



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I558693 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 21 日

(21) 申請案號：102105546 (22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 02 月 18 日

(51) Int. Cl. : *C07D209/86 (2006.01)* *C09K11/06 (2006.01)*
H01L51/54 (2006.01)

(30) 優先權：2012/02/15 日本 2012-030176

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

(72) 發明人：長尾和真 NAGAO, KAZUMASA (JP)；松木真一 MATSUKI, SHINICHI (JP)；境
 野裕健 SAKAINO, HIROTOSHI (JP)；新井猛 ARAI, TAKESHI (JP)；富永剛
 TOMINAGA, TSUYOSHI (JP)

(74) 代理人：詹銘文；葉璟宗

(56) 參考文獻：

TW	201035082A1	CN	102884156A
WO	2006061759A2	WO	2011055934A2

審查人員：蔡榮哲

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：0 共 77 頁

(54) 名稱

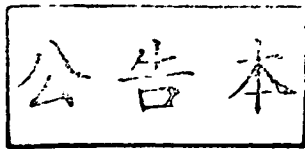
發光元件材料及發光元件

MATERIAL FOR LIGHT EMITTING ELEMENT AND LIGHT EMITTING ELEMENT

(57) 摘要

本發明提供一種藉由使用含有具有特定卞唑骨架的化合物的發光元件材料，而兼具高發光效率與耐久性的有機薄膜發光元件。

An organic thin-film light-emitting element is provided. By using a material for light-emitting element comprising a compound having a particular carbazole skeleton, the organic thin-film light-emitting element has both high luminous efficiency and durability.



發明摘要

※ 申請案號： 102105546

※ 申請日： 102-02-18

※IPC 分類：

C07D²⁰¹/₈₆ (2005.01)

C09K¹¹/₀₆ (2005.01)

H01L⁵¹/₅₇ (2005.01)

【發明名稱】

發光元件材料及發光元件

MATERIAL FOR LIGHT EMITTING ELEMENT AND LIGHT
EMITTING ELEMENT

【中文】

本發明提供一種藉由使用含有具有特定咔唑骨架的化合物的發光元件材料，而兼具高發光效率與耐久性的有機薄膜發光元件。

【英文】

An organic thin-film light-emitting element is provided. By using a material for light-emitting element comprising a compound having a particular carbazole skeleton, the organic thin-film light-emitting element has both high luminous efficiency and durability.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：無。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無。

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

發光元件材料及發光元件

MATERIAL FOR LIGHT EMITTING ELEMENT AND LIGHT
EMITTING ELEMENT

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種可將電能轉變成光的發光元件及其中所使用的發光元件材料。更詳細而言，是有關於可用於顯示元件、平板顯示器 (flat-panel display)、背光裝置 (backlight)、照明、室內裝飾、標識、看板 (signboard)、電子照相機及光信號產生器等領域的發光元件及其中所使用的發光元件材料。

【先前技術】

【0002】 自陰極注入的電子與自陽極注入的電洞在被兩極夾持的有機螢光體內再結合時所發光的有機薄膜發光元件的研究，近年來一直活躍地進行。該發光元件的特徵是薄型且在低驅動電壓下的高亮度發光、以及藉由選擇螢光材料所產生的多色發光，因而受到關注。

【0003】 該研究自由柯達 (Kodak) 公司的鄧先生 (C.W.Tang) 等人揭示有機薄膜元件高亮度地發光以來，已進行了大量的實用化研究，如有機薄膜發光元件被用於行動電話的主顯示器等中等已確實地進行了實用化。但是，技術上的課題仍然多，其中同時

滿足元件的高效率化與長壽命化是大的課題之一。

【0004】 元件的驅動電壓受到將電洞或電子等載子傳輸至發光層的載子傳輸材料大的制約。其中作為傳輸電洞的材料（電洞傳輸材料），已知具有呋啞骨架的材料（例如參照專利文獻 1～專利文獻 3）。另外，已知上述具有呋啞骨架的材料具有高的三重態能量（triplet energy）（例如參照專利文獻 4），特別是提出用作將來自磷光發光層的三重態激子（exciton）封閉的材料（例如參照專利文獻 5）。

【0005】 [現有技術文獻]

【0006】 [專利文獻]

【0007】 [專利文獻 1]日本專利特開平 8-3547 號公報

【0008】 [專利文獻 2]大韓民國專利申請案公開第 2010-0079458 號公報

【0009】 [專利文獻 3]國際公開第 2010/95621 號

【0010】 [專利文獻 4]國際公開第 2006/61759 號

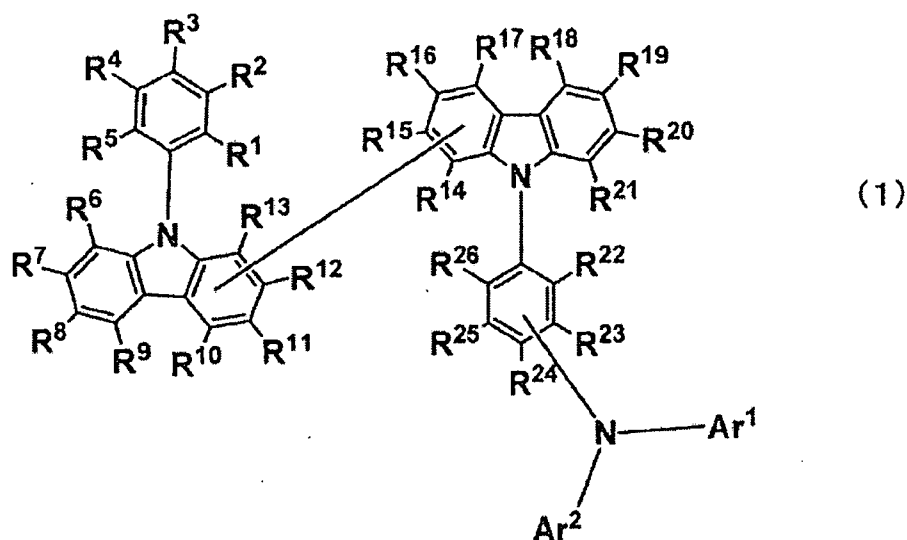
【0011】 [專利文獻 5]國際公開第 2012/001986 號

【0012】 然而，現有技術中難以充分降低元件的驅動電壓，另外即便可降低驅動電壓，元件的發光效率、耐久壽命亦不充分。如此仍未發現高發光效率、以及耐久壽命均滿足的技術。

【發明內容】

【0013】 本發明的目的是提供一種解決該現有技術的問題，並改善發光效率及耐久壽命的有機薄膜發光元件。

【0014】 本發明是一種發光元件材料，其特徵在於，含有下述通式（1）所示的具有咪唑二聚物骨架的化合物：



（ $R^1 \sim R^{21}$ 分別可相同亦可不同，選自由氫、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、矽烷基、及 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 所組成的組群； R^{27} 及 R^{28} 為芳基或雜芳基；其中 $R^6 \sim R^{13}$ 中 1 個部位及 $R^{14} \sim R^{21}$ 中 1 個部位，2 個咪唑骨架相連結； $R^{22} \sim R^{26}$ 滿足以下（A）、（B）的任一種：

（A） R^{23} 或 R^{25} 的至少 1 個為 NAr^1Ar^2 ；其他分別可相同亦可不同，選自由氫、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、矽烷基、及 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 所組成的組群； Ar^1 及 Ar^2 分別可相同亦可不同，表示經取代或未經取代的苯基；

（B） R^{24} 為 NAr^1Ar^2 ；其他分別可相同亦可不同，選自由

氫、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、矽烷基、及 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 所組成的組群； Ar^1 及 Ar^2 分別可相同亦可不同，表示未經取代的苯基、經烷基取代的苯基、經鹵素取代的苯基或經苯基取代的苯基； Ar^1 與 Ar^2 不同時為經苯基取代的苯基)。

[發明的效果]

【0015】 根據本發明，可提供一種具有高的發光效率、而且亦兼具充分的耐久壽命的有機電場發光元件。

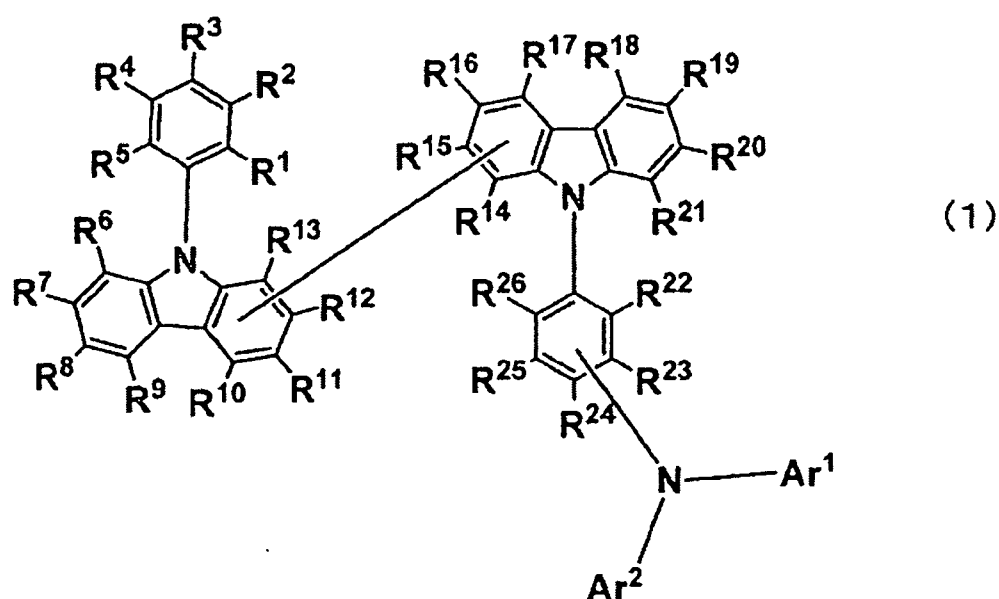
【圖式簡單說明】

【0016】

無。

【實施方式】

【0017】 對本發明的通式 (1) 所示的化合物進行詳細地說明。



【0018】 $R^1 \sim R^{21}$ 分別可相同亦可不同，選自由氫、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、矽烷基、及 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 所組成的組群。 R^{27} 及 R^{28} 為芳基或雜芳基。其中 $R^6 \sim R^{13}$ 中 1 個部位及 $R^{14} \sim R^{21}$ 中 1 個部位，2 個咪唑骨架相連結。 $R^{22} \sim R^{26}$ 滿足以下 (A)、(B) 的任一種。

【0019】 (A) R^{23} 或 R^{25} 的至少 1 個為 NAr^1Ar^2 ；其他分別可相同亦可不同，選自由氫、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、矽烷基、及 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 所組成的組群； Ar^1 及 Ar^2 分別可相同亦可不同，表示經取代或未經取代的苯基。

【0020】 (B) R^{24} 為 NAr^1Ar^2 ；其他分別可相同亦可不同，選自由氫、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、矽烷基、及 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 所組成的組群； Ar^1 及 Ar^2 分別可相同亦可不同，表示未經取代的苯基、經烷基取代的苯基、經鹵素取代的苯基或經苯基取代的苯基； Ar^1 與 Ar^2 不同時為經苯基取代的苯基。

【0021】 這些取代基中，氫可為氘。另外，「未經取代的苯基」等的表現時，該苯基所含的氫可為氘。

【0022】 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，其可具有取代基，亦可不具有取代基。烷基的碳數並無特別限定，就獲得的容易性或成本的方面而言，通常為 1 以上 20 以下的範圍，更佳為 1 以上 8 以

下的範圍。

【0023】 環烷基例如表示環丙基、環己基、降莖基 (norbornyl)、金剛烷基等飽和脂環式烴基，其可具有取代基，亦可不具有取代基。烷基部分的碳數並無特別限定，但通常為 3 以上 20 以下的範圍。

【0024】 雜環基例如表示吡喃環、哌啶環、環狀醯胺等環內具有碳以外的原子的脂肪族環，其可具有取代基，亦可不具有取代基。雜環基的碳數並無特別限定，但通常為 2 以上 20 以下的範圍。

【0025】 烯基例如表示乙烯基、烯丙基、丁二烯基等含雙鍵的不飽和脂肪族烴基，其可具有取代基，亦可不具有取代基。烯基的碳數並無特別限定，但通常為 2 以上 20 以下的範圍。

【0026】 環烯基例如表示環戊烯基、環戊二烯基、環己烯基等含雙鍵的不飽和脂環式烴基，其可具有取代基，亦可不具有取代基。環烯基的碳數並無特別限定，但通常為 2 以上 20 以下的範圍。

【0027】 炔基例如表示乙炔基等含三鍵的不飽和脂肪族烴基，其可具有取代基，亦可不具有取代基。炔基的碳數並無特別限定，但通常為 2 以上 20 以下的範圍。

【0028】 鹵素表示氟、氯、溴、碘。

【0029】 羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基可具有取代基，亦可不具有取代基。

【0030】 矽烷基例如表示三甲基矽烷基等在矽原子上具有結合鍵的官能基，其可具有取代基，亦可不具有取代基。矽烷基的碳

數並無特別限定，但通常為 3 以上 20 以下的範圍。另外，矽數通常為 1 以上 6 以下的範圍。

【0031】 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 可具有取代基，亦可不具有取代基。

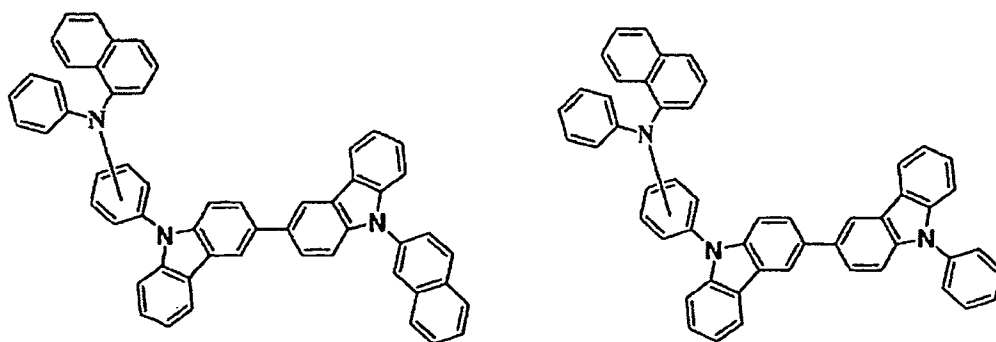
【0032】 芳基例如表示苯基、聯苯基、萘基、菲基、聯三伸苯基、聯三苯基等芳香族烴基。芳基可具有取代基，亦可不具有取代基。芳基的碳數並無特別限定，但通常為 6 以上 40 以下的範圍。

【0033】 雜芳基表示呋喃基、苯硫基 (thiophenyl)、吡啶基、吡嗪基、嘧啶基、三嗪基、苯并呋喃基、苯并苯硫基 (benzothiophenyl)、吡啶基等一個或多個環內具有碳以外的原子的環狀芳香族基，其可未經取代，亦可經取代。雜芳基的碳數並無特別限定，但通常為 2 以上 30 以下的範圍。

【0034】 現有的具有咔唑骨架的化合物作為發光元件材料，未必具有充分的性能。例如 9,9'-二苯基-9H,9'H-3,3'-咔唑 (9,9'-diphenyl-9H,9'H-3,3'-bicarbazole) 或 1,3-二(9H-咔唑-9-基)苯 (1,3-di(9H-carbazol-9-yl)benzene) (簡稱：mCP) 的三重態能量高而通常用作激子阻擋材料的材料，但離子化電位 (ionization potential) 大，電洞注入、傳輸性不佳，因此存在驅動電壓變高的問題。

【0035】 本發明者等人在其改良的研究中，著眼於具有咔唑骨架的化合物的強電洞傳輸能力及高三重態能量。通常具有咔唑骨架的化合物具有傳輸電洞與電子這兩種電荷的特性。本發明者等人認為，由於現有的具有咔唑骨架的化合物的電洞傳輸能力小，因

此進入至發光層的電洞的比例小於自電子傳輸層進入的電子，而破壞發光層中的電荷的平衡，這導致元件性能的降低。因此，如本發明的化合物，若將咔唑進行二聚物化，則共軛擴大，而電洞傳輸性提高。但是，由於氮原子上的取代基，而亦有阻礙電洞傳輸能力的擔憂，從而並非全部的咔唑二聚物的電洞傳輸性均高。此處，作為咔唑二聚物的氮原子上的取代基，藉由具有先前以來作為電洞傳輸性取代基而表現優異的特性的三芳基胺骨架，而可具有更高的電洞傳輸性。然而知曉，對於該骨架中的芳基，並非全部的芳基都能獲得相同的效果。例如可知，如大韓民國專利申請案公開第 2010-0079458 號公報的化合物 33 或化合物 36（以下所示的結構）所具有的萘基，其自身的三重態能量低，而導致化合物的三重態能量降低。若使用三重態能量低的化合物作為激子阻擋材料，而製作元件，則會由於自發光層洩漏出來的激子而導致發光效率降低，因此較佳為具有更高的三重態能量。



【0036】 另一方面，如國際公開第 2006/61759 號的表（Table）1

所示的化合物般，在咪唑二聚物的鄰位具有取代基的化合物，分子發生彎曲，即便將咪唑二聚物化，共軛亦不會擴大，因此可維持咪唑自身的三重態能量，作為化合物的三重態能量亦表現高的值。然而，如上所述般，由於共軛未擴大，因此無法獲得提高電洞傳輸性的效果。

【0037】 如以上所述，維持高的三重態能量、與發揮高的電洞傳輸性存在取捨（trade-off）的關係，並未發現在實用化階段可同時滿足的材料。本發明者等人進行銳意研究，結果發現，具有三芳基胺骨架（其中，特別是三苯胺骨架）作為氮原子上的取代基的通式（1）所示的化合物，會維持高的三重態能量，並具有高的電洞傳輸性，從而完成了本發明。

【0038】 通式（1）所示的化合物較佳為在分子中包含 2 個咪唑骨架，藉此具有高的薄膜穩定性與優異的耐熱性。另外，在包含 3 個以上咪唑骨架時，會擔心熱分解，因此較佳為 2 個。另外，2 個咪唑骨架進行直接連結。

【0039】 另外，通式（1）所示的化合物藉由一個氮原子上的取代基具有三苯胺骨架，而表現優異的電洞傳輸能力。另一方面，若二個氮原子上的取代基這兩者均具有三苯胺骨架，則分子量為 800 以上，昇華溫度及蒸鍍溫度變高。通常，在將有機材料蒸鍍時，由於長時間在高溫下進行蒸鍍，因此較理想為分解溫度與昇華溫度之差大。若通式（1）所示的化合物的分子量過大，而必須在高溫下蒸鍍，則有施加於化合物自身的熱負載（heat load）變大，而

其一部分分解而蒸餾的可能性。此種的分解物的混入有對元件特性、特別是壽命造成大的影響的擔憂。爲了減少該擔憂，分子量較理想爲 750 以下，而且若分子量爲 730 以下，則昇華溫度的範圍變寬，因此更佳。並且分子量更佳爲 725 以下，特佳爲 700 以下。因此，通式 (1) 所示的化合物較佳爲僅一個氮原子上的取代基具有三苯胺 (triphenylamine) 骨架。

【0040】 該具有三苯胺骨架的取代基可列舉如下的 2 種形態。一個實施形態 (A) 中， R^{23} 或 R^{25} 的至少 1 個爲 NAr^1Ar^2 ；其他分別可相同亦可不同，選自由氫、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、矽烷基、及 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 所組成的組群； Ar^1 及 Ar^2 分別可相同亦可不同，表示經取代或未經取代的苯基。

【0041】 藉由 R^{23} 或 R^{25} 的至少一個爲 NAr^1Ar^2 ，而分子的非對稱性進一步增加，因此可形成穩定的薄膜並帶來耐久性的提高。特佳爲 R^{23} 或 R^{25} 的任一個爲 NAr^1Ar^2 。

【0042】 實施形態 (A) 中的 Ar^1 及 Ar^2 爲經取代或未經取代的苯基，此時的取代基較佳爲芳基、烷基或鹵素。芳基由於會將一些共軛延長，因此有稍稍減小三重態能階 (triplet level) 的效果，但與未經取代的苯基相比，有使陽離子穩定的效果，因此化合物的穩定性增加。若化合物的穩定性增加，則可抑制化合物自身的劣化，並可改善耐久性。烷基或鹵素幾乎不會對共軛造成影響，而可維持高的三重態能量。

【0043】 另外，另一個實施形態（B）中， R^{24} 為 NAr^1Ar^2 ；其他分別可相同亦可不同，選自由氫、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、矽烷基、及 $-P(=O)R^{27}R^{28}$ 所組成的組群； Ar^1 及 Ar^2 分別可相同亦可不同，表示未經取代的苯基、經烷基取代的苯基、經鹵素取代的苯基或經苯基取代的苯基； Ar^1 與 Ar^2 不同時為經苯基取代的苯基。

【0044】 藉由 R^{24} 為 NAr^1Ar^2 ，且以上述方式選擇 Ar^1 及 Ar^2 ，而離子化電位變小，電洞注入、傳輸特性提高，並且可降低驅動電壓。而且，由於電洞注入特性提高，而進入至所接觸的發光層的電洞的比例變大，因此在發光層內的與電子的再結合概率提高，從而發光效率提高。另外，藉由 Ar^1 及 Ar^2 的某一個為未經取代的苯基、另一個為經烷基取代的苯基、經鹵素取代的苯基或經苯基取代的苯基，而分子的非對稱性進一步增加，因此可形成穩定的薄膜而帶來耐久性的提高。而且，由於具有使陽離子穩定的效果，因此化合物的穩定性增加。若化合物的穩定性增加，則可抑制化合物自身的劣化，並可改善耐久性。烷基或鹵素幾乎不會對共軛造成影響，而可維持高的三重態能量。

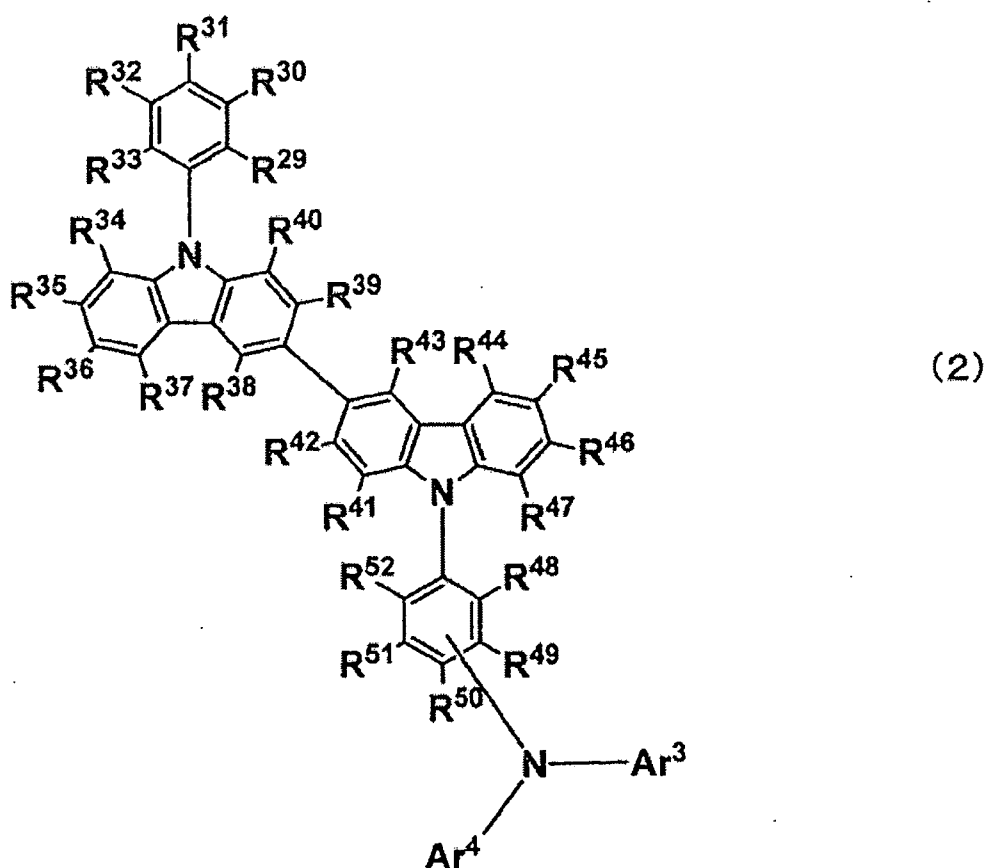
【0045】 在通式（1）所示的化合物被使用於電洞傳輸層，該電洞傳輸層與含有三重態發光性摻雜劑的發光層直接接觸時，若電洞傳輸層的三重態能量低，則發生三重態激發能量自發光層洩漏，而發光效率降低。特別是在電洞傳輸層與含有綠色的發光性摻雜劑的發光層直接接觸時，若該電洞傳輸層的三重態能量高於

上述發光性摻雜劑的三重態能量，則可抑制三重態激發能量自發光層洩漏，而可提高發光元件的高發光效率化及長壽命化的效果。就此種觀點而言，通式（1）所示的化合物的三重態能量較佳為 2.60 eV 以上，更佳為 2.65 eV 以上，特佳為 2.70 eV 以上。上限並無特別限制，較佳為 3.10 eV 以下。

【0046】 另外，本發明中的三重態能量是根據磷光光譜（phosphorescence spectrum）而求出的值。以下表示具體的測定方法的一例。將有機材料溶解於適當的溶劑（試樣 10 $\mu\text{mol/l}$ ），製成磷光測定用試樣。將放入至石英池（cell）的試樣冷卻至 77 K 並照射激發光，而測定磷光。對磷光光譜的上揚部分畫切線，將該波長值換算為能量值，將所得的值設為 T1。測定裝置的一例可列舉：堀場（HORIBA）製造的螢光磷光分光光度計 Fluoromax-4P 與低溫測定用可選裝置（option instruments）。另外，測定裝置並不限定於這些，亦可藉由將冷卻裝置及低溫用容器與激發光源、受光裝置加以組合而測定。

【0047】 通式（1）所示的化合物若為通式（2）所示的形態，則具有與聯苯胺骨架相同的部位，而電洞傳輸能力進一步提高，因此較佳。而且，通式（2）所示的化合物是 2 個咪唑骨架的氮原子上的取代基不同的基團，分子為非對稱結構，因此咪唑骨架彼此的相互作用抑制效果變高，可形成穩定的薄膜，而帶來耐久性的提高。

【0048】



【0049】 $R^{29} \sim R^{47}$ 分別可相同亦可不同，選自由氫、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、矽烷基、及 $-P(=O)R^{53}R^{54}$ 所組成的組群。 R^{53} 及 R^{54} 為芳基或雜芳基。 $R^{48} \sim R^{52}$ 滿足以下 (A')、(B') 的任一種。

【0050】 (A') R^{49} 或 R^{51} 的至少 1 個為 NAr^3Ar^4 ；其他分別可相同亦可不同，選自由氫、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、矽烷基、及 $-P(=O)R^{53}R^{54}$ 所組成的組群； Ar^3 及 Ar^4 分別可相同亦可不同，表示經取代或未經取代的苯基。

【0051】 (B') R^{49} 或 R^{51} 的至少 1 個為 NAr^3Ar^4 ；其他分別可相

同亦可不同，選自由氫、烷基、環烷基、雜環基、烯基、環烯基、炔基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、矽烷基、及 $-P(=O)R^{53}R^{54}$ 所組成的組群； Ar^3 及 Ar^4 分別可相同亦可不同，表示未經取代的苯基、經烷基取代的苯基、經鹵素取代的苯基或經苯基取代的苯基； Ar^3 與 Ar^4 不同時為經苯基取代的苯基。

【0052】 這些取代基的說明與上述通式（1）的說明相同。

【0053】 而且，若在通式（1）所示的化合物為實施形態（A）時，且 Ar^1 及 Ar^2 為未經取代的苯基、經苯基取代的苯基、經烷基取代的苯基、或經鹵素取代的苯基；以及若在通式（2）所示的化合物為實施形態（A）時，且 Ar^3 及 Ar^4 為未經取代的苯基、經苯基取代的苯基、經烷基取代的苯基、或經鹵素取代的苯基，則可維持高的三重態能量，並可抑制容易失活，因此可達成高的發光效率。苯基由於會將將一些共軛延長，因此有稍稍減小三重態能階的效果，但與未經取代的苯基相比，有使陽離子穩定的效果，因此化合物的穩定性增加。若化合物的穩定性增加，則可抑制化合物自身的劣化，並可改善耐久性。烷基或鹵素幾乎不會對共軛造成影響，可維持高的三重態能量。

【0054】 而且，若通式（1）所示的化合物為實施形態（A）時，且 $R^1 \sim R^{21}$ 全為氫， $R^{22} \sim R^{26}$ 的 R^{23} 或 R^{25} 中的 1 個為 NAr^1Ar^2 ，其他全為氫，則化合物的穩定性增加，可抑制化合物自身的劣化，並可改善耐久性。另外，在合成製程上可廉價、大量地合成。

【0055】 另外，若在通式（1）所示的化合物為實施形態（B）時，

且 $R^1 \sim R^{21}$ 全為氫， $R^{22} \sim R^{26}$ 的 R^{24} 為 NAr^1Ar^2 ，其他全為氫，則化合物的穩定性增加，可抑制化合物自身的劣化，並可改善耐久性。另外，在合成製程上可廉價、大量地合成。

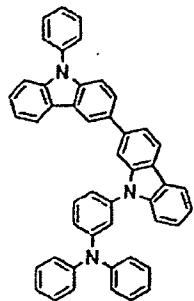
【0056】 而且，若 Ar^1 及 Ar^2 不同，則由於三芳基胺的非對稱性，而分子自身的非對稱性進一步增加，可形成穩定的薄膜，並帶來耐久性的提高，因此較佳。所謂 Ar^1 及 Ar^2 不同，亦包括取代基的有無、位置及種類，是指 Ar^1 所示的基團與 Ar^2 所示的基團完全不一致。

【0057】 上述通式 (1) 所示的化合物並無特別限定，具體可列舉如以下的例子。另外，以下為例示，除了此處清楚記載的化合物以外，若亦為通式 (1) 所示者，則同樣可較佳地使用。

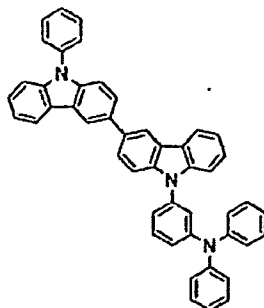
【0058】 為實施形態 (A) 時的化合物的一例如以下所述。

【0059】

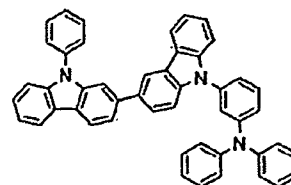
[1]



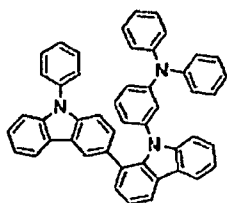
[2]



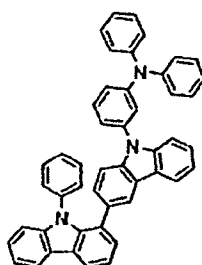
[3]



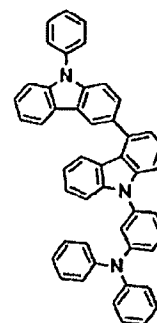
[4]



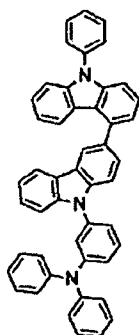
[5]



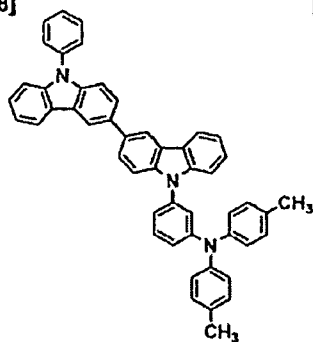
[6]



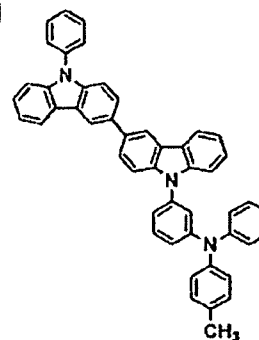
[7]



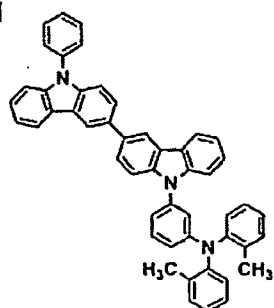
[8]



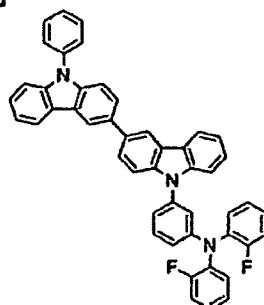
[9]



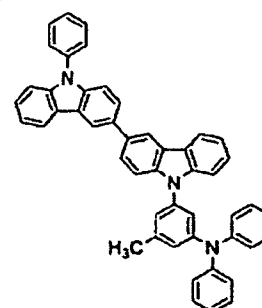
[10]



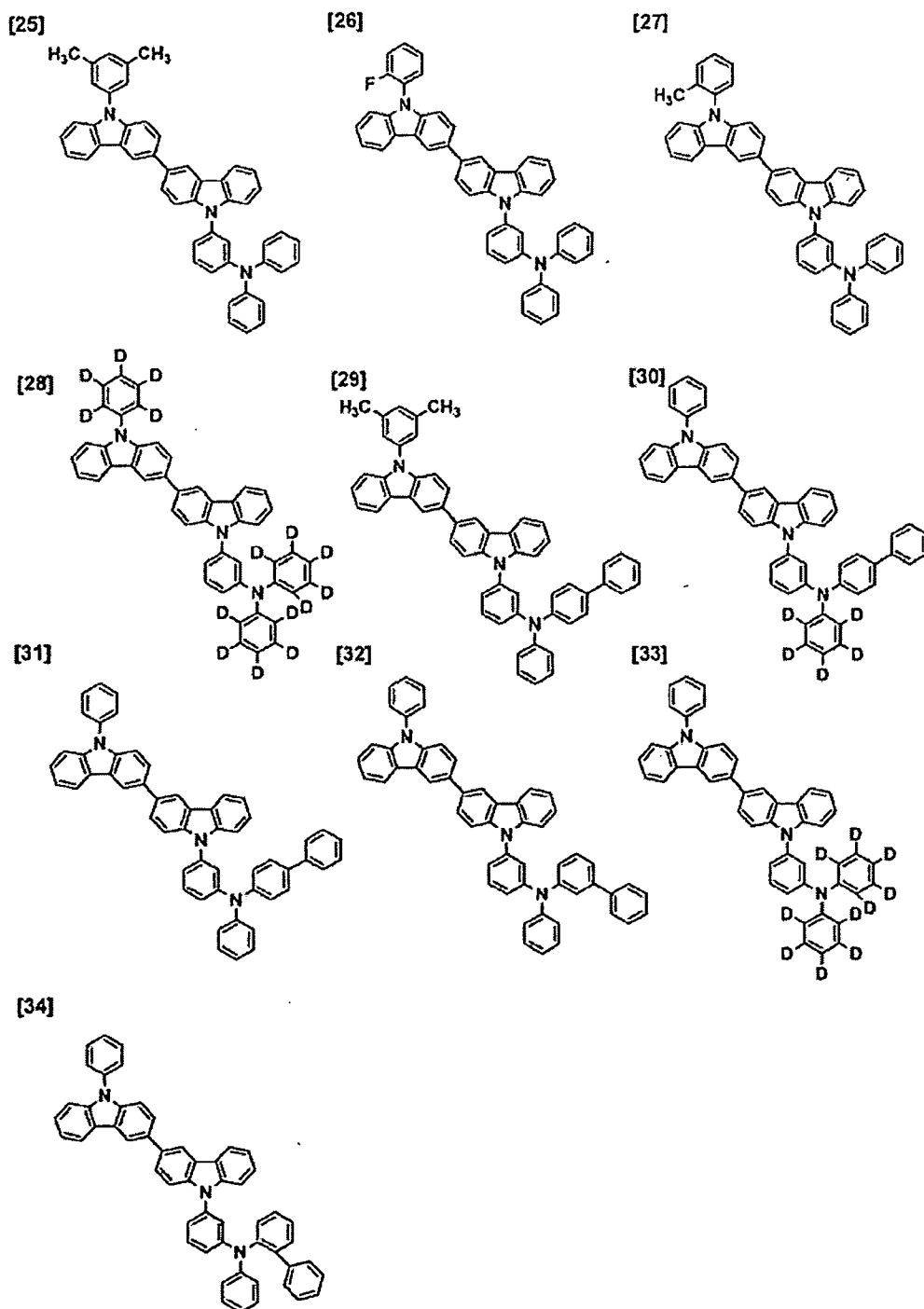
[11]



[12]



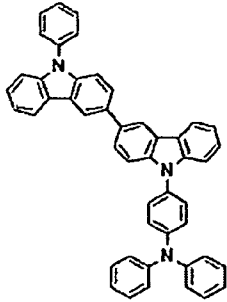
【0060】



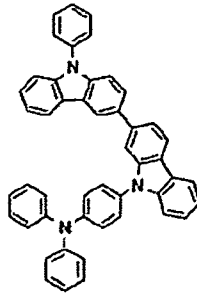
【0061】 為實施形態（B）時的化合物的一例如以下所述。

【0062】

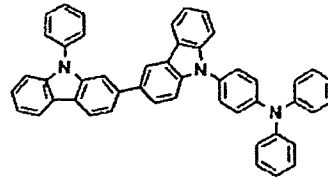
[35]



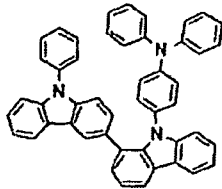
[36]



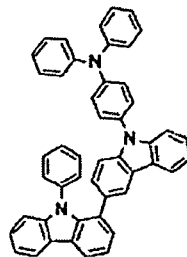
[37]



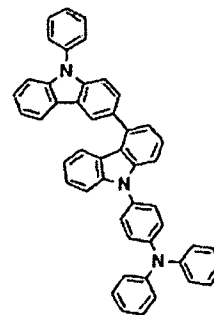
[38]



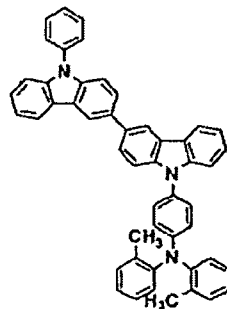
[39]



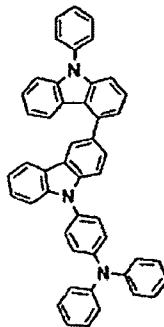
[40]



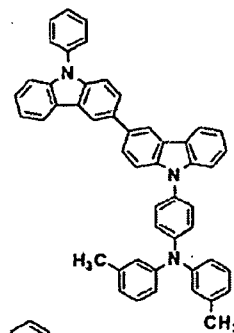
[41]



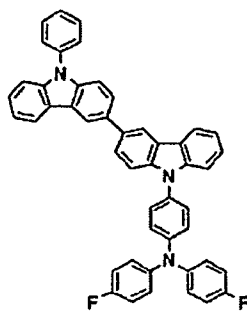
[42]



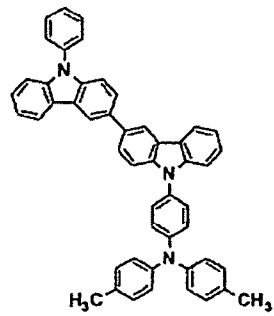
[43]



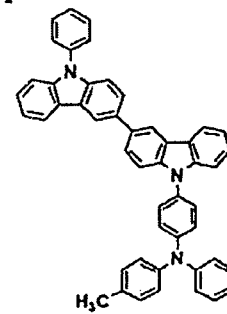
[44]



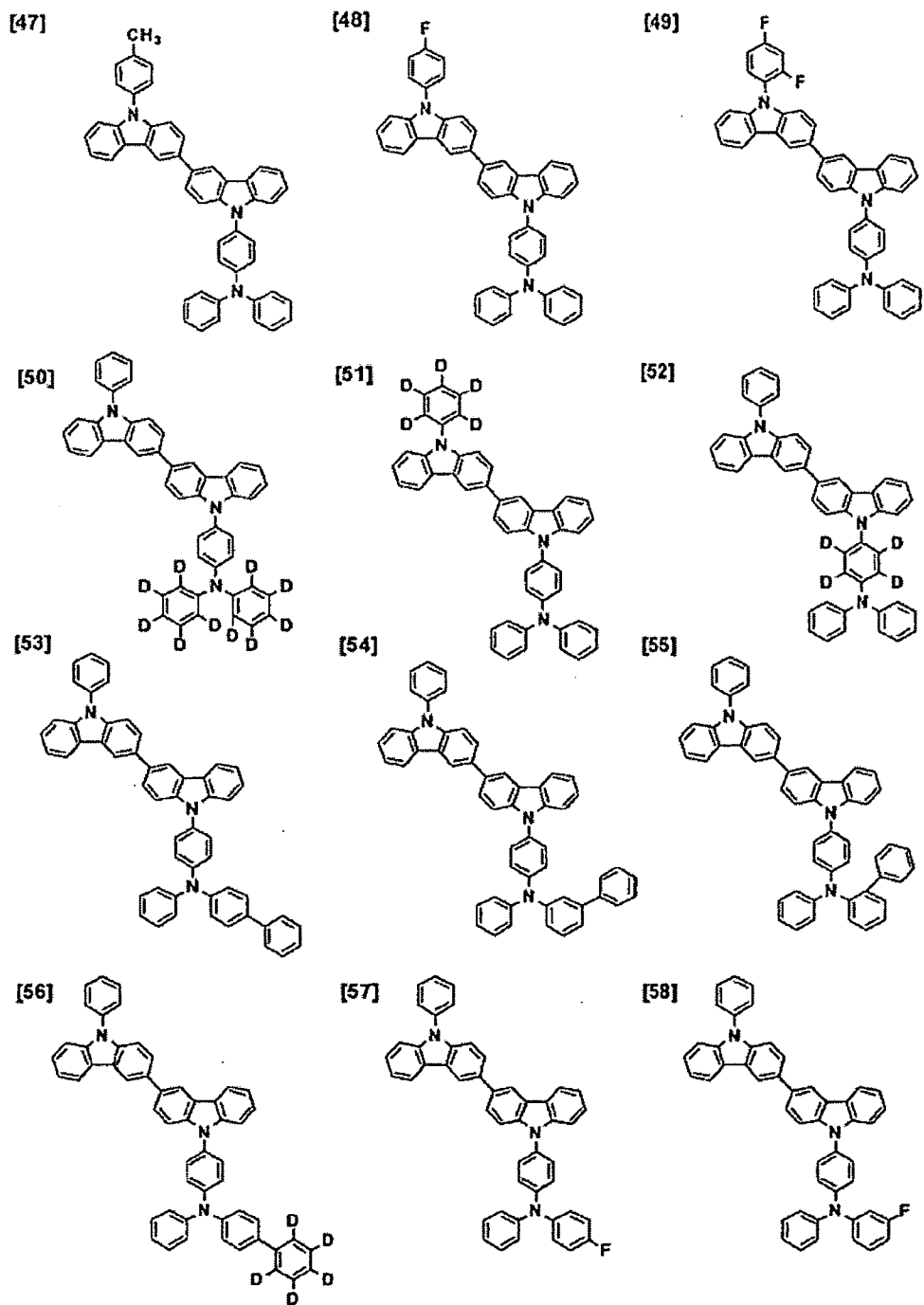
[45]



[46]



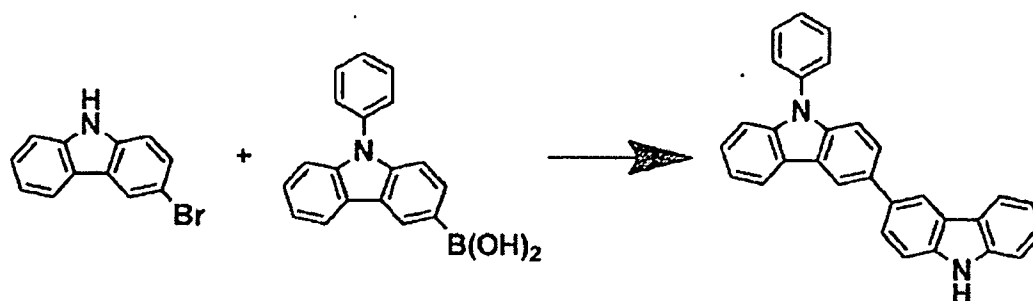
【0063】



【0064】 如上所述的具有咪唑骨架的化合物的合成可使用公知的方法。作為合成咪唑二聚物的方法，例如可列舉：使用鈀或銅觸媒並使用咪唑衍生物與鹵化物或三氟甲磺酸鹽化物的偶合反應

的方法，但並不限定於此。以下表示使用 9-苯基咔唑-3-硼酸的例子作為一例。

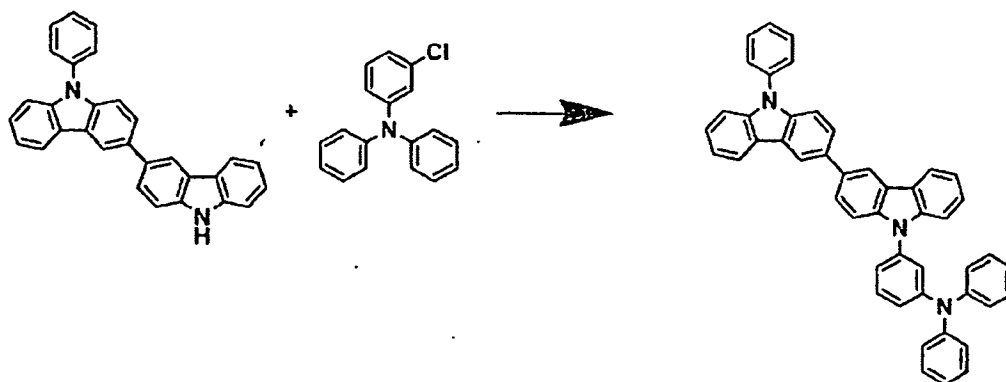
【0065】



【0066】 另外，上述的反應中，即便使用 9-苯基咔唑-2-硼酸酯代替 9-苯基咔唑-3-硼酸，亦同樣地進行反應。此時，可合成咔唑二聚物的位置異構物。

【0067】 另外，作為在咔唑的 N 上導入取代基的方法，例如可列舉：使用鈮或銅觸媒並使用咔唑衍生物與鹵化物的偶合反應的方法，但並不限定於此。

【0068】



【0069】 通式(1)所示的化合物可用作發光元件材料。此處，本發明的發光元件材料是表示在發光元件的任一層中所使用的材料，如後述般，除了電洞注入層、電洞傳輸層、發光層及/或電子傳輸層中所使用的材料外，亦包括陰極的保護膜中所使用的材料。藉由將本發明的通式(1)所示的化合物用於發光元件的任一層，而可獲得高的發光效率，且可獲得耐久性優異的發光元件。

【0070】 接著，對本發明的發光元件的實施形態進行詳細地說明。本發明的發光元件具有：陽極與陰極、及介於該陽極與陰極之間的有機層，該有機層藉由電能而發光。

【0071】 此種發光元件中的陽極與陰極之間的層構成，除了僅包含發光層的構成外，可列舉：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/電子注入層等積層構成。另外，上述各層分別可為單一層，亦可為多層的任一種，還可進行摻雜。

【0072】 通式(1)所示的化合物在發光元件中可用於上述的任一層，但特佳為用於電洞傳輸層。

【0073】 本發明的發光元件中，陽極與陰極是具有為了元件的發光而供給充分的電流的作用者，為了取出光，較理想為至少一者為透明或半透明。通常將形成於基板上的陽極設為透明電極。

【0074】 陽極所用的材料若為可將電洞有效地注入至有機層的

材料、且爲了取出光而爲透明或半透明，則並不特別限定於：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，或金、銀、鉻等金屬，碘化銅、硫化銅等無機導電性物質，聚噻吩、聚吡咯、聚苯胺等導電性聚合物等，特理想爲使用 ITO 玻璃或奈塞玻璃（NESA glass）。這些電極材料可單獨使用，亦可將多種材料進行積層或混合而使用。透明電極的電阻只要可對元件的發光供給充分的電流即可，因此並無限定，就元件的消耗電力的觀點而言，較理想爲低電阻。例如若爲 $300 \Omega/\square$ 以下的 ITO 基板，則可發揮出作爲元件電極的功能，目前亦可供給 $10 \Omega/\square$ 左右的基板，因此特別理想爲使用 $20 \Omega/\square$ 以下的低電阻的基板。ITO 的厚度可根據電阻值進行任意選擇，通常大多在 $50 \text{ nm} \sim 300 \text{ nm}$ 之間使用。

【0075】 另外，爲了保持發光元件的機械強度，較佳爲在基板上形成發光元件。基板可較佳地使用鈉玻璃或無鹼玻璃等玻璃基板。玻璃基板的厚度只要對於保持機械強度而言爲充分的厚度即可，因此若爲 0.5 mm 以上，則充分。關於玻璃的材質，由於自玻璃的溶出離子少爲佳，因此較佳爲無鹼玻璃。或者亦市售有實施了 SiO_2 等障壁塗層（barrier coat）的鈉鈣玻璃（soda lime glass），因此亦可使用鈉鈣玻璃。而且，若第一電極穩定地發揮功能，則基板無須爲玻璃，例如可在塑膠基板上形成陽極。ITO 膜形成方法並不特別限定於電子束法、濺鍍法及化學反應法等。

【0076】 陰極所用的材料若爲可將電子有效地注入至發光層的

物質，則並無特別限定。通常較佳為鉑、金、銀、銅、鐵、錫、鋁、銻等金屬，或者這些金屬與鋰、鈉、鉀、鈣、鎂等低功函數（work function）金屬的合金，或多層積層等。其中作為主成分，就電阻值或製膜容易性、膜的穩定性、發光效率等方面而言，較佳為鋁、銀、鎂。特別是若包含鎂與銀，則本發明中的向電子傳輸層及電子注入層的電子注入變得容易，並可實現低電壓驅動，因此較佳。

【0077】 而且，作為較佳例，可列舉：將鉑、金、銀、銅、鐵、錫、鋁及銻等金屬，或使用這些金屬的合金，二氧化矽、二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積層於陰極上，作為保護膜層來保護陰極。但是在為自陰極側取出光的元件結構（頂部發光結構）時，保護膜層選自在可見光區域具有透光性的材料。這些電極的製作法並不特別限定於電阻加熱、電子束、濺鍍、離子電鍍及塗佈等。

【0078】 電洞注入層為插入至陽極與電洞傳輸層之間的層。電洞注入層可為 1 層亦可積層多層。若在電洞傳輸層與陽極之間存在電洞注入層，則不僅可進行更低電壓驅動，耐久壽命亦提高，而且元件的載子平衡進一步提高而發光效率亦提高，因此較佳。

【0079】 電洞注入層所用的材料並無特別限定，例如可使用：4,4'-雙(N-(3-甲基苯基)-N-苯基胺基)聯苯（TPD）、4,4'-雙(N-(1-萘基)-N-苯基胺基)聯苯（NPD）、4,4'-雙(N,N-雙(4-聯苯基)胺基)聯苯（TBDB）、雙(N,N'-二苯基-4-胺基苯基)-N,N-二苯基-4,4'-二胺基

-1,1'-聯苯 (TPD232) 等聯苯胺 (benzidine) 衍生物, 4,4',4''-三(3-甲基苯基(苯基)胺基)三苯胺 (m-MTDATA)、4,4',4''-三(1-萘基(苯基)胺基)三苯胺 (1-TNATA) 等被稱為星爆芳基胺 (starburst arylamine) 的材料組群, 雙(N-芳基咪唑)或雙(N-烷基咪唑)等雙咪唑衍生物, 吡唑啉衍生物、均二苯乙烯系化合物、脞系化合物、苯并咪喃衍生物、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, 聚合物系中側鏈具有上述單體的聚碳酸酯或苯乙烯衍生物、聚噻吩、聚苯胺、聚芴 (polyfluorene)、聚乙炔基咪唑及聚矽烷等。另外, 亦可使用通式 (1) 所示的化合物。其中就具有比通式 (1) 所示的化合物淺的最高佔據分子軌道 (Highest Occupied Molecular Orbital, HOMO) 能階、自陽極向電洞傳輸層順利地注入傳輸電洞的觀點而言, 更佳為可使用聯苯胺衍生物、星爆芳基胺系材料組群。

【0080】 這些材料可單獨使用, 亦可將 2 種以上的材料混合而使用。另外, 還可將多種材料進行積層作為電洞注入層。而且, 若該電洞注入層可單獨由受體性材料構成, 或者在如上述的電洞注入材料中摻雜受體性材料而使用, 則可更顯著地獲得上述效果, 因此更佳。所謂受體性材料, 在用作單層膜時是與所接觸的電洞傳輸層形成電荷轉移錯合物的材料, 在摻雜使用時是與構成電洞注入層的材料形成電荷轉移錯合物的材料。若使用此種材料, 則電洞注入層的導電性提高, 更加有助於元件的驅動電壓降低, 並可獲得發光效率的提高、耐久壽命提高等效果。

【0081】 受體性材料的例子可列舉：如氯化鐵（III）、氯化鋁、氯化鎳、氯化銻、氯化銻的金屬氯化物，如氧化鉬、氧化鈮、氧化鎢、氧化鈮的金屬氧化物，如三(4-溴苯基)鉍六氟銻酸鹽（TBPAH）的電荷轉移錯合物。另外，亦可較佳地使用：分子內具有硝基、氰基、鹵素或三氟甲基的有機化合物，或醌系化合物，酸酐系化合物，富勒烯（fullerene）等。這些化合物的具體的例子可列舉：六氰基丁二烯、六氰基苯、四氰基乙烯、四氰基對苯醌二甲烷（tetracyanoquinodimethane）（TCNQ）、四氟四氰基對苯醌二甲烷（F4-TCNQ）、軸烯（radialene）衍生物、四氟對苯醌（p-fluoranyl）、四氰對苯醌（p-chloranyl）、四溴對苯醌（p-bromanyl）、對苯醌、2,6-二氰基苯醌、2,5-二氰基苯醌、四甲基苯醌、1,2,4,5-四氰基苯、鄰二氰基苯、對二氰基苯、1,4-二氰基四氰基苯、2,3-二氰基-5,6-二氰基苯醌、對二硝基苯、間二硝基苯、鄰二硝基苯、對氰基硝基苯、間氰基硝基苯、鄰氰基硝基苯、1,4-萘醌、2,3-二氰基萘醌、1-硝基萘、2-硝基萘、1,3-二硝基萘、1,5-二硝基萘、9-氰基蒽、9-硝基蒽、9,10-蒽醌、1,3,6,8-四硝基咪唑、2,4,7-三硝基-9-芴酮（fluorenone）、2,3,5,6-四氰基吡啶、順丁烯二酸酐、鄰苯二甲酸酐、C60、及 C70 等。

【0082】 這些中，由於金屬氧化物或含氰基的化合物容易操作、亦容易蒸鍍，而可容易獲得上述的效果，因此較佳。在電洞注入層單獨由受體性材料構成的情形、或在電洞注入層中摻雜受體性材料的情形的任一情形下，電洞注入層均可由 1 層構成，亦可將

多層積層而構成。

【0083】 電洞傳輸層是將自陽極注入的電洞傳輸至發光層的層。電洞傳輸層可為單層，亦可將多層積層而構成。

【0084】 通式(1)所示的化合物具有 5.1 eV~6.0 eV 的離子化電位(蒸鍍膜的 AC-2(理研計器)測定值)、高的三重態能量、高的電洞傳輸性及薄膜穩定性，因此較佳為用於發光元件的電洞注入層及電洞傳輸層。另外，通式(1)所示的化合物相對於現有的具有聯苯胺骨架的電洞傳輸材料，能隙更大，因此最低未佔分子軌道(Lowest Unoccupied Molecular Orbital, LUMO)能階高，電子阻擋性優異。而且，通式(1)所示的化合物較佳為用作使用三重態發光材料的元件的電洞傳輸材料。現有的具有聯苯胺骨架的電洞傳輸材料的三重態能量低，若與含有三重態發光性摻雜劑的發光層直接接觸，則發生三重態激發能量的洩漏，而發光效率降低，原因是，通式(1)所示的化合物具有高的三重態能量，而不會產生此種問題。

【0085】 在包含多層的電洞傳輸層時，較佳為包含通式(1)所示的化合物的電洞傳輸層與發光層直接接觸。原因是，通式(1)所示的化合物具有高的電子阻擋性，可防止自發光層流出的電子的侵入。而且，由於通式(1)所示的化合物具有高的三重態能量，因此亦具有將三重態發光材料的激發能量封閉的效果。因此，即便在發光層包含三重態發光材料時，包含通式(1)所示的化合物的電洞傳輸層亦較佳為與發光層直接接觸。

【0086】 電洞傳輸層可僅由通式(1)所示的化合物構成，亦可在不損及本發明的效果的範圍內混合其他材料。此時，作為可使用的其他材料，例如可列舉：4,4'-雙(N-(3-甲基苯基)-N-苯基胺基)聯苯(TPD)、4,4'-雙(N-(1-萘基)-N-苯基胺基)聯苯(NPD)、4,4'-雙(N,N-雙(4-聯苯基)胺基)聯苯(TBDB)、雙(N,N'-二苯基-4-胺基苯基)-N,N-二苯基-4,4'-二胺基-1,1'-聯苯(TPD232)等聯苯胺衍生物，4,4',4''-三(3-甲基苯基(苯基)胺基)三苯胺(m-MTDATA)、4,4',4''-三(1-萘基(苯基)胺基)三苯胺(1-TNATA)等被稱為星爆芳基胺的材料組群，雙(N-芳基咪唑)或雙(N-烷基咪唑)等雙咪唑衍生物，吡啶啉衍生物、均二苯乙烯系化合物、脞系化合物、苯并咪喃衍生物、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，聚合物系中側鏈具有上述單體的聚碳酸酯或苯乙烯衍生物、聚噻吩、聚苯胺、聚萘、聚乙烯基咪唑及聚矽烷等。

【0087】 發光層可為單一層、多層的任一種，分別由發光材料(主體材料、摻雜劑材料)形成，其可為主體材料與摻雜劑材料的混合物，可單獨為主體材料，亦可為2種主體材料與1種摻雜劑材料的混合物。即，在本發明的發光元件中，在各發光層中，僅主體材料或摻雜劑材料可發光，或主體材料與摻雜劑材料均可發光。就有效地利用電能、獲得高色純度的發光的觀點而言，發光層較佳為包含主體材料與摻雜劑材料的混合。另外，主體材料與摻雜劑材料分別可為一種，亦可為多種的組合。摻雜劑材料可包含在主體材料的整體中，亦可部分含有。摻雜劑材料可積層，亦

可分散。摻雜劑材料可控制發光色。摻雜劑材料的量若過多，則會引起濃度消光現象，因此相對於主體材料，較佳為使用 30 重量%以下，更佳為 20 重量%以下。摻雜方法可藉由與主體材料的共蒸鍍法而形成，但亦可在與主體材料預先混合後同時進行蒸鍍。

【0088】發光材料除了通式(1)所示的化合物外，可使用：以前以來作為發光體而已知的蒽或芘等縮合環衍生物，以三(8-羥基喹啉(quinolinolate))鋁為代表的金屬螯合化(chelated)類喹辛(oxinoid)化合物，雙苯乙烯基蒽衍生物或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、茛衍生物、香豆素衍生物、噁二唑衍生物、吡咯并吡啶衍生物、紫環酮衍生物、環戊二烯衍生物、噁二唑衍生物、噁二唑并吡啶衍生物、二苯并呋喃衍生物、呋嗪衍生物、吡啶并呋嗪衍生物，聚合物系中的聚苯乙炔(polyphenylenevinylene)衍生物、聚對苯衍生物、以及聚噻吩衍生物等，並無特別限定。

【0089】發光材料所含有的主體材料無須僅限定於一種化合物，亦可混合本發明的多種化合物而使用、或將其他主體材料的一種以上進行混合而使用。另外，亦可進行積層而使用。主體材料並無特別限定，可使用：萘、蒽、菲、芘、蒎(chrysene)、稠四苯(naphthacene)、聯三伸苯(triphenylene)、芘、螢蒽、葑(flourene)、茛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-喹啉(quinolinolate))鋁(III)為代表的金屬螯合化類喹辛化合物，

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、茛衍生物、香豆素衍生物、噁二唑衍生物、吡咯并吡啶衍生物、紫環酮衍生物、環戊二烯衍生物、噻二唑并吡啶衍生物、二苯并呋喃衍生物、呋唑衍生物、吡啶并呋唑衍生物、三嗪衍生物，聚合物系中的聚苯乙炔衍生物、聚對苯衍生物、聚萘衍生物、聚乙烯基呋唑衍生物、聚噻吩衍生物等，並無特別限定。其中，作為發光層進行三重態發光（磷光發光）時所使用的主體，可較佳地使用：金屬螯合化類羧辛化合物、二苯并呋喃衍生物、二苯并噻吩衍生物、呋唑衍生物、吡啶并呋唑衍生物、三嗪衍生物、聯三伸苯衍生物等。

【0090】發光材料所含有的摻雜劑材料並無特別限定，可列舉：萘、蔥、菲、芘、聯三伸苯、茛、萘、萘、茛等具有芳基環的化合物或其衍生物（例如 2-(苯并噻唑-2-基)-9,10-二苯基蔥或 5,6,11,12-四苯基稠四苯等），呋喃、吡咯、噻吩、矽羅（silole）、9-矽萘（silafluorene）、9,9'-螺聯矽萘（spirobisilafluorene）、苯并噻吩、苯并呋喃、吡啶、二苯并噻吩、二苯并呋喃、咪唑并吡啶、啡啉（phenanthroline）、吡嗪、萘啶、喹噁啉（quinoxaline）、吡咯并吡啶、噻吨酮（thioxanthene）等具有雜芳基環的化合物或其衍生物，二苯乙烯基苯衍生物、4,4'-雙(2-(4-二苯基胺基苯基)乙烯基)聯苯、4,4'-雙(N-(均二苯乙烯-4-基)-N-苯基胺基)均二苯乙烯等胺基苯乙烯衍生物，芳香族乙炔衍生物、四苯基丁二烯衍生物、均二苯乙烯衍生物、醛連氮（aldazine）衍生物、吡咯甲川

(pyrromethene) 衍生物、二酮吡咯 (diketopyrrolo) 并[3,4-c]吡咯衍生物、2,3,5,6-1H,4H-四氫-9-(2'-苯并噻唑基)喹啉并[9,9a,1-gh]香豆素等香豆素衍生物，咪唑、噻唑、噻二唑、咪唑、噁唑、噁二唑、三唑等唑衍生物及其金屬錯合物，及以 N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲基苯基)-4,4'-二苯基-1,1'-二胺為代表的芳香族胺衍生物等。

【0091】 其中，作為發光層進行三重態發光（磷光發光）時所使用的摻雜劑，較佳為包含選自由銥 (Ir)、鈦 (Ru)、鈀 (Pd)、鉑 (Pt)、銱 (Os)、及銩 (Re) 所組成的組群的至少一種金屬的金屬錯合化合物。配位子較佳為具有苯基吡啶骨架或苯基喹啉骨架或卡賓 (carbene) 骨架等含氮芳香族雜環。但並不限定於這些，可根據所要求的發光色、元件性能、與主體化合物的關係選擇恰當的錯合物。具體而言，可列舉：三(2-苯基吡啶基)銥錯合物、三{2-(2-噻吩基)吡啶基}銥錯合物、三{2-(2-苯并噻吩基)吡啶基}銥錯合物、三(2-苯基苯并噻唑)銥錯合物、三(2-苯基苯并噁唑)銥錯合物、三苯并喹啉銥錯合物、雙(2-苯基吡啶基)(乙醯丙酮)銥錯合物、雙{2-(2-噻吩基)吡啶基}銥錯合物、雙{2-(2-苯并噻吩基)吡啶基}(乙醯丙酮)銥錯合物、雙(2-苯基苯并噻唑)(乙醯丙酮)銥錯合物、雙(2-苯基苯并噁唑)(乙醯丙酮)銥錯合物、雙苯并喹啉(乙醯丙酮)銥錯合物、雙{2-(2,4-二氟苯基)吡啶基}(乙醯丙酮)銥錯合物、四乙基卟啉鉑錯合物、{三(噻吩甲醯三氟丙酮)單(1,10-啡啉)}鎘錯合物、{三(噻吩甲醯三氟丙酮)單(4,7-二苯基-1,10-啡啉)}鎘錯合物、{三(1,3-

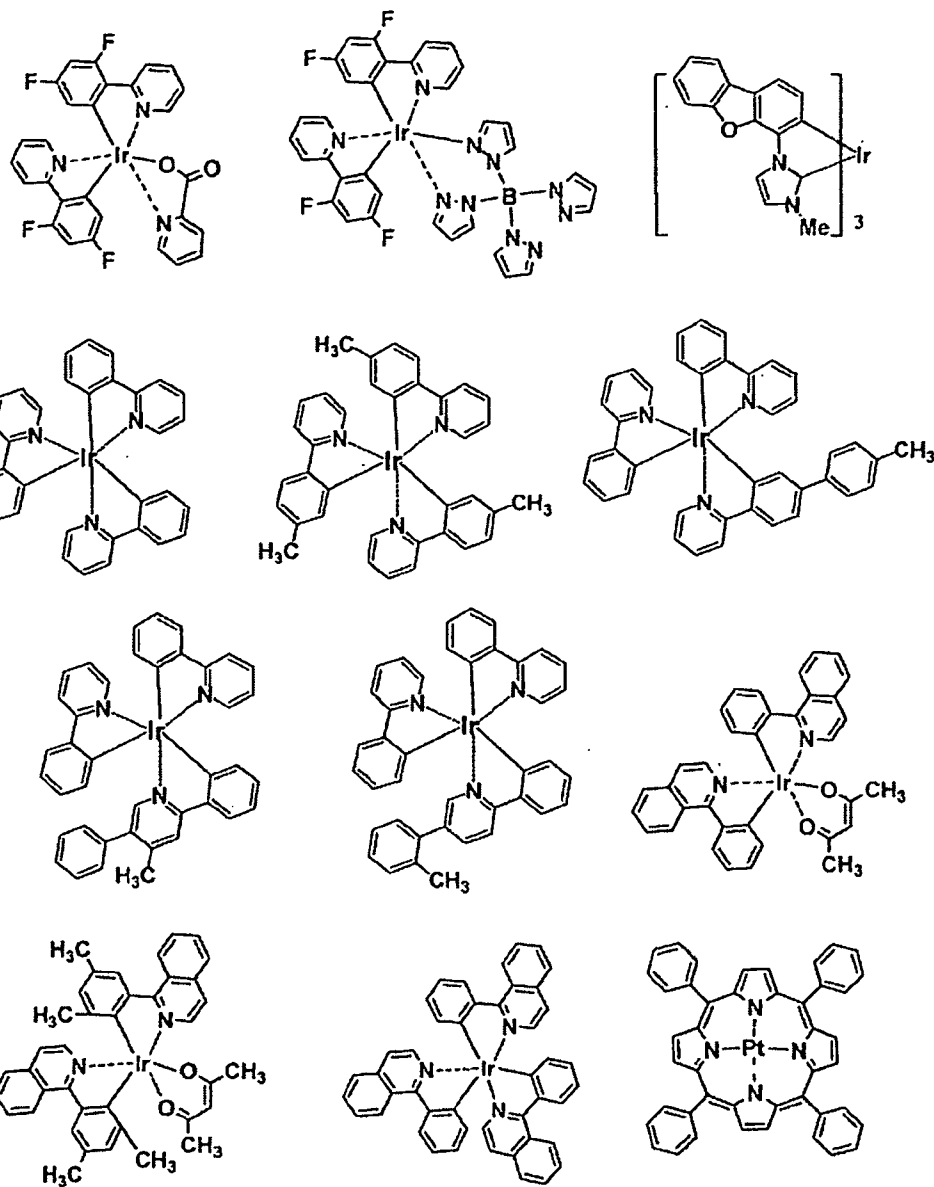
二苯基-1,3-丙烷二酮)單(1,10-啡啉)}銻錯合物、三乙醯丙酮銻錯合物等。另外，亦可較佳地使用日本專利特開 2009-130141 號所記載的磷光摻雜劑。並不限定於這些，就容易獲得高效率發光而言，較佳為使用銻錯合物或鉑錯合物。

【0092】 用作摻雜劑材料的上述三重態發光材料，在發光層中可分別僅包含一種，亦可將二種以上加以混合而使用。在使用二種以上的三重態發光材料時，摻雜劑材料的總重量相對於主體材料，較佳為 30 重量%以下，更佳為 20 重量%以下。

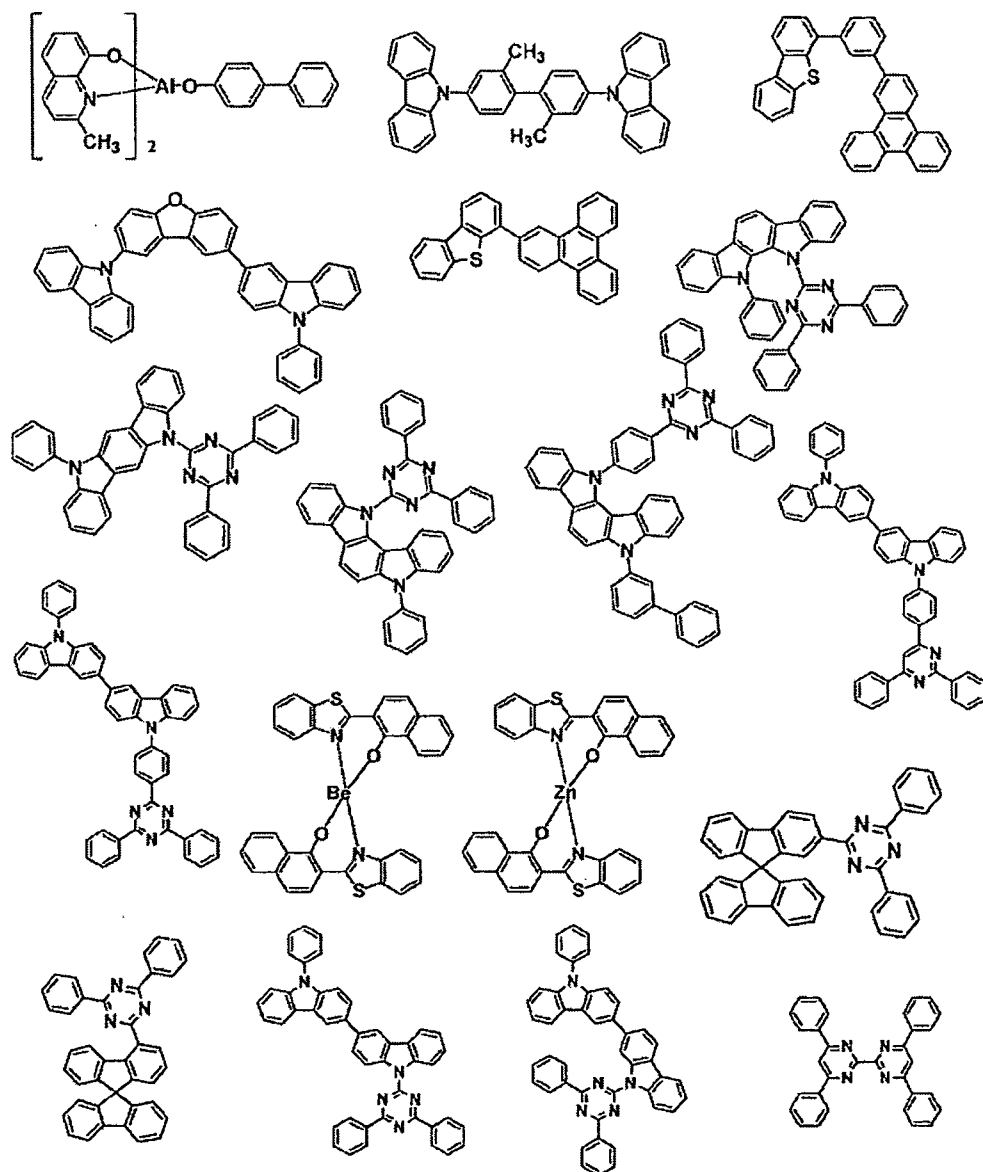
【0093】 另外，發光層中除了上述主體材料及三重態發光材料外，可進一步包含第 3 成分，其用以調整發光層內的載子平衡或使發光層的層結構穩定。但作為第 3 成分，選擇如在包含通式(1)所示的具有咪唑骨架的化合物的主體材料及包含三重態發光材料的摻雜劑材料之間不會引起相互作用的材料。

【0094】 作為三重態發光系的較佳的主體及摻雜劑，並無特別限定，具體可列舉如以下的例子。

【0095】



【0096】



【0097】 本發明中，所謂電子傳輸層，是自陰極注入電子、接著傳輸電子的層。電子傳輸層期望電子注入效率高，且有效地傳輸所注入的電子。因此，電子傳輸層要求是：電子親和力大、且電子轉移度大、進而穩定性優異，並為在製造時及使用時不易產生成為阱（trap）的雜質的物質。特別是在積層厚的膜厚時，低分子量的化合物會結晶化等而膜質容易劣化，因此較佳為保持穩定的

膜質的分子量 400 以上的化合物。但是，在考慮到電洞與電子的傳輸平衡時，若電子傳輸層主要發揮可有效地阻止來自陽極的電洞不進行再結合而流向陰極側的作用，則即便包含電子傳輸能力並非如此高的材料，使發光效率提高的效果亦與包含電子傳輸能力高的材料的情形同等。因此，本發明的電子傳輸層中，可有效地阻止電洞轉移的電洞阻止層亦作為同義者而被含有。

【0098】 作為電子傳輸層中可使用的電子傳輸材料，可列舉：

● 萘、蒽等縮合多環芳香族衍生物，以 4,4'-雙(二苯基乙烯基)聯苯為代表的苯乙烯基系芳香環衍生物，蒽醌或聯苯醌等醌衍生物，磷氧化物衍生物，三(8-羥基喹啉)鋁(III)等羥基喹啉錯合物，苯并羥基喹啉錯合物，羥基唑錯合物，甲亞胺錯合物，環庚三烯酚酮(tropolone)金屬錯合物及黃酮醇(flavonol)金屬錯合物等各種金屬錯合物，但就降低驅動電壓、可獲得高效率發光的方面而言，較佳為包含選自碳、氫、氮、氧、矽、磷中的元素，並使用具有包含電子接受性氮的雜芳基環結構的化合物。

● 【0099】 此處所謂的電子接受性氮，表示在與鄰接原子之間形成多重結合鍵的氮原子。由於氮原子具有高的電子陰性度，因此該多重結合鍵具有電子接受的性質。因此，包含電子接受性氮的芳香族雜環具有高的電子親和性。具有電子接受性氮的電子傳輸材料容易接受來自具有高電子親和力的陰極的電子，並可實現更低電壓驅動。另外，電子向發光層的供給變多，從而再結合概率變高，因此發光效率提高。

【0100】 作為包含電子接受性氮的雜芳基環，例如可列舉：吡啶環、吡嗪環、嘧啶環、喹啉環、喹噁啉環、萘啶環、嘧啶并嘧啶環、苯并喹啉環、啡啉環、咪唑環、噁唑環、噁二唑環、三唑環、噻唑環、噻二唑環、苯并噁唑環、苯并噻唑環、苯并咪唑環、菲并咪唑（phenanthroimidazole）環等。

【0101】 作為具有此種雜芳基環結構的化合物，例如可列舉：苯并咪唑衍生物、苯并噁唑衍生物、苯并噻唑衍生物、噁二唑衍生物、噻二唑衍生物、三唑衍生物、吡嗪衍生物、啡啉衍生物、喹噁啉衍生物、喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、聯吡啶或聯三吡啶等寡聚吡啶衍生物、喹噁啉衍生物及萘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，較佳為使用：三(N-苯基苯并咪唑-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]伸苯基（phenylene）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-聯苯-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(苯并[h]喹啉-2-基)-9,9'-螺聯萘（spirobifluorene）等苯并喹啉衍生物、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''-聯三吡啶基))苯等聯三吡啶衍生物、雙(1-萘基)-4-(1,8-萘啶-2-基)苯基氧化膦等萘啶衍生物。另外，若這些衍生物具有縮合多環芳香族骨架，則玻璃轉移溫度提高，並且電子轉移度亦變大，而發光元件的低電壓化的效果大，因此更佳。而且，若考慮到元件耐久壽命提高，合成的容易性、原料

材料的 2 種以上加以混合而使用，或者亦可將其他電子傳輸材料的一種以上混合於上述電子傳輸材料中而使用。另外，上述電子傳輸材料可含有供體性材料。此處，所謂供體性材料，是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得容易，而且使電子傳輸層的導電性提高的化合物。

【0105】 作為供體性材料的較佳的例子，可列舉：鹼金屬、含有鹼金屬的無機鹽、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或鹼土金屬與有機物的錯合物等。作為鹼金屬、鹼土金屬的較佳的種類，可列舉：藉由低功函數而電子傳輸能力提高的效果大的鋰、鈉、鉀、銣、鉍等鹼金屬，或鎂、鈣、銻、鋇等鹼土金屬。

【0106】 另外，就真空中的蒸鍍容易且操作優異的方面而言，與金屬單質相比，較佳為無機鹽、或與有機物的錯合物的狀態。而且，就使在大氣中的操作變得容易，並容易控制添加濃度的方面而言，更佳為與有機物的錯合物的狀態。作為無機鹽的例子，可列舉：LiO、Li₂O 等氧化物，氮化物，LiF、NaF、KF 等氟化物，Li₂CO₃、Na₂CO₃、K₂CO₃、Rb₂CO₃、Cs₂CO₃ 等碳酸鹽等。另外，作為鹼金屬或鹼土金屬的較佳的例子，就可獲得大的低電壓驅動效果的觀點而言，可列舉鋰、鉍。另外，作為與有機物的錯合物中的有機物的較佳的例子，可列舉：羥基喹啉、苯并羥基喹啉、吡啶基苯酚、黃酮醇、羥基咪唑并吡啶、羥基苯并唑、羥基三唑等。其中，就發光元件的低電壓化的效果更大的觀點而言，較佳

為鹼金屬與有機物的錯合物，而且就合成的容易性、熱穩定性的觀點而言，更佳為鋰與有機物的錯合物，特佳為可相對較廉價獲得的羥基喹啉鋰（quinolinol lithium）。

【0107】 電子傳輸層的離子化電位並無特別限定，較佳為 5.6 eV 以上 8.0 eV 以下，更佳為 5.6 eV 以上 7.0 eV 以下。

【0108】 構成發光元件的上述各層的形成方法並不特別限定於電阻加熱蒸鍍、電子束蒸鍍、濺鍍、分子積層法、塗佈法等，但通常就元件特性的方面而言，較佳為電阻加熱蒸鍍或電子束蒸鍍。

【0109】 有機層的厚度亦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、電洞傳輸層的膜厚分別較佳為 1 nm 以上 200 nm 以下，更佳為 5 nm 以上 100 nm 以下。

【0110】 本發明的發光元件具有可將電能轉變成光的功能。此處，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，若考慮到元件的消耗電力或壽命，則應以儘可能低的能量獲得最大亮度的方式進行選擇。

【0111】 本發明的發光元件例如可較佳地用作藉由矩陣（matrix）及/或段形（segment）方式顯示的顯示器。

【0112】 所謂矩陣方式，是用以顯示的像素成格狀或馬賽克狀等二維地配置，藉由像素的集合來顯示文字或圖像。像素的形狀或尺寸根據用途而確定。例如在個人電腦（personal computer）、監視器、電視的圖像及文字顯示時，通常使用一邊為 300 μm 以下的

四邊形像素，另外在為如顯示面板般的大型顯示器時，使用一邊為 mm 級的像素。為單色顯示時，只要排列相同色的像素即可，為彩色顯示時，將紅、綠、藍的像素並列顯示。此時，典型的是有三角型與條紋型。並且，該矩陣的驅動方法可為行順序驅動(line sequential drive) 方法或主動矩陣的任一種。行順序驅動其結構簡單，但考慮到動作特性時，有時主動矩陣更優異，因此其亦需要根據用途而分開使用。

【0113】 本發明中所謂段形方式，是以顯示預先確定的資訊的方式形成圖案，使由該圖案的配置確定的區域發光的方式。例如可列舉：數位鐘或溫度計中的時刻或溫度顯示、音響設備或電磁灶(electromagnetic cooker) 等運作狀態顯示及自動車的面板顯示等。並且，上述矩陣顯示與段形顯示亦可共存於相同的面板中。

【0114】 本發明的發光元件亦可較佳地用作各種設備等的背光裝置。背光裝置主要是為为了提高自身不發光的顯示裝置的視認性而使用，用於液晶顯示裝置、鐘、音響裝置、自動車面板、顯示板及標識等。特別是在液晶顯示裝置、其中已研究了薄型化的個人電腦用途的背光裝置中可較佳地使用本發明的發光元件，與現有的背光裝置相比，可提供更薄型且更輕量的背光裝置。

【0115】 [實施例]

【0116】 以下，列舉實施例對本發明進行說明，但本發明並不限定於這些實施例。另外，下述各實施例中所具有的化合物的編號是指上述記載的化合物的編號。

【0117】 另外，各化合物的最低激發三重態能量 T1 以如下方式測定。將 2-甲基四氫呋喃作為溶劑，製備各化合物的 10 $\mu\text{mol/l}$ 的溶液。磷光測定是在 77 K 下在石英池中，使用螢光磷光分光光度計 Fluoromax-4P（堀場製造）進行，對所得的磷光光譜的短波長側的上揚部分畫切線，並求出作為與橫軸的交點的波長（發光端），將該波長換算為能量值。

【0118】 合成例 1

【0119】 化合物[2]的合成

【0120】 將 3-溴吡啶 20.9 g、9-苯基吡啶-3-硼酸 15.0 g、乙酸鈮 366 mg、三(2-甲基苯基)膦 300 mg、2 M 碳酸鉀水溶液 105 ml、二甲氧基乙烷 260 ml 的混合溶液在氮氣流下回流 6 小時。冷卻至室溫後，藉由四氫呋喃 500 ml 進行萃取。將有機層藉由飽和食鹽水 100 ml 清洗 2 次，藉由硫酸鎂乾燥後，進行蒸發。將所得的濃縮物藉由鄰二甲苯再結晶進行純化，進行真空乾燥後，獲得 9-苯基-9H,9'H-3,3'-聯吡啶 13.5 g。

【0121】 接著，將 9-苯基-9H,9'H-3,3'-聯吡啶 11.4 g、3-溴三苯胺 10.0 g、雙(二亞苄基丙酮)鈮 161 mg、二第三丁基(2,2-二苯基-1-甲基-1-環丙基)膦 198 mg、第三丁醇鈉 3.8 g 與鄰二甲苯 140 ml 的混合溶液，在氮氣流下在回流下加熱攪拌 2 小時。冷卻至室溫後，藉由甲苯 100 ml 萃取。將有機層藉由水 80 ml 清洗 3 次，藉由硫酸鎂乾燥後進行蒸發。將所得的濃縮物藉由矽膠管柱層析法進行純化，將蒸發後所得的固體進行真空乾燥後，獲得白色固體

17.0 g。

【0122】 所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析結果如下所述，並確認到上述所得的白色固體為化合物[2]。

【0123】 $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 ($\delta = \text{ppm}$)) : 7.06 (t, 2H, $J = 7.3 \text{ Hz}$), 7.15 - 7.35 (m, 13H), 7.39 - 7.54 (m, 8H), 7.60 - 7.64 (m, 4H), 7.76 (d, 2H, $J = 8.4 \text{ Hz}$), 8.18 - 8.26 (m, 2H), 8.43 (dd, 2H, $J = 1.6 \text{ Hz}$, 8.1 Hz)。

【0124】 另外，該化合物[2]使用油擴散泵在 $1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 的壓力下在約 290°C 下進行昇華純化後，用作發光元件材料。高效液相層析法 (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) 純度 (測定波長 254 nm 時的面積%) 是昇華純化前為 99.7%、昇華純化後為 99.9%。另外，化合物[2]的最低激發三重態能量 T1 為 2.76 eV。

【0125】 合成例 2

【0126】 化合物[8]的合成

【0127】 使用 3-氯-N,N-二對甲苯基苯胺代替 3-氯-N,N-二苯基苯胺，除此以外，以與合成例 1 相同的方法進行合成，而獲得白色固體。

【0128】 所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析結果如下所述，確認到上述所得的白色固體為化合物[8]。

【0129】 $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 ($\delta = \text{ppm}$)) : 2.31 (s, 6H), 7.06 - 7.22 (m, 10H), 7.28 - 7.67 (m, 15H), 7.74 - 7.78 (m, 2H), 8.18 - 8.26 (m, 2H), 8.41 - 8.45 (m, 2H)。

【0130】 另外，該化合物[8]是使用油擴散泵在 1×10^{-3} Pa 的壓力下在約 320°C 下進行昇華純化後，用作發光元件材料。HPLC 純度（測定波長 254 nm 時的面積%）是昇華純化前為 99.6%、昇華純化後為 99.9%。另外，化合物[8]的最低激發三重態能量 T1 為 2.76 eV。

【0131】 合成例 3

【0132】 化合物[31]的合成

【0133】 使用 N-(3-氯苯基)-N-苯基-[1,1'-聯苯]-4-胺代替 3-溴三苯胺，除此以外，以與合成例 1 相同的方法進行合成，而獲得白色固體。

【0134】 所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析結果如下所述，確認到上述所得的白色固體為化合物[31]。

【0135】 $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 (δ = ppm)) : 7.06 - 7.79 (m, 33H), 8.19 - 8.25 (m, 2H) , 8.41 - 8.44 (m, 2H)。

【0136】 另外，該化合物[31]是使用油擴散泵在 1×10^{-3} Pa 的壓力下在約 350°C 下進行昇華純化後，用作發光元件材料。HPLC 純度（測定波長 254 nm 時的面積%）是昇華純化前為 99.5%、昇華純化後為 99.9%。另外，化合物[31]的最低激發三重態能量 T1 為 2.60 eV。

【0137】 合成例 4

【0138】 化合物[32]的合成

【0139】 使用 N-(3-氯苯基)-N-苯基-[1,1'-聯苯]-3-胺代替 3-溴三苯胺，除此以外，以與合成例 1 相同的方法進行合成，而獲得白

色固體。

【0140】 所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析結果如下所述，確認到上述所得的白色固體為化合物[32]。

【0141】 $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 (δ = ppm)) : 7.06 - 7.76 (m, 33H), 8.17 - 8.26 (m, 2H), 8.39 - 8.42 (m, 2H)。

【0142】 另外，該化合物[32]是使用油擴散泵在 1×10^{-3} Pa 的壓力下在約 350°C 下進行昇華純化後，用作發光元件材料。HPLC 純度（測定波長 254 nm 時的面積%）是昇華純化前為 99.7%、昇華純化後為 99.9%。另外，化合物[32]的最低激發三重態能量 T1 為 2.60 eV。

【0143】 合成例 5

【0144】 化合物[33]的合成

【0145】 將 3-氯苯胺 3.2 g、8.9 g 溴苯- d_5 、第三丁醇鈉 5.3 g、雙(二亞苺基丙酮)鈹 431 mg、三第三丁基磷四氟硼酸鹽 196 mg 與甲苯 50 ml 的混合溶液，在氮氣流下在 50°C 下加熱攪拌 2 小時。藉由甲苯 50 ml 萃取，將有機層藉由水 30 ml 清洗 3 次，藉由硫酸鎂乾燥後進行蒸發。將所得的濃縮物藉由矽膠管柱層析法進行純化，並進行真空乾燥後，獲得中間物 4.5 g。

【0146】 接著，將 9-苯基-9H,9'H-3,3'-聯吡啶 2.3 g、上述中間物 2.0 g、雙(二亞苺基丙酮)鈹 35 mg、二第三丁基(2,2-二苺基-1-甲基-1-環丙基)磷 42 mg、第三丁醇鈉 0.77 g 與鄰二甲苯 29 ml 的混合溶液，在氮氣流下在回流下加熱攪拌 1 小時。冷卻至室溫後，藉

由甲苯 100 ml 萃取。將有機層藉由水 100 ml 清洗 3 次，藉由硫酸鎂乾燥後進行蒸發。將所得的濃縮物藉由矽膠管柱層析法進行純化，將蒸發所得的固體進行真空乾燥後，獲得白色固體 2.5 g。

【0147】 所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析結果如下所述，確認到上述所得的白色固體為化合物[33]。

【0148】 $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 ($\delta = \text{ppm}$)) : 7.16 - 7.77 (m, 19H), 8.18 - 8.26 (m, 2H), 8.41 - 8.44 (d, 2H, $J = 8.37$)。

● 【0149】 另外，該化合物[33]是使用油擴散泵在 1×10^{-3} Pa 的壓力下在約 330°C 下進行昇華純化後，用作發光元件材料。HPLC 純度（測定波長 254 nm 時的面積%）是昇華純化前為 99.7%、昇華純化後為 99.9%。另外，化合物[33]的最低激發三重態能量 T1 為 2.76 eV。

【0150】 合成例 6

【0151】 化合物[35]的合成

● 【0152】 使用 4-溴三苯胺代替 3-溴三苯胺，除此以外，以與合成例 1 相同的方法進行合成，而獲得白色固體。

【0153】 所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析結果如下所述，確認到上述所得的白色固體為化合物[35]。

【0154】 $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 ($\delta = \text{ppm}$)) : 7.09 (t, 2H, $J = 7.2$ Hz), 7.21 - 7.27 (m, 5H), 7.30 - 7.36 (m, 8H), 7.62 - 7.64 (m, 4H), 7.76 - 7.81 (dt, 2H, $J = 7.8$ Hz), 8.22 - 8.26 (m, 2H), 8.45 (t, 2H, $J = 1.6$ Hz)。

【0155】 另外，該化合物[35]是使用油擴散泵在 1×10^{-3} Pa 的壓力下在約 290°C 下進行昇華純化後，用作發光元件材料。HPLC 純度（測定波長 254 nm 時的面積%）是昇華純化前為 99.8%、昇華純化後為 99.9%。另外，化合物[35]的最低激發三重態能量 T1 為 2.76 eV。

【0156】 合成例 7

【0157】 化合物[40]的合成

【0158】 將 4-羥基咪唑 4.5 g、二氯甲烷 360 ml 與二異丙基胺 3.0 g 的混合溶液在氮氣流下冷卻至 0°C，並滴加無水三氟甲磺酸 8.3 g。將該混合溶液在室溫下攪拌 2 小時後，注入水 50 ml，並藉由二氯甲烷 50 ml 萃取。將有機層藉由水 50 ml 清洗 2 次，藉由硫酸鎂乾燥後進行蒸發。藉由矽膠管柱層析法進行純化，並進行真空乾燥後，獲得 9H-咪唑-4-基三氟甲磺酸鹽 7.0 g。

【0159】 接著，將 9H-咪唑-4-基三氟甲磺酸鹽 3.2 g、9-苯基咪唑-3-硼酸 3.3 g、1 M 碳酸鈉水溶液 22.6 ml、1,2-二甲氧基乙烷 51 ml 與雙(三苯基磷)鈹(II) 二氯化物 223 mg 的混合溶液，在氮氣流下回流 4 小時。冷卻至室溫後，藉由甲苯萃取。將有機層藉由水清洗 2 次，藉由硫酸鎂乾燥後進行蒸發。將所得的濃縮物藉由矽膠管柱層析法進行純化，並進行真空乾燥後，獲得 9-苯基-9H,9'H-3,4'-聯咪唑 3.4 g。

【0160】 接著，將 9-苯基-9H,9'H-3,4'-聯咪唑 3.0 g、4-溴三苯胺 2.86 g、雙(二亞苄基丙酮)鈹 42 mg、二第三丁基(2,2-二苯基-1-甲

基-1-環丙基)膦 52 mg、第三丁醇鈉 988 mg 與鄰二甲苯 37 ml 的混合溶液，在氮氣流下在回流下加熱攪拌 2 小時。冷卻至室溫後，藉由甲苯 100 ml 萃取。將有機層藉由水 80 ml 清洗 3 次，藉由硫酸鎂乾燥後進行蒸發。將所得的濃縮物藉由矽膠管柱層析法進行純化，將蒸發所得的固體進行真空乾燥後，獲得白色固體 4.1 g。

【0161】 所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析結果如下所述，確認到上述所得的白色固體為化合物[40]。

【0162】 $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 (δ = ppm)) : 6.92 - 6.97 (m, 2H), 7.07 - 7.74 (m, 27H), 8.13 - 8.16 (d, 2H, $J = 7.83$), 8.43 - 8.44 (d, 2H, $J = 13.5$)。

【0163】 另外，該化合物[40]是使用油擴散泵在 1×10^{-3} Pa 的壓力下在約 300°C 下進行昇華純化後，用作發光元件材料。HPLC 純度 (測定波長 254 nm 時的面積%) 是昇華純化前為 99.8%、昇華純化後為 99.9%。另外，化合物[40]的最低激發三重態能量 T1 為 2.69 eV。

【0164】 合成例 8

【0165】 化合物[50]的合成

【0166】 將 4-氯苯胺 3.2 g、8.9 g 溴苯- d_5 、第三丁醇鈉 5.3 g、雙(二亞苳基丙酮)鈹 431 mg、三第三丁基磷四氟硼酸鹽 196 mg 與甲苯 50 ml 的混合溶液，在氮氣流下在 50°C 下加熱攪拌 2 小時。藉由甲苯 50 ml 萃取，將有機層藉由水 30 ml 清洗 3 次，藉由硫酸鎂乾燥後進行蒸發。將所得的濃縮物藉由矽膠管柱層析法進行純

化，並進行真空乾燥後，獲得中間物 4.5 g。

【0167】 接著，將 9-苯基-9H,9'H-3,3'-聯咪唑 2.3 g、上述中間物 2.0 g、雙(二亞苄基丙酮)鈦 35 mg、二第三丁基(2,2-二苯基-1-甲基-1-環丙基)膦 42 mg、第三丁醇鈉 0.77 g 與鄰二甲苯 29 ml 的混合溶液，在氮氣流下在回流下加熱攪拌 1 小時。冷卻至室溫後，藉由甲苯 100 ml 萃取。將有機層藉由水 100 ml 清洗 3 次，藉由硫酸鎂乾燥後進行蒸發。將所得的濃縮物藉由矽膠管柱層析法進行純化，將蒸發所得的固體進行真空乾燥後，獲得白色固體 2.5 g。

【0168】 所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析結果如下所述，確認到上述所得的白色固體為化合物[50]。

【0169】 $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 (δ = ppm)) : 7.29 - 7.79 (m, 19H), 8.23 - 8.26 (m, 2H), 8.45 (s, 2H)。

【0170】 另外，該化合物[50]是使用油擴散泵在 1×10^{-3} Pa 的壓力下在約 330°C 下進行昇華純化後，用作發光元件材料。HPLC 純度(測定波長 254 nm 時的面積%)是昇華純化前為 99.7%、昇華純化後為 99.9%。另外，化合物[50]的最低激發三重態能量 T1 為 2.76 eV。

【0171】 合成例 9

【0172】 化合物[53]的合成

【0173】 使用 N-(4-氯苯基)-N-苯基-[1,1'-聯苯]-4-胺代替 3-溴三苯胺，除此以外，以與合成例 1 相同的方法進行合成，而獲得白色固體。

【0174】 所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析結果如下所述，確認到上述所得的白色固體為化合物[53]。

【0175】 $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 ($\delta = \text{ppm}$)) : 7.12 - 7.62 (m, 31H), 7.77 - 7.78 (m, 2H), 8.23 - 8.26 (d, 2H, $J = 7.29$), 8.46 (s, 2H)。

【0176】 另外，該化合物[53]是使用油擴散泵在 1×10^{-3} Pa 的壓力下在約 330°C 下進行昇華純化後，用作發光元件材料。HPLC 純度（測定波長 254 nm 時的面積%）是昇華純化前為 99.5%、昇華純化後為 99.9%。另外，化合物[53]的最低激發三重態能量 T1 為 2.61 eV。

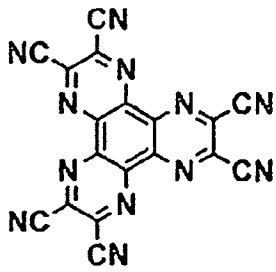
【0177】 實施例 1

【0178】 將堆積了 50 nm 的 ITO 透明導電膜的玻璃基板（吉奧馬科技（Geomatec）（股）製造、 $11 \Omega/\square$ 、濺鍍品）切割成 $38 \text{ mm} \times 46 \text{ mm}$ ，並進行蝕刻。將所得的基板藉由「Semicoclean 56」（商品名、古內化學（Furuuchi Chemical）（股）製造）進行 15 分鐘超音波清洗後，藉由超純水清洗。將該基板在將要製作元件前進行 1 小時紫外線（ultraviolet, UV）-臭氧處理，並設置於真空蒸鍍裝置內，排氣至裝置內的真空度為 5×10^{-4} Pa 以下為止。藉由電阻加熱法蒸鍍 10 nm 的化合物 HI-1 作為電洞注入層。接著，蒸鍍 80 nm 的化合物 HT-4 作為第一電洞傳輸層。接著，蒸鍍 10 nm 的化合物[2] 作為第二電洞傳輸層。接著，主體材料使用化合物 H-1、摻雜劑材料使用化合物 D-1，以摻雜劑材料的摻雜濃度為 10 重量%的方式，蒸鍍成 30 nm 的厚度，作為發光層。接著，將化合物 E-1 與供體

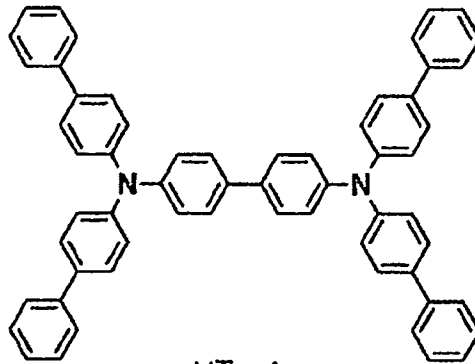
性材料 (Liq: 羥基喹啉鋰) 以蒸鍍速度比 1:1 (=0.05 nm/s: 0.05 nm/s) 混合的層積層為 35 nm 的厚度, 作為電子傳輸層。

【0179】 接著, 蒸鍍 1 nm 的羥基喹啉鋰後, 將鎂與銀以蒸鍍速度比為鎂:銀=10:1 (=0.5 nm/s: 0.05 nm/s) 蒸鍍 100 nm 的共蒸鍍膜作為陰極, 而製作 5 mm×5 mm 見方的元件。此處所謂的膜厚是水晶振盪式膜厚監視器顯示值。以 10 mA/cm² 對該發光元件進行直流驅動, 結果獲得發光效率為 52.0 lm/W 的高效率綠色發光。以 10 mA/cm² 的直流對該發光元件進行連續驅動, 結果在 3600 小時之時亮度減半。另外, 化合物 HI-1、化合物 HT-4、化合物 H-1、化合物 D-1、化合物 E-1 是以下所示的化合物。

【0180】



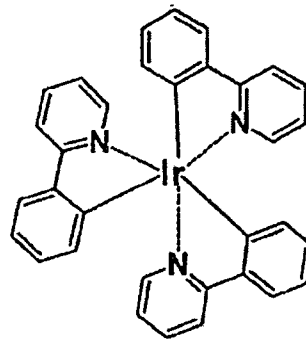
HI-1



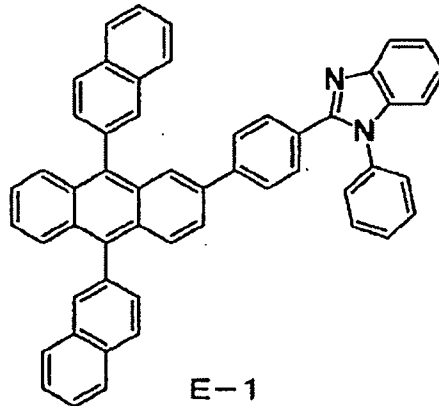
HT-4



H-1



D-1



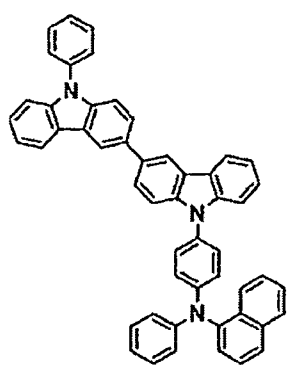
E-1

【0181】 實施例 2~實施例 5、比較例 1~比較例 7

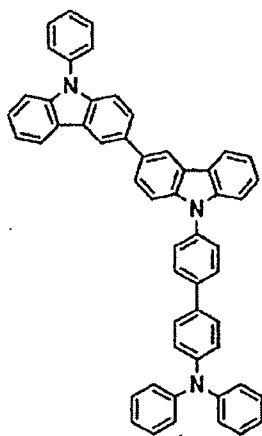
【0182】 使用表 2 所記載的材料作為第二電洞傳輸層，除此以外，以與實施例 1 相同的方式製作發光元件。將結果表示於表 2。另外，HT-1~HT-7 為以下所示的化合物，這些的最低激發三重態

能量 T1 如表 1 所示。

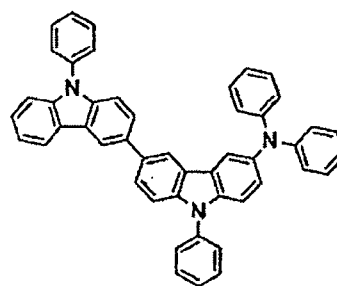
【0183】



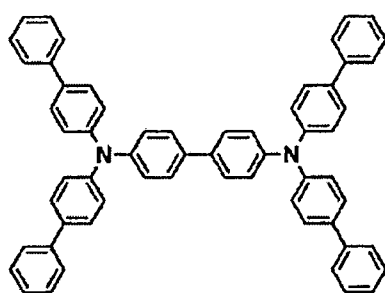
HT-1



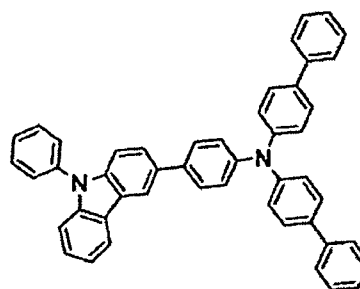
HT-2



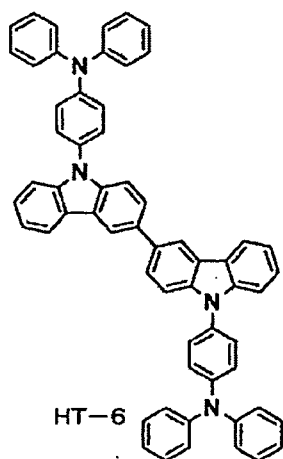
HT-3



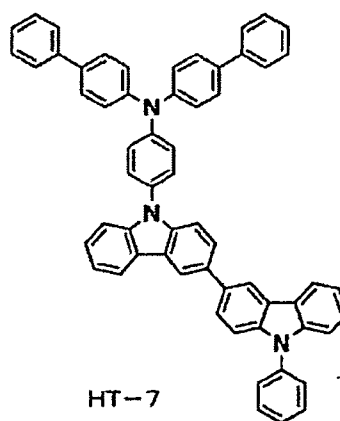
HT-4



HT-5



HT-6



HT-7

【0184】 [表 1]

化合物	三重態能階 (eV)
化合物[2]	2.76
化合物[8]	2.76
化合物[31]	2.6
化合物[32]	2.6
化合物[33]	2.76
化合物[35]	2.76
化合物[40]	2.69
化合物[50]	2.76
化合物[53]	2.61
HT-1	2.41
HT-2	2.54
HT-3	2.57
HT-4	2.43
HT-5	2.56
HT-6	2.76
HT-7	2.57

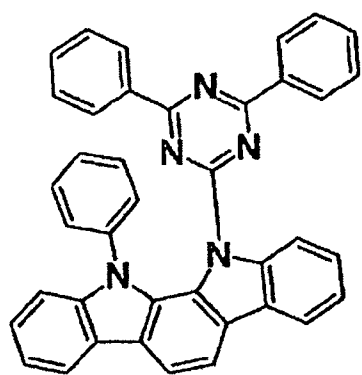
【0185】 [表 2]

	電洞注入層	第一電洞傳輸層	第二電洞傳輸層	主體材料	摻雜劑材料	電子傳輸層	發光色	發光效率 (lm/W)	亮度減半時間 (h)
實施例 1	HI-1	HT-4	化合物[2]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	52.0	3600
實施例 2	HI-1	HT-4	化合物[8]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	54.0	3700
實施例 3	HI-1	HT-4	化合物[31]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	55.0	4000
實施例 4	HI-1	HT-4	化合物[32]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	54.0	3900
實施例 5	HI-1	HT-4	化合物[33]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	52.0	3600
比較例 1	HI-1	HT-4	HT-1	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	29.0	1400
比較例 2	HI-1	HT-4	HT-2	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	29.0	1750
比較例 3	HI-1	HT-4	HT-3	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	26.0	1100
比較例 4	HI-1	HT-4	HT-4	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	27.0	1600
比較例 5	HI-1	HT-4	HT-5	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	28.0	1700
比較例 6	HI-1	HT-4	HT-6	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	31.0	1200
比較例 7	HI-1	HT-4	HT-7	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	31.0	1800

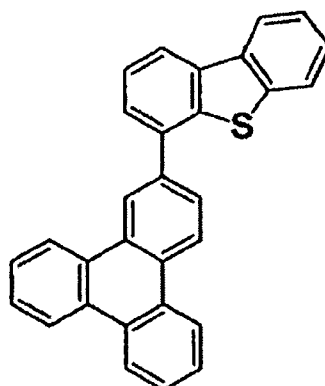
【0186】 實施例 6～實施例 8

【0187】 使用表 2 所記載的材料作為第二電洞傳輸層，主體材料使用化合物 H-2 與化合物 H-3 的混合主體代替化合物 H-1，除此以外，以與實施例 1 相同的方式製作發光元件。將化合物 H-2 與化合物 H-3 以蒸鍍速度比為 1：1 蒸鍍共蒸鍍膜，接著，以摻雜濃度為 10 重量%的方式蒸鍍摻雜劑。將結果表示於表 3。另外，H-2、H-3 為以下所示的化合物。

【0188】



H-2



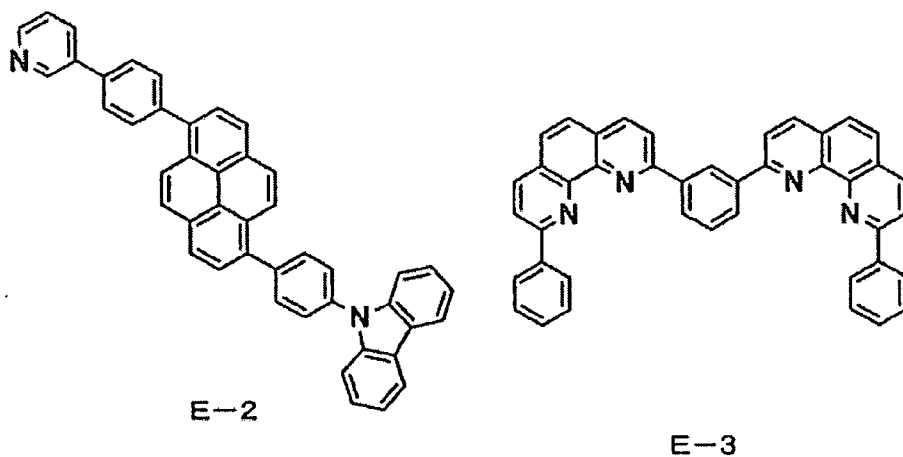
H-3

【0189】 實施例 9～實施例 11

【0190】 使用表 2 所記載的材料作為第二電洞傳輸層，將電子傳輸層設為二層積層構成，將化合物 E-2 蒸鍍成 10 nm 的厚度作為第一電子傳輸層，將化合物 E-3 與供體性金屬（Li：鋰）以蒸鍍速度比 100：1（=0.2 nm/s：0.002 nm/s）蒸鍍為 25 nm 的厚度的共蒸鍍膜，作為第二電子傳輸層，並使第一電子傳輸層與第二電

子傳輸層積層，除此以外，以與實施例 1 相同的方式製作發光元件。將結果表示於表 3。另外，E-2、E-3 為以下所示的化合物。

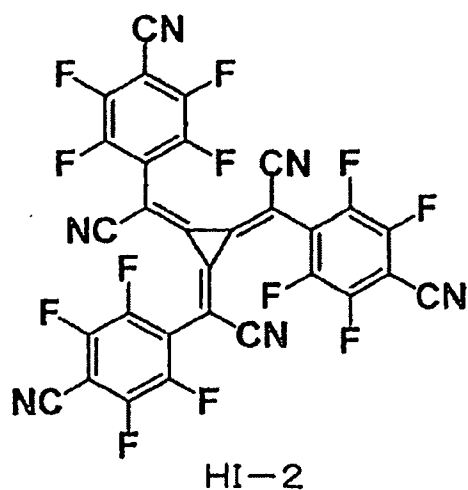
【0191】



【0192】 實施例 12～實施例 14

【0193】 使用表 2 所記載的材料作為第二電洞傳輸層，使用化合物[2]與化合物 HI-2 代替化合物 HI-1 作為電洞注入層，以相對於電洞注入層內的化合物[2]而化合物 HI-2 的摻雜濃度為 5 重量%的方式蒸鍍 10 nm，除此以外，以與實施例 1 相同的方式製作發光元件。將結果表示於表 3。另外，HI-2 為以下所示的化合物。

【0194】

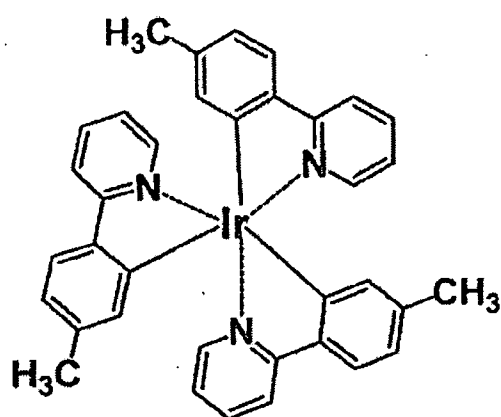


【0195】 實施例 15

【0196】 將堆積了 50 nm 的 ITO 透明導電膜的玻璃基板（吉奧馬科技（股）製造、 $11 \Omega/\square$ 、濺鍍品）切割成 $38 \text{ mm} \times 46 \text{ mm}$ ，並進行蝕刻。將所得的基板藉由「Semicoclean 56」（商品名、古內化學（股）製造）進行 15 分鐘超音波清洗後，藉由超純水清洗。將該基板在將要製作元件前進行 1 小時的 UV-臭氧處理，並設置於真空蒸鍍裝置內，排氣至裝置內的真空度為 $5 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 以下為止。藉由電阻加熱法，蒸鍍 10 nm 的化合物 HI-1 作為電洞注入層。接著，蒸鍍 80 nm 的化合物 HT-4 作為第一電洞傳輸層。接著，蒸鍍 10 nm 的化合物 [2] 作為第二電洞傳輸層。接著，主體材料使用化合物 H-2、摻雜劑材料使用化合物 D-2，以摻雜劑材料的摻雜濃度為 10 重量%的方式，蒸鍍成 30 nm 的厚度，作為發光層。接著，積層 35 nm 的厚度的化合物 E-3 作為電子傳輸層。

【0197】 接著，蒸鍍 1 nm 的羥基喹啉鋰後，將鎂與銀以蒸鍍速度比為鎂：銀=10：1（=0.5 nm/s：0.05 nm/s）蒸鍍 100 nm 的共蒸鍍膜作為陰極，而製作 5 mm×5 mm 見方的元件。此處所謂的膜厚，是水晶振盪式膜厚監視器顯示值。以 10 mA/cm² 對該發光元件進行直流驅動，結果可獲得發光效率為 43.0 lm/W 的高效率綠色發光。以 10 mA/cm² 的直流對該發光元件進行連續驅動，結果在 3000 小時之時亮度減半。另外，D-2 是以下所示的化合物。

【0198】



D-2

【0199】 實施例 16

【0200】 主體材料是使用化合物 H-2 與化合物 H-3 的混合主體代替化合物 H-2，除此以外，以與實施例 15 相同的方式製作發光元件。將化合物 H-2 與化合物 H-3 以蒸鍍速度比為 1：1 蒸鍍共蒸鍍膜，接著以摻雜濃度為 10 重量%的方式蒸鍍摻雜劑。將結果表示於表 3。

【0201】 實施例 17

【0202】 將化合物 E-1 代替化合物 E-3 與供體性材料 (Liq: 羥基喹啉鋰) 混合, 以蒸鍍速度比 1:1 (=0.05 nm/s: 0.05 nm/s) 蒸鍍而積層的層, 作為電子傳輸層, 除此以外, 分別以與實施例 15 相同的方式製作發光元件。將結果表示於表 3。

【0203】 [表 3]

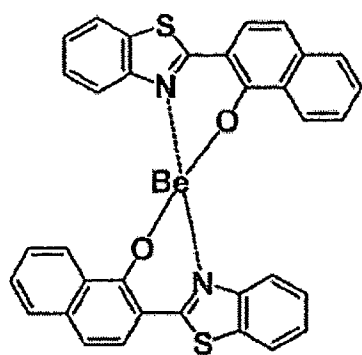
	電洞注入層	第一電洞傳輸層	第二電洞傳輸層	主體材料	摻雜劑材料	電子傳輸層	發光色	發光效率 (lm/W)	亮度減半時間 (h)
實施例 6	HI-1	HT-4	化合物[2]	H-2/H-3	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	53.0	4400
實施例 7	HI-1	HT-4	化合物[8]	H-2/H-3	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	54.0	4500
實施例 8	HI-1	HT-4	化合物[31]	H-2/H-3	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	58.0	5100
實施例 9	HI-1	HT-4	化合物[2]	H-1	D-1	第一層 E-2 第二層 E-3/Li (摻雜)	綠	54.0	4000
實施例 10	HI-1	HT-4	化合物[31]	H-1	D-1	第一層 E-2 第二層 E-3/Li (摻雜)	綠	59.0	5000
實施例 11	HI-1	HT-4	化合物[32]	H-1	D-1	第一層 E-2 第二層 E-3/Li (摻雜)	綠	58.0	4700
實施例 12	化合物[2]/HI-2	HT-4	化合物[2]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	55.0	4200
實施例 13	化合物[2]/HI-2	HT-4	化合物[31]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	59.0	5200
實施例 14	化合物[2]/HI-2	HT-4	化合物[32]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	58.0	4800
實施例 15	HI-1	HT-4	化合物[2]	H-2	D-2	E-3	綠	43.0	3000
實施例 16	HI-1	HT-4	化合物[2]	H-2/H-3	D-2	E-3	綠	40.0	4200
實施例 17	HI-1	HT-4	化合物[2]	H-2	D-2	E-1/Liq (摻雜)	綠	44.0	5000

【0204】 實施例 18

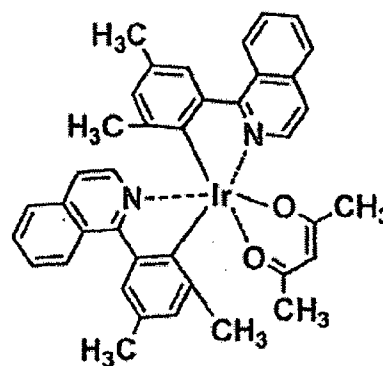
【0205】 將堆積了 50 nm 的 ITO 透明導電膜的玻璃基板（吉奧馬科技（股）製造、 $11 \Omega/\square$ 、濺鍍品）切割成 $38 \text{ mm} \times 46 \text{ mm}$ ，並進行蝕刻。將所得的基板藉由「Semicoclean 56」（商品名、古內化學（股）製造）進行 15 分鐘超音波清洗後，藉由超純水清洗。將該基板在將要製作元件前進行 1 小時的 UV-臭氧處理，並設置於真空蒸鍍裝置內，排氣至裝置內的真空度為 $5 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 以下為止。藉由電阻加熱法，蒸鍍 10 nm 的化合物 HI-1 作為電洞注入層。接著，蒸鍍 50 nm 的化合物 HT-4 作為第一電洞傳輸層。接著，蒸鍍 40 nm 的化合物 [2] 作為第二電洞傳輸層。接著，主體材料使用化合物 H-4、摻雜劑材料使用化合物 D-3，以摻雜劑材料的摻雜濃度為 5 重量%的方式，蒸鍍成 30 nm 的厚度，作為發光層。接著，積層 35 nm 的厚度的化合物 E-3 作為電子傳輸層。

【0206】 接著，蒸鍍 0.5 nm 的氟化鋰後，蒸鍍 1000 nm 的鋁作為陰極，而製作 $5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ 見方的元件。此處所謂的膜厚，是水晶振盪式膜厚監視器顯示值。以 10 mA/cm^2 對該發光元件進行直流驅動，結果可獲得發光效率為 13.0 lm/W 的高效率紅色發光。以 10 mA/cm^2 的直流對該發光元件進行連續驅動，結果在 3000 小時之時亮度減半。另外，化合物 H-4、化合物 D-3 是以下所示的化合物。

【0207】



H-4



D-3

【0208】 實施例 19～實施例 20

【0209】 使用表 4 所記載的材料作為第二電洞傳輸層，除此以外，以與實施例 18 相同的方式製作發光元件並評價。將結果表示於表 4。

【0210】 比較例 8～比較例 12

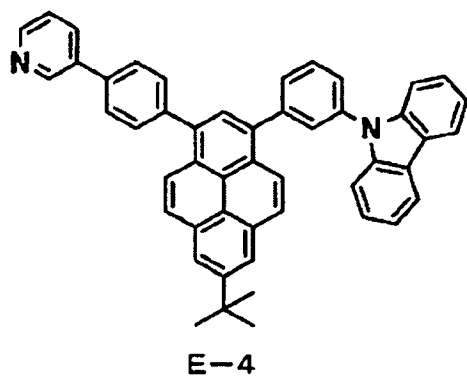
【0211】 使用表 4 所記載的化合物作為第二電洞傳輸層，除此以外，以與實施例 18 相同的方式製作發光元件並評價。將結果表示於表 4。

【0212】 實施例 21～實施例 22

【0213】 使用表 4 所記載的材料作為第二電洞傳輸層，將電子傳輸層設為二層積層構成，蒸鍍 25 nm 的厚度的化合物 E-4 作為第一電子傳輸層，蒸鍍 10 nm 的厚度的化合物 E-3 作為第二電子傳輸層，並使第一電子傳輸層與第二電子傳輸層積層，除此以外，以與實施例 18 相同的方式製作發光元件並評價。將結果表示於表

4。

【0214】



【0215】 [表 4]

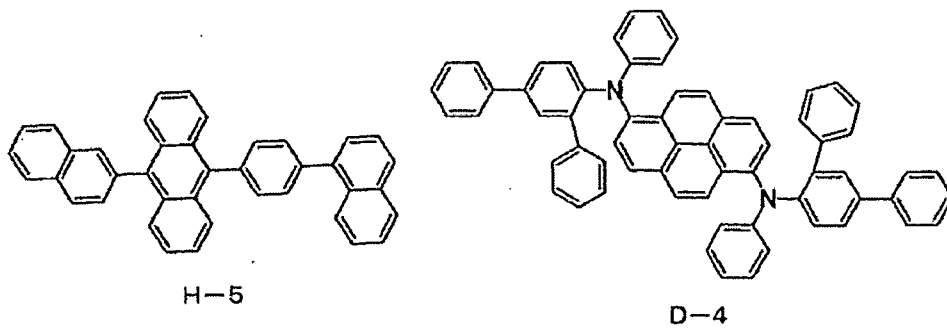
	電洞注入層	第一電洞傳輸層	第二電洞傳輸層	主體材料	摻雜劑材料	電子傳輸層	發光色	發光效率 (lm/W)	亮度減半時間 (h)
實施例 18	HI-1	HT-4	化合物[2]	H-4	D-3	E-3	紅	13.0	3000
實施例 19	HI-1	HT-4	化合物[8]	H-4	D-3	E-3	紅	15.0	3300
實施例 20	HI-1	HT-4	化合物[31]	H-4	D-3	E-3	紅	19.0	3500
比較例 8	HI-1	HT-4	HT-1	H-4	D-3	E-3	紅	7.3	1300
比較例 9	HI-1	HT-4	HT-2	H-4	D-3	E-3	紅	8.8	1000
比較例 10	HI-1	HT-4	HT-3	H-4	D-3	E-3	紅	6.6	900
比較例 11	HI-1	HT-4	HT-4	H-4	D-3	E-3	紅	9.0	1300
比較例 12	HI-1	HT-4	HT-6	H-4	D-3	E-3	紅	12.0	1000
實施例 21	HI-1	HT-4	化合物[2]	H-4	D-3	第一層 E-4 第二層 E-3	紅	12.5	3600
實施例 22	HI-1	HT-4	化合物[31]	H-4	D-3	第一層 E-4 第二層 E-3	紅	20.0	4000

【0216】 實施例 23

【0217】 將堆積了 50 nm 的 ITO 透明導電膜的玻璃基板（吉奧馬科技（股）製造、 $11 \Omega/\square$ 、濺鍍品）切割成 38 mm×46 mm，並進行蝕刻。將所得的基板藉由「Semicoclean 56」（商品名、古內化學（股）製造）進行 15 分鐘超音波清洗後，藉由超純水清洗。將該基板在將要製作元件前進行 1 小時的 UV-臭氧處理，並設置於真空蒸鍍裝置內，排氣至裝置內的真空度為 5×10^{-4} Pa 以下為止。藉由電阻加熱法，蒸鍍 10 nm 的 HI-1 作為電洞注入層。接著，蒸鍍 110 nm 的 HT-4 作為第一電洞傳輸層。接著，蒸鍍 10 nm 的化合物[2]作為第二電洞傳輸層。接著，主體材料使用化合物 H-5、摻雜劑材料使用化合物 D-4，以摻雜劑材料的摻雜濃度為 5 重量%的方式，蒸鍍成 40 nm 的厚度，作為發光層。接著，將化合物 E-1 與供體性材料（Liq：羥基喹啉鋰）以蒸鍍速度比 1：1（=0.05 nm/s：0.05 nm/s）混合，積層為 35 nm 的厚度的層作為電子傳輸層。

【0218】 接著，蒸鍍 0.5nm 的氟化鋰、蒸鍍 60 nm 的鋁作為陰極，而製作 5 mm×5 mm 見方的元件。此處所謂的膜厚，是水晶振盪式膜厚監視器顯示值。以 $10 \text{ mA}/\text{cm}^2$ 對該發光元件進行直流驅動，結果可獲得發光效率為 4.8 lm/W 的藍色發光。以 $10 \text{ mA}/\text{cm}^2$ 的直流對該發光元件進行連續驅動，結果在 1800 小時之時亮度減半。另外，化合物 H-5、化合物 D-4 是以下所示的化合物。

【0219】



【0220】 實施例 24、比較例 13～比較例 14

【0221】 使用表 5 所記載的材料作為第二電洞傳輸層，除此以外，以與實施例 23 相同的方式製作發光元件並評價。將結果表示於表 5。

【0222】 實施例 25～實施例 27

【0223】 使用表 5 所記載的材料作為第二電洞傳輸層，將電子傳輸層設為二層積層構成，將化合物 E-4 或化合物 E-2 蒸鍍成 25 nm 的厚度作為第一電子傳輸層，將化合物 E-3 蒸鍍為 10 nm 的厚度作為第二電子傳輸層，並使第一電子傳輸層與第二電子傳輸層積層，除此以外，以與實施例 23 相同的方式製作發光元件並評價。將結果表示於表 5。

【0224】 [表 5]

	電洞注入層	第一電洞傳輸層	第二電洞傳輸層	主體材料	摻雜劑材料	電子傳輸層	發光色	發光效率 (lm/W)	亮度減半時間 (h)
實施例 23	HI-1	HT-4	化合物[2]	H-5	D-4	E-1/Liq (摻雜)	藍	4.8	1800
實施例 24	HI-1	HT-4	化合物[31]	H-5	D-4	E-1/Liq (摻雜)	藍	5.0	2500
比較例 13	HI-1	HT-4	HT-5	H-5	D-4	E-1/Liq (摻雜)	藍	2.9	1300
比較例 14	HI-1	HT-4	HT-6	H-5	D-4	E-1/Liq (摻雜)	藍	3.0	1200
實施例 25	HI-1	HT-4	化合物[2]	H-5	D-4	第一層 E-4 第二層 E-3	藍	5.0	1700
實施例 26	HI-1	HT-4	化合物[31]	H-5	D-4	第一層 E-4 第二層 E-3	藍	5.2	2600
實施例 27	HI-1	HT-4	化合物[31]	H-5	D-4	第一層 E-2 第二層 E-3	藍	5.1	2600

【0225】 實施例 28～實施例 35

【0226】 使用表 6 所記載的材料作為第二電洞傳輸層，除此以外，以與實施例 1 相同的方式製作發光元件。將結果表示於表 6。

【0227】 實施例 36～實施例 37

【0228】 使用表 6 所記載的材料作為第二電洞傳輸層，主體材料使用化合物 H-2 與化合物 H-3 的混合主體代替化合物 H-1，除此以外，以與實施例 1 相同的方式製作發光元件。將化合物 H-2 與化合物 H-3 以蒸鍍速度比為 1：1 蒸鍍共蒸鍍膜，接著以摻雜濃度為 10 重量%的方式蒸鍍摻雜劑。將結果表示於表 6。

【0229】 實施例 38～實施例 39

【0230】 使用表 6 所記載的材料作為第二電洞傳輸層，將電子傳輸層設為二層積層構成，將化合物 E-2 蒸鍍為 10 nm 的厚度作為第一電子傳輸層，將化合物 E-3 與供體性金屬（Li：鋰）以蒸鍍速度比 100：1（=0.2 nm/s：0.002 nm/s）蒸鍍為 25 nm 的厚度的共蒸鍍膜作為第二電子傳輸層，並使第一電子傳輸層與第二電子傳輸層積層，除此以外，以與實施例 1 相同的方式製作發光元件。將結果表示於表 6。

【0231】 實施例 40～實施例 41

【0232】 使用表 6 所記載的材料作為第二電洞傳輸層，使用化合物[53]與化合物 HI-2 代替化合物 HI-1 作為電洞注入層，以相對於電洞注入層內的化合物[53]而化合物 HI-2 的摻雜濃度為 2 重量%的方式蒸鍍 10 nm，除此以外，以與實施例 1 相同的方式製作發光

元件。將結果表示於表 6。

【0233】 實施例 42

【0234】 使用化合物[35]代替化合物[2]作為第二電洞傳輸層，除此以外，以與實施例 15 相同的方式製作發光元件。將結果表示於表 6。

【0235】 實施例 43

【0236】 使用化合物[35]代替化合物[2]作為第二電洞傳輸層，除此以外，以與實施例 16 相同的方式製作發光元件。將結果表示於表 6。

【0237】 實施例 44

【0238】 使用化合物[35]代替化合物[2]作為第二電洞傳輸層，除此以外，以與實施例 17 相同的方式製作發光元件。將結果表示於表 6。

【0239】 [表 6]

	電洞注入層	第一電洞傳輸層	第二電洞傳輸層	主體材料	摻雜劑材料	電子傳輸層	發光色	發光效率 (lm/W)	亮度減半時間 (h)
實施例 28	HI-1	HT-4	化合物[35]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	44.0	3300
實施例 29	HI-1	HT-4	化合物[40]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	40.0	2700
實施例 30	HI-1	HT-4	化合物[44]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	44.0	3400
實施例 31	HI-1	HT-4	化合物[46]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	50.0	4000
實施例 32	HI-1	HT-4	化合物[48]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	43.0	3000
實施例 33	HI-1	HT-4	化合物[50]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	44.0	3300
實施例 34	HI-1	HT-4	化合物[53]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	51.0	4100
實施例 35	HI-1	HT-4	化合物[57]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	51.0	4000
實施例 36	HI-1	HT-4	化合物[53]	H-2/H-3	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	52.0	5000
實施例 37	HI-1	HT-4	化合物[54]	H-2/H-3	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	50.0	4900
實施例 38	HI-1	HT-4	化合物[53]	H-1	D-1	第一層 E-2 第二層 E-3/Li (摻雜)	綠	52.0	4800
實施例 39	HI-1	HT-4	化合物[57]	H-1	D-1	第一層 E-2 第二層 E-3/Li (摻雜)	綠	51.0	4700
實施例 40	化合物[53]/HI-2	HT-4	化合物[47]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	42.0	3100
實施例 41	化合物[53]/HI-2	HT-4	化合物[53]	H-1	D-1	E-1/Liq (摻雜)	綠	53.0	5100
實施例 42	HI-1	HT-4	化合物[35]	H-2	D-2	E-3	綠	45.0	2800
實施例 43	HI-1	HT-4	化合物[35]	H-2/H-3	D-2	E-3	綠	41.0	4000
實施例 44	HI-1	HT-4	化合物[35]	H-2	D-2	E-1/Liq (摻雜)	綠	45.0	5000

修正替換頁
105年6月13日

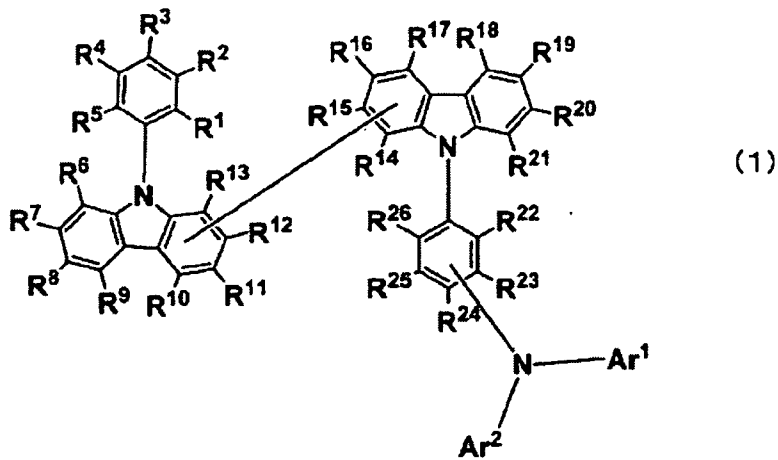
【符號說明】

【0240】

無

申請專利範圍

1. 一種發光元件材料，其特徵在於，含有下述通式（1）所示的化合物：



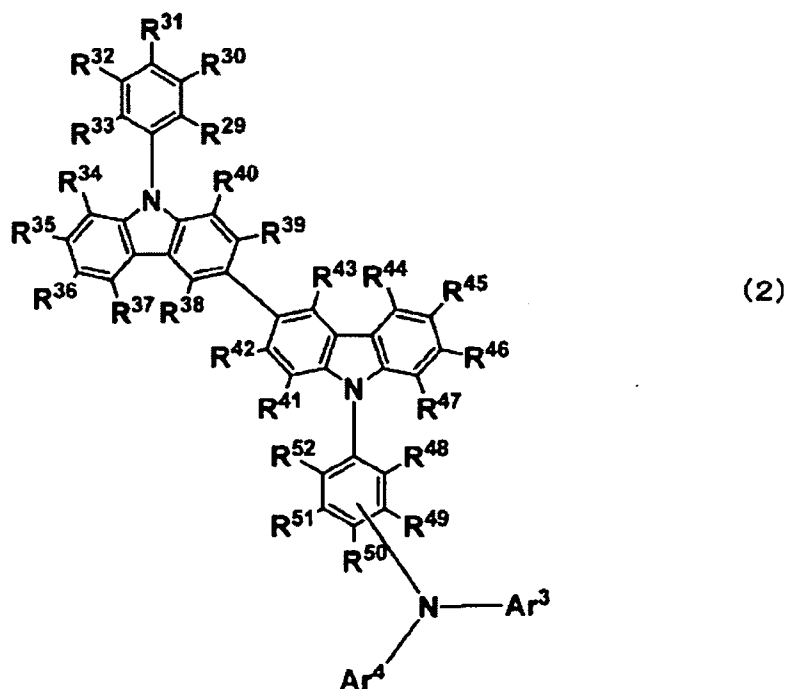
（ $R^1 \sim R^{21}$ 分別可相同亦可不同，選自由氫、碳數 1 以上 20 以下的烷基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、碳數 3 以上 20 以下且矽數 1 以上 6 以下的矽烷基所組成的組群；其中在 $R^6 \sim R^{13}$ 中 1 個部位及 $R^{14} \sim R^{21}$ 中 1 個部位，2 個吡啶骨架相連結； $R^{22} \sim R^{26}$ 滿足以下（A）、（B）的任一種：

（A） R^{23} 或 R^{25} 的至少 1 個為 NAr^1Ar^2 ；其他分別可相同亦可不同，選自由氫、碳數 1 以上 20 以下的烷基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、碳數 3 以上 20 以下且矽數 1 以上 6 以下的矽烷基所組成的組群； Ar^1 及 Ar^2 分別可相同亦可不同，表示經取代或未經取代的苯基，取代基為碳數 6 以上 40 以下的芳基、碳數 1 以上 20 以下的烷基或鹵素；

(B) R^{24} 為 NAr^1Ar^2 ；其他分別可相同亦可不同，選自由氫、碳數 1 以上 20 以下的烷基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、碳數 3 以上 20 以下且矽數 1 以上 6 以下的矽烷基所組成的組群； Ar^1 及 Ar^2 分別可相同亦可不同，表示未經取代的苯基、經碳數 1 以上 20 以下的烷基取代的苯基、經鹵素取代的苯基或經苯基取代的苯基； Ar^1 與 Ar^2 不同時為經苯基取代的苯基)。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的發光元件材料，其中上述通式 (1) 所示的化合物的三重態能量為 2.60 eV 以上。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的發光元件材料，其中上述通式 (1) 所示的化合物為下述通式 (2) 所示的化合物：



($R^{29} \sim R^{47}$ 分別可相同亦可不同，選自由氫、碳數 1 以上 20

以下的烷基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、碳數 3 以上 20 以下且矽數 1 以上 6 以下的矽烷基所組成的組群； $R^{48} \sim R^{52}$ 滿足以下 (A')、(B') 的任一種：

(A') R^{49} 或 R^{51} 的至少 1 個為 NAr^3Ar^4 ；其他分別可相同亦可不同，選自由氫、碳數 1 以上 20 以下的烷基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、碳數 3 以上 20 以下且矽數 1 以上 6 以下的矽烷基所組成的組群； Ar^3 及 Ar^4 分別可相同亦可不同，表示經取代或未經取代的苯基，取代基為碳數 6 以上 40 以下的芳基、碳數 1 以上 20 以下的烷基或鹵素；

(B') R^{50} 為 NAr^3Ar^4 ；其他分別可相同亦可不同，選自由氫、碳數 1 以上 20 以下的烷基、鹵素、羰基、羧基、氧羰基、胺甲醯基、碳數 3 以上 20 以下且矽數 1 以上 6 以下的矽烷基所組成的組群； Ar^3 及 Ar^4 分別可相同亦可不同，表示未經取代的苯基、經碳數 1 以上 20 以下的烷基取代的苯基、經鹵素取代的苯基或經苯基取代的苯基； Ar^3 與 Ar^4 不同時為經苯基取代的苯基)。

4. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的發光元件材料，其中上述通式 (1) 中， $R^{22} \sim R^{26}$ 滿足條件 (A)， Ar^1 及 Ar^2 為未經取代的苯基、經苯基取代的苯基、經碳數 1 以上 20 以下的烷基取代的苯基、或經鹵素取代的苯基。

5. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的發光元件材料，其中上述通式 (1) 中， $R^{22} \sim R^{26}$ 滿足條件 (A)， $R^1 \sim R^{21}$ 全為氫，且

$R^{22} \sim R^{26}$ 的 R^{23} 或 R^{25} 中的 1 個為 NAr^1Ar^2 ，其他全為氫。

6. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的發光元件材料，其中上述通式 (1) 中， $R^{22} \sim R^{26}$ 滿足條件 (B)，且

Ar^1 及 Ar^2 的任一個為未經取代的苯基，另一個為經碳數 1 以上 20 以下的烷基取代的苯基、經鹵素取代的苯基或經苯基取代的苯基。

7. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的發光元件材料，其中上述通式 (1) 中， $R^{22} \sim R^{26}$ 滿足條件 (B)， $R^1 \sim R^{21}$ 全為氫，且

$R^{22} \sim R^{26}$ 的 R^{24} 為 NAr^1Ar^2 ，其他全為氫。

8. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的發光元件材料，其中 Ar^1 及 Ar^2 不同。

9. 一種發光元件，其在陽極與陰極之間存在有機層，藉由電能而發光，其特徵在於：在上述陽極與陰極之間的任一層中含有如申請專利範圍第 1 項至第 8 項中任一項所述的發光元件材料。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述的發光元件，其中在上述有機層中至少存在電洞傳輸層，在電洞傳輸層中含有如申請專利範圍第 1 項至第 8 項中任一項所述的發光元件材料。

11. 如申請專利範圍第 9 項所述的發光元件，其中在上述有機層中至少存在電洞注入層，在電洞注入層中含有如申請專利範圍第 1 項至第 8 項中任一項所述的發光元件材料。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述的發光元件，其中在上述電

洞傳輸層與上述陽極之間存在電洞注入層，電洞注入層含有受體性材料。

13. 如申請專利範圍第 10 項至第 12 項中任一項所述的發光元件，其中在上述有機層中至少存在發光層，在發光層中含有三重態發光材料。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述的發光元件，其中上述三重態發光材料是包含銱或鉑的金屬錯合物。

15. 如申請專利範圍第 9 項至第 12 項中任一項所述的發光元件，其中在上述有機層中至少存在電子傳輸層，電子傳輸層含有電子接受性氮，並進一步含有具有由選自碳、氫、氮、氧、矽、磷中的元素所構成的雜芳基環結構的化合物。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述的發光元件，其中上述電子傳輸層含有供體性材料。