



(21)申請案號：110101480

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 01 月 14 日

(51)Int. Cl. :

C07F5/02 (2006.01)

C09K11/06 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

G02F1/13357(2006.01)

F21S2/00 (2016.01)

F21Y115/10 (2016.01)

(30)優先權：2020/01/24 日本

2020-009636

(71)申請人：日商東麗股份有限公司(日本) TORAY INDUSTRIES, INC. (JP)

日本

(72)發明人：星野秀堯 HOSHINO, HIDETAKA (JP)；長尾和真 NAGAO, KAZUMASA (JP)

(74)代理人：葉璟宗；鄭婷文；詹富閔

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：0 共 103 頁

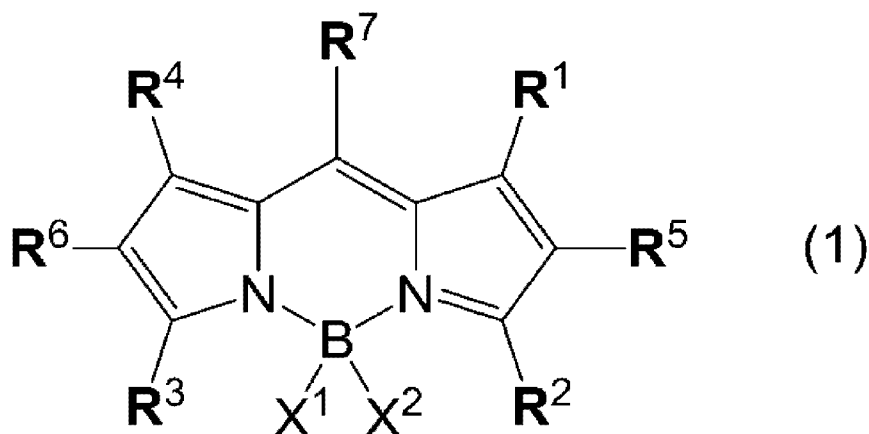
(54)名稱

吡咯亞甲基硼錯合物、含有其的發光元件、顯示裝置及照明裝置

(57)摘要

本發明藉由通式(1)所表示的吡咯亞甲基硼錯合物而提供螢光量子產率高、發光光譜尖銳的發光材料以及發光效率、顏色純度及耐久性高的發光元件。

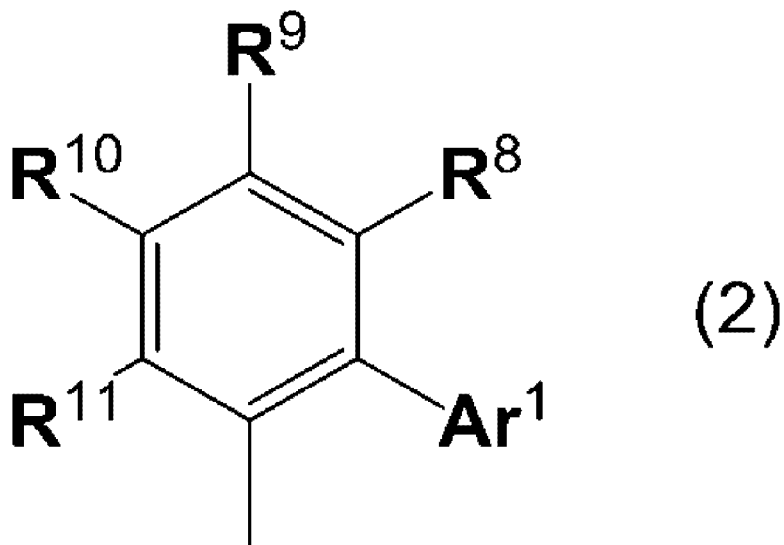
[化 1]



(R¹ ~ R⁶ 分別獨立地選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、胺基、矽烷基、矽氧烷基及氧硼基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。其中，R¹ ~ R⁴ 中的至少一個為氫原子或烷基。

X¹ 及 X² 分別獨立地選自由烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素及氰基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。R⁷ 是由下述通式(2)所表示)

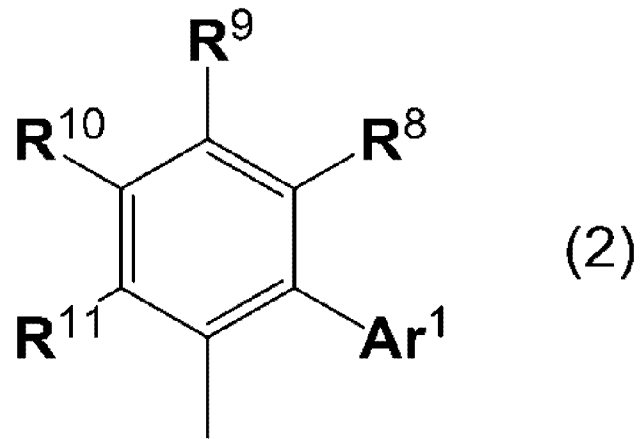
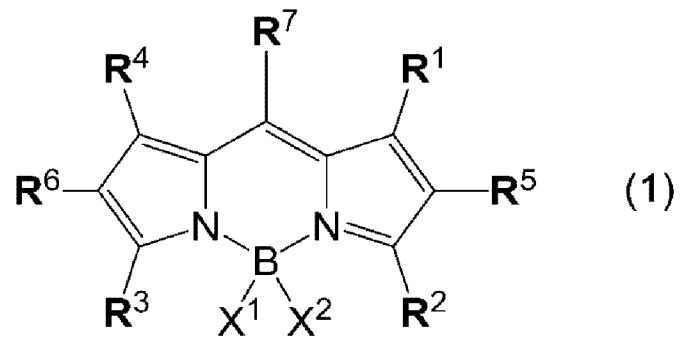
[化 2]



(2)

(R⁸ ~ R¹⁰ 分別獨立地選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯基、醯胺基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基及氧化磷基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。R¹¹ 選自由烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯基、醯胺基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基及氧化磷基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。Ar¹ 為經取代或未經取代的芳基、或者經取代或未經取代的雜芳基)

特徵化學式：





202128719

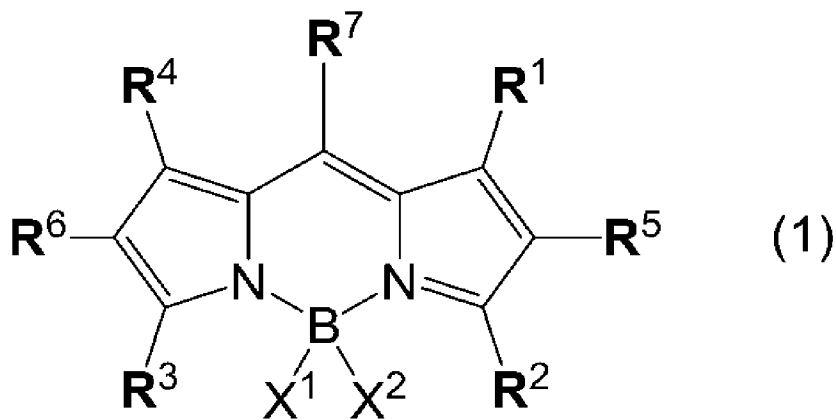
【發明摘要】

【中文發明名稱】吡咯亞甲基硼錯合物、含有其的發光元件、顯示裝置及照明裝置

【中文】

本發明藉由通式(1)所表示的吡咯亞甲基硼錯合物而提供發光量子產率高、發光光譜尖銳的發光材料以及發光效率、顏色純度及耐久性高的發光元件。

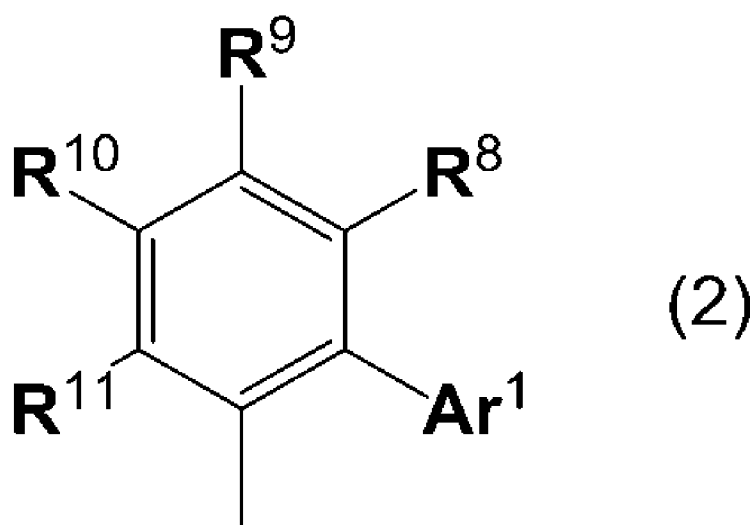
[化 1]



($R^1 \sim R^6$ 分別獨立地選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、胺基、矽烷基、矽氧烷基及氧硼基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。其中， $R^1 \sim R^4$ 中的至少一個為氫原子或烷基。 X^1 及 X^2 分別獨立地選自由烷

基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素及氰基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。 R^7 是由下述通式 (2) 所表示)

[化 2]



($R^8 \sim R^{10}$ 分別獨立地選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯基、醯胺基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基及氧化磷基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。 R^{11} 選自由烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯

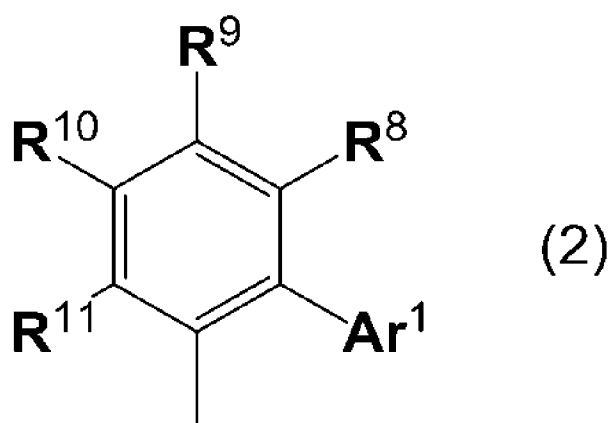
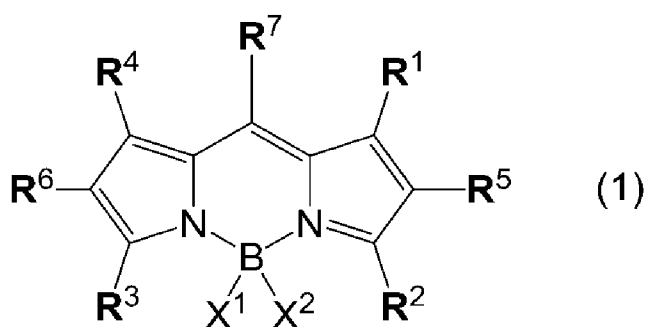
基、醯胺基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基及氧化磷基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。 Ar^1 為經取代或未經取代的芳基、或者經取代或未經取代的雜芳基)

【指定代表圖】無。

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】



【發明說明書】

【中文發明名稱】吡咯亞甲基硼錯合物、含有其的發光元件、顯示裝置及照明裝置

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種吡咯亞甲基硼錯合物、含有其的發光元件、顯示裝置及照明裝置。

【先前技術】

【0002】 藉由自陰極注入的電子與自陽極注入的電洞在夾持於兩極的發光層內再結合而發光的有機薄膜發光元件具有為薄型且可實現低驅動電壓及高亮度發光、進而藉由選擇發光材料而實現多色發光的特徵。特別是，藉由於發光層中組合使用主體材料與摻雜劑材料，可獲得高效率地發出藍色、綠色及紅色此三原色的光的發光元件。

【0003】 作為摻雜劑，通常可使用螢光量子產率高的色素。例如已知，具有吡咯亞甲基骨架的錯合物是具備作為螢光量子產率高、斯托克斯位移（Stokes shift）及發光光譜的峰值半值寬度小的摻雜劑而獲得高效率所需的必要條件的化合物，使用吡咯亞甲基錯合物作為摻雜劑的發光元件顯示出良好的元件特性（例如，參照專利文獻 1）。進而，近年來，以高發光效率為目標，對包含熱活化延遲螢光（Thermally Activated Delayed Fluorescence，TADF）材料與吡咯亞甲基硼錯合物的發光元件進行了研究（例

如，參照專利文獻 2)。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0004】 專利文獻 1：日本專利特開 2003-12676 號公報

專利文獻 2：國際公開第 2016/056559 號

【發明內容】

【0005】 [發明所欲解決之課題]

於將有機薄膜發光元件用作顯示裝置或照明裝置的情況下，要求擴大色域。色域於 xy 色度圖中決定表示紅色、綠色及藍色各自的發光的頂點座標，並由連接它們的三角形來表示。為了擴大色域，必須使紅色、綠色及藍色的各頂點座標為適當的色度以擴大該三角形的面積，為此正在進行各種顏色設計。

【0006】 色度由發光峰值波長與顏色純度的組合決定。顏色純度由發光光譜的寬度決定，發光光譜的寬度越窄，越接近單色光，顏色純度越高。為了實現廣色域化，特別重要的是提高顏色純度，強烈要求具有尖銳的發光光譜的發光材料。

【0007】 另外，於將有機薄膜發光元件用作顯示裝置或照明裝置的情況下，要求提高發光元件的耐久性。為了提高發光元件的耐久性，必須提高發光材料的穩定性。

【0008】 另一方面，就亮度提高與節電的觀點而言，有機薄膜發光元件理想的是發光效率高。特別是於近年來使用不斷擴大的移動顯示裝置中，節電化成為特別重要的課題。

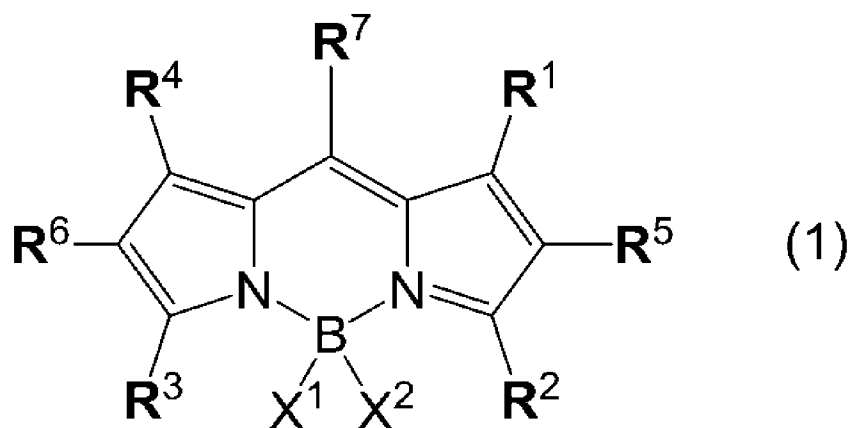
【0009】 於此種狀況下，於將吡咯亞甲基硼錯合物用作摻雜劑的情況下，雖然是可獲得尖銳的發光光譜的有用的發光材料，但對於發光元件要求更高的發光效率與更高的耐久性。但是，難以保持尖銳的發光光譜並達成具有高發光效率與高耐久性的發光元件。

【0010】 本發明的目的在於解決所述現有技術的問題，並提供螢光量子產率高、發光光譜尖銳的發光材料以及發光效率、顏色純度及耐久性高的發光元件。

[解決課題之手段]

【0011】 本發明為通式（1）所表示的吡咯亞甲基硼錯合物。

【0012】 [化 1]



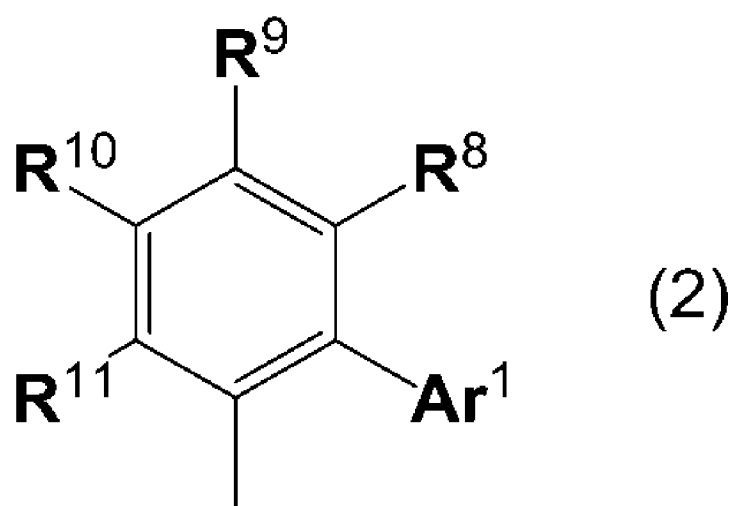
【0013】 $R^1 \sim R^6$ 分別獨立地選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、胺基、矽烷基、矽氧烷基

及氧硼基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。其中， $R^1 \sim R^4$ 中的至少一個為氫原子或烷基。

X^1 及 X^2 分別獨立地選自由烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素及氰基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。

R^7 是由下述通式 (2) 所表示。

【0014】 [化 2]



【0015】 $R^8 \sim R^{10}$ 分別獨立地選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯基、醯胺基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基及氧化磷基所組成的群組中。

該些基可進一步具有取代基。

R^{11} 選自由烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯基、醯胺基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基及氧化磷基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。

Ar^1 為經取代或未經取代的芳基、或者經取代或未經取代的雜芳基。

【0016】 另外，本發明的另一形態是一種發光元件，該發光元件是具有陽極與陰極、以及存在於該陽極與該陰極之間的發光層且所述發光層藉由電能而發光的元件，所述發光層中含有所述吡咯亞甲基硼錯合物。

[發明的效果]

【0017】 藉由本發明，可提供螢光量子產率高、發光光譜尖銳的發光材料以及發光效率、顏色純度及耐久性高的發光元件。

【圖式簡單說明】

無

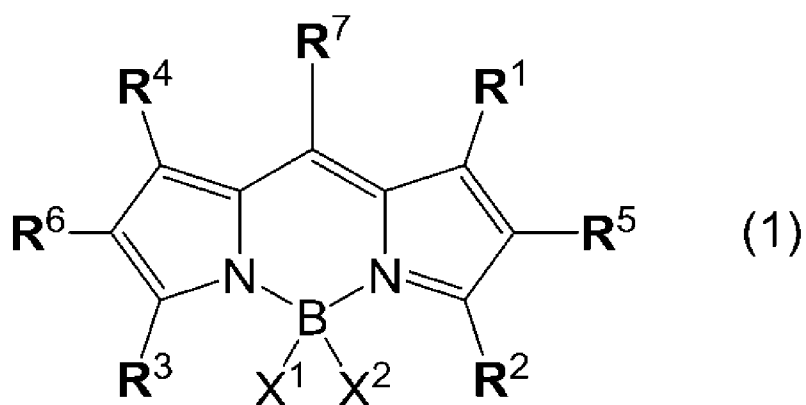
【實施方式】

【0018】 以下對本發明的吡咯亞甲基硼錯合物、含有其的發光元件、顯示裝置及照明裝置的較佳的實施形態進行詳細說明。其中，本發明並不限定於以下的實施形態，可根據目的或用途進行各種變更來實施。

【0019】 <吡咯亞甲基硼錯合物>

本發明的吡咯亞甲基硼錯合物是由通式 (1) 所表示。

【0020】 [化 3]

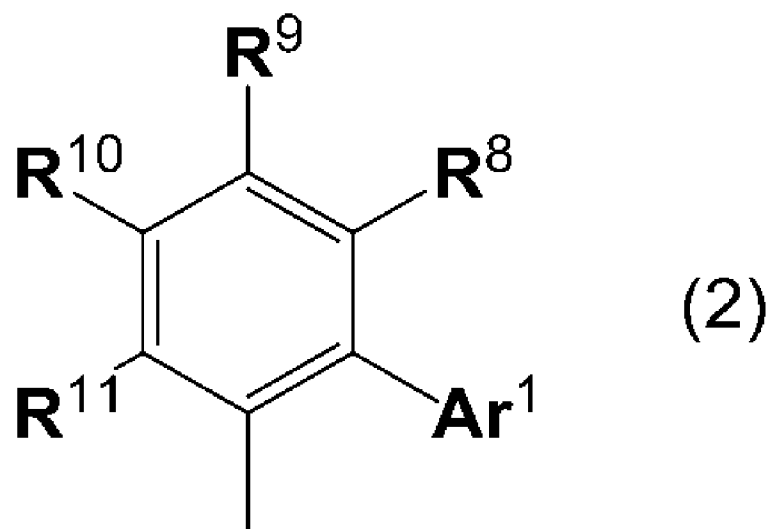


【0021】 $R^1 \sim R^6$ 分別獨立地選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、胺基、矽烷基、矽氧烷基及氧硼基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。其中， $R^1 \sim R^4$ 中的至少一個為氫原子或烷基。

【0022】 X^1 及 X^2 分別獨立地選自由烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素及氰基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。

【0023】 R^7 是由下述通式 (2) 所表示。

【0024】 [化 4]



【0025】 $R^8 \sim R^{10}$ 分別獨立地選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯基、醯胺基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基及氧化磷基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。

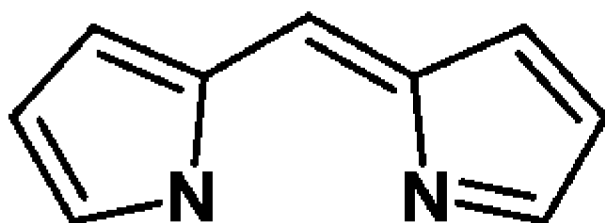
【0026】 R^{11} 選自由烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯基、醯胺基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基及氧化磷基所組成的群組中。該些基可進一步具有取代基。

【0027】 Ar^1 為經取代或未經取代的芳基、或者經取代或未經取代的雜芳基。

【0028】 於吡咯亞甲基骨架中，以下有時將經 R^7 取代的部位稱為「橋頭位」。

【0029】 本發明中，將具有下式所表示的吡咯亞甲基骨架者、以及於吡咯亞甲基骨架的一部分中具有縮環結構而環結構擴大者一起稱為「吡咯亞甲基」。

【0030】 [化 5]



【0031】 於所述所有基中，氫亦可為氘。於以下所說明的化合物或其部分結構中亦相同。

【0032】 另外，於所述所有基中，作為經取代時的取代基，較佳為選自由烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、芳基、雜芳基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯基、醯胺基、醯基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基、氧化磷基及側氧基所組成的群組中的基。進而，更佳為於後述的各取代基的說明中設為較佳的具體的取代基。另外，該

些取代基可進一步由所述取代基取代。

【0033】 於本發明的說明中，所謂「未經取代」，是指與作為對象的基本骨架或基鍵結的原子僅為氫原子或氖原子。於以下說明的化合物或其部分結構中，「經取代或未經取代的」的情況亦與所述相同。

【0034】 所謂烷基，例如表示甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、第二丁基、第三丁基等飽和脂肪族烴基，其可經取代，亦可未經取代。經取代時的追加的取代基並無特別限制，例如可列舉烷基、鹵素、芳基、雜芳基等，關於該方面，於以下的記載中亦為相通的。烷基的碳數並無特別限定，就獲取的容易性或成本的方面而言，較佳為 1 以上且 20 以下、更佳為 1 以上且 8 以下的範圍。

【0035】 所謂環烷基，例如表示環丙基、環己基、降冰片基、金剛烷基等飽和脂環式烴基，其可經取代，亦可未經取代。烷基部分的碳數並無特別限定，較佳為 3 以上且 20 以下的範圍。

【0036】 所謂雜環基，例如表示吡喃環、哌啶環、環狀醯胺等於環內具有碳以外的原子的脂肪族環，其可經取代，亦可未經取代。雜環基的碳數並無特別限定，較佳為 2 以上且 20 以下的範圍。

【0037】 所謂烯基，例如表示乙烯基、烯丙基、丁二烯基等含有雙鍵的不飽和脂肪族烴基，其可經取代，亦可未經取代。烯基的碳數並無特別限定，較佳為 2 以上且 20 以下的範圍。

【0038】 所謂環烯基，例如表示環戊烯基、環戊二烯基、環己烯

基等含有雙鍵的不飽和脂環式烴基，其可經取代，亦可未經取代。環烯基的碳數並無特別限定，較佳為 3 以上且 20 以下的範圍。

【0039】 所謂炔基，例如表示乙炔基等含有三鍵的不飽和脂肪族烴基，其可經取代，亦可未經取代。炔基的碳數並無特別限定，較佳為 2 以上且 20 以下的範圍。

【0040】 所謂烷氧基，例如表示甲氧基、乙氧基、丙氧基等經由醚鍵而鍵結有脂肪族烴基的官能基，所述脂肪族烴基可經取代，亦可未經取代。烷氧基的碳數並無特別限定，較佳為 1 以上且 20 以下的範圍。

【0041】 所謂烷硫基，是指烷氧基的醚鍵的氧原子被取代為硫原子者。烷硫基的烴基可經取代，亦可未經取代。烷硫基的碳數並無特別限定，較佳為 1 以上且 20 以下的範圍。

【0042】 所謂芳基醚基，例如表示苯氧基等經由醚鍵而鍵結有芳香族烴基的官能基，芳香族烴基可經取代，亦可未經取代。芳基醚基的碳數並無特別限定，較佳為 6 以上且 40 以下的範圍。

【0043】 所謂芳基硫醚基，是指芳基醚基的醚鍵的氧原子被取代為硫原子者。芳基硫醚基中的芳香族烴基可經取代，亦可未經取代。芳基硫醚基的碳數並無特別限定，較佳為 6 以上且 40 以下的範圍。

【0044】 芳基可為單環或稠環中的任一種，例如表示苯基、萘基、芴基、苯並芴基、二苯並芴基、菲基、蒽基、苯並菲基、苯並蒽基、蒎基、芘基、熒蒽基、三亞苯基 (triphenylenyl group)、

苯並茋基、二苯並茋基、茋基、螺旋烴基 (helicenyl group) 等芳香族烴基。其中，較佳為選自由苯基、聯苯基、三聯苯基、萘基、芴基、菲基、蒽基、茋基、茋基、茋基及三亞苯基所組成的群組中的基。芳基可經取代，亦可未經取代。本發明中，將聯苯基、三聯苯基等多個苯基經由單鍵鍵結而成的基視為具有芳基作為取代基的苯基。芳基的碳數並無特別限定，較佳為 6 以上且 40 以下、更佳為 6 以上且 30 以下的範圍。另外，苯基中，於該苯基中的鄰接的兩個碳原子上分別具有取代基的情況下，亦可以該些取代基彼此形成環結構。

【0045】 雜芳基可為單環或稠環中的任一種，例如表示吡啶基、呋喃基、苯硫基 (thiophenyl group)、喹啉基、異喹啉基、吡嗪基、嘧啶基、噻嗪基、三嗪基、蔡啶基、噌啉基、酞嗪基、喹噁啉基、喹啉基、苯並呋喃基、苯並苯硫基、吡啶基、二苯並呋喃基、二苯並苯硫基、吡啶基、苯並吡啶基、吡啶基 (carbolinyl group)、吡啶並吡啶基、苯並呋喃並吡啶基、苯並噻吩並吡啶基、二氫茋並吡啶基、苯並喹啉基、吡啶基、二苯並吡啶基、苯並咪啶基、咪啶並吡啶基、苯並噁啶基、苯並噻啶基、啡啉基等於一個或多個環內具有碳及氫以外的原子、即雜原子的環狀芳香族基。作為雜原子，較佳為氮原子、氧原子或硫原子。雜芳基可經取代，亦可未經取代。雜芳基的碳數並無特別限定，較佳為 2 以上且 40 以下、更佳為 2 以上且 30 以下的範圍。

【0046】 所謂鹵素，表示選自氟、氯、溴及碘中的原子。

【0047】 所謂氰基，是指結構為-CN 所表示的官能基。此處，與其他基鍵結的是碳原子。

【0048】 所謂醛基，是指結構為-C(=O)H 所表示的官能基。此處，與其他基鍵結的是碳原子。

【0049】 所謂醯基，例如表示乙醯基、丙醯基、苯甲醯基、丙烯醯基等經由羰基而鍵結有烷基、環烷基、烯基、炔基、芳基、雜芳基的官能基。該些取代基可進一步經取代。醯基的碳數並無特別限定，較佳為 2 以上且 40 以下，更佳為 2 以上且 30 以下。

【0050】 所謂酯基，例如表示烷基、環烷基、芳基、雜芳基等經由酯鍵鍵結而成的官能基。該些取代基可進一步經取代。酯基的碳數並無特別限定，較佳為 1 以上且 20 以下的範圍。更具體而言，可列舉：甲氧基羰基等甲基酯基、乙氧基羰基等乙基酯基、丙氧基羰基等丙基酯基、丁氧基羰基等丁基酯基、異丙氧基甲氧基羰基等異丙基酯基、己氧基羰基等己基酯基、苯氧基羰基等苯基酯基等。

【0051】 所謂醯胺基，例如表示烷基、環烷基、芳基、雜芳基等經由醯胺鍵鍵結而成的官能基。該些取代基可進一步經取代。醯胺基的碳數並無特別限定，較佳為 1 以上且 20 以下的範圍。更具體而言，可列舉：甲基醯胺基、乙基醯胺基、丙基醯胺基、丁基醯胺基、異丙基醯胺基、己基醯胺基、苯基醯胺基等。

【0052】 所謂磺醯基，例如表示烷基、環烷基、芳基、雜芳基等經由-S(=O)₂-鍵鍵結而成的官能基。該些取代基可進一步經取代。

磺醯基的碳數並無特別限定，較佳為 1 以上且 20 以下的範圍。

【0053】 所謂磺酸酯基，例如表示烷基、環烷基、芳基、雜芳基等經由磺酸酯鍵鍵結而成的官能基。此處，所謂磺酸酯鍵，是指酯鍵的羰基部、即、 $-C(=O)-$ 經取代為磺醯基部、即、 $-S(=O)_2-$ 而成者。另外，該些取代基可進一步經取代。磺酸酯基的碳數並無特別限定，較佳為 1 以上且 20 以下的範圍。

【0054】 所謂磺醯胺基，例如表示烷基、環烷基、芳基、雜芳基等經由磺醯胺鍵鍵結而成的官能基。此處，所謂磺醯胺鍵，是指酯鍵的羰基部、即、 $-C(=O)-$ 經取代為磺醯基部、即、 $-S(=O)_2-$ 而成者。另外，該些取代基可進一步經取代。磺醯胺基的碳數並無特別限定，較佳為 1 以上且 20 以下的範圍。

【0055】 所謂胺基，是指經取代或未經取代的胺基。作為進行取代的情況下的取代基，例如可列舉芳基、雜芳基、直鏈烷基、分支烷基。作為芳基、雜芳基，較佳為苯基、萘基、吡啶基、喹啉基。該些取代基可進一步經取代。碳數並無特別限定，較佳為 2 以上且 50 以下、更佳為 6 以上且 40 以下、尤佳為 6 以上且 30 以下的範圍。

【0056】 所謂矽烷基，表示鍵結有經取代或未經取代的矽原子的官能基，例如表示三甲基矽烷基、三乙基矽烷基、第三丁基二甲基矽烷基、丙基二甲基矽烷基、乙烯基二甲基矽烷基等烷基矽烷基；或苯基二甲基矽烷基、第三丁基二苯基矽烷基、三苯基矽烷基、三萘基矽烷基等芳基矽烷基。矽上的取代基可進一步經取代。

矽烷基的碳數並無特別限定，較佳為 1 以上且 30 以下的範圍。

【0057】 所謂矽氧烷基，例如表示三甲基矽氧烷基等經由醚鍵的矽化合物基。矽上的取代基可進一步經取代。

【0058】 所謂氧硼基，是指經取代或未經取代的氧硼基。作為進行取代的情況下的取代基，例如可列舉芳基、雜芳基、直鏈烷基、分支烷基、芳基醚基、烷氧基、羥基，其中較佳為芳基、芳基醚基。

【0059】 所謂氧化磷基，是指 $-P(=O)R^{50}R^{51}$ 所表示的基。 R^{50} 及 R^{51} 分別獨立地選自與 $R^1 \sim R^6$ 相同的群組中。

【0060】 吡咯亞甲基硼錯合物由於具有牢固且平面性高的骨架，因此顯示出高螢光量子產率。另外，發光光譜的峰值半值寬度小，因此於發光元件中可達成有效率的發光與高顏色純度。

【0061】 為了進一步提高發光效率，有效的是抑制吡咯亞甲基硼錯合物的取代基的旋轉、振動，減少能量損失，並提高螢光量子產率。另外，為了提高顏色純度，有效的是減少吡咯亞甲基硼錯合物的激發狀態下的振動弛豫，減少發光光譜的半值寬度。

【0062】 就該觀點而言，取代基 R^7 被導入至吡咯亞甲基骨架的橋頭位。藉由導入 R^7 ，可提供螢光量子產率高且半值寬度小的吡咯亞甲基硼錯合物。其中，取代基 R^7 中，藉由 Ar^1 及 R^{11} 分別為所述基，可抑制橋頭位相對於吡咯亞甲基骨架發生分子內旋轉而引起能量失活，因此有利於提高發光效率。

【0063】 另外，藉由 $R^1 \sim R^4$ 中的至少一個為氫原子或烷基，可

減少激發狀態下的振動弛豫，減少發光光譜的半值寬度。

【0064】 另外，吡咯亞甲基硼錯合物的穩定性影響發光元件的耐久性。為了進一步提高其穩定性，較佳為於橋頭位導入體積大的取代基。藉由導入體積大的取代基，可保護吡咯亞甲基骨架免受與周圍其他分子的相互作用。藉由取代基 R^7 中， Ar^1 及 R^{11} 分別為所述基，可提高吡咯亞甲基硼錯合物的穩定性，提高發光元件的耐久性。就該觀點而言， R^{11} 較佳為體積更大的取代基，較佳為經取代或未經取代的芳基、或者經取代或未經取代的雜芳基。

【0065】 R^1 及 R^4 選自所述群組中，影響吡咯亞甲基硼錯合物的發光峰值波長、結晶性、昇華溫度等。就進一步減小發光光譜的半值寬度的觀點而言， R^1 及 R^4 較佳為氫原子或烷基。進而，就進一步提高螢光量子產率的觀點而言， R^1 及 R^4 更佳為烷基。

【0066】 R^2 及 R^3 選自所述群組中，主要影響吡咯亞甲基硼錯合物的發光峰值波長、發光光譜的半值寬度、穩定性或結晶性。就進一步減小發光光譜的半值寬度的觀點、進一步提高穩定性的觀點、以及包括再結晶生成在內的合成的容易性的觀點而言， R^2 及 R^3 中的至少一者、較佳為兩者較佳的是選自由氫原子、經取代或未經取代的烷基、經取代或未經取代的芳基以及經取代或未經取代的雜芳基所組成的群組中的基。進而，就進一步減少半值寬度的觀點而言， R^2 及 R^3 更佳為烷基。

【0067】 R^5 及 R^6 選自所述群組中，主要影響吡咯亞甲基硼錯合物的發光峰值波長、發光光譜的半值寬度、穩定性或結晶性。就

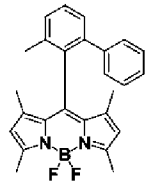
進一步減小發光光譜的半值寬度的觀點、進一步提高穩定性的觀點、以及包括再結晶精製在內的合成的容易性的觀點而言， R^5 及 R^6 中的至少一者、較佳為兩者較佳的是氫原子、或者經取代或未經取代的烷基。

【0068】 X^1 及 X^2 選自所述群組中。就發光特性與熱穩定性的觀點而言， X^1 及 X^2 較佳為選自由烷氧基、鹵代烷基、鹵代烷氧基、芳基醚基、鹵代芳基醚基、鹵代芳基、鹵素原子及氰基所組成的群組中的基。此處，所謂鹵代烷基，是指經至少一個鹵素取代的烷基。所謂鹵代芳基，是指經至少一個鹵素取代的芳基。

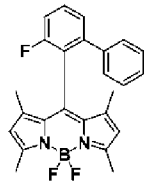
【0069】 另外，就激發狀態穩定且可獲得更高的螢光量子產率的觀點以及可提高耐久性的觀點而言， X^1 及 X^2 更佳為選自由氟原子、含氟烷基、含氟烷氧基、含氟芳基及氰基所組成的群組中的基，進而佳為氟原子或氰基，最佳為氟原子。該些為拉電子性基，可降低吡咯亞甲基骨架的電子密度，增加化合物的穩定性。

【0070】 以下示出通式（1）所表示的吡咯亞甲基硼錯合物的一例，但並不限定於該些。

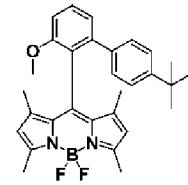
【0071】 [化 6]



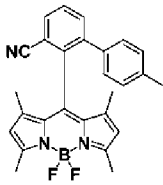
6-1



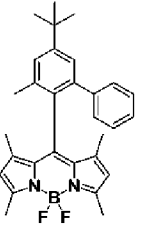
6-2



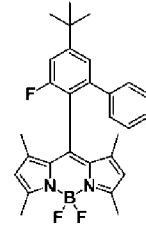
6-3



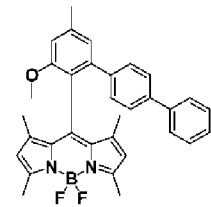
6-4



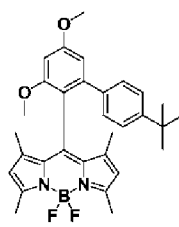
6-5



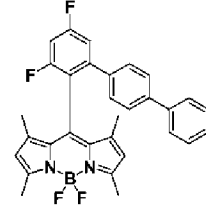
6-6



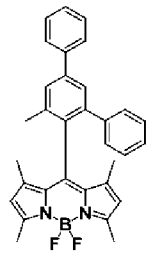
6-7



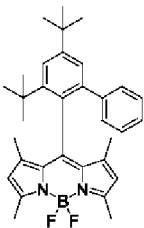
6-8



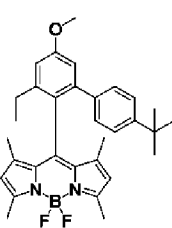
6-9



6-10

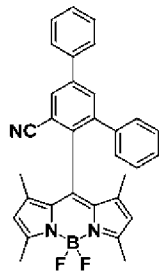


6-11

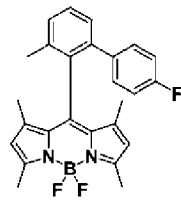


6-12

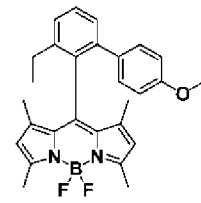
【0072】 [化 7]



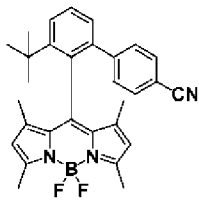
7-1



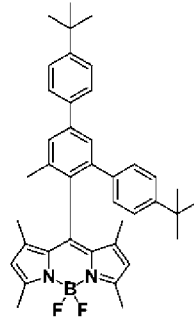
7-2



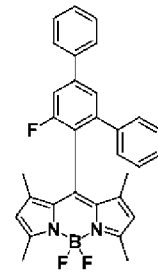
7-3



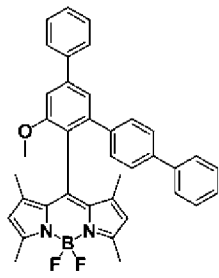
7-4



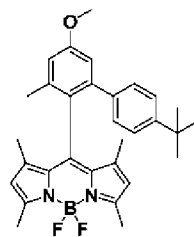
7-5



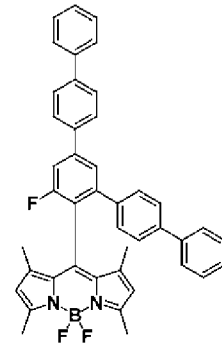
7-6



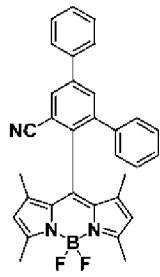
7-7



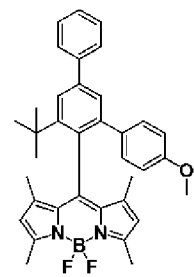
7-8



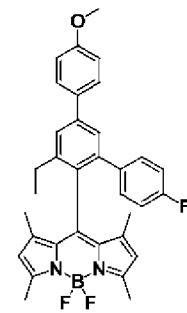
7-9



7-10

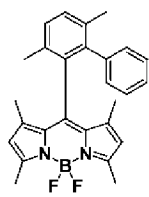


7-11

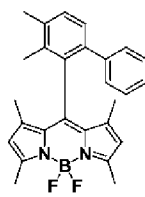


7-12

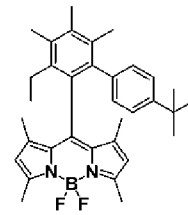
【0073】 [化 8]



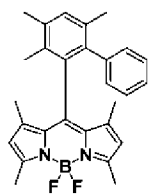
8-1



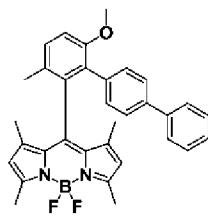
8-2



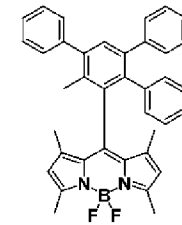
8-3



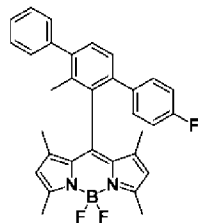
8-4



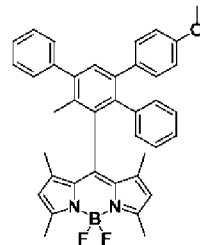
8-5



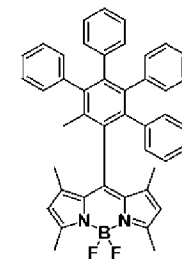
8-6



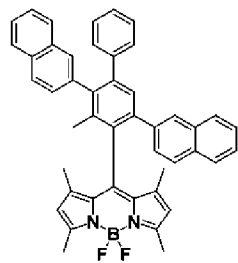
8-7



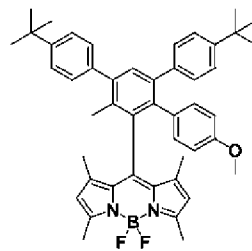
8-8



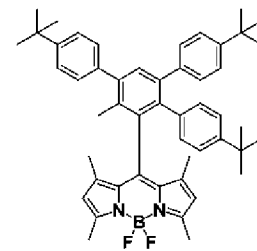
8-9



8-10

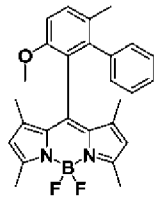


8-11

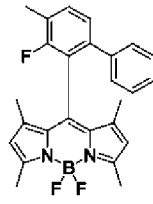


8-12

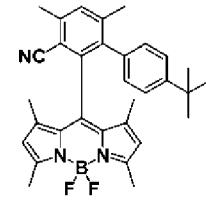
【0074】 [化 9]



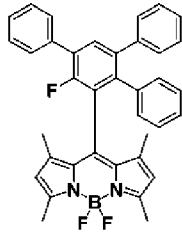
9-1



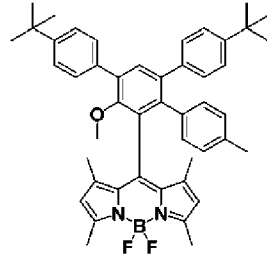
9-2



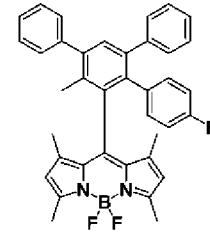
9-3



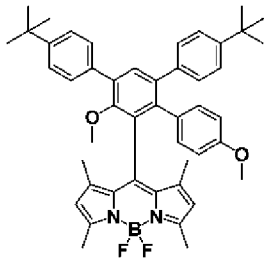
9-4



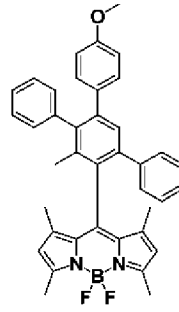
9-5



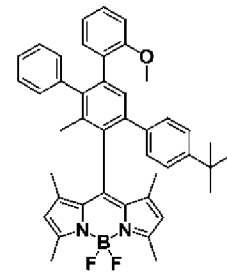
9-6



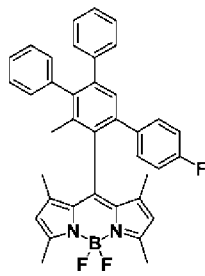
9-7



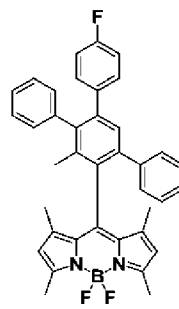
9-8



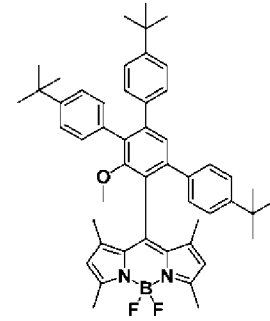
9-9



9-10

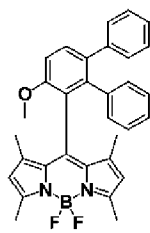


9-11

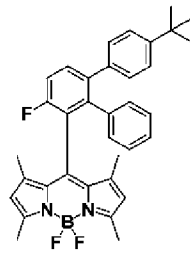


9-12

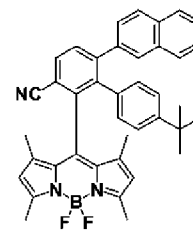
【0075】 [化 10]



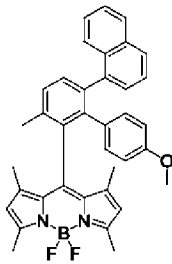
10-1



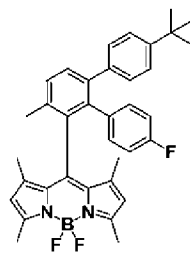
10-2



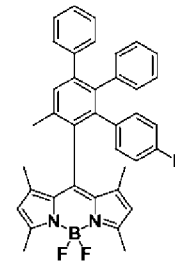
10-3



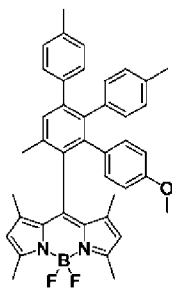
10-4



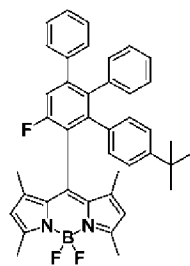
10-5



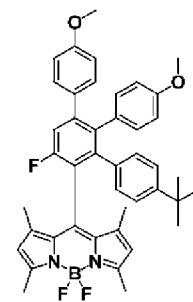
10-6



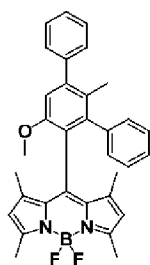
10-7



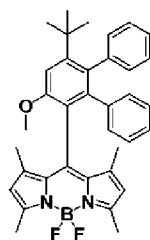
10-8



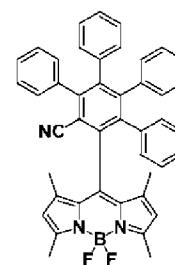
10-9



10-10

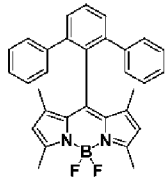


10-11

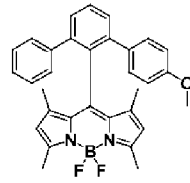


10-12

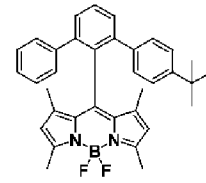
【0076】 [化 11]



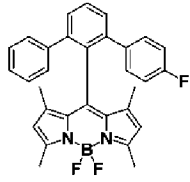
11-1



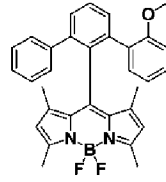
11-2



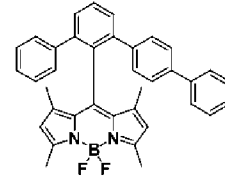
11-3



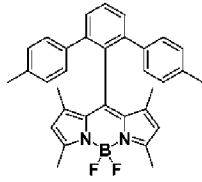
11-4



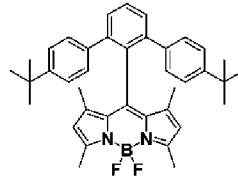
11-5



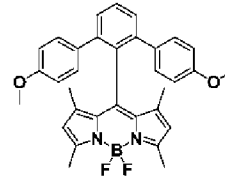
11-6



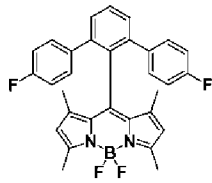
11-7



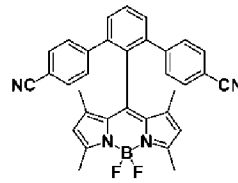
11-8



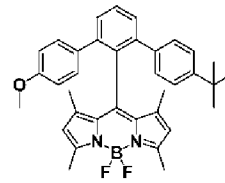
11-9



11-10

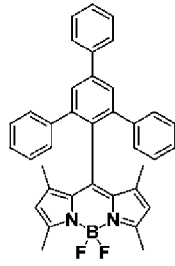


11-11

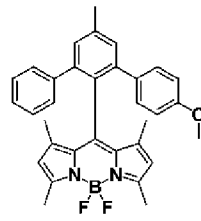


11-12

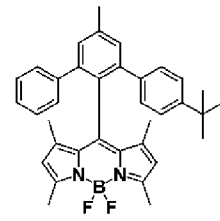
【0077】 [化 12]



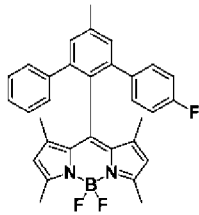
12-1



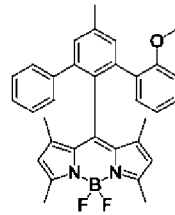
12-2



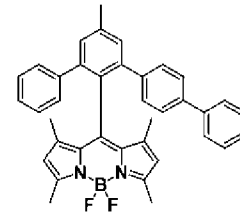
12-3



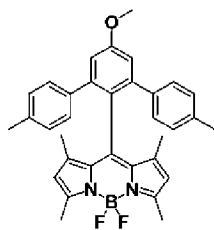
12-4



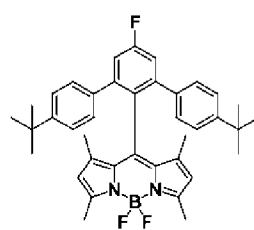
12-5



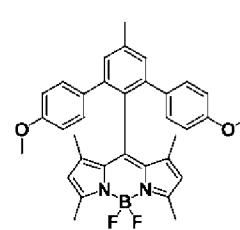
12-6



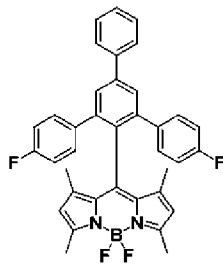
12-7



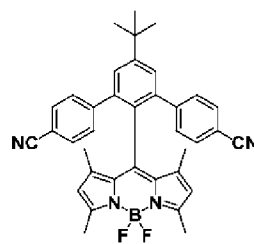
12-8



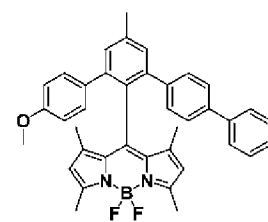
12-9



12-10

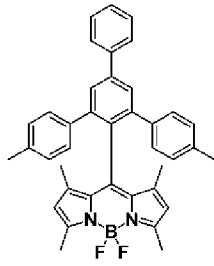


12-11

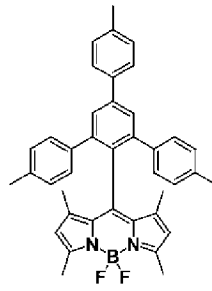


12-12

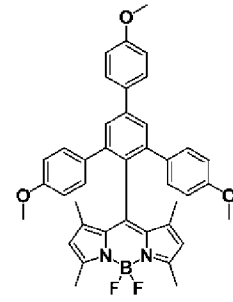
【0078】 [化 13]



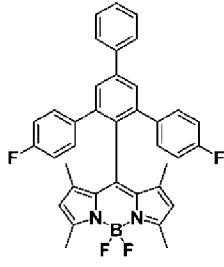
13-1



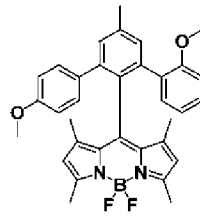
13-2



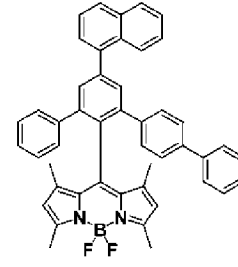
13-3



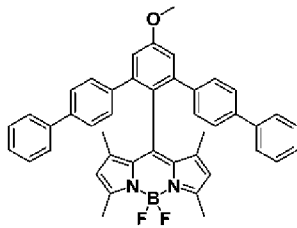
13-4



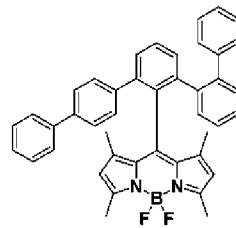
13-5



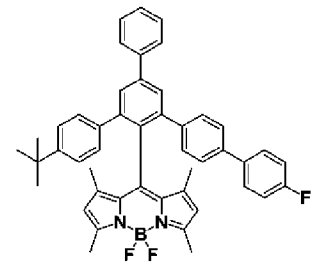
13-6



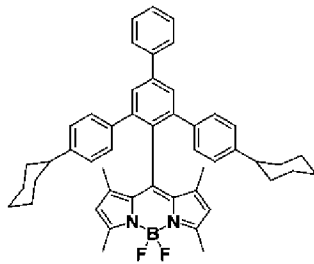
13-7



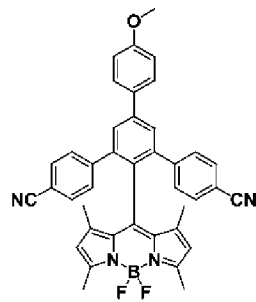
13-8



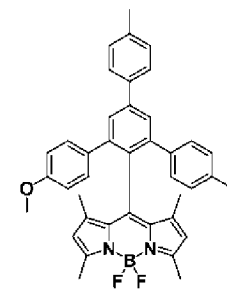
13-9



13-10

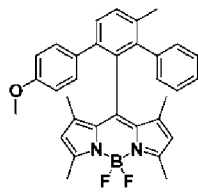


13-11

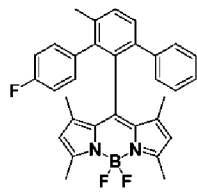


13-12

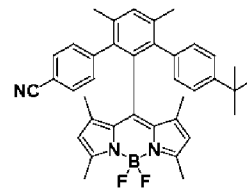
【0079】 [化 14]



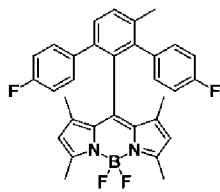
14-1



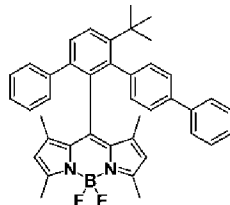
14-2



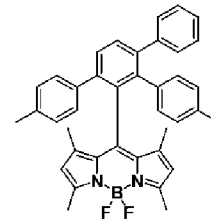
14-3



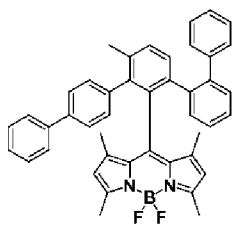
14-4



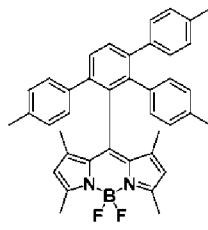
14-5



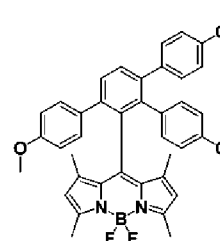
14-6



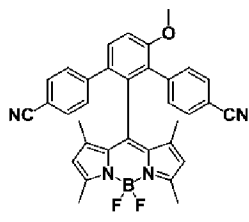
14-7



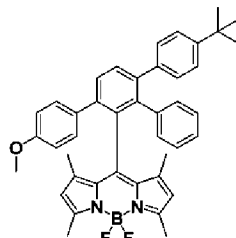
14-8



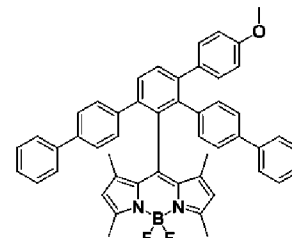
14-9



14-10

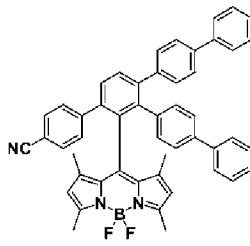


14-11

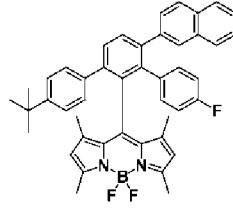


14-12

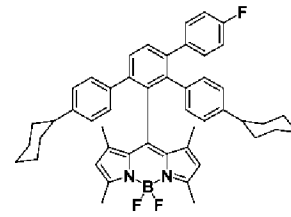
【0080】 [化 15]



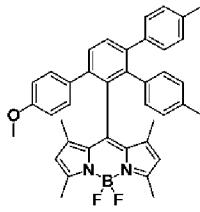
15-1



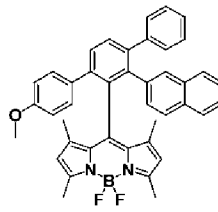
15-2



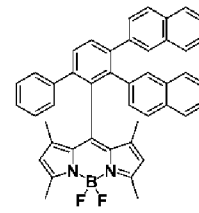
15-3



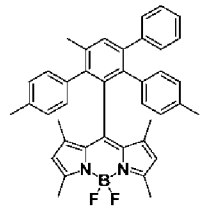
15-4



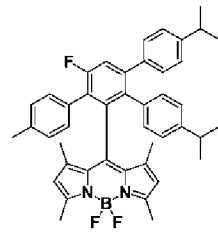
15-5



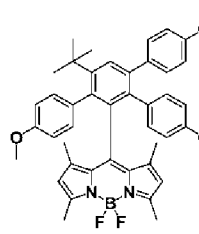
15-6



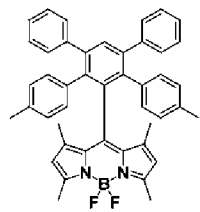
15-7



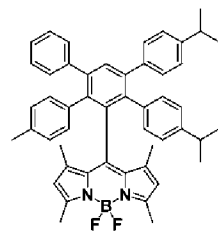
15-8



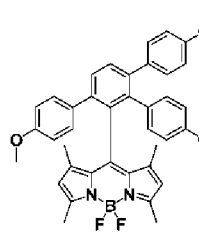
15-9



15-10

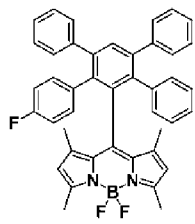


15-11

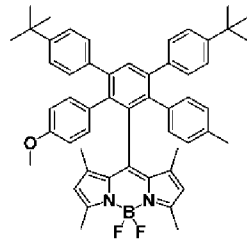


15-12

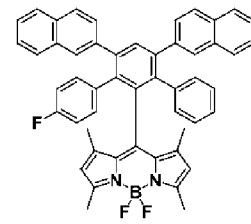
【0081】 [化 16]



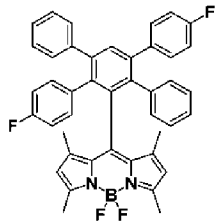
16-1



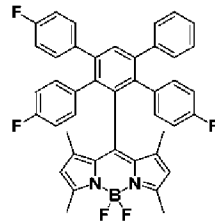
16-2



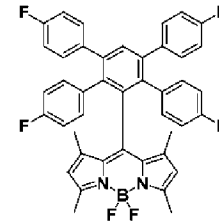
16-3



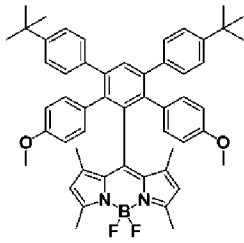
16-4



16-5



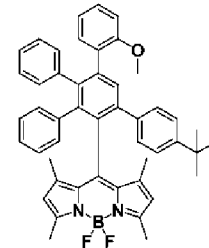
16-6



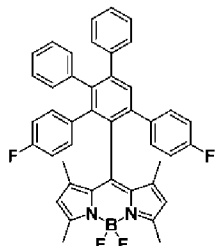
16-7



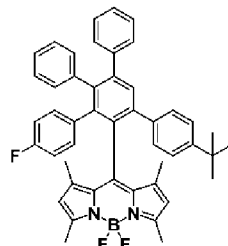
16-8



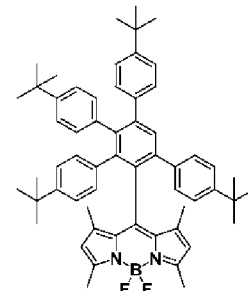
16-9



16-10

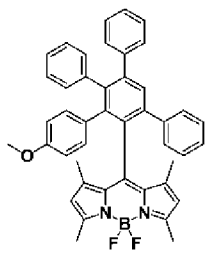


16-11

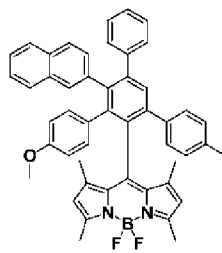


16-12

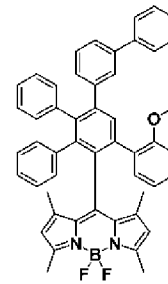
【0082】 [化 17]



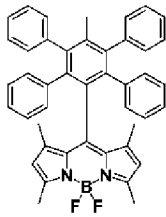
17-1



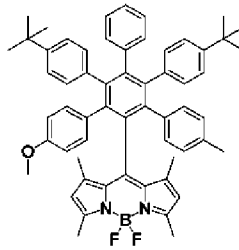
17-2



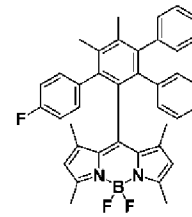
17-3



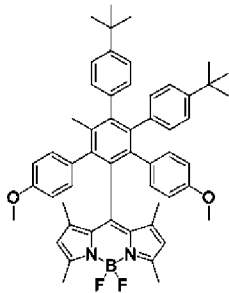
17-4



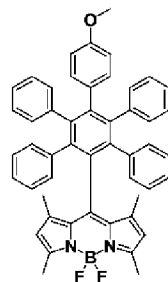
17-5



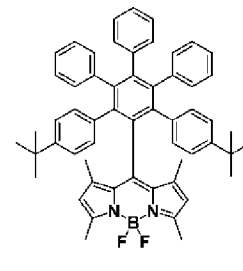
17-6



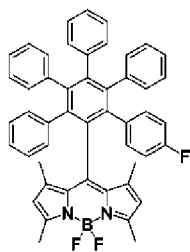
17-7



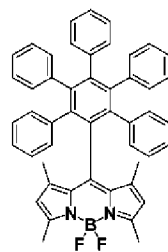
17-8



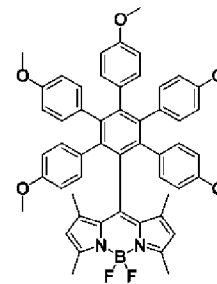
17-9



17-10

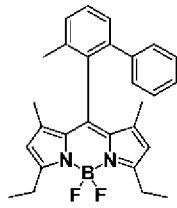


17-11

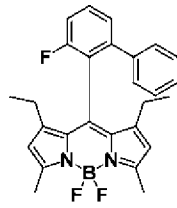


17-12

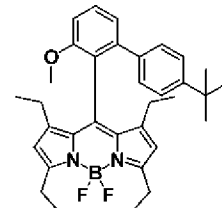
【0083】 [化 18]



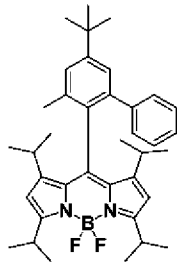
18-1



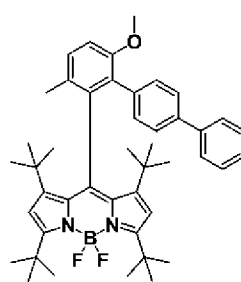
18-2



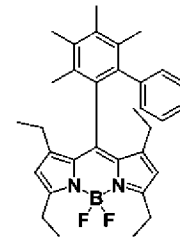
18-3



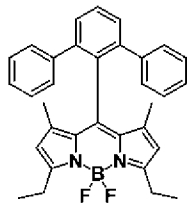
18-4



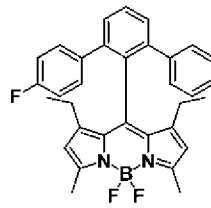
18-5



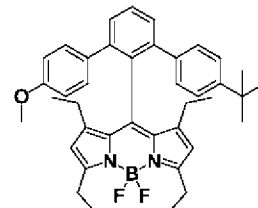
18-6



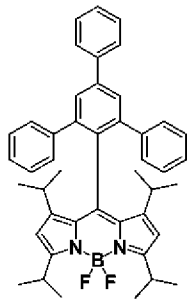
18-7



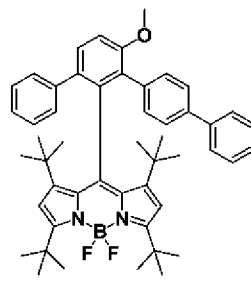
18-8



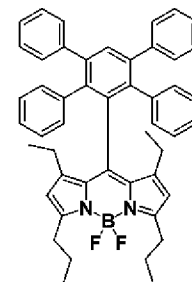
18-9



18-10

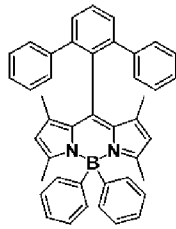


18-11

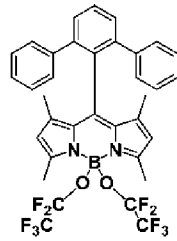


18-12

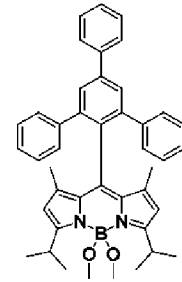
【0084】 [化 19]



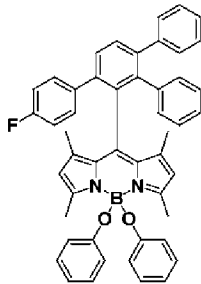
19-1



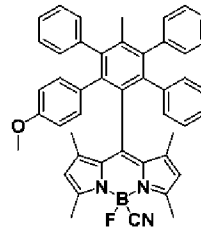
19-2



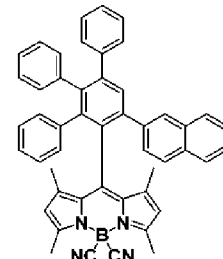
19-3



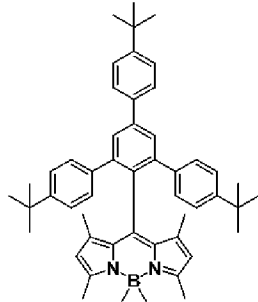
19-4



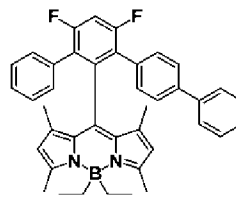
19-5



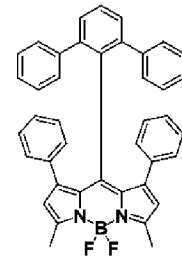
19-6



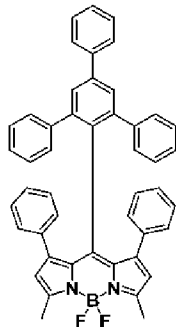
19-7



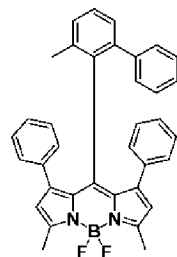
19-8



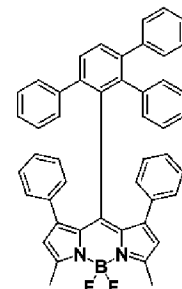
19-9



19-10

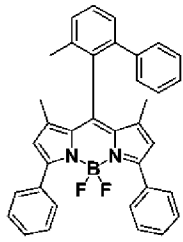


19-11

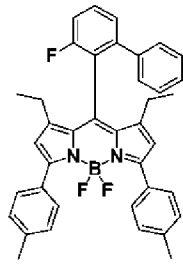


19-12

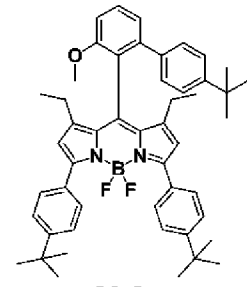
【0085】 [化 20]



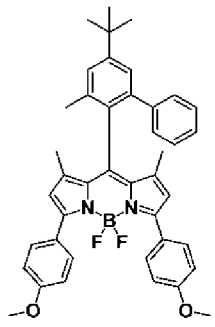
20-1



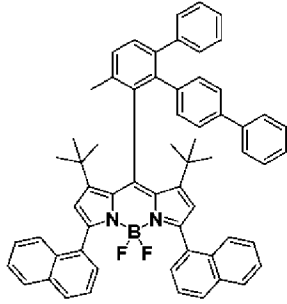
20-2



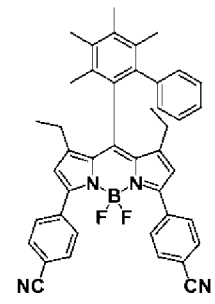
20-3



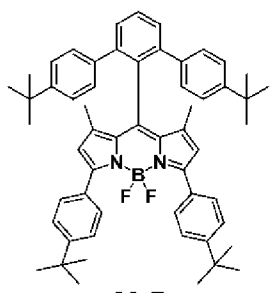
20-4



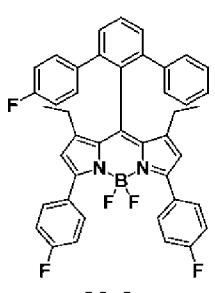
20-5



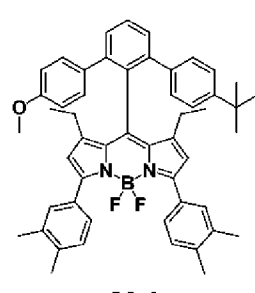
20-6



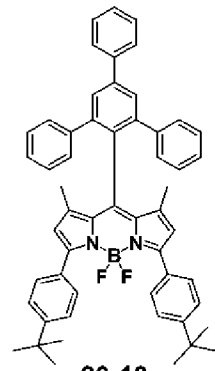
20-7



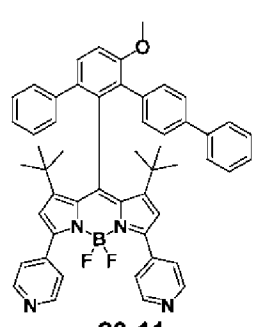
20-8



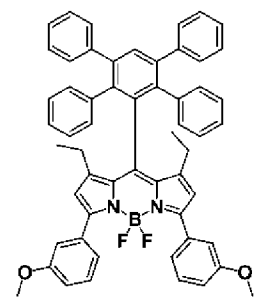
20-9



20-10

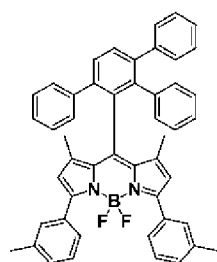


20-11

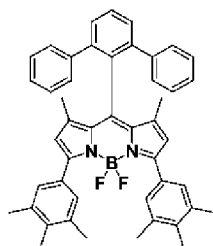


20-12

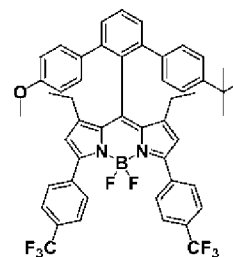
【0086】 [化 21]



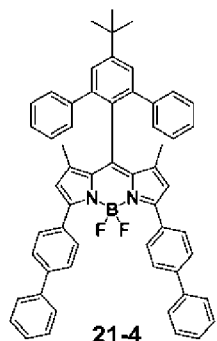
21-1



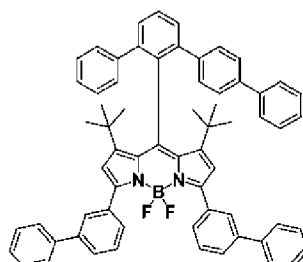
21-2



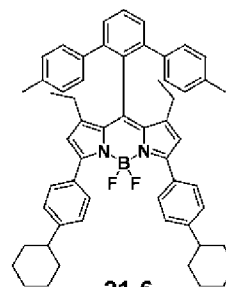
21-3



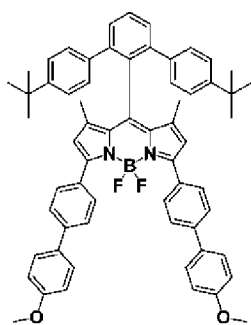
21-4



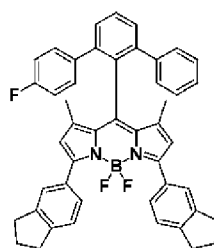
21-5



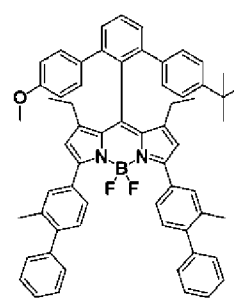
21-6



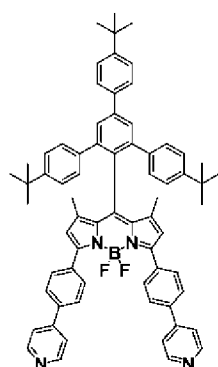
21-7



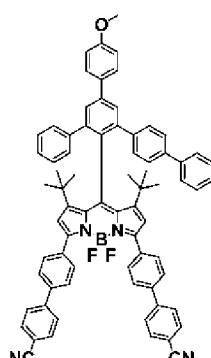
21-8



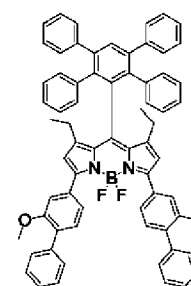
21-9



21-10



21-11



21-12

【0087】 通式（1）所表示的吡咯亞甲基硼錯合物可參考「有機化學期刊（J. Org. Chem.）」（vol. 64, No. 21, 第 7813 頁-第 7819 頁（1999））、「應用化學英文國際版（Angew. Chem., Int. Ed. Engl.）」

(vol. 36, 第 1333 頁-第 1335 頁(1997))、「有機快報(Org. Lett.)」(vol. 12, 第 296 頁(2010))等中所記載的方法來製造。

【0088】 進而，為了向吡咯亞甲基骨架中導入芳基或雜芳基，例如可列舉於鈮等金屬觸媒下使用吡咯亞甲基硼錯合物的鹵化衍生物與硼酸或硼酸酯衍生物的偶合反應而生成碳-碳鍵的方法，但並不限定於此。同樣地，為了向吡咯亞甲基骨架中導入胺基或咪唑基，例如可列舉於鈮等金屬觸媒下使用吡咯亞甲基硼錯合物的鹵化衍生物與胺或咪唑衍生物的偶合反應而生成碳-氮鍵的方法，但並不限定於此。

【0089】 所得的吡咯亞甲基硼錯合物較佳為於進行再結晶或管柱層析等有機合成精製後，進一步藉由一般被稱為昇華精製的利用減壓加熱進行的精製來去除低沸點成分，提高純度。昇華精製中的加熱溫度並無特別限定，就防止吡咯亞甲基硼錯合物的熱分解的觀點而言，較佳為 330°C 以下，更佳為 300°C 以下。

【0090】 就發光元件可顯示出穩定的特性的觀點而言，以所述方式製造的吡咯亞甲基硼錯合物的純度較佳為 99 重量%以上。

【0091】 通式(1)所表示的吡咯亞甲基硼錯合物的光學特性可藉由測定稀釋溶液的吸收光譜及發光光譜而獲得。作為溶媒，只要是溶解吡咯亞甲基硼錯合物且溶媒的吸收光譜與吡咯亞甲基硼錯合物的吸收光譜不重疊的透明溶媒，則並無特別限定。具體而言，可例示甲苯等。溶液的濃度若為具有充分的吸光度且不發生濃度淬滅的濃度範圍內，則並無特別限定，較佳為 1×10^{-4} mol/L ~

1×10^{-7} mol/L 的範圍，更佳為 1×10^{-5} mol/L \sim 1×10^{-6} mol/L 的範圍。吸收光譜可藉由一般的紫外可見分光光度計測定。另外，發光光譜可藉由一般的螢光分光光度計測定。進而，螢光量子產率的測定較佳為利用使用了積分球的絕對量子產率測定裝置。

【0092】 為了實現高顏色純度，通式（1）所表示的吡咯亞甲基硼錯合物藉由激發光的照射而發出的光的發光光譜較佳為尖銳。另外，於顯示裝置或照明裝置中成為主流的頂部發光元件中，藉由微腔（microcavity）結構所帶來的共振效果，可達成高亮度及高顏色純度，若發光光譜尖銳，則更強烈地表現出該共振效果，有利於高效率化。就該觀點而言，發光光譜的半值寬度較佳為 60 nm 以下，更佳為 50 nm 以下，進而佳為 45 nm 以下，尤佳為 28 nm 以下。

【0093】 發光元件的發光效率依賴於發光材料自身的螢光量子產率。因此，發光材料的螢光量子產率理想的是盡可能接近 100%。關於通式（1）所表示的吡咯亞甲基硼錯合物，藉由 R^{11} 及 Ar^1 為如上所述，抑制橋頭位的旋轉、振動，減少熱失活，藉此可獲得高螢光量子產率。就以上觀點而言，吡咯亞甲基硼錯合物的螢光量子產率較佳為 90% 以上，更佳為 95% 以上。其中，此處所示的螢光量子產率是利用絕對量子產率測定裝置測定以甲苯為溶媒的稀釋溶液而得者。

【0094】 <發光元件材料>

通式（1）所表示的吡咯亞甲基硼錯合物可達成高發光效率，

因此於發光元件中可用作發光元件材料。此處，所謂本發明中的發光元件材料表示發光元件的任一層中使用的材料，如後述般，除了為選自電洞注入層、電洞傳輸層、發光層及電子傳輸層中的層中使用的材料以外，亦包括電極的保護膜層（覆蓋層）中使用的材料。

【0095】 通式（1）所表示的吡咯亞甲基硼錯合物具有高發光性能，因此較佳為發光層中使用的材料。

【0096】 <發光元件>

其次，對本發明的發光元件的實施形態進行說明。本發明的發光元件具有陽極與陰極、以及存在於該陽極與該陰極之間的有機層。該有機層至少包含發光層，該發光層較佳為藉由電能來發光的有機電場發光元件。

【0097】 本發明的發光元件可為底部發光型或頂部發光型中的任一種。

【0098】 此種發光元件中的陽極與陰極之間的有機層的層結構除了僅包含發光層的結構以外，可列舉如 1)發光層/電子傳輸層、2) 電洞傳輸層/發光層、3) 電洞傳輸層/發光層/電子傳輸層、4) 電洞注入層/電洞傳輸層/發光層/電子傳輸層、5) 電洞傳輸層/發光層/電子傳輸層/電子注入層、6) 電洞注入層/電洞傳輸層/發光層/電子傳輸層/電子注入層、7) 電洞注入層/電洞傳輸層/發光層/電洞阻擋層/電子傳輸層/電子注入層、8) 電洞注入層/電洞傳輸層/電子阻擋層/發光層/電洞阻擋層/電子傳輸層/電子注入層般的積層結

構。

【0099】 進而，亦可為經由中間層而將多個所述積層結構積層而成的串聯（tandem）型的發光元件。作為中間層，一般可列舉中間電極、中間導電層、電荷產生層、電子汲取層、連接層、中間絕緣層等，可使用公知的材料結構。作為串聯型發光元件的較佳的具體例，可列舉如 9) 電洞注入層/電洞傳輸層/發光層/電子傳輸層/電子注入層/電荷產生層/電洞注入層/電洞傳輸層/發光層/電子傳輸層/電子注入層般的積層結構。

【0100】 另外，所述各層可分別為單一層、多層的任一種，亦可摻雜。進而，亦可列舉如下的元件結構，所述元件結構包括使用了覆蓋材料的層，所述覆蓋材料用來實現因光學干涉效果而使發光效率提高。

【0101】 通式（1）所表示的吡咯亞甲基硼錯合物於所述元件結構中可用於任一層，但由於螢光量子產率高且具有薄膜穩定性，因此較佳為用於發光層中。

【0102】 以下列舉發光元件的結構的具體例，但本發明的結構並不限定於該些。

【0103】 （基板）

為了保持發光元件的機械強度，使熱變形少，且具有防止水蒸氣或氧侵入發光層的阻隔性，較佳為於基板上形成發光元件。作為基板，並無特別限定，例如可列舉玻璃板、陶瓷板、樹脂製膜、樹脂薄膜、金屬製薄板等。其中，就透明且容易加工的觀點

而言，可較佳地使用玻璃基板。特別是於經過基板輸出光的底部發光元件中，較佳為具有高透明性的玻璃基板。另外，於智慧型手機等移動設備中增加了可撓性顯示器或折疊式顯示器，於所述用途中，可較佳地使用樹脂製膜或使清漆硬化後的樹脂薄膜。作為樹脂製薄膜，可使用耐熱膜，具體而言，可例示聚醯亞胺膜、聚萘二甲酸乙二酯膜等。

【0104】 另外，亦可於基板的表面設置用於驅動有機 EL 的各種配線、電路以及基於 TFT 的開關元件。

【0105】 （陽極）

陽極形成於所述基板上。此處，亦可於基板與陽極之間介隔存在有各種配線、電路及開關元件。陽極中所使用的材料只要為可將電洞效率良好地注入至有機層中的材料，則並無特別限定，於底部發光型的元件中較佳為透明或半透明電極，於頂部發光型的元件中較佳為反射電極。

【0106】 作為透明或半透明電極的材料，可例示氧化鋅、氧化錫、氧化銦、氧化銦錫 (Indium Tin Oxide, ITO)、氧化銦鋅 (Indium Zinc Oxide, IZO) 等導電性金屬氧化物；或者金、銀、鋁、鉻等金屬；聚噻吩、聚吡咯、聚苯胺等導電性聚合物。其中，於使用金屬時，較佳為使膜厚變薄，以便可使光半透過。以上中，就透明性與穩定性的觀點而言，更佳為氧化銦錫 (ITO)。

【0107】 作為反射電極的材料，較佳為對所有的光無吸收而具有高反射率的材料。具體而言，可例示鋁、銀、鉑等金屬。

【0108】 陽極的形成方法可根據其形成材料採用最佳的方法，可列舉濺鍍法、蒸鍍法、噴墨法等。例如，於由金屬氧化物形成陽極的情況下可使用濺鍍法，於由金屬形成陽極的情況下可使用蒸鍍法。陽極的膜厚並無特別限定，較佳為數 nm～數百 nm。

【0109】 另外，該些電極材料可單獨使用，但亦可將多種材料積層或混合來使用。

【0110】 （陰極）

陰極夾著有機層而形成於陽極的相反側的表面，特別是較佳為形成於電子傳輸層或電子注入層上。陰極中所使用的材料只要為可將電子效率良好地注入至發光層中的材料，則並無特別限定，於底部發光型的元件中較佳為反射電極，於頂部發光型的元件中較佳為半透明電極。

【0111】 作為陰極的材料，一般而言，較佳為鉑、金、銀、銅、鐵、錫、鋁、銦等金屬；該些金屬與鋰、鈉、鉀、鈣、鎂等低功函數金屬的合金或多層積層膜；或者氧化鋅、氧化銦錫（ITO）、氧化銦鋅（IZO）等導電性金屬氧化物等。其中，作為主成分，就電阻值、製膜容易度、膜的穩定性、發光效率等方面而言，較佳為選自鋁、銀及鎂中的金屬。另外，若陰極包含鎂與銀，則對本發明中的電子傳輸層及電子注入層的電子注入變得容易，可進行低電壓驅動，因此較佳。

【0112】 （保護層）

為了保護陰極，較佳為於陰極上積層保護層（覆蓋層）。作為

構成保護層的材料，並無特別限定，例如可列舉：鉑、金、銀、銅、鐵、錫、鋁及鋼等金屬；使用該些金屬的合金；二氧化矽、氧化鈦及氮化矽等無機物；聚乙烯醇、聚氯乙烯、烴系高分子化合物等有機高分子化合物等。其中，於發光元件為自陰極側輸出光的元件結構（頂部發光結構）的情況下，保護層中所使用的材料選自於可見光區域具有透光性的材料中。

【0113】（電洞注入層）

電洞注入層是插入至陽極與電洞傳輸層之間而使電洞注入容易的層。電洞注入層可為一層，亦可將多層積層。若於電洞傳輸層與陽極之間存在電洞注入層，則可實現更低的電壓驅動，元件的耐久壽命亦提高，不僅如此，進而元件的載子平衡提高，發光效率亦提高，因此較佳。

【0114】 作為電洞注入材料的較佳的一例，可列舉供電子性電洞注入材料（施體材料）。該些材料由於最高佔用分子軌道（Highest Occupied Molecular Orbital，HOMO）能級比電洞傳輸層淺，且接近陽極的功函數，因此是可減小與陽極的能量障壁的材料。具體而言，可例示：聯苯胺衍生物、4,4',4''-三(3-甲基苯基(苯基)胺基)三苯胺（4,4',4''-tris(3-methylphenyl(phenyl)amino)triphenylamine，m-MTDATA）、4,4',4''-三(1-萘基(苯基)胺基)三苯胺（4,4',4''-tris(1-naphthyl(phenyl)amino)triphenylamine，1-TNATA）等星爆狀（starburst）芳基胺等芳香族胺系材料群組；咪唑衍生物、

吡啶噻吩衍生物、二苯乙烯系化合物、脞系化合物、苯並呋喃衍生物、噻吩衍生物、噁二唑衍生物、酞菁衍生物、卟啉衍生物等雜環化合物；聚合物系中於側鏈具有所述單量體的聚碳酸酯或苯乙烯衍生物、如聚-3,4-伸乙二氧基噻吩（Poly-3,4-Ethylenedioxythiophene，PEDOT）/聚苯硫醚（Polyphenylene sulfide，PPS）般的聚噻吩、聚苯胺、聚芴、聚乙烯基吡啶及聚矽烷等。該些材料可單獨使用，亦可混合使用兩種以上的材料。另外，亦可積層多種材料而作為電洞注入層。

【0115】 另外，作為電洞注入材料的另一較佳的一例，可列舉電子接受性電洞注入材料（受體材料）。此處，電洞注入層可由受體材料單獨構成，亦可將受體材料摻雜至所述施體材料中使用。受體材料是如下材料：於單獨使用時在與鄰接的電洞傳輸層之間形成電荷遷移錯合物，另外於摻雜至施體材料中使用時在與施體材料之間形成電荷遷移錯合物。若使用此種材料，則可獲得電洞注入層的導電性提高、以及有助於元件的驅動電壓降低、發光效率的提高、耐久壽命提高等效果，因此更佳。作為受體材料，可例示：如氧化鋁、氧化鈮、氧化鎢、氧化鈮般的金屬氧化物；如三(4-溴苯基)六氯錫酸銨（Tris(4-bromophenyl)Aminium hexachloroantimonate，TBPAH）般的電荷遷移錯合物；如1,4,5,8,9,11-六氮雜聯三伸苯-六甲腈（1,4,5,8,9,11-hexaazatriphenylene-hexacarbonitrile，HAT-CN6）、2,3,5,6-四氟-7,7,8,8-四氰基醌二甲烷

(2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane ， F4-TCNQ)、氟化銅酞菁般的 n 型有機半導體化合物；富勒烯等。於電洞注入層中包含受體材料的情況下，電洞注入層可為一層，亦可將多個層積層而構成。

【0116】 (電洞傳輸層)

電洞傳輸層是將自陽極注入的電洞傳輸至發光層的層。電洞傳輸層可為一層，亦可將多層積層而構成。

【0117】 電洞傳輸層由一種電洞傳輸材料單獨形成或者藉由將兩種以上的電洞傳輸材料積層或混合而形成。另外，電洞傳輸材料較佳為電洞注入效率高且效率良好地傳輸所注入的電洞。因此，要求電洞傳輸材料為如下的物質：具有適當的游離電位 (ionization potential)，而且電洞遷移率大，進而穩定性優異，難以產生成為陷阱的雜質。

【0118】 作為滿足此種條件的物質，並無特別限定，例如可列舉：聯苯胺衍生物、被稱為星爆狀芳基胺的芳香族胺系材料群組；咪唑衍生物、吡啶衍生物、二苯乙烯系化合物、脲系化合物、苯並咪喃衍生物、二苯並咪喃衍生物、噻吩衍生物、苯並噻吩衍生物、二苯並噻吩衍生物、芴衍生物、螺芴衍生物、噁二唑衍生物、酞菁衍生物、卟啉衍生物等雜環化合物；聚合物系中於側鏈具有所述單量體的聚碳酸酯或苯乙烯衍生物、聚噻吩、聚苯胺、聚芴、聚乙烯基咪唑及聚矽烷等。

【0119】 (發光層)

發光層是藉由因電洞與電子的再結合而產生的激發能量而發光的層。發光層可由單一的材料構成，就顏色純度的觀點而言，較佳為具有第一化合物、以及顯示出強發光的摻雜劑、即、第二化合物。作為第一化合物，例如可列舉承擔電荷遷移的主體材料、或者熱活化延遲螢光性的化合物作為較佳例。

【0120】 通式(1)所表示的吡咯亞甲基硼錯合物具有特別優異的螢光量子產率且發光光譜的半值寬度窄，可達成高顏色純度，因此較佳為作為發光層的摻雜劑、即、第二化合物使用。第二化合物的摻雜量若過多則會發生濃度淬滅現象，因此相對於發光層整體的重量，較佳為 20 重量%以下，更佳為 10 重量%以下，進而佳為 5 重量%以下，最佳為 2 重量%以下。另外，若摻雜濃度過低，則不易發生充分的能量遷移，因此相對於發光層整體的重量，較佳為 0.1 重量%以上，更佳為 0.5 重量%以上。

【0121】 主體材料無須限定為僅一種化合物，亦可混合使用兩種以上，另外，亦可積層使用。作為主體材料，並無特別限定，可使用萘、芘、蒽、熒蒽等具有縮合芳基環的化合物或其衍生物；N,N'-二萘基-N,N'-二苯基-4,4'-二苯基-1,1'-二胺等芳香族胺衍生物；以三(8-羥基喹啉)鋁(III)為代表的金屬螯合化類喹辛(oxinoid)化合物；二苯乙烯基苯衍生物等雙苯乙烯基衍生物；四苯基丁二烯衍生物，茚衍生物，香豆素衍生物，噁二唑衍生物，吡咯並吡啶衍生物，紫環酮衍生物，吡咯並吡咯衍生物，噻二唑並吡啶衍生物，二苯並呋喃衍生物，呋唑衍生物，吡啶並呋唑衍生物，三

噁衍生物；於聚合物系中，可使用聚苯乙炔衍生物、聚對苯衍生物、聚芴衍生物、聚乙烯基吡啶衍生物、聚噻吩衍生物等。作為主體材料尤佳的是蔥衍生物或稠四苯衍生物。

【0122】 摻雜劑材料並無特別限定，亦可包含通式（1）所表示的吡咯亞甲基硼錯合物以外的螢光發光材料。具體而言，可列舉：萘、芘、蔥、熒蔥等具有縮合芳基環的化合物或其衍生物；具有雜芳基環的化合物或其衍生物；二苯乙烯基苯衍生物、胺基苯乙烯衍生物、四苯基丁二烯衍生物、二苯乙烯衍生物、醛連氮衍生物、吡咯亞甲基衍生物、二酮吡咯並[3,4-c]吡咯衍生物、香豆素衍生物、噻衍生物及其金屬錯合物、以及芳香族胺衍生物等。

【0123】 另外，作為摻雜劑材料，亦可包含磷光發光材料。作為進行磷光發光的摻雜劑，較佳為包含選自由銱（Ir）、鈦（Ru）、鈀（Pd）、鉑（Pt）、鐵（Os）、及錒（Re）所組成的群組中的至少一種金屬的金屬錯合物化合物，就高效率發光的觀點而言，更佳為銱錯合物或鉑錯合物。配位子較佳為具有苯基吡啶骨架或苯基喹啉骨架或碳烯（carbene）骨架等含氮雜芳基，但並不限定於這些。

【0124】 其中，就提高顏色純度的觀點而言，摻雜劑材料較佳為一種通式（1）所表示的吡咯亞甲基硼錯合物。

【0125】 發光層中除了所述主體材料或摻雜劑材料以外，亦可進一步包含用以調整發光層內的載子平衡或用以使發光層的層結構穩定化的第三成分。其中，作為第三成分，選擇如於主體材料及

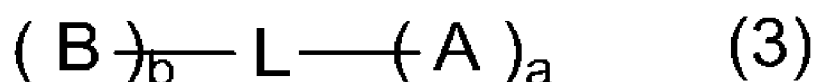
摻雜劑材料之間不會發生相互作用的材料。

【0126】 熱活化延遲螢光性化合物一般亦被稱為 TADF 材料，其為藉由減小單重態激發狀態的能階與三重態激發狀態的能階之能隙來促進自三重態激發狀態向單重態激發狀態的逆系間交差（inverse intersystem crossing），並提高單重態激子的生成概率的材料。TADF 材料中的最低激發單重態能階與最低激發三重態能階的差（設為 ΔE_{ST} ）較佳為 0.3 eV 以下。藉由利用基於所述 TADF 機構的延遲螢光，可將理論內部效率提高至 100%。進而，於自具有熱活化延遲螢光性的第一化合物的單重態激子向第二化合物的單重態激子發生福斯特（Forster）型能量遷移的情況下，觀測到來自第二化合物的單重態激子的螢光發光。為了發生此種能量遷移，較佳為第一化合物的最低激發單重態能階大於第二化合物的最低激發單重態能階。此處，於第二化合物是具有尖銳的發光光譜的螢光發光材料的情況下，可獲得高效率且高顏色純度的發光元件。如此，若發光層含有熱活化延遲螢光性化合物，則可實現高效率發光，有助於顯示器的低消耗電力化。熱活化延遲螢光性化合物可為藉由單一的材料來顯示出熱活化延遲螢光的化合物，亦可為如形成激發錯合物（exciplex）的情況般藉由多種化合物來顯示出熱活化延遲螢光的化合物。

【0127】 作為熱活化延遲螢光性化合物，可為單一的化合物，亦可混合使用多種化合物，可使用公知的材料。具體而言，例如可列舉：苯甲腈衍生物、三嗪衍生物、二亞碸衍生物、咪唑衍生物、

吡啶並呔啉衍生物、二氫啡嗪衍生物、噻啉衍生物、噁二啉衍生物等。特別是較佳為於同一分子內具有供電子性部（施體部）與拉電子性部（受體部）的化合物。供電子性部（施體部）與拉電子性部可經由單鍵或螺鍵直接鍵結，亦可經由連結基鍵結。作為此種化合物的例子，可列舉含有下述通式（3）所表示的結構的化合物。

【0128】 [化 22]



【0129】 於所述通式（3）中，A 為拉電子性部，B 為供電子性部，L 為連結基。於存在多個 A 的情況下，多個 A 可彼此相同或不同，A 彼此可鍵結而形成環結構。於存在多個 B 的情況下，多個 B 可彼此相同或不同，B 彼此可鍵結而形成環結構。

【0130】 L 是選自由直接鍵、或者經取代或未經取代的環形成碳數 6~30 的芳香族烴基、經取代或未經取代的環形成原子數 5~30 的雜芳香環基、該些基彼此連結 2 個~5 個而成的基、以及具有氟化烷基的亞甲基所組成的群組中的基。此處，所謂直接鍵，包括單鍵及螺鍵。其中，雜芳香環基中不包括具有供電子性的芳香族胺基或 π 電子過剩型雜環官能基。

【0131】 a 及 b 分別獨立地為 1~5 的整數。

【0132】 L 可於同一分子內存在多個。於存在多個 L 的情況下，多個 L 可彼此相同或不同，L 彼此可鍵結而形成飽和或不飽和的環。另外，多個 L 可經由 A 及/或 B 而鍵結。於 A 及/或 B 以及 L 分別存在多個的情況下，多個 A 及/或 B 可與相同的 L 鍵結，亦可與不同的 L 鍵結。

【0133】 此處，所謂供電子性部（施體部），表示相對於鄰接部位而言電子相對豐富的部位。例如可列舉芳香族胺基或 π 電子過剩型雜環官能基。具體而言，可例示二芳基胺基、咪唑基、苯並咪唑基、二苯並咪唑基、吡啶並咪唑基、二氫吡啶基、啡噁嗪基及二氫啡噁基及該些基連結多個而成的基等。該些基可進一步經取代，亦可未經取代。作為經取代時的取代基，可列舉所述較佳的取代基的例子。

【0134】 另外，所謂拉電子性部（受體部），表示相對於鄰接部位而言電子相對缺乏性的部位。例如可列舉拉電子性基或具有拉電子性基作為取代基的苯基或 π 電子不足型雜環官能基。具體而言，可例示選自羰基、磺醯基、氰基及氟原子中的拉電子性基、或具有拉電子性基作為取代基的苯基、嘧啶基或三嗪基。該些基可進一步經取代，亦可未經取代。作為經取代時的取代基，可列舉所述較佳的取代基的例子。

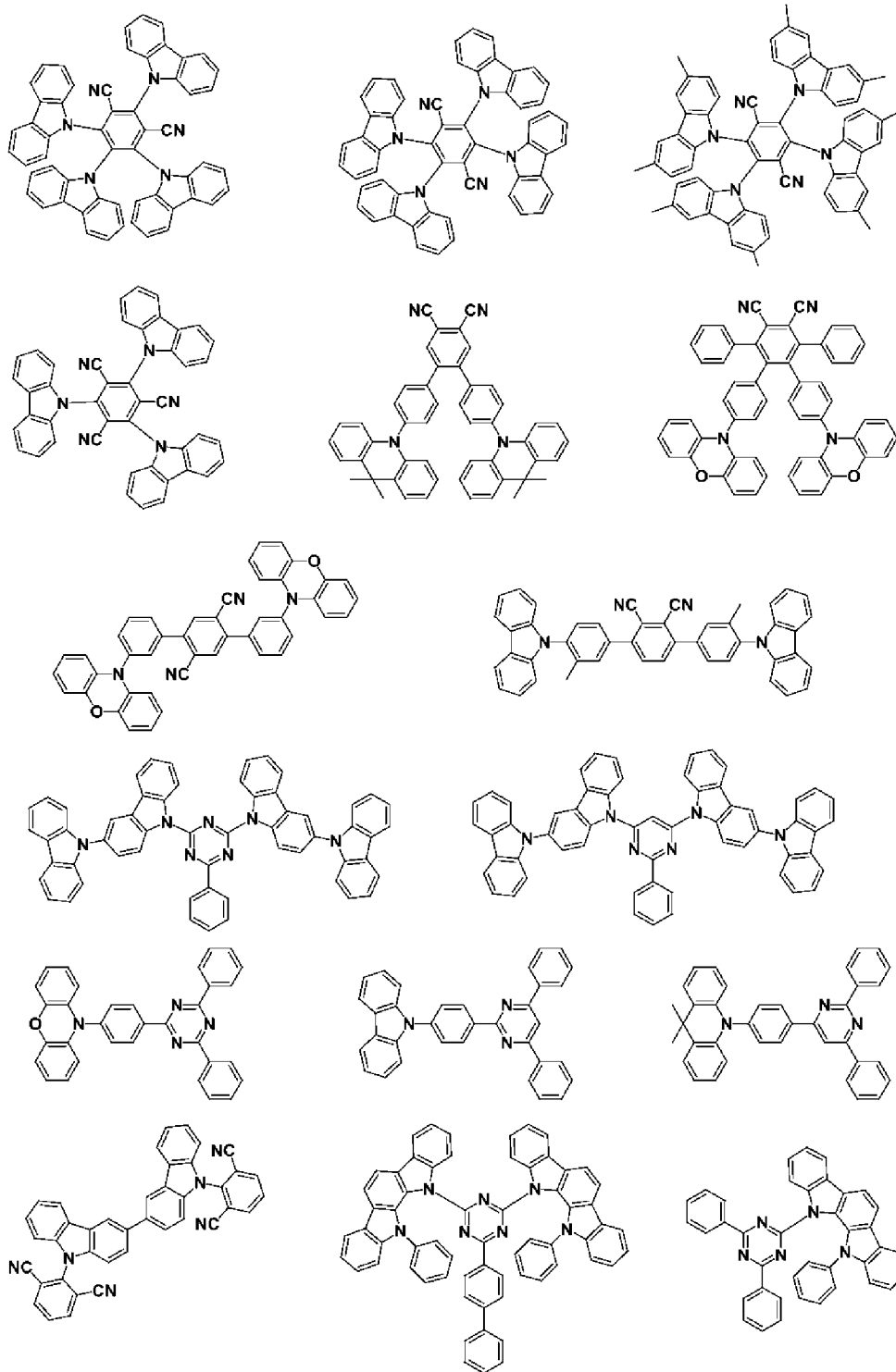
【0135】 作為可用作連結基 L 的環形成碳數 6~30 的芳香族烴基，例如可列舉自苯基、聯苯基、三聯苯基、萘基、芴基、苯並

芴基、二苯並芴基、菲基、蔥基、苯並菲基、苯並蔥基、蒽基、芘基、熒蔥基、三亞苯基、苯並熒蔥基、二苯並蔥基、芘基、螺旋烴基等芳基中去除氫原子的一部分而成的 (a+b) 價基。

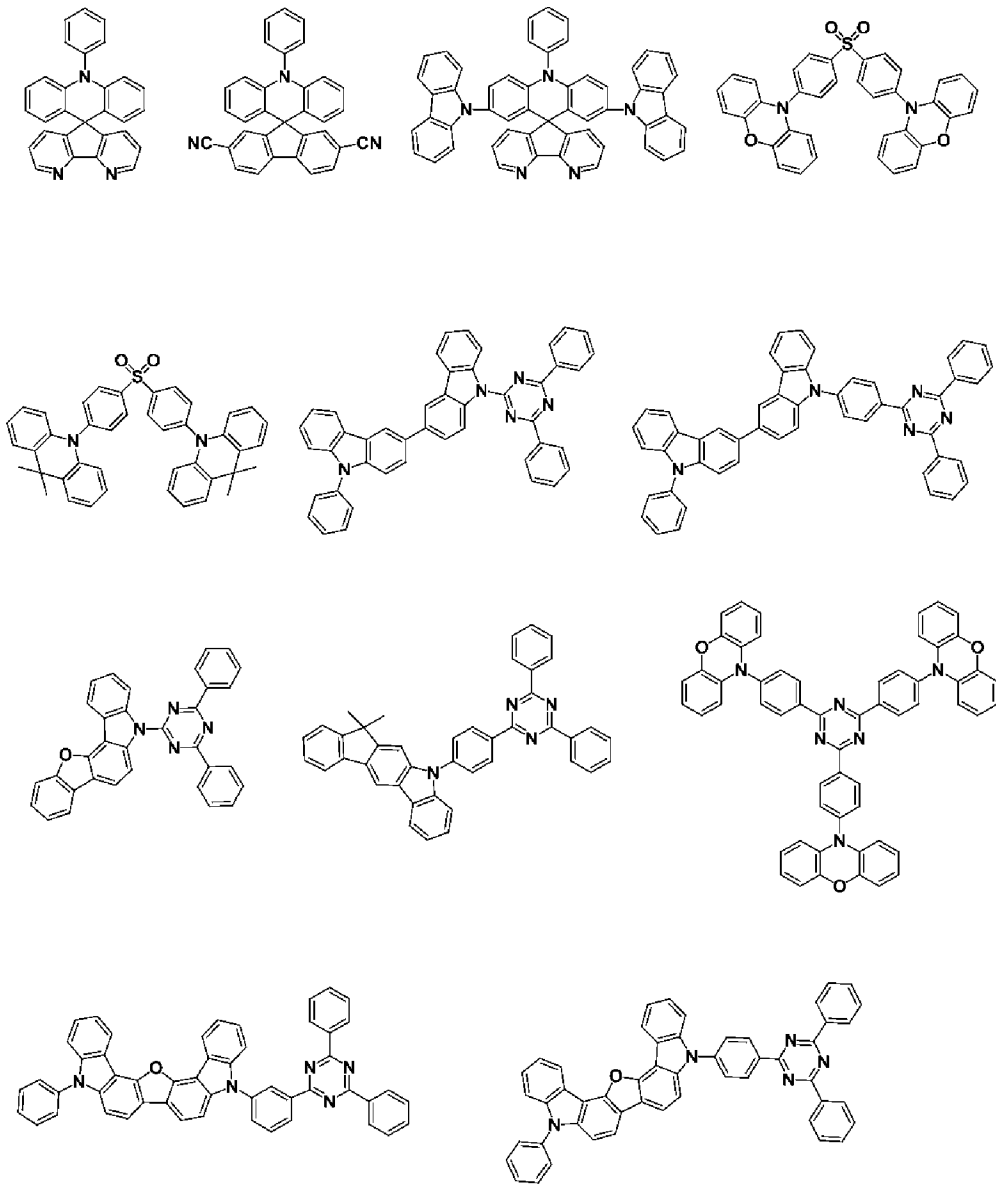
【0136】 作為可用作連結基 L 的環形成原子數 5~30 的雜芳香環基，例如可列舉自吡啶基、呋喃基、苯硫基、喹啉基、異喹啉基、吡嗪基、嘧啶基、噁嗪基、三嗪基、蔡啶基、噌啉基、酞嗪基、喹噁啉基、喹啉基、苯並呋喃基、苯並苯硫基、吡啶基、二苯並呋喃基、二苯並苯硫基、苯並喹啉基、苯並咪唑基、咪唑並吡啶基、苯並噁唑基、苯並噻唑基、啡啉基等於一個或多個環內具有碳及氫以外的原子、即雜原子的雜芳基中去除一部分的氫而成的 (a+b) 價環狀芳香族基。作為雜原子，較佳為氮原子、氧原子或硫原子。雜芳香環基可經取代，亦可未經取代。

【0137】 作為此種熱活化延遲螢光性化合物，並無特別限定，可列舉以下例子。

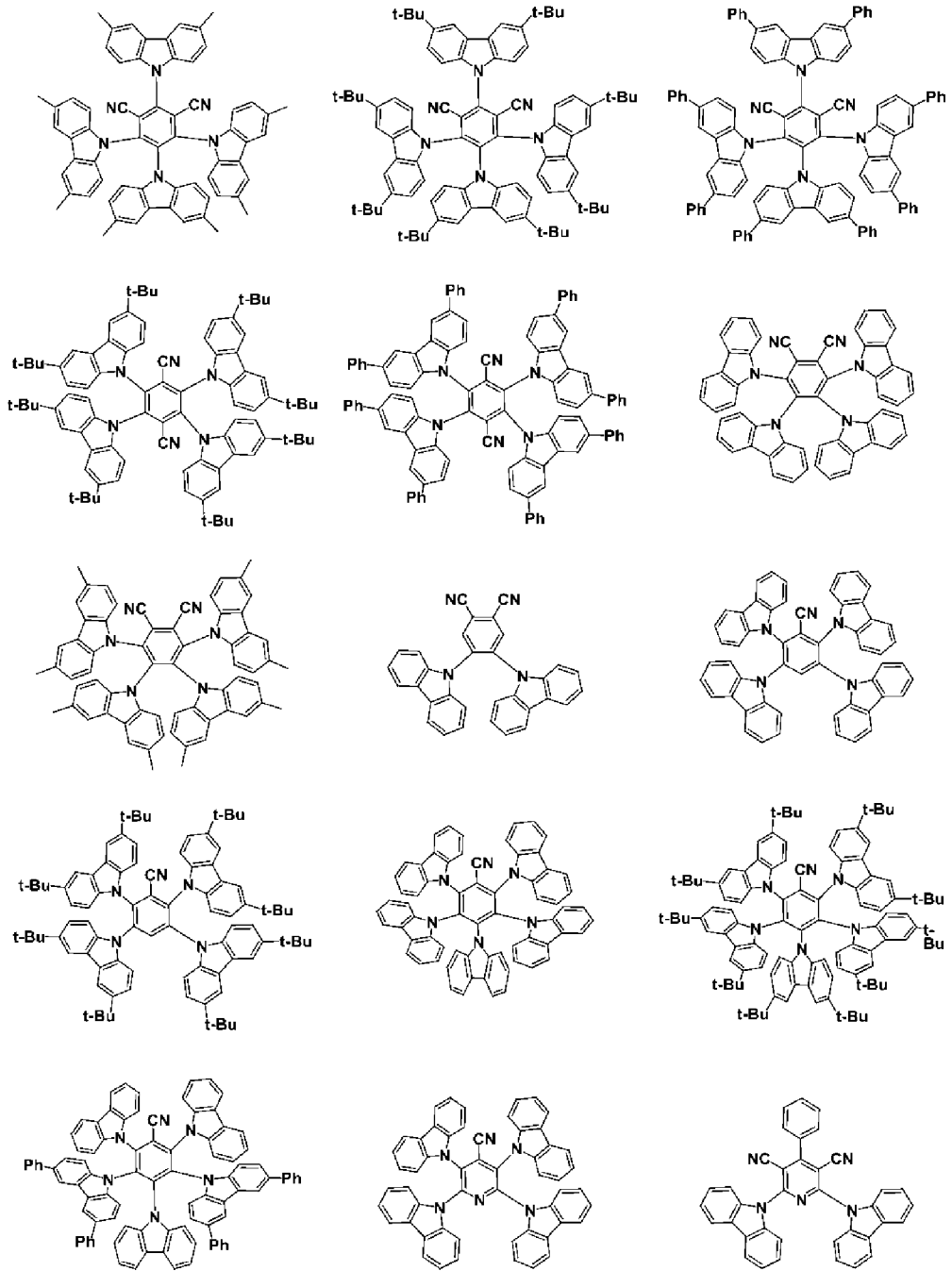
【0138】 [化 23]



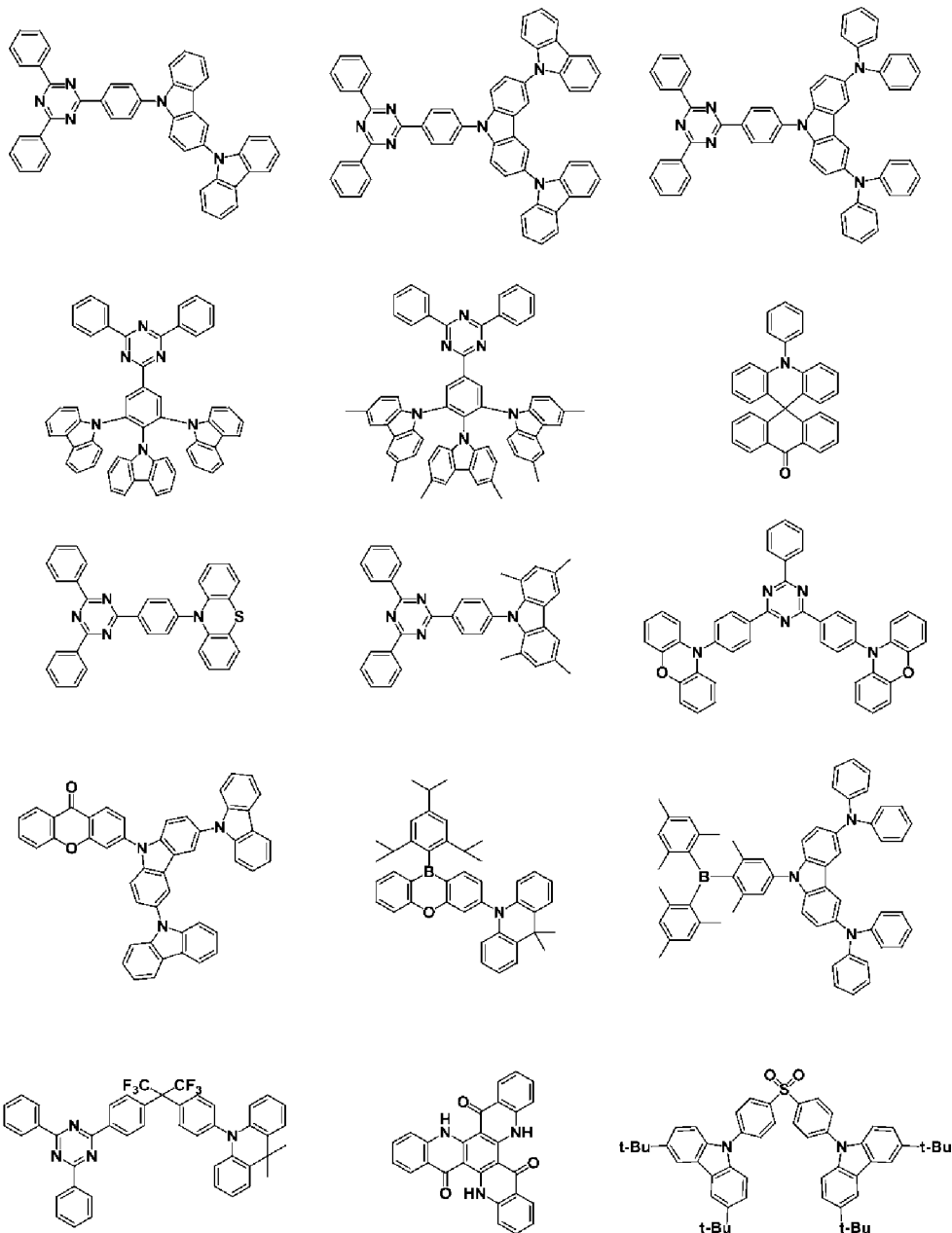
【0139】 [化 24]



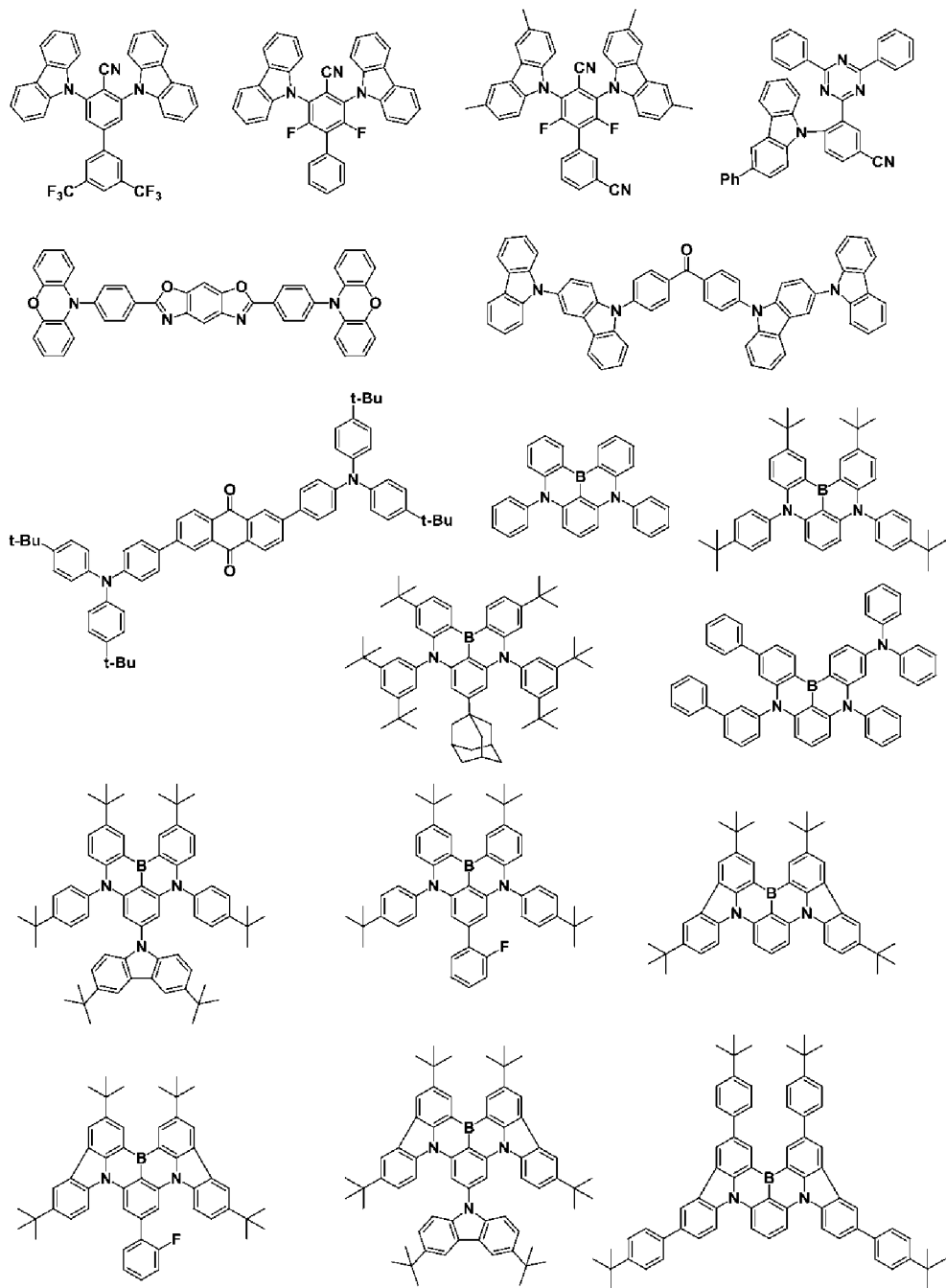
【0140】 [化 25]



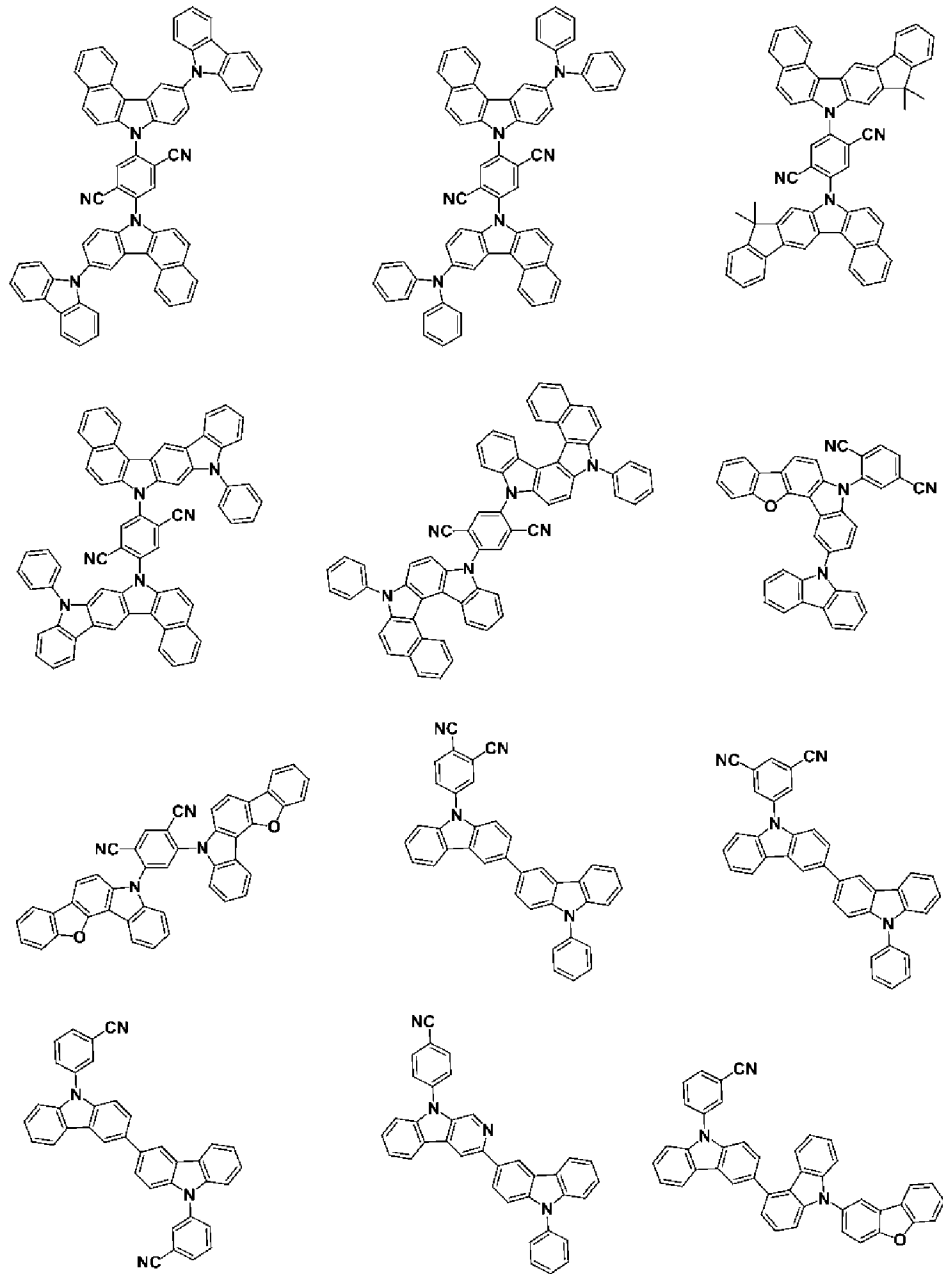
【0141】 [化 26]



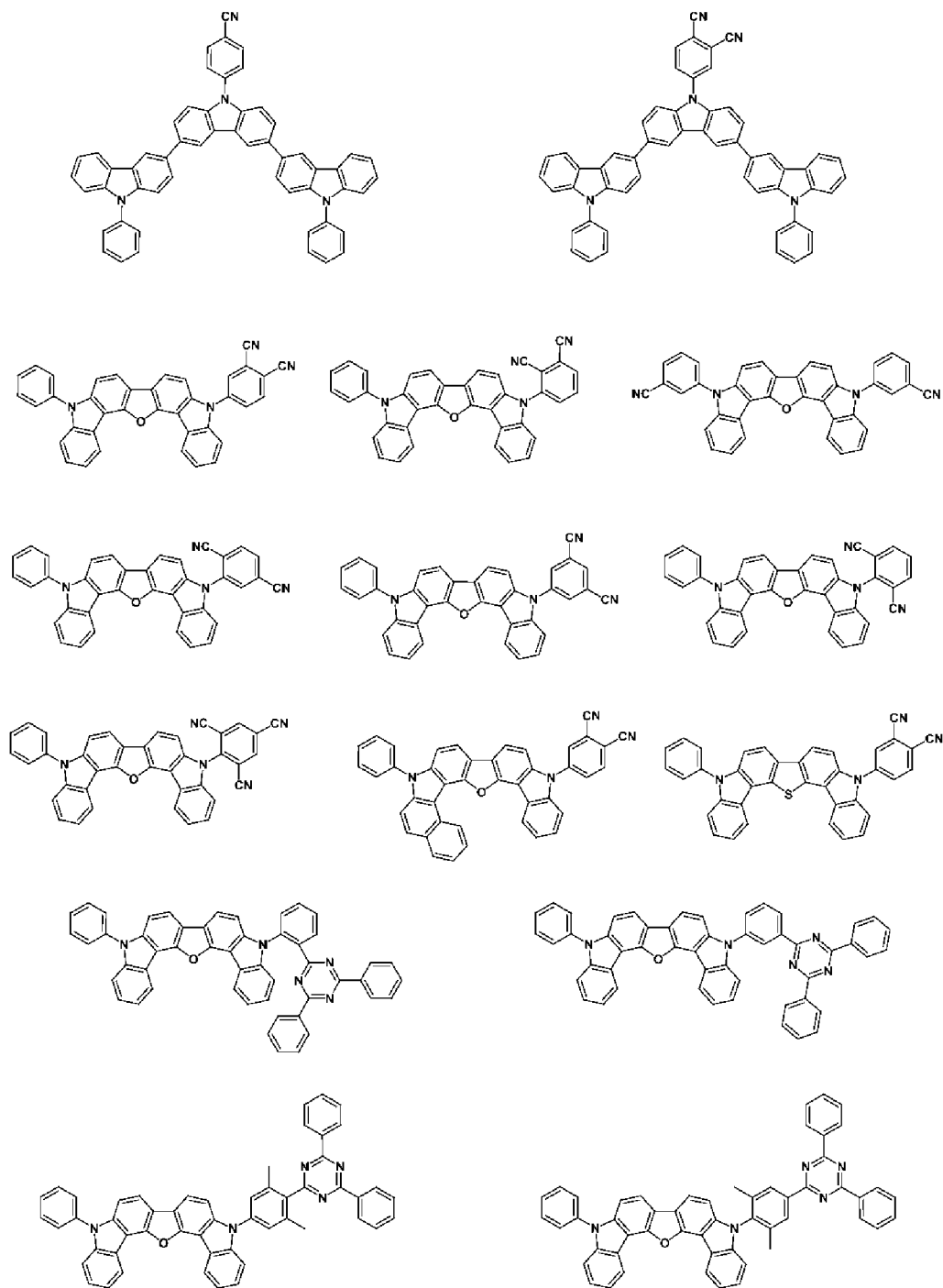
【0142】 [化 27]



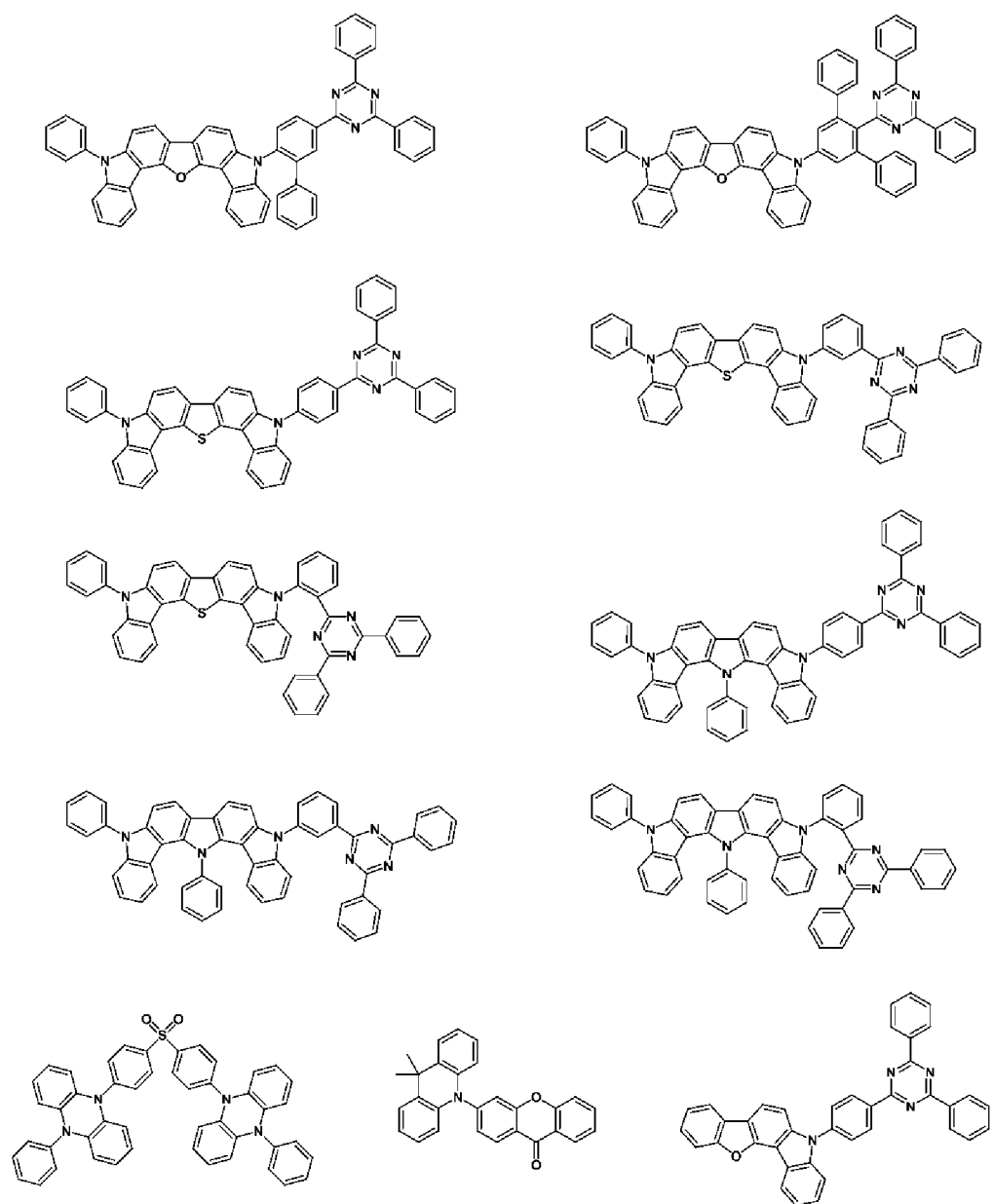
【0143】 [化 28]



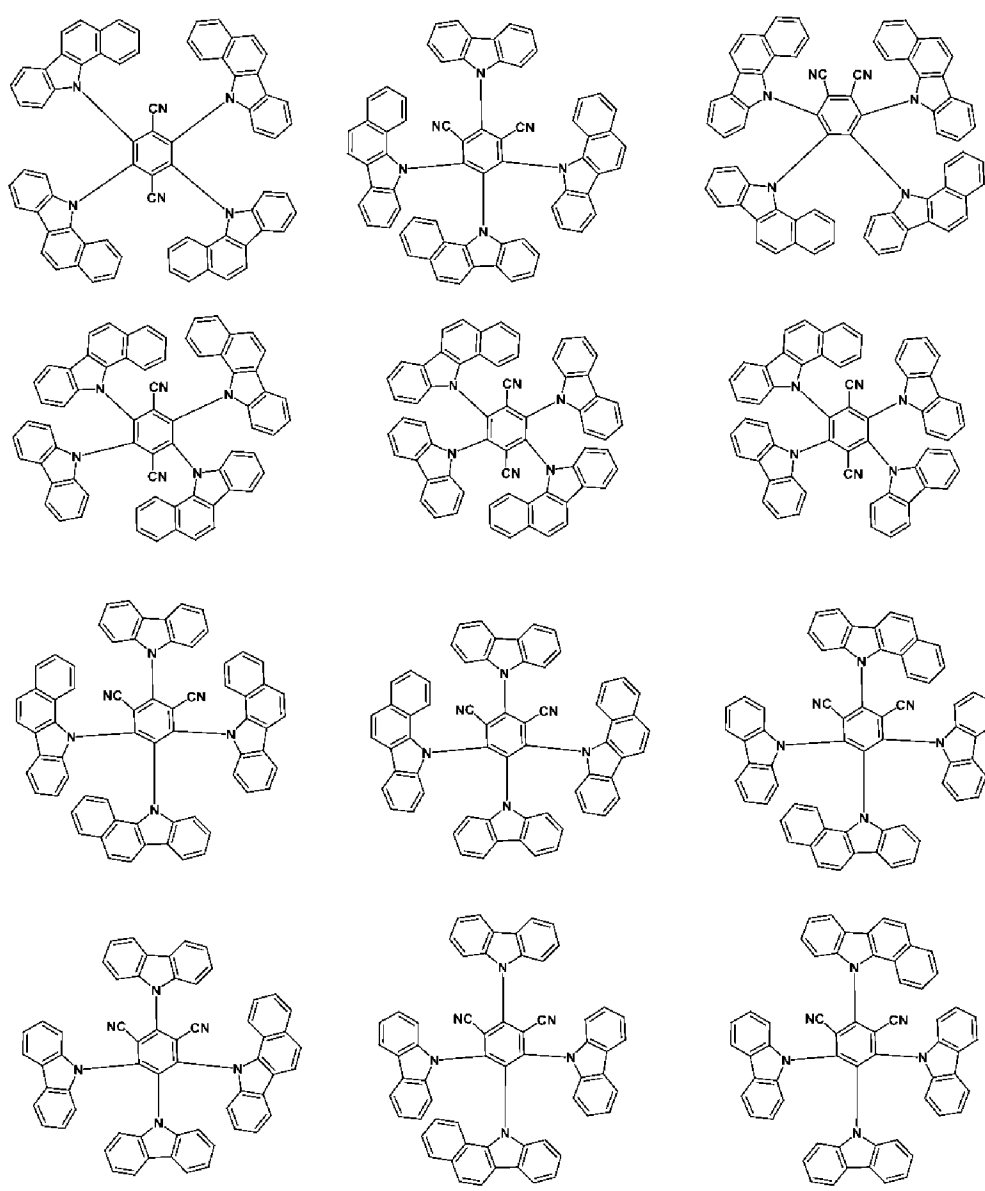
【0145】 [化 30]



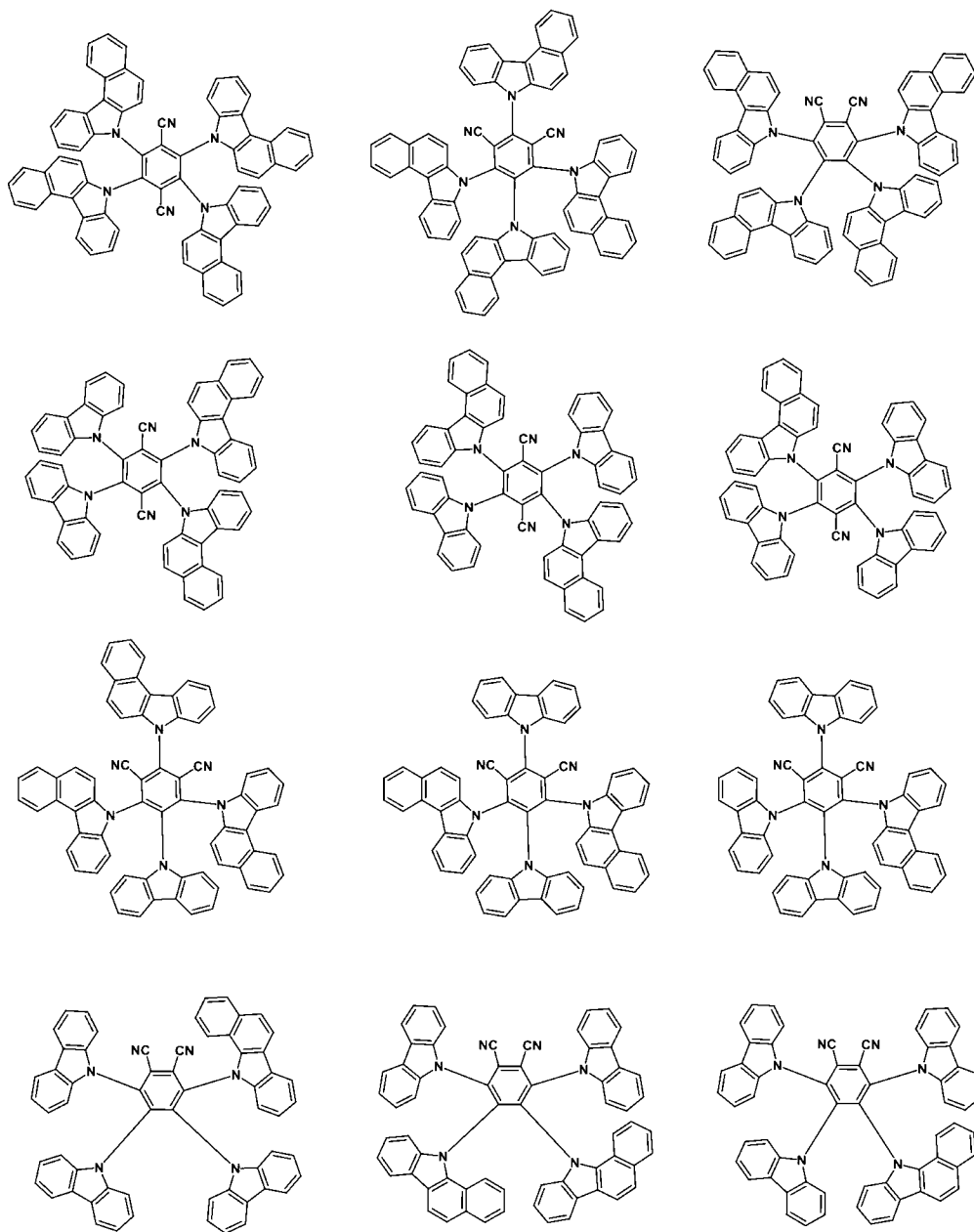
【0146】 [化 31]



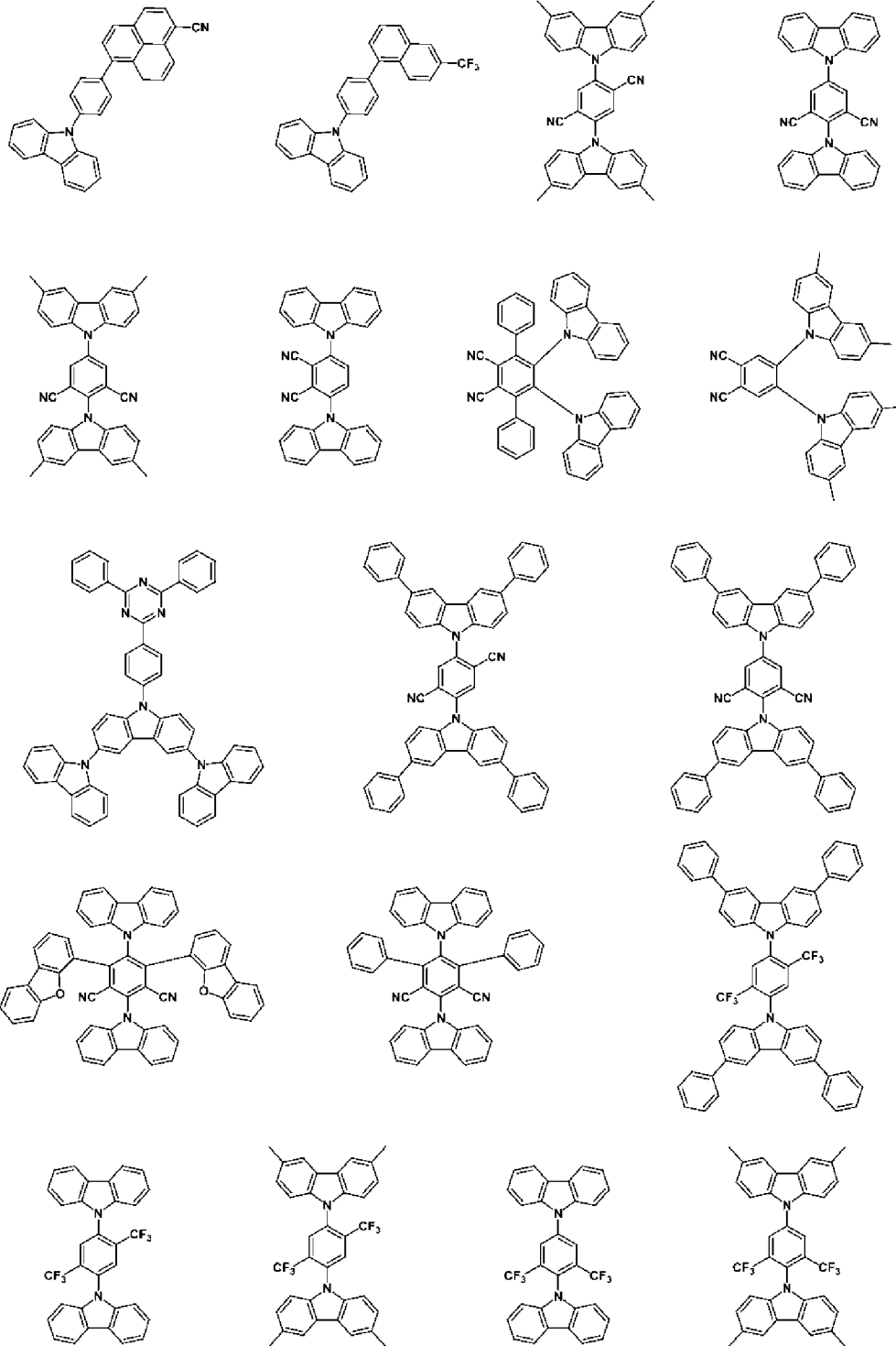
【0147】 [化 32]



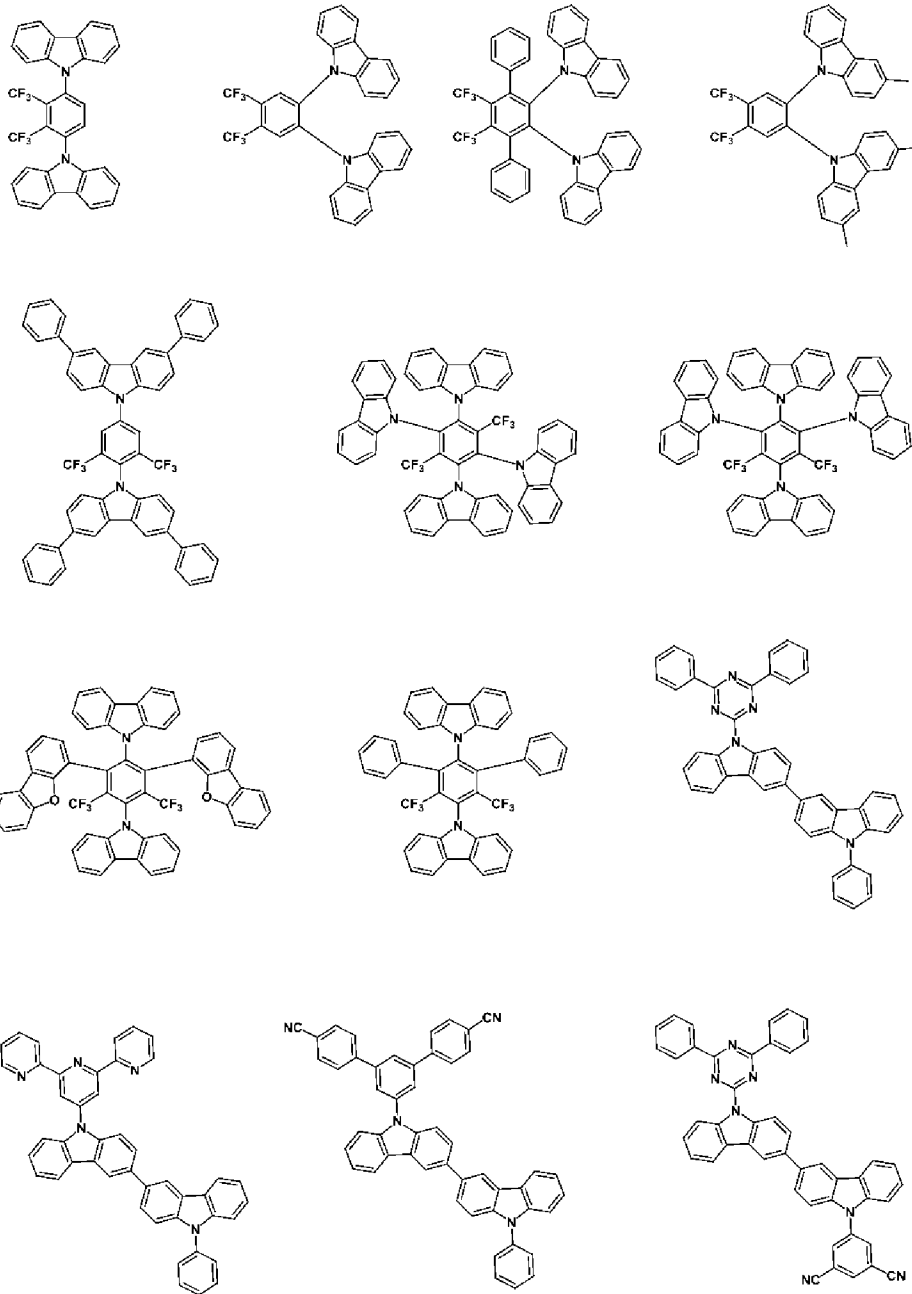
【0148】 [化 33]



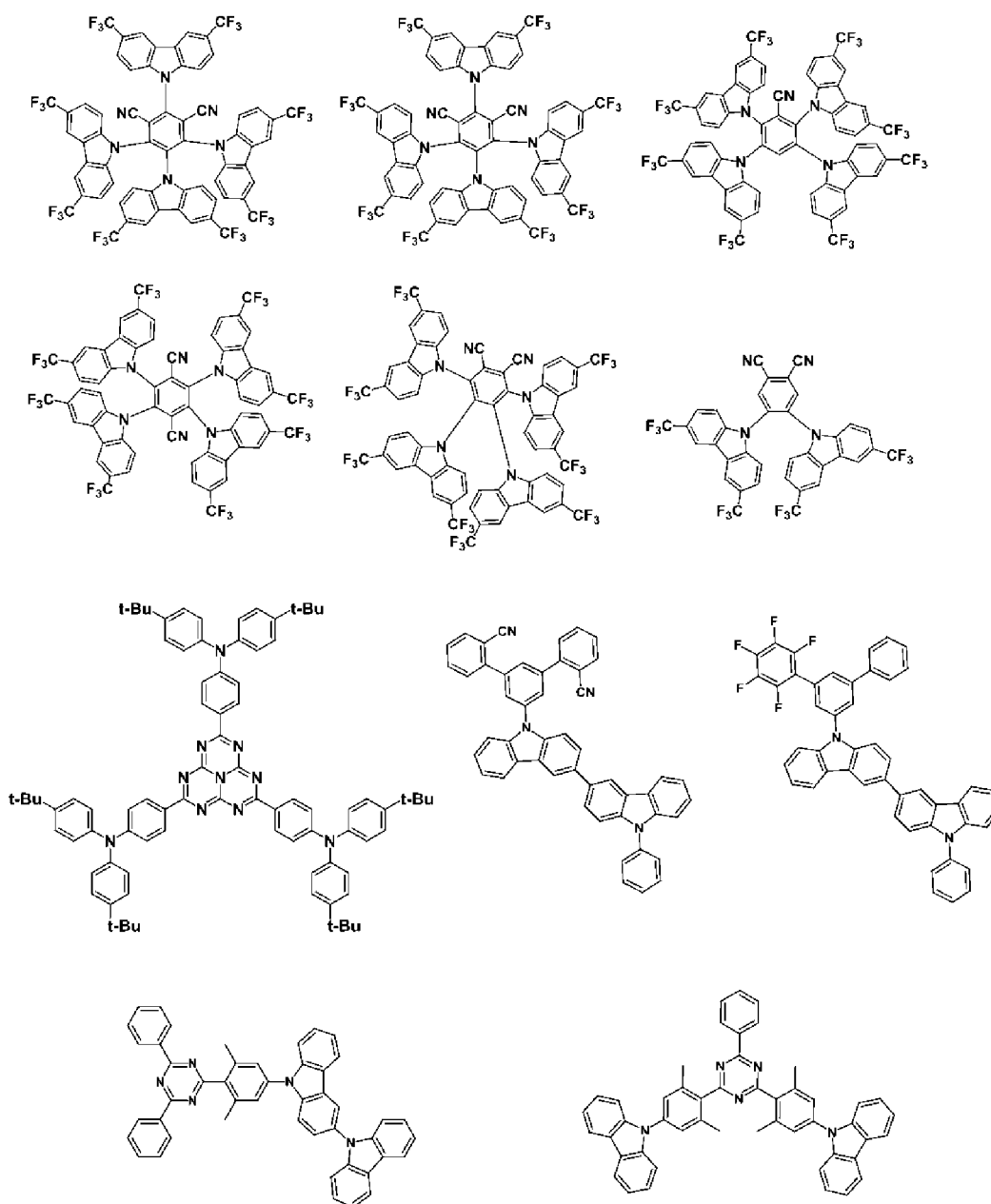
【0149】 [化 34]



【0150】 [化 35]



【0151】 [化 36]

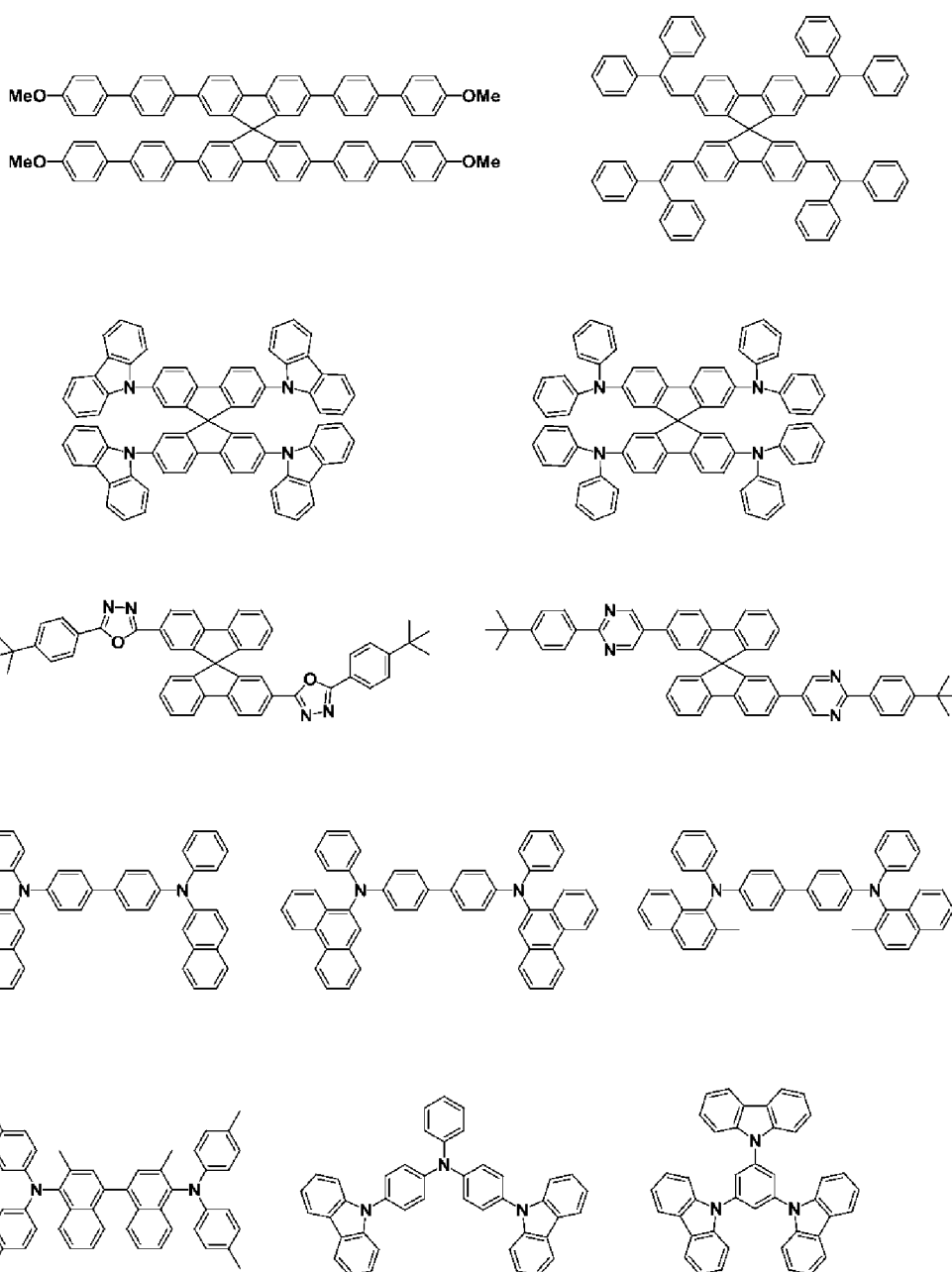


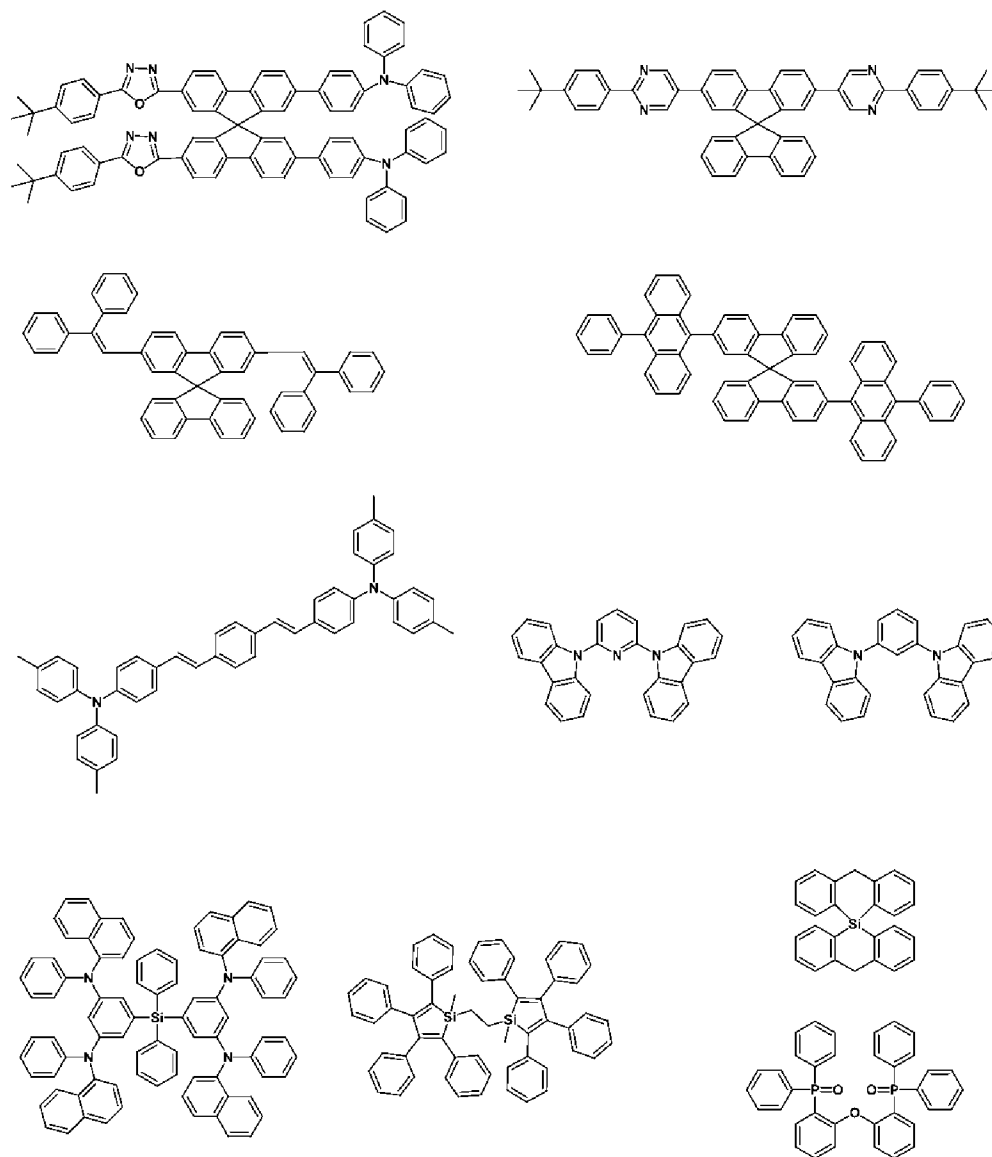
【0152】 較佳為所述第一化合物為熱活化延遲螢光性化合物，所述第二化合物為所述通式（1）所表示的吡咯亞甲基硼錯合物。另外，於第一化合物為熱活化延遲螢光性化合物的情況下，較佳為發光層進一步含有單重態能量大於第一化合物的單重態能量的第三化合物。藉此，第三化合物可具有將發光材料的能量封閉在發光層內的功能，可效率良好地發光。另外，亦較佳為第三化合物

的最低激發三重態能量大於第一化合物的最低激發三重態能量。

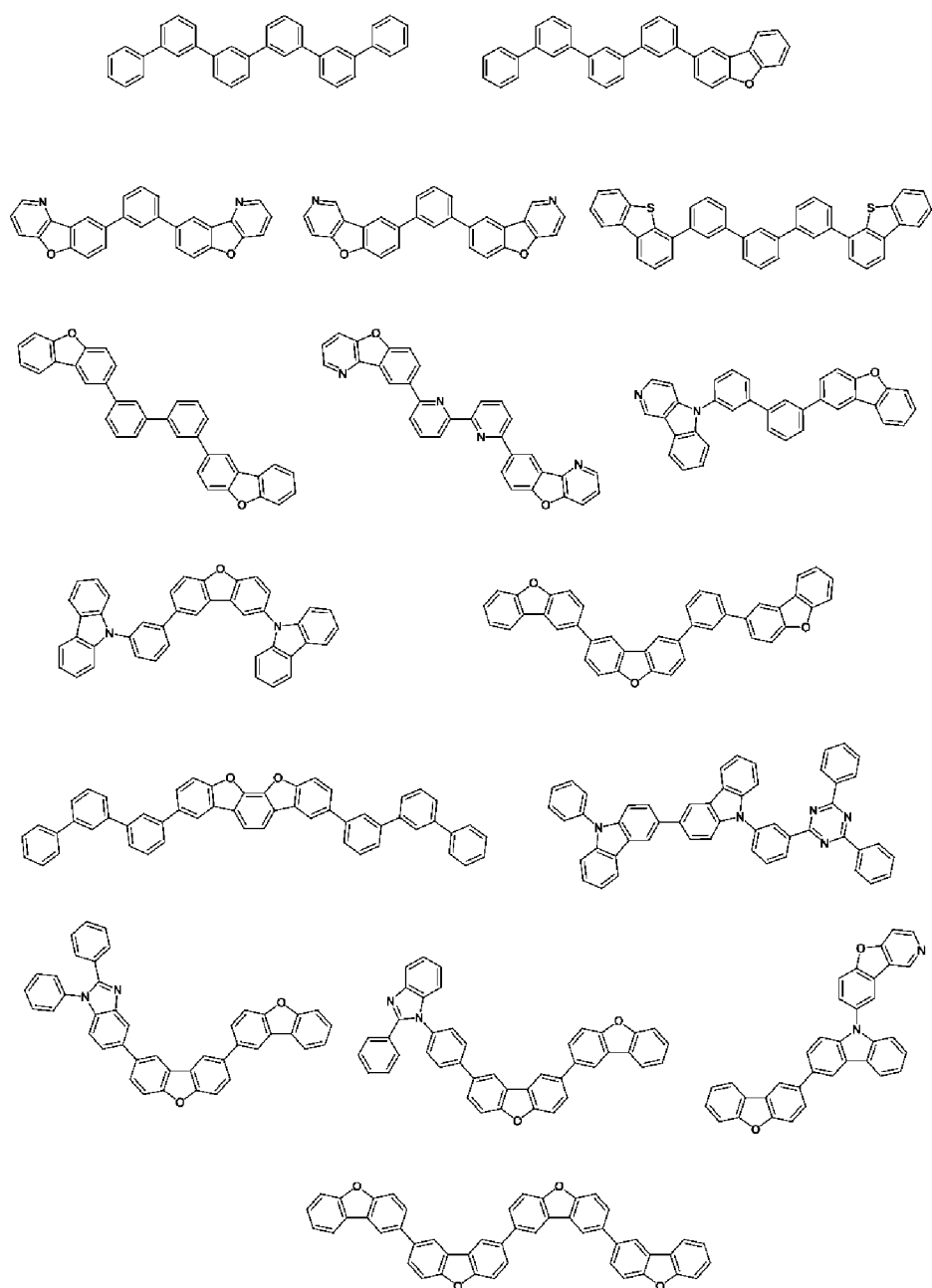
【0153】 作為此種第三化合物，較佳為電荷傳輸能力高且玻璃轉移溫度高的有機化合物。作為第三化合物，並無特別限定，可列舉以下例子。

【0154】 [化 37]

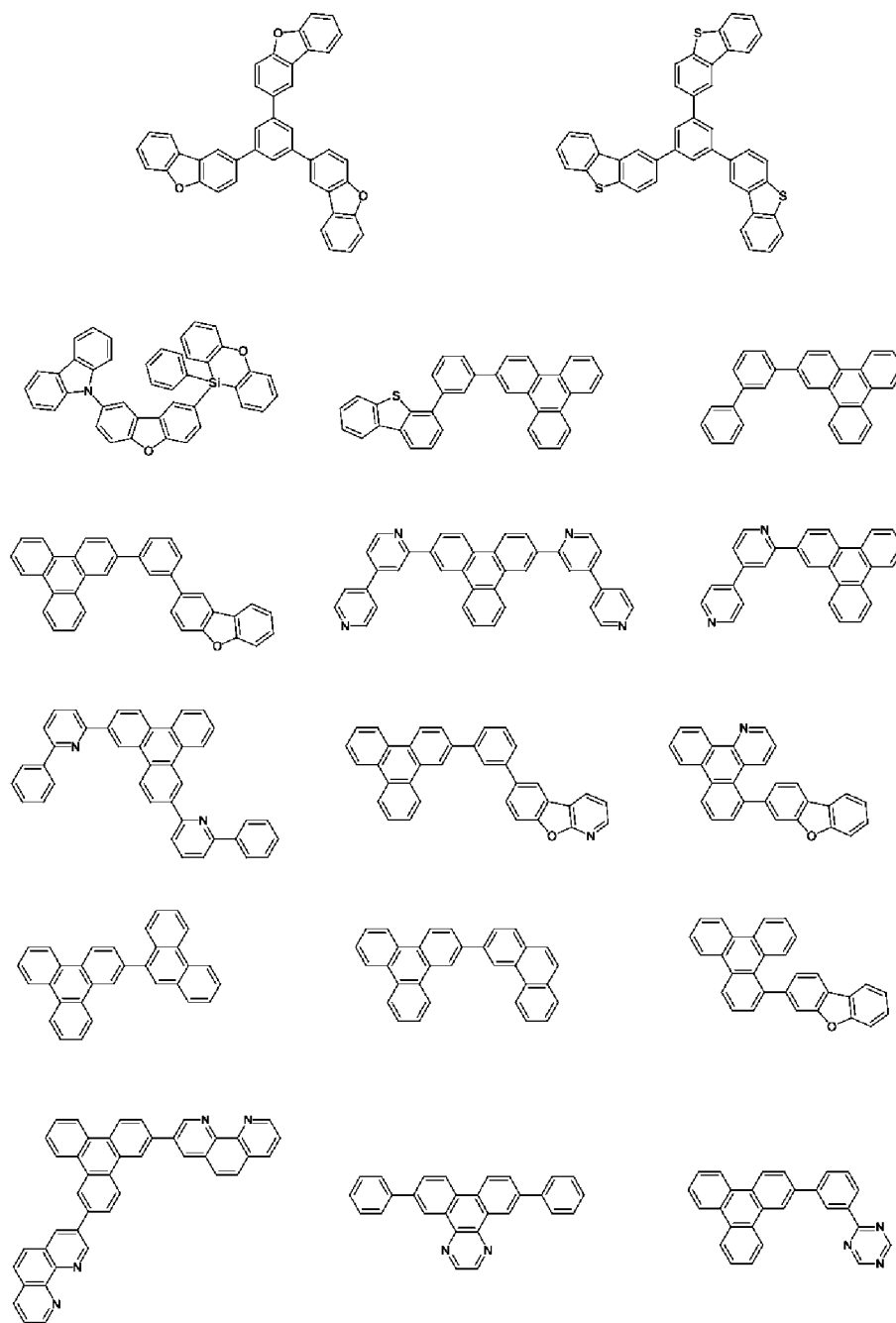




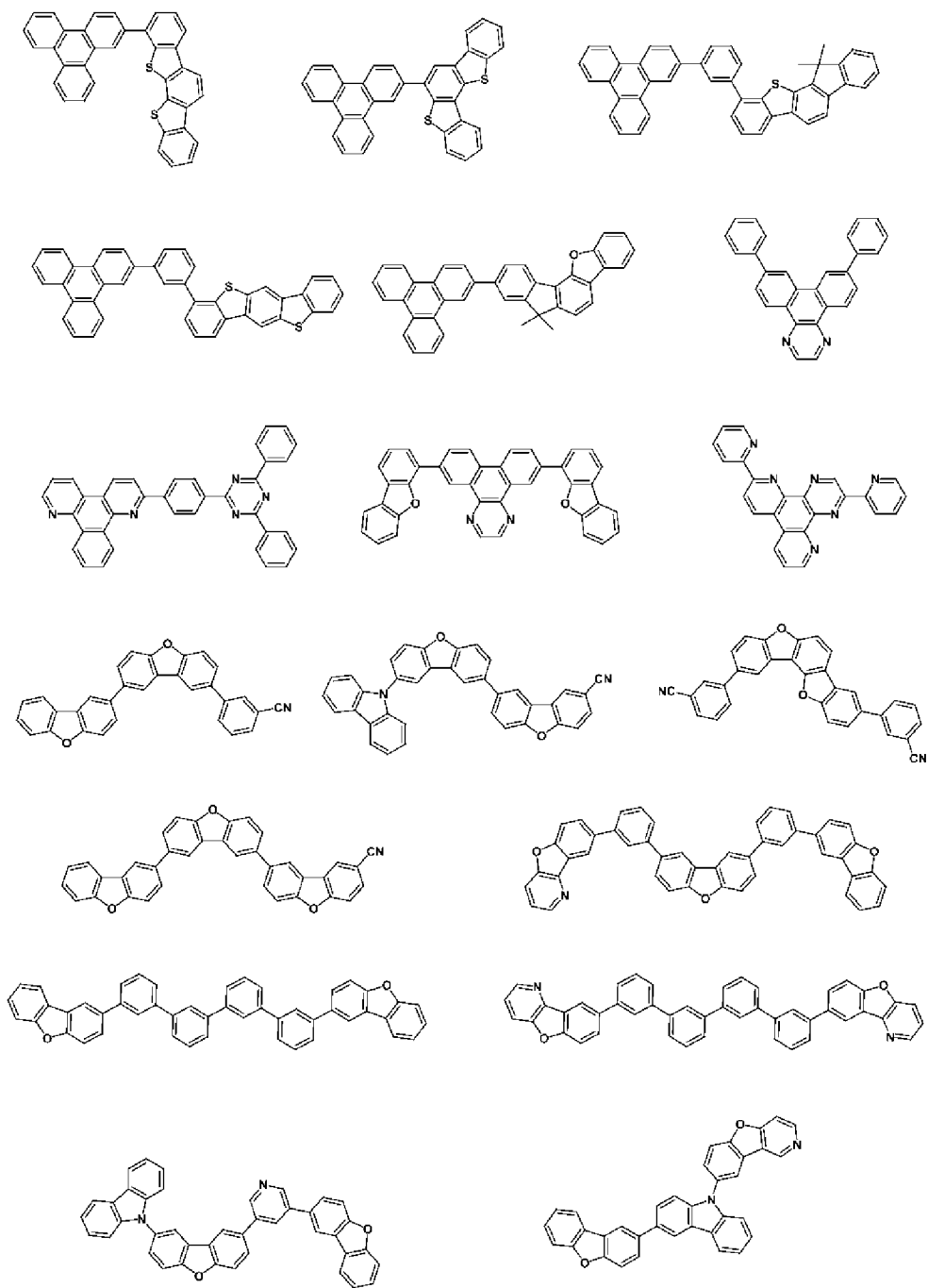
【0157】 [化 40]



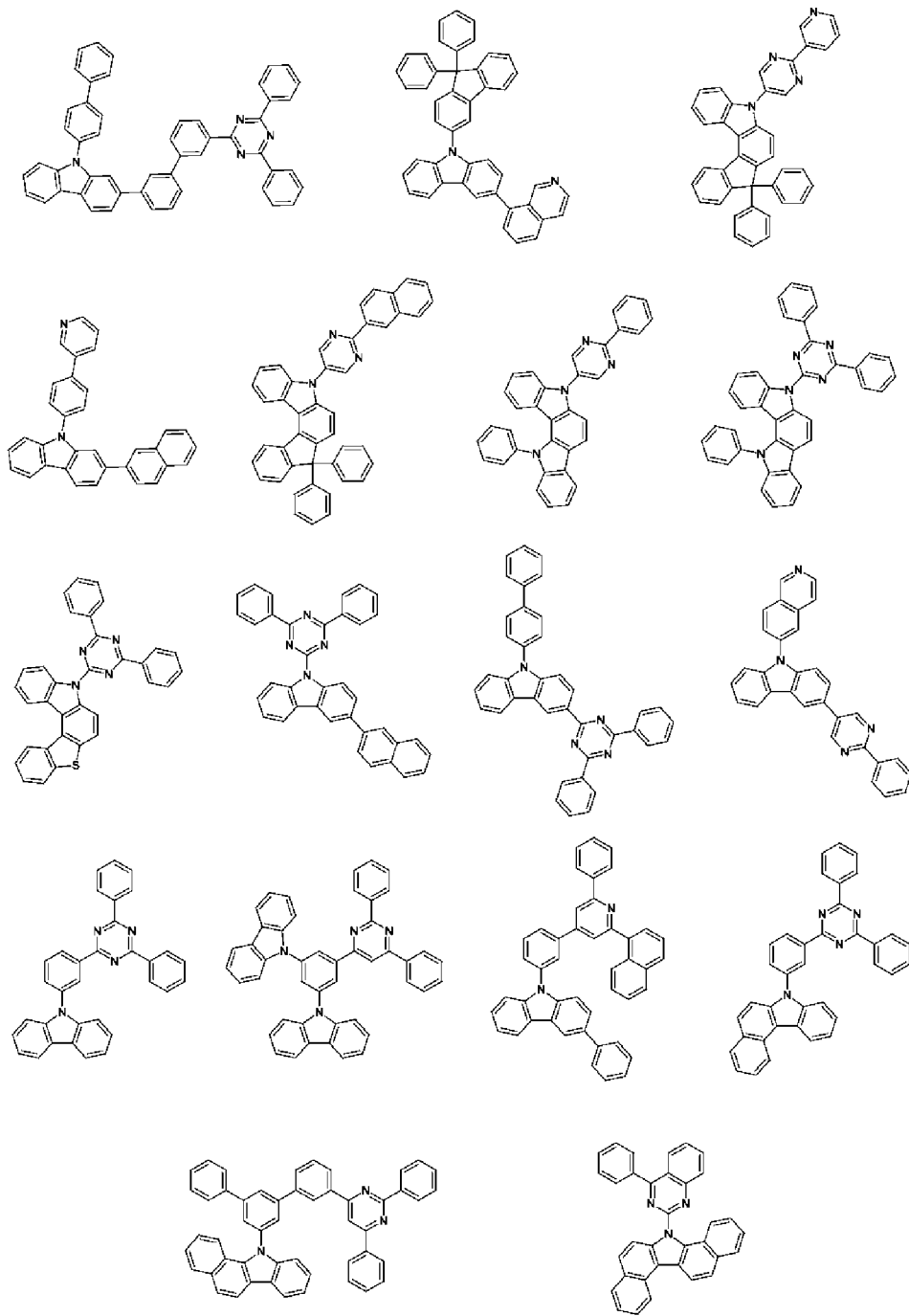
【0158】 [化 41]



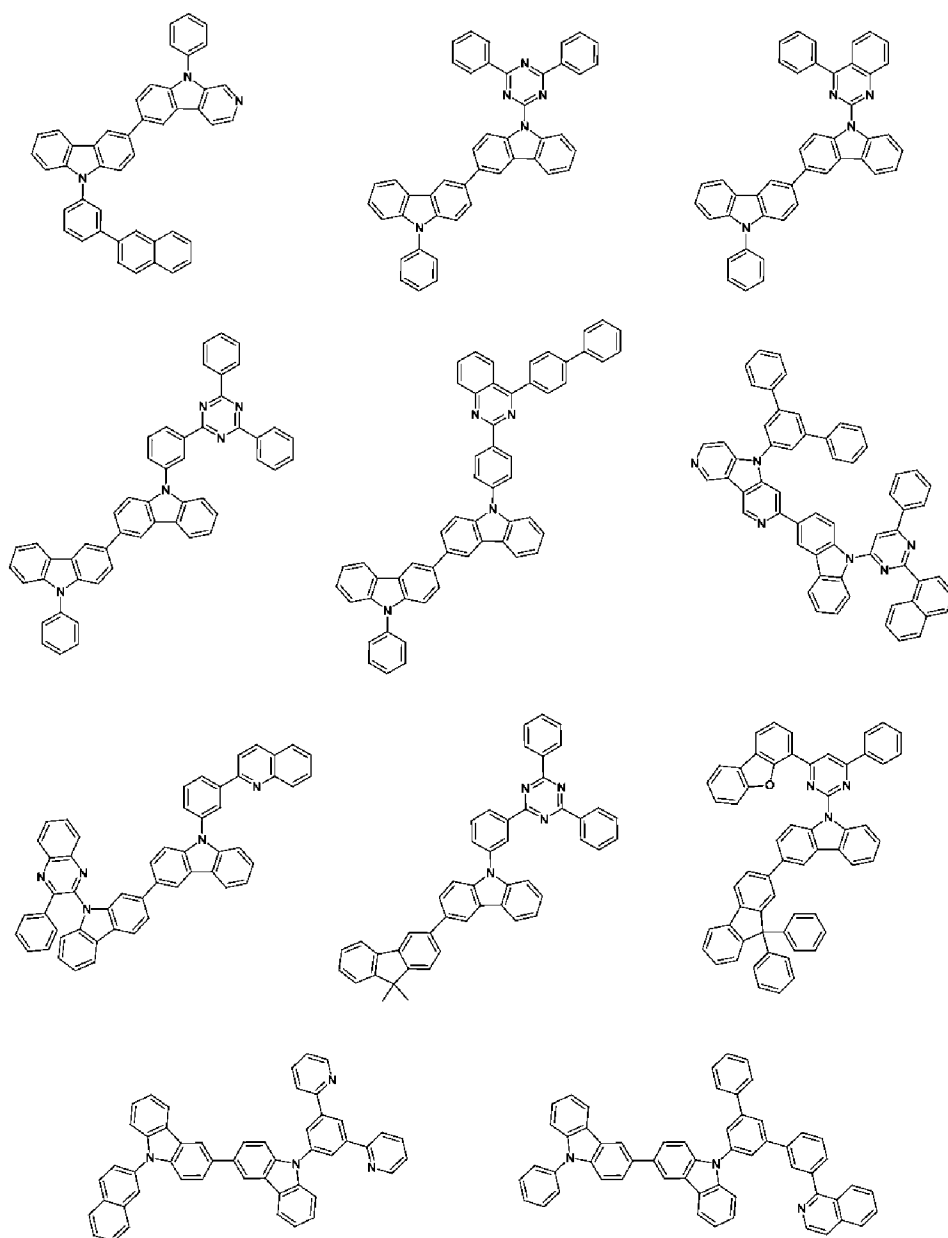
【0159】 [化 42]



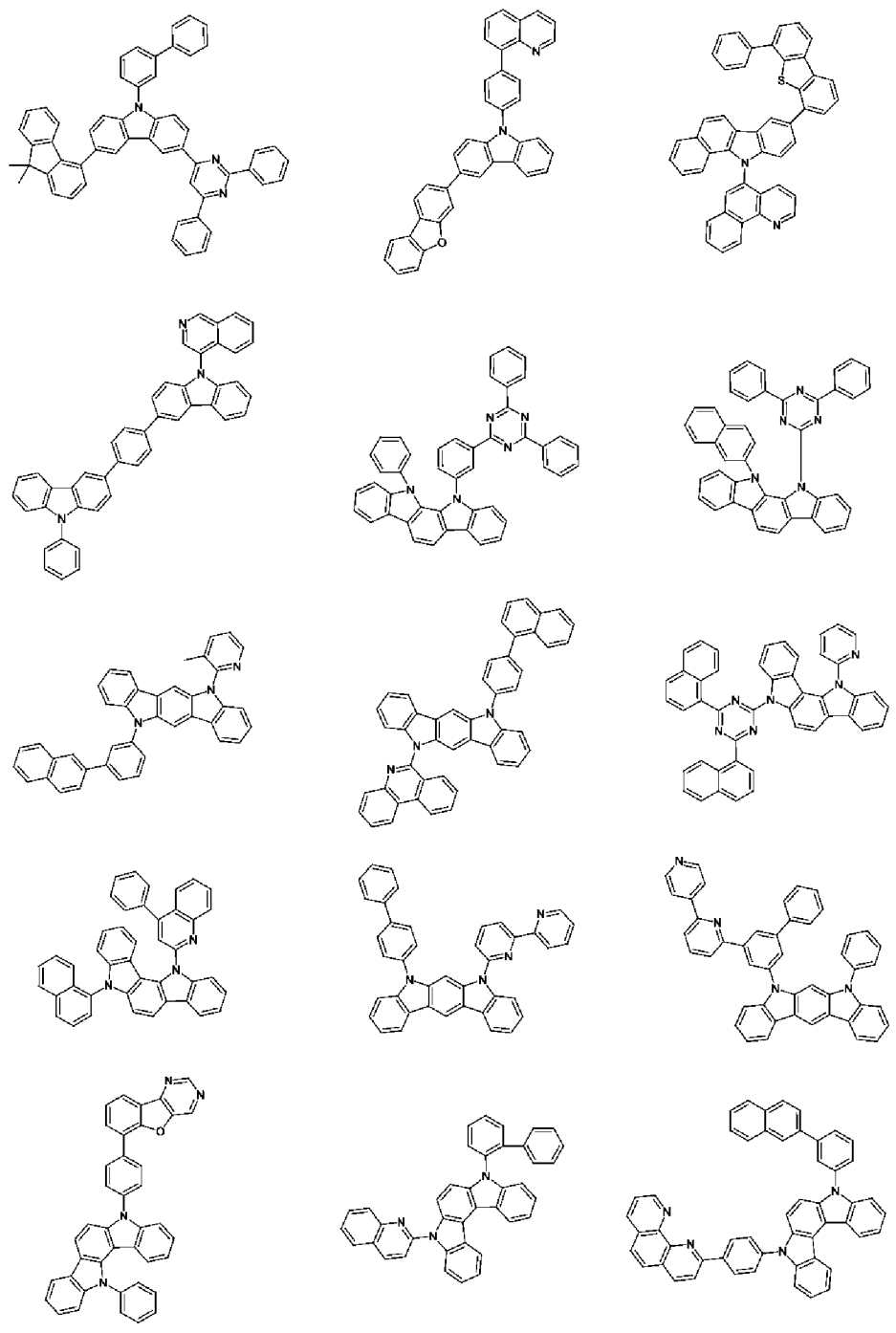
【0160】 [化 43]



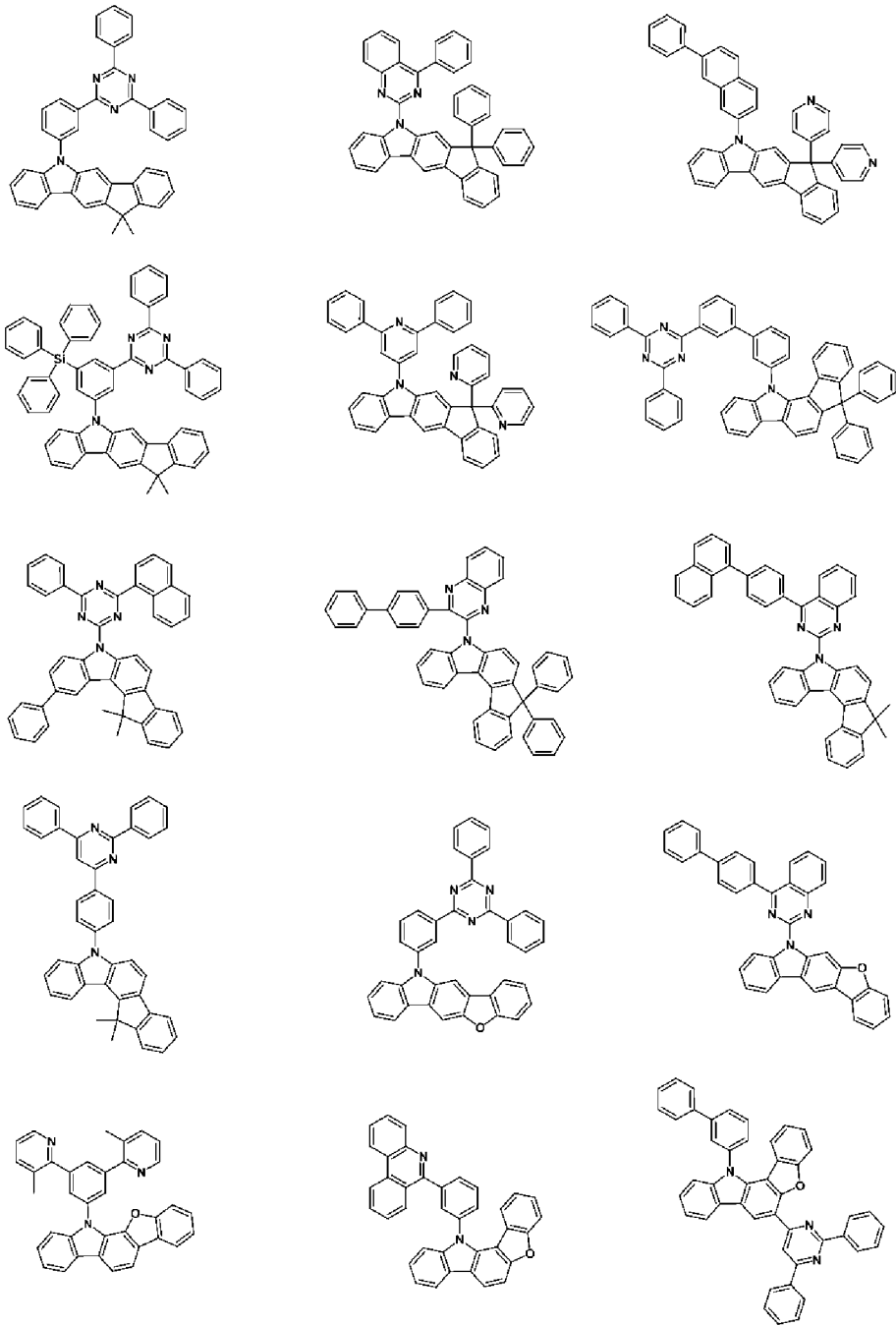
【0161】 [化 44]



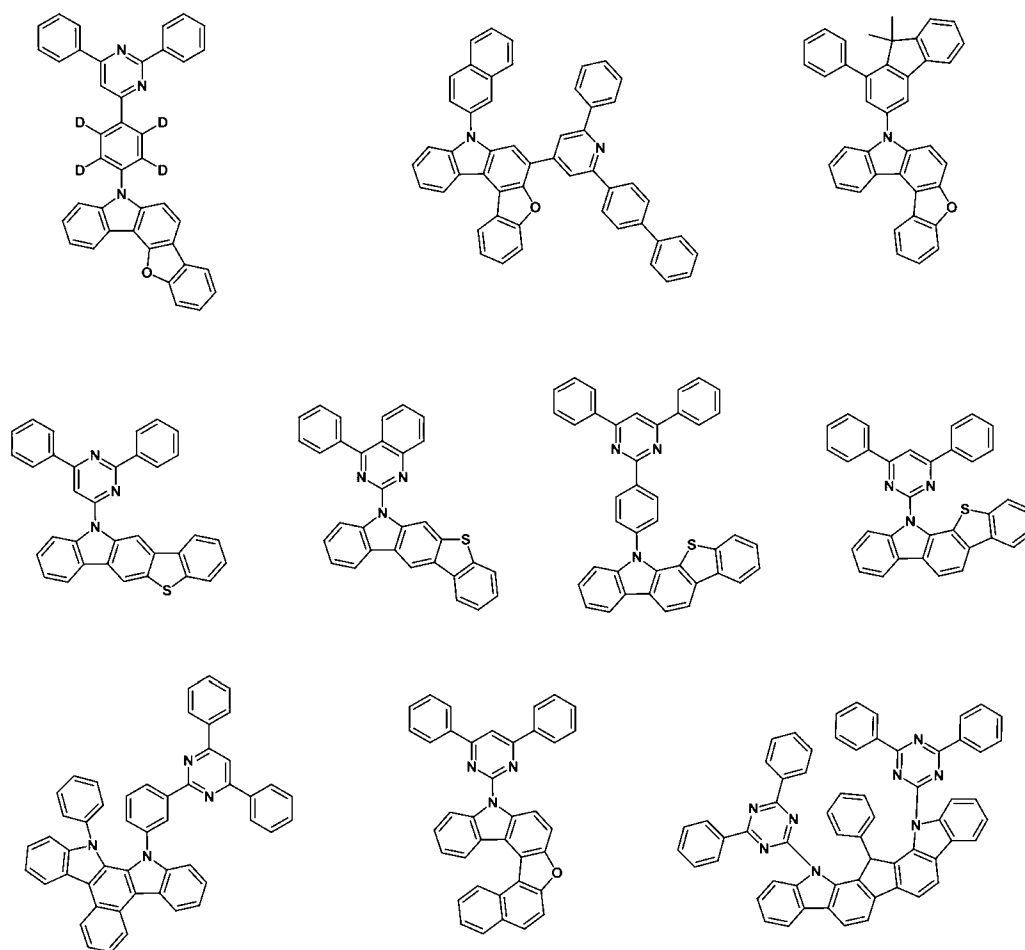
【0162】 [化 45]



【0163】 [化 46]



【0164】 [化 47]



【0165】 另外，第三化合物可由單一材料構成，亦可由兩種以上的材料構成。於使用兩種以上的材料作為第三化合物的情況下，較佳為電子傳輸性的第三化合物與電洞傳輸性的第三化合物的組合。藉由以適當的混合比組合電子傳輸性的第三化合物與電洞傳輸性的第三化合物，可調整發光層內的電荷平衡，抑制發光區域的偏移，從而可提高發光元件的可靠性，提高耐久性。另外，亦可於電子傳輸性的第三化合物與電洞傳輸性的第三化合物之間形成激發錯合物。就以上觀點而言，較佳為第一化合物與第三化合物分別滿足下述式 1~式 4 的關係式。另外，更佳為滿足式 1 及式

2，進而佳為滿足式 3 及式 4。另外，進一步更佳為全部滿足式 1～式 4。

$S1$ （電子傳輸性的第三化合物） $>$ $S1$ （第一化合物）（式 1）

$S1$ （電洞傳輸性的第三化合物） $>$ $S1$ （第一化合物）（式 2）

$T1$ （電子傳輸性的第三化合物） $>$ $T1$ （第一化合物）（式 3）

$T1$ （電洞傳輸性的第三化合物） $>$ $T1$ （第一化合物）（式 4）

此處， $S1$ 表示各化合物的最低激發單重態狀態的能階， $T1$ 表示各化合物的最低激發三重態狀態的能階。

【0166】 作為電子傳輸性的第三化合物，可列舉含有 π 電子不足型雜芳香環的化合物等。具體而言，可例示：2-(4-聯苯基)-5-(4-第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑（PBD）、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-第三丁基苯基)-1,2,4-三唑（TAZ）、1,3-雙[5-(對第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯（OXD-7）、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑（CO11）、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯並咪唑)（TPBI）、2-[3-(二苯並噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯並咪唑（mDBTBIIm-II）等具有多唑骨架的雜環化合物；2-[3-(二苯並噻吩-4-基)苯基]二苯並[f,h]喹噁啉（2mDBTPDBq-II）、2-[3'-(二苯並噻吩-4-基)聯苯-3-基]二苯並[f,h]喹噁啉（2mDBTBPDBq-II）、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯並[f,h]喹噁啉（2CzPDBq-III）、7-[3-(二苯並噻吩-4-基)苯基]二苯並[f,h]喹噁啉（7mDBTPDBq-II）及 6-[3-(二苯並噻吩-4-基)苯基]二苯並[f,h]喹噁啉（6mDBTPDBq-II）、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)聯苯基-3-基]二苯並

[f,h]喹噁啉 (2mCzBPDBq) 等具有喹噁啉骨架或二苯並喹噁啉骨架的雜環化合物；4,6-雙[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶 (4,6mPnP2Pm)、4,6-雙[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]嘧啶 (4,6mCzP2Pm)、4,6-雙[3-(4-二苯並噻吩基)苯基]嘧啶 (4,6mDBTP2Pm-II) 等具有二嗪骨架 (嘧啶骨架或吡嗪骨架) 的雜環化合物；3,5-雙[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶 (3,5DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯 (TmPyPB)、3,3',5,5'-四[(間吡啶基)-苯-3-基]聯苯 (BP4mPy) 等具有吡啶骨架的雜環化合物。

【0167】 另外，作為所述電洞傳輸性的第三化合物，可列舉含有 π 電子過剩型雜芳香環的化合物等。具體而言，可例示 1,3-雙(N-咔唑基)苯、4,4'-二(N-咔唑基)聯苯 (CBP)、3,3'-二(N-咔唑基)聯苯 (mCBP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯 (TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑 (CzPA)、1,4-雙[4-(N-咔唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯、9-苯基-9H-3-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)咔唑、3,6-雙[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑 (PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)胺基]-9-苯基咔唑 (PCzPCN1)、9-([1,1-聯苯]-4-基)-9'-([1,1':4',1''-三聯苯]-4-基)-9H,9'H-3,3'-二咔唑、9-([1,1':4',1''-三聯苯]-4-基)-9'-([1,1':4',1''-三聯苯]-4-基)-9'-([1,1':4',1''-三聯苯]-4-基)-9H,9'H-3,3'-二咔唑、9,9',9''-三苯基-9H,9'H,9''H-3,3':6',3''-三咔唑等具有咔唑骨架的化合物。

【0168】 (電子傳輸層)

電子傳輸層是自陰極注入電子並進一步傳輸電子的層。作為

電子傳輸層中所使用的電子傳輸材料，要求為電子親和力大、電子遷移率大、穩定性優異、以及不易產生成為陷阱的雜質的物質。另外，低分子量的化合物容易結晶化而使膜質劣化，因此較佳為分子量為 400 以上的化合物。

【0169】 本發明中的電子傳輸層中亦包括可效率良好地阻擋電洞的遷移的電洞阻擋層作為相同含義者。電洞阻擋層及電子傳輸層可單獨構成，亦可將多種材料積層構成。

【0170】 作為電子傳輸材料，可列舉多環芳香族衍生物、苯乙烯基系芳香環衍生物、醌衍生物、氧化磷衍生物、三(8-羥基喹啉)鋁(III)等羥喹啉錯合物、苯並羥喹啉錯合物、羥基唑錯合物、次甲基偶氮(azomethine)錯合物、托酚酮(tropolone)金屬錯合物及黃酮醇金屬錯合物等各種金屬錯合物。就降低驅動電壓、可獲得高效率發光而言，較佳為使用具有含有電子接受性氮的雜芳基的化合物。此處，所謂電子接受性氮，表示在與鄰接原子之間形成有多重鍵的氮原子。含有電子接受性氮的雜芳基的電子親和力大，因此容易注入來自陰極的電子，可以更低的電壓驅動。另外，對發光層供給的電子變多，再結合概率變高，因此發光效率提高。作為具有含有電子接受性氮的雜芳基結構的化合物，例如可列舉吡啶衍生物、三嗪衍生物、吡嗪衍生物、嘧啶衍生物、喹啉衍生物、喹噁啉衍生物、喹唑啉衍生物、蔡啶衍生物、苯並喹啉衍生物、啡啉衍生物、咪唑衍生物、噁唑衍生物、噻唑衍生物、三唑衍生物、噁二唑衍生物、噻二唑衍生物、苯並咪唑衍生物、

苯並噁唑衍生物、苯並噻唑衍生物、菲並咪唑衍生物及聯吡啶或三聯吡啶等寡聚吡啶衍生物等作為較佳的化合物。其中，就電子傳輸能力的觀點而言，可較佳地使用三(N-苯基苯並咪唑-2-基)苯等咪唑衍生物、1,3-雙[(4-第三丁基苯基)-1,3,4-噁二唑基]仲苯等噁二唑衍生物；N-萘基-2,5-二苯基-1,3,4-三唑等三唑衍生物；2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-啡啉（bathocuproin）或1,3-雙(1,10-啡啉-9-基)苯等啡啉衍生物；2,2'-雙(苯並[h]喹啉-2-基)-9,9'-螺二芴等苯並喹啉衍生物；2,5-雙(6'-(2',2''-聯吡啶基))-1,1-二甲基-3,4-二苯基矽羅等聯吡啶衍生物；1,3-雙(4'-(2,2':6'2''-三聯吡啶基))苯等三聯吡啶衍生物；雙(1-萘基)-4-(1,8-萘啶-2-基)苯基磷氧化物等萘啶衍生物及三嗪衍生物。

【0171】 另外，若電子傳輸材料具有縮合多環芳香族骨架，則玻璃轉移溫度提高，且電子遷移率變大，可實現低電壓化，因此更佳。作為此種縮合多環芳香族骨架，較佳為茋蔥骨架、蔥骨架、芘骨架或啡啉骨架，尤佳為茋蔥骨架或啡啉骨架。

【0172】 電子傳輸材料可單獨使用，亦可將兩種以上混合使用。另外，電子傳輸層亦可含有施體性材料。此處，所謂施體性材料，是指藉由改善電子注入障壁而使自陰極或電子注入層向電子傳輸層的電子注入變容易，進而提高電子傳輸層的導電性的化合物。

【0173】 作為施體性材料的較佳例，可列舉：Li 等鹼金屬、LiF 等含有鹼金屬的無機鹽、喹啉醇鋰等鹼金屬與有機物的錯合物、鹼土金屬、含有鹼土金屬的無機鹽、鹼土金屬與有機物的錯合物、

Eu 或 Yb 等稀土金屬、含有稀土金屬的無機鹽、稀土金屬與有機物的錯合物等。作為施體性材料，尤佳為金屬鋰、稀土金屬、喹啉醇鋰（Li_q）。

【0174】（電子注入層）

本發明中，亦可於陰極與電子傳輸層之間設置電子注入層。一般電子注入層是出於幫助電子自陰極向電子傳輸層的注入的目的而形成，包含：具有含有電子接受性氮的雜芳基環結構的化合物、或所述施體性材料。較佳為例如後述的通式（4）所表示的喹啉衍生物。

【0175】 另外，電子注入層亦可使用絕緣體或半導體的無機物。藉由使用該些材料，可防止發光元件的短路，且可提高電子注入性，因此較佳。

【0176】 作為此種絕緣體，較佳為使用選自由鹼金屬硫屬化物、鹼土金屬硫屬化物、鹼金屬的鹵化物以及鹼土金屬的鹵化物所組成的群組中的至少一種金屬化合物。

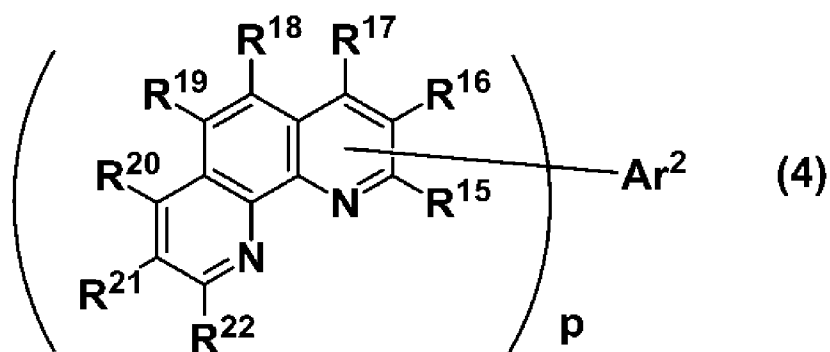
【0177】（電荷產生層）

本發明中的電荷產生層是藉由施加電壓而產生或分離電荷並向鄰接的層中注入電荷的層。電荷產生層可由一層形成，亦可積層多層。一般將容易產生電子作為電荷者稱為 n 型電荷產生層，將容易產生電洞者稱為 p 型電荷產生層。電荷產生層較佳為包含兩層，更佳為包含 n 型電荷產生層及 p 型電荷產生層的 pn 接合型電荷產生層。pn 接合型電荷產生層藉由於發光元件中施加電壓而

產生電荷，或者將電荷分離為電洞及電子，將該些電洞及電子經由電洞傳輸層及電子傳輸層注入發光層。具體而言，於包含多個發光層的發光元件中，於使用電荷產生層作為中間層的情況下，n型電荷產生層向存在於陽極側的第一發光層供給電子，p型電荷產生層向存在於陰極側的第二發光層供給電洞。因此，於具有兩層以上的發光層的發光元件中，藉由於發光層與發光層之間具有一層以上的電荷產生層，可進一步提高元件效率，降低驅動電壓，並可進一步提高元件的耐久性。

【0178】 n型電荷產生層包含n型摻雜劑及n型主體，該些可使用先前的材料。例如，作為n型摻雜劑，可較佳地使用作為電子傳輸層的材料而例示的施體性材料。該些中，較佳為鹼金屬或其鹽、稀土金屬，進而佳為選自金屬鋰、氟化鋰（LiF）、喹啉醇鋰（Liq）及金屬鏡中的材料。另外，作為n型主體，可較佳地使用作為電子傳輸材料而例示者。該些中，較佳為選自三嗪衍生物、啡啉衍生物及寡聚吡啶衍生物中的材料，更佳為啡啉衍生物或三聯吡啶衍生物，進而佳為下述通式（4）所表示的啡啉衍生物。即，較佳為於電荷產生層中含有通式（4）所表示的啡啉衍生物。

【0179】 [化 48]



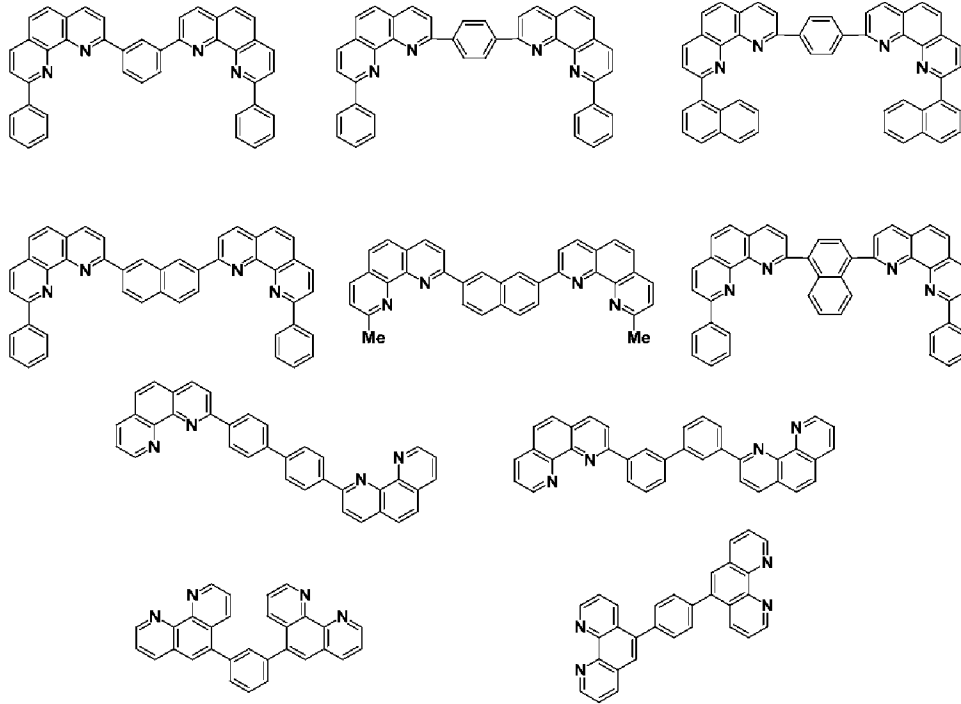
【0180】 所述通式(4)中， Ar^2 選自由 p 價芳香族烴基及 p 價雜芳香環基所組成的群組中。 p 為 1~3 的自然數。 $R^{15} \sim R^{22}$ 分別可相同亦可不同，選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、芳基及雜芳基所組成的群組中。 Ar^2 中， p 個啡啉基的取代位置為任意位置。

【0181】 作為芳香族烴基及雜芳香環基，例如可列舉所述芳基及雜芳基的例子中記載的基，但並不限定於該些基。芳香族烴基或雜芳香環基除菲基以外亦可進一步具有取代基。

【0182】 就昇華性及薄膜形成性的觀點而言， p 較佳為 2。

【0183】 以下示出通式(4)所表示的啡啉衍生物的一例。

【0184】 [化 49]



【0185】 所述 p 型電荷產生層包含 p 型摻雜劑及 p 型主體，該些可使用先前的材料。例如，作為 p 型摻雜劑，可較佳地使用作為電洞注入層的材料而例示的受體性材料或碘、 FeCl_3 、 FeF_3 、 SbCl_5 等。具體而言，可列舉 HAT-CN6、F4-TCNQ、四氰基醌二甲烷衍生物、軸烯衍生物、碘、 FeCl_3 、 FeF_3 、 SbCl_5 等。該些中，更佳為 HAT-CN6 或 (2E,2'E,2''E)-2,2',2''-(環丙烷-1,2,3-三亞基)三(2-(全氟苯基)-乙腈)、(2E,2'E,2''E)-2,2',2''-(環丙烷-1,2,3-三亞基)三(2-(4-氰基全氟苯基)-乙腈)等軸烯衍生物。可形成 p 型摻雜劑的薄膜，其膜厚較佳為 10 nm 以下。另外，作為 p 型摻雜劑，較佳為芳基胺衍生物。

【0186】 (發光元件的形成方法)

構成發光元件的所述各層的形成方法可為乾式製程或濕式製

程中的任一種，雖然不特別限定於電阻加熱蒸鍍、電子束蒸鍍、濺鍍、分子積層法、塗佈法、噴墨法、印刷法等，但通常就元件特性的方面而言，較佳為電阻加熱蒸鍍。

【0187】 有機層的厚度取決於發光物質的電阻值，因此無法限定，但較佳為 1 nm~1000 nm。發光層、電子傳輸層及電洞傳輸層的膜厚分別較佳為 1 nm 以上且 200 nm 以下，進而佳為 5 nm 以上且 100 nm 以下。

【0188】 （發光元件的特性）

本發明的實施形態的發光元件具有可將電能轉換為光的功能。此處，作為電能，主要使用直流電流，但亦可使用脈衝電流或交流電流。電流值及電壓值並無特別限制，根據元件的目的而要求的特性值不同，就元件的消耗電力或壽命的觀點而言，較佳為以低電壓獲得高亮度。

【0189】 就提高顏色純度的觀點而言，本發明的實施形態的發光元件較佳為通電引起的發光光譜的半值寬度為 60 nm 以下，更佳為 50 nm 以下，進而佳為 45 nm 以下，尤佳為 30 nm 以下。

【0190】 本發明的發光元件由於發光光譜的半值寬度窄，因此更佳為用於頂部發光型的發光元件。頂部發光型發光元件藉由微腔所帶來的共振效果，半值寬度越窄，發光效率越高。因此，可使高顏色純度與高發光效率併存。

【0191】 （發光元件的用途）

本發明的實施形態的發光元件例如可較佳地用作以矩陣及/

或分段（segment）方式顯示的顯示器等顯示裝置。

【0192】 另外，本發明的實施形態的發光元件亦可較佳地用作各種設備等的背光。背光主要是出於提高自身不發光的顯示器等顯示裝置的視認性的目的而使用，可用於液晶顯示器、時鐘、音頻裝置、汽車面板、顯示板及標識等顯示裝置中。特別是本發明的發光元件可較佳地用於液晶顯示器中正在研究薄型化的個人電腦用途的背光中，可提供較先前更為薄型且輕量的背光。

【0193】 另外，本發明的實施形態的發光元件亦可較佳地用作各種照明裝置。本發明的實施形態的發光元件可使高發光效率與高顏色純度併存，進而，可實現薄型化及輕量化，因此可實現兼具低消耗電力、鮮明的發光色、高設計性的照明裝置。

[實施例]

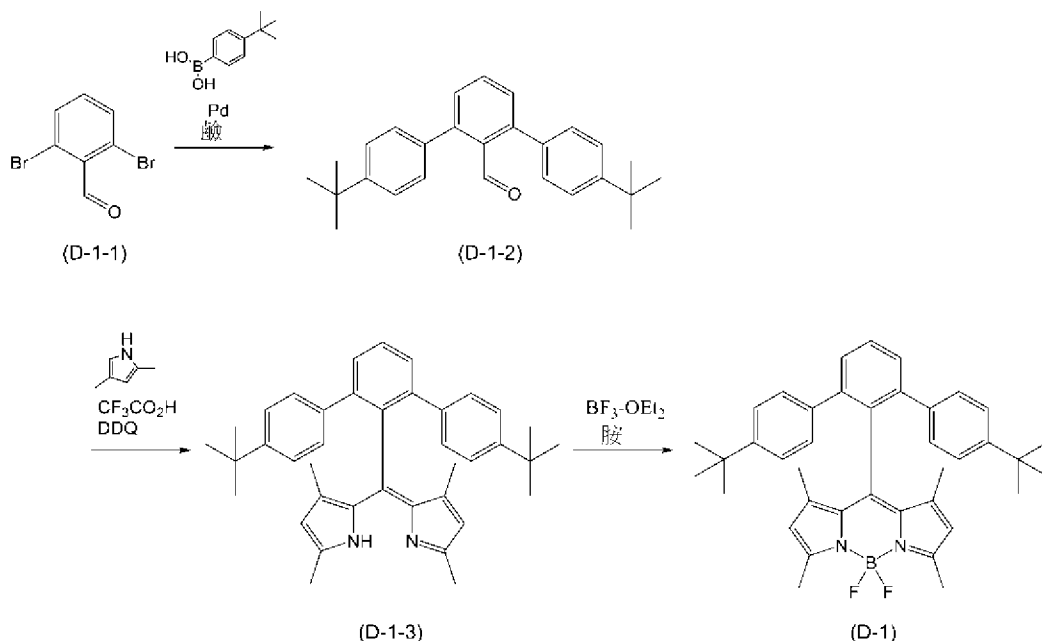
【0194】 以下，列舉實施例對本發明進行說明，但本發明並不受該些例子限定。

【0195】 合成例 1

化合物 D-1 的合成方法

按照下述反應流程合成化合物 D-1。

【0196】 [化 50]



【0197】 將 2,6-二溴苯甲醛 5.35 g、4-第三丁基苯基硼酸 7.40 g、碳酸鈉 5.38 g、二甲氧基乙烷 100 mL、水 20 mL 放入至燒瓶中，進行氬置換。於其中加入雙(三苯基膦)鈀(II)二氯化物 142 mg，進行 4 小時回流。將反應溶液冷卻至室溫，於將有機層分液後，利用硫酸鎂乾燥，於進行過濾後，蒸餾去除溶媒。於所得的反應生成物中加入甲醇，並進行過濾，藉此獲得 2,6-雙(對第三丁基苯基)苯甲醛 4.03 g 作為白色固體。

【0198】 將如此獲得的 2,6-雙(對第三丁基苯基)苯甲醛 4.03 g 及 2,4-二甲基吡咯 2.17 g 放入至反應容器中，加入二氯甲烷 360 mL 及 5 滴三氟乙酸，於室溫下攪拌 1 周。進而加入 2,3-二氯-5,6-二氰基-1,4-苯醌(2,3-Dichloro-5,6-Dicyano-1,4-Benzoquinone, DDQ) 2.70 g，於室溫下攪拌 4 天。之後，進行過濾，蒸餾去除溶媒。於所得的反應生成物中加入二氯甲烷 360 mL 及二異丙基乙胺 5.90

mL，於室溫下攪拌 30 分鐘，進而加入三氟化硼二乙醚錯合物 4.10 mL，於室溫下攪拌 4 小時後，蒸餾去除溶媒，加水進行攪拌。將有機層分液，利用飽和食鹽水清洗。利用硫酸鎂乾燥該有機層，於過濾後蒸餾去除溶媒。將所得的反應生成物藉由矽膠化層析法進行精製，獲得紅色粉末 580 mg。藉由 ^1H -核磁共振（Nuclear Magnetic Resonance，NMR）及液相層析質譜法（Liquid Chromatography-Mass Spectrometry，LC-MS）分析所得的粉末，確認了紅色粉末為作為吡咯亞甲基硼錯合物的化合物 D-1。

^1H -NMR(CDCl_3 (δ =ppm)) : 7.52(d, 1H), 7.43(d, 2H), 7.23-7.17(m, 4H), 7.10(d, 4H), 5.79(s, 2H), 2.38(s, 6H), 1.52(s, 6H), 1.22(s, 18H)

MS (m/z) 分子量：589。

【0199】 以下示出化合物 D-1 在溶液中的發光特性。

吸收光譜（溶媒：甲苯）： λ_{max} 為 513 nm

螢光光譜（溶媒：甲苯）： λ_{max} 為 526 nm、半值寬度為 23 nm

螢光量子產率（溶媒：甲苯，激發光：460 nm）：100%。

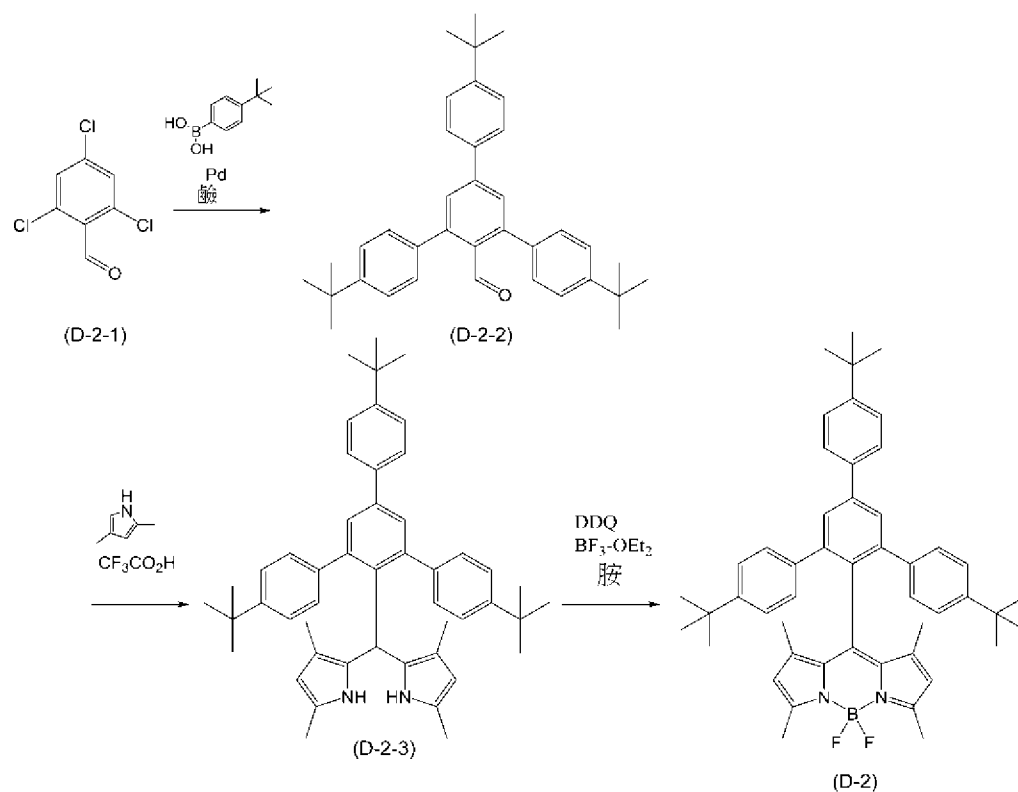
【0200】 為了進一步提高純度而進行昇華精製。於玻璃管中設置裝入有化合物 D-1 的金屬容器，使用油擴散泵於 1×10^{-3} Pa 的壓力下、於 190°C 下將其加熱而使化合物 D-1 昇華。回收附著在玻璃管壁的固體，藉由 LC-MS 分析確認了純度為 99%。

【0201】 合成例 2

化合物 D-2 的合成方法

按照下述反應流程合成化合物 D-2。

【0202】 [化 51]



【0203】 將 2,4,6-三氯苯甲醛 4.16 g、4-第三丁基苯基硼酸 11.0 g、磷酸鉀 21.12 g、二噁烷 100 mL、水 20 mL 放入至燒瓶中，進行氮置換。於其中加入雙(二亞苄基丙酮)鈦(0)229 mg 及 XPhos 379 mg，進行 2 小時回流。將反應溶液冷卻至室溫，於將有機層分液後，利用硫酸鎂進行乾燥，於進行過濾後，蒸餾去除溶媒。將所得的反應生成物利用矽膠化層析法進行精製，藉此獲得 2,4,6-三(對第三丁基苯基)苯甲醛 9.76 g 作為白色固體。

【0204】 將如此獲得的 2,4,6-三(對第三丁基苯基)苯甲醛 9.76 g

及 2,4-二甲基吡咯 5.54 g 放入至反應容器中，加入甲苯 200 mL 及 5 滴三氟乙酸，於 40°C 下攪拌 30 分鐘後，加水進行攪拌，將有機層分液，利用飽和食鹽水清洗。利用硫酸鎂乾燥該有機層，於過濾後蒸餾去除溶媒。將所得的反應生成物與 2,3-二氯-5,6-二氰基-1,4-苯醌 (DDQ) 8.81 g 及甲苯 200 mL 放入至燒瓶中，於 40°C 下攪拌 30 分鐘。之後，加入二異丙基乙胺 17.2 mL 與三氟化硼二乙醚錯合物 12.2 mL，於室溫下攪拌 30 分鐘後，加水進行攪拌。將有機層分液，利用飽和食鹽水清洗。利用硫酸鎂乾燥該有機層，於過濾後蒸餾去除溶媒。將所得的反應生成物藉由矽膠化層析法進行精製，獲得紅色粉末 3.63 g。藉由 $^1\text{H-NMR}$ 及 LC-MS 分析所得的粉末，確認了紅色粉末為作為吡咯亞甲基硼錯合物的化合物 D-2。

$^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 7.72-7.63(m, 4H), 7.47(d, 2H), 7.23-7.12(m, 8H), 5.81(s, 2H), 2.38(s, 6H), 1.57(s, 6H), 1.32(s, 9H), 1.22(s, 18H)

MS (m/z) 分子量 : 721。

【0205】 以下示出化合物 D-2 在溶液中的發光特性。

吸收光譜 (溶媒 : 甲苯) : λ_{max} 為 513 nm

螢光光譜 (溶媒 : 甲苯) : λ_{max} 為 527 nm、半值寬度為 22 nm

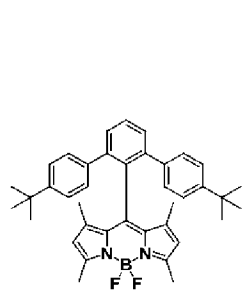
螢光量子產率 (溶媒 : 甲苯，激發光 : 460 nm) : 100%。

【0206】 為了進一步提高純度而進行昇華精製。於玻璃管中設置裝入有化合物 D-2 的金屬容器，使用油擴散泵於 1×10^{-3} Pa 的壓力

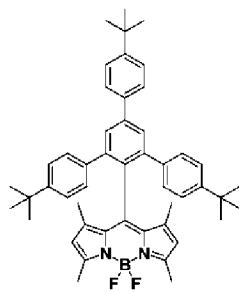
下、於 240°C 下將其加熱而使化合物 D-2 昇華。回收附著在玻璃管壁的固體，藉由 LC-MS 分析確認了純度為 99%。

【0207】 下述實施例及比較例中使用的吡咯亞甲基硼錯合物是以下所示的化合物。另外，於該些吡咯亞甲基硼錯合物的甲苯溶液中測定的分子量及發光特性如表 1 所示。

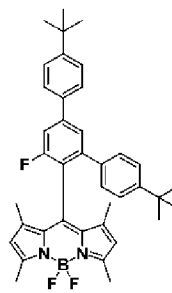
【0208】 [化 52]



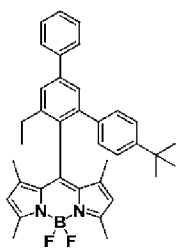
D-1



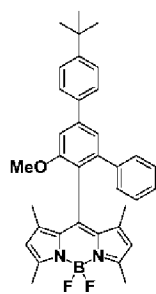
D-2



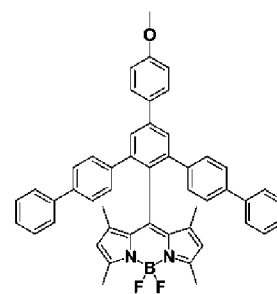
D-3



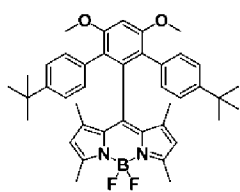
D-4



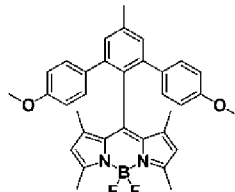
D-5



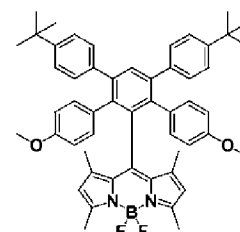
D-6



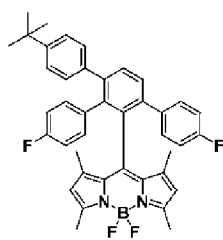
D-7



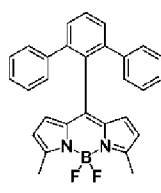
D-8



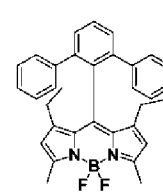
D-9



D-10

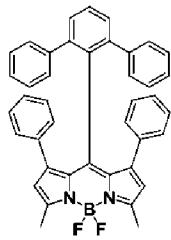


D-11

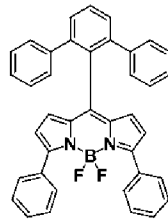


D-12

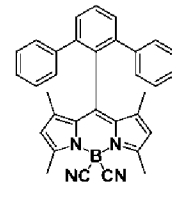
【0209】 [化 53]



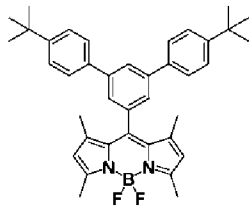
D-13



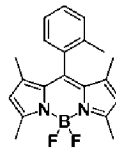
D-14



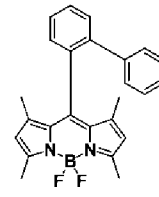
D-15



D-16



D-17



D-18

【0210】 [表 1]

[表 1]

化合物	分子量	吸收光譜		發光光譜		螢光量子產率
		λ_{\max} (nm)	λ_{\max} (nm)	λ_{\max} (nm)	半值寬度 (nm)	QY (%)
D-1	589	513	526	526	23	100
D-2	721	513	527	527	22	100
D-3	607	516	531	531	23	93
D-4	561	510	521	521	23	94
D-5	563	507	519	519	22	92
D-6	735	516	532	532	24	100
D-7	649	513	526	526	24	100
D-8	561	507	519	519	22	100
D-9	801	507	518	518	23	100
D-10	645	517	532	532	23	100
D-11	448	517	532	532	22	95
D-12	504	513	526	526	23	100
D-13	601	550	572	572	30	100
D-14	601	558	598	598	30	95
D-15	533	513	527	527	23	100
D-16	589	503	516	516	23	84
D-17	338	504	518	518	25	90
D-18	400	508	521	521	24	85

【0211】 實施例 1

(螢光發光元件評價)

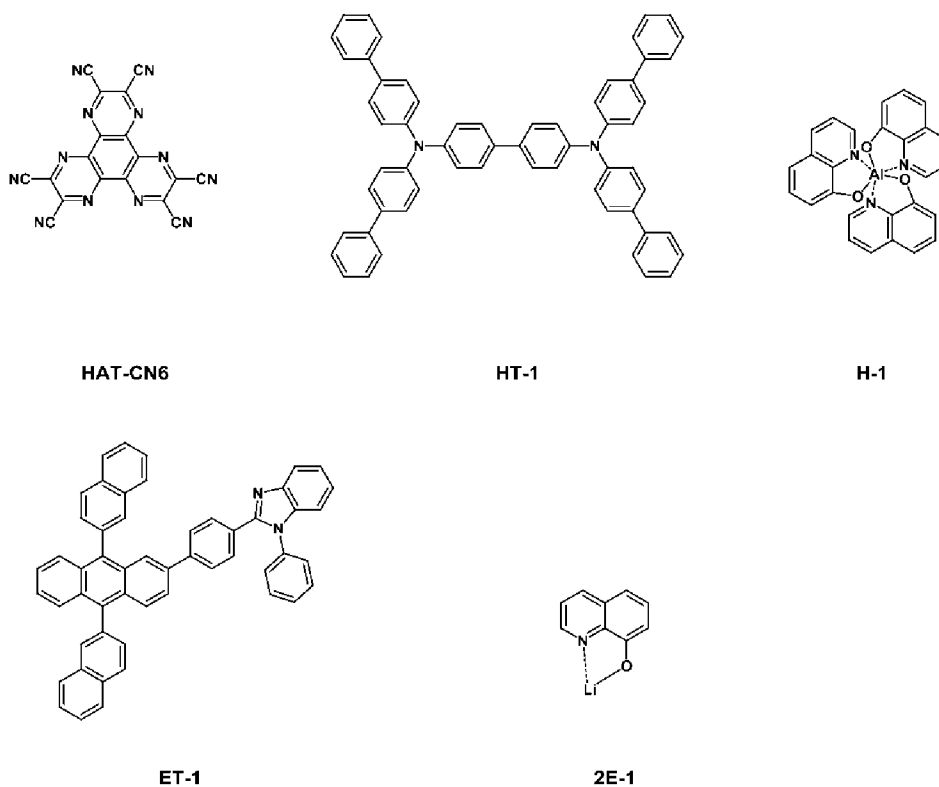
將堆積有 165 nm 的作為陽極的 ITO 透明導電膜的玻璃基板 (吉奧馬 (Geomatec) (股) 製造 , 11 Ω/\square , 濺鍍品) 切斷成 38 mm×46 mm , 進行蝕刻。利用「塞米高克林 (Semico clean) 56」(商品名 , 古內化學 (股) 製造) 對所得的基板進行 15 分鐘超音波清洗後 , 利用超純水進行清洗 , 並進行乾燥。

【0212】 於即將製作元件之前對該基板進行 1 小時 UV-臭氧處理 , 設置於真空蒸鍍裝置內 , 進行排氣直至裝置內的壓力成為 5×10^{-4} Pa 以下為止。首先 , 藉由電阻加熱法蒸鍍 10 nm 的 HAT-CN6 作為電洞注入層 , 且蒸鍍 50 nm 的 HT-1 作為電洞傳輸層。其次 , 將作為主體材料的 H-1、另外作為摻雜劑材料的化合物 D-1 以摻雜濃度成為 1.0 重量%的方式 , 蒸鍍為 20 nm 的厚度來作為發光層。進而 , 使用 ET-1 , 且使用 2E-1 作為施體性材料 , 以 ET-1 與 2E-1 的蒸鍍速度比成為 1 : 1 的方式 , 積層為 30 nm 的厚度來作為電子傳輸層。其次 , 於蒸鍍 0.5 nm 的 2E-1 作為電子注入層後 , 將鎂與銀共蒸鍍 1000 nm 而製成陰極 , 製作 5 mm×5 mm 見方的元件。

【0213】 使該發光元件以 1000 cd/m² 發光時的發光特性是發光峰值波長為 529 nm、半值寬度為 26 nm、外部量子效率為 4.0%。另外 , 耐久性是以使初始亮度成為 1000 cd/m² 的電流連續通電 , 於成為初始亮度的 90% 的亮度的時間 (以下 , 設為 LT90) 內進行評

價。其結果，該發光元件的 LT90 為 99 小時。再者，所述中，HAT-CN6、HT-1、H-1、ET-1 及 2E-1 分別為下述所示的化合物。

【0214】 [化 54]



【0215】 實施例 2～實施例 15、比較例 1～比較例 3

除了使用表 2 中記載的化合物代替化合物 D-1 來作為摻雜劑材料以外，與實施例 1 同樣地製作發光元件並進行評價。結果如表 2 所示。

【0216】 [表 2]

[表 2]

	化合物	發光峰波長 (nm)	半值寬度 (nm)	外部量子效率 (%)	LT90 (小時)
實施例 1	D-1	529	26	4.0	99
實施例 2	D-2	530	25	4.2	104
實施例 3	D-3	534	26	3.2	70
實施例 4	D-4	524	26	3.4	78
實施例 5	D-5	522	25	3.3	67
實施例 6	D-6	535	27	3.9	92
實施例 7	D-7	529	27	3.9	90
實施例 8	D-8	522	25	3.8	90
實施例 9	D-9	521	26	3.8	90
實施例 10	D-10	535	26	3.9	86
實施例 11	D-11	535	25	3.1	82
實施例 12	D-12	529	26	3.7	102
實施例 13	D-13	575	33	3.9	86
實施例 14	D-14	601	33	3.3	89
實施例 15	D-15	530	26	3.9	85
比較例 1	D-16	520	26	2.6	50
比較例 2	D-17	518	28	2.3	35
比較例 3	D-18	524	28	2.1	37

【0217】 參照表 2 可知，於實施例 1～實施例 15 中，與比較例 1～比較例 3 相比，於將半值寬度保持得較小的同時，外部量子效率與元件耐久性（LT90）大幅提高。據此可知，根據本發明，可獲得具備高顏色純度、高發光效率及高元件耐久性的發光元件。

【0218】 （熱活化延遲螢光元件評價）

實施例 16

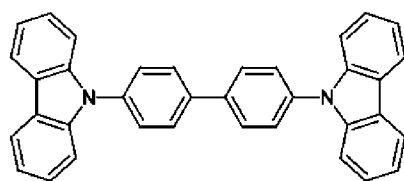
將堆積有 100 nm 的作為陽極的 ITO 透明導電膜的玻璃基板（吉奧馬（Geomatec）（股）製造， $11 \Omega/\square$ ，濺鍍品）切斷成 38 mm×46 mm，進行蝕刻。利用「塞米高克林（Semico clean）56」（商品名，古內化學（股）製造）對所得的基板進行 15 分鐘超音波清洗後，利用超純水進行清洗。

【0219】 於即將製作元件之前對該基板進行 1 小時 UV-臭氧處理，設置於真空蒸鍍裝置內，進行排氣直至裝置內的真空度成為 5×10^{-4} Pa 以下為止。首先，藉由電阻加熱法蒸鍍 10 nm 的 HAT-CN6

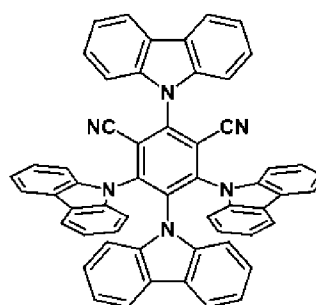
作為電洞注入層，蒸鍍 40 nm 的 HT-1 作為電洞傳輸層。其次，將主體材料 H-2、化合物 D-1、及作為 TADF 材料的化合物 H-3 以重量比計成為 79.5 : 0.5 : 20 的方式蒸鍍為 30 nm 的厚度來作為發光層。進而，電子傳輸材料使用化合物 ET-1，且使用 2E-1 作為施體性材料，以化合物 ET-1 與 2E-1 的蒸鍍速度比成為 1 : 1 的方式積層為 50 nm 的厚度來作為電子傳輸層。其次，於蒸鍍 0.5 nm 的 2E-1 作為電子注入層後，將鎂與銀共蒸鍍 1000 nm 而製成陰極，製作 5 mm×5 mm 見方的元件。

【0220】 使該發光元件以 1000 cd/m² 發光時的發光特性是發光峰值波長為 529 nm、半值寬度為 28 nm、外部量子效率為 14.2%，LT90 為 80 小時。再者，所述中，H-2 及 H-3 為下述所示的化合物。

【0221】 [化 55]



H-2



H-3

【0222】 實施例 17～實施例 20、比較例 4～比較例 6

除了使用表 3 中記載的化合物作為摻雜劑材料以外，與實施例 16 同樣地製作發光元件，並進行評價。結果如表 3 所示。

【0223】 [表 3]

[表 3]

	化合物	發光峰值波長 (nm)	半值寬度 (nm)	外部量子效率 (%)	LT90 (小時)
實施例 16	D-1	529	28	14.2	80
實施例 17	D-3	534	28	13.7	48
實施例 18	D-9	521	28	14.0	67
實施例 19	D-10	535	28	13.8	80
實施例 20	D-11	535	27	11.9	78
比較例 4	D-16	520	26	9.7	32
比較例 5	D-17	518	28	7.2	23
比較例 6	D-18	525	28	6.7	26

【0224】 參照表 3 可知，於實施例 16～實施例 20 中，與比較例 4～比較例 6 相比，於將半值寬度保持得較小的同時，外部量子效率與元件耐久性（LT90）大幅提高。據此可知，根據本發明，可獲得具備高顏色純度、高發光效率及高元件耐久性的發光元件。

【0225】 如上所述，顯示出藉由本發明，可製作顏色純度、發光效率及元件耐久性高的發光元件。藉此，顯示出於顯示器等顯示裝置或照明裝置的製造中，可提高發光效率。

【0226】 （串聯型螢光發光元件評價）

實施例 21

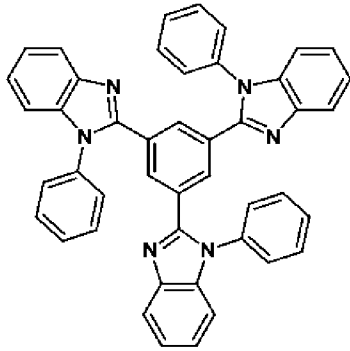
將堆積有 165 nm 的作為陽極的 ITO 透明導電膜的玻璃基板（吉奧馬（Geomatec）（股）製造，11 Ω/\square ，濺鍍品）切斷成 38 mm×46 mm，進行蝕刻。利用「塞米高克林（Semico clean）56」（商品名，古內化學（股）製造）對所得的基板進行 15 分鐘超音波清洗後，

利用超純水進行清洗。

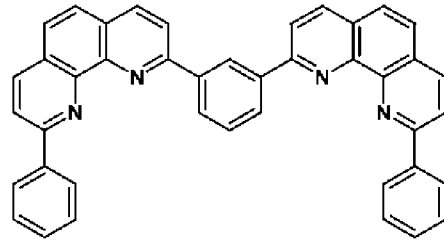
【0227】 於即將製作元件之前對該基板進行 1 小時 UV-臭氧處理，設置於真空蒸鍍裝置內，進行排氣直至裝置內的真空度成為 5×10^{-4} Pa 以下為止。首先，藉由電阻加熱法蒸鍍 5 nm 的 HAT-CN6 作為電洞注入層，接著蒸鍍 50 nm 的 HT-1 作為電洞傳輸層。其次，將作為電洞阻擋層的 H-1 10 nm、作為發光層的主體材料 H-1 與摻雜劑化合物 D-1 以重量比計成為 99.5 : 0.5 的方式蒸鍍為 20 nm 的厚度。進而，將作為電子阻擋層的 ET-1 積層為 10 nm，將作為電子傳輸層的化合物 ET-3 積層為 35 nm 的厚度。接著，將作為 n 型主體的化合物 ET-3 與作為 n 型摻雜劑的金屬鋰以蒸鍍速度比成為 99 : 1 的方式積層 10 nm 來作為 n 型電荷產生層。進而，積層 10 nm 的 HAT-CN6 作為 p 型電荷產生層。於其上與所述同樣地形成電洞傳輸層 50 nm、電洞阻擋層 10 nm、發光層 20 nm。進而，依次蒸鍍 10 nm 的 ET-2 作為電子阻擋層、蒸鍍 35 nm 的 ET-3 作為電子傳輸層。其次，於蒸鍍 0.5 nm 的 2E-1 作為電子注入層後，將鎂與銀共蒸鍍 1000 nm 而製成陰極，製作 5 mm×5 mm 見方的串聯型發光元件。

【0228】 使該發光元件以 1000 cd/m^2 發光時的發光特性是發光峰值波長為 530 nm、半值寬度為 25 nm、外部量子效率為 4.3%，LT90 為 110 小時。確認了與發光層僅一層的實施例 1 相比，耐久性提高。再者，所述中，ET-2 及 ET-3 為下述所示的化合物。

【0229】 [化 56]



ET-2



ET-3

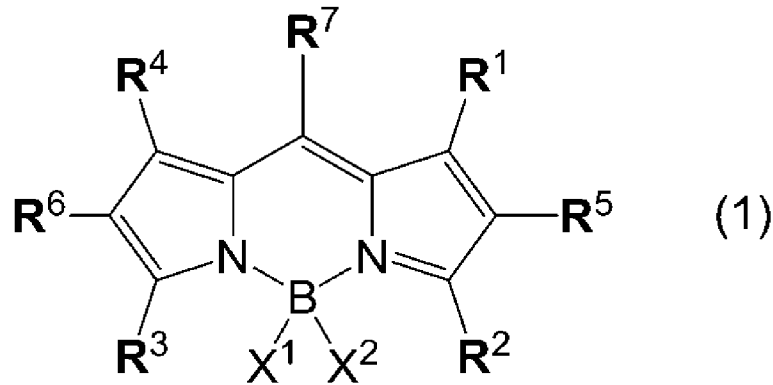
【符號說明】

【0230】

無

【發明申請專利範圍】

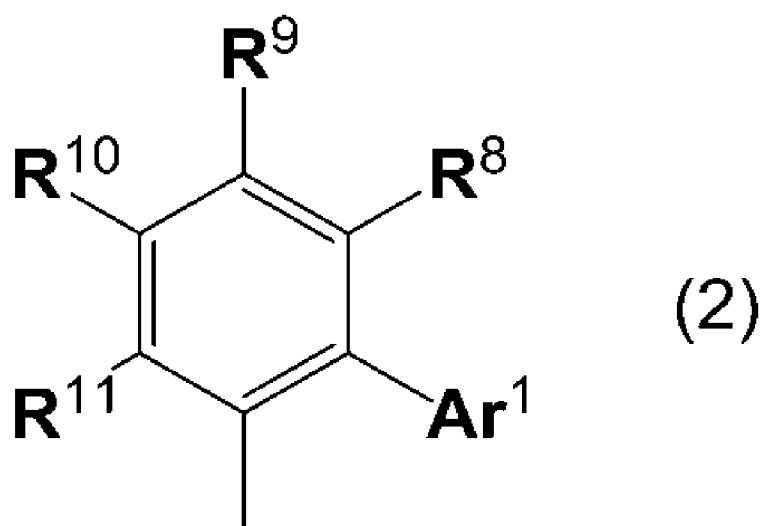
【請求項1】 一種吡咯亞甲基硼錯合物，是由通式（1）所表示：



$R^1 \sim R^6$ 分別獨立地選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、胺基、矽烷基、矽氧烷基及氧硼基所組成的群組中；該些基可進一步具有取代基；其中， $R^1 \sim R^4$ 中的至少一個為氫原子或烷基；

X^1 及 X^2 分別獨立地選自由烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素及氰基所組成的群組中；該些基可進一步具有取代基；

R^7 是由下述通式（2）所表示；



$R^8 \sim R^{10}$ 分別獨立地選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯基、醯胺基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基及氧化磷基所組成的群組中；該些基可進一步具有取代基；

R^{11} 選自由烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯基、醯胺基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基及氧化磷基所組成的群組中；該些基可進一步具有取代基；

Ar^1 為經取代或未經取代的芳基、或者經取代或未經取代的雜芳基。

【請求項2】 如請求項 1 所述的吡咯亞甲基硼錯合物，其中 R^{11}

為經取代或未經取代的芳基、或者經取代或未經取代的雜芳基。

【請求項3】 如請求項 1 或請求項 2 所述的吡咯亞甲基硼錯合物，其中 R^1 及 R^4 分別獨立地為氫原子或烷基。

【請求項4】 如請求項 1 至請求項 3 中任一項所述的吡咯亞甲基硼錯合物，其中 R^2 及 R^3 為烷基。

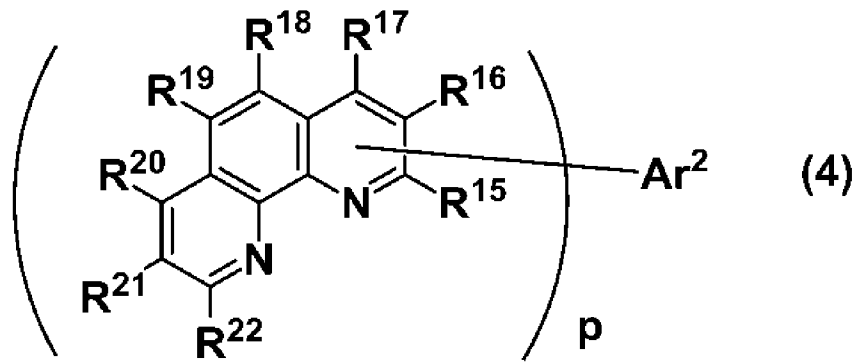
【請求項5】 一種發光元件，是具有陽極、陰極、以及存在於所述陽極與所述陰極之間的發光層的元件，所述發光層藉由電能而發光，所述發光層中含有如請求項 1 至請求項 4 中任一項所述的吡咯亞甲基硼錯合物。

【請求項6】 如請求項 5 所述的發光元件，其中所述發光層含有第一化合物及第二化合物，所述第一化合物為熱活化延遲螢光性化合物，所述第二化合物為所述通式 (1) 所表示的吡咯亞甲基硼錯合物。

【請求項7】 如請求項 5 或請求項 6 所述的發光元件，其中如請求項 6 所述的熱活化延遲螢光性化合物是於同一分子內具有供電子性部與拉電子性部的化合物。

【請求項8】 如請求項 5 至請求項 7 中任一項所述的發光元件，其中於陽極與陰極之間具有兩層以上的發光層，於各發光層與發光層之間具有一層以上的電荷產生層。

【請求項9】 如請求項 8 所述的發光元件，其中所述電荷產生層中含有通式 (4) 所表示的啡啉衍生物：



所述通式(4)中， Ar^2 選自由 p 價芳香族烴基及 p 價雜芳香環基所組成的群組中； p 為 1~3 的自然數； $R^{15} \sim R^{22}$ 分別可相同亦可不同，選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、芳基、雜芳基所組成的群組中； Ar^2 中， p 個啡啉基的取代位置為任意位置。

【請求項10】 一種顯示裝置，包含如請求項 5 至請求項 9 中任一項所述的發光元件。

【請求項11】 一種照明裝置，包含如請求項 5 至請求項 9 中任一項所述的發光元件。

【發明摘要】

【中文發明名稱】吡咯亞甲基硼錯合物、含有其的發光元件、顯示裝置及照明裝置

【中文】

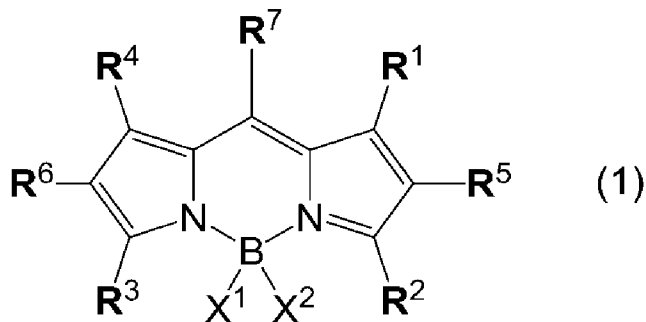
本發明藉由通式(1)所表示的吡咯亞甲基硼錯合物而提供螢光量子產率高、發光光譜尖銳的發光材料以及發光效率、顏色純度及耐久性高的發光元件。

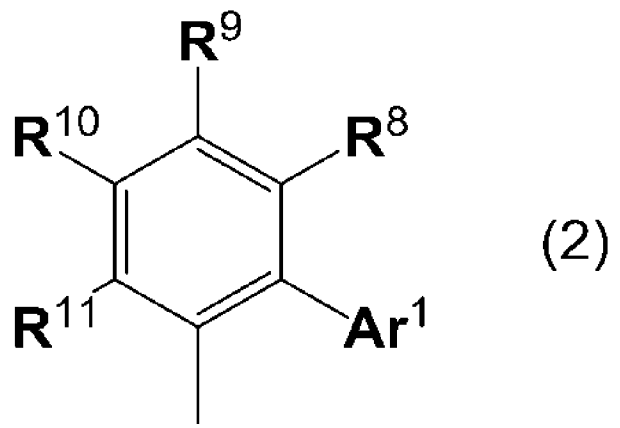
【指定代表圖】無。

【代表圖之符號簡單說明】

無

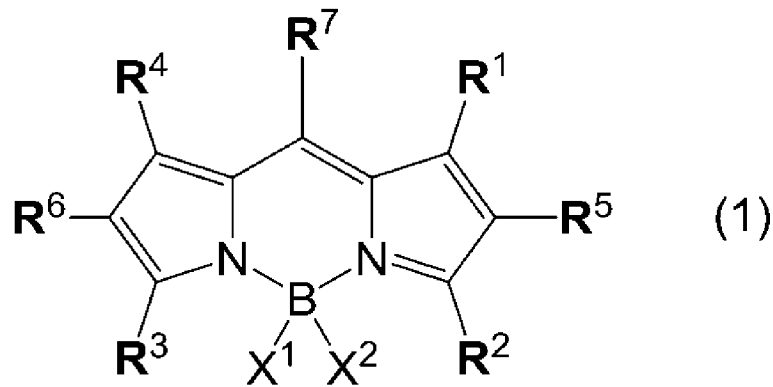
【特徵化學式】





【發明申請專利範圍】

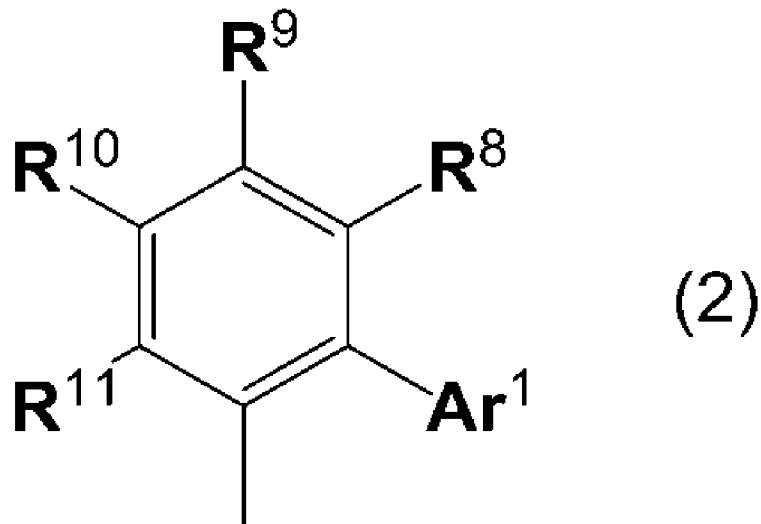
【請求項1】 一種吡咯亞甲基硼錯合物，是由通式（1）所表示：



$R^1 \sim R^6$ 分別獨立地選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、胺基、矽烷基、矽氧烷基及氧硼基所組成的群組中；該些基可進一步具有取代基；其中， $R^1 \sim R^4$ 中的至少一個為氫原子或烷基；

X^1 及 X^2 分別獨立地選自由烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素及氰基所組成的群組中；該些基可進一步具有取代基；

R^7 是由下述通式（2）所表示；



$R^8 \sim R^{10}$ 分別獨立地選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯基、醯胺基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基及氧化磷基所組成的群組中；該些基可進一步具有取代基；

R^{11} 選自由烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、羥基、硫醇基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、雜芳基、鹵素、氰基、醛基、醯基、羧基、酯基、醯胺基、磺醯基、磺酸酯基、磺醯胺基、胺基、硝基、矽烷基、矽氧烷基、氧硼基及氧化磷基所組成的群組中；該些基可進一步具有取代基；

Ar^1 為經取代或未經取代的芳基、或者經取代或未經取代的雜芳基。

【請求項2】 如請求項 1 所述的吡咯亞甲基硼錯合物，其中 R^{11}

為經取代或未經取代的芳基、或者經取代或未經取代的雜芳基。

【請求項3】 如請求項 1 或請求項 2 所述的吡咯亞甲基硼錯合物，其中 R^1 及 R^4 分別獨立地為氫原子或烷基。

【請求項4】 如請求項 1 至請求項 3 中任一項所述的吡咯亞甲基硼錯合物，其中 R^2 及 R^3 為烷基。

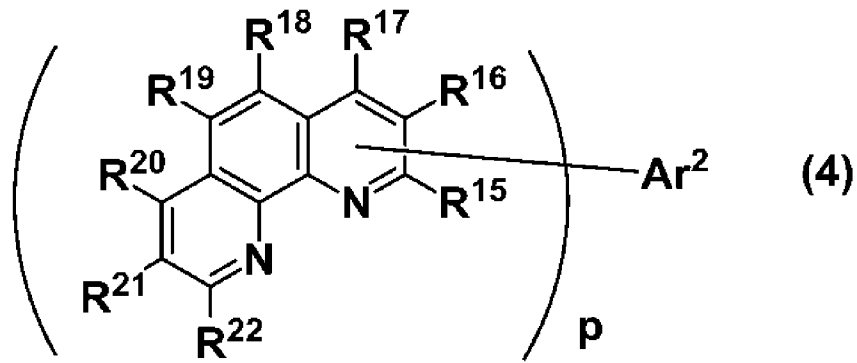
【請求項5】 一種發光元件，是具有陽極、陰極、以及存在於所述陽極與所述陰極之間的發光層的元件，所述發光層藉由電能而發光，所述發光層中含有如請求項 1 至請求項 4 中任一項所述的吡咯亞甲基硼錯合物。

【請求項6】 如請求項 5 所述的發光元件，其中所述發光層含有第一化合物及第二化合物，所述第一化合物為熱活化延遲螢光性化合物，所述第二化合物為所述通式（1）所表示的吡咯亞甲基硼錯合物。

【請求項7】 如請求項 6 所述的發光元件，其中所述熱活化延遲螢光性化合物是於同一分子內具有供電子性部與拉電子性部的化合物。

【請求項8】 如請求項 5 至請求項 7 中任一項所述的發光元件，其中於陽極與陰極之間具有兩層以上的發光層，於各發光層與發光層之間具有一層以上的電荷產生層。

【請求項9】 如請求項 8 所述的發光元件，其中所述電荷產生層中含有通式（4）所表示的啡啉衍生物：



所述通式(4)中， Ar^2 選自由 p 價芳香族烴基及 p 價雜芳香環基所組成的群組中； p 為 1~3 的自然數； $R^{15} \sim R^{22}$ 分別可相同亦可不同，選自由氫原子、烷基、環烷基、雜環基、芳基、雜芳基所組成的群組中； Ar^2 中， p 個啡啉基的取代位置為任意位置。

【請求項10】 一種顯示裝置，包含如請求項 5 至請求項 9 中任一項所述的發光元件。

【請求項11】 一種照明裝置，包含如請求項 5 至請求項 9 中任一項所述的發光元件。