202202481

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202202481 A

(43)公開日： 中華民國 111 (2022) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：110124128 (22)申請日： 中華民國 110 (2021) 年 06 月 30 日

(51)Int. Cl.： *C07D209/86 (2006.01)* *C07D405/14 (2006.01)*
C07D487/04 (2006.01) *H05B33/14 (2006.01)*
C09K11/06 (2006.01) *H01L51/50 (2006.01)*

(30)優先權：2020/06/30 日本 2020-112859

(71)申請人：日商日鐵化學材料股份有限公司 (日本) NIPPON STEEL CHEMICAL & MATERIAL CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：甲斐孝弘 KAI, TAKAHIRO (JP) ；林健太郎 HAYASHI, KENTARO (JP) ；小川淳也 OGAWA, JUNYA (JP) ；池永裕士 IKENAGA, YUJI (JP) ；寺田絢香 TERADA, AYAKA (JP) ；吉田和成 YOSHIDA, KAZUNARI (JP) ；北原行久美 KITAHARA, IKUMI (JP) ；泉遥 IZUMI, HARUKA (JP) ；野口勝秀 NOGUCHI, KATSUHIDE (JP) ；川田敦志 KAWADA, ATSUSHI (JP)

(74)代理人：鮑亞嵐；卓孟儀

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：19 項 圖式數：1 共 123 頁

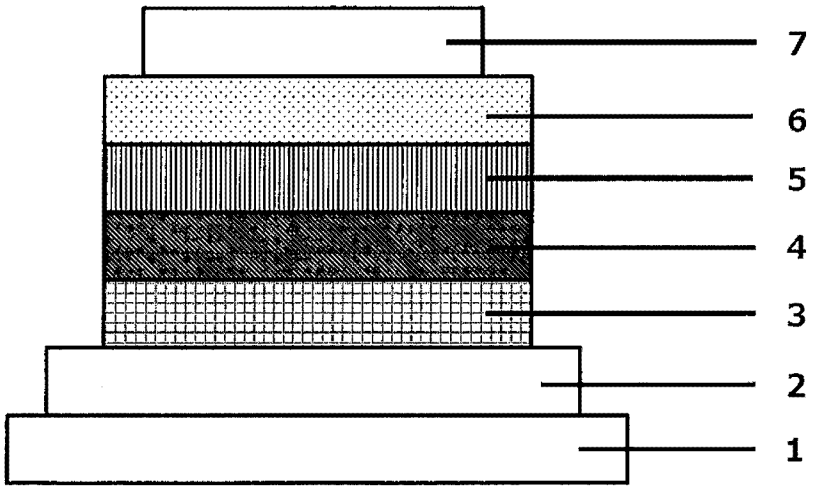
(54)名稱

有機電場發光元件、其製造方法及主體材料組成物

(57)摘要

本發明的課題在於提供一種為低驅動電壓、高電力效率且具有長壽命特性的有機 EL 元件。該有機 EL 元件於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層，至少一個發光層含有包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的主體材料、以及發光性摻雜劑材料。第一主體材料的 LUMO 能量為-1.95 eV 以下，於將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的 LUMO 能量分別設為 LM1、LM2 及 LM3 時，滿足 LM2≧LM3≧LM1。作為第一主體材料，適合的是通式（1）所表示的吲哚並咔唑化合物，作為第二主體材料，適合的是通式（2）所表示的雙咔唑化合物等，作為第三主體材料，適合的是通式（5）所表示的吲哚並咔唑化合物。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

1:基板

2:陽極

3:電洞注入層

4:電洞傳輸層

5:發光層

6:電子傳輸層

7:陰極

202202481

【發明摘要】

【中文發明名稱】有機電場發光元件

【中文】

本發明的課題在於提供一種為低驅動電壓、高電力效率且具有長壽命特性的有機 EL 元件。該有機 EL 元件於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層，至少一個發光層含有包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的主體材料、以及發光性摻雜劑材料。第一主體材料的 LUMO 能量為-1.95 eV 以下，於將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的 LUMO 能量分別設為 LM1、LM2 及 LM3 時，滿足 LM2≧LM3≧LM1。作為第一主體材料，適合的是通式（1）所表示的吲哚並咔唑化合物，作為第二主體材料，適合的是通式(2)所表示的雙咔唑化合物等，作為第三主體材料，適合的是通式（5）所表示的吲哚並咔唑化合物。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

1:基板

2:陽極

3:電洞注入層

4:電洞傳輸層

5:發光層

6:電子傳輸層

7:陰極

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】有機電場發光元件

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種有機電場發光元件（稱為有機 EL 元件）。

【先前技術】

【0002】 藉由對有機 EL 元件施加電壓，而分別自陽極將電洞注入至發光層，自陰極將電子注入至發光層。而且，於發光層中，所注入的電洞與電子再結合而生成激子。此時，根據電子自旋（electron spin）的統計法則，以 1：3 的比例生成單重態激子及三重態激子。關於利用由單重態激子產生的發光的螢光發光型有機 EL 元件，認為內部量子效率的極限為 25%。另一方面，已知使用由三重態激子產生的發光的磷光發光型有機 EL 元件於自單重態激子有效率地進行系間交差（intersystem crossing）的情況下，內部量子效率提高至 100%。

【0003】 最近，正開發利用延遲螢光的高效率的有機 EL 元件。例如，已知有一種利用作為延遲螢光的機制之一的三重態-三重態融合（Triplet-Triplet Fusion，TTF）機構的有機 EL 元件。TTF 機構為利用藉由兩個三重態激子的碰撞而生成單重態激子的現象者，認為理論上將內部量子效率提高至 40%。但是，與磷光發光型有機 EL 元件相比較，效率低，因此要求效率的進一步改良。

於專利文獻 1 中揭示有一種利用熱活化延遲螢光（Thermally Activated Delayed Fluorescence，TADF）機構的有機 EL 元件。TADF 機構為利用如下現象者：於單重態能階與三重態能階的能量差小的材料中，產生自三重態激子向單重態激子的逆系間交差（inverse intersystem crossing），認為理論上將內部量子效率提高至 100%。目前，對於實用化的利用螢光材料、磷光材料的元件，要求進一步的效率特性、電壓特性及驅動壽命的提高，另外，對於利用 TADF 機構的元件，要求實現實用水準的特性。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0004】 [專利文獻 1]WO2011/070963 號公報

[專利文獻 2]WO2013/062075 號公報

[專利文獻 3]US 公開 2014/0374728 號公報

[專利文獻 4]WO2011/136755 號公報

[專利文獻 5]WO2016/194604 號公報

[專利文獻 6]WO2018/0198844 號公報

[專利文獻 7]US 公開 2017/098778 號公報

[專利文獻 8]KR 公開 2020-017727 號公報

[非專利文獻]

【0005】 [非專利文獻 1]「先進材料（Advanced Materials，Adv. Mater）」（2011, 23, 3590-3596）

【0006】 於專利文獻 2、專利文獻 3 中，揭示將雙咔唑化合物用

作混合主體材料。

於專利文獻 4 中，揭示主體材料的用途，所述主體材料預先混合有包含吲哚並咔唑化合物的多種主體材料。

於專利文獻 5、專利文獻 6 中，揭示混合主體材料的用途，所述混合主體材料包含吲哚並咔唑化合物與雙咔唑化合物。

於專利文獻 7、專利文獻 8 及非專利文獻 1 中，揭示混合主體材料的用途，所述混合主體材料包含三種主體材料。

但是，均不可謂充分，期望進一步的改良。

【發明內容】

【0007】 為了將有機 EL 元件應用於平板顯示器（flat panel display）等顯示元件、或光源中，需要於改善元件的驅動電壓及發光效率的同時充分確保驅動時的穩定性。本發明的目的在於提供一種為低驅動電壓、高效率且顯示出長驅動壽命特性的有機 EL 元件以及適合於其的有機 EL 元件用材料。

為了提高有機 EL 元件的壽命特性，有效的是：較所使用的材料的荷電狀態或激發狀態等基底狀態而言提高活性狀態下的穩定性，並且降低每一分子的成為活性狀態的頻率、即、使活性狀態分散於大量的分子中。尤其是，為了使激發狀態分散，重要的是：適當地調整電子與電洞向發光層內的注入性及傳輸性、即、調整電荷平衡。進而，藉由調整電荷平衡，可抑制電子、電洞及激子向周邊層的洩漏，該情況亦與壽命提高有關，進而亦可獲得效率提高的效果。

為了實現該點，目前採用如下方法：以磷光系的發光層為中心，將包含電子注入傳輸性主體與電洞注入傳輸性主體的組合的兩種主體材料混合，並調整混合比率，藉此使電荷平衡最佳化。另一方面，藉由混合兩種主體材料，壽命特性雖提高，但電荷的注入傳輸性惡化，藉此存在驅動電壓上昇的問題。

【0008】 本發明者等人進行了努力研究，結果發現，藉由使用特定的第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料，而成為顯示出優異的特性的有機 EL 元件，從而完成了本發明。

【0009】 本發明為一種有機電場發光元件，其於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層，所述有機電場發光元件的特徵在於：至少一個發光層含有包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的主體材料、以及發光性摻雜劑材料，第一主體材料的最低未佔用分子軌域（lowest unoccupied molecular orbital，LUMO）能量為-1.95 eV 以下，於將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的 LUMO 能量分別設為 LM1、LM2 及 LM3 時，滿足 LM2≧LM3≧LM1。

【0010】 較佳的態樣是：所述第二主體材料的 LUMO 能量為-1.54 eV 以上，所述第三主體材料的 LUMO 能量為-1.94 eV～-1.77 eV，或者第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的三重態激發（T1）能量為 2.55 eV 以上。

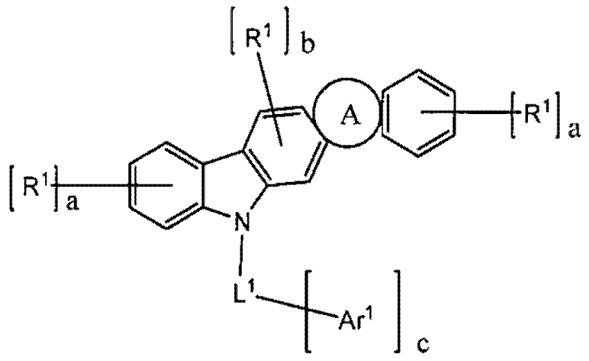
【0011】 較佳的態樣是：第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料、以及發光性摻雜劑材料的至少三種材料是由一個蒸鍍

源蒸鍍，或者第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料是由一個蒸鍍源蒸鍍。

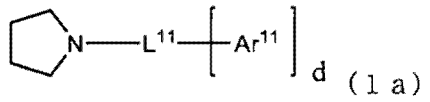
【0012】 作為發光性摻雜劑材料，可列舉包含熱活化延遲螢光的螢光發光材料或磷光發光材料。

【0013】 第一主體材料可為下述通式（1）所表示的化合物。

[化 1]



（1）



（1a）

【0014】 此處，環 A 為式（1a）所表示的雜環，環 A 與所鄰接的環於任意位置縮合，

R^1 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

a、c 及 d 各自獨立地表示 0～4 的整數，b 表示 0～2 的整數，

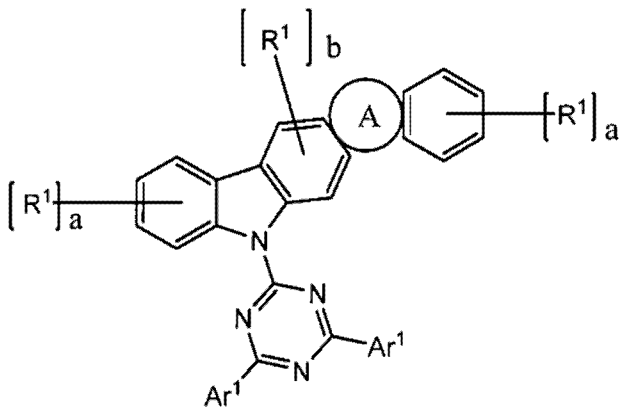
L^1 及 L^{11} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，至少一者為該芳香族雜環基。

Ar^1 及 Ar^{11} 分別獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

此處，較佳為 L^1 及 L^{11} 的至少一者為經取代或未經取代的含氮六員環基、或者包含含氮六員環的經取代或未經取代的縮環芳香族雜環基。

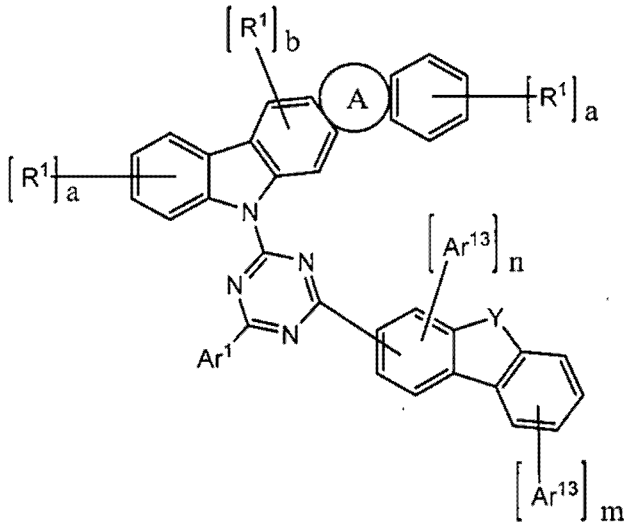
【0015】 作為通式（1）所表示的化合物，有下述式（11）、式（12）或式（13）所表示的化合物。

[化 2]

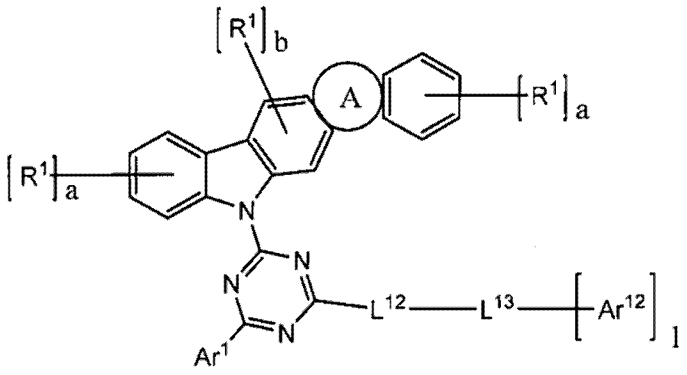


（11）

[化 3]



(12)



(13)

【0016】 此處，R^1、環 A、Ar^1、a 及 b 與通式（1）為相同含義，

Y 表示 O、S、NAr^{14}、或 $CAr^{15}Ar^{16}$，

Ar^{13}、Ar^{14}、Ar^{15}、及 Ar^{16} 分別獨立地表示碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

m 表示 0～4 的整數，n 表示 0～3 的整數，l 表示 0～4 的整數。

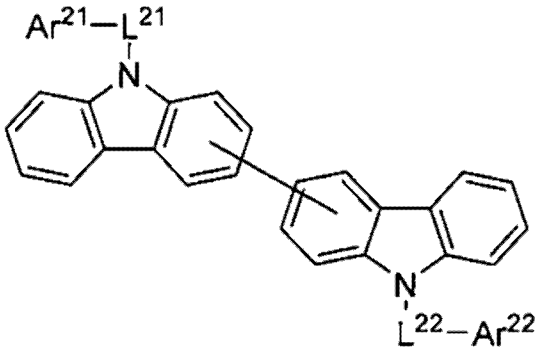
L^{12} 表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基，

L^{13} 表示含氮六員環基，

Ar^{12} 獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0017】 第二主體材料可為下述通式(2)、通式(3)、或通式(4)所表示的化合物。

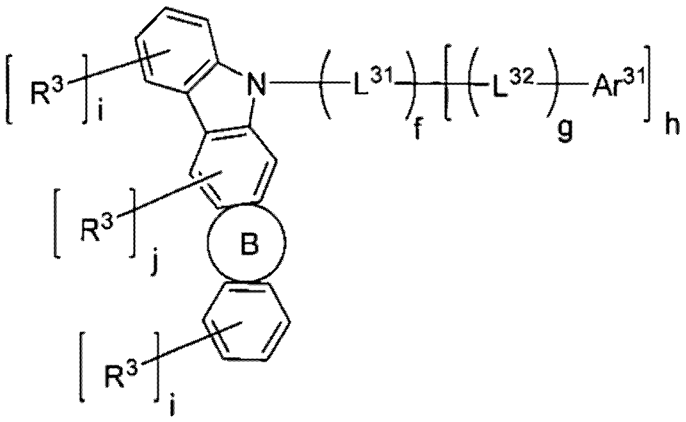
[化 4]



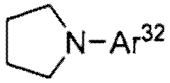
(2)

【0018】 此處，Ar^{21} 及 Ar^{22} 獨立地表示氫、重氫、經取代或未經取代的碳數 6～14 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。L^{21} 及 L^{22} 獨立地表示直接鍵結、或伸苯基。

【0019】 [化 5]



(3)



(3a)

【0020】 此處，環 B 為式（3a）所表示的雜環，環 B 與所鄰接的環於任意位置縮合，

R^3 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

L^{31} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，

L^{32} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基，

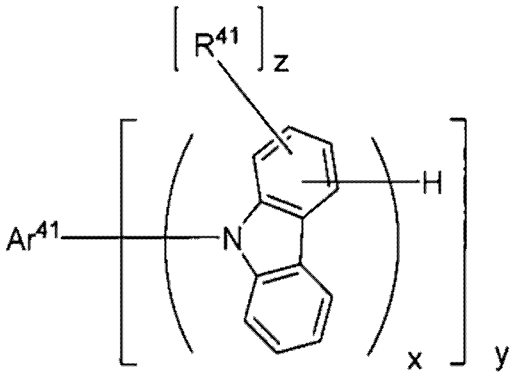
Ar^{31} 為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的咔唑基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

Ar^{32} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

i 表示 0～4 的整數，j 表示 0～2 的整數，

f 為重複數，表示 1～3 的整數，g 為重複數，獨立地表示 0～3 的整數，h 為取代數，表示 0～7 的整數。

【0021】 [化 6]



(4)

【0022】 此處，Ar^{41} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的連結芳香族基。於 Ar^{41} 具有氫原子的情況下，該氫原子亦可經重氫取代。

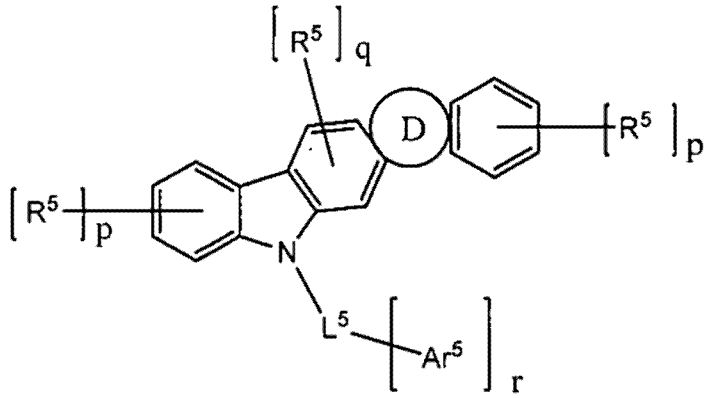
R^{41} 分別獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，其中並非為咔唑基。

x 為重複數，獨立地表示 1～4 的整數，至少一個 x 為 2～4

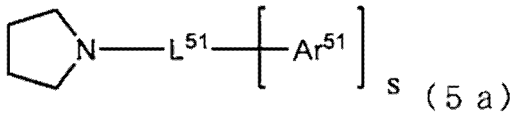
的整數。y 為取代數，表示 1～4 的整數。於 x 及 y 為 2 以上的情況下，式中的多個咔唑基可相同亦可不同。z 為 0～3 的整數。

【0023】 第三主體材料可為下述通式（5）所表示的化合物。

[化 7]



(5)



(5a)

【0024】 此處，環 D 為式（5a）所表示的雜環，環 D 與所鄰接的環於任意位置縮合，

R^5 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

p、r 及 s 獨立地表示 0～4 的整數，q 表示 0～2 的整數，

L^5 及 L^{51} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、

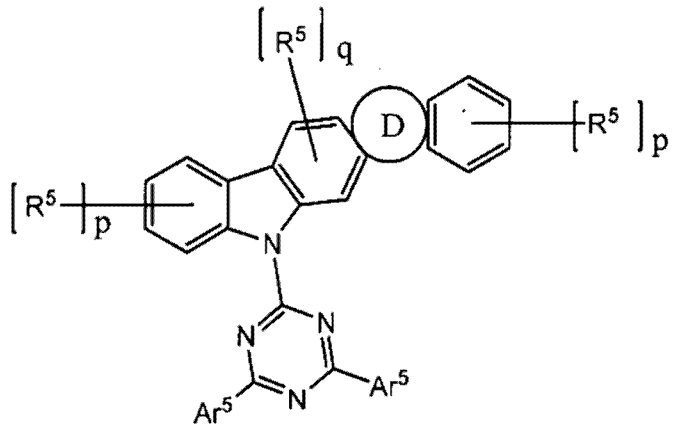
或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，至少一者為該芳香族雜環基。

Ar^5 及 Ar^{51} 分別獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

較佳的態樣是：L^5 及 L^{51} 的至少一者為經取代或未經取代的含氮六員環、或者包含含氮六員環的縮環芳香族雜環基。

【0025】 第三主體材料可為下述式（51）所表示的化合物。

[化 8]



(51)

此處，R^5、D、Ar^5、p、及 q 與通式（5）為相同含義。

【0026】 相對於第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的合計，第一主體材料的比例可超過 1.0 wt%且小於 30 wt%，第三主體材料的比例可超過 5.0 wt%且小於 80 wt%。

【0027】 另外，本發明為一種有機電場發光元件的製造方法，其特徵在於：在製造於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層且至少一個發光層包含主體材料、以及發光性摻雜劑材料的有機電場發光元件時，蒸鍍主體材料組成物、與發光性摻雜劑材料而形成發光層，所述主體材料組成物中，該主體材料包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料、且第一主體材料的LUMO 能量為-1.95 eV 以下。進而，本發明為一種主體材料組成物，其用於所述有機電場發光元件的製造方法中。

【0028】 目前，於以磷光發光元件為中心而實用的兩種主體材料的混合使用中，壽命特性雖提高，但電荷的注入傳輸性惡化，藉此存在驅動電壓上昇的問題。即，壽命特性與驅動電壓大多情況下為取捨關係。

相對於此，於本發明中，藉由使用包含具有小的 LUMO 能量的主體材料的三種混合主體材料，可維持良好的效率、壽命特性，同時可改善驅動電壓。

於為了對於提高壽命特性而言有效的電荷平衡的最佳化而將電子傳輸性主體與電洞傳輸性主體兩種混合的現有方法中，尤其是電子、電洞的傳輸速度降低，結果，驅動電壓上昇，但認為藉由在其中適量混合 LUMO 能量小的主體材料，而可於電荷平衡經最佳化的狀態下，維持良好的效率特性及壽命特性，同時改善電子的注入性，減低驅動電壓。

【圖式簡單說明】

【0029】

圖 1 是表示有機 EL 元件的一例的示意剖面圖。

【實施方式】

【0030】 本發明的有機 EL 元件於相向的陽極與陰極之間具有包含多個層的有機層，多個層的至少一層為發光層，發光層亦可存在多個。而且，發光層的至少一個含有第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料、以及發光性摻雜劑材料。發光層可包含蒸鍍層。

於本說明書中，將包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的材料統稱為主體材料。另外，將用於利用蒸鍍法形成發光層的包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的材料稱為主體材料組成物。

【0031】 於將所述第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的 LUMO 能量分別設為 LM1、LM2 及 LM3 時，滿足 LM2≧LM3≧LM1。較佳為滿足 LM2＞LM3＞LM1。

【0032】 第一主體材料的 LUMO 能量 LM1 為-1.95 eV 以下。較佳為-1.97 eV 以下，進而佳為-2.00 eV 以下。

【0033】 第二主體材料的 LUMO 能量 LM2 可為-1.54 eV 以上，較佳為-1.30 eV 以上，進而佳為-1.07 eV 以上。

【0034】 第三主體材料的 LUMO 能量 LM3 可為-1.94 eV～-1.77 eV，較佳為-1.94 eV～-1.83 eV，進而佳為-1.94 eV～-1.87 eV。

【0035】 第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的三重

態激發（T1）能量較佳為 2.55 eV 以上，更佳為 2.60 eV 以上，進而佳為 2.65 eV 以上。

【0036】 作為第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料，只要為滿足所述特性者即可，較佳為以下所示般的化合物。

【0037】 作為第一主體材料而適合的化合物有所述通式（1）所表示的化合物。

於通式（1）中，

Ar^1 及 Ar^{11} 分別獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0038】 作為 Ar^1 及 Ar^{11} 為未經取代的芳香族烴基、未經取代的芳香族雜環基、或者未經取代的連結芳香族基的具體例，可列舉：自苯、並環戊二烯、茚、萘、薁、並環庚二烯、並環辛二烯、苯並二茚、苊、芴、菲、蒽、三茚（trindene）、螢蒽、醋菲烯、醋蒽烯、聯三伸苯、苉、1,2-苯並菲、苯並蒽（tetraphene）、稠四苯、七曜烯（pleiadene）、芘、苝、戊芬、稠五苯、聯四伸苯、膽蒽、螺烯、己芬、玉紅省（rubicene）、蔻、聯三伸萘、庚芬、皮蒽、呋喃、苯並呋喃、異苯並呋喃、氧雜蒽（xanthene）、二苯並對二

噁英（oxanthrene）、二苯並呋喃、迫-氧雜蒽並氧雜蒽（peri-xanthenoxanthene）、噻吩、硫雜蒽（thioxanthene）、噻蒽（thianthrene）、吩噁噻（phenoxathiin）、噻茚（thionaphthene）、異噻茚（isothianaphthene）、並噻吩（thiophthene）、萘並噻吩（thiophanthrene）、二苯並噻吩、吡咯、吡唑、碲唑、硒唑、噻唑、異噻唑、噁唑、呋呫、吲哚嗪（indolizine）、吲哚、異吲哚、吲唑、嘌呤（purine）、喹嗪、異喹啉、咪唑、萘啶、酞嗪、咔唑、苯二氮呯（benzodiazepine）、喹噁啉、噌啉（cinnoline）、喹啉、喋啶（pteridine）、啡啶（phenanthridine）、吖啶（acridine）、呸啶（perimidine）、啡啉（phenanthroline）、啡嗪（phenazine）、咔啉（carboline）、啡碲嗪（phenotellurazine）、啡硒嗪（phenoselenazine）、啡噻嗪（phenothiazine）、啡噁嗪（phenoxazine）、1,8,9-三氮雜蒽（anthyridine）、苯並噻唑、苯並咪唑、苯並噁唑、苯並異噁唑、苯並異噻唑、或該些的 2 個～7 個連結而構成的化合物中除去 1 個氫而生成的基。較佳為由吡啶、嘧啶、三嗪、二苯並呋喃、二苯並噻吩、咔唑、苯、萘、或該些的 2 個～7 個連結而構成的化合物生成的基。

【0039】 R^1 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為碳數 1～6 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基或者經取

代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基。

【0040】 於 R^1 為脂肪族烴基的情況下，可為直鏈狀、分支狀、或環狀，較佳為碳數 1～8 的脂肪族烴基，進而佳為碳數 1～6 的烷基。

作為脂肪族烴基的具體例，可列舉：甲基、乙基、丙基、丁基、第三丁基、戊基、己基、環己基、庚基、辛基、壬基、或癸基。較佳為甲基、乙基、丙基、丁基、第三丁基、戊基、己基、環己基、庚基、或辛基，進而佳為甲基、乙基、丙基、丁基、第三丁基、戊基、己基、及環己基。

【0041】 作為 R^1 為未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者未經取代的連結芳香族基時的具體例，除了連結芳香族基的芳香族環的 2 個～5 個連結的情況以外，與 Ar^1 及 Ar^{11} 的情況相同。

【0042】 a、b、c 及 d 表示取代數，a、c 及 d 各自獨立地表示 0～4 的整數，較佳為 0～3 的整數，進而佳為 0～1。b 表示 0～2 的整數，較佳為 0～1。

【0043】 於本說明書中，連結芳香族基是指芳香族基的芳香族環的碳彼此藉由單鍵而鍵結並連結而成的芳香族基。為芳香族基的兩個以上連結而成的芳香族基，該些可為直鏈狀，亦可分支。芳香族基可為芳香族烴基，亦可為芳香族雜環基，多個芳香族基可相同，亦可不同。

【0044】 於本說明書中，所述般的未經取代的芳香族烴基、芳香

族雜環基、含氮六員環基、縮合芳香族雜環基、咔唑基、或連結芳香族基可分別具有取代基。具有取代基時的取代基為碳數 1～10 的脂肪族烴基、碳數 1～5 的烷氧基、碳數 2～5 的烯基、碳數 12～44 的二芳基胺基、重氫、鹵素、或氰基。

再者，取代基的數量可為 0～5、較佳為 0～3。於芳香族烴基及芳香族雜環基具有取代基時的碳數的計算時，不包含取代基的碳數。然而，較佳為包含取代基的碳數在內的合計碳數滿足所述範圍。

【0045】 作為所述取代基的具體例，可列舉：氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基、二苯基胺基、萘基苯基胺基、二萘基胺基、二蒽基胺基、二菲基胺基、二芘基胺基等。較佳為可列舉：氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基、庚基、辛基、二苯基胺基、萘基苯基胺基、或二萘基胺基。

【0046】 於本說明書中，可理解為氫可為重氫。因此，於通式（1）～通式（5）等中，吲哚並咔唑環或咔唑環等骨架、R^1、L^{11}、Ar^{11}等基具有氫的情況下，其一部分或全部可為重氫。

【0047】 L^1 及 L^{11} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，至少一者為芳香族雜環基。較佳為 L^1 及 L^{11} 的至少一者為經取代或未經取代的含氮六員環、或者包含含氮六員環的經取代或未經取代的縮環芳香族雜環基。

【0048】 作為 L^1 及 L^{11} 為未經取代的芳香族基、或未經取代的芳香族雜環基的具體例，除了為 c+1 價或 d+1 價的情況以外，與 Ar^1 及 Ar^{11} 的情況相同。較佳為由吡啶、嘧啶、三嗪、喹啉、異喹啉、喹噁啉、萘啶、啡嗪、二苯並呋喃、二苯並噻吩、咔唑、苯、或萘生成的基。

【0049】 作為未經取代的含氮六員環基、或者包含含氮六員環的未經取代的縮環芳香族雜環基的具體例，可列舉吡啶、嘧啶、三嗪、喹啉、異喹啉、喹噁啉、萘啶、或啡嗪。

【0050】 作為所述通式（1）的較佳態樣，有式（11），作為式（11）的較佳態樣，有式（12）、或式（13）。

此處，於式（11）～式（13）中，與通式（1）共通的記號具有相同的含義。

即，R^1、環 A、Ar^1、a、及 b 與通式（1）為相同含義。

【0051】 式（12）中，Y 表示 O、S、NAr^{14}、$CAr^{15}Ar^{16}$，較佳為 O、S、或 NAr^{14}，進而佳為 O 或 S。

【0052】 Ar^{13}、Ar^{14}、Ar^{15}、及 Ar^{16} 分別獨立地表示碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為經取代或未經取代的碳數 6～24 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，更

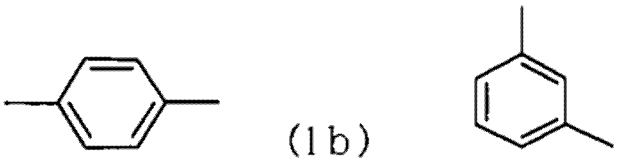
佳為經取代或未經取代的碳數 6～18 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0053】 作為 Ar^{13}、Ar^{14}、Ar^{15}、及 Ar^{16} 為未經取代的芳香族烴基、未經取代的芳香族雜環基、或者未經取代的連結芳香族基時的具體例，與 Ar^{1} 及 Ar^{11} 的情況相同。其中，於連結芳香族基的情況下，芳香族環的 2 個～5 個連結。作為是脂肪族烴基時的具體例，與 R^{1} 為脂肪族烴基的情況相同。

【0054】 m 表示 0～4 的整數，n 表示 0～3 的整數，m、n 較佳為 0～2，進而佳為 0～1。

【0055】 式（13）中，L^{12} 表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基，較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基，進而佳為式（1b）或式（1c）的任一者所表示的伸苯基。

[化 9]



(1b)　(1c)

【0056】 L^{13} 表示含氮六員環基，較佳為吡啶基或三嗪基，進而佳為三嗪基。

【0057】 Ar^{12} 獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香

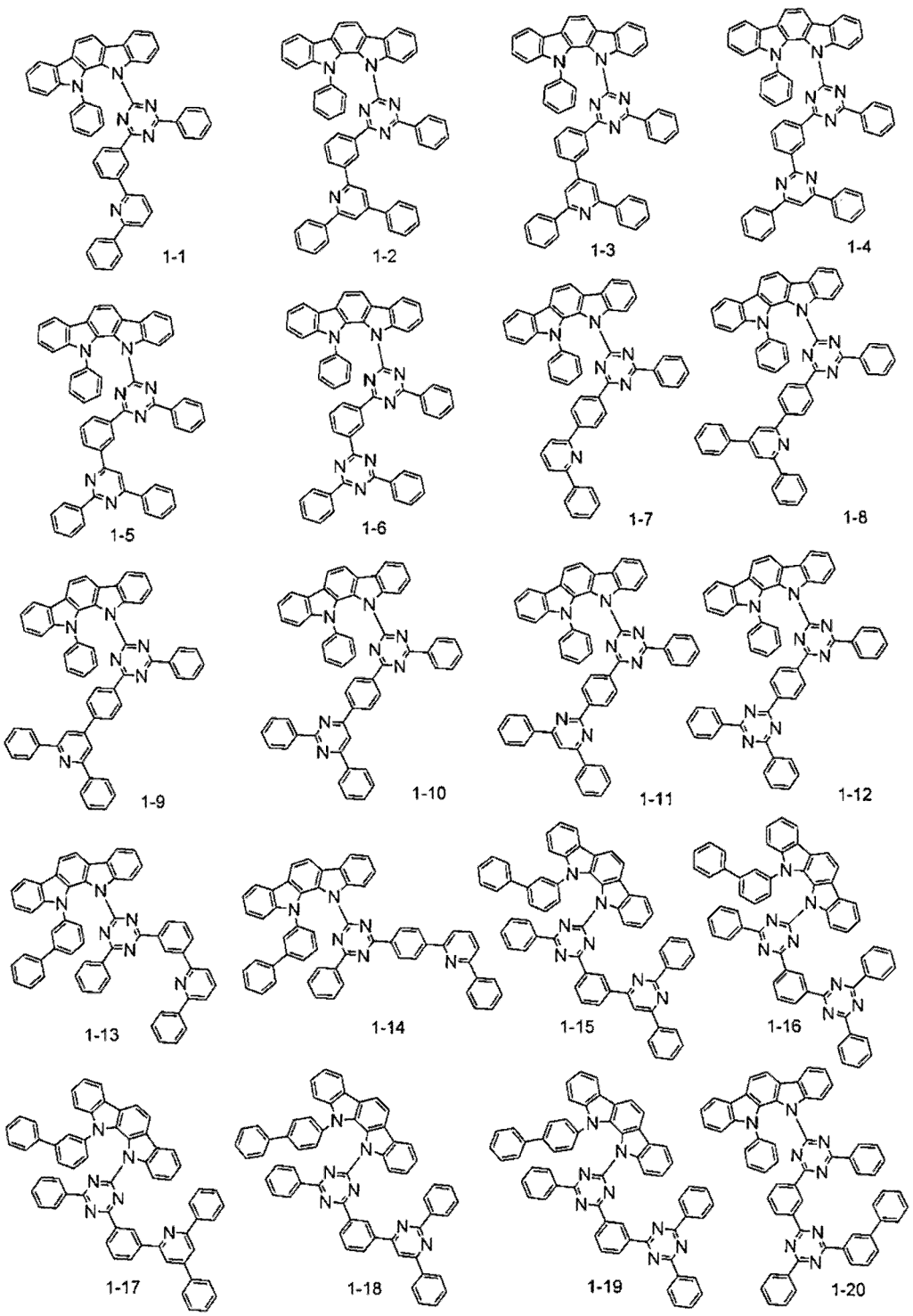
族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0058】 作為 Ar^{12} 為未經取代的芳香族烴基、未經取代的芳香族雜環基、或者未經取代的連結芳香族基時的具體例，除了連結芳香族基的芳香族環的 2 個～5 個連結的情況以外，與 Ar^{1} 及 Ar^{11} 的情況相同。

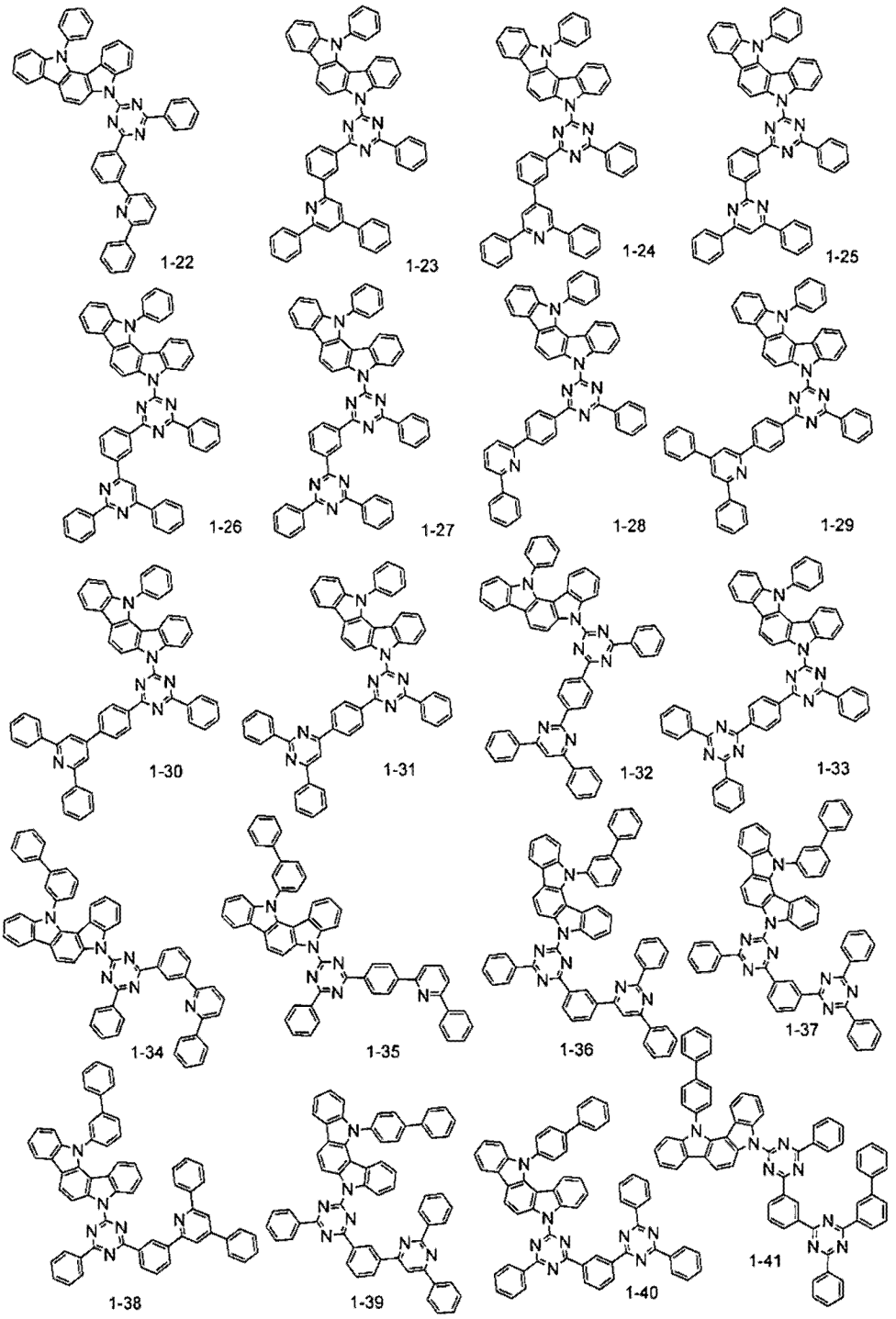
l 表示 0～4 的整數，較佳為 0～2。

【0059】 以下示出通式（1）所表示的化合物的具體例，但並不限定於該些例示化合物。

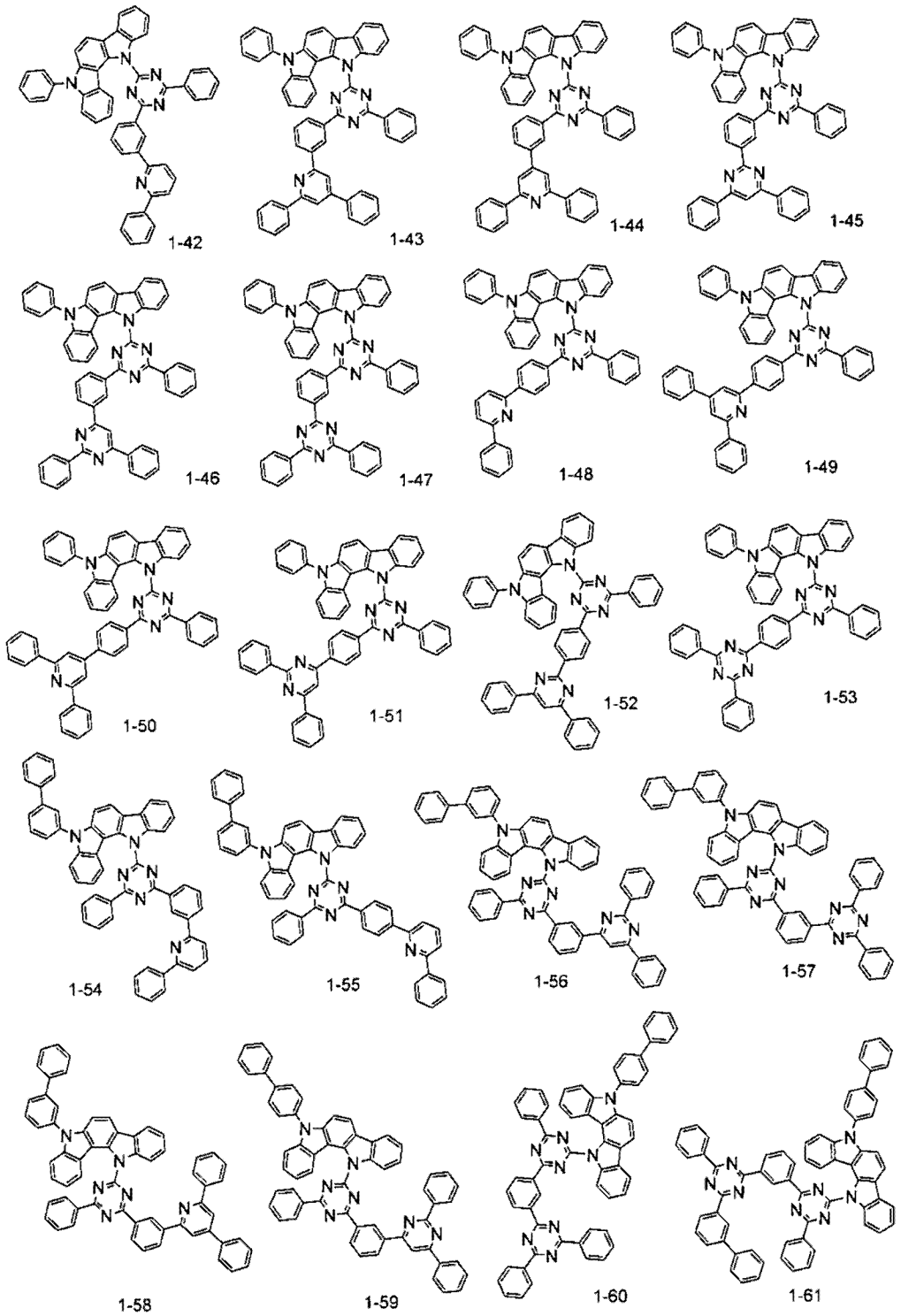
【0060】 [化 10]


1-1
1-2
1-3
1-4
1-5
1-6
1-7
1-8
1-9
1-10
1-11
1-12
1-13
1-14
1-15
1-16
1-17
1-18
1-19
1-20

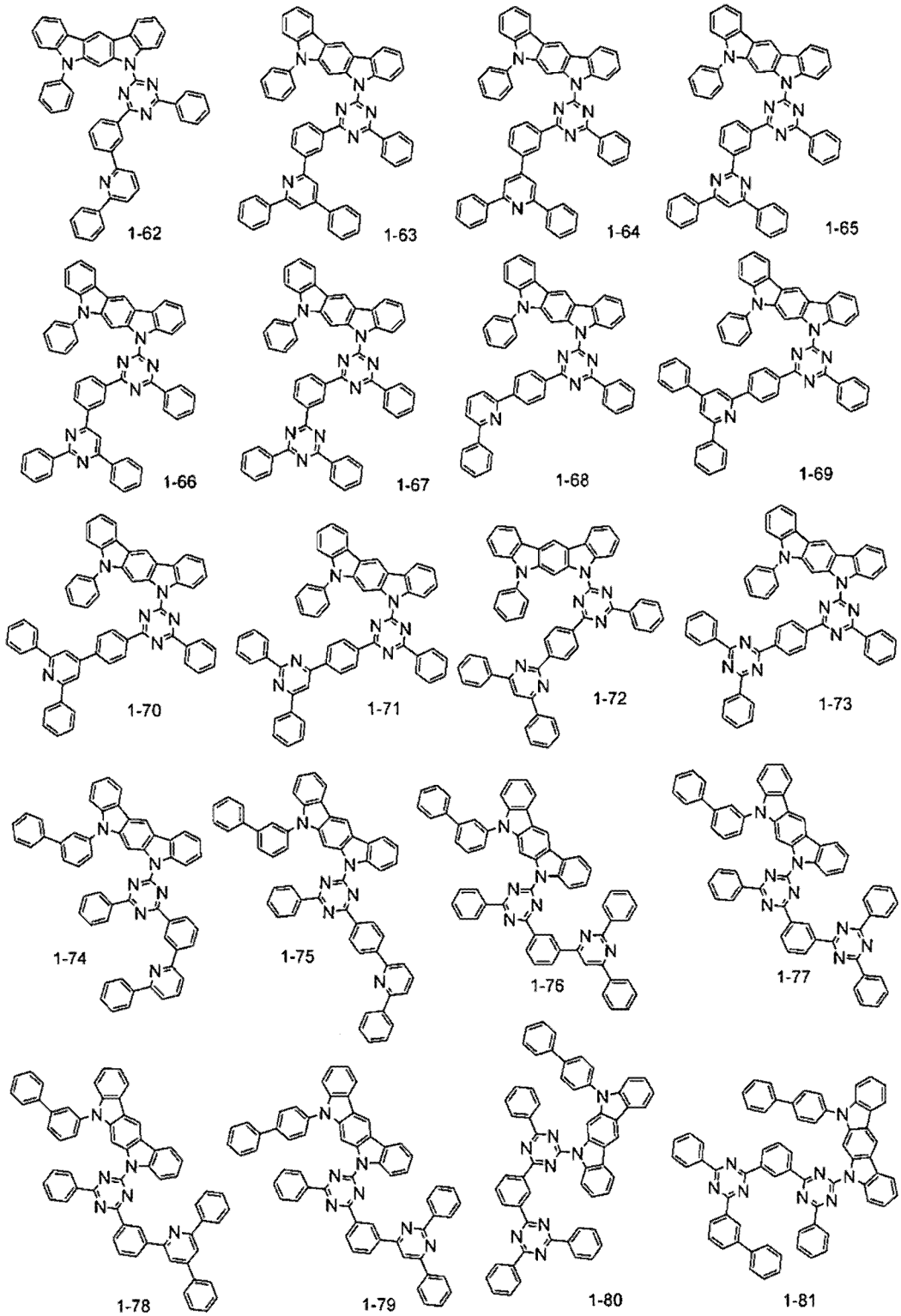
[化 11]


1-22
1-23
1-24
1-25
1-26
1-27
1-28
1-29
1-30
1-31
1-32
1-33
1-34
1-35
1-36
1-37
1-38
1-39
1-40
1-41

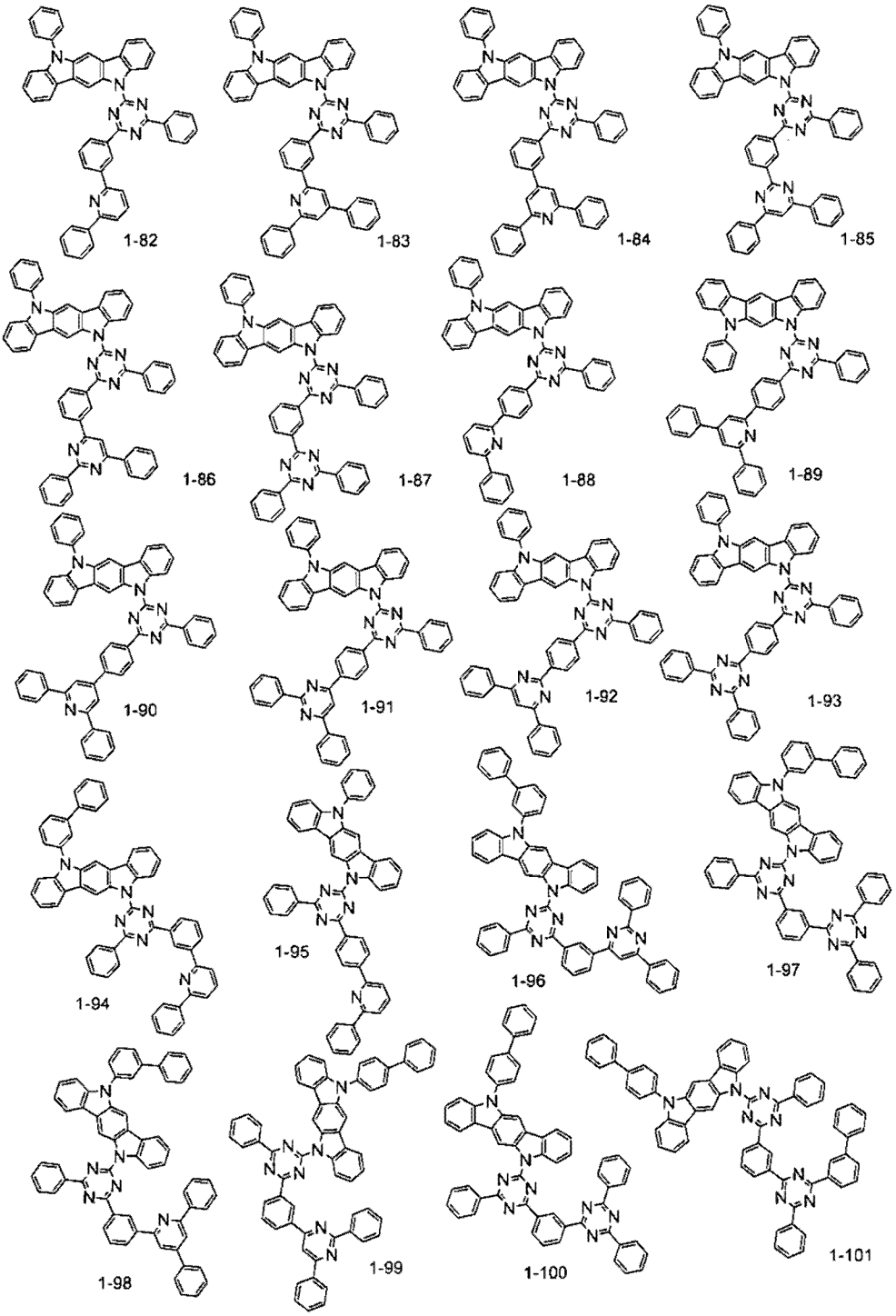
[化 12]


1-42
1-43
1-44
1-45
1-46
1-47
1-48
1-49
1-50
1-51
1-52
1-53
1-54
1-55
1-56
1-57
1-58
1-59
1-60
1-61

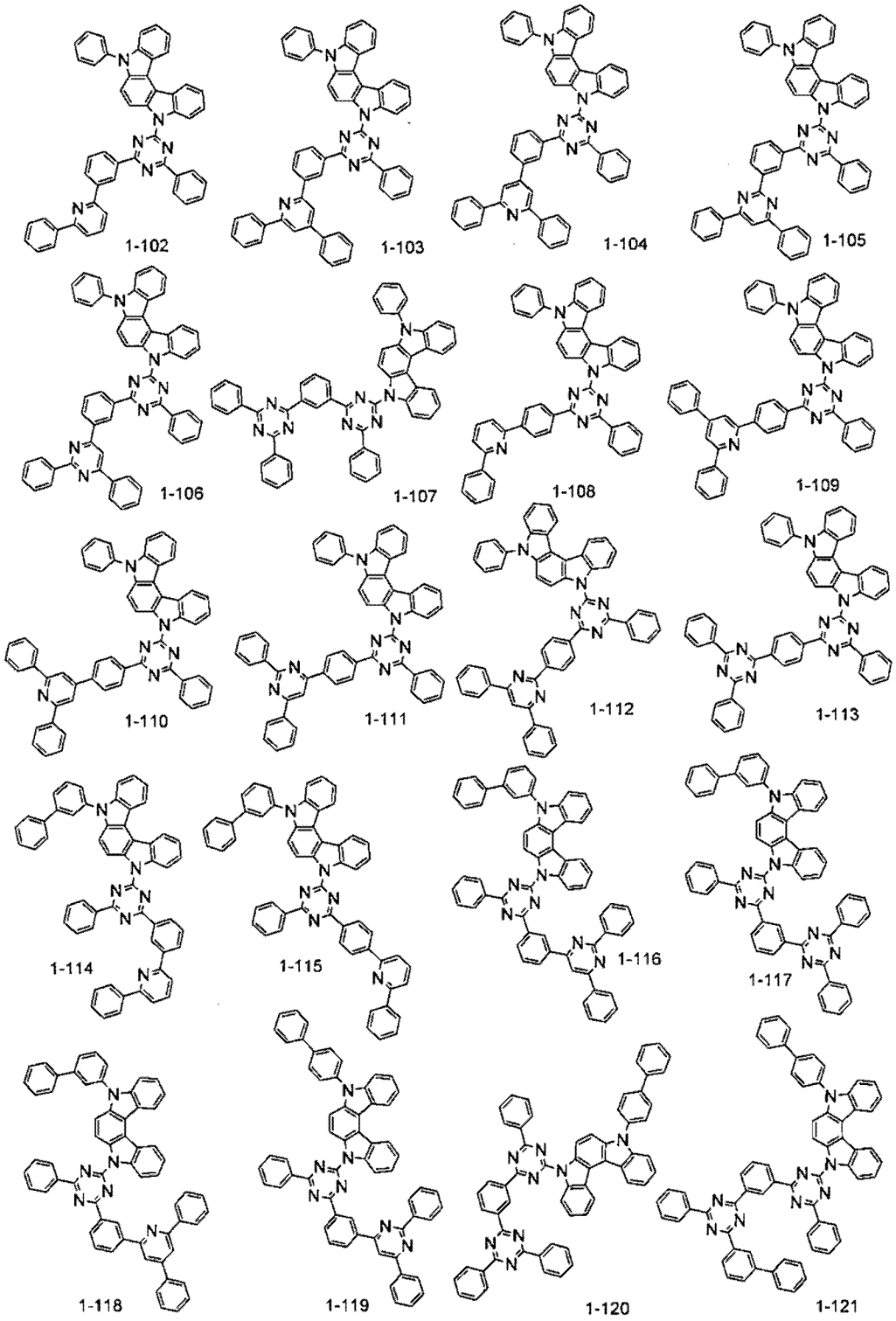
【0061】 [化 13]


1-62
1-63
1-64
1-65
1-66
1-67
1-68
1-69
1-70
1-71
1-72
1-73
1-74
1-75
1-76
1-77
1-78
1-79
1-80
1-81

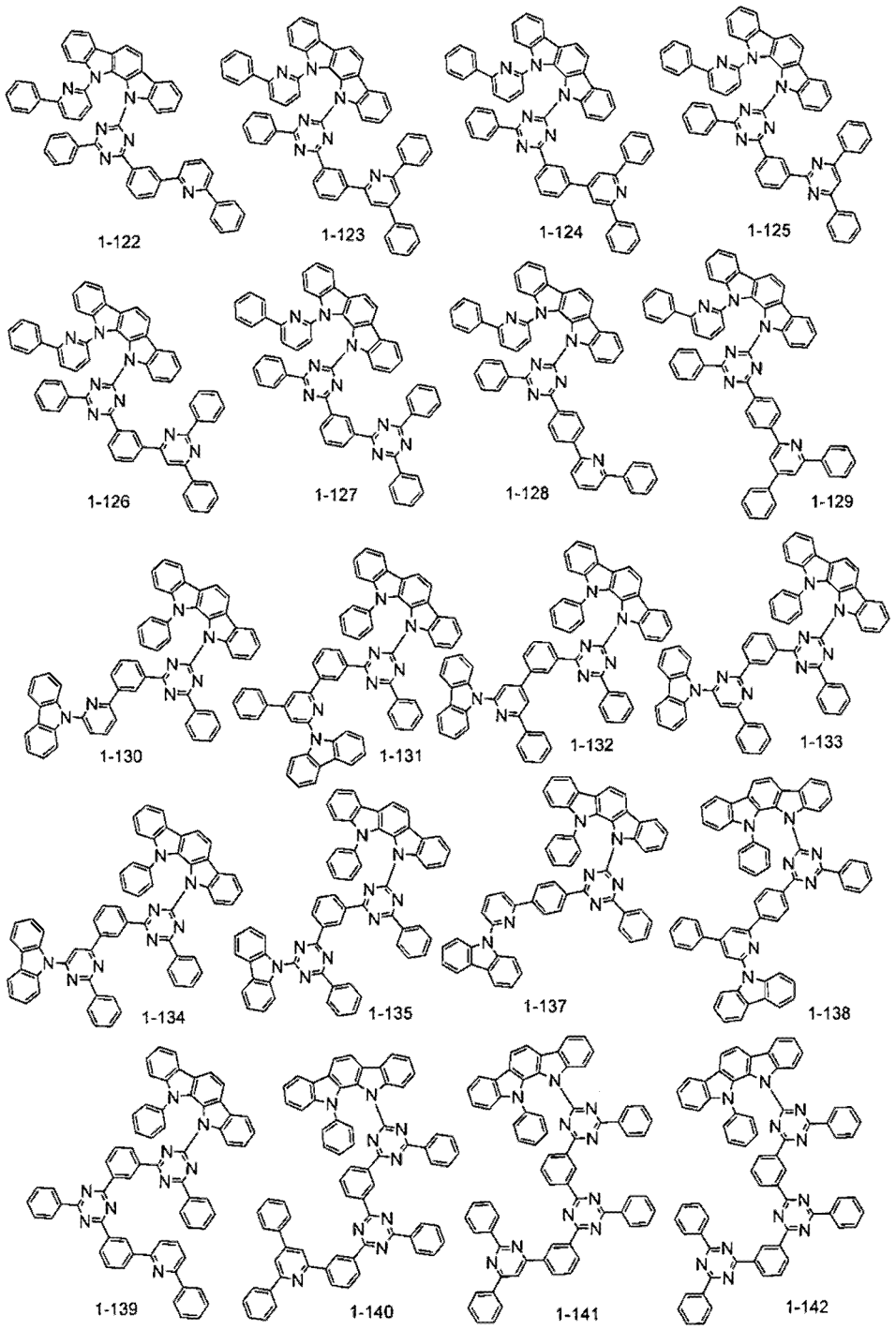
[化 14]


1-82
1-83
1-84
1-85
1-86
1-87
1-88
1-89
1-90
1-91
1-92
1-93
1-94
1-95
1-96
1-97
1-98
1-99
1-100
1-101

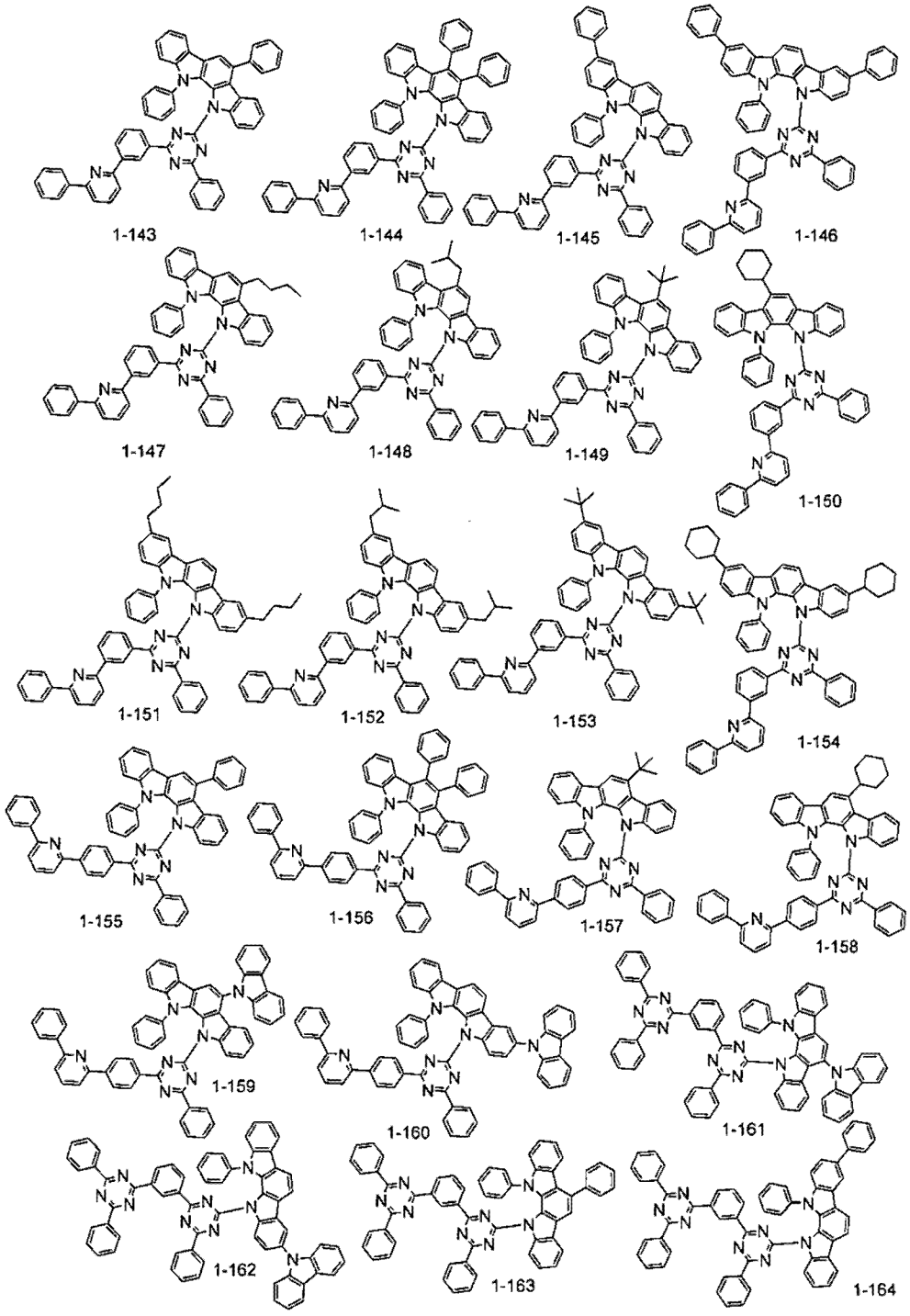
[化 15]


1-102
1-103
1-104
1-105
1-106
1-107
1-108
1-109
1-110
1-111
1-112
1-113
1-114
1-115
1-116
1-117
1-118
1-119
1-120
1-121

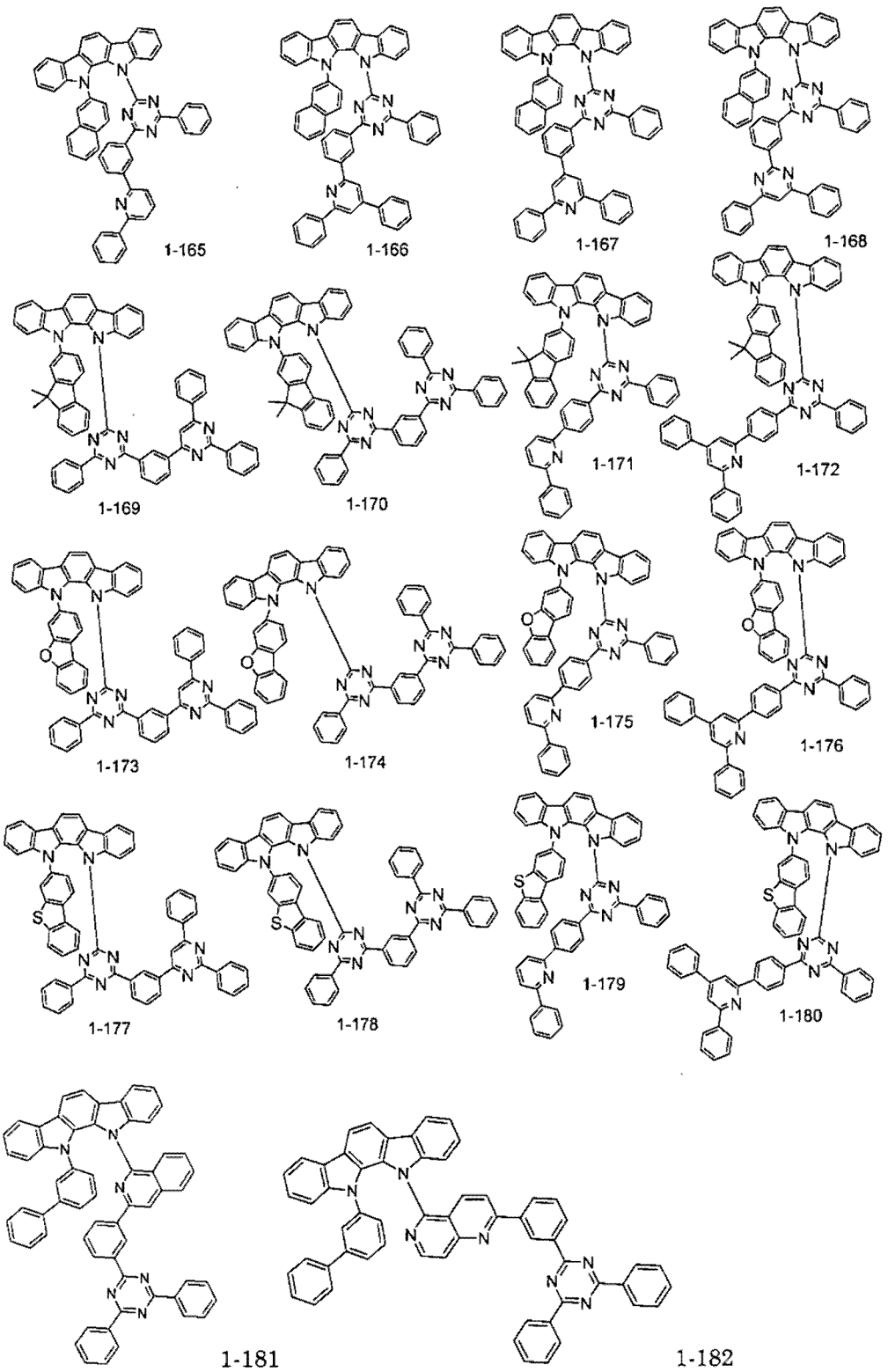
【0062】 [化 16]


1-122
1-123
1-124
1-125
1-126
1-127
1-128
1-129
1-130
1-131
1-132
1-133
1-134
1-135
1-137
1-138
1-139
1-140
1-141
1-142

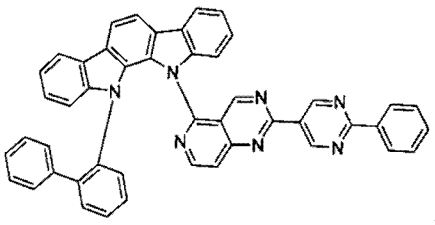
[化 17]


1-143
1-144
1-145
1-146
1-147
1-148
1-149
1-150
1-151
1-152
1-153
1-154
1-155
1-156
1-157
1-158
1-159
1-160
1-161
1-162
1-163
1-164

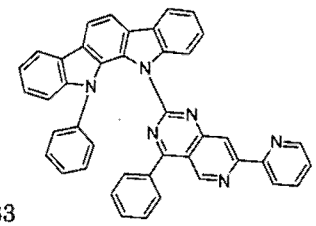
[化 18]


1-165
1-166
1-167
1-168
1-169
1-170
1-171
1-172
1-173
1-174
1-175
1-176
1-177
1-178
1-179
1-180
1-181
1-182

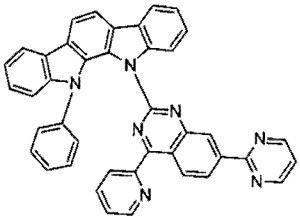
【0063】 [化 19]



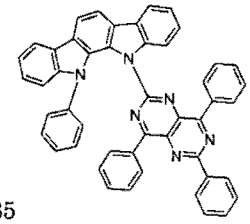
1-183



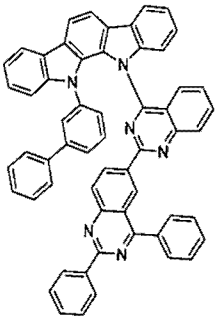
1-184



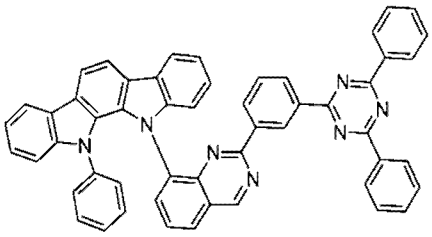
1-185



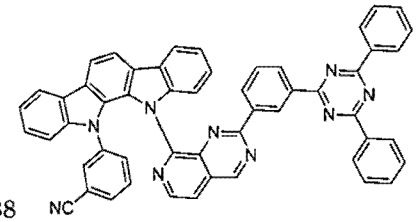
1-186



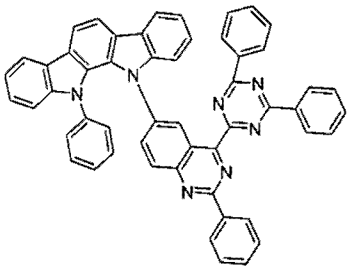
1-187



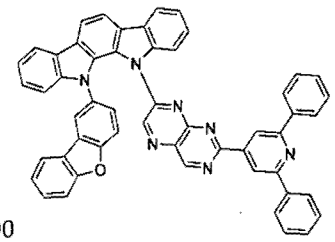
1-188



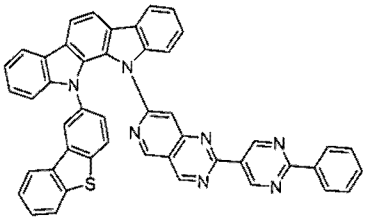
1-189



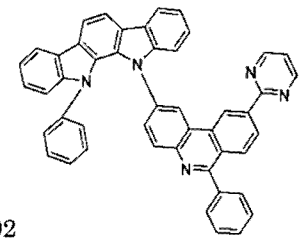
1-190



1-191

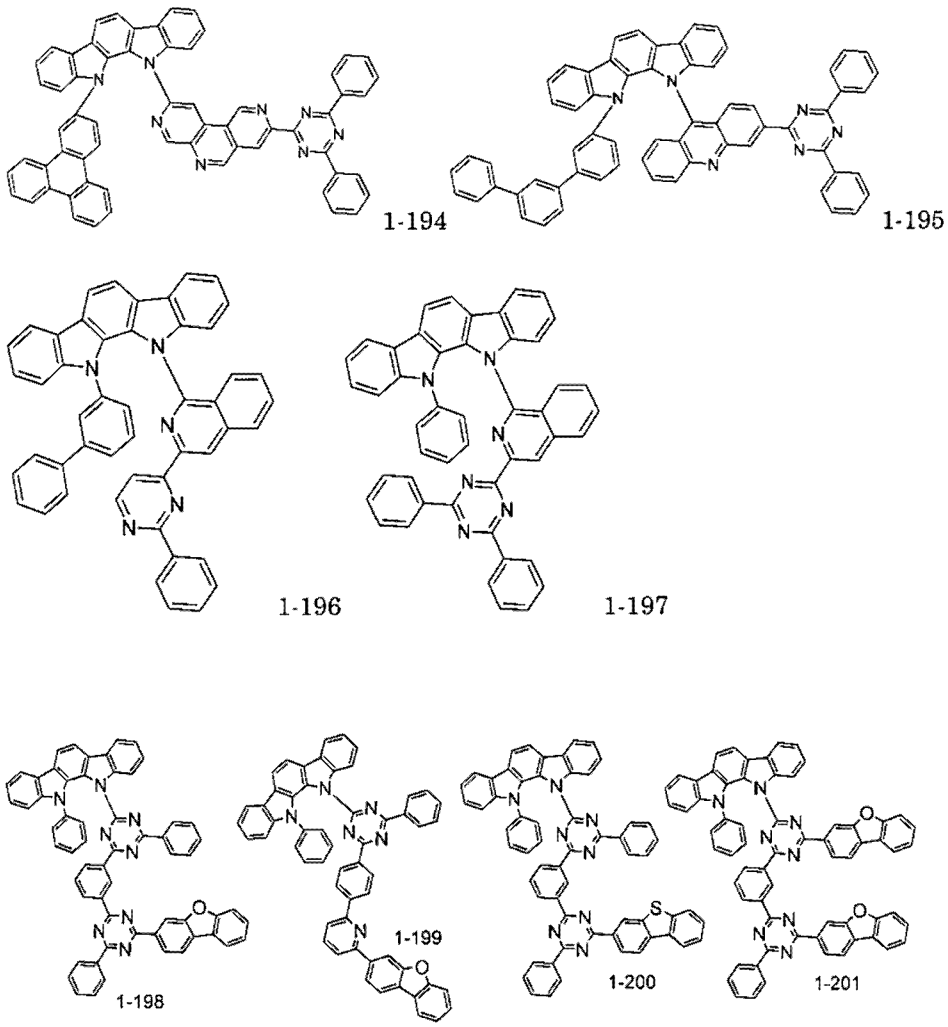


1-192

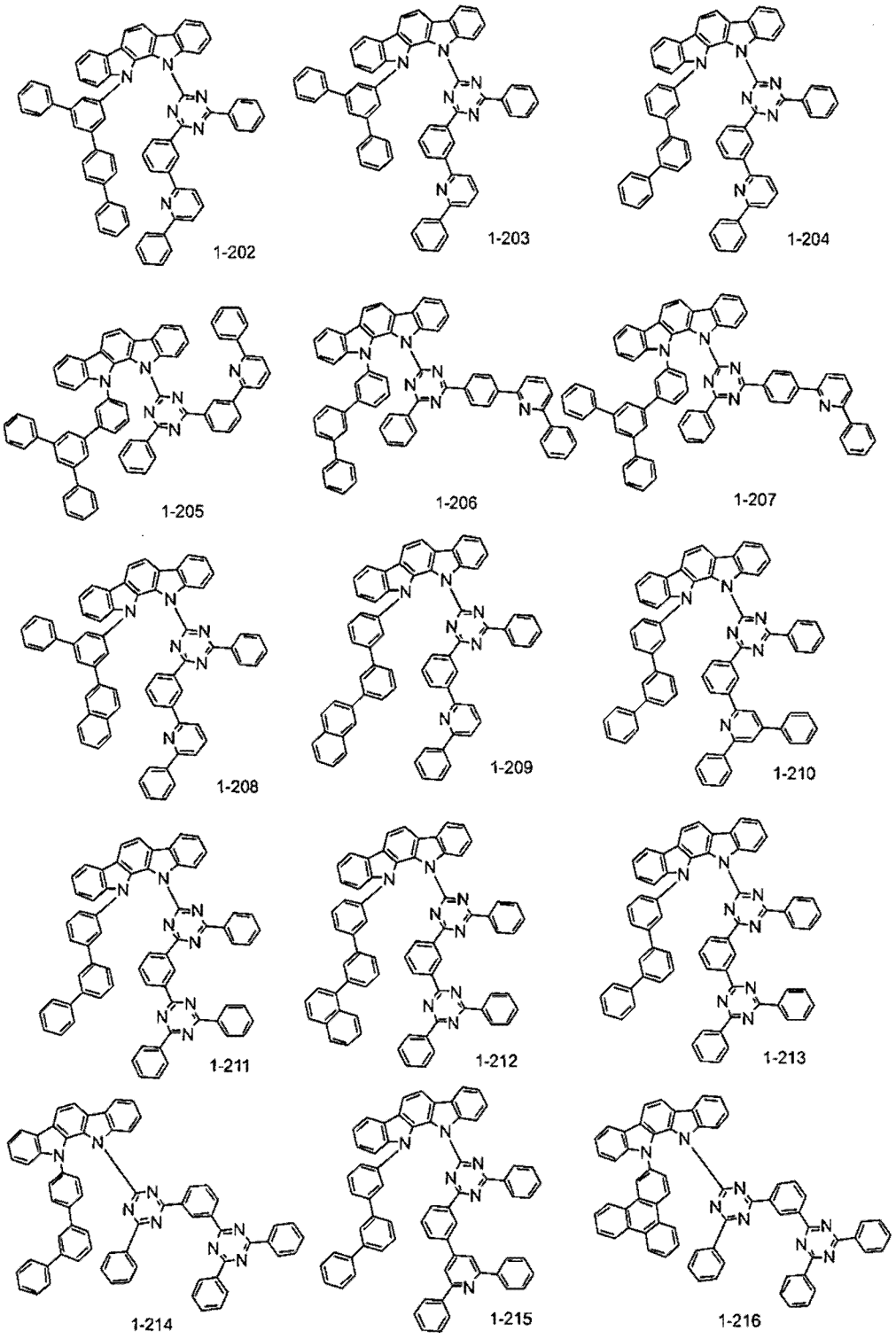


1-193

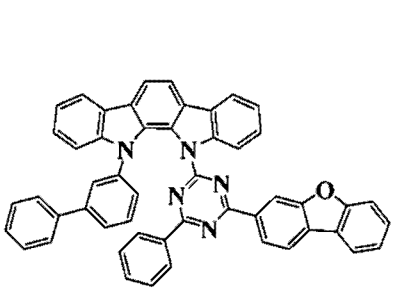
[化 20]



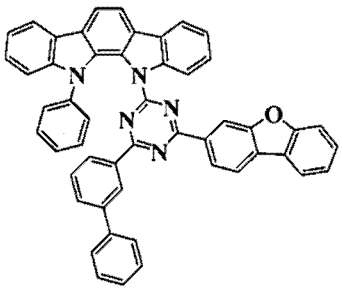
[化 21]


1-202
1-203
1-204
1-205
1-206
1-207
1-208
1-209
1-210
1-211
1-212
1-213
1-214
1-215
1-216

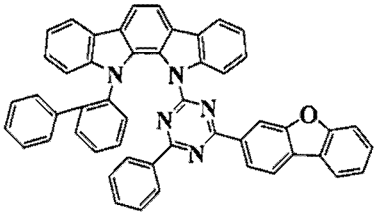
【0064】 [化 22]



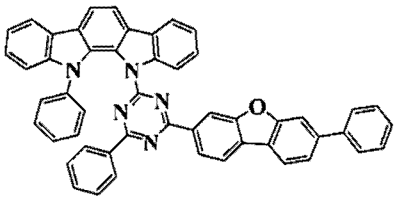
1-217



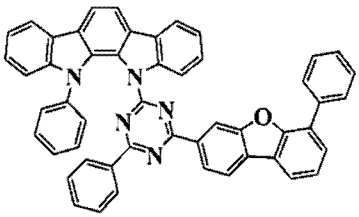
1-219



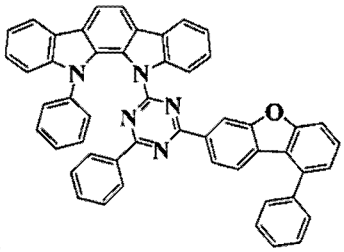
1-220



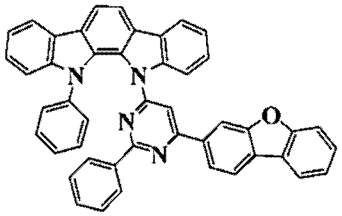
1-221



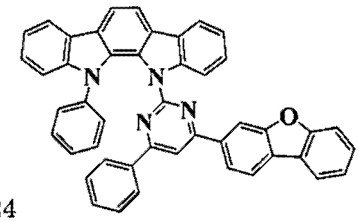
1-222



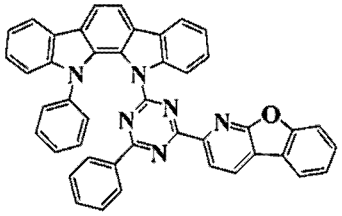
1-223



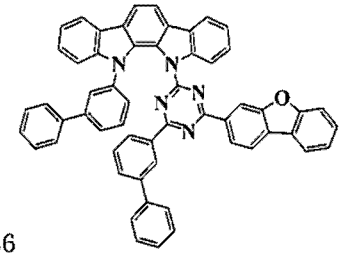
1-224



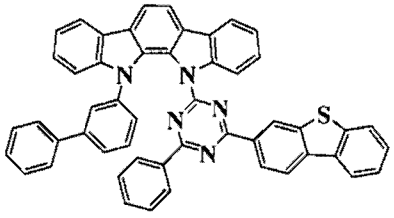
1-225



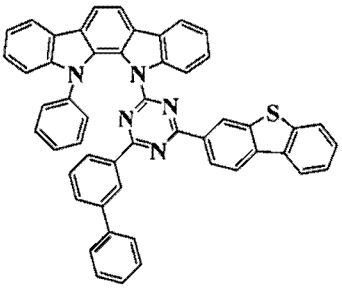
1-226



1-227

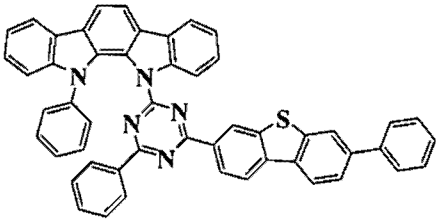


1-228

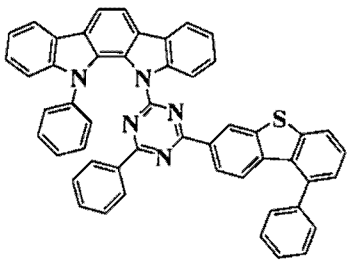


1-229

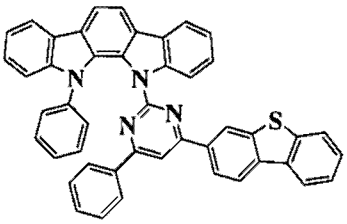
[化 23]



1-230

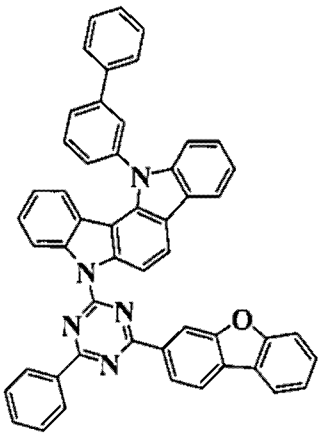


1-231

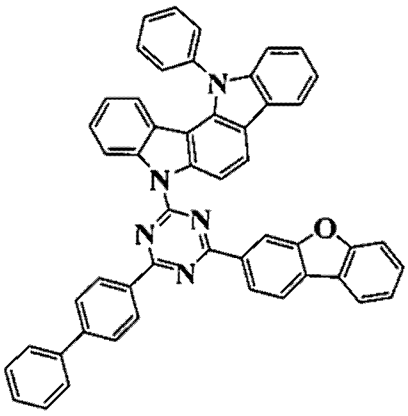


1-232

[化 24]

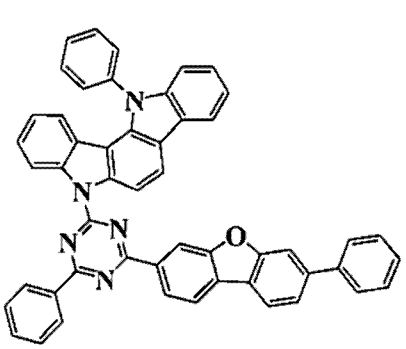


1-248

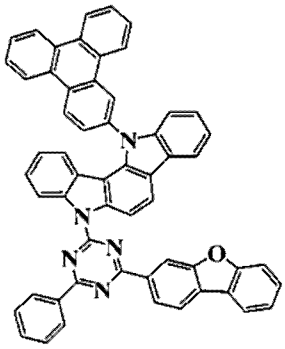


1-249

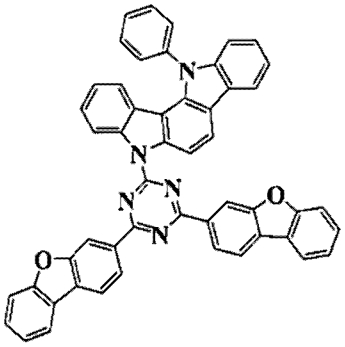
【0065】 [化 25]



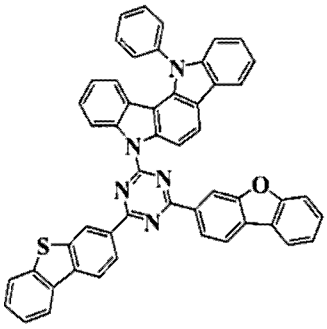
1-250



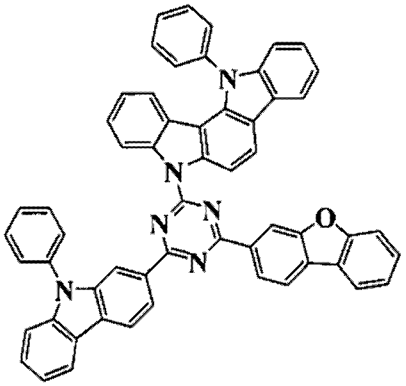
1-251



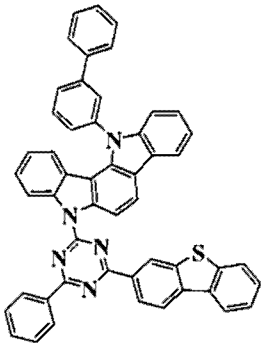
1-252



1-253

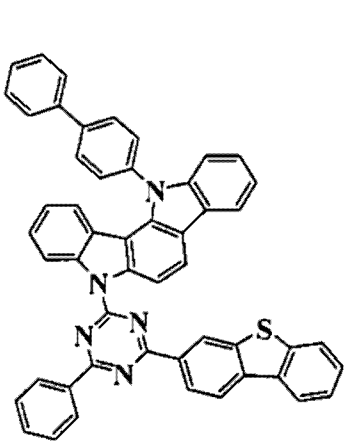


1-254

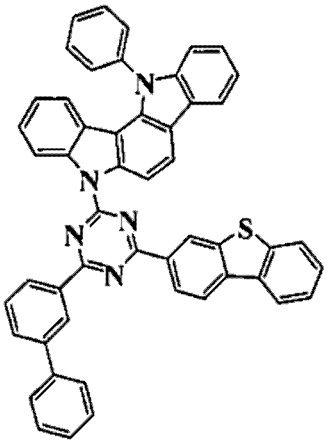


1-255

[化 26]

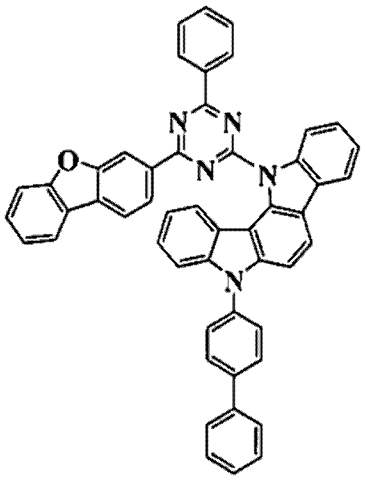


1-256

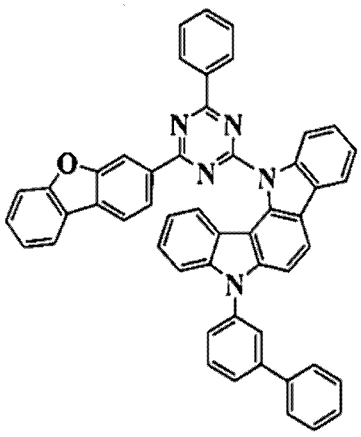


1-257

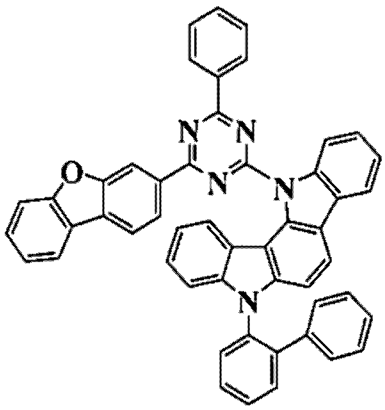
[化 27]



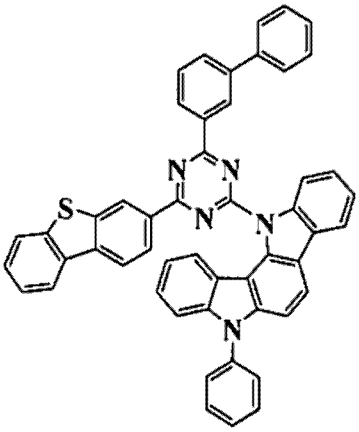
1-258



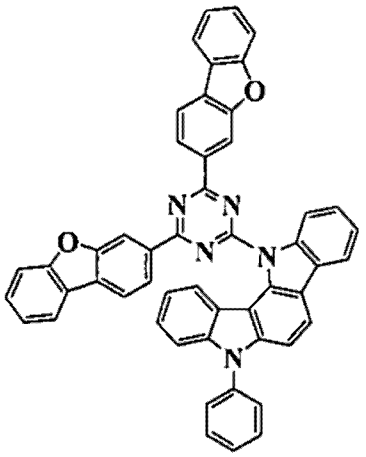
1-259



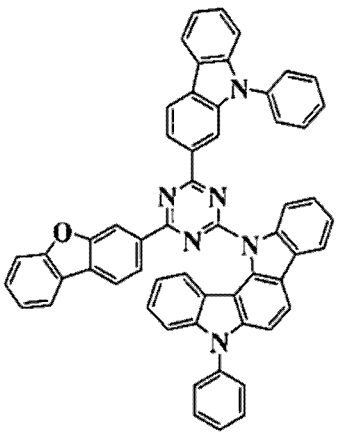
1-260



1-261

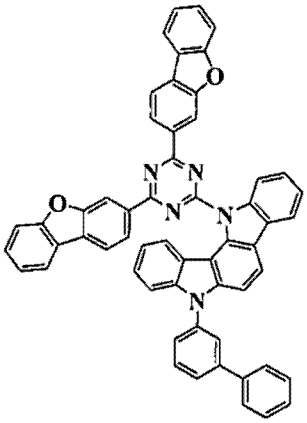


1-270

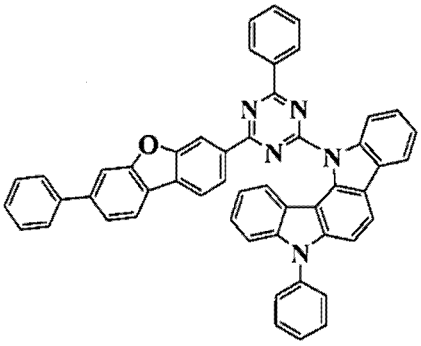


1-271

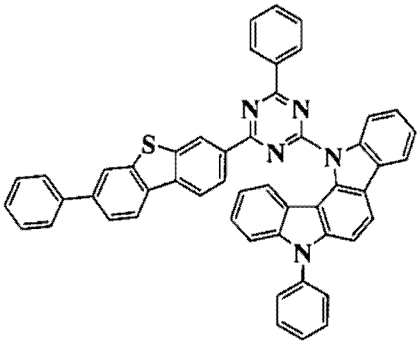
【0066】 [化 28]



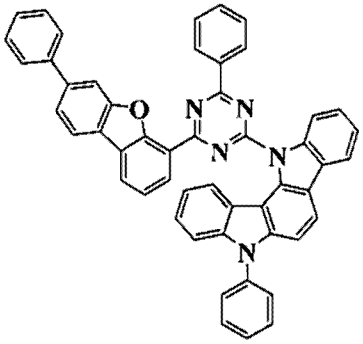
1-274



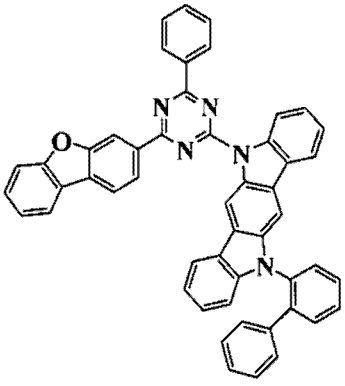
1-275



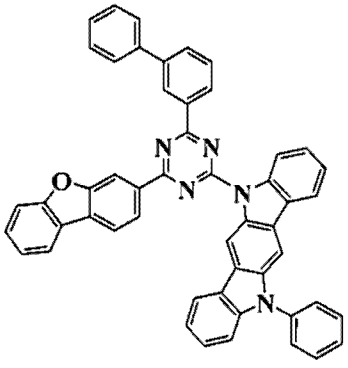
1-276



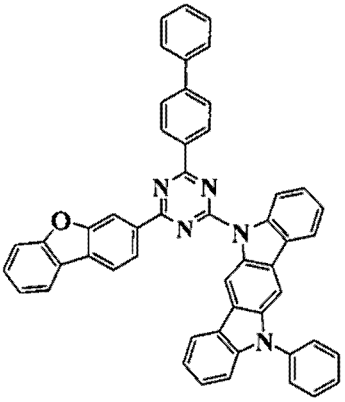
1-277



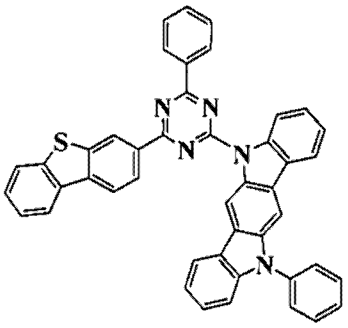
1-278



1-279

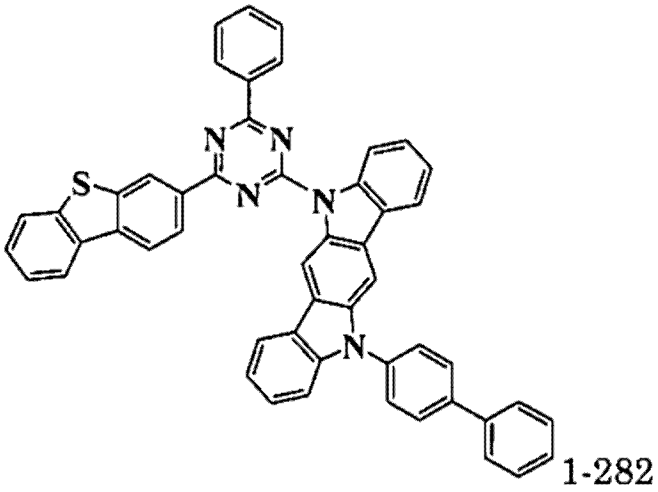


1-280



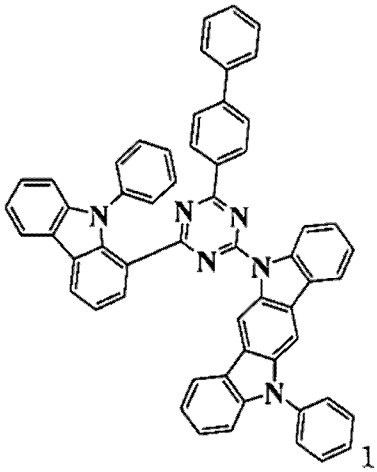
1-281

[化 29]

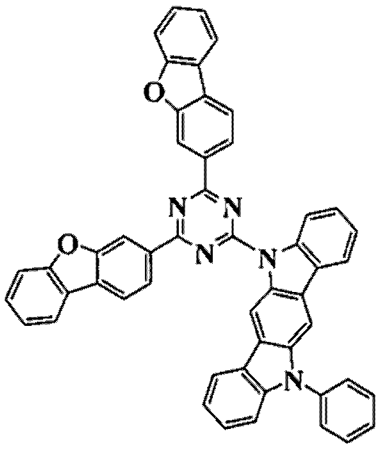


1-282

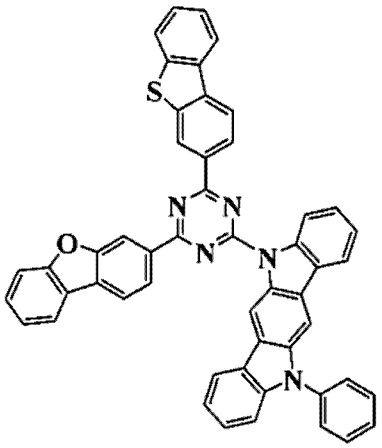
[化 30]



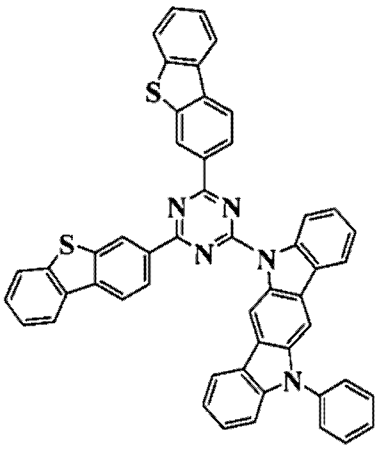
1-290



1-291

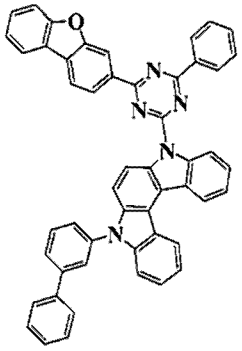


1-292

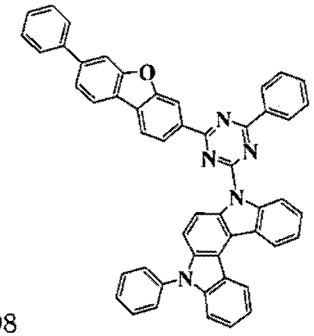


1-293

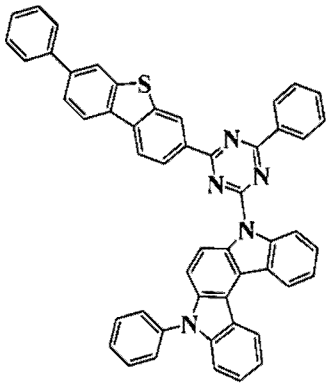
【0067】 [化 31]



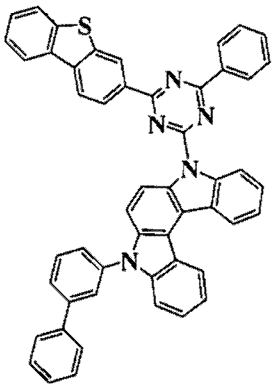
1-298



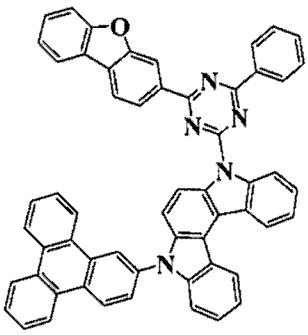
1-299



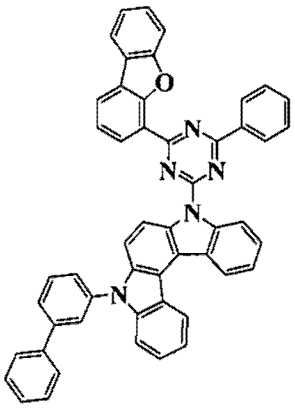
1-300



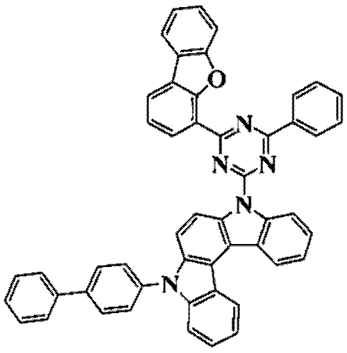
1-301



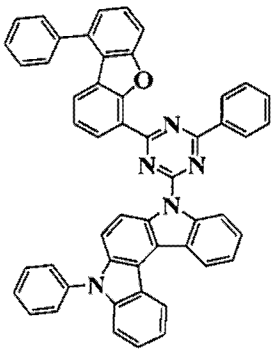
1-306



1-307

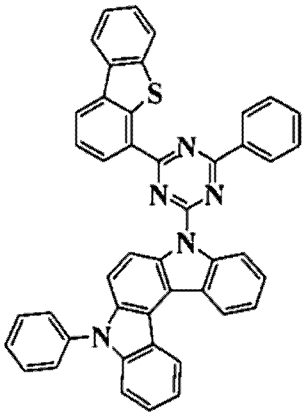


1-308

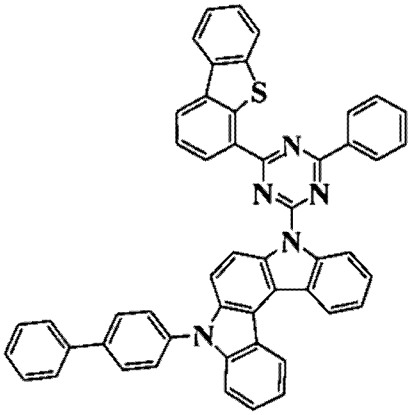


1-309

[化 32]

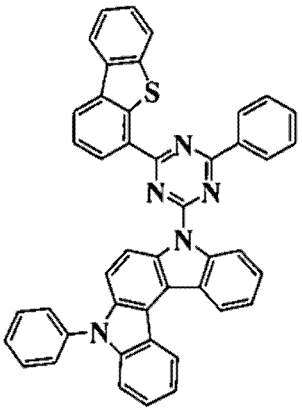


1-310

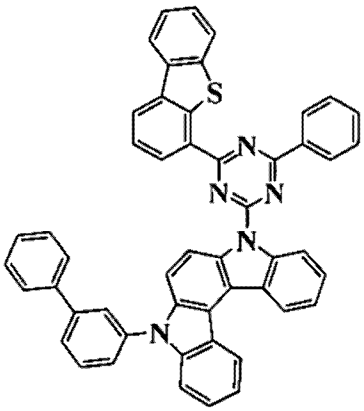


1-311

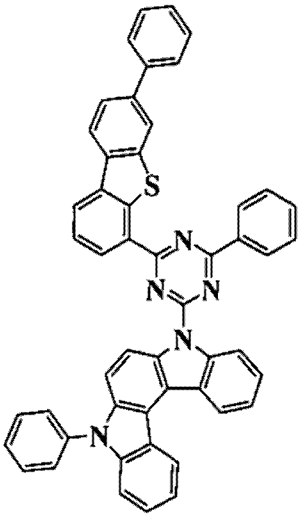
[化 33]



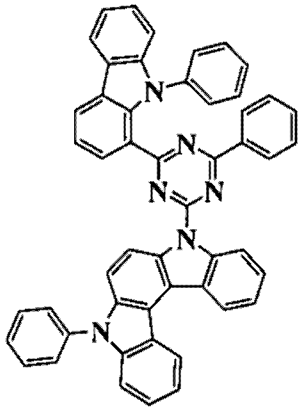
1-312



1-313

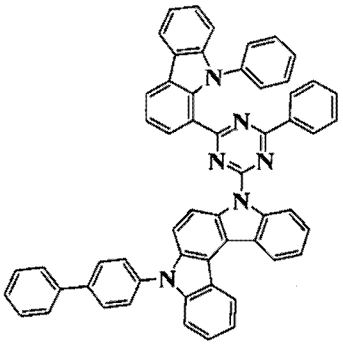


1-314

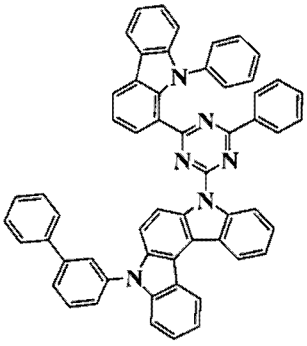


1-315

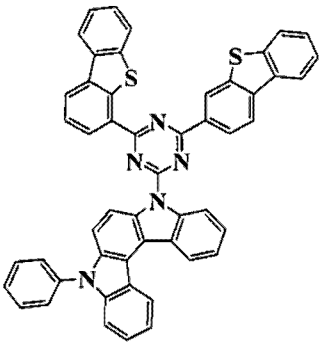
【0068】 [化 34]



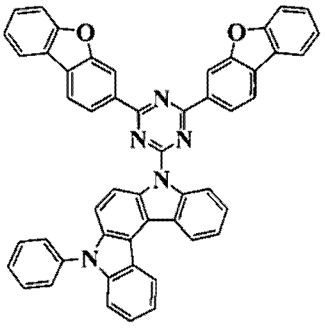
1-316



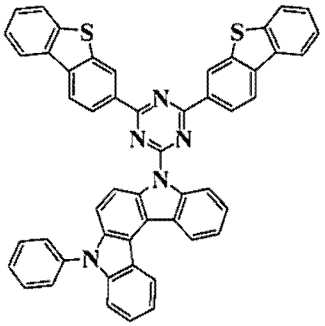
1-317



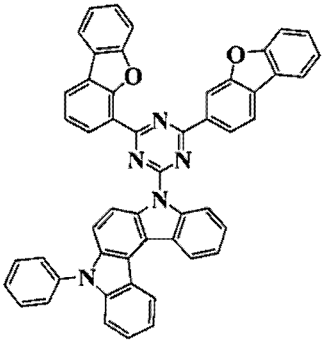
1-318



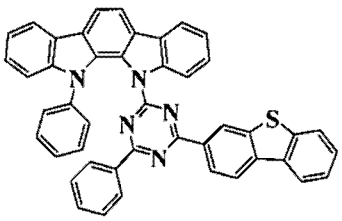
1-319



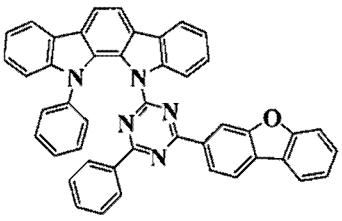
1-320



1-321

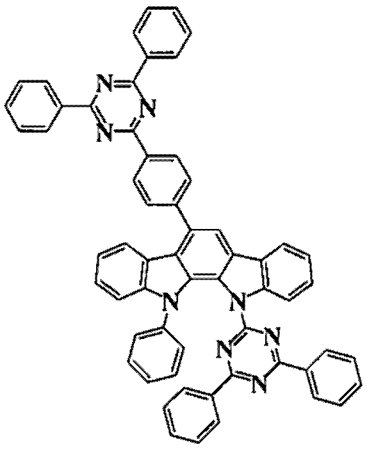


1-326

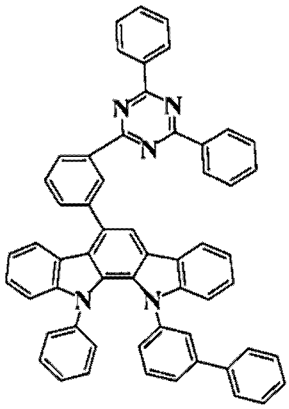


1-327

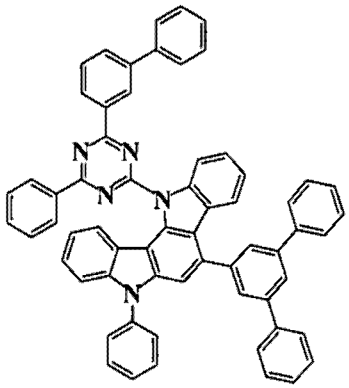
[化 35]



1-328



1-329



1-330

【0069】 作為第二主體材料，較佳為通式（2）、通式（3）或通式（4）所表示的化合物。

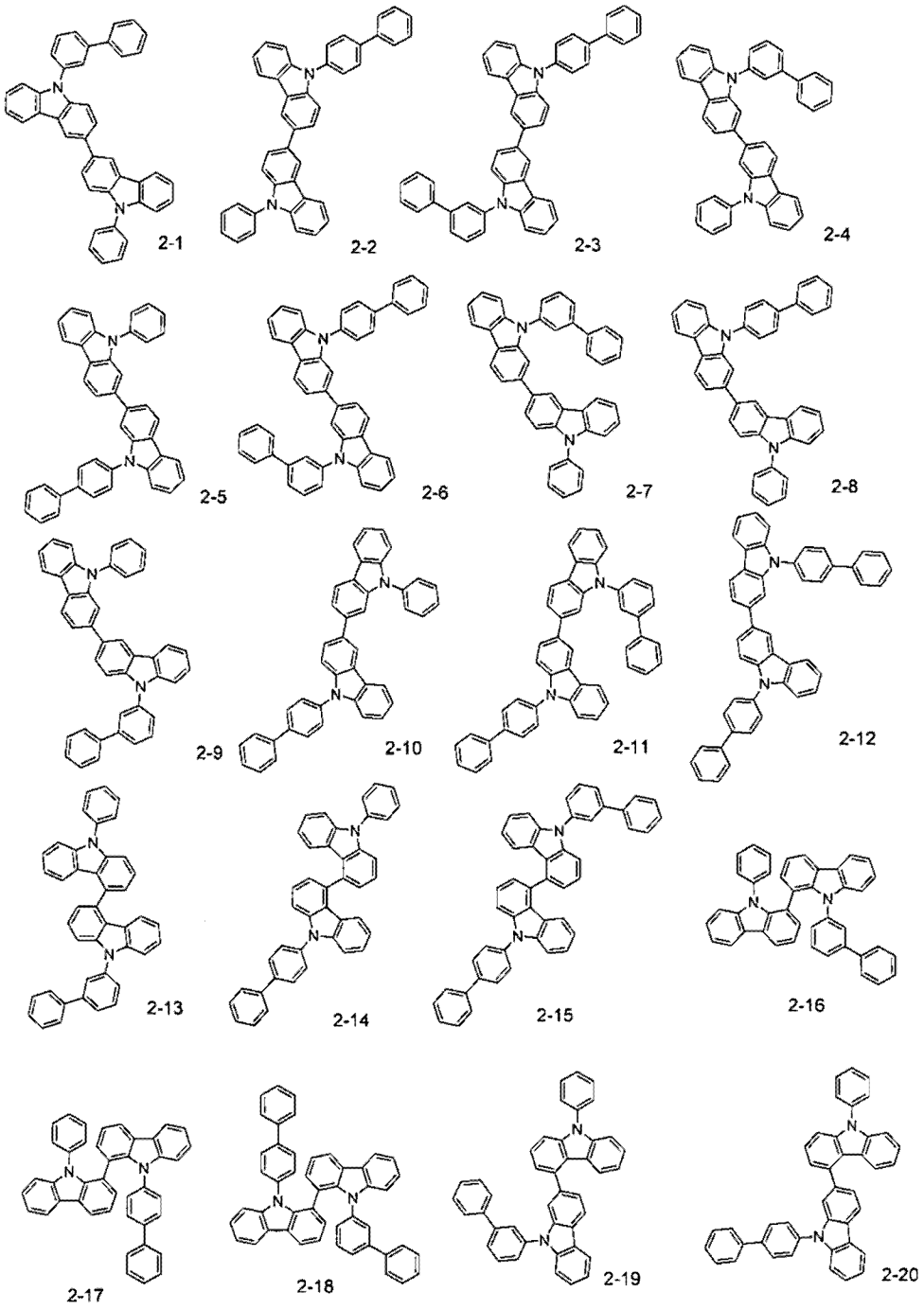
【0070】 通式（2）中，Ar^{21}、及 Ar^{22} 獨立地表示氫、重氫、經取代或未經取代的碳數 6～14 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為氫、碳數 6～12 的芳香族烴基、碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，更佳為氫、碳數 6～10 的芳香族烴基、或者該些的 2 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0071】 Ar^{21}、及 Ar^{22} 為未經取代的芳香族烴基、未經取代的芳香族雜環基、或未經取代的連結芳香族基時的具體例可列舉自苯、萘、蒽、菲、芴、二苯並呋喃、二苯並噻吩、咔唑、吡啶、或該些的芳香族環的 2 個連結而成的化合物中除去 1 個 H 而生成的連結芳香族基。較佳為可列舉由苯、萘、吡啶、二苯並呋喃、二苯並噻吩、咔唑生成的芳香族基或該些的芳香族環的 2 個連結而成的連結芳香族基，更佳為由苯、或萘生成的芳香族基。Ar^{21}、或 Ar^{22} 可為氫，該情況下，另一者可為所述芳香族基（是指芳香族烴基或芳香族雜環基）或者連結芳香族基。

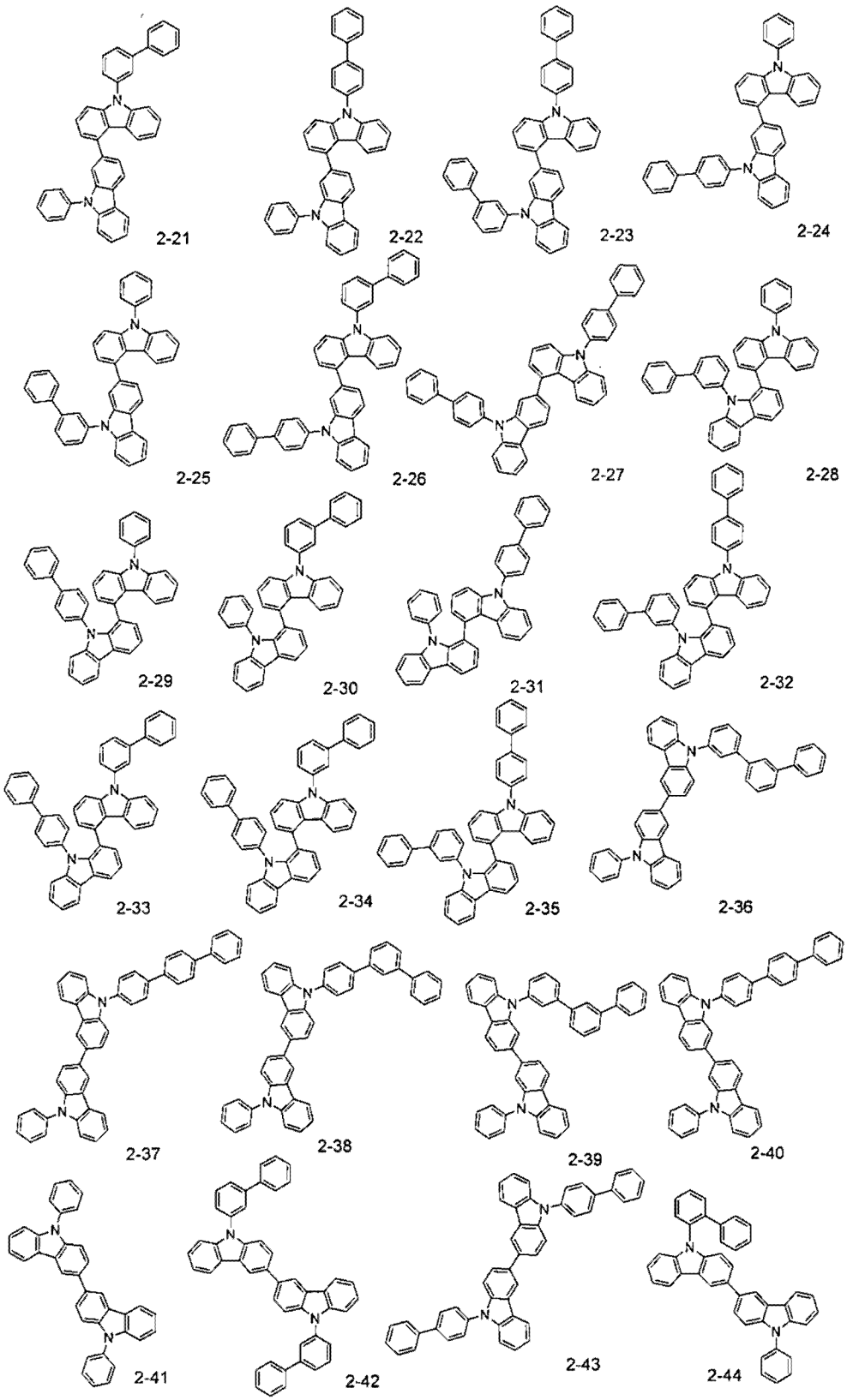
【0072】 L^{21} 及 L^{22} 為直接鍵結、或伸苯基，伸苯基可為鄰伸苯基、間伸苯基及對伸苯基的任一者。較佳為對伸苯基或間伸苯基。另外，於 L^{21} 及 L^{22} 為直接鍵結時，較佳為 Ar^{21} 及 Ar^{22} 並非氫或重氫。

【0073】 以下示出通式（2）所表示的化合物的具體例，但並不限定於該些例示化合物。

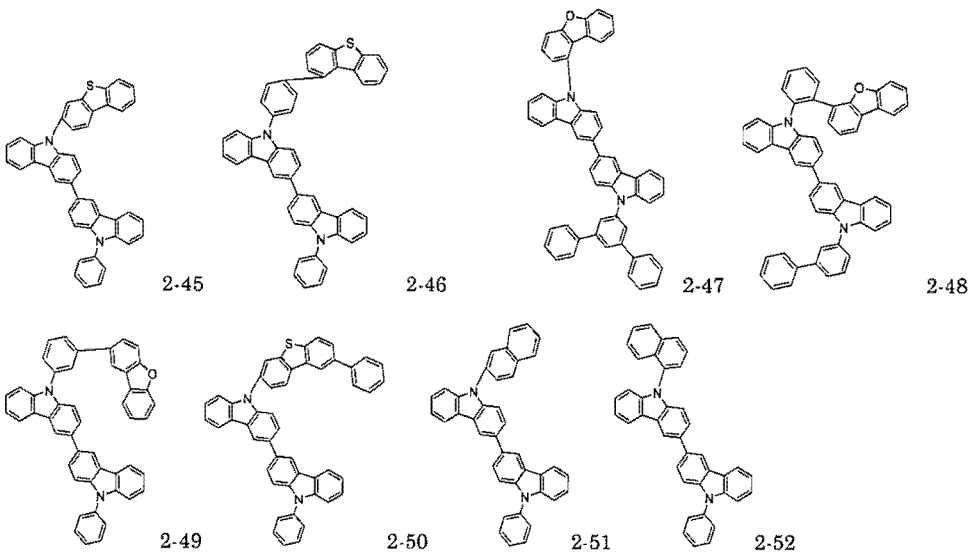
【0074】 [化 36]


2-1
2-2
2-3
2-4
2-5
2-6
2-7
2-8
2-9
2-10
2-11
2-12
2-13
2-14
2-15
2-16
2-17
2-18
2-19
2-20

[化 37]


2-21
2-22
2-23
2-24
2-25
2-26
2-27
2-28
2-29
2-30
2-31
2-32
2-33
2-34
2-35
2-36
2-37
2-38
2-39
2-40
2-41
2-42
2-43
2-44

[化 38]



【0075】 所述通式（3）中，環 B 為式（3a）所表示的雜環，環 B 與所鄰接的環於任意位置縮合。

【0076】 R^3 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為碳數 1～8 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基。更佳為碳數 1～6 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的苯基、或者經取代或未經取代的碳數 3～6 的芳香族雜環基。

【0077】 作為 R^3 為脂肪族烴基、芳香族烴基、芳香族雜環基、或連結芳香族基時的具體例，與所述 R^1 的情況相同。

【0078】 L^{31} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基。較佳

為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基。

【0079】 L^{32} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基，較佳為由苯生成的基。

【0080】 Ar^{31} 為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的咔唑基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。此處，所述芳香族環是選自芳香族烴環與咔唑環中。

較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、咔唑基、或者該些的芳香族環的 2 個～3 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

作為未經取代的芳香族烴基的具體例，可列舉苯基或萘基。

【0081】 Ar^{32} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

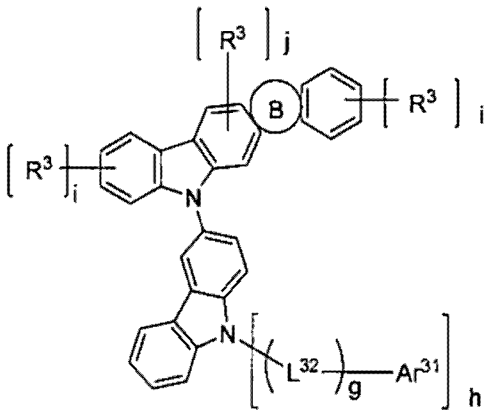
【0082】 作為 R^3、L^{31}、及 Ar^{32} 為未經取代的芳香族烴基或芳香族雜環基時的具體例，除了 L^{31} 為二價或 h+1 價的基的情況以外，與 Ar^1 及 Ar^{11} 的情況相同。另外，作為 Ar^{32} 及 R^3 為未經取代的連結芳香族基時的具體例，除了 2 個～5 個芳香族環進行連結的情況

以外，與 Ar^1 及 Ar^{11} 的情況相同。

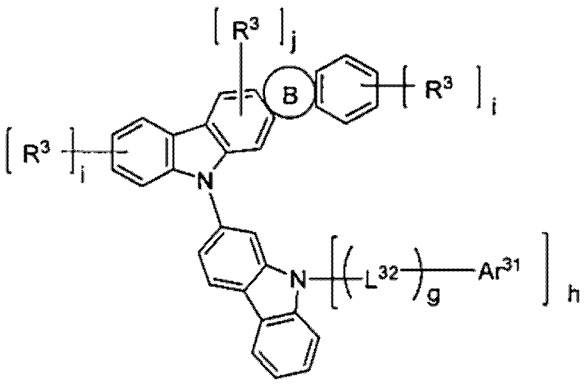
【0083】 f 為重複數，表示 1～3 的整數，g 為重複數，表示 0～3 的整數，h 表示取代數，各自獨立地表示 0～7 的整數。較佳為 f 為 1，g 為 0～1，h 為 0～2。i 表示 0～4 的整數，j 表示 0～2 的整數，較佳為 i 為 0 或 1，j 為 0 或 1。

【0084】 作為通式（3）所表示的化合物，可較佳地列舉下述式（31）或式（32）所表示的化合物。

[化 39]



（31）

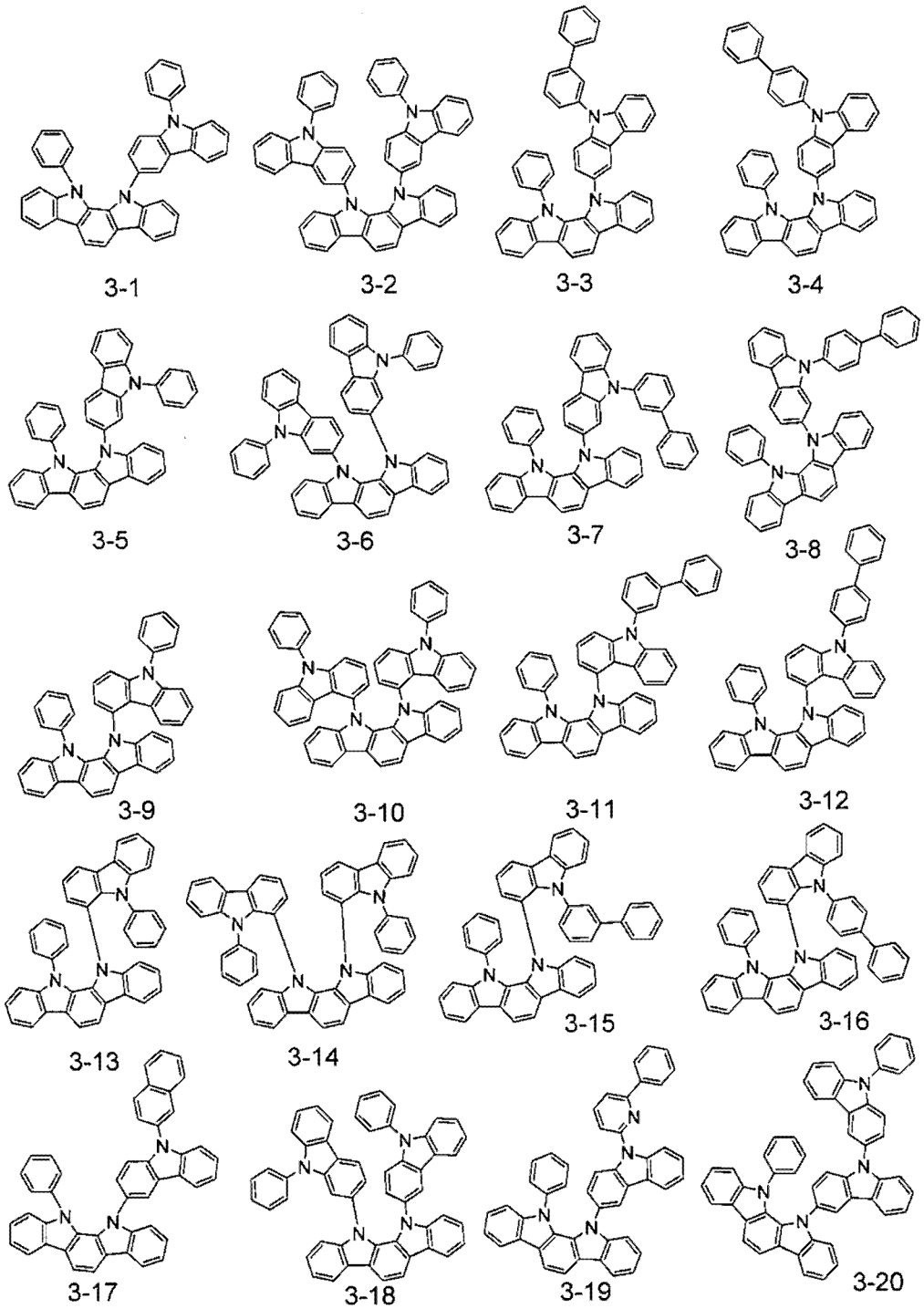


（32）

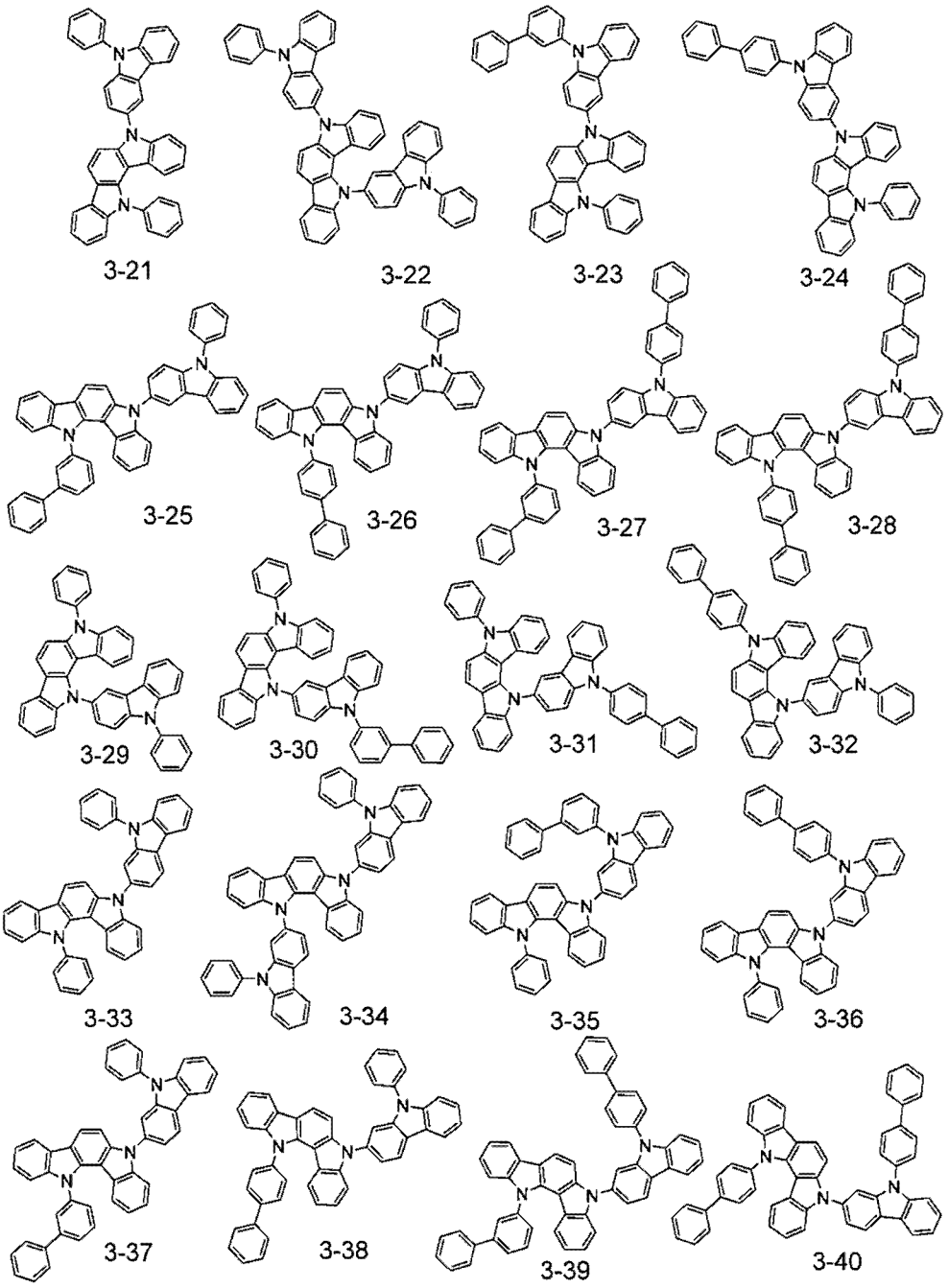
式（31）或式（32）中，環 B、R^3、L^{32}、Ar^{31}、g、h、i 及 j 與通式（3）為相同含義。

【0085】 以下示出通式（3）所表示的化合物的具體例，但並不限定於該些例示化合物。

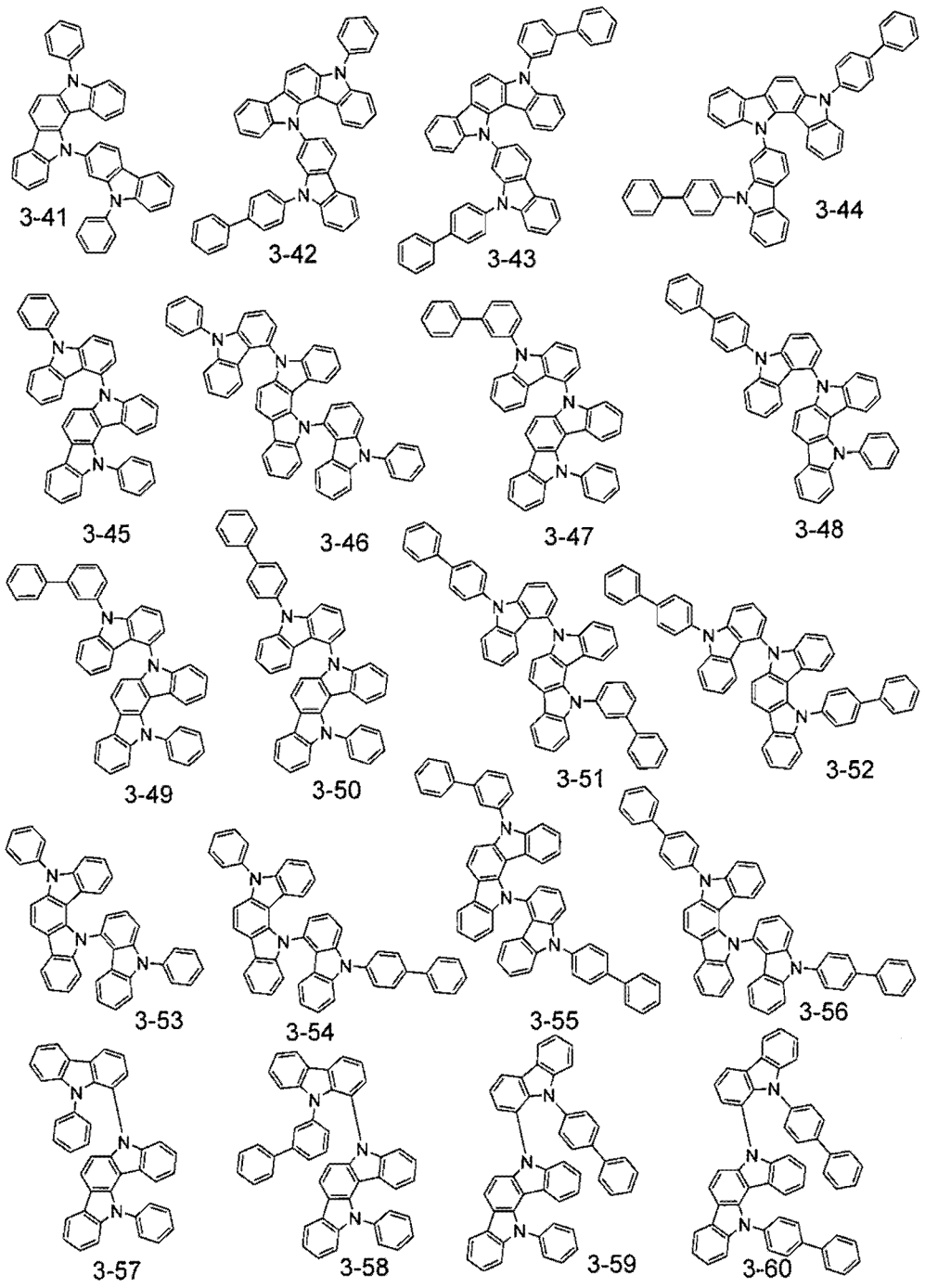
【0086】 [化 40]



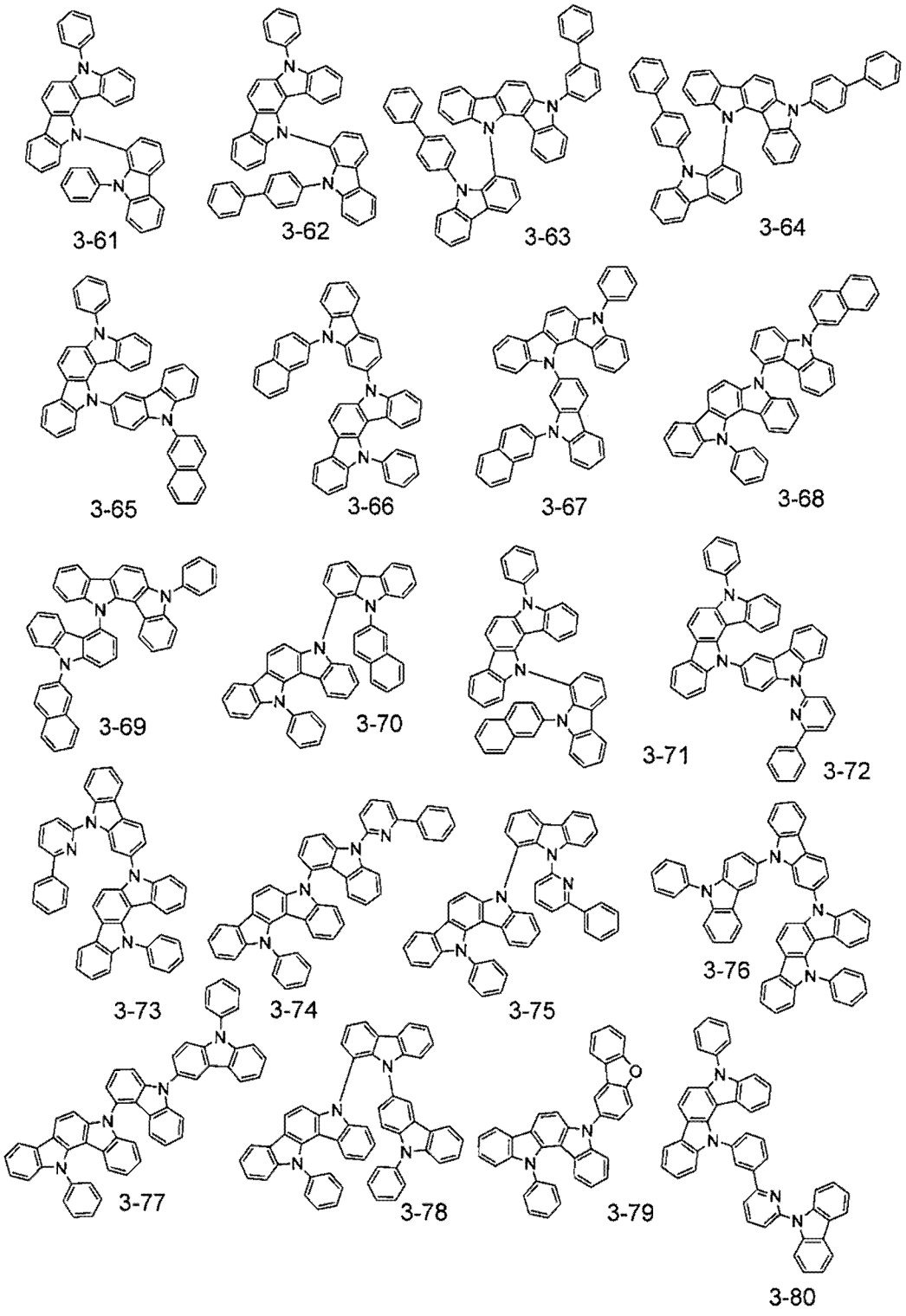
[化 41]


3-21
3-22
3-23
3-24
3-25
3-26
3-27
3-28
3-29
3-30
3-31
3-32
3-33
3-34
3-35
3-36
3-37
3-38
3-39
3-40

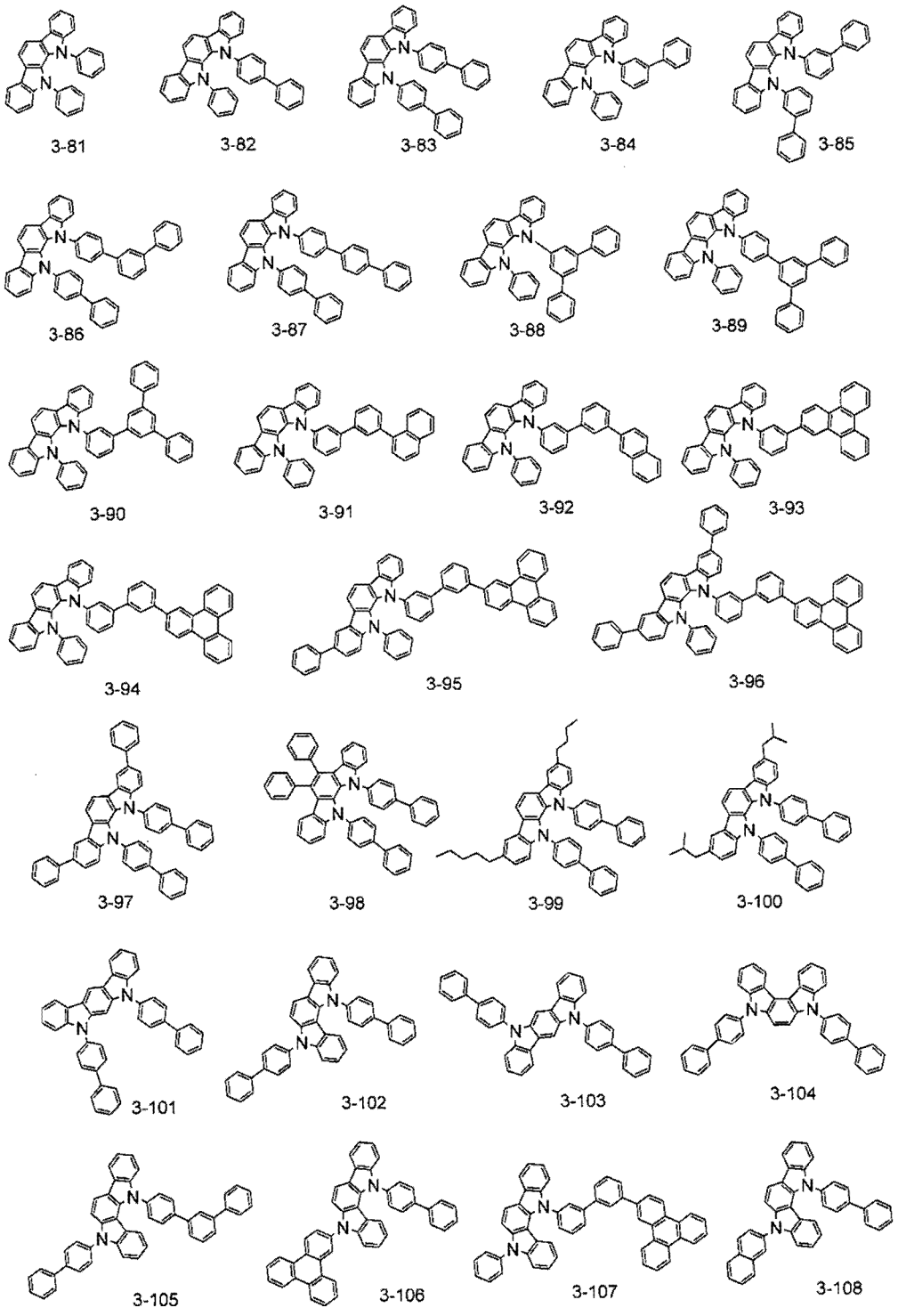
[化 42]


3-41
3-42
3-43
3-44
3-45
3-46
3-47
3-48
3-49
3-50
3-51
3-52
3-53
3-54
3-55
3-56
3-57
3-58
3-59
3-60

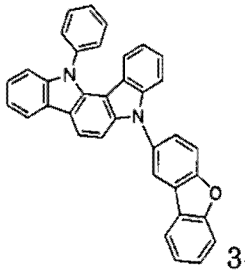
【0087】 [化 43]

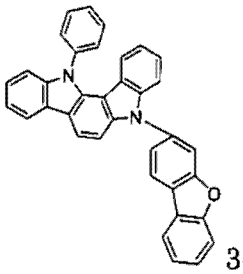

3-61
3-62
3-63
3-64
3-65
3-66
3-67
3-68
3-69
3-70
3-71
3-72
3-73
3-74
3-75
3-76
3-77
3-78
3-79
3-80

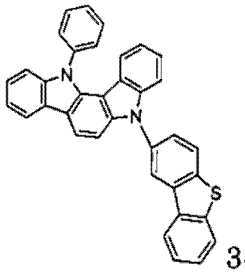
[化 44]

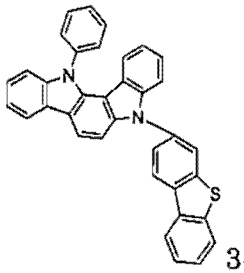

3-81
3-82
3-83
3-84
3-85
3-86
3-87
3-88
3-89
3-90
3-91
3-92
3-93
3-94
3-95
3-96
3-97
3-98
3-99
3-100
3-101
3-102
3-103
3-104
3-105
3-106
3-107
3-108

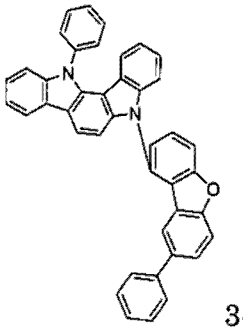
[化 45]

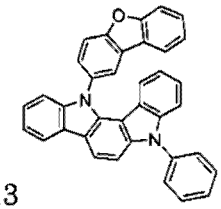

3-109

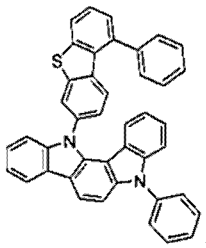

3-110

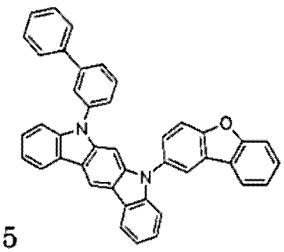

3-111

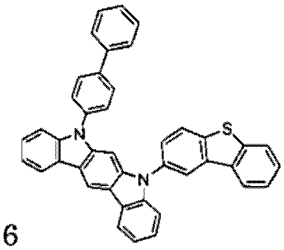

3-112

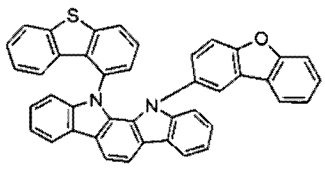

3-113

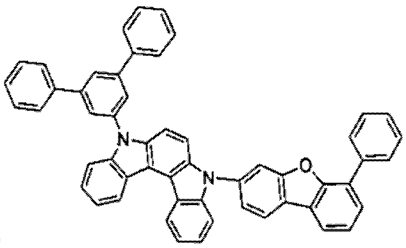

3-114

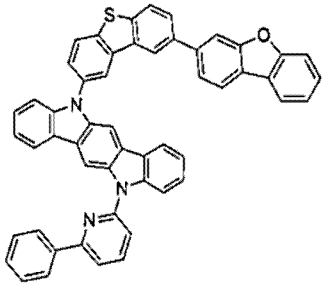

3-115

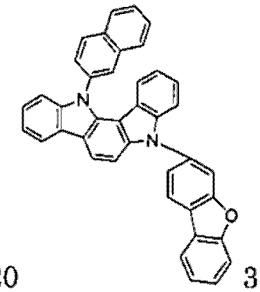

3-116


3-117


3-118


3-119


3-120


3-121

【0088】 接著，對所述通式（4）進行說明。

通式（4）中，Ar^{41} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者

該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的連結芳香族基。較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0089】 作為 Ar^{41} 為未經取代的芳香族烴基、未經取代的芳香族雜環基、或者未經取代的連結芳香族基時的具體例，除了為 y 價的情況、以及連結芳香族基時 2 個～5 個芳香族環進行連結的情況以外，與 Ar^{1} 及 Ar^{11} 相同。較佳為由吡啶、嘧啶、三嗪、二苯並呋喃、二苯並噻吩、苯、萘、或該些的 2 個～5 個連結而構成的化合物生成的基。

【0090】 R^{41} 分別獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，其中並非為咔唑基。有利的是並非包含咔唑環的基。較佳為碳數 1～6 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～12 的芳香族烴基或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基。

【0091】 R^{41} 為脂肪族烴基時的具體例與 R^{1} 的情況相同。

關於 R^{41} 為未經取代的芳香族烴基或芳香族雜環基時的具體例，除了不含咔唑的方面以外，與 Ar^{1} 及 Ar^{11} 的情況相同。

【0092】 y 為取代數，表示 1～4 的整數。較佳為 1 或 2，更佳為 1。

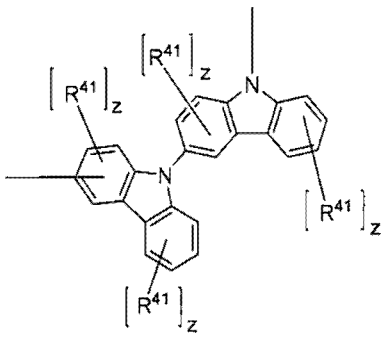
x 為重複數，分別獨立地表示 1～4 的整數。較佳為 1～3。然

而，至少一個 x 為 2～4 的整數。z 為 0～3 的整數，較佳為 0 或 1。

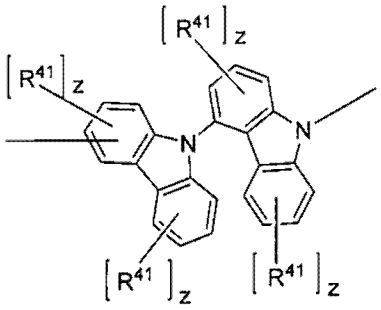
x 的總和（咔唑基的總數）可為 2～12 的整數，較佳為 2～9，更佳為 2～6。

【0093】 通式（4）中，較佳為式中具有至少一個下述式（4a）或式（4b）所表示的鍵結結構。更佳為咔唑基間的所有鍵結結構均為式（4a）、或式（4b）所表示的鍵結結構。

[化 46]



（4a）

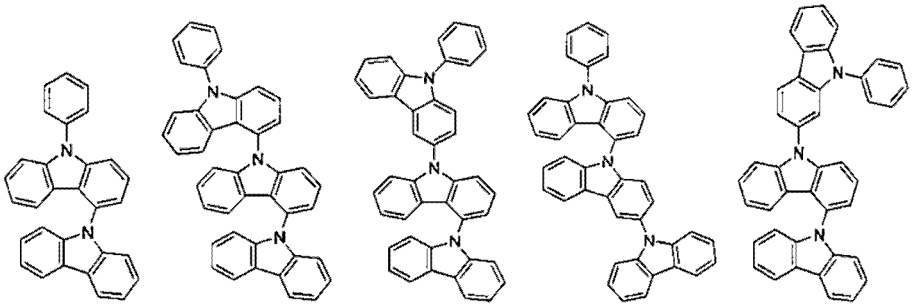


（4b）

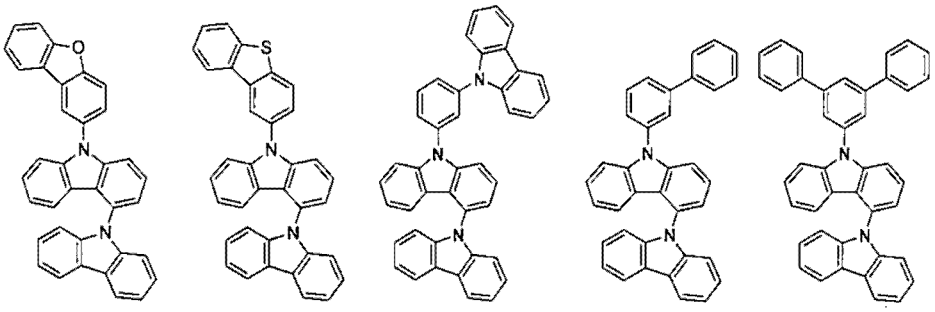
（此處，R^{41} 及 z 與通式（4）為相同含義）

【0094】 以下示出通式（4）所表示的化合物的具體例，但並不限定於該些例示化合物。

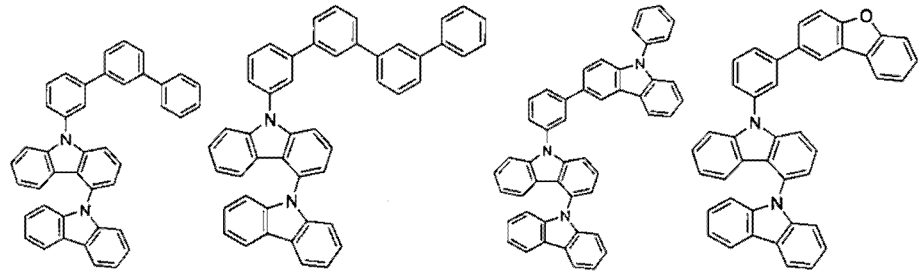
【0095】 [化 47]



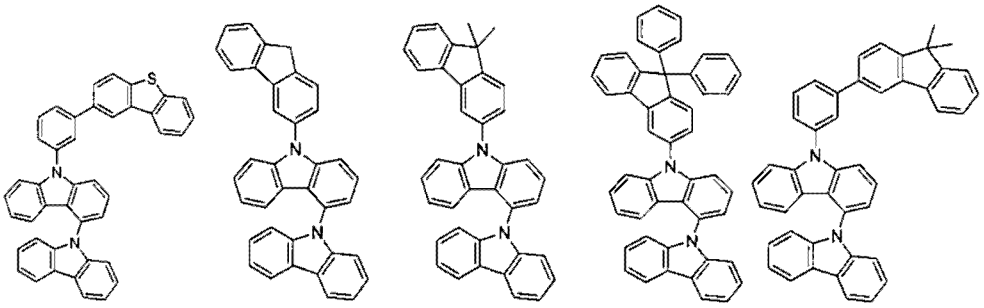
4-1 4-2 4-3 4-4 4-5



4-6 4-7 4-8 4-9 4-10

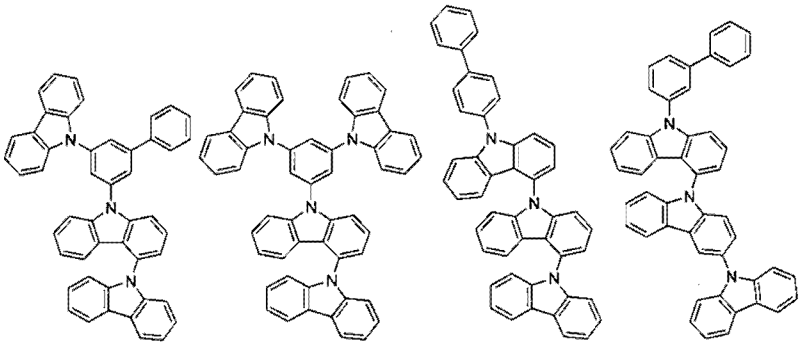


4-11 4-12 4-13 4-14

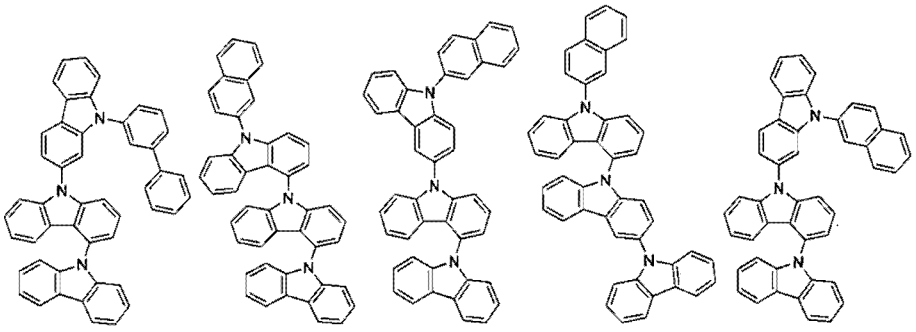


4-15 4-16 4-17 4-18 4-19ka

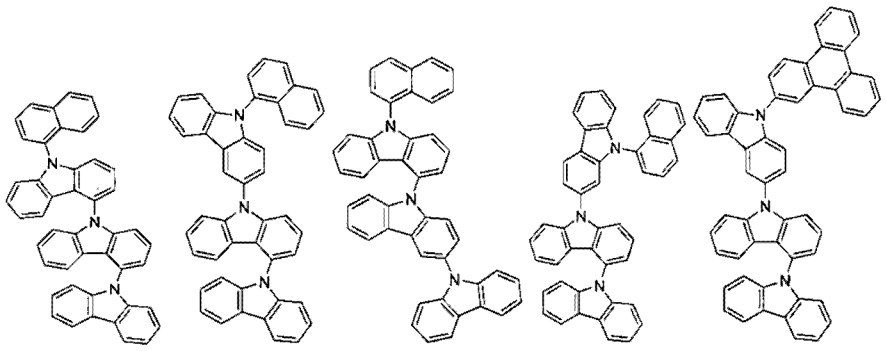
[化 48]



4-19 4-20 4-21 4-22

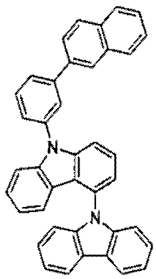


4-23 4-24 4-25 4-26 4-27

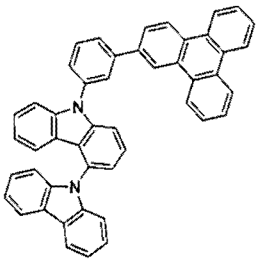


4-28 4-29 4-30 4-31 4-32

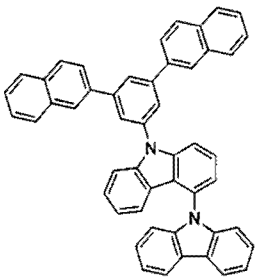
[化 49]



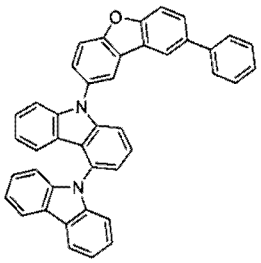
4-33



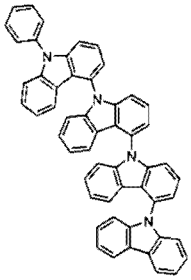
4-34



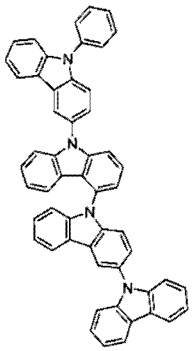
4-35



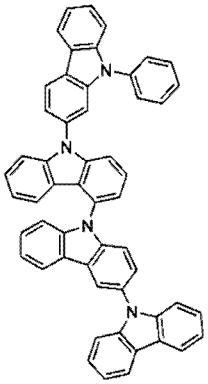
4-36



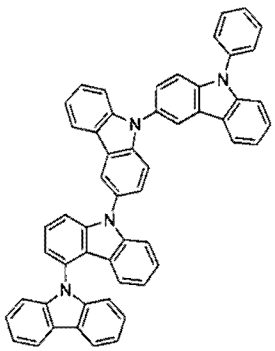
4-37



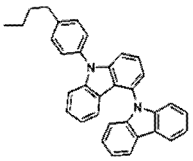
4-38



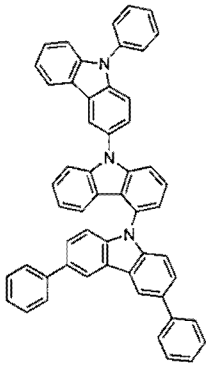
4-39



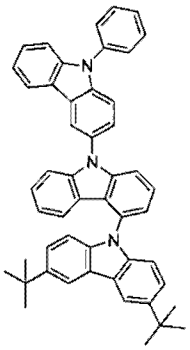
4-40



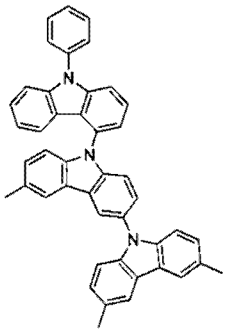
4-41



4-42

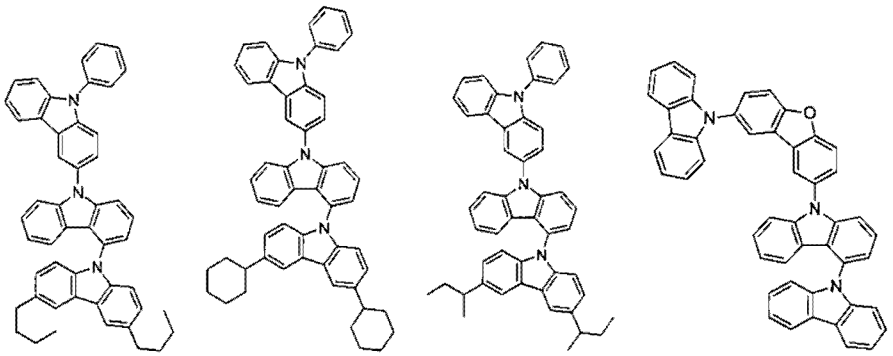


4-43

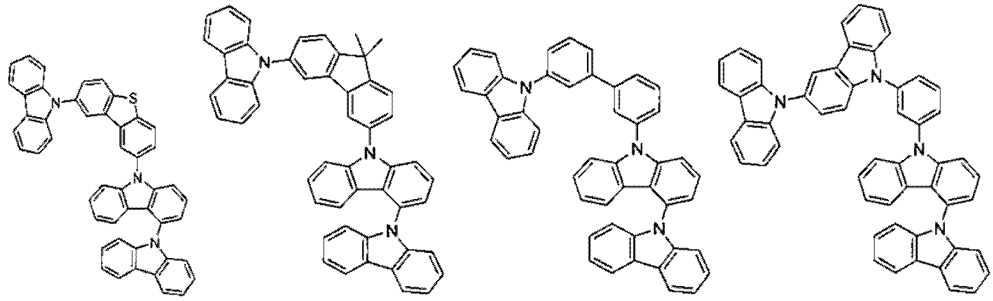


4-44

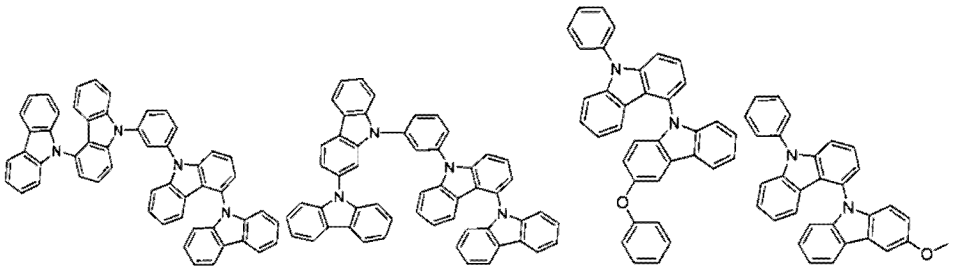
【0096】 [化 50]



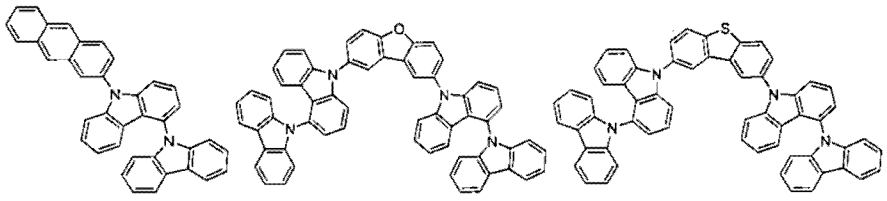
4-45 4-46 4-47 4-48



4-49 4-50 4-51 4-52

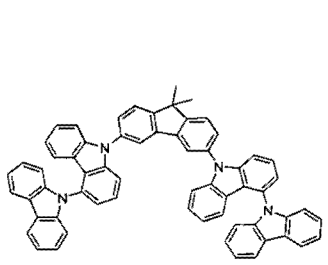


4-53 4-54 4-55 4-56

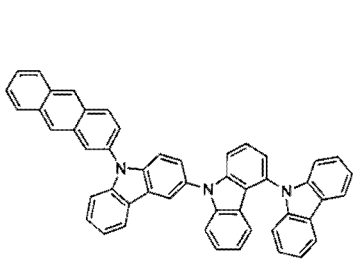


4-57 4-58 4-59

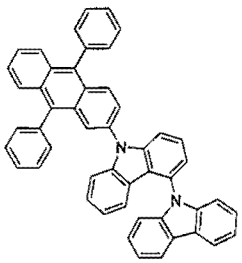
[化 52]



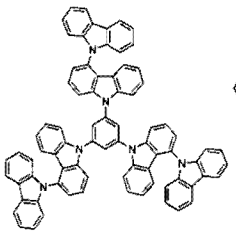
4-60



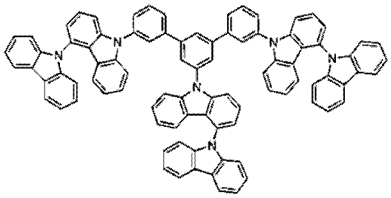
4-61



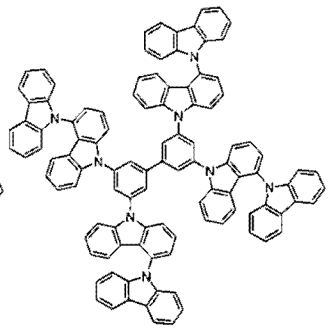
4-62



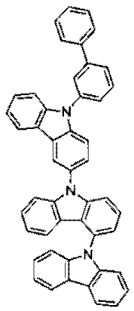
4-63



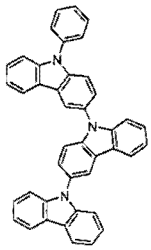
4-64



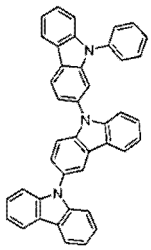
4-65



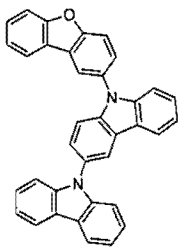
4-66



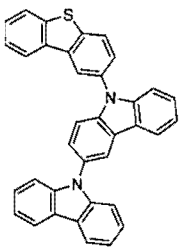
4-67



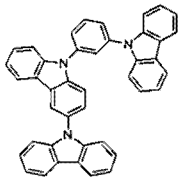
4-68



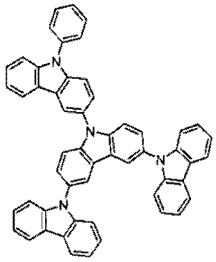
4-69



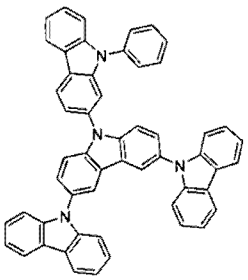
4-70



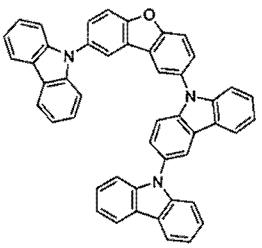
4-71



4-72

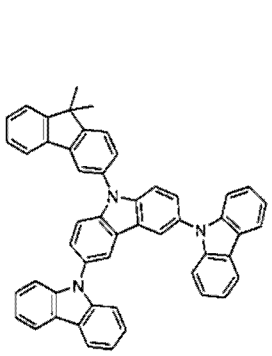


4-73

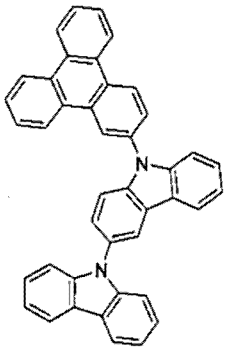


4-74

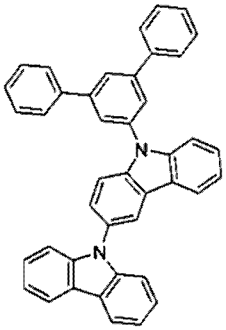
[化 53]



4-75



4-76



4-79

【0097】 關於第二主體材料，較佳為通式（2）或通式（3）所表示的化合物。

【0098】 作為第三主體材料，適合的是所述通式（5）所表示的化合物。較佳為所述式（51）所表示的化合物。

【0099】 於通式（5）與式（51）中，共通的記號具有相同的含義。

環 D 為式（5a）所表示的雜環，環 D 與所鄰接的環於任意位置縮合。

R^5 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基。較佳為氫、碳數 1～6 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基或者經取代或未經取代的碳數 3～10 的芳香族雜環基。

【0100】 作為 R^5 為脂肪族烴基時的具體例，與 R^1 相同。

作為 R^5 為未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經

取代或未經取代的連結芳香族基時的具體例，除了 2 個～5 個芳香族環進行連結的情況以外，與 Ar^1 及 Ar^{11} 的情況相同。

【0101】 p、r 及 s 表示取代數，各自獨立地表示 0～4 的整數。較佳為 0～3 的整數，進而佳為 0～2。q 表示 0～2 的整數，較佳為 0～1 的整數。

【0102】 Ar^5、Ar^{51} 獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0103】 作為 Ar^5 及 Ar^{51} 為未經取代的芳香族烴基、未經取代的連結芳香族基、及未經取代的連結芳香族基時的具體例，與 Ar^1 及 Ar^{11} 的情況相同。較佳為由吡啶、嘧啶、三嗪、二苯並呋喃、二苯並噻吩、咔唑、苯、萘、或該些的 2 個～7 個連結而構成的化合物生成的基。

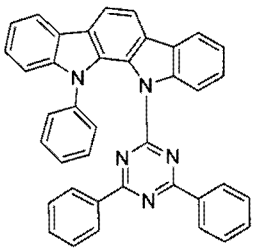
【0104】 L^5 及 L^{51} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，至少一者為芳香族雜環基。較佳為 L^5 及 L^{51} 的至少一者為經取代或未經取代的含氮六員環或者含氮六員環縮聚而成的經取代或未經取代的縮環芳香族雜環基。

【0105】 作為未經取代的含氮六員環、或者包含含氮六員環的未經取代的縮環芳香族雜環基的具體例，可列舉：吡啶、嘧啶、三嗪、喹啉、異喹啉、喹噁啉、萘啶、或啡嗪。

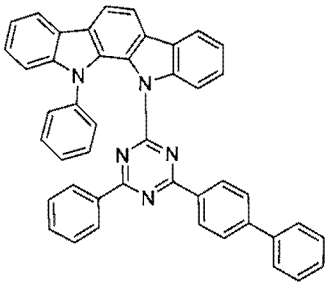
【0106】 作為未經取代的芳香族烴基、或芳香族雜環基的具體例，除了為 r+1 價或 s+1 價的情況以外，與 Ar^{1} 及 Ar^{11} 為該些的情況相同。較佳為由吡啶、嘧啶、三嗪、喹啉、異喹啉、喹噁啉、萘啶、啡嗪、二苯並呋喃、二苯並噻吩、咔唑、苯、或萘生成的基。

【0107】 以下示出通式（5）所表示的化合物的具體例，但並不限定於該些例示化合物。

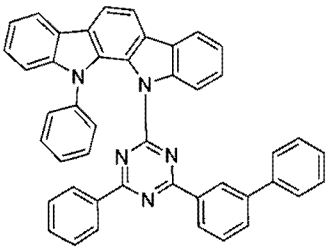
【0108】 [化 54]



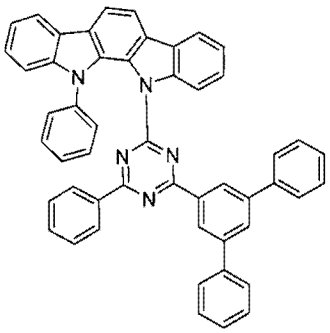
5-1



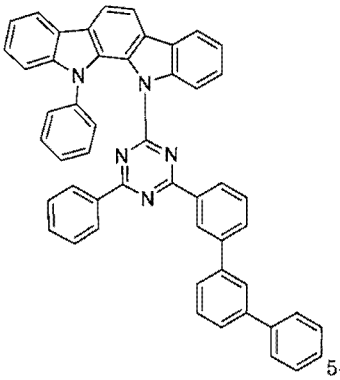
5-2



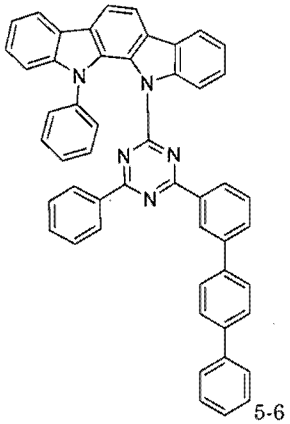
5-3



5-4

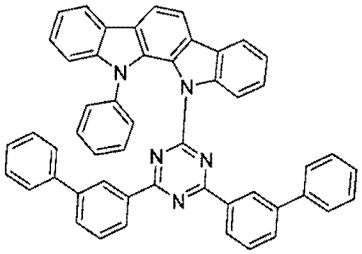


5-5

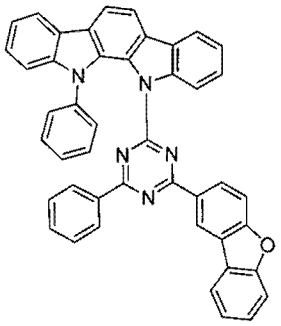


5-6

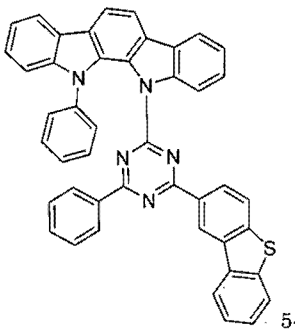
[化 55]



5-7

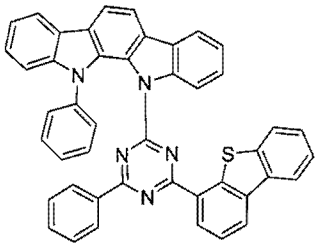


5-8

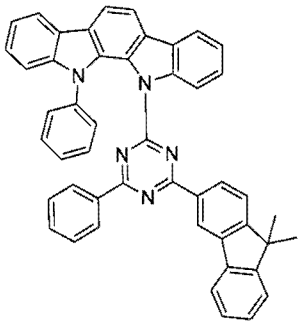


5-11

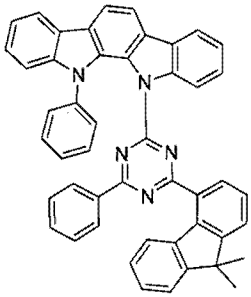
[化 56]



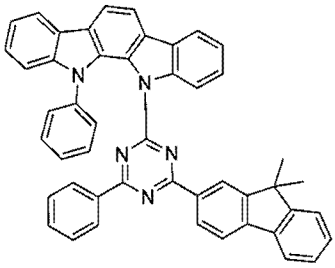
5-12



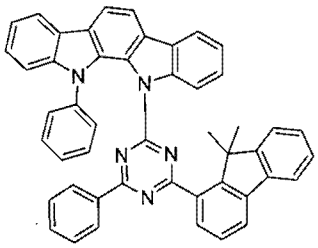
5-13



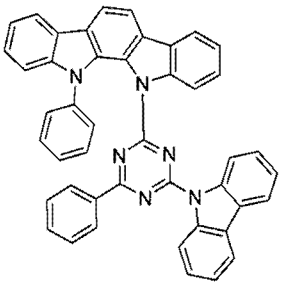
5-14



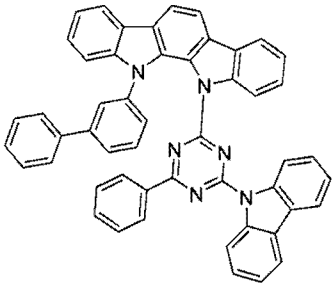
5-15



5-16

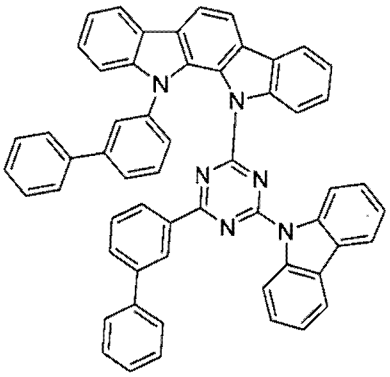


5-17

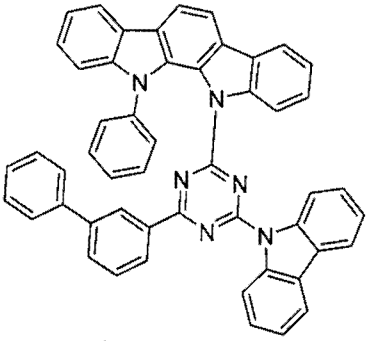


5-18

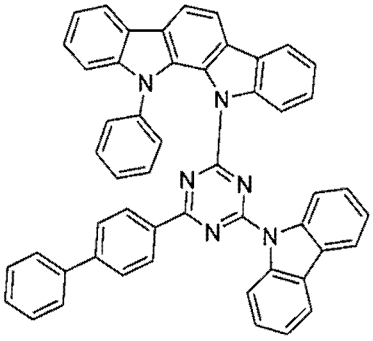
【0109】 [化 57]



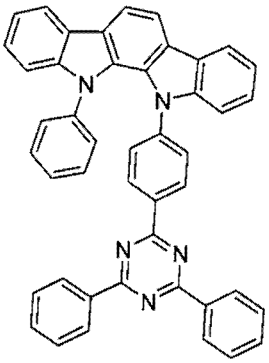
5-19



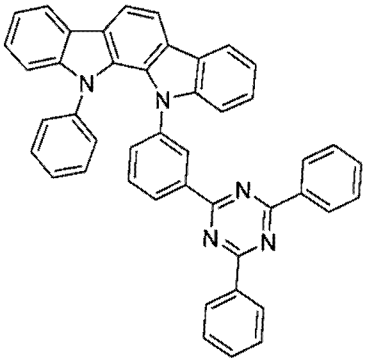
5-20



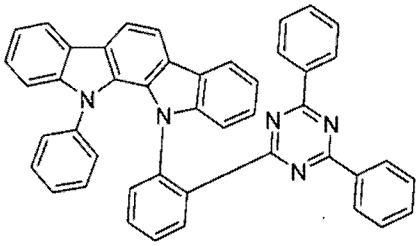
5-21



5-22

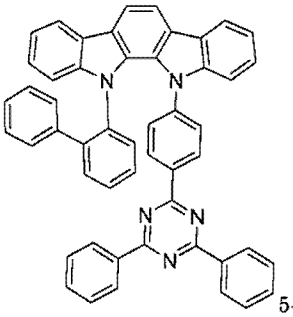


5-23

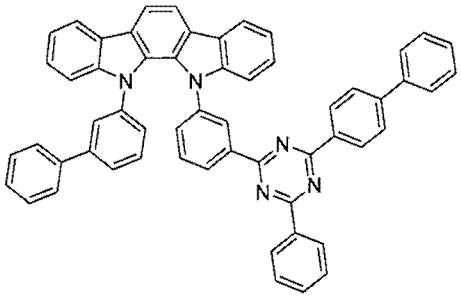


5-24

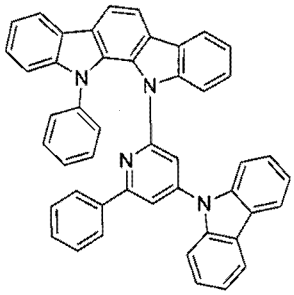
[化 58]



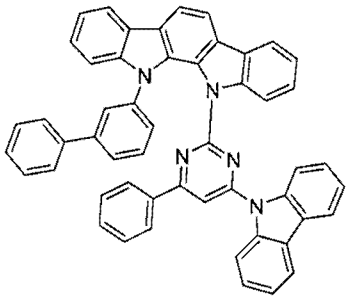
5-25



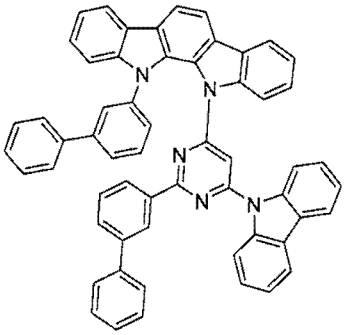
5-26



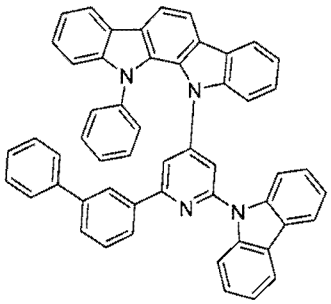
5-27



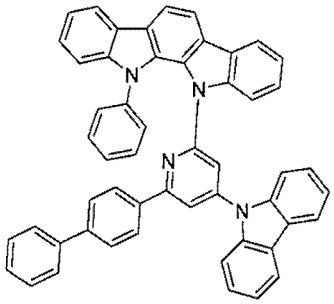
5-28



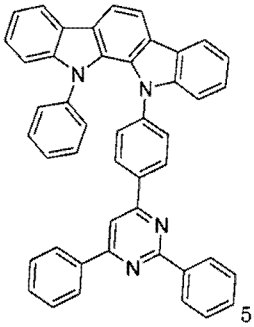
5-29



5-30

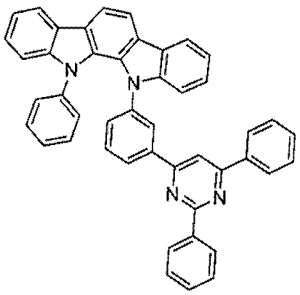


5-31

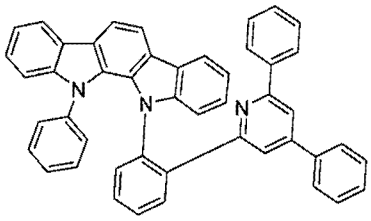


5-32

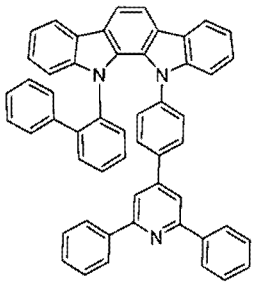
[化 59]



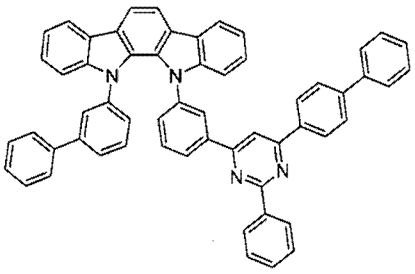
5-33



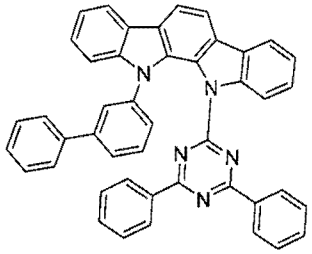
5-34



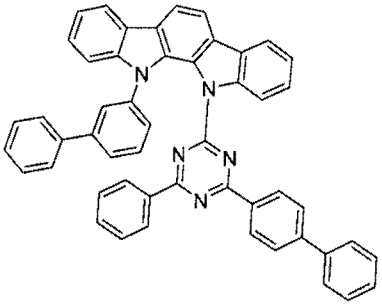
5-35



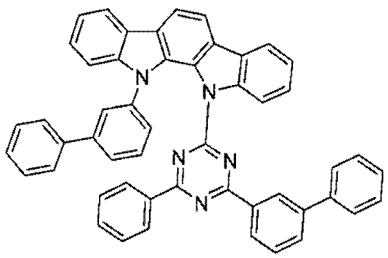
5-36



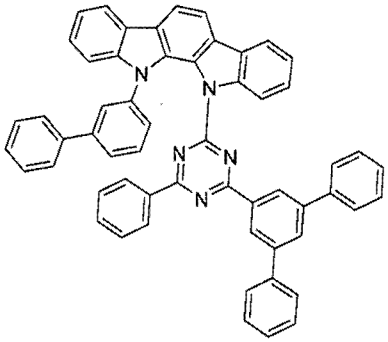
5-37



5-38

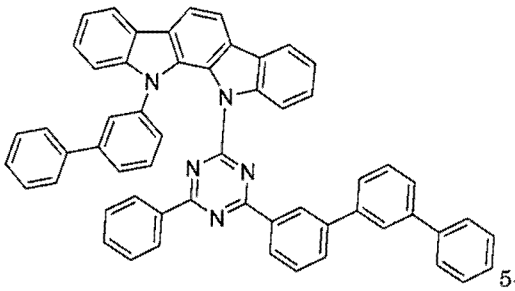


5-39

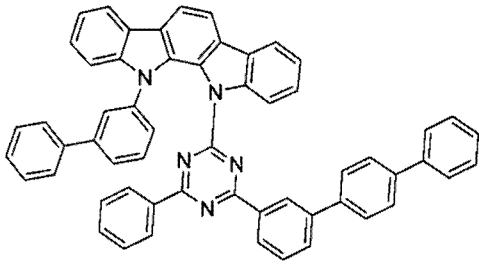


5-40

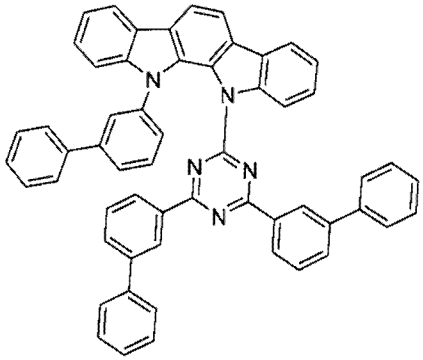
【0110】 [化 60]



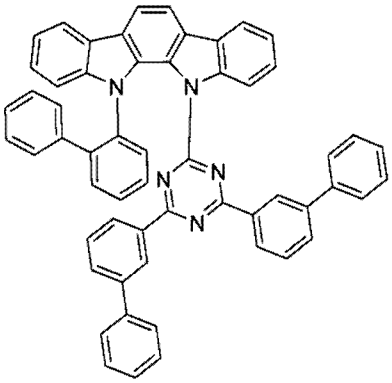
5-41



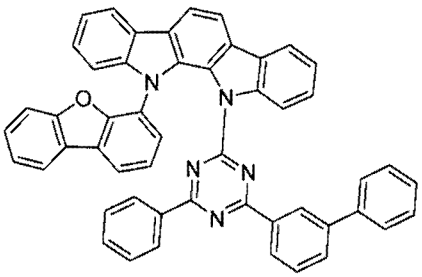
5-42



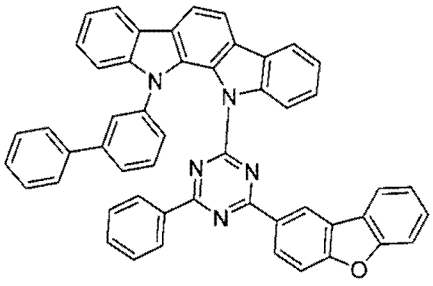
5-43



5-44

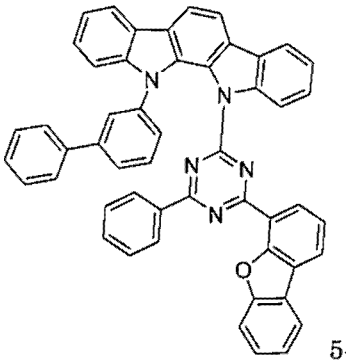


5-45

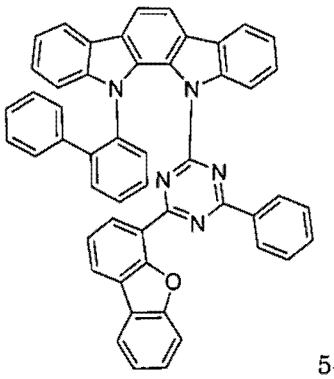


5-46

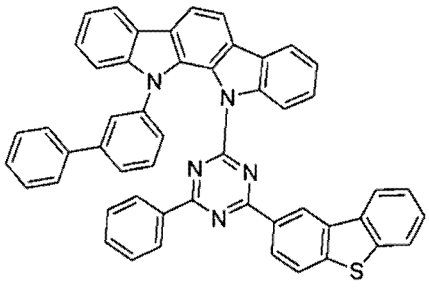
[化 61]



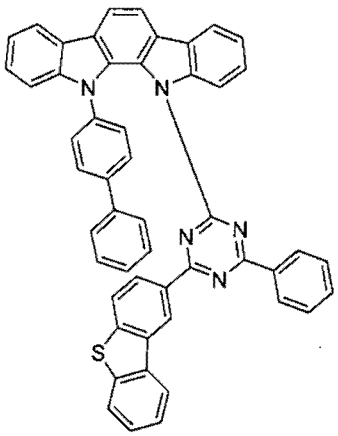
5-47



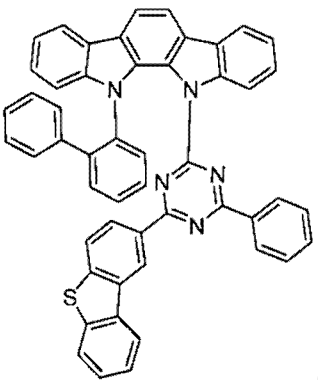
5-48



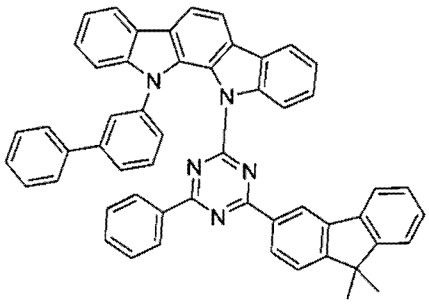
5-49



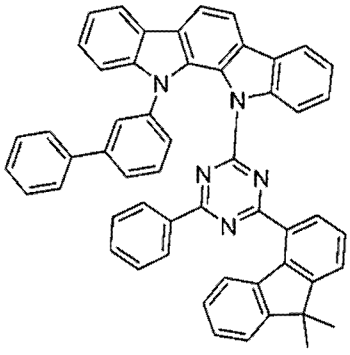
5-50



5-51

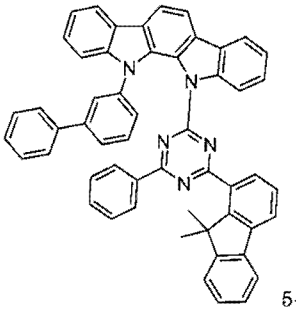


5-52

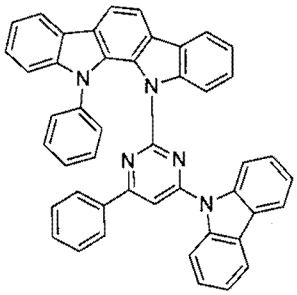


5-53

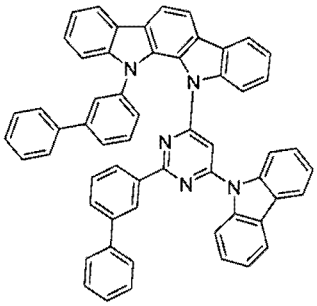
[化 62]



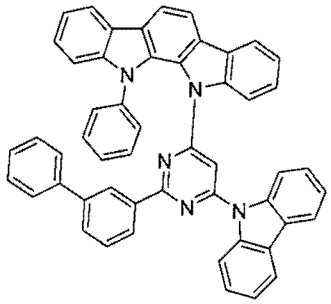
5-54



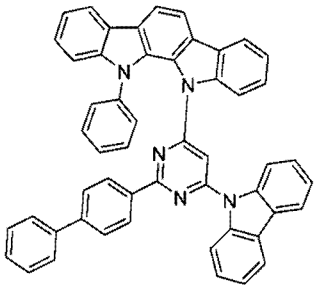
5-55



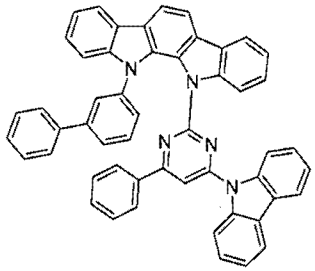
5-56



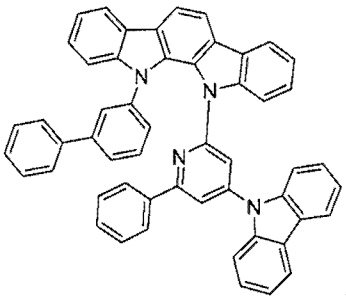
5-57



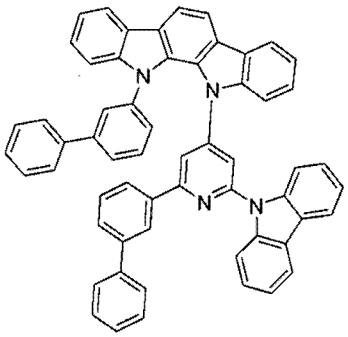
5-58



5-59

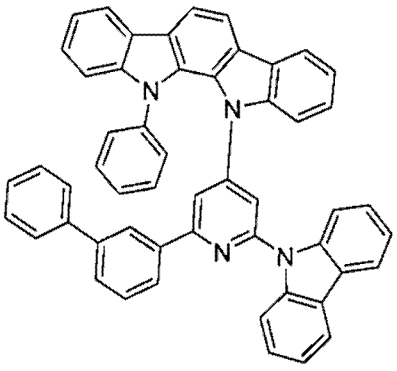


5-60

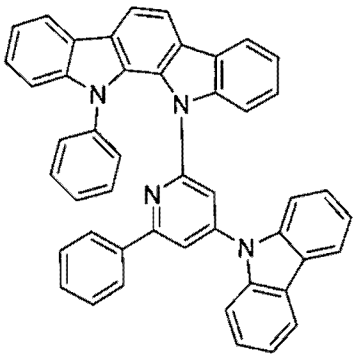


5-61

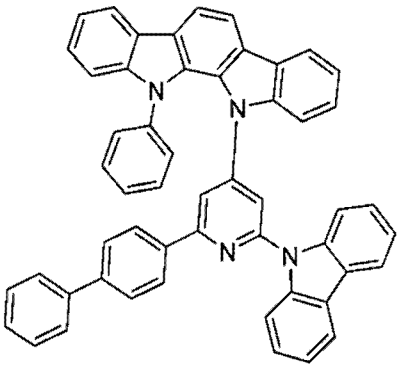
【0111】 [化 63]



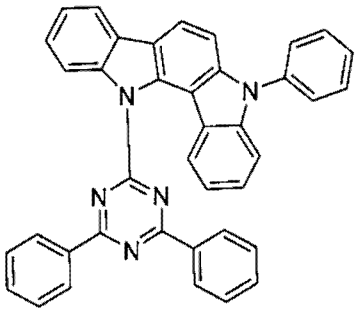
5-62



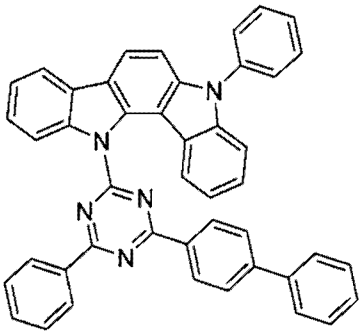
5-63



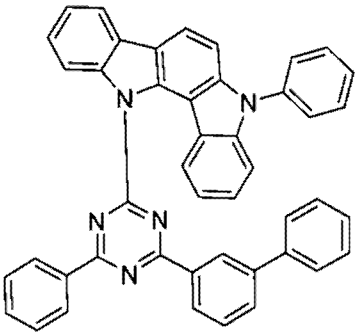
5-64



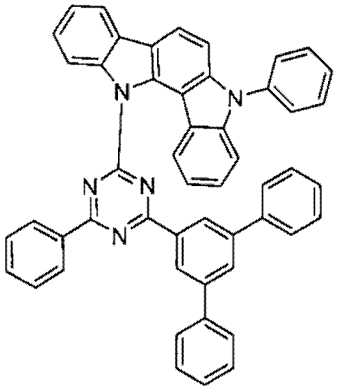
5-65



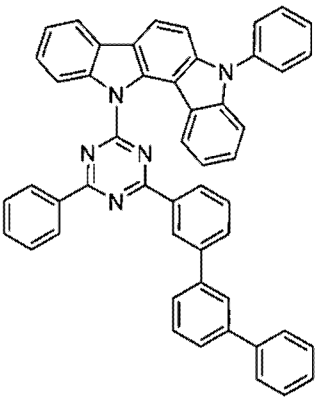
5-66



5-67

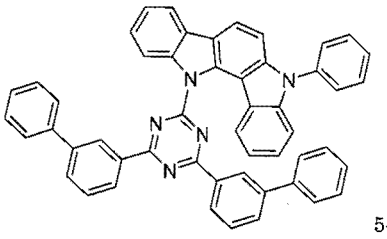


5-68

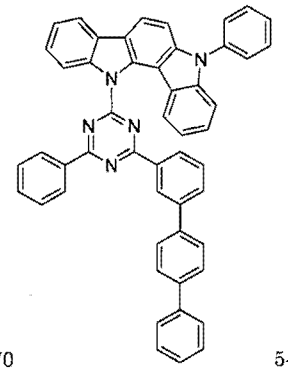


5-69

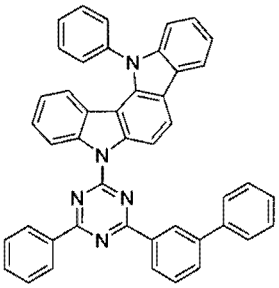
[化 64]



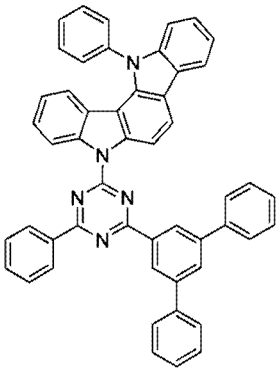
5-70



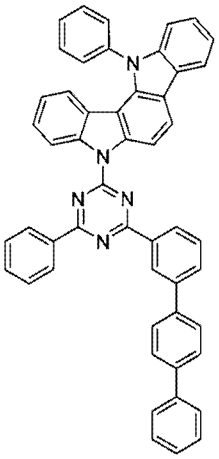
5-71



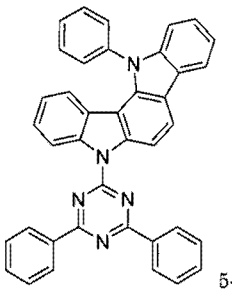
5-72



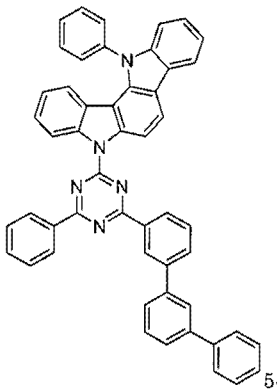
5-72b



5-73

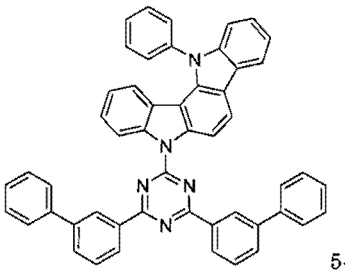


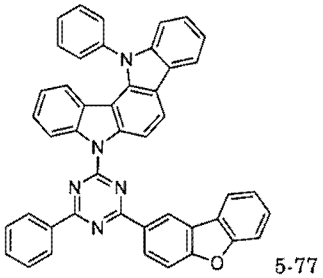
5-74

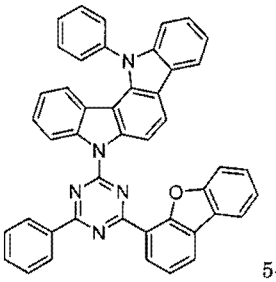


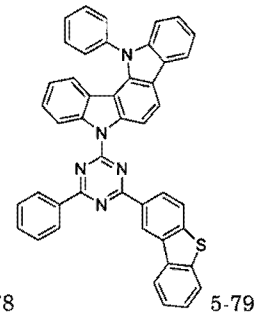
5-75

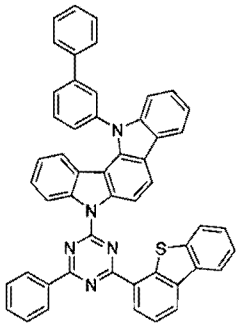
[化 65]

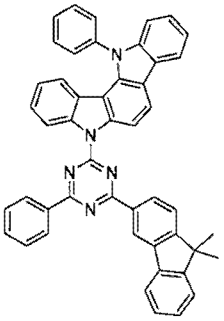

5-76

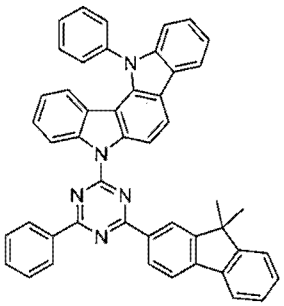

5-77

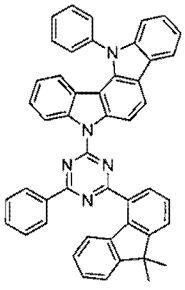

5-78


5-79

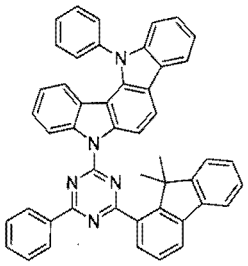

5-80

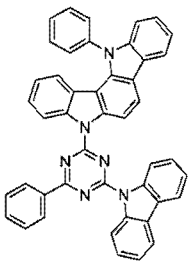

5-81

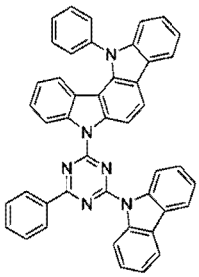

5-82

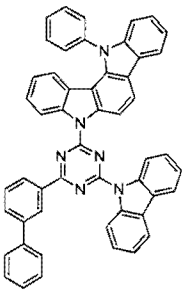

5-83

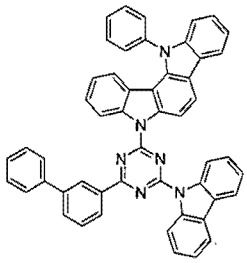
【0112】 [化 66]

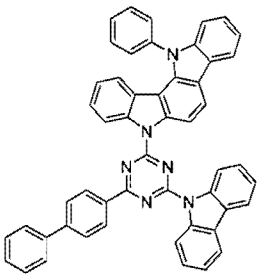

5-84

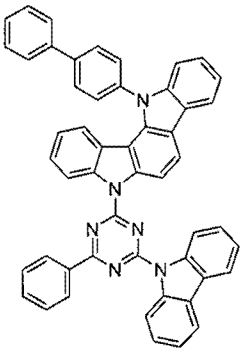

5-85

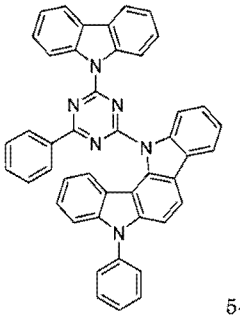

5-86

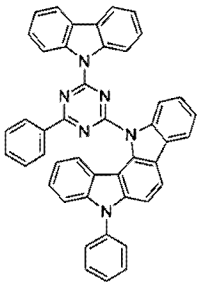

5-87

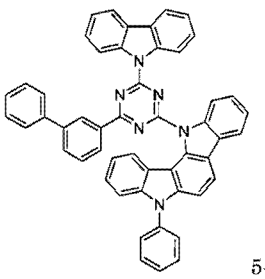

5-88

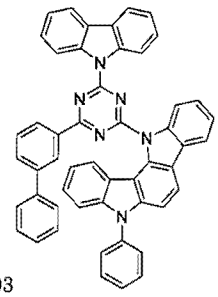

5-89


5-90

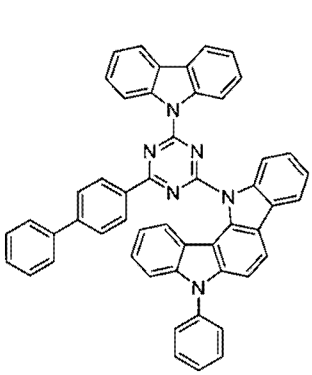

5-91


5-92

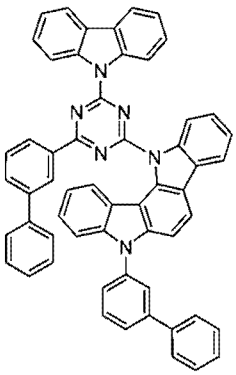

5-93


5-94

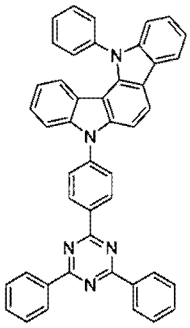
[化 67]



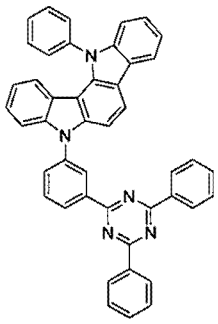
5-95



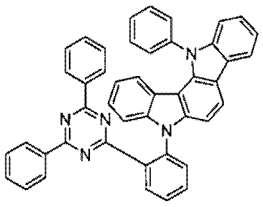
5-96



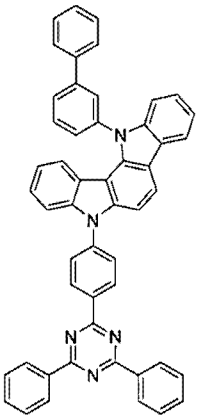
5-97



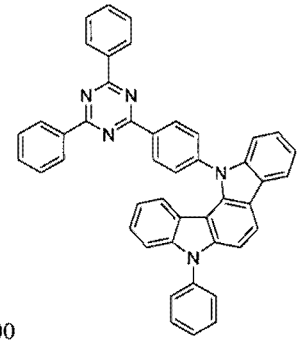
5-98



5-99

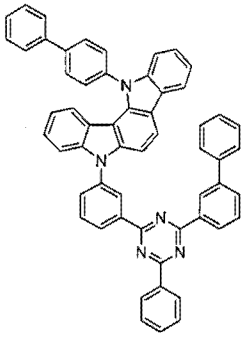


5-100

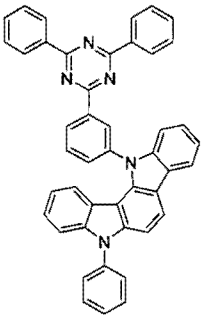


5-101

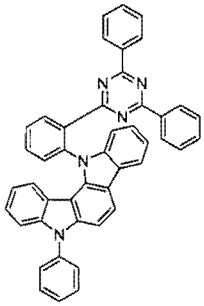
[化 68]



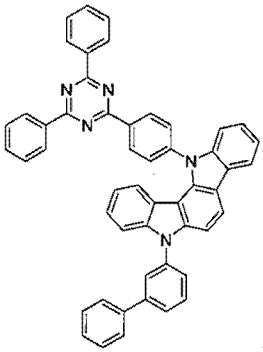
5-102



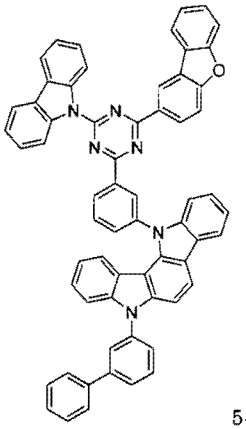
5-103



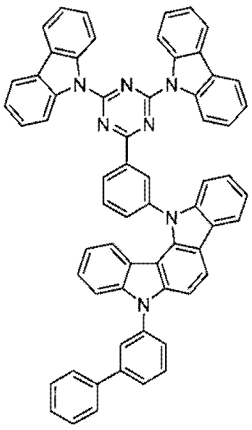
5-104



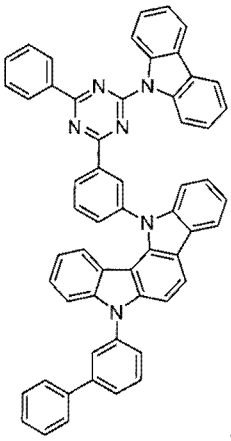
5-105



5-106

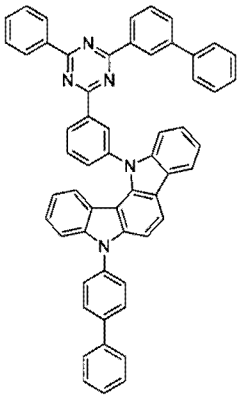


5-107

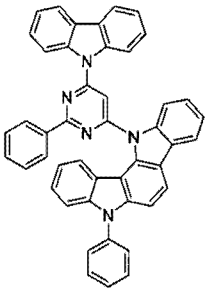


5-108

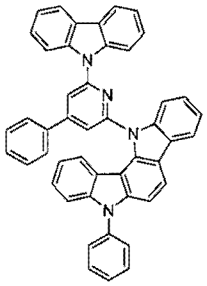
【0113】 [化 69]



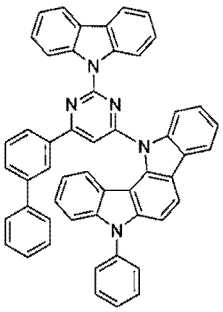
5-109



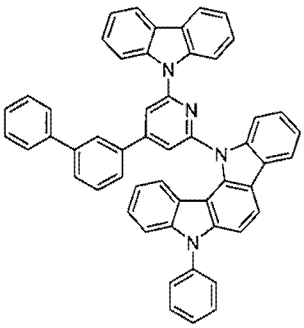
5-110



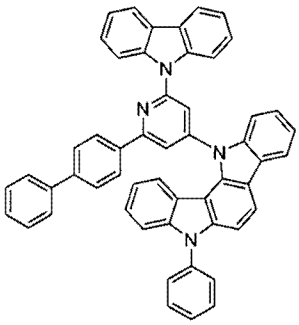
5-111



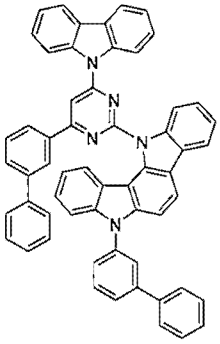
5-112



5-113

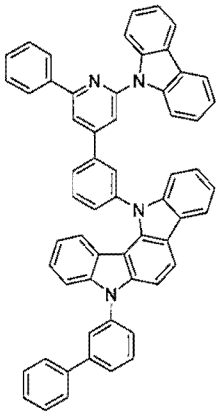


5-114

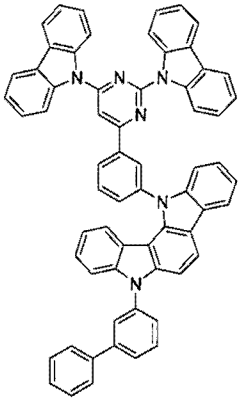


5-115

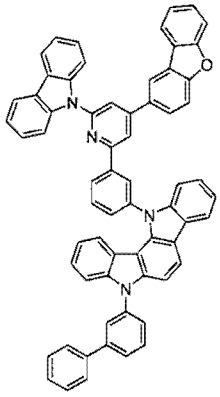
[化 70]



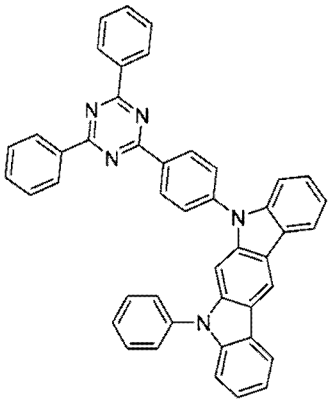
5-116



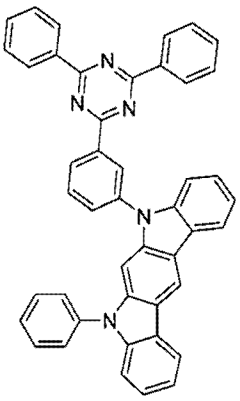
5-117



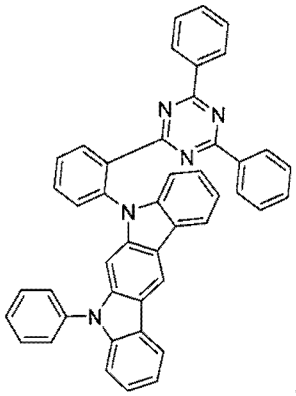
5-118



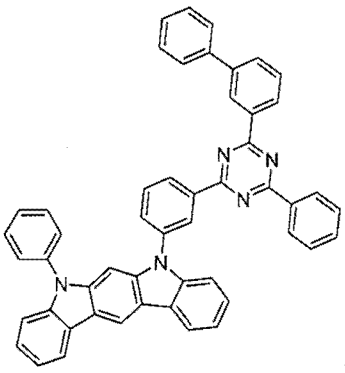
5-119



5-120

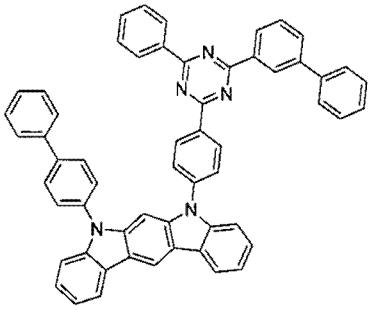


5-121

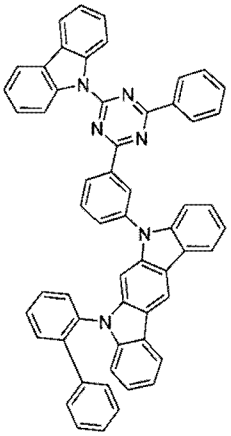


5-122

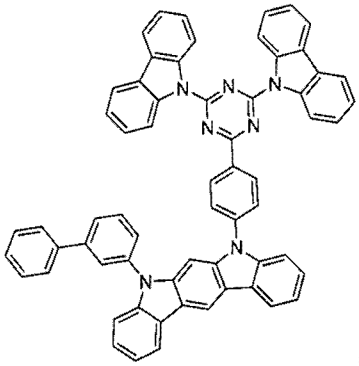
[化 71]



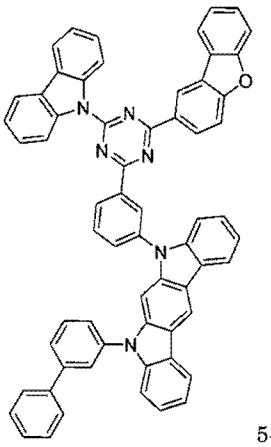
5-123



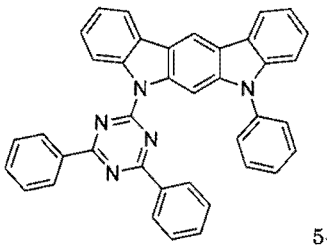
5-124



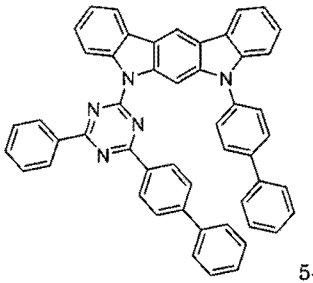
5-125



5-126

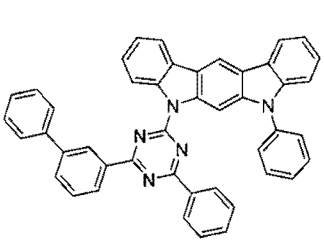


5-127

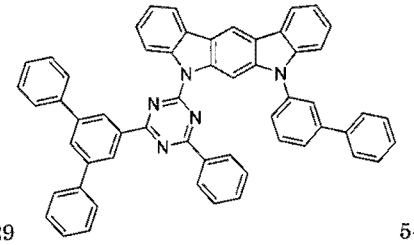


5-128

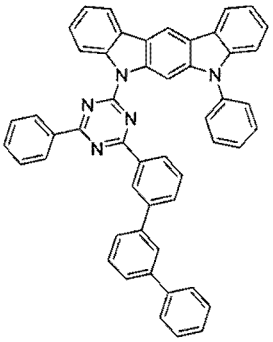
【0114】 [化 72]



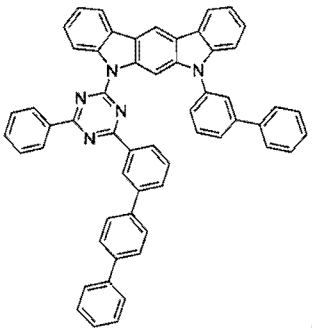
5-129



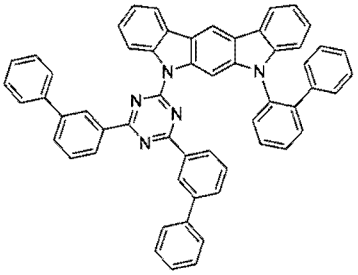
5-130



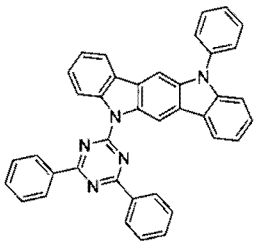
5-131



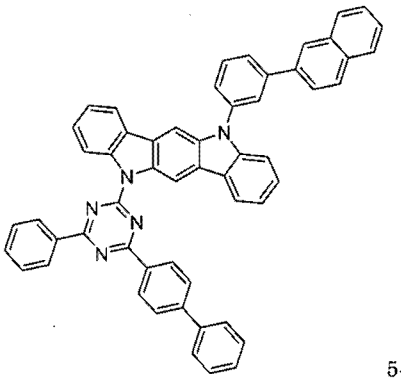
5-132



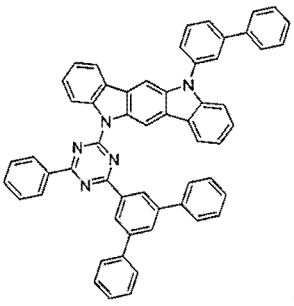
5-133



5-134

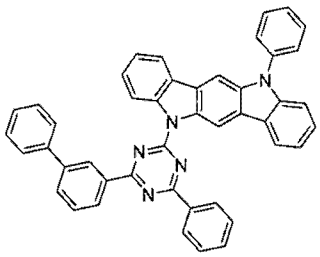


5-135

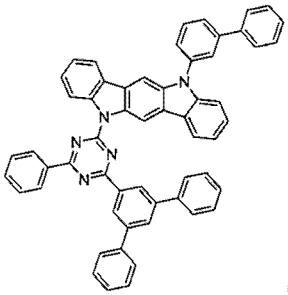


5-136

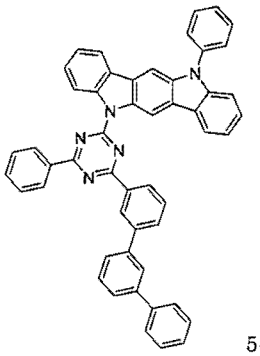
[化 73]



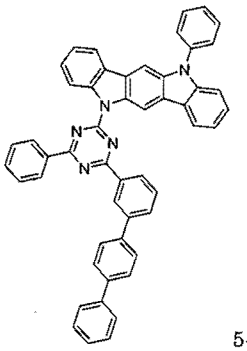
5-137



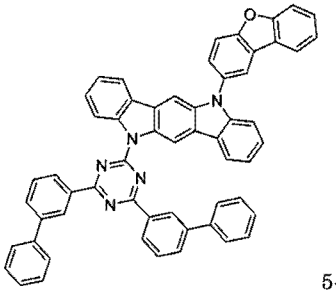
5-138



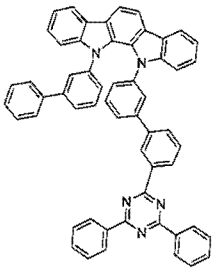
5-139



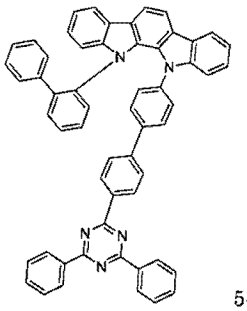
5-140



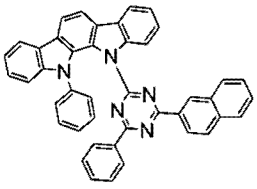
5-141



5-142

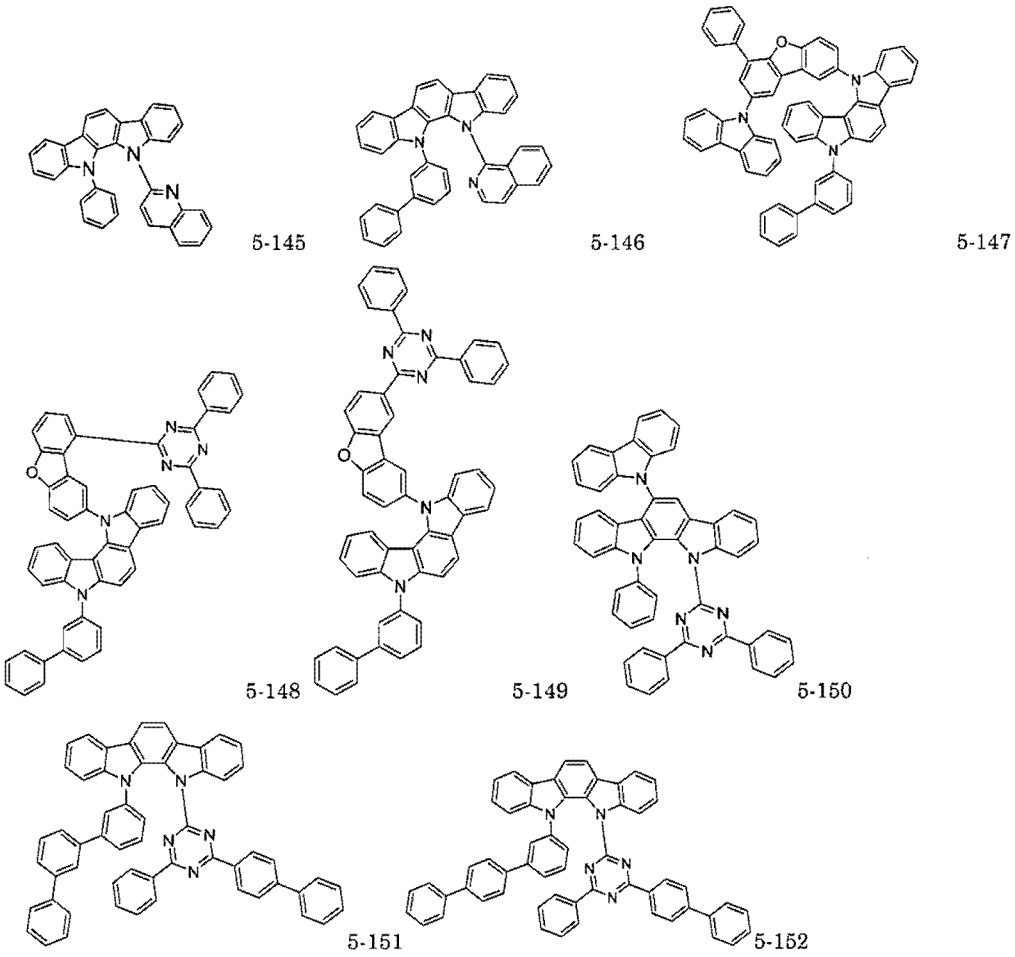


5-143



5-144

[化 74]



【0115】 本發明的有機電場發光元件的製造方法是蒸鍍包含所述第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的主體材料組成物、以及發光性摻雜劑材料而形成發光層的方法。

【0116】 本發明的主體材料組成物為用於所述有機電場發光元件的製造方法中的主體材料組成物。主體材料組成物只要包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料即可，視需要亦可包含摻雜劑材料等其他材料。

【0117】 第一主體材料、第二主體材料、第三主體材料、及發光性摻雜劑材料亦可分別自不同的蒸鍍源進行蒸鍍等來使用，較佳

為於蒸鍍前進行預混合而製成主體材料組成物（亦稱為預混合物），並對該預混合物自一個蒸鍍源同時進行蒸鍍而形成發光層。於該情況下，較佳為將主體材料彼此製成預混合物，亦可使發光性摻雜劑材料與主體材料混合，於成為所期望的蒸氣壓的溫度存在大的差的情況下，亦可自其他蒸鍍源進行蒸鍍。

【0118】 作為預混合的方法，理想的是可儘可能地均勻地混合的方法，可列舉粉碎混合、或者於減壓下或氮氣般的惰性氣體環境下進行加熱熔融的方法、或昇華等，但並不限定於該些方法。

【0119】 此處，關於第一主體材料，LUMO 能量為-1.95 eV 以下，是第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料中的 LUMO 能量最小的主體材料。關於第三主體材料，LUMO 能量為-1.94 eV～-1.77 eV，是繼第一主體材料之後 LUMO 能量第二小的材料。關於第二主體材料，LUMO 能量為-1.54 eV 以上，是第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料中的 LUMO 能量最大的主體材料。

【0120】 另外，關於第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的混合比（重量比），相對於第一主體材料、第二主體材料及第三主體材料的合計，第一主體材料的比例超過 1.0 wt%且小於 30 wt%，第三主體材料的比例超過 5.0 wt%且小於 80 wt%。較佳為第一主體材料的比例為 2 wt%～20 wt%，第三主體材料的比例為 10 wt%～70 wt%，更佳為第一主體材料的比例為 5 wt%～20 wt%，第三主體材料的比例為 10 wt%～60 wt%。第二主體材料的比例是自 100 wt%減去第一主體材料及第三主體材料的比例而得

的值，較佳為 19 wt%～80 wt%。

【0121】 另外，較佳為第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的三重態激發（T1）能量均為 2.55 eV 以上。

【0122】 所述 LUMO 能量及 T1 能量可藉由量子化學計算而獲得。本說明書中規定的 LUMO 能量是設為使用分子軌道法程式高斯（Gaussian）03，並利用密度泛函理論（Density Functional Theory，DFT）進行 B3LYP/6-31G*水準的結構最佳化計算而算出的值。

【0123】 接著，一邊參照圖式一邊對本發明的有機 EL 元件的結構進行說明，但本發明的有機 EL 元件的結構並不限定於此。

【0124】 圖 1 是表示本發明中所使用的一般的有機 EL 元件的結構例的剖面圖，1 表示基板、2 表示陽極、3 表示電洞注入層、4 表示電洞傳輸層、5 表示發光層、6 表示電子傳輸層、7 表示陰極。本發明的有機 EL 元件亦可與發光層鄰接而具有激子阻擋層，另外，於發光層與電洞注入層之間亦可具有電子阻擋層。激子阻擋層可插入至發光層的陽極側、陰極側的任一側，亦能夠同時插入至兩側。於本發明的有機 EL 元件中，具有陽極、發光層以及陰極作為必需的層，但除了必需的層以外，亦可具有電洞注入傳輸層、電子注入傳輸層，進而亦可於發光層與電子注入傳輸層之間具有電洞阻擋層。再者，電洞注入傳輸層是指電洞注入層與電洞傳輸層的任一者或兩者，電子注入傳輸層是指電子注入層與電子傳輸層的任一者或兩者。

【0125】 亦能夠為與圖 1 相反的結構，即於基板 1 上依序積層陰極 7、電子傳輸層 6、發光層 5、電洞傳輸層 4、陽極 2，於該情況下，亦能夠視需要對層進行追加、省略。

【0126】 -基板-

本發明的有機 EL 元件較佳為支撐於基板上。該基板並無特別限制，只要為自先前便於有機 EL 元件中所使用者即可，例如可使用包含玻璃、透明塑膠、石英等的基板。

【0127】 -陽極-

作為有機 EL 元件中的陽極材料，可較佳地使用包含功函數（work function）大（4 eV 以上）的金屬、合金、導電性化合物或該些的混合物的材料。作為此種電極材料的具體例，可列舉 Au 等金屬；CuI、氧化銦錫（Indium Tin Oxide，ITO）、SnO_2、ZnO 等導電性透明材料。另外，亦可使用 IDIXO（In_2O_3-ZnO）等非晶質，且能夠製成透明導電膜的材料。陽極可藉由蒸鍍或濺鍍等方法，使該些電極材料形成薄膜，藉由光微影法形成所期望的形狀的圖案，或者於並不很需要圖案精度的情況下（100 μm 以上左右），亦可於所述電極材料的蒸鍍或濺鍍時，介隔所期望的形狀的遮罩來形成圖案。或者於使用有機導電性化合物般的能夠塗佈的物質的情況下，亦可使用印刷方式、塗佈方式等濕式成膜法。於自該陽極取出發光的情況下，理想的是使透過率大於 10%，另外，作為陽極的片電阻較佳為數百 Ω/□以下。膜厚亦取決於材料，通常以 10 nm～1000 nm、較佳為 10 nm～200 nm 的範圍來選擇。

【0128】 -陰極-

另一方面，作為陰極材料，可使用包含功函數小（4 eV 以下）的金屬（電子注入性金屬）、合金、導電性化合物或該些的混合物的材料。作為此種電極材料的具體例，可列舉：鈉、鈉-鉀合金、鎂、鋰、鎂/銅混合物、鎂/銀混合物、鎂/鋁混合物、鎂/銦混合物、鋁/氧化鋁（Al_2O_3）混合物、銦、鋰/鋁混合物、稀土金屬等。該些中，就電子注入性及對於氧化等的耐久性的方面而言，適宜的是電子注入性金屬與作為功函數的值大於其且穩定的金屬的第二金屬的混合物，例如鎂/銀混合物、鎂/鋁混合物、鎂/銦混合物、鋁/氧化鋁混合物、鋰/鋁混合物、鋁等。陰極可藉由如下方式而製作：藉由蒸鍍或濺鍍等方法而使該些陰極材料形成薄膜。另外，作為陰極，片電阻較佳為數百 Ω/□以下，膜厚通常以 10 nm～5 μm、較佳為 50 nm～200 nm 的範圍來選擇。再者，為了使所發出的光透過，若有機 EL 元件的陽極或陰極的任一者為透明或半透明，則發光亮度提高，從而有利。

【0129】 另外，於在陰極以 1 nm～20 nm 的膜厚形成所述金屬後，於其上形成在陽極的說明中所列舉的導電性透明材料，藉此可製作透明或半透明的陰極，藉由應用該方法，可製作陽極與陰極兩者具有透過性的元件。

【0130】 -發光層-

發光層為於藉由分別自陽極及陰極注入的電洞及電子進行再結合而生成激子後，進行發光的層，且於發光層中包含有機發光

性摻雜劑材料與主體材料。

【0131】 主體材料中使用所述第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料。

作為第一主體材料的通式（1）所表示的化合物可使用一種，亦可使用兩種以上。同樣地，作為第二主體材料的通式（2）～通式（4）所表示的咔唑化合物或吲哚並咔唑化合物可使用一種，亦可使用兩種以上。作為第三主體材料的通式（5）所表示的化合物可使用一種，亦可使用兩種以上。

視需要，亦可追加第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料以外的材料。

【0132】 於將多種主體材料或主體材料與摻雜劑預混合而使用的情況下，為了再現性良好地製作具有良好的特性的有機 EL 元件，理想的是該些的 50%重量減少溫度（T_{50}）的差小。50%重量減少溫度是指於氮氣流減壓（1 Pa）下的熱重-示差熱分析（Thermogravimetric-Differential Thermal Analysis，TG-DTA）測定中，以每分鐘 10℃的速度自室溫昇溫至 550℃時，重量減少 50%時的溫度。認為於該溫度附近，最強烈地產生由蒸發或昇華所引起的氣化。

【0133】 預混合物中使用的材料較佳為所述 50%重量減少溫度的差為 15℃以內，更佳為 12℃以內。

【0134】 作為預混合的方法，理想的是可儘可能地均勻地混合的方法，可列舉粉碎混合、或者於減壓下或氮氣般的惰性氣體環境

下進行加熱熔融的方法、或昇華等，但並不限定於該些方法。

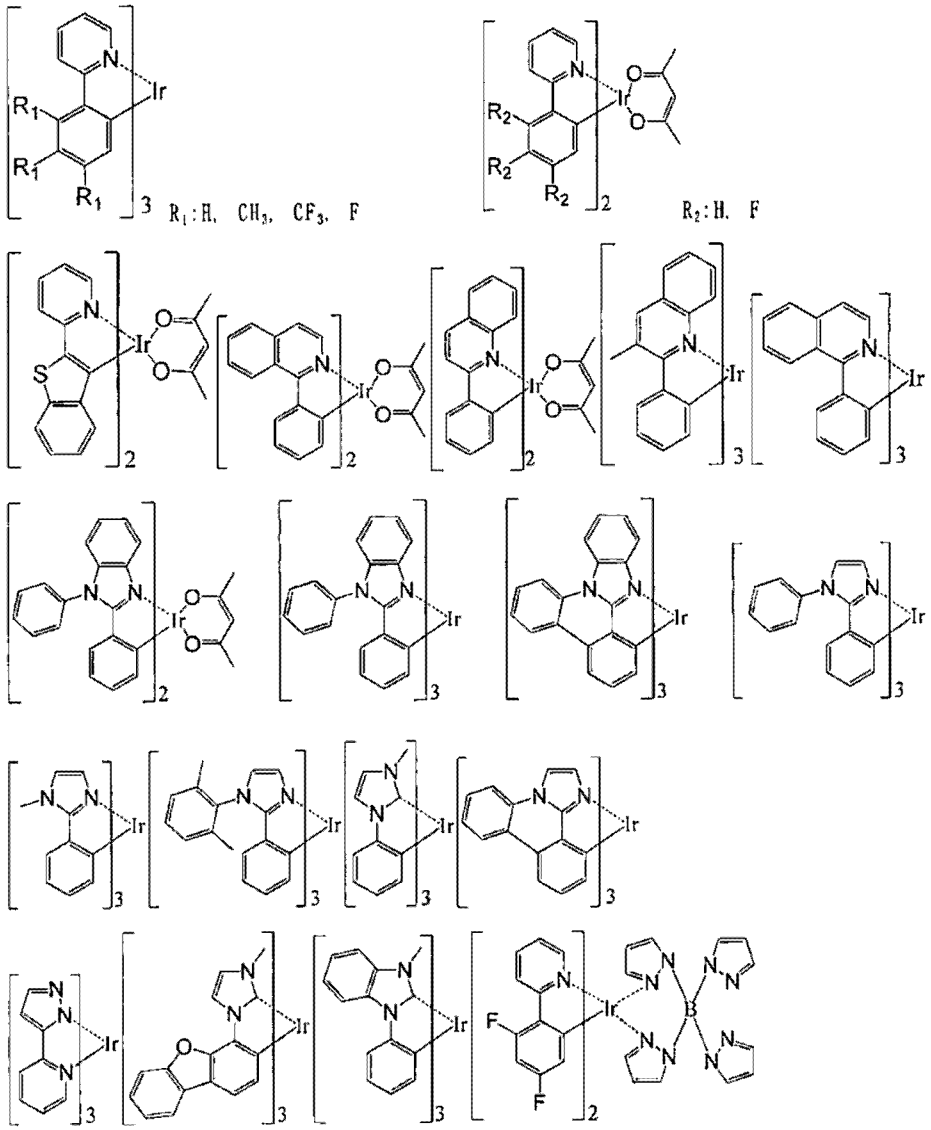
主體、及其預混合物的形態可為粉體、棒狀、或顆粒狀。

【0135】 於使用磷光發光摻雜劑作為發光性摻雜劑材料的情況下，磷光發光摻雜劑可含有有機金屬錯合物，所述有機金屬錯合物包含選自釕、銠、鈀、銀、銥、鐵、鋨、鉑及金中的至少一種金屬。具體而言，可適宜地使用於「美國化學會誌（J. Am. Chem. Soc.）」（2001，123，4304）或日本專利特表 2013-530515 號公報中所記載的鋨錯合物，但並不限定於該些。

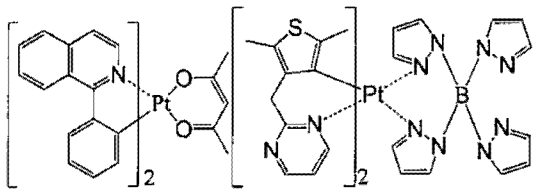
【0136】 磷光發光摻雜劑材料可於發光層中含有僅一種，亦可含有兩種以上。相對於主體材料，磷光發光摻雜劑材料的含量較佳為 0.10 wt%～30 wt%，更佳為 1.0 wt%～20 wt%。

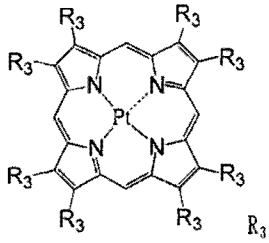
【0137】 磷光發光摻雜劑材料並無特別限定，具體可列舉以下般的例子。

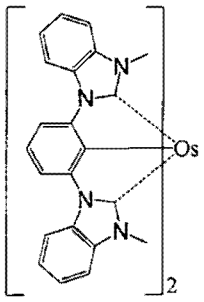
【0138】 [化 75]

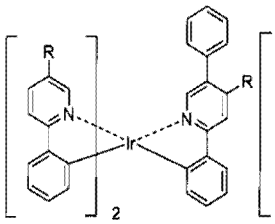


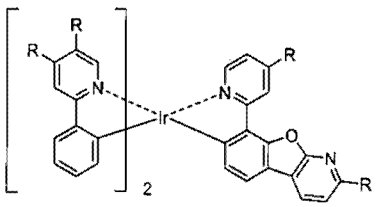
[化 76]

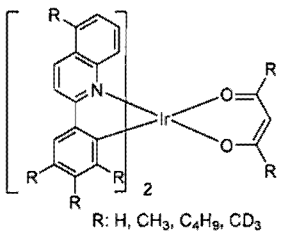












【0139】 於使用螢光發光摻雜劑作為發光性摻雜劑材料的情況下，作為螢光發光摻雜劑，並無特別限定，例如可列舉：苯並噁唑衍生物、苯並噻唑衍生物、苯並咪唑衍生物、苯乙烯基苯衍生物、聚苯基衍生物、二苯基丁二烯衍生物、四苯基丁二烯衍生物、萘二甲醯亞胺衍生物、香豆素衍生物、縮合芳香族化合物、紫環酮衍生物、噁二唑衍生物、噁嗪衍生物、醛連氮衍生物、吡咯啶衍生物、環戊二烯衍生物、雙苯乙烯基蒽衍生物、喹吖啶酮衍生物、吡咯並吡啶衍生物、噻二唑並吡啶衍生物、苯乙烯基胺衍生物、二酮基吡咯並吡咯衍生物、芳香族二亞甲基化合物、8-羥基喹啉衍生物的金屬錯合物或吡咯亞甲基衍生物的金屬錯合物、稀土錯合物、過渡金屬錯合物所代表的各種金屬錯合物等，聚噻吩、

聚苯、聚伸苯伸乙烯等聚合物化合物，有機矽烷衍生物等。較佳為可列舉縮合芳香族衍生物、苯乙烯基衍生物、二酮基吡咯並吡咯衍生物、噁嗪衍生物、吡咯亞甲基金屬錯合物、過渡金屬錯合物、或鑭系錯合物，更佳為可列舉萘、芘、1,2-苯並菲、三伸苯、苯並[c]菲、苯並[a]蒽、稠五苯、苝、螢蒽、苊並螢蒽（acenaphthofluoranthene）、二苯並[a,j]蒽、二苯並[a,h]蒽、苯並[a]萘、稠六苯、萘並[2,1-f]異喹啉、α-萘並啡啶、菲並噁唑（phenanthrooxazole）、喹啉並[6,5-f]喹啉、苯並萘並噻吩（benzothiophanthrene）等。該些亦可具有烷基、芳基、芳香族雜環基或二芳基胺基作為取代基。

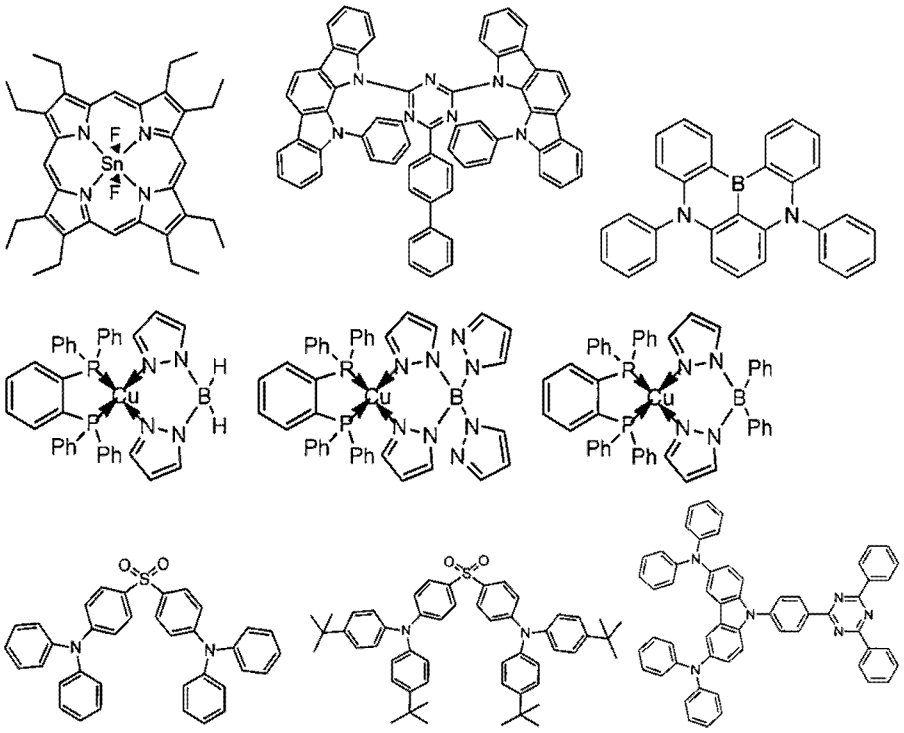
【0140】 螢光發光摻雜劑材料可於發光層中含有僅一種，亦可含有兩種以上。相對於主體材料，螢光發光摻雜劑材料的含量較佳為 0.1%～20%，更佳為 1%～10%。

【0141】 於使用熱活化延遲螢光發光摻雜劑作為發光性摻雜劑材料的情況下，作為熱活化延遲螢光發光摻雜劑，並無特別限定，可列舉錫錯合物或銅錯合物等金屬錯合物、或於 WO2011/070963 號公報中記載的吲哚並咔唑衍生物、於「自然（Nature）」（2012，492，234）中記載的氰基苯衍生物、咔唑衍生物、於「自然光子學（Nature Photonics）」（2014，8，326）中記載的吩嗪衍生物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、碸衍生物、啡噁嗪衍生物、吖啶衍生物等。

【0142】 熱活化延遲螢光發光摻雜劑材料並無特別限定，具體可

列舉以下般的例子。

【0143】 [化 77]



【0144】 熱活化延遲螢光發光摻雜劑材料可於發光層中含有僅一種，亦可含有兩種以上。另外，熱活化延遲螢光發光摻雜劑亦可與磷光發光摻雜劑或螢光發光摻雜劑混合而使用。相對於主體材料，熱活化延遲螢光發光摻雜劑材料的含量較佳為 0.10%～50%，更佳為 1.0%～30%。

【0145】 -注入層-

注入層是為了降低驅動電壓或提高發光亮度而設置於電極與有機層間的層，有電洞注入層與電子注入層，可存在於陽極與發光層或電洞傳輸層之間、及陰極與發光層或電子傳輸層之間。注

入層可視需要而設置。

【0146】 -電洞阻擋層-

關於電洞阻擋層，廣義而言，具有電子傳輸層的功能，包含具有傳輸電子的功能且傳輸電洞的能力明顯小的電洞阻擋材料，可藉由傳輸電子且阻擋電洞而提高發光層中的電子與電洞的再結合概率。

【0147】 於電洞阻擋層中，亦可使用公知的電洞阻擋層材料。

【0148】 -電子阻擋層-

關於電子阻擋層，廣義而言，具有電洞傳輸層的功能，可藉由傳輸電洞且阻擋電子而提高發光層中的電子與電洞再結合的概率。

【0149】 作為電子阻擋層的材料，可使用公知的電子阻擋層材料，另外，視需要可使用後述的電洞傳輸層的材料。電子阻擋層的膜厚較佳為 3 nm～100 nm，更佳為 5 nm～30 nm。

【0150】 -激子阻擋層-

激子阻擋層為用於阻擋因在發光層內電洞與電子再結合而生成的激子擴散至電荷傳輸層的層，藉由插入本層而能夠將激子有效率地封入發光層內，可使元件的發光效率提高。激子阻擋層可於兩個以上的發光層鄰接的元件中，插入至鄰接的兩個發光層之間。

【0151】 作為激子阻擋層的材料，可使用公知的激子阻擋層材料。例如可列舉 1,3-二咔唑基苯（mCP）、或雙(2-甲基-8-羥基喹

啉)-4-苯基苯酚鋁(III)（BAlq）。

【0152】 -電洞傳輸層-

電洞傳輸層包含具有傳輸電洞的功能的電洞傳輸材料，電洞傳輸層可設置單層或多層。

【0153】 電洞傳輸材料為具有電洞的注入或傳輸、電子的障壁性的任一者的材料，可為有機物、無機物的任一者。於電洞傳輸層中，可自先前公知的化合物中選擇任意者而使用。作為所述電洞傳輸材料，例如可列舉卟啉衍生物、芳基胺衍生物、三唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、聚芳基烷烴衍生物、吡唑啉衍生物及吡唑酮衍生物、苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、胺基取代查耳酮衍生物、噁唑衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、芴酮衍生物、腙（hydrazone）衍生物、芪衍生物、矽氮烷衍生物、苯胺系共聚物、以及導電性高分子寡聚物、特別是噻吩寡聚物等，較佳為使用卟啉衍生物、芳基胺衍生物及苯乙烯基胺衍生物，更佳為使用芳基胺衍生物。

【0154】 -電子傳輸層-

電子傳輸層包含具有傳輸電子的功能的材料，電子傳輸層可設置單層或多層。

【0155】 作為電子傳輸材料（亦存在兼作電洞阻擋材料的情況），只要具有將自陰極注入的電子傳達至發光層的功能即可。電子傳輸層可自先前公知的化合物中選擇任意者而使用，例如可列舉萘、蒽、啡啉等多環芳香族衍生物、三(8-羥基喹啉)鋁(III)衍生

物、氧化膦衍生物、硝基取代芴衍生物、二苯基醌衍生物、二氧化噻喃衍生物、碳二醯亞胺、亞芴基甲烷衍生物、蒽醌二甲烷及蒽酮衍生物、聯吡啶衍生物、喹啉衍生物、噁二唑衍生物、苯並咪唑衍生物、苯並噻唑衍生物、吲哚並咔唑衍生物等。進而，亦可使用將該些材料導入至高分子鏈或將該些材料作為高分子的主鏈的高分子材料。

[實施例]

【0156】 以下，藉由實施例對本發明更詳細地進行說明，但本發明並不限定於該些實施例，只要不超出其主旨，則能夠以各種形態來實施。

調配比及濃度中的%為 wt%。

【0157】 實施例 1

關於作為第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料而使用的化合物，使用分子軌道法程式高斯（Gaussian）03，並利用密度泛函理論（DFT），進行 B3LYP/6-31G*水準的結構最佳化計算，算出 LUMO 能量、T1 能量。將結果示於表 1 中。

另外，將比較例中所使用的化合物的 LUMO 能量、T1 能量示於表 1 中。

【0158】 [表 1]

化合物	LUMO（eV）	T1（eV）
1-326	-2.01	2.68
1-327	-1.98	2.70
1-217	-2.00	2.66
1-6	-1.98	2.75
3-21	-0.94	2.97
3-33	-0.96	2.96
4-69	-1.32	3.16
2-3	-0.98	3.01
2-51	-1.26	2.65
2-2	-0.98	3.01
2-43	-0.99	3.00
5-2	-1.93	2.73
5-3	-1.88	2.81
5-38	-1.92	2.73
5-151	-1.93	2.73
5-152	-1.93	2.73
A	-2.02	2.38
B	-1.20	3.01
C	-2.15	2.49

【0159】 實施例 2

於形成有膜厚 110 nm 的包含 ITO 的陽極的玻璃基板上，藉由真空蒸鍍法以真空度 4.0×10^{-5} Pa 來積層各薄膜。首先，於 ITO 上，將 HAT-CN 形成為 25 nm 的厚度作為電洞注入層，接著，將 NPD 形成為 30 nm 的厚度作為電洞傳輸層。接著，將 HT-1 形成為 10 nm 的厚度作為電子阻擋層。接著，自分別不同的蒸鍍源共蒸鍍作為第一主體材料的化合物 1-326、作為第二主體材料的化合物 3-21、作為第三主體材料的 5-2、作為發光摻雜劑的 $Ir(ppy)_3$，將發光層形成為 40 nm 的厚度。此時，於 $Ir(ppy)_3$ 的濃度成為 10%、

主體材料的濃度成為 90%（第一主體材料、第二主體材料及第三主體材料的比率為 5%：70%：25%）的蒸鍍條件下進行共蒸鍍。接著，將 ET-1 形成為 20 nm 的厚度作為電子傳輸層。進而，於電子傳輸層上，將 LiF 形成為 1 nm 的厚度作為電子注入層。最後，於電子注入層上，將 Al 形成為 70 nm 的厚度作為陰極，從而製作有機 EL 元件。

【0160】 實施例 3～實施例 17

除了將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料、以及第一主體材料、第二主體材料及第三主體材料的比例如表 2 所示般進行設置以外，與實施例 2 同樣地製作有機 EL 元件。

【0161】 將實施例 2～實施例 17 中所製作的有機 EL 元件的亮度、驅動電壓、發光效率、壽命特性示於表 2 中。於表中，亮度、驅動電壓、發光效率為驅動電流 20 mA/cm^2 時的值，為初始特性。LT70 為於初始亮度 9000 cd/m^2 時亮度衰減至初始亮度的 70%所需的時間，表示壽命特性。以下的表亦同樣如此。

於第一主體、第二主體、及第三主體欄中，括號內的數字為調配比例。

【0162】 [表 2]

實施例	第一主體	第二主體	第三主體	亮度（cd/m²）	電壓（V）	電力效率（lm/W）	LT70（h）
2	1-326（5%）	3-21（70%）	5-2（25%）	11,830	4.4	42.1	3,270
3	1-326（10%）	3-21（70%）	5-2（20%）	11,520	4.3	41.9	3,300
4	1-326（20%）	3-21（70%）	5-2（10%）	11,510	4.1	43.9	3,250
5	1-326（10%）	3-21（80%）	5-2（10%）	12,330	4.3	40.1	3,460
6	1-326（10%）	3-33（70%）	5-3（20%）	12,140	4.4	43.2	3,220
7	1-327（10%）	4-69（70%）	5-2（20%）	11,830	4.6	40.2	3,560
8	1-327（20%）	4-69（70%）	5-2（10%）	11,840	4.4	42.1	3,500
9	1-217（10%）	2-3（70%）	5-3（20%）	12,330	4.4	43.9	3,720
10	1-217（20%）	2-3（70%）	5-3（10%）	12,350	4.2	46.0	3,700
11	1-327（10%）	2-51（70%）	5-3（20%）	12,160	4.4	43.3	3,040
12	1-6（10%）	2-3（70%）	5-38（20%）	11,970	4.2	44.6	4,040
13	1-6（10%）	2-3（80%）	5-38（10%）	11,830	4.4	42.1	4,070
14	1-6（10%）	2-3（70%）	5-151（20%）	11,330	4.6	38.5	3,520
15	1-327（10%）	2-2（70%）	5-38（20%）	11,470	4.4	40.8	4,020
16	1-6（10%）	2-43（70%）	5-152（20%）	11,220	4.4	39.3	3,380
17	1-6（3%）	2-43（70%）	5-152（27%）	11,340	4.6	38.6	3,520

【0163】 實施例 18

測定作為第一主體材料、第二主體材料、第三主體材料而使

用的化合物的 50%重量減少溫度（T_{50}）。將結果記載於表 3 中。

【0164】 [表 3]

化合物	T_{50}[℃]
1-6	312
2-3	315
5-151	312
2-2	279
5-38	278
2-43	316
5-152	311
1-327	273

【0165】 實施例 19

量取第一主體材料 1-6（0.10 g）、第二主體材料 2-3（0.70 g）、第三主體材料 5-151（0.20 g），利用研缽一邊搗碎一邊進行混合，藉此製備預混合物 H1。

於形成有膜厚 110 nm 的包含 ITO 的陽極的玻璃基板上，藉由真空蒸鍍法以真空度 4.0×10^{-5} Pa 來積層各薄膜。首先，於 ITO 上，將 HAT-CN 形成為 25 nm 的厚度作為電洞注入層，接著，將 NPD 形成為 30 nm 的厚度作為電洞傳輸層。接著，將 HT-1 形成為 10 nm 的厚度作為電子阻擋層。接著，自分別不同的蒸鍍源共蒸鍍預混合物 H1 與作為發光摻雜劑的 $Ir(ppy)_3$，將發光層形成為 40 nm 的厚度。此時，於 $Ir(ppy)_3$ 的濃度成為 10%、主體材料的濃度成為 90%的蒸鍍條件下進行共蒸鍍。接著，將 ET-1 形成為 20 nm 的厚度作為電子傳輸層。進而，於電子傳輸層上，將 LiF 形成為 1 nm

的厚度作為電子注入層。最後，於電子注入層上，將 Al 形成為 70 nm 的厚度作為陰極，從而製作有機 EL 元件。

【0166】 實施例 20～實施例 23

除了將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的種類、及調配比例如表 4 所示般進行設置以外，與實施例 19 同樣地製備預混合物 H2～預混合物 H5。

除了使用預混合物 H2～預混合物 H5 以外，與實施例 19 同樣地製作有機 EL 元件。

【0167】 [表 4]

預混合物	第一主體	第二主體	第三主體
H1	1-6 （10%）	2-3 （70%）	5-151 （20%）
H2	1-6 （20%）	2-3 （70%）	5-151 （10%）
H3	1-327 （10%）	2-2 （70%）	5-38 （20%）
H4	1-327 （20%）	2-2 （70%）	5-38 （10%）
H5	1-6 （10%）	2-43 （70%）	5-152 （20%）

【0168】 將實施例 19～實施例 23 中所製作的有機 EL 元件的評價結果示於表 5 中。

【0169】 [表 5]

實施例	預混合物	亮度（cd/m²）	電壓（V）	電力效率（lm/W）	LT70（h）
19	H1	11,300	4.4	40.2	3,790
20	H2	11,230	4.2	41.8	3,850
21	H3	11,480	4.2	42.8	4,050
22	H4	11,450	4.0	44.8	4,040
23	H5	11,280	4.3	41.1	3,830

【0170】 比較例 1～比較例 5

除了將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的種類與調配比例如表 6 所示般進行設置以外，與實施例 2 同樣地製作有機 EL 元件。

將所製作的有機 EL 元件的評價結果示於表 6 中。

【0171】 [表 6]

比較例	第一主體	第二主體	第三主體	亮度（cd/m²）	電壓（V）	電力效率（lm/W）	LT70（h）
1	-	3-33（70%）	5-3（30%）	11,070	4.9	35.4	3,210
2	-	2-43（70%）	5-152（30%）	11,150	4.9	35.6	3,460
3	1-6（30%）	2-3（70%）	-	10,900	4.0	42.6	2,450
4	A（10%）	B（70%）	C（20%）	530	4.3	1.9	2,150
5	-	2-3（70%）	5-2（10%） 5-151（20%）	11,200	5.0	35.1	3,580

【0172】 比較例 7～比較例 8

除了將主體材料的種類、及調配比例如表 7 所示般進行設置以外，與實施例 19 同樣地製備預混合物 H6～預混合物 H7。

【0173】 [表 7]

預混合物	第二主體	第三主體
H6	2-3 （70%）	5-151 （30%）
H7	2-3 （70%）	5-152 （10%） 5-151 （20%）

【0174】 除了使用該預混合物 H6～預混合物 H7 以外，與實施例 19 同樣地進行而製作有機 EL 元件。

將所製作的有機 EL 元件的評價結果示於表 8 中。

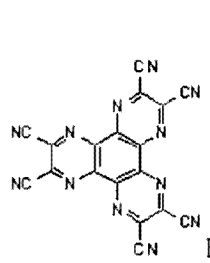
【0175】 [表 8]

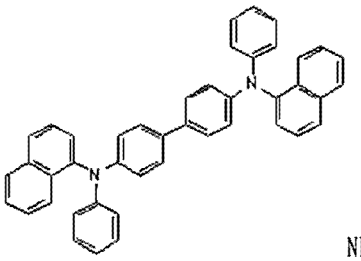
比較例	預混合物	亮度 （cd/m^2）	電壓 （V）	電力效率 （lm/W）	LT70 （h）
8	H6	11,230	4.9	35.9	3,600
9	H7	11,250	4.9	35.9	3,550

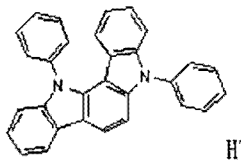
【0176】 根據所述內容得知，實施例顯示出與比較例為同等程度以上的壽命特性，同時改善了驅動電壓、電力效率。即，本發明實現了以良好的水準兼具壽命特性、驅動電壓、電力效率的各特性的有機電場發光元件。

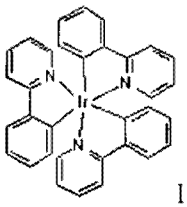
【0177】 以下示出實施例、及比較例中所使用的化合物。

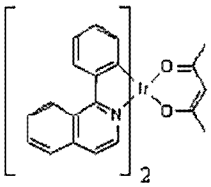
[化 78]

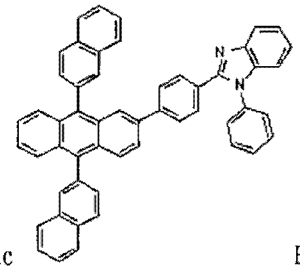

HAT-CN,

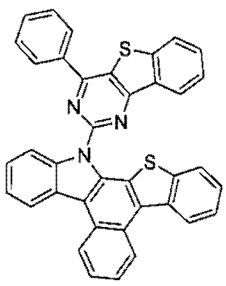

NPD,

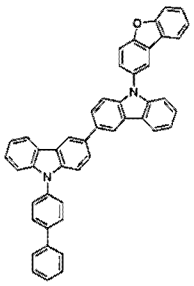

HT-1,

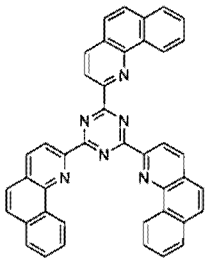

Ir(ppy)$_3$,


$_2$Ir(piq)$_2$acac


ET-1


A


B


C

【符號說明】

【0178】

1:基板

2:陽極

3:電洞注入層

4:電洞傳輸層

5:發光層

6:電子傳輸層

7:陰極

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種有機電場發光元件，其於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層，所述有機電場發光元件的特徵在於：至少一個發光層含有包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的主體材料以及發光性摻雜劑材料，第一主體材料的最低未佔用分子軌域能量為-1.95 eV 以下，於將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的最低未佔用分子軌域能量分別設為 LM1、LM2 及 LM3 時，滿足 LM2≧LM3≧LM1。

【請求項2】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中所述第二主體材料的最低未佔用分子軌域能量為-1.54 eV 以上。

【請求項3】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中所述第三主體材料的最低未佔用分子軌域能量為-1.94 eV～-1.77 eV。

【請求項4】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的三重態激發（T1）能量為 2.55 eV 以上。

【請求項5】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層，所述有機電場發光元件中，至少一個發光層含有第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料、以及發光性摻雜劑材料，所述發光層中所含的至少三種材料是由一個蒸鍍源蒸鍍。

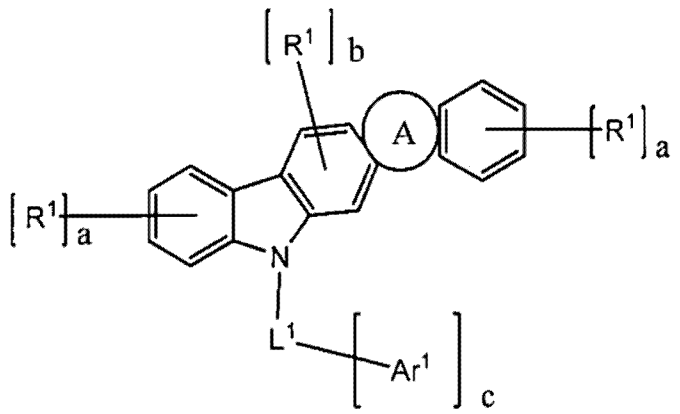
【請求項6】 如請求項 5 所述的有機電場發光元件，其中所述第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料是由一個蒸鍍源蒸

鍍。

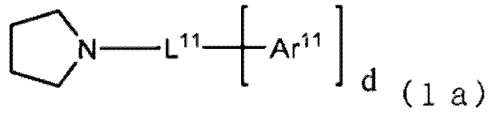
【請求項7】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中發光性摻雜劑材料為包含熱活化延遲螢光的螢光發光材料。

【請求項8】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中發光性摻雜劑材料為磷光發光材料。

【請求項9】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中第一主體材料為下述通式（1）所表示的化合物，



(1)



(1a)

此處，環 A 為式（1a）所表示的雜環，環 A 與所鄰接的環於任意位置縮合，

R^1 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經

取代或未經取代的連結芳香族基，

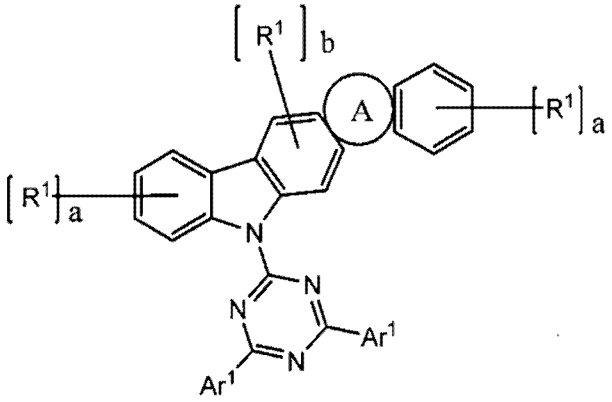
a、c 及 d 各自獨立地表示 0～4 的整數，b 表示 0～2 的整數，

L^1 及 L^{11} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，至少一者為所述芳香族雜環基；

Ar^1 及 Ar^{11} 分別獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【請求項10】　如請求項 9 所述的有機電場發光元件，其中 L^1 及 L^{11} 的至少一者為經取代或未經取代的含氮六員環基、或者包含含氮六員環的經取代或未經取代的縮環芳香族雜環基。

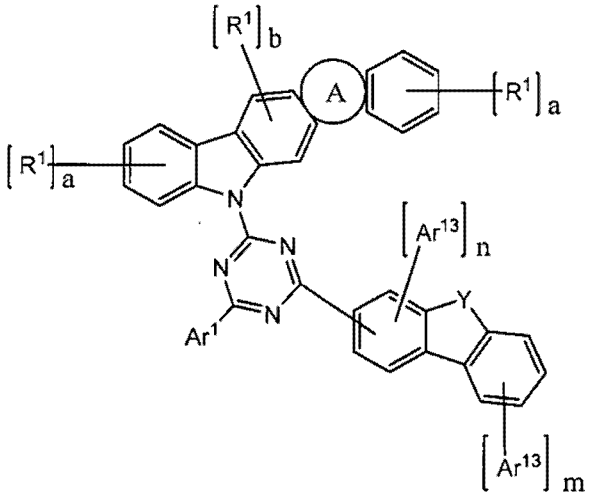
【請求項11】　如請求項 9 所述的有機電場發光元件，其中通式（1）為下述式（11），



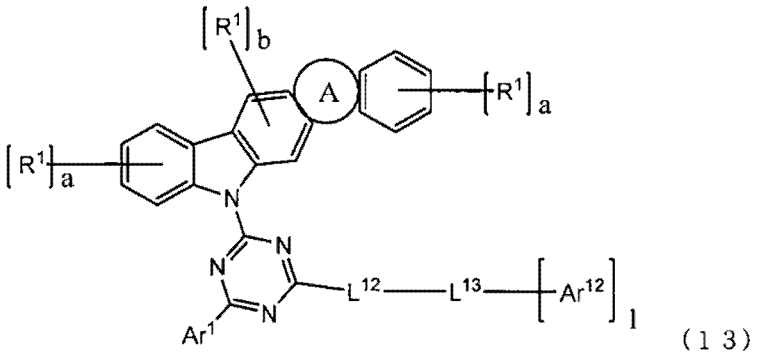
（11）

此處，R^1、環 A、Ar^1、a、及 b 與通式（1）為相同含義。

【請求項12】　如請求項 11 所述的有機電場發光元件，其中第一主體材料為下述式（12）或式（13）所表示的化合物，



（12）



（13）

此處，R^1、環 A、Ar^1、a 及 b 與通式（1）為相同含義，

Y 表示 O、S、NAr^{14}、或 $CAr^{15}Ar^{16}$，

Ar^{13}、Ar^{14}、Ar^{15}、及 Ar^{16} 分別獨立地表示碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

m 表示 0～4 的整數，n 表示 0～3 的整數，l 表示 0～4 的整

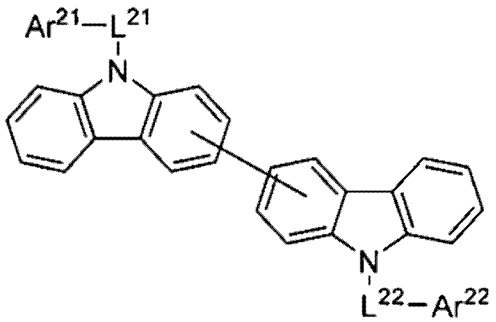
數；

L^{12} 表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基，

L^{13} 表示含氮六員環基，

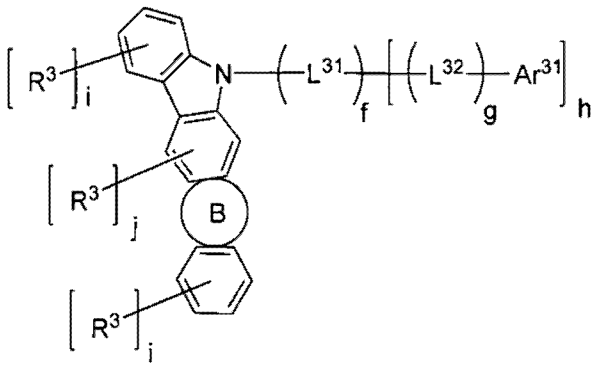
Ar^{12} 獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【請求項13】　如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中第二主體材料為下述通式（2）、通式（3）、或通式（4）所表示的化合物，

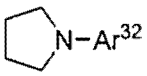


（2）

此處，Ar^{21} 及 Ar^{22} 獨立地表示氫、重氫、經取代或未經取代的碳數 6～14 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基；L^{21} 及 L^{22} 獨立地表示直接鍵結、或伸苯基；



（3）



（3a）

此處，環 B 為式（3a）所表示的雜環，環 B 與所鄰接的環於任意位置縮合，

R^3 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

L^{31} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，

L^{32} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基，

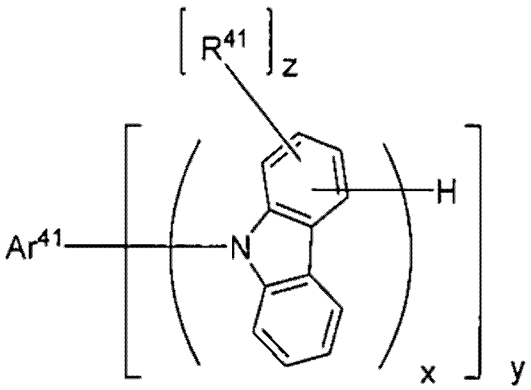
Ar^{31} 為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的咔唑基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

Ar^{32} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取

代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

i 表示 0～4 的整數，j 表示 0～2 的整數，

f 為重複數，表示 1～3 的整數，g 為重複數，獨立地表示 0～3 的整數，h 為取代數，表示 0～7 的整數；



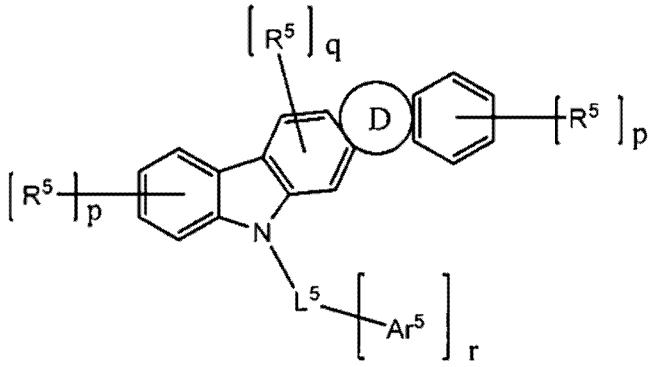
(4)

此處，Ar^{41} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的連結芳香族基；於 Ar^{41} 具有氫原子的情況下，所述氫原子亦可經重氫取代；

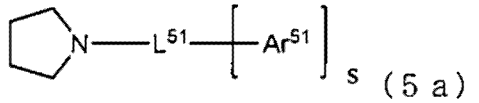
R^{41} 分別獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，其中並非為咔唑基；

x 為重複數，獨立地表示 1～4 的整數，至少一個 x 為 2～4 的整數；y 為取代數，表示 1～4 的整數；於 x 及 y 為 2 以上的情況下，式中的多個咔唑基可相同亦可不同；z 為 0～3 的整數。

【請求項14】　如請求項1所述的有機電場發光元件，其中第三主體材料為通式（5）所表示的化合物，



（5）



（5a）

此處，環D為式（5a）所表示的雜環，環D與所鄰接的環於任意位置縮合，

R^5 獨立地為重氫、碳數1～10的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數6～30的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數3～17的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的2個～5個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

p、r及s獨立地表示0～4的整數，q表示0～2的整數，

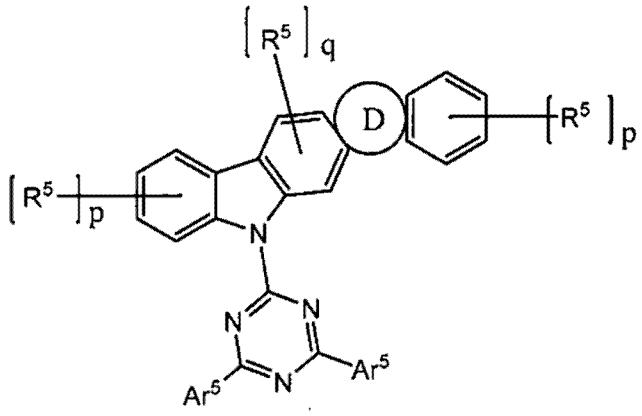
L^5 及 L^{51} 為經取代或未經取代的碳數6～30的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數3～17的芳香族雜環基，至少一者為所述芳香族雜環基；

Ar^5 及 Ar^{51} 分別獨立地表示經取代或未經取代的碳數6～30

的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【請求項15】　如請求項 14 所述的有機電場發光元件，其中 L^5 及 L^{51} 的至少一者為經取代或未經取代的含氮六員環、或者包含含氮六員環的縮環芳香族雜環基。

【請求項16】　如請求項 14 所述的有機電場發光元件，其中第三主體材料為下述式（51）所表示的化合物，



（51）

此處，R^5、D、Ar^5、p、及 q 與通式（5）為相同含義。

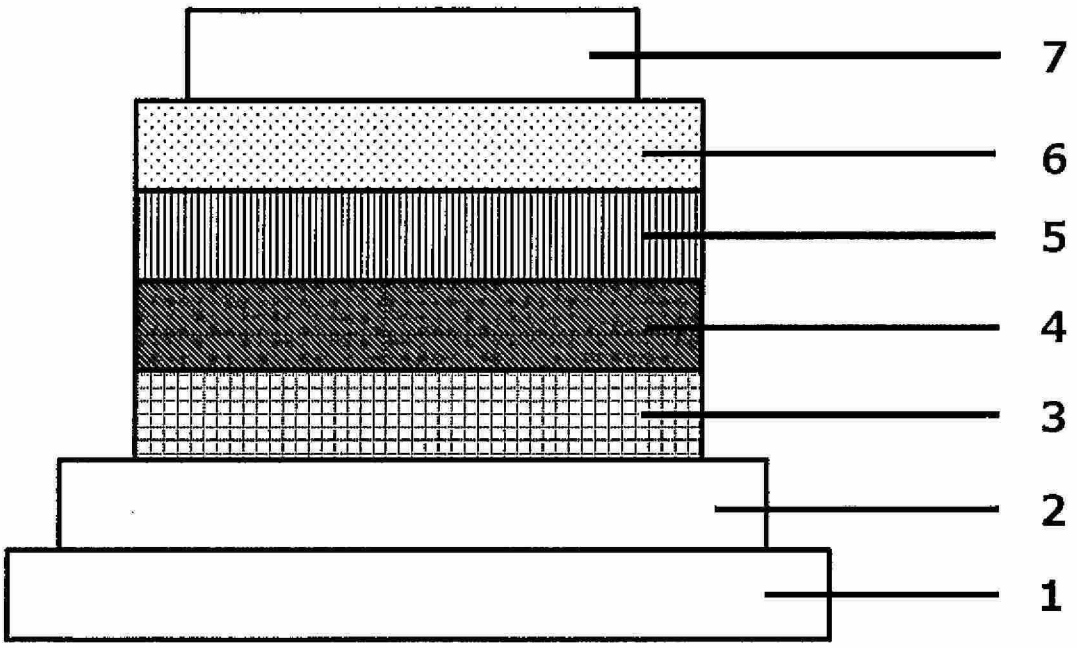
【請求項17】　如請求項 1 至請求項 16 中任一項所述的有機電場發光元件，其中相對於第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的合計，第一主體材料的比例超過 1.0 wt%且小於 30 wt%，第三主體材料的比例超過 5.0 wt%且小於 80 wt%。

【請求項18】　一種有機電場發光元件的製造方法，其特徵在於：在製造於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層且至

少一個發光層包含主體材料、以及發光性摻雜劑材料的有機電場發光元件時，蒸鍍主體材料組成物、與發光性摻雜劑材料而形成發光層，所述主體材料組成物中，所述主體材料包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料，且第一主體材料的最低未佔用分子軌域能量為-1.95 eV 以下。

【請求項19】　一種主體材料組成物，其用於如請求項 18 所述的有機電場發光元件的製造方法中。

【發明圖式】



【圖1】

【發明摘要】

【中文發明名稱】有機電場發光元件、其製造方法及主體材料組成物

【中文】

本發明的課題在於提供一種為低驅動電壓、高電力效率且具有長壽命特性的有機 EL 元件。該有機 EL 元件於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層，至少一個發光層含有包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的主體材料、以及發光性摻雜劑材料。第一主體材料的 LUMO 能量為-1.95 eV 以下，於將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的 LUMO 能量分別設為 LM1、LM2 及 LM3 時，滿足 LM2≧LM3≧LM1。作為第一主體材料，適合的是通式（1）所表示的吲哚並咔唑化合物，作為第二主體材料，適合的是通式(2)所表示的雙咔唑化合物等，作為第三主體材料，適合的是通式（5）所表示的吲哚並咔唑化合物。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

1:基板

2:陽極

3:電洞注入層

4:電洞傳輸層

5:發光層

6:電子傳輸層

7:陰極

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】有機電場發光元件、其製造方法及主體材料組成物

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種有機電場發光元件（稱為有機 EL 元件）。

【先前技術】

【0002】 藉由對有機 EL 元件施加電壓，而分別自陽極將電洞注入至發光層，自陰極將電子注入至發光層。而且，於發光層中，所注入的電洞與電子再結合而生成激子。此時，根據電子自旋（electron spin）的統計法則，以 1：3 的比例生成單重態激子及三重態激子。關於利用由單重態激子產生的發光的螢光發光型有機 EL 元件，認為內部量子效率的極限為 25%。另一方面，已知使用由三重態激子產生的發光的磷光發光型有機 EL 元件於自單重態激子有效率地進行系間交差（intersystem crossing）的情況下，內部量子效率提高至 100%。

【0003】 最近，正開發利用延遲螢光的高效率的有機 EL 元件。例如，已知有一種利用作為延遲螢光的機制之一的三重態-三重態融合（Triplet-Triplet Fusion，TTF）機構的有機 EL 元件。TTF 機構為利用藉由兩個三重態激子的碰撞而生成單重態激子的現象者，認為理論上將內部量子效率提高至 40%。但是，與磷光發光

型有機 EL 元件相比較，效率低，因此要求效率的進一步改良。

於專利文獻 1 中揭示有一種利用熱活化延遲螢光（Thermally Activated Delayed Fluorescence，TADF）機構的有機 EL 元件。TADF 機構為利用如下現象者：於單重態能階與三重態能階的能量差小的材料中，產生自三重態激子向單重態激子的逆系間交差（inverse intersystem crossing），認為理論上將內部量子效率提高至 100%。目前，對於實用化的利用螢光材料、磷光材料的元件，要求進一步的效率特性、電壓特性及驅動壽命的提高，另外，對於利用 TADF 機構的元件，要求實現實用水準的特性。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0004】 [專利文獻 1]WO2011/070963 號公報

[專利文獻 2]WO2013/062075 號公報

[專利文獻 3]US 公開 2014/0374728 號公報

[專利文獻 4]WO2011/136755 號公報

[專利文獻 5]WO2016/194604 號公報

[專利文獻 6]WO2018/0198844 號公報

[專利文獻 7]US 公開 2017/098778 號公報

[專利文獻 8]KR 公開 2020-017727 號公報

[非專利文獻]

【0005】 [非專利文獻 1]「先進材料（Advanced Materials，Adv. Mater）」（2011, 23, 3590-3596）

【0006】 於專利文獻 2、專利文獻 3 中，揭示將雙咔唑化合物用作混合主體材料。

於專利文獻 4 中，揭示主體材料的用途，所述主體材料預先混合有包含吲哚並咔唑化合物的多種主體材料。

於專利文獻 5、專利文獻 6 中，揭示混合主體材料的用途，所述混合主體材料包含吲哚並咔唑化合物與雙咔唑化合物。

於專利文獻 7、專利文獻 8 及非專利文獻 1 中，揭示混合主體材料的用途，所述混合主體材料包含三種主體材料。

但是，均不可謂充分，期望進一步的改良。

【發明內容】

【0007】 為了將有機 EL 元件應用於平板顯示器（flat panel display）等顯示元件、或光源中，需要於改善元件的驅動電壓及發光效率的同時充分確保驅動時的穩定性。本發明的目的在於提供一種為低驅動電壓、高效率且顯示出長驅動壽命特性的有機 EL 元件以及適合於其的有機 EL 元件用材料。

為了提高有機 EL 元件的壽命特性，有效的是：較所使用的材料的荷電狀態或激發狀態等基底狀態而言提高活性狀態下的穩定性，並且降低每一分子的成為活性狀態的頻率、即、使活性狀態分散於大量的分子中。尤其是，為了使激發狀態分散，重要的是：適當地調整電子與電洞向發光層內的注入性及傳輸性、即、調整電荷平衡。進而，藉由調整電荷平衡，可抑制電子、電洞及激子向周邊層的洩漏，該情況亦與壽命提高有關，進而亦可獲得

效率提高的效果。

為了實現該點，目前採用如下方法：以磷光系的發光層為中心，將包含電子注入傳輸性主體與電洞注入傳輸性主體的組合的兩種主體材料混合，並調整混合比率，藉此使電荷平衡最佳化。另一方面，藉由混合兩種主體材料，壽命特性雖提高，但電荷的注入傳輸性惡化，藉此存在驅動電壓上昇的問題。

【0008】 本發明者等人進行了努力研究，結果發現，藉由使用特定的第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料，而成為顯示出優異的特性的有機 EL 元件，從而完成了本發明。

【0009】 本發明為一種有機電場發光元件，其於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層，所述有機電場發光元件的特徵在於：至少一個發光層含有包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的主體材料、以及發光性摻雜劑材料，第一主體材料的最低未佔用分子軌域（lowest unoccupied molecular orbital，LUMO）能量為-1.95 eV 以下，於將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的 LUMO 能量分別設為 LM1、LM2 及 LM3 時，滿足 LM2≧LM3≧LM1。

【0010】 較佳的態樣是：所述第二主體材料的 LUMO 能量為-1.54 eV 以上，所述第三主體材料的 LUMO 能量為-1.94 eV～-1.77 eV，或者第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的三重態激發（T1）能量為 2.55 eV 以上。

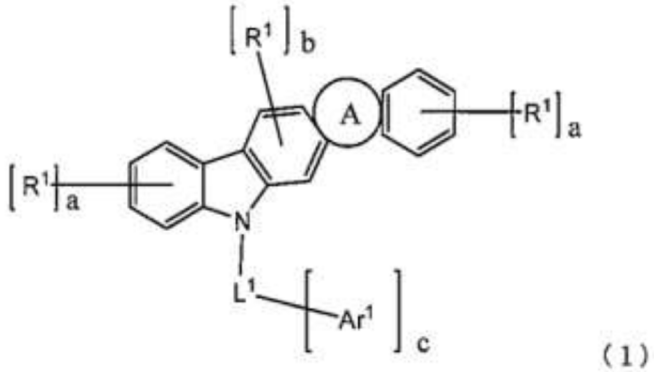
【0011】 較佳的態樣是：第一主體材料、第二主體材料、及第三

主體材料、以及發光性摻雜劑材料的至少三種材料是由一個蒸鍍源蒸鍍，或者第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料是由一個蒸鍍源蒸鍍。

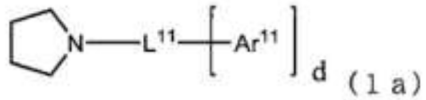
【0012】 作為發光性摻雜劑材料，可列舉包含熱活化延遲螢光材料的螢光發光材料或磷光發光材料。

【0013】 第一主體材料可為下述通式（1）所表示的化合物。

[化 1]



(1)



(1a)

【0014】 此處，環 A 為式（1a）所表示的雜環，環 A 與所鄰接的環於任意位置縮合，

R^1 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

a、c 及 d 各自獨立地表示 0～4 的整數，b 表示 0～2 的整數，

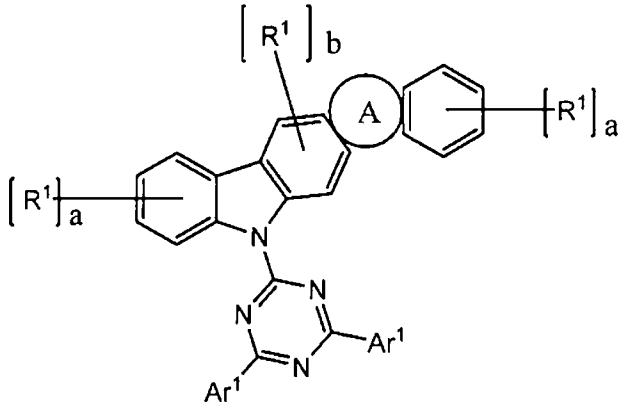
L^1 及 L^{11} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，至少一者為該芳香族雜環基。

Ar^1 及 Ar^{11} 分別獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

此處，較佳為 L^1 及 L^{11} 的至少一者為經取代或未經取代的含氮六員環基、或者包含含氮六員環的經取代或未經取代的縮環芳香族雜環基。

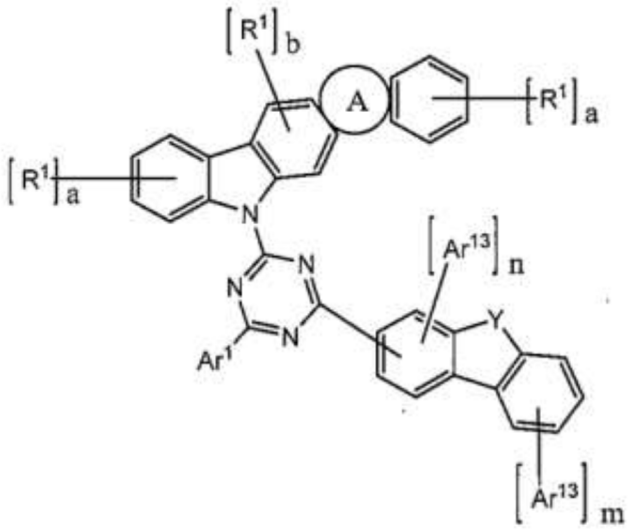
【0015】 作為通式（1）所表示的化合物，有下述式（11）、式（12）或式（13）所表示的化合物。

[化 2]

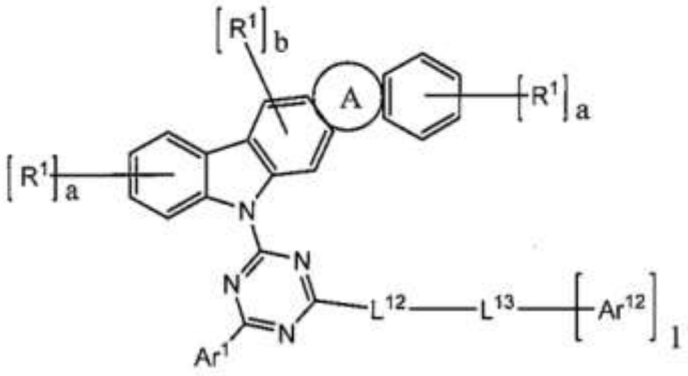


（11）

[化 3]



(12)



(13)

【0016】 此處，R^1、環 A、Ar^1、a 及 b 與通式（1）為相同含義，

Y 表示 O、S、NAr^{14}、或 $CAr^{15}Ar^{16}$，

Ar^{13}、Ar^{14}、Ar^{15}、及 Ar^{16} 分別獨立地表示碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

m 表示 0～4 的整數，n 表示 0～3 的整數，l 表示 0～4 的整數。

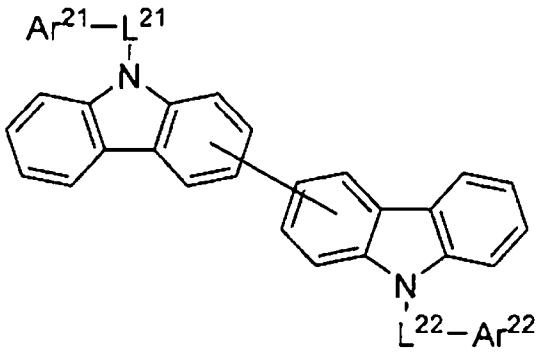
L^{12} 表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基，

L^{13} 表示含氮六員環基，

Ar^{12} 獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0017】 第二主體材料可為下述通式(2)、通式(3)、或通式(4)所表示的化合物。

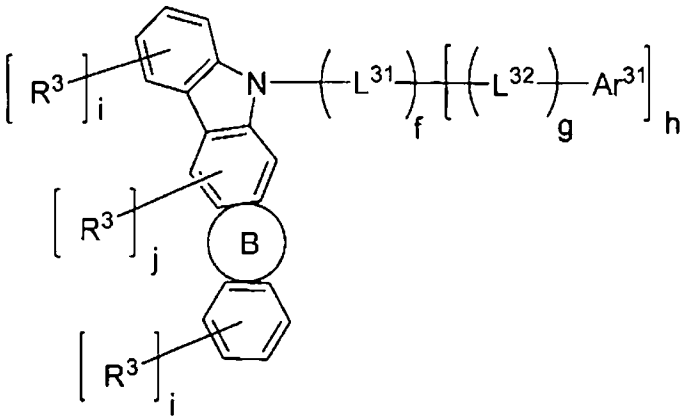
[化 4]



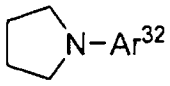
(2)

【0018】 此處，Ar^{21} 及 Ar^{22} 獨立地表示氫、重氫、經取代或未經取代的碳數 6～14 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。L^{21} 及 L^{22} 獨立地表示直接鍵結、或伸苯基。

【0019】 [化 5]



(3)



(3a)

【0020】 此處，環 B 為式（3a）所表示的雜環，環 B 與所鄰接的環於任意位置縮合，

R^3 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

L^{31} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，

L^{32} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基，

Ar^{31} 為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的咔唑基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而

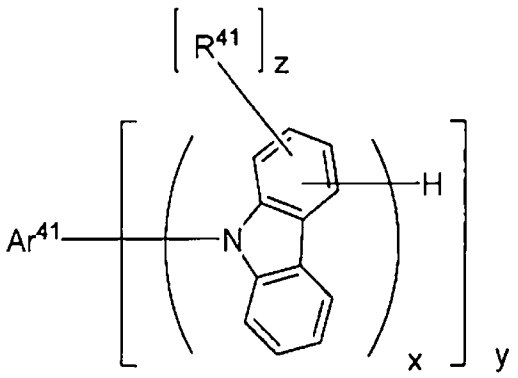
成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

Ar^{32} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

i 表示 0～4 的整數，j 表示 0～2 的整數，

f 為重複數，表示 1～3 的整數，g 為重複數，獨立地表示 0～3 的整數，h 為取代數，表示 0～7 的整數。

【0021】 [化 6]



(4)

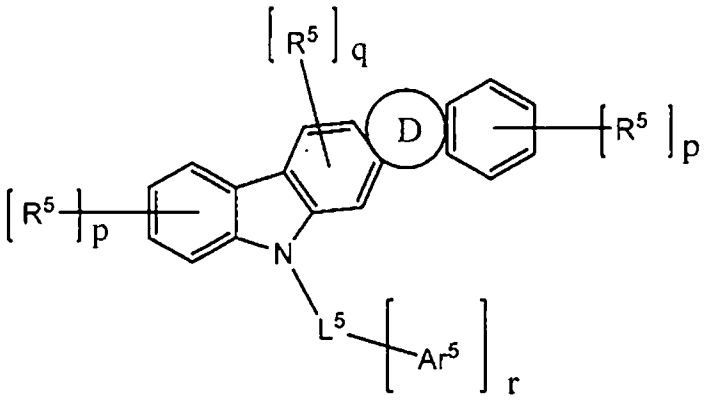
【0022】 此處，Ar^{41} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的連結芳香族基。於 Ar^{41} 具有氫原子的情況下，該氫原子亦可經重氫取代。

R^{41} 分別獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，其中並非為咔唑基。

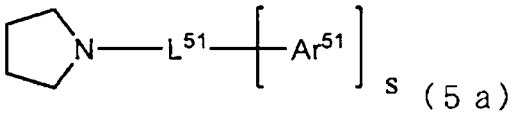
x 為重複數，獨立地表示 1～4 的整數，至少一個 x 為 2～4 的整數。y 為取代數，表示 1～4 的整數。於 x 及 y 為 2 以上的情況下，式中的多個咔唑基可相同亦可不同。z 為 0～3 的整數。

【0023】 第三主體材料可為下述通式（5）所表示的化合物。

[化 7]



(5)



(5a)

【0024】 此處，環 D 為式（5a）所表示的雜環，環 D 與所鄰接的環於任意位置縮合，

R^5 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

p、r 及 s 獨立地表示 0～4 的整數，q 表示 0～2 的整數，

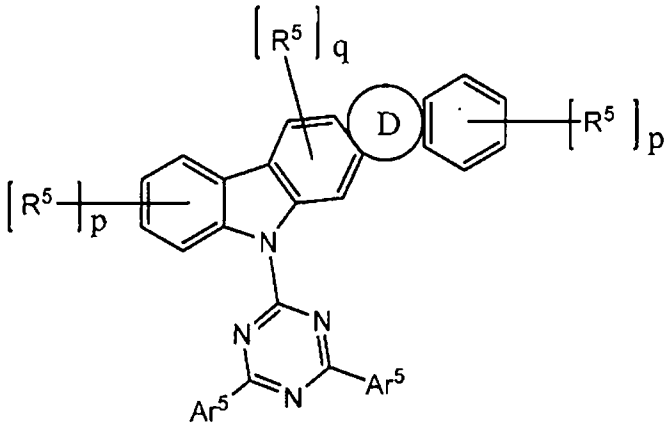
L^5 及 L^{51} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，至少一者為該芳香族雜環基。

Ar^5 及 Ar^{51} 分別獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

較佳的態樣是：L^5 及 L^{51} 的至少一者為經取代或未經取代的含氮六員環、或者包含含氮六員環的縮環芳香族雜環基。

【0025】 第三主體材料可為下述式（51）所表示的化合物。

[化 8]



（51）

此處，R^5、D、Ar^5、p、及 q 與通式（5）為相同含義。

【0026】 相對於第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的合計，第一主體材料的比例可超過 1.0 wt%且小於 30 wt%，第

三主體材料的比例可超過 5.0 wt%且小於 80 wt%。

【0027】 另外，本發明為一種有機電場發光元件的製造方法，其特徵在於：在製造於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層且至少一個發光層包含主體材料、以及發光性摻雜劑材料的有機電場發光元件時，蒸鍍主體材料組成物、與發光性摻雜劑材料而形成發光層，所述主體材料組成物中，該主體材料包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料、且第一主體材料的 LUMO 能量為-1.95 eV 以下。進而，本發明為一種主體材料組成物，其用於所述有機電場發光元件的製造方法中。

【0028】 目前，於以磷光發光元件為中心而實用的兩種主體材料的混合使用中，壽命特性雖提高，但電荷的注入傳輸性惡化，藉此存在驅動電壓上昇的問題。即，壽命特性與驅動電壓大多情況下為取捨關係。

相對於此，於本發明中，藉由使用包含具有小的 LUMO 能量的主體材料的三種混合主體材料，可維持良好的效率、壽命特性，同時可改善驅動電壓。

於為了對於提高壽命特性而言有效的電荷平衡的最佳化而將電子傳輸性主體與電洞傳輸性主體兩種混合的現有方法中，尤其是電子、電洞的傳輸速度降低，結果，驅動電壓上昇，但認為藉由在其中適量混合 LUMO 能量小的主體材料，而可於電荷平衡經最佳化的狀態下，維持良好的效率特性及壽命特性，同時改善電子的注入性，減低驅動電壓。

【圖式簡單說明】

【0029】

圖 1 是表示有機 EL 元件的一例的示意剖面圖。

【實施方式】

【0030】 本發明的有機 EL 元件於相向的陽極與陰極之間具有包含多個層的有機層，多個層的至少一層為發光層，發光層亦可存在多個。而且，發光層的至少一個含有第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料、以及發光性摻雜劑材料。發光層可包含蒸鍍層。

於本說明書中，將包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的材料統稱為主體材料。另外，將用於利用蒸鍍法形成發光層的包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的材料稱為主體材料組成物。

【0031】 於將所述第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的 LUMO 能量分別設為 LM1、LM2 及 LM3 時，滿足 LM2≧LM3≧LM1。較佳為滿足 LM2＞LM3＞LM1。

【0032】 第一主體材料的 LUMO 能量 LM1 為-1.95 eV 以下。較佳為-1.97 eV 以下，進而佳為-2.00 eV 以下。

【0033】 第二主體材料的 LUMO 能量 LM2 可為-1.54 eV 以上，較佳為-1.30 eV 以上，進而佳為-1.07 eV 以上。

【0034】 第三主體材料的 LUMO 能量 LM3 可為-1.94 eV～-1.77 eV，較佳為-1.94 eV～-1.83 eV，進而佳為-1.94 eV～-1.87 eV。

【0035】 第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的三重態激發（T1）能量較佳為 2.55 eV 以上，更佳為 2.60 eV 以上，進而佳為 2.65 eV 以上。

【0036】 作為第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料，只要為滿足所述特性者即可，較佳為以下所示般的化合物。

【0037】 作為第一主體材料而適合的化合物有所述通式（1）所表示的化合物。

於通式（1）中，

Ar^1 及 Ar^{11} 分別獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0038】 作為 Ar^1 及 Ar^{11} 為未經取代的芳香族烴基、未經取代的芳香族雜環基、或者未經取代的連結芳香族基的具體例，可列舉：自苯、並環戊二烯、茚、萘、蒽、並環庚二烯、並環辛二烯、苯並二茚、苊、䓛、菲、䓛、三茚（trindene）、螢蒽、醋菲烯、醋蒽烯、聯三伸苯、苉、1,2-苯並菲、苯並䓛（tetraphene）、稠四苯、七曜烯（pleiadene）、苝、苠、戊芬、稠五苯、聯四伸苯、膽蒽、螺烯、己芬、玉紅省（rubicene）、蔻、聯三伸萘、庚芬、皮蒽、

呋喃、苯並呋喃、異苯並呋喃、氧雜蒽（xanthene）、二苯並對二噁英（oxanthrene）、二苯並呋喃、迫-氧雜蒽並氧雜蒽（peri-xanthenoxanthene）、噻吩、硫雜蒽（thioxanthene）、噻蒽（thianthrene）、吩噁噻（phenoxathiin）、噻茚（thionaphthene）、異噻茚（isothianaphthene）、並噻吩（thiophthene）、萘並噻吩（thiophanthrene）、二苯並噻吩、吡咯、吡唑、碲唑、硒唑、噻唑、異噻唑、噁唑、呋呫、吲哚嗪（indolizine）、吲哚、異吲哚、吲唑、嘌呤（purine）、喹嗪、異喹啉、咪唑、萘啶、酞嗪、咔唑、苯二氮呯（benzodiazepine）、喹噁啉、噌啉（cinnoline）、喹啉、喋啶（pteridine）、啡啶（phenanthridine）、吖啶（acridine）、呸啶（perimidine）、啡啉（phenanthroline）、啡嗪（phenazine）、咔啉（carboline）、啡碲嗪（phenotellurazine）、啡硒嗪（phenoselenazine）、啡噻嗪（phenothiazine）、啡噁嗪（phenoxazine）、1,8,9-三氮雜蒽（anthyridine）、苯並噻唑、苯並咪唑、苯並噁唑、苯並異噁唑、苯並異噻唑、或該些的 2 個～7 個連結而構成的化合物中除去 1 個氫而生成的基。較佳為由吡啶、嘧啶、三嗪、二苯並呋喃、二苯並噻吩、咔唑、苯、萘、或該些的 2 個～7 個連結而構成的化合物生成的基。

【0039】 R^1 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為碳數 1～6 的脂肪

族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基或者經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基。

【0040】 於 R^1 為脂肪族烴基的情況下，可為直鏈狀、分支狀、或環狀，較佳為碳數 1～8 的脂肪族烴基，進而佳為碳數 1～6 的烷基。

作為脂肪族烴基的具體例，可列舉：甲基、乙基、丙基、丁基、第三丁基、戊基、己基、環己基、庚基、辛基、壬基、或癸基。較佳為甲基、乙基、丙基、丁基、第三丁基、戊基、己基、環己基、庚基、或辛基，進而佳為甲基、乙基、丙基、丁基、第三丁基、戊基、己基、及環己基。

【0041】 作為 R^1 為未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者未經取代的連結芳香族基時的具體例，除了連結芳香族基的芳香族環的 2 個～5 個連結的情況以外，與 Ar^1 及 Ar^{11} 的情況相同。

【0042】 a、b、c 及 d 表示取代數，a、c 及 d 各自獨立地表示 0～4 的整數，較佳為 0～3 的整數，進而佳為 0～1。b 表示 0～2 的整數，較佳為 0～1。

【0043】 於本說明書中，連結芳香族基是指芳香族基的芳香族環的碳彼此藉由單鍵而鍵結並連結而成的芳香族基。為芳香族基的兩個以上連結而成的芳香族基，該些可為直鏈狀，亦可分支。芳香族基可為芳香族烴基，亦可為芳香族雜環基，多個芳香族基可相同，亦可不同。

【0044】 於本說明書中，所述般的未經取代的芳香族烴基、芳香族雜環基、含氮六員環基、縮合芳香族雜環基、咔唑基、或連結芳香族基可分別具有取代基。具有取代基時的取代基為碳數 1～10 的脂肪族烴基、碳數 1～5 的烷氧基、碳數 2～5 的烯基、碳數 12～44 的二芳基胺基、重氫、鹵素、或氰基。

再者，取代基的數量可為 0～5、較佳為 0～3。於芳香族烴基及芳香族雜環基具有取代基時的碳數的計算時，不包含取代基的碳數。然而，較佳為包含取代基的碳數在內的合計碳數滿足所述範圍。

【0045】 作為所述取代基的具體例，可列舉：氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基、二苯基胺基、萘基苯基胺基、二萘基胺基、二蒽基胺基、二菲基胺基、二芘基胺基等。較佳為可列舉：氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基、庚基、辛基、二苯基胺基、萘基苯基胺基、或二萘基胺基。

【0046】 於本說明書中，可理解為氫可為重氫。因此，於通式（1）～通式（5）等中，吲哚並咔唑環或咔唑環等骨架、R^1、L^{11}、Ar^{11} 等基具有氫的情況下，其一部分或全部可為重氫。

【0047】 L^1 及 L^{11} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，至少一者為芳香族雜環基。較佳為 L^1 及 L^{11} 的至少一者為經取代或未經取代的含氮六員環、或者包含含氮六員環的經取代或未經

取代的縮環芳香族雜環基。

【0048】 作為 L^1 及 L^{11} 為未經取代的芳香族基、或未經取代的芳香族雜環基的具體例，除了為 c+1 價或 d+1 價的情況以外，與 Ar^1 及 Ar^{11} 的情況相同。較佳為由吡啶、嘧啶、三嗪、喹啉、異喹啉、喹噁啉、萘啶、啡嗪、二苯並呋喃、二苯並噻吩、咔唑、苯、或萘生成的基。

【0049】 作為未經取代的含氮六員環基、或者包含含氮六員環的未經取代的縮環芳香族雜環基的具體例，可列舉吡啶、嘧啶、三嗪、喹啉、異喹啉、喹噁啉、萘啶、或啡嗪。

【0050】 作為所述通式(1)的較佳態樣，有式(11)，作為式(11)的較佳態樣，有式（12)、或式（13)。

此處，於式（11）～式（13）中，與通式（1）共通的記號具有相同的含義。

即，R^1、環 A、Ar^1、a、及 b 與通式（1）為相同含義。

【0051】 式（12）中，Y 表示 O、S、NAr^{14}、$CAr^{15}Ar^{16}$，較佳為 O、S、或 NAr^{14}，進而佳為 O 或 S。

【0052】 Ar^{13}、Ar^{14}、Ar^{15}、及 Ar^{16} 分別獨立地表示碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為經取代或未經取代的碳數 6～24 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族

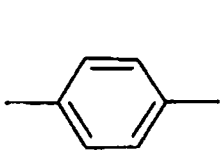
環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，更佳為經取代或未經取代的碳數 6～18 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0053】 作為 Ar^{13}、Ar^{14}、Ar^{15}、及 Ar^{16} 為未經取代的芳香族烴基、未經取代的芳香族雜環基、或者未經取代的連結芳香族基時的具體例，與 Ar^{1} 及 Ar^{11} 的情況相同。其中，於連結芳香族基的情況下，芳香族環的 2 個～5 個連結。作為是脂肪族烴基時的具體例，與 R^{1} 為脂肪族烴基的情況相同。

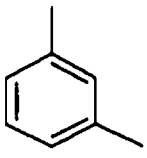
【0054】 m 表示 0～4 的整數，n 表示 0～3 的整數，m、n 較佳為 0～2，進而佳為 0～1。

【0055】 式（13）中，L^{12} 表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基，較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基，進而佳為式（1b）或式（1c）的任一者所表示的伸苯基。

[化 9]



(1b)



(1c)

【0056】 L^{13} 表示含氮六員環基，較佳為吡啶基或三嗪基，進而佳為三嗪基。

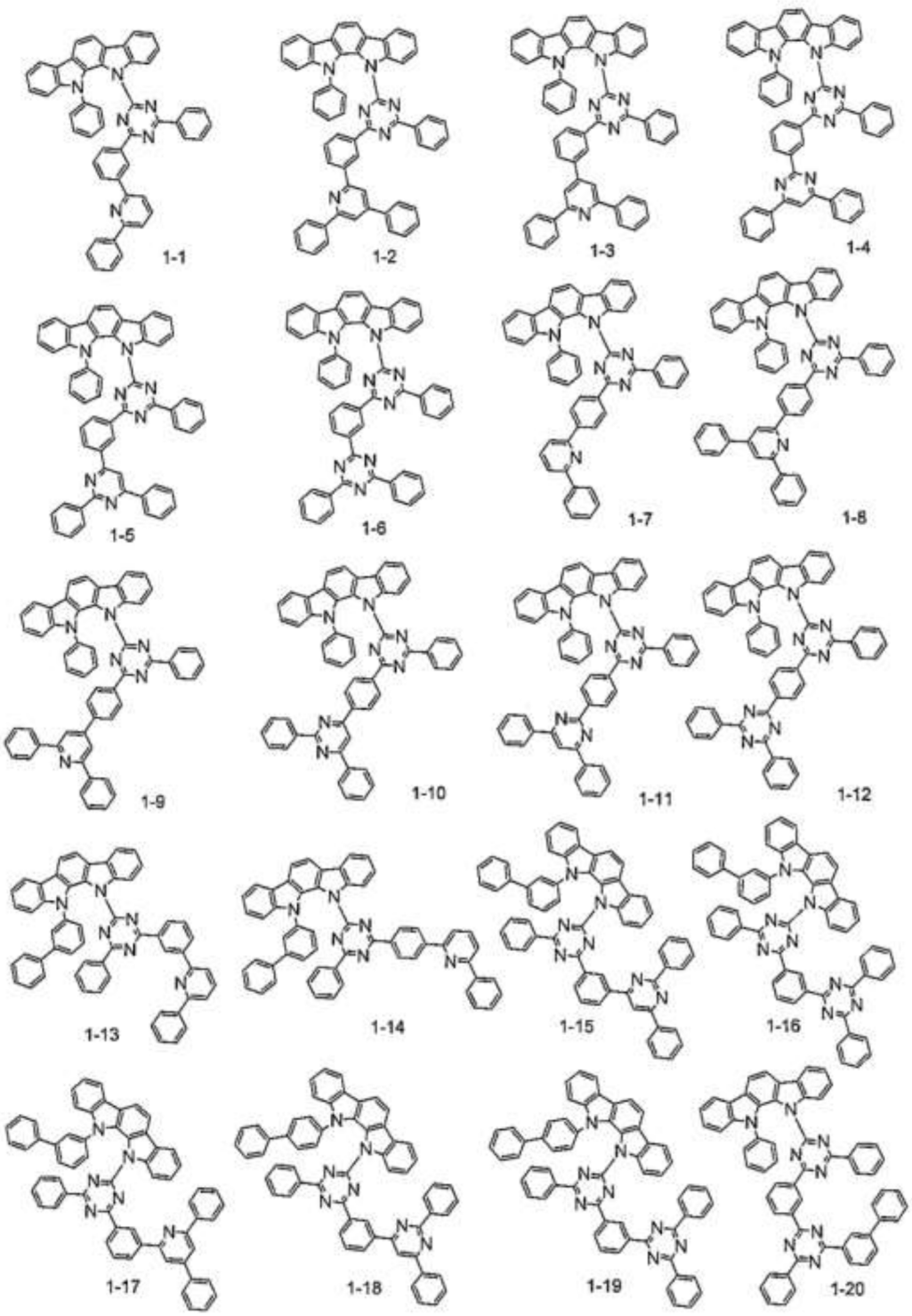
【0057】 Ar^{12} 獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0058】 作為 Ar^{12} 為未經取代的芳香族烴基、未經取代的芳香族雜環基、或者未經取代的連結芳香族基時的具體例，除了連結芳香族基的芳香族環的 2 個～5 個連結的情況以外，與 Ar^{1} 及 Ar^{11} 的情況相同。

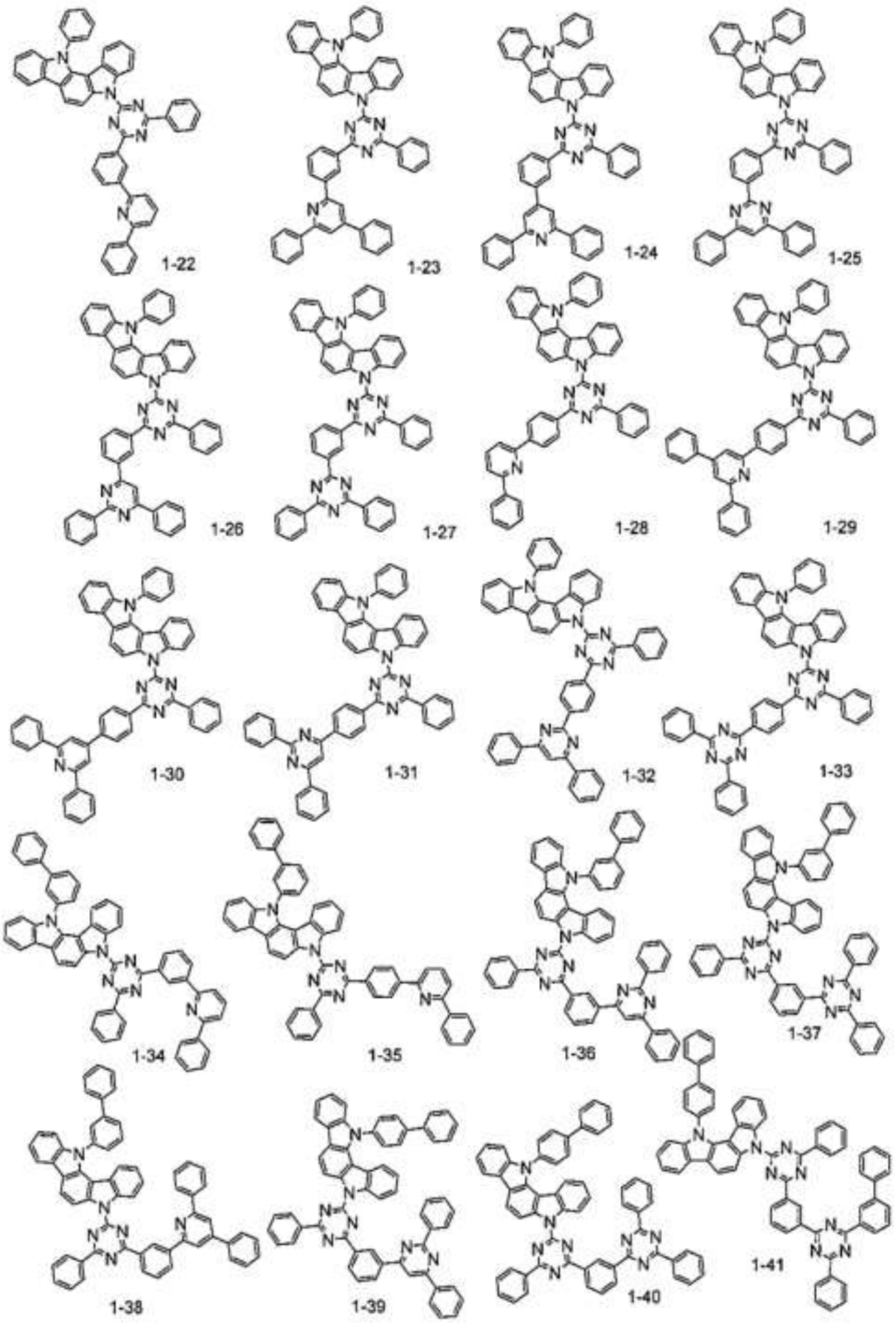
l 表示 0～4 的整數，較佳為 0～2。

【0059】 以下示出通式（1）所表示的化合物的具體例，但並不限定於該些例示化合物。

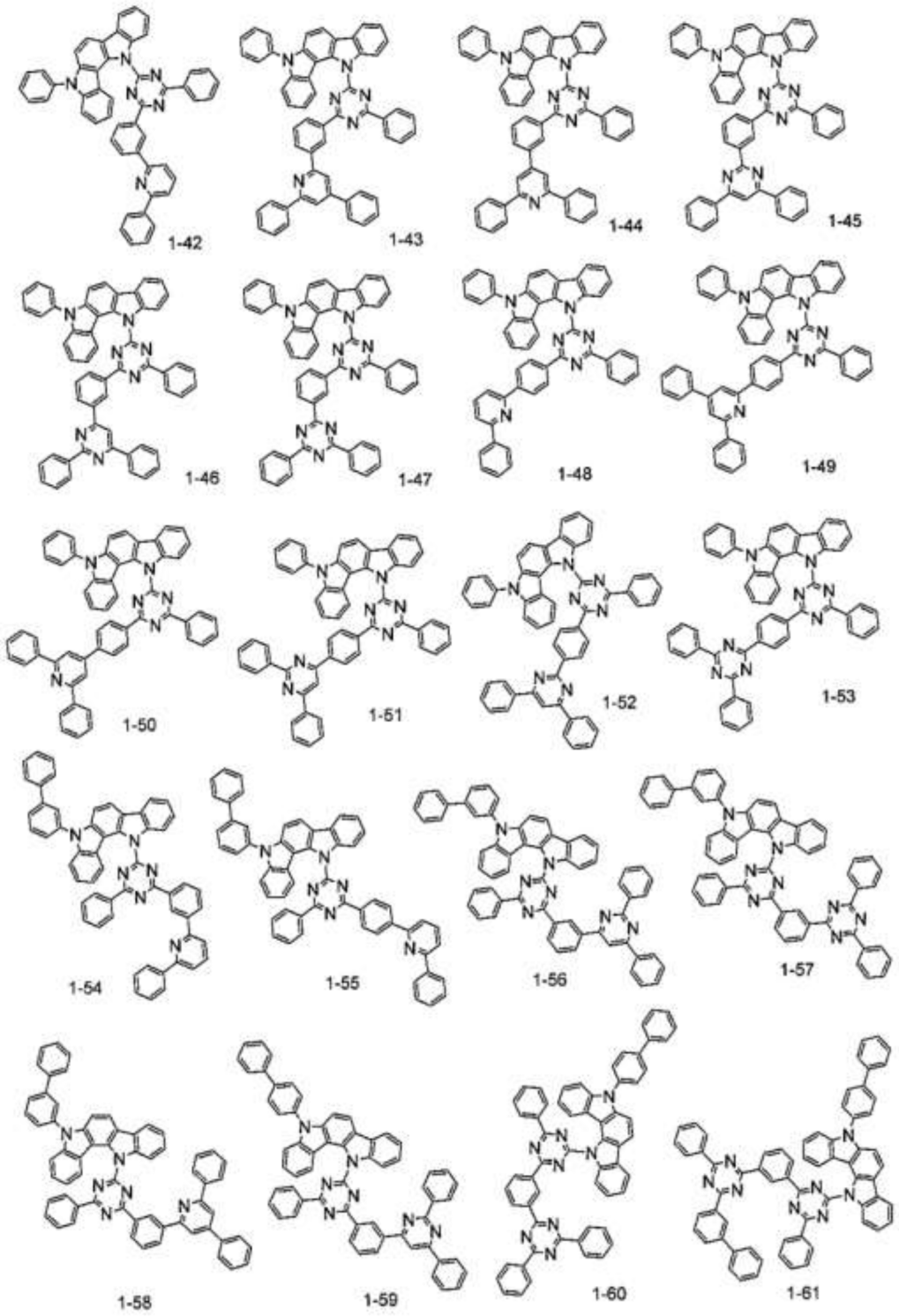
【0060】 [化 10]


1-1
1-2
1-3
1-4
1-5
1-6
1-7
1-8
1-9
1-10
1-11
1-12
1-13
1-14
1-15
1-16
1-17
1-18
1-19
1-20

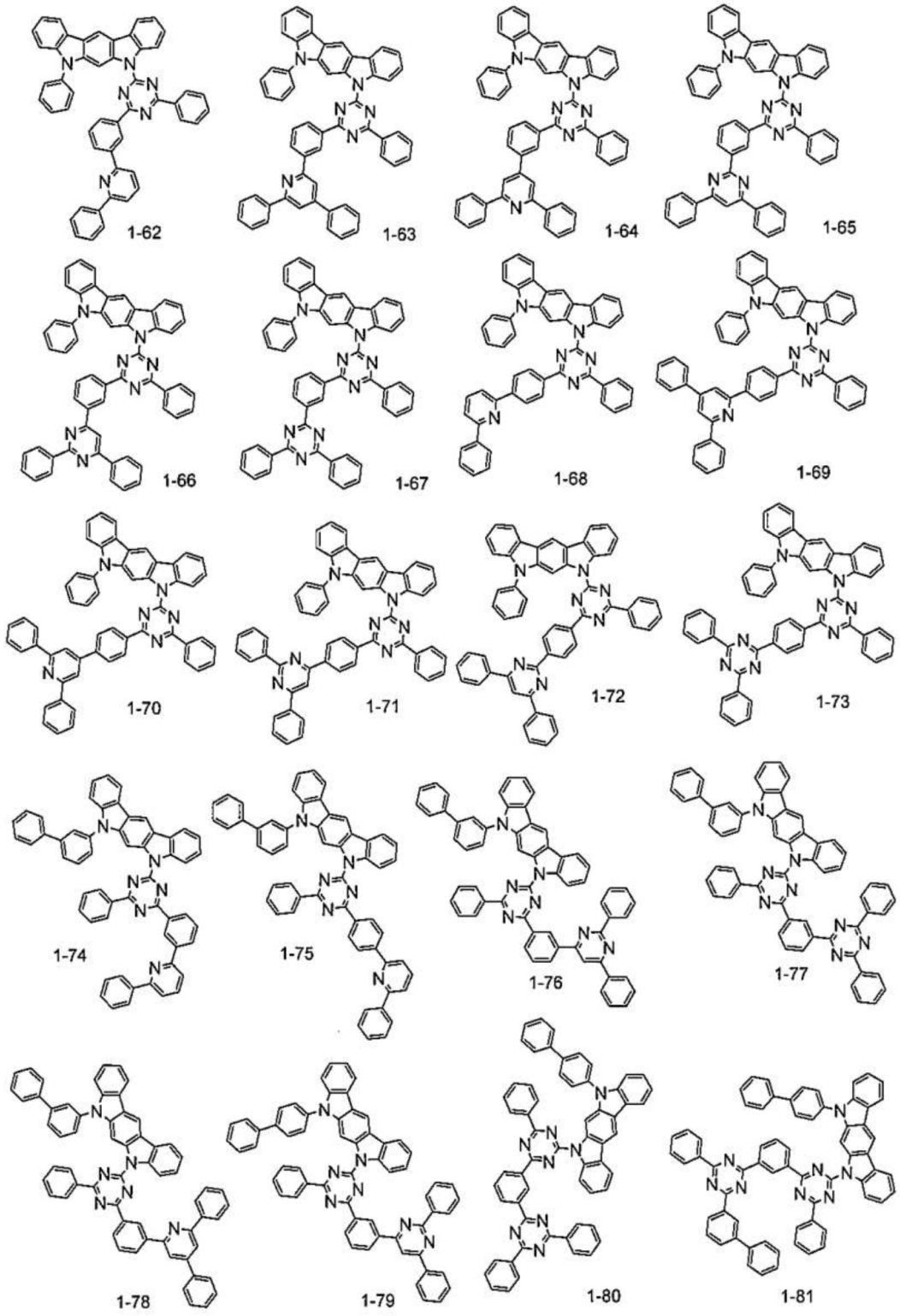
[化 11]


1-22
1-23
1-24
1-25
1-26
1-27
1-28
1-29
1-30
1-31
1-32
1-33
1-34
1-35
1-36
1-37
1-38
1-39
1-40
1-41

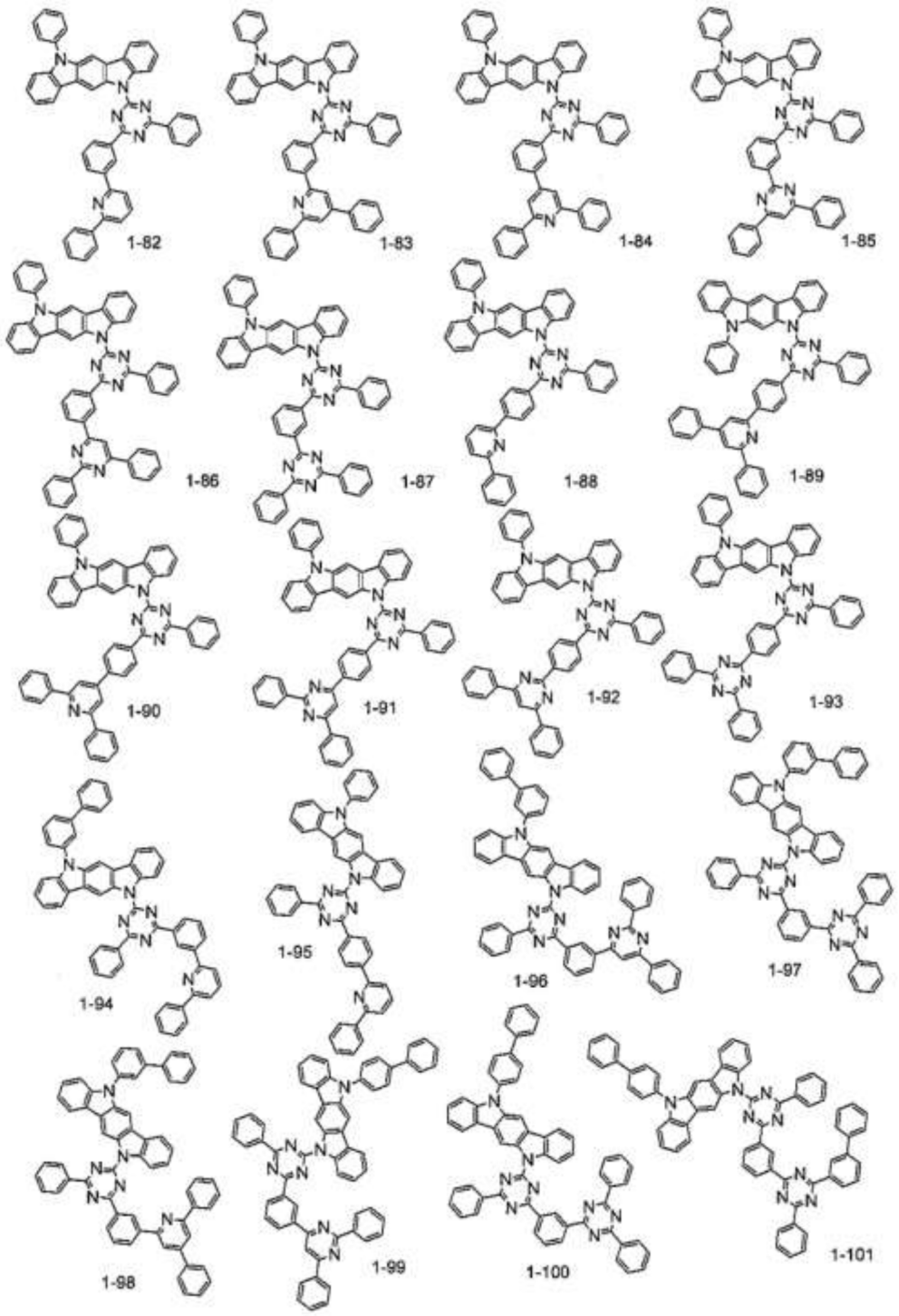
[化 12]


1-42
1-43
1-44
1-45
1-46
1-47
1-48
1-49
1-50
1-51
1-52
1-53
1-54
1-55
1-56
1-57
1-58
1-59
1-60
1-61

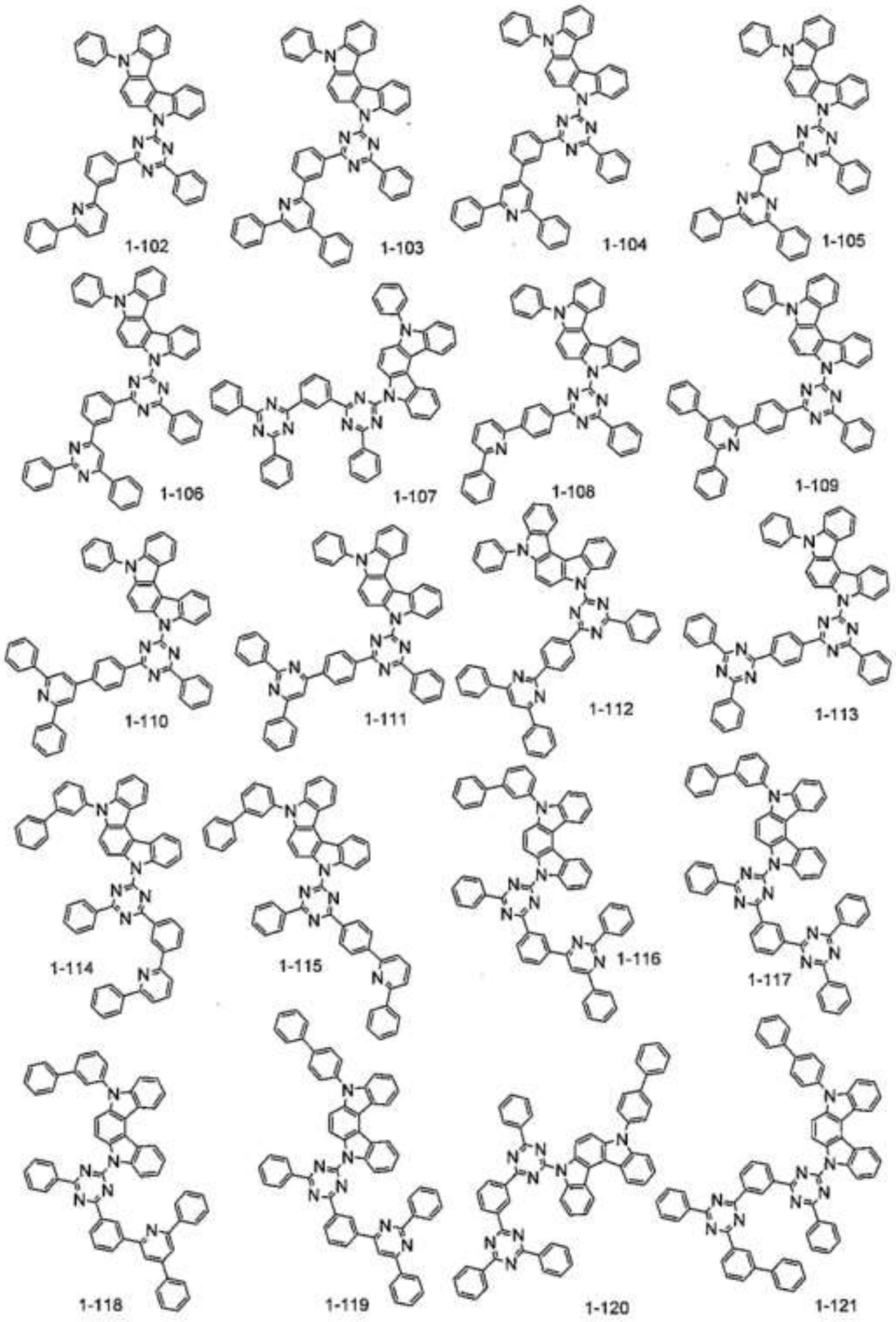
【0061】 [化 13]


1-62
1-63
1-64
1-65
1-66
1-67
1-68
1-69
1-70
1-71
1-72
1-73
1-74
1-75
1-76
1-77
1-78
1-79
1-80
1-81

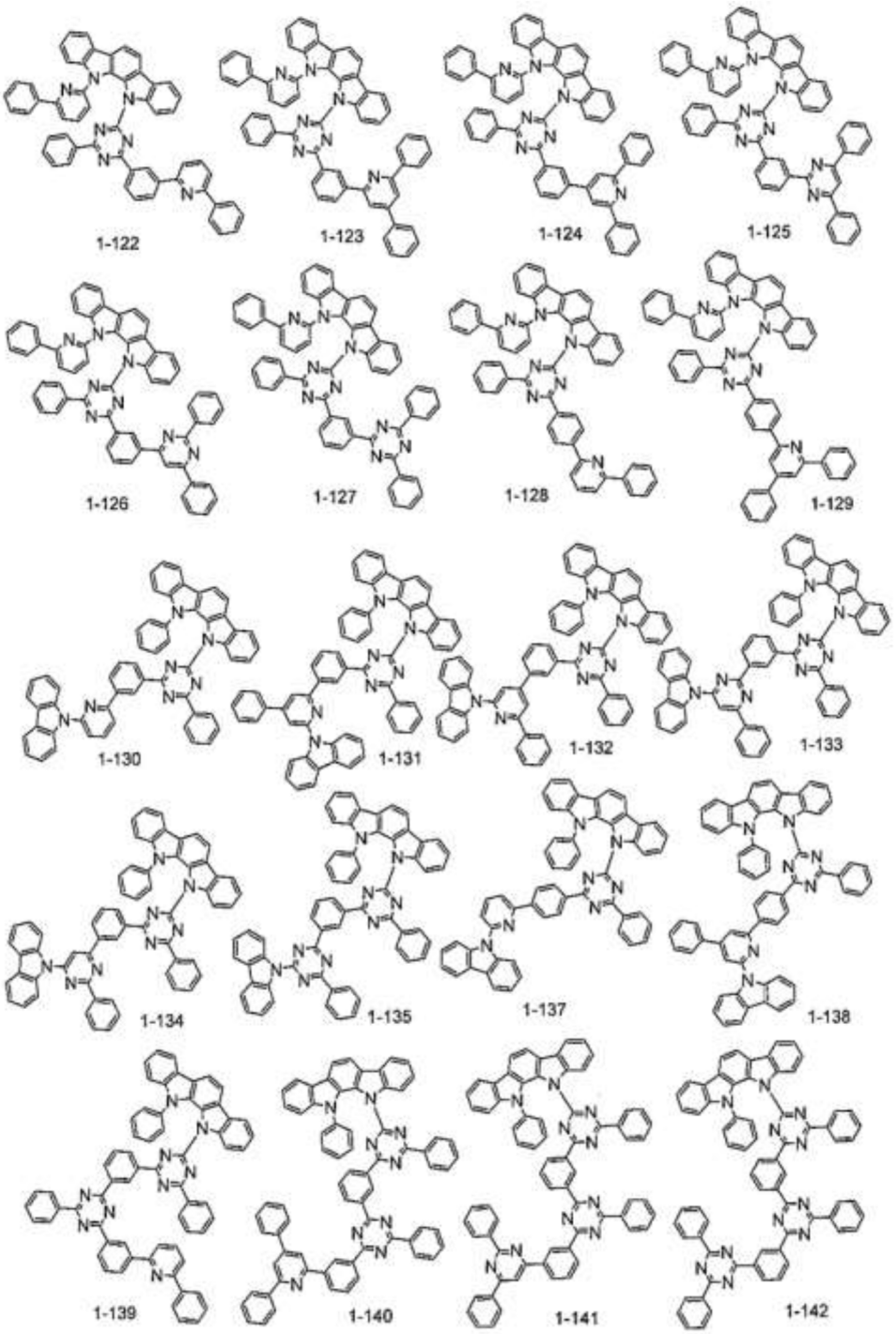
[化 14]


1-82
1-83
1-84
1-85
1-86
1-87
1-88
1-89
1-90
1-91
1-92
1-93
1-94
1-95
1-96
1-97
1-98
1-99
1-100
1-101

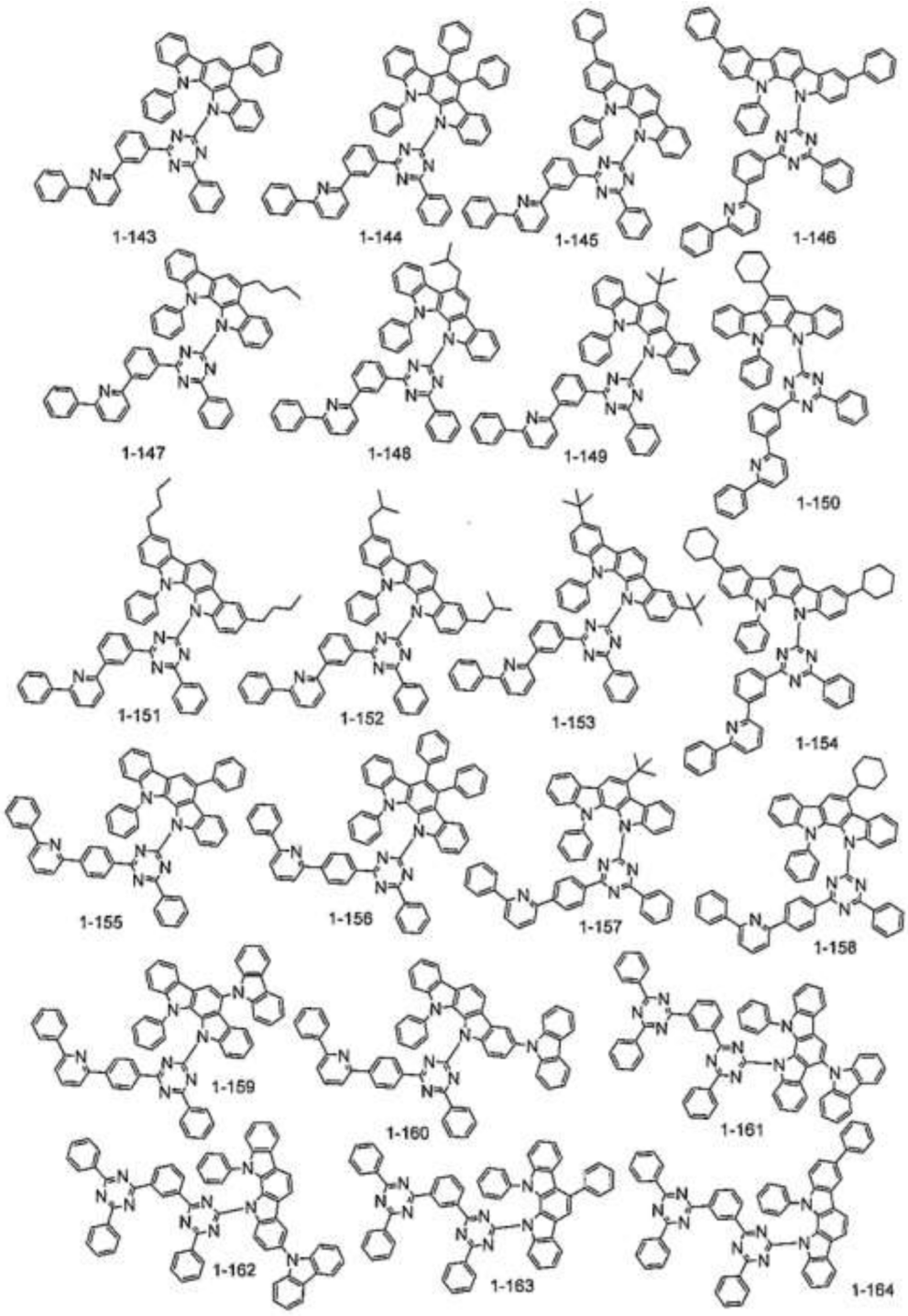
[化 15]


1-102
1-103
1-104
1-105
1-106
1-107
1-108
1-109
1-110
1-111
1-112
1-113
1-114
1-115
1-116
1-117
1-118
1-119
1-120
1-121

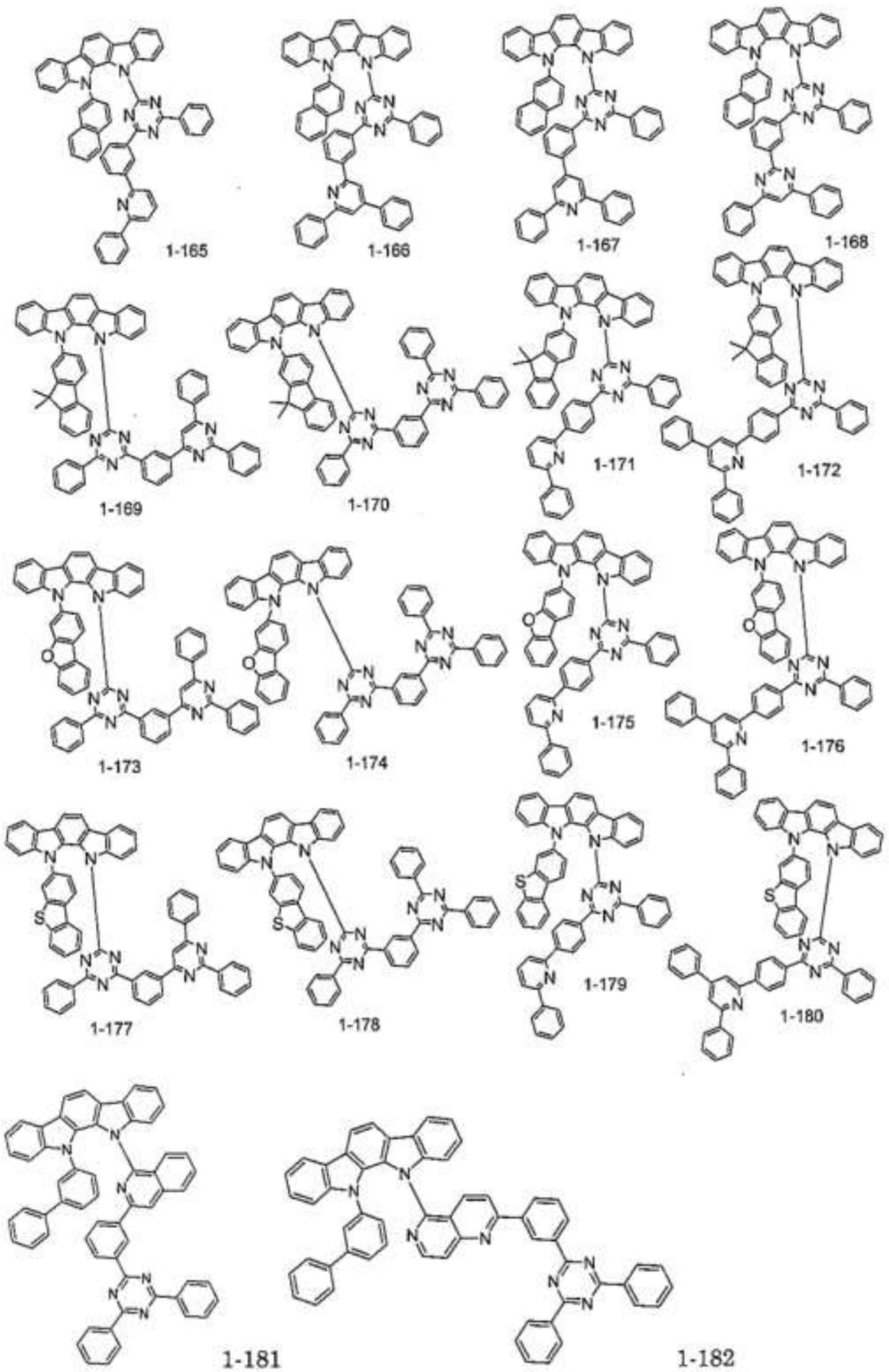
【0062】 [化 16]


1-122
1-123
1-124
1-125
1-126
1-127
1-128
1-129
1-130
1-131
1-132
1-133
1-134
1-135
1-137
1-138
1-139
1-140
1-141
1-142

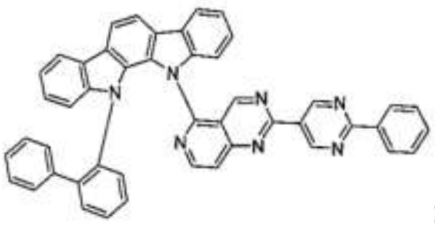
[化 17]


1-143
1-144
1-145
1-146
1-147
1-148
1-149
1-150
1-151
1-152
1-153
1-154
1-155
1-156
1-157
1-158
1-159
1-160
1-161
1-162
1-163
1-164

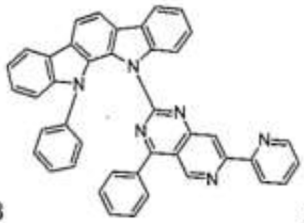
[化 18]


1-165
1-166
1-167
1-168
1-169
1-170
1-171
1-172
1-173
1-174
1-175
1-176
1-177
1-178
1-179
1-180
1-181
1-182

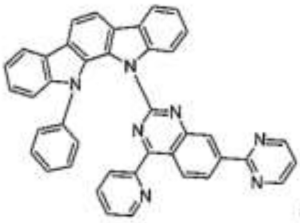
【0063】 [化 19]



1-183



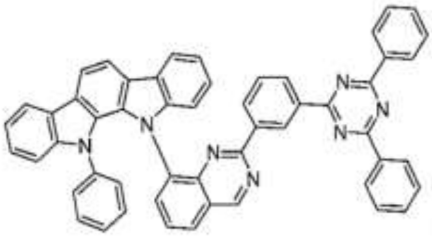
1-184



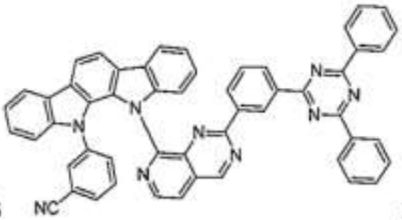
1-185

1-186

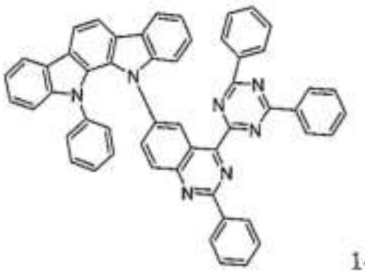
1-187



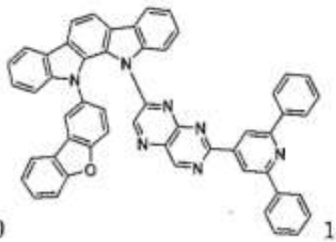
1-188



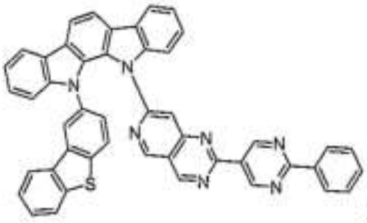
1-189



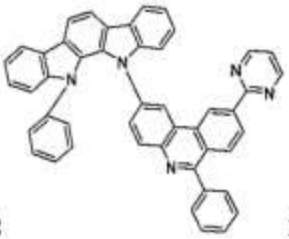
1-190



1-191

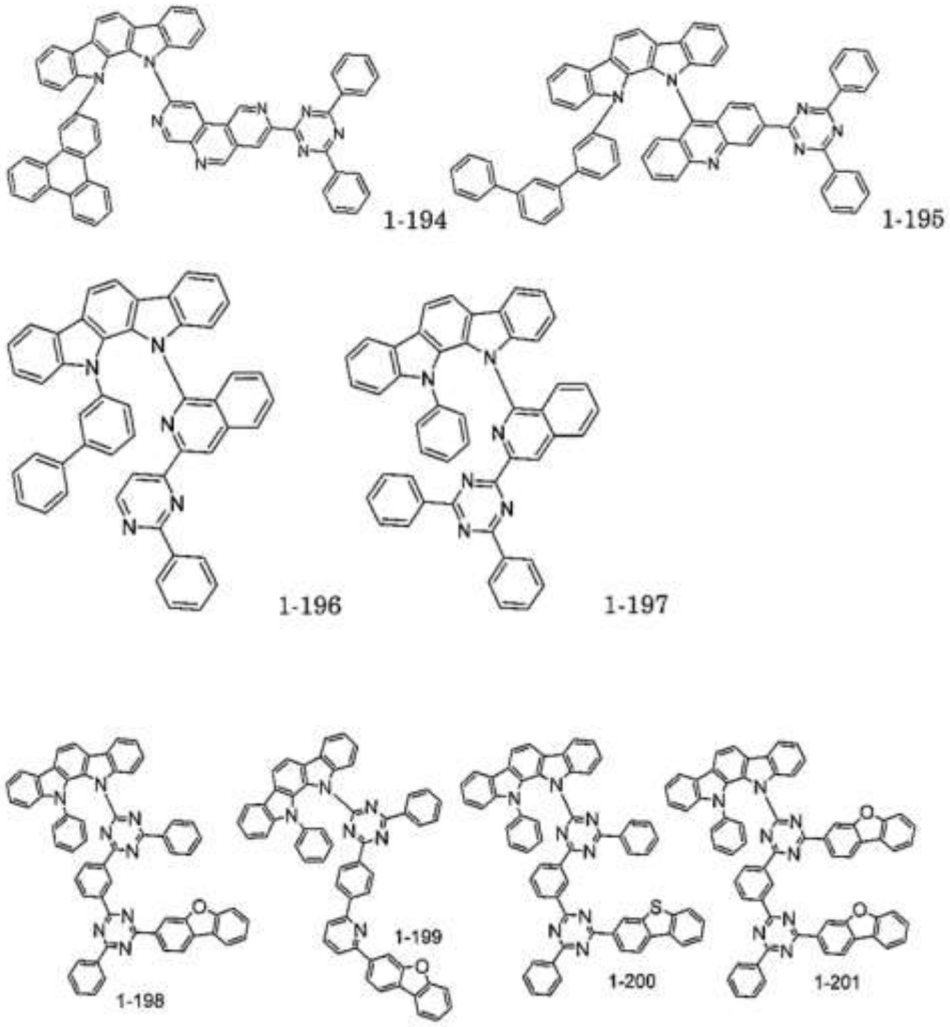


1-192

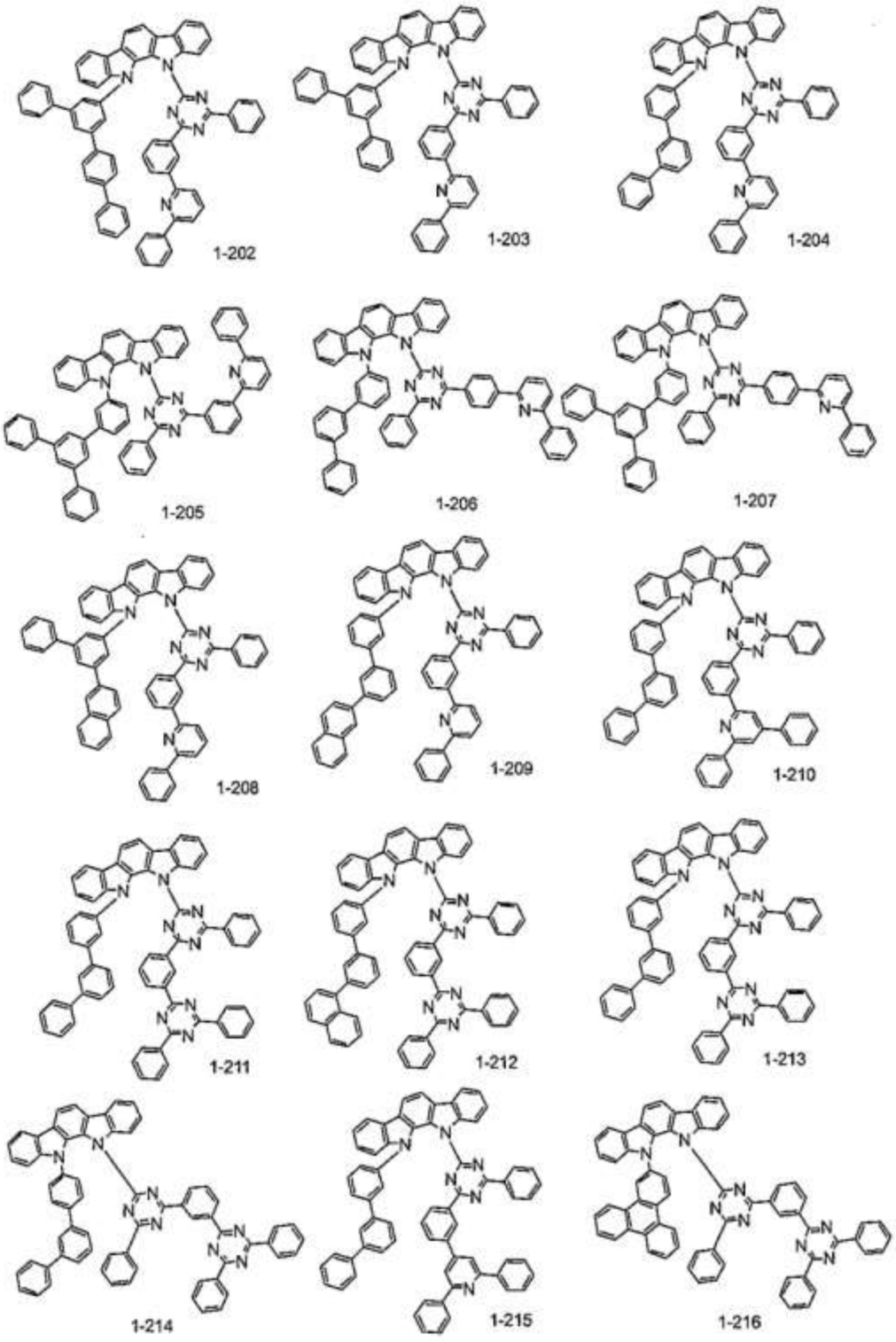


1-193

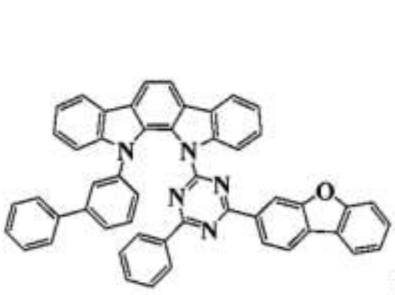
[化 20]

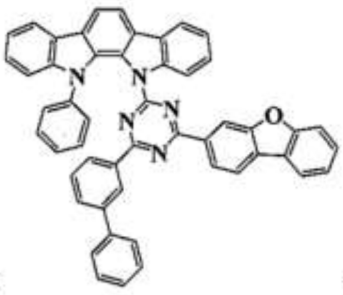


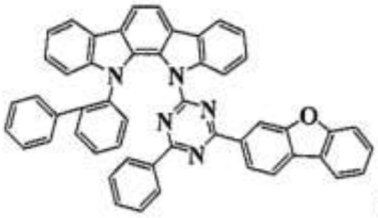
[化 21]

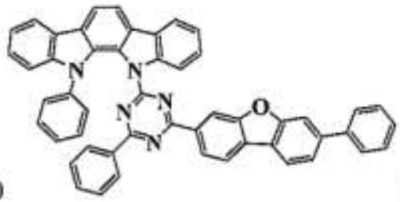

1-202
1-203
1-204
1-205
1-206
1-207
1-208
1-209
1-210
1-211
1-212
1-213
1-214
1-215
1-216

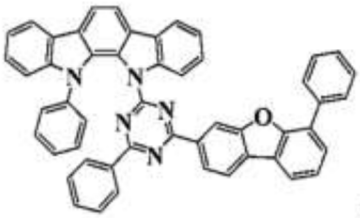
【0064】 [化 22]

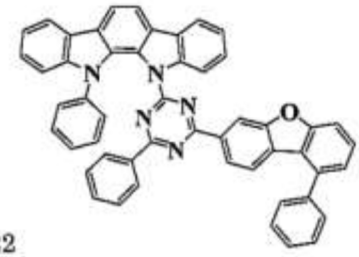

1-217

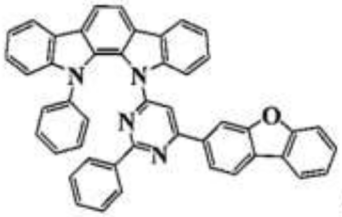

1-219

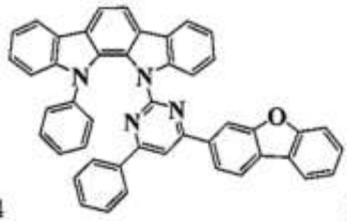

1-220

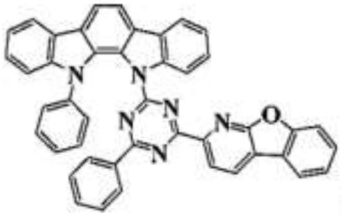

1-221

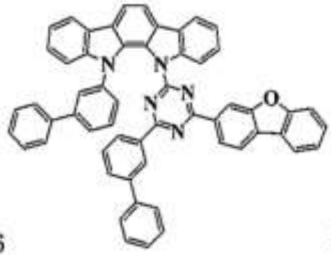

1-222

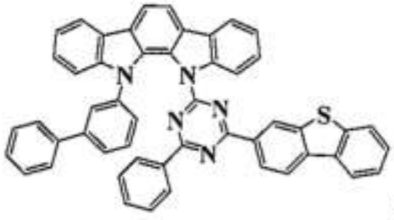

1-223

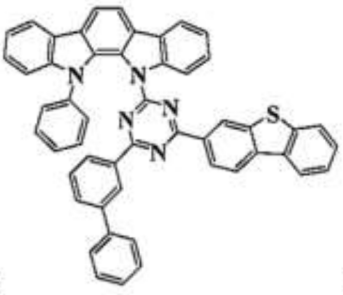

1-224


1-225

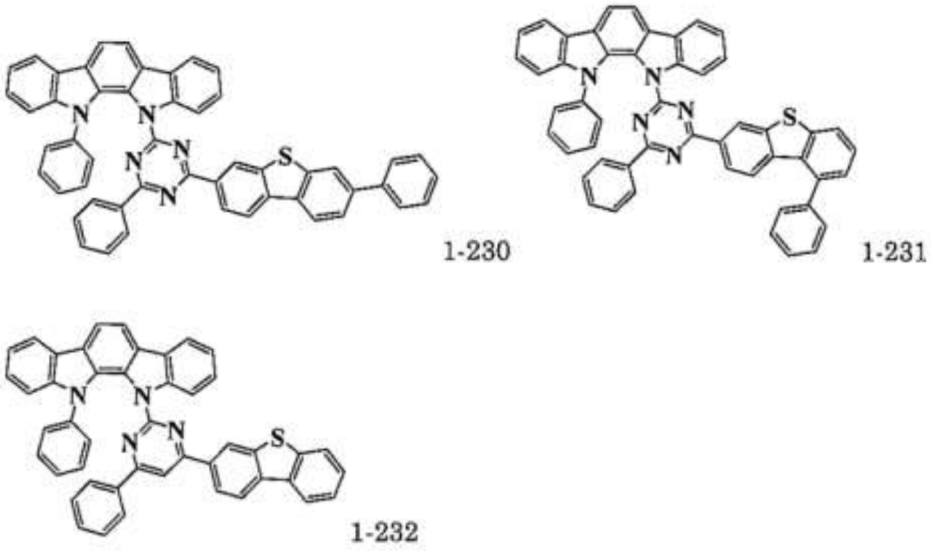

1-226


1-227

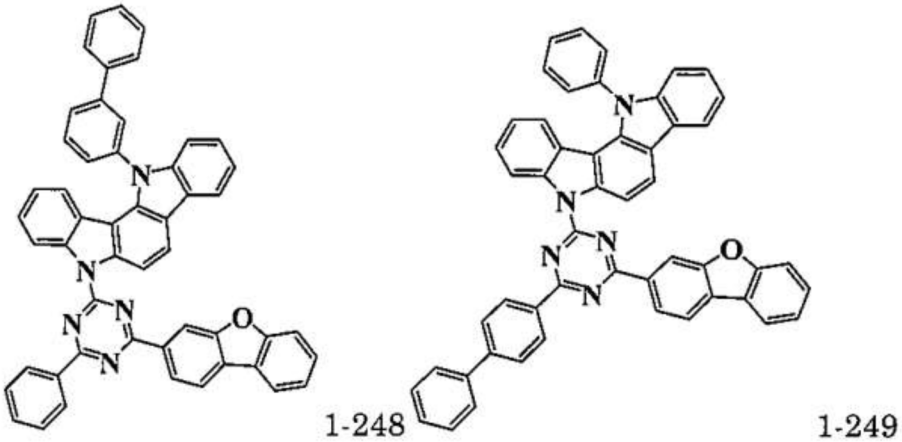

1-228


1-229

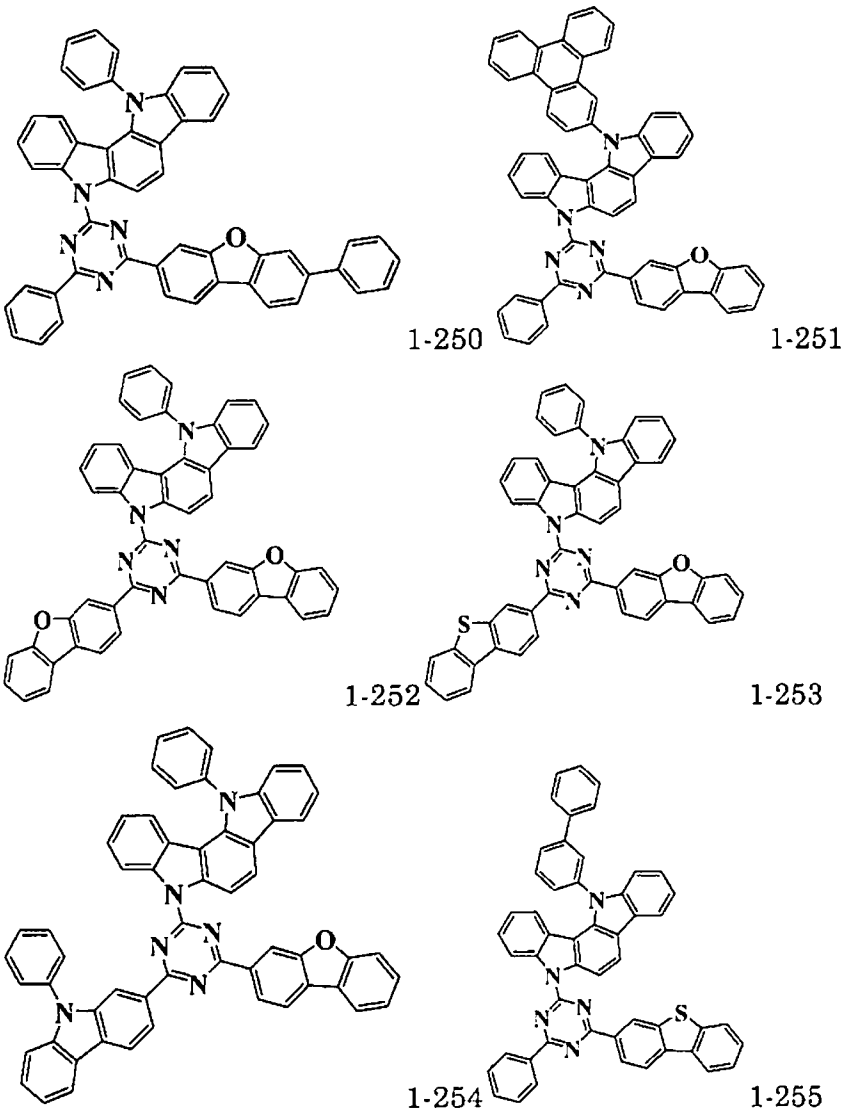
[化 23]



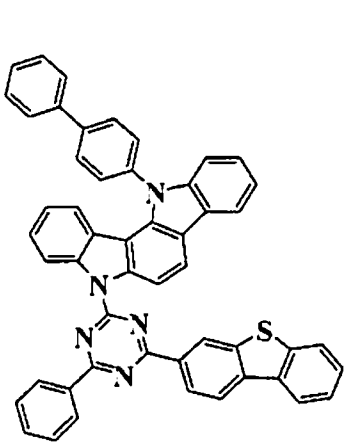
[化 24]



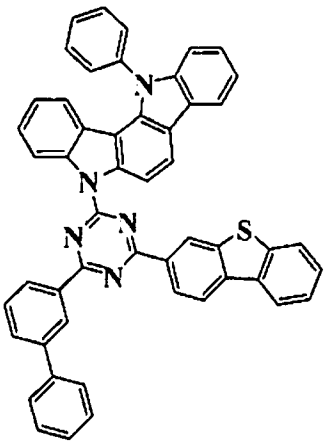
【0065】 [化 25]



[化 26]

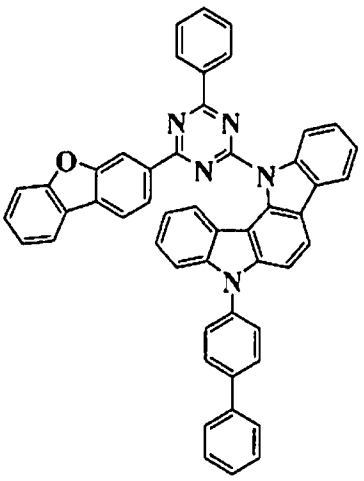


1-256

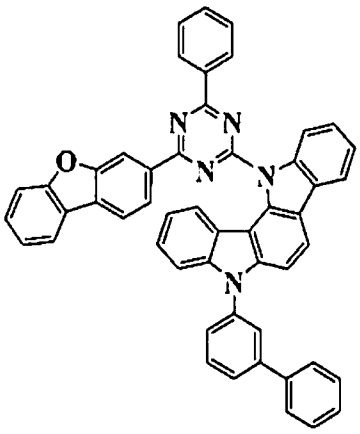


1-257

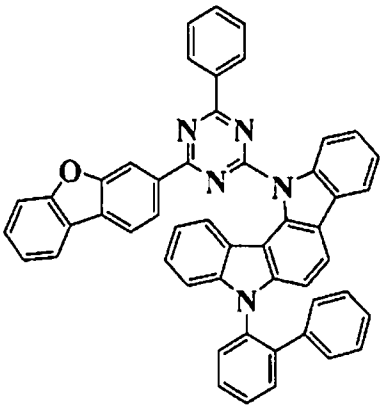
[化 27]



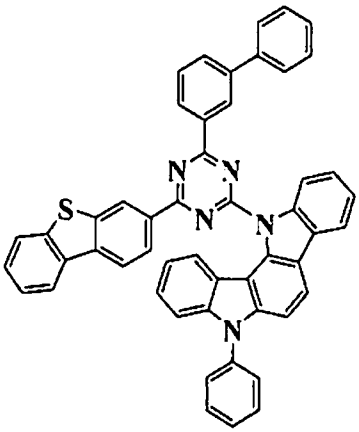
1-258



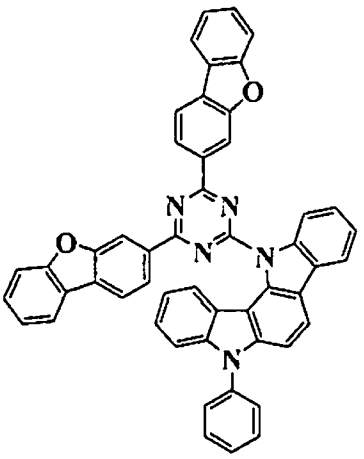
1-259



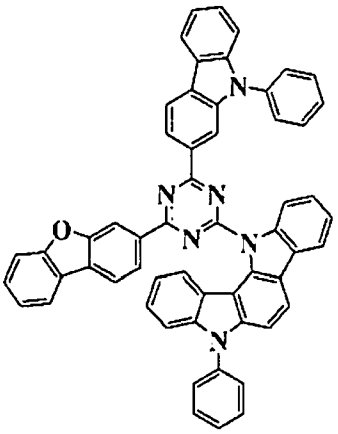
1-260



1-261

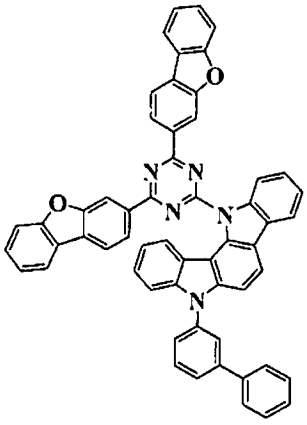


1-270

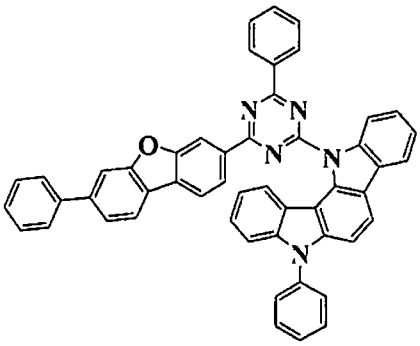


1-271

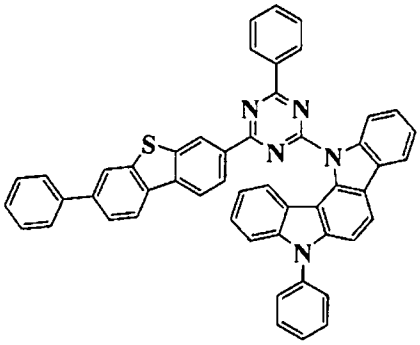
【0066】 [化 28]



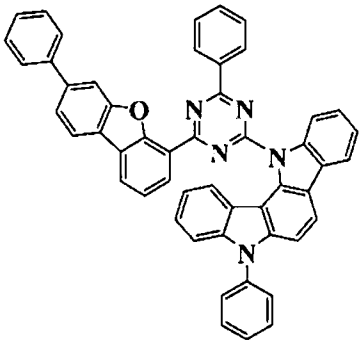
1-274



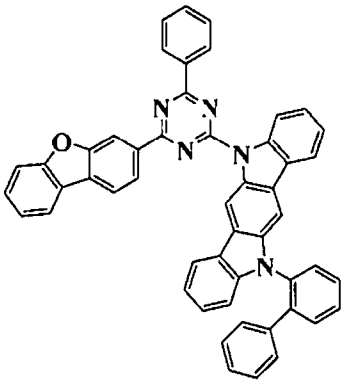
1-275



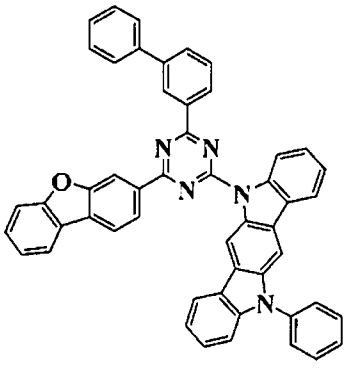
1-276



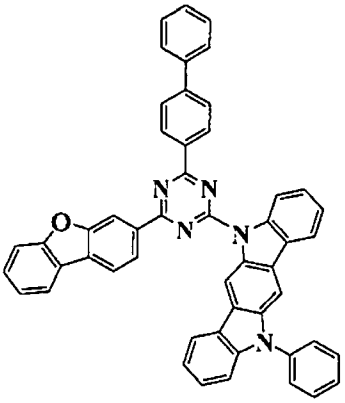
1-277



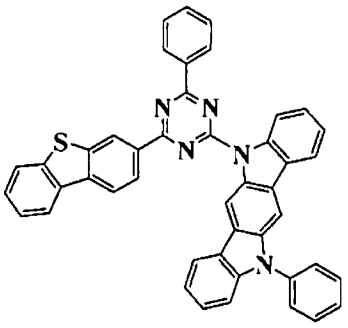
1-278



1-279

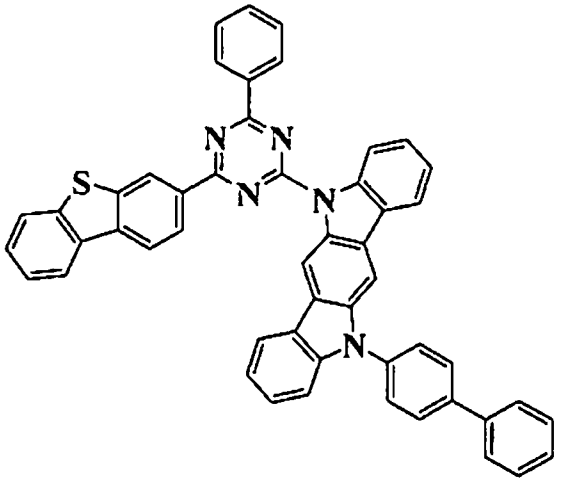


1-280



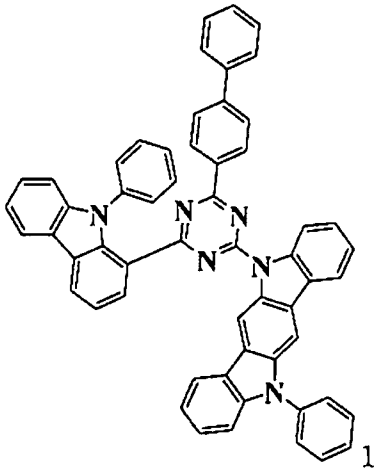
1-281

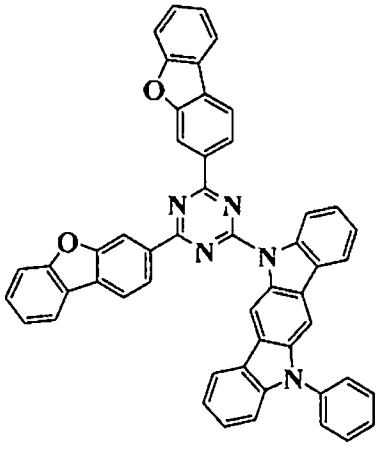
[化 29]

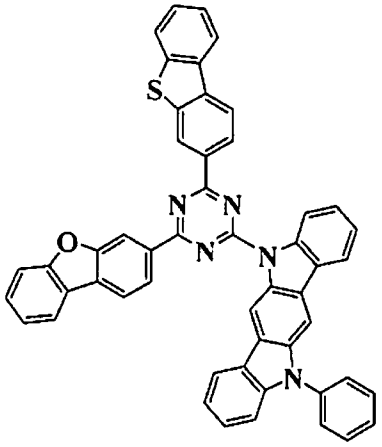


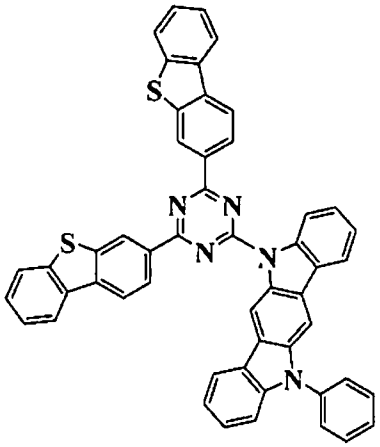
1-282

[化 30]

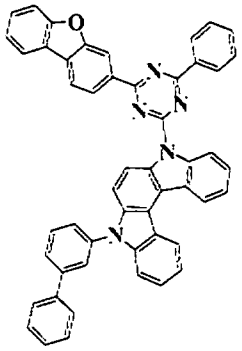

1-290


1-291

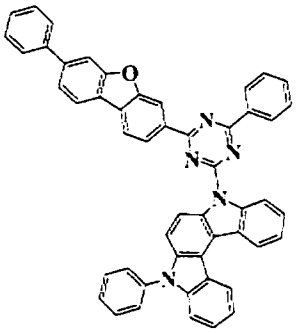

1-292


1-293

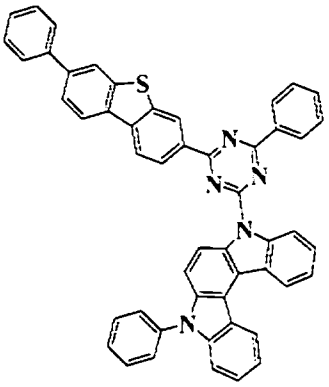
【0067】 [化 31]



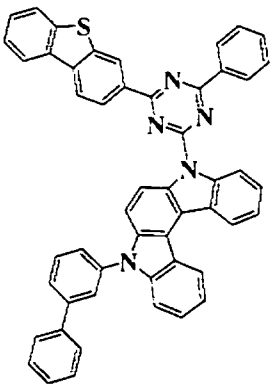
1-298



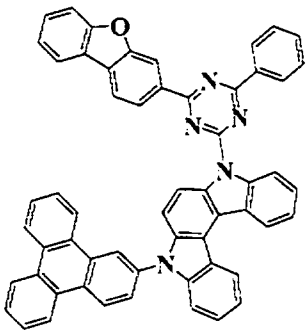
1-299



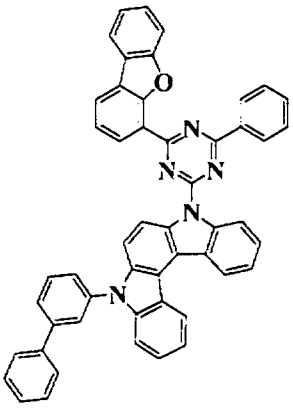
1-300



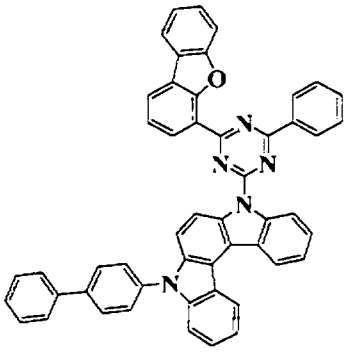
1-301



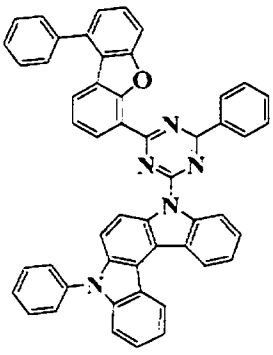
1-306



1-307

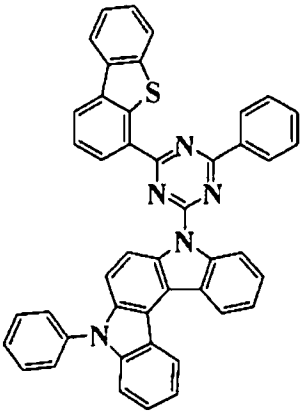


1-308

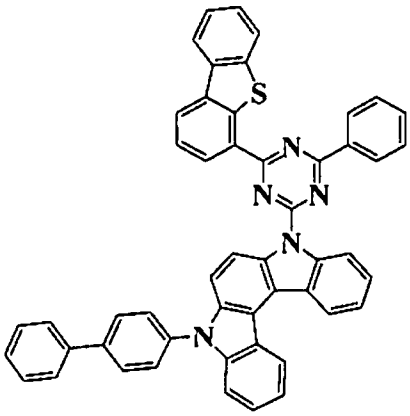


1-309

[化 32]

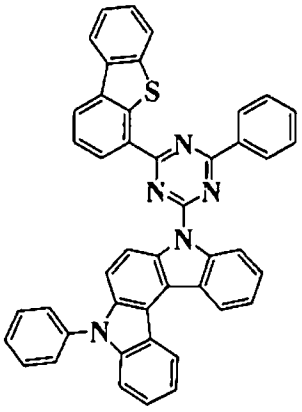


1-310

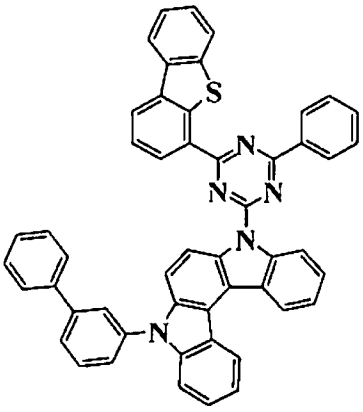


1-311

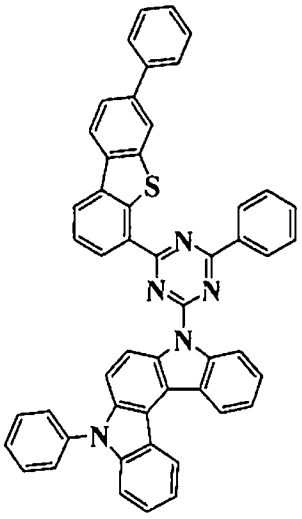
[化 33]



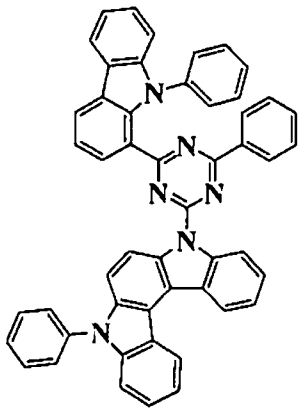
1-312



1-313

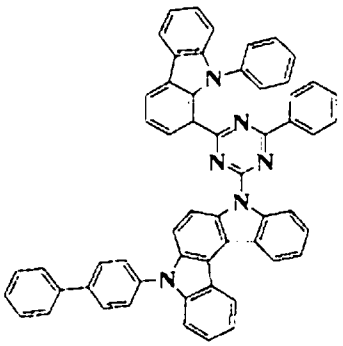


1-314

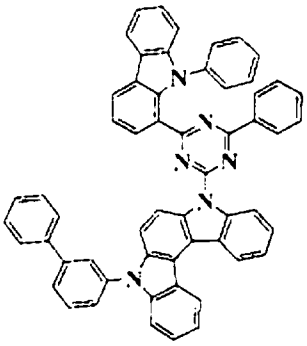


1-315

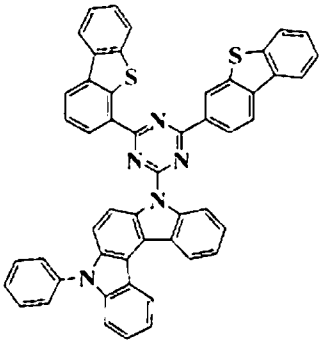
【0068】 [化 34]



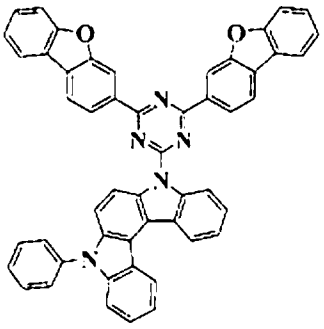
1-316



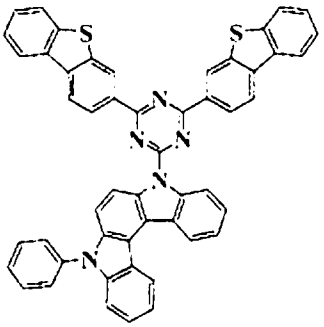
1-317



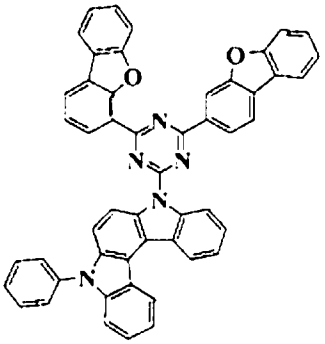
1-318



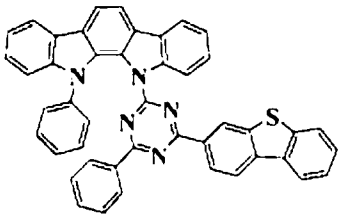
1-319



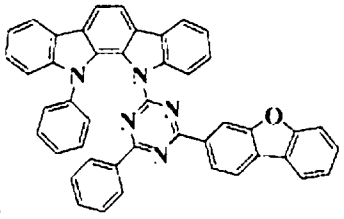
1-320



1-321

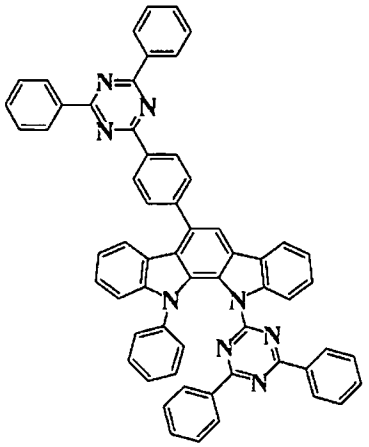


1-326

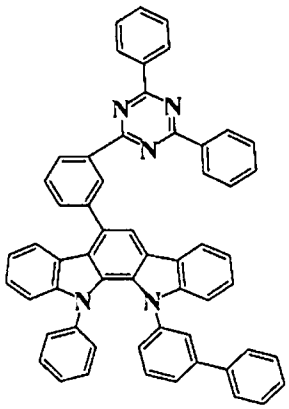


1-327

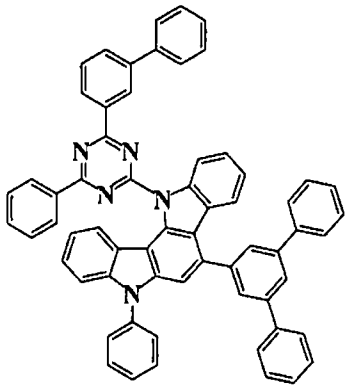
[化 35]



1-328



1-329



1-330

【0069】 作為第二主體材料，較佳為通式（2）、通式（3）或通式（4）所表示的化合物。

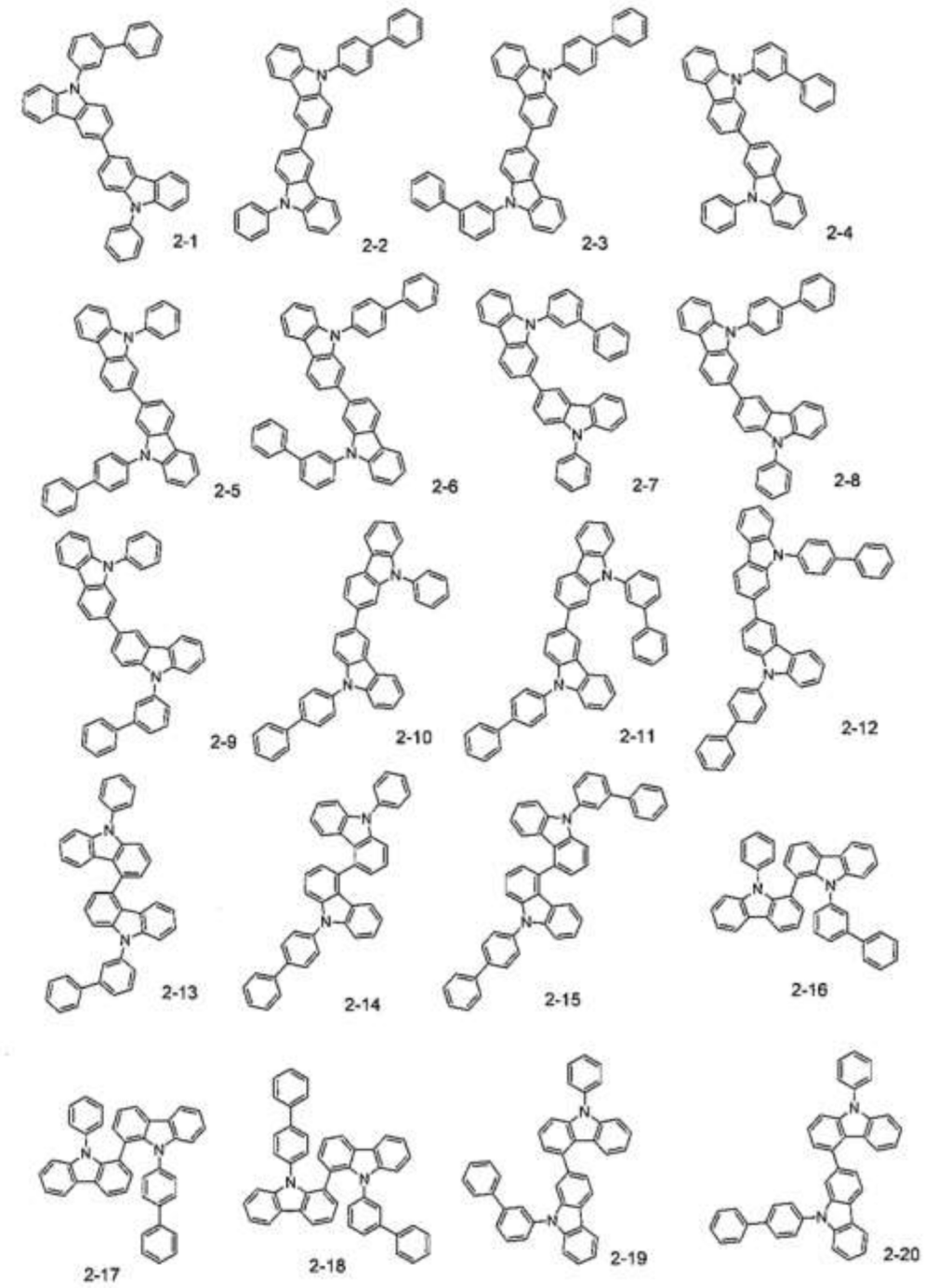
【0070】 通式（2）中，Ar^{21}、及 Ar^{22} 獨立地表示氫、重氫、經取代或未經取代的碳數 6～14 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為氫、碳數 6～12 的芳香族烴基、碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，更佳為氫、碳數 6～10 的芳香族烴基、或者該些的 2 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0071】 Ar^{21}、及 Ar^{22} 為未經取代的芳香族烴基、未經取代的芳香族雜環基、或未經取代的連結芳香族基時的具體例可列舉自苯、萘、蒽、菲、芴、二苯並呋喃、二苯並噻吩、咔唑、吡啶、或該些的芳香族環的 2 個連結而成的化合物中除去 1 個 H 而生成的連結芳香族基。較佳為可列舉由苯、萘、吡啶、二苯並呋喃、二苯並噻吩、咔唑生成的芳香族基或該些的芳香族環的 2 個連結而成的連結芳香族基，更佳為由苯、或萘生成的芳香族基。Ar^{21}、或 Ar^{22} 可為氫，該情況下，另一者可為所述芳香族基（是指芳香族烴基或芳香族雜環基）或者連結芳香族基。

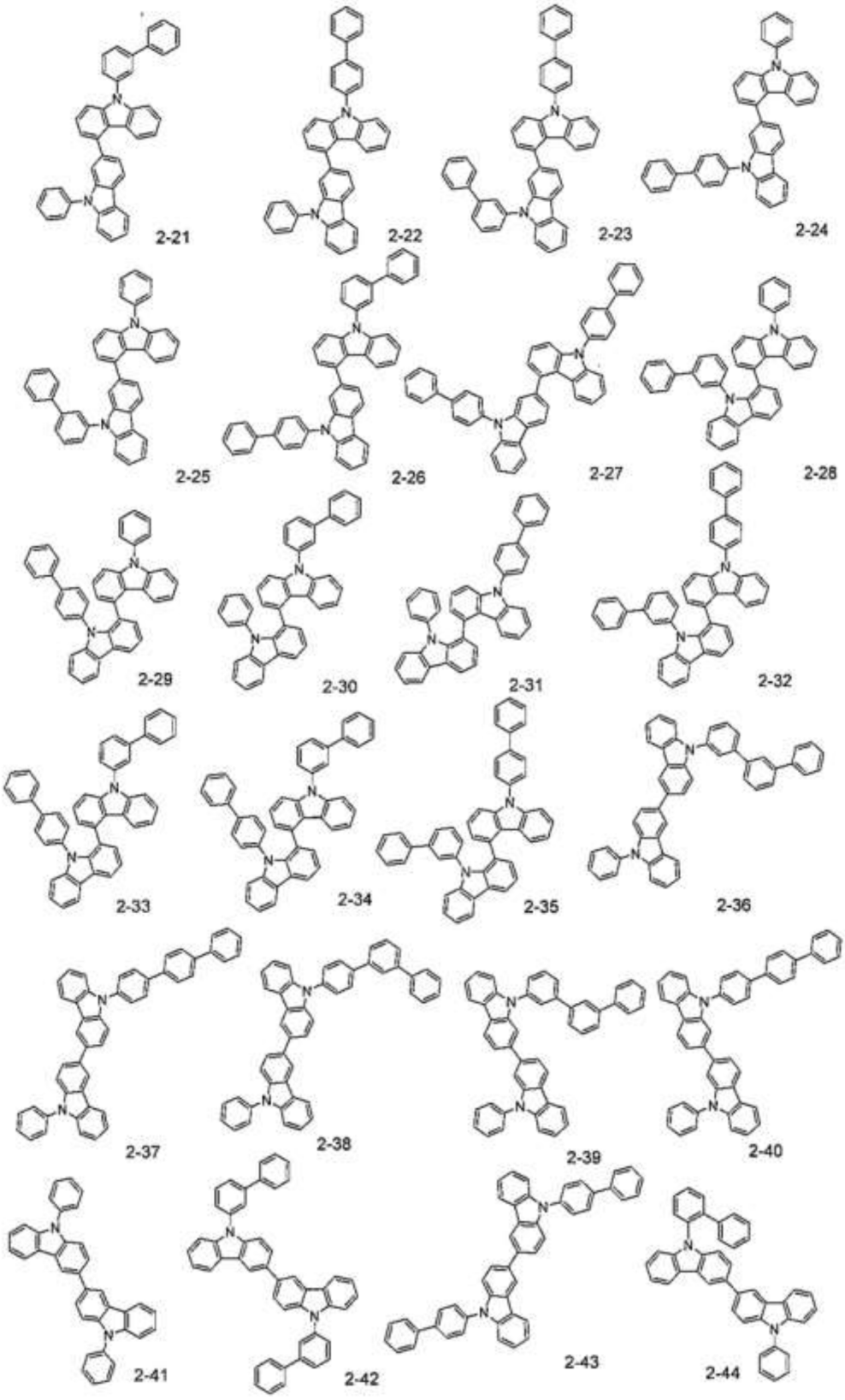
【0072】 L^{21} 及 L^{22} 為直接鍵結、或伸苯基，伸苯基可為鄰伸苯基、間伸苯基及對伸苯基的任一者。較佳為對伸苯基或間伸苯基。另外，於 L^{21} 及 L^{22} 為直接鍵結時，較佳為 Ar^{21} 及 Ar^{22} 並非氫或重氫。

【0073】 以下示出通式（2）所表示的化合物的具體例，但並不限定於該些例示化合物。

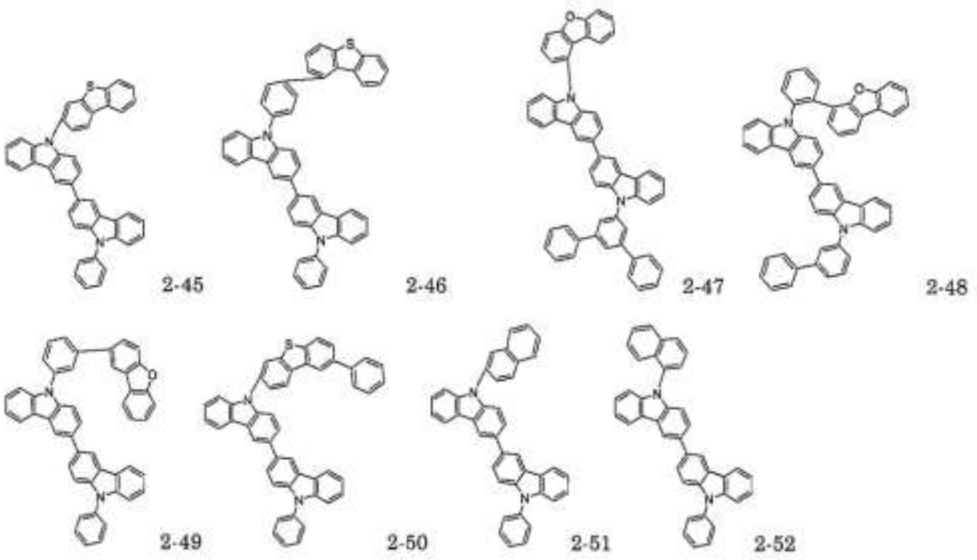
【0074】 [化 36]


2-1
2-2
2-3
2-4
2-5
2-6
2-7
2-8
2-9
2-10
2-11
2-12
2-13
2-14
2-15
2-16
2-17
2-18
2-19
2-20

[化 37]


2-21
2-22
2-23
2-24
2-25
2-26
2-27
2-28
2-29
2-30
2-31
2-32
2-33
2-34
2-35
2-36
2-37
2-38
2-39
2-40
2-41
2-42
2-43
2-44

[化 38]



【0075】 所述通式（3）中，環 B 為式（3a）所表示的雜環，環 B 與所鄰接的環於任意位置縮合。

【0076】 R^3 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為碳數 1～8 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基。更佳為碳數 1～6 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的苯基、或者經取代或未經取代的碳數 3～6 的芳香族雜環基。

【0077】 作為 R^3 為脂肪族烴基、芳香族烴基、芳香族雜環基、或連結芳香族基時的具體例，與所述 R^1 的情況相同。

【0078】 L^{31} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基。較佳

為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基。

【0079】 L^{32} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基，較佳為由苯生成的基。

【0080】 Ar^{31} 為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的咔唑基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。此處，所述芳香族環是選自芳香族烴環與咔唑環中。

較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、咔唑基、或者該些的芳香族環的 2 個～3 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

作為未經取代的芳香族烴基的具體例，可列舉苯基或萘基。

【0081】 Ar^{32} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

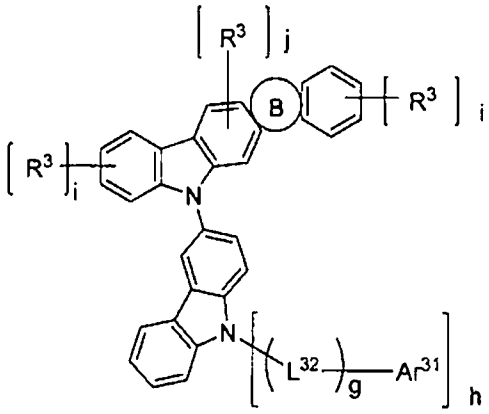
【0082】 作為 R^3、L^{31}、及 Ar^{32} 為未經取代的芳香族烴基或芳香族雜環基時的具體例，除了 L^{31} 為二價或 h+1 價的基的情況以外，與 Ar^1 及 Ar^{11} 的情況相同。另外，作為 Ar^{32} 及 R^3 為未經取代的連結芳香族基時的具體例，除了 2 個～5 個芳香族環進行連結的情況

以外，與 Ar^1 及 Ar^{11} 的情況相同。

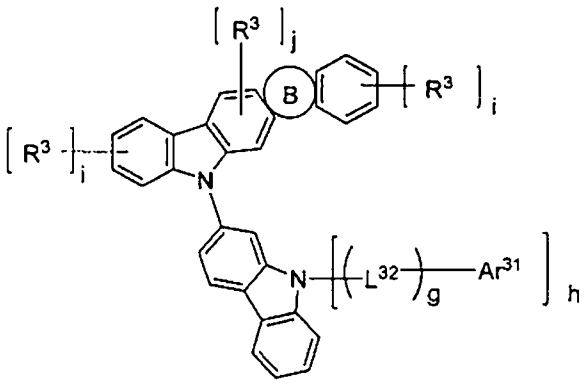
【0083】 f 為重複數，表示 1～3 的整數，g 為重複數，表示 0～3 的整數，h 表示取代數，各自獨立地表示 0～7 的整數。較佳為 f 為 1，g 為 0～1，h 為 0～2。i 表示 0～4 的整數，j 表示 0～2 的整數，較佳為 i 為 0 或 1，j 為 0 或 1。

【0084】 作為通式（3）所表示的化合物，可較佳地列舉下述式（31）或式（32）所表示的化合物。

[化 39]



（31）

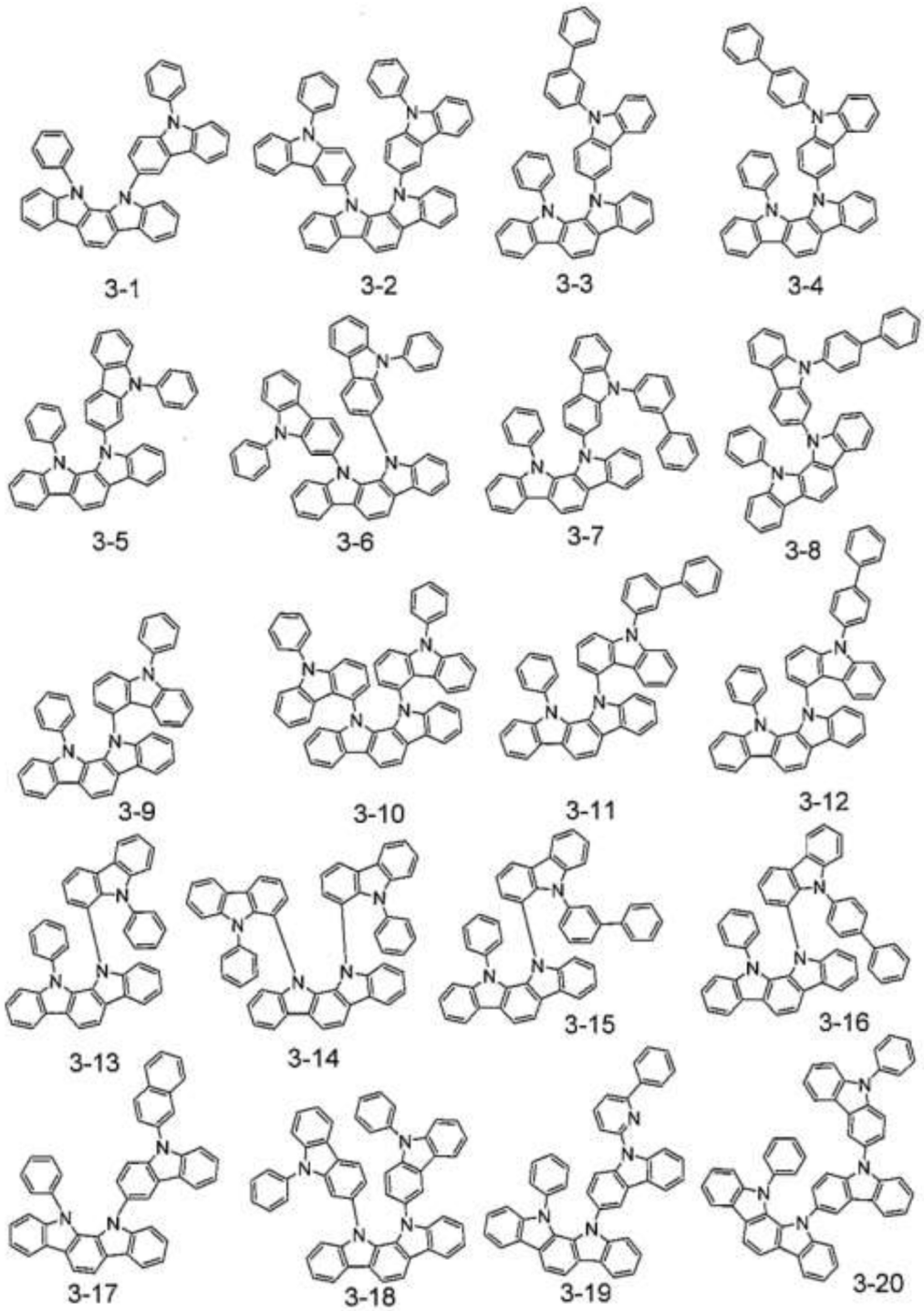


（32）

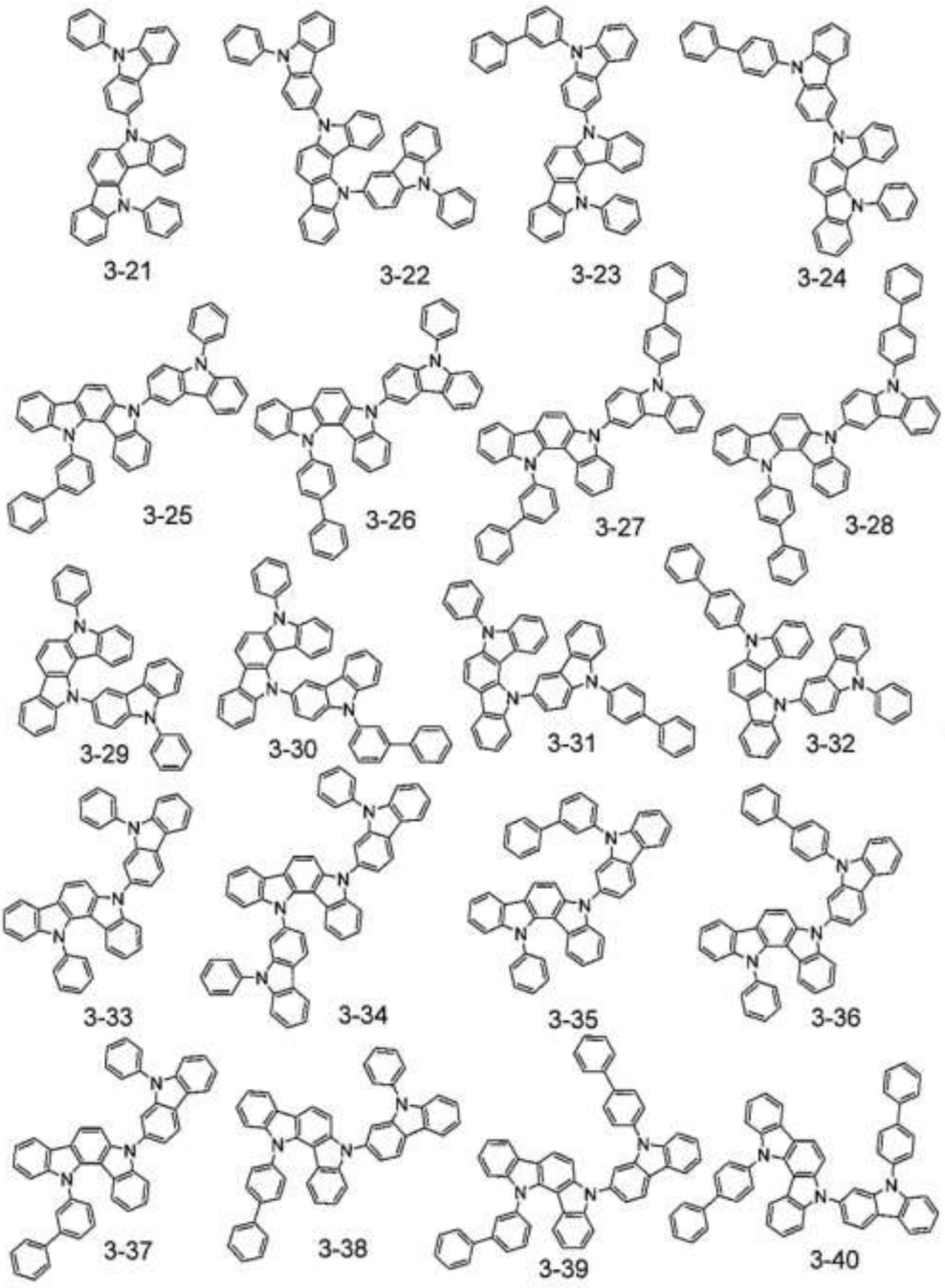
式（31）或式（32）中，環 B、R^3、L^{32}、Ar^{31}、g、h、i 及 j 與通式（3）為相同含義。

【0085】 以下示出通式（3）所表示的化合物的具體例，但並不限定於該些例示化合物。

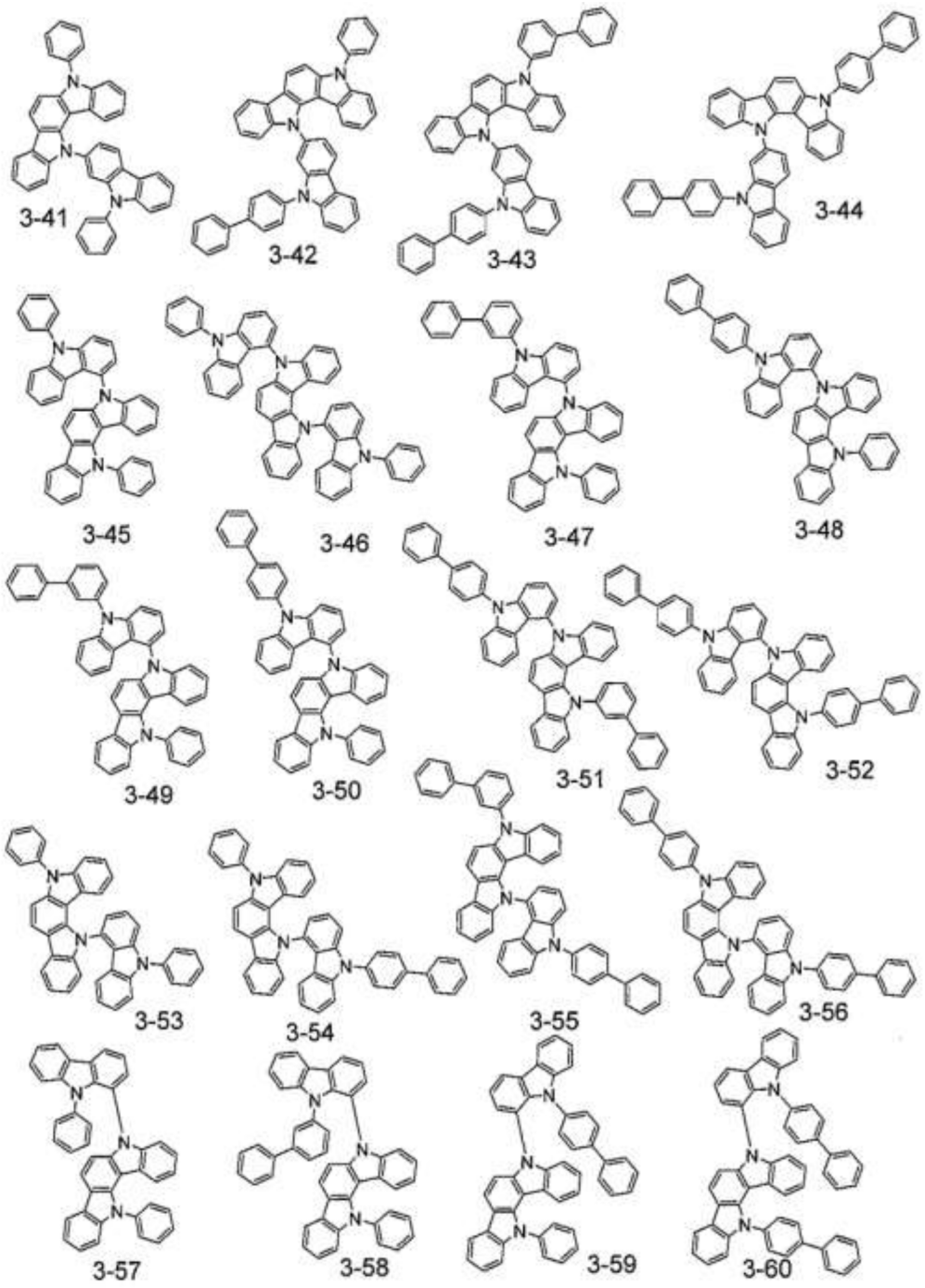
【0086】 [化 40]



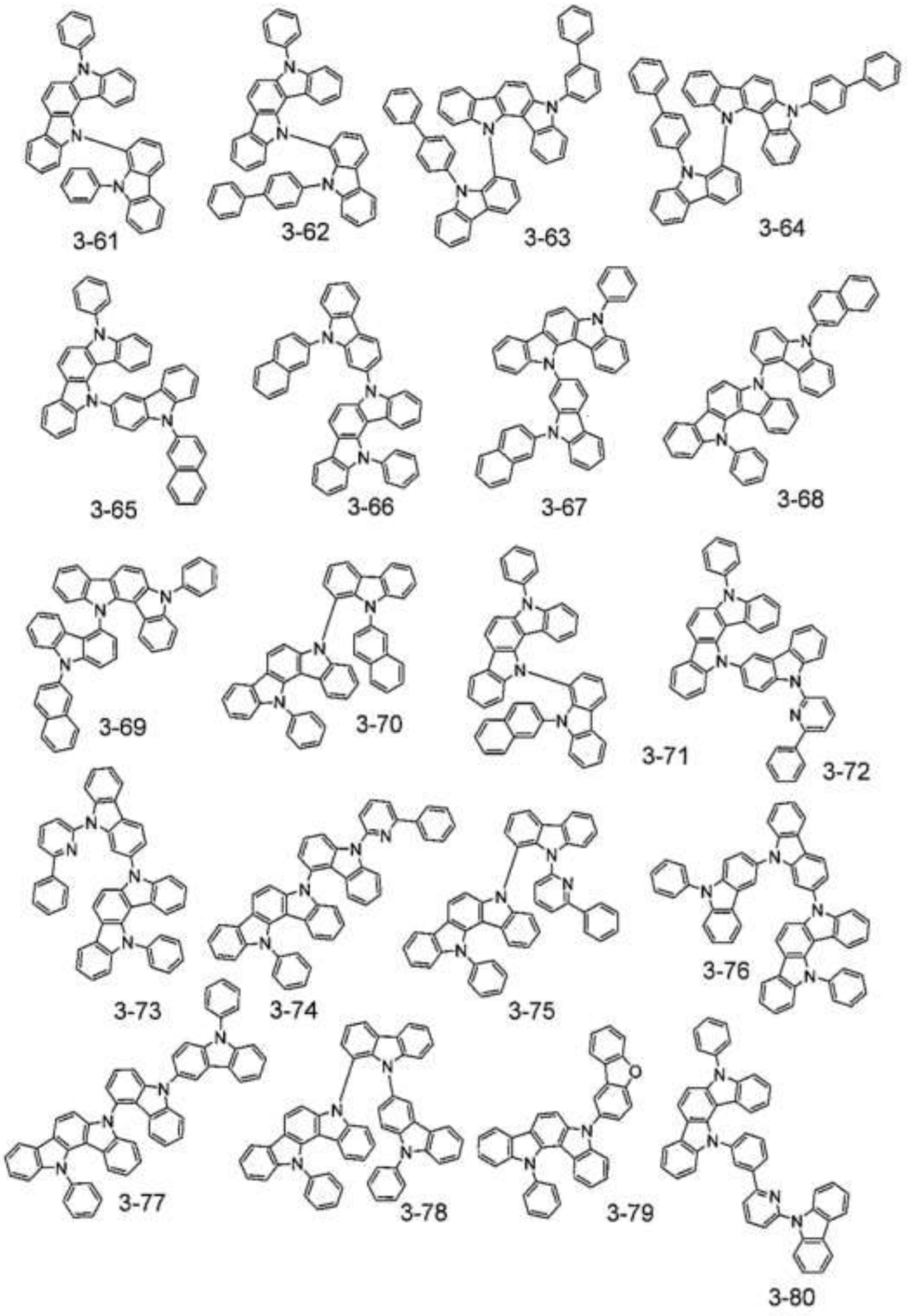
[化 41]


3-21
3-22
3-23
3-24
3-25
3-26
3-27
3-28
3-29
3-30
3-31
3-32
3-33
3-34
3-35
3-36
3-37
3-38
3-39
3-40

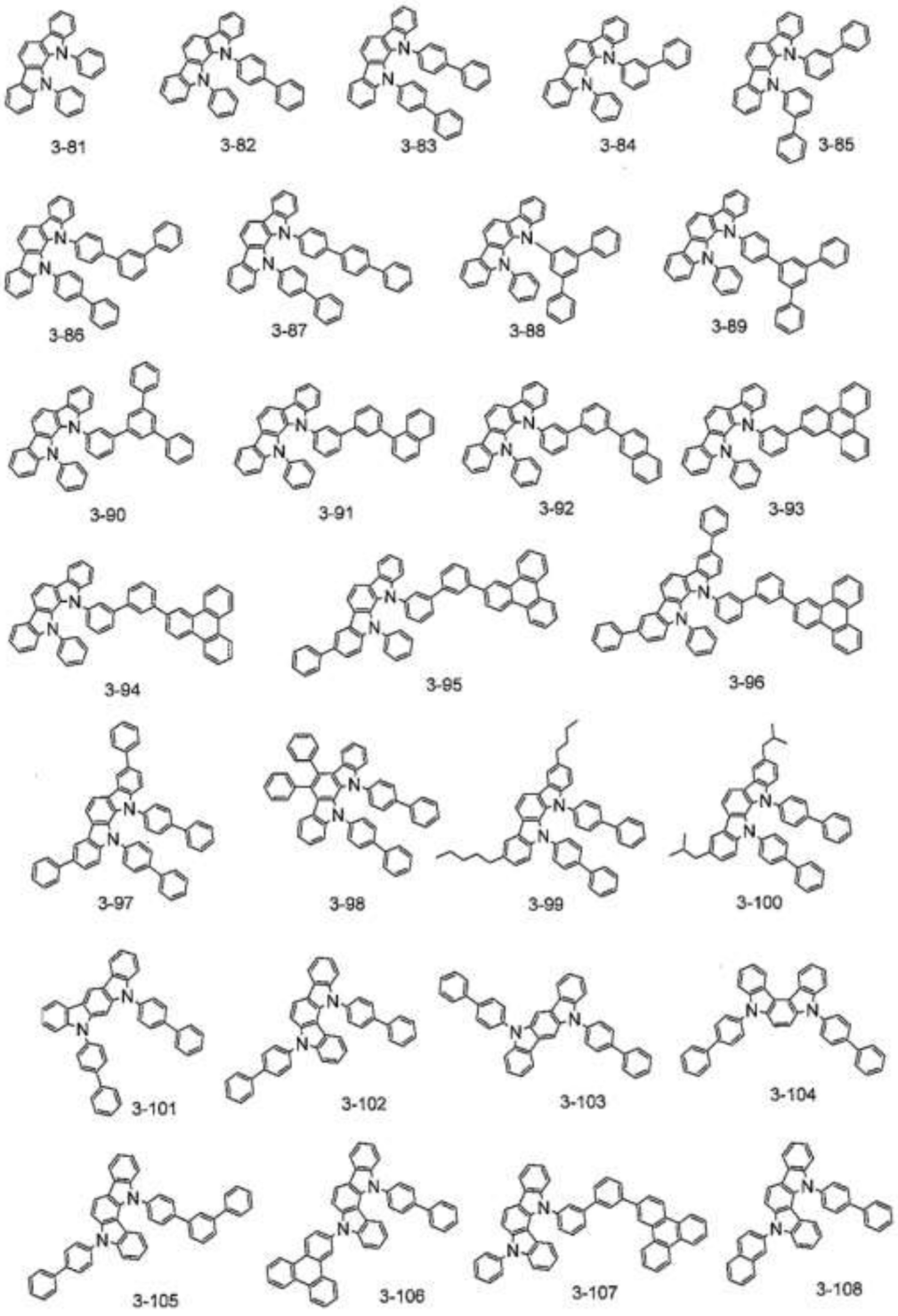
[化 42]


3-41
3-42
3-43
3-44
3-45
3-46
3-47
3-48
3-49
3-50
3-51
3-52
3-53
3-54
3-55
3-56
3-57
3-58
3-59
3-60

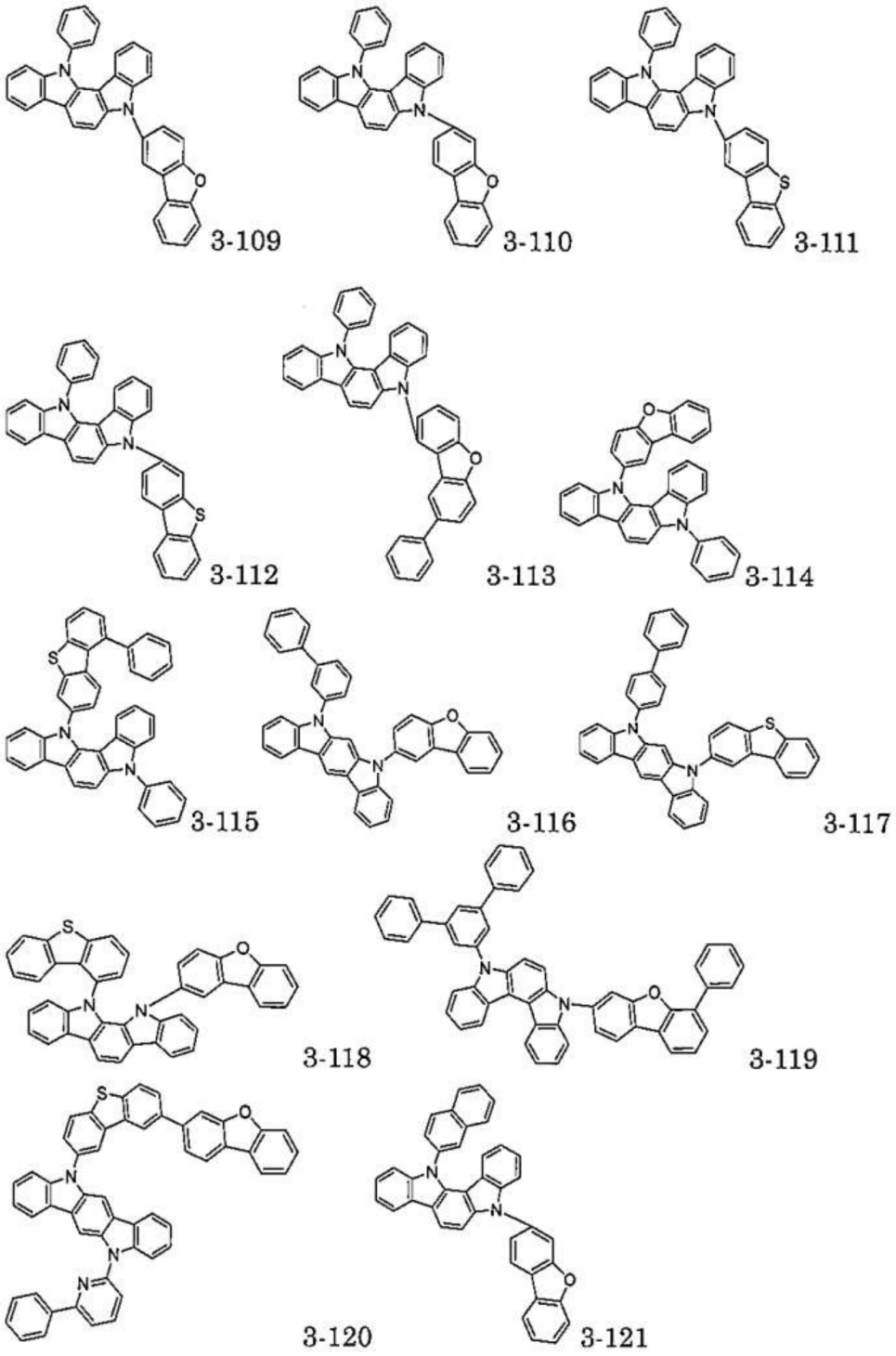
【0087】 [化 43]


3-61
3-62
3-63
3-64
3-65
3-66
3-67
3-68
3-69
3-70
3-71
3-72
3-73
3-74
3-75
3-76
3-77
3-78
3-79
3-80

[化 44]


3-81
3-82
3-83
3-84
3-85
3-86
3-87
3-88
3-89
3-90
3-91
3-92
3-93
3-94
3-95
3-96
3-97
3-98
3-99
3-100
3-101
3-102
3-103
3-104
3-105
3-106
3-107
3-108

[化 45]



【0088】 接著，對所述通式（4）進行說明。

通式（4）中，Ar^{41} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者

該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的連結芳香族基。較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0089】 作為 Ar^{41} 為未經取代的芳香族烴基、未經取代的芳香族雜環基、或者未經取代的連結芳香族基時的具體例，除了為 y 價的情況、以及連結芳香族基時 2 個～5 個芳香族環進行連結的情況以外，與 Ar^{1} 及 Ar^{11} 相同。較佳為由吡啶、嘧啶、三嗪、二苯並呋喃、二苯並噻吩、苯、萘、或該些的 2 個～5 個連結而構成的化合物生成的基。

【0090】 R^{41} 分別獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，其中並非為咔唑基。有利的是並非包含咔唑環的基。較佳為碳數 1～6 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～12 的芳香族烴基或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基。

【0091】 R^{41} 為脂肪族烴基時的具體例與 R^{1} 的情況相同。

關於 R^{41} 為未經取代的芳香族烴基或芳香族雜環基時的具體例，除了不含咔唑的方面以外，與 Ar^{1} 及 Ar^{11} 的情況相同。

【0092】 y 為取代數，表示 1～4 的整數。較佳為 1 或 2，更佳為 1。

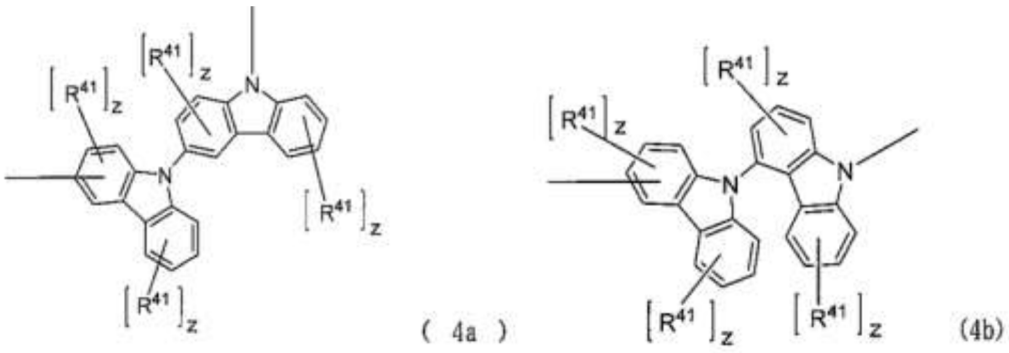
x 為重複數，分別獨立地表示 1～4 的整數。較佳為 1～3。然

而，至少一個 x 為 2～4 的整數。z 為 0～3 的整數，較佳為 0 或 1。

x 的總和（咔唑基的總數）可為 2～12 的整數，較佳為 2～9，更佳為 2～6。

【0093】 通式（4）中，較佳為式中具有至少一個下述式（4a）或式（4b）所表示的鍵結結構。更佳為咔唑基間的所有鍵結結構均為式（4a）、或式（4b）所表示的鍵結結構。

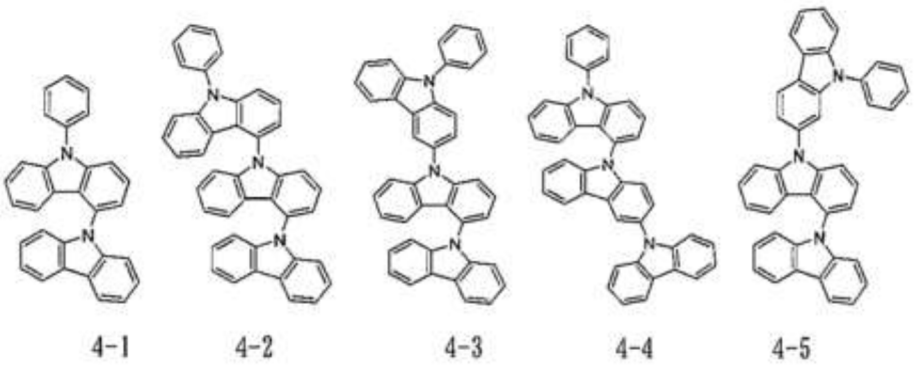
[化 46]

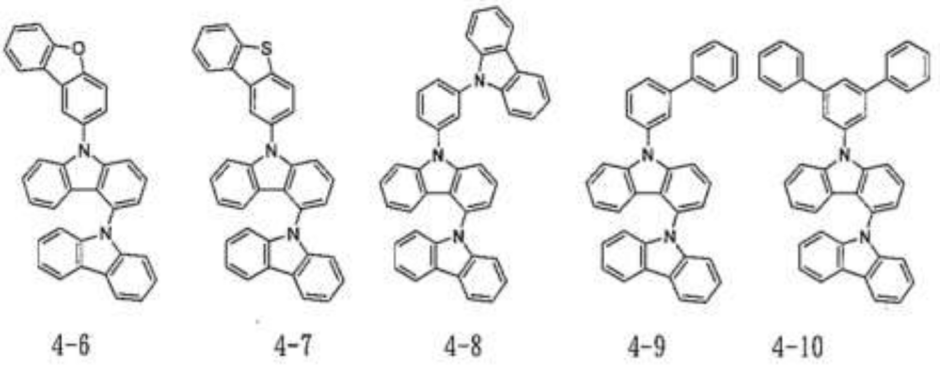


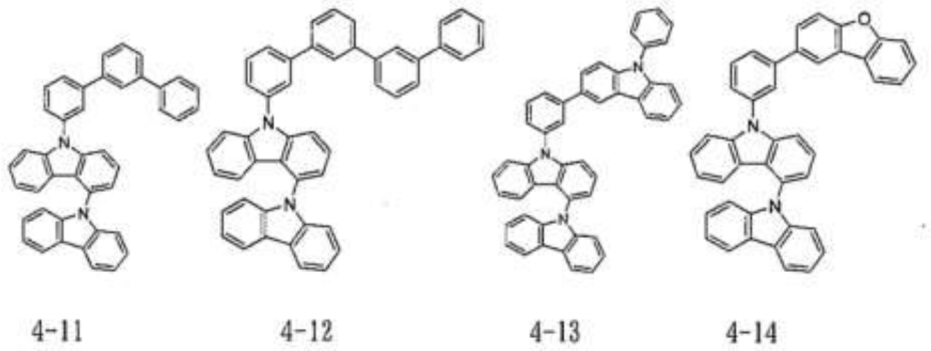
（此處，R^{41} 及 z 與通式（4）為相同含義）

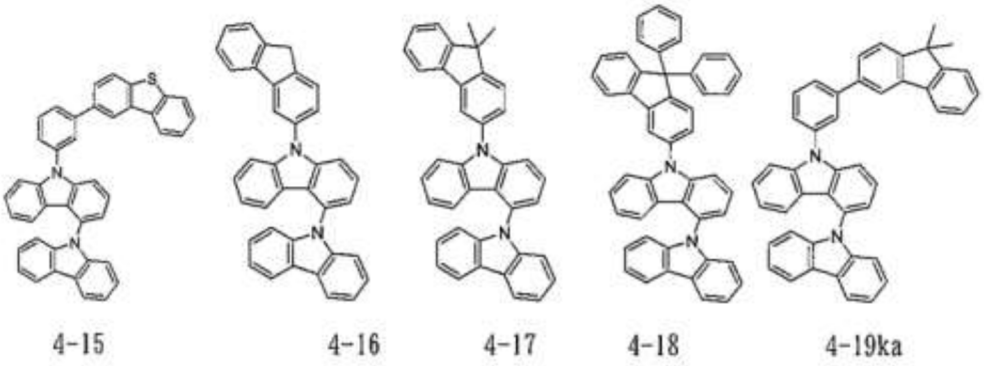
【0094】 以下示出通式（4）所表示的化合物的具體例，但並不限定於該些例示化合物。

【0095】 [化 47]

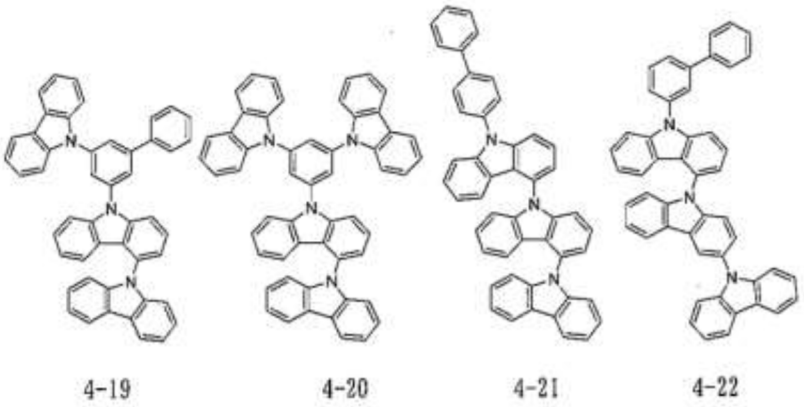

4-1
4-2
4-3
4-4
4-5


4-6
4-7
4-8
4-9
4-10

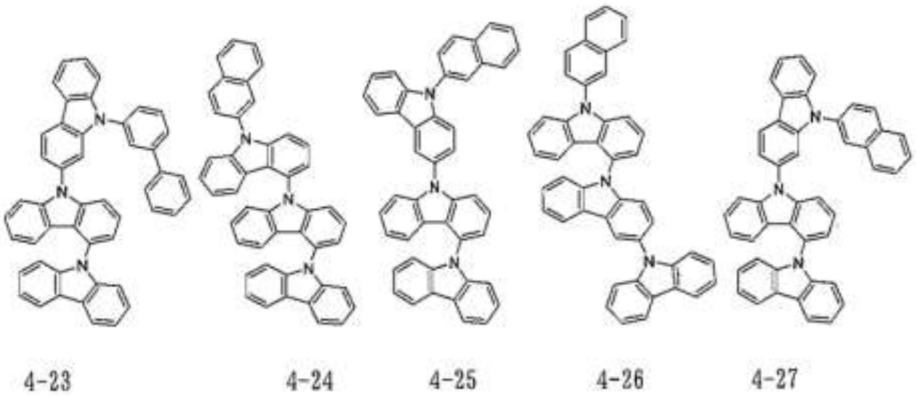

4-11
4-12
4-13
4-14


4-15
4-16
4-17
4-18
4-19ka

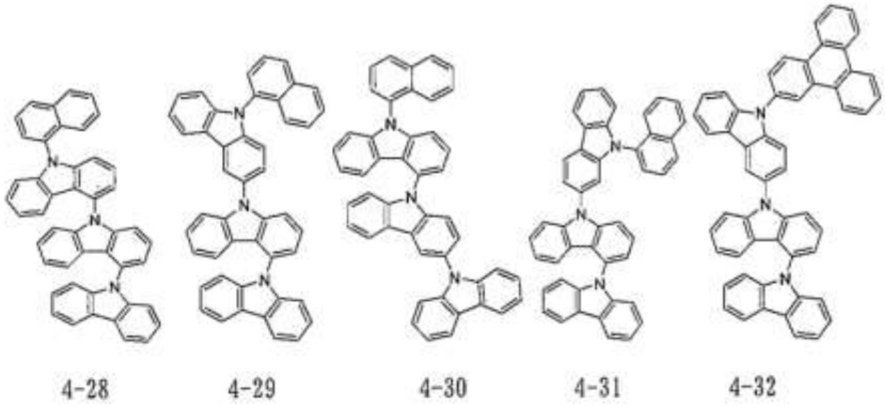
[化 48]



4-19 4-20 4-21 4-22

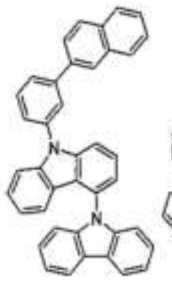


4-23 4-24 4-25 4-26 4-27



4-28 4-29 4-30 4-31 4-32

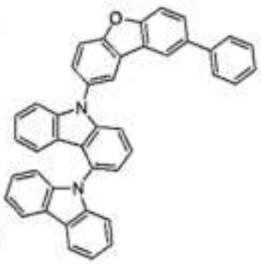
[化 49]



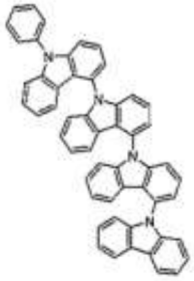
4-33

4-34

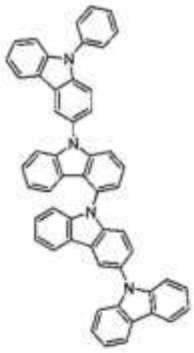
4-35



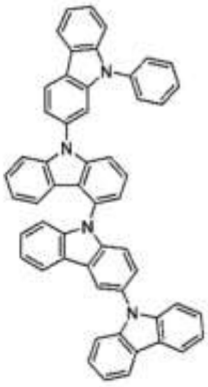
4-36



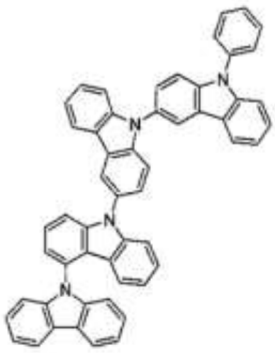
4-37



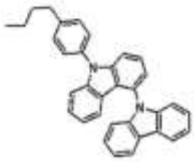
4-38



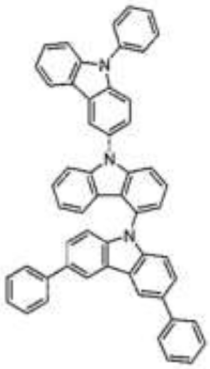
4-39



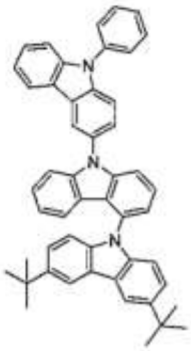
4-40



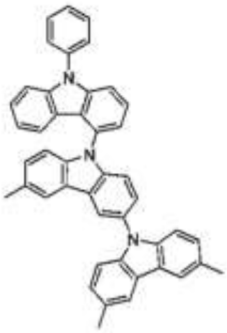
4-41



4-42

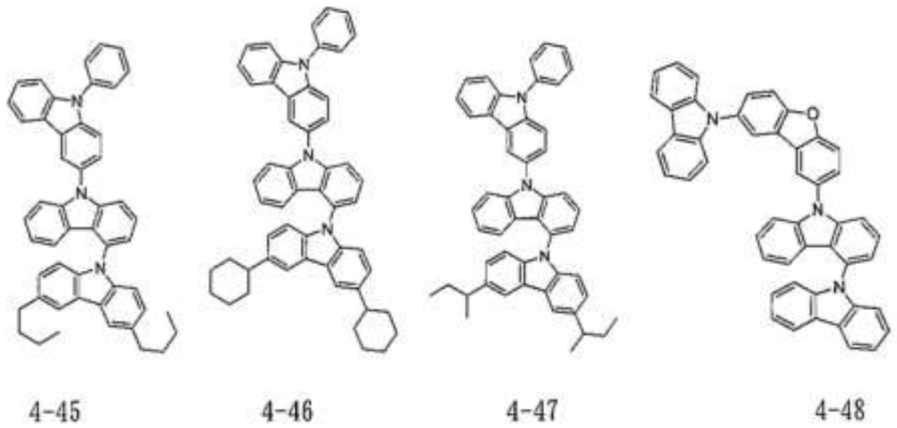


4-43

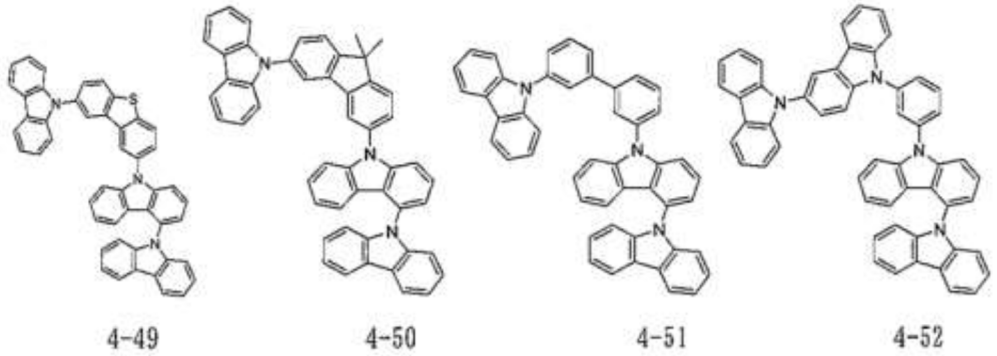


4-44

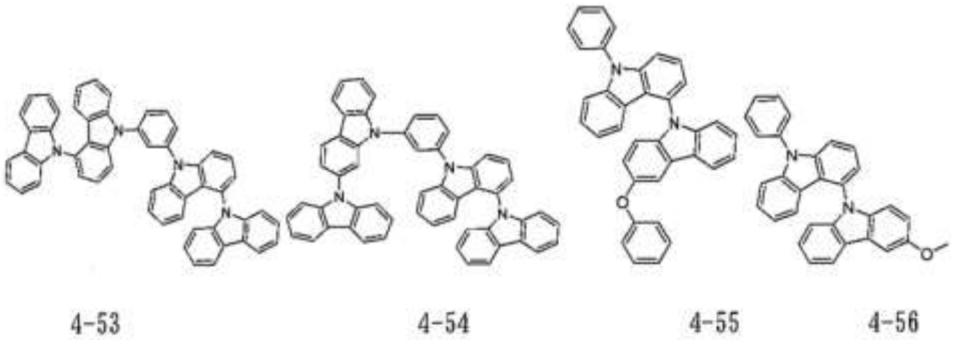
【0096】 [化 50]



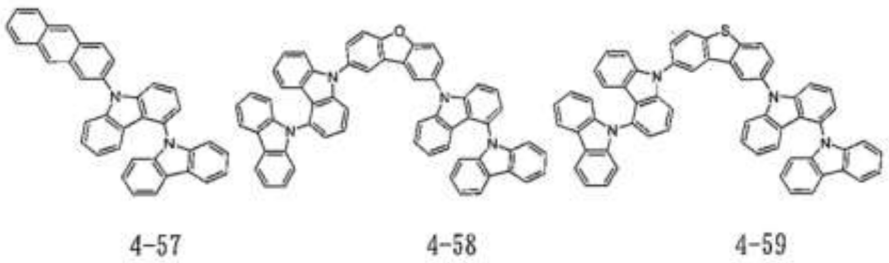
4-45 4-46 4-47 4-48



4-49 4-50 4-51 4-52

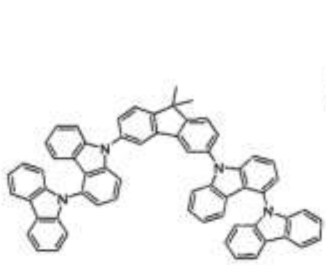


4-53 4-54 4-55 4-56

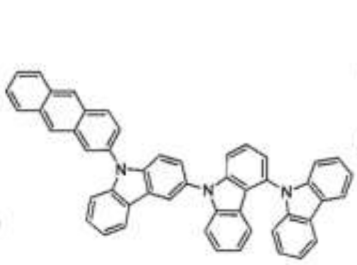


4-57 4-58 4-59

[化 52]

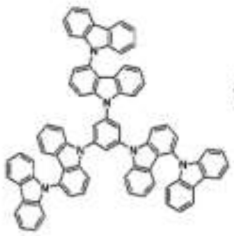


4-60

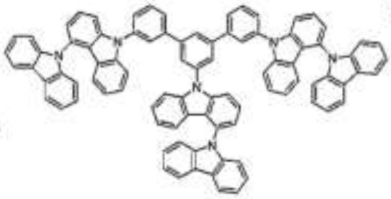


4-61

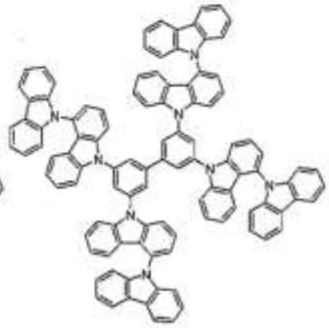
4-62



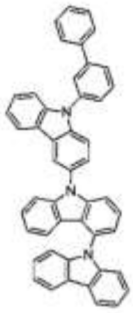
4-63



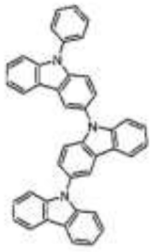
4-64



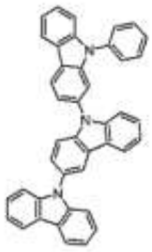
4-65



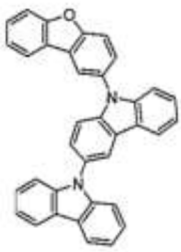
4-66



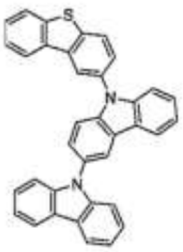
4-67



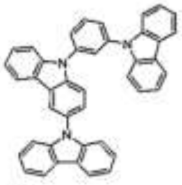
4-68



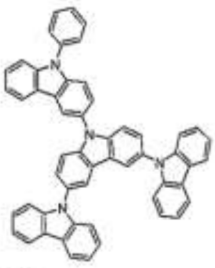
4-69



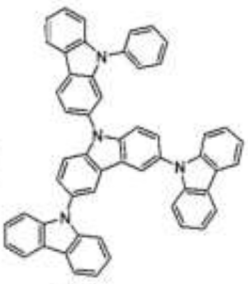
4-70



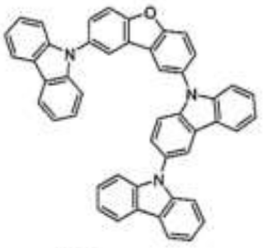
4-71



4-72

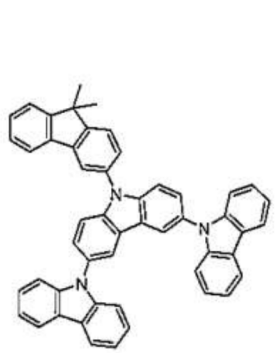


4-73

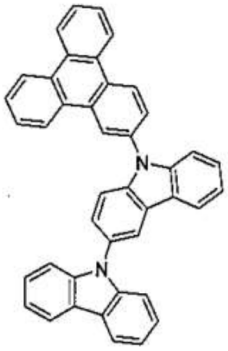


4-74

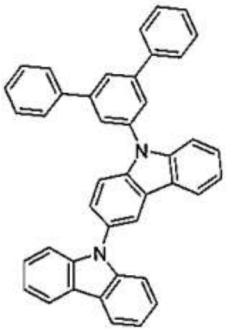
[化 53]



4-75



4-76



4-79

【0097】 關於第二主體材料，較佳為通式（2）或通式（3）所表示的化合物。

【0098】 作為第三主體材料，適合的是所述通式（5）所表示的化合物。較佳為所述式（51）所表示的化合物。

【0099】 於通式（5）與式（51）中，共通的記號具有相同的含義。

環 D 為式（5a）所表示的雜環，環 D 與所鄰接的環於任意位置縮合。

R^5 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基。較佳為氫、碳數 1～6 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基或者經取代或未經取代的碳數 3～10 的芳香族雜環基。

【0100】 作為 R^5 為脂肪族烴基時的具體例，與 R^1 相同。

作為 R^5 為未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經

取代或未經取代的連結芳香族基時的具體例，除了 2 個～5 個芳香族環進行連結的情況以外，與 Ar^1 及 Ar^{11} 的情況相同。

【0101】 p、r 及 s 表示取代數，各自獨立地表示 0～4 的整數。較佳為 0～3 的整數，進而佳為 0～2。q 表示 0～2 的整數，較佳為 0～1 的整數。

【0102】 Ar^5、Ar^{51} 獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。較佳為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～12 的芳香族雜環基或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【0103】 作為 Ar^5 及 Ar^{51} 為未經取代的芳香族烴基、未經取代的連結芳香族基、及未經取代的連結芳香族基時的具體例，與 Ar^1 及 Ar^{11} 的情況相同。較佳為由吡啶、嘧啶、三嗪、二苯並呋喃、二苯並噻吩、咔唑、苯、萘、或該些的 2 個～7 個連結而構成的化合物生成的基。

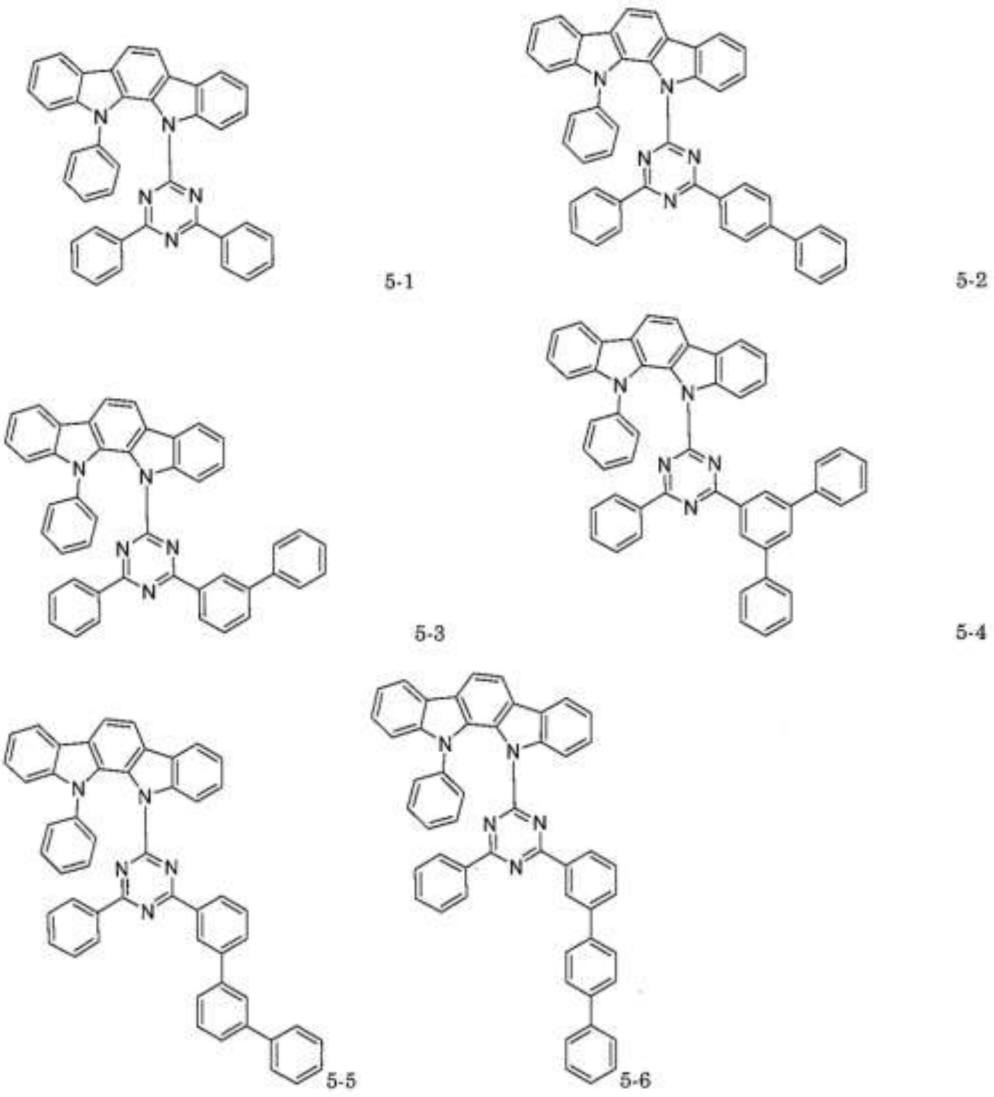
【0104】 L^5 及 L^{51} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，至少一者為芳香族雜環基。較佳為 L^5 及 L^{51} 的至少一者為經取代或未經取代的含氮六員環或者含氮六員環縮聚而成的經取代或未經取代的縮環芳香族雜環基。

【0105】 作為未經取代的含氮六員環、或者包含含氮六員環的未經取代的縮環芳香族雜環基的具體例，可列舉：吡啶、嘧啶、三嗪、喹啉、異喹啉、喹噁啉、萘啶、或啡嗪。

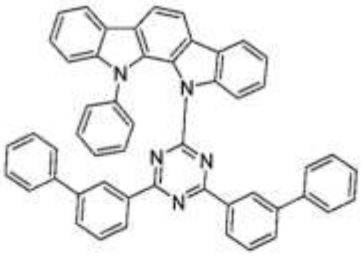
【0106】 作為未經取代的芳香族烴基、或芳香族雜環基的具體例，除了為 r+1 價或 s+1 價的情況以外，與 Ar^{1} 及 Ar^{11} 為該些的情況相同。較佳為由吡啶、嘧啶、三嗪、喹啉、異喹啉、喹噁啉、萘啶、啡嗪、二苯並呋喃、二苯並噻吩、咔唑、苯、或萘生成的基。

【0107】 以下示出通式（5）所表示的化合物的具體例，但並不限定於該些例示化合物。

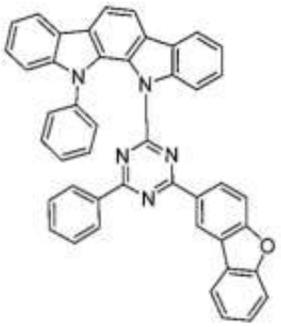
【0108】 [化 54]



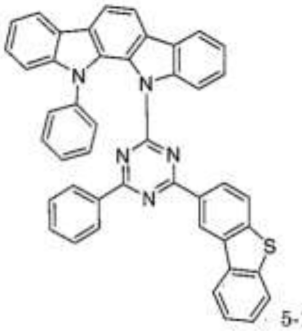
[化 55]



5-7

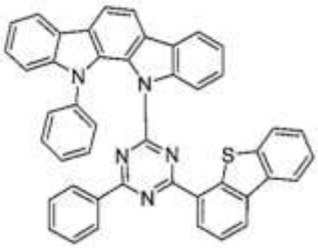


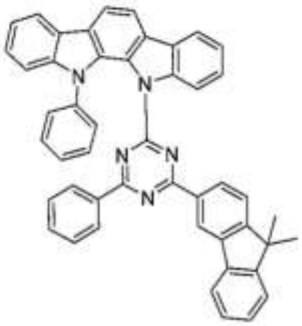
5-8

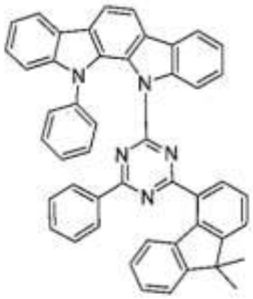


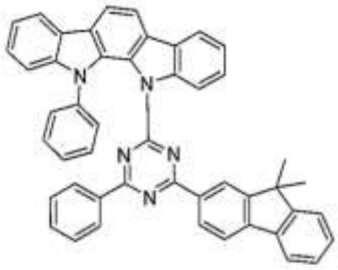
5-11

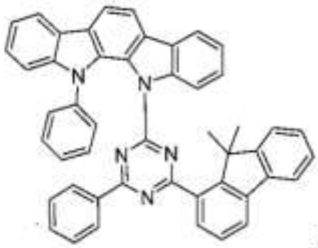
[化 56]

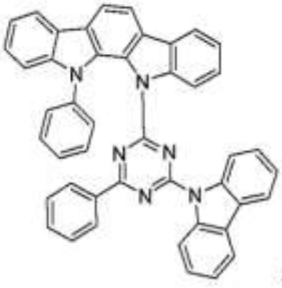

5-12

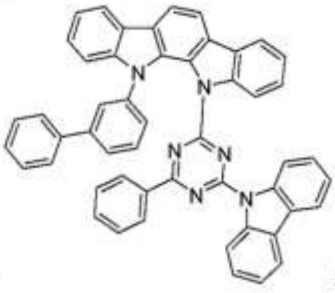

5-13


5-14

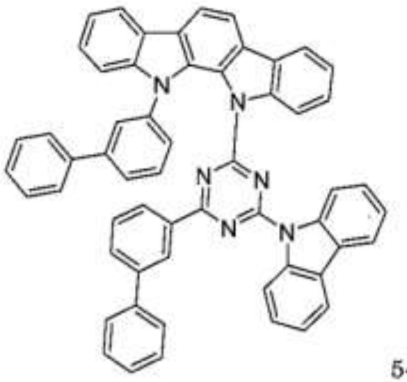

5-15


5-16

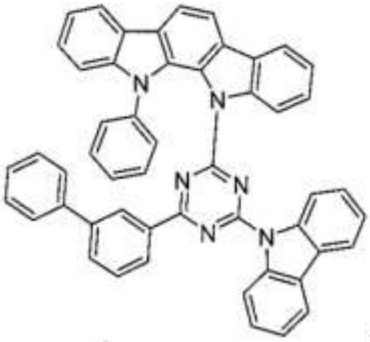

5-17


5-18

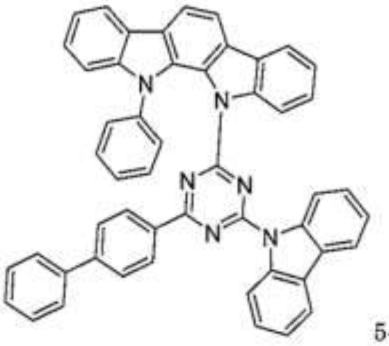
【0109】 [化 57]



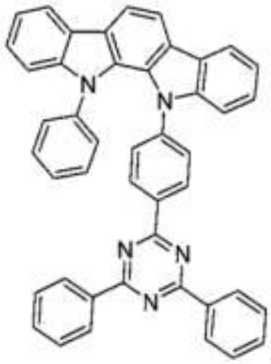
5-19



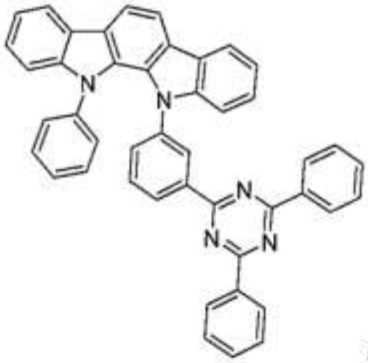
5-20



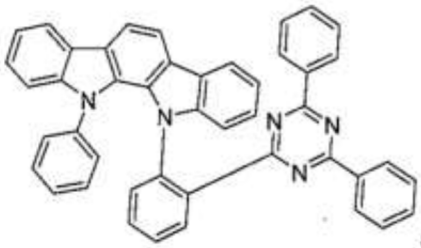
5-21



5-22

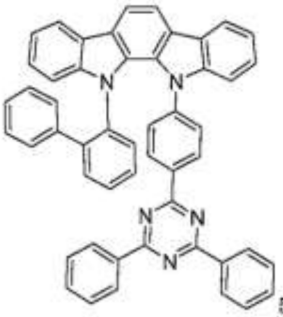


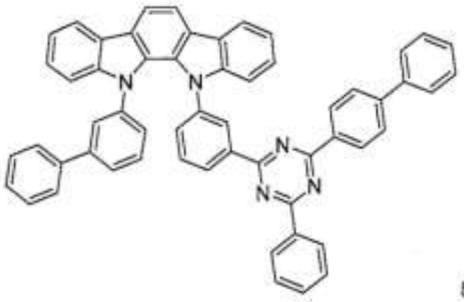
5-23

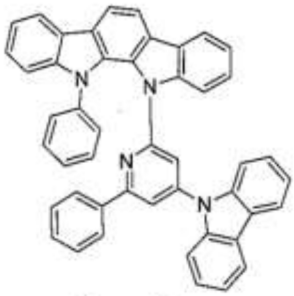


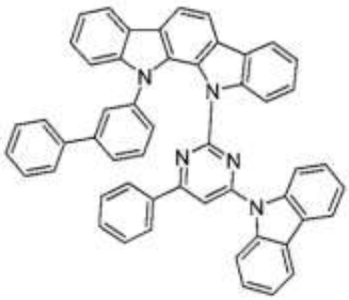
5-24

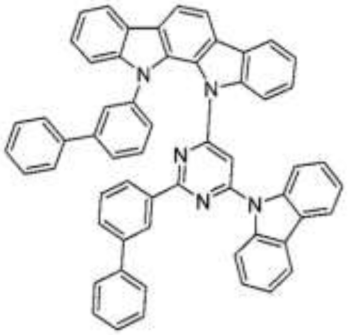
[化 58]

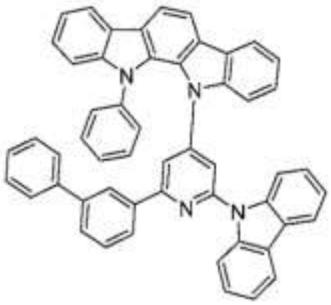

5-25

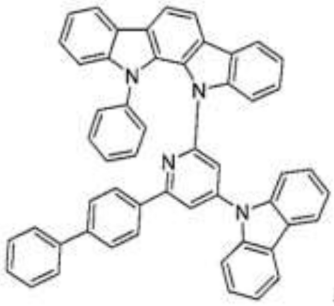

5-26

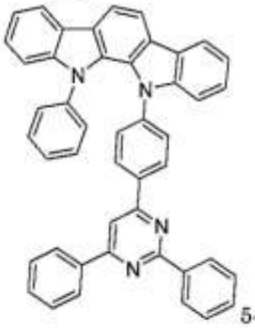

5-27


5-28

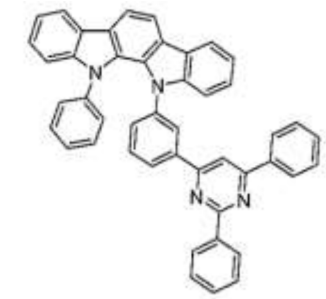

5-29


5-30

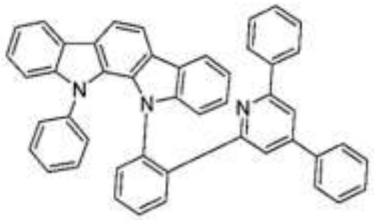

5-31


5-32

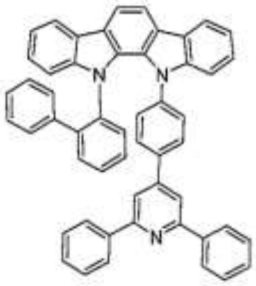
[化 59]



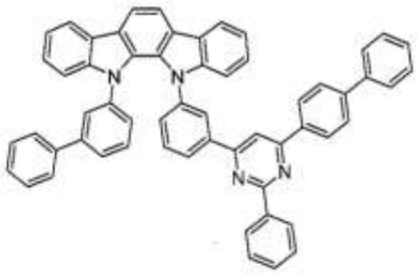
5-33



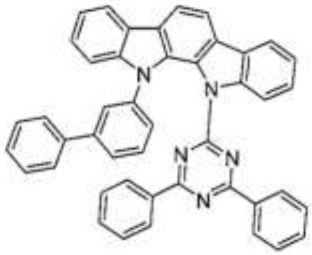
5-34



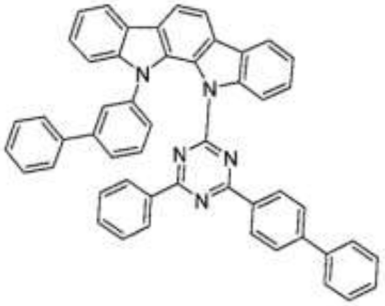
5-35



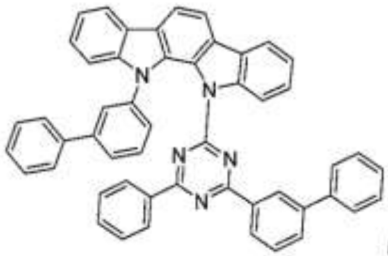
5-36



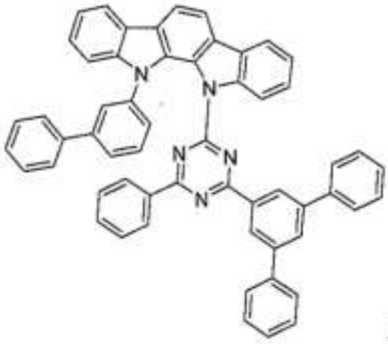
5-37



5-38

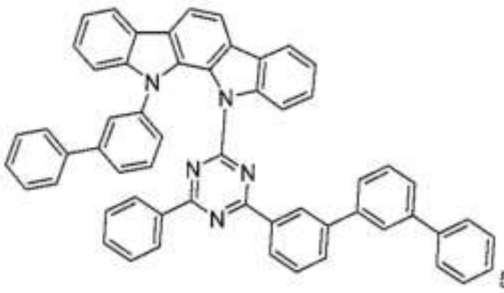


5-39

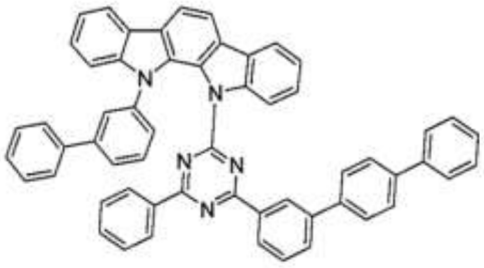


5-40

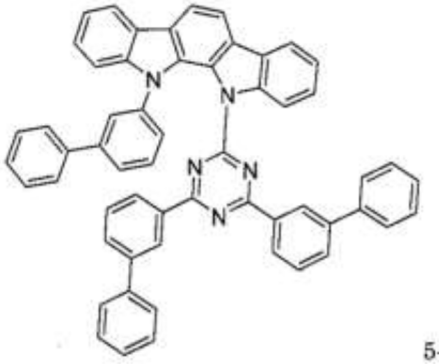
【0110】 [化 60]



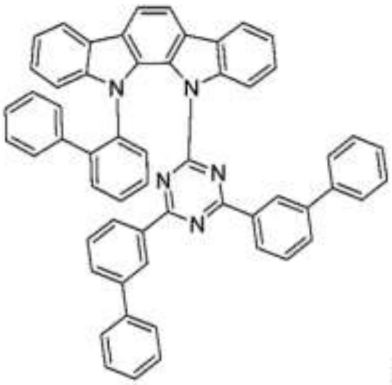
5-41



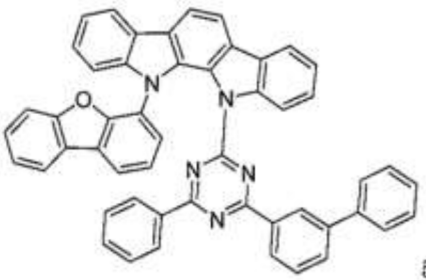
5-42



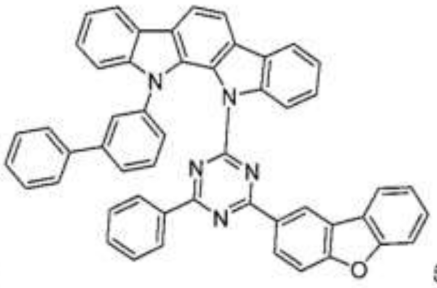
5-43



5-44

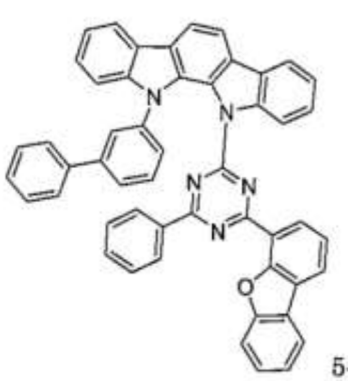


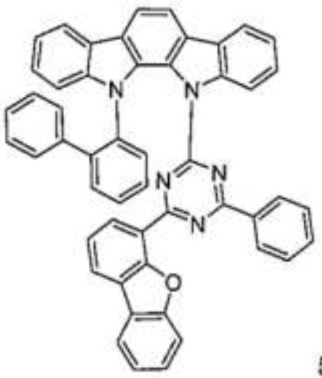
5-45

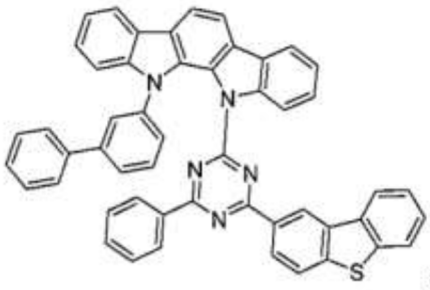


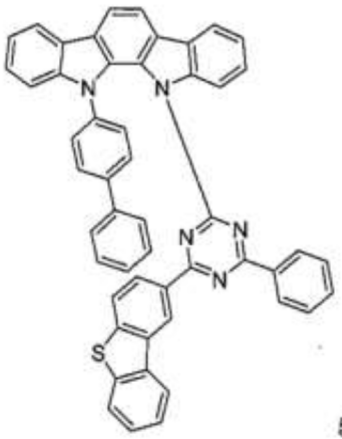
5-46

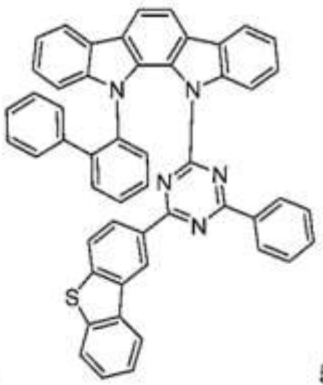
[化 61]

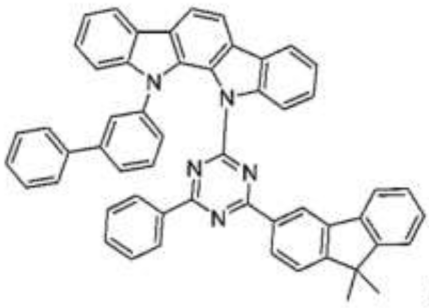

5-47

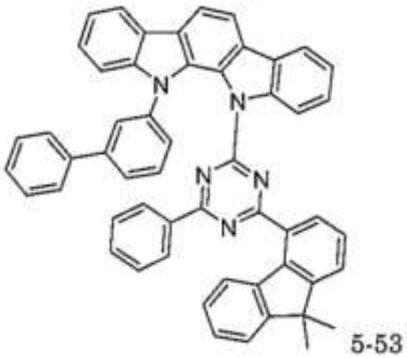

5-48


5-49

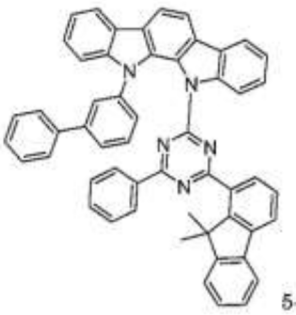

5-50

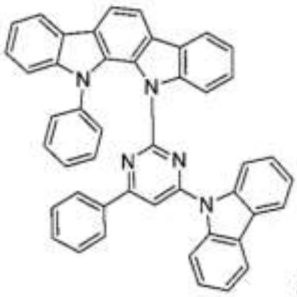

5-51

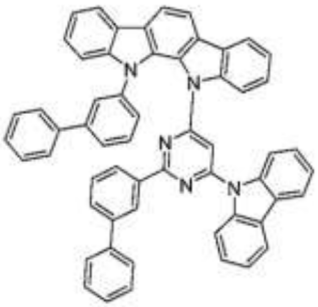

5-52

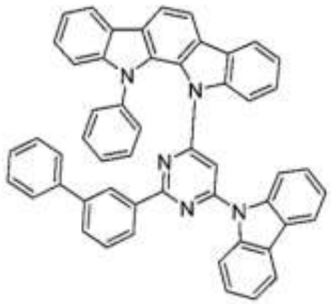

5-53

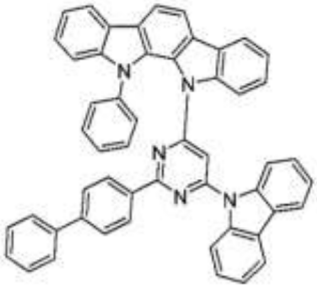
[化 62]

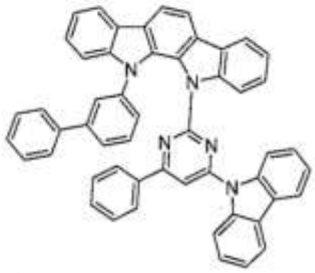

5-54

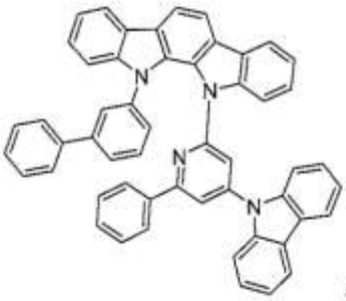

5-55

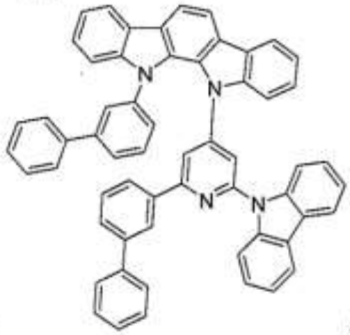

5-56


5-57

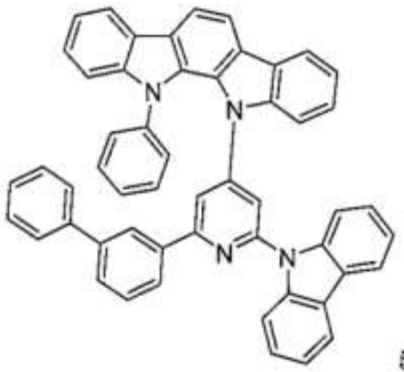

5-58


5-59

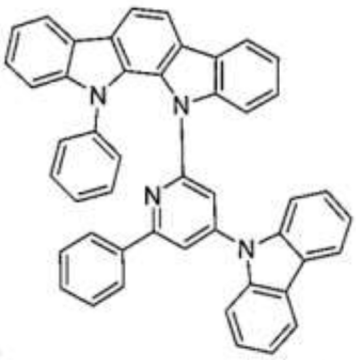

5-60


5-61

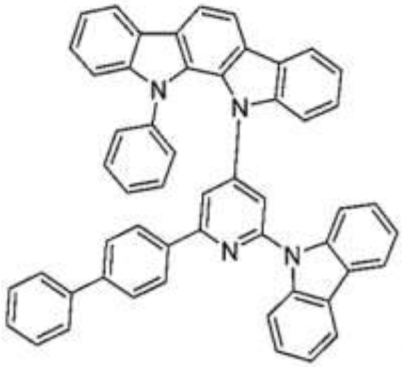
【0111】 [化 63]



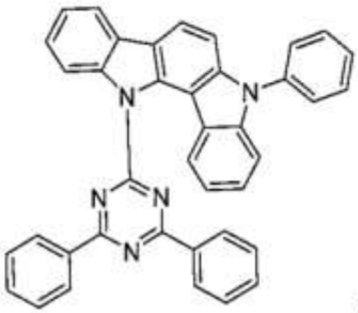
5-62



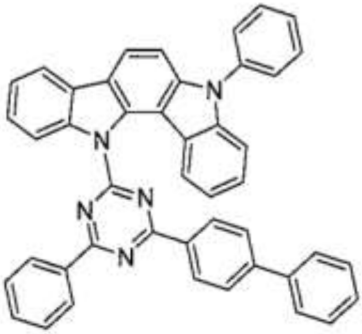
5-63



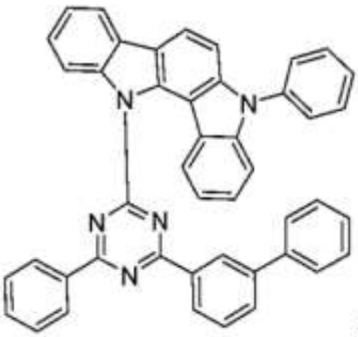
5-64



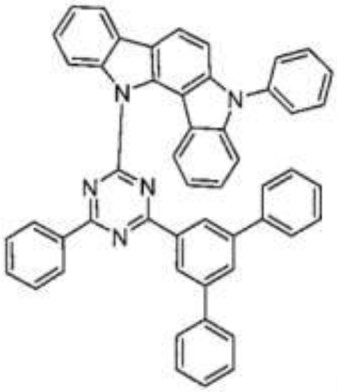
5-65



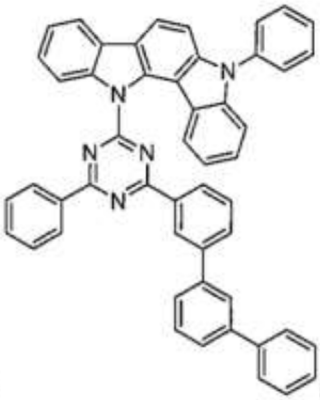
5-66



5-67

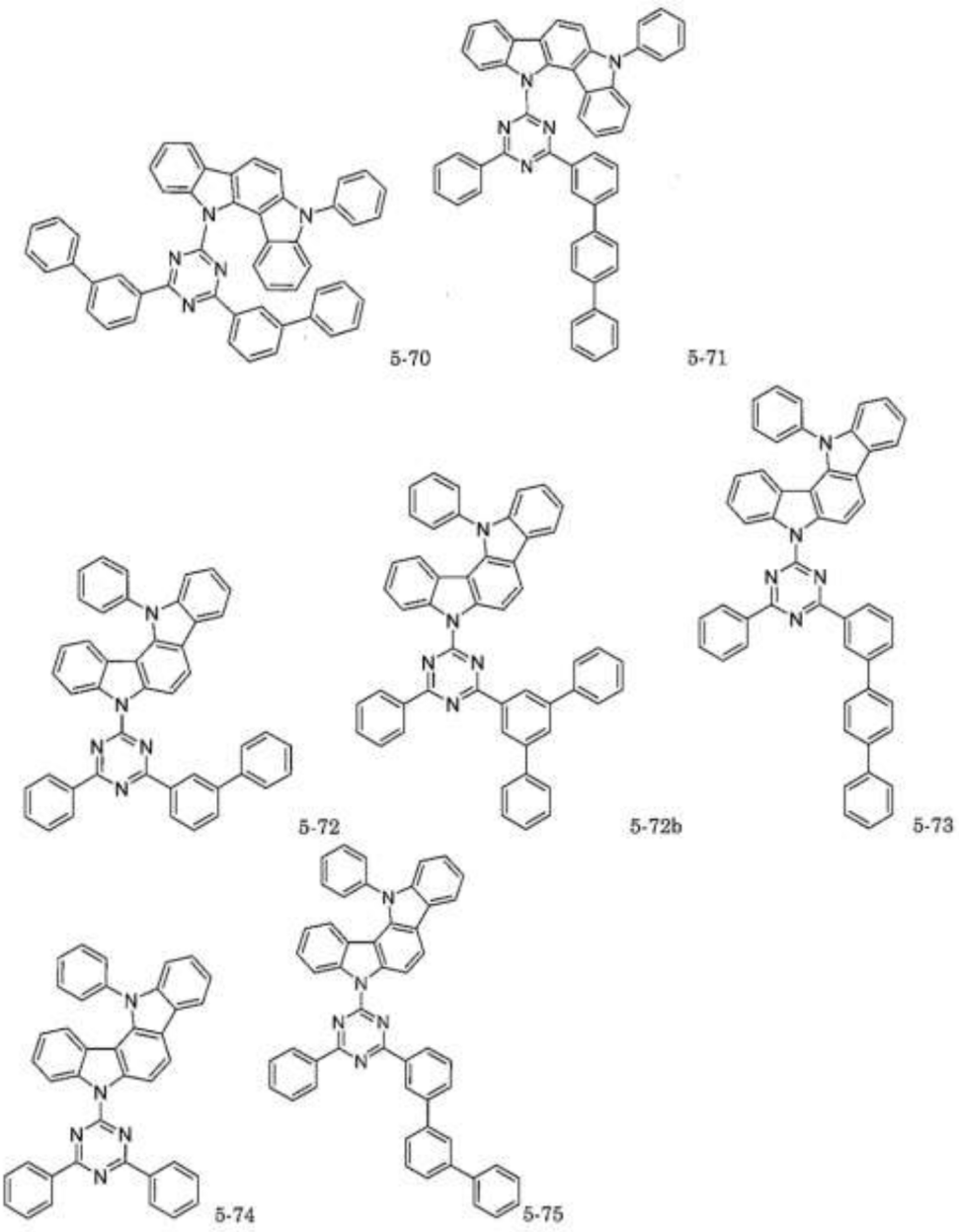


5-68

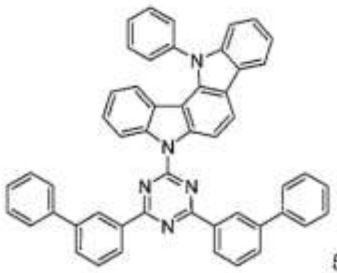


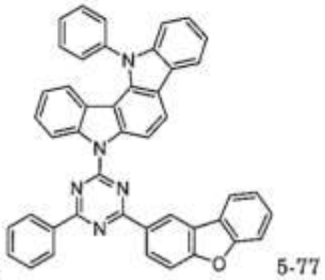
5-69

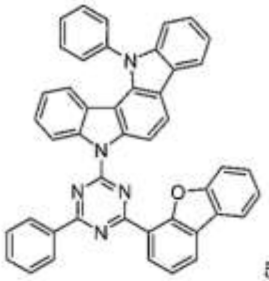
[化 64]

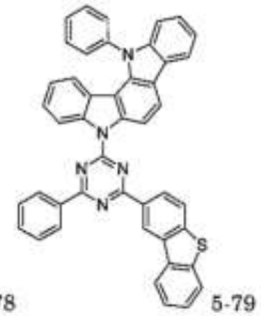


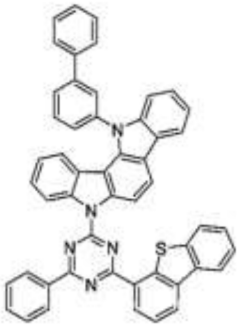
[化 65]

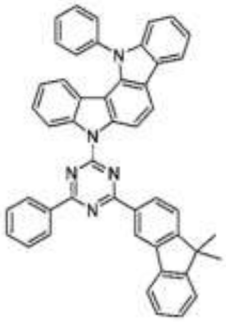

5-76

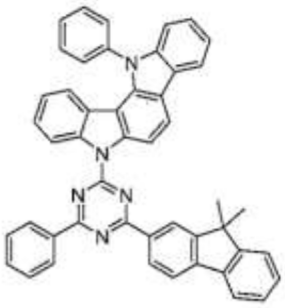

5-77

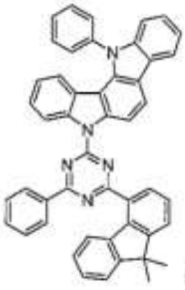

5-78


5-79

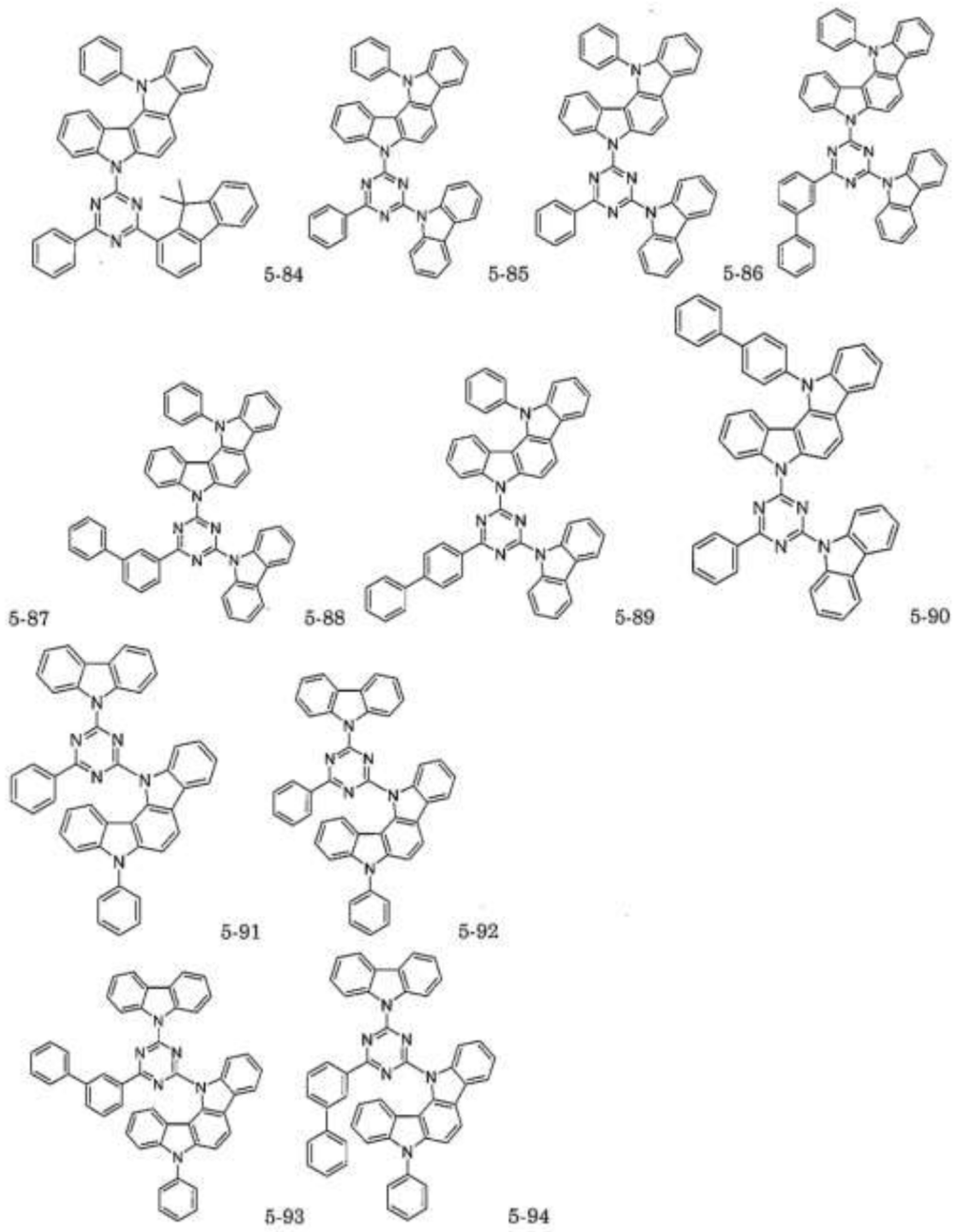

5-80


5-81

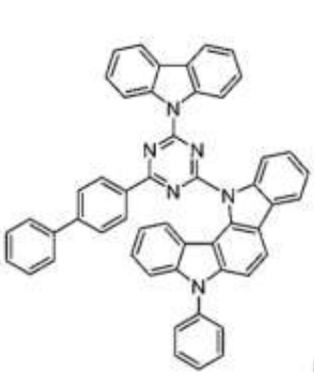

5-82


5-83

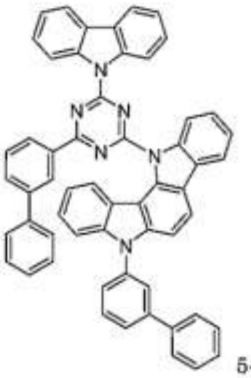
【0112】 [化 66]



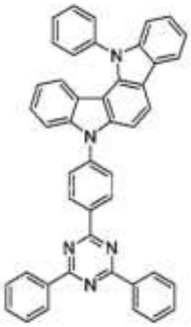
[化 67]



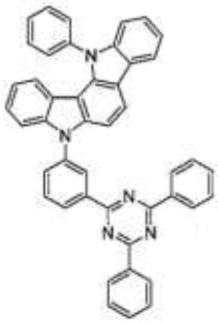
5-95



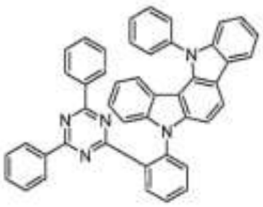
5-96



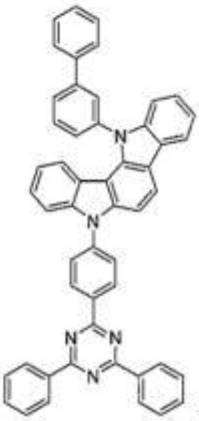
5-97



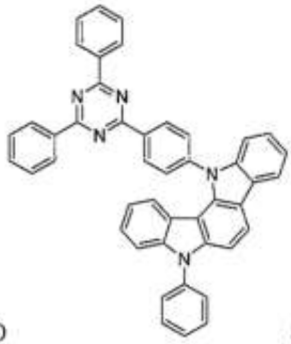
5-98



5-99

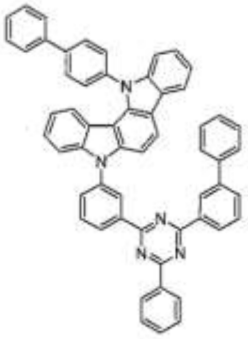


5-100

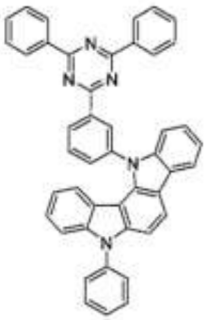


5-101

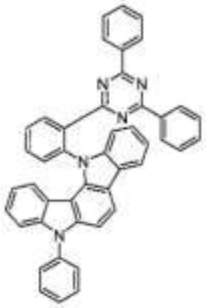
[化 68]



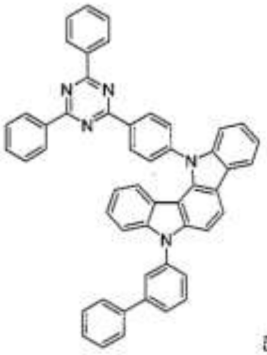
5-102



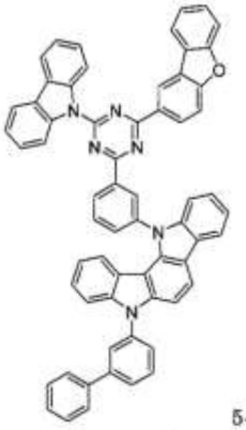
5-103



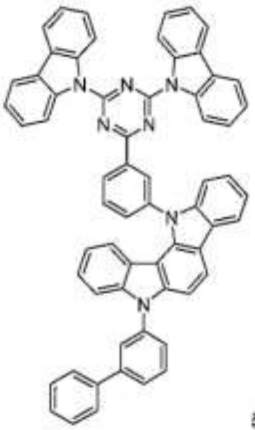
5-104



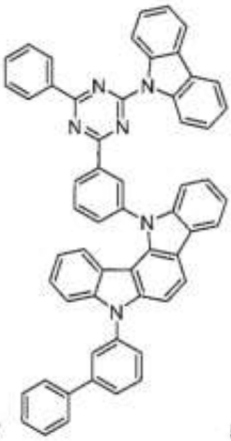
5-105



5-106

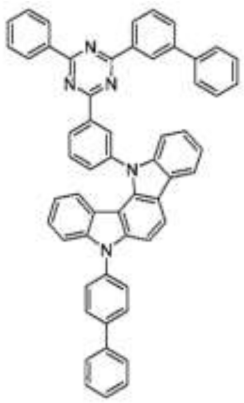


5-107

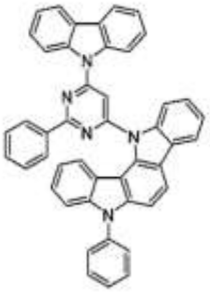


5-108

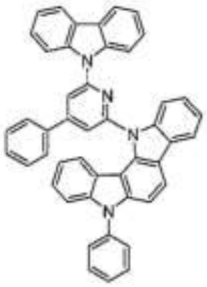
【0113】 [化 69]



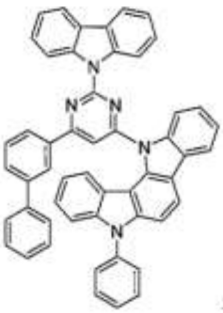
5-109



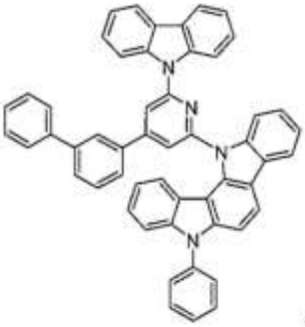
5-110



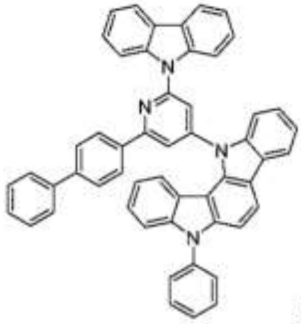
5-111



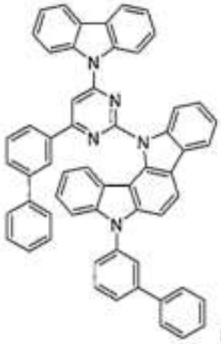
5-112



5-113

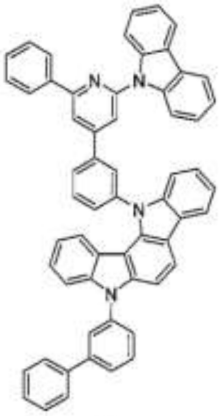


5-114

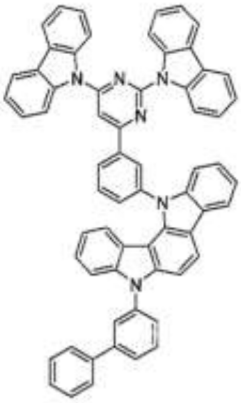


5-115

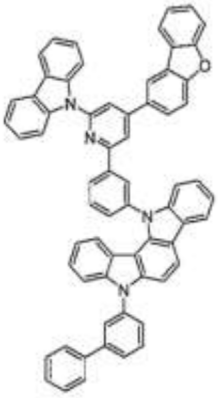
[化 70]



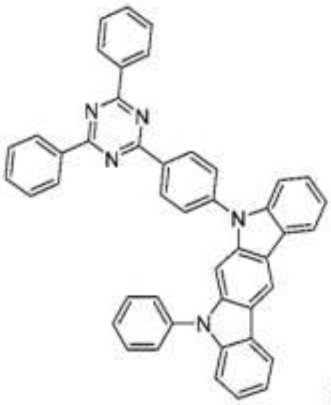
5-116



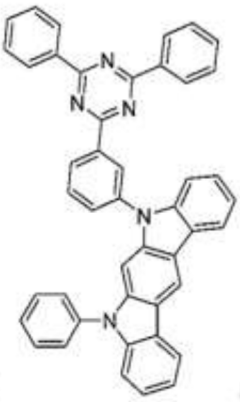
5-117



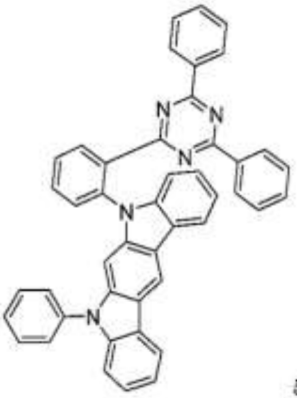
5-118



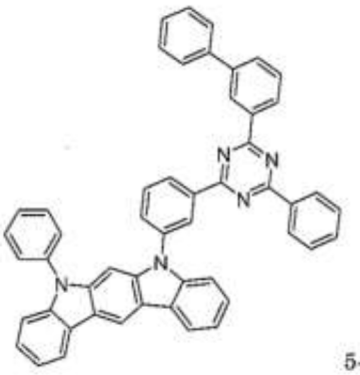
5-119



5-120

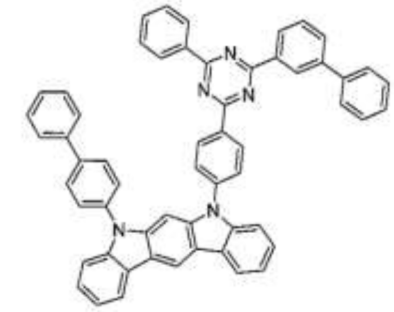


5-121

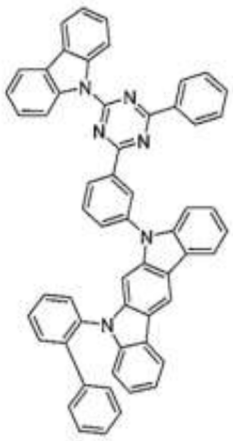


5-122

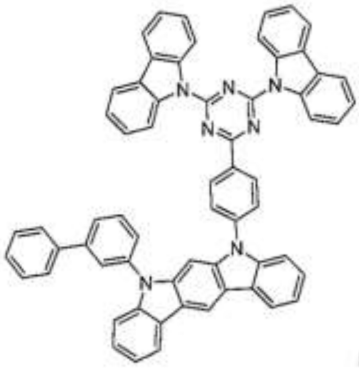
[化 71]



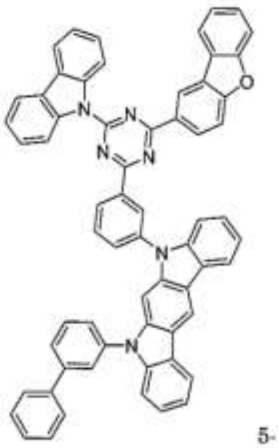
5-123



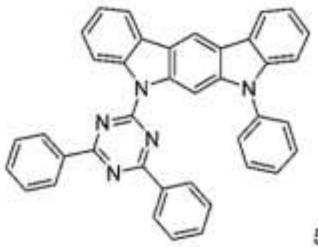
5-124



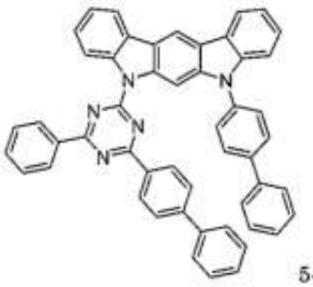
5-125



5-126

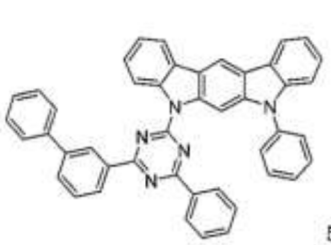


5-127

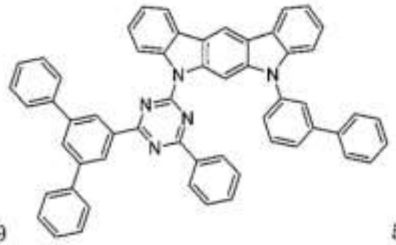


5-128

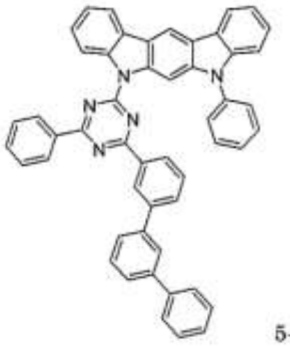
【0114】 [化 72]



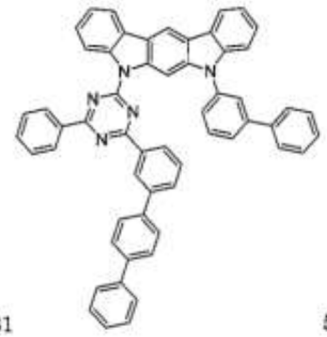
5-129



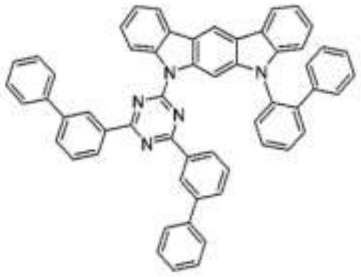
5-130



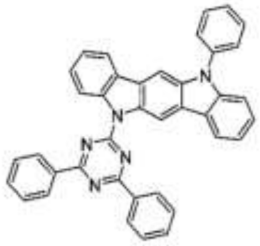
5-131



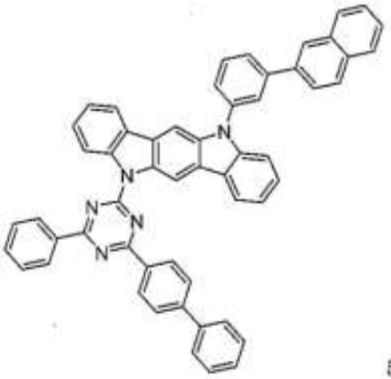
5-132



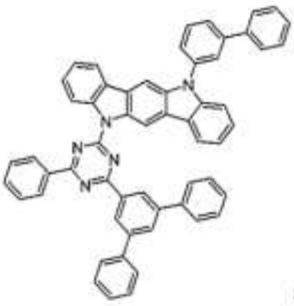
5-133



5-134

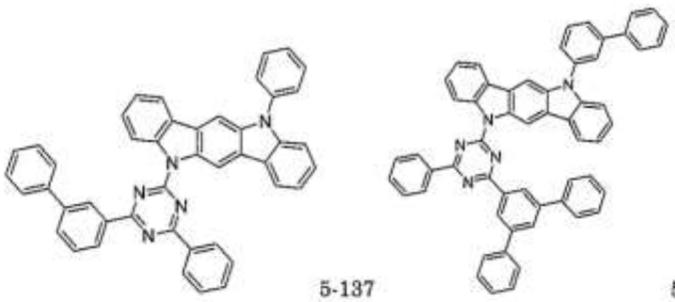


5-135

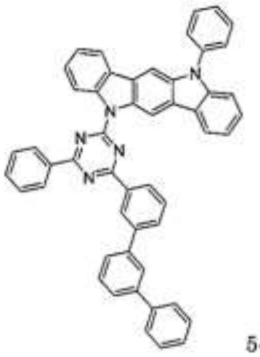


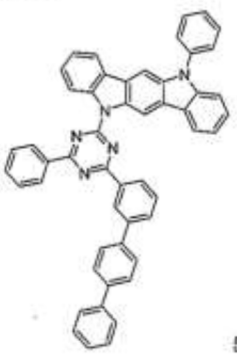
5-136

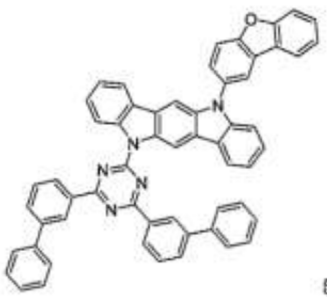
[化 73]

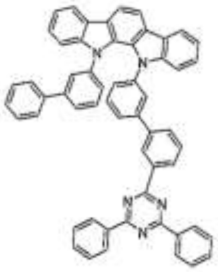

5-137

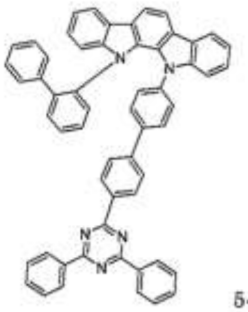
5-138

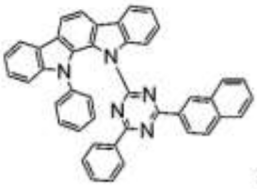

5-139


5-140

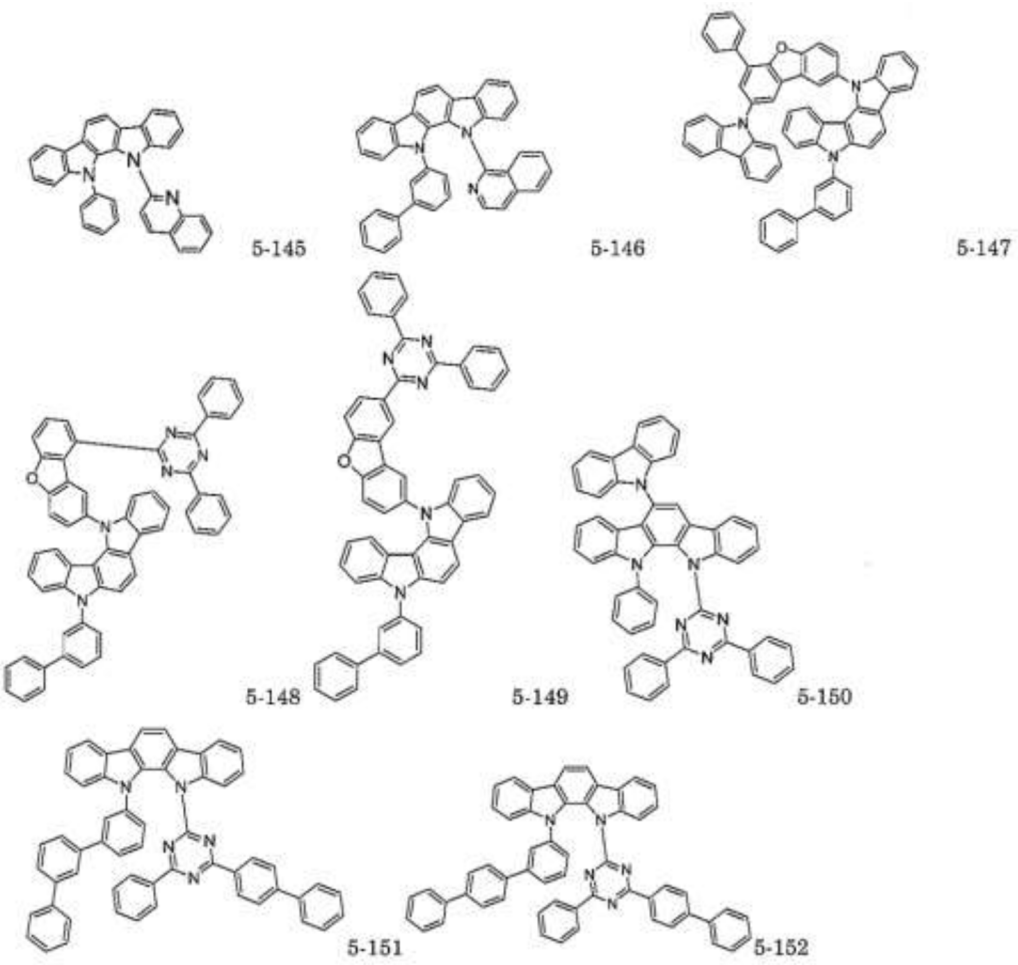

5-141


5-142


5-143


5-144

[化 74]



【0115】 本發明的有機電場發光元件的製造方法是蒸鍍包含所述第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的主體材料組成物、以及發光性摻雜劑材料而形成發光層的方法。

【0116】 本發明的主體材料組成物為用於所述有機電場發光元件的製造方法中的主體材料組成物。主體材料組成物只要包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料即可，視需要亦可包含摻雜劑材料等其他材料。

【0117】 第一主體材料、第二主體材料、第三主體材料、及發光性摻雜劑材料亦可分別自不同的蒸鍍源進行蒸鍍等來使用，較佳

為於蒸鍍前進行預混合而製成主體材料組成物（亦稱為預混合物），並對該預混合物自一個蒸鍍源同時進行蒸鍍而形成發光層。於該情況下，較佳為將主體材料彼此製成預混合物，亦可使發光性摻雜劑材料與主體材料混合，於成為所期望的蒸氣壓的溫度存在大的差的情況下，亦可自其他蒸鍍源進行蒸鍍。

【0118】 作為預混合的方法，理想的是可儘可能地均勻地混合的方法，可列舉粉碎混合、或者於減壓下或氮氣般的惰性氣體環境下進行加熱熔融的方法、或昇華等，但並不限定於該些方法。

【0119】 此處，關於第一主體材料，LUMO 能量為-1.95 eV 以下，是第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料中的 LUMO 能量最小的主體材料。關於第三主體材料，LUMO 能量為-1.94 eV～-1.77 eV，是繼第一主體材料之後 LUMO 能量第二小的材料。關於第二主體材料，LUMO 能量為-1.54 eV 以上，是第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料中的 LUMO 能量最大的主體材料。

【0120】 另外，關於第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的混合比（重量比），相對於第一主體材料、第二主體材料及第三主體材料的合計，第一主體材料的比例超過 1.0 wt%且小於 30 wt%，第三主體材料的比例超過 5.0 wt%且小於 80 wt%。較佳為第一主體材料的比例為 2 wt%～20 wt%，第三主體材料的比例為 10 wt%～70 wt%，更佳為第一主體材料的比例為 5 wt%～20 wt%，第三主體材料的比例為 10 wt%～60 wt%。第二主體材料的比例是自 100 wt%減去第一主體材料及第三主體材料的比例而得

的值，較佳為 19 wt%～80 wt%。

【0121】 另外，較佳為第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的三重態激發（T1）能量均為 2.55 eV 以上。

【0122】 所述 LUMO 能量及 T1 能量可藉由量子化學計算而獲得。本說明書中規定的 LUMO 能量是設為使用分子軌道法程式高斯（Gaussian）03，並利用密度泛函理論（Density Functional Theory，DFT）進行 B3LYP/6-31G*水準的結構最佳化計算而算出的值。

【0123】 接著，一邊參照圖式一邊對本發明的有機 EL 元件的結構進行說明，但本發明的有機 EL 元件的結構並不限定於此。

【0124】 圖 1 是表示本發明中所使用的一般的有機 EL 元件的結構例的剖面圖，1 表示基板、2 表示陽極、3 表示電洞注入層、4 表示電洞傳輸層、5 表示發光層、6 表示電子傳輸層、7 表示陰極。本發明的有機 EL 元件亦可與發光層鄰接而具有激子阻擋層，另外，於發光層與電洞注入層之間亦可具有電子阻擋層。激子阻擋層可插入至發光層的陽極側、陰極側的任一側，亦能夠同時插入至兩側。於本發明的有機 EL 元件中，具有陽極、發光層以及陰極作為必需的層，但除了必需的層以外，亦可具有電洞注入傳輸層、電子注入傳輸層，進而亦可於發光層與電子注入傳輸層之間具有電洞阻擋層。再者，電洞注入傳輸層是指電洞注入層與電洞傳輸層的任一者或兩者，電子注入傳輸層是指電子注入層與電子傳輸層的任一者或兩者。

【0125】 亦能夠為與圖 1 相反的結構，即於基板 1 上依序積層陰極 7、電子傳輸層 6、發光層 5、電洞傳輸層 4、陽極 2，於該情況下，亦能夠視需要對層進行追加、省略。

【0126】 -基板-

本發明的有機 EL 元件較佳為支撐於基板上。該基板並無特別限制，只要為自先前便於有機 EL 元件中所使用者即可，例如可使用包含玻璃、透明塑膠、石英等的基板。

【0127】 -陽極-

作為有機 EL 元件中的陽極材料，可較佳地使用包含功函數（work function）大（4 eV 以上）的金屬、合金、導電性化合物或該些的混合物的材料。作為此種電極材料的具體例，可列舉 Au 等金屬；CuI、氧化銦錫（Indium Tin Oxide，ITO）、SnO_2、ZnO 等導電性透明材料。另外，亦可使用 IDIXO（In_2O_3-ZnO）等非晶質，且能夠製成透明導電膜的材料。陽極可藉由蒸鍍或濺鍍等方法，使該些電極材料形成薄膜，藉由光微影法形成所期望的形狀的圖案，或者於並不很需要圖案精度的情況下（100 μm 以上左右），亦可於所述電極材料的蒸鍍或濺鍍時，介隔所期望的形狀的遮罩來形成圖案。或者於使用有機導電性化合物般的能夠塗佈的物質的情況下，亦可使用印刷方式、塗佈方式等濕式成膜法。於自該陽極取出發光的情況下，理想的是使透過率大於 10%，另外，作為陽極的片電阻較佳為數百 Ω/□以下。膜厚亦取決於材料，通常以 10 nm～1000 nm、較佳為 10 nm～200 nm 的範圍來選擇。

【0128】 -陰極-

另一方面，作為陰極材料，可使用包含功函數小（4 eV 以下）的金屬（電子注入性金屬）、合金、導電性化合物或該些的混合物的材料。作為此種電極材料的具體例，可列舉：鈉、鈉-鉀合金、鎂、鋰、鎂/銅混合物、鎂/銀混合物、鎂/鋁混合物、鎂/銦混合物、鋁/氧化鋁（Al_2O_3）混合物、銦、鋰/鋁混合物、稀土金屬等。該些中，就電子注入性及對於氧化等的耐久性的方面而言，適宜的是電子注入性金屬與作為功函數的值大於其且穩定的金屬的第二金屬的混合物，例如鎂/銀混合物、鎂/鋁混合物、鎂/銦混合物、鋁/氧化鋁混合物、鋰/鋁混合物、鋁等。陰極可藉由如下方式而製作：藉由蒸鍍或濺鍍等方法而使該些陰極材料形成薄膜。另外，作為陰極，片電阻較佳為數百 Ω/□以下，膜厚通常以 10 nm～5 μm、較佳為 50 nm～200 nm 的範圍來選擇。再者，為了使所發出的光透過，若有機 EL 元件的陽極或陰極的任一者為透明或半透明，則發光亮度提高，從而有利。

【0129】 另外，於在陰極以 1 nm～20 nm 的膜厚形成所述金屬後，於其上形成在陽極的說明中所列舉的導電性透明材料，藉此可製作透明或半透明的陰極，藉由應用該方法，可製作陽極與陰極兩者具有透過性的元件。

【0130】 -發光層-

發光層為於藉由分別自陽極及陰極注入的電洞及電子進行再結合而生成激子後，進行發光的層，且於發光層中包含有機發光

性摻雜劑材料與主體材料。

【0131】 主體材料中使用所述第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料。

作為第一主體材料的通式（1）所表示的化合物可使用一種，亦可使用兩種以上。同樣地，作為第二主體材料的通式（2）～通式（4）所表示的咔唑化合物或吲哚並咔唑化合物可使用一種，亦可使用兩種以上。作為第三主體材料的通式（5）所表示的化合物可使用一種，亦可使用兩種以上。

視需要，亦可追加第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料以外的材料。

【0132】 於將多種主體材料或主體材料與摻雜劑預混合而使用的情況下，為了再現性良好地製作具有良好的特性的有機 EL 元件，理想的是該些的 50%重量減少溫度（T_{50}）的差小。50%重量減少溫度是指於氮氣流減壓（1 Pa）下的熱重-示差熱分析（Thermogravimetric-Differential Thermal Analysis，TG-DTA）測定中，以每分鐘 10℃的速度自室溫昇溫至 550℃時，重量減少 50%時的溫度。認為於該溫度附近，最強烈地產生由蒸發或昇華所引起的氣化。

【0133】 預混合物中使用的材料較佳為所述 50%重量減少溫度的差為 15℃以內，更佳為 12℃以內。

【0134】 作為預混合的方法，理想的是可儘可能地均勻地混合的方法，可列舉粉碎混合、或者於減壓下或氮氣般的惰性氣體環境

下進行加熱熔融的方法、或昇華等，但並不限定於該些方法。

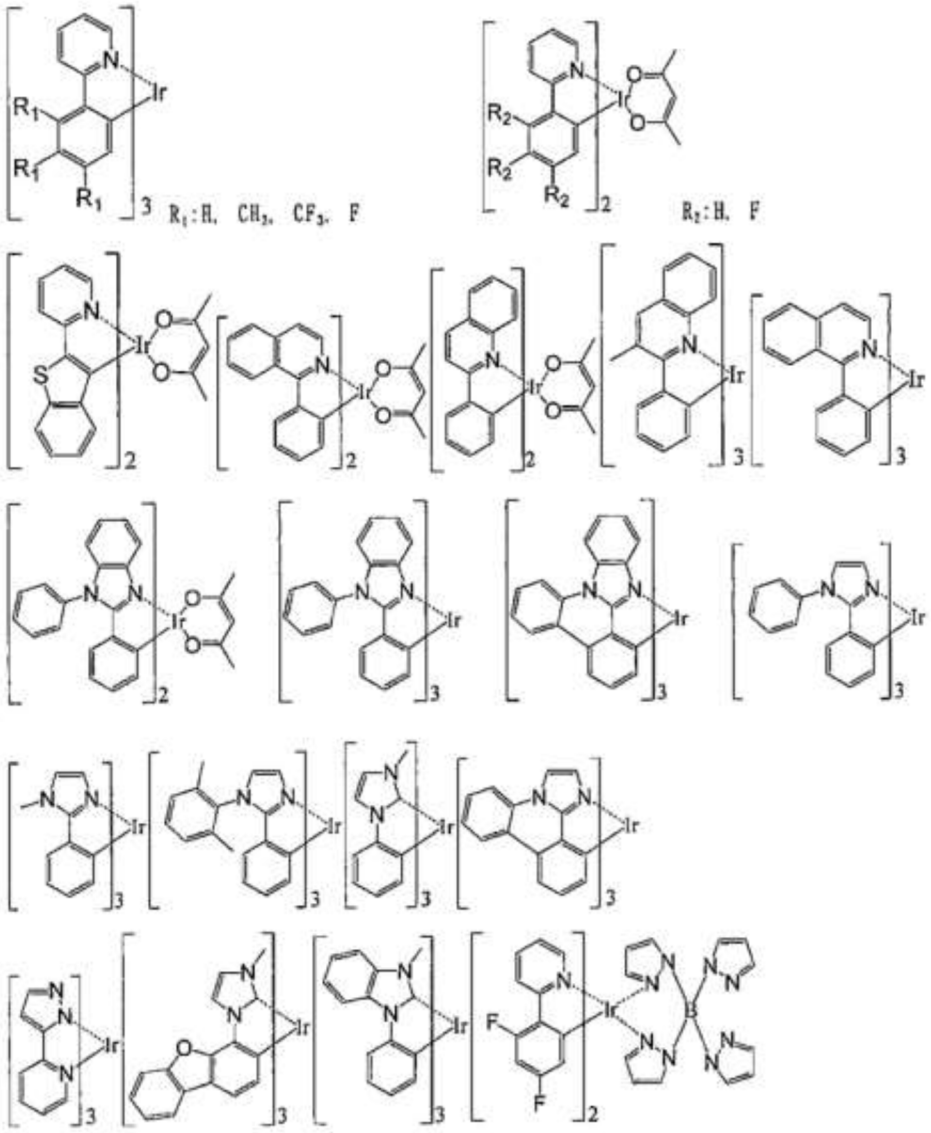
主體、及其預混合物的形態可為粉體、棒狀、或顆粒狀。

【0135】 於使用磷光發光摻雜劑作為發光性摻雜劑材料的情況下，磷光發光摻雜劑可含有有機金屬錯合物，所述有機金屬錯合物包含選自釕、銠、鈀、銀、銥、鋨、銥、鉑及金中的至少一種金屬。具體而言，可適宜地使用於「美國化學會誌（J. Am. Chem. Soc.）」（2001，123，4304）或日本專利特表 2013-530515 號公報中所記載的銥錯合物，但並不限定於該些。

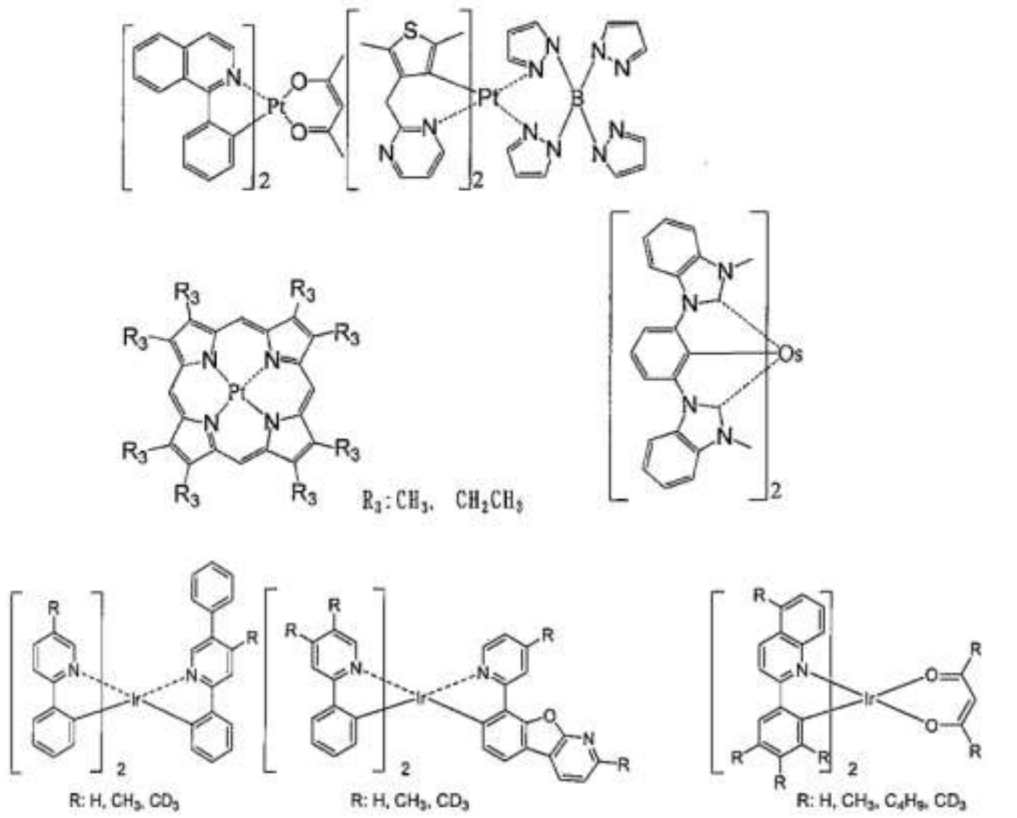
【0136】 磷光發光摻雜劑材料可於發光層中含有僅一種，亦可含有兩種以上。相對於主體材料，磷光發光摻雜劑材料的含量較佳為 0.10 wt%～30 wt%，更佳為 1.0 wt%～20 wt%。

【0137】 磷光發光摻雜劑材料並無特別限定，具體可列舉以下般的例子。

【0138】 [化 75]



[化 76]



【0139】 於使用螢光發光摻雜劑作為發光性摻雜劑材料的情況下，作為螢光發光摻雜劑，並無特別限定，例如可列舉：苯並噁唑衍生物、苯並噻唑衍生物、苯並咪唑衍生物、苯乙烯基苯衍生物、聚苯基衍生物、二苯基丁二烯衍生物、四苯基丁二烯衍生物、萘二甲醯亞胺衍生物、香豆素衍生物、縮合芳香族化合物、紫環酮衍生物、噁二唑衍生物、噁嗪衍生物、醛連氮衍生物、吡咯啶衍生物、環戊二烯衍生物、雙苯乙烯基蒽衍生物、喹吖啶酮衍生物、吡咯並吡啶衍生物、噻二唑並吡啶衍生物、苯乙烯基胺衍生物、二酮基吡咯並吡咯衍生物、芳香族二亞甲基化合物、8-羥基喹啉衍生物的金屬錯合物或吡咯亞甲基衍生物的金屬錯合物、稀土錯合物、過渡金屬錯合物所代表的各種金屬錯合物等，聚噻吩、

聚苯、聚伸苯伸乙烯等聚合物化合物，有機矽烷衍生物等。較佳為可列舉縮合芳香族衍生物、苯乙烯基衍生物、二酮基吡咯並吡咯衍生物、噁嗪衍生物、吡咯亞甲基金屬錯合物、過渡金屬錯合物、或鑭系錯合物，更佳為可列舉萘、芘、1,2-苯並菲、三伸苯、苯並[c]菲、苯並[a]蒽、稠五苯、苝、螢蒽、苊並螢蒽（acenaphthofluoranthene）、二苯並[a,j]蒽、二苯並[a,h]蒽、苯並[a]萘、稠六苯、萘並[2,1-f]異喹啉、α-萘並啡啶、菲並噁唑（phenanthrooxazole）、喹啉並[6,5-f]喹啉、苯並萘並噻吩（benzothiophanthrene）等。該些亦可具有烷基、芳基、芳香族雜環基或二芳基胺基作為取代基。

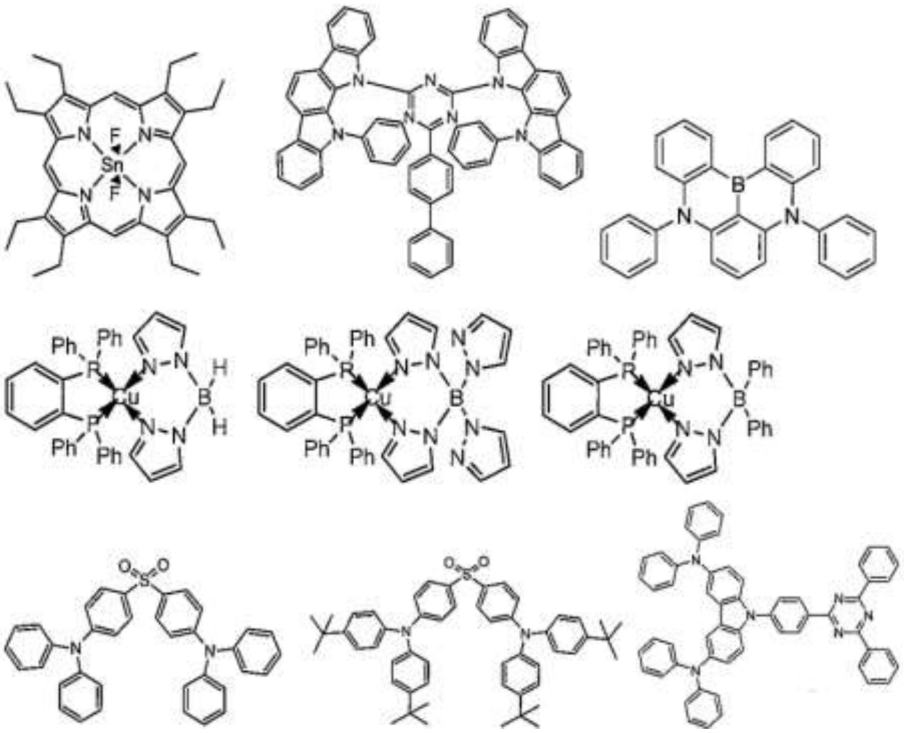
【0140】 螢光發光摻雜劑材料可於發光層中含有僅一種，亦可含有兩種以上。相對於主體材料，螢光發光摻雜劑材料的含量較佳為 0.1%～20%，更佳為 1%～10%。

【0141】 於使用熱活化延遲螢光發光摻雜劑作為發光性摻雜劑材料的情況下，作為熱活化延遲螢光發光摻雜劑，並無特別限定，可列舉錫錯合物或銅錯合物等金屬錯合物、或於 WO2011/070963 號公報中記載的吲哚並咔唑衍生物、於「自然（Nature）」（2012，492，234）中記載的氰基苯衍生物、咔唑衍生物、於「自然光子學（Nature Photonics）」（2014，8，326）中記載的吩嗪衍生物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、碸衍生物、啡噁嗪衍生物、吖啶衍生物等。

【0142】 熱活化延遲螢光發光摻雜劑材料並無特別限定，具體可

列舉以下般的例子。

【0143】 [化 77]



【0144】 熱活化延遲螢光發光摻雜劑材料可於發光層中含有僅一種，亦可含有兩種以上。另外，熱活化延遲螢光發光摻雜劑亦可與磷光發光摻雜劑或螢光發光摻雜劑混合而使用。相對於主體材料，熱活化延遲螢光發光摻雜劑材料的含量較佳為 0.10%～50%，更佳為 1.0%～30%。

【0145】 -注入層-

注入層是為了降低驅動電壓或提高發光亮度而設置於電極與有機層間的層，有電洞注入層與電子注入層，可存在於陽極與發光層或電洞傳輸層之間、及陰極與發光層或電子傳輸層之間。注

入層可視需要而設置。

【0146】 -電洞阻擋層-

關於電洞阻擋層，廣義而言，具有電子傳輸層的功能，包含具有傳輸電子的功能且傳輸電洞的能力明顯小的電洞阻擋材料，可藉由傳輸電子且阻擋電洞而提高發光層中的電子與電洞的再結合概率。

【0147】 於電洞阻擋層中，亦可使用公知的電洞阻擋層材料。

【0148】 -電子阻擋層-

關於電子阻擋層，廣義而言，具有電洞傳輸層的功能，可藉由傳輸電洞且阻擋電子而提高發光層中的電子與電洞再結合的概率。

【0149】 作為電子阻擋層的材料，可使用公知的電子阻擋層材料，另外，視需要可使用後述的電洞傳輸層的材料。電子阻擋層的膜厚較佳為 3 nm～100 nm，更佳為 5 nm～30 nm。

【0150】 -激子阻擋層-

激子阻擋層為用於阻擋因在發光層內電洞與電子再結合而生成的激子擴散至電荷傳輸層的層，藉由插入本層而能夠將激子有效率地封入發光層內，可使元件的發光效率提高。激子阻擋層可於兩個以上的發光層鄰接的元件中，插入至鄰接的兩個發光層之間。

【0151】 作為激子阻擋層的材料，可使用公知的激子阻擋層材料。例如可列舉 1,3-二咔唑基苯（mCP）、或雙(2-甲基-8-羥基喹

啉)-4-苯基苯酚鋁(III)（BAlq）。

【0152】 -電洞傳輸層-

電洞傳輸層包含具有傳輸電洞的功能的電洞傳輸材料，電洞傳輸層可設置單層或多層。

【0153】 電洞傳輸材料為具有電洞的注入或傳輸、電子的障壁性的任一者的材料，可為有機物、無機物的任一者。於電洞傳輸層中，可自先前公知的化合物中選擇任意者而使用。作為所述電洞傳輸材料，例如可列舉卟啉衍生物、芳基胺衍生物、三唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、聚芳基烷烴衍生物、吡唑啉衍生物及吡唑酮衍生物、苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、胺基取代查耳酮衍生物、噁唑衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、芴酮衍生物、腙（hydrazone）衍生物、芪衍生物、矽氮烷衍生物、苯胺系共聚物、以及導電性高分子寡聚物、特別是噻吩寡聚物等，較佳為使用卟啉衍生物、芳基胺衍生物及苯乙烯基胺衍生物，更佳為使用芳基胺衍生物。

【0154】 -電子傳輸層-

電子傳輸層包含具有傳輸電子的功能的材料，電子傳輸層可設置單層或多層。

【0155】 作為電子傳輸材料（亦存在兼作電洞阻擋材料的情況），只要具有將自陰極注入的電子傳達至發光層的功能即可。電子傳輸層可自先前公知的化合物中選擇任意者而使用，例如可列舉萘、蒽、啡啉等多環芳香族衍生物、三(8-羥基喹啉)鋁(III)衍生

物、氧化膦衍生物、硝基取代芴衍生物、二苯基醌衍生物、二氧化噻喃衍生物、碳二醯亞胺、亞芴基甲烷衍生物、蒽醌二甲烷及蒽酮衍生物、聯吡啶衍生物、喹啉衍生物、噁二唑衍生物、苯並咪唑衍生物、苯並噻唑衍生物、吲哚並咔唑衍生物等。進而，亦可使用將該些材料導入至高分子鏈或將該些材料作為高分子的主鏈的高分子材料。

[實施例]

【0156】 以下，藉由實施例對本發明更詳細地進行說明，但本發明並不限定於該些實施例，只要不超出其主旨，則能夠以各種形態來實施。

調配比及濃度中的%為 wt%。

【0157】 實施例 1

關於作為第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料而使用的化合物，使用分子軌道法程式高斯（Gaussian）03，並利用密度泛函理論（DFT），進行 B3LYP/6-31G*水準的結構最佳化計算，算出 LUMO 能量、T1 能量。將結果示於表 1 中。

另外，將比較例中所使用的化合物的 LUMO 能量、T1 能量示於表 1 中。

【0158】 [表 1]

化合物	LUMO（eV）	T1（eV）
1-326	-2.01	2.68
1-327	-1.98	2.70
1-217	-2.00	2.66
1-6	-1.98	2.75
3-21	-0.94	2.97
3-33	-0.96	2.96
4-69	-1.32	3.16
2-3	-0.98	3.01
2-51	-1.26	2.65
2-2	-0.98	3.01
2-43	-0.99	3.00
5-2	-1.93	2.73
5-3	-1.88	2.81
5-38	-1.92	2.73
5-151	-1.93	2.73
5-152	-1.93	2.73
A	-2.02	2.38
B	-1.20	3.01
C	-2.15	2.49

【0159】 實施例 2

於形成有膜厚 110 nm 的包含 ITO 的陽極的玻璃基板上，藉由真空蒸鍍法以真空度 4.0×10^{-5} Pa 來積層各薄膜。首先，於 ITO 上，將 HAT-CN 形成為 25 nm 的厚度作為電洞注入層，接著，將 NPD 形成為 30 nm 的厚度作為電洞傳輸層。接著，將 HT-1 形成為 10 nm 的厚度作為電子阻擋層。接著，自分別不同的蒸鍍源共蒸鍍作為第一主體材料的化合物 1-326、作為第二主體材料的化合物 3-21、作為第三主體材料的 5-2、作為發光摻雜劑的 $Ir(ppy)_3$，將發光層形成為 40 nm 的厚度。此時，於 $Ir(ppy)_3$ 的濃度成為 10%、

主體材料的濃度成為 90%（第一主體材料、第二主體材料及第三主體材料的比率為 5%：70%：25%）的蒸鍍條件下進行共蒸鍍。接著，將 ET-1 形成為 20 nm 的厚度作為電子傳輸層。進而，於電子傳輸層上，將 LiF 形成為 1 nm 的厚度作為電子注入層。最後，於電子注入層上，將 Al 形成為 70 nm 的厚度作為陰極，從而製作有機 EL 元件。

【0160】 實施例 3～實施例 17

除了將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料、以及第一主體材料、第二主體材料及第三主體材料的比例如表 2 所示般進行設置以外，與實施例 2 同樣地製作有機 EL 元件。

【0161】 將實施例 2～實施例 17 中所製作的有機 EL 元件的亮度、驅動電壓、發光效率、壽命特性示於表 2 中。於表中，亮度、驅動電壓、發光效率為驅動電流 20 mA/cm^2 時的值，為初始特性。LT70 為於初始亮度 9000 cd/m^2 時亮度衰減至初始亮度的 70%所需的時間，表示壽命特性。以下的表亦同樣如此。

於第一主體、第二主體、及第三主體欄中，括號內的數字為調配比例。

【0162】 [表 2]

實施例	第一主體	第二主體	第三主體	亮度（cd/m^2）	電壓（V）	電力效率（lm/W）	LT70（h）
2	1-326（5%）	3-21（70%）	5-2（25%）	11,830	4.4	42.1	3,270
3	1-326（10%）	3-21（70%）	5-2（20%）	11,520	4.3	41.9	3,300
4	1-326（20%）	3-21（70%）	5-2（10%）	11,510	4.1	43.9	3,250
5	1-326（10%）	3-21（80%）	5-2（10%）	12,330	4.3	40.1	3,460
6	1-326（10%）	3-33（70%）	5-3（20%）	12,140	4.4	43.2	3,220
7	1-327（10%）	4-69（70%）	5-2（20%）	11,830	4.6	40.2	3,560
8	1-327（20%）	4-69（70%）	5-2（10%）	11,840	4.4	42.1	3,500
9	1-217（10%）	2-3（70%）	5-3（20%）	12,330	4.4	43.9	3,720
10	1-217（20%）	2-3（70%）	5-3（10%）	12,350	4.2	46.0	3,700
11	1-327（10%）	2-51（70%）	5-3（20%）	12,160	4.4	43.3	3,040
12	1-6（10%）	2-3（70%）	5-38（20%）	11,970	4.2	44.6	4,040
13	1-6（10%）	2-3（80%）	5-38（10%）	11,830	4.4	42.1	4,070
14	1-6（10%）	2-3（70%）	5-151（20%）	11,330	4.6	38.5	3,520
15	1-327（10%）	2-2（70%）	5-38（20%）	11,470	4.4	40.8	4,020
16	1-6（10%）	2-43（70%）	5-152（20%）	11,220	4.4	39.3	3,380
17	1-6（3%）	2-43（70%）	5-152（27%）	11,340	4.6	38.6	3,520

【0163】 實施例 18

測定作為第一主體材料、第二主體材料、第三主體材料而使

用的化合物的 50%重量減少溫度（T_{50}）。將結果記載於表 3 中。

【0164】 [表 3]

化合物	T_{50}[℃]
1-6	312
2-3	315
5-151	312
2-2	279
5-38	278
2-43	316
5-152	311
1-327	273

【0165】 實施例 19

量取第一主體材料 1-6（0.10 g）、第二主體材料 2-3（0.70 g）、第三主體材料 5-151（0.20 g），利用研缽一邊搗碎一邊進行混合，藉此製備預混合物 H1。

於形成有膜厚 110 nm 的包含 ITO 的陽極的玻璃基板上，藉由真空蒸鍍法以真空度 4.0×10^{-5} Pa 來積層各薄膜。首先，於 ITO 上，將 HAT-CN 形成為 25 nm 的厚度作為電洞注入層，接著，將 NPD 形成為 30 nm 的厚度作為電洞傳輸層。接著，將 HT-1 形成為 10 nm 的厚度作為電子阻擋層。接著，自分別不同的蒸鍍源共蒸鍍預混合物 H1 與作為發光摻雜劑的 $Ir(ppy)_3$，將發光層形成為 40 nm 的厚度。此時，於 $Ir(ppy)_3$ 的濃度成為 10%、主體材料的濃度成為 90%的蒸鍍條件下進行共蒸鍍。接著，將 ET-1 形成為 20 nm 的厚度作為電子傳輸層。進而，於電子傳輸層上，將 LiF 形成為 1 nm

的厚度作為電子注入層。最後，於電子注入層上，將 Al 形成為 70 nm 的厚度作為陰極，從而製作有機 EL 元件。

【0166】 實施例 20～實施例 23

除了將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的種類、及調配比例如表 4 所示般進行設置以外，與實施例 19 同樣地製備預混合物 H2～預混合物 H5。

除了使用預混合物 H2～預混合物 H5 以外，與實施例 19 同樣地製作有機 EL 元件。

【0167】 [表 4]

預混合物	第一主體	第二主體	第三主體
H1	1-6 （10%）	2-3 （70%）	5-151 （20%）
H2	1-6 （20%）	2-3 （70%）	5-151 （10%）
H3	1-327 （10%）	2-2 （70%）	5-38 （20%）
H4	1-327 （20%）	2-2 （70%）	5-38 （10%）
H5	1-6 （10%）	2-43 （70%）	5-152 （20%）

【0168】 將實施例 19～實施例 23 中所製作的有機 EL 元件的評價結果示於表 5 中。

【0169】 [表 5]

實施例	預混合物	亮度（cd/m^2）	電壓（V）	電力效率（lm/W）	LT70（h）
19	H1	11,300	4.4	40.2	3,790
20	H2	11,230	4.2	41.8	3,850
21	H3	11,480	4.2	42.8	4,050
22	H4	11,450	4.0	44.8	4,040
23	H5	11,280	4.3	41.1	3,830

【0170】 比較例 1～比較例 5

除了將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的種類與調配比例如表 6 所示般進行設置以外，與實施例 2 同樣地製作有機 EL 元件。

將所製作的有機 EL 元件的評價結果示於表 6 中。

【0171】 [表 6]

比較例	第一主體	第二主體	第三主體	亮度（cd/m^2）	電壓（V）	電力效率（lm/W）	LT70（h）
1	-	3-33（70%）	5-3（30%）	11,070	4.9	35.4	3,210
2	-	2-43（70%）	5-152（30%）	11,150	4.9	35.6	3,460
3	1-6（30%）	2-3（70%）	-	10,900	4.0	42.6	2,450
4	A（10%）	B（70%）	C（20%）	530	4.3	1.9	2,150
5	-	2-3（70%）	5-2（10%） 5-151（20%）	11,200	5.0	35.1	3,580

【0172】 比較例 7～比較例 8

除了將主體材料的種類、及調配比例如表 7 所示般進行設置以外，與實施例 19 同樣地製備預混合物 H6～預混合物 H7。

【0173】 [表 7]

預混合物	第二主體	第三主體
H6	2-3 （70%）	5-151 （30%）
H7	2-3 （70%）	5-152 （10%） 5-151 （20%）

【0174】 除了使用該預混合物 H6～預混合物 H7 以外，與實施例 19 同樣地進行而製作有機 EL 元件。

將所製作的有機 EL 元件的評價結果示於表 8 中。

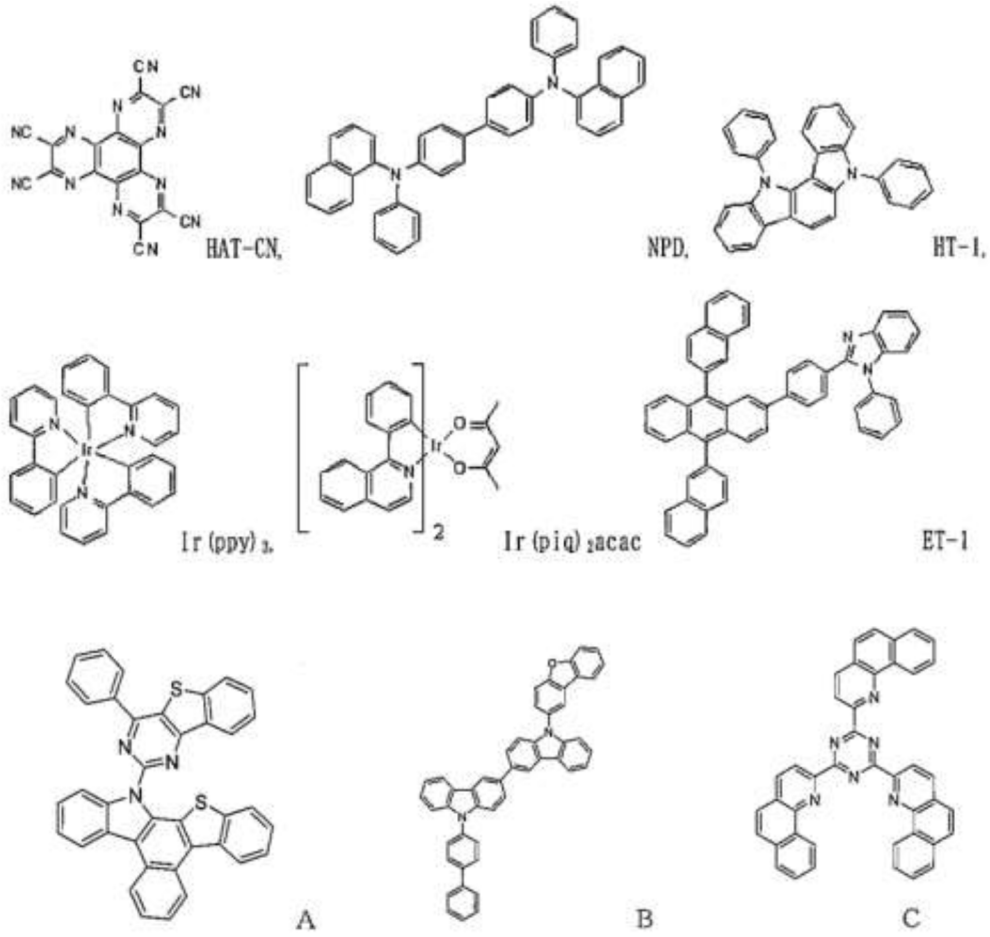
【0175】 [表 8]

比較例	預混合物	亮度 （cd/m^2）	電壓 （V）	電力效率 （lm/W）	LT70 （h）
8	H6	11,230	4.9	35.9	3,600
9	H7	11,250	4.9	35.9	3,550

【0176】 根據所述內容得知，實施例顯示出與比較例為同等程度以上的壽命特性，同時改善了驅動電壓、電力效率。即，本發明實現了以良好的水準兼具壽命特性、驅動電壓、電力效率的各特性的有機電場發光元件。

【0177】 以下示出實施例、及比較例中所使用的化合物。

[化 78]



【符號說明】

【0178】

1:基板

2:陽極

3:電洞注入層

4:電洞傳輸層

5:發光層

6:電子傳輸層

7:陰極

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種有機電場發光元件，其於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層，所述有機電場發光元件的特徵在於：至少一個發光層含有包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的主體材料以及發光性摻雜劑材料，第一主體材料的最低未佔用分子軌域能量為-1.95 eV 以下，於將第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的最低未佔用分子軌域能量分別設為 LM1、LM2 及 LM3 時，滿足 LM2≧LM3≧LM1。

【請求項2】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中所述第二主體材料的最低未佔用分子軌域能量為-1.54 eV 以上。

【請求項3】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中所述第三主體材料的最低未佔用分子軌域能量為-1.94 eV～-1.77 eV。

【請求項4】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的三重態激發（T1）能量為 2.55 eV 以上。

【請求項5】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層，所述有機電場發光元件中，至少一個發光層含有第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料、以及發光性摻雜劑材料，所述發光層中所含的至少三種材料是由一個蒸鍍源蒸鍍。

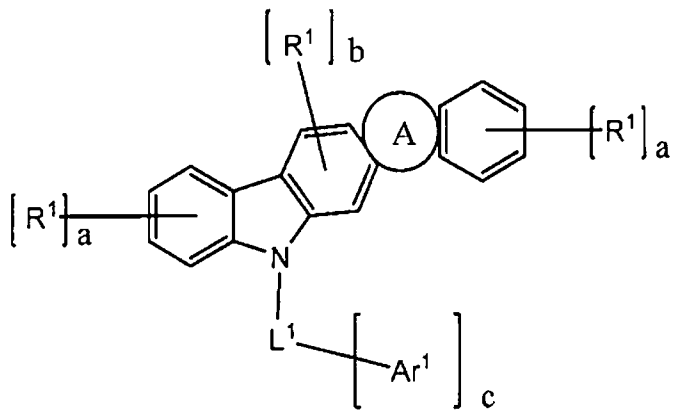
【請求項6】 如請求項 5 所述的有機電場發光元件，其中所述第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料是由一個蒸鍍源蒸

鍍。

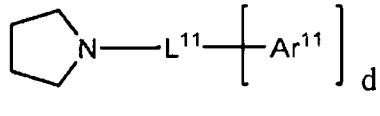
【請求項7】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中發光性摻雜劑材料為包含熱活化延遲螢光材料的螢光發光材料。

【請求項8】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中發光性摻雜劑材料為磷光發光材料。

【請求項9】 如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中第一主體材料為下述通式（1）所表示的化合物，



（1）



（1a）

此處，環 A 為式（1a）所表示的雜環，環 A 與所鄰接的環於任意位置縮合，

R^1 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經

取代或未經取代的連結芳香族基，

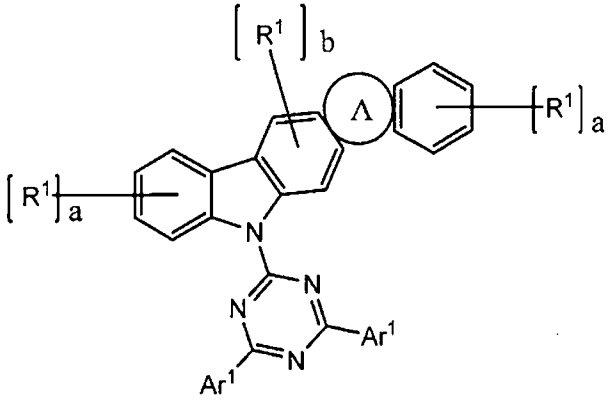
a、c 及 d 各自獨立地表示 0～4 的整數，b 表示 0～2 的整數，

L^1 及 L^{11} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，至少一者為所述芳香族雜環基；

Ar^1 及 Ar^{11} 分別獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【請求項10】 如請求項 9 所述的有機電場發光元件，其中 L^1 及 L^{11} 的至少一者為經取代或未經取代的含氮六員環基、或者包含含氮六員環的經取代或未經取代的縮環芳香族雜環基。

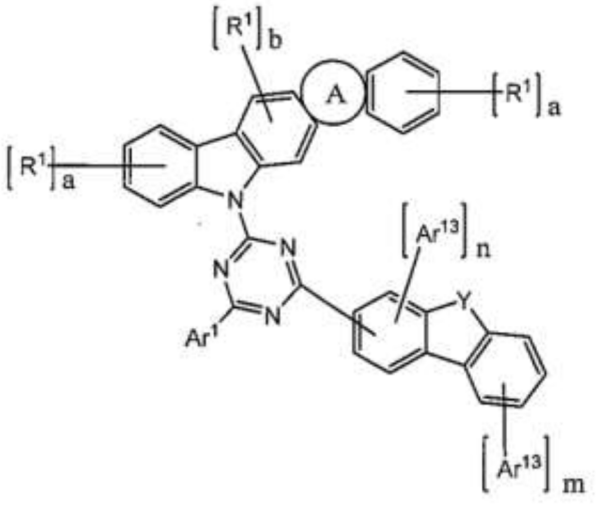
【請求項11】 如請求項 9 所述的有機電場發光元件，其中通式（1）為下述式（11），



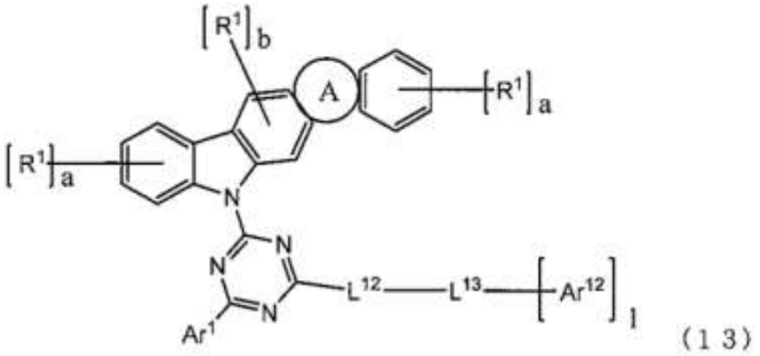
（11）

此處，R^1、環 A、Ar^1、a、及 b 與通式（1）為相同含義。

【請求項12】 如請求項 11 所述的有機電場發光元件，其中第一主體材料為下述式（12）或式（13）所表示的化合物，



（12）



（13）

此處，R^1、環 A、Ar^1、a 及 b 與通式（1）為相同含義，

Y 表示 O、S、NAr^{14}、或 $CAr^{15}Ar^{16}$，

Ar^{13}、Ar^{14}、Ar^{15}、及 Ar^{16} 分別獨立地表示碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

m 表示 0～4 的整數，n 表示 0～3 的整數，l 表示 0～4 的整

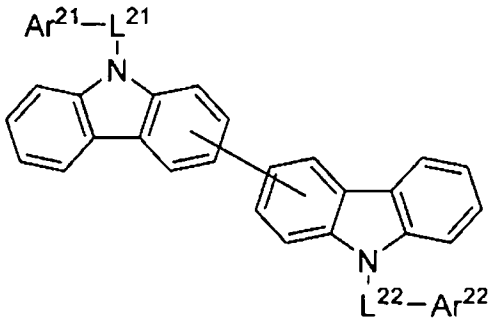
數；

L^{12} 表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基，

L^{13} 表示含氮六員環基，

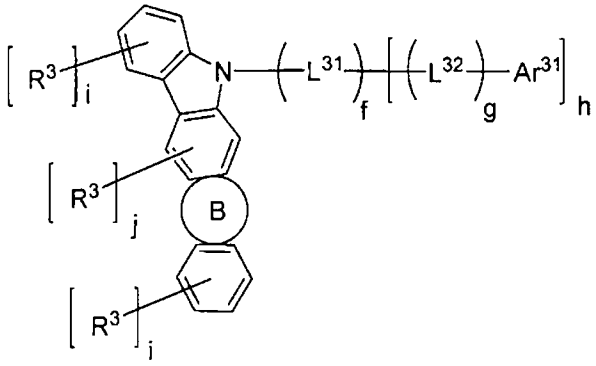
Ar^{12} 獨立地表示經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【請求項13】　如請求項 1 所述的有機電場發光元件，其中第二主體材料為下述通式（2）、通式（3）、或通式（4）所表示的化合物，

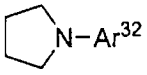


（2）

此處，Ar^{21} 及 Ar^{22} 獨立地表示氫、重氫、經取代或未經取代的碳數 6～14 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基；L^{21} 及 L^{22} 獨立地表示直接鍵結、或伸苯基；



（3）



（3a）

此處，環 B 為式（3a）所表示的雜環，環 B 與所鄰接的環於任意位置縮合，

R^3 獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

L^{31} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，

L^{32} 獨立地為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基，

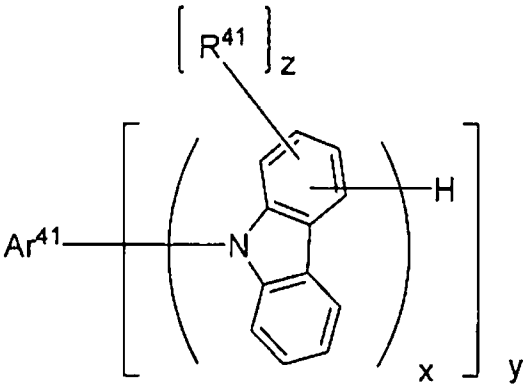
Ar^{31} 為經取代或未經取代的碳數 6～10 的芳香族烴基、經取代或未經取代的咔唑基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

Ar^{32} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取

代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

i 表示 0～4 的整數，j 表示 0～2 的整數，

f 為重複數，表示 1～3 的整數，g 為重複數，獨立地表示 0～3 的整數，h 為取代數，表示 0～7 的整數；



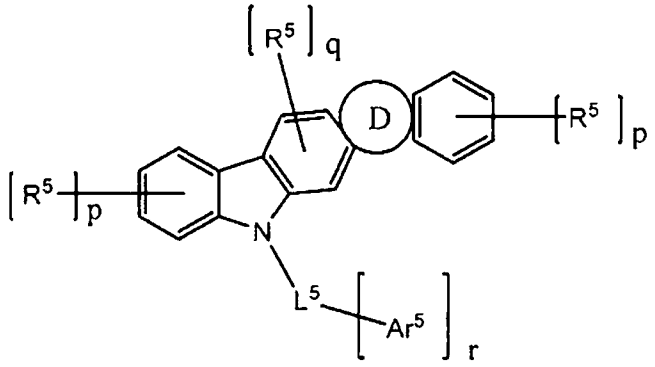
(4)

此處，Ar^{41} 為經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～5 個連結而成的連結芳香族基；於 Ar^{41} 具有氫原子的情況下，所述氫原子亦可經重氫取代；

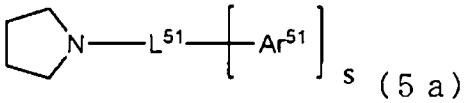
R^{41} 分別獨立地為重氫、碳數 1～10 的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數 6～30 的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基，其中並非為咔唑基；

x 為重複數，獨立地表示 1～4 的整數，至少一個 x 為 2～4 的整數；y 為取代數，表示 1～4 的整數；於 x 及 y 為 2 以上的情況下，式中的多個咔唑基可相同亦可不同；z 為 0～3 的整數。

【請求項14】 如請求項1所述的有機電場發光元件，其中第三主體材料為通式（5）所表示的化合物，



（5）



（5a）

此處，環D為式（5a）所表示的雜環，環D與所鄰接的環於任意位置縮合，

R^5 獨立地為重氫、碳數1～10的脂肪族烴基、經取代或未經取代的碳數6～30的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數3～17的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的2個～5個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基，

p、r及s獨立地表示0～4的整數，q表示0～2的整數，

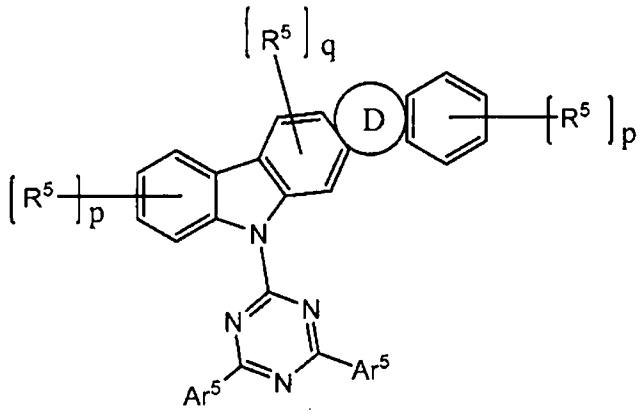
L^5 及 L^{51} 為經取代或未經取代的碳數6～30的芳香族烴基、或者經取代或未經取代的碳數3～17的芳香族雜環基，至少一者為所述芳香族雜環基；

Ar^5 及 Ar^{51} 分別獨立地表示經取代或未經取代的碳數6～30

的芳香族烴基、經取代或未經取代的碳數 3～17 的芳香族雜環基、或者該些的芳香族環的 2 個～7 個連結而成的經取代或未經取代的連結芳香族基。

【請求項15】 如請求項 14 所述的有機電場發光元件，其中 L^5 及 L^{51} 的至少一者為經取代或未經取代的含氮六員環、或者包含含氮六員環的縮環芳香族雜環基。

【請求項16】 如請求項 14 所述的有機電場發光元件，其中第三主體材料為下述式（51）所表示的化合物，



（51）

此處，R^5、D、Ar^5、p、及 q 與通式（5）為相同含義。

【請求項17】 如請求項 1 至請求項 16 中任一項所述的有機電場發光元件，其中相對於第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料的合計，第一主體材料的比例超過 1.0 wt%且小於 30 wt%，第三主體材料的比例超過 5.0 wt%且小於 80 wt%。

【請求項18】 一種有機電場發光元件的製造方法，其特徵在於：在製造於相向的陽極與陰極之間包含一個以上的發光層且至

少一個發光層包含主體材料、以及發光性摻雜劑材料的有機電場發光元件時，蒸鍍主體材料組成物、與發光性摻雜劑材料而形成發光層，所述主體材料組成物中，所述主體材料包含第一主體材料、第二主體材料、及第三主體材料，且第一主體材料的最低未佔用分子軌域能量為-1.95 eV 以下。

【請求項19】　一種主體材料組成物，其用於如請求項 18 所述的有機電場發光元件的製造方法中。