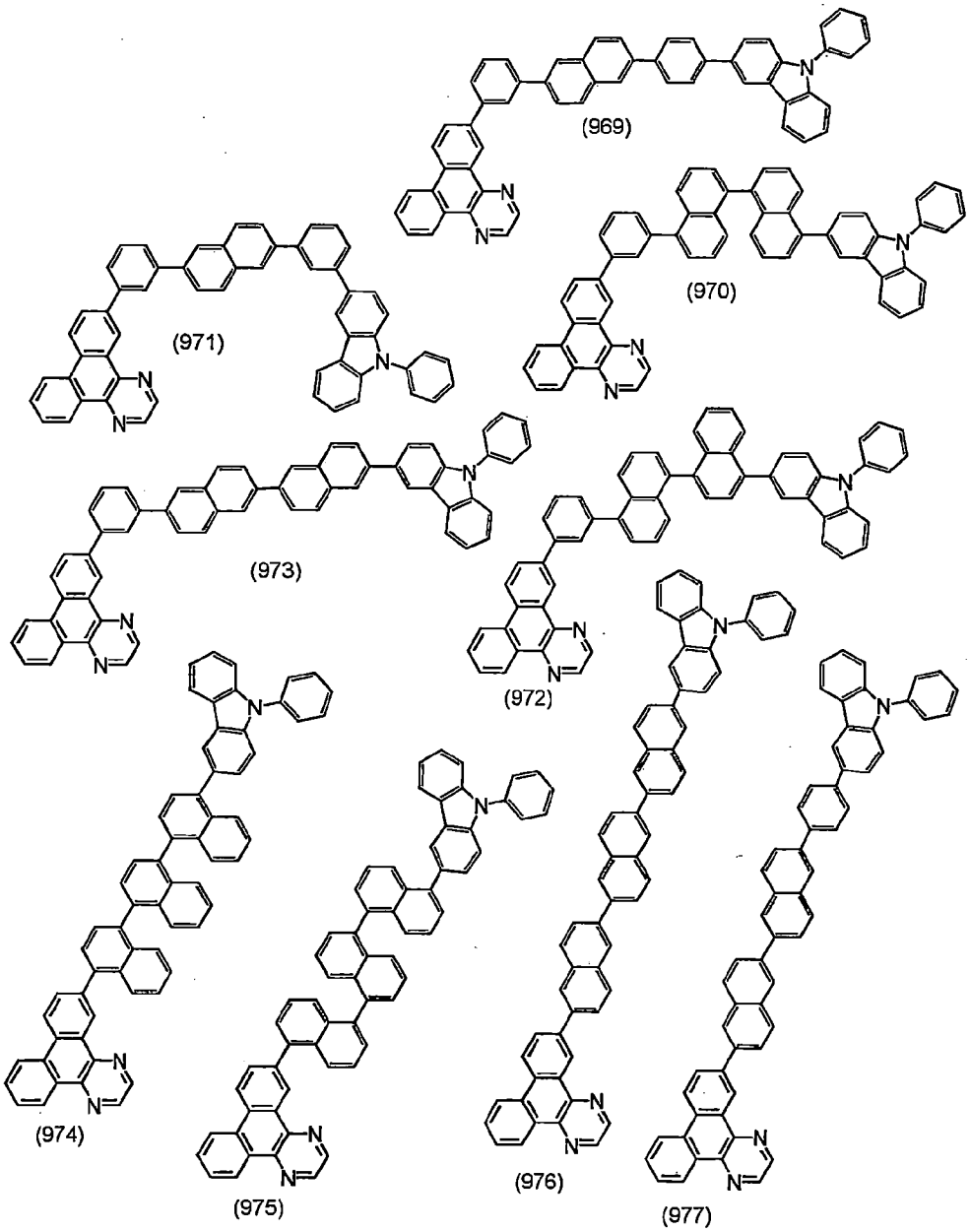

(966)


(967)


(968)

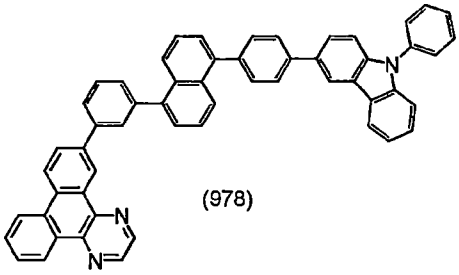
[0395]

[化學式 200]

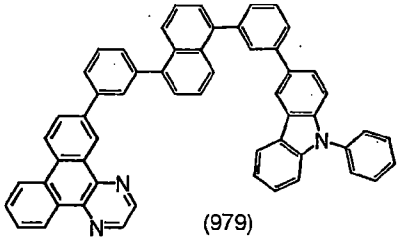


[0396]

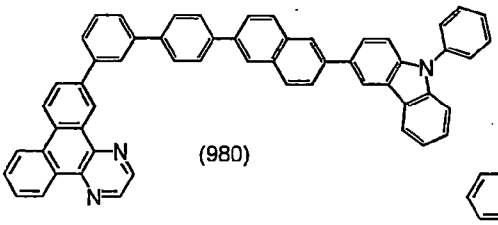
[化學式 201]



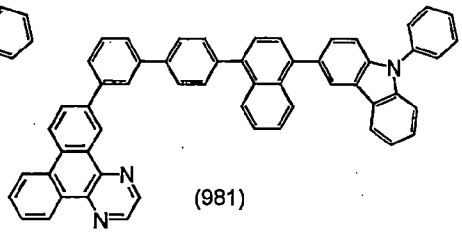
(978)



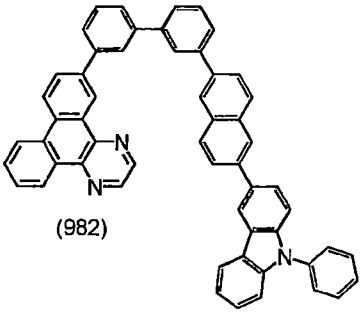
(979)



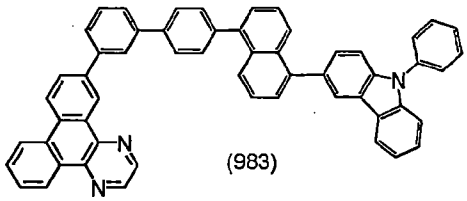
(980)



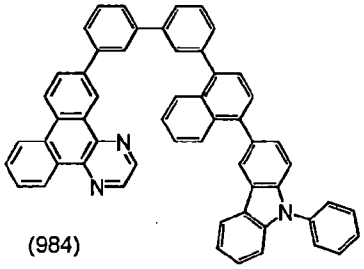
(981)



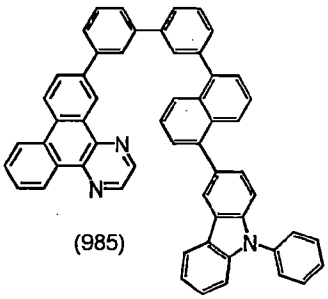
(982)



(983)



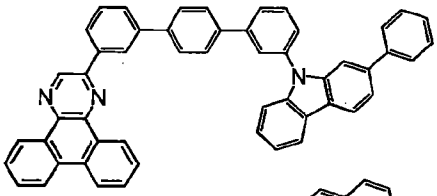
(984)



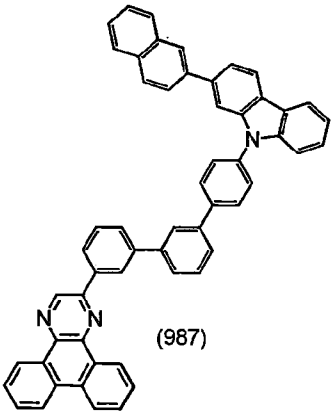
(985)

[0397]

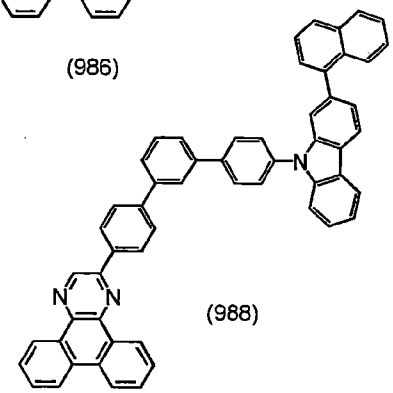
[化學式 202]



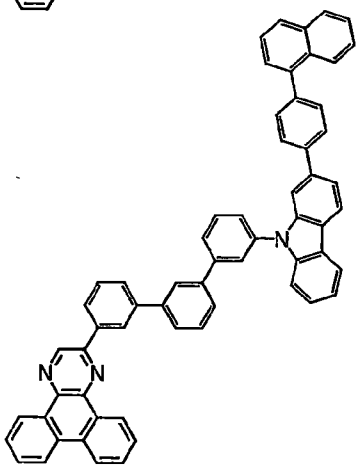
(986)



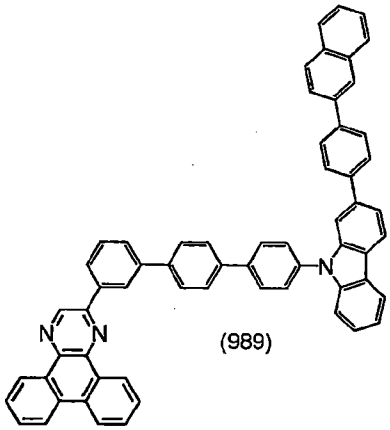
(987)



(988)



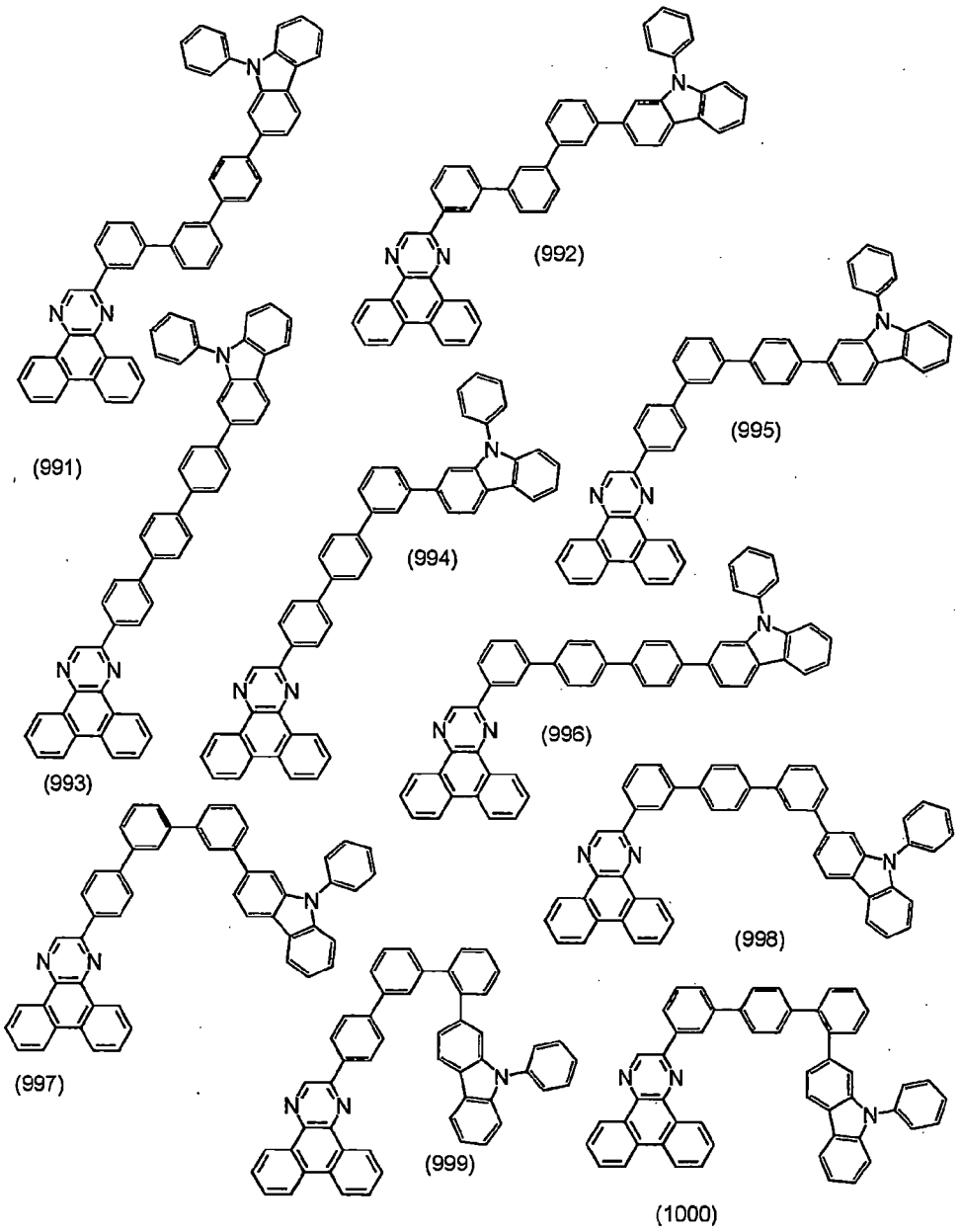
(990)



(989)

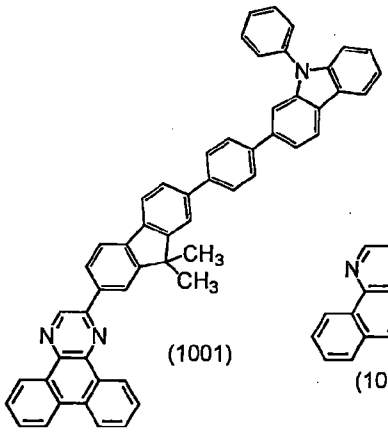
[0398]

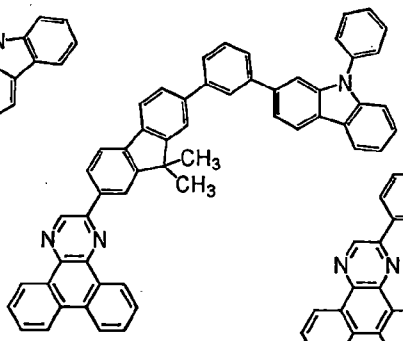
[化學式 203]

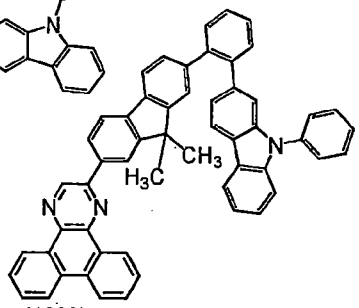


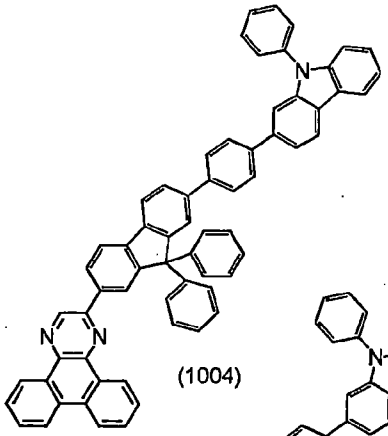
[0399]

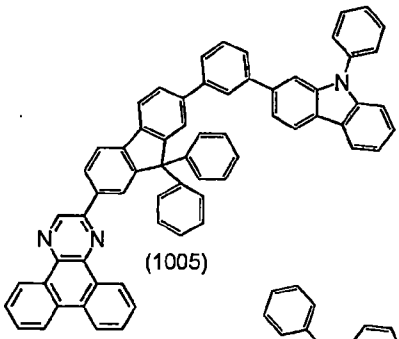
[化學式 204]

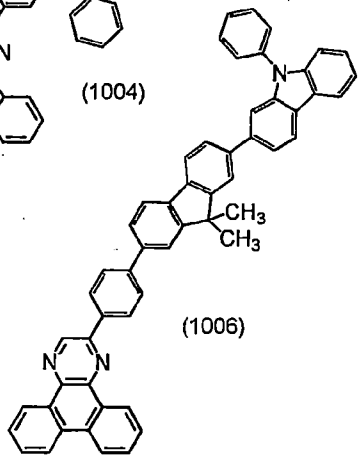

(1001)

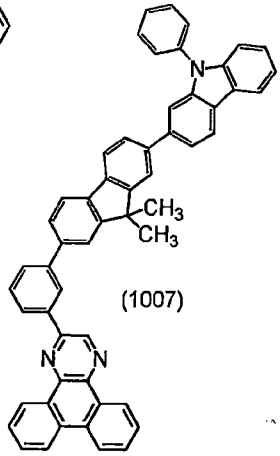

(1002)


(1003)


(1004)

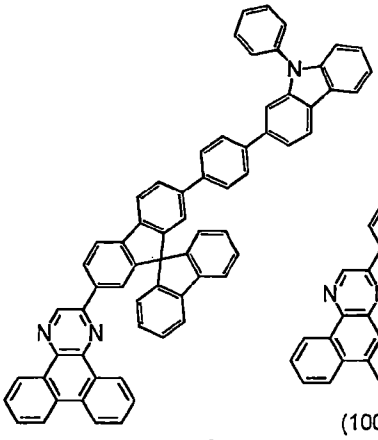

(1005)


(1006)

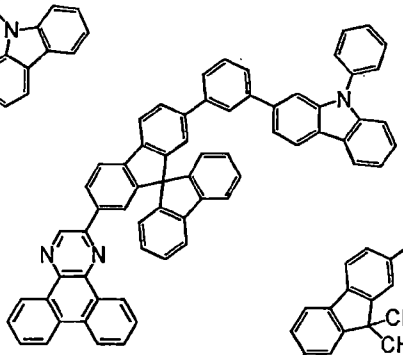

(1007)

[0400]

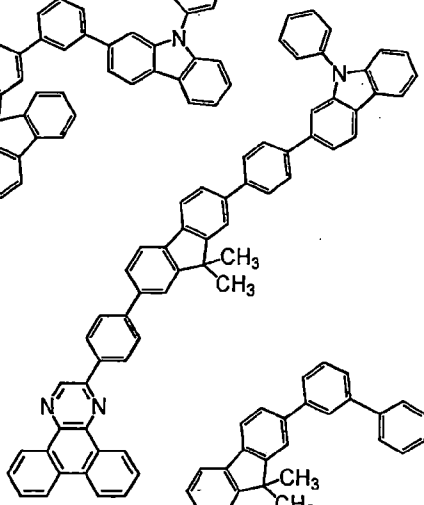
[化學式 205]



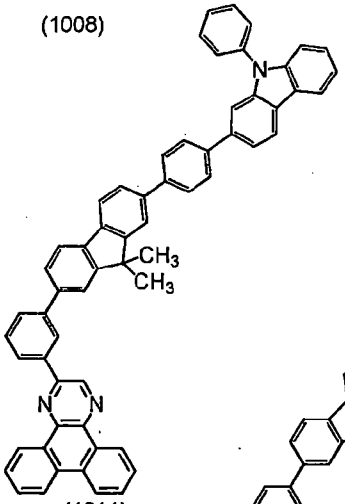
(1008)



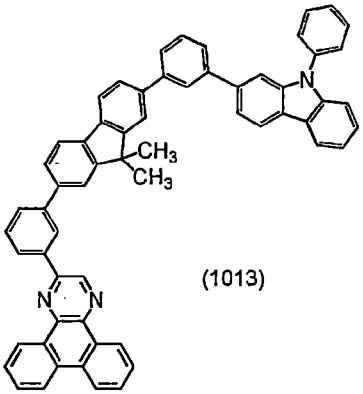
(1009)



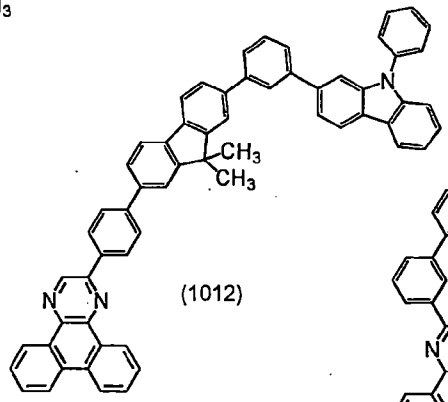
(1010)



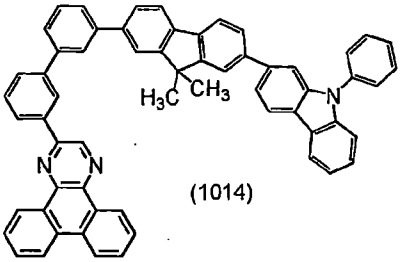
(1011)



(1013)



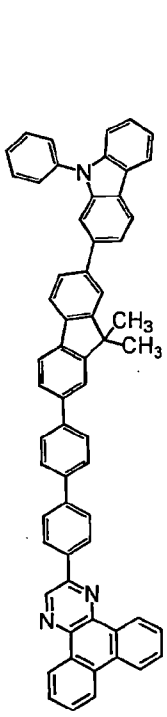
(1012)



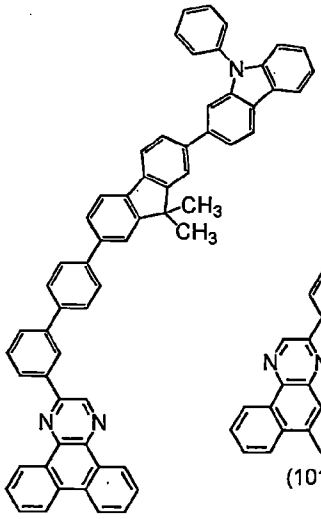
(1014)

[0401]

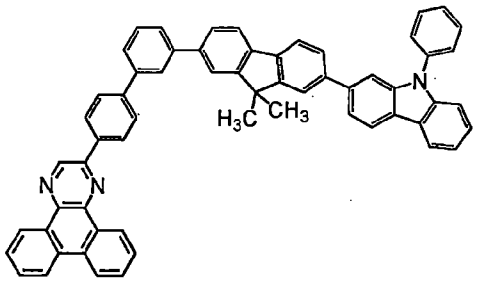
[化學式 206]



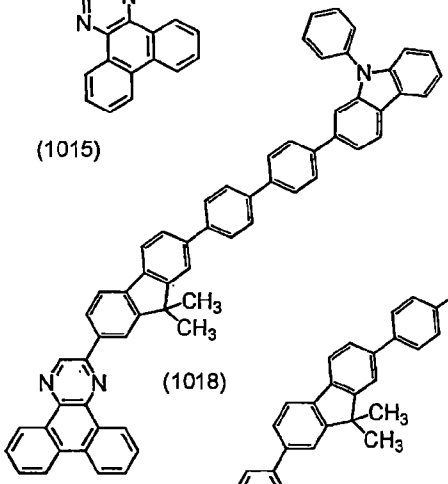
(1015)



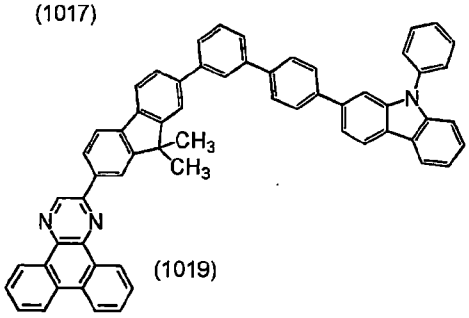
(1016)



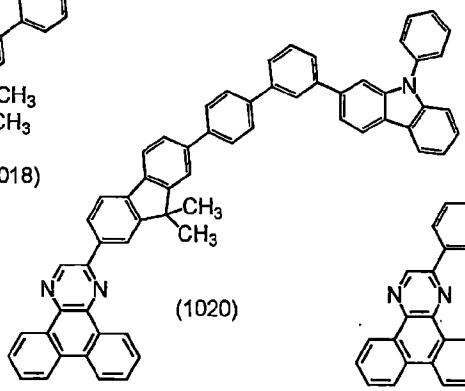
(1017)



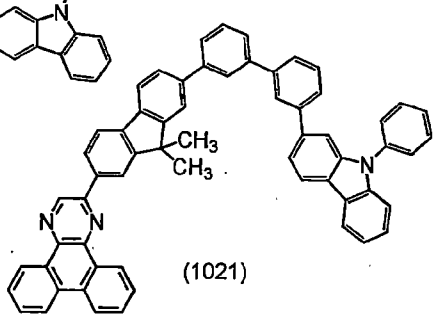
(1018)



(1019)



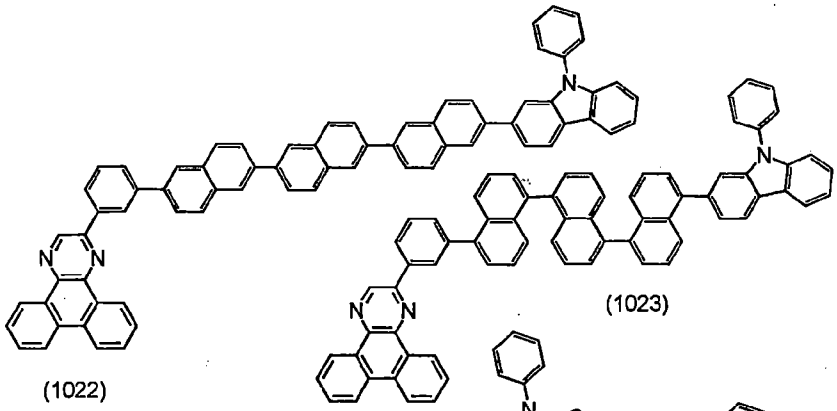
(1020)



(1021)

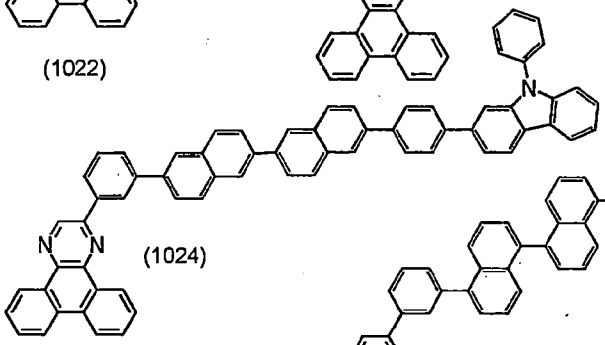
[0402]

[化學式 207]

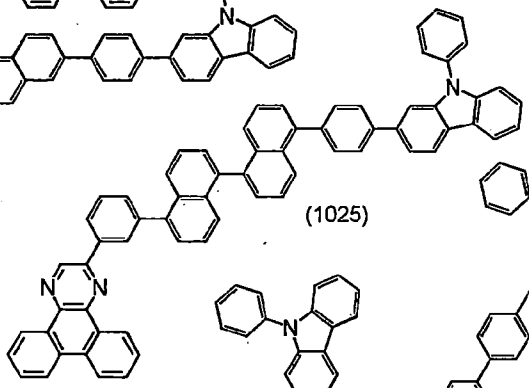


(1022)

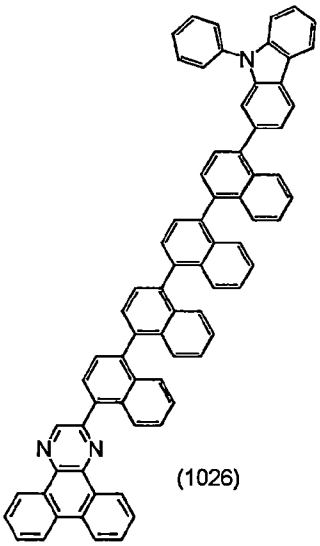
(1023)



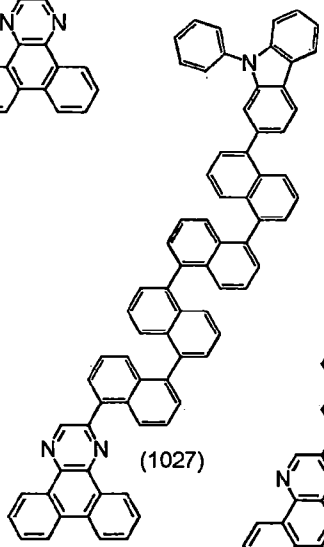
(1024)



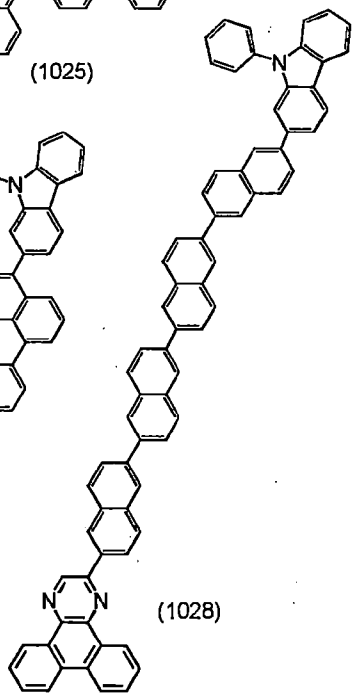
(1025)



(1026)



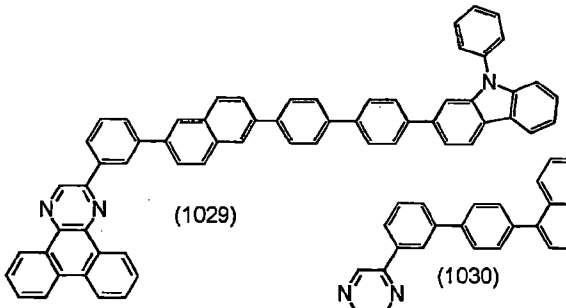
(1027)



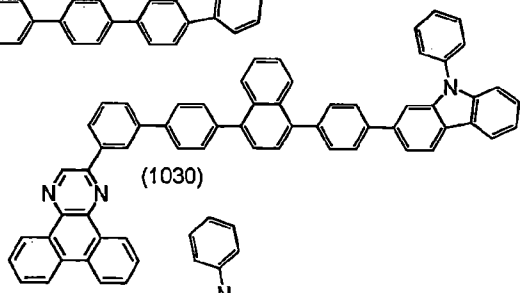
(1028)

[0403]

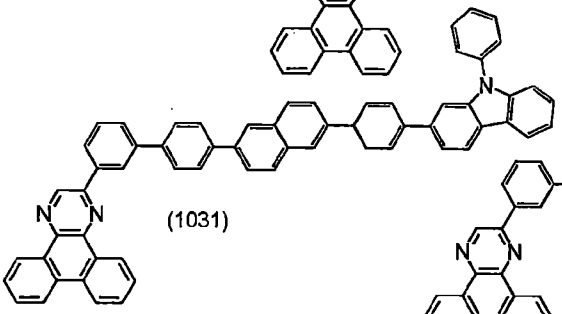
[化學式 208]



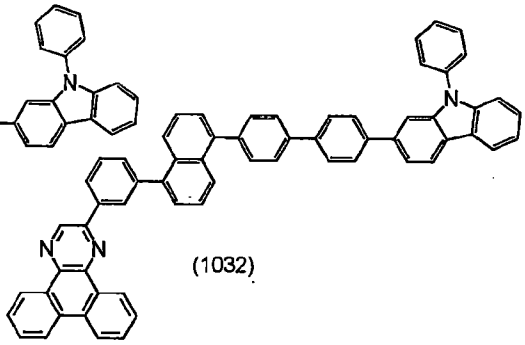
(1029)



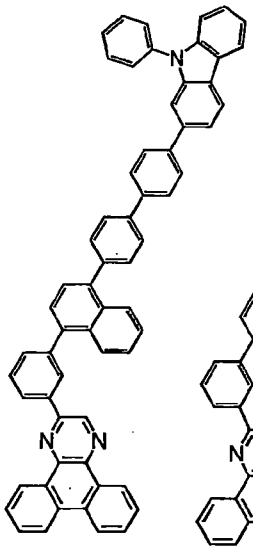
(1030)



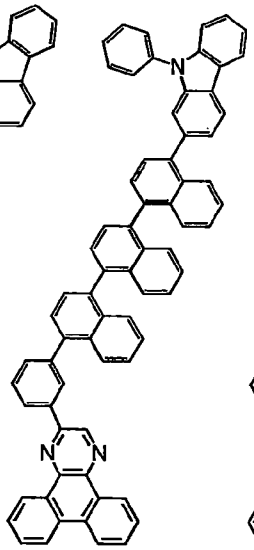
(1031)



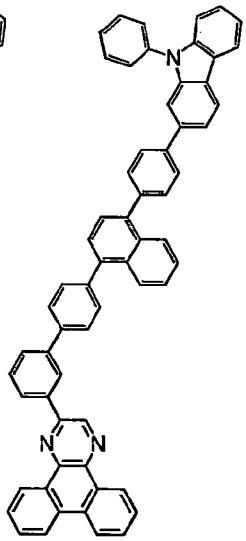
(1032)



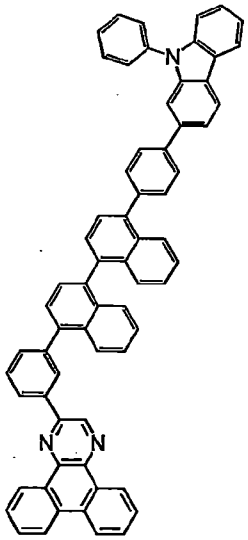
(1033)



(1034)



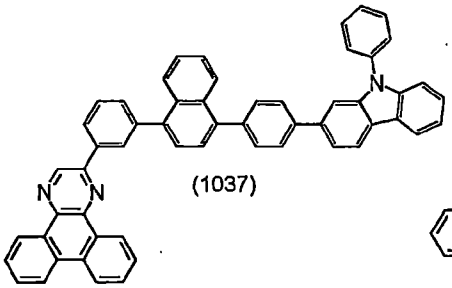
(1035)



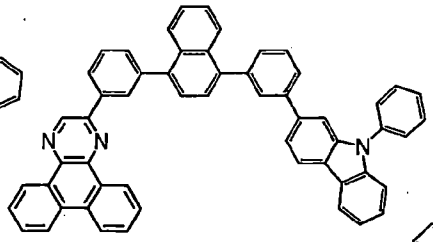
(1036)

[0404]

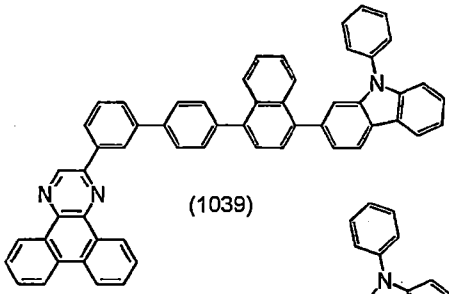
[化學式 209]



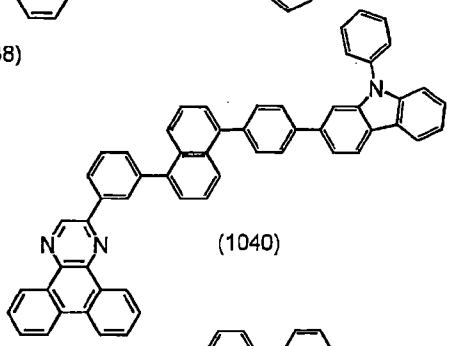
(1037)



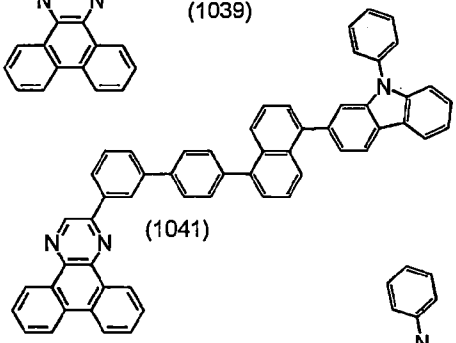
(1038)



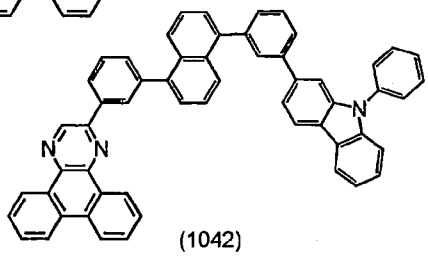
(1039)



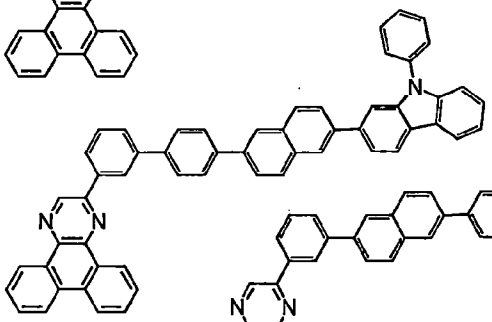
(1040)



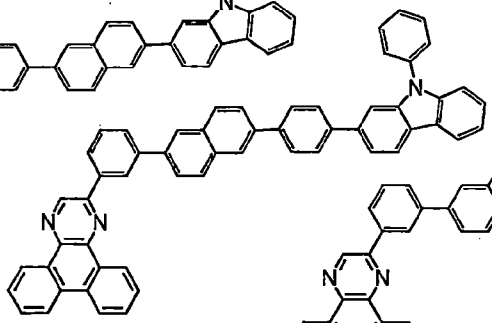
(1041)



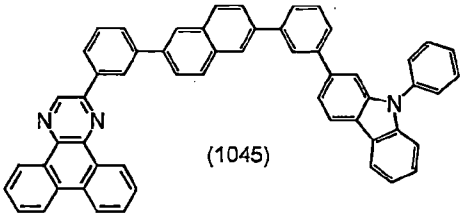
(1042)



(1043)



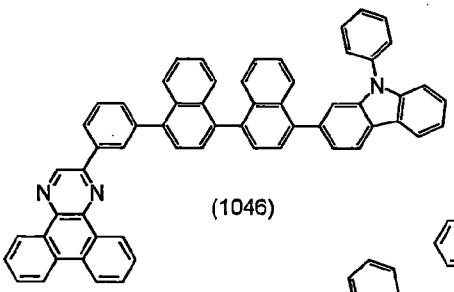
(1044)



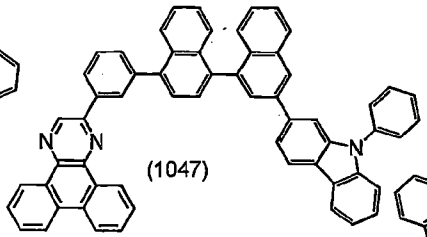
(1045)

[0405]

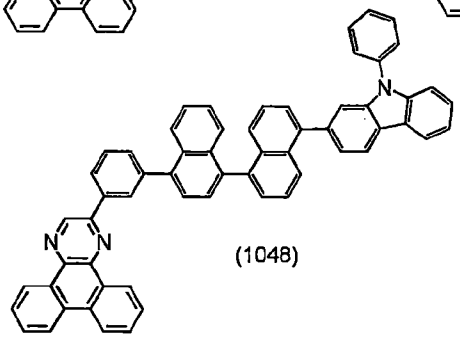
[化學式 210]



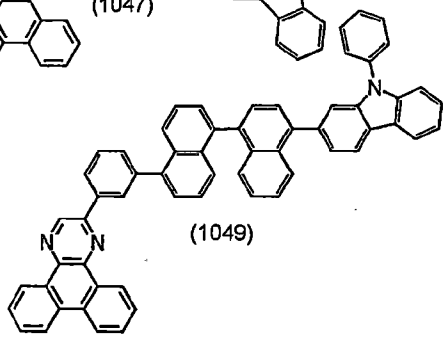
(1046)



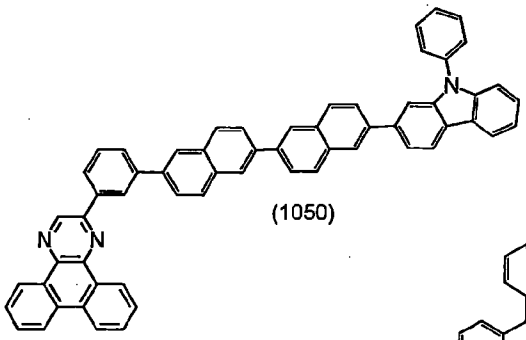
(1047)



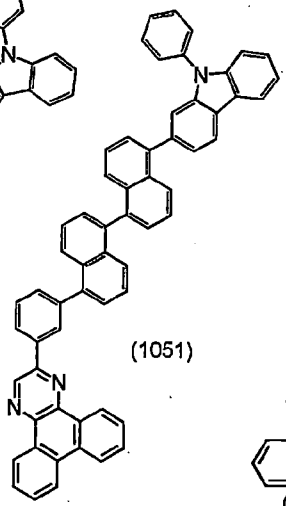
(1048)



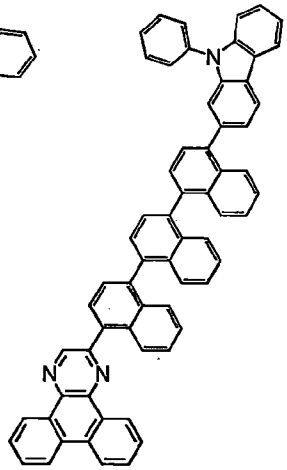
(1049)



(1050)



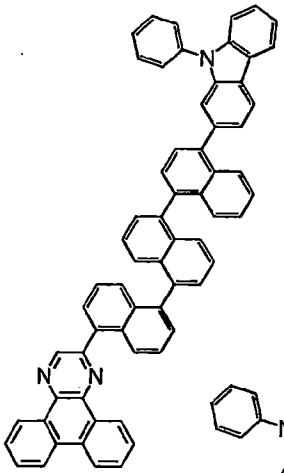
(1051)



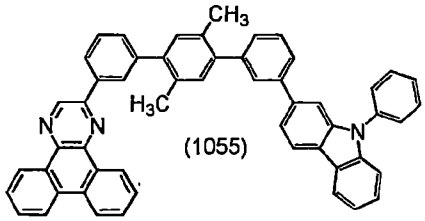
(1052)

[0406]

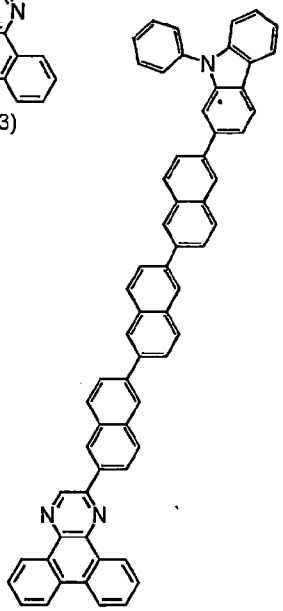
[化學式 211]



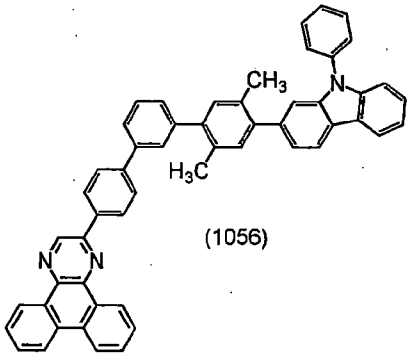
(1053)



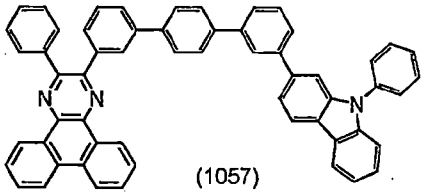
(1055)



(1054)



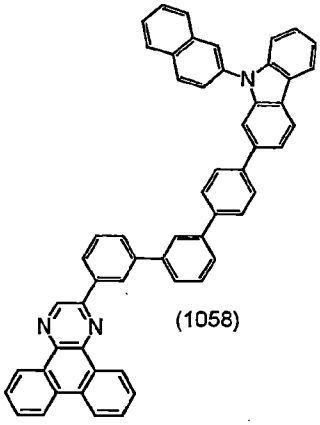
(1056)



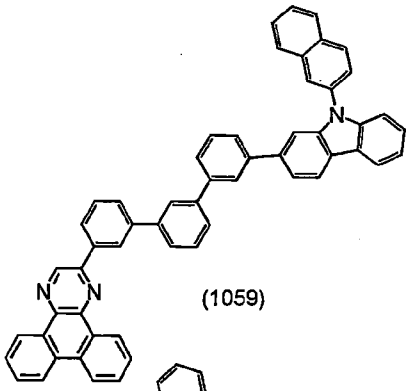
(1057)

[0407]

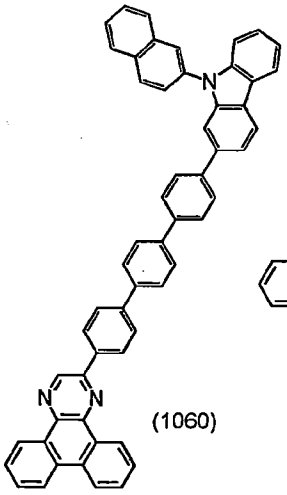
[化學式 212]



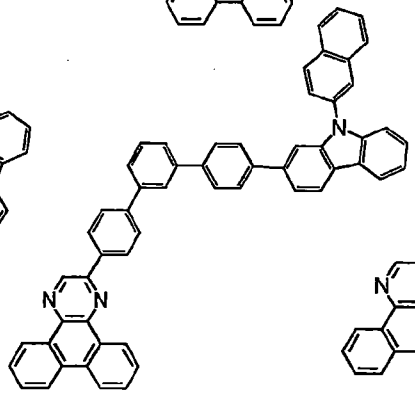
(1058)



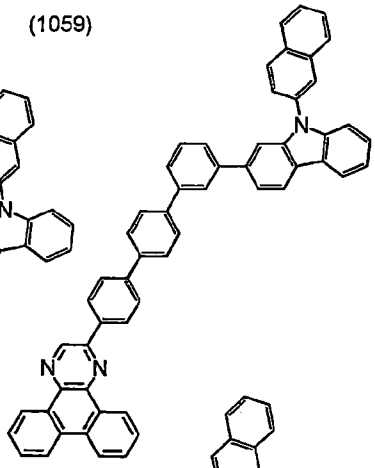
(1059)



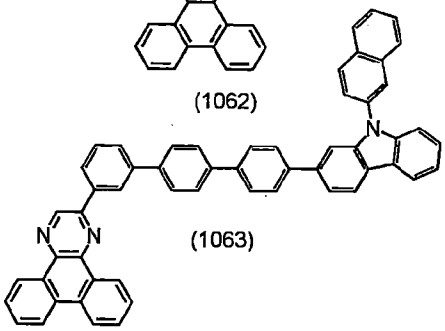
(1060)



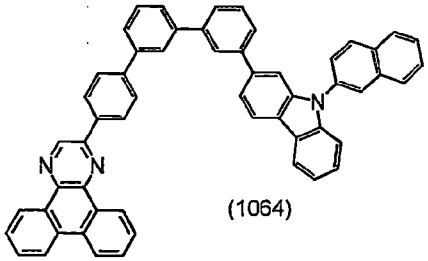
(1061)



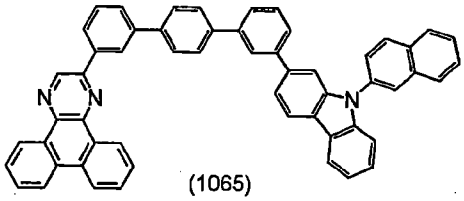
(1062)



(1063)



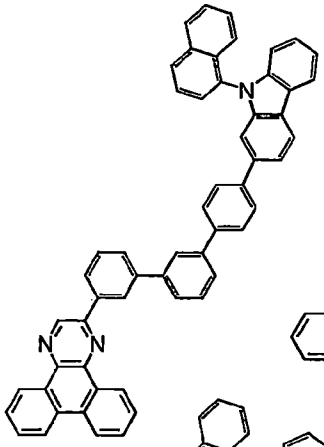
(1064)



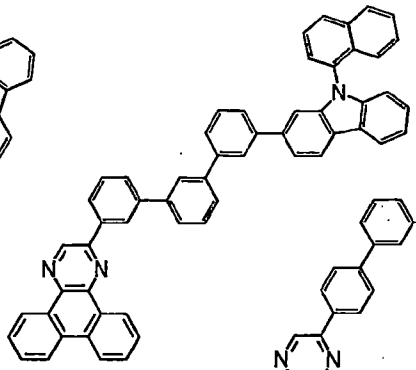
(1065)

[0408]

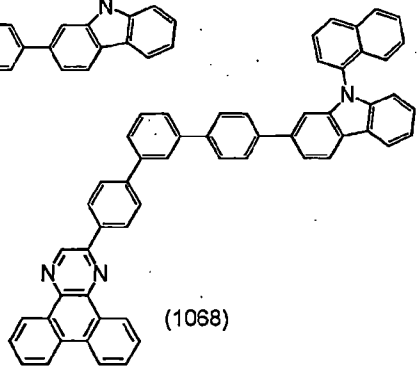
[化學式 213]



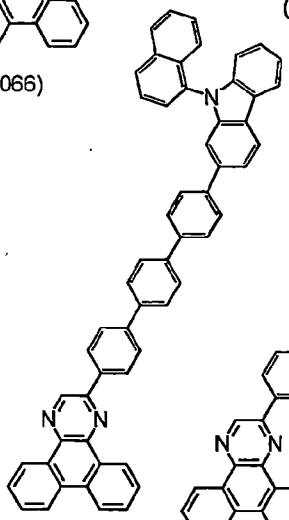
(1066)



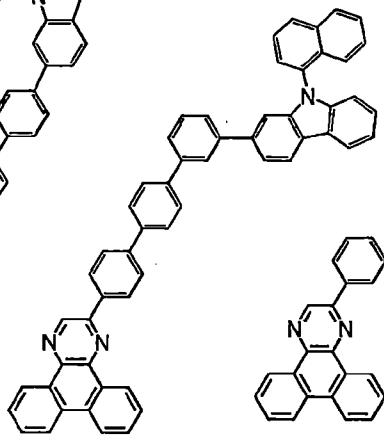
(1067)



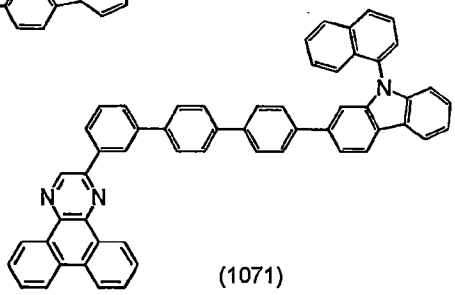
(1068)



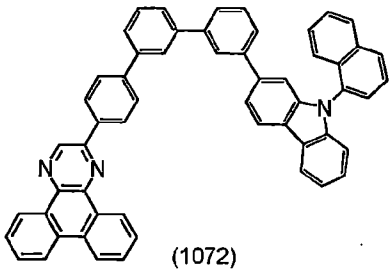
(1069)



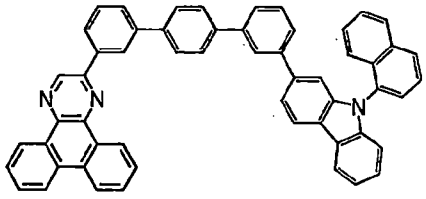
(1070)



(1071)



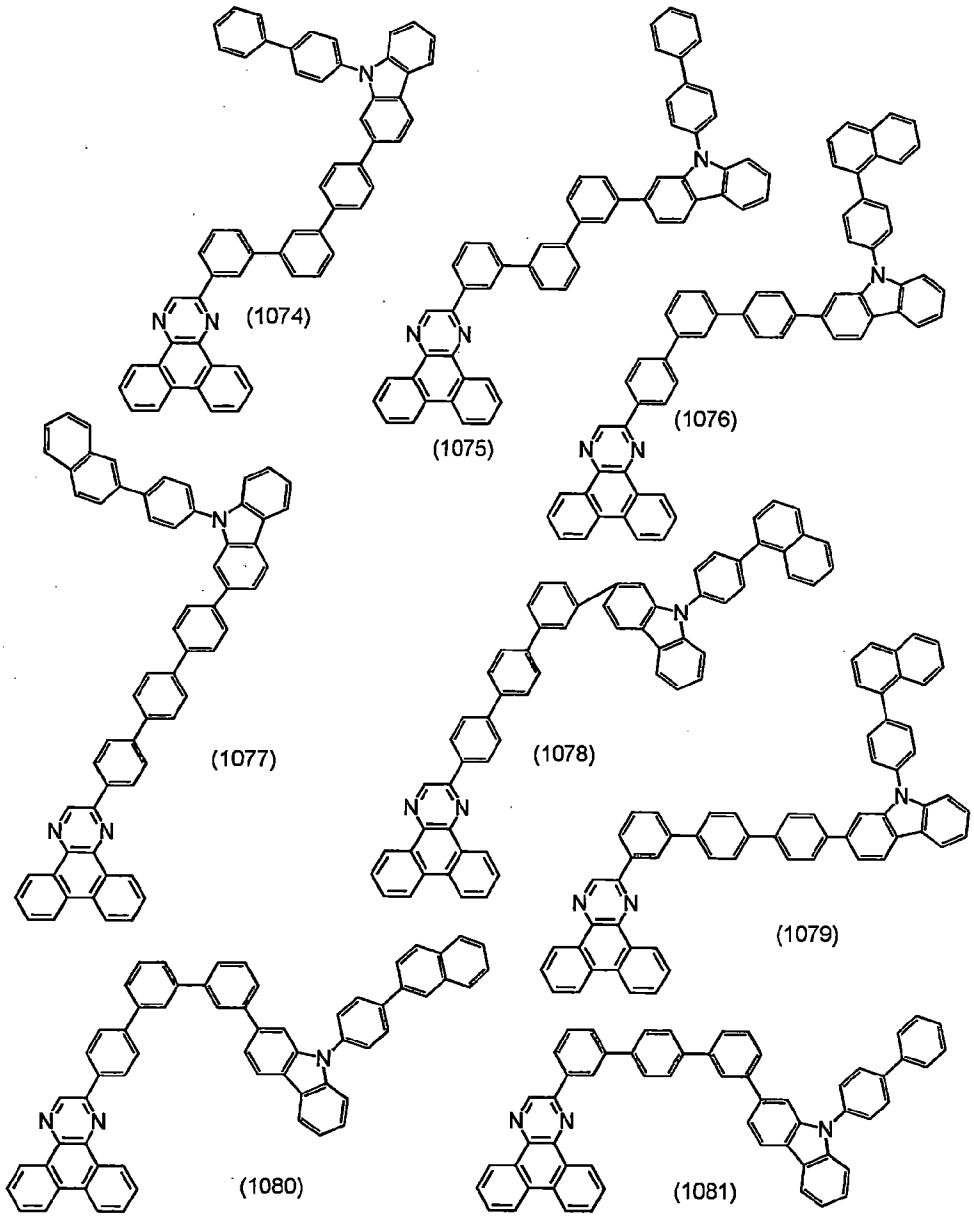
(1072)



(1073)

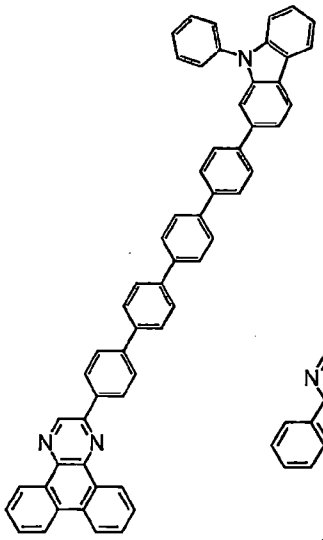
[0409]

[化學式 214]

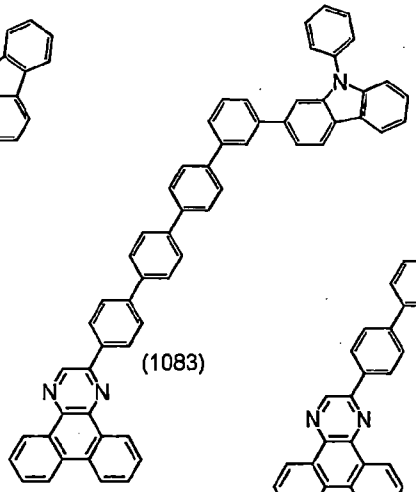


[0410]

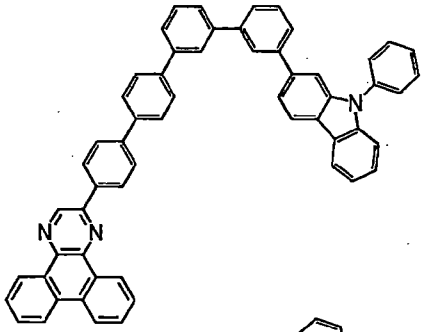
[化學式 215]



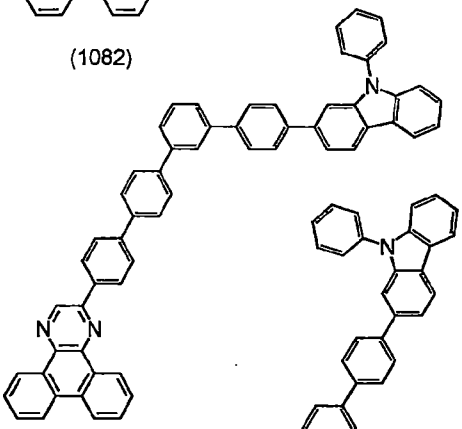
(1082)



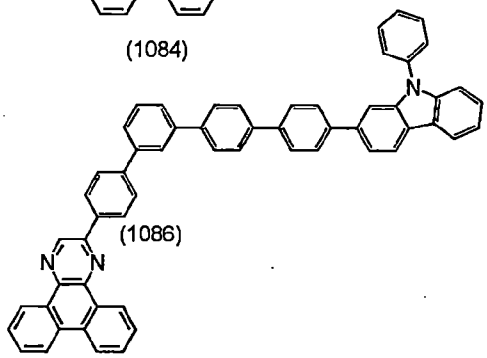
(1083)



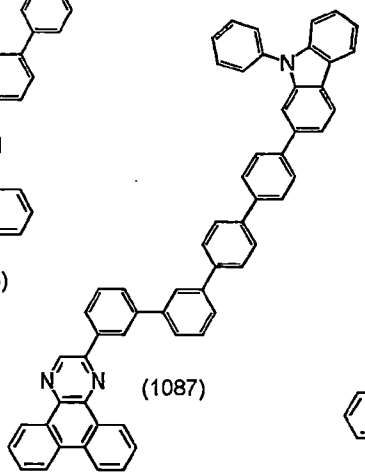
(1084)



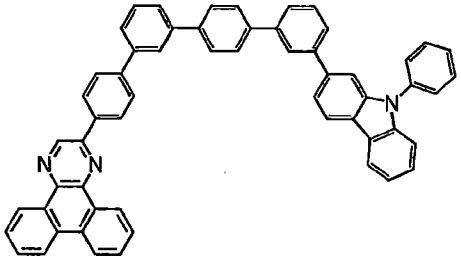
(1085)



(1086)



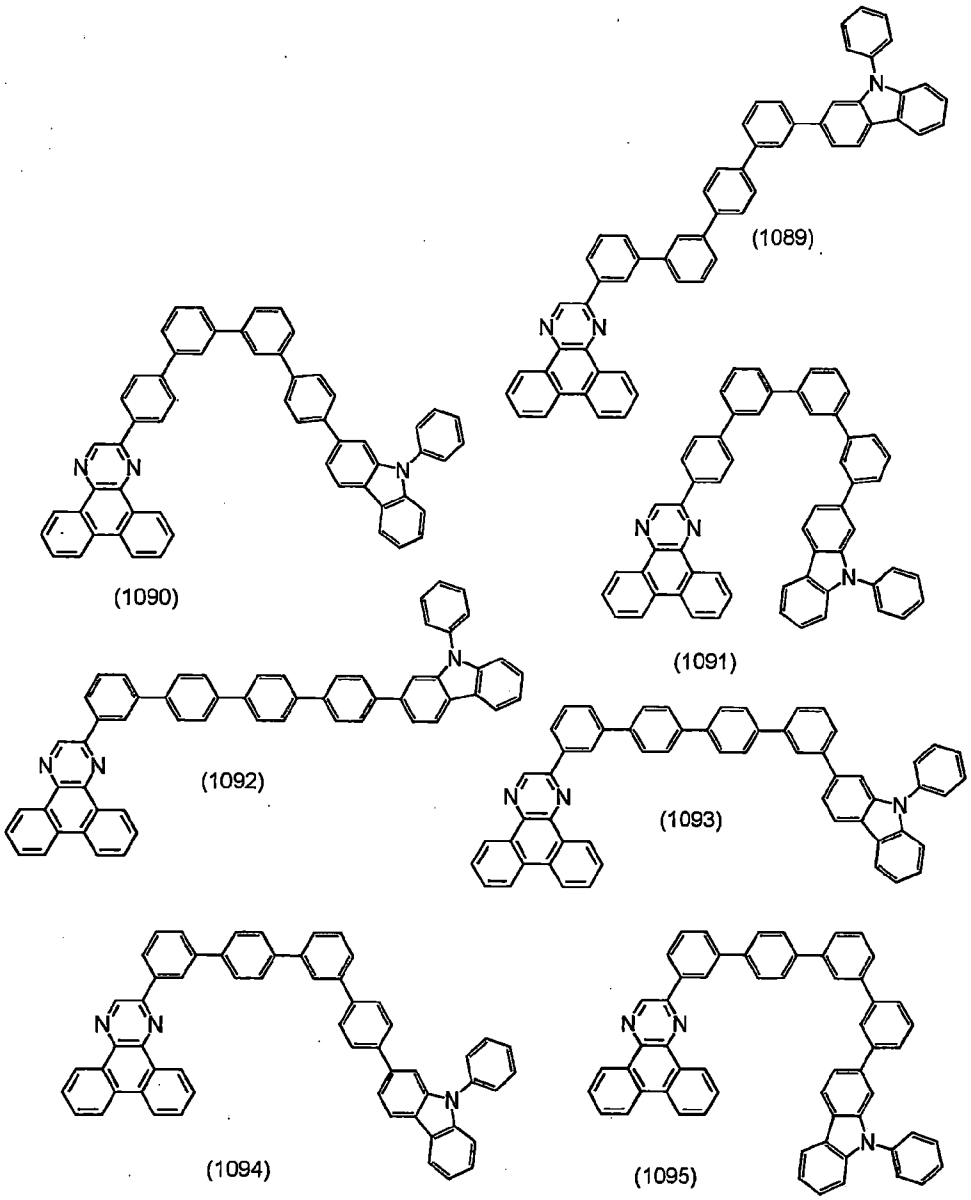
(1087)



(1088)

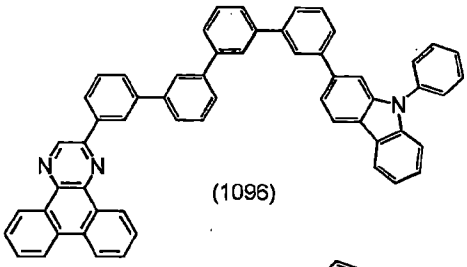
[0411]

[化學式 216]

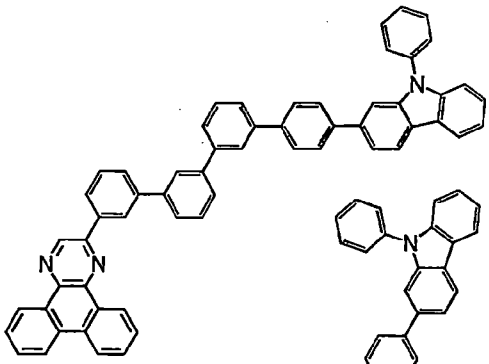


[0412]

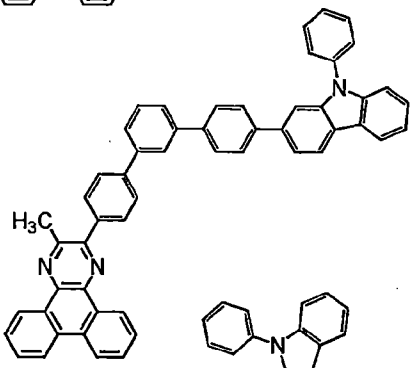
[化學式 217]



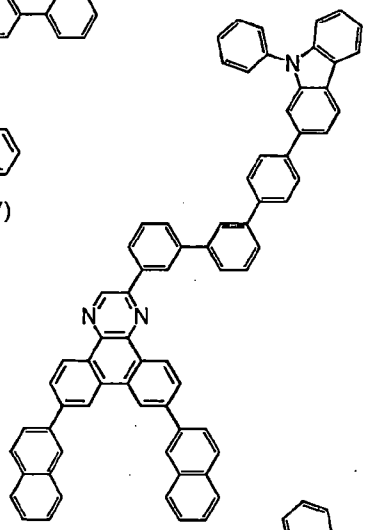
(1096)



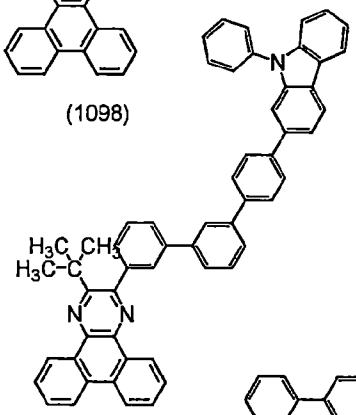
(1097)



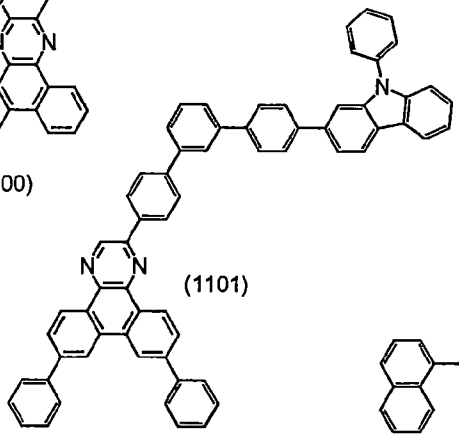
(1098)



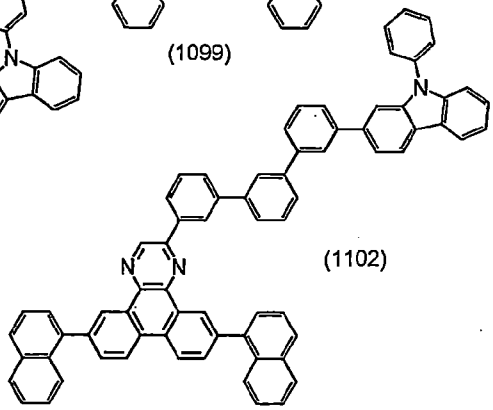
(1099)



(1100)



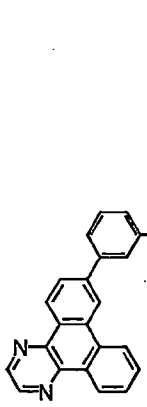
(1101)



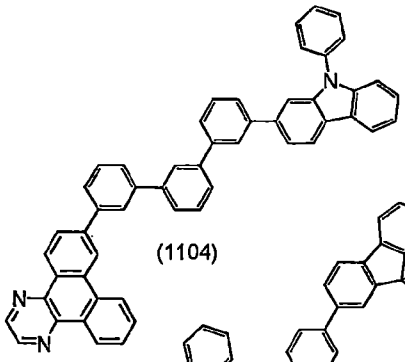
(1102)

[0413]

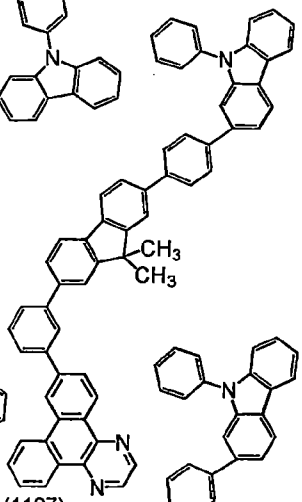
[化學式 218]



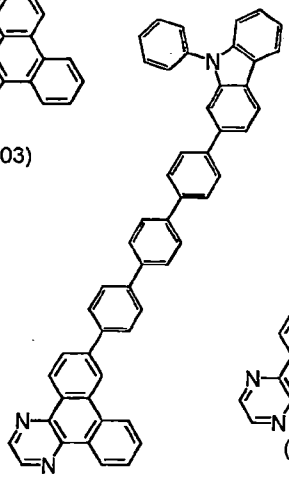
(1103)



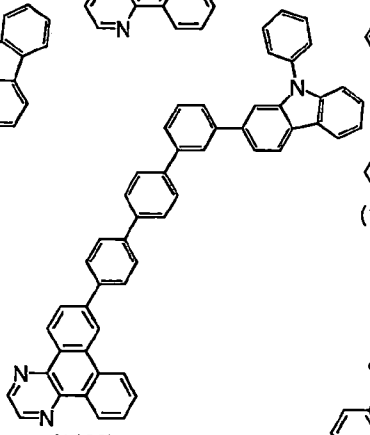
(1104)



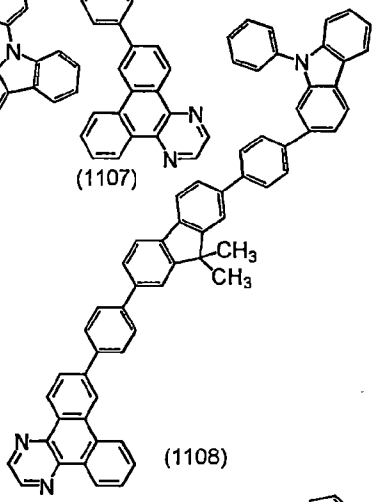
(1107)



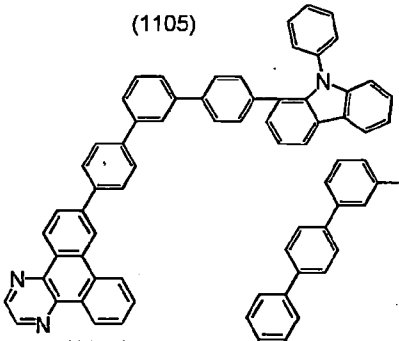
(1105)



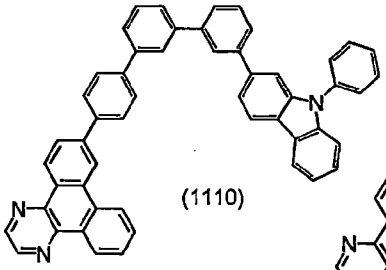
(1106)



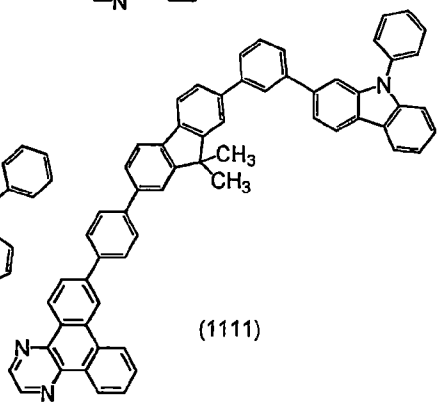
(1108)



(1109)



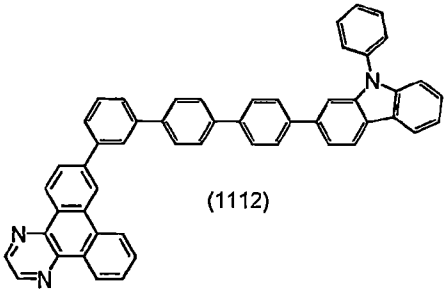
(1110)



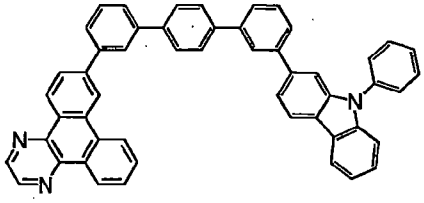
(1111)

[0414]

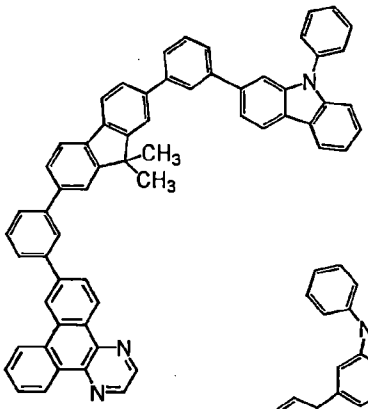
[化學式 219]



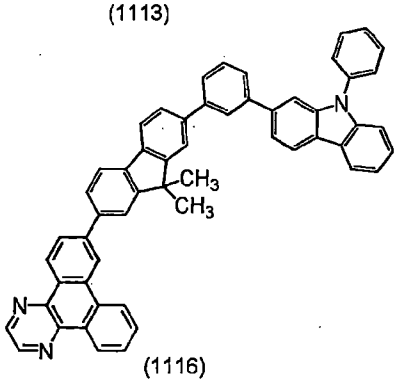
(1112)



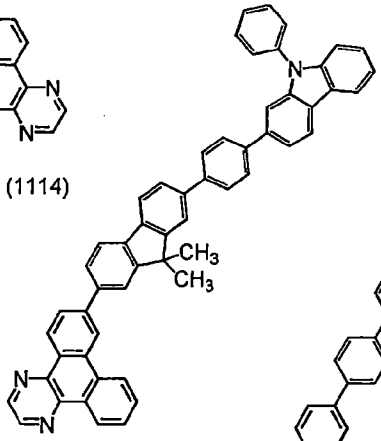
(1113)



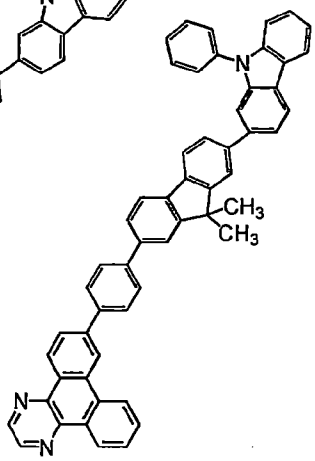
(1114)



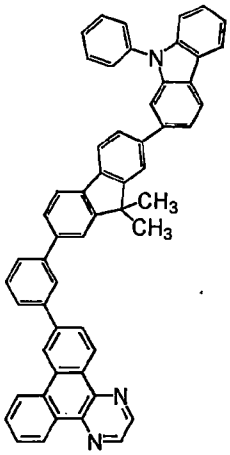
(1116)



(1115)



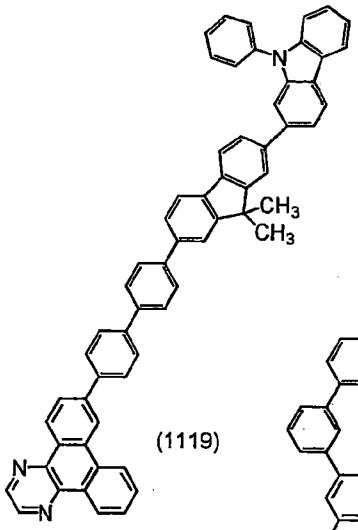
(1117)

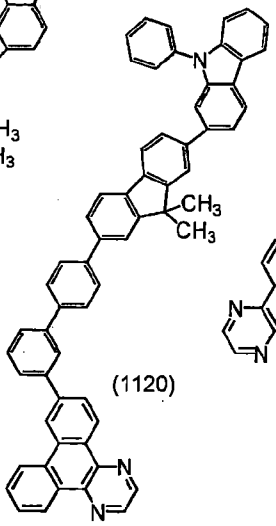


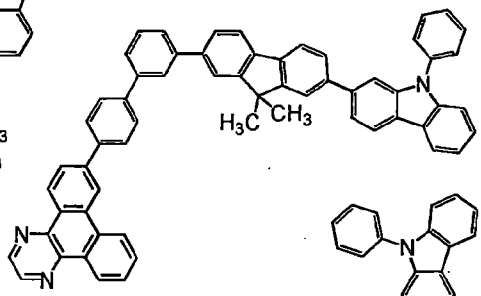
(1118)

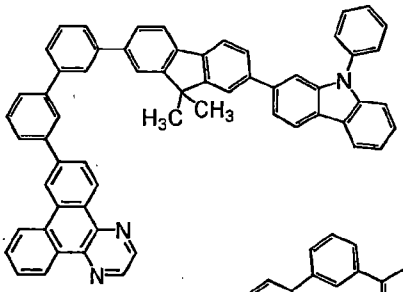
[0415]

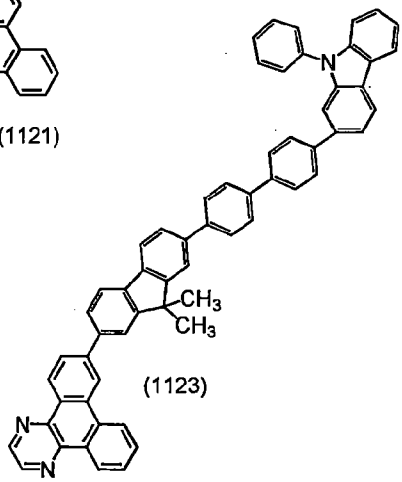
[化學式 220]

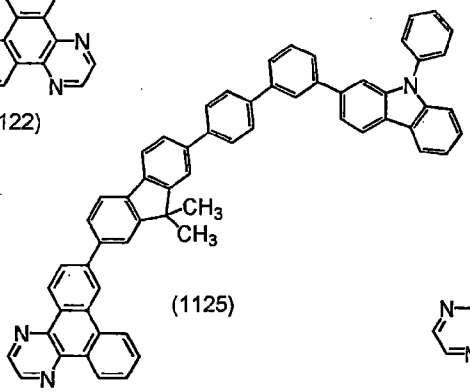

(1119)

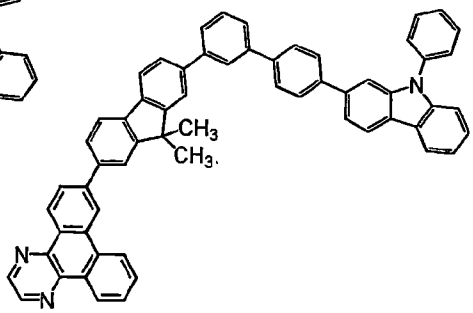

(1120)


(1121)


(1122)

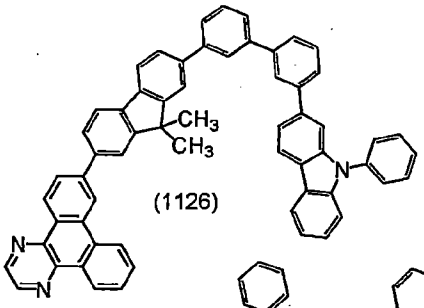

(1123)


(1125)

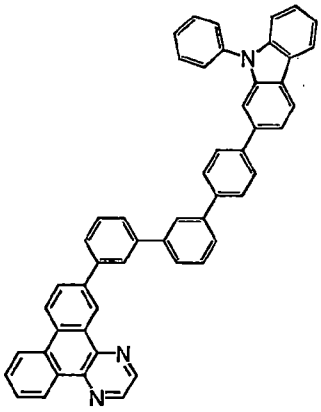

(1124)

[0416]

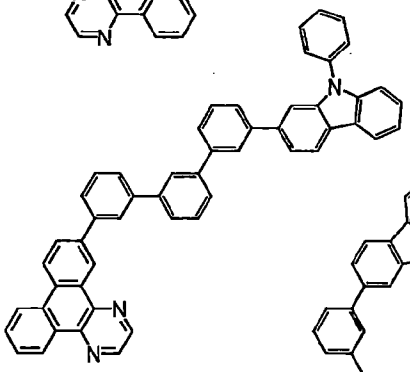
[化學式 221]



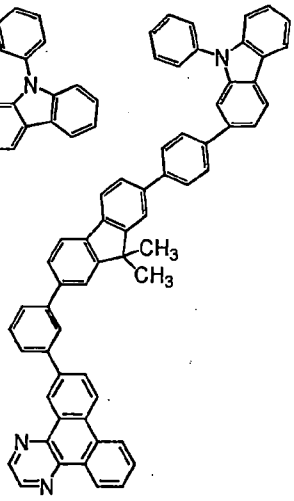
(1126)



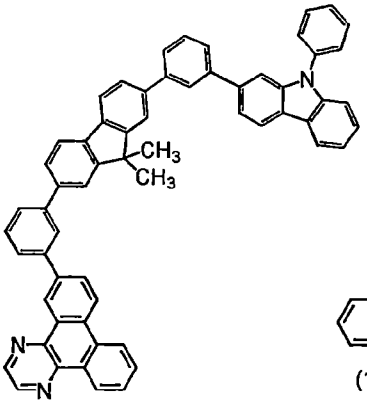
(1127)



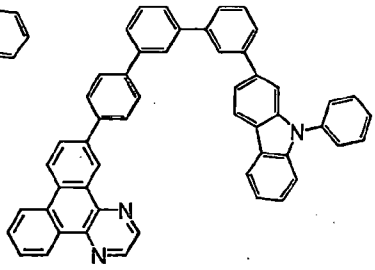
(1128)



(1129)



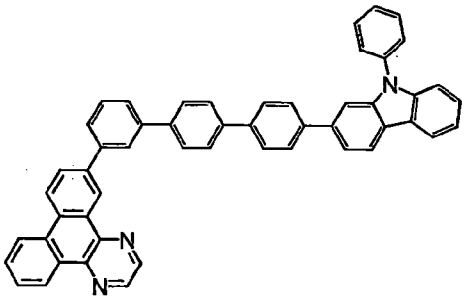
(1130)



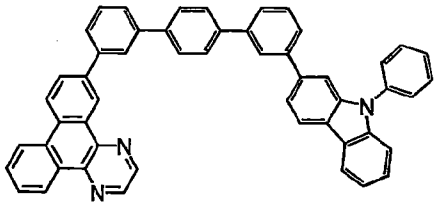
(1131)

[0417]

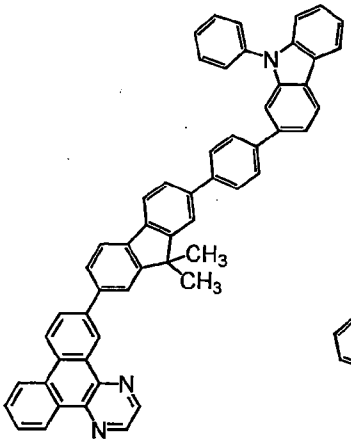
[化學式 222]



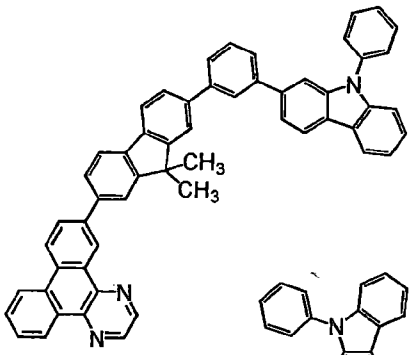
(1132)



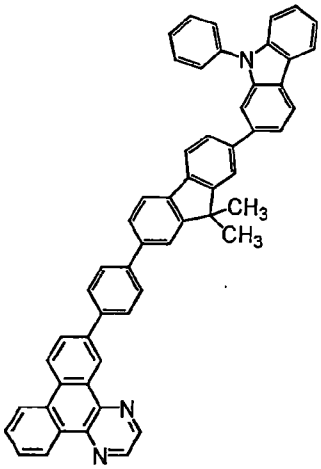
(1133)



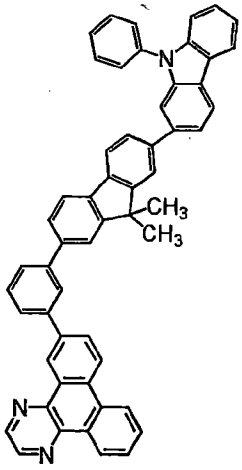
(1134)



(1135)



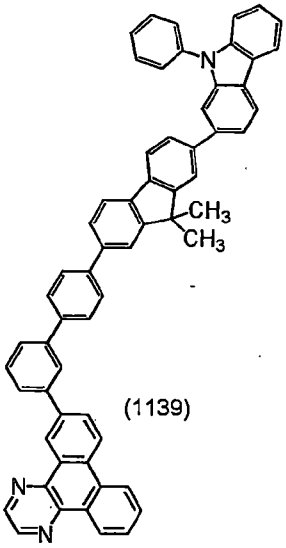
(1136)



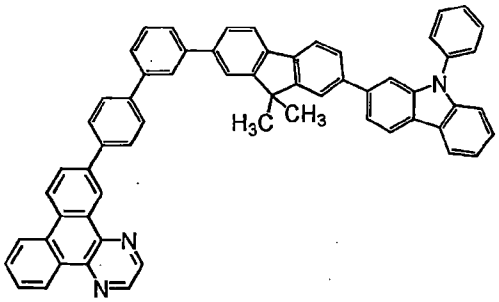
(1137)

[0418]

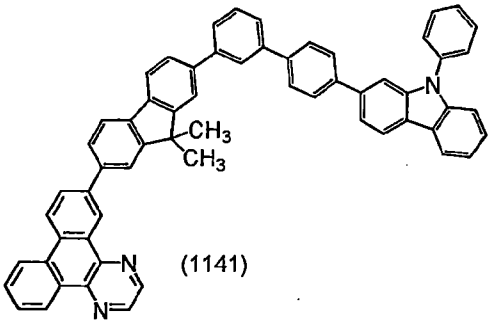
[化學式 223]



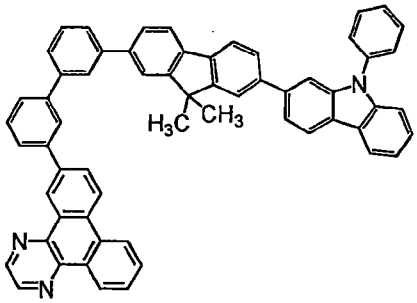
(1139)



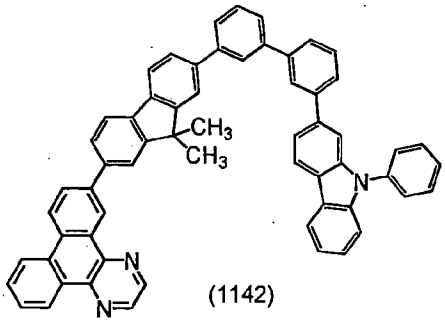
(1140)



(1141)



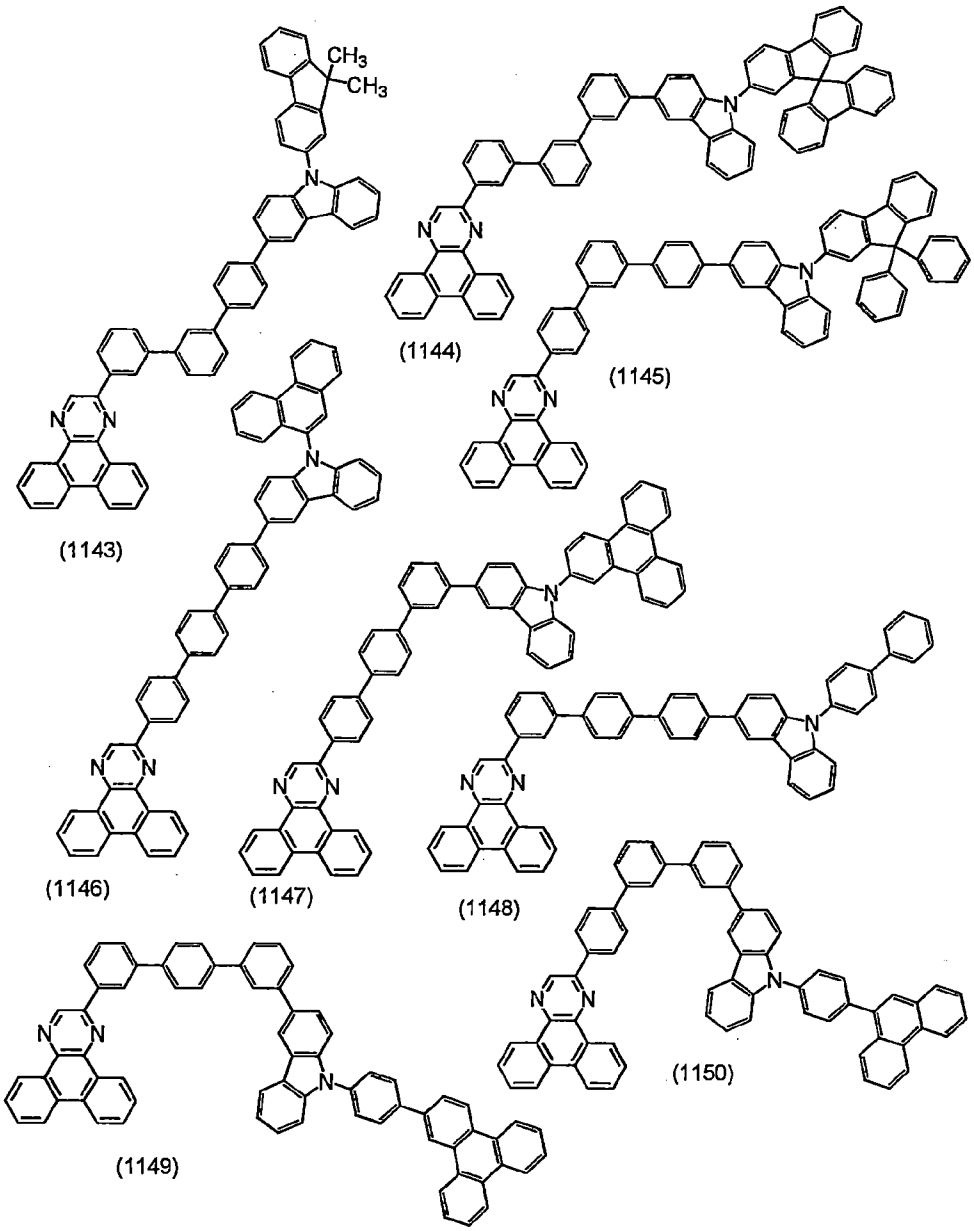
(1138)



(1142)

[0419]

[化學式 224]



[0420] 本發明的一個實施方式的雜環化合物具有如下結構：包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基，且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合。可以將本發明的一個實施方式的雜環化合物用作構成EL層的發光層中的主體材料。

[0421] 發光層中的主體材料被要求具有各種性能及

功能，作為重要的性質之一，可以舉出高耐熱性。當以材料的玻璃轉移溫度（Tg）為示出材料的耐熱性的指標時，可以說主體材料的玻璃轉移溫度（Tg）越高，耐熱性越高。並且，材料的玻璃轉移溫度（Tg）大致與分子量成比例。因此，為了提高材料的耐熱性，可以增大分子量。

[0422] 一般而言，有機材料有材料的分子量越大玻璃轉移溫度（Tg）越高的趨勢，但是，還有如下趨勢：因耐熱性的提高，而在純化製程中進行的昇華純化或蒸餾中的昇華溫度或沸點也增高。很多通常的低分子有機化合物在 400℃以上分解，因此在簡單地增大分子量時昇華溫度或沸點也增高，在蒸鍍等成膜製程或昇華純化、蒸餾等純化製程中的溫度需要增高，並且會導致分解。

[0423] 就是說，在為了提高主體材料的熱物性簡單地增大分子量時，在純化製程或成膜製程中導致分解的可能性變高，因此有時難以將高度純化的有機化合物用於元件。

[0424] 另一方面，本發明的一個實施方式的雜環化合物是為了提高熱物性增大分子量的雜環化合物。其分解溫度較高，並且只要追加至少一個苯環，就大幅度地貢獻於耐熱性的提高，因此在純化製程或蒸鍍製程中不容易發生分解，可以將保持高純度的材料用於元件。就是說，可以提供一種耐熱性高且特性良好的元件。

[0425] 一般而言，有機材料有材料的分子量越大折射率越高的趨勢。因此，在增大用於發光層的主體材料的

分子量時，玻璃轉移溫度（Tg）也變高，並且發光層的折射率也會變高。

[0426] 在發光層中產生的光經過 EL 層、透明電極並透過玻璃基板或樹脂膜等進入空氣中，在上述光經過這些各構件之間的境界時，因折射率的不同而發生各種光學現象。就是說，根據入射到境界時的角度、光透過的各構件之間的折射率的高低關係以及其間的差異，發生從 EL 層發射的光向 EL 層的方向返回的全反射、朝向意外的方向的折射等，到達發光元件的外部的光的強度下降，並且發光元件的光提取效率或外部量子效率下降。

[0427] 就是說，在為了提高主體材料的熱物性簡單地增大分子量時，折射率也變高，因此產生包括使用該主體材料的發光層的發光元件的光提取效率或外部量子效率下降的問題。

[0428] 另一方面，雖然本發明的一個實施方式的雜環化合物是為了提高熱物性增大分子量的雜環化合物，但是即使將其用於發光元件的發光層的主體材料，也不降低發光元件的光提取效率或外部量子效率。

[0429] 本發明的一個實施方式的雜環化合物具有以連結的三個以上的伸芳基為長軸的分子結構，在作為發光層的主體材料進行成膜時，有形成具有各分子的長軸向大致平行於基板的方向傾斜的配向狀態的膜的趨勢。具有長軸的分子有時有折射率的各向異性，本發明的一個實施方式的雜環化合物也趨於具有折射率的各向異性。

[0430] 因此，在為了增大分子量伸芳基為三個以上的情況下，可認為在長軸方向上分子變大而長軸方向的折射率變高，但是在短軸方向上分子尺寸的變化不大，因此短軸方向的折射率的變化小。在將本發明的一個實施方式的雜環化合物用於發光層時，有以其短軸朝向光提取方向的方式進行成膜的趨勢，因此其實效折射率與使用具有伸芳基的個數較少的結構的雜環化合物的發光層大致一致。另一方面，在長軸方向上分子變大，分子量也變大而熱物性得到改善。

[0431] 例如，2-[3'-（二苯并噻吩-4-基）聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mDBTBPDBq-II）具有作為主體材料優秀的性質，並且，在本發明的一個實施方式的雜環化合物的伸芳基的個數為 3 以上時，邊提高熱物性邊保持實效折射率，而不會降低發光元件的光提取效率或外部量子效率。

[0432] 並且，有在發光層中本發明的一個實施方式的雜環化合物配向時摻雜物分子（也稱為客體材料）也配向的趨勢。有的摻雜物分子在向特定方向上配向時，朝向發光元件的外部的光的發光強度變高，發光元件的外部量子效率得到提高。這是因為摻雜物分子所發射的光也與折射率同樣地有各向異性的緣故。就是說，發光元件的主體材料較佳為提高摻雜物的配向性。就是說，本發明的一個實施方式的雜環化合物可以控制摻雜物分子的配向，並進一步提高發光元件的外部量子效率。

[0433] 因此，本發明的一個實施方式的雜環化合物具有作為主體材料非常有用的性質。

[0434] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組合。

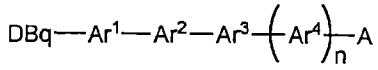
[0435]

實施方式 2

在本實施方式中，說明以通式（G1）表示的有機化合物的合成方法。

[0436]

[化學式 225]



(G1)

[0437] 作為以通式（G1）表示的有機化合物的合成方法可以採用各種反應。例如可以藉由進行以下的合成反應合成以通式（G1）表示的有機化合物。注意，本發明的一個實施方式的以通式（G1）表示的有機化合物的合成方法不侷限於以下的合成方法。

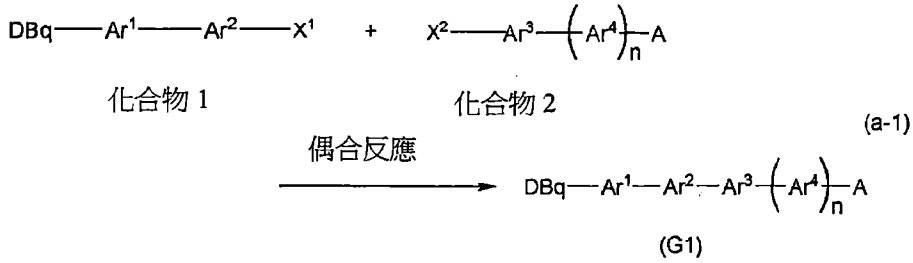
[0438]

〈以通式（G1）表示的有機化合物的合成方法〉

本發明的以通式（G1）表示的有機化合物可以經過下述合成方案（a-1）合成。就是說，藉由使二苯并[f,h]喹噁啉化合物（化合物 1）與二苯并噻吩化合物或二苯并呋喃化合物（化合物 2）偶合，可以得到以通式（G1）表示的化合物。

[0439]

[化學式 226]



[0440] 在合成方案（a-1）中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基，n 為 0 或 1，A 表示取代或未取代的二苯并噻吩基或取代或未取代的二苯并呋喃基，Ar^1、Ar^2、Ar^3、Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的伸芳基，上述伸芳基也可以具有取代基，上述取代基也可以互相鍵合而形成環，Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基可以由亞甲基互相聯接形成芴骨架。

[0441] 在合成方案（a-1）中，在進行使用鈀催化劑的鈴木-宮浦偶合反應的情況下，X^1 及 X^2 表示鹵素、硼酸基、有機硼基或者三氟甲基磺醯基，鹵素較佳為碘、溴或者氯。在上述反應中，可以使用雙（二亞苄基丙酮）鈀（0）、醋酸鈀（II）、[1,1'-雙（二苯基膦基）二茂鐵]二氯化鈀（II）、四（三苯基膦）鈀（0）等鈀化合物和三（三級丁基）膦、三（正己基）膦、三環己基膦、二（1-金剛烷基）-正丁基膦、2-二環己基膦基-2',6'-二甲氧基聯苯、三（鄰甲苯基）膦等配體。在該反應中，可以使用三級丁醇鈉等有機鹼、碳酸鉀、碳酸銫、碳酸鈉等無機鹼等。並且，在該反應中，作為溶劑可以使用甲苯、二甲

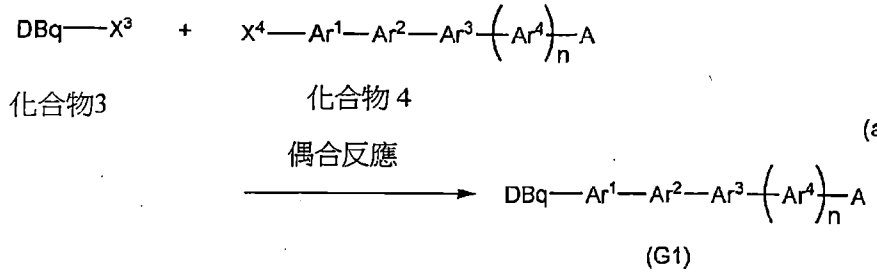
苯、苯、四氫呋喃、二氧六環、乙醇、甲醇、水等。注意，能夠用於上述反應的試劑類不侷限於上述試劑類。

[0442] 在合成方案（a-1）中進行的反應不侷限於鈴木-宮浦偶合反應，也可以利用使用有機錫化合物的右田-小杉-Stille 偶合反應、使用格林納試劑的熊田-玉尾-Corriu 偶合反應、使用有機鋅化合物的根岸偶合反應、使用銅或銅化合物的反應等。當使用右田-小杉-Stille 偶合反應時，X^1 和 X^2 中的一個表示有機錫基，另一個表示鹵素。就是說，化合物 1 和化合物 2 中的一個表示有機錫化合物。當使用熊田-玉尾-Corriu 偶合反應時，X^1 和 X^2 中的一個表示鹵化鎂基，另一個表示鹵素。就是說，化合物 1 和化合物 2 中的一個表示格林納試劑。當使用根岸偶合反應時，X^1 和 X^2 中的一個表示有機鋅基，另一個表示鹵素。就是說，化合物 1 和化合物 2 中的一個表示有機鋅化合物。

[0443] 注意，在本發明的有機化合物（G1）的合成中，合成方法不侷限於合成方法（a-1）。例如，有機化合物（G1）可以經過下述合成方案（a-2）至合成方案（a-4）合成。就是說，藉由使二苯并[f,h]喹喔啉化合物（化合物 3、5 或 7）與二苯并噻吩化合物或二苯并呋喃化合物（化合物 4、6 或 8）偶合，可以得到以通式（G1）表示的化合物。

[0444]

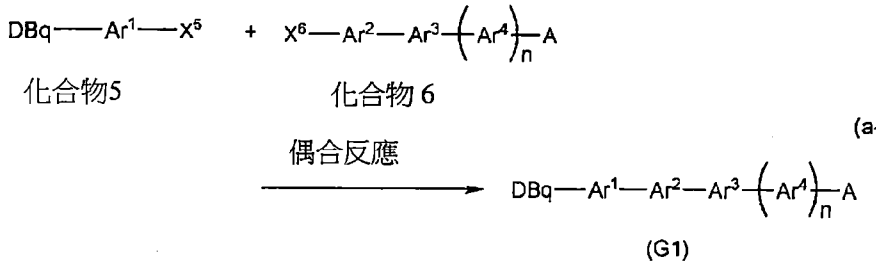
[化學式 227]



(a-2)

[0445]

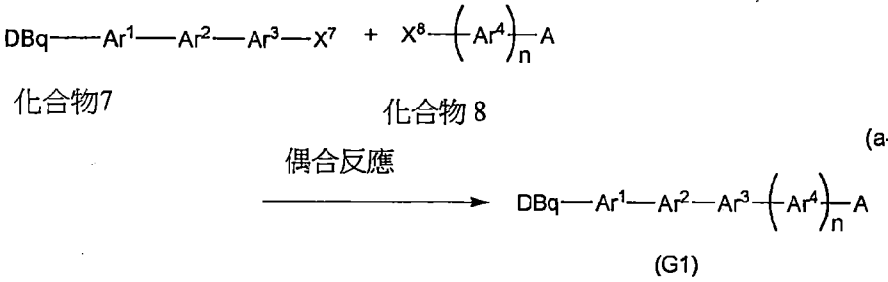
[化學式 228]



(a-3)

[0446]

[化學式 229]



(a-4)

[0447] 在合成方案（a-2）至合成方案（a-4）中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基，n 為 0 或 1，A 表示取代或未取代的二苯并噻吩基或取代或未取代的二苯并呋喃基中的任一個，Ar^1、Ar^2、Ar^3、Ar^4 分別獨立地表示碳原子數為 6 至 10 的伸芳基，上述伸芳基也可以具有取代基，上述取代基也可以互相鍵合而形成環，

Ar^1 至 Ar^4 中的相鄰的伸芳基可以由亞甲基互相聯接形成茀骨架。

[0448] 在合成方案（a-2）至合成方案（a-4）中，在進行使用鈀催化劑的鈴木-宮浦偶合反應的情況下，X^3 至 X^8 表示鹵素、硼酸基、有機硼基或者三氟甲基磺醯基，鹵素較佳為碘、溴或者氯。能夠使用的試劑與合成方案（a-1）相同，並且不侷限於上述試劑。

[0449] 在合成方案（a-2）至合成方案（a-4）中進行的反應不侷限於鈴木-宮浦偶合反應，也可以利用使用有機錫化合物的右田-小杉-Stille 偶合反應、使用格林納試劑的熊田-玉尾-Corriu 偶合反應、使用有機鋅化合物的根岸偶合反應、使用銅或銅化合物的反應等。

[0450] 使用這些反應時的 X^3 至 X^8 與合成方案（a-1）的 X^1 及 X^2 相同。就是說，使用右田-小杉-Stille 偶合反應時，在各反應中，一個 X 表示有機錫基，另一個 X 表示鹵素。就是說，在各反應中，化合物 3 和化合物 4 中的一個、化合物 5 和化合物 6 中的一個、化合物 7 和化合物 8 中的一個表示有機錫化合物。當使用熊田-玉尾-Corriu 偶合反應時，在各反應中，X^3 至 X^8 中的一個 X 表示鹵化鎂基，另一個 X 表示鹵素。就是說，在各反應中，化合物 3 和化合物 4 中的一個、化合物 5 和化合物 6 中的一個、化合物 7 和化合物 8 中的一個表示格林納試劑，化合物 3 和化合物 4 中的另一個、化合物 5 和化合物 6 中的另一個、化合物 7 和化合物 8 中的另一個表示鹵素。當使

用根岸偶合反應時，在各反應中，X^3 至 X^8 中的一個 X 表示有機鋅基，另一個 X 表示鹵素。就是說，化合物 3 和化合物 4 中的一個、化合物 5 和化合物 6 中的一個、化合物 7 和化合物 8 中的一個表示有機鋅化合物。

[0451] 當進行二苯并[f,h]喹喔啉化合物與二苯并噻吩化合物或二苯并呋喃化合物的偶合反應時，也可以在 DBq、Ar^1 至 Ar^4、A 的任何位置進行偶合反應。注意，本發明的一個實施方式的雜環化合物的合成方法不侷限於此。

[0452] 如上所述，雖然說明了本發明的一個實施方式的化合物的合成方法的一個例子，但本發明不侷限於此，也可以利用其他任何合成方法進行合成。

[0453] 在本實施方式中，描述本發明的一個實施方式。或者，在其他實施方式中，將描述本發明的一個實施方式。但是，本發明的一個實施方式不侷限於此。例如，作為本發明的一個實施方式例示出了如下結構，但是本發明不侷限於此，亦即包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基，且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構。根據情況或狀況，本發明的一個實施方式也可以具有如下骨架以外的骨架，亦即包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基，且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構。例如，根據情況或狀況，本發明的一個實施方式也可以不具有如下結構：包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及

二苯并[f,h]喹喔啉基，且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合。

[0454] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組合。

[0455]

實施方式 3

在本實施方式中，參照圖 1A 對包含本發明的一個實施方式的雜環化合物的發光元件的一個實施方式進行說明。

[0456] 本實施方式中的發光元件在一對電極之間包括多個層。在本實施方式中，發光元件包括第一電極 101、第二電極 102、設置在第一電極 101 與第二電極 102 之間的 EL 層 103。注意，在圖 1A 中，第一電極 101 被用作陽極且第二電極 102 被用作陰極。亦即，採用當以使第一電極 101 的電位高於第二電極 102 的電位的方式對第一電極 101 和第二電極 102 施加電壓時能夠得到發光的結構。當然，也可以將第一電極用作陰極且將第二電極用作陽極。此時，EL 層的疊層順序與上述順序相反。另外，在本實施方式所示的發光元件中，EL 層 103 的任一個層包含本發明的一個實施方式的雜環化合物即可。此外，包含該雜環化合物的層較佳為發光層或電子傳輸層，因為它們可以有效地利用上述雜環化合物的特性，並且可以得到具有良好的特性的發光元件。

[0457] 作為被用作陽極的電極，較佳為使用功函數

大（具體為 4.0eV 以上）的金屬、合金、導電化合物以及它們的混合物等。具體地，例如可以舉出銦錫氧化物（ITO：Indium Tin Oxide，銦錫氧化物）、包含矽或氧化矽的銦錫氧化物、氧化銦-氧化鋅、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦（IWZO）等。雖然通常藉由濺射法形成這些導電金屬氧化物膜，但是也可以應用溶膠-凝膠法等來形成。例如，可以使用相對於氧化銦添加有 1wt%以上且 20wt%以下的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成氧化銦-氧化鋅。另外，可以使用相對於氧化銦添加有 0.5wt%以上且 5wt%以下的氧化鎢和 0.1wt%以上且 1wt%以下的氧化鋅的靶材藉由濺射法形成包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦（IWZO）。另外，可以舉出金（Au）、鉑（Pt）、鎳（Ni）、鎢（W）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、鐵（Fe）、鈷（Co）、銅（Cu）、鈀（Pd）或金屬材料的氮化物（例如，氮化鈦）等。另外，也可以使用石墨烯。

[0458] 對 EL 層 103 的疊層結構沒有特別的限制，適當地組合包含電子傳輸性高的物質的層、包含電洞傳輸性高的物質的層、包含電子注入性高的物質的層、包含電洞注入性高的物質的層、包含具有雙極性的物質（電子及電洞傳輸性高的物質）的層或載子障壁層等來構成，即可。在本實施方式中，EL 層 103 具有在用作陽極的電極上依次層疊電洞注入層 111、電洞傳輸層 112、發光層 113、電子傳輸層 114 及電子注入層 115 的結構。下面具體地示出構成各層的材料。

[0459] 電洞注入層 111 是包含電洞注入性高的物質的層。並且，作為電洞注入性高的物質，例如可以使用鉬氧化物、釩氧化物、釕氧化物、鎢氧化物、錳氧化物等。另外，也可以使用酞青類化合物如酞青（簡稱：H_2Pc）、銅酞青（簡稱：CuPc）等；芳香胺化合物如 4,4'-雙[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：DPAB）、N,N'-雙{4-[雙（3-甲基苯基）胺基]苯基}-N,N'-二苯基-（1,1'-聯苯）-4,4'-二胺（簡稱：DNTPD）等；或者高分子化合物如聚（乙烯二氧噻吩）/聚（苯乙烯磺酸）（簡稱：PEDOT/PSS）等來形成電洞注入層 111。

[0460] 另外，作為電洞注入層 111，也可以使用在具有電洞傳輸性的物質中含有對該物質呈現電子接收性的物質（以下就稱為電子接收物質）的複合材料。在本說明書中，“複合材料”不僅是指混合兩個材料而成的材料，也是指藉由混合多個材料來使其處於在材料之間可以授受電荷的狀態的材料。該電荷的授受包括只在存在電場時發生的電荷的授受。

[0461] 注意，藉由使用在具有電洞傳輸性的物質中含有電子受體物質而成的複合材料，可以在選擇形成電極的材料時無需顧及材料的功函數。就是說，作為被用作陽極的電極，除了功函數大的材料以外，還可以使用功函數小的材料。作為電子受體物質，可以舉出 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷（簡稱：F_4-TCNQ）、氯醌等。還可以使用過渡金屬氧化物。尤其是，可以適當地使用屬於元

素週期表中的第 4 族至第 8 族的金屬的氧化物。具體地，較佳為使用氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化錳、氧化錸，因為其電子接收性高。其中，作為電子接收物質特別較佳為使用氧化鉬，因為其在大氣中也穩定，吸濕性低，並且容易處理。

[0462] 作為用於複合材料的具有電洞傳輸性的物質，可以使用各種有機化合物如芳香胺化合物、咔唑化合物、芳烴、高分子化合物（低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等）等。作為用於複合材料的有機化合物，較佳為使用電洞傳輸性高的有機化合物。明確而言，較佳為使用電洞移動率為 $1\times10^{-6}cm^2/Vs$ 以上的物質。注意，只要是具有電洞傳輸性的物質，就也可以使用上述物質之外的物質。以下，具體地列舉可以被用作複合材料中的具有電洞傳輸性的物質的有機化合物。

[0463] 例如，作為芳香胺化合物，可以舉出 N,N'-二（對甲苯基）-N,N'-二苯基-p-伸苯基二胺（簡稱：DTDPPA）、4,4'-雙[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：DPAB）、N,N'-雙{4-[雙（3-甲基苯基）胺基]苯基}-N,N'-二苯基-（1,1'-聯苯）-4,4'-二胺（簡稱：DNTPD）、1,3,5-三[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]苯（簡稱：DPA3B）等。

[0464] 作為可以用於複合材料的咔唑化合物，可以具體地舉出 3-[N-（9-苯基咔唑-3-基）-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCA1）、3,6-雙[N-（9-苯基咔唑-3-

基）-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCA2）、3-[N-（1-萘基）-N-（9-苯基咔唑-3-基）胺基]-9-苯基咔唑（簡稱：PCzPCN1）等。

[0465] 另外，作為可以用於複合材料的咔唑化合物，還可以舉出 4,4'-二（N-咔唑基）聯苯（簡稱：CBP）、1,3,5-三[4-（N-咔唑基）苯基]苯（簡稱：TCPB）、9-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-9H-咔唑（簡稱：CzPA）、1,4-雙[4-（N-咔唑基）苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

[0466] 另外，作為可以用於複合材料的芳烴，例如可以舉出 2-三級丁基-9,10-二（2-萘基）蒽（簡稱：t-BuDNA）、2-三級丁基-9,10-二（1-萘基）蒽、9,10-雙（3,5-二苯基苯基）蒽（簡稱：DPPA）、2-三級丁基-9,10-雙（4-苯基苯基）蒽（簡稱：t-BuDBA）、9,10-二（2-萘基）蒽（簡稱：DNA）、9,10-二苯基蒽（簡稱：DPAnth）、2-三級丁基蒽（簡稱：t-BuAnth）、9,10-雙（4-甲基-1-萘基）蒽（簡稱：DMNA）、2-三級丁基-9,10-雙[2-（1-萘基）苯基]蒽、9,10-雙[2-（1-萘基）苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二（1-萘基）蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二（2-萘基）蒽、9,9'-聯蒽、10,10'-二苯基-9,9'-聯蒽、10,10'-雙（2-苯基苯基）-9,9'-聯蒽、10,10'-雙[（2,3,4,5,6-五苯基）苯基]-9,9'-聯蒽、蒽、稠四苯、紅螢烯、芘、2,5,8,11-四（三級丁基）芘等。除此之外，還可以使用稠五苯、蔻等。像這樣，較佳為使用具有

$1\times10^{-6}cm^2/Vs$ 以上的電洞移動率的碳原子數為 14 以上且 42 以下的芳烴。

[0467] 注意，可以用於複合材料的芳烴也可以具有乙烯基骨架。作為具有乙烯基的芳烴，例如可以舉出 4,4'-雙（2,2-二苯基乙烯基）聯苯（簡稱：DPVBi）、9,10-雙[4-（2,2-二苯基乙烯基）苯基]蒽（簡稱：DPVPA）等。

[0468] 另外，也可以使用聚（N-乙烯基咔唑）（簡稱：PVK）、聚（4-乙烯基三苯胺）（簡稱：PVTPA）、聚[N-（4-{N'-[4-（4-二苯基胺基）苯基]苯基-N'-苯基胺基}苯基）甲基丙烯醯胺]（簡稱：PTPDMA）、聚[N,N'-雙（4-丁基苯基）-N,N'-雙（苯基）聯苯胺]（簡稱：Poly-TPD）等高分子化合物。

[0469] 另外，複合材料也可以包含在實施方式 1 中說明的具有如下結構的化合物，亦即包括二苯并呋喃基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基，且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構。

[0470] 電洞傳輸層 112 是包含具有電洞傳輸性的物質的層。作為具有電洞傳輸性的物質，同樣可以使用上述可用於複合材料的具有電洞傳輸性的物質。另外，為了避免重複而省略詳細說明。參見複合材料的記載。另外，電洞傳輸層也可以包含在實施方式 1 中說明的具有如下結構的化合物，亦即包括二苯并呋喃基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基，且它們藉由三個以上的伸

芳基鍵合的結構。

[0471] 發光層 113 是包含發光性物質的層。發光層 113 既可以由只包含發光物質的膜構成，又可以由在主體材料中分散有發光中心物質的膜構成。

[0472] 對在發光層 113 中能夠用作發光物質或發光中心物質的材料沒有特別的限制，而這些材料所發射的光可以是螢光也可以是磷光。作為上述發光物質或發光中心物質，例如可以舉出如下材料。作為螢光發光性物質，可以舉出 N,N'-二苯基-N,N'-雙[4-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]芘-1,6-二胺（簡稱：1,6FLPAPrn）、N,N'-雙[4-（9H-咔唑-9-基）苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺（簡稱：YGA2S）、4-（9H-咔唑-9-基）-4'-（10-苯基-9-蒽基）三苯胺（簡稱：YGAPA）、4-（9H-咔唑-9-基）-4'-（9,10-二苯基-2-蒽基）三苯胺（簡稱：2YGAPPA）、N,9-二苯基-N-[4-（10-苯基-9-蒽基）苯基]-9H-咔唑-3-胺（簡稱：PCAPA）、芘、2,5,8,11-四（三級丁基）芘（簡稱：TBP）、4-（10-苯基-9-蒽基）-4'-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBAPA）、N,N"-（2-三級丁基蒽-9,10-二基二-4,1-伸苯基）雙[N,N',N'-三苯基-1，4-苯二胺]（簡稱：DPABPA）、N,9-二苯基-N-[4-（9,10-二苯基-2-蒽基）苯基]-9H-咔唑-3-胺（簡稱：2PCAPPA）、N-[4-（9,10-二苯基-2-蒽基）苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺（簡稱：2DPAPPA）、N,N,N',N',N",N",N"',N"'-八苯基二苯并[g,p]䓛（chrysene）-2,7,10,15-四胺（簡稱：DBC1）、

香豆素 30、N-（9,10-二苯基-2-蒽基）-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺（簡稱：2PCAPA）、N-[9,10-雙（1,1'-聯苯-2-基）-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺（簡稱：2PCABPhA）、N-（9,10-二苯基-2-蒽基）-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺（簡稱：2DPAPA）、N-[9,10-雙（1,1'-聯苯-2-基）-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺（簡稱：2DPABPhA）、9,10-雙（1,1'-聯苯-2-基）-N-[4-（9H-咔唑-9-基）苯基]-N-苯基蒽-2-胺（簡稱：2YGABPhA）、N,N,9-三苯基蒽-9-胺（簡稱：DPhAPhA）、香豆素 545T、N,N'-二苯基喹吖啶酮（簡稱：DPQd）、紅螢烯、5,12-雙（1,1'-聯苯-4-基）-6,11-二苯基稠四苯（簡稱：BPT）、2-（2-{2-[4-（二甲胺基）苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基）丙二腈（簡稱：DCM1）、2-{2-甲基-6-[2-（2,3,6,7-四氫-1H，5H-苯并[ij]喹嗪-9-基）乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈（簡稱：DCM2）、N,N,N',N'-四（4-甲基苯基）稠四苯-5,11-二胺（簡稱：p-mPhTD）、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四（4-甲基苯基）苊并[1,2-a]丙二烯合茀-3,10-二胺（簡稱：p-mPhAFD）、2-{2-異丙基-6-[2-（1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹嗪-9-基）乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈（簡稱：DCJTI）、2-{2-三級丁基-6-[2-（1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹嗪-9-基）乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈（簡稱：DCJTB）、2-（2,6-雙{2-[4-（二甲胺基）苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亞基）丙二腈（簡稱：BisDCM）、2-{2,6-雙[2-（8-甲氧基-

1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯并[ij]喹嗪-9-基）乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基}丙二腈（簡稱：BisDCJTM）等。作為藍色磷光發光性的物質，可以舉出：三{2-[5-（2-甲基苯基）-4-（2,6-二甲基苯基）-4H-1,2,4-三唑-3-基-κN2]苯基-κC}銥（III）（簡稱：$Ir(mpptz\text{-}dmp)_3$）、三（5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑（triazolato））銥（III）（簡稱：$Ir(Mptz)_3$）、三[4-（3-聯苯）-5-異丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑（triazolato）]銥（III）（簡稱：$Ir(iPrptz\text{-}3b)_3$）等具有 4H-三唑骨架的有機金屬銥錯合物；三[3-甲基-1-（2-甲基苯基）-5-苯基-1H-1,2,4-三唑（triazolato）]銥（III）（簡稱：$Ir(Mptz1\text{-}mp)_3$）、三（1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑（triazolato））銥（III）（簡稱：$Ir(Prptz1\text{-}Me)_3$）等具有 1H-三唑骨架的有機金屬銥錯合物；fac-三[1-（2,6-二異丙基苯基）-2-苯基-1H-咪唑]銥（III）（簡稱：$Ir(iPrpmi)_3$）、三[3-（2,6-二甲基苯基）-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啶根（phenanthridinato）]銥（III）（簡稱：$Ir(dmpimpt\text{-}Me)_3$）等具有咪唑骨架的有機金屬銥錯合物；以及雙[2-（4',6'-二氟苯基）吡啶根-N,$C^{2'}$]銥（III）四（1-吡唑基）硼酸鹽（簡稱：FIr6）、雙[2-（4',6'-二氟苯基）吡啶根-N,$C^{2'}$]銥（III）吡啶甲酸酯（簡稱：FIrpic）、雙{2-[3',5'-雙（三氟甲基）苯基]吡啶根-N,$C^{2'}$}銥（III）吡啶甲酸酯（簡稱：$Ir(CF_3ppy)_2(pic)$）、雙[2-（4',6'-二氟苯基）吡啶根-N,$C^{2'}$]銥（III）乙醯丙酮（簡稱：Fir（acac））等以具有

拉電子基團的苯基吡啶化合物為配體的有機金屬銥錯合物。注意，由於具有 4H-三唑骨架的有機金屬銥錯合物的可靠性及發光效率都高，所以是特別較佳的。另外，作為發射綠色光的磷光發光物質的例子，可以舉出：三（4-甲基-6-苯基嘧啶根）銥（III）（簡稱：[Ir(mppm)$_3$]）、三（4-三級丁基-6-苯基嘧啶根）銥（III）（簡稱：[Ir(tBuppm)$_3$]）、（乙醯丙酮根）雙（6-甲基-4-苯基嘧啶根）銥（III）（簡稱：Ir(mppm)$_2$(acac)）、（乙醯丙酮根）雙（6-三級丁基-4-苯基嘧啶根）銥（III）（簡稱：Ir(tBuppm)$_2$(acac)）、（乙醯丙酮根）雙[6-（2-降莰基）-4-苯基嘧啶根]銥（III）（簡稱：Ir(nbppm)$_2$(acac)）、（乙醯丙酮根）雙[5-甲基-6-（2-甲基苯基）-4-苯基嘧啶根]銥（III）（簡稱：Ir(mpmppm)$_2$(acac)）、（乙醯丙酮根）雙（4,6-二苯基嘧啶根）銥（III）（簡稱：Ir(dppm)$_2$(acac)）等具有嘧啶骨架的有機金屬銥錯合物；（乙醯丙酮根）雙（3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根）銥（III）（簡稱：Ir(mppr-Me)$_2$(acac)）、（乙醯丙酮根）雙（5-異丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根）銥（III）（簡稱：Ir(mppr-iPr)$_2$(acac)）等具有吡嗪骨架的有機金屬銥錯合物；三（2-苯基吡啶）銥（簡稱：Ir(ppy)$_3$）、雙（2-苯基吡啶根-N,C$^{2'}$）銥（III）乙醯丙酮（簡稱：Ir(ppy)$_2$(acac)）、雙（苯并[h]喹啉）銥（III）乙醯丙酮（簡稱：Ir(bzq)$_2$(acac)）、三（苯并[h]喹啉）銥（III）（簡稱：Ir(bzq)$_3$）、三（2-苯基喹啉-N,C$^{2'}$]銥（III）（簡稱：

$Ir(pq)_3$）、雙（2-苯基喹啉-N,$C^{2'}$）銥（III）乙醯丙酮（簡稱：$Ir(pq)_2(acac)$）等具有吡啶骨架的有機金屬銥錯合物；以及三（乙醯丙酮根）（單啡啉）鋱（III）（簡稱：$Tb(acac)_3(Phen)$）等稀土金屬錯合物。另外，由於具有嘧啶骨架的有機金屬銥錯合物的可靠性及發光效率都非常高，所以是特別較佳的。作為發射紅色光的磷光發光物質的例子，可以舉出：（二異丁醯基甲烷根（diisobutyrylmethanato））雙[4,6-雙（3-甲基苯基）嘧啶根]銥（III）（簡稱：$Ir(5mdppm)_2(dibm)$）、雙[4,6-雙（3-甲基苯基）嘧啶根）（二新戊醯基甲烷根）銥（III）（簡稱：$Ir(5mdppm)_2(dpm)$）、雙[4,6-二（萘-1-基）嘧啶根]（二新戊醯基甲烷根）銥（III）（簡稱：[$Ir(d1npm)_2(dpm)$]）等具有嘧啶骨架的有機金屬銥錯合物；（乙醯丙酮根）雙（2,3,5-三苯基吡嗪根）銥（III）（簡稱：$Ir(tppr)_2(acac)$）、雙（2,3,5-三苯基吡嗪根）（二新戊醯基甲烷根）銥（III）（簡稱：$Ir(tppr)_2(dpm)$）、（乙醯丙酮根）雙[2，3-雙（4-氟苯基）喹噁啉合]銥（III）（簡稱：$Ir(Fdpq)_2(acac)$）等具有吡嗪啉骨架的有機金屬銥錯合物；三（1-苯基異喹啉-N,$C^{2'}$）銥（III）（簡稱：$Ir(piq)_3$）、雙（1-苯基異喹啉-N,$C^{2'}$）銥（III）乙醯丙酮（簡稱：$Ir(piq)_2(acac)$）等具有吡啶骨架的有機金屬銥錯合物；2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉鉑（II）（簡稱：PtOEP）等鉑錯合物；以及三（1,3-二苯基-1,3-丙二酮（propanedionato））（單啡啉）銪（III）（簡稱

：$Eu(DBM)_3(Phen)$）、三[1-（2-噻吩甲醯基）-3,3,3-三氟丙酮]（單啡啉）銪（III）（簡稱：$Eu(TTA)_3(Phen)$）等稀土金屬錯合物。注意，由於具有吡嗪骨架的有機金屬銥錯合物的可靠性及發光效率都非常高，所以是特別較佳的。另外，由於具有吡嗪骨架的有機金屬銥錯合物可以獲得色度良好的紅色發光，所以藉由將其用於白色發光元件，可以提高演色性。另外，因為具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的本發明的一個實施方式的化合物也呈現發光，因此可以被用作發光中心材料。

[0473] 另外，除了上述物質之外，還可以選擇各種物質。

[0474] 作為上述分散發光中心物質的主體材料，較佳為使用本發明的一個實施方式的雜環化合物。

[0475] 由於該雜環化合物具有大能帶間隙以及高三重激發能階，因此該雜環化合物特別適用於分散呈現能量大的發光的發光中心物質諸如分散發射可見區域的螢光的發光中心物質的主體材料或發射可見區域的磷光的發光中心物質等的主體材料。尤其是，適用於分散藍色磷光發光中心物質的主體材料。當然，也可以將該化合物用作分散發射比藍色的波長長的螢光的發光中心物質或發射比綠色的波長長的磷光的發光中心物質等的主體材料。另外，由於該化合物的載子傳輸性（尤其是電子傳輸性）高，因此能夠實現驅動電壓低的發光元件。

[0476] 當將該雜環化合物用於主體材料時，由於配向性高因此可以使客體材料配向。因此，光提取效率得到提高，這引起外部量子效率的提高。並且，因為該雜環化合物的分子量較大所以具有良好的熱穩定性，這有助於發光元件的長使用壽命化。

[0477] 此外，將該雜環化合物用作構成與發光層相鄰的載子傳輸層（較佳為電子傳輸層）的材料也是有效的。因為該化合物具有大能帶間隙或高三重激發能階，即便發光中心材料是呈現藍色螢光或綠色至藍色的磷光等能量大的發光的材料，也能夠將在主體材料中再結合的載子的能量有效地移動到發光中心物質，從而可以製造發光效率高的發光元件。另外，當將上述化合物用作主體材料或構成載子傳輸層的材料時，作為發光中心材料，較佳為選擇其 HOMO 能階和 LUMO 能階之間的能帶間隙比該化合物的能帶間隙小的物質或者其單重激發能階以及其三重激發能階比該化合物低的物質，但不侷限於此。

[0478] 下面，例示出在作為上述主體材料不使用雜環化合物時可以使用的材料。

[0479] 作為具有電子傳輸性的材料，可以舉出：雙（10-羥基苯并[h]喹啉）鈹（II）（簡稱：$BeBq_2$）、雙（2-甲基-8-羥基喹啉）（4-苯基苯酚）鋁（III）（簡稱：BAlq）、雙（8-羥基喹啉）鋅（II）（簡稱：Znq）、雙[2-（2-苯并噁唑基）苯酚]鋅（II）（簡稱：ZnPBO）、雙[2-（2-苯并噻唑基）苯酚]鋅（II）（簡稱：ZnBTZ）等金

屬錯合物；2-（4-聯苯基）-5-（4-三級丁基苯基）-1,3,4-噁二唑（簡稱：PBD）、3-（4-聯苯基）-4-苯基-5-（4-三級丁基苯基）-1,2,4-三唑（簡稱：TAZ）、1,3-雙[5-（對三級丁基苯基）-1,3,4-噁二唑-2-基]苯（簡稱：OXD-7）、9-[4-（5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基）苯基]-9H-咔唑（簡稱：CO11）、2,2',2"-（1,3,5-苯三基）三（1-苯基-1H-苯并咪唑）（簡稱：TPBI）、2-[3-（二苯并噻吩-4-基）苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑（簡稱：mDBTBIm-II）等具有多唑骨架的雜環化合物；2-[3-（二苯并噻吩-4-基）苯基]二苯并[f,h]喹噁啉（簡稱：2mDBTPDBq-II）、2-[3'-（二苯并噻吩-4-基）聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹噁啉（簡稱：2mDBTBPDBq-II）、2-[3'-（9H-咔唑-9-基）聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹噁啉（簡稱：2mCzBPDBq）、4,6-雙[3-（菲-9-基）苯基]嘧啶（簡稱：4,6mPnP2Pm）、4,6-雙[3-（4-二苯并噻吩基）苯基]嘧啶（簡稱：4,6mDBTP2Pm-II）等具有二嗪骨架的雜環化合物；以及 3,5-雙[3-（9H-咔唑-9-基）苯基]吡啶（簡稱：35DCzPPy）、1,3,5-三[3-（3-吡啶基）苯基]苯（簡稱：TmPyPB）等具有吡啶骨架的雜環化合物。其中，具有二嗪骨架的雜環化合物以及具有吡啶骨架的雜環化合物的可靠性高，所以是較佳的。尤其是，具有二嗪（嘧啶或吡嗪）骨架的雜環化合物具有高電子傳輸性，也有助於降低驅動電壓。另外，具有上述苯并噻吩并嘧啶骨架的化合物是電子傳輸性比較高的材料且分類為具有電子傳輸性的材料。

[0480] 另外，作為具有電洞傳輸性的材料可以舉出：4,4'-雙[N-（1-萘基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：NPB）、N,N'-雙（3-甲基苯基）-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺（簡稱：TPD）、4,4'-雙[N-（螺-9,9'-二芴-2-基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：BSPB）、4-苯基-4'-（9-苯基芴-9-基）三苯胺（簡稱：BPAFLP）、4-苯基-3'-（9-苯基芴-9-基）三苯胺（簡稱：mBPAFLP）、4-苯基-4'-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBA1BP）、4,4'-二苯基-4"-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBBi1BP）、4-（1-萘基）-4'-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBANB）、4,4'-二（1-萘基）-4"-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）三苯胺（簡稱：PCBNBB）、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）苯基]芴-2-胺（簡稱：PCBAF）、N-苯基-N-[4-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）苯基]螺-9,9'-二芴-2-胺（簡稱：PCBASF）等具有芳香胺骨架的化合物；1,3-雙（N-咔唑基）苯（簡稱：mCP）、4,4'-二（N-咔唑基）聯苯（簡稱：CBP）、3,6-雙（3，5-二苯基苯基）-9-苯基咔唑（簡稱：CzTP）、3,3'-雙（9-苯基-9H-咔唑）（簡稱：PCCP）等具有咔唑骨架的化合物；4,4',4"-（苯-1,3,5-三基）三（二苯并噻吩）（簡稱：DBT3P-II）、2,8-二苯基-4-[4-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]二苯并噻吩（簡稱：DBTFLP-III）、4-[4-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]-6-苯基二苯并噻吩（簡稱：DBTFLP-IV）等具有噻吩骨架的化合物；以及 4,4',4"-（苯-1,3,5-

三基）三（二苯并呋喃）（簡稱：DBF3P-II）、4-{3-[3-（9-苯基-9H-芴-9-基）苯基]苯基}二苯并呋喃（簡稱：mmDBFFLBi-II）等具有呋喃骨架的化合物。其中，具有芳香胺骨架的化合物以及具有咔唑骨架的化合物具有高可靠性和高電子傳輸性，也有助於降低驅動電壓，所以是較佳的。

[0481] 另外，當發光中心物質為磷光發光物質時作為主體材料較佳為選擇其三重激發能階比該磷光發光物質高的物質，當發光中心物質為螢光發光物質時，作為主體材料較佳為選擇其能帶間隙比該螢光發光物質大的物質。此外，除了主體材料以及磷光物質之外，發光層也可以包含第三物質。注意，這記載並不排除發光層不包含主體材料、磷光物質和第三物質以外的成分的情況。

[0482] 在此，為了在使用磷光發光物質時獲得發光效率更高的發光元件，考慮主體材料與磷光物質之間的能量轉移。在主體材料及磷光物質中都發生載子的再結合，所以為了提高發光效率，較佳為高效率地進行從主體材料向磷光物質的能量轉移。

[0483] 在本實施方式中，作為客體材料使用磷光化合物。在磷光化合物的吸收光譜中，最有助於發光的吸收帶位於相當於從基態到三重激發態的直接躍遷的吸收波長附近，這是呈現在最長波長一側的吸收帶。由此，較佳的是，主體材料的發射光譜（螢光光譜及磷光光譜）與磷光化合物的吸收光譜的最長波長一側的吸收帶重疊。

[0484] 例如，在有機金屬錯合物，尤其是發光銥錯合物中，在很多情況下，作為最長波長一側的吸收帶在500nm至600nm附近出現寬吸收帶。該吸收帶主要來源於三重 MLCT（從金屬到配位體的電荷轉移：Metal to Ligand Charge Transfer）躍遷。但是，可以認為在該吸收帶的一部分中也包括來源於三重π-π^*躍遷或單重 MLCT 躍遷的吸收，這些吸收互相重疊，而在吸收光譜的最長波長一側形成寬吸收帶。因此，在作為客體材料使用有機金屬錯合物（尤其是銥錯合物）時，較佳的是，位於最長波長一側的寬吸收帶與主體材料的發射光譜大部分地重疊。

[0485] 在此首先，考慮由主體材料的三重激發態的能量轉移。根據上述討論，在由三重激發態的能量轉移中，只要使主體材料的磷光光譜與客體材料的最長波長一側的吸收帶大部分地重疊即可。

[0486] 然而，此時成為問題的是由主體分子的單重激發態的能量轉移。在除了由三重激發態的能量轉移以外，還高效地進行由單重激發態的能量轉移時，除了主體材料的磷光光譜以外，較佳為以使螢光光譜與客體材料的最長波長一側的吸收帶重疊的方式設計主體材料。換言之，當不以主體材料的螢光光譜位於與磷光光譜大致相同的位置的方式設計主體材料時，可以高效地進行由主體材料的單重激發態及三重激發態的兩者的能量轉移。

[0487] 另一方面，一般而言，由於 S1 能階與 T1 能階大不相同（S1 能階>T1 能階），所以螢光的發射波長與

磷光的發射波長也大不相同（螢光的發射波長<磷光的發射波長）。例如，在使用磷光化合物的發光元件中，通常使用的 4,4'-二（N-咔唑基）聯苯（簡稱：CBP）的磷光光譜位於 500nm 附近，而其螢光光譜位於 400nm 附近，兩者之間具有 100nm 的差異。因此，從上述例子來看，以主體材料的螢光光譜位於與磷光光譜大致相同的位置的方式設計主體材料是極為困難的。

[0488] 另外，因為螢光發光是由比發射磷光發光的能階高的能階發射的光，所以螢光光譜位於與客體材料的最長波長一側的吸收光譜接近的波長的主體材料的 T1 能階低於客體材料的 T1 能階。

[0489] 於是，當將磷光發光物質用作發光中心物質時，除了主體材料以及發光中心物質之外，發光層還包括第三物質，其中，主體材料與第三物質的組合較佳為形成激態錯合物（也稱為“exciplex”）的組合。

[0490] 此時，當在發光層中載子（電子及電洞）再結合時，主體材料和第三物質形成激態錯合物。激態錯合物的螢光光譜位於比單個主體材料的螢光光譜以及單個第三物質的螢光光譜長波長一側，因此在主體材料以及第三物質的 T1 能階保持高於客體材料的 T1 能階的狀態下，可以最大限度地提高由單重激發態的能量轉移。另外，因為激態錯合物的 T1 能階與 S1 能階相互接近，所以螢光光譜與磷光光譜位於大致相同的位置。由此，可以使相當於客體分子從單重基態到三重激發態的遷移的吸收（客體分子

的吸收光譜中的位於最長波長一側的寬吸收帶）與激態錯合物的螢光光譜及磷光光譜的兩者大部分地重疊，從而能夠得到能量轉移效率高的發光元件。

[0491] 作為第三物質，可以使用可用作上述主體材料或添加物的材料。另外，作為主體材料與第三物質的組合，只要是形成激態錯合物的組合即可，但較佳的是容易接收電子的化合物（具有電子傳輸性的化合物）與容易接收電洞的化合物（具有電洞傳輸性的化合物）的組合。

[0492] 在使用具有電子傳輸性的化合物和具有電洞傳輸性的化合物構成主體材料和第三物質的情況下，也可以藉由調節兩者的混合比來控制載子平衡。明確而言，主體材料與第三物質（或添加物）的比例較佳為 1:9 至 9:1。注意，此時，也可以將分散有一種發光中心物質的發光層分成為兩層，並且使該兩層中的主體材料與第三物質的混合比不同。由此，可以對發光元件的載子平衡進行最佳化，從而可以提高使用壽命。另外，也可以將一個發光層用作電洞傳輸層而將另一個發光層用作電子傳輸層。

[0493] 在具有如上所述那樣的結構的發光層由多個材料構成時，可以藉由利用真空蒸鍍法的共蒸鍍、使用混合溶液的噴墨法、旋塗法或浸漬塗布法等來製造。

[0494] 電子傳輸層 114 是包含具有電子傳輸性的物質的層。例如，電子傳輸層 114 是由如下具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金屬錯合物等構成的層：三（8-羥基喹啉）鋁（簡稱：Alq）、三（4-甲基-8-羥基喹啉）鋁（簡

稱：$Almq_3$）、雙（10-羥基苯并[h]喹啉）鈹（簡稱：$BeBq_2$）、雙（2-甲基-8-羥基喹啉）（4-苯基苯酚）鋁（簡稱：BAlq）等。除此之外，還可以使用雙[2-（2-羥基苯基）苯并噁唑]鋅（簡稱：$Zn(BOX)_2$）、雙[2-（2-羥基苯基）苯并噻唑]鋅（簡稱：$Zn(BTZ)_2$）等具有噁唑類、噻唑類配體的金屬錯合物等。再者，除了金屬錯合物之外，還可以使用 2-（4-聯苯基）-5-（4-三級丁基苯基）-1,3,4-噁二唑（簡稱：PBD）、1,3-雙[5-（對三級丁基苯基）-1,3,4-噁二唑-2-基]苯（簡稱：OXD-7）、3-（4-聯苯基）-4-苯基-5-（4-三級丁基苯基）-1,2,4-三唑（簡稱：TAZ）、紅啡啉（簡稱：BPhen）、浴銅靈（簡稱：BCP）等。在此所述的物質主要是電子移動率為 $10^{-6}cm^2/Vs$ 以上的物質。注意，只要是其電子傳輸性比電洞傳輸性高的物質，就可以作為電子傳輸層使用上述以外的物質。

[0495] 另外，也可以將上述雜環化合物用作構成電子傳輸層 114 的材料。由於上述雜環化合物具有大能帶間隙以及高 T1 能階，所以能夠有效地防止在發光層中激發能量轉移到電子傳輸層 114，從而能夠抑制起因於激發能量轉移的發光效率的降低，還能夠得到發光效率高的發光元件。此外，本發明的一個實施方式的化合物的載子傳輸性高，因此能夠提供一種驅動電壓低的發光元件。

[0496] 另外，電子傳輸層也可以是由上述物質構成的層的兩層以上的疊層，而不侷限於單層。

[0497] 另外，也可以在電子傳輸層與發光層之間設置控制電子載子的移動的層。這是對如上所述那樣的電子傳輸性高的材料添加少量的電子俘獲性高的物質而成的層，並且藉由抑制電子載子的移動，可以調節載子平衡。這種結構對由於電子穿過發光層而發生的問題（例如，元件使用壽命的降低）的抑制發揮很大的效果。

[0498] 此外，發光層的主體材料和構成電子傳輸層的材料較佳為具有相同的骨架。由此，更容易進行載子的移動，從而可以降低驅動電壓。並且，更有效的是上述主體材料和構成電子傳輸層的材料是相同的材料。

[0499] 另外，還可以在電子傳輸層 114 與第二電極 102 之間以接觸於第二電極 102 的方式設置電子注入層 115。作為電子注入層 115，可以使用鋰、鈣、氟化鋰（LiF）、氟化銫（CsF）、氟化鈣（CaF_2）等。此外，也可以使用具有電子傳輸性的物質與對該物質具有電子給予性的物質（以下就稱為電子給予性物質）的複合材料。作為電子給予性物質，可以舉出鹼金屬、鹼土金屬、它們的化合物或電子鹽。作為該電子鹽，例如可以舉出對鈣和鋁的混合氧化物以高濃度添加電子而成的電子鹽等。此外，藉由作為電子注入層 115 使用這種複合材料，可以高效地進行從第二電極 102 的電子注入，因此是更佳的。藉由採用該結構，作為陰極，除了功函數小的材料之外還可以使用其他導電材料。

[0500] 作為形成用作陰極的電極的物質，可以使用

功函數小（具體為 3.8eV 以下）的金屬、合金、導電化合物以及這些的混合物等。作為這種陰極材料的具體例子，可以舉出屬於元素週期表中的第 1 族或第 2 族的元素，亦即鋰（Li）、銫（Cs）、鎂（Mg）、鈣（Ca）或鍶（Sr）等以及包含這些金屬的合金（MgAg、AlLi）、銪（Eu）或鐿（Yb）等稀土金屬以及包含這些稀土金屬的合金等。然而，藉由在第二電極 102 與電子傳輸層之間設置電子注入層，可以不顧及功函數的大小而將各種導電材料諸如 Al、Ag、ITO、包含矽或氧化矽的銦錫氧化物等用於第二電極 102。這些導電材料可以藉由濺射法、噴墨法、旋塗法等形成。

[0501] 另外，作為 EL 層 103 的形成方法，無論是乾處理還是濕處理，都可以使用各種方法。例如，也可以使用真空蒸鍍法、噴墨法或旋塗法等。另外，也可以根據各電極或各層使用不同的成膜方法來形成。

[0502] 電極既可以藉由利用溶膠-凝膠法的濕處理形成，又可以藉由利用金屬材料的膏劑的濕處理形成。另外，也可以藉由濺射法或真空蒸鍍法等乾處理形成。

[0503] 注意，設置於第一電極 101 與第二電極 102 之間的 EL 層的結構不侷限於上述結構。但是，較佳為採用在離第一電極 101 及第二電極 102 遠的部分設置電洞與電子再結合的發光區域的結構，以便抑制由於發光區域與用於電極或載子注入層的金屬的接近而發生的淬滅。

[0504] 另外，為了抑制由在發光層中產生的激子的

能量轉移，直接接觸於發光層的電洞傳輸層或電子傳輸層，尤其是接觸於接近發光層 113 中的發光區域一側的載子傳輸層較佳為使用具有比構成發光層的發光物質或者包含在發光層中的發光中心物質大的能帶間隙的物質構成。

[0505] 在具有如上所述那樣的結構的發光元件中，電流因供應到第一電極 101 與第二電極 102 之間的電位差而流動，並且電洞和電子在作為包含發光性高的物質的層的發光層 113 中再結合，以進行發光。亦即，採用在發光層 113 中形成發光區域的結構。

[0506] 光經過第一電極 101 和第二電極 102 中的任一者或兩者被提取到外面。因此，第一電極 101 和第二電極 102 中的任一者或兩者由具有透光性的電極構成。當只有第一電極 101 具有透光性時，光經過第一電極 101 從基板一側被提取。另外，當只有第二電極 102 具有透光性時，光經過第二電極 102 從與基板相反一側被提取。當第一電極 101 和第二電極 102 都具有透光性時，光經過第一電極 101 及第二電極 102 從基板一側及與基板的相反一側被提取。

[0507] 因為本實施方式中的發光元件使用本發明的一個實施方式的化合物，所以是具有高外部量子效率的良好發光元件。另外，本發明的一個實施方式的雜環化合物具有高耐熱性，因此具有良好的熱物性。

[0508] 將由玻璃或塑膠等構成的基板用作支撐體來製造這種發光元件即可。藉由在一個基板上形成多個這種

發光元件，可以製造被動矩陣型發光裝置。或者，也可以在由玻璃或塑膠等構成的基板上形成電晶體，並且在與電晶體電連接的電極上製造該發光元件。由此，可以製造主動矩陣型發光裝置，在該裝置中電晶體控制發光元件的驅動。注意，對電晶體的結構沒有特別的限制。可以使用交錯 TFT 或反交錯 TFT。另外，對用於 TFT 的半導體的結晶度也沒有特別的限制。此外，在 TFT 基板中形成的驅動電路可以由 N 型和 P 型中的任何一種或兩種形成。作為構成 TFT 的半導體層的材料，只要是矽（Si）及鍺（Ge）等元素週期表中的第 14 族元素、砷化鎵及磷化銦等化合物以及氧化鋅及氧化錫等氧化物等呈現半導體特性的物質，就可以使用任何材料。作為呈現半導體特性的氧化物（氧化物半導體），可以使用選自銦、鎵、鋁、鋅以及錫中的元素的複合氧化物。例如，可以舉出氧化鋅（ZnO）、含有氧化鋅的氧化銦（IZO：Indium Zinc Oxide）、由氧化銦、氧化鎵、氧化鋅構成的氧化物（IGZO：Indium Gallium Zinc Oxide）。另外，也可以使用有機半導體。上述半導體層的結構可以為結晶結構或非晶結構。此外，作為結晶結構的半導體層的具體例子，可以舉出單晶半導體、多晶半導體或微晶半導體。

[0509] 如上所述，可以將本發明的一個實施方式的雜環化合物用於發光元件。

[0510] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組合。

[0511]

實施方式 4

在本實施方式中，參照圖 1B 說明具有層疊有多個發光單元的結構的發光元件（以下也稱為疊層型元件）的方式。該發光元件是在第一電極與第二電極之間具有多個發光單元的發光元件。一個發光單元具有與實施方式 2 所示的 EL 層 103 同樣的結構。亦即，可以說實施方式 2 所示的發光元件是具有一個發光單元的發光元件，而本實施方式所示的發光元件是具有多個發光單元的發光元件。

[0512] 在圖 1B 中，在第一電極 501 與第二電極 502 之間層疊有第一發光單元 511 和第二發光單元 512，並且在第一發光單元 511 與第二發光單元 512 之間設置有電荷產生層 513。第一電極 501 和第二電極 502 分別相當於實施方式 2 中的第一電極 101 和第二電極 102，並且可以應用與實施方式 2 所說明的材料同樣的材料。另外，第一發光單元 511 和第二發光單元 512 可以具有相同結構或不同結構。

[0513] 電荷產生層 513 包含有機化合物和金屬氧化物的複合材料。作為該有機化合物和金屬氧化物的複合材料，可以使用實施方式 2 所示的可用於電洞注入層的複合材料。作為有機化合物，可以使用芳香胺化合物、咔唑化合物、芳烴、高分子化合物（低聚物、樹枝狀聚合物、聚合物等）等各種化合物。另外，作為有機化合物，較佳為使用其電洞移動率為 $1\times10^{-6}cm^2/Vs$ 以上的有機化合物。但

是，只要是其電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質，就可以使用這些以外的物質。因為有機化合物和金屬氧化物的複合材料具有高的載子注入性以及載子傳輸性，所以可以實現低電壓驅動以及低電流驅動。注意，在陽極一側的介面接觸於電荷產生層的發光單元中，電荷產生層還可以具有電洞傳輸層的功能，所以也可以不設置電洞傳輸層。

[0514] 注意，電荷產生層 513 也可以藉由採用組合包含有機化合物和金屬氧化物的複合材料的層與由其他材料構成的層的疊層結構形成。例如，也可以藉由組合包含有機化合物和金屬氧化物的複合材料的層與包含選自電子給予性物質中的一個化合物和具有高電子傳輸性的化合物的層形成。另外，也可以藉由組合包含有機化合物和金屬氧化物的複合材料的層與透明導電膜形成。

[0515] 總之，夾在第一發光單元 511 與第二發光單元 512 之間的電荷產生層 513 只要具有在將電壓施加到第一電極 501 和第二電極 502 時，將電子注入到一個發光單元且將電洞注入到另一個發光單元的結構即可。例如，在圖 1B 中，電荷產生層 513 具有在以使第一電極的電位高於第二電極的電位的方式施加電壓時，將電子注入到第一發光單元 511 且將電洞注入到第二發光單元 512 的結構即可。

[0516] 雖然在本實施方式中說明了具有兩個發光單元的發光元件，但是可以同樣地應用層疊有三個以上的發光單元的發光元件。如根據本實施方式的發光元件那樣，

藉由在一對電極之間以由電荷產生層將其隔開的方式來配置多個發光單元，該發光元件在保持低電流密度的同時還可以進行高亮度發光，並且可以實現使用壽命更長的發光元件。另外，還可以實現能夠進行低電壓驅動且耗電量低的發光裝置。

[0517] 此外，藉由使各發光單元的發光顏色不同，可以以整個發光元件得到所希望的顏色的發光。例如，藉由在具有兩個發光單元的發光元件中使第一發光單元的發光顏色和第二發光單元的發光顏色成為補色關係，可以實現以整個發光元件發射白色光的發光元件。注意，補色是指當顏色混合時得到無彩色的顏色關係。亦即，當混合補色關係的顏色的光時，可以得到白色光。另外，具有三個發光單元的發光元件也是同樣的，例如，在第一發光單元的發光顏色是紅色，第二發光單元的發光顏色是綠色，第三發光單元的發光顏色是藍色的情況下，可以以整個發光元件發射白色光。此外，藉由在一個發光單元中應用使用呈現磷光發光的發光中心物質的發光層而在另一個發光單元中應用使用呈現螢光發光的發光中心物質的發光層，能夠在一個發光元件中高效地得到螢光發光和磷光發光的兩者。例如，藉由在一個發光單元中得到紅色和綠色的磷光發光而在另一個發光單元中得到藍色的螢光發光，能夠得到發光效率高的白色發光。

[0518] 因為本實施方式的發光元件包含具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹

喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的化合物，所以可以具有高發光效率。另外，還可以得到驅動電壓低的發光元件。此外，由於包含該雜環化合物的發光單元可以得到來源於發光中心物質的高色純度的光，所以容易調整發光元件整體的顏色。

[0519] 注意，本實施方式可以與其他實施方式適當地組合。

[0520]

實施方式 5

在本實施方式中，說明使用發光元件的發光裝置，該發光元件包含如下化合物：包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合。

[0521] 在本實施方式中，參照圖 2A 和圖 2B 說明使用包含具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的發光元件製造的發光裝置的一個例子。另外，圖 2A 是示出發光裝置的俯視圖，圖 2B 是沿圖 2A 中的 A-B 以及 C-D 切割的剖面圖。該發光裝置包括以虛線表示的用來控制發光元件的發光的驅動電路部（源極一側驅動電路）601、像素部 602 以及驅動電路部（閘極一側驅動電路）603。另外，元件符號 604 是密封基板，元件符號 625 是乾燥劑，元件符號 605 是密封劑，由密封劑 605 圍繞的內側是空間 607。

[0522] 另外，引導佈線 608 是用來傳送輸入到源極一側驅動電路 601 及閘極一側驅動電路 603 的信號的佈線，並且從用作外部輸入端子的 FPC（軟性印刷電路板）609 接收視訊信號、時脈信號、啟動信號、重設信號等。另外，雖然在此只圖示 FPC，但是該 FPC 也可以安裝有印刷線路板（PWB）。本說明書中的發光裝置不僅包括發光裝置主體，並且還包括安裝有 FPC 或 PWB 的發光裝置。

[0523] 接下來，參照圖 2B 說明剖面結構。在元件基板 610 上形成有驅動電路部及像素部，在此示出作為驅動電路部的源極一側驅動電路 601 及像素部 602 中的一個像素。

[0524] 另外，在源極一側驅動電路 601 中，形成組合 n 通道型 TFT623 和 p 通道型 TFT624 的 CMOS 電路。此外，驅動電路也可以使用各種 CMOS 電路、PMOS 電路或 NMOS 電路形成。另外，在本實施方式中，雖然示出將驅動電路形成於基板上的驅動器一體型，但不需要必須採用該結構，也可以將驅動電路形成於外部而不形成於基板上。

[0525] 此外，像素部 602 由包括開關用 TFT611、電流控制用 TFT612、電連接於該電流控制用 TFT612 的汲極的第一電極 613 的多個像素形成。另外，以覆蓋第一電極 613 的端部的方式形成有絕緣物 614。在此，可以使用正型的光敏樹脂膜來形成絕緣物 614。

[0526] 另外，為了提高形成於絕緣物 614 上的膜的

覆蓋率，將絕緣物 614 的上端部或下端部形成為具有曲率的曲面。例如，在作為絕緣物 614 的材料使用正型的光敏丙烯酸樹脂的情況下，較佳為使只有絕緣物 614 的上端部包括具有曲率半徑（0.2μm 以上且 3μm 以下）的曲面。此外，作為絕緣物 614，可以使用負型光敏材料或正型光敏材料。

[0527] 在第一電極 613 上形成有 EL 層 616 及第二電極 617。在此，作為用作陽極的第一電極 613 的材料較佳為使用功函數大的材料。例如，除了 ITO 膜、包含矽的銦錫氧化物膜、包含 2wt%以上且 20wt%以下的氧化鋅的氧化銦膜、氮化鈦膜、鉻膜、鎢膜、Zn 膜、Pt 膜等的單層膜以外，還可以使用由氮化鈦膜和以鋁為主要成分的膜構成的疊層膜以及由氮化鈦膜、以鋁為主要成分的膜和氮化鈦膜構成的三層結構膜等。注意，當採用疊層結構時，佈線電阻也低，可以得到良好的歐姆接觸，並且可以將其用作陽極。

[0528] 另外，EL 層 616 藉由使用蒸鍍遮罩的蒸鍍法、噴墨法、旋塗法等各種方法形成。EL 層 616 包含具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的化合物。此外，作為構成 EL 層 616 的其他材料，也可以使用低分子化合物、或者高分子化合物（包含低聚物、樹枝狀聚合物）。

[0529] 另外，作為形成在 EL 層 616 上並用作陰極的

第二電極 617 的材料，較佳為使用功函數小的材料（Al、Mg、Li、Ca、或它們的合金及化合物、MgAg、MgIn、AlLi 等）。注意，當使產生在 EL 層 616 中的光透過第二電極 617 時，作為第二電極 617 較佳為使用由膜厚度減薄了的金屬薄膜和透明導電膜（ITO、包含 2wt%以上且 20wt%以下的氧化鋅的氧化銦、包含矽的銦錫氧化物、氧化鋅（ZnO）等）構成的疊層結構。

[0530] 此外，發光元件由第一電極 613、EL 層 616、第二電極 617 形成。該發光元件具有實施方式 3 所示的結構。另外，像素部由多個發光元件構成，本實施方式的發光裝置也可以包括具有實施方式 3 所說明的結構的發光元件和具有其他結構的發光元件的兩者。

[0531] 再者，藉由利用密封劑 605 將密封基板 604 與元件基板 610 貼合在一起，在由元件基板 610、密封基板 604 及密封劑 605 圍繞的空間 607 中設置有發光元件 618。另外，在空間 607 中填充有填充劑，除了填充有惰性氣體（氮、氬等）以外，還有時填充有樹脂或乾燥材料、或者樹脂與乾燥材料的兩者。

[0532] 作為密封劑 605，較佳為使用環氧類樹脂或玻璃粉。另外，這些材料較佳為儘量不使水分、氧透過的材料。此外，作為用於密封基板 604 的材料，除了玻璃基板、石英基板之外，還可以使用由 FRP（Fiber Reinforced Plastics：玻璃纖維強化塑膠）、PVF（聚氟乙烯）、聚酯或丙烯酸樹脂等構成的塑膠基板。

[0533] 如上所述，可以得到使用包含具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的化合物的發光元件製造的發光裝置。

[0534] 圖 3A 和圖 3B 示出藉由形成呈現白色發光的發光元件且設置彩色層（濾色片）等來實現全彩色顯示的發光裝置的例子。圖 3A 示出基板 1001、基底絕緣膜 1002、閘極絕緣膜 1003、閘極電極 1006、1007、1008、第一層間絕緣膜 1020、第二層間絕緣膜 1021、周邊部 1042、像素部 1040、驅動電路部 1041、發光元件的第一電極 1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁 1025、EL 層 1028、發光元件的第二電極 1029、密封基板 1031、密封劑 1032 等。

[0535] 在圖 3A 中，將彩色層（紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B）設置於透明基材 1033 上。另外，還可以設置黑色層（黑矩陣）1035。對設置有彩色層及黑色層的透明基材 1033 進行對準將其固定在基板 1001 上。此外，彩色層及黑色層由覆蓋層 1036 覆蓋。另外，圖 3A 示出光不透過彩色層而透射到外部的發光層及光透過各顏色的彩色層而透射到外部的發光層，不透過彩色層的光成為白色光且透過彩色層的光成為紅色光、藍色光、綠色光，因此能夠以四個顏色的像素呈現影像。

[0536] 圖 3B 示出將彩色層（紅色彩色層 1034R、綠

色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B）形成在閘極絕緣膜 1003 與第一層間絕緣膜 1020 之間的例子。如上所述，也可以將彩色層設置在基板 1001 與密封基板 1031 之間。

[0537] 另外，雖然上面說明了具有在形成有 TFT 的基板 1001 一側取出光的結構（底部發射型）的發光裝置，但是也可以採用具有在密封基板 1031 一側取出光的結構（頂部發射型）的發光裝置。圖 4 示出頂部發射型發光裝置的剖面圖。在此情況下，基板 1001 可以使用不使光透過的基板。直到製造連接 TFT 與發光元件的陽極的連接電極為止的製程與底部發射型發光裝置同樣地進行。然後，以覆蓋電極 1022 的方式形成第三層間絕緣膜 1037。該第三層間絕緣膜 1037 也可以具有平坦化的功能。第三層間絕緣膜 1037 可以使用與第二層間絕緣膜相同的材料或其他各種材料形成。

[0538] 雖然在此將發光元件的第一電極 1024W、1024R、1024G、1024B 都用作陽極，但也可以將其用作陰極。另外，在採用如圖 4 所示的頂部發射型發光裝置的情況下，第一電極較佳為反射電極。EL 層 1028 的結構採用如實施方式 2 所說明那樣的結構，並且採用能夠得到白色發光的元件結構。

[0539] 在圖 3A 和圖 3B 以及圖 4 中，藉由使用多個發光層或者使用多個發光單元等來實現能夠得到白色發光的 EL 層的結構，即可。當然，能夠得到白色發光的結構不侷限於此。

[0540] 在採用如圖 4 所示的頂部發射結構的情況下，可以使用設置有彩色層（紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B）的密封基板 1031 進行密封。可以在密封基板 1031 上設置有位於像素與像素之間的黑色層（黑矩陣）1030。彩色層（紅色彩色層 1034R、綠色彩色層 1034G、藍色彩色層 1034B）、黑色層（黑矩陣）也可以由覆蓋層覆蓋。另外，作為密封基板 1031 使用具有透光性的基板。

[0541] 另外，雖然在此示出了以紅色、綠色、藍色、白色的四個顏色進行全彩色顯示的例子，但並不侷限於此，也可以以紅色、綠色、藍色的三個顏色進行全彩色顯示。另外，也可以以紅色、綠色、藍色和黃色的四個顏色進行全彩色顯示。

[0542] 本實施方式中的發光裝置使用在實施方式 3 中記載的發光元件（包含具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的化合物的發光元件），因此可以實現良好的特性。明確而言，具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的化合物具有大能帶間隙以及高三重激發能階，可以抑制從發光物質的能量轉移，因此可以提供在較寬的發光顏色的範圍內具有高發光效率的發光元件，因此可以實現耗電量得到降低且演色性良好的發光裝置。具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃

基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的化合物具有高載子傳輸性，而可以得到驅動電壓低的發光元件且可以得到驅動電壓低的發光裝置。具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的化合物具有良好的熱物性，因此可以實現耐熱性高的發光裝置。

[0543] 上面說明了主動矩陣型發光裝置，下面將說明被動矩陣型發光裝置。圖 5A 和圖 5B 示出藉由本發明的一個實施方式應用製造的被動矩陣型發光裝置。另外，圖 5A 是示出發光裝置的透視圖，並且圖 5B 是沿圖 5A 中的 X-Y 切割的剖面圖。在圖 5A 和圖 5B 中，在基板 951 上的電極 952 與電極 956 之間設置有 EL 層 955。電極 952 的端部由絕緣層 953 覆蓋。在絕緣層 953 上設置有分隔壁層 954。分隔壁層 954 的側壁具有如下傾斜：越接近基板表面，兩個側壁之間的間隔越窄。亦即，分隔壁層 954 的短邊方向的剖面是梯形，底邊（朝向與絕緣層 953 的面方向相同的方向並與絕緣層 953 接觸的邊）短於上邊（朝向與絕緣層 953 的面方向相同的方向並不與絕緣層 953 接觸的邊）。藉由如此設置分隔壁層 954，可以防止起因於靜電等的發光元件的不良。此外，在被動矩陣型發光裝置中，也藉由使用以低電壓驅動的實施方式 3 所記載的發光元件（包含具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳

基鍵合的結構的化合物的發光元件），能夠以低耗電量驅動。因為使用包含具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的化合物的發光元件，所以藉由包含耐熱性及發光效率高的發光元件（在實施方式 3 中記載的發光元件）可以提供耐熱性及發光效率高的發光裝置。

[0544] 在本說明書等中，可以使用各種基板來形成電晶體或發光元件。對基板的種類沒有特別的限制。作為該基板的例子，可以使用半導體基板（例如，單晶基板或矽基板）、SOI 基板、玻璃基板、石英基板、塑膠基板、金屬基板、不鏽鋼基板、具有不鏽鋼箔的基板、鎢基板、具有鎢箔的基板、撓性基板、貼合薄膜、包含纖維狀的材料的紙或者基材薄膜等。作為玻璃基板的例子，有鋇硼矽酸鹽玻璃、鋁硼矽酸鹽玻璃、鈉鈣玻璃等。作為撓性基板、貼合薄膜、基材薄膜等的例子，可以舉出以聚對苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚萘二甲酸乙二醇酯（PEN）、聚醚碸（PES）、聚四氟乙烯（PTFE）為代表的塑膠。另外，可以舉出丙烯酸樹脂等合成樹脂。另外，可以舉出、聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯或聚氯乙烯等。另外，可以舉出聚醯胺、聚醯亞胺、芳族聚醯胺、環氧樹脂、無機蒸鍍薄膜、紙類等。尤其是，藉由使用半導體基板、單晶基板或 SOI 基板等製造電晶體，能夠製造特性、尺寸或形狀等的偏差小、電流能力高且尺寸小的電晶體。當利用上述電晶體構成電路時，可以實現電路的低耗電量化或電路的高

集成化。

[0545] 另外，也可以作為基板使用撓性基板，並在撓性基板上直接形成電晶體或發光元件。或者，也可以在基板與電晶體之間設置剝離層。當剝離層上製造半導體裝置的一部分或全部，然後將其從基板分離並轉置到其他基板上時可以使用剝離層。此時，也可以將電晶體轉置到耐熱性低的基板或撓性基板上。另外，作為上述剝離層，例如可以使用鎢膜與氧化矽膜的無機膜的疊層結構或基板上形成有聚醯亞胺等有機樹脂薄膜的結構等。

[0546] 也就是說，也可以使用一個基板來形成電晶體或發光元件，然後將電晶體或發光元件轉置到另一個基板上。作為電晶體或發光元件被轉置的基板，不僅可以使用上述可以形成電晶體的基板，還可以使用紙基板、玻璃紙基板、芳族聚醯胺薄膜基板、聚醯亞胺薄膜基板、石材基板、木材基板、布基板（包括天然纖維（絲、棉、麻）、合成纖維（尼龍、聚氨酯、聚酯）或再生纖維（醋酯纖維、銅氨纖維、人造纖維、再生聚酯）等）、皮革基板、橡皮基板等。藉由使用上述基板，可以實現特性良好的電晶體、耗電量低的電晶體、不易損壞的裝置、耐熱性的提高、輕量化或薄型化。

[0547] 上述發光裝置能夠控制配置為矩陣狀的微小的多個發光元件的每一個，所以該發光裝置適用於進行影像顯示的顯示裝置。

[0548] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組

合。

[0549]

實施方式 6

在本實施方式中，對其一部分包括實施方式 3 所示的發光元件的電子裝置進行說明。實施方式 3 所記載的發光元件包含具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的本發明的一個實施方式的化合物，因此是耗電量得到降低的發光元件，其結果是，本實施方式所記載的電子裝置可以是包括耗電量得到降低的顯示部的電子裝置。另外，因為實施方式 3 所記載的發光元件是驅動電壓較低的發光元件，所以可以實現驅動電壓較低的電子裝置。另外，因為實施方式 3 所記載的發光元件是熱物性良好的發光元件，所以可以實現耐熱性高的電子裝置。

[0550] 作為適用上述發光元件的電子裝置，可以例如舉出電視機（也稱為電視機或電視接收機）、用於電腦等的顯示器、數位相機、數位攝影機、數位相框、行動電話機（也稱為行動電話、行動電話裝置）、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、音頻再生裝置、彈珠機等大型遊戲機等。以下，示出這些電子裝置的具體例子。

[0551] 圖 6A 示出電視機的一個例子。在電視機中，外殼 7101 中組裝有顯示部 7103。另外，在此示出利用支架 7105 支撐外殼 7101 的結構。顯示部 7103 可以顯示影像，顯示部 7103 可以藉由將與實施方式 3 相同的發光元

件排列為矩陣狀而構成。因為該發光元件包含具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的化合物，所以可以具有高發光效率。另外，還可以得到驅動電壓低的發光元件。因此，包括由該發光元件構成的顯示部 7103 的電視機可以為耗電量降低了的電視機。此外，也可以為驅動電壓低的電視機。

[0552] 可以藉由利用外殼 7101 所具備的操作開關或另行提供的遙控器 7110 進行電視機的操作。藉由利用遙控器 7110 所具備的操作鍵 7109，可以控制頻道及音量，由此可以控制顯示在顯示部 7103 中的影像。另外，也可以在遙控器 7110 中設置用來顯示從該遙控器 7110 輸出的資料的顯示部 7107。

[0553] 另外，電視機採用具備接收機、數據機等的結構。可以藉由接收機接收一般的電視廣播。再者，藉由數據機連接到有線或無線方式的通訊網路，能夠進行單向（從發送者到接收者）或雙向（發送者和接收者之間或接收者之間等）的資訊通訊。

[0554] 圖 6B 示出電腦，該電腦包括主體 7201、外殼 7202、顯示部 7203、鍵盤 7204、外部連接埠 7205、指向裝置 7206 等。另外，該電腦藉由將與實施方式 3 相同的發光元件排列為矩陣狀並用於顯示部 7203 而製造。因為該發光元件包含本發明的一個實施方式的化合物，所以可以具有高發光效率。另外，還可以得到驅動電壓低的發

光元件。因此，包括由該發光元件構成的顯示部 7203 的電腦可以為耗電量降低了的電腦。此外，也可以為驅動電壓低的電腦。

[0555] 圖 6C 示出可攜式遊戲機，該可攜式遊戲機由外殼 7301 和外殼 7302 的兩個外殼構成，並且藉由連結部 7303 可以開閉地連接。外殼 7301 中組裝有將與實施方式 3 相同的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部 7304，並且外殼 7302 中組裝有顯示部 7305。另外，圖 6C 所示的可攜式遊戲機還具備揚聲器部分 7306、記錄介質插入部分 7307、LED 燈 7308、輸入單元（操作鍵 7309、連接端子 7310、感測器 7311（包括測量如下因素的功能：力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉動數、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、斜率、振動、氣味或紅外線）、麥克風 7312）等。當然，可攜式遊戲機的結構不侷限於上述結構，只要在顯示部 7304 和顯示部 7305 中的至少一者或兩者中使用藉由將與實施方式 3 相同的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部即可，而可以採用適當地設置有其他附屬設備的結構。圖 6C 所示的可攜式遊戲機具有如下功能：讀出儲存在記錄介質中的程式或資料並將其顯示在顯示部上；以及藉由與其他可攜式遊戲機之間進行無線通訊而實現資訊共用。另外，圖 6C 所示的可攜式遊戲機的功能不侷限於此，可以具有各種各樣的功能。在包括上述顯示部 7304 的可攜式

遊戲機中，因為用於顯示部 7304 的發光元件包含具有包括二苯并噻吩基、二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的本發明的一個實施方式的化合物，所以可以具有高發光效率，因此可以實現耗電量得到降低的可攜式遊戲機。另外，因為用於顯示部 7304 的發光元件包含本發明的一個實施方式的化合物，所以可以以較低的驅動電壓驅動，因此可以實現驅動電壓低的可攜式遊戲機。

[0556] 圖 6D 示出行動電話機的一個例子。行動電話機具備組裝在外殼 7401 中的顯示部 7402、操作按鈕 7403、外部連接埠 7404、揚聲器 7405、麥克風 7406 等。另外，行動電話機包括將與實施方式 3 相同的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部 7402。因為該發光元件包含本發明的一個實施方式的化合物，所以可以具有高發光效率。另外，還可以得到驅動電壓低的發光元件。因此，包括由該發光元件構成的顯示部 7402 的行動電話機可以為耗電量降低了的行動電話機。此外，也可以為驅動電壓低的行動電話機。

[0557] 圖 6D 所示的行動電話機也可以具有藉由用手指等觸摸顯示部 7402 來輸入資訊的結構。在此情況下，能夠藉由用手指等觸摸顯示部 7402 來進行打電話或編寫電子郵件等的操作。

[0558] 顯示部 7402 主要有三種螢幕模式。第一是以影像顯示為主的顯示模式，第二是以文字等資訊輸入為主

的輸入模式，第三是混合顯示模式和輸入模式的兩個模式的顯示輸入模式。

[0559] 例如，在打電話或編寫電子郵件的情況下，可以採用將顯示部 7402 主要用於輸入文字的文字輸入模式而進行在螢幕上顯示的文字的輸入操作。在此情況下，較佳為在顯示部 7402 的螢幕的大部分中顯示鍵盤或號碼按鈕。

[0560] 另外，藉由在行動電話機內部設置具有陀螺儀和加速度感測器等檢測傾斜度的感測器的檢測裝置，可以判斷行動電話機的方向（縱或橫）而自動進行顯示部 7402 的螢幕顯示的切換。

[0561] 另外，藉由觸摸顯示部 7402 或對外殼 7401 的操作按鈕 7403 進行操作，來進行螢幕模式的切換。或者，也可以根據顯示在顯示部 7402 上的影像的種類切換螢幕模式。例如，當顯示在顯示部上的影像信號為動態影像資料時，將螢幕模式切換成顯示模式，而當該影像信號為文字資料時，將螢幕模式切換成輸入模式。

[0562] 另外，當在輸入模式中藉由檢測顯示部 7402 的光感測器所檢測的信號而得知在一定期間內沒有顯示部 7402 的觸摸操作輸入時，也可以將螢幕模式控制為從輸入模式切換成顯示模式。

[0563] 也可以將顯示部 7402 用作影像感測器。例如，藉由用手掌或手指觸摸顯示部 7402，來拍攝掌紋、指紋等，能夠進行個人識別。另外，藉由在顯示部中使用

發射近紅外光的背光源或發射近紅外光的感測用光源，也能夠拍攝手指靜脈、手掌靜脈等。

[0564] 注意，本實施方式所示的結構可以適當地組合實施方式 1 至實施方式 4 所示的結構而使用。

[0565] 如上所述，包括包含在實施方式 3 中說明的本發明的一個實施方式的化合物的發光元件的發光裝置的適用範圍極寬，可以將該發光裝置應用於所有領域的電子裝置。可以得到耗電量得到降低的電子裝置。另外，可以得到驅動電壓低的電子裝置。

[0566] 另外，包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件可以用於光源裝置。參照圖 7 說明一個實施方式。光源裝置是指作為照射光的單元包括包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件並至少包括對該發光元件供應電流的輸入輸出端子部的裝置。另外，該發光元件較佳為由密封單元與外部氛圍隔絕。

[0567] 圖 7 示出將包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件用於背光源的液晶顯示裝置的一個例子。圖 7 所示的液晶顯示裝置包括外殼 901、液晶層 902、背光源 903 以及外殼 904，液晶層 902 與驅動器 IC905 連接。此外，在背光源 903 中使用包含上述化合物的發光元件，並且藉由端子 906 將電流供應到背光源 903。

[0568] 藉由將包含上述化合物的發光元件用於液晶顯示裝置的背光源，可以得到耗電量被降低了的背光源。另外，藉由使用包含上述化合物的發光元件，能夠製造面

發射的照明設備，還能夠實現大面積化。由此能夠實現背光源的大面積化及液晶顯示裝置的大面積化。再者，使用包含上述化合物的發光元件的背光源可以使發光裝置的厚度比習知的發光裝置小，所以還能夠實現顯示裝置的薄型化。

[0569] 圖 8 示出將包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件用於作為照明設備的檯燈的例子。圖 8 所示的檯燈包括外殼 2001 和光源 2002，並且作為光源 2002 使用上述包含雜環化合物的照明設備。

[0570] 圖 9 示出將包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件用於室內的照明設備 3001 的例子。包含上述化合物的發光元件是耗電量得到降低的發光元件，從而可以實現耗電量得到降低的照明設備。另外，因為包含上述化合物的發光元件能夠實現大面積化，所以能夠用於大面積的照明設備。另外，因為包含上述化合物的發光元件的厚度小，所以能夠製造實現了薄型化的照明設備。此外，圖 9 示出將包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件用於顯示裝置 3002 的例子。

[0571] 還可以將包含本發明的一個實施方式的化合物的發光元件安裝在汽車的擋風玻璃或儀表板上。圖 10 示出將包含上述雜環化合物的發光元件用於汽車的擋風玻璃或儀表板的一個實施方式。顯示區域 5000 至顯示區域 5005 使用包含上述雜環化合物的發光元件設置。

[0572] 顯示區域 5000 和顯示區域 5001 是設置在汽

車的擋風玻璃上的安裝有包含上述雜環化合物的發光元件的顯示裝置。藉由使用具有透光性的電極形成第一電極和第二電極，可以將包含上述雜環化合物的發光元件形成為能看到對面一側的所謂的透視式顯示裝置。當採用透視式顯示時，即使將該透視式顯示裝置設置在汽車的擋風玻璃上，也不妨礙視野。另外，在設置用於驅動的電晶體等的情況下，較佳為使用具有透光性的電晶體，諸如使用有機半導體材料的有機電晶體或使用氧化物半導體的電晶體等。

[0573] 顯示區域 5002 是設置在支柱部分的安裝有包含上述雜環化合物所示的發光元件的顯示裝置。藉由在顯示區域 5002 上顯示來自設置在車體上的成像單元的影像，可以補充被支柱遮擋的視野。另外，同樣地，設置在儀表板部分上的顯示區域 5003 藉由顯示來自設置在汽車外側的成像單元的影像，能夠彌補被車體遮擋的視野的死角，從而提高安全性。藉由顯示影像以彌補看不見的部分，能夠更自然且簡單地確認安全。

[0574] 顯示區域 5004 和顯示區域 5005 可以提供導航資訊、速度表、轉速表、行駛距離、加油量、排檔狀態、空調的設定以及其他各種資訊。使用者可以適當地改變顯示內容及佈置。另外，這些資訊也可以顯示在顯示區域 5000 至顯示區域 5003 上。另外，也可以將顯示區域 5000 至顯示區域 5005 用作照明設備。

[0575] 藉由發光元件包含具有包括二苯并噻吩基、

二苯并呋喃基或咔唑基、以及二苯并[f,h]喹喔啉基且它們藉由三個以上的伸芳基鍵合的結構的化合物，可以實現熱物性良好的發光裝置。因此，即使發光裝置放置在高溫環境下，之後也可以使用該發光裝置，因此可以將使用包含上述化合物的發光元件的發光裝置或照明設備適用於車載用發光裝置或照明設備。

[0576] 可以將本發明的一個實施方式的化合物用於有機薄膜太陽能電池等電子裝置。明確而言，因為該化合物具有載子傳輸性，因此可以用於載子傳輸層、載子注入層。另外，它能夠光激發，所以可以將其用於發電層。

實施例 1

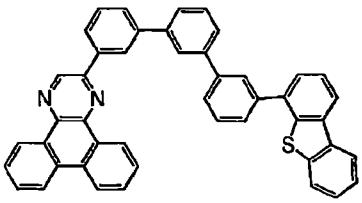
[0577]

《合成例 1》

在本合成例中，說明在實施方式 1 及實施方式 2 中說明的雜環化合物 2-[3”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：3’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mDBtTPDBq-II）（結構式（2001））的合成方法。以下示出 2mDBtTPDBq-II 的結構式。

[0578]

[化學式 230]



(2001)

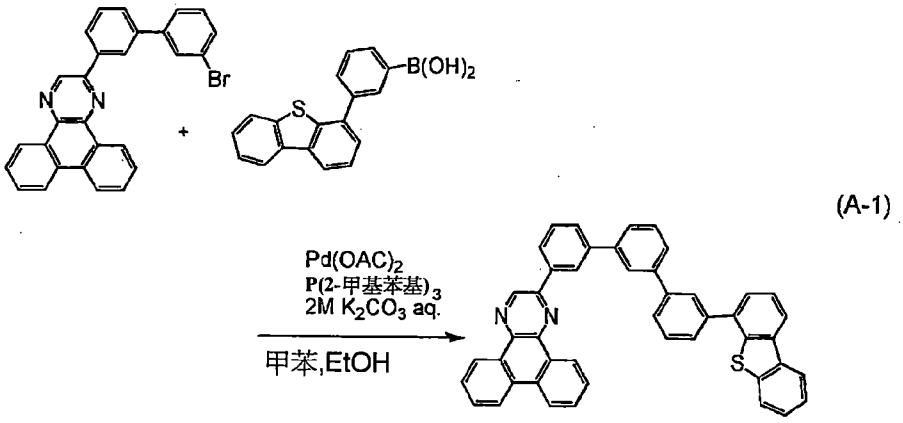
[0579]

〈2-[3"-（二苯并噻吩-4-基）-3,1'：3',1"-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mDBtTPDBq-II）的合成〉

將 1.5g（3.3mmol）的 2-（3'-溴-3,1'-聯苯-1-基）二苯并[f,h]喹喔啉、1.1g（3.5mmol）的 3-（二苯并噻吩-4-基）苯基硼酸、20mg（65μmol）的三（2-甲基苯基）膦、20mL 的甲苯、5mL 的乙醇、5mL 的碳酸鉀水溶液（2mol/L）倒入 100mL 三頸燒瓶中，在對燒瓶中的這混合物進行減壓脫氣之後，將燒瓶內氛圍置換為氮氣，然後將該混合物加熱到 80℃。在加熱以後，添加 7.0mg（30μmol）的醋酸鈀（II），在相同溫度下進行攪拌 12 小時。在攪拌之後，然後藉由吸引過濾來收集析出的固體，利用水和乙醇對所得到的固體進行洗滌，由此以 78% 的產率得到 1.6g 的目的物的粉末。下述式（A-1）示出本步驟的合成方案。

[0580]

[化學式 231]



[0581] 下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法

（^{1}H NMR）的分析結果。

[0582] ^{1}H NMR（氯仿-d,500MHz）：δ=7.38-7.45（m,2H）、7.59（d,J=4.5Hz,2H）、7.64-7.85（m,13H）、8.07（s,1H）、8.13（s,1H）、8.17-8.20（m,2H）、8.34（d,J=8.0Hz,1H）、8.64-8.67（m,3H）、9.24（d,J=8.0Hz,1H）、9.41（d,J=8.0Hz,1H）、9.47（s,1H）

[0583] 圖 11A 和圖 11B 示出 ^{1}H NMR 譜。圖 11B 是圖 11A 中的 7.4ppm 至 9.6ppm 的範圍的放大圖。根據測量結果確認到得到了目的物 2mDBtTPDBq-II。

[0584] 藉由利用梯度昇華方法對所得到的 1.6g 的固體進行昇華純化。在昇華純化中，在壓力為 2.9Pa 且以 15mL/min 的流速流過氬的條件下，以 340℃加熱固體 15 小時。由此，以 64%的回收率得到 1.1g 的固體。

[0585]

《2-[3”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：3’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mDBtTPDBq-II）的物性》

接著，圖 12 和圖 13 分別示出 2mDBtTPDBq-II 的甲苯溶液的吸收光譜和發射光譜。圖 14 和圖 15 分別示出 2mDBtTPDBq-II 的薄膜的吸收光譜和發射光譜。使用紫外可見分光光度計（由日本分光株式會社製造，V550 型）測量吸收光譜。使用螢光分光光度計（由日本濱松光子學株式會社製造，FS920）測量發射光譜。藉由將 2mDBtTPDBq-II 的甲苯溶液放在石英皿，測量出甲苯溶液的光譜。另外，將 2mDBtTPDBq-II 蒸鍍於石英基板而製

造樣本來測量出 2mDBtTPDBq-II 的薄膜的光譜。注意，圖示的甲苯溶液的吸收光譜是減去只將甲苯放入到石英皿而測量出的吸收光譜來得到的吸收光譜，圖示的薄膜的吸收光譜是減去石英基板的吸收光譜來得到的吸收光譜。

[0586] 由圖 12 可知，2mDBtTPDBq-II 的甲苯溶液在 374nm、362nm、333nm、及 321nm 附近呈現吸收峰值，由圖 13 可知，發光波長的峰值呈現在 384nm 及 403nm（激發波長為 378nm）。由圖 14 可知，2mDBtTPDBq-II 的薄膜在 252nm、294nm、323nm、338nm、368nm 及 384nm 附近呈現吸收峰值，由圖 15 可知，發光波長的峰值呈現在 421nm 附近（激發波長為 321nm）。確認到 2mDBtTPDBq-II 發射藍紫色光。本發明的一個實施方式的化合物可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

[0587] 另外，測量出 2mDBtTPDBq-II 的磷光發光。在該測量中，使用顯微 PL 裝置 LabRAM HR-PL（日本株式會社堀場製作所製造），作為激發光使用 He-Cd 雷射（325nm），作為檢測器使用 CCD 檢測器，並且將測量溫度設定為 10K。在石英基板上形成大約 50nm 厚的樣本的薄膜，並且在氮氛圍中對該石英基板的蒸鍍面貼合其他石英基板之後，將其用於測量。圖 16 示出所得到的磷光光譜。由該結果可知，在 2mDBtTPDBq-II 的磷光光譜中最短波長一側的峰值存在於 514nm，並且其是具有高 T1 能階的物質。2mDBtTPDBq-II 的薄膜在大氣下不容易凝集，

形態變化小，具有良好的膜品質。

[0588] 另外，利用循環伏安法（CV）測量出氧化還原反應特性。在測量中，使用電化學分析儀（BAS 株式會社製造，型號：ALS 型 600A 或 600C）。此外，在測量溶液中，作為溶劑，使用脫水二甲基甲醯胺（DMF），使作為支援電解質的過氯酸四正丁銨（$n\text{-}Bu_4NClO_4$）以 100mmol/L 的濃度溶解，且使測量物件以 2mmol/L 的濃度溶解而調變。作為工作電極使用鉑電極（BAS 株式會社製造，PTE 鉑電極），作為輔助電極使用鉑電極（BAS 株式會社製造，VC-3 用 Pt 對電極（5cm）），作為參考電極使用 Ag/Ag^+電極（BAS 株式會社製造，RE7 非水溶劑型參考電極）。將掃描速度統一為 0.1V/sec。其結果是，氧化電位為-6.19eV，還原電位為-2.94eV。當將氧化電位看作 HOMO 能階且將還原電位看作 LUMO 能階時，將 HOMO 能階和 LUMO 能階之間的能帶間隙估計為 3.25eV，這意味著 2mDBtTPDBq-II 是具有較寬的能帶間隙的材料。

實施例 2

[0589]

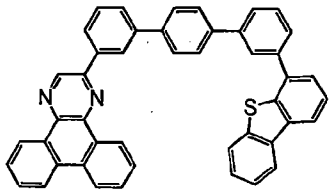
《合成例 2》

在本合成例中，說明在實施方式 1 及實施方式 2 中說明的雜環化合物 2-[3”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：4’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq）

（結構式（2002））的合成方法。以下示出 2DBtTPDBq 的結構式。

[0590]

[化學式 232]



(2002)

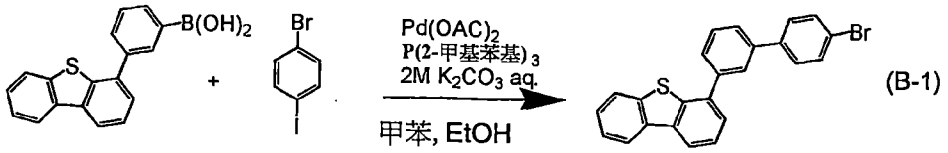
[0591]

〈4-（4'-溴-3,1'-聯苯-1-基）二苯并噻吩的合成〉

將 3.0g（9.8mmol）的 3-（二苯并噻吩-4-基）苯基硼酸、2.8g（2.8mmol）的 4-溴碘苯、0.15g（0.49mmol）的三（2-甲基苯基）膦、50mL 的甲苯、5mL 的乙醇、15mL 的碳酸鉀水溶液（2mol/L）倒入 200mL 三頸燒瓶中，然後對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將該混合物加熱到 80℃之後，添加 40mg（0.18mmol）的醋酸鈀（II），在相同溫度下進行攪拌 10 小時。在攪拌之後，使用甲苯對混合物的水層進行萃取三次，混合萃取液和有機層，使用飽和食鹽水進行洗滌，並使用無水硫酸鎂進行乾燥。對所得到的混合物進行重力過濾，濃縮濾液，而得到褐色油狀物。利用矽膠管柱層析法（展開溶劑為己烷）對所得到的油狀物進行純化，利用氯仿/己烷進行再結晶，而以 60%的產率得到 2.5g 的目的物的白色粉末。下述（B-1）示出本步驟的合成方案。

[0592]

[化學式 233]



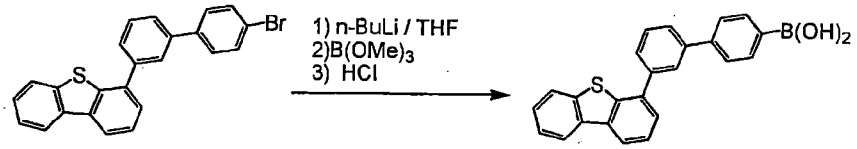
[0593]

〈3'-（二苯并噻吩-4-基）-4,1'-聯苯硼酸的合成〉

將 2.8g（6.7mmol）的藉由上述式（B-1）所示的步驟合成的 4-（4'-溴-3,1'-聯苯-1-基）二苯并噻吩倒入 300mL 三頸燒瓶中，將燒瓶內氛圍置換為氮氣，然後添加 70mL 的脫水四氫呋喃。將該溶液冷卻到-78℃，使用注射器將 5mL（8.0mmol）的正丁基鋰己烷溶液（1.6mol/L）滴下，在滴下後，在相同溫度下進行攪拌 1.5 小時。在攪拌之後，在相同溫度下添加 1mL（8.9mmol）的硼酸三甲酯，在室溫下對所得到的溶液進行攪拌 19 小時。在攪拌後添加 30mL 的鹽酸（1mol/L），然後使用乙酸乙酯對該混合物的水層進行萃取。混合所得到的萃取液和有機層，使用碳酸氫鈉水溶液和飽和食鹽水進行洗滌，並使用無水硫酸鎂進行乾燥。對所得到的混合物進行重力過濾，濃縮所得到的濾液，而得到淡黃色固體。利用氯仿/己烷對所得到的固體進行洗滌，由此以 75%的產率得到 1.9g 的目的物的粉末。下述（B-2）示出本步驟的合成方案。

[0594]

[化學式 234]



(B-2)

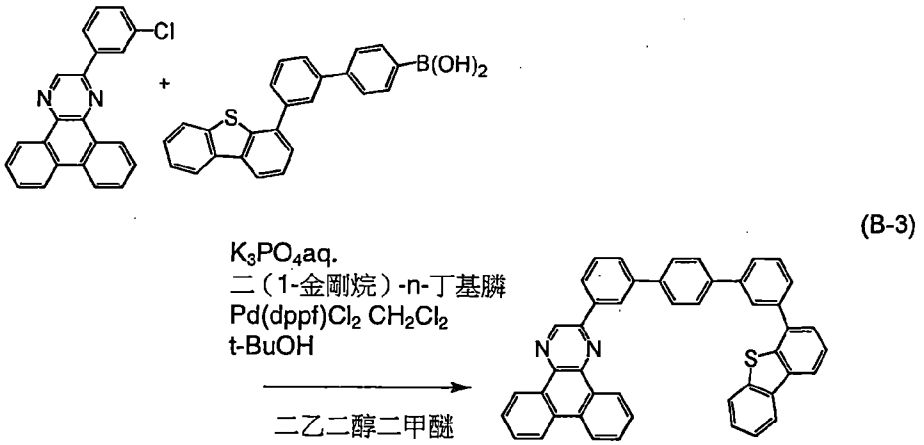
[0595]

〈2-[3”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：4’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq）的合成方法〉

將 1.7g（5.0mmol）的 2-（3-氯苯基）二苯并[f,h]喹喔啉、1.9g（5.0mmol）的藉由上述式（B-2）所示的步驟合成的 3’-（二苯并噻吩-4-基）-4,1’-聯苯硼酸、3.2g（15mmol）的磷酸三鉀、0.10g（0.28mmol）的二（1-金剛烷）-n-丁基膦、2mL 的三級丁醇、25mL 的二乙二醇二甲醚倒入 100mL 三頸燒瓶中，然後對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將該混合物加熱到 140℃之後，30mg（40μmol）的[1,1’-雙（二苯基膦基）二茂鐵]二氯化鈀（II），在相同溫度下進行攪拌 3.5 小時。在攪拌之後，藉由吸引過濾收集所析出的固體，使用乙醇和水對所得到的固體進行洗滌。使用氯仿對所得到的固體進行熱過濾且濃縮濾液，由此以 63%的產率得到 2.0g 的目的物的固體。下述（B-3）示出本步驟的合成方案。

[0596]

[化學式 235]



[0597] 下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法（^{1}H NMR）的分析結果。

[0598] ^{1}H NMR（四氯乙烷-d_2,500MHz）：δ=7.53-7.55（m,2H）、7.65-7.66（m,2H）、7.69（t,J=8.0Hz,1H）、7.76（t,J=8.0Hz,1H）、7.80-7.93（m,12H）、8.14（s,1H）、8.23-8.27（m,2H）、8.38（d,J=8.0Hz,1H）、8.70-8.72（m,3H）、9.33（d,J=8.0Hz,1H）、9.49（d,J=8.0Hz,1H）、9.53（s,1H）

[0599] 圖 17A 和圖 17B 示出 ^{1}H NMR 譜。圖 17B 是圖 17A 中的 7.4ppm 至 9.6ppm 的範圍的放大圖。根據測量結果確認到得到了目的物 2DBtTPDBq。

[0600] 藉由利用梯度昇華方法對所得到的 2.0g 的固體進行昇華純化。在昇華純化中，在壓力為 2.9Pa 且以 15mL/min 的流速流過氬的條件下，以 340℃加熱固體 14 小時。在純化之後，以 60%的回收率得到 1.2g 的固體。

[0601]

《2-[3”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：4’,1”-三聯苯-1-基]二

苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq）的物性》

接著，圖 18 和圖 19 分別示出利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法測量的 2DBtTPDBq 的甲苯溶液的吸收光譜和發射光譜。圖 20 和圖 21 分別示出利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法測量的 2DBtTPDBq 的薄膜的吸收光譜和發射光譜。

[0602] 由圖 18 可知，2DBtTPDBq 的甲苯溶液在 361nm、332nm 及 282nm 附近呈現吸收峰值，由圖 19 可知，發光波長的峰值呈現在 385nm 及 405nm（激發波長為 357nm）。由圖 20 可知，2DBtTPDBq 的薄膜在 210nm、249nm、269nm、293nm、319nm、339nm、368nm 及 384nm 附近呈現吸收峰值，由圖 21 可知，發光波長的峰值呈現在 423nm 附近（激發波長為 385nm）。確認到 2DBtTPDBq 發射藍紫色光。本發明的一個實施方式的化合物可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

[0603] 另外，利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的方法測量出 2DBtTPDBq 的磷光發光。圖 22 示出所得到的磷光光譜。由該結果可知，在 2DBtTPDBq 的磷光光譜中最短波長一側的峰值存在於 517nm，並且其是具有高 T1 能階的物質。2DBtTPDBq 的薄膜在大氣下不容易凝集，形態變化小，具有良好的膜品質。

[0604] 另外，利用循環伏安法（CV）測量出氧化還原反應特性。利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法進

行測量。其結果是，觀察不到氧化電位，還原電位為 -2.99eV。

實施例 3

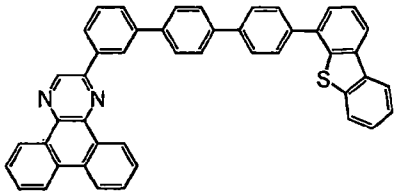
[0605]

《合成例 3》

在本合成例中，說明在實施方式 1 及實施方式 2 中說明的雜環化合物 2-[4”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：4’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq-03）（結構式（2003））的合成方法。以下示出 2DBtTPDBq-03 的結構式。

[0606]

[化學式 236]



(2003)

[0607]

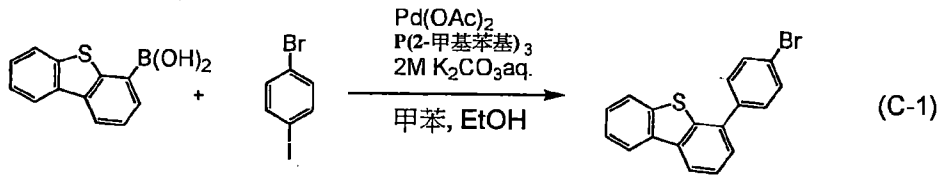
〈4-（4-溴苯基）二苯并噻吩的合成〉

將 5.0g（22mmol）的二苯并噻吩-4-基硼酸（ylboronic acid）、6.2g（22mmol）的 4-溴碘苯、0.31g（1.0mmol）的三（2-甲基苯基）膦、110mL 的甲苯、10mL 的乙醇、30mL 的碳酸鉀水溶液（2mol/L）倒入 300mL 三頸燒瓶中，對該混合物進行減壓脫氣，然後將燒瓶內氛圍置換為氮氣。將所得到混合物加熱到 80℃，添

加 100mg（0.44mmol）的醋酸鈀（II），進行攪拌 11 小時。在攪拌之後，使用甲苯對該混合物的水層進行萃取，混合萃取液和有機層，使用飽和食鹽水進行洗滌，並使用無水硫酸鎂進行乾燥。對該混合物進行重力過濾，濃縮所得到的濾液，而得到褐色固體。利用矽膠管柱層析法（展開溶劑為己烷）對所得到的固體進行純化，然後利用己烷/氯仿進行再結晶，而以 74%的產率得到 5.5g 的目的物的白色固體。下述（C-1）示出本步驟的合成方案。

[0608]

[化學式 237]



[0609]

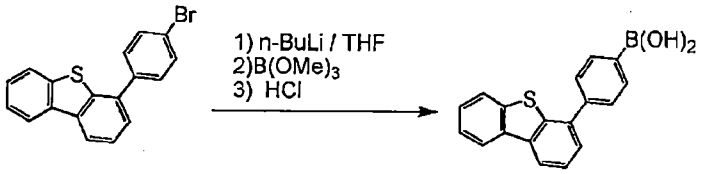
〈4-（二苯并噻吩-4-基）苯硼酸的合成〉

將 6.7g（20mmol）的藉由上述式（C-1）所示的步驟合成的 4-（4-溴苯基）二苯并噻吩倒入 300mL 三頸燒瓶中，將燒瓶內氛圍置換為氮氣，然後添加 200mL 的脫水四氫呋喃。將該溶液冷卻到-78℃，使用注射器將 15mL（24.0mmol）的正丁基鋰己烷溶液（1.6mol/L）滴下，在滴下後，在相同溫度下進行攪拌 1.5 小時。在攪拌之後，在相同溫度下添加 3mL（26.8mmol）的硼酸三甲酯，在室溫下對所得到的溶液進行攪拌 20 小時。在攪拌後添加 90mL 的鹽酸（1mol/L），然後使用乙酸乙酯對該混合物

的水層進行萃取。混合所得到的萃取液和有機層，使用碳酸氫鈉水溶液和飽和食鹽水進行洗滌，並使用無水硫酸鎂進行乾燥。對所得到的混合物進行重力過濾，濃縮所得到的濾液，而得到淡黃色固體。利用氯仿/己烷對所得到的固體進行洗滌，由此以 77%的產率得到 4.0g 的目的物的白色固體。下述（C-2）示出本步驟的合成方案。

[0610]

[化學式 238]



(C-2)

[0611]

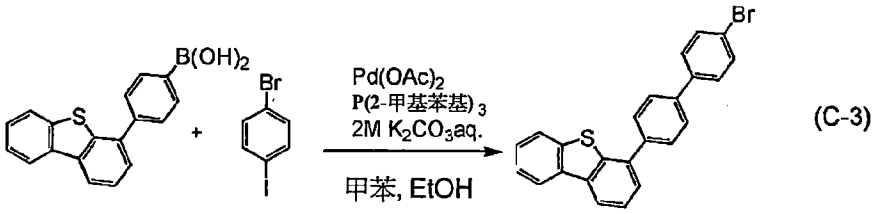
〈4-（4'-溴-4,1'-聯苯-1-基）二苯并噻吩的合成〉

將藉由上述式（C-2）所示的步驟合成的 3.7g（12mmol）的 4-（二苯并噻吩-4-基）苯基硼酸、3.4g（12mmol）的 4-溴碘苯、0.20g（0.65mmol）的三（2-甲基苯基）膦、20mL 的碳酸鉀水溶液（2mol/L）、60mL 的甲苯、6mL 的乙醇倒入 200mL 三頸燒瓶中，然後對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將所得到的混合物加熱到 80℃之後，添加 30mg（0.13mmol）的醋酸鈀（II），在相同溫度下進行攪拌 7 小時。在攪拌之後，使用氯仿對混合物的水層進行萃取，混合萃取液和有機層，使用飽和食鹽水進行洗滌，並使用無水硫酸鎂進行乾燥。對所得到的混合物進行重力過濾，濃縮濾液，而得

到固體。利用矽膠管柱層析法（展開溶劑為氯仿）對所得到的固體進行純化，接著利用氯仿/己烷進行再結晶，而以 66%的產率得到 3.3g 的目的物的白色粉末。下述（C-3）示出本步驟的合成方案。

[0612]

[化學式 239]



[0613]

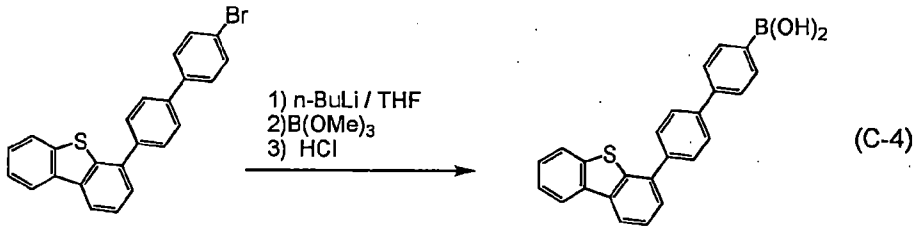
〈4'-（二苯并噻吩-4-基）-4,1'-聯苯硼酸的合成〉

將 3.3g（7.9mmol）的藉由上述式（C-3）所示的步驟合成的 4-（4'-溴-4,1'-聯苯-1-基）二苯并噻吩倒入 200mL 三頸燒瓶中，將燒瓶內氛圍置換為氮氣，然後添加 80mL 的脫水四氫呋喃。將該溶液冷卻到-78℃，使用注射器將 5.5mL（8.8mmol）的正丁基鋰己烷溶液（1.6mol/L）滴下，在滴下後，在相同溫度下進行攪拌 1.5 小時。在攪拌之後，在相同溫度下添加 1.1mL（9.8mmol）的硼酸三甲酯，在室溫下對所得到的溶液進行攪拌 20 小時。在攪拌後添加 30mL 的鹽酸（1mol/L），然後使用乙酸乙酯對該混合物的水層進行萃取。混合所得到的萃取液和有機層，使用碳酸氫鈉水溶液和飽和食鹽水進行洗滌，並使用無水硫酸鎂進行乾燥。對所得到的混合物進行重力過濾，濃縮所得到的濾液，而得到淡黃色固體。利用氯仿/己烷對所

得到的固體進行洗滌，由此以 83%的產率得到 2.5g 的目的物的白色固體。下述（C-4）示出本步驟的合成方案。

[0614]

[化學式240]



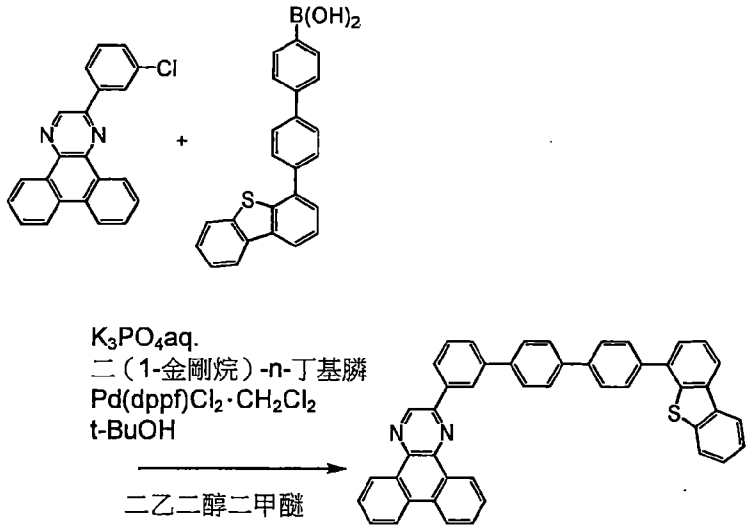
[0615]

〈2-[4”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：4’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq-03）的合成方法〉

將 2.3g（6.7mmol）的 2-（3-氯苯基）二苯并[f,h]喹喔啉、2.5g（6.5mmol）的藉由上述式（C-4）所示的步驟合成的 4’-（二苯并噻吩-4-基）-4,1’-聯苯硼酸、4.1g（20mmol）的磷酸三鉀、0.12g（0.34mmol）的二（1-金剛烷）-n-丁基膦、2mL 的三級丁醇、30mL 的二乙二醇二甲醚倒入 200mL 三頸燒瓶中，然後對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將該混合物加熱到 140℃之後，添加 10mg（65μmol）的醋酸鈀（II），在相同溫度下進行攪拌 5 小時。在攪拌之後，藉由吸引過濾收集所析出的固體，使用水和乙醇對所得到的固體進行洗滌。在洗滌之後，使用氯仿對所得到的固體進行熱過濾且濃縮濾液，由此得到 2.0g 的淡黑色固體。下述（C-5）示出本步驟的合成方案。

[0616]

[化學式 241]



(C-5)

[0617] 下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法（^{1}H NMR）的分析結果。

[0618] ^{1}H NMR（氯仿-d,500MHz）：δ=7.49-7.51（m,2H）、7.57-7.63（m,2H）、7.73（t,J=8.0Hz,1H）、7.78-7.91（m,14H）、8.19-8.23（m,2H）、8.35（d,J=8.0Hz,1H）、8.67-8.69（m,3H）、9.27（d,J=8.0Hz,1H）、9.47（d,J=8.0Hz,1H）、9.49（s,1H）

[0619] 圖 23A 和圖 23B 示出 ^{1}H NMR 譜。圖 23B 是圖 23A 中的 7.4ppm 至 9.6ppm 的範圍的放大圖。根據測量結果確認到得到了目的物 2DBtTPDBq-03。

[0620] 藉由利用梯度昇華方法對所得到的 2.0g 的固體進行昇華純化。在昇華純化中，在壓力為 3.4Pa 且以 15mL/min 的流速流過氬的條件下，以 365℃加熱固體 14.5 小時。在純化之後，以 71%的回收率得到 1.4g 的粉末。

[0621]

《2-[4”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：4’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq-03）的物性》

接著，圖 24 和圖 25 分別示出利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法測量的 2DBtTPDBq-03 的甲苯溶液的吸收光譜和發射光譜。圖 26 和圖 27 分別示出利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法測量的 2DBtTPDBq-03 的薄膜的吸收光譜和發射光譜。

[0622] 由圖 24 可知，2DBtTPDBq-03 的甲苯溶液在 294nm、304nm、361nm 及 374nm 附近呈現吸收峰值，由圖 25 可知，發光波長的峰值呈現在 378nm 及 405nm（激發波長為 360nm）。由圖 26 可知，2DBtTPDBq-03 的薄膜在 242nm、266nm、299nm、314nm、346nm、368nm 及 383nm 附近呈現吸收峰值，由圖 27 可知，發光波長的峰值呈現在 436nm 附近（激發波長為 383nm）。確認到 2DBtTPDBq-03 發射藍紫色光。本發明的一個實施方式的化合物可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

[0623] 另外，利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的方法測量出 2DBtTPDBq-03 的磷光發光。圖 28 示出所得到的磷光光譜。由該結果可知，在 2DBtTPDBq-03 的磷光光譜中最短波長一側的峰值存在於 545nm，並且其是具有高 T1 能階的物質。2DBtTPDBq-03 的薄膜在大氣下不容易凝集，形態變化小，具有良好的膜品質。

[0624] 另外，利用循環伏安法（CV）測量出氧化還原反應特性。利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法進行測量。其結果是，氧化電位為-6.15eV，還原電位為-2.95eV。當將氧化電位看作 HOMO 能階且將還原電位看作 LUMO 能階時，將 HOMO 能階和 LUMO 能階之間的能帶間隙估計為 3.20eV，這意味著 2DBtTPDBq-03 是具有較寬的能帶間隙的材料。

實施例 4

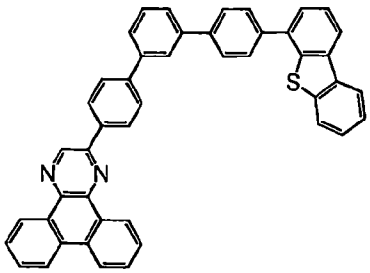
[0625]

《合成例 4》

在本合成例中，說明在實施方式 1 及實施方式 2 中說明的雜環化合物 2-[4"-（二苯并噻吩-4-基）-4,1'：3',1"-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq-02）（結構式（2004））的合成方法。以下示出 2DBtTPDBq-02 的結構式。

[0626]

[化學式242]



(2004)

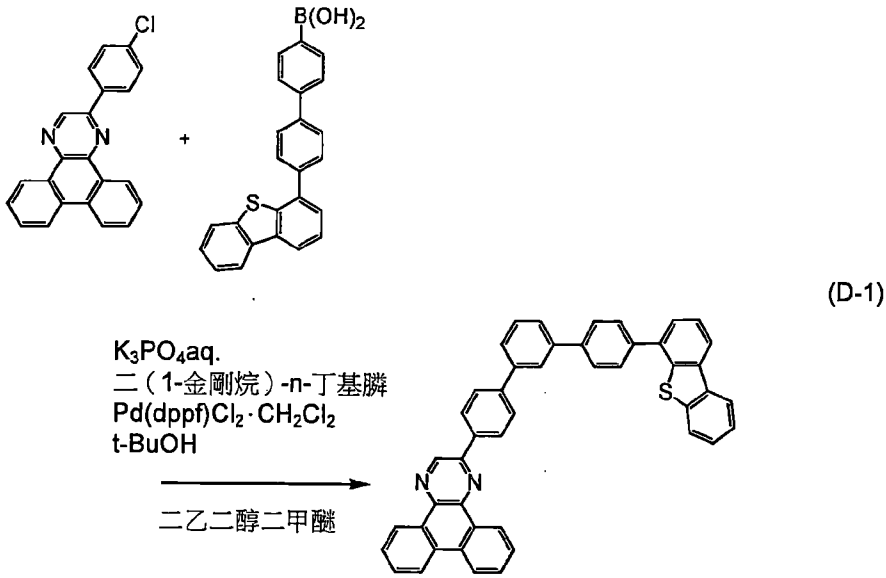
[0627]

〈2-[4”-（二苯并噻吩-4-基）-4,1’：3’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq-02）的合成方法〉

1.2g（3.5mmol）的 2-（4-氯苯基）二苯并[f,h]喹喔啉、1.1g（3.4mmol）的在上述實施例中說明其合成方法的 4’-（二苯并噻吩-4-基）-4,1’-聯苯硼酸、2.1g（9.9mmol）的磷酸三鉀、80mg（0.22mmol）的二（1-金剛烷）-n-丁基膦、1mL 的三級丁醇、15mL 的二乙二醇二甲醚倒入 200mL 三頸燒瓶中，對該混合物進行減壓脫氣，然後將燒瓶內氛圍置換為氮氣。將該混合物加熱到 140℃，添加 20mg（80μmol）的醋酸鈀（II）進行攪拌 7 小時。在攪拌之後，將混合物冷卻到室溫，添加 10mL 的二乙二醇二甲醚，然後添加 30mg（40μmol）的[1,1’-雙（二苯基膦基）二茂鐵]二氯化鈀（II），以 140℃對該混合物進行攪拌 5.5 小時。在攪拌之後，藉由吸引過濾來收集所析出的固體，使用水和乙醇進行洗滌。使用氯仿對所得到的固體進行熱過濾且濃縮濾液，由此以 58%的產率得到 1.3g 的目的物的固體。下述（D-1）示出本步驟的合成方案。

[0628]

[化學式 243]



[0629] 下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法（^{1}H NMR）的分析結果。

[0630] ^{1}H NMR（四氯乙烷-d_2，500MHz）：δ=7.50-7.54（m,2H）、7.61-7.68（m,3H）、7.77-7.93（m,11H）、7.99（d,J=8.0Hz,2H）、8.06（s,1H）、8.21-8.25（m,2H）、8.52（d,J=8.0Hz,2H）、8.70（d,J=8.0Hz,2H）、9.26（d,J=8.0Hz,1H）、9.47（d,J=8.0Hz,1H）、9.50（s,1H）

[0631] 圖 29A 和圖 29B 示出 ^{1}H NMR 譜。圖 29B 是圖 29A 中的 7.4ppm 至 9.6ppm 的範圍的放大圖。根據測量結果確認到得到了目的物 2DBtTPDBq-02。

[0632] 藉由利用梯度昇華方法對所得到的 1.3g 的固體進行昇華純化。在昇華純化中，在壓力為 2.9Pa 且以 15mL/min 的流速流過氬的條件下，以 350℃加熱固體 14.5 小時。在純化之後，以 60%的回收率得到 0.75g 的目

的物的固體。

[0633]

《2-[4"-（二苯并噻吩-4-基）-4,1'：3',1"-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq-02）的物性》

接著，圖 30 和圖 31 分別示出利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法測量的 2DBtTPDBq-02 的甲苯溶液的吸收光譜和發射光譜。圖 32 和圖 33 分別示出利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法測量的 2DBtTPDBq-02 的薄膜的吸收光譜和發射光譜。

[0634] 由圖 30 可知，2DBtTPDBq-02 的甲苯溶液在 281nm、311nm、368nm、及 378nm 附近呈現吸收峰值，由圖 31 可知，發光波長的峰值呈現在 386nm 及 405nm（激發波長為 360nm）。由圖 32 可知，2DBtTPDBq-02 的薄膜在 209nm、242nm、263nm、272nm、316nm、338nm、377nm 及 389nm 附近呈現吸收峰值，由圖 33 可知，發光波長的峰值呈現在 450nm 及 439nm 附近（激發波長為 439nm）。確認到 2DBtTPDBq-02 發射藍色光。本發明的一個實施方式的化合物可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

[0635] 另外，利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的方法測量出 2DBtTPDBq-02 的磷光發光。圖 34 示出所得到的磷光光譜。由該結果可知，在 2DBtTPDBq-02 的磷光光譜中最短波長一側的峰值存在於 545nm，並且其是具有高 T1 能階的物質。2DBtTPDBq-02 的薄膜在大氣下不容易凝

集，形態變化小，具有良好的膜品質。

[0636] 另外，利用循環伏安法（CV）測量出氧化還原反應特性。利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法進行測量。其結果是，氧化電位為-6.15eV，還原電位為-2.94eV。當將氧化電位看作 HOMO 能階且將還原電位看作 LUMO 能階時，將 HOMO 能階和 LUMO 能階之間的能帶間隙估計為 3.19eV，這意味著 2DBtTPDBq-02 是具有較寬的能帶間隙的材料。

實施例 5

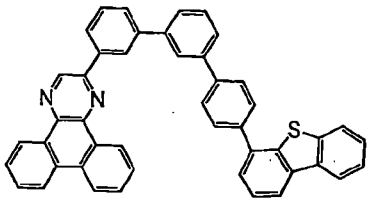
[0637]

《合成例 5》

在本合成例中，說明在實施方式 1 及實施方式 2 中說明的雜環化合物 2-[4"-（二苯并噻吩-4-基）-3,1'：3',1"-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq-04）（結構式（2005））的合成方法。以下示出 2DBtTPDBq-04 的結構式。

[0638]

[化學式244]



(2005)

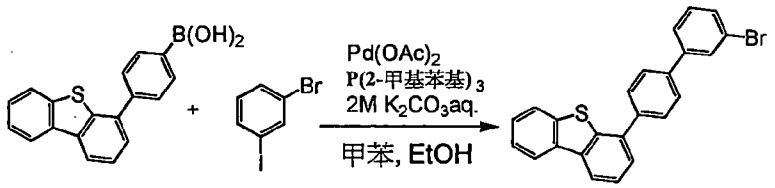
[0639]

〈4-（3'-溴-4,1'-聯苯-1-基）二苯并噻吩的合成〉

將 3.9g（13mmol）的在上述實施例中說明其合成方法的 4-（二苯并噻吩-4-基）苯基硼酸、3.6g（13mmol）的 3-溴碘苯、0.20g（0.65mmol）的三（2-甲基苯基）膦、20mL 的碳酸鉀水溶液（2mol/L）、64mL 的甲苯、6mL 的乙醇倒入 200mL 三頸燒瓶中，然後對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將所得到的混合物加熱到 80℃之後，添加 30mg（0.13mmol）的醋酸鈀（II），在相同溫度下進行攪拌 6 小時。在攪拌之後，使用氯仿對混合物的水層進行萃取，混合萃取液和有機層，使用飽和食鹽水進行洗滌，並使用無水硫酸鎂進行乾燥。對所得到的混合物進行重力過濾，濃縮所得到的濾液，而得到固體。利用矽膠管柱層析法（展開溶劑為氯仿）對所得到的固體進行純化，利用氯仿/己烷進行再結晶，而以 71%的產率得到 3.8g 的目的物的固體。下述（E-1）示出本步驟的合成方案。

[0640]

[化學式 245]



(E-1)

[0641]

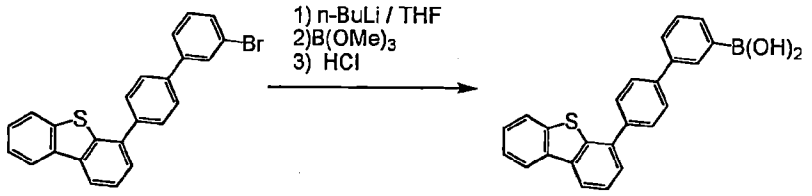
〈4'-（二苯并噻吩-4-基）-3,1'-聯苯硼酸的合成〉

將 3.7g（8.9mmol）的藉由上述式（E-1）所示的步驟合成的 4-（3'-溴-4,1'-聯苯-1-基）二苯并噻吩倒入 200mL

三頸燒瓶中，將燒瓶內氛圍置換為氮氣，然後添加 90mL 的脫水四氫呋喃。將該溶液冷卻到-78℃，使用注射器將 6.1mL（8.9mmol）的正丁基鋰己烷溶液（1.6mol/L）滴下，在滴下後，在相同溫度下進行攪拌 1.5 小時。在攪拌之後，在相同溫度下添加 1.2mL（11mmol）的硼酸三甲酯，在室溫下對所得到的溶液進行攪拌 20 小時。在攪拌後添加 30mL 的鹽酸（1mol/L），然後使用乙酸乙酯對該混合物的水層進行萃取。混合所得到的萃取液和有機層，使用碳酸氫鈉水溶液和飽和食鹽水進行洗滌，並使用無水硫酸鎂進行乾燥。對所得到的混合物進行重力過濾，濃縮所得到的濾液，而得到淡黃色固體。利用氯仿/己烷對所得到的固體進行洗滌，由此以 78%的產率得到 2.6g 的目的物的白色固體。下述（E-2）示出本步驟的合成方案。

[0642]

[化學式 246]



(E-2)

[0643]

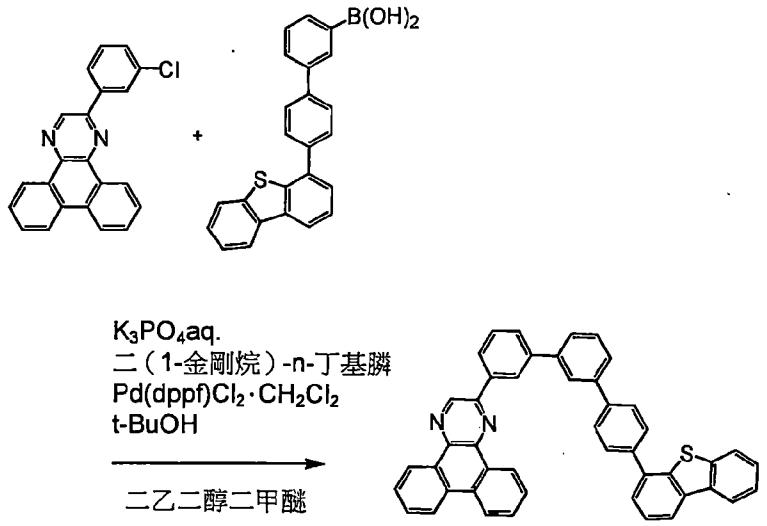
〈2-[4”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：3’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq-04）的合成〉

將 1.2g（3.5mmol）的 2-（3-氯苯基）二苯并[f,h]喹喔啉、1.1g（3.4mmol）的藉由上述式（E-2）所示的步驟合成的 4’-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’-聯苯硼酸、2.1g

（9.9mmol）的磷酸三鉀、70mg（0.20mmol）的二（1-金剛烷）-n-丁基膦、1mL（11mmol）的三級丁醇、15mL 的二乙二醇二甲醚倒入 200mL 三頸燒瓶中，然後對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。然後，對該混合物添加 30mg（40μmol）的[1,1'-雙（二苯基膦基）二茂鐵]二氯化鈀（II），以 140℃對該混合物進行攪拌 4.5 小時。在攪拌之後，藉由吸引過濾收集所析出的固體，使用水和乙醇進行洗滌來得到固體。使用氯仿對所得到的固體進行熱過濾且濃縮濾液，由此以 59%的產率得到 1.3g 的目的物的固體。下述（E-3）示出本步驟的合成方案。

[0644]

[化學式247]



[0645] 下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法（^{1}H NMR）的分析結果。

[0646] ^{1}H NMR（氯仿-d,500MHz）：δ=7.47-7.49（m,2H）、7.56-7.61（m,2H）、7.66（t,J=8.0Hz,1H）、7.72-7.88（m,13H）、8.05（s,1H）、8.18-8.22

（m,2H）、8.37（d,J=8.0Hz,1H）、8.66-8.68（m,3H）、9.27（d,J=8.0Hz,1H）、9.46（d,J=8.0Hz,1H）、9.49（s,1H）

[0647] 圖 35A 和圖 35B 示出 ^{1}H NMR 譜。圖 35B 是圖 35A 中的 7.4ppm 至 9.6ppm 的範圍的放大圖。根據測量結果確認到得到了目的物 2DBtTPDBq-04。

[0648] 藉由利用梯度昇華方法對所得到的 1.3g 的固體進行昇華純化。在昇華純化中，在壓力為 2.9Pa 且以 15mL/min 的流速流過氬的條件下，以 335℃加熱固體 14.5 小時。在純化之後，以 74%的回收率得到 0.96g 的目的物的固體。

[0649]

《2-[4”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：3’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq-04）的物性》

接著，圖 36 和圖 37 分別示出利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法測量的 2DBtTPDBq-04 的甲苯溶液的吸收光譜和發射光譜。圖 38 和圖 39 分別示出利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法測量的 2DBtTPDBq-04 的薄膜的吸收光譜和發射光譜。

[0650] 由圖 36 可知，2DBtTPDBq-04 的甲苯溶液在 280nm、332nm、361nm 及 375nm 附近呈現吸收峰值，由圖 37 可知，發光波長的峰值呈現在 385nm 及 404nm（激發波長為 360nm）。由圖 38 可知，2DBtTPDBq-04 的薄膜在 210nm、262nm、296nm、315nm、341nm、368nm 及

384nm 附近呈現吸收峰值，由圖 39 可知，發光波長的峰值呈現在 429nm 及 446nm 附近（激發波長為 385nm）。確認到 2DBtTPDBq-04 發射藍紫色光。本發明的一個實施方式的化合物可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

[0651] 另外，測量出 2DBtTPDBq-04 的磷光發光。利用與 2mDBtTPDBq-II 的方法進行測量。圖 40 示出所得到的磷光光譜。由該結果可知，在 2DBtTPDBq-04 的磷光光譜中最短波長一側的峰值存在於 518nm，並且其是具有高 T1 能階的物質。2DBtTPDBq-04 的薄膜在大氣下不容易凝集，形態變化小，具有良好的膜品質。

[0652] 另外，利用循環伏安法（CV）測量出氧化還原反應特性。利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法進行測量。其結果是，氧化電位為-6.16eV，還原電位為-2.94eV。當將氧化電位看作 HOMO 能階且將還原電位看作 LUMO 能階時，將 HOMO 能階和 LUMO 能階之間的能帶間隙估計為 3.22eV。

實施例 6

[0653]

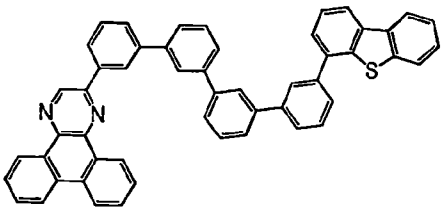
《合成例 6》

在本合成例中，說明在實施方式 1 及實施方式 2 中說明的雜環化合物 2-[3"'-（二苯并噻吩-4-基）-3,1'：3',1"：3",1"'-四聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：

2mDBtQPDBq-II）（結構式（2006））的合成方法。以下示出 2mDBtQPDBq-II 的結構式。

[0654]

[化學式 248]



(2006)

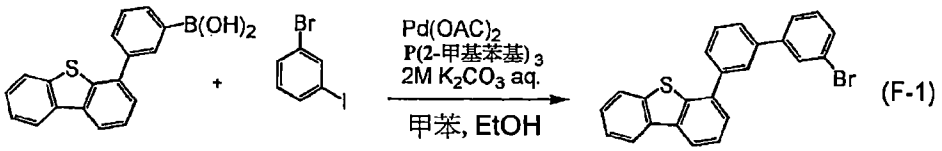
[0655]

〈4-（3'-溴-3，1'-聯苯-1-基）二苯并噻吩的合成〉

將 3.0g（9.8mmol）的 3-（二苯并噻吩-4-基）苯基硼酸、2.8g（9.9mmol）的 3-溴碘苯、0.16g（0.53mmol）的三（2-甲基苯基）膦、15mL 的碳酸鉀水溶液（2mol/L）、50mL 的甲苯、5mL 的乙醇倒入 200mL 三頸燒瓶中，然後對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將該混合物加熱到 80℃之後，添加 40mg（0.18mmol）的醋酸鈀（II），在相同溫度下對該混合物進行攪拌 9 小時。在攪拌之後，使用甲苯對所得到的混合物的水層進行萃取，混合萃取液和有機層，使用飽和食鹽水進行洗滌，並使用無水硫酸鎂進行乾燥。對該混合物進行重力過濾，濃縮濾液，而得到 5g 的褐色油狀物。利用高效液相層析法（展開溶劑為氯仿）對所得到的油狀物進行純化，而以 64%的產率得到 2.6g 的目的物的無色透明油狀物。下述（F-1）示出本步驟的合成方案。

[0656]

[化學式 249]



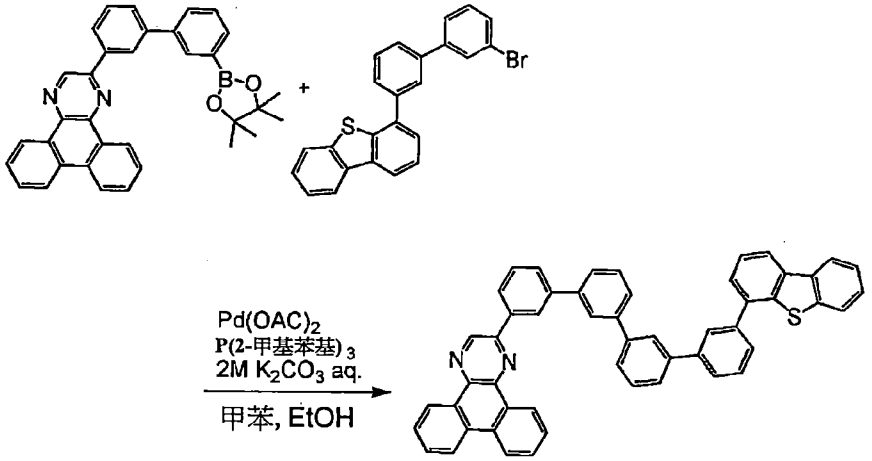
[0657]

〈2-[3'''-(二苯并噻吩-4-基)-3,1':3',1":3",1'''-四聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉(簡稱:2mDBtQPDBq-II)的合成方法〉

將 2.6g(6.3mmol)的 4-(3'-溴-3,1'-聯苯-1-基)二苯并噻吩、3.2g(6.2mmol)的 2-[3'-(2-二苯并[f,h]喹喔啉基(quinoxalinyl))-1,1'-聯苯-3-基]-4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二雜氧戊硼烷(dioxaborolane)、0.10g(0.33mmol)的三(2-甲基苯基)膦、30mL 的甲苯、3mL 的乙醇、10mL 的碳酸鉀水溶液(2mol/L)倒入 100mL 三頸燒瓶中,在對該混合物進行減壓脫氣之後,將燒瓶內氛圍置換為氮氣。然後,將該混合物加熱到 80℃,添加 14mg(60μmol)的醋酸鈀(II),進行攪拌 3 小時。在攪拌之後,藉由吸引過濾收集所析出的固體,使用水和乙醇進行洗滌,使用甲苯進行再結晶,由此以 80%的產率得到 3.6g 的目的物的固體。下述(F-2)示出本步驟的合成方案。

[0658]

[化學式 250]



(F-2)

[0659] 下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法（^{1}H NMR）的分析結果。

[0660] ^{1}H NMR（四氯乙烷-d_2，500MHz）：δ=7.46-7.51（m,2H）、7.59-7.69（m,5H）、7.73-7.91（m,13H）、8.11（d,J=8.0Hz,2H）、8.15（s,1H）、8.19（t,J=8.0Hz，2H）、8.38（d,J=8.0Hz,1H）、8.68-8.70（m,3H）、9.32（d,J=8.0Hz,1H）、9.46（d,J=8.0Hz,1H）、9.50（s,1H）

[0661] 圖 41A 和圖 41B 示出 ^{1}H NMR 譜。圖 41B 是圖 41A 中的 7.4ppm 至 9.6ppm 的範圍的放大圖。根據測量結果確認到得到了目的物 2mDBtQPDBq-II。

[0662] 藉由利用梯度昇華方法對所得到的 3.6g 的固體進行昇華純化。在昇華純化中，在壓力為 3.6Pa 且以 15mL/min 的流速流過氬的條件下，以 395℃加熱固體 17 小時。在純化之後，以 74%的回收率得到 2.6g 的目的物的黃色固體。

[0663]

《2-[3"'-（二苯并噻吩-4-基）-3,1'：3',1"：3",1"'-四聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mDBtQPDBq-II）的物性》

接著，圖 42 和圖 43 分別示出利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法測量的 2mDBtQPDBq-II 的薄膜的吸收光譜和發射光譜。

[0664] 由圖 42 可知，2mDBtQPDBq-II 的薄膜在 253nm、318nm、337nm、367nm 及 383nm 附近呈現吸收峰值，由圖 43 可知，發光波長的峰值呈現在 423nm 附近（激發波長為 383nm）。確認到 2mDBtQPDBq-II 發射藍紫色光。本發明的一個實施方式的化合物可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

[0665] 另外，測量出 2mDBtQPDBq-II 的磷光發光。利用與 2mDBtTPDBq-II 的方法進行測量。圖 44 示出所得到的磷光光譜。由該結果可知，在 2mDBtQPDBq-II 的磷光光譜中最短波長一側的峰值存在於 514nm，並且其是具有高 T1 能階的物質。2mDBtQPDBq-II 的薄膜在大氣下不容易凝集，形態變化小，具有良好的膜品質。

[0666] 另外，利用循環伏安法（CV）測量出氧化還原反應特性。利用與 2mDBtTPDBq-II 相同的測量方法進行測量。其結果是，氧化電位為-6.19eV，還原電位為-2.93eV。當將氧化電位看作 HOMO 能階且將還原電位看作 LUMO 能階時，將 HOMO 能階和 LUMO 能階之間的能

帶間隙估計為 3.26eV。

實施例 7

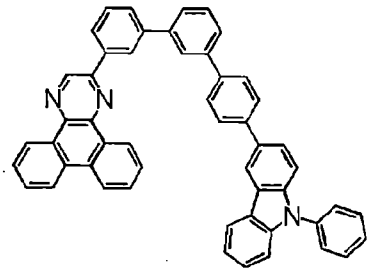
[0667]

《合成例 7》

在本合成例中，說明在實施方式 1 及實施方式 2 中說明的雜環化合物 2-[4"-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）-1,1'：3',1"-三聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mmpPCTPDBq）（結構式（2007））的合成方法。以下示出 2mmpPCTPDBq 的結構式。

[0668]

[0668]
[化學式 251]



(2007)

[0669]

〈（步驟 1）3-（3'-氯-1,1'-聯苯-4-基）-9-苯基-9H-咔唑的合成〉

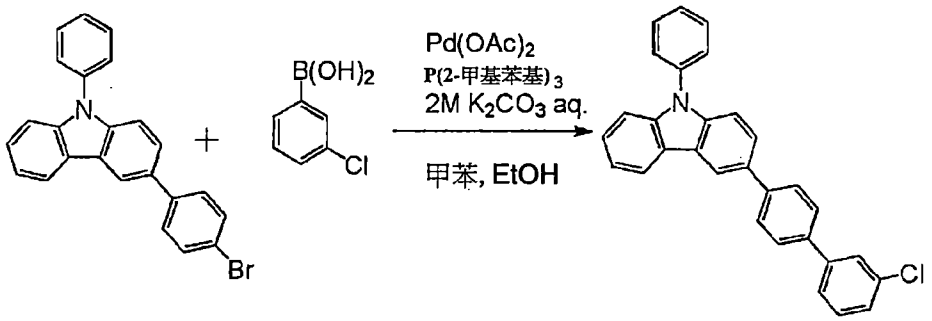
將 4.0g（10mmol）的 3-（4-溴苯基）-9-苯基-9H-咔唑、1.6g（10mmol）的 3-氯苯基硼酸、0.61g（2.0mmol）的三（鄰甲苯基）膦、40mL 的甲苯、10mL 的乙醇以及

15mL 的碳酸鉀水溶液（2.0mol/L）倒入 200mL 三頸燒瓶中，對該混合物進行減壓脫氣，然後將燒瓶內氛圍置換為氮氣。將該混合物加熱到 60℃，添加 87mg（0.40mmol）的醋酸鈀（II）以 80℃對該混合物進行攪拌 12 小時。在攪拌之後，使用水對所得到的混合物的有機層進行洗滌，利用甲苯對水層進行萃取。混合所得到的萃取液和有機層，使用飽和食鹽水進行洗滌，然後添加硫酸鎂。對所得到的混合物進行重力過濾，濃縮所得到的濾液，以 84%的產率得到 3.6g 的目的物的褐色油狀物。下述（H-1）示出本步驟的合成方案。

[0670]

[化學式 252]

(H-1)



[0671] 下面示出所得到的油狀物質的核磁共振光譜法（^{1}H NMR）的分析結果。

^{1}H NMR（氯仿-d,500MHz）：δ=7.30-7.34（m,2H）、7.39（t,J=8.0Hz,1H）、7.43（d,J=3.5Hz,2H）、7.47-7.50（m,2H）、7.54（d,J=7.5Hz,1H）、7.58-7.70（m,8H）、7.80（d,J=8.5Hz,2H）、8.21（d,J=8.0Hz,1H）、8.40

（d,J=2.0Hz,1H）

[0672] 圖 45A 和圖 45B 示出所得到的油狀物質的 ^{1}H NMR 譜。圖 45B 是圖 45A 中的 7.0ppm 至 8.5ppm 的範圍的放大圖。根據測量結果確認到得到了目的物 3-（3'-氯-1,1'-聯苯-4-基）-9-苯基-9H-咔唑。

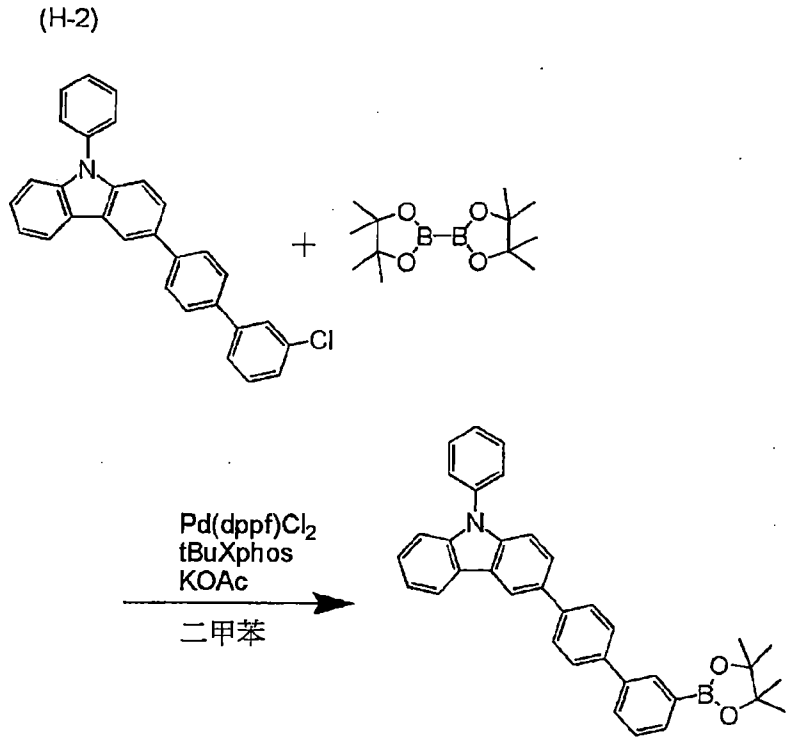
[0673]

〈（步驟 2）3-[3'-（4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二雜氧戊硼烷（dioxaborolane）-2-基）-1,1'-聯苯-4-基]-9-苯基-9H-咔唑的合成〉

將 3.6g（8.4mmol）的 3-（3'-氯-1,1'-聯苯-4-基）-9-苯基-9H-咔唑、2.2g（8.4mmol）的聯硼酸頻那醇酯、2.5g（25mmol）的醋酸鉀、0.28g（0.50mmol）的 2-二-三級丁基膦-2',4',6'-三異丙基-聯苯（tBuxphos）倒入 200mL 三頸燒瓶中，然後將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在對該混合物添加 42mL 的二甲苯之後，對該混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。將該混合物加熱到 80℃，添加 0.16g（0.2mmol）的[1,1'-雙（二苯基膦基）二茂鐵]二氯化鈀（II），然後以 150℃對該混合物進行攪拌 27 小時。在攪拌之後，藉由薄層層析確認到 3-（3'-氯-1,1'-聯苯-4-基）-9-苯基-9H-咔唑消失了，然後將所得到的混合物冷卻到室溫，接著進行步驟 3。下述（H-2）示出本步驟的合成方案。

[0674]

[化學式 253]



[0675]

〈（步驟 3）2-[4”-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）-1,1’：3’,1”-三聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mmpPCTPDBq）的合成〉

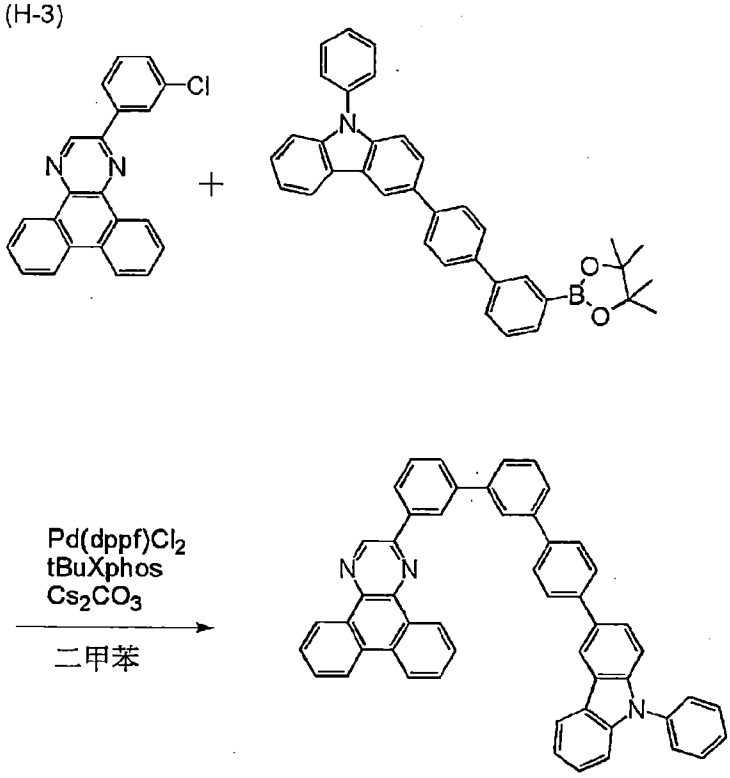
對藉由步驟 2 得到的混合物添加 2.9g（8.4mmol）的 2-（3-氯苯基）二苯并[f,h]喹喔啉、0.55g（1.5mmol）的二（1-金剛烷）-n-丁基膦、4.3g（20mmol）的磷酸三鉀、33mL 的二乙二醇二甲醚，然後對這混合物進行減壓脫氣，將燒瓶內氛圍置換為氮氣。在將所得到的混合物加熱到 80℃之後，添加 0.12g（0.50mmol）的醋酸鈀（II），以 150℃對該混合物進行攪拌 7 小時。在攪拌之後，藉由吸引過濾來收集析出的固體，利用甲苯、水和乙醇進行洗滌，由此得到 2.5g 的目的物的褐色粉末。步驟 2 和步驟 3

的總產率為 42%。下述（H-3）示出本步驟的合成方案。

[0676]

[化學式 254]

(H-3)



[0677] 下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法（^{1}H NMR）的分析結果。

^{1}H NMR（氯仿-d,500MHz）：δ=7.31-7.34（m,1H）、7.44（d,J=4.0Hz,1H）、7.50（d,J=15Hz,2H）、7.60-7.66（m,5H）、7.72-7.87（m,14H）、8.04（s,1H）、8.22（d,J=8.0Hz,1H）、8.36（d,J=8.0Hz,1H）、8.43（d,J=1.5Hz,1H）、8.65（s,1H）、8.67（d,J=7.5Hz,2H）、9.26（dd、J1=8.0Hz,J2=2.0Hz,1H）、9.46（dd、J1=8.0Hz,J2=2.0Hz,1H）、9.48（s,1H）

[0678] 圖 46A 和圖 46B 示出所得到的固體的 ^{1}H

NMR 譜。圖 46B 是圖 46A 中的 7.0ppm 至 9.6ppm 的範圍的放大圖。根據測量結果確認到得到了目的物 2-[4”-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）-1,1’：3’,1”-三聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mmpPCTPDBq）。

[0679] 藉由利用梯度昇華方法對所得到的 2.5g 的固體進行昇華純化。在昇華純化中，在壓力為 3.6Pa 且以 15mL/min 的流速流過氬的條件下，以 375℃加熱固體 15 小時。在昇華純化後，以 87%的回收率得到 2.2g 的淡黃色固體。

[0680]

《2-[4”-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）-1,1’：3’,1”-三聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mmpPCTPDBq）的物性》

圖 47 和圖 48 分別示出 2mmpPCTPDBq 的甲苯溶液的吸收光譜和發射光譜的測量結果。另外，圖 49 和圖 50 分別示出 2mmpPCTPDBq 的薄膜的吸收光譜和發射光譜。藉由真空蒸鍍法在石英基板上形成固體薄膜。與實施例 1 同樣地進行甲苯溶液的吸收光譜的測量。在薄膜的吸收光譜的測量中，使用分光光度計（日立高新技術（Hitachi High-Technologies Corporation）製造的分光光度計 U4100）。另外，與實施例 1 同樣地進行發射光譜的測量。

[0681] 由圖 47 可知，2mmpPCTPDBq 的甲苯溶液在 374nm、354nm 及 302nm 附近呈現吸收峰值，由圖 48 可知，發光波長的峰值呈現在 385nm 及 404nm（激發波長為

355nm）。由圖 49 可知，2mmpPCTPDBq 的薄膜在 380nm、365nm、330nm、303nm、258nm 附近呈現吸收峰值，由圖 50 可知，發光波長的峰值呈現在 459nm 附近（激發波長為 325nm）。確認到 2mmpPCTPDBq 發射藍紫色光。本發明的一個實施方式的化合物可以被用作發光物質的主體材料或者可見區域的螢光發光物質的主體材料。

[0682] 另外，測量出 2mmpPCTPDBq 的磷光發光。利用與實施例 1 相同的方法進行測量。圖 51 示出所得到的磷光光譜。由該結果可知，在 2mmpPCTPDBq 的磷光光譜中最短波長一側的峰值存在於 514nm，並且其是具有高 T1 能階的物質。2mmpPCTPDBq 的薄膜在大氣下不容易凝集，形態變化小，具有良好的膜品質。

[0683] 利用循環伏安法（CV）測量出 2mmpPCTPDBq 的 HOMO 能階及 LUMO 能階。測量方法及算出方法與實施例 1 相同。

[0684] 另外，反復進行 CV 測量 100 次，比較第 100 次測量中的氧化-還原波與第 1 次測量中的氧化-還原波，來調查化合物的電性穩定性。

[0685] 其結果表明：在 2mmpPCTPDBq 的氧化電位 Ea[V]的測量中，HOMO 能階為-5.80eV，而 LUMO 能階為 -2.94eV。另外，根據氧化-還原波的反復測量中的第 1 次測量與第 100 次測量的波形比較，可知在 Ea 測量中保持了 78%的峰強度，在 Ec 測量中保持了 90%的峰強度，2mmpPCTPDBq 的耐氧化及還原性非常高。

實施例 8

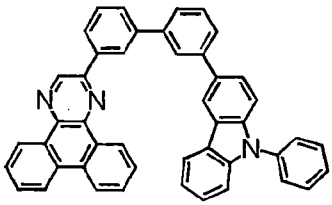
[0686]

《合成例 8》

在本合成例中，說明作為本發明的一個實施方式的雜環化合物的對比物質合成的 2-[3'-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）-1,1'-聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mPCBPDBq）（結構式（2008））的合成方法。以下示出 2mPCBPDBq 的結構式。

[0687]

[化學式 255]



(2008)

[0688]

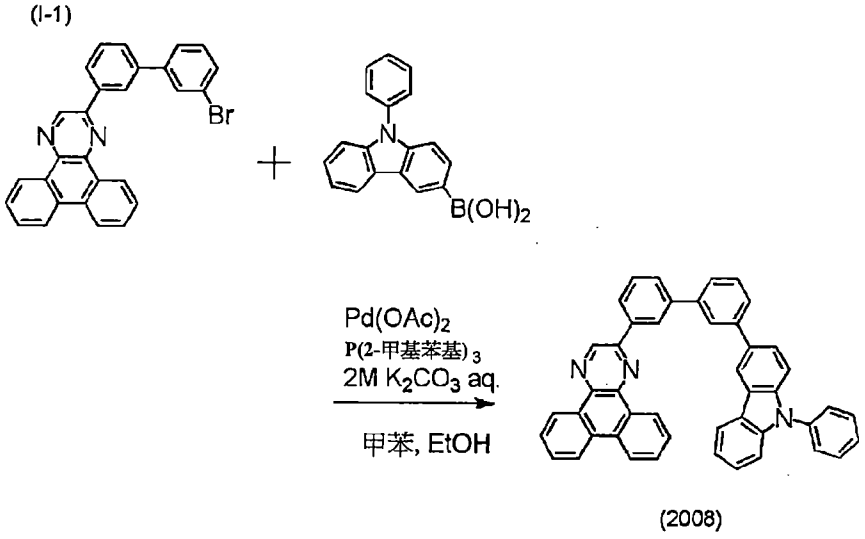
〈2-[3'-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）-1,1'-聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mPCBPDBq）的合成〉

將 4.2g（5mmol）的 2-（3'-溴-1,1'-聯苯-3-基）二苯并[f,h]喹喔啉、1.5g（5mmol）的 9-苯基-9H-咔唑-3-基硼酸、0.16mg（0.50mmol）的三（鄰甲苯基）膦、25mL 的甲苯、5mL 的乙醇以及 7.5mL 的碳酸鉀水溶液（2.0mol/L）倒入 200mL 三頸燒瓶中，對該混合物進行減壓脫氣，然後將燒瓶內氛圍置換為氮氣。將該混合物加熱

到 60℃，添加 52mg（0.23mmol）的醋酸鈀（II），以 90℃對該混合物進行攪拌 32 小時。在攪拌之後，藉由吸引過濾來收集析出的固體，利用水、甲苯和乙醇進行洗滌，由此以 89%的產率得到 2.8g 的目的物的褐色固體。下述（I-1）示出本步驟的合成方案。

[0689]

[化學式 256]



[0690] 下面示出所得到的固體的核磁共振光譜法（^{1}H NMR）的分析結果。

^{1}H NMR（氯仿-d,500MHz）：δ=7.29-7.33（m,1H）、7.42-7.45（m,2H）、7.50（t,J=7.5Hz,1H）、7.52（d,J=9.0Hz,1H）、7.61-7.82（m,8H）、7.88（d,J=8.0Hz,1H）、8.08（s,1H）、8.23（d,J=7.5Hz,1H）、8.36（d,J=7.5Hz,1H）、8.47（s,1H）、8.67（d,J=8.5Hz,2H）、8.67（s,1H）、9.26（d,J=8.5Hz,1H）、9.46（d,J=8.0Hz,1H）、9.49（s,1H）

[0691] 圖 52A 和圖 52B 示出所得到的固體的 ^{1}H NMR 譜。圖 52B 是圖 52A 中的 7.0ppm 至 9.6ppm 的範圍的放大圖。根據測量結果確認到得到了目的物 2-[3'-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）-1,1'-聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mPCBPDBq）。

[0692] 藉由利用梯度昇華方法對所得到的 2.1g 的固體進行昇華純化。在昇華純化中，在壓力為 3.6Pa 且以 15mL/min 的流速流過氬的條件下，以 330℃加熱固體 15 小時。在昇華純化後，以 90%的回收率得到 1.9g 的淡黃色固體。

[0693]

《2-[3'-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）-1,1'-聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mPCBPDBq）的物性》

另外，測量出 2mPCBPDBq 的磷光發光。利用與實施例 1 相同的方法進行測量。雖然不示出所得到的磷光光譜，但是可知在所得到的磷光光譜中在 2mPCBPDBq 的磷光光譜中最短波長一側的峰值存在於 515nm，並且其是具有高 T1 能階的物質。2mPCBPDBq 的薄膜在大氣下不容易凝集，形態變化小，具有良好的膜品質。

[0694] 利用循環伏安法（CV）測量出 2mPCBPDBq 的 HOMO 能階及 LUMO 能階。測量方法及算出方法與實施例 1 相同。

[0695] 另外，反復進行 CV 測量 100 次，比較第 100 次測量中的氧化-還原波與第 1 次測量中的氧化-還原波，

來調查化合物的電性穩定性。

[0696] 其結果表明：在 2mPCBPDBq 的氧化電位 Ea[V]的測量中，HOMO 能階為-5.84eV，而 LUMO 能階為 -2.94eV。另外，根據氧化-還原波的反復測量中的第 1 次測量與第 100 次後測量的波形比較，可知在 Ea 測量中保持了 78%的峰強度，在 Ec 測量中保持了 80%的峰強度，2mPCBPDBq 的耐氧化及還原性非常高。

[0697] 另外，對 2mPCBPDBq 的熱物性進行測量。對 2mPCBPDBq 進行熱重-差熱分析（TG-DTA：Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis）。在測量中，使用高真空差式型差熱天平（由 Bruker AXS 公司製造，TG-DTA 2410SA）。在氮氣流（流量為 200mL/min）和大氣壓下，以 10℃/min 的升溫速率進行測量。另外，使用由 PerkinElmer,Inc.製造的 Pyris 1 DSC 進行差示掃描量熱測量。在差示掃描量熱測量中，連續地進行如下操作兩次：以 40℃/min 的升溫速度從 300℃升溫到 350℃（沒有發生化合物的分解的溫度），然後在相同溫度下保持 1 分鐘，接著，以 40℃/min 的降溫速度降溫到-10℃。

[0698] 根據熱重-差熱分析結果可知，從熱重測量求得的重量成為測量開始時的-5%的溫度（分解溫度）為 500℃以上。另外，可知差示掃描量熱測量的第二次升溫操作中觀察到的玻璃轉移溫度（Tg）為 119℃。

實施例 9

[0699] 在本實施例中，對在實施例 1 至實施例 5、實施例 7 中得到的本發明的雜環化合物進行熱重-差熱分析以及差示掃描量熱測量。測量方法與實施例 8 相同。

[0700] 表 1 示出：在實施例 1 至實施例 5、實施例 7 中得到的本發明的雜環化合物的熱重-差熱分析中的從熱重測量求得的重量成為測量開始時的-5%的溫度（分解溫度）；以及差示掃描量熱測量的第二次升溫操作中觀察到的玻璃轉移溫度（Tg）；結晶化溫度（Tc）；以及熔點（Tm）。

[0701]

[表 1]

		分解溫度 (℃)	Tg (℃)	Tc (℃)	Tm (℃)
2mDBtTPDBq-II	實施例 1	487	116	-	-
2DBtTPDBq	實施例 2	500 以上	121	-	270
2DBtTPDBq-02	實施例 4	500 以上	128	194	312
2DBtTPDBq-03	實施例 3	500 以上	-	-	323
2DBtTPDBq-04	實施例 5	500 以上	122	-	270
2mmpPCTPDBq	實施例 7	500 以上	132	-	-

-：觀察不到

[0702] 根據表 1 可知：本發明的材料具有高於 100℃的高玻璃轉移溫度，並具有良好的熱物性。2mDBtTPDBq-II 只具有間伸苯基，但是 2DBtTPDBq、2DBtTPDBq-02、2DBtTPDBq-03、2DBtTPDBq-04、2mmpPCTPDBq 都具有間伸苯基和對伸苯基。由此可知，在分子量互相相同的化合物中，其骨架包括間伸苯基和對伸苯基的化合物具有較

高的耐熱性。

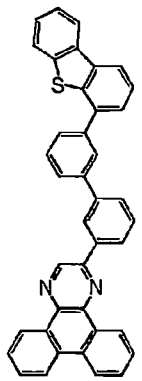
實施例 10

[0703] 在本實施例中，說明本發明的一個實施方式的雜環化合物的熱物性及元件壽命的評價。

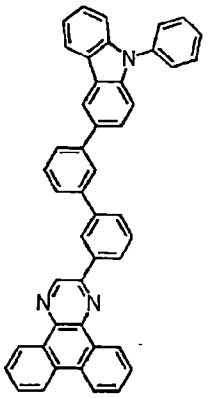
[0704] 熱物性及元件壽命的評價對象是在實施例 1 至實施例 8 中合成的本發明的一個實施方式的雜環化合物、以及用來比較的雜環化合物。用來比較的雜環化合物為如下雜環化合物：與本發明的一個實施方式的雜環化合物相比，二苯并喹喔啉環與二苯并噻吩基或咔唑基之間的伸苯基的個數較少且分子量較小的 2-[3'-（二苯并噻吩-4-基）聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mDBTBPDBq-II）及 2-[3'-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）-1,1'-聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mPCBPDBq）。以下示出 2mDBTBPDBq-II 及 2mPCBPDBq 的結構式。

[0705]

[化學式 257]



2mDBTBPDBq-II



2mPCBPDBq
(2008)

[0706]

〈發光元件 1 至發光元件 7 及對比發光元件 8 的製造〉

為了評價熱物性及元件壽命，製造在 EL 層中包含各雜環化合物的發光元件。對各發光元件的製程進行說明。各發光元件的疊層結構為圖 1A 所示的結構。

[0707] 首先，作為第一電極 101，在基板上形成厚度為 110nm 的 ITSO 膜。第一電極 101 的電極面積為 $4mm^2$（2mm×2mm）。

[0708] 接著，在第一電極 101 上形成 EL 層 103。作為電洞注入層 111，以 1,3,5-三（二苯并噻吩-4-基）苯（簡稱：DBT3P-II）與氧化鉬的重量比（DBT3P-II:氧化鉬）為 2:1 的方式共蒸鍍以形成厚度為 20nm 的電洞注入層 111。注意，共蒸鍍是指使多個不同的物質分別從不同的蒸發源同時蒸發的蒸鍍法。另外，作為電洞傳輸層 112，以厚度為 20nm 的方式蒸鍍 4-苯基-4'-（9-苯基茀-9-基）三苯胺（簡稱：BPAFLP）。

[0709] 接著，形成發光層 113。以雜環化合物、N-（1,1'-聯苯-4-基）-9,9-二甲基-N-[4-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）苯基]-9H-茀-2-胺（簡稱：PCBBiF）及（乙醯丙酮根）雙（6-三級丁基-4-苯基嘧啶根）銥（III）（簡稱：$[Ir(tBuppm)_2(acac)]$）的重量比（雜環化合物：PCBBiF:$[Ir(tBuppm)_2(acac)]$）為 0.7:0.3:0.05 且厚度為 20nm 的方式共蒸鍍。並且，在其上，以重量比（雜環化合物：PCBBiF：$[Ir(tBuppm)_2(acac)]$）為 0.8:0.2:0.05 的方式且厚

度為 20nm 共蒸鍍。如此，製造總厚度為 40nm 的發光層 113。在發光層 113 中，上述雜環化合物及 PCBBiF 為主體材料，[Ir(tBuppm)$_2$(acac)]為客體材料。

[0710] 另外，作為電子傳輸層 114，在發光層 113 上依次以厚度分別為 20nm 及 10nm 的方式蒸鍍上述雜環化合物及 BPhen。接著，作為電子注入層 115，以厚度為 1nm 的方式蒸鍍氟化鋰（LiF）。

[0711] 另外，作為電極 102，形成厚度為 200nm 的鋁（Al）。

[0712] 接著，在氮氛圍的手套箱中使用有機 EL 用密封劑將密封基板固定於形成有 EL 層 103 的基板上，由此密封發光元件。明確而言，將密封劑塗佈於形成在基板上的 EL 層 103 的周圍，貼合該基板和密封基板，以 6J/cm^2 照射波長為 365nm 的紫外光，並且以 80℃進行 1 小時的加熱處理。藉由上述製程得到發光元件。

[0713]

〈發光元件 9 及對比發光元件 10 的製造〉

發光元件 9 及對比發光元件 10 的與上述發光元件 1 至發光元件 7、對比發光元件 8 之間的不同之處在於發光層 113 的形成製程，其他部分的製造方法與發光元件 1 至發光元件 7、對比發光元件 8 相同。

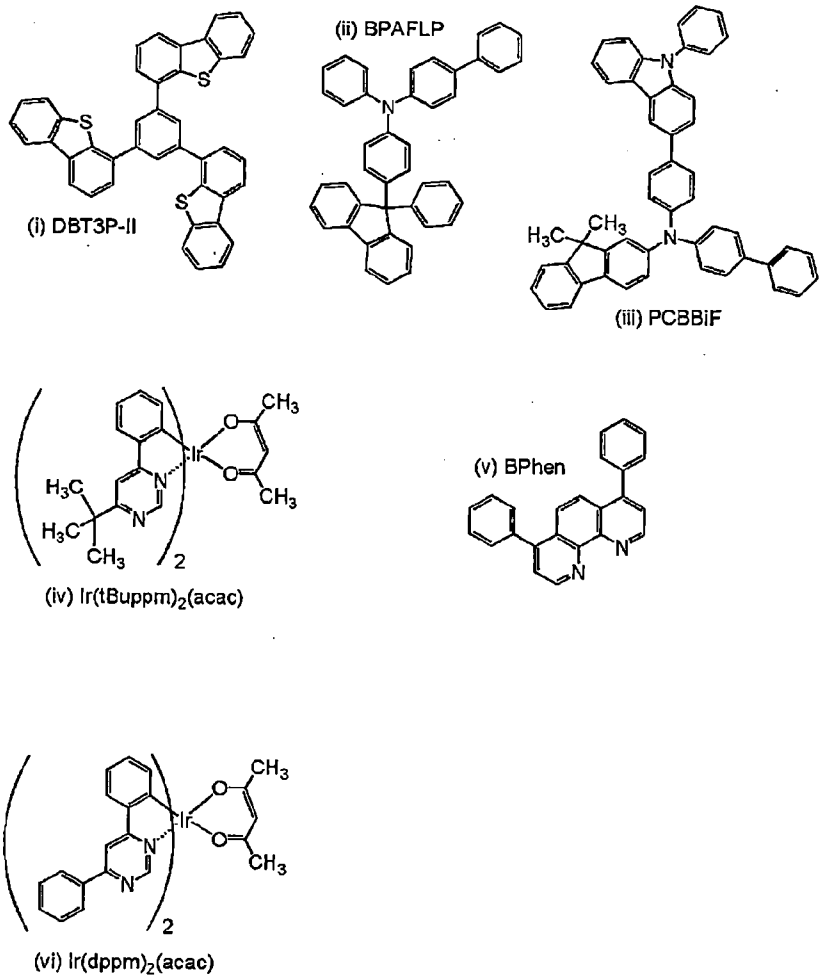
[0714] 作為發光元件 9 及對比發光元件 10 的發光層 113，以雜環化合物、PCBBiF 及雙[2-（6-苯基-4-嘧啶基-κN3）苯基-κC]（2,4-戊二酮根-κ^{2}O,O'）銥（III）（簡

稱：$Ir(dppm)_2(acac)$）的重量比（雜環化合物：PCBBiF：[$Ir(dppm)_2(acac)$]）為 0.7：0.3：0.05 且厚度為 20nm 的方式共蒸鍍。在其上以重量比（雜環化合物：PCBBiF：[$Ir(dppm)_2(acac)$]）為 0.8：0.2：0.05 且厚度為 20nm 的方式共蒸鍍。如此，製造總厚度為 40nm 的發光層 113。在發光層 113 中，上述雜環化合物及 PCBBiF 為主體材料，$Ir(dppm)_2(acac)$為客體材料。

[0715] 以下，示出發光元件的 EL 層所包含的材料中的本發明的一個實施方式的雜環化合物以外的材料的結構。

[0716]

[化學式 258]



[0717] 在發光元件 1 中，發光層 113 及電子傳輸層 114 的雜環化合物使用在實施例 1 中說明的 2-[3”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：3’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mDBtTPDBq-II）的發光元件。

[0718] 在發光元件 2 中，發光層 113 及電子傳輸層 114 的雜環化合物使用在實施例 2 中說明的 2-[3”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：4’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq）的發光元件。

[0719] 在發光元件 3 中，發光層 113 及電子傳輸層

114 的雜環化合物使用在實施例 3 中說明的 2-[4”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：4’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq-03）的發光元件。

[0720] 在發光元件 4 中，發光層 113 及電子傳輸層 114 的雜環化合物使用在實施例 4 中說明的 2-[4”-（二苯并噻吩-4-基）-4,1’：3’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq-02）的發光元件。

[0721] 在發光元件 5 中，發光層 113 及電子傳輸層 114 的雜環化合物使用在實施例 5 中說明的 2-[4”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：3’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2DBtTPDBq-04）的發光元件。

[0722] 在發光元件 6 中，發光層 113 及電子傳輸層 114 的雜環化合物使用在實施例 6 中說明的 2-[3”’-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：3’,1”：3”,1”’-四聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mDBtQPDBq-II）的發光元件。

[0723] 在發光元件 7 及發光元件 9 中，發光層 113 及電子傳輸層 114 的雜環化合物使用在實施例 7 中說明的 2-[4”-（9-苯基-9H-咔唑-3-基）-1,1’：3’,1”-三聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mmpPCTPDBq）的發光元件。

[0724] 在對比發光元件 8 中，發光層 113 及電子傳輸層 114 的雜環化合物使用 2-[3’-（二苯并噻吩-4-基）聯苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mDBTBPDBq-II）的發光元件。

[0725] 在對比發光元件 10 中，發光層 113 及電子傳輸層 114 的雜環化合物使用在實施例 9 中說明的 2-[3'''-（二苯并噻吩-4-基）-3,1'：3',1''：3'',1'''-四聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉（簡稱：2mDBtQPDBq-II）的發光元件。

[0726] 表 2 及表 3 示出本實施例所記載的元件的結構。

[0727]

[表 2]

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層	電子傳輸層		電子注入層	第二電極
發光元件1	ITO (110nm)	DBT3P-Ⅱ :MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	*	2mDBtTPDBq-II (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
發光元件2	ITO (110nm)	DBT3P-Ⅱ :MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	**	2DBtTPDBq (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
發光元件3	ITO (110nm)	DBT3P-Ⅱ :MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	***	2DBtTPDBq-03 (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
發光元件4	ITO (110nm)	DBT3P-Ⅱ :MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	****	2DBtTPDBq-02 (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
發光元件5	ITO (110nm)	DBT3P-Ⅱ :MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	*****	2DBtTPDBq-04 (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
發光元件6	ITO (110nm)	DBT3P-Ⅱ :MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	******	2mDBtQPDBq-II (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
發光元件7	ITO (110nm)	DBT3P-Ⅱ :MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	*******	2mmpPCTPDBq 20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
對比發光元件8	ITO (110nm)	DBT3P-Ⅱ :MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	********	2mDBTBPDBq-II (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

*2mDBtTPDBq-II:PCBBiF:[Ir(tBuppm)$_2$(acac)] (0.7:0.3:0.05 20nm\0.8:0.2:0.05 20nm)

**2DBtTPDBq:PCBBiF:[Ir(tBuppm)$_2$(acac)] (0.7:0.3:0.05 20nm\0.8:0.2:0.05 20nm)

***2DBtTPDBq-03:PCBBiF:[Ir(tBuppm)$_2$(acac)] (0.7:0.3:0.05 20nm\0.8:0.2:0.05 20nm)

****2DBtTPDBq-02:PCBBiF:[Ir(tBuppm)$_2$(acac)] (0.7:0.3:0.05 20nm\0.8:0.2:0.05 20nm)

*****2DBtTPDBq-04:PCBBiF:[Ir(tBuppm)$_2$(acac)] (0.7:0.3:0.05 20nm\0.8:0.2:0.05 20nm)

******2mDBtQPDBq-II:PCBBiF:[Ir(tBuppm)$_2$(acac)] (0.7:0.3:0.05 20nm\0.8:0.2:0.05 20nm)

*******2mmpPCTPDBq:PCBBiF:[Ir(tBuppm)$_2$(acac)] (0.7:0.3:0.05 20nm\0.8:0.2:0.05 20nm)

********2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(tBuppm)$_2$(acac)] (0.7:0.3:0.05 20nm\0.8:0.2:0.05 20nm)

[0728]

[表 3]

	第一電極	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層	電子傳輸層		電子注入層	第二電極
發光元件 9	ITO (110nm)	DBT3P-Ⅱ :MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	***** ****	2mmpPCTPDBq (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
對比發光元件 10	ITO (110nm)	DBT3P-Ⅱ :MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	***** *****	2mPCBPDBq (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

***** **** 2mmpPCTPDBq:PCBBiF:Ir(dppm)$_2$(acac) (0.7:0.3:0.05 20nm＼0.8:0.2:0.05 20nm)

***** ***** 2mPCBPDBq:PCBBiF:Ir(dppm)$_2$(acac) (0.7:0.3:0.05 20nm＼0.8:0.2:0.05 20nm)

[0729]

〈發光元件 1 至發光元件 7、對比發光元件 8 的元件特性〉

表 4 示出發光元件 1 至發光元件 7、對比發光元件 8 的元件特性。根據表 4 可知，發光元件 1 至發光元件 7、對比發光元件 8 都具有良好的元件特性。

[0730]

[表 4]

	電壓 (V)	電流密度 (mA/cm^2)	色度(x,y)	亮度 (cd/m^2)	電流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子效率(%)
發光元件 1	2.8	0.80	(0.41,0.58)	900	115	130	30
發光元件 2	2.8	1.01	(0.43,0.56)	1100	109	123	29
發光元件 3	2.8	0.84	(0.42,0.57)	900	108	121	29
發光元件 4	2.7	1.08	(0.42,0.57)	1100	103	120	27
發光元件 5	2.8	1.00	(0.41,0.58)	1100	111	124	29
發光元件 6	3.0	1.11	(0.43,0.56)	1100	101	106	27
發光元件 7	2.8	0.70	(0.40,0.59)	800	114	128	30
對比發光元件 8	2.8	0.88	(0.41,0.58)	1000	112	126	29

[0731] 圖 53 示出發光元件 1 至發光元件 6、對比發光元件 8 的初始亮度為 5000cd/m^2 下的定電流驅動測試的結果。如圖 53 所示，發光元件 1 至發光元件 6、對比發光元件 8 都具有高可靠性。但是，發光元件 3、發光元件 4 的劣化曲線的傾斜度較高。被用作發光元件 3 的主體材料的 2DBtTPDBq-03、被用作發光元件 4 的主體材料的 2DBtTPDBq-02 在其分子結構中作為伸芳基具有一個間伸苯基以及兩個對伸苯基。另一方面，在具有非常高的可靠性的發光元件 1、發光元件 2 及發光元件 5 中，分別將 2mDBtTPDBq-II、2DBtTPDBq、2DBtTPDBq-04 用於發光層。這三個材料在其分子結構中具有一個對伸苯基或沒有對伸芳基。因此，為了實現高可靠性及高耐熱性，較佳為在分子結構中具有一個對伸苯基以及兩個間伸苯基。當採用從二苯并[f,h]喹喔啉骨架一側兩個間伸苯基連續而成的間聯苯-二基的結構時，可以得到更高的可靠性，而可以提供其可靠性比對比發光元件 8 高的元件，所以是較佳的。另外，當採用從二苯并[f,h]喹喔啉骨架一側兩個間伸苯基連續而成的間聯苯-二基的結構時，從二苯并[f,h]喹喔啉骨架一側數第三個伸苯基在對位鍵合，由此可以實現高耐熱性，所以是更佳的。

[0732]

〈發光元件 9 及對比發光元件 10 的元件特性〉

表 5 示出發光元件 9、對比發光元件 10 的元件特性。根據表 5 可知，發光元件 9 和對比發光元件 10 都具

有良好的元件特性。

[0733]

[表.5]

	電壓 (V)	電流密度 (mA/cm^2)	色度(x,y)	亮度 (cd/m^2)	電流效率(cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子效率 (%)
發光元件 9	3.1	1.50	(0.55,0.44)	1100	76	77	29
對比發光元件 10	3	1.34	(0.55,0.44)	1100	79	83	31

[0734] 圖 54 示出發光元件 9、對比發光元件 10 的 2mA 下的定電流驅動測試的結果。根據圖 54 可知，發光元件 9 及對比發光元件 10 都具有 LT_{50} 超過 1000 小時的高可靠性。在此，發光元件 9 的劣化曲線的傾斜度比對比發光元件 10 小，其結果是，發光元件 9 具有比對比發光元件 10 高的可靠性。因此，如上所述，為了得到高可靠性，作為連接二苯并[f,h]喹喔啉骨架和咔唑基的二價基，三個伸芳基連續的三聯苯-二基的分子結構是比兩個伸苯基連續的聯苯-二基較佳的。

[0735]

〈耐熱性評價〉

對所製造的各發光元件進行熱物性評價的測試。反復進行如下測量：首先，在 100℃環境下指定的時間放置各發光元件，從該環境取出各元件，將該元件冷卻到室溫並進行外部量子效率的測量，在測量之後，再次將發光元件放置在 100℃環境下，保持指定的時間，然後，從該環境

取出各元件並進行測量。

[0736] 圖 55 示出測量結果。圖式中的橫軸表示放置在 100℃環境下的累計保存時間（h）。圖式中的縱軸表示以開始熱物性評價時的外部量子效率的最大為 100%時的外部量子效率的保持率（%）。各發光元件的初始外部量子效率幾乎相同，亦即即 28%左右。

[0737] 如圖 55 所示，直到保存時間經過 5 小時為止對比發光元件 8 可以保持初始外部量子效率，而後外部量子效率急劇劣化，在 25 小時後，下降到 0%。另一方面，直到保存時間經過 25 小時為止發光元件 1 可以保持初始外部量子效率，其熱物性比對比發光元件 8 高。並且，發光元件 2 及發光元件 5 在經過 50 小時以後也可以幾乎保持初始外部量子效率，因此可以評價為發光元件 2 及發光元件 5 具有良好的熱物性。而且，發光元件 3 及 4 在經過 1000 小時以後也其保持率為 85%以上，因此可以評價為發光元件 3 及發光元件 4 具有非常良好的熱物性。被用作發光元件 3 的主體材料的 2DBtTPDBq-03、被用作發光元件 4 的主體材料的 2DBtTPDBq-02 在其分子結構中作為伸芳基具有兩個間伸苯基以及一個對伸苯基。當具有這種結構時，有耐熱性高的趨勢。可認為：在是在其分子結構中具有亞三聯苯結構（三個以上的伸苯基連續地鍵合的結構），具體的是具有作為伸芳基具有兩個間伸苯基以及一個對伸苯基的結構的情況下，分子整體的平面性變高且 Tg 也會變高。就是說，可以認為平面性更高的分子結構

對耐熱性的提高來說是較佳的。

[0738] 在本發明的一個實施方式的雜環化合物中，中央的伸苯基為三個以上，其分子量比用於對比發光元件8的雜環化合物大。因此，使用本發明的一個實施方式的雜環化合物的發光元件具有良好的熱物性。

[0739] 另外，一般而言，有使用分子量較大的化合物的發光層的外部量子效率因折射率的增大而下降的趨勢。但是，發光元件1至發光元件5、對比發光元件8的初始外部量子效率幾乎相同。因此，可以確認到：在將本發明的一個實施方式的雜環化合物用於發光層時，可以實現具有良好的熱物性的發光元件而不降低發光元件的外部量子效率。

【符號說明】

[0740]

101：第一電極

102：第二電極

103：EL層

111：電洞注入層

112：電洞傳輸層

113：發光層

114：電子傳輸層

115：電子注入層

501：第一電極

502：第二電極

511：第一發光單元

512：第二發光單元

513：電荷產生層

601：驅動電路部（源極一側驅動電路）

602：像素部

603：驅動電路部（閘極一側驅動電路）

604：密封基板

605：密封劑

607：空間

608：引導佈線

609：FPC（軟性印刷電路板）

610：元件基板

611：開關用 TFT

612：電流控制用 TFT

613：第一電極

614：絕緣物

616：EL 層

617：第二電極

618：發光元件

623：n 通道型 TFT

624：p 通道型 TFT

901：外殼

902：液晶層

903：背光源

904：外殼

905：驅動器 IC

906：端子

951：基板

952：電極

953：絕緣層

954：分隔壁層

955：EL 層

956：電極

1001：基板

1002：基底絕緣膜

1003：閘極絕緣膜

1006：閘極電極

1007：閘極電極

1008：閘極電極

1020：層間絕緣膜

1021：層間絕緣膜

1022：電極

1024：電極

1025：分隔壁

1028：EL 層

1029：電極

1030：黑色層

1031：密封基板

1032：密封劑

1037：層間絕緣膜

1040：像素部

1041：驅動電路部

1042：周邊部

2001：外殼

2002：光源

3001：照明設備

3002：顯示裝置

5000：顯示區域

5001：顯示區域

5002：顯示區域

5003：顯示區域

5004：顯示區域

5005：顯示區域

7101：外殼

7103：顯示部

7105：支架

7107：顯示部

7109：操作鍵

7110：遙控器

7201：主體

7202：外殼

7203：顯示部

7204：鍵盤

7205：外部連接埠

7206：指向裝置

7301：外殼

7302：外殼

7303：連結部

7304：顯示部

7305：顯示部

7306：揚聲器部

7307：儲存媒體插入部

7308：LED 燈

7309：操作鍵

7310：連接端子

7311：感測器

7401：外殼

7402：顯示部

7403：操作按鈕

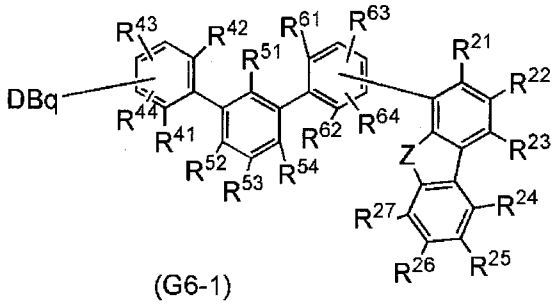
7404：外部連接埠

7405：揚聲器

7406：麥克風

申請專利範圍

1. 一種以通式（G6-1）表示的雜環化合物，



(G6-1)

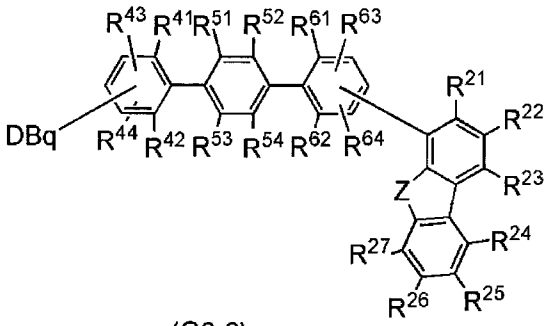
，

其中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基，

Z 表示氧或硫，

並且 R^{21} 至 R^{27}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

2. 一種以通式（G6-2）表示的雜環化合物，



(G6-2)

，

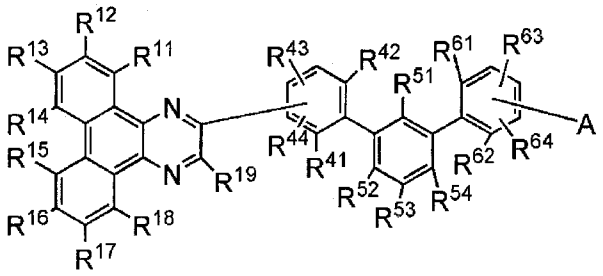
其中，DBq 表示取代或未取代的二苯并[f,h]喹喔啉基，

Z 表示氧或硫，

並且 R^{21} 至 R^{27}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分

別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

3. 一種以通式（G7-1）表示的雜環化合物，

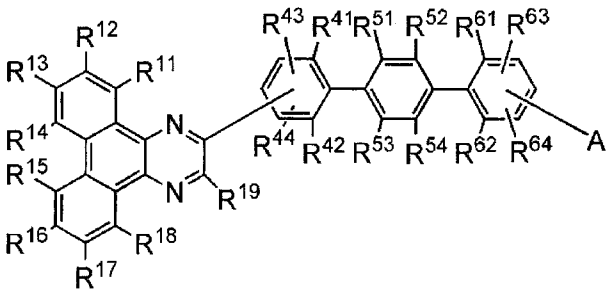


(G7-1)，

其中，A 表示取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并呋喃基和取代或未取代的咔唑基中的任一個，

並且 R^{11} 至 R^{19}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

4. 一種以通式（G7-2）表示的雜環化合物，



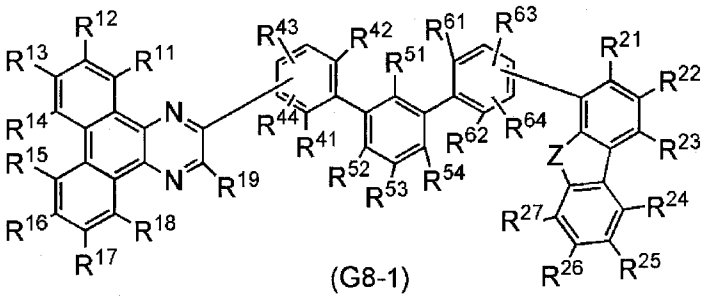
(G7-2)，

其中，A 表示取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并呋喃基和取代或未取代的咔唑基中的任一個，

並且 R^{11} 至 R^{19}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分

別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

5. 一種以通式（G8-1）表示的雜環化合物，



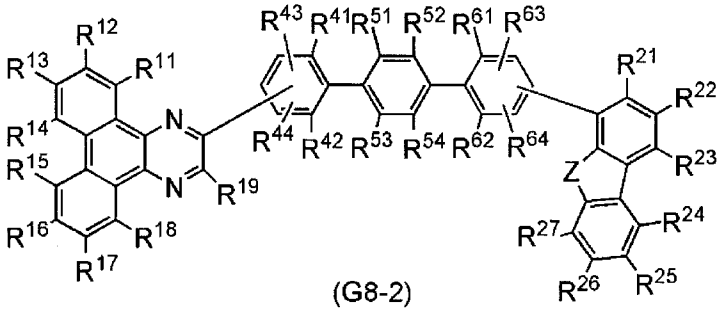
(G8-1)

，

其中，Z 表示氧或硫，

並且 R^{11} 至 R^{19}、R^{21} 至 R^{27}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

6. 一種以通式（G8-2）表示的雜環化合物，



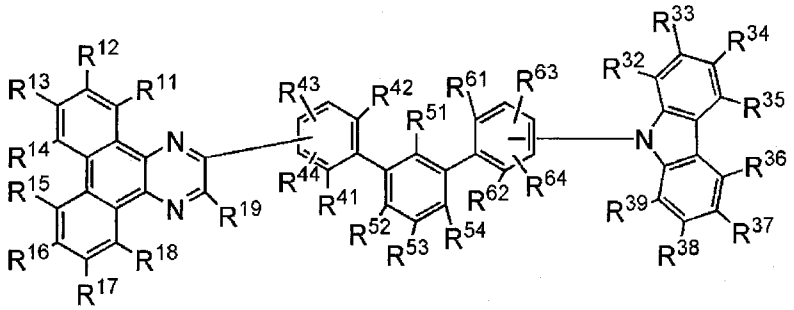
(G8-2)

，

其中，Z 表示氧或硫，

並且 R^{11} 至 R^{19}、R^{21} 至 R^{27}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

7. 一種以通式（G8-3）表示的雜環化合物，

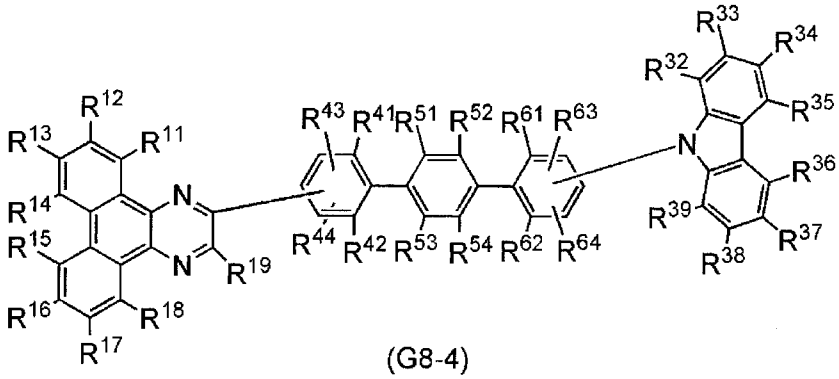


(G8-3)

,

其中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

8. 一種以通式（G8-4）表示的雜環化合物，

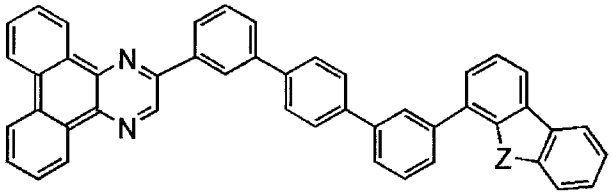


(G8-4)

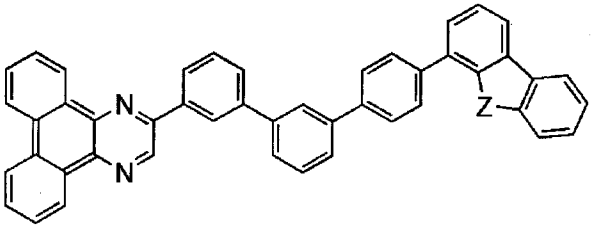
,

其中，R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54}、R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

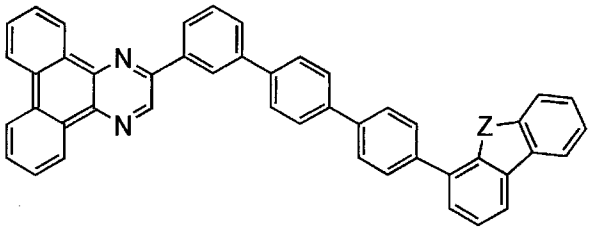
9. 一種以通式（G9-1）、通式（G9-2）、通式（G9-3）、通式（G9-4）、通式（G9-5）中的任一個表示的雜環化合物，



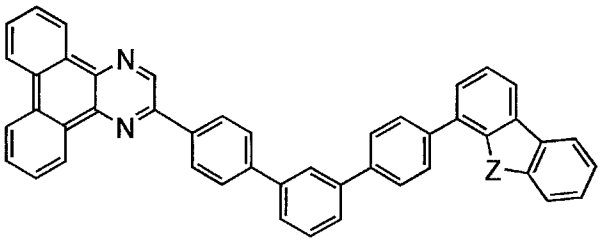
(G9-1)



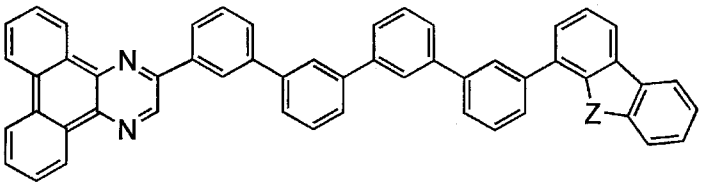
(G9-2)



(G9-3)



(G9-4)



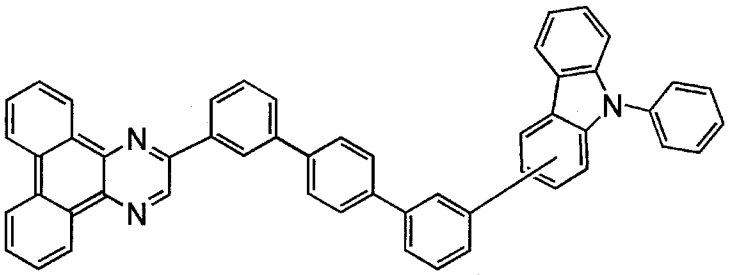
(G9-5)

,

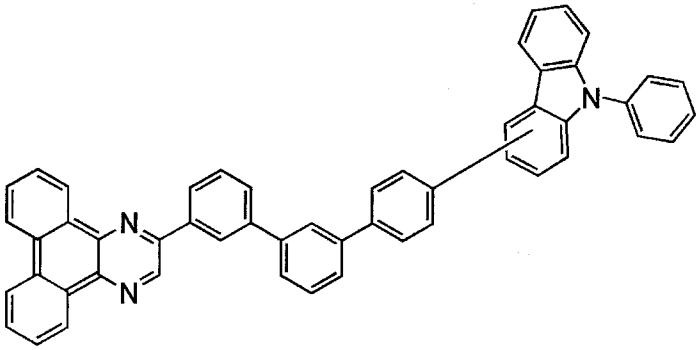
其中，Z 表示氧或硫。

10. 一種以通式（G10-1）、通式（G10-2）、通式

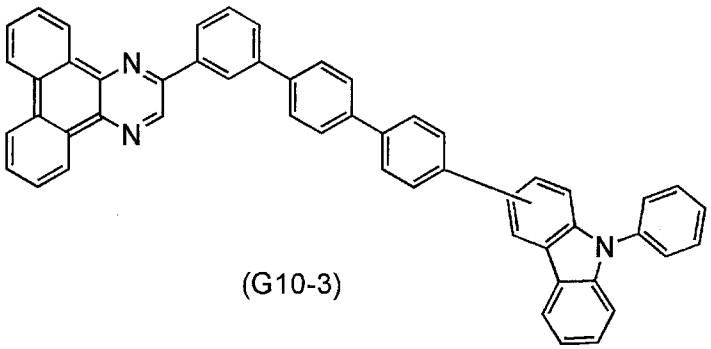
（G10-3）、通式（G10-4）和通式（G10-5）中的任一個表示的雜環化合物，



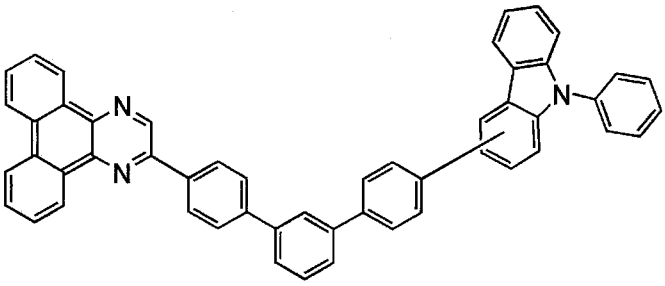
(G10-1)



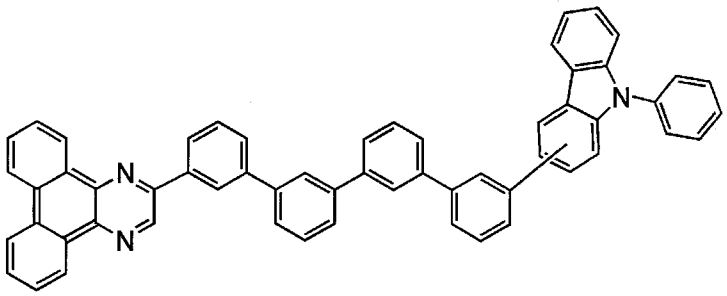
(G10-2)



(G10-3)



(G10-4)



(G10-5)

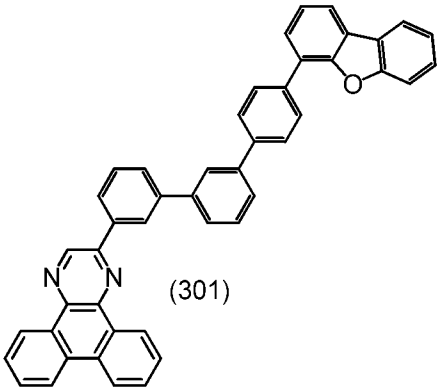
。

11. 一種發光元件，包括：

陽極和陰極；以及

在該陽極和陰極之間的層，其包括申請專利範圍第 1 或 2 項之化合物。

12. 根據申請專利範圍第 5 項之雜環化合物，其中以結構式(301)表示該雜環化合物：



(301)

。

13. 根據申請專利範圍第 5 項之雜環化合物，

其中 Z 表示硫，且

該雜環化合物為取代或未取代的 2-[4”-（二苯并噻吩-4-基）-3,1’：3’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉。

14. 一種發光裝置，包括：

發光部；以及

基板，

其中，該發光部包括含有申請專利範圍第 13 項之雜

環化合物的發光元件。

15. 一種電子裝置，包括：

顯示部；以及

天線、電池、外殼、揚聲器、麥克風或操作鍵，

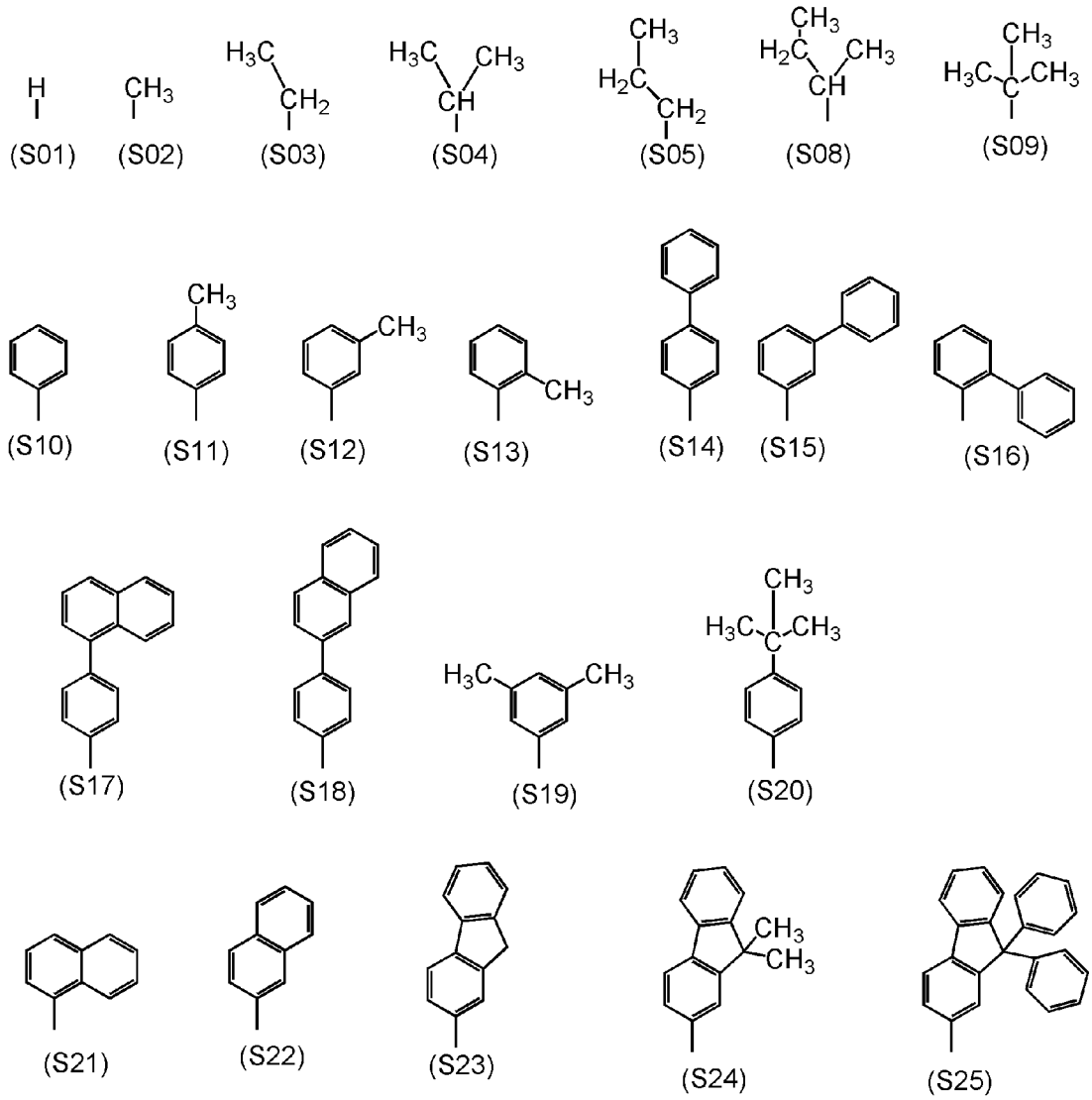
其中，該顯示部包括申請專利範圍第 14 項之發光裝置。

16. 一種照明裝置，包括：

申請專利範圍第 14 項之發光裝置；以及

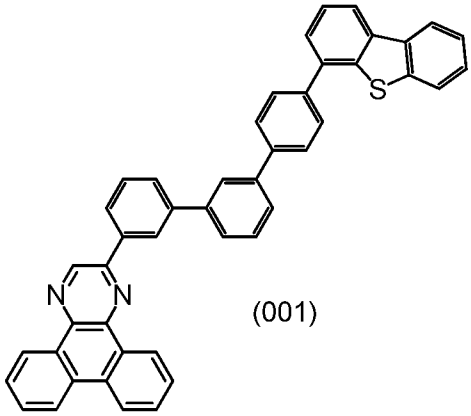
外殼、連接端子或保護罩。

17. 根據申請專利範圍第 5 或 13 項之雜環化合物，其中 R^{11} 至 R^{19}、R^{21} 至 R^{27}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地以通式（S01）至（S05）和（S08）至（S25）中的任一個表示：



。

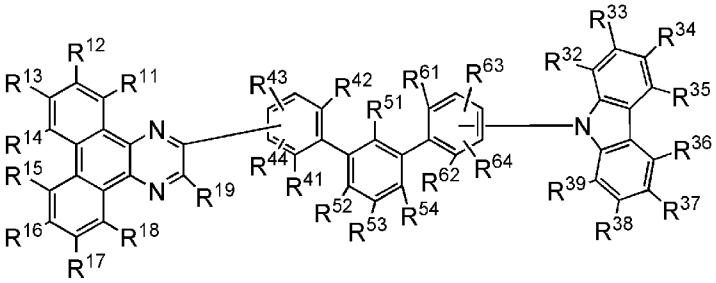
18. 根據申請專利範圍第 13 項之雜環化合物，其中該雜環化合物係以結構式(001)表示：



(001)

。

19. 一種以通式(G8-3)表示的雜環化合物，



(G8-3)

，

其中該雜環化合物為取代或未取代的 2-[4”-（9H-咔唑-9-基）-3,1’：3’,1”-三聯苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉，且

R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地表示氫、碳原子數為 1 至 4 的烷基或碳原子數為 6 至 13 的取代或未取代的芳基。

20. 一種發光裝置，包括：

發光部；以及

基板，

其中，該發光部包括含有申請專利範圍第 1 至 10 及 19 項中任一項之雜環化合物的發光元件。

21. 一種電子裝置，包括：

顯示部；以及

天線、電池、外殼、揚聲器、麥克風或操作鍵，

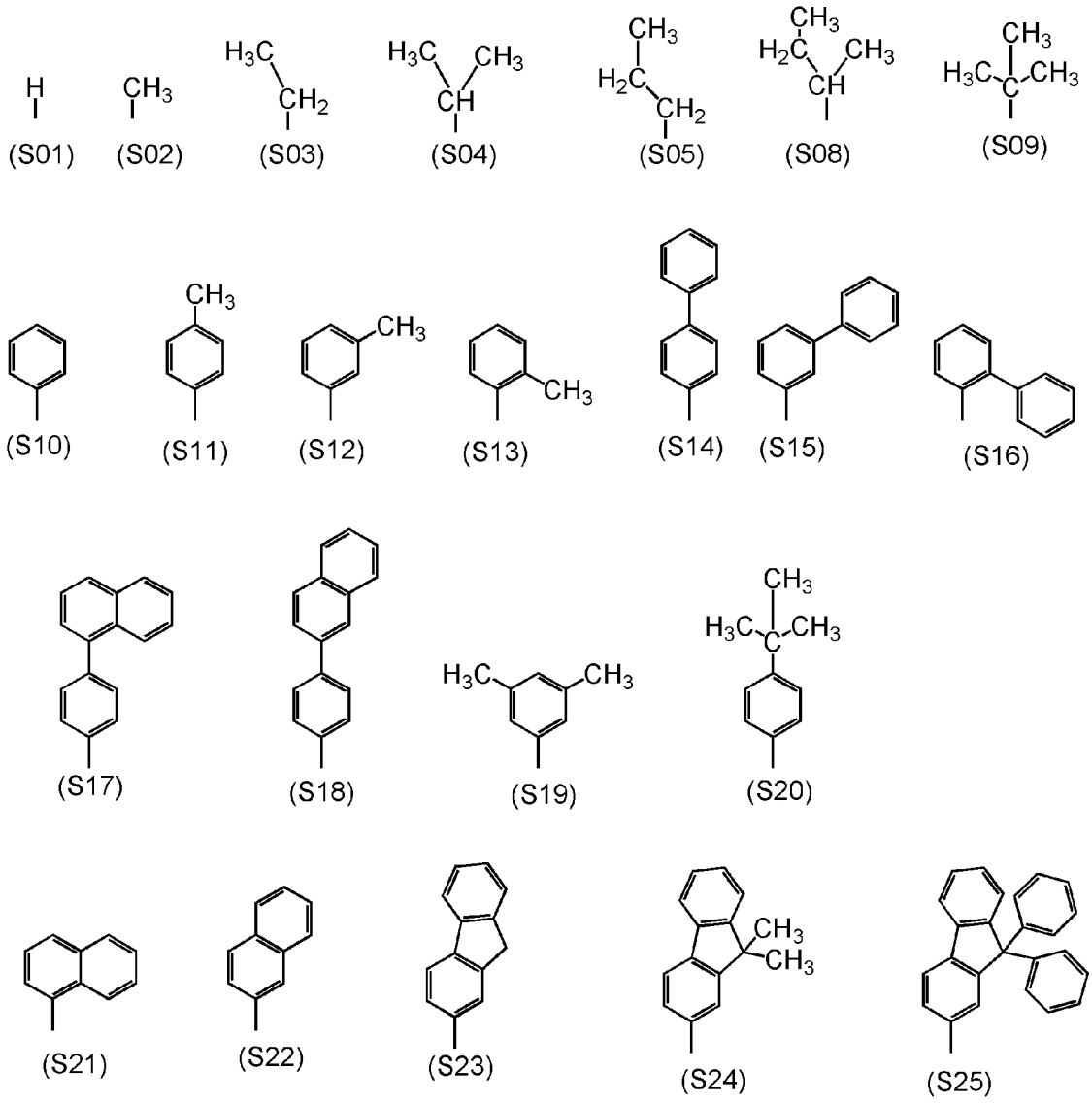
其中，該顯示部包括申請專利範圍第 20 項之發光裝置。

22. 一種照明裝置，包括：

申請專利範圍第 20 項之發光裝置；以及

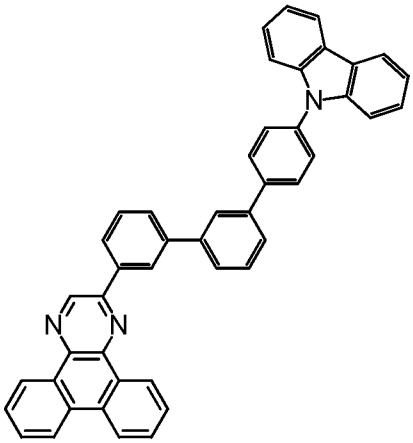
外殼、連接端子或保護罩。

23. 根據申請專利範圍第 19 項之雜環化合物，其中 R^{11} 至 R^{19}、R^{32} 至 R^{39}、R^{41} 至 R^{44}、R^{51} 至 R^{54} 及 R^{61} 至 R^{64} 分別獨立地以通式（S01）至（S05）和（S08）至（S25）中的任一個表示：



。

24. 根據申請專利範圍第 19 項之雜環化合物，其中該雜環化合物係以結構式(600)表示：



(600)。

圖式

圖 1A

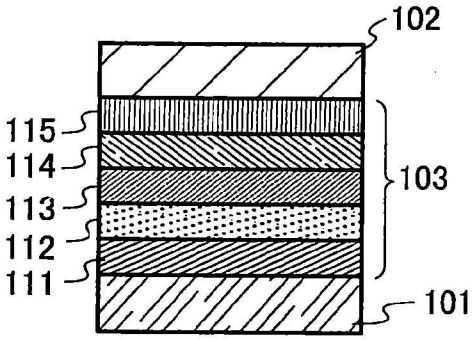
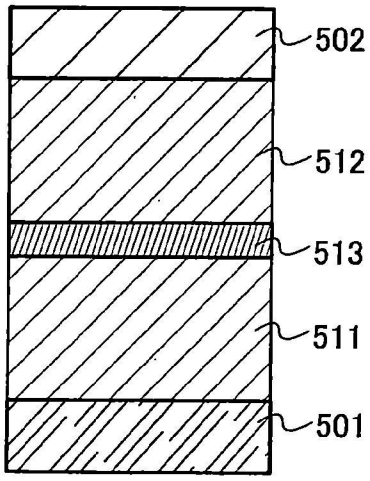


圖 1B



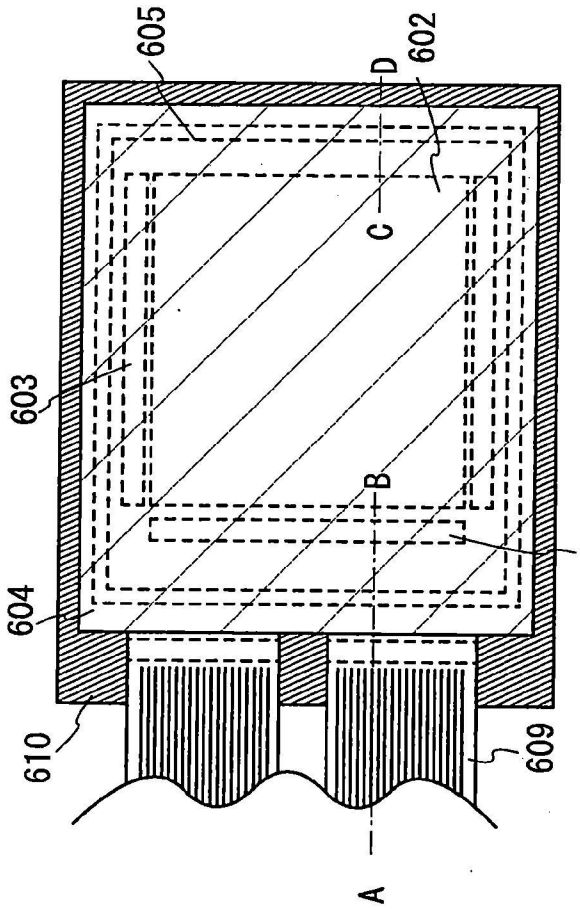

605
602
D
C
603
B
601
604
610
609
A

圖 2A

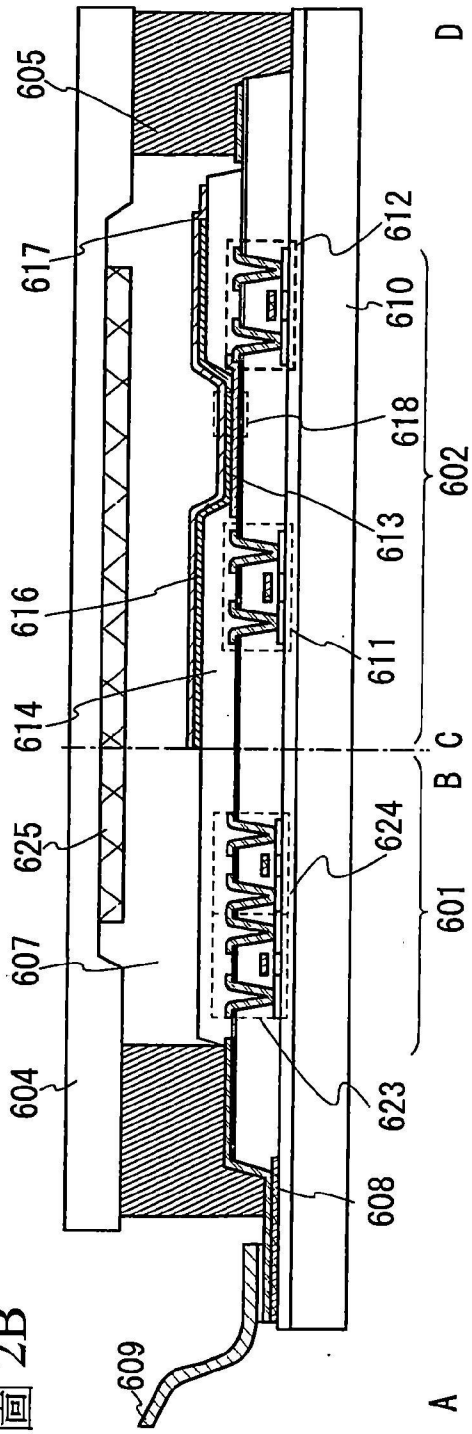

605
617
612
610
618
602
613
616
611
614
C
B
625
624
601
607
604
623
608
609
D
A

圖 2B

圖 3A

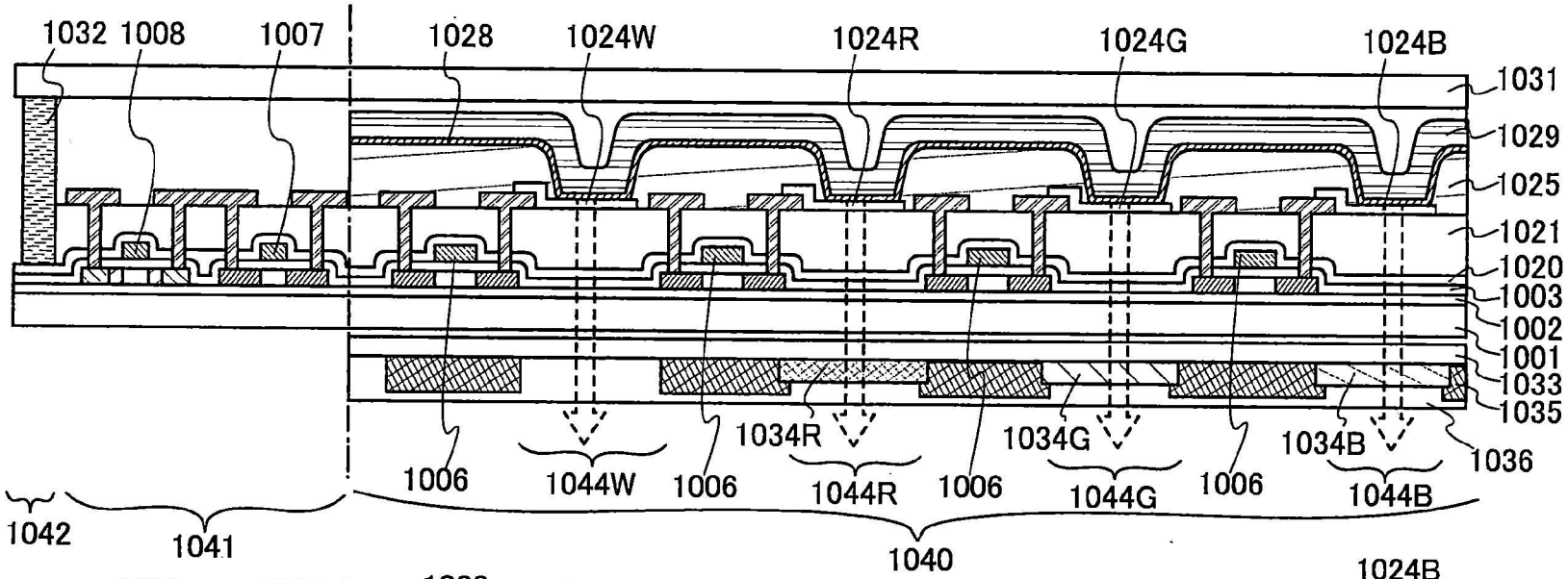
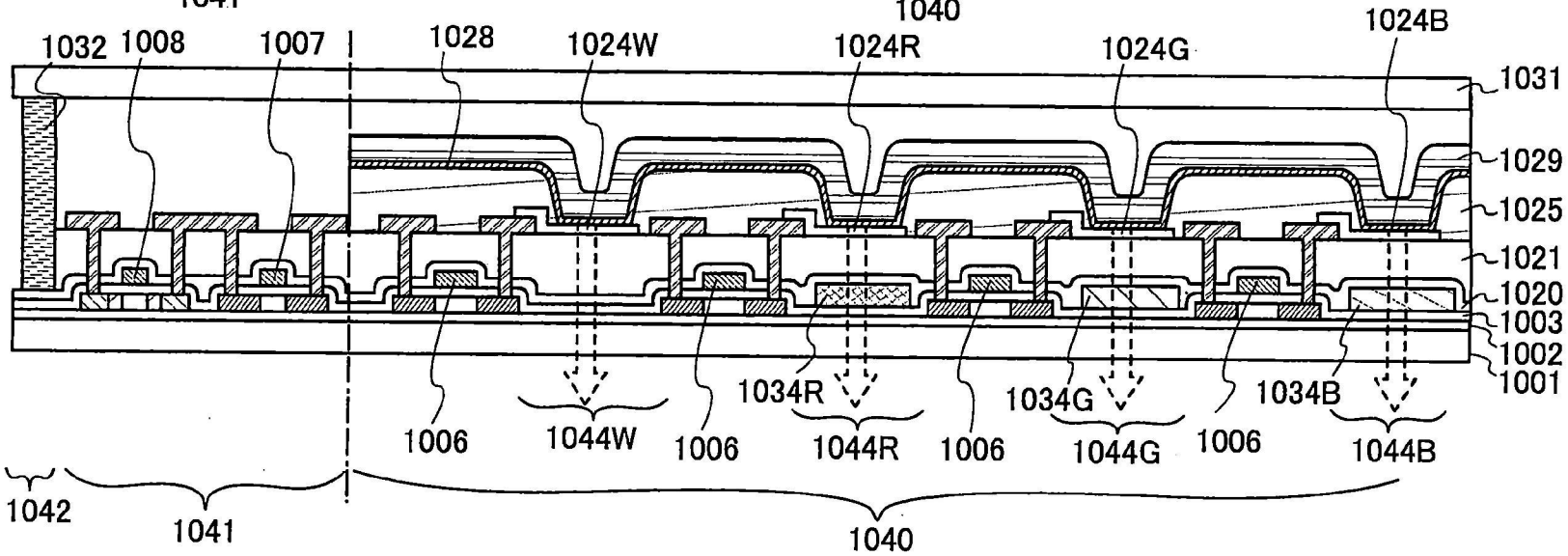

1032
1008
1007
1028
1024W
1024R
1024G
1024B
1031
1029
1025
1021
1020
1003
1002
1001
1033
1035
1036
1034R
1034G
1034B
1006
1044W
1006
1044R
1006
1044G
1006
1044B
1042
1041
1040

圖 3B


1032
1008
1007
1028
1024W
1024R
1024G
1024B
1031
1029
1025
1021
1020
1003
1002
1001
1034R
1034G
1034B
1006
1044W
1006
1044R
1006
1044G
1006
1044B
1042
1041
1040

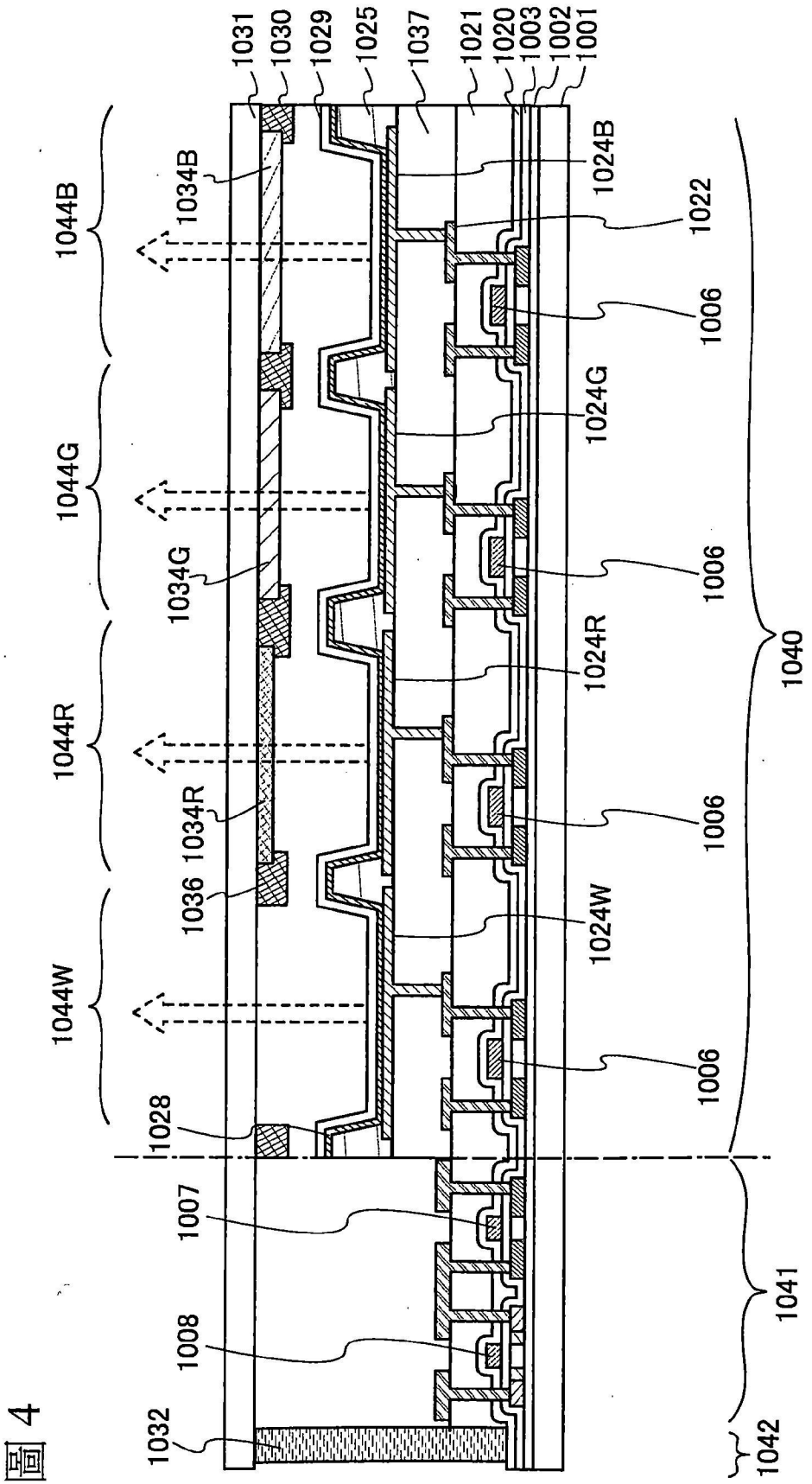

1031
1030
1029
1025
1037
1021
1020
1003
1002
1001
1044B
1044G
1044R
1044W
1034B
1034G
1034R
1036
1028
1007
1008
1032
1024B
1022
1006
1024G
1024R
1024W
1040
1041
1042

圖 4

圖 5A

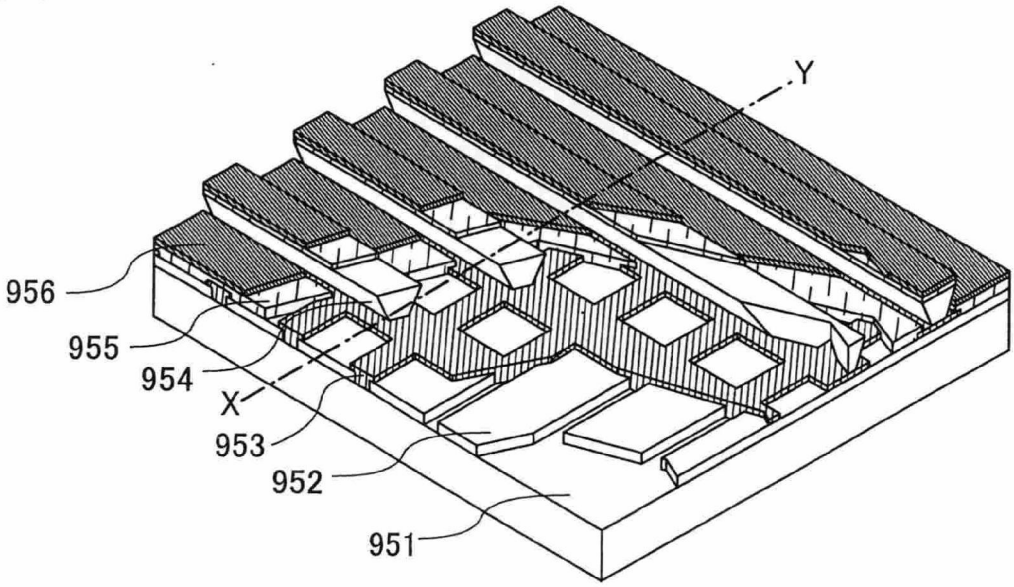

Y
956
955
954
X
953
952
951

圖 5B

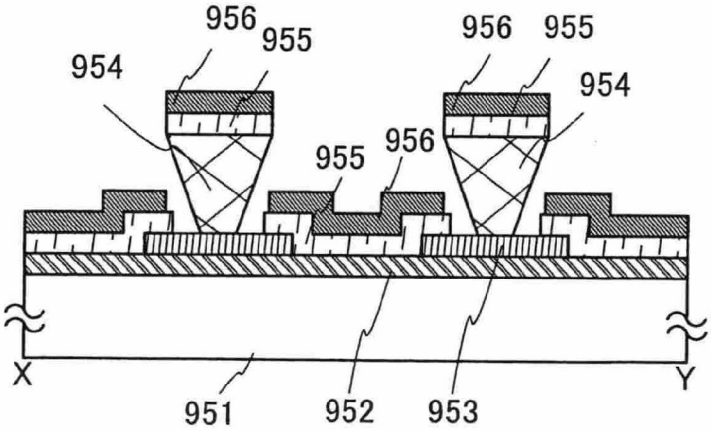

956
955
954
956
955
954
955
956
X
Y
951
952
953

圖 6A

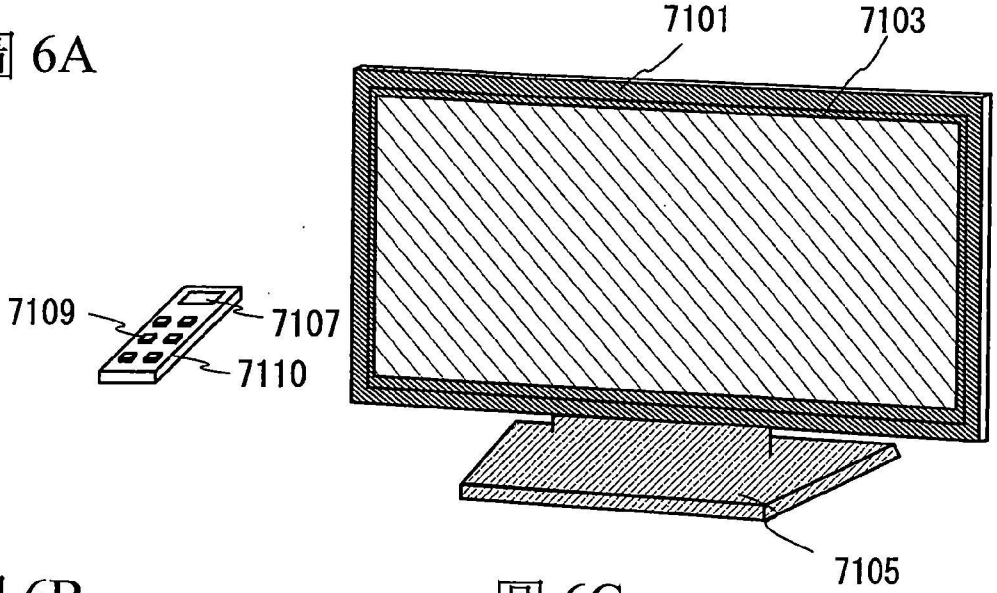


圖 6B

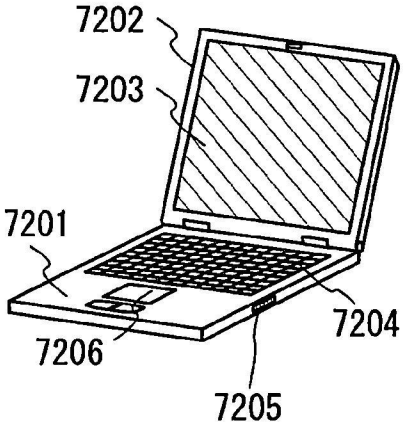


圖 6C

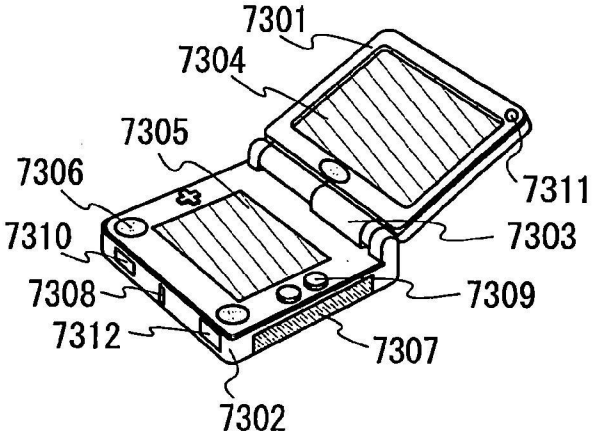


圖 6D

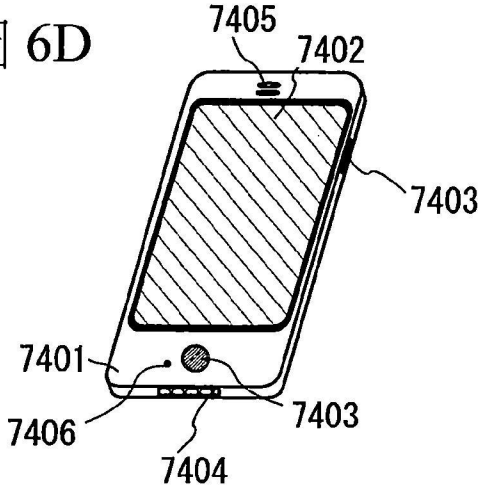


圖 7

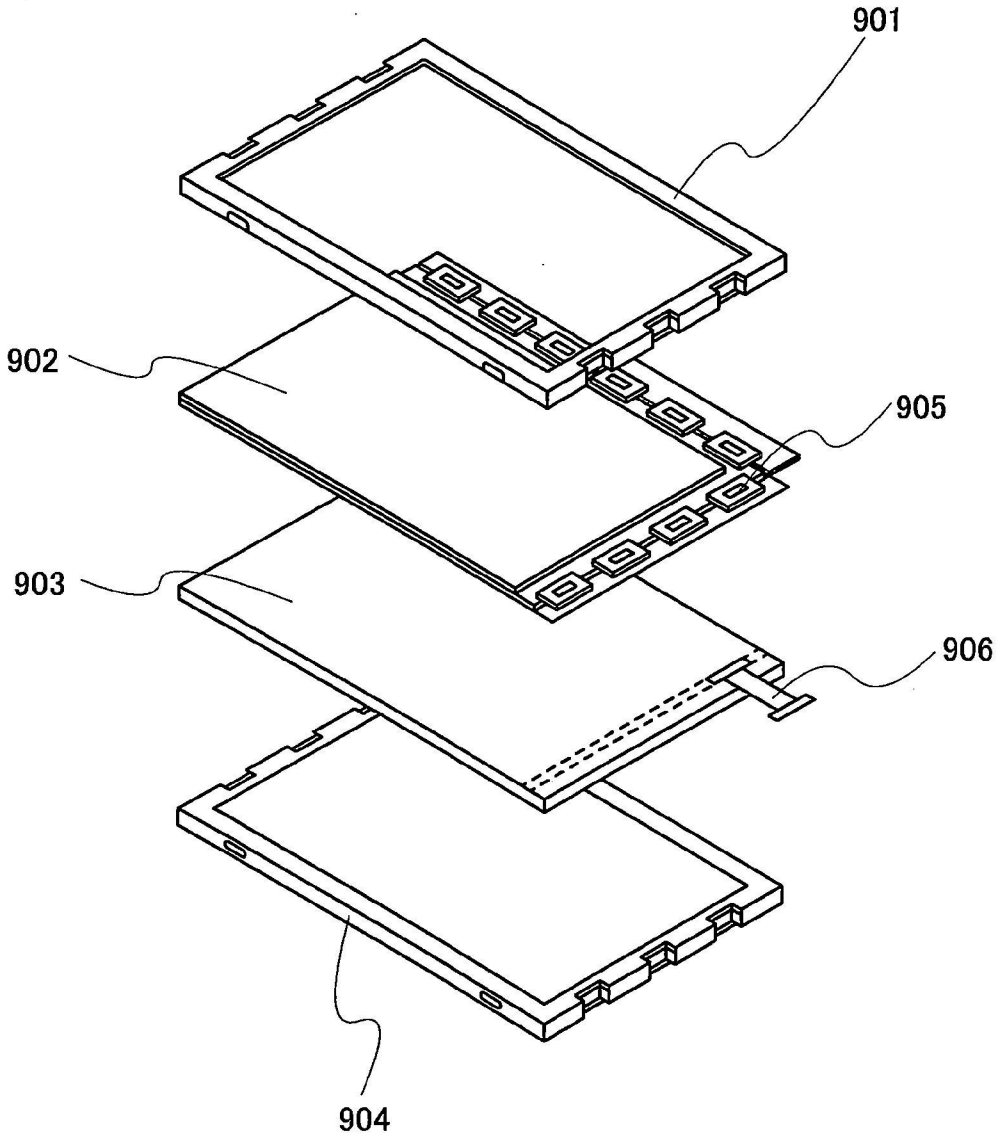


圖 8

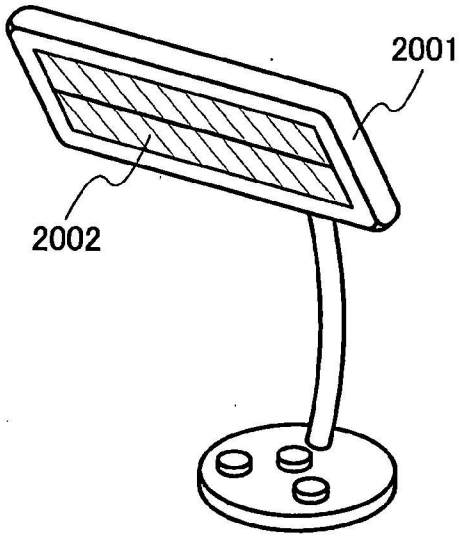


圖 9

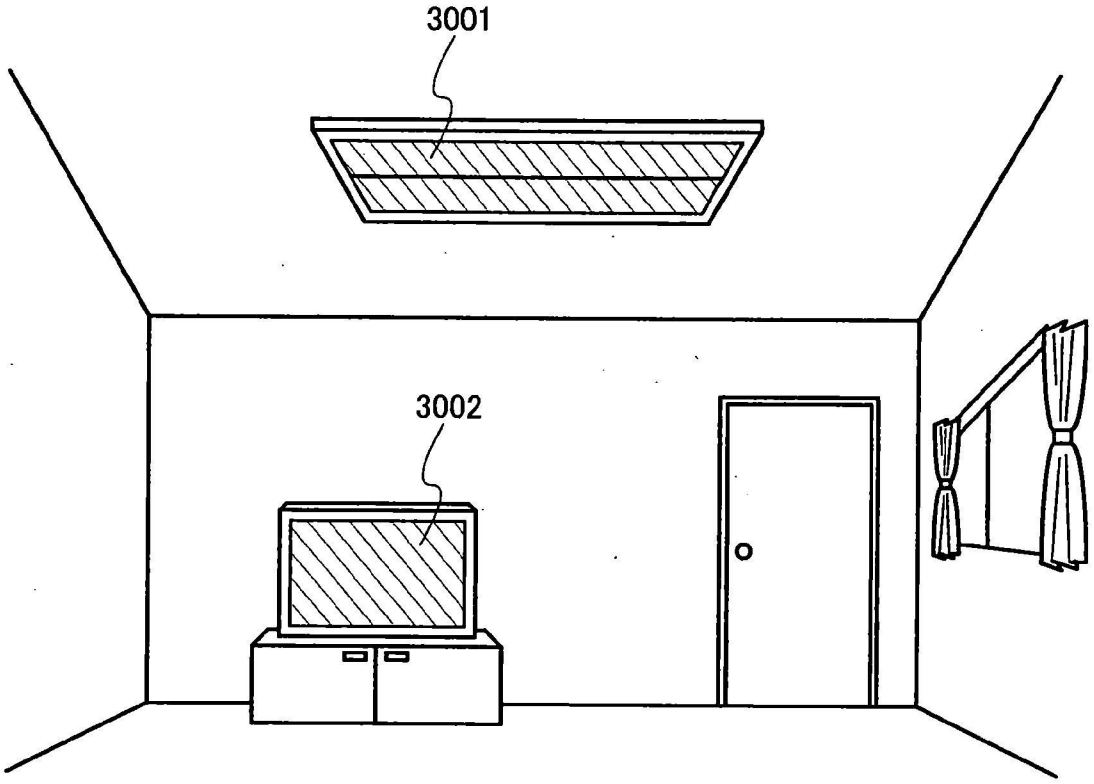


圖 10

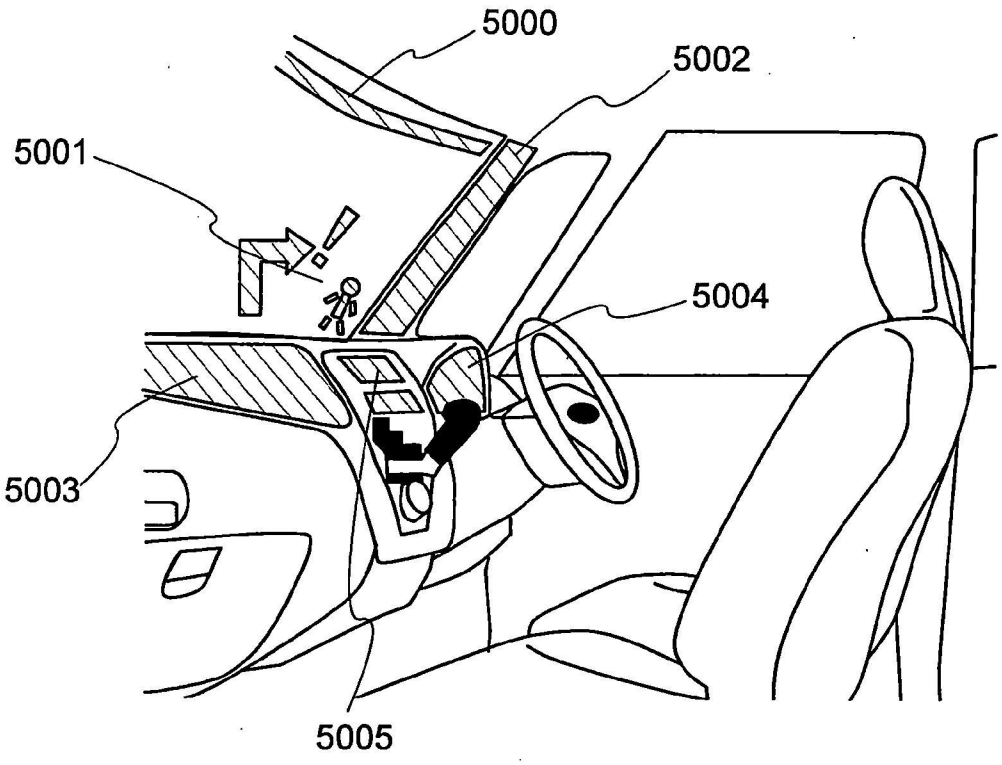


圖 11A

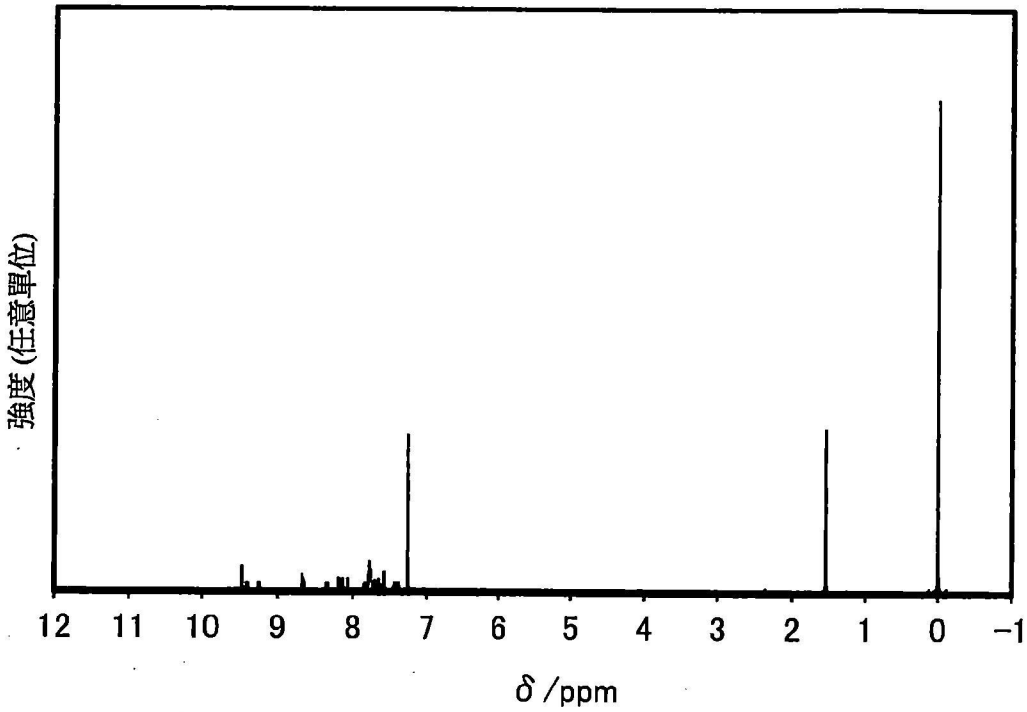


圖 11B

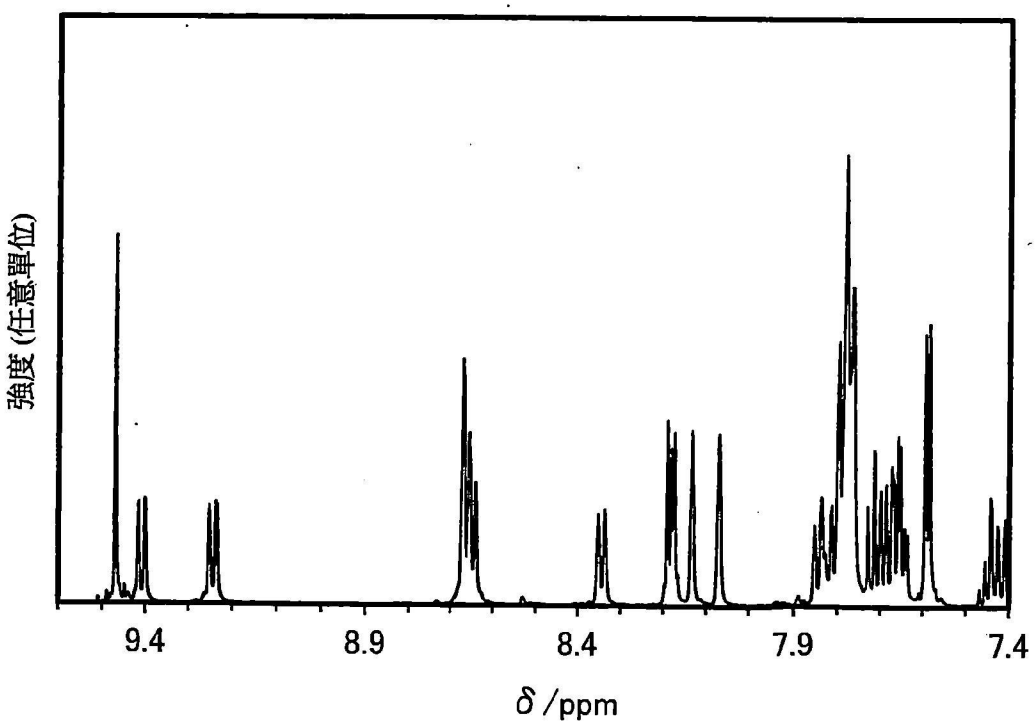


圖 12

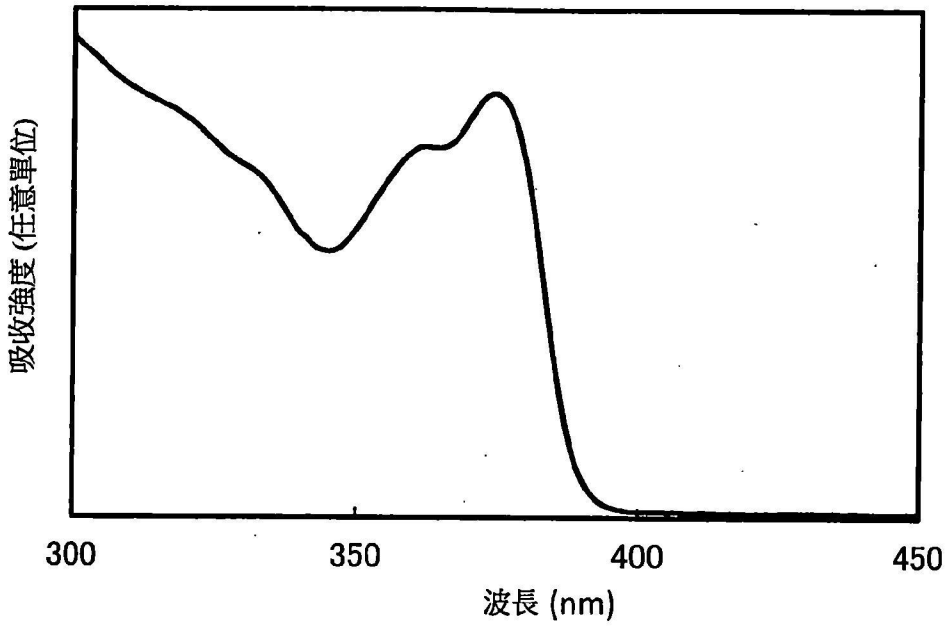


圖 13

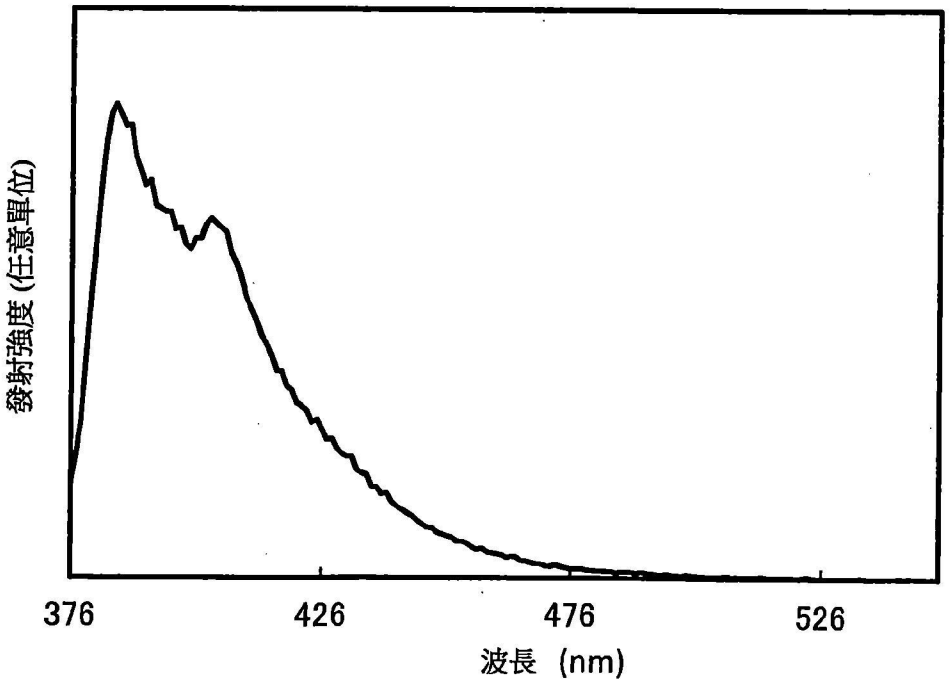


圖 14

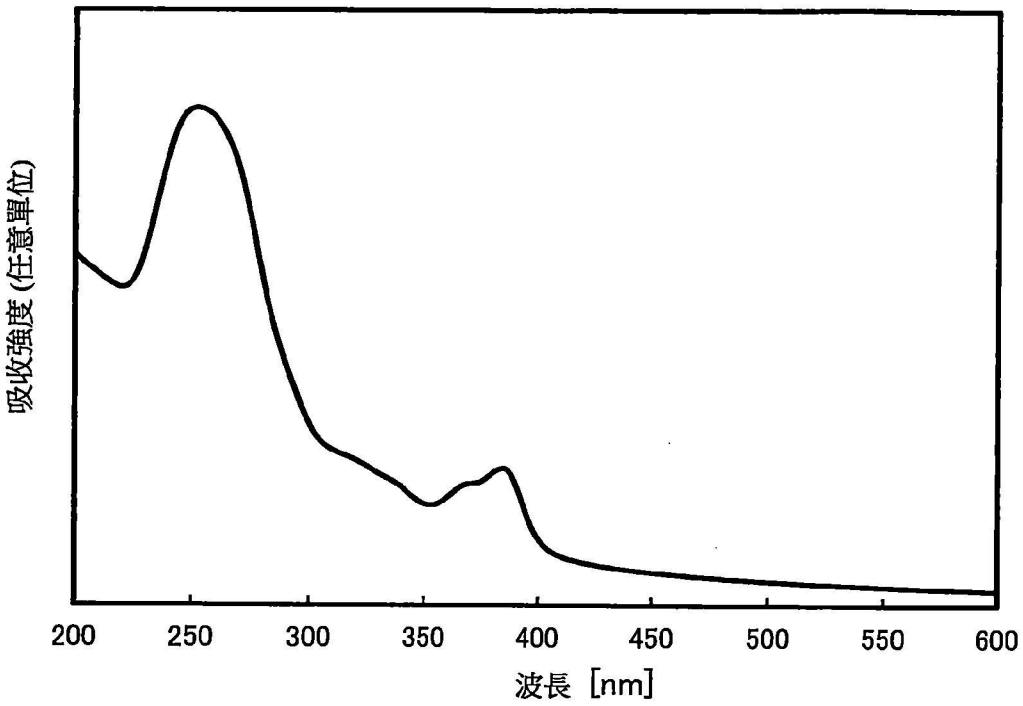

吸收強度 (任意單位)
200
250
300
350
400
450
500
550
600
波長 [nm]

圖 15

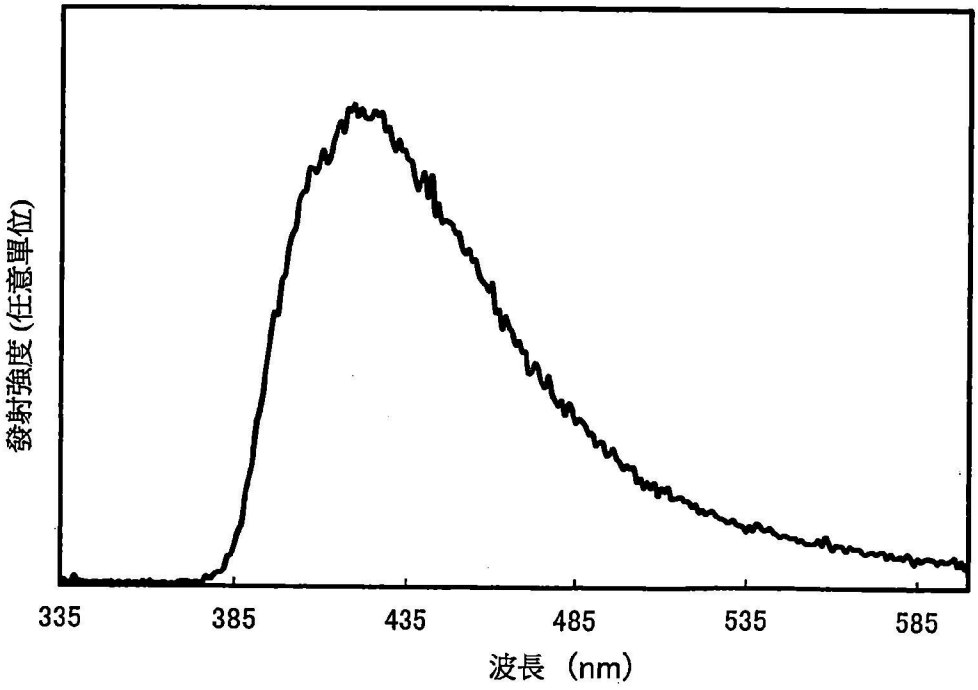

發射強度 (任意單位)
335
385
435
485
535
585
波長 (nm)

圖 16

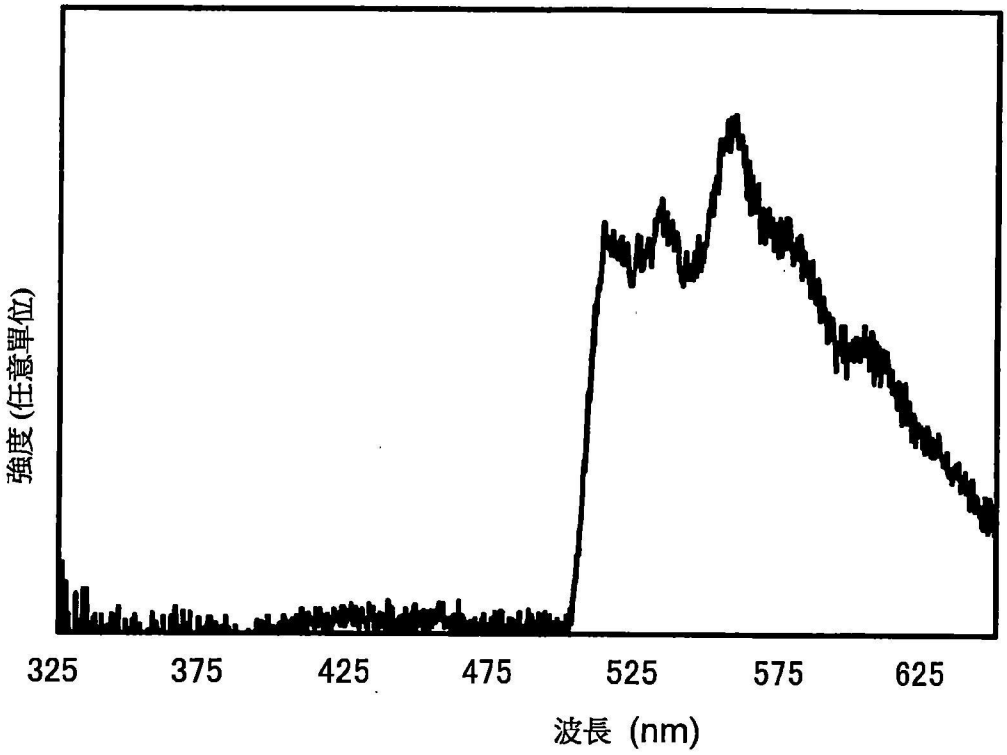


圖 17A

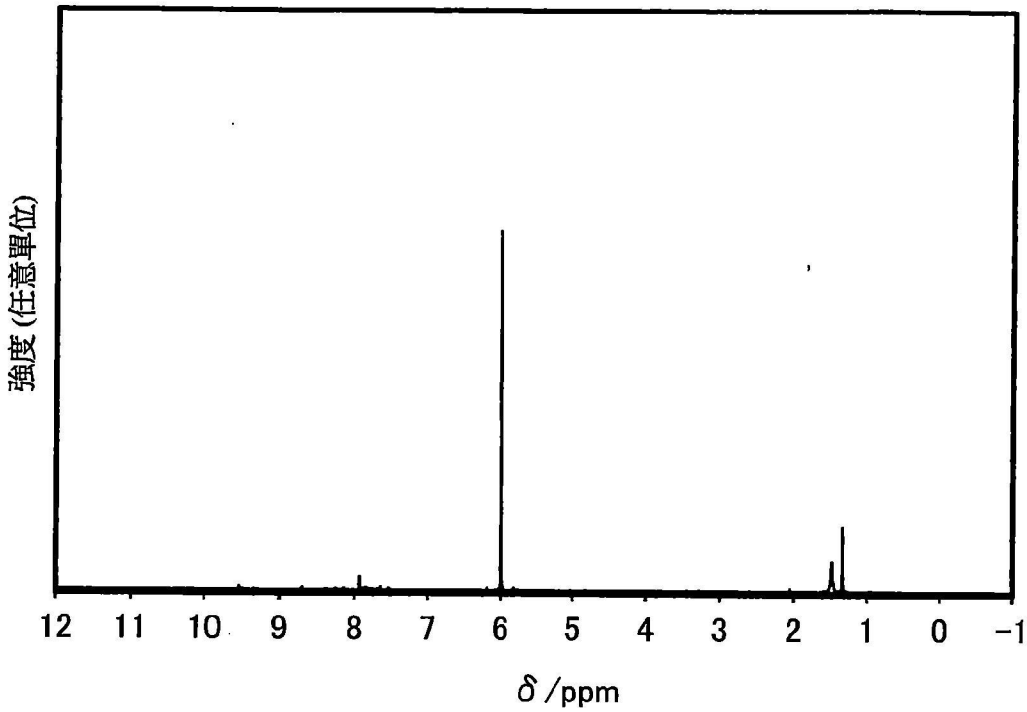


圖 17B

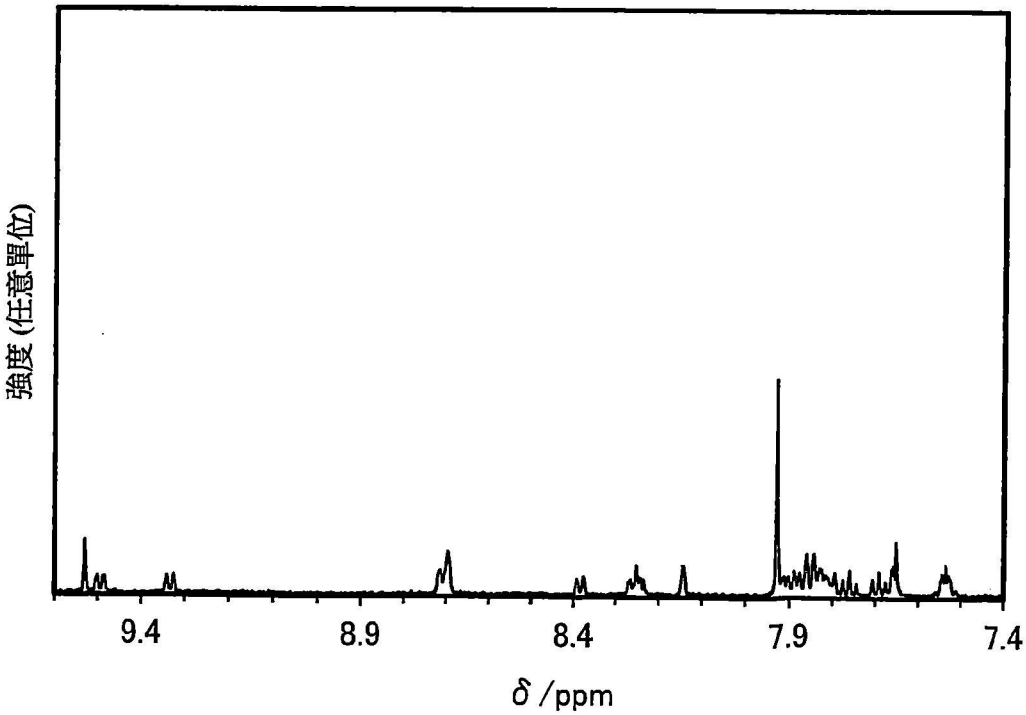


圖 18

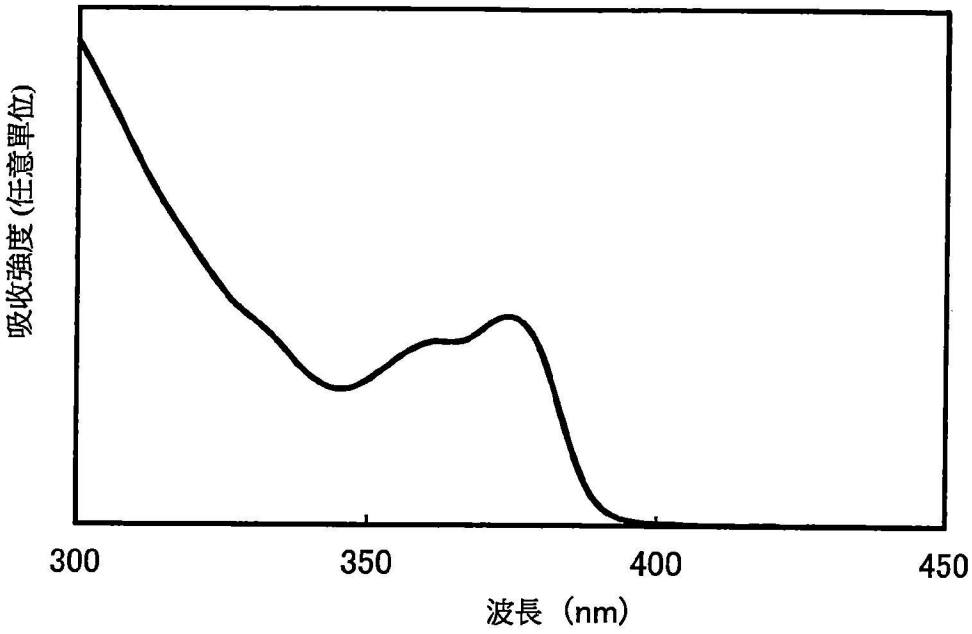

吸收強度 (任意單位)
300
350
400
450
波長 (nm)

圖 19

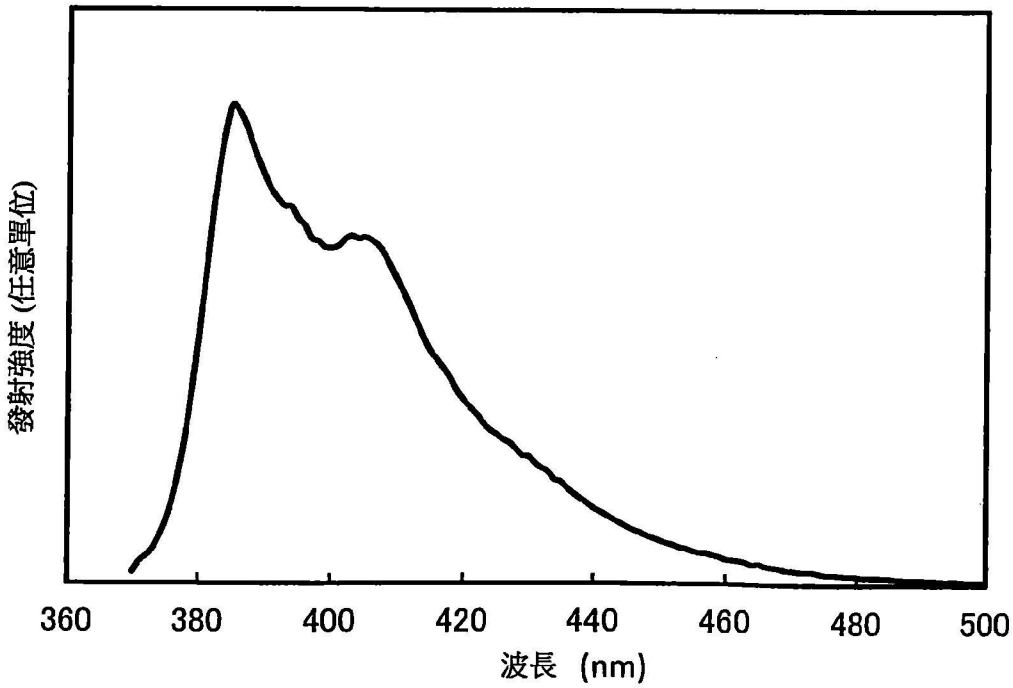

發射強度 (任意單位)
360
380
400
420
440
460
480
500
波長 (nm)

圖 20

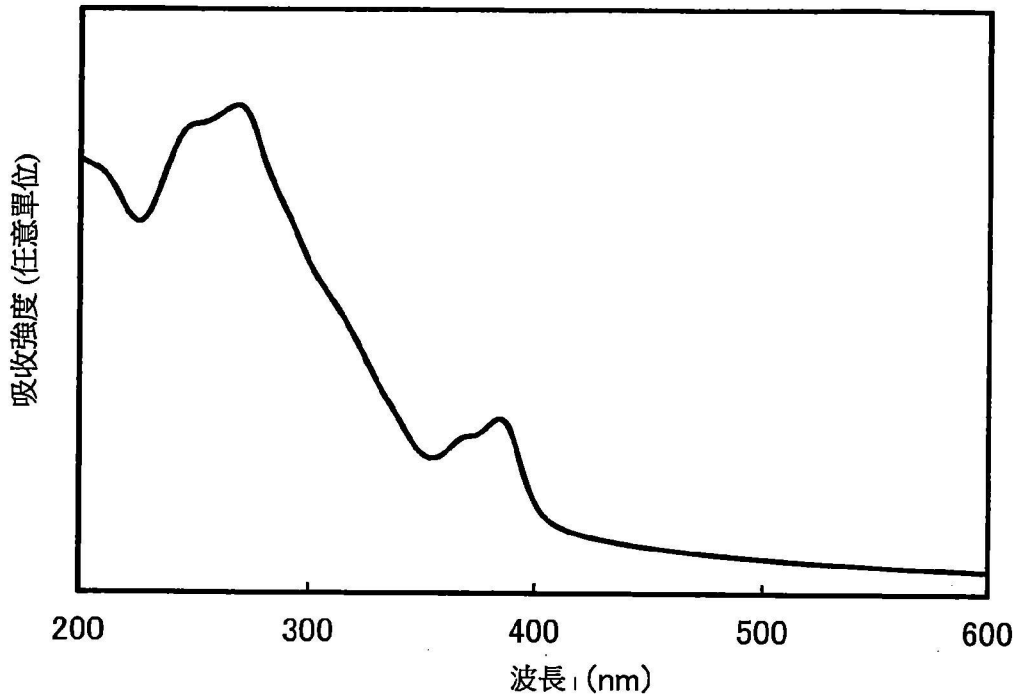

吸收強度 (任意單位)
200
300
400
500
600
波長 (nm)

圖 21

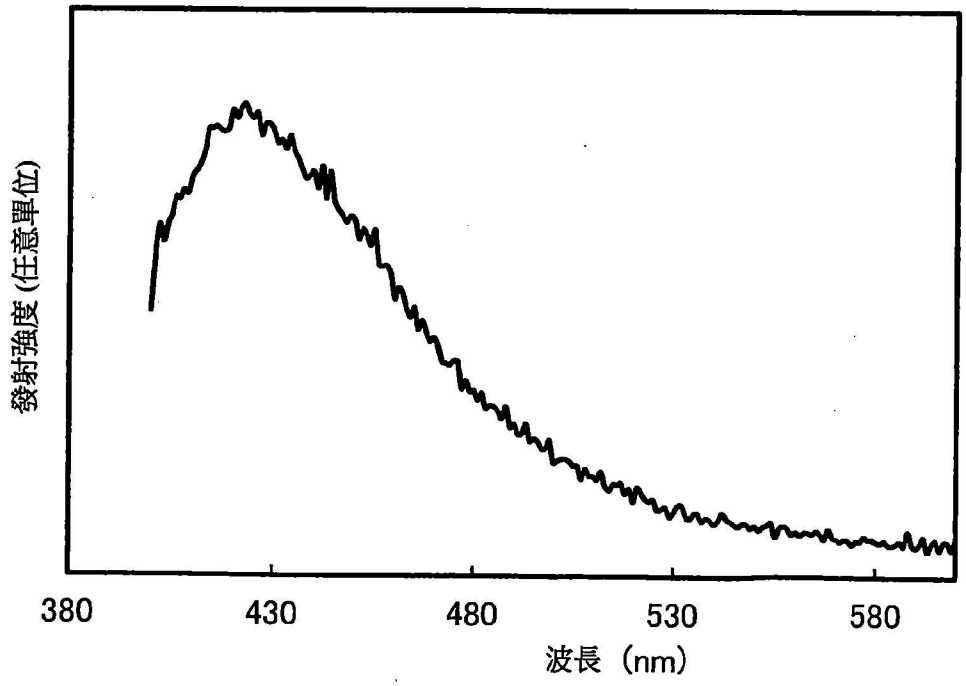

發射強度 (任意單位)
380
430
480
530
580
波長 (nm)

圖 22

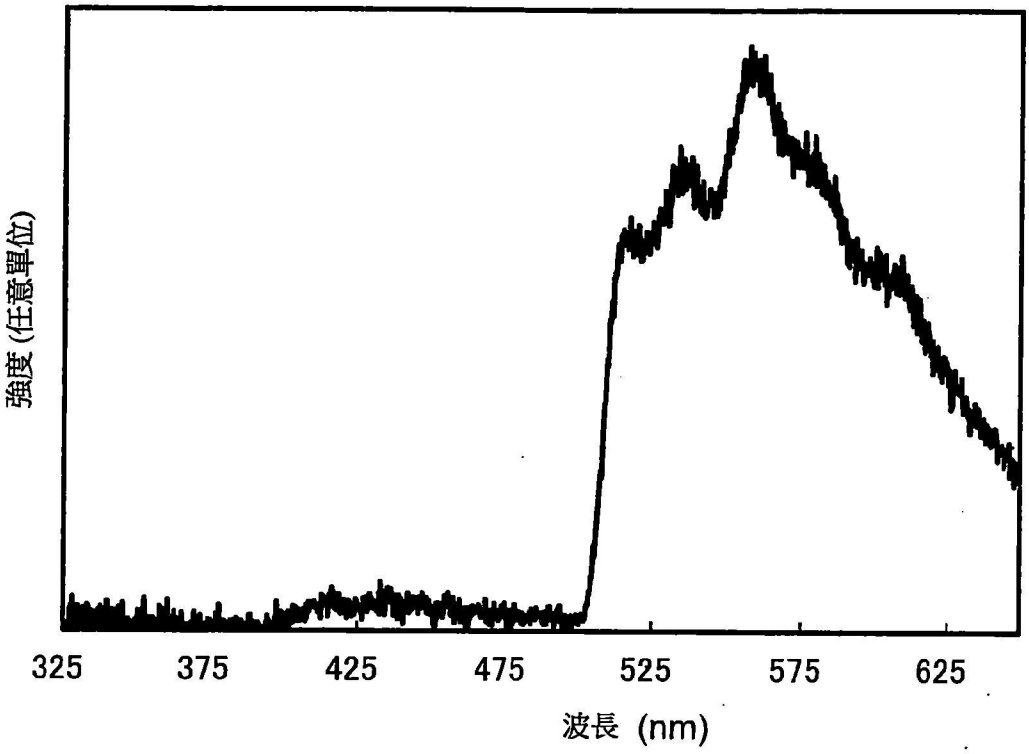


圖 23A

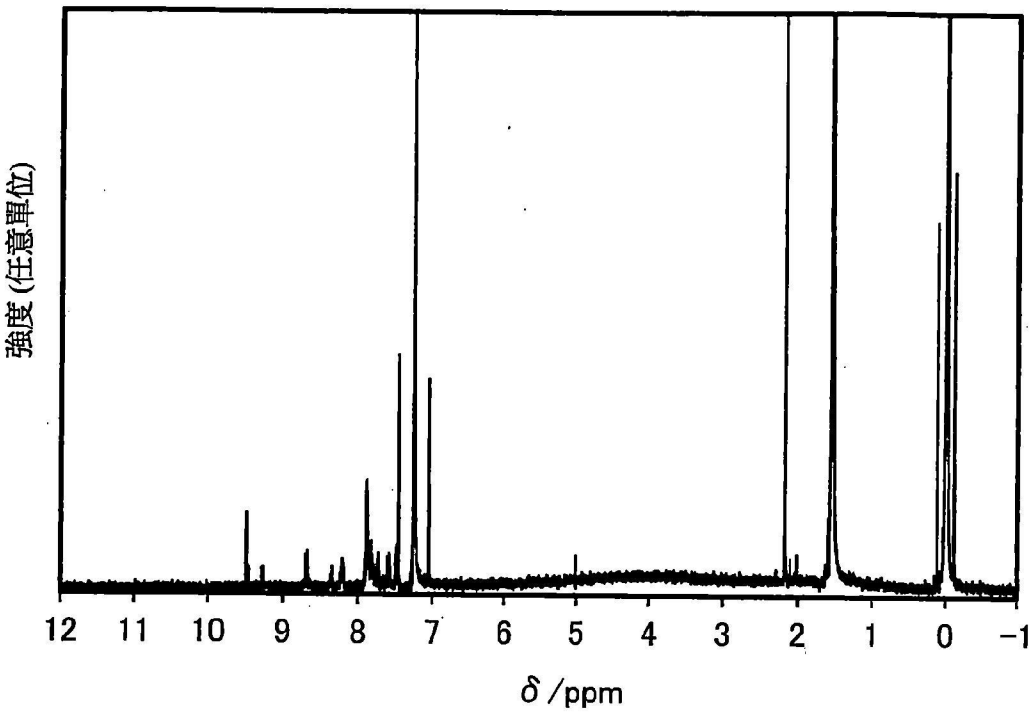


圖 23B

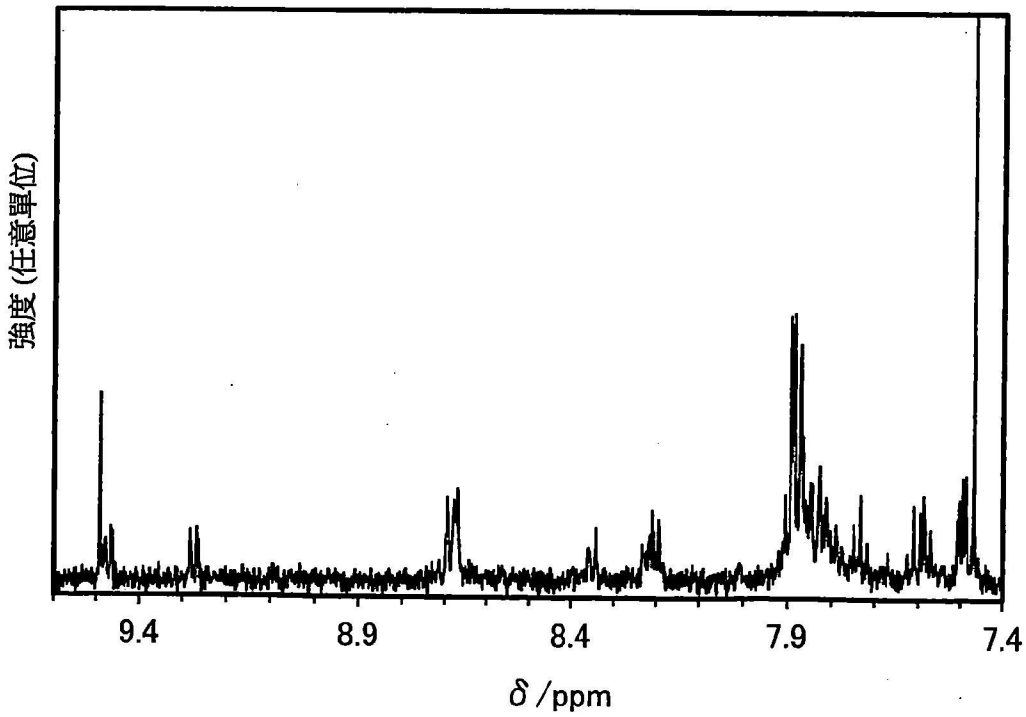


圖 24

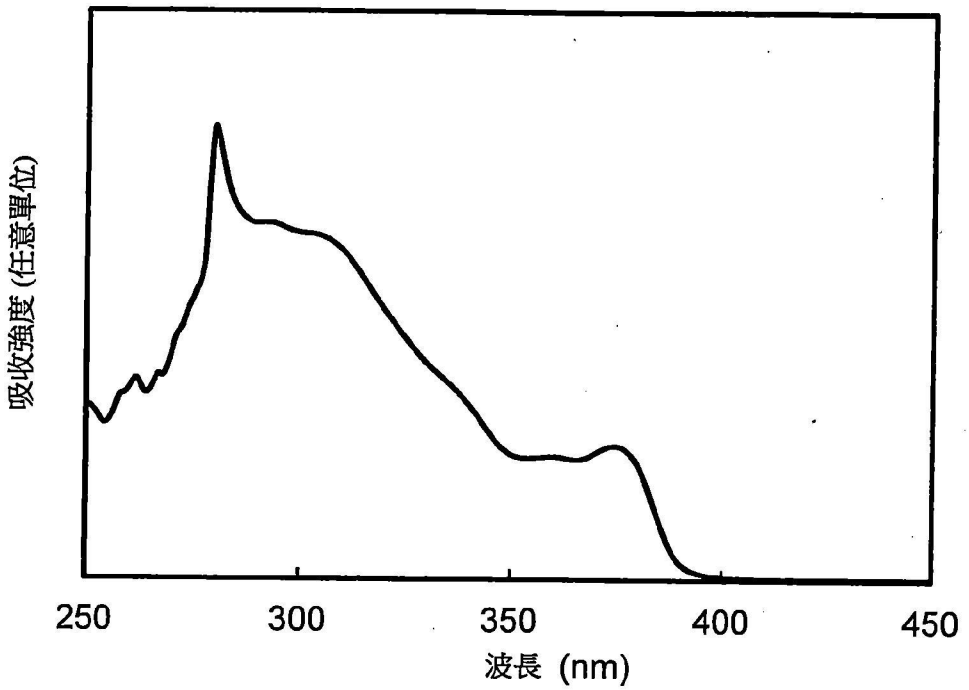


圖 25

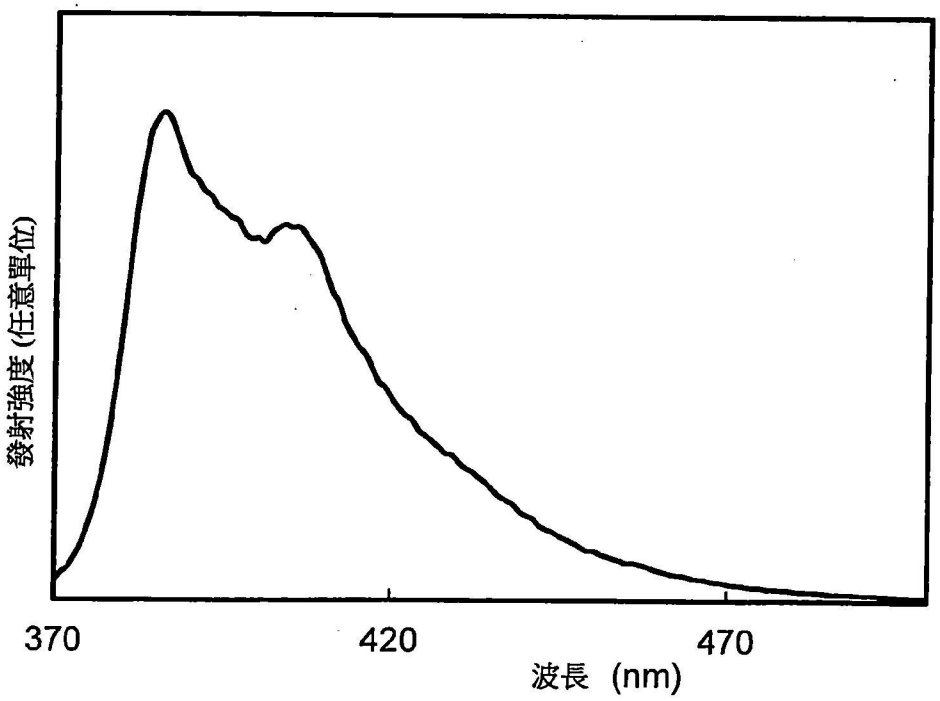


圖 26

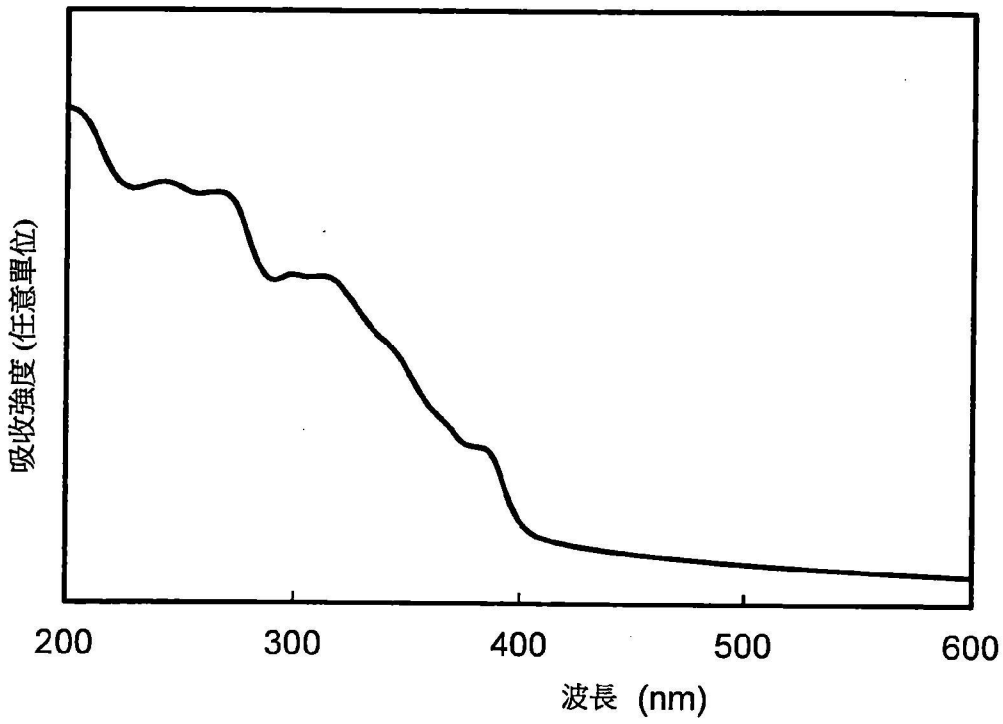

吸收強度 (任意單位)
200
300
400
500
600
波長 (nm)

圖 27

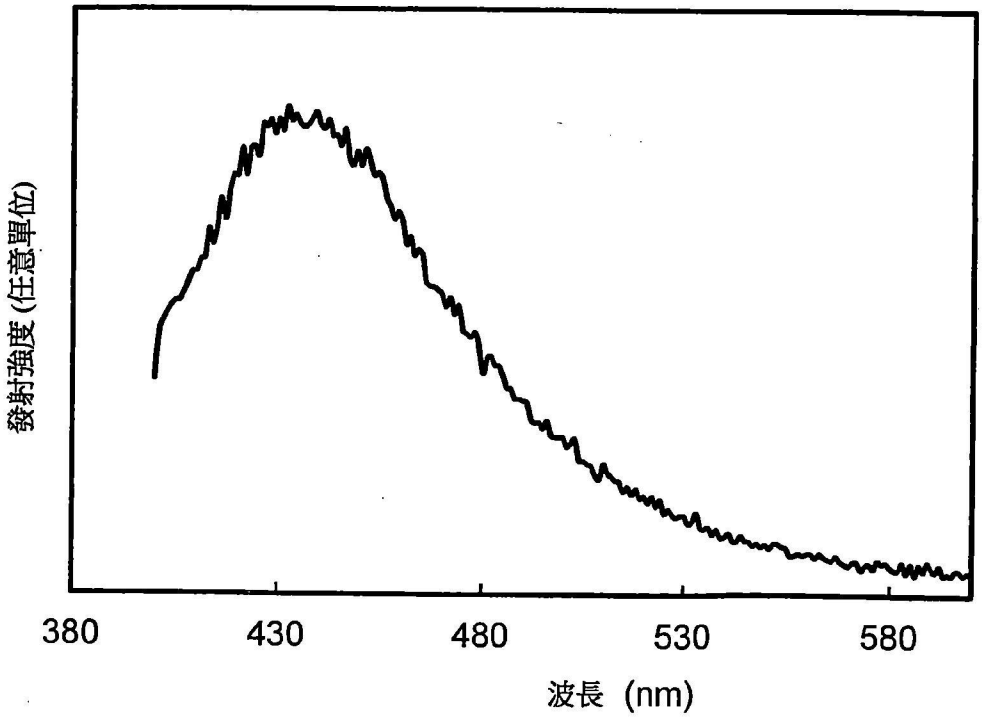

發射強度 (任意單位)
380
430
480
530
580
波長 (nm)

圖 28

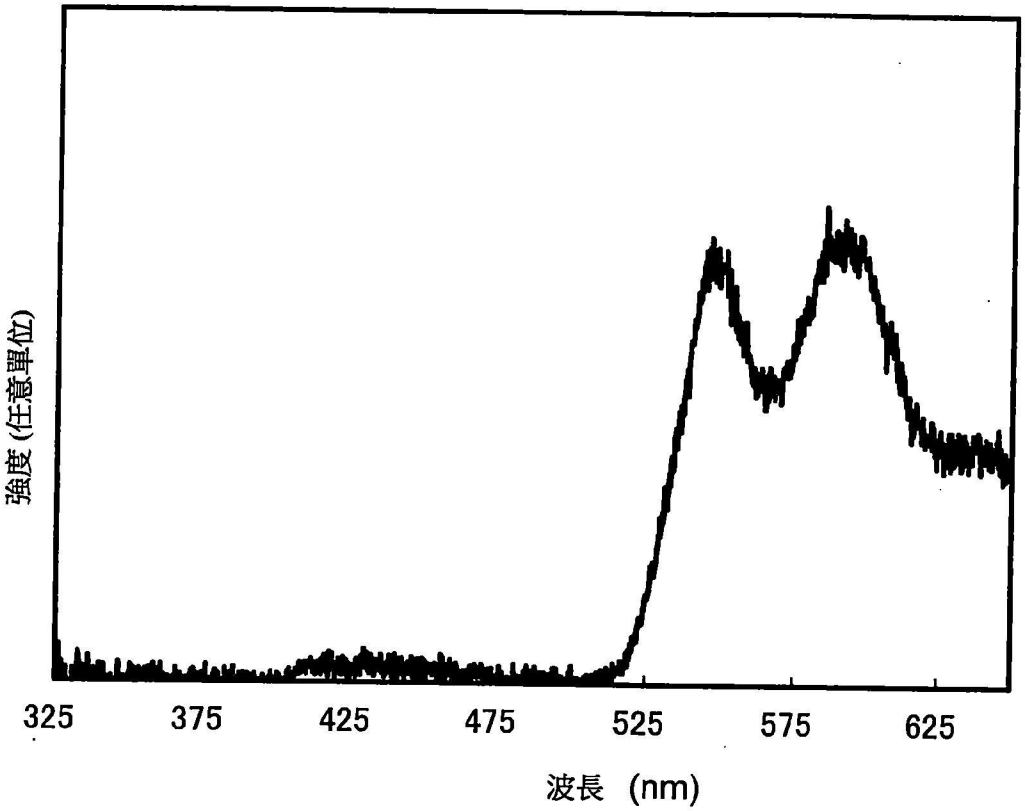


圖 29A

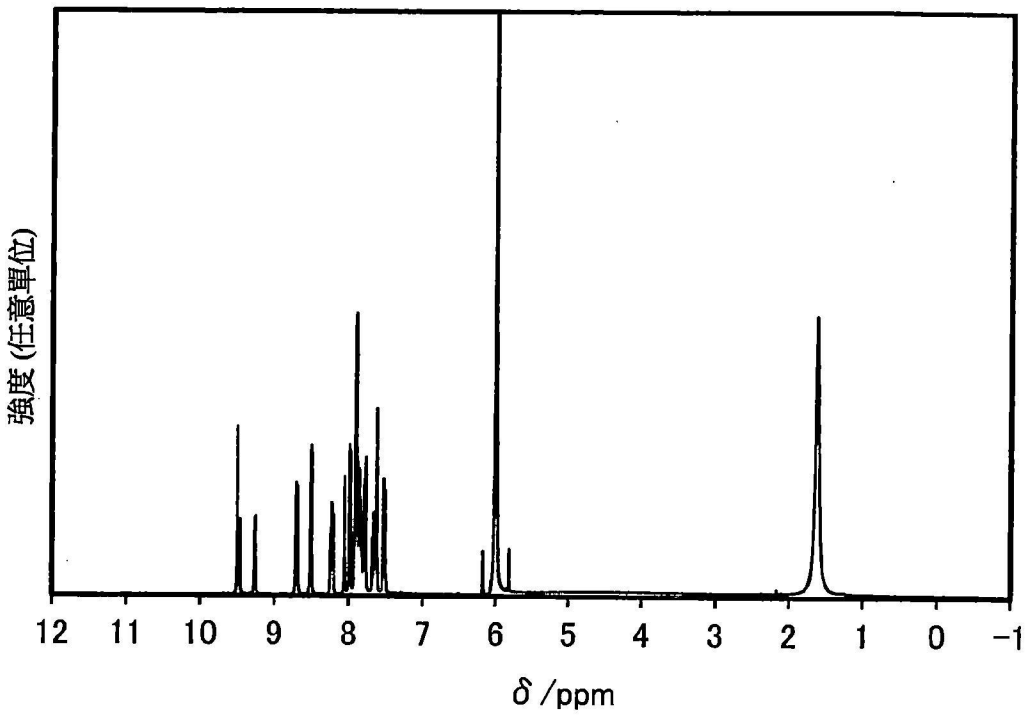


圖 29B

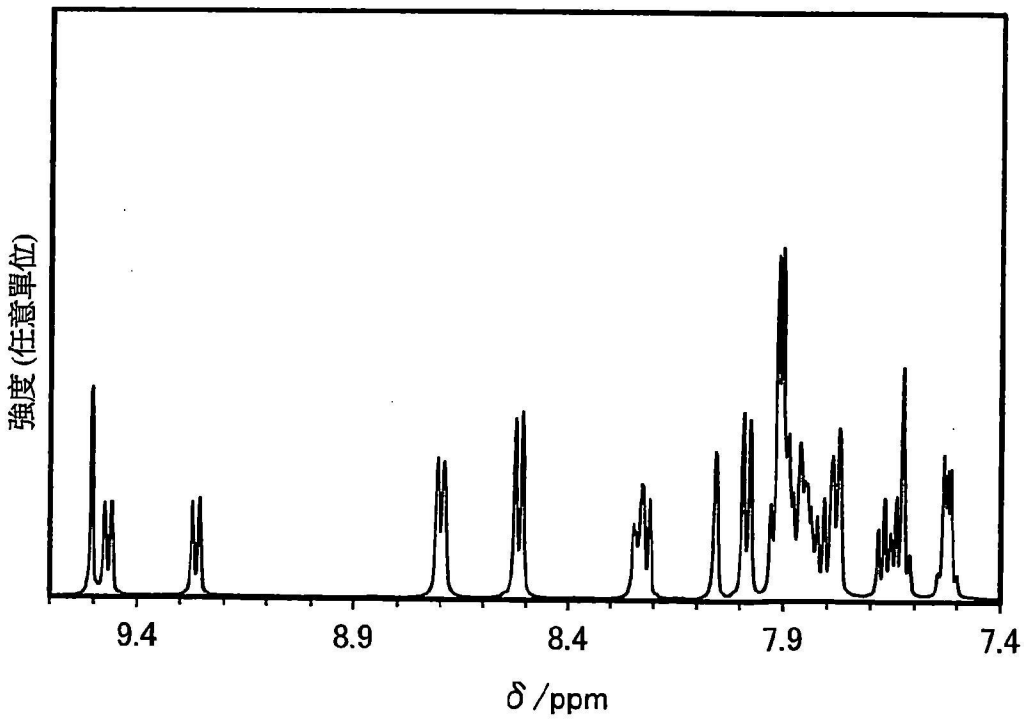


圖 30

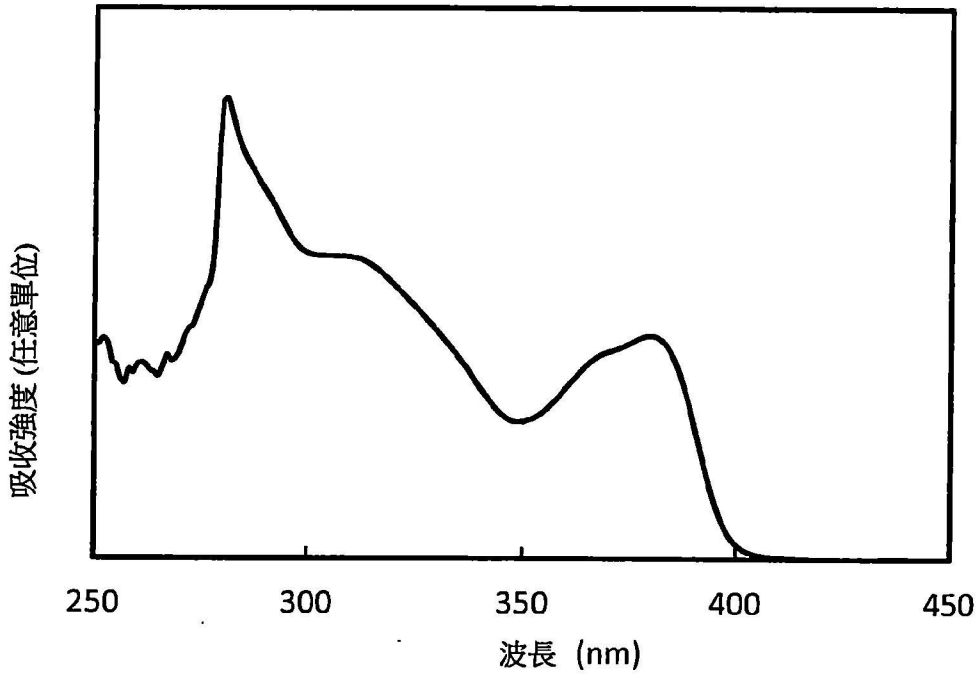


圖 31

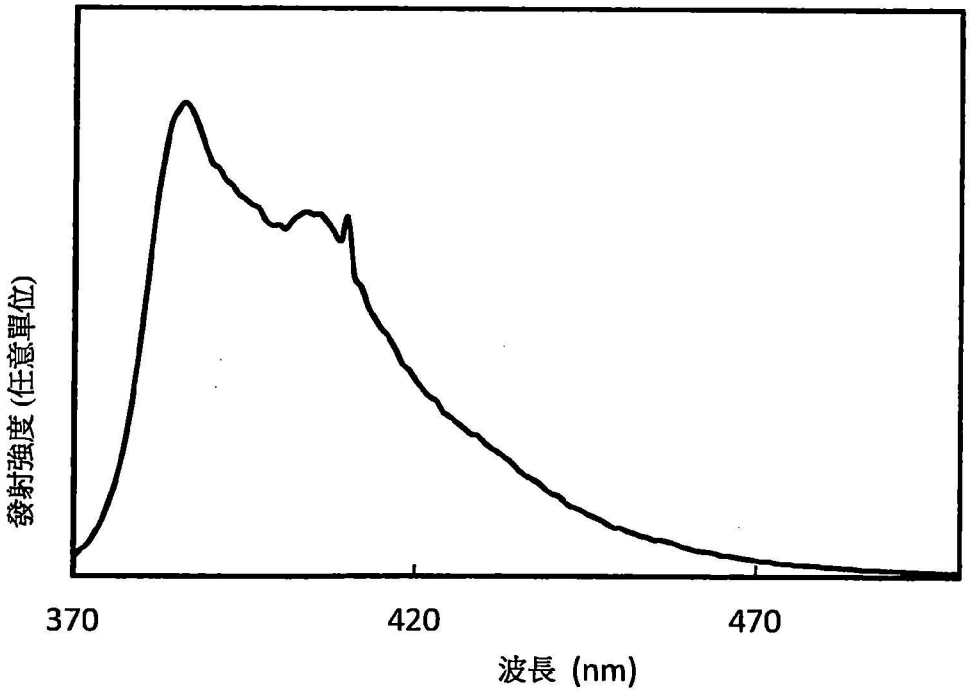


圖 32

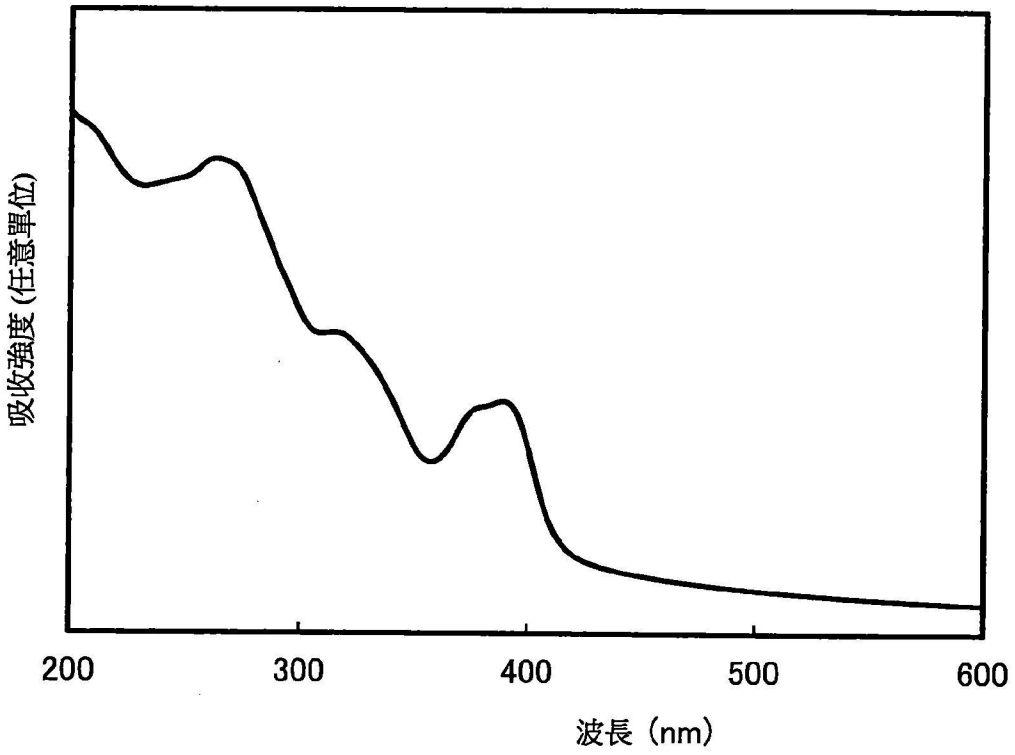

吸收強度 (任意單位)
200
300
400
500
600
波長 (nm)

圖 33

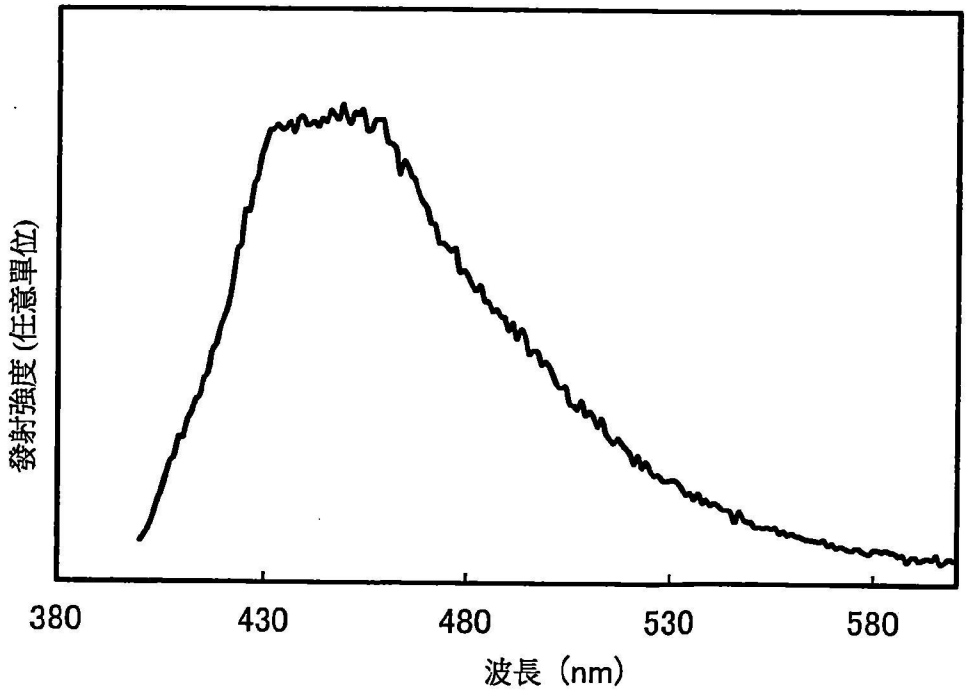

發射強度 (任意單位)
380
430
480
530
580
波長 (nm)

圖 34

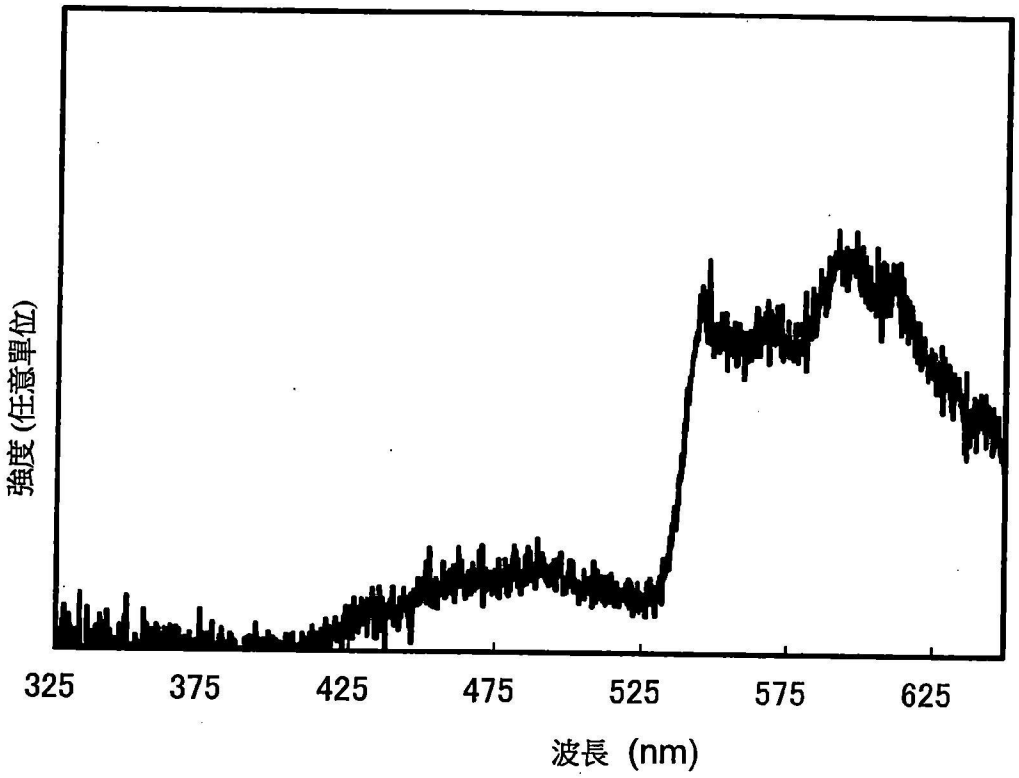


圖 35A

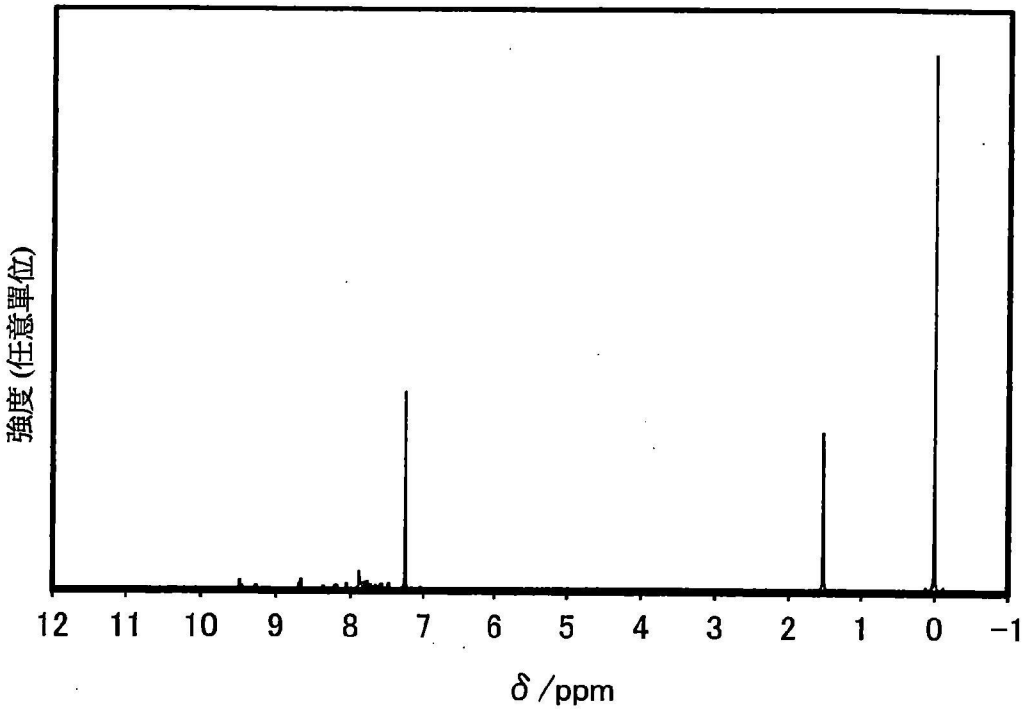


圖 35B

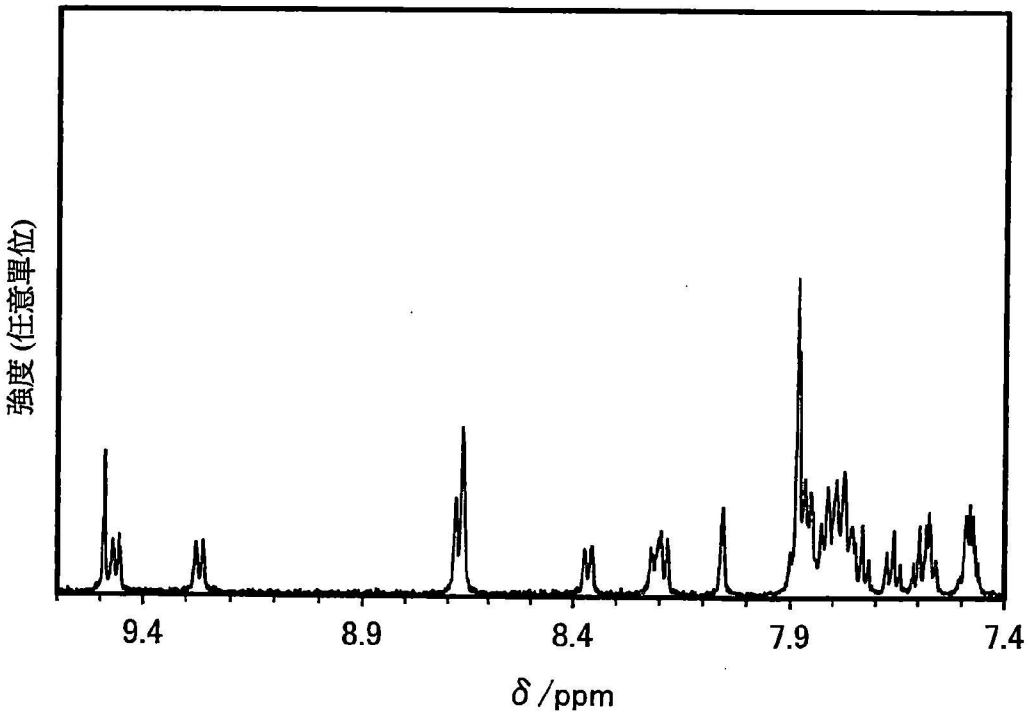


圖 36

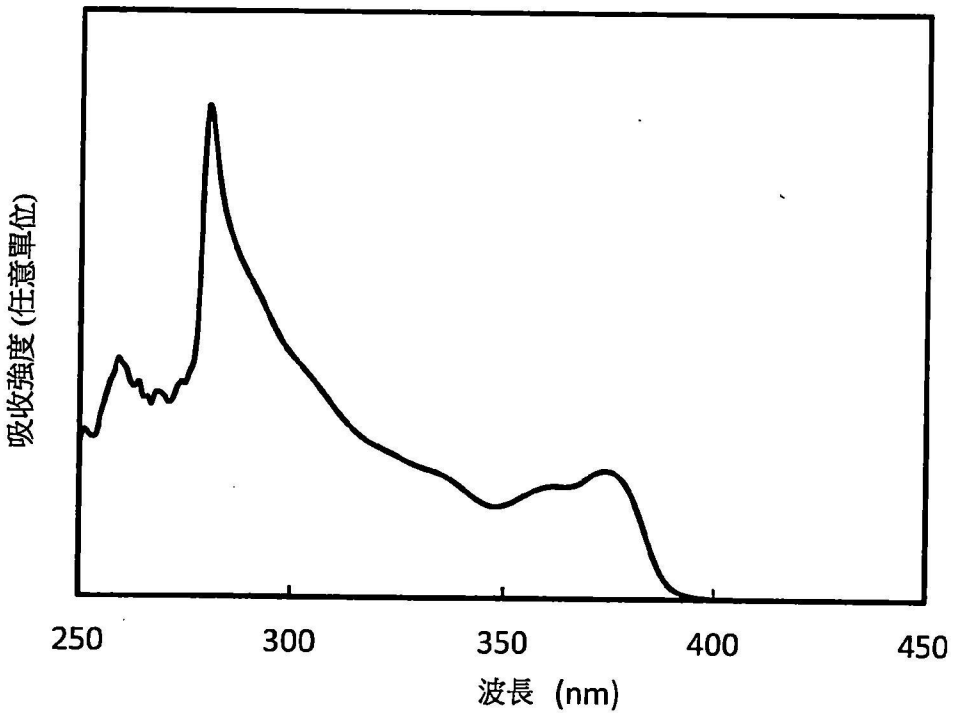

吸收強度 (任意單位)
250
300
350
400
450
波長 (nm)

圖 37

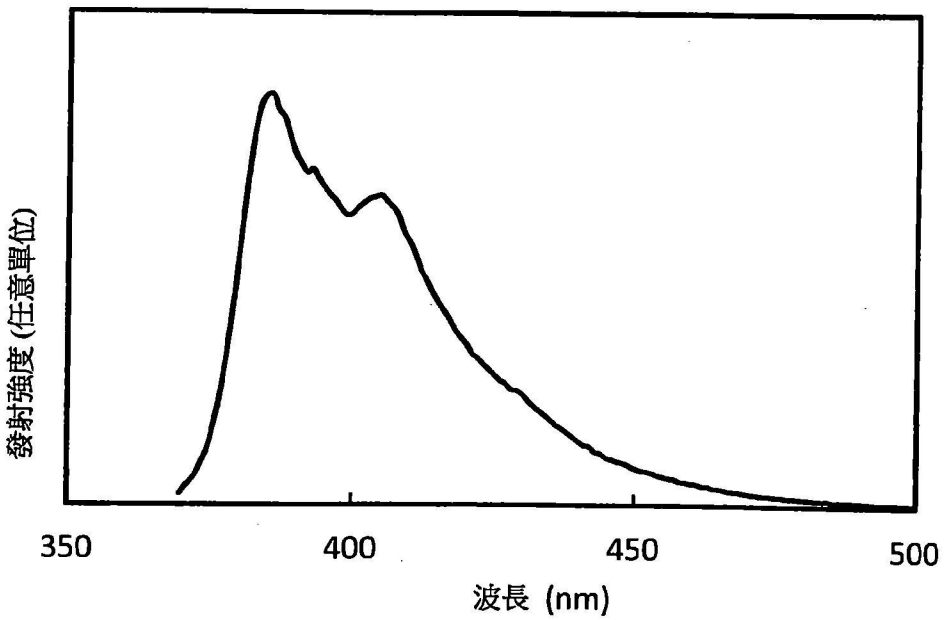

發射強度 (任意單位)
350
400
450
500
波長 (nm)

圖 38

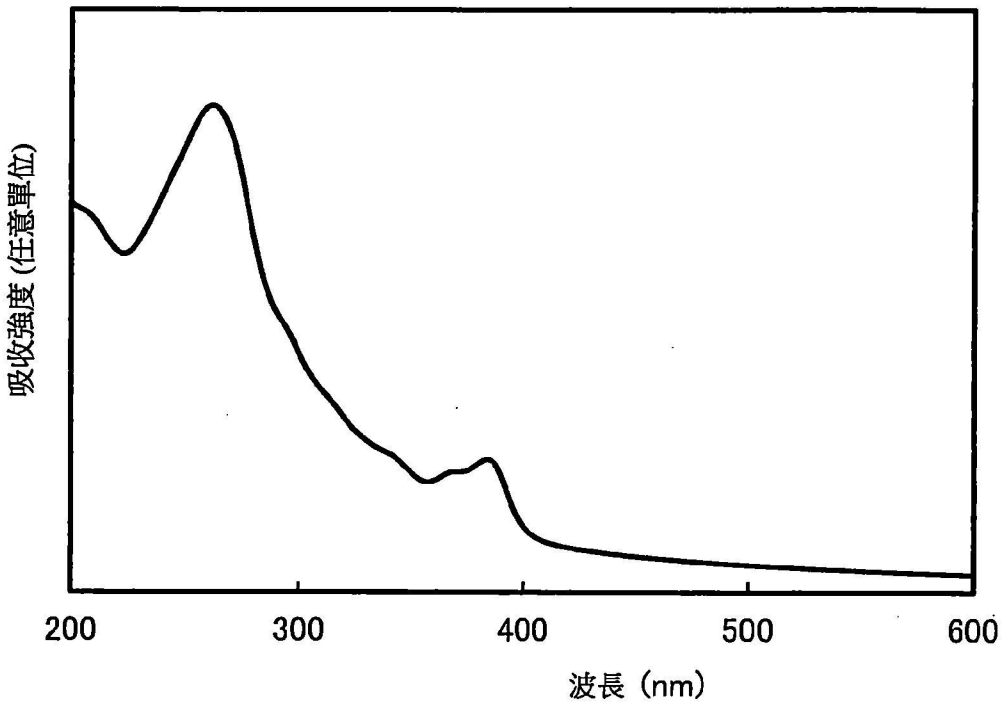

吸收強度 (任意單位)
200
300
400
500
600
波長 (nm)

圖 39

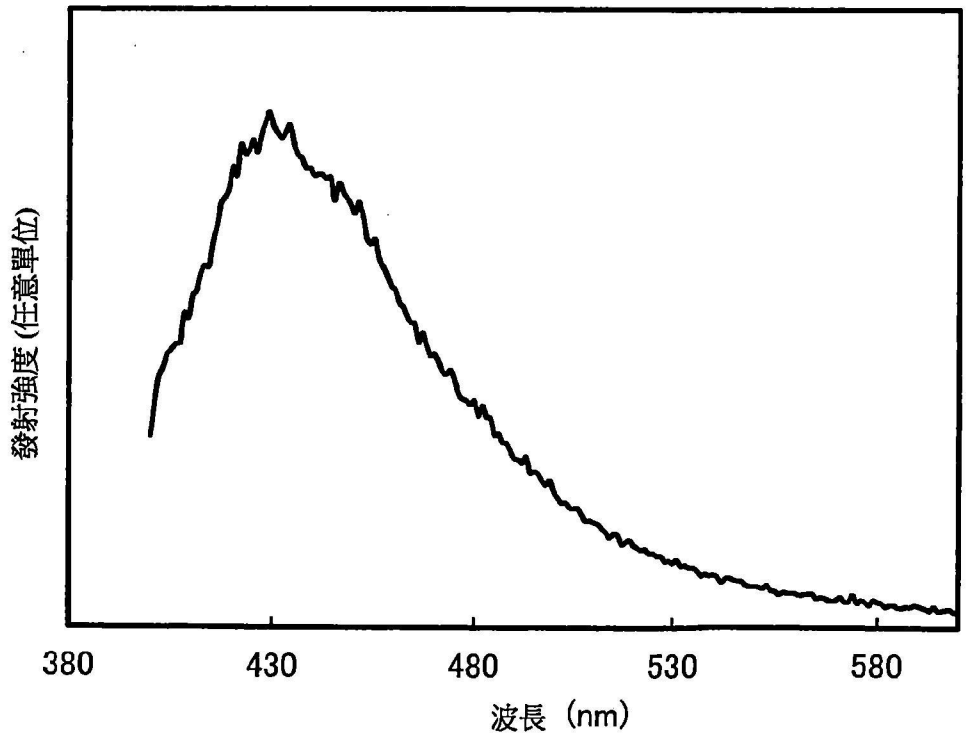

發射強度 (任意單位)
380
430
480
530
580
波長 (nm)

圖 40

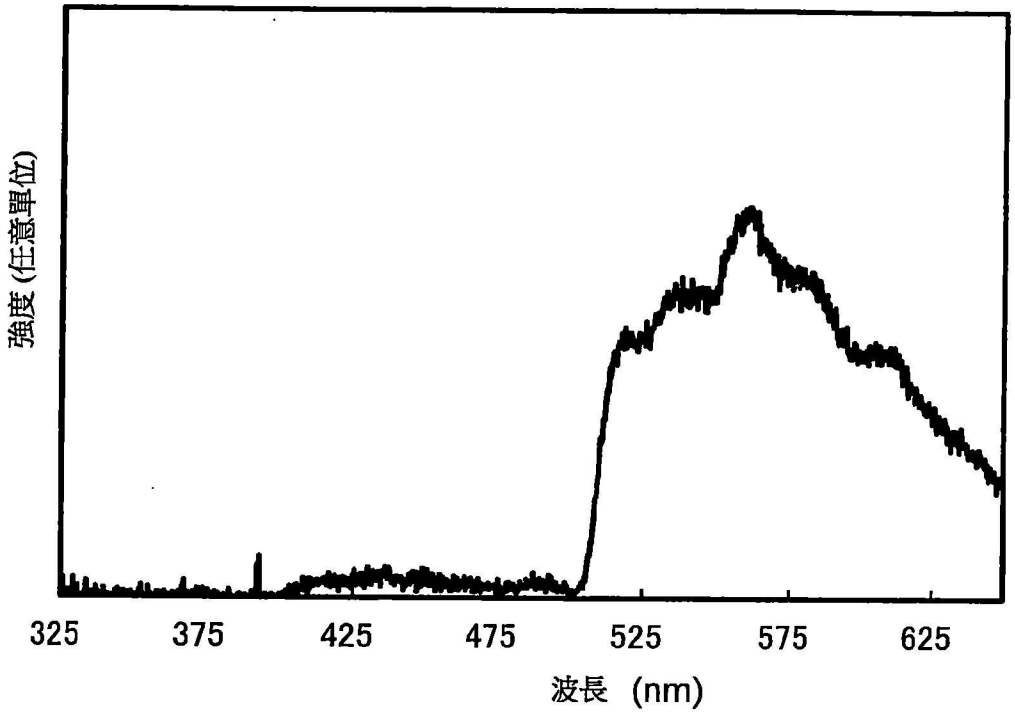


圖 41A

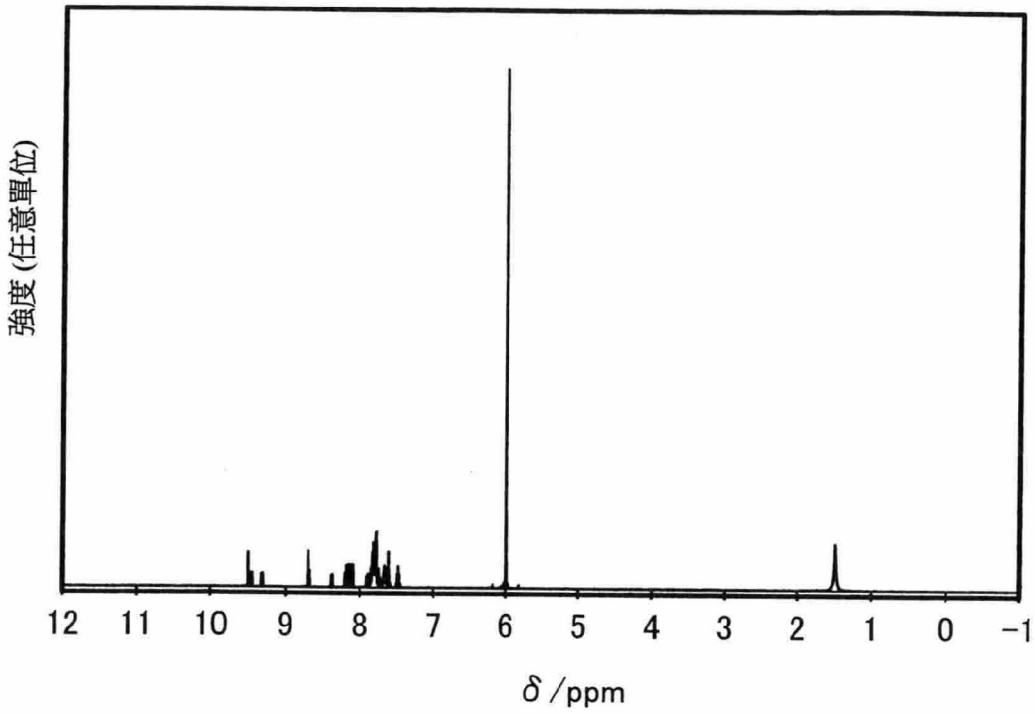


圖 41B

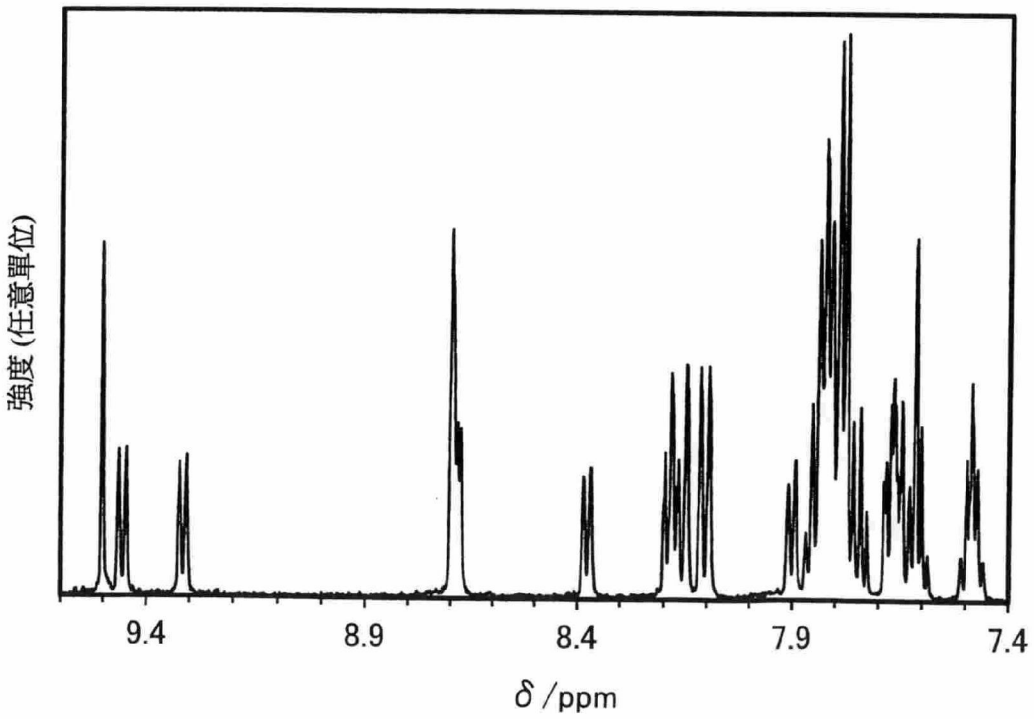


圖 42

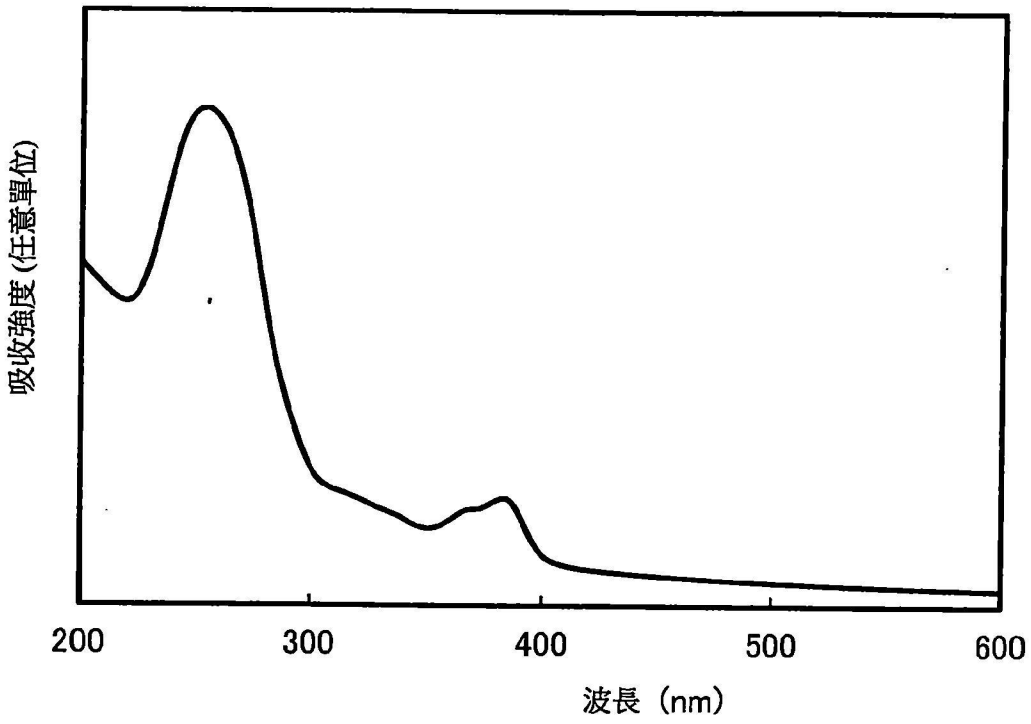

吸收強度 (任意單位)
200
300
400
500
600
波長 (nm)

圖 43

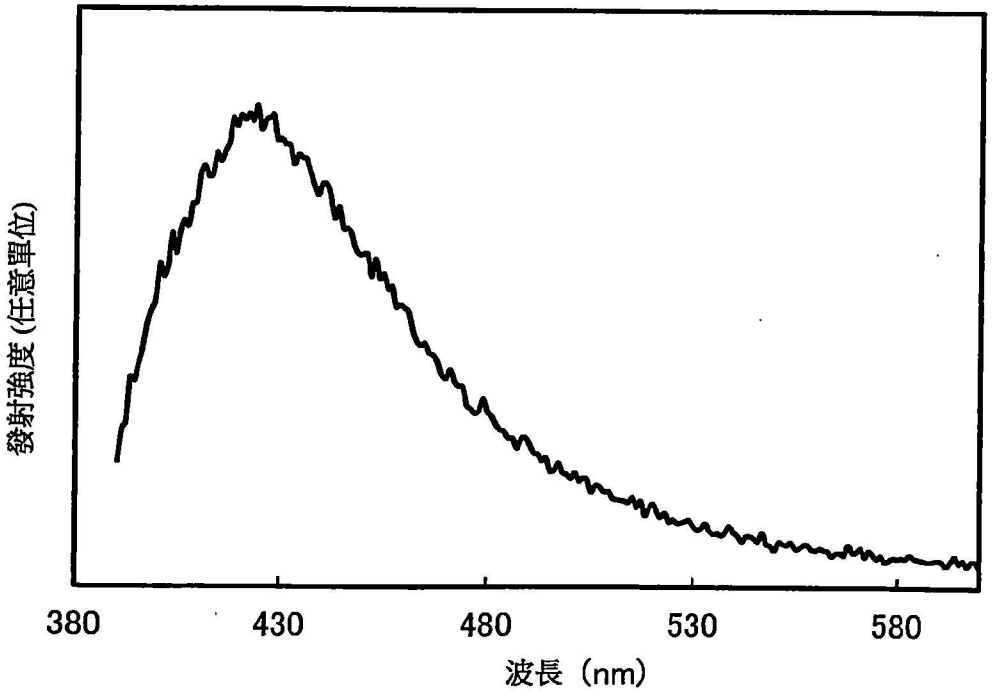

發射強度 (任意單位)
380
430
480
530
580
波長 (nm)

圖 44

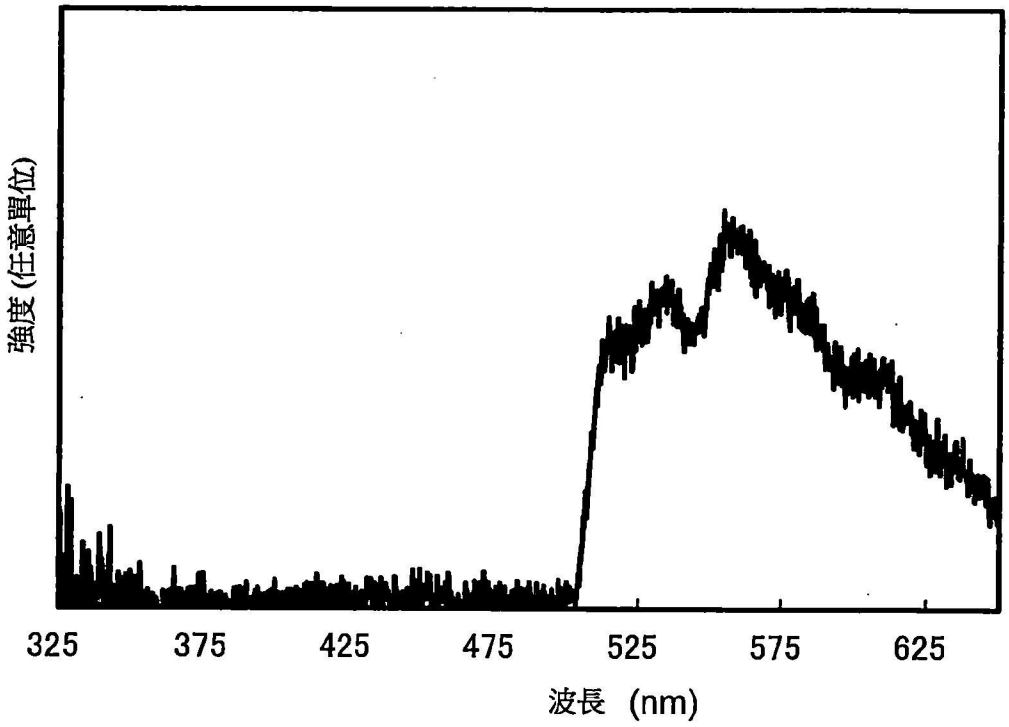


圖 45A

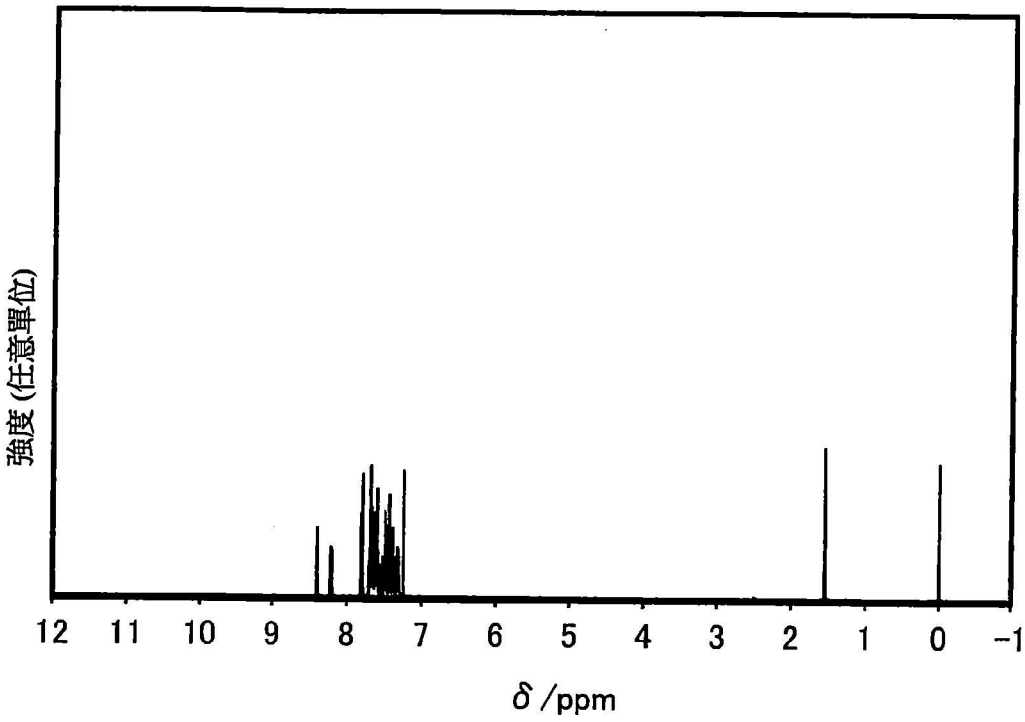


圖 45B

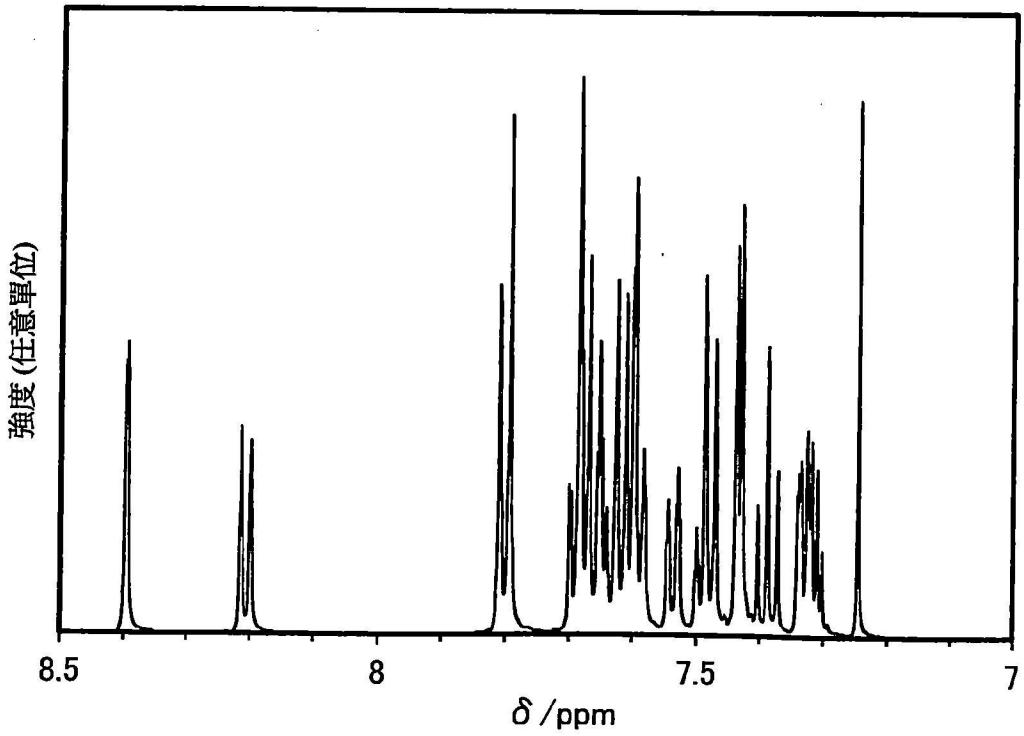


圖 46A

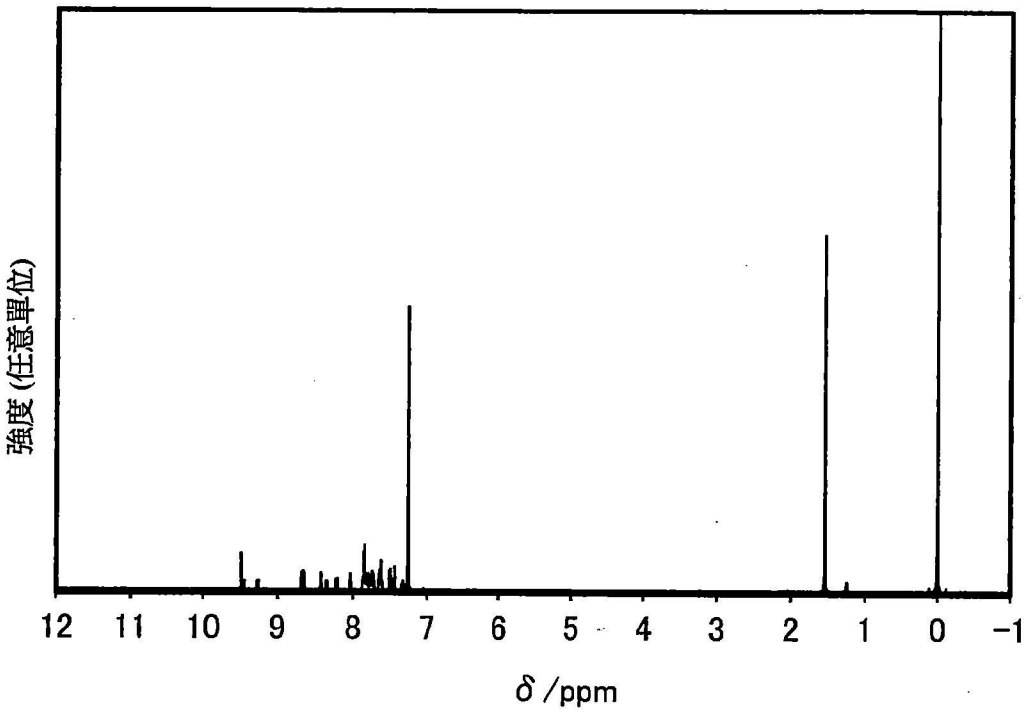


圖 46B

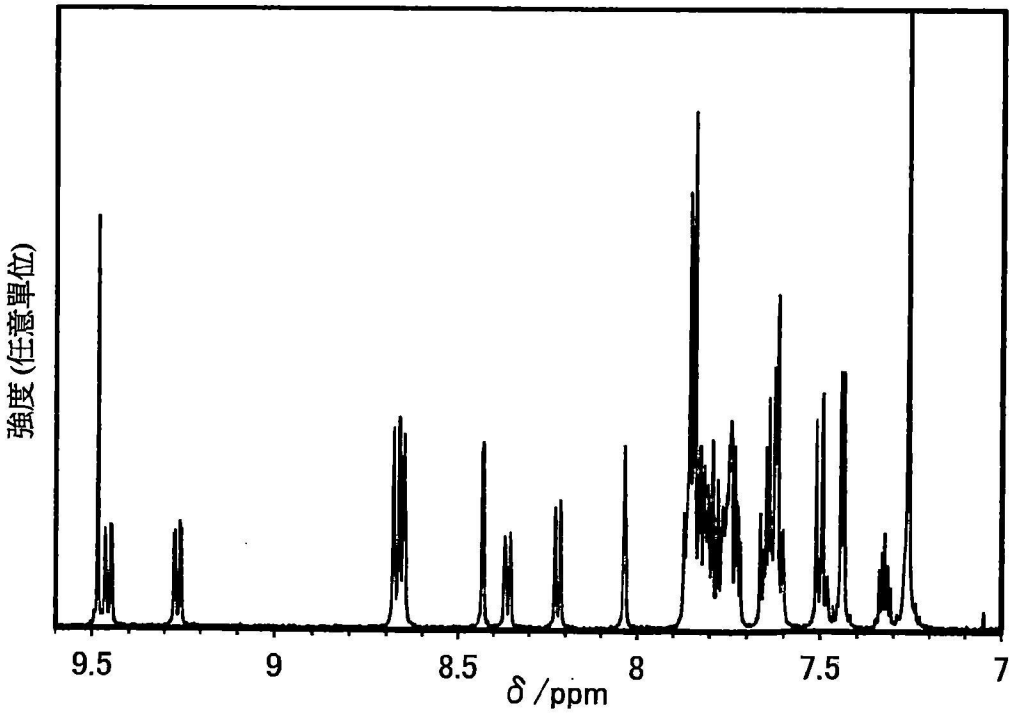


圖 47

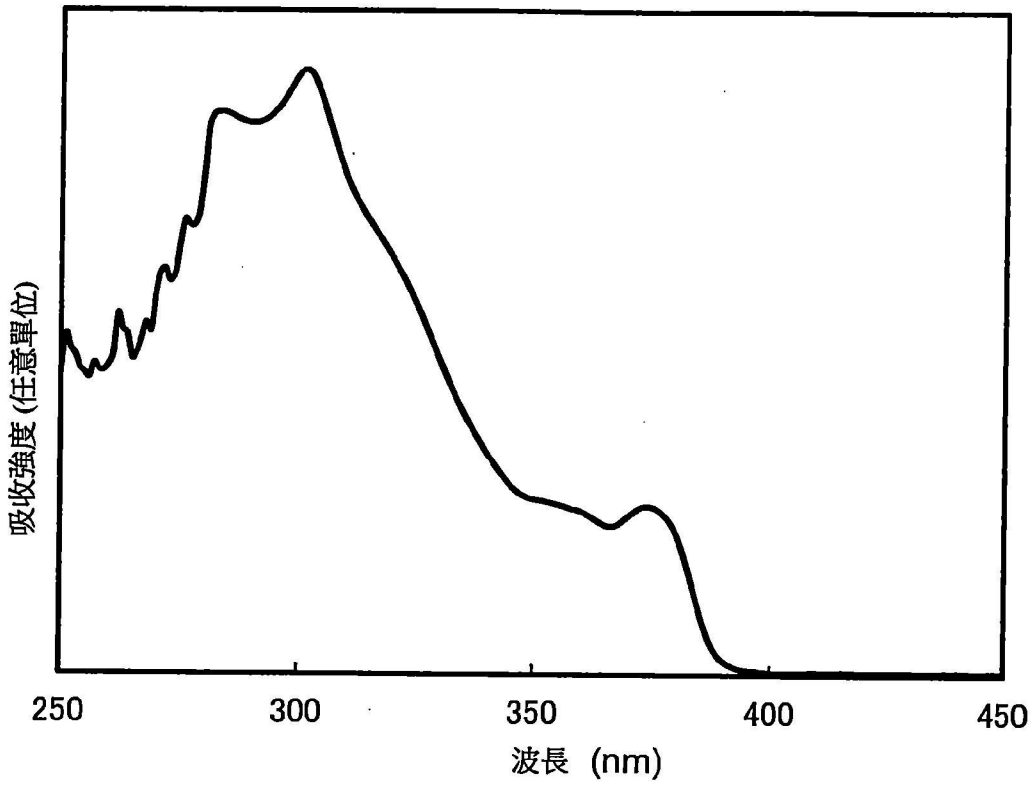

吸收強度 (任意單位)
250
300
350
400
450
波長 (nm)

圖 48

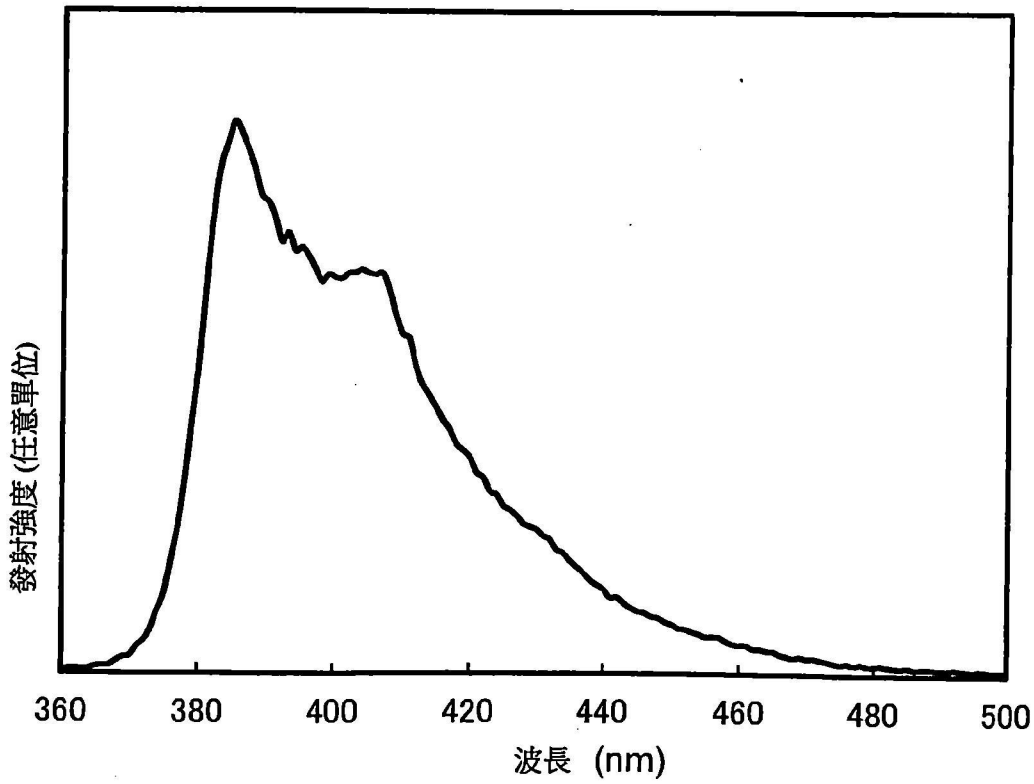

發射強度 (任意單位)
360
380
400
420
440
460
480
500
波長 (nm)

圖 49

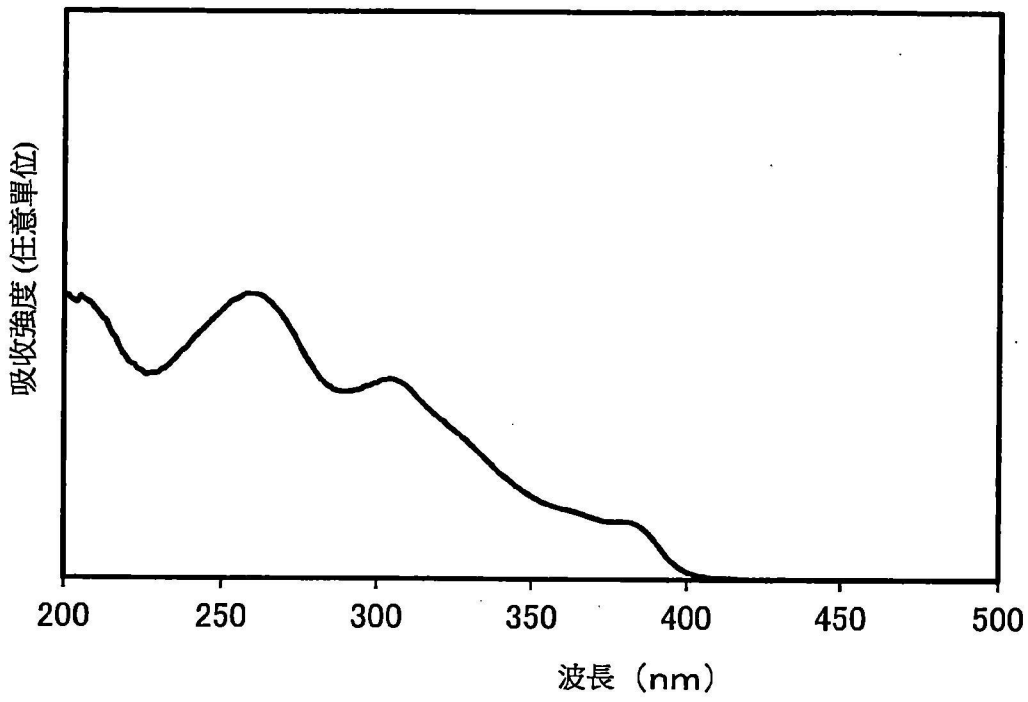

吸收強度 (任意單位)
200
250
300
350
400
450
500
波長（nm）

圖 50

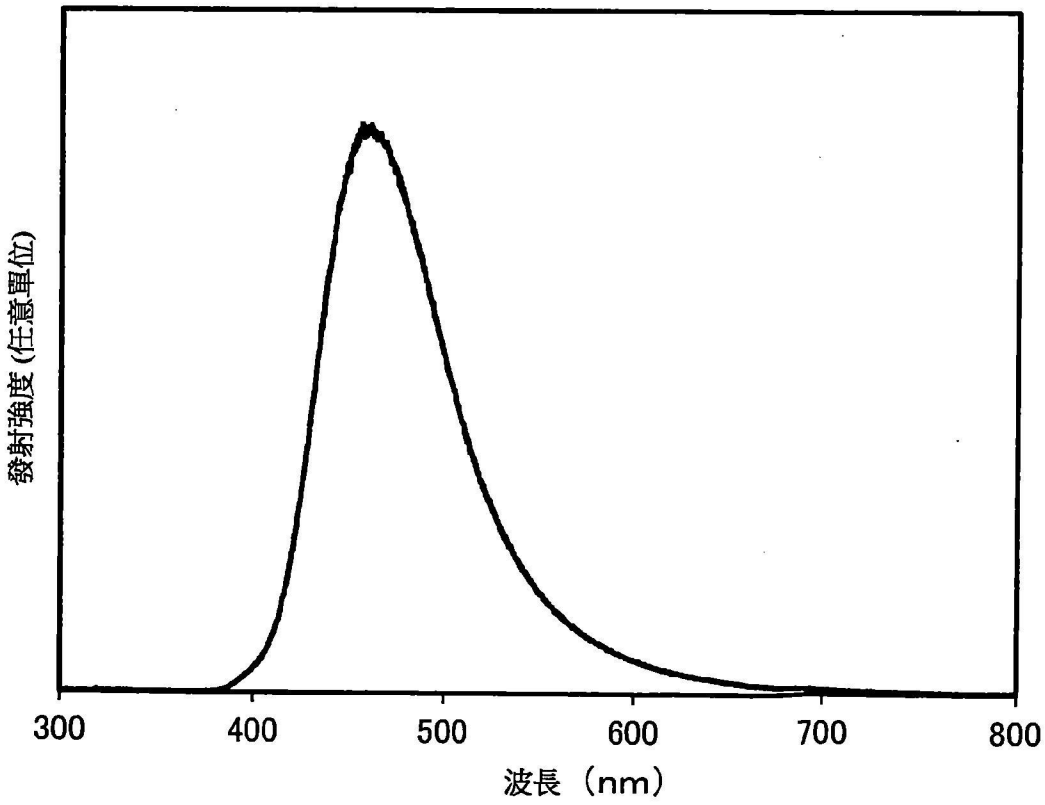

發射強度 (任意單位)
300
400
500
600
700
800
波長（nm）

圖 51

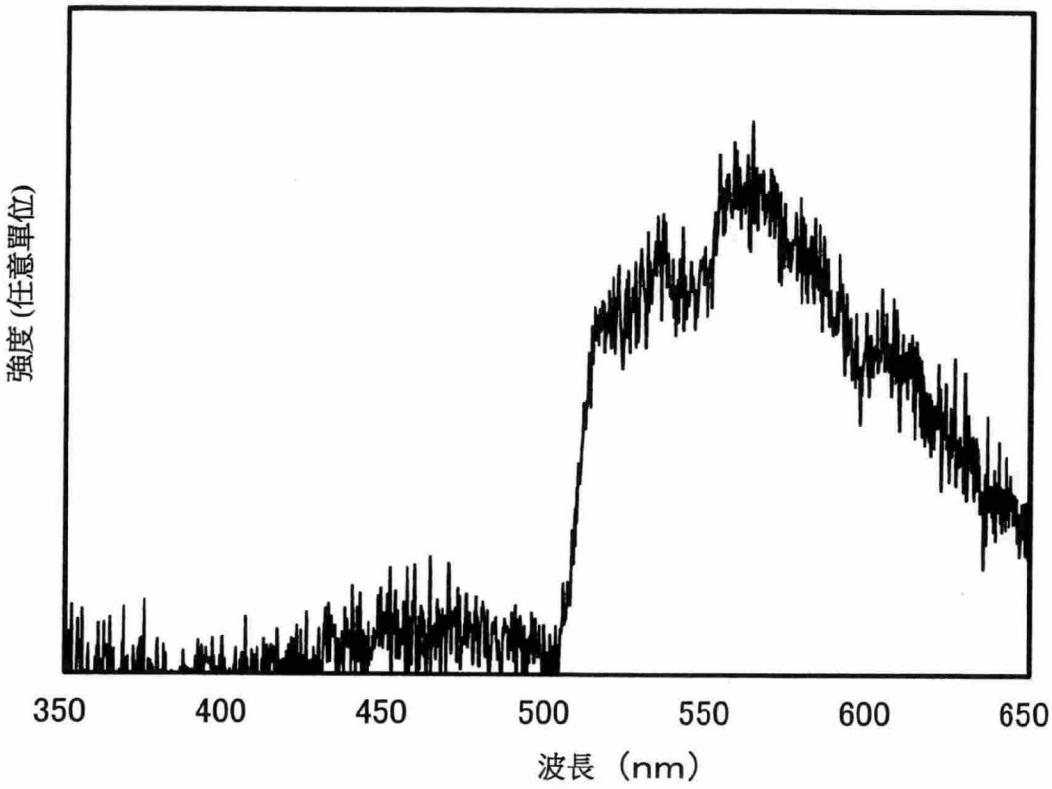


圖 52A

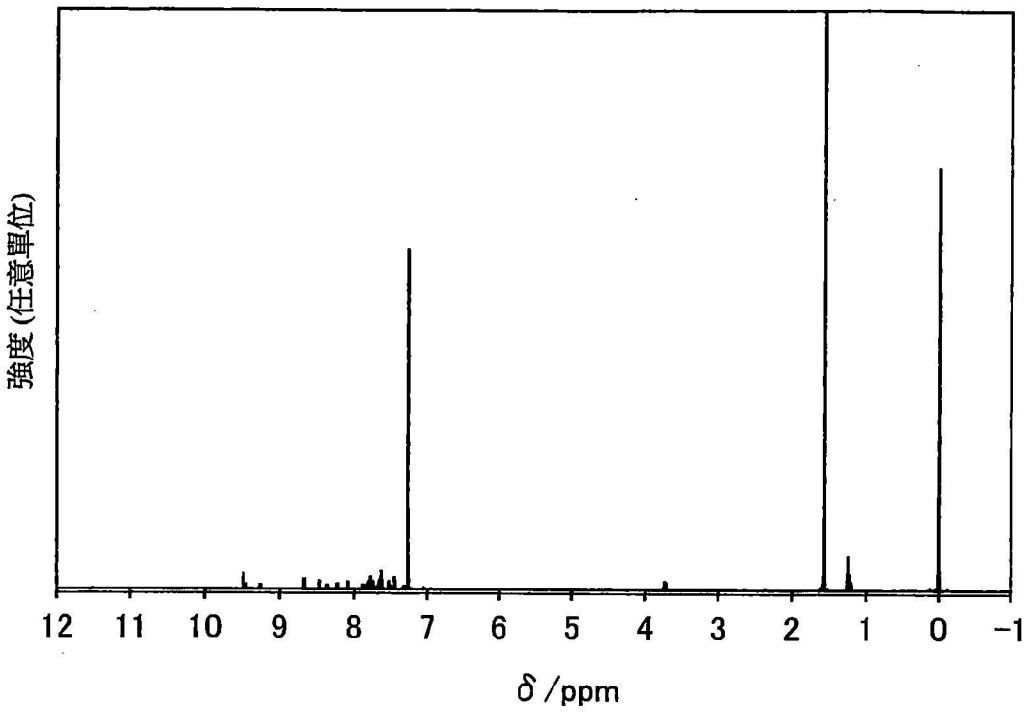


圖 52B

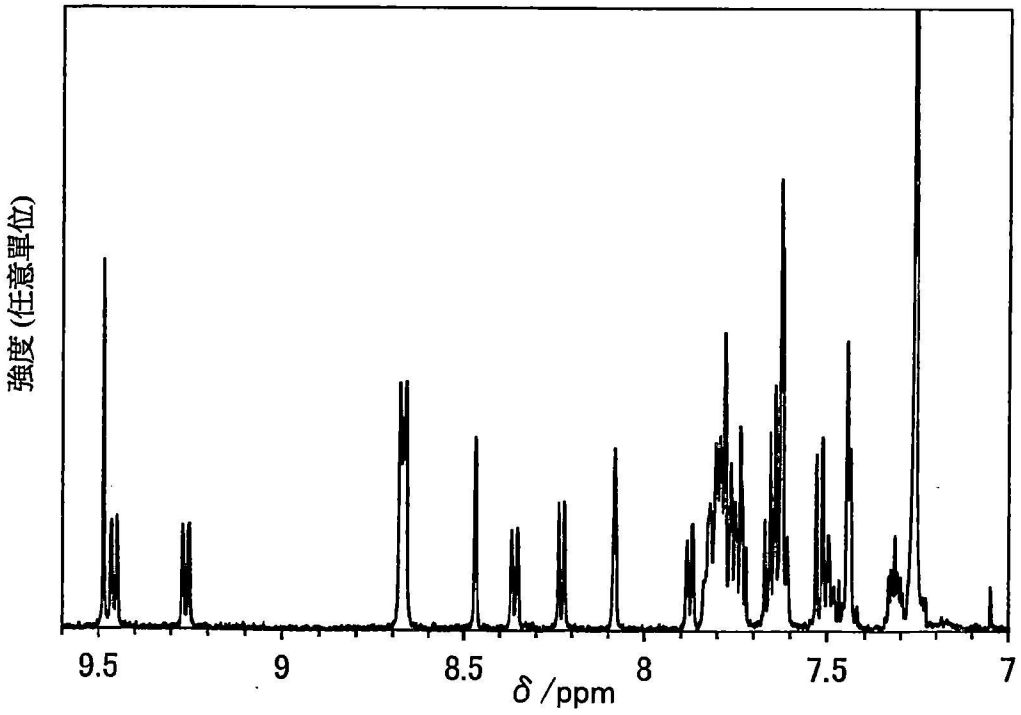


圖 53

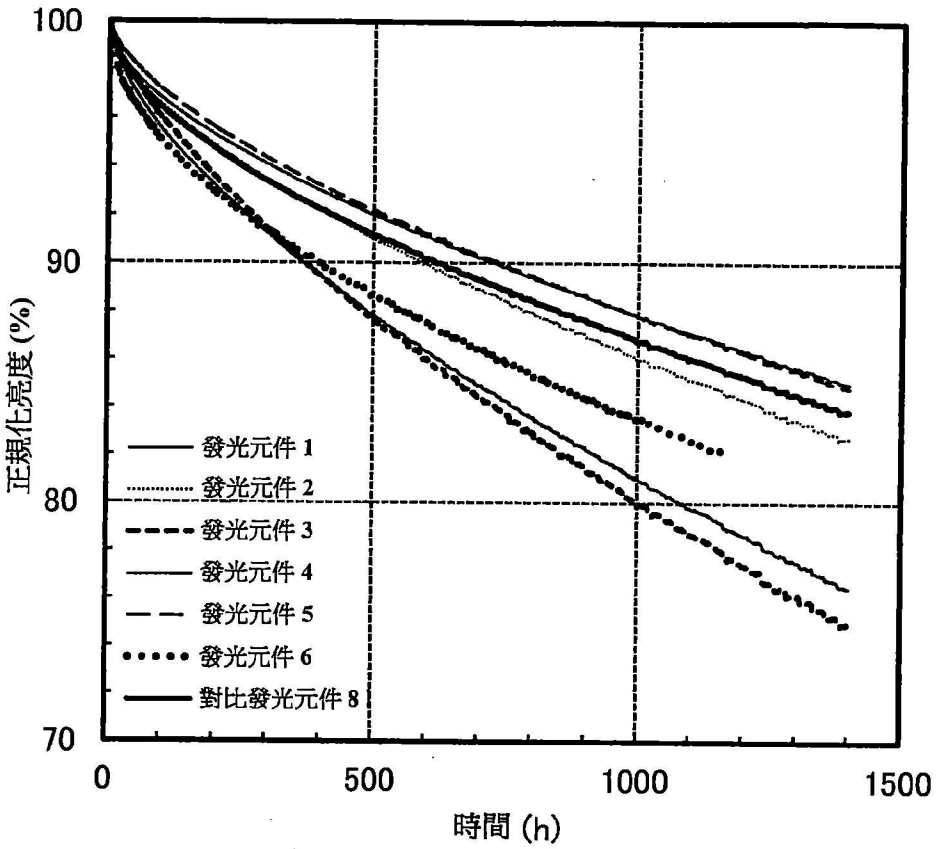

100
90
80
70
正規化亮度 (%)
0
500
1000
1500
時間 (h)
發光元件 1
發光元件 2
發光元件 3
發光元件 4
發光元件 5
發光元件 6
對比發光元件 8

圖 54

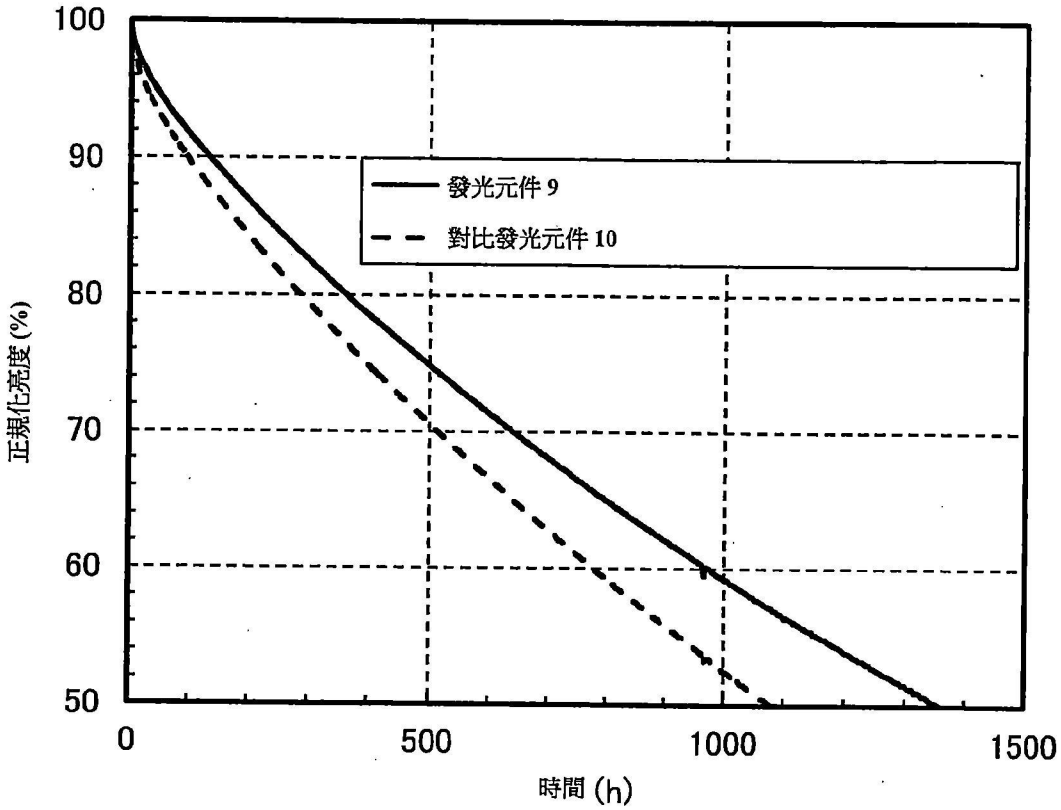
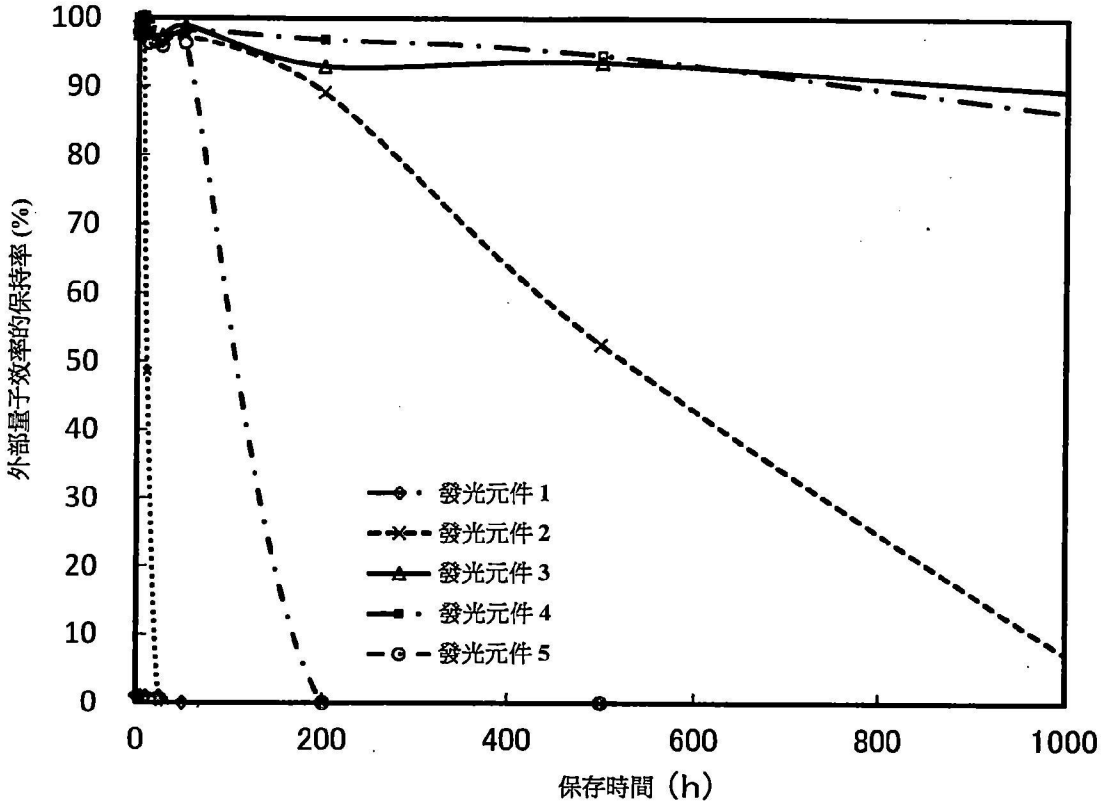


圖 55


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
外部量子效率的保持率 (%)
0
200
400
600
800
1000
保存時間（h）
發光元件 1
發光元件 2
發光元件 3
發光元件 4
發光元件 5