



(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 I594473 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：102101753

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 17 日

(51) Int. Cl. : **H01L51/50 (2006.01)**

(30) 優先權：2012/01/17 日本

2012-007131

(71) 申請人：三菱化學股份有限公司 (日本) MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION (JP)
日本

(72) 發明人：鶴谷泰之 TSURUTANI, YASUYUKI (JP)；今田一郎 IMADA, ICHIRO (JP)

(74) 代理人：賴經臣；宿希成

(56) 參考文獻：

JP 2011-253722A

WO 2011/126095A1

審查人員：呂燦

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：1 共 99 頁

(54) 名稱

有機電場發光元件，有機 EL 照明及有機 EL 顯示裝置

ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT, ORGANIC EL LIGHTING AND ORGANIC EL DEVICE

(57) 摘要

本發明之目的在於提供一種驅動電壓較低、且白色發光效率較高、再現性亦優異之有機電場發光元件。本發明之有機電場發光元件係包含陽極及陰極、以及形成於陽極與陰極之間的發光層者，並且發光層自陽極側起依序包含藉由濕式成膜法所形成之含有屬於低分子化合物之磷光發光材料與電荷輸送材料的層、及藉由真空蒸鍍法所形成之含有屬於低分子化合物之螢光發光材料與電荷輸送材料的層，發光光譜於 440~500 nm 區域、510~550 nm 區域、及 580~630 nm 區域具有最大發光波長。

The objection of invention is to provide an organic electroluminescent element having a high driving voltage, a high white light-luminescence efficiency and an excellent reproducibility. The organic electroluminescent element of the invention comprises a cathode, an anode, and a light emitting layer between the cathode and the anode, wherein the light emitting layer comprises, in the order from the side of cathode: a layer containing an electron transport material, and a phosphorescent-light emitting material of a low-molecular compound, in which the layer is formed by a wet film forming method; and a layer containing an electron transport material, and a fluorescent-light emitting material of a low-molecular compound, in which the layer is formed by a vacuum deposition method, wherein the organic electroluminescent element has an emission spectrum having a maximum emission wavelength in a range of 440 to 550nm, a range of 510 to 550 nm and a range of 580 to 630nm.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1 . . . 基板
- 2 . . . 陽極
- 3 . . . 電洞注入層
- 4 . . . 電洞輸送層
- 5 . . . 發光層
- 6 . . . 電洞阻擋層
- 7 . . . 電子輸送層
- 8 . . . 電子注入層
- 9 . . . 陰極
- 10 . . . 有機電場發光元件

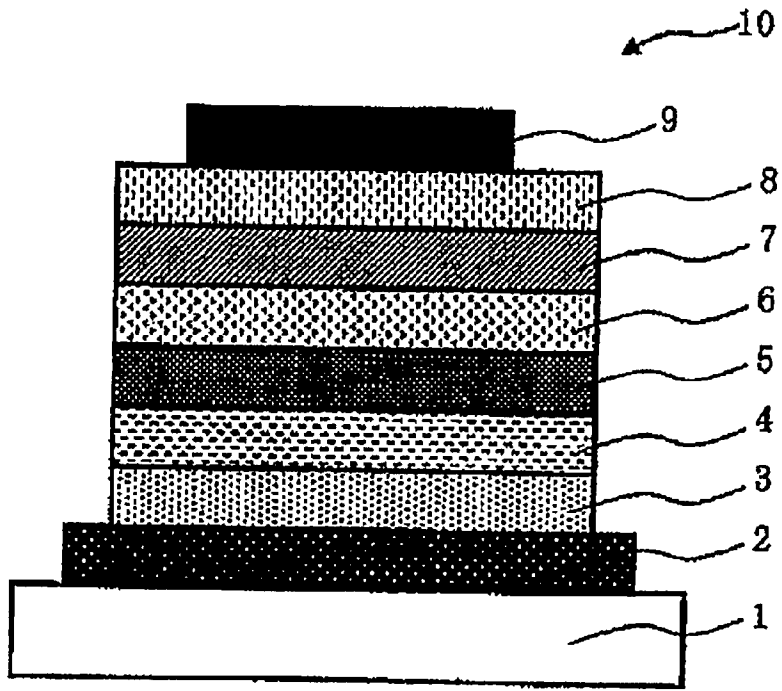


圖1

發明摘要

※ 申請案號：102101753

※ 申請日：102/01/17

※IPC 分類：H01L 51/50 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

有機電場發光元件，有機 EL 照明及有機 EL 顯示裝置

ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT, ORGANIC EL LIGHTING AND ORGANIC EL DEVICE

【中文】

本發明之目的在於提供一種驅動電壓較低、且白色發光效率較高、再現性亦優異之有機電場發光元件。本發明之有機電場發光元件係包含陽極及陰極、以及形成於陽極與陰極之間的發光層者，並且發光層自陽極側起依序包含藉由濕式成膜法所形成之含有屬於低分子化合物之磷光發光材料與電荷輸送材料的層、及藉由真空蒸鍍法所形成之含有屬於低分子化合物之螢光發光材料與電荷輸送材料的層，發光光譜於 440~500 nm 區域、510~550 nm 區域、及 580~630 nm 區域具有最大發光波長。

【英文】

The objection of invention is to provide an organic electroluminescent element having a high driving voltage, a high white light-luminescence efficiency and an excellent reproducibility. The organic electroluminescent element of the invention comprises a cathode, an anode, and a light emitting layer between the cathode and the anode, wherein the light emitting layer comprises, in the order from the side of cathode : a layer containing an electron transport material, and a phosphorescent-light emitting material of a low-molecular compound, in which the layer is formed by a wet film forming method ; and a layer containing an electron transport material, and a fluorescent-light emitting material of a low-molecular compound, in which the layer is formed by a vacuum deposition method, wherein the organic electroluminescent element has an emission spectrum having a maximum emission wavelength in a range of 440 to 550nm, a range of 510 to 550 nm and a range of 580 to 630nm.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第 (1) 圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1 基板
- 2 陽極
- 3 電洞注入層
- 4 電洞輸送層
- 5 發光層
- 6 電洞阻擋層
- 7 電子輸送層
- 8 電子注入層
- 9 陰極
- 10 有機電場發光元件

【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】(中文/英文)

有機電場發光元件，有機 EL 照明及有機 EL 顯示裝置

ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT, ORGANIC EL LIGHTING AND ORGANIC EL DEVICE

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種有機電場發光元件、有機 EL 照明及有機 EL 顯示裝置。詳細而言，本發明係關於一種驅動電壓較低、且白色發光效率較高、再現性亦優異之有機電場發光元件，使用該有機電場發光元件之有機 EL 照明及有機 EL 顯示裝置。

【先前技術】

【0002】 自柯達公司發佈使用蒸鍍法之積層型有機電場發光 (electroluminescence：以下有時簡稱為「EL」) 元件以來，業界盛行有機 EL 顯示器之開發，目前正逐漸實用化。此種積層型有機電場發光元件於陽極與陰極之間積層設有數層有機層(發光層、電洞注入層、電洞輸送層、電子輸送層等)。由於此種積層型有機電場發光元件係自發光，故視角開闊，視認性較高，又，由於為薄膜型，故而就節省空間等觀點而言亦備受矚目。

【0003】 又，有機電場發光元件與先前供於實用之發光二極體或冷陰極管不同，面發光亦為較大之特徵。作為應用該特徵之用途，有背光源或使用照明、彩色濾光片之全彩顯示裝置等。由於白色光源適合用於該等用途，故而白色發光之有機電場發光元件成為必需。

【0004】 先前，作為獲得該白色發光之有機電場發光元件之方法，例如專利文獻 1 中揭示有於一層中添加複數種之紅、綠、藍色之各發光材料的方法。於該情形時，為了藉由真空蒸鍍法形成發光層，係至少同時蒸鍍紅、綠、藍與主體材料合計 4 種材料。專利文獻 2~4 中揭示有積層複數層含有單獨之發光摻雜劑的發光波長不同之發光層的方法。

【0005】於專利文獻 5 中，作為獲得白色發光之方法，揭示有組合紅、綠、藍中之任一顏色與相當於該顏色之補色之顏色的方法。於專利文獻 6 中，作為使用 2 層以上之發光層而獲得白色發光之方法，揭示有包含使用高分子材料作為電荷輸送材料而藉由濕式成膜法所形成之第一發光層與使用低分子材料而以乾式成膜法形成之第二發光層者。

【0006】於專利文獻 7 中揭示有將發光層設為 2 層、可使複數種客體材料同時發光而獲得白色發光之有機電致發光元件，並且上述 2 層發光層中，一層係藉由塗佈法形成，另一層係藉由真空蒸鍍法而獲得。又，記載有於 2 層發光層之各發光層中使用磷光化合物作為客體化合物之內容。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0007】

專利文獻 1：國際公開第 2006-093007 號

專利文獻 2：日本專利特開 2003-187977 號公報

專利文獻 3：日本專利特開 2004-63349 號公報

專利文獻 4：日本專利特開 2006-287154 號公報

專利文獻 5：日本專利特開 2001-52870 號公報

專利文獻 6：日本專利特開 2008-159367 號公報

專利文獻 7：日本專利特開 2010-034484 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0008】然而，上述先前技術中，專利文獻 1 之方法如上所述，需要同時蒸鍍至少紅、綠、藍與主體材料合計 4 種，藉由真空蒸鍍法時同時蒸鍍 3 種材料為極限，控制 4 種以上材料之蒸鍍非常困難，故而存在再現性較差之問題。專利文獻 2~4 中所記載之積層複數層含有單獨之發光摻雜劑的發光波長不同之發光層的方法對於獲得較高之顯色性而言有效，但容易產生色度變化，又，由於發光層膜厚容易變厚，

故而存在驅動電壓容易增大之問題。

【0009】 專利文獻 5 中所記載之組合紅、綠、藍中之任一顏色與相當於該顏色之補色之顏色的方法中，於藉由真空蒸鍍法形成層之情形時，任一方之發光變強之情況較多，難以調整色度，難以獲得有效之白色發光之有機電場發光元件。專利文獻 6 中所記載之使用高分子材料並藉由濕式成膜法而形成有第一發光層、且使用低分子材料並藉由乾式成膜法而形成有第二發光層者存在如下問題。

【0010】 即，高分子材料與低分子化合物相比係難以純化，由於難以高純度化，因而雜質相對較多。因此，於將高分子化合物用作發光層材料之情形時，該等雜質成爲電荷之陷阱，存在有機電場發光元件之驅動電壓上升、發光效率降低、驅動壽命較短等問題。又，就發光效率之提高或驅動電壓之降低的觀點而言，較佳爲發光單元與電荷輸送單元均勻地分佈於發光層中。然而，爲了使該等 2 個單元均勻地存在於高分子化合物之分子中，需採用交替共聚、嵌段共聚等特殊之聚合方法，製造程序上之負荷較重。

【0011】 再者，亦已知有含有高分子之電荷輸送材料與低分子之發光材料的發光層。然而，於該情形時，高分子之電荷輸送材料中，將以高分子鏈連接之電荷輸送單元之間隔控制爲電荷輸送或激子移動較容易之距離非常困難。專利文獻 7 中所記載之將發光層設爲 2 層、可使複數種客體材料同時發光而獲得白色發光之有機電致發光元件中，含有磷光化合物作爲發光層材料，2 層發光層中，一層係藉由塗佈法而形成，另一層係藉由真空蒸鍍法而形成，其存在如下問題。

【0012】 即，形成發光層時，於使用磷光化合物作爲真空蒸鍍之對象之情形時，有具有較大熱能之磷光發光材料分子衝擊已形成之下層，而使下層之表面變得粗糙之虞。平坦性受損之層表面(界面)促進層中所含之材料之凝集，凝集體成爲形成電荷之陷阱之原因(詳細內容於下文說明)。

【0013】 本發明之課題在於提供一種解決上述先前問題、驅動電壓較低、且白色發光效率較高、再現性亦優異之有機電場發光元件。

[解決問題之技術手段]

【0014】 本發明者爲了解決上述課題而進行努力研究，結果發現：作爲發光層之電荷輸送材料及發光材料，均使用低分子化合物，且設爲某種特定之元件構成，藉此可解決上述課題，從而完成本發明。即，本發明之要旨爲以下之(1)~(6)。

(1)一種有機電場發光元件，其係包含陽極及陰極、以及形成於該陽極與該陰極之間的發光層者，

該發光層係由 2 層以上含有各不相同之發光材料之層所構成，

該發光層自陽極側起依序含有藉由濕式成膜法所形成之層(以下有時稱爲「塗佈發光層」或「第一發光層」、藉由真空蒸鍍法所形成之層(以下有時稱爲「蒸鍍發光層」或「第二發光層」)，

該藉由濕式成膜法所形成之層係含有屬於低分子化合物之磷光發光材料與電荷輸送材料之層，

該藉由真空蒸鍍法所形成之層係含有屬於低分子化合物之螢光發光材料與電荷輸送材料之層，

該有機電場發光元件之發光光譜於 440~500 nm 區域、510~550 nm 區域、及 580~630 nm 區域具有最大發光波長。

(2)如上述(1)之有機電場發光元件，其中上述藉由濕式成膜法所形成之層係於 440~500 nm 區域、510~550 nm 區域、及 580~630 nm 區域中之至少 2 個區域具有最大發光波長之層。

(3)如上述(1)或(2)之有機電場發光元件，其於上述陽極與上述發光層之間具有電洞輸送層。

(4)如上述(3)之有機電場發光元件，其中，上述電洞輸送層係藉由濕式成膜法所形成之層。

(5)一種有機 EL 照明，其包含如上述(1)至(4)中任一項之有機電場發光元件。

(6)一種有機 EL 顯示裝置，其包含如上述(1)至(4)中任一項之有機電場發光元件。

[對照先前技術之功效]

【0015】 根據本發明，可基於良好之再現性而提供一種驅動電壓較低、發光效率較高之白色發光之有機電場發光元件。本發明之有機電場發光元件可考慮應用於發揮作為面發光體之特徵之白色光源(例如影印機之光源、液晶顯示器或儀器類之背光源、彩色濾光片顯示裝置)、顯示板、標識燈，其技術價值高。

【圖式簡單說明】

【0016】 圖 1 係模式性地顯示本發明之有機電場發光元件之構造之一例的剖面圖。

【實施方式】

【0017】 以下，對本發明之有機電場發光元件、有機 EL 照明及有機 EL 顯示裝置之實施態樣進行詳細說明，但以下所記載之構成要件之說明係本發明之實施態樣之一例(代表例)，只要不超出其要旨，則本發明並不特別限定於該等內容。

【0018】 《有機電場發光元件》

本發明之有機電場發光元件包含陽極及陰極、以及形成於該陽極與該陰極之間的發光層。該發光層之特徵在於：其係由 2 層以上含有各不相同之發光材料之層所構成，該發光層自陽極側起依序包含藉由濕式成膜法所形成之層(塗佈發光層)、藉由真空蒸鍍法所形成之層(蒸鍍發光層)，並且塗佈發光層係含有屬於低分子化合物之磷光發光材料與電荷輸送材料的層，蒸鍍發光層係含有屬於低分子化合物之螢光發光材料與電荷輸送材料的層，該有機電場發光元件之發光光譜於 440 ~ 500 nm 區域、510 ~ 550 nm 區域、及 580 ~ 630 nm 區域具有最大發光波長。

【0019】 即，本發明之有機電場發光元件中，塗佈發光層含有低分子量之電荷輸送材料與低分子量之磷光發光材料，蒸鍍發光層含有低分子量之電荷輸送材料與低分子量之螢光發光材料。於本發明中，使用屬於低分子化合物之發光材料與電荷輸送材料之理由如下。

【0020】 即，如上所述，對於含有高分子之電荷輸送材料與低分子之發光材料的發光層而言，於高分子之電荷輸送材料中將以高分子

鏈連接之電荷輸送單元之間隔控制為電荷輸送或激子移動較容易之距離非常困難。又，使用低分子量之電荷輸送材料之濕式成膜及真空蒸鍍時之膜密度變得高於使用高分子量之電荷輸送材料之濕式成膜時之膜密度，塗佈/蒸鍍界面之分子間之密接性變高，故而電荷之授受變得容易，於電壓之降低方面亦較佳。

【0021】 因此，於本發明之有機電場發光元件中全部使用低分子化合物作為發光層材料。本發明之有機電場發光元件進而於陽極與發光層之間含有電洞輸送層，由於自陽極向距離陰極最近之發光層注入充分之電洞，故而較佳。

【0022】 [低分子化合物]

本發明之有機電場發光元件之發光層之特徵在於含有屬於低分子化合物之發光材料與電荷輸送材料。本發明中之「低分子化合物」之分子量通常為 10000 以下之範圍，較佳為 5000 以下之範圍，更佳為 4000 以下之範圍，進而較佳為 3000 以下之範圍，又，通常為 100 以上之範圍，較佳為 200 以上之範圍，更佳為 300 以上之範圍，進而較佳為 400 以上之範圍。

【0023】 若發光材料之分子量過小，則存在以下情形：耐熱性明顯降低，或成為氣體產生之原因，或導致形成膜時之膜質降低，或導致由電子遷移等引起之有機電場發光元件之形態變化。另一方面，若發光材料之分子量過大，則存在有機化合物之純化變得困難、溶解於溶劑中時需要時間之傾向。

【0024】 若發光材料之分子量處於上述範圍內，則於以下方面較佳：玻璃轉移溫度或熔點、分解溫度等較高，發光層材料及所形成之發光層之耐熱性良好，不易引起由再結晶化或分子之電子遷移等所導致之膜質之降低、或材料之熱分解所伴隨之雜質濃度之上升等，元件性能不易降低，且純化較容易等。於本發明之有機電場發光元件之發光層含有發光材料及電荷輸送材料以外之化合物之情形時，關於該化合物，亦較佳為分子量設為較佳為 10000 以下、更佳為 5000 以下、進而較佳為 4000 以下、尤佳為 3000 以下之範圍，又，較佳為 100 以上、

更佳為 200 以上、進而較佳為 300 以上、尤佳為 400 以上之範圍的低分子化合物。

【0025】 [發光光譜之最大發光波長]

本發明之有機電場發光元件之特徵在於：其發光光譜於 440~500 nm 區域、510~550 nm 區域、及 580~630 nm 區域具有最大發光波長。作為獲得此種本發明之有機電場發光元件的方法，有如下方法：以有機電場發光元件之發光光譜於 440~500 nm 區域、510~550 nm 區域、及 580~630 nm 區域分別具有最大發光波長之方式，適當選擇使用形成發光層所使用之發光材料。

【0026】 又，亦可應用彩色濾光片、偏光板、相位差板、擴散板及螢光轉換膜等，以於各區域具有最大發光波長之方式進行設計，但於本發明之有機電場發光元件中，較佳為以有機電場發光元件之發光光譜於 440~500 nm 區域、510~550 nm 區域、及 580~630 nm 區域之各區域具有最大發光波長之方式，適當選擇使用發光層所使用之發光材料。

【0027】 [發光光譜之測定方法]

本發明之有機電場發光元件之發光光譜可使用例如分光器 USB4000(Ocean Optics 公司製造)而測定。再者，只要可實現與上述相同之測定，則發光光譜之測定設備並不限定於上述測定設備，亦可使用其他測定設備，較佳為使用上述測定設備。

【0028】 [發光層]

本發明中之發光層係藉由自陽極注入之電洞與自陰極注入之電子於提供電場之電極間再結合而激發成為主要發光源之層，如上所述，自陽極側起，包含含有屬於低分子化合物之磷光發光材料與電荷輸送材料之塗佈發光層、與含有屬於低分子化合物之螢光發光材料與電荷輸送材料之蒸鍍發光層。

【0029】 藉由使發光層自陽極起依序含有塗佈發光層與蒸鍍發光層而獲得之發光層之膜質變得均勻。又，若塗佈發光層中含有磷光發光材料，則可獲得較高之效率，若蒸鍍發光層中含有螢光發光材料，

則可獲得充分之發光強度，同時於含有磷光發光材料之塗佈發光層上積層形成含有螢光發光材料之蒸鍍發光層，藉此利用以下之作用機制，可實現發光效率優異之有機電場發光元件。

【0030】 即，首先，將含有磷光發光材料與電荷輸送材料之組成物濕式成膜作為第一發光層(塗佈發光層)。通常磷光發光材料為含有 Ir 或 Pt 等原子量較大之金屬原子之錯合物。一般認為，膜之最表面不存在含有原子量較大之金屬原子之化合物時，化學性之表面能量較低、較安定，因此於溶劑存在下成為於最表面幾乎不存在磷光發光材料之狀態，結果乾燥後之膜之最表面的極薄之區域大量存在電荷輸送材料。

【0031】 一般認為，該電荷輸送材料較多之區域阻擋自設於其上之第二發光層中之螢光發光材料向第一發光層中之磷光發光材料之能量移動。其結果為，認為可獲得第一及第二發光層均充分發光、發光效率較高之有機電場發光元件。再者，若使用磷光發光材料作為第二發光層(蒸鍍發光層)之發光材料，則由於存在產生如下問題之可能性，故而本發明之有機電場發光元件使用螢光發光材料作為蒸鍍發光層之發光材料。

【0032】 即，如上所述，由於磷光發光材料係含有原子量較大之金屬原子的分子量較大之分子，故而藉由真空蒸鍍而飛來之該分子具有較大之熱能。認為若真空蒸鍍磷光發光材料作為形成於第一發光層上之第二發光層之發光材料，則具有較大之熱能之磷光發光材料分子發生碰撞，導致第一發光層之表面變得粗糙。平坦性受損之層表面(界面)促進層中所含之材料之凝集，而凝集體成為形成電荷之陷阱之原因。

【0033】 又，由於藉由蒸鍍飛來之磷光發光材料分子有損屬於上述本發明之元件之特色的第一發光層表面之電荷輸送材料產生之障壁功能，故而有第一發光層中之三重態能量轉移至第二發光層中，第一發光層之發光變得不充分，發光色之平衡被破壞之虞。

【0034】 {發光材料}

<螢光發光材料>

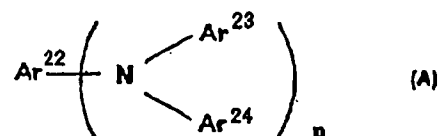
以下，對發光材料中蒸鍍發光層所使用之螢光發光材料進行說明。

(1)440~500 nm 區域(藍)

作為於 440~500 nm 區域具有最大發光波長之提供藍色發光之螢光發光材料(藍色螢光色素)，例如可列舉萘、茛、茛、茛、茛、香豆素、對雙(2-苯基乙烯基)苯、芳基胺及該等之衍生物等。其中，較佳為茛、茛、茛、芳基胺及該等之衍生物等。

【0035】 其中，就藍色之色純度較高、高效率、長壽命之方面而言，較佳為苯乙烯基胺化合物及芳基胺化合物。作為苯乙烯基胺化合物，就於發光層中有效率地捕獲電洞之方面而言，較佳為下述式(A)所表示者。

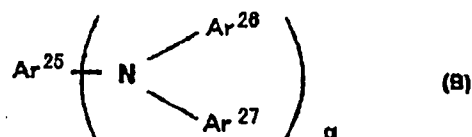
【0036】 [化 1]



【0037】 (式(A)中， Ar^{22} 為選自聯苯基、聯三苯基、茛基、二苯乙烯基芳基中之基， Ar^{23} 及 Ar^{24} 分別獨立為氫原子或碳數為 6~20 之芳香族基， Ar^{22} 、 Ar^{23} 及 Ar^{24} 可具有取代基；p 為 1~4 之整數；較佳為 Ar^{23} 或 Ar^{24} 之至少一者經苯乙烯基取代)。此處，作為碳數為 6~20 之芳香族基，可列舉苯基、萘基、茛基、菲基、聯三苯基等芳香族烴基。

【0038】 又，作為芳基胺化合物，就於發光層中有效率地捕獲電洞之方面而言，較佳為下述式(B)所表示者。

【0039】 [化 2]



【0040】 (式(B)中， Ar^{25} 為經取代或未經取代之核碳數 10~40 之芳基， Ar^{26} 及 Ar^{27} 分別獨立為經取代或未經取代之核碳數 5~40 之芳基；q 為 1~4 之整數)。此處，作為 Ar^{25} 之核碳數為 10~40 之芳基，

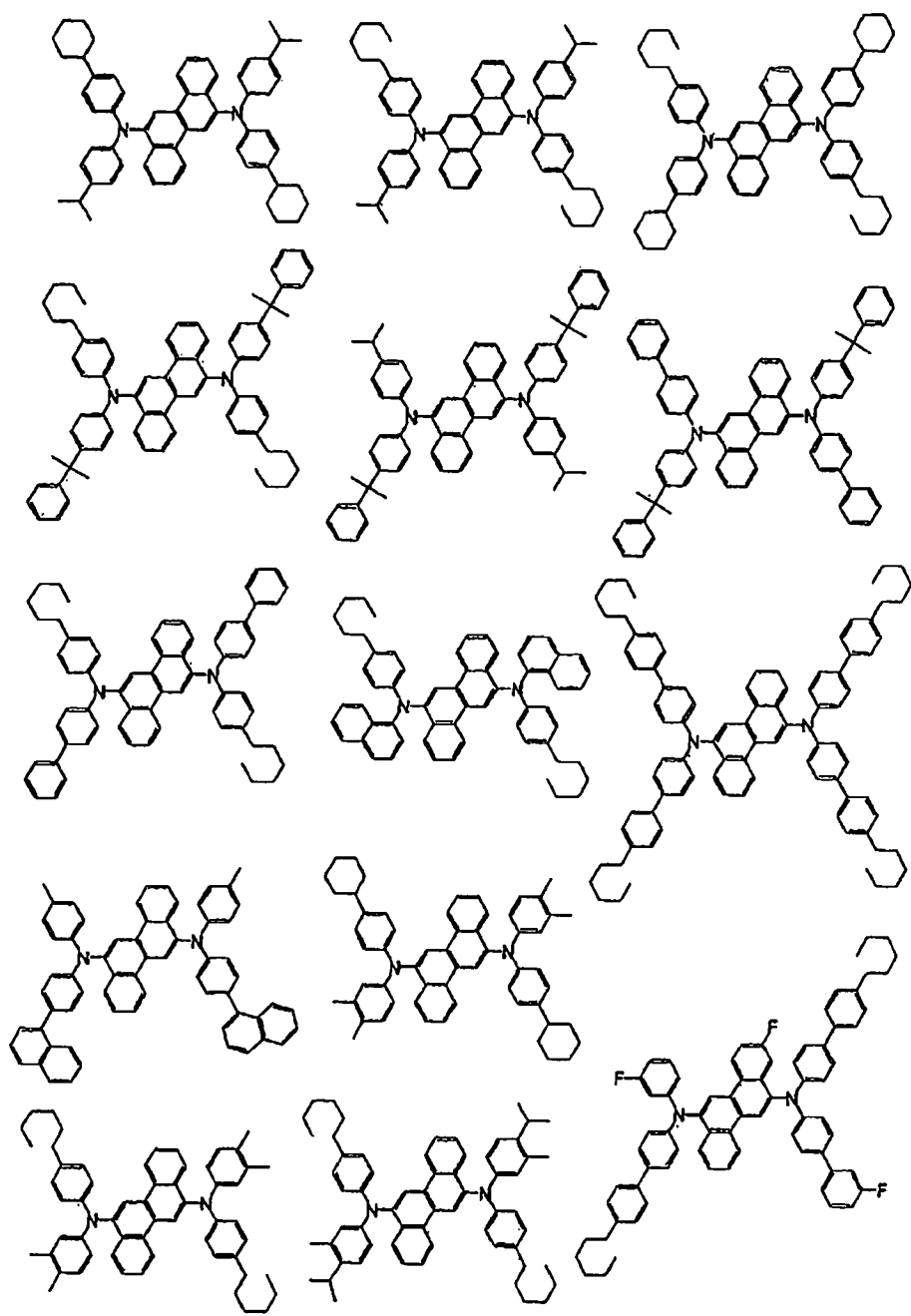
例如可列舉萘基、蔥基、菲基、芘基、蒽基、蒾基、聯苯基、聯三苯基、二苯基蔥基、吡啶基、苯并喹啉基、葑基、茈并葑基、茈基等。

【0041】 又，作為 Ar^{26} 、 Ar^{27} 之核碳數為 5~40 之芳基，例如可列舉苯基、萘基、蔥基、菲基、芘基、蒽基、蒾基、聯苯基、聯三苯基、吡咯基、呋喃基、噻吩基、苯并噻吩基、喹二啶基、二苯基蔥基、吲哚基、吡啶基、苯并喹啉基、葑基、茈并葑基、茈基等。

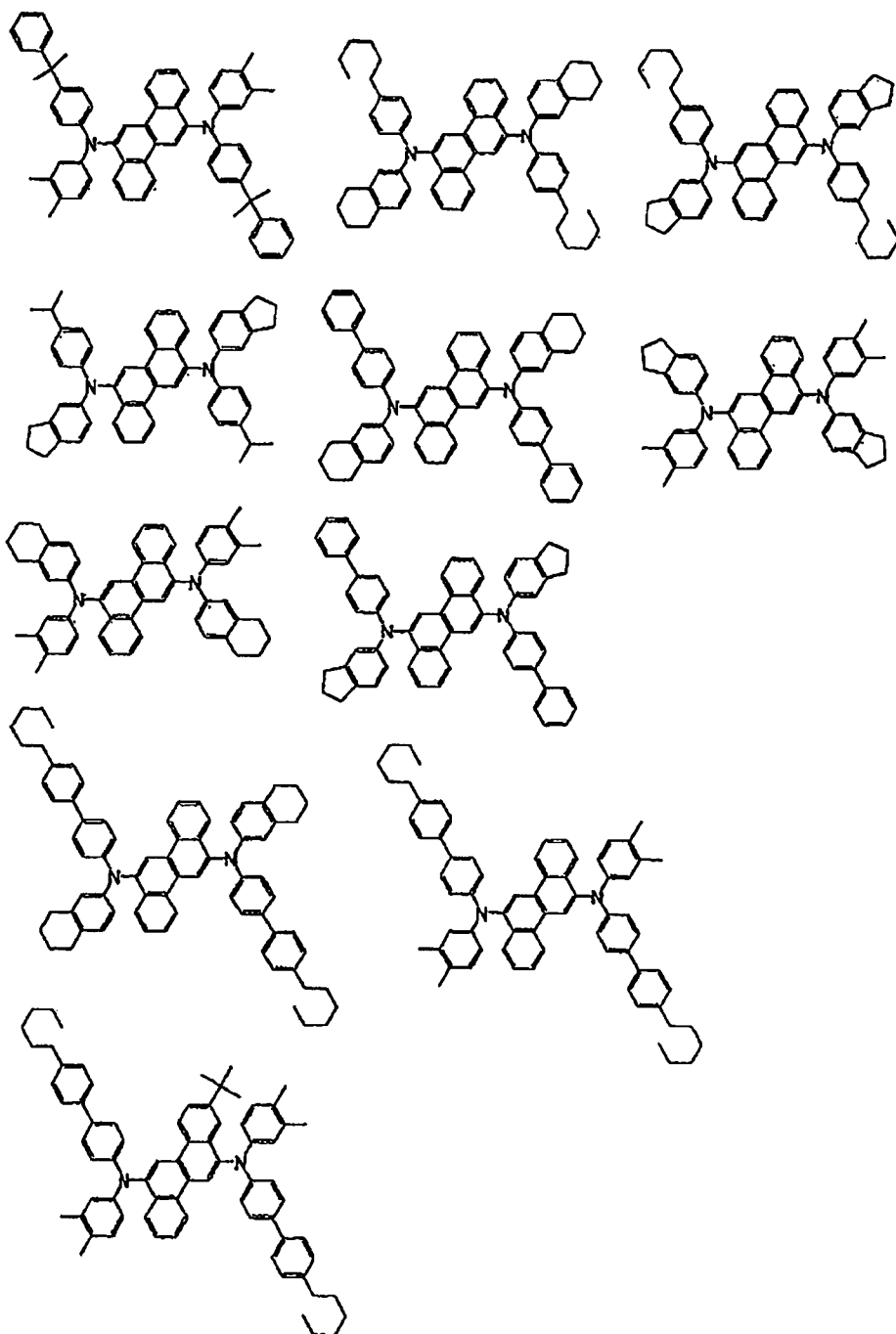
【0042】 於該等芳基含有取代基之情形時，作為較佳之取代基，可列舉碳數 1~6 之烷基(乙基、甲基、異丙基、正丙基、第二丁基、第三丁基、戊基、己基、環戊基、環己基等)、碳數 1~6 之烷氧基(乙氧基、甲氧基、異丙氧基、正丙氧基、第二丁氧基、第三丁氧基、戊氧基、己氧基、環戊氧基、環己氧基等)、核原子數 5~40 之芳基、經核原子數 5~40 之芳基取代之胺基、含有核原子數 5~40 之芳基之酯基、含有碳數 1~6 之烷基之酯基、氰基、硝基、鹵素原子等。

【0043】 以下，將本發明中之提供藍色發光之螢光發光材料的較佳具體例示於下文，但本發明並不受該等所限定。

【0044】 [化 3]



【0045】 [化 4]



【0046】 上述提供藍色發光之螢光發光材料可單獨使用 1 種，或可以任意組合及比例使用 2 種以上。

【0047】 (2)510~550 nm 區域(綠)

作為於 510~550 nm 區域具有最大發光波長之提供綠色發光之螢光發光材料(綠色螢光色素)，例如可列舉喹吡酮、香豆素、 $\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{NO})_3$ 等鋁錯合物及該等之衍生物等。該等可單獨使用 1 種，或可以任意組合及比例使用 2 種以上。

【0048】 (3)580~630 nm 區域(紅)

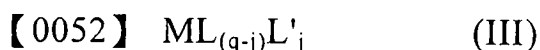
作為於 580~630 nm 區域具有最大發光波長之提供紅色發光之螢光發光材料(紅色螢光色素)，例如可列舉 DCM(4-(二氰基亞甲基)-2-甲基-6-(對二甲基胺基苯乙烯)-4H-吡喃)系化合物、苯并吡喃、玫瑰紅、苯并硫吡啶、氮雜苯并硫吡啶等吡啶及該等之衍生物等。該等可單獨使用 1 種，或可以任意組合及比例使用 2 種以上。

【0049】 <磷光發光材料>

繼而，對發光材料中塗佈發光層所使用之磷光發光材料進行說明。作為磷光發光材料，例如可列舉含有選自長週期型週期表(以下若無特別聲明，則提及「週期表」之情形時係指長週期型週期表)第 7~11 族之金屬作為中心金屬之維爾納(Werner)型錯合物或有機金屬錯合物。

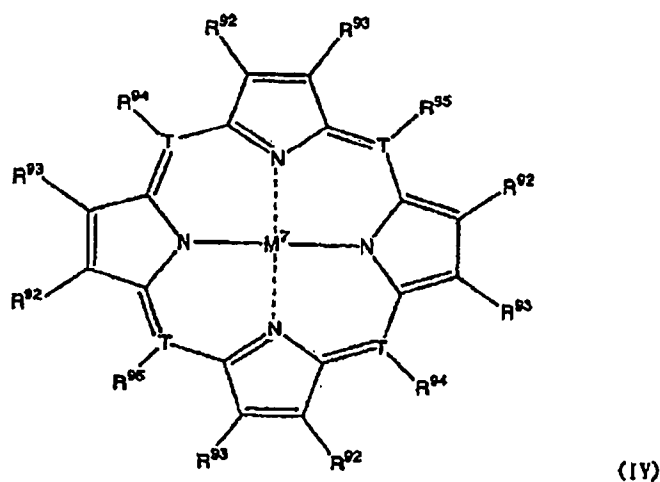
【0050】 作為選自週期表第 7~11 族之金屬，較佳可列舉鈦(Ru)、銻(Rh)、鈀(Pd)、銀(Ag)、銻(Re)、銱(Os)、銱(Ir)、鉑(Pt)、金(Au)等，其中更佳為銱或鉑。作為錯合物之配位子，較佳為(雜)芳基吡啶配位子、(雜)芳基吡啶配位子等(雜)芳基與吡啶、吡啶、啡啶等連結而成之配位子，尤佳為苯基吡啶配位子、苯基吡啶配位子。此處，所謂(雜)芳基，係表示芳基或雜芳基。

【0051】 作為磷光發光材料，具體而言，可列舉三(2-苯基吡啶)銱、三(2-苯基吡啶)鈦、三(2-苯基吡啶)鈀、雙(2-苯基吡啶)鉑、三(2-苯基吡啶)銱、三(2-苯基吡啶)銻、八乙基鉑卟啉、八苯基鉑卟啉、八乙基鈀卟啉、八苯基鈀卟啉等。尤其作為磷光發光材料之磷光性有機金屬錯合物，較佳可列舉下述式(III)或式(IV)所表示之化合物。



(式(III)中，M 表示金屬，q 表示上述金屬之價數；又，L 及 L'表示雙牙配位子；j 表示 0、1 或 2 之數)

【0053】 [化 5]

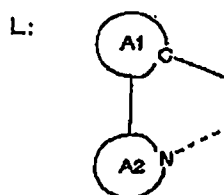


【0054】 (式(IV)中， M^7 表示金屬，T 表示碳原子或氮原子； $R^{92} \sim R^{95}$ 分別獨立地表示取代基；其中，T 為氮原子之情形時， R^{94} 及 R^{95} 不存在)

以下，首先對式(III)所表示之化合物進行說明。式(III)中，M 表示任意金屬，作為較佳者之具體例，可列舉作為選自週期表第 7~11 族之金屬的上述金屬。

又，式(III)中，雙牙配位子 L 表示含有以下之部分構造之配位子。

【0055】 [化 6]



【0056】 上述 L 之部分構造中，環 A1 表示可含有取代基之芳香族烴基或芳香族雜環基。作為該芳香族烴基，可列舉源自 5 或 6 員環之單環或者 2~5 縮合環之基。作為具體例，可列舉源自苯環、萘環、蔥環、菲環、芘環、稠四苯環、芘環、苯并芘環、蒽環、聯三伸苯環、蒽環、葑環、萸環之 1 價基等。

【0057】 作為該芳香族雜環基，可列舉源自 5 或 6 員環之單環或者 2~4 縮合環之基。作為具體例，可列舉源自呋喃環、苯并呋喃環、噻吩環、苯并噻吩環、吡咯環、吡唑環、咪唑環、嘧啶環、吡啶環、吡咯并吡啶環、吡咯并咪唑環、吡咯并吡啶環、噻吩并吡咯

環、噻吩并噻吩環、呋喃并吡咯環、呋喃并呋喃環、噻吩并呋喃環、苯并異喹啉環、苯并異噻啉環、苯并咪啉環、吡啶環、吡嗪環、嗒嗪環、嘧啶環、三嗪環、喹啉環、異喹啉環、吡啶環、喹啉環、啡啶環、苯并咪啉環、吡啶環、喹啉環、喹啉酮環、萹環之 1 價基等。

【0058】 又，上述 L 之部分構造中，環 A2 表示可含有取代基之含氮芳香族雜環基。作為該含氮芳香族雜環基，可列舉源自 5 或 6 員環之單環或者 2~4 縮合環之基。

【0059】 作為具體例，可列舉源自吡咯環、吡啶環、咪啉環、喹啉環、吡啶環、呋喃環、咪啉環、吡咯并咪啉環、吡咯并吡啶環、吡咯并吡啶環、噻吩并吡咯環、呋喃并吡咯環、噻吩并呋喃環、苯并異喹啉環、苯并異噻啉環、苯并咪啉環、吡啶環、吡嗪環、嗒嗪環、嘧啶環、三嗪環、喹啉環、異喹啉環、喹啉環、啡啶環、苯并咪啉環、吡啶環、喹啉環、喹啉酮環之 1 價基等。

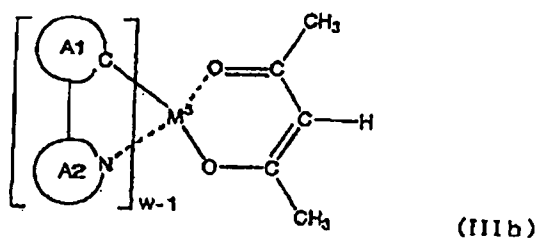
【0060】 作為環 A1 或環 A2 可分別含有之取代基之例，可列舉：鹵素原子、烷基、烯基、烷氧羰基、烷氧基、芳氧基、二烷基胺基、二芳基胺基、咪啉基、醯基、鹵化烷基、氰基、芳香族烴基等。又，式(III)中，雙牙配位子 L' 表示含有以下部分構造之配位子。其中，以下之式中，「Ph」表示苯基。

【0061】

[化 7]

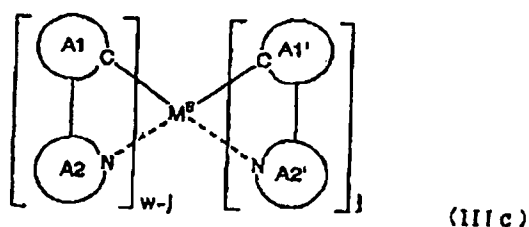
代基之含氮芳香族雜環基)

【0067】 [化 10]



【0068】 (式(IIIb)中， M^5 表示與 M 相同之金屬， w 表示上述金屬之價數，環 $A1$ 表示可含有取代基之芳香族烴基或芳香族雜環基，環 $A2$ 表示可含有取代基之含氮芳香族雜環基)

【0069】 [化 11]



【0070】 (式(IIIc)中， M^6 表示與 M 相同之金屬， w 表示上述金屬之價數， j 表示 0、1 或 2，環 $A1$ 及環 $A1'$ 分別獨立地表示可含有取代基之芳香族烴基或芳香族雜環基，環 $A2$ 及環 $A2'$ 分別獨立地表示可含有取代基之含氮芳香族雜環基)。上述式(IIIa)~(IIIc)中，作為環 $A1$ 及環 $A1'$ 之較佳例，可列舉苯基、聯苯基、萘基、蔥基、噻吩基、呋喃基、苯并噻吩基、苯并呋喃基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基、咪唑基等。

【0071】 上述式(IIIa)~(IIIc)中，作為環 $A2$ 及環 $A2'$ 之較佳例，可列舉吡啶基、嘧啶基、吡嗪基、三嗪基、苯并噻唑基、苯并咪唑、苯并咪唑基、喹啉基、異喹啉基、喹啉基、啡啶基等。作為上述式(IIIa)~(IIIc)所表示之化合物可含有之取代基，可列舉：鹵素原子、烷基、烯基、烷氧羰基、烷氧基、芳氧基、二烷基胺基、二芳基胺基、咪唑基、醯基、鹵化烷基、氰基等。

【0072】 再者，該等取代基可互相連結而形成環。作為具體例，可藉由使環 $A1$ 所含有之取代基與環 $A2$ 所含有之取代基鍵結，或者使環 $A1'$ 所含有之取代基與環 $A2'$ 所含有之取代基鍵結而形成一個縮合

環。作為此種縮合環，可列舉 7,8-苯并喹啉基等。其中，作為環 A1、環 A1'、環 A2 及環 A2'之取代基，更佳可列舉烷基、烷氧基、芳香族烴基、氰基、鹵素原子、鹵化烷基、二芳基胺基、呋唑基。

【0073】 又，作為式(IIIa)~(IIIc)中之 $M^4 \sim M^6$ 之較佳例，可列舉鈥、銻、鈹、銀、銻、鐵、銻、鉑或金。

【0074】 上述式(III)所表示之有機金屬錯合物中，尤佳為配位子 L 及 L'之至少一者具有 2-芳基吡啶系配位子(即 2-芳基吡啶)於其上鍵結任意取代基而成者、及於其上縮合任意基而成者之化合物。又，國際公開第 2005/019373 號所記載之化合物亦可用作發光材料。

【0075】 繼而，對式(IV)所表示之化合物進行說明。式(IV)中， M^7 表示金屬。作為具體例，可列舉作為選自週期表第 7~11 族之金屬之上述金屬。其中較佳可列舉鈥、銻、鈹、銀、銻、鐵、銻、鉑或金，尤佳可列舉鉑、鈹等 2 價金屬。

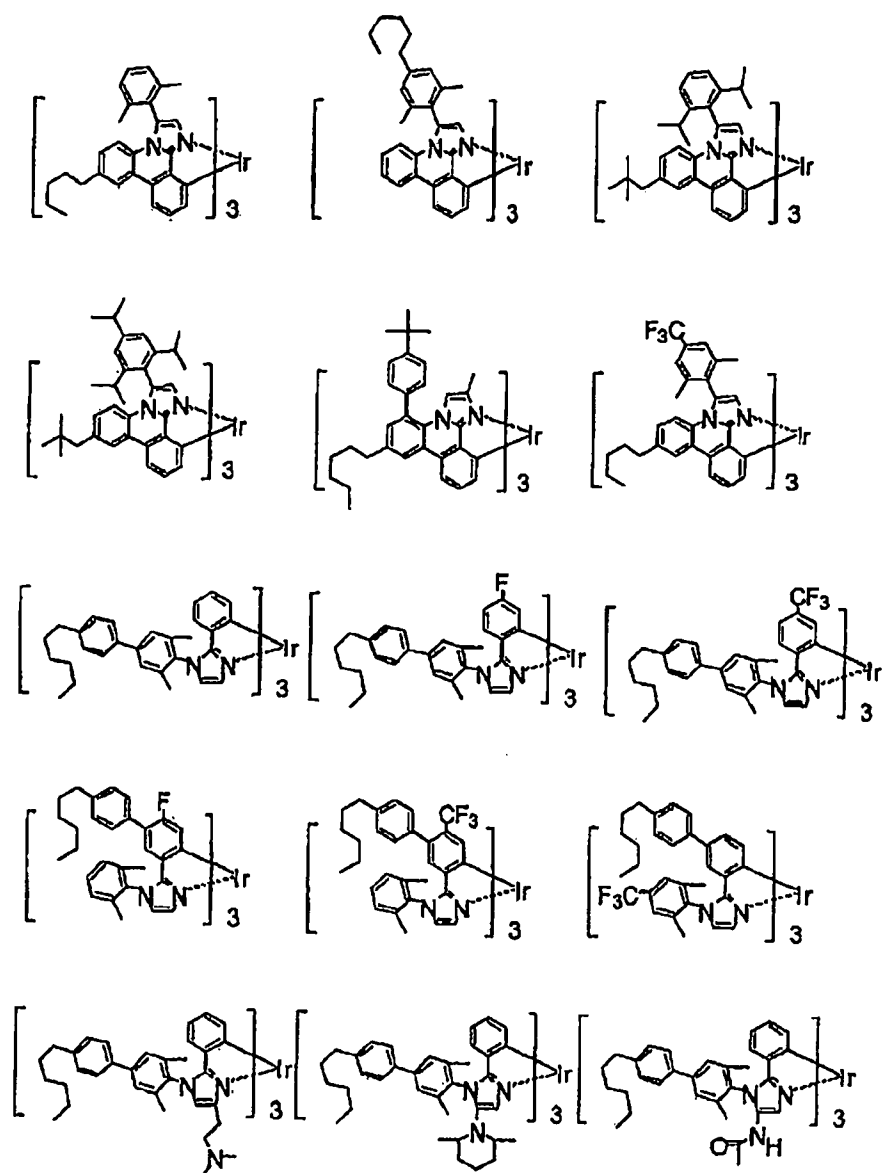
【0076】 又，式(IV)中， R^{92} 及 R^{93} 分別獨立地表示氫原子、鹵素原子、烷基、芳烷基、烯基、氰基、胺基、醯基、烷氧羰基、羧基、烷氧基、烷基胺基、芳烷基胺基、鹵化烷基、羥基、芳氧基、芳香族烴基或芳香族雜環基。

【0077】 進而，於 T 為碳原子之情形時， R^{94} 及 R^{95} 分別獨立地表示與 R^{92} 及 R^{93} 相同之例示物所表示之取代基。又，於 T 為氮原子之情形時， R^{94} 及 R^{95} 不存在。又， $R^{92} \sim R^{95}$ 進而可含有取代基。於含有取代基之情形時，其種類並無特別限制，可以任意基作為取代基。

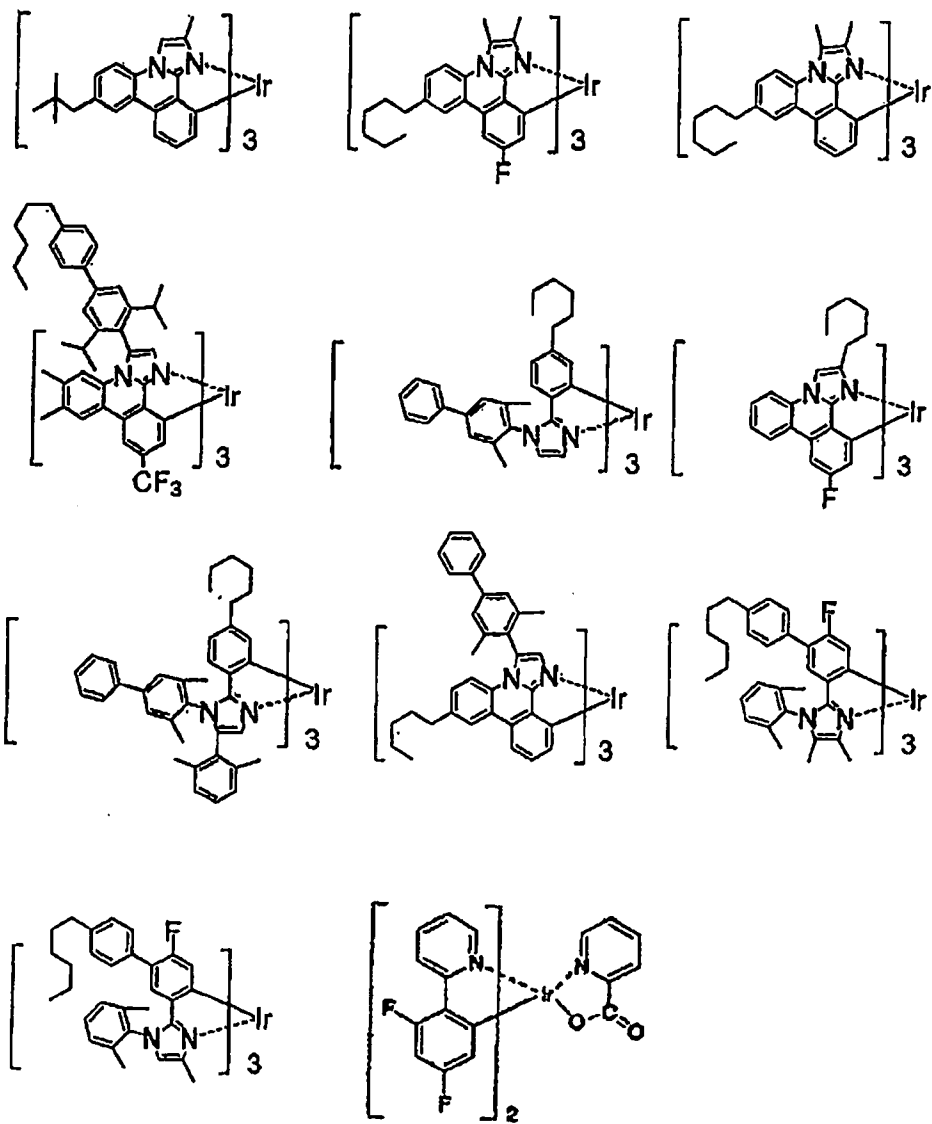
【0078】 進而， $R^{92} \sim R^{95}$ 中任意 2 個以上之基可互相連結而形成環。以下，對磷光發光材料之吸收最大波長所存在之每個波長區域，例示磷光發光材料之具體例。以下之磷光發光材料均可單獨使用一種，或可以任意組合及比例使用兩種以上。再者，以下之式中，「Ph」表示苯基。

【0079】 (1)於 440 nm~500 nm 區域具有吸收最大波長之磷光發光材料(藍)之具體例

【0080】 [化 12]

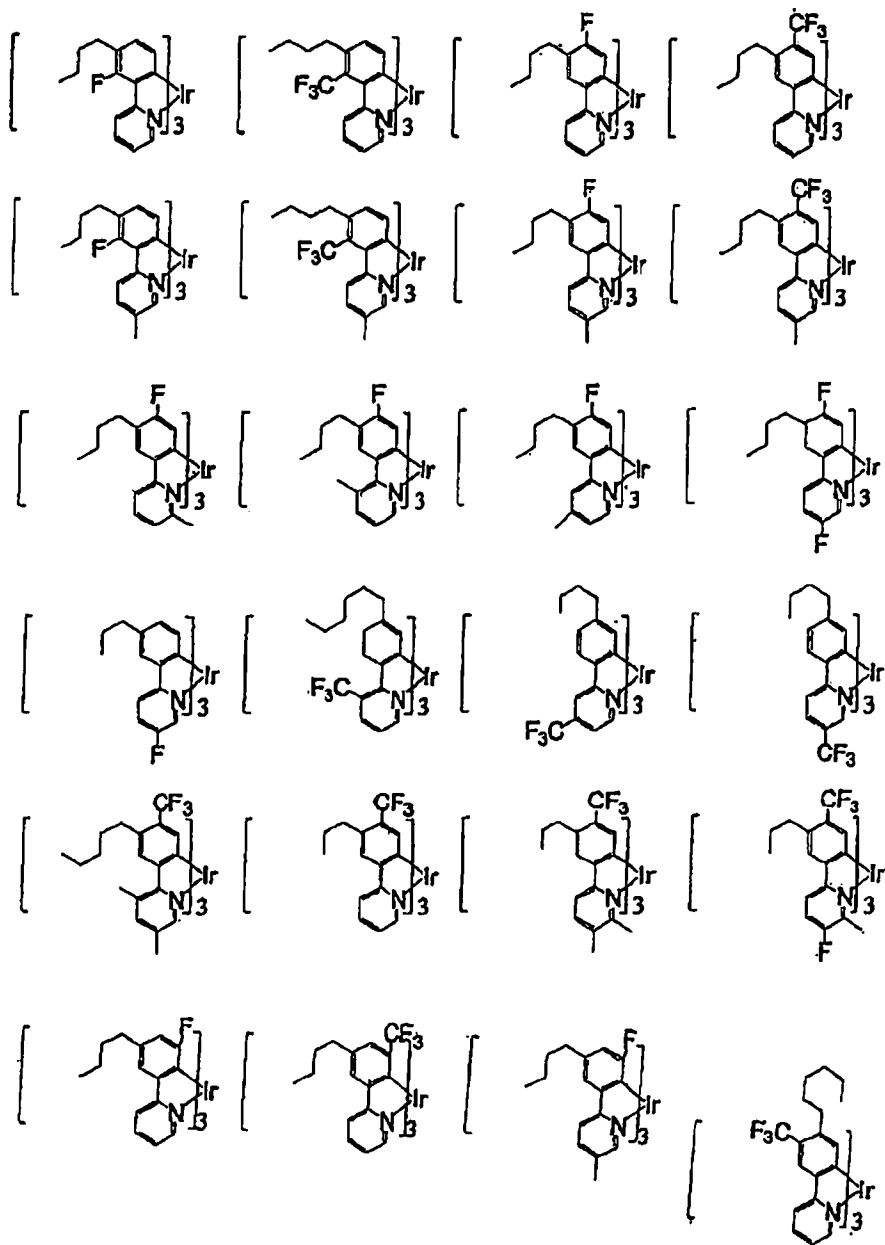


【0081】 [化 13]

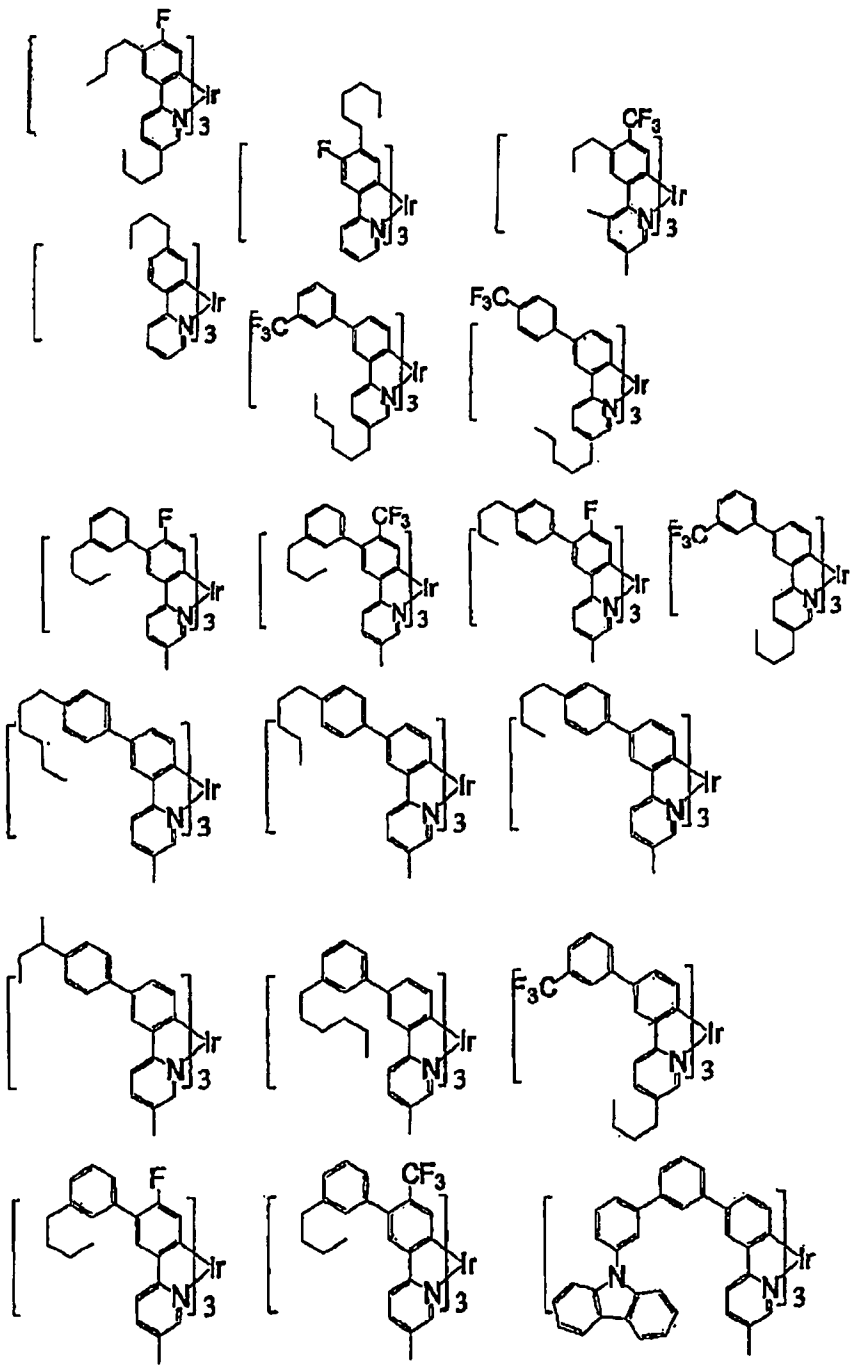


【0082】 (2)於 510~550 nm 區域具有吸收最大波長之磷光發光材料(綠)之具體例

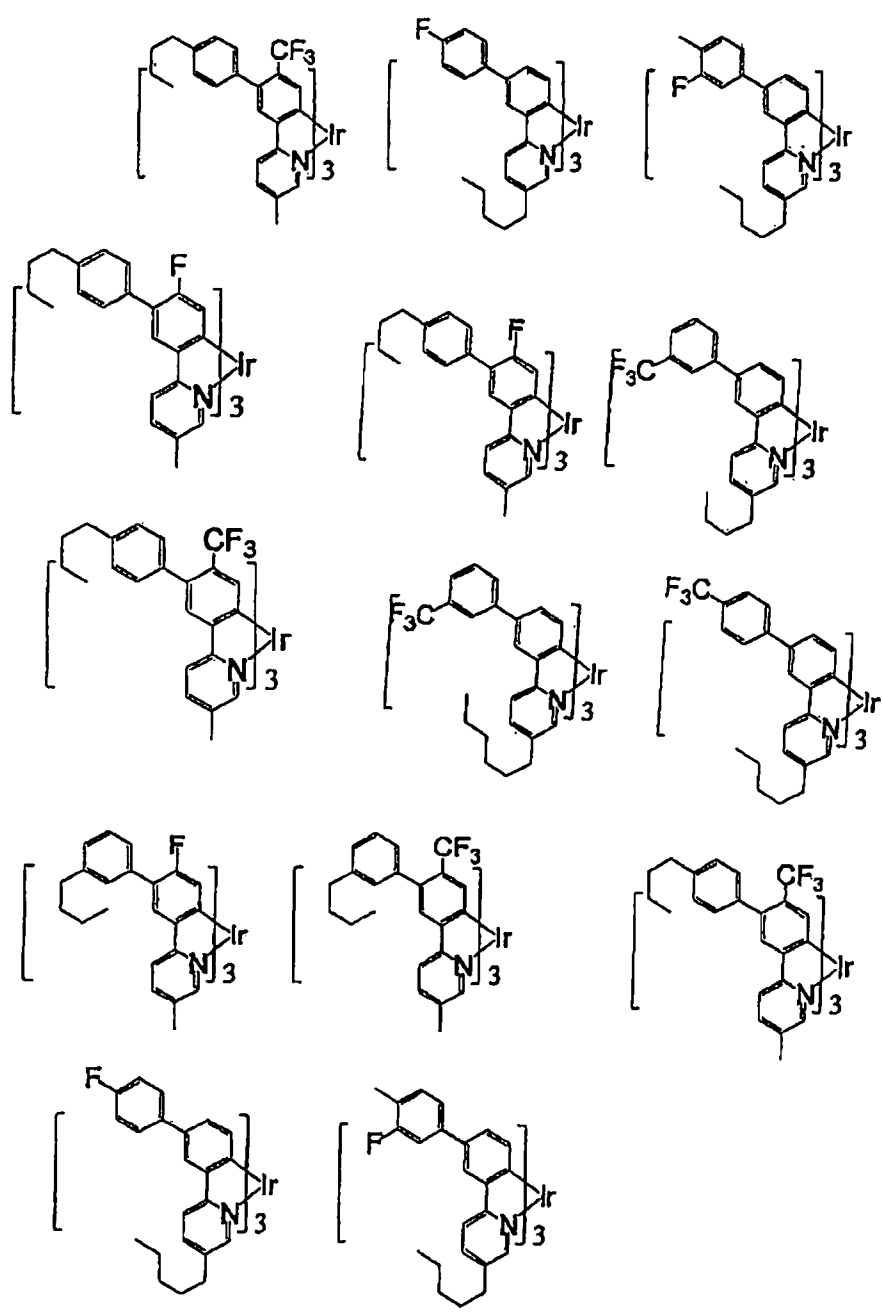
【0083】 [化 14]



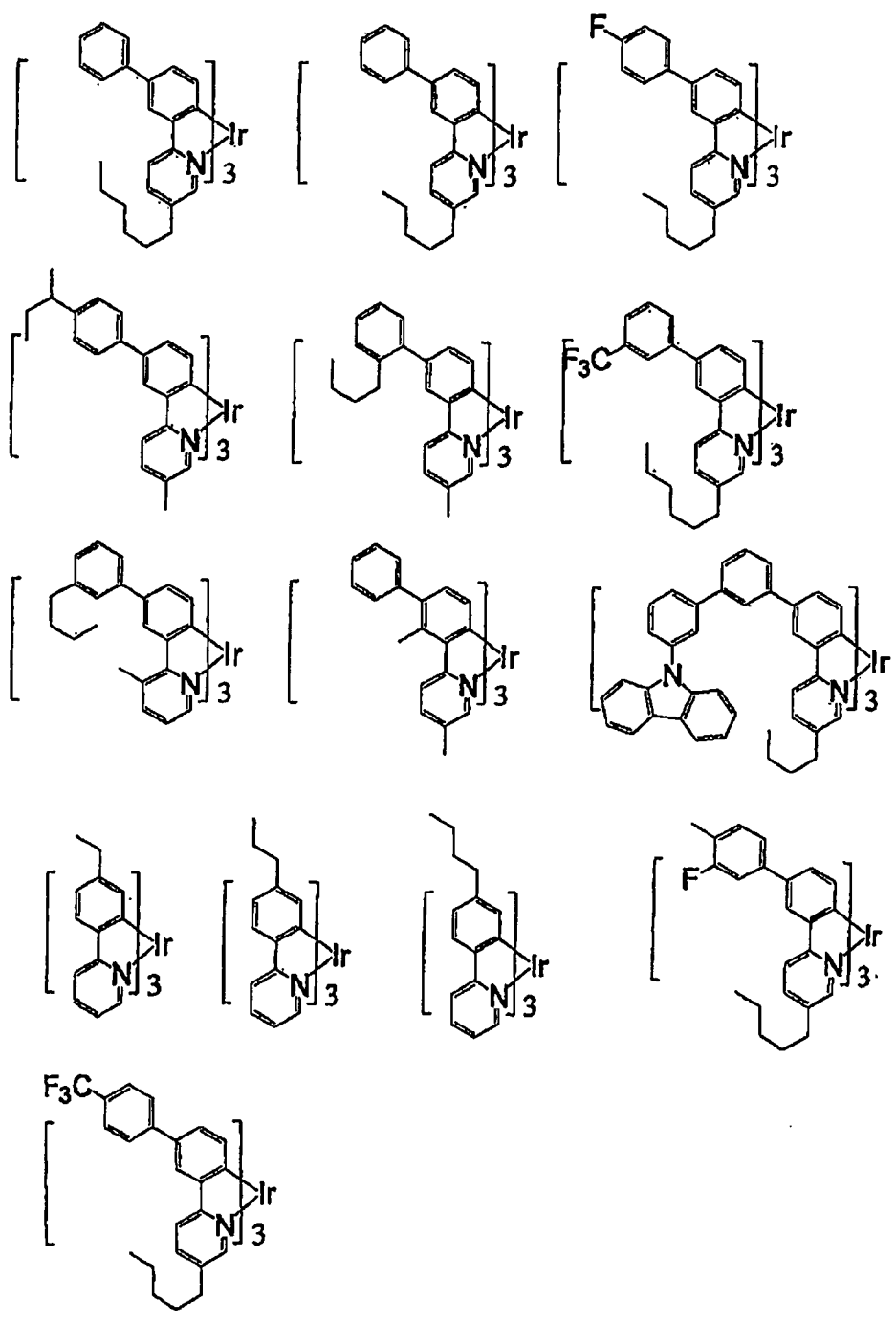
【0084】 [15]



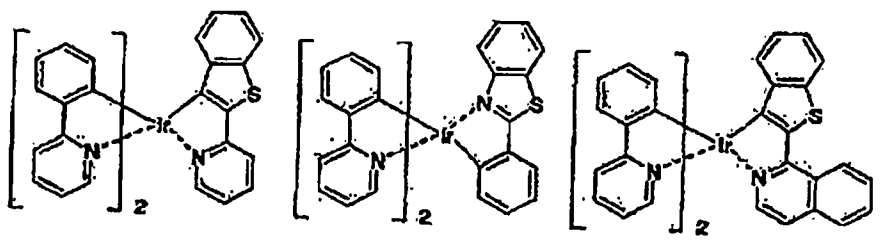
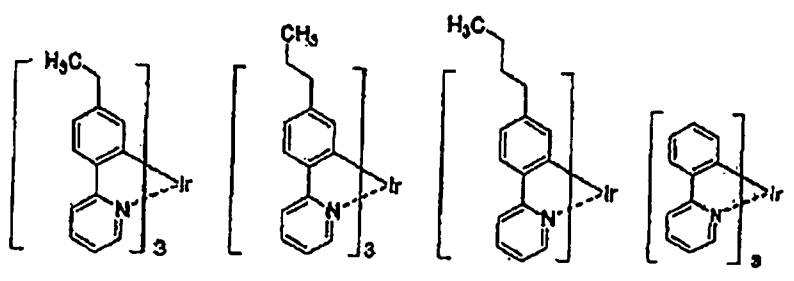
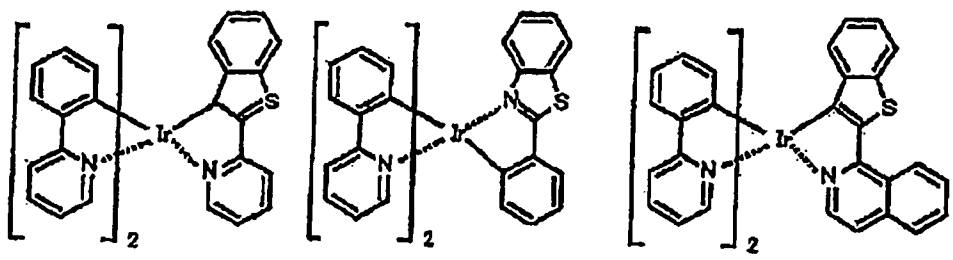
【0085】 [化 16]



【0086】 [化 17]

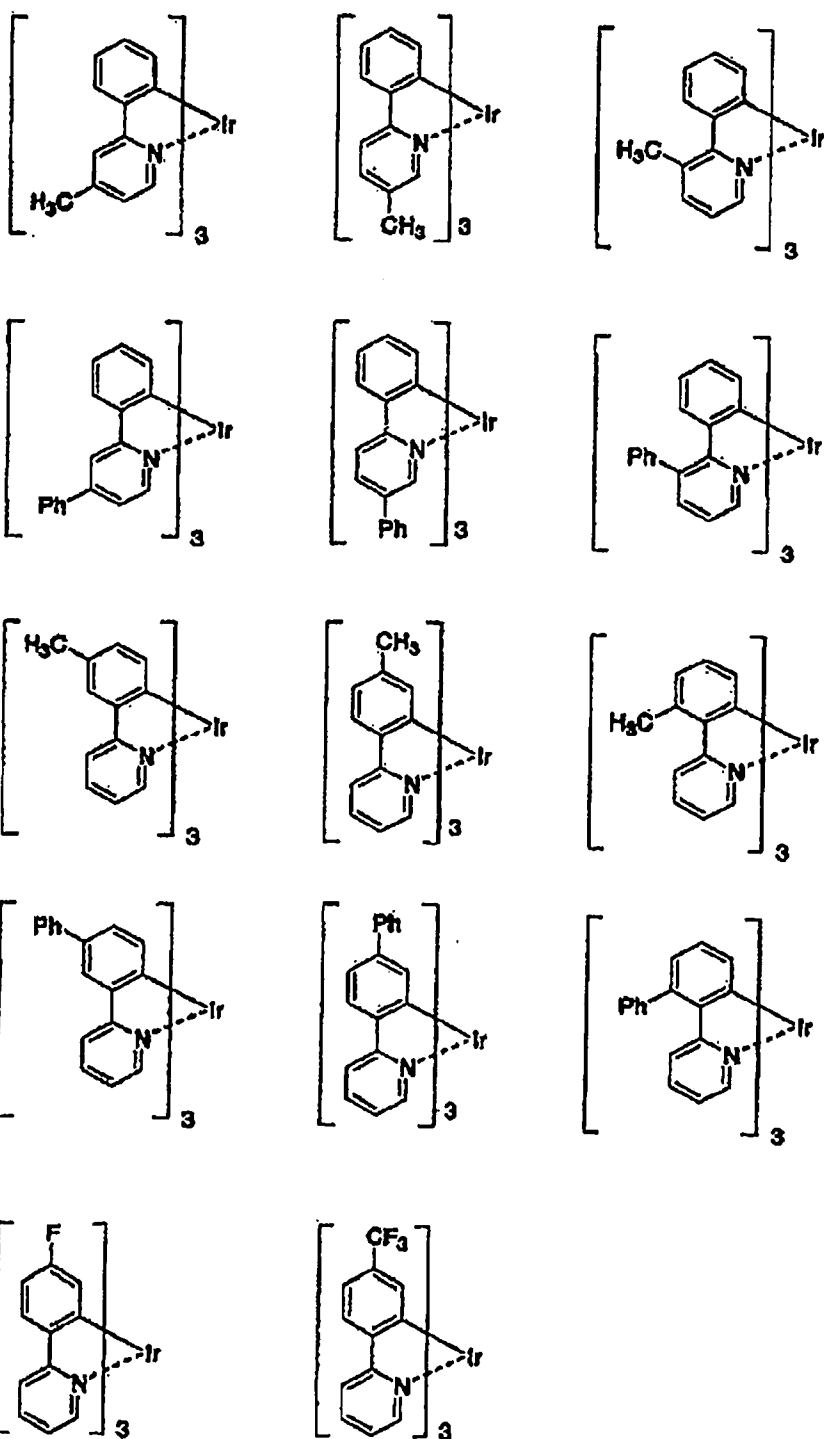


【0087】 [化 18]



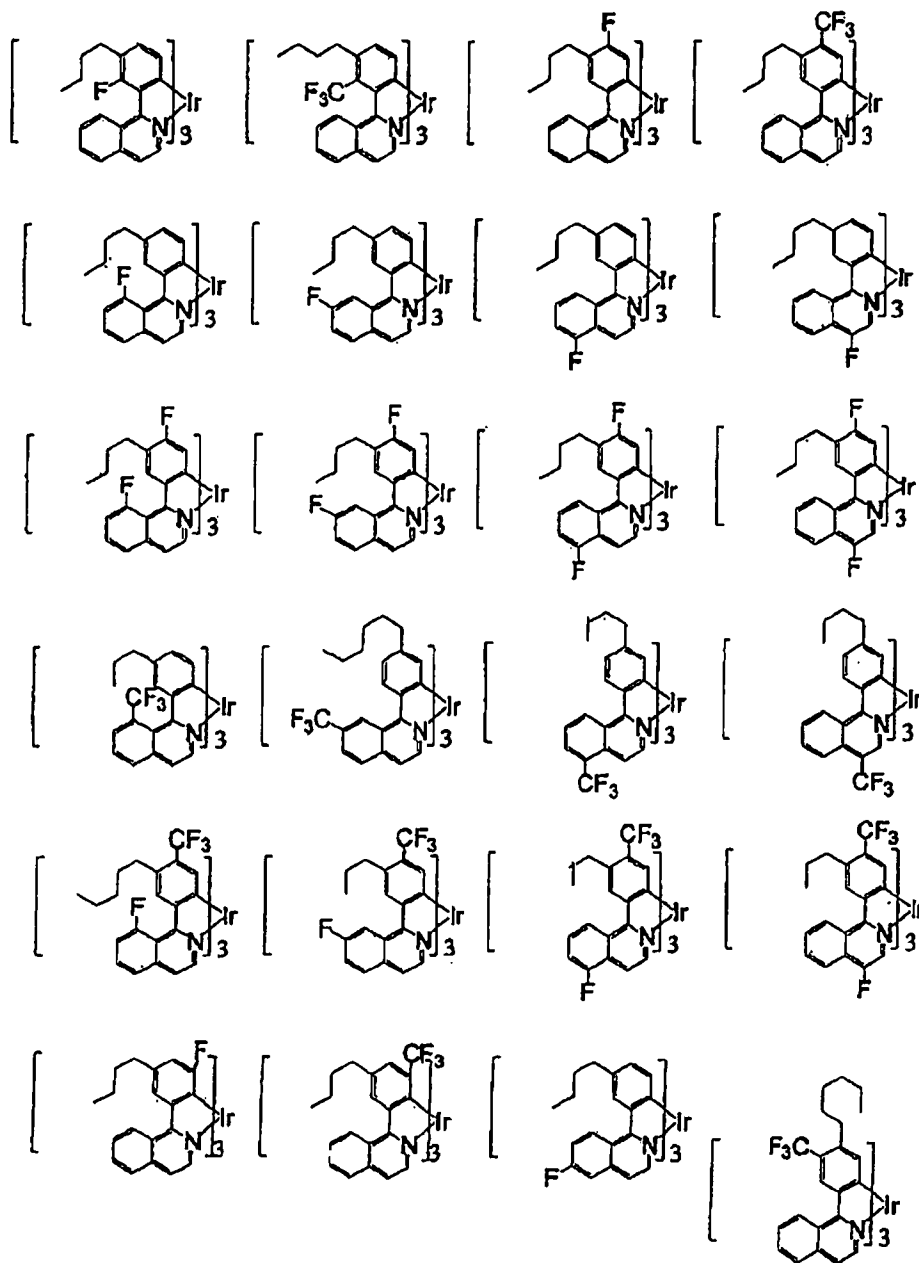
【0088】

[化 19]

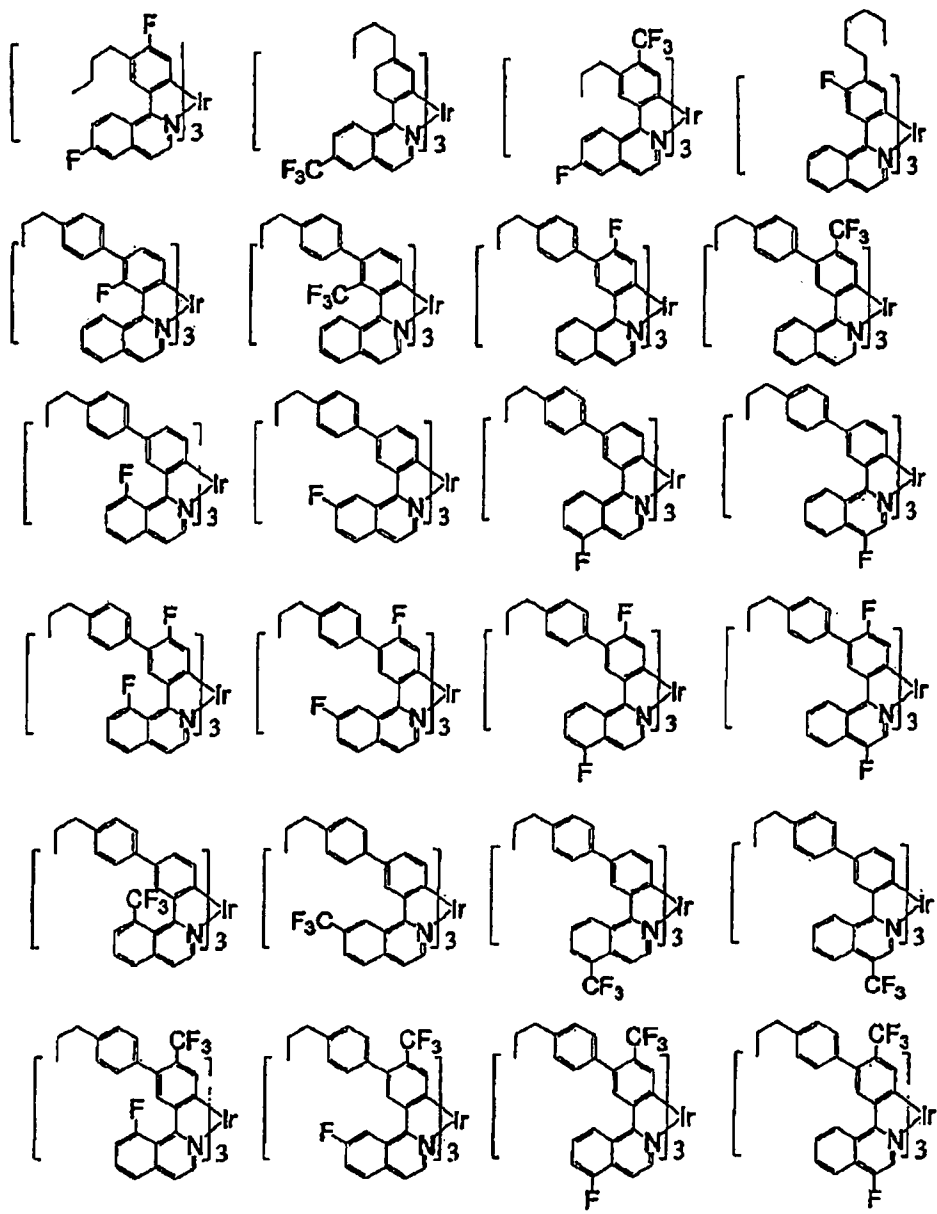


【0089】 (3)於 580~630 nm 區域具有吸收最大波長之磷光發光材料(紅)之具體例

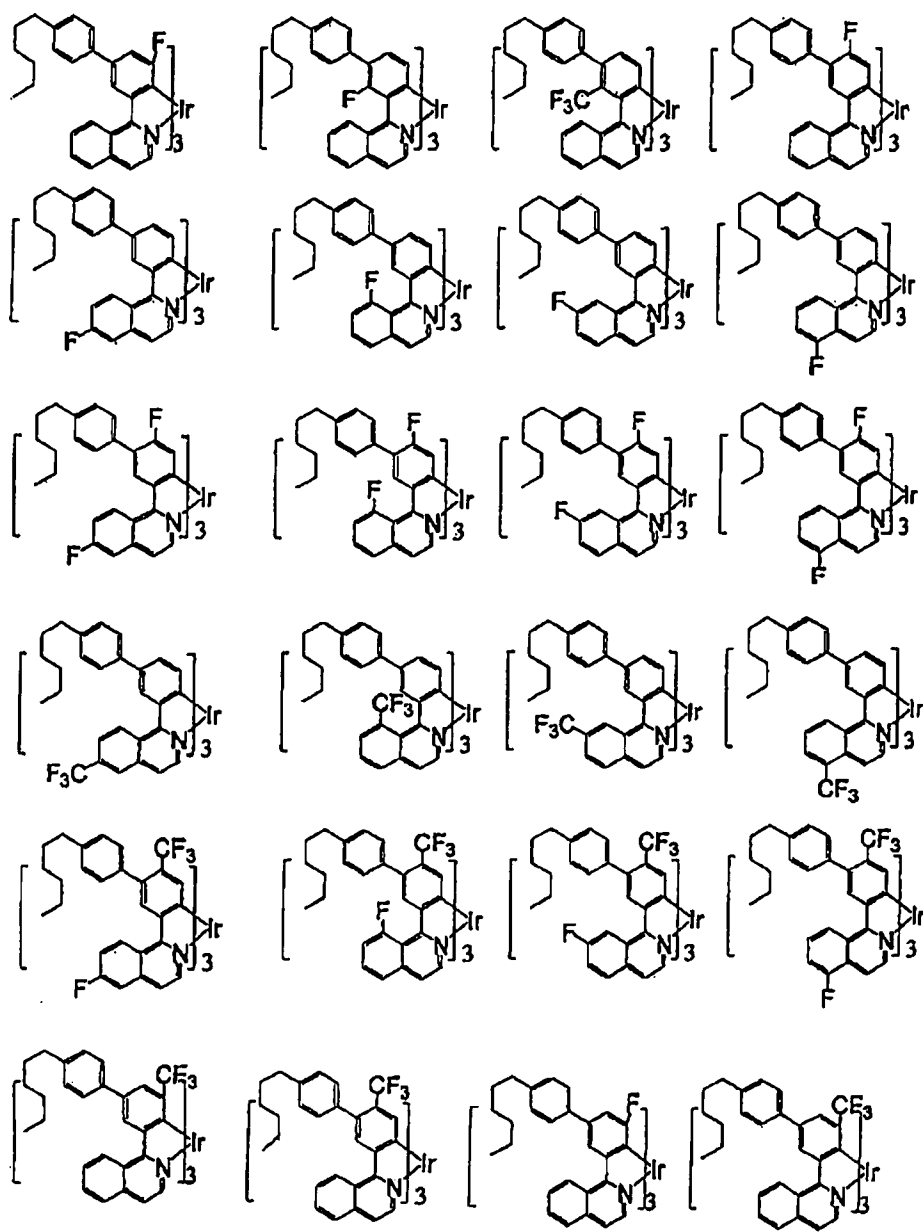
【0090】 [化 20]



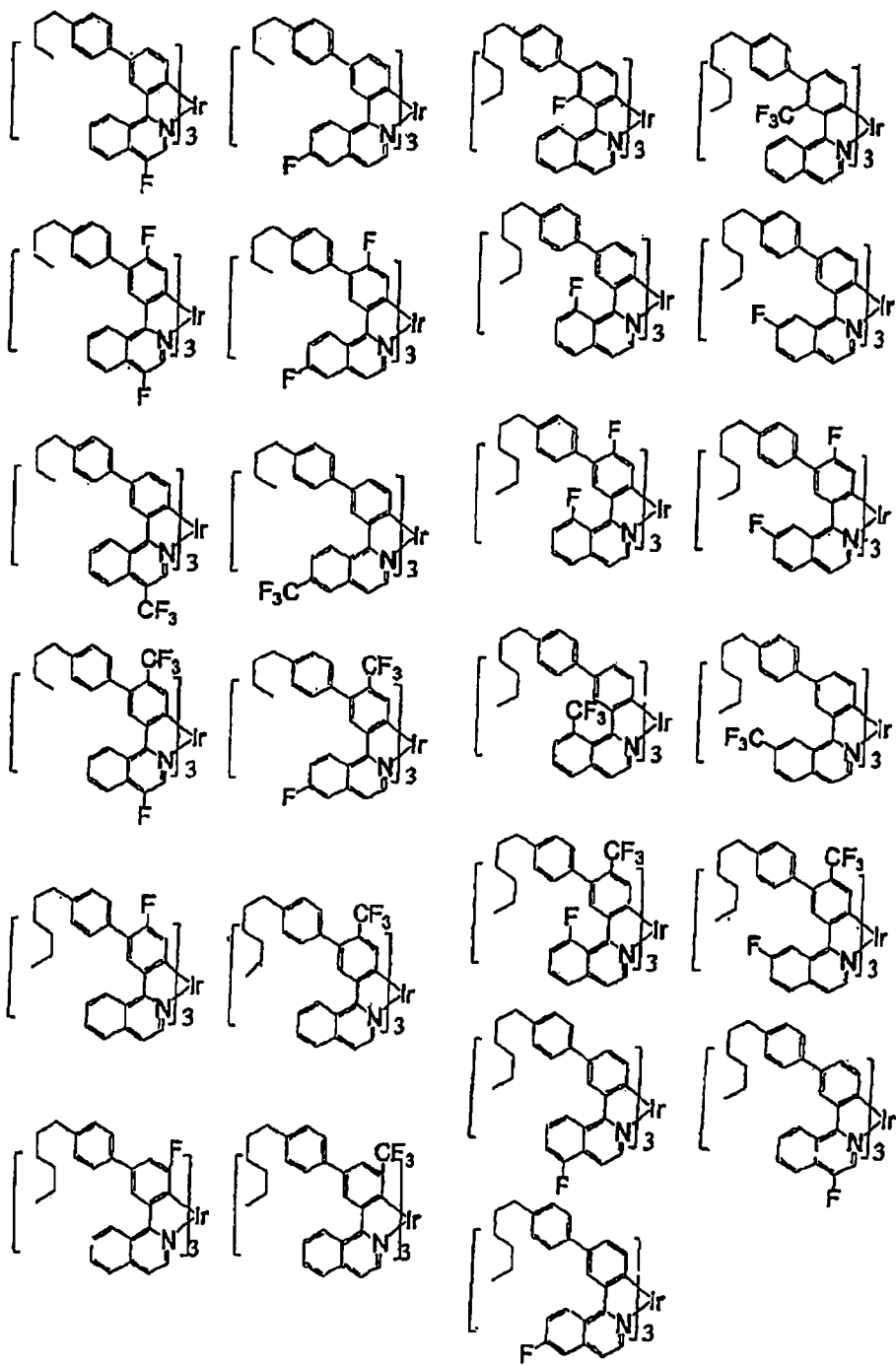
【0091】 [化 21]



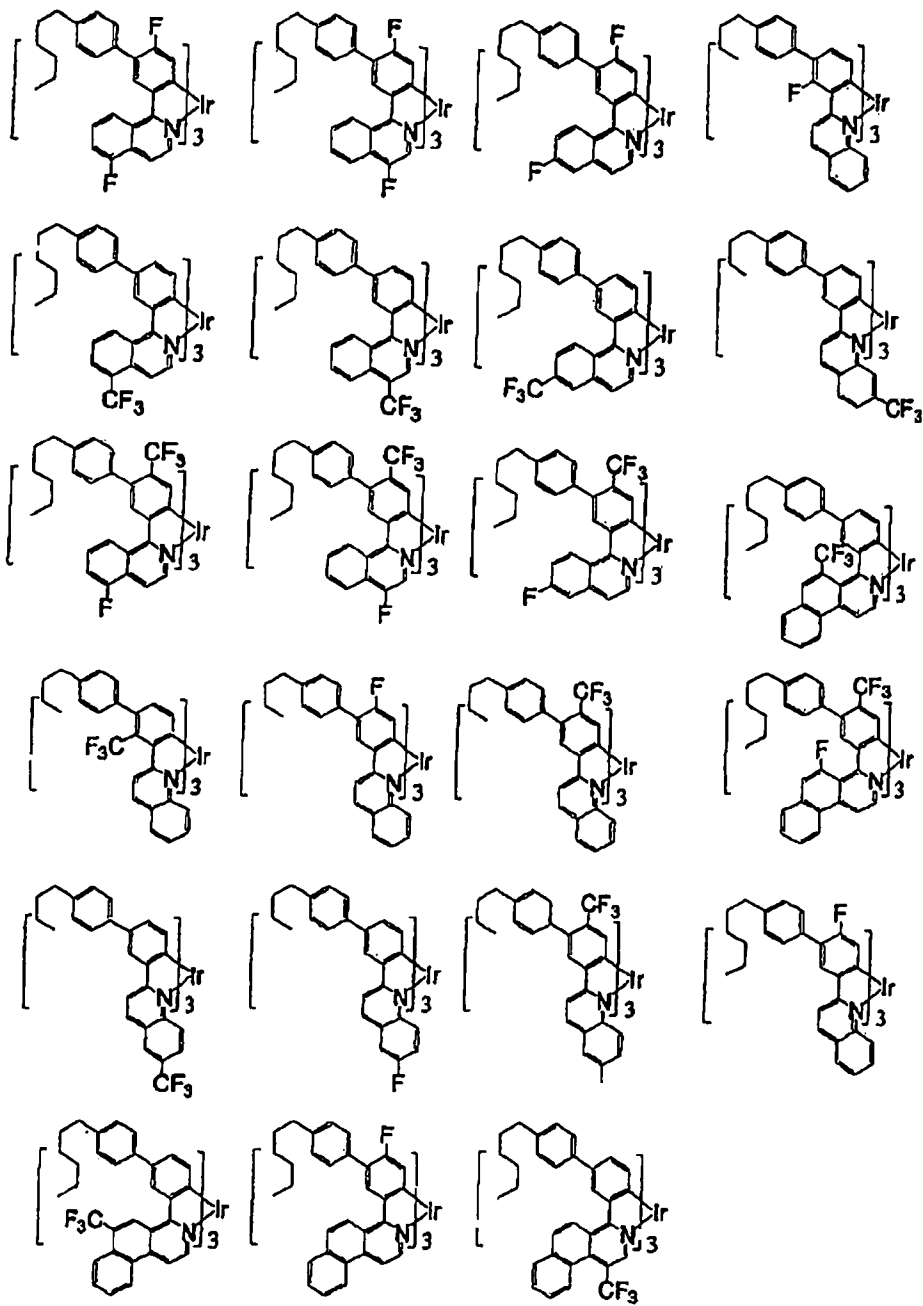
【0092】 [化 22]



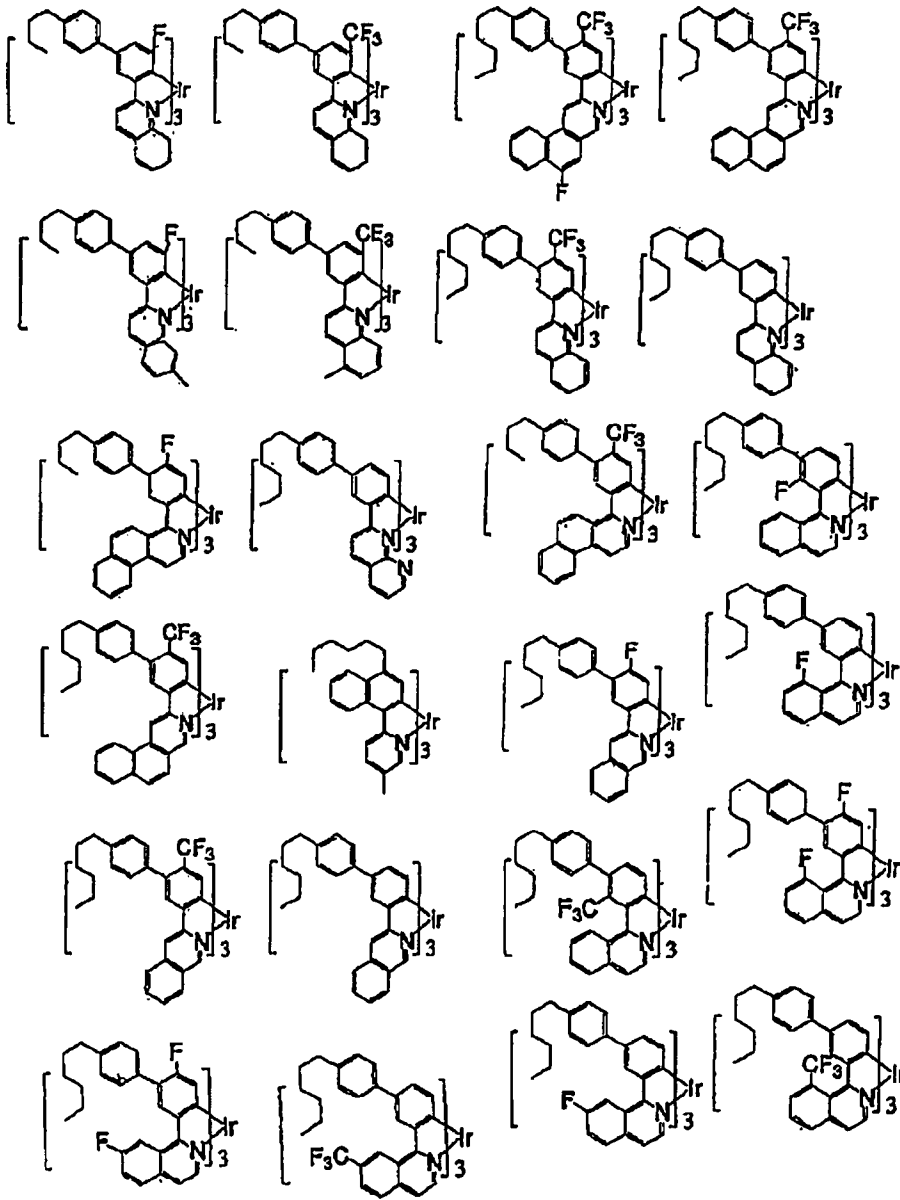
【0093】 [化 23]



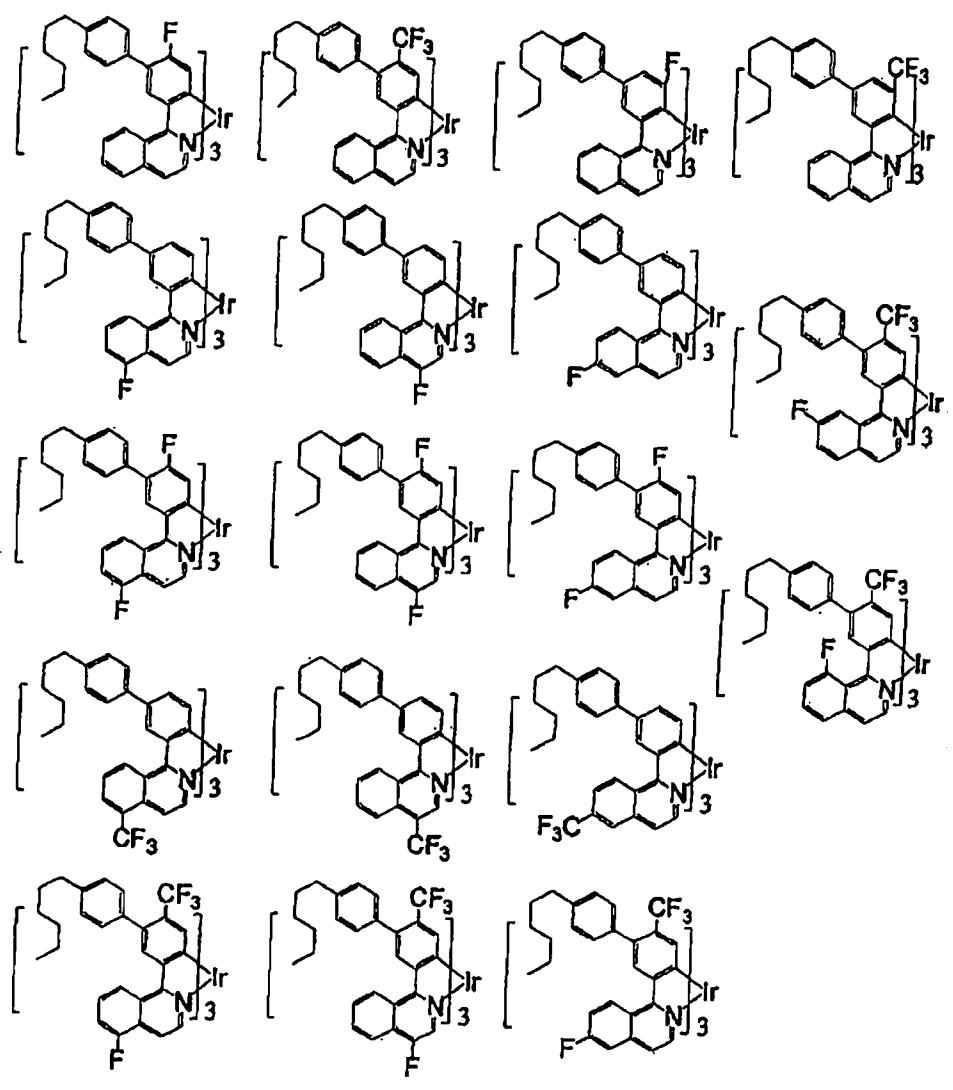
【0094】 [化 24]



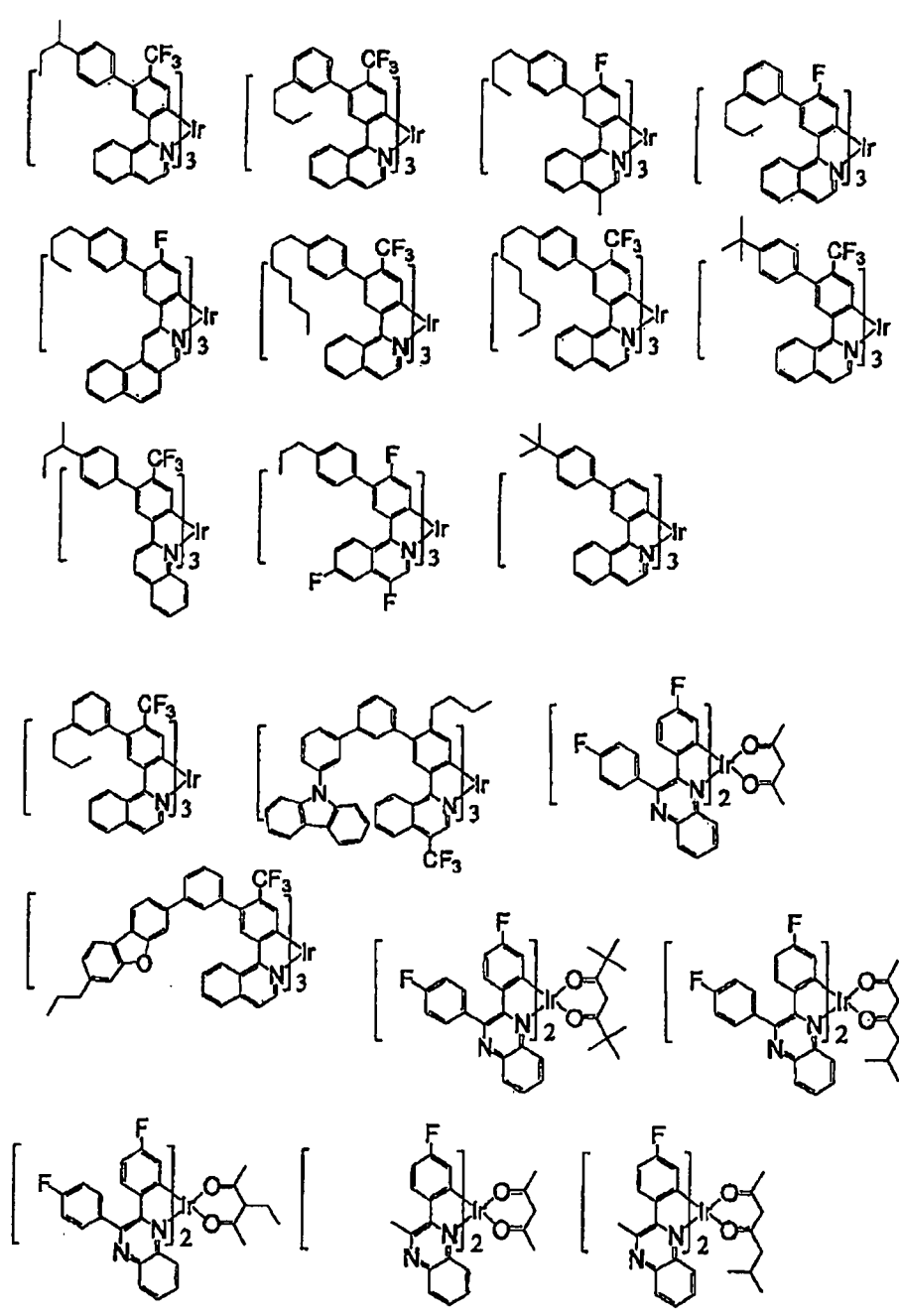
【0095】 [化 25]



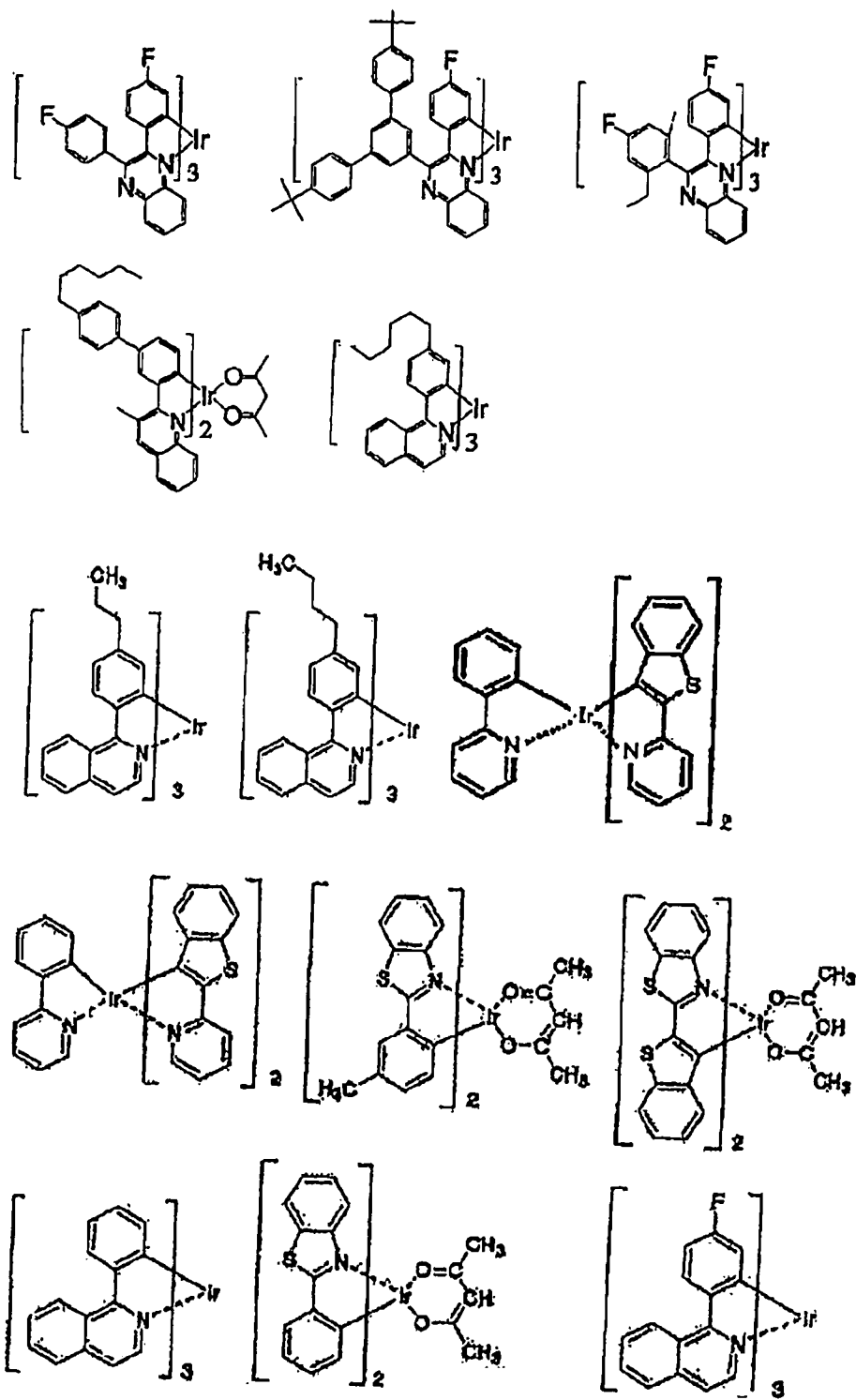
【0096】 [化 26]



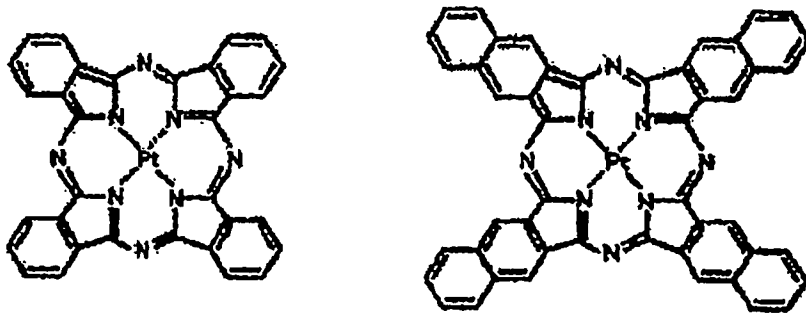
【0097】 [化 27]



【0098】 [化 28]



【0099】 [化 29]



【0100】 {塗佈發光層}

本發明之有機電場發光元件係以第一發光層(發光層中位於陽極側之層)作為塗佈發光層。即，如上所述，磷光發光材料通常分子量較大。於藉由真空蒸鍍程序形成該第一發光層之情形時，藉由蒸鍍飛來之磷光發光材料之分子具有較大之熱能，蒸鍍步驟之最終階段附著於層之最表面之該分子於層表面移動後，該分子彼此凝集而安定化。即認為，與發光層內部相比，磷光發光材料分子之凝集體大量存在於最表層。由於該凝集體成為存在於第一發光層及第二發光層兩者中之激子或電荷之陷阱，故認為其係引起元件之驅動電壓上升或發光效率之降低者。因此，第一發光層較佳為設為塗佈發光層。

【0101】 再者，螢光發光材料之分子量通常不會大於磷光發光材料。因此，認為藉由蒸鍍步驟而飛來/附著於基板上之螢光發光材料之分子所具有之熱能相對較小，即便處於層之最表面亦基本不移動(形成凝集體之機率較低)。

【0102】 於本發明中，所謂「濕式成膜法」，係指旋轉塗佈法、浸漬塗佈法、擠壓式塗佈法、棒式塗佈法、刮刀塗佈法、輥式塗佈法、噴塗法、毛細管塗佈法、噴嘴印刷法、噴墨法、網版印刷法、凹版印刷法、快乾印刷法、套版印刷等使用含有溶劑之油墨進行成膜之方法。就圖案化之容易性方面而言，較佳為噴嘴印刷法、擠壓式塗佈法、輥式塗佈法、噴塗法、噴墨法、凹版印刷法或快乾印刷法，就可獲得均勻之膜質之方面而言，尤佳為噴嘴印刷法、噴墨法、凹版印刷法、快乾印刷法。塗佈發光層係使用含有上述磷光發光材料與低分子量電荷輸送材料、進而含有溶劑之發光層形成用組成物，並藉由上述濕式成

膜法而形成。

【0103】 <溶劑>

溶劑只要為磷光發光材料及下述電荷輸送材料可良好地溶解之溶劑，則並無特別限定。作為溶劑之溶解性，較佳為於常溫、常壓下，分別將磷光發光材料及電荷輸送材料溶解通常 0.01 重量%以上、較佳為 0.05 重量%以上、進而較佳為 0.1 重量%以上。以下，列舉溶劑之具體例，但只要無損本發明之效果，則並不限定於該等。

【0104】 例如可列舉正癸烷、環己烷、乙基環己烷、十氫萘、雙環己烷等烷烴類；甲苯、二甲苯、1,3,5-三甲基苯、環己基苯、四氫萘等芳香族烴類；氯苯、二氯苯、三氯苯等鹵化芳香族烴類；1,2-二甲氧基苯、1,3-二甲氧基苯、大茴香醚、苯基乙基苯、2-甲氧基甲苯、3-甲氧基甲苯、4-甲氧基甲苯、2,3-二甲基大茴香醚、2,4-二甲基大茴香醚、二苯醚等芳香族醚類；乙酸苯酯、丙酸苯酯、苯甲酸甲酯、苯甲酸乙酯、苯甲酸丙酯、苯甲酸正丁酯等芳香族酯類；環己酮、環辛酮、葑酮等脂環族酮類；環己醇、環辛醇等脂環族醇類；甲基乙基酮、二丁基酮等脂肪族酮類；丁醇、己醇等脂肪族醇類；乙二醇二甲醚、乙二醇二乙醚、丙二醇-1-單甲醚乙酸酯(PGMEA)等脂肪族醚類等。

【0105】 其中較佳為烷烴類或芳香族烴類。該等溶劑可單獨使用一種，或可以任意組合及比例使用兩種以上。又，為了獲得更均勻之膜，較佳為以適當之速度使溶劑自剛成膜後之液膜蒸發。因此，溶劑之沸點通常為 80℃ 以上，較佳為 100℃ 以上，更佳為 120℃ 以上，又，通常為 270℃ 以下，較佳為 250℃ 以下，更佳為沸點為 230℃ 以下。

【0106】 溶劑之使用量只要不明顯損害本發明之效果，則可為任意，相對於發光層形成用組成物 100 重量份而言，較佳為 10 重量份以上，更佳為 50 重量份以上，尤佳為 80 重量份以上，又，較佳為 99.95 重量份以下，更佳為 99.9 重量份以下，尤佳為 99.8 重量份以下。若發光層形成用組成物中之溶劑之含量低於上述下限，則黏性變得過高，存在成膜加工性降低之可能性。另一方面，若高於上述上限，則成膜

後，除去溶劑而得之膜之厚度變得無法獲得，有成膜變困難之傾向。再者，於發光層形成用組成物中混合使用 2 種以上溶劑之情形時，使該等溶劑之合計滿足該範圍。

【0107】 <發光材料>

於本發明中，塗佈發光層較佳為於 440~500 nm 區域、510~550 nm 區域、及 580~630 nm 區域中之至少 2 個區域具有最大發光波長之層。因此，塗佈發光層尤佳為含有於 440~500 nm 區域具有最大發光波長之藍色發光材料、於 510~550 nm 區域具有最大發光波長之綠色發光材料及於 580~630 nm 區域具有最大發光波長之紅色發光材料中之 2 種以上，尤其是含有於 510~550 nm 區域具有最大發光波長之綠色發光材料及於 580~630 nm 區域具有最大發光波長之紅色發光材料。

【0108】 如上所述，就獲得較高之發光效率之方面而言，塗佈發光層係含有磷光發光材料者，尤佳為塗佈發光層含有紅色磷光發光材料及綠色磷光發光材料中之至少一者。其原因在於，藉由將含有能隙較窄之紅色發光材料或綠色發光材料之層配置於陽極側，而抑制自能隙較寬之藍色發光材料向與發光層之陽極側鄰接之層(例如電洞輸送層)的能量轉移。

【0109】 本發明中之發光層形成用組成物含有發光材料通常 0.01 重量%以上，較佳為 0.05 重量%以上，進而較佳為 0.1 重量%以上，又，通常為 20 重量%以下，較佳為 10 重量%以下，進而較佳為 5 重量%以下。

【0110】 <電荷輸送材料>

本發明所使用之發光層形成用組成物進而含有電荷輸送材料。即，於塗佈發光層中含有電荷輸送材料。

所謂電荷輸送材料，係具有電洞輸送性或電子輸送性等電荷輸送性之化合物，且係由單一分子量所規定之化合物。本發明之發光層較佳為含有發光材料作為摻雜劑材料，含有電荷輸送材料作為主體材料。電荷輸送材料只要為先前有機電場發光元件之發光層所使用之低分子量化合物即可，尤佳為用作發光層之主體材料之化合物。

【0111】 作為電荷輸送材料，具體而言，可列舉芳香族胺系化合物、酞青系化合物、卟啉系化合物、寡聚噻吩系化合物、聚噻吩系化合物、苜基苜基系化合物、利用苜基連結 3 級胺之化合物、脲系化合物、矽氮烷系化合物、矽烷胺系化合物、磷胺系化合物、喹吡酮系化合物、蔥系化合物、芘系化合物、呋啶系化合物、吡啶系化合物、苯乙炔系化合物、啡啉系化合物、噁二唑系化合物、矽茂(silole)系化合物等。又，電荷輸送材料大體分為電洞輸送性化合物與電子輸送性化合物。

【0112】 (電洞輸送性化合物)

於塗佈發光層中可含有電洞輸送性化合物作為其構成材料。此處，電洞輸送性化合物中，作為低分子量之電洞輸送性化合物之例，例如可列舉以 4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苜基胺基]聯苜為代表之含有 2 個以上 3 級胺、2 個以上之縮合芳香族環取代在氮原子上之芳香族二胺(日本專利特開平 5-234681 號公報)、4,4',4"-三(1-萘基苜基胺基)三苜胺等具有星射構造之芳香族胺化合物(Journal of Luminescence, 1997 年, Vol.72-74, pp.985)、由三苜胺之四聚體所構成之芳香族胺化合物(Chemical Communications, 1996 年, pp.2175)、2,2',7,7'-四(二苜基胺基)-9,9'-螺聯苜等螺環化合物(Synthetic Metals, 1997 年, Vol.91, pp.209)等。再者，於塗佈發光層中，電洞輸送性化合物可僅使用一種，亦可以任意組合及比例併用兩種以上。

【0113】 (電子輸送性化合物)

於塗佈發光層中可含有電子輸送性化合物作為其構成材料。此處，電子輸送性化合物中，作為低分子量之電子輸送性化合物之例，可列舉 2,5-雙(1-萘基)-1,3,4-噁二唑(BND)、2,5-雙(6'-(2',2"-聯吡啶))-1,1-二甲基-3,4-二苜基矽茂(PyPySPyPy)、4,7-二苜基-1,10-啡啉(BPhen)、2,9-二甲基-4,7-二苜基-1,10-啡啉(BCP、浴銅靈)、2-(4-聯苜基)-5-(對第三丁基苜基)-1,3,4-噁二唑(tBu-PBD)、4,4'-雙(9-呋啶)-聯苜(CBP)等。

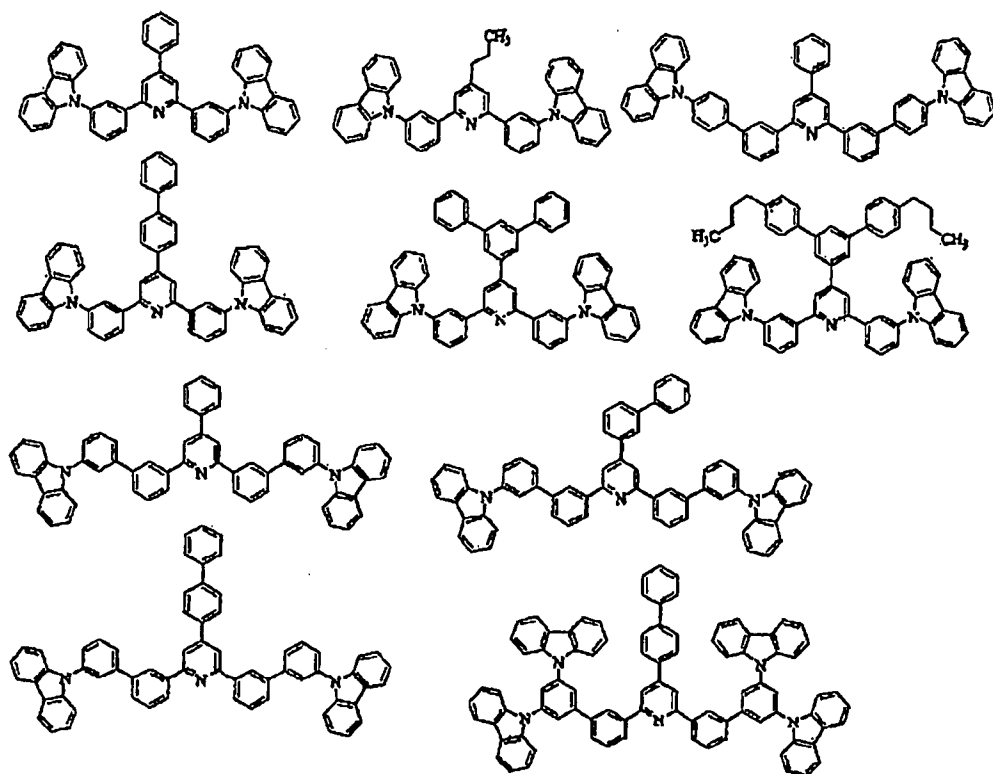
【0114】 再者，於塗佈發光層中，電子輸送性化合物可僅使用一

種，亦可以任意組合及比例併用兩種以上。再者，上述電荷輸送材料均可僅使用一種，亦可以任意組合及比例併用兩種以上。尤其是於組合 2 種以上時，較佳為併用上述電洞輸送性化合物與電子輸送性化合物。

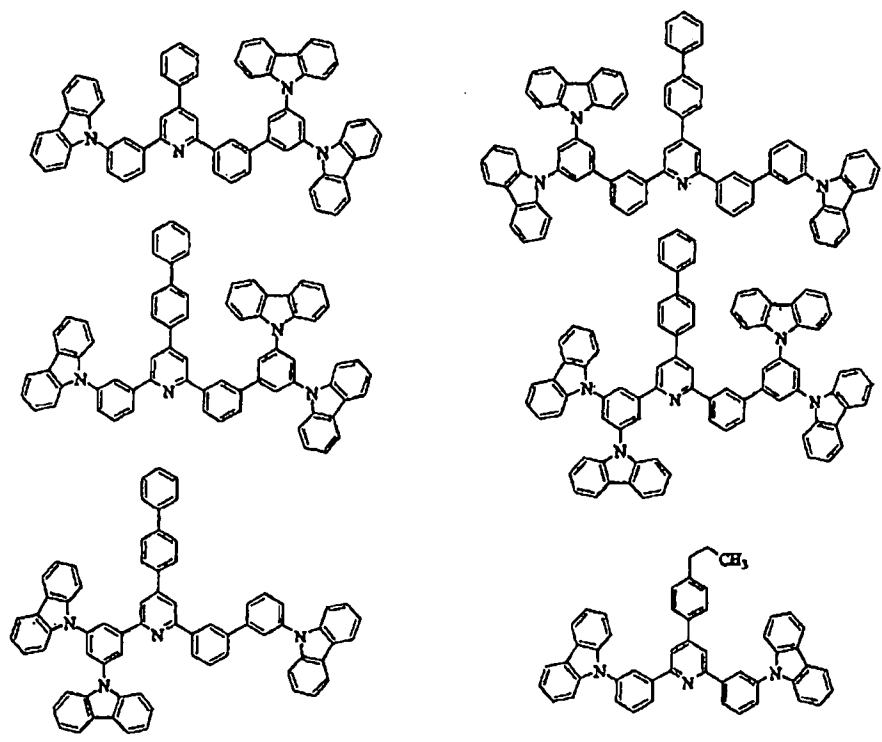
【0115】 尤其於塗佈發光層中含有紅色磷光發光材料及綠色發光材料之情形時，作為電荷輸送材料，可列舉芳香族胺系化合物、利用萸基連結 3 級胺之化合物、咪唑系化合物、吡啶系化合物、矽茂系化合物。

【0116】 以下，列舉適於本發明之電荷輸送材料之具體例，但本發明並不受以下任意者所限定。

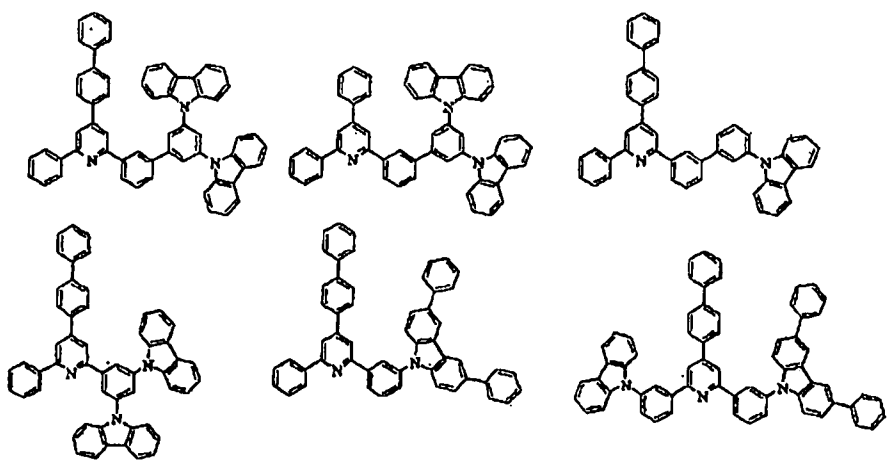
【0117】 [化 30]



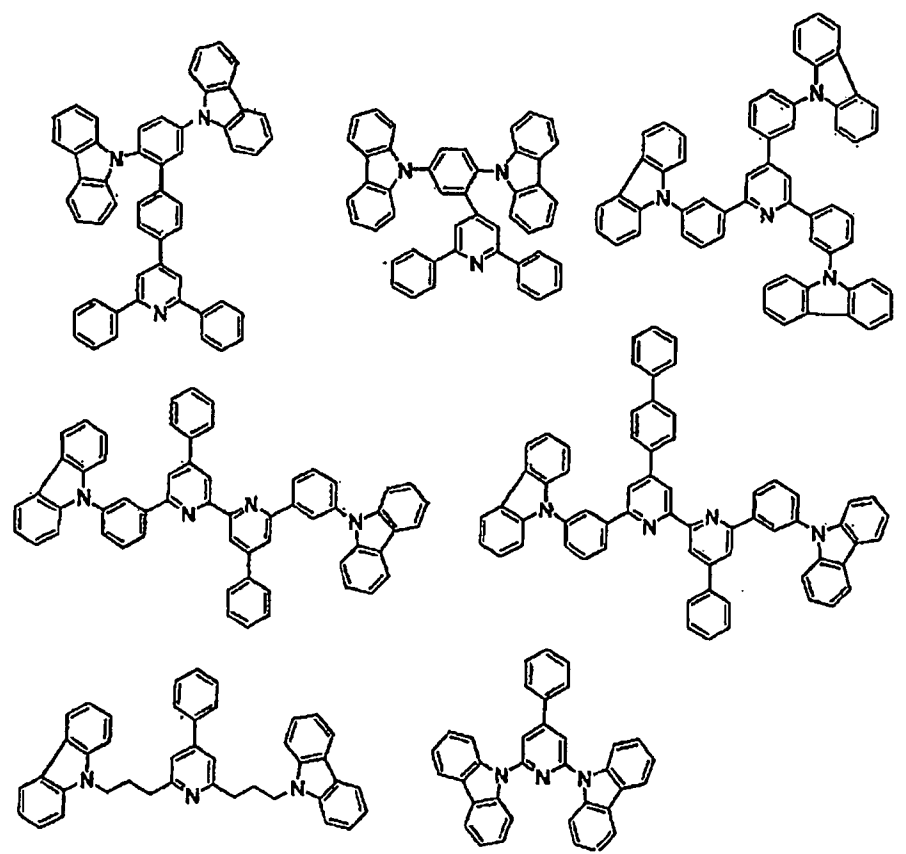
【0118】 [化 31]



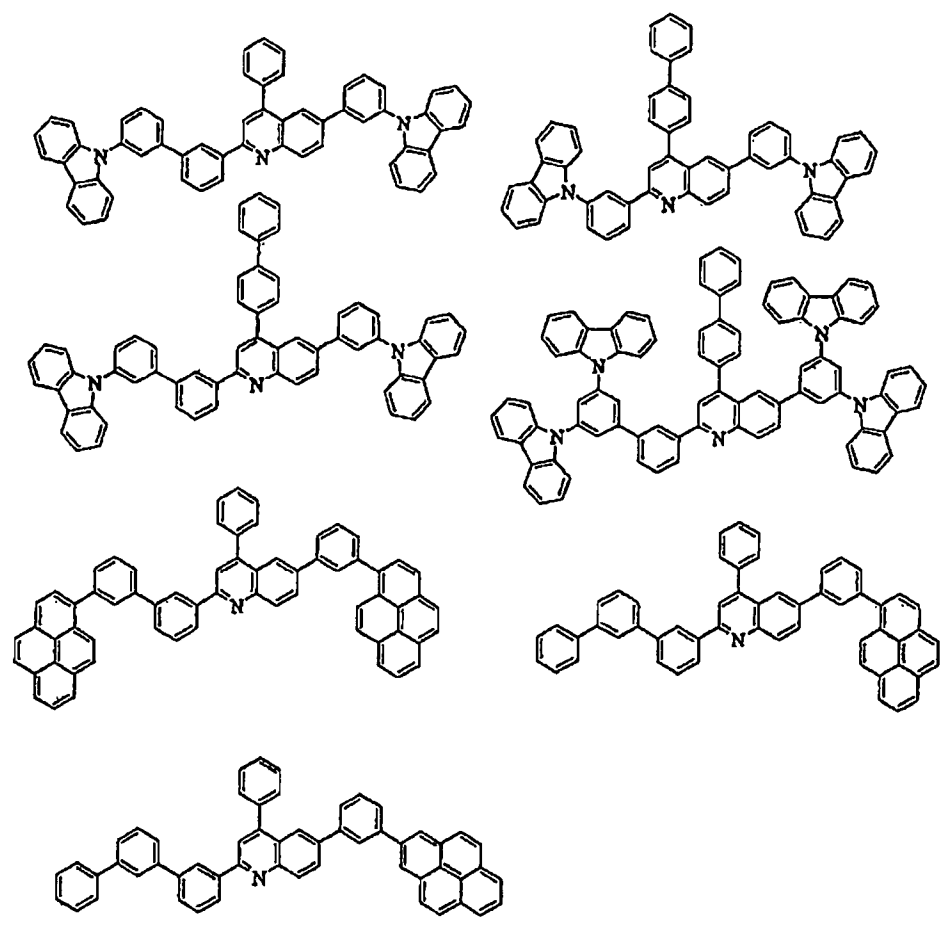
【0119】 [化 32]



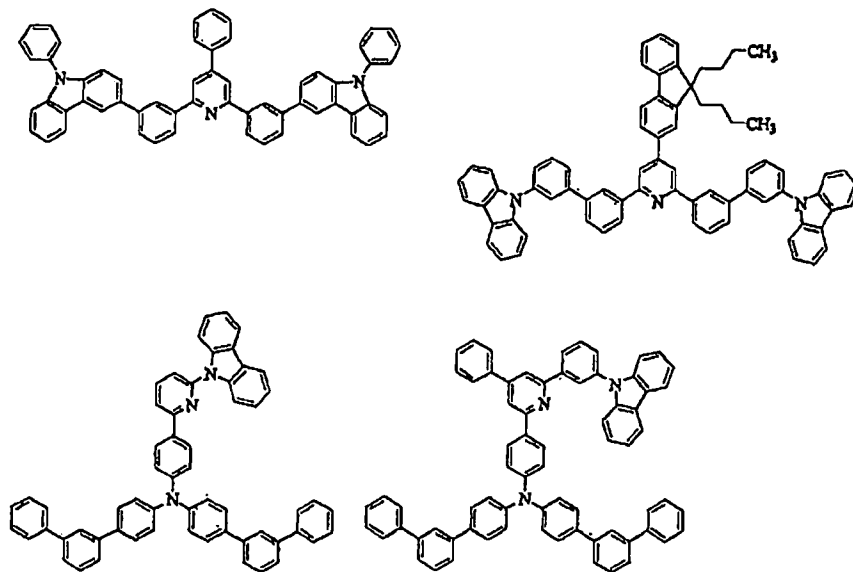
【0120】 [化 33]



【0121】 [化 34]



【0122】 [化 35]



【0123】 本發明之發光層形成用組成物含有電荷輸送材料通常 0.1 重量%以上，較佳為 0.5 重量%以上，進而較佳為 1 重量%以上，又，通常為 20 重量%以下，較佳為 10 重量%以下，進而較佳為 5 重量%以下。又，發光層形成用組成物中之發光材料與電荷輸送材料之含量比(發光材料/電荷輸送材料)通常為 0.01 以上，較佳為 0.03 以上，且通常為 0.5 以下，較佳為 0.2 以下。

【0124】 <其他成分>

本發明之發光層形成用組成物只要不明顯損害本發明之效果，則可進而含有下述之源自電洞輸送層或電洞注入層之成分、調平劑、消泡劑、增黏劑等塗佈性改良劑、電子接受性化合物或電子供應性化合物等電荷輸送助劑、黏合劑樹脂等。再者，該等其他成分可僅使用一種，亦可以任意組合及比例併用兩種以上。

【0125】 又，就不顯著地阻礙所形成之薄膜(塗佈發光層)之電荷移動、不阻礙發光材料之發光、不降低薄膜之膜質等觀點而言，該等其他成分之含量於塗佈發光層中之含量通常為 5 重量%以下，較佳為 1 重量%以下，更佳為 0.5 重量%以下，尤佳為 0 重量%(不含有)。再者，就本發明之效果之觀點而言，較佳為不僅發光層形成用組成物中所含之發光材料及電荷輸送材料，而且塗佈發光層中所含之全部材料為低

分子化合物。

【0126】 {蒸鍍發光層}

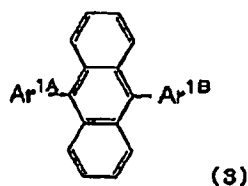
本發明之有機電場發光元件係以第二發光層(發光層中自陽極側起介隔第一發光層而形成之層)作為蒸鍍發光層。本發明中，所謂「真空蒸鍍法」，係指於真空下使化合物蒸發而形成層之方法。

【0127】 作為該真空度，為了防止對真空蒸鍍機內之殘存氣體分子之碰撞，並降低蒸鍍材料之蒸發溫度而使蒸發變得容易，通常為 10^{-2} Pa 以下且 10^{-6} 以上，較佳為 10^{-3} Pa 以下且 10^{-5} 以上。於本發明中，就蒸鍍之容易性之觀點而言，將蒸鍍發光層設為含有螢光發光材料之層。又，蒸鍍發光層尤佳為至少含有於 440~500 nm 區域具有最大發光波長之藍色發光材料。

【0128】 <電荷輸送材料>

本發明之蒸鍍發光層除了發光材料以外，通常含有電荷輸送材料。蒸鍍發光層中所含有之電荷輸送材料只要無損本發明之效果，則並無特別限制，可使用公知之低分子量材料。尤其於蒸鍍發光層中含有藍色螢光發光材料之情形時，就耐久性優異之方面而言，尤佳為將下述式(3)所表示之化合物用作電荷輸送材料。

【0129】 [化 36]



【0130】 (式(3)中， Ar^{1A} 及 Ar^{1B} 分別獨立地表示可含有取代基之芳香族烴基、或可含有取代基之芳香族雜環基；又，式(3)中之蔥環可含有 Ar^{1A} 、 Ar^{1B} 以外之取代基)。 Ar^{1A} 及 Ar^{1B} 各自獨立地表示可含有取代基之芳香族烴基、或可含有取代基之芳香族雜環基。

【0131】 作為 Ar^{1A} 及 Ar^{1B} 之芳香族烴基，可列舉源自苯環、萘環、菲環、蔥環、芘環、蒽環、稠四苯環、苯并菲環等苯環或 2~5 個苯環縮合而成之縮合環的基。

【0132】 作為 Ar^{1A} 及 Ar^{1B} 之芳香族雜環基之具體例，可列舉源自呋喃環、苯并呋喃環、二苯并呋喃環、噻吩環、苯并噻吩環、吡咯環、吡啶環、咪啶環、喹啶環、吲哚環、呋啶環、吡咯并咪啶環、吡咯并吡啶環、吡咯并吡咯環、噻吩并吡咯環、噻吩并噻吩環、呋喃并吡咯環、呋喃并呋喃環、噻吩并呋喃環、苯并異喹啶環、苯并異噻啶環、苯并咪啶環、吡啶環、吡啶環、嗒吡啶環、嘧啶環、三吡啶環、喹啶環、異喹啶環、吡啶環、喹啶環、苯并咪啶環、吡啶環、喹啶環、喹啶環、喹啶酮環、萸環等之基。

【0133】 作為 Ar^{1A} 及 Ar^{1B} 中之芳香族烴基可含有之取代基，可列舉烷基、芳香族烴基、芳香族雜環基、烷氧基、(雜)芳氧基、烷硫基、(雜)芳硫基、氰基、二烷基胺基、烷基芳基胺基、二芳基胺基等有機基，該等中，就化合物之安定性方面而言，較佳為烷基及芳香族烴基，尤佳為芳香族烴基。再者，上述所謂「(雜)芳基」，表示「芳基」及「雜芳基」兩者。又，所謂「芳基」，係指「芳香族烴基」與「芳香族雜環基」兩者。

【0134】 作為 Ar^{1A} 及 Ar^{1B} 中之芳香族烴基可具有之作為取代基的烷基，較佳為碳數 1~20 者，例如可列舉甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第二丁基、第三丁基、己基、辛基、環己基、癸基、十八烷基等。較佳為甲基、乙基、異丙基、第二丁基、第三丁基。該等中，就原料之易獲得性、廉價性等而言，較佳為甲基、乙基，而異丁基、第二丁基、第三丁基由於具有對於非極性溶劑而言較高之溶解性，故而較佳。

【0135】 作為芳香族烴基，較佳為碳數 6~25 者，較佳為源自 6 員環之單環、或 2~5 縮合環之芳香族烴基。例如可列舉源自苯環、萘環、蔥環、菲環、芘環、稠四苯環、芘環、苯并芘環、蒽環、聯三伸苯環、葑環等之基。

【0136】 作為芳香族雜環基，較佳為碳數 3~20 者，例如可列舉源自呋喃環、苯并呋喃環、二苯并呋喃環、噻吩環、苯并噻吩環、吡咯環、吡啶環、咪啶環、喹啶環、吲哚環、呋啶環、吡咯并咪啶環、

吡咯并吡啶環、吡咯并吡咯環、噻吩并吡咯環、噻吩并噻吩環、呋喃并吡咯環、呋喃并呋喃環、噻吩并呋喃環、苯并異噁啉環、苯并異噻啉環、苯并咪啉環、吡啶環、吡嗪環、嗒嗪環、嘧啶環、三嗪環、喹啉環、異喹啉環、吡啶環、喹啉環、苯并咪啉環、吡啶環、喹啉環、喹啉酮環、萹環等之基。

【0137】 作為烷氧基，較佳為碳數 1~20 者，例如可列舉甲氧基、乙氧基、異丙氧基、環己氧基、十八烷氧基等。作為(雜)芳氧基，較佳為碳數 3~20 者，例如可列舉苯氧基、1-萘基氧基、9-蒽基氧基、2-噻吩基氧基等。

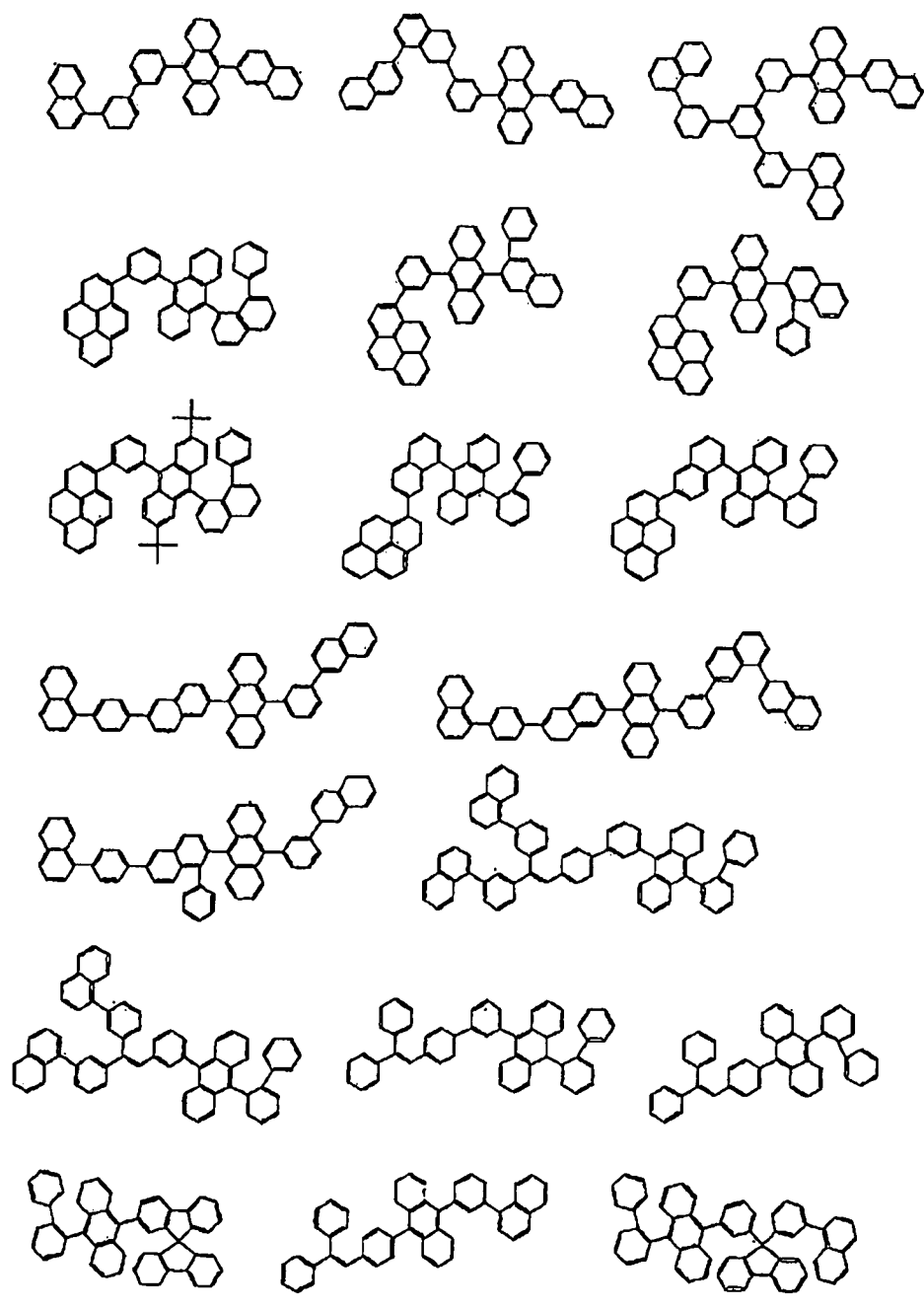
【0138】 作為烷硫基，較佳為碳數 1~20 者，例如可列舉甲硫基、乙硫基、異丙硫基、環己硫基等。作為(雜)芳硫基，較佳為碳數 3~20 者，例如可列舉苯硫基、1-萘基硫基、9-蒽基硫基、2-噻吩基硫基等。

【0139】 作為二烷基胺基，較佳為碳數 2~29 者，例如可列舉二乙基胺基、二異丙基胺基、甲基乙基胺基等。作為烷基芳基胺基，較佳為碳數 7~30 者，例如可列舉甲基苯基胺基等。作為二芳基胺基，較佳為碳數 12~30 者，例如可列舉二苯基胺基、苯基萘基胺基等。

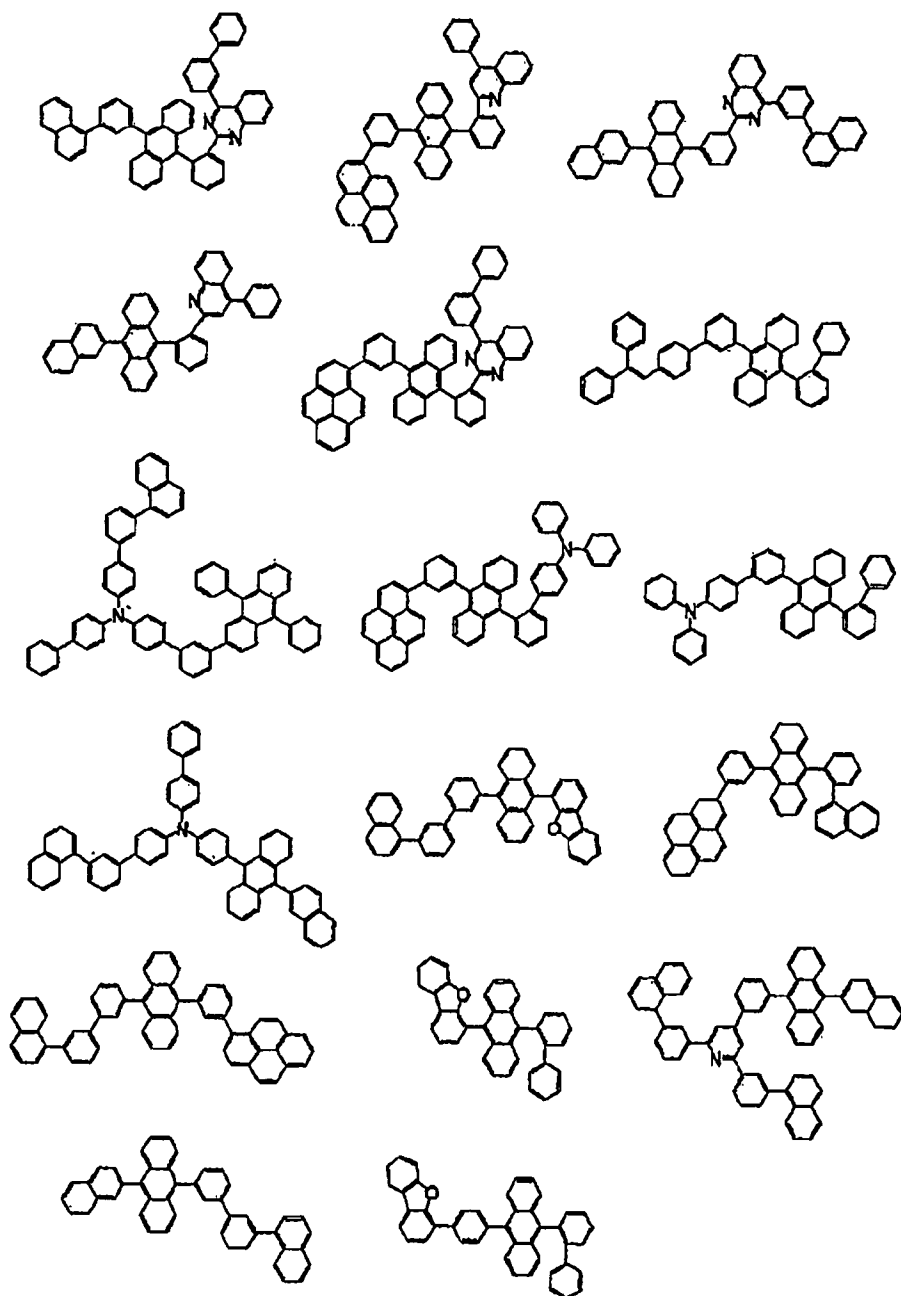
【0140】 又，該等取代基可進而含有取代基，作為該取代基，例如可列舉上述之烷基、芳基、烷氧基、二芳基胺基等。其中，該取代基彼此鍵結而形成環之情形除外。

【0141】 以下，例示蒸鍍發光層中所含之電荷輸送材料之較佳之具體例，但本發明並不限定於該等。

【0142】 [化 37]



【0143】 [化 38]



【0144】 上述電荷輸送材料均可僅使用一種，亦可以任意組合及比例併用兩種以上。

<其他成分>

本發明之蒸鍍發光層只要無損本發明之效果，則亦可含有其他成分。可含有之其他成分與上述{塗佈發光層}之<其他成分>項所記載者相同。

【0145】 <成分含量>

本發明之蒸鍍發光層含有發光材料通常 0.001 重量%以上，較佳為

0.005 重量%以上，進而較佳為 0.01 重量%以上，又，通常 30 重量%以下，較佳為 20 重量%以下，進而較佳為 15 重量%以下。又，本發明之蒸鍍發光層含有電荷輸送材料通常 0.001 重量%以上，又，通常 99.999 重量%以下，較佳為 99.995 重量%以下，進而較佳為 99.99 重量%以下。

【0146】 又，蒸鍍發光層中之發光材料與電荷輸送材料之含量比(發光材料/電荷輸送材料)通常為 0.01 以上，較佳為 0.03 以上，且通常為 0.5 以下，較佳為 0.2 以下。於本發明之蒸鍍發光層含有其他成分之情形時，就不明顯阻礙所形成之薄膜(蒸鍍發光層)之電荷移動、不阻礙發光材料之發光、不降低薄膜之膜質等觀點而言，該成分通常為 5 重量%以下，較佳為 1 重量%以下，更佳為 0.5 重量%以下，尤佳為 0 重量%(不含有)。再者，就本發明之效果之觀點而言，較佳為不僅蒸鍍發光層中所含之發光材料及電荷輸送材料，而且該發光層中所含之全部材料為低分子化合物。

【0147】 {中間層}

於本發明之有機電場發光元件中，為了抑制塗佈發光層與蒸鍍發光層之間的能量移動，於塗佈發光層與蒸鍍發光層之間，可使用利用電荷輸送材料並藉由真空蒸鍍法而積層之非發光性之中間層(再者，就驅動電壓之觀點而言，較佳為不設置中間層)。作為非發光性之中間層所使用之電荷輸送材料，可與塗佈發光層及/或蒸鍍發光層中所含之電荷輸送性材料相同，亦可不同。較佳為與鄰接之 2 層發光層之至少一發光層中所含之電荷輸送性材料相同。再者，就本發明之效果之觀點而言，較佳為中間層所使用之電荷輸送材料亦為低分子化合物。中間層可為下述電洞緩和層。

【0148】 {膜厚}

於本發明之發光層中，上述塗佈發光層之膜厚較佳為處於 2~100 nm 之範圍內，就可降低所得之元件之驅動電壓之方面而言，尤佳為處於 3~60 nm 之範圍內。又，蒸鍍發光層之膜厚較佳為處於 2~100 nm 之範圍內，就可降低所得之元件之驅動電壓之方面而言，尤佳為處於 3~100 nm 之範圍內。

【0149】 又，於發光層含有中間層之情形時，中間層之膜厚較佳為處於 1 nm~50 nm 之範圍內，更佳為處於 3 nm~10 nm 之範圍內。一般認為，藉由處於該範圍內，不會對元件之電流電壓特性施加較大之負荷。本發明之發光層之總膜厚(即包括塗佈發光層與蒸鍍發光層，於進而含有中間層之情形時亦包括該中間層之合計膜厚)較佳為處於 5~100 nm 之範圍內，就降低所得之元件之驅動電壓、及發光色之安定性之方面而言，尤佳為處於 10~80 nm 之範圍內。

【0150】 [有機電場發光元件之層構成]

以下，參照圖 1，對本發明之有機電場發光元件之層構成及其一般形成方法等進行說明。圖 1 係顯示本發明之有機電場發光元件 10 之構造例之剖面的模式圖，圖 1 中，1 表示基板，2 表示陽極，3 表示電洞注入層，4 表示電洞輸送層，5 表示發光層，6 表示電洞阻擋層，7 表示電子輸送層，8 表示電子注入層，9 表示陰極。

【0151】 {基板}

基板 1 係成為有機電場發光元件之支持體者，可使用石英或玻璃之板、金屬板或金屬箔、塑膠薄膜或片材等。尤佳為玻璃板或者聚酯、聚甲基丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚矽等透明之合成樹脂之板。於使用合成樹脂基板之情形時，需留意阻氣性。若基板之阻氣性過小，則由於存在通過基板之外部氣體導致有機電場發光元件劣化之情況，故而欠佳。因此，至少於合成樹脂基板之單面設置緻密之氧化矽膜等而確保阻氣性之方法亦為較佳方法之一。

【0152】 {陽極}

陽極 2 發揮向發光層 5 側之層注入電洞之作用。該陽極 2 通常由鋁、金、銀、鎳、鈮、鉑等金屬，銻及錫之氧化物等金屬氧化物，碘化銅等金屬鹵化物，碳黑，或聚(3-甲基噻吩)、聚吡咯、聚苯胺等導電性高分子等所構成。

【0153】 陽極 2 之形成通常多藉由濺鍍法、真空蒸鍍法等進行。又，於使用銀等之金屬微粒子、碘化銅等之微粒子、碳黑、導電性之金屬氧化物微粒子、導電性高分子微粉末等形成陽極 2 之情形時，亦

可使其分散於適當之黏合劑樹脂溶液中，並塗佈於基板 1 上，藉此形成陽極 2。進而，為導電性高分子之情形時，亦可藉由電解聚合而直接於基板 1 上形成薄膜，或於基板 1 上塗佈導電性高分子而形成陽極 2 (Appl. Phys. Lett., 60 卷, 2711 頁, 1992 年)。

【0154】 陽極 2 通常為單層構造，亦可根據所需而製成由複數種材料所構成之積層構造。陽極 2 之厚度根據所需之透明性而有所不同。於需要透明性之情形時，較佳為使可見光之穿透率為通常 60% 以上、較佳為 80% 以上。於該情形時，陽極 2 之厚度通常為 5 nm 以上，較佳為 10 nm 以上，又，通常為 1000 nm 以下，較佳為 500 nm 以下左右。於可為不透明之情形時，陽極 2 之厚度任意，陽極 2 亦可與基板 1 相同。又，進而，亦可於上述陽極 2 上積層不同之導電材料。

【0155】 為了除去附著於陽極 2 上之雜質、調整游離電位而提高電洞注入性，較佳為對陽極 2 表面進行紫外線(UV)/臭氧處理，或氧電漿、氬電漿處理。

【0156】 {電洞注入層}

電洞注入層 3 係自陽極 2 向發光層 5 輸送電洞之層，通常形成於陽極 2 上。本發明之電洞注入層 3 之形成方法可為真空蒸鍍法，亦可為濕式成膜法，並無特別限制，就減少暗點之觀點而言，較佳為藉由濕式成膜法形成電洞注入層 3。電洞注入層 3 之膜厚通常為 5 nm 以上之範圍，較佳為 10 nm 以上之範圍，又，通常為 1000 nm 以下之範圍，較佳為 500 nm 以下之範圍。

【0157】 <利用濕式成膜法之電洞注入層之形成>

於藉由濕式成膜法形成電洞注入層 3 之情形時，通常將構成電洞注入層 3 之材料與適當之溶劑(電洞注入層用溶劑)混合而製備成膜用之組成物(電洞注入層形成用組成物)，藉由適當之方法將該電洞注入層 3 形成用組成物塗佈於相當於電洞注入層之下層之層(通常為陽極 2)上進行成膜並乾燥，藉此形成電洞注入層 3。

【0158】 (電洞輸送性化合物)

電洞注入層形成用組成物通常含有電洞輸送性化合物及溶劑作為

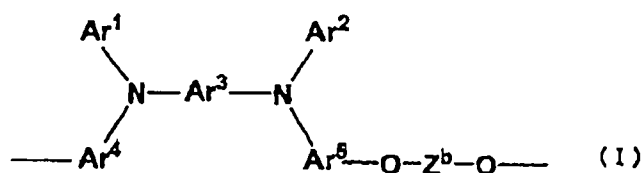
電洞注入層 3 之構成材料。通常只要電洞輸送性化合物係用於有機電場發光元件之電洞注入層 3 的具有電洞輸送性之化合物，則可為聚合體等高分子化合物，亦可為單體等低分子化合物，較佳為高分子化合物。

【0159】 作為電洞輸送性化合物，就自陽極 2 向電洞注入層 3 之電荷注入障壁之觀點而言，較佳為具有 4.5 eV~6.0 eV 之游離電位之化合物。作為電洞輸送性化合物之例，可列舉芳香族胺衍生物、酞青衍生物、卟啉衍生物、寡聚噻吩衍生物、聚噻吩衍生物、苜基苜基衍生物、利用苜基連結 3 級胺之化合物、脞衍生物、矽氮烷衍生物、矽烷胺衍生物、磷胺衍生物、喹吡酮衍生物、聚苜胺衍生物、聚吡咯衍生物、聚苜乙炔衍生物、聚噻吩乙炔衍生物、聚喹啉衍生物、聚喹啉衍生物、碳等。

【0160】 再者，本發明中所謂衍生物，例如若以芳香族胺衍生物為例，為包含芳香族胺本身及以芳香族胺為主骨架之化合物者，可為聚合體，亦可為單體。用作電洞注入層 3 之材料之電洞輸送性化合物可單獨含有此種化合物中之任一種，亦可含有兩種以上。於含有兩種以上電洞輸送性化合物之情形時，該組合為任意，較佳為併用一種或兩種以上芳香族三級胺高分子化合物與一種或兩種以上其他電洞輸送性化合物。

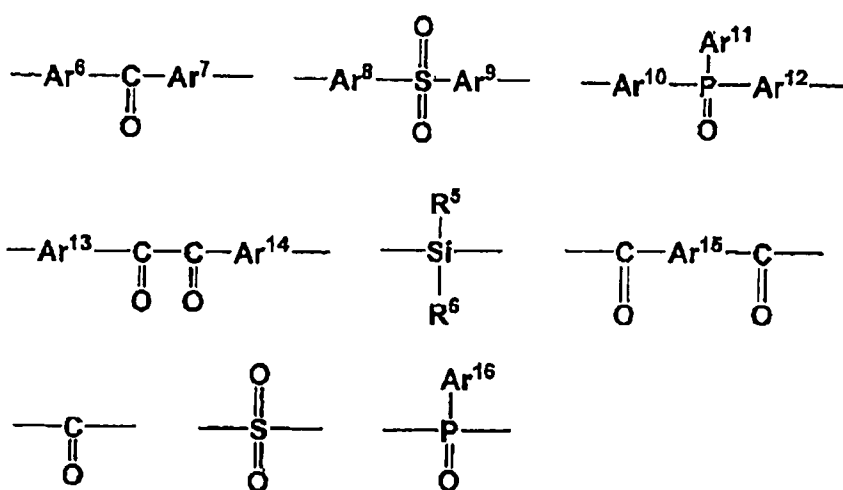
【0161】 即便於上述例示中，就非晶質性、可見光之穿透率之方面而言，較佳為芳香族胺化合物，尤佳為芳香族三級胺化合物。此處，所謂芳香族三級胺化合物，為具有芳香族三級胺構造之化合物，亦包括含有源自芳香族三級胺之基的化合物。芳香族三級胺化合物之種類並無特別限制，就由表面平滑化效果產生之均勻發光之方面而言，進而較佳為重量平均分子量為 1000 以上、1000000 以下之高分子化合物(重複單位相連之聚合型化合物)。作為芳香族三級胺高分子化合物之較佳例，可列舉含有下述式(I)所表示之重複單位之高分子化合物。

【0162】 [化 39]



【0163】(式(1)中，Ar¹及Ar²分別獨立地表示可含有取代基之芳香族烴基或可含有取代基之芳香族雜環基；Ar³~Ar⁵分別獨立地表示可含有取代基之芳香族烴基或可含有取代基之芳香族雜環基；Z^b表示選自下述連結基群中之連結基；又，Ar¹~Ar⁵中，鍵結於同一N原子上之二個基可互相鍵結而形成環；

【0164】[化 40]



【0165】(上述各式中，Ar⁶~Ar¹⁶分別獨立地表示可含有取代基之芳香族烴基或可含有取代基之芳香族雜環基；R⁵及R⁶分別獨立地表示氫原子或任意取代基)。作為Ar¹~Ar¹⁶之芳香族烴基及芳香族雜環基，就高分子化合物之溶解性、耐熱性、電洞注入/輸送性之方面而言，較佳為源自苯環、萘環、菲環、噻吩環、吡啶環之基，進而較佳為源自苯環、萘環之基。

【0166】Ar¹~Ar¹⁶之芳香族烴基及芳香族雜環基進而可含有取代基。作為取代基之分子量，通常為400以下，其中較佳為250以下左右。作為取代基，較佳為烷基、烯基、烷氧基、芳香族烴基、芳香族雜環基等。於R⁵及R⁶為任意取代基之情形時，作為該取代基，可列舉烷基、烯基、烷氧基、矽烷基、矽氧基、芳香族烴基、芳香族雜環

基等。

【0167】 作為含有式(I)所表示之重複單位之芳香族三級胺高分子化合物之具體例，可列舉國際公開第 2005/089024 號所記載者。又，作為電洞輸送性化合物，亦較佳為將屬於聚噻吩之衍生物之 3,4-ethylenedioxythiophene(3,4-伸乙二氧基噻吩)於高分子量聚苯乙烯磺酸中聚合而成之導電性聚合物(PEDOT/PSS)。又，亦可為藉由甲基丙烯酸酯等將該聚合物封端而成者。再者，電洞輸送性化合物可為下述{電洞輸送層}一項中所記載之交聯性化合物。使用該交聯性化合物之情形時之成膜方法亦相同。

【0168】 電洞注入層形成用組成物中之電洞輸送性化合物之濃度只要不明顯損害本發明之效果，則可為任意，就膜厚之均勻性之方面而言，通常為 0.01 重量%以上，較佳為 0.1 重量%以上，進而較佳為 0.5 重量%以上，又，通常為 70 重量%以下，較佳為 60 重量%以下，進而較佳為 50 重量%以下。若該濃度過大，則有產生膜厚不均之可能性，又，若過小，則有經成膜之電洞注入層產生缺陷之可能性。

【0169】 (電子接受性化合物)

電洞注入層形成用組成物較佳係含有電子接受性化合物作為電洞注入層 3 之構成材料。所謂電子接受性化合物，較佳為具有氧化能力、具有自上述電洞輸送性化合物接受一個電子之能力的化合物，具體而言，較佳為電子親和力為 4 eV 以上之化合物，進而較佳為 5 eV 以上之化合物之化合物。

【0170】 作為此種電子接受性化合物，例如可列舉選自由三芳基硼化合物、金屬鹵化物、路易斯酸、有機酸、鎊鹽、芳基胺與金屬鹵化物之鹽、芳基胺與路易斯酸之鹽所組成之群中之一種或兩種以上化合物等。更具體而言，可列舉：4-異丙基-4'-甲基二苯基鎊四(五氟苯基)硼酸鹽、三苯基鎊四氟硼酸鹽等經有機基取代之鎊鹽(國際公開 2005/089024 號)；氯化鐵(III)(日本專利特開平 11-251067 號公報)、過氧二硫酸銨等高原子價之無機化合物；四氰乙烯等氰化合物、三(五氟苯基)硼烷(日本專利特開 2003-31365 號公報)等芳香族硼化合物；富勒

烯衍生物；碘；聚苯乙烯磺酸根離子、烷基苯磺酸根離子、樟腦磺酸根離子等磺酸根離子等。

【0171】 該等電子接受性化合物可藉由將電洞輸送性化合物氧化而提高電洞注入層 3 之導電率。電洞注入層 3 或電洞注入層形成用組成物中之電子接受性化合物相對於電洞輸送性化合物之含量通常為 0.1 莫耳%以上，較佳為 1 莫耳%以上。但通常為 100 莫耳%以下，較佳為 40 莫耳%以下。

【0172】 (其他構成材料)

作為電洞注入層 3 之材料，只要不明顯損害本發明之效果，則除上述電洞輸送性化合物或電子接受性化合物以外，亦可進而含有其他成分。作為其他成分之例，可列舉各種發光材料、電子輸送性化合物、黏合劑樹脂、塗佈性改良劑等。再者，其他成分可僅使用一種，亦可以任意組合及比例併用兩種以上。

【0173】 (溶劑)

較佳為用於濕式成膜法之電洞注入層形成用組成物之溶劑中至少一種為可溶解上述電洞注入層 3 之構成材料之化合物。又，該溶劑之沸點通常為 110°C 以上，較佳為 140°C 以上，其中較佳為 200°C 以上，且通常為 400°C 以下，其中較佳為 300°C 以下。若溶劑之沸點過低，則乾燥速度過快，有膜質惡化之可能性。又，若溶劑之沸點過高，則需提高乾燥步驟之溫度，有對其他層或基板造成不良影響之可能性。作為溶劑，例如可列舉醚系溶劑、酯系溶劑、芳香族烴系溶劑、醯胺系溶劑等。

【0174】 作為醚系溶劑，例如可列舉：乙二醇二甲醚、乙二醇二乙醚、丙二醇-1-單甲醚乙酸酯(PGMEA)等脂肪族醚；1,2-二甲氧基苯、1,3-二甲氧基苯、大茴香醚、苯基乙基苯、2-甲氧基甲苯、3-甲氧基甲苯、4-甲氧基甲苯、2,3-二甲基大茴香醚、2,4-二甲基大茴香醚等芳香族醚等。

【0175】 作為酯系溶劑，例如可列舉乙酸苯酯、丙酸苯酯、苯甲酸甲酯、苯甲酸乙酯、苯甲酸丙酯、苯甲酸正丁酯等芳香族酯等。作

為芳香族烴系溶劑，例如可列舉甲苯、二甲苯、環己基苯、3-異丙基聯苯、1,2,3,4-四甲基苯、1,4-二異丙基苯、環己基苯、甲基萘等。

【0176】 作為醯胺系溶劑，例如可列舉 N,N-二甲基甲醯胺、N,N-二甲基乙醯胺等。除此以外，亦可使用二甲基亞砷等。該等溶劑可僅使用一種，亦可以任意組合及比例使用兩種以上。

【0177】 (成膜方法)

製備電洞注入層形成用組成物後，藉由濕式成膜法，將該組成物塗佈於相當於電洞注入層 3 之下層之層(通常為陽極 2)上進行成膜並乾燥，藉此形成電洞注入層 3。為了防止因組成物中產生結晶所導致之膜缺損，塗佈步驟中之溫度較佳為 10°C 以上，且較佳為 50°C 以下。

【0178】 塗佈步驟中之相對濕度只要不明顯損害本發明之效果，並無限定，通常為 0.01 ppm 以上，且通常為 80% 以下。塗佈後，通常藉由加熱等將電洞注入層形成用組成物之膜乾燥。若列舉加熱步驟中所使用之加熱手段之例，可列舉潔淨烘箱、加熱板、紅外線、鹵素加熱器、微波照射等。其中，為了均等地向膜整體供給熱，較佳為潔淨烘箱及加熱板。

【0179】 加熱步驟中之加熱溫度只要不明顯損害本發明之效果，較佳為於用於電洞注入層形成用組成物之溶劑之沸點以上之溫度下進行加熱。又，於含有兩種以上用於電洞注入層之溶劑之混合溶劑之情形時，較佳為至少一種於該溶劑之沸點以上之溫度下進行加熱。若考慮溶劑之沸點上升，則於加熱步驟中，於較佳為 120°C 以上、且較佳為 410°C 以下進行加熱為宜。

【0180】 於加熱步驟中，只要加熱溫度為電洞注入層形成用組成物之溶劑之沸點以上，且若不引起塗膜之充分不溶化，則加熱時間並無限定，較佳為 10 秒以上，且通常為 180 分鐘以下。若加熱時間過長，則有其他層之成分擴散之傾向，若過短，則有電洞注入層變得不均質之傾向。加熱可分 2 次進行。

【0181】 <利用真空蒸鍍法之電洞注入層 3 之形成>

於藉由真空蒸鍍形成電洞注入層 3 之情形時，將電洞注入層 3 之

構成材料(上述電洞輸送性化合物、電子接受性化合物等)之一種或兩種以上放入設置於真空容器內之坩堝內(使用兩種以上材料之情形時放入不同之坩堝內),藉由適當之真空泵將真空容器內排氣至 10^{-4} Pa 左右後,對坩堝進行加熱(使用兩種以上材料之情形時對不同之坩堝進行加熱),控制蒸發量進行蒸發(使用兩種以上材料之情形時分別獨立地控制蒸發量進行蒸發),在與坩堝相向放置之基板 1 之陽極 2 上形成電洞注入層 3。再者,使用兩種以上材料之情形時,亦可將該等之混合物放入坩堝內,進行加熱、蒸發而形成電洞注入層 3。

【0182】 蒸鍍時之真空度只要不明顯損害本發明之效果,則並無限定,通常為 0.1×10^{-6} Torr(0.13×10^{-4} Pa)以上,且通常為 9.0×10^{-6} Torr(12.0×10^{-4} Pa)以下。蒸鍍速度只要不明顯損害本發明之效果,則並無限定,通常為 0.1 Å/秒以上,且通常為 5.0 Å/秒以下。蒸鍍時之成膜溫度只要不明顯損害本發明之效果,則並無限定,於較佳為 10°C 以上、且較佳為 50°C 以下進行。

【0183】 {電洞輸送層}

於存在電洞注入層 3 之情形時,電洞輸送層 4 可形成於電洞注入層 3 上,於不存在電洞注入層 3 之情形時,電洞輸送層 4 可形成於陽極 2 上。又,本發明之有機電場發光元件亦可為省略電洞輸送層 4 之構成,但如上所述,本發明之有機電場發光元件較佳為含有電洞輸送層。

【0184】 電洞輸送層 4 之形成方法可為真空蒸鍍法,亦可為濕式成膜法,並無特別限制,就減少暗點之觀點而言,較佳為藉由濕式成膜法形成電洞輸送層 4。作為形成電洞輸送層 4 之材料,較佳為電洞輸送性較高、且可高效率地輸送所注入之電洞之材料。因此,較佳為游離電位較小,對可見光而言透明性較高,電洞遷移率較大,安定性優異,於製造時或使用時難以產生成為陷阱之雜質。又,多數情形時,為了與發光層 5 相接,較佳為不使來自發光層 5 之發光淬滅,或不在與發光層 5 之間形成激發複合物而導致效率降低。

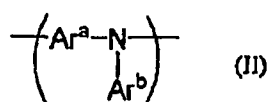
【0185】 作為此種電洞輸送層 4 之材料,可為先前用作電洞輸送

層 4 之構成材料之材料，例如可列舉作為用於上述電洞注入層 3 之電洞輸送性化合物而例示者。又，可列舉芳基胺衍生物、萸衍生物、螺衍生物、咪唑衍生物、吡啶衍生物、吡嗪衍生物、嘧啶衍生物、三吡啶衍生物、喹啉衍生物、啡啉衍生物、酞青衍生物、卟啉衍生物、矽茂衍生物、寡聚噻吩衍生物、縮合多環芳香族衍生物、金屬錯合物等。

【0186】 又，例如可列舉聚乙烯咪唑衍生物、多芳基胺衍生物、聚乙烯三苯胺衍生物、聚萸衍生物、聚伸芳基衍生物、含有四苯基聯苯胺之聚伸芳香醚磺衍生物、聚伸芳基乙炔衍生物、聚矽氧烷衍生物、聚噻吩衍生物、聚對苯乙炔衍生物等。該等可為交替共聚合體、無規聚合體、嵌段聚合體或接枝共聚合體中之任意者。又，亦可為主鏈上有分枝、末端部存在 3 個以上之高分子或所謂樹枝狀聚合物。

【0187】 其中，較佳為多芳基胺衍生物或聚伸芳基衍生物。作為多芳基胺衍生物，較佳為含有下述式(II)所表示之重複單位之聚合體。尤佳為包含下述式(II)所表示之重複單位的聚合體，於該情形時，可為各重複單位中 Ar^a 或 Ar^b 不相同者。

【0188】 [化 41]



【0189】 (式(II)中， Ar^a 及 Ar^b 各自獨立地表示可含有取代基之芳香族烴基或芳香族雜環基)。作為 Ar^a 、 Ar^b 之可含有取代基之芳香族烴基，例如可列舉源自苯環、萘環、蔥環、菲環、芘環、稠四苯環、芘環、苯并芘環、蒽環、聯三伸苯環、芴環、茚環、萸環等 6 員環之單環或 2~5 縮合環之基，及 2 個以上該等環直接鍵結而成之基。

【0190】 作為可含有取代基之芳香族雜環基，例如可列舉源自咪喃環、苯并咪喃環、噻吩環、苯并噻吩環、吡咯環、吡啶環、咪啶環、嘧啶環、吡嗪環、咪唑環、咪唑并吡嗪環、噻吩并吡嗪環、咪唑并噻吩環、咪唑并咪唑環、噻吩并咪唑環、苯并異噻唑環、苯并異噻啶環、苯并咪啶環、吡啶環、吡嗪環、嘧啶環、三吡啶環、喹啉環、異喹啉環、吡啶

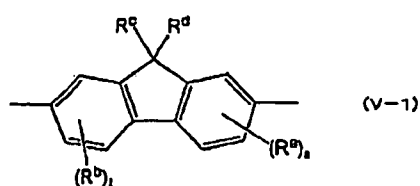
環、喹啉環、吡啶環、苯并咪唑環、吡啶環、喹啉環、喹啉酮環、萘環等 5 或 6 員環之單環或 2~4 縮合環之基，及 2 個以上該等環直接鍵結而成之基。

【0191】 就溶解性、耐熱性之方面而言， Ar^a 及 Ar^b 較佳為各自獨立為源自選自由苯環、萘環、蔥環、菲環、聯三伸苯環、芘環、噻吩環、吡啶環、萘環所組成之群中之環的基，或 2 個以上苯環連結而成之基(例如聯苯基(biphenyl group)或伸聯三苯基(terphenylene group))。

【0192】 其中，較佳為源自苯環之基(苯基)、2 個苯環連結而成之基(聯苯基)及源自萘環之基(萘基)。作為 Ar^a 及 Ar^b 中之芳香族烴基及芳香族雜環基可含有之取代基，可列舉烷基、烯基、炔基、烷氧基、芳氧基、烷氧羰基、二烷基胺基、二芳基胺基、醯基、鹵素原子、鹵化烷基、烷硫基、芳硫基、矽烷基、矽氧基、氰基、芳香族烴環基、芳香族雜環基等。

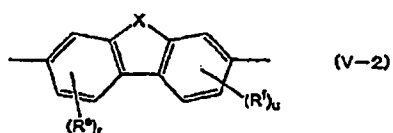
【0193】 作為聚伸芳基衍生物，可列舉其重複單位中含有作為上述式(II)中之 Ar^a 或 Ar^b 而例示之可含有取代基之芳香族烴基或芳香族雜環基等之伸芳基之聚合體。作為聚伸芳基衍生物，較佳為含有由下述式(V-1)及下述式(V-2)中之至少一者所構成之重複單位的聚合體。

【0194】 [化 42]



【0195】 (式(V-1)中， R^a 、 R^b 、 R^c 及 R^d 各自獨立地表示烷基、烷氧基、苯基烷基、苯基烷氧基、苯基、苯氧基、烷基苯基、烷氧基苯基、烷羰基、烷氧羰基、或羧基； t 及 s 各自獨立地表示 0~3 之整數；於 t 或 s 為 2 以上之情形時，一分子中所含之複數個 R^a 或 R^b 可相同亦可不同，鄰接之 R^a 或 R^b 彼此可形成環)

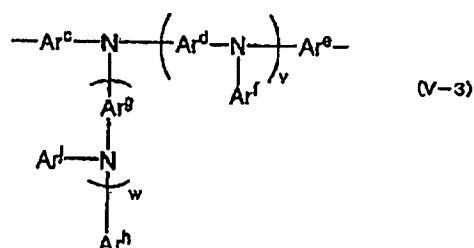
【0196】 [化 43]



【0197】 (式(V-2)中， R^e 及 R^f 各自獨立與上述式(V-1)中之 R^a 、 R^b 、 R^c 或 R^d 之含義相同； r 及 u 各自獨立地表示 0~3 之整數；於 r 或 u 為 2 以上之情形時，一分子中所含之複數個 R^e 及 R^f 可相同亦可不同，鄰接之 R^e 或 R^f 彼此可形成環； X 表示構成 5 員環或 6 員環之原子或原子群)。作為 X 之具體例，為 $-O-$ 、 $-BR-$ 、 $-NR-$ 、 $-SiR_2-$ 、 $-PR-$ 、 $-SR-$ 、 $-CR_2-$ 或該等鍵結而成之基。再者， R 表示氫原子或任意有機基。本發明中之所謂有機基，為含有至少一個碳原子之基。

【0198】 又，作為聚伸芳基衍生物，除由上述式(V-1)及上述式(V-2)中之至少一者所構成之重複單位以外，進而較佳為含有下述式(V-3)所表示之重複單位。

【0199】 [化 44]



【0200】 (式(V-3)中， $Ar^c \sim Ar^j$ 各自獨立地表示可含有取代基之芳香族烴基或芳香族雜環基； v 及 w 各自獨立表示 0 或 1)。作為 $Ar^c \sim Ar^j$ 之具體例，與上述式(II)中之 Ar^a 及 Ar^b 相同。上述式(V-1)~(V-3)之具體例及聚伸芳基衍生物之具體例等可列舉日本專利特開 2008-98619 號公報所記載者等。

【0201】 於藉由濕式成膜法形成電洞輸送層 4 之情形時，以與上述電洞注入層 3 之形成相同之方式，製備電洞輸送層形成用組成物後，進行濕式成膜，再將其加熱乾燥。電洞輸送層形成用組成物中除了上述電洞輸送性化合物以外，亦含有溶劑。所使用之溶劑與上述電洞注入層形成用組成物所使用者相同。又，成膜條件、加熱乾燥條件等亦與電洞注入層 3 之形成之情形相同。

【0202】 又，藉由真空蒸鍍法形成電洞輸送層 4 之情形時，其成膜條件等亦與上述電洞注入層 3 之形成之情形相同。電洞輸送層 4 除了上述電洞輸送性化合物以外，亦可含有各種之發光材料、電子輸送性化合物、黏合劑樹脂、塗佈性改良劑等。又，電洞輸送層 4 可為使交聯性化合物交聯而形成之層。交聯性化合物係含有交聯性基之化合物，藉由交聯而形成網狀高分子化合物。

【0203】 若列舉該交聯性基之例，則可列舉源自氧雜環丁烷、環氧化合物等環狀醚之基；源自乙烯基、三氟乙烯基、苯乙烯基、丙烯酸基、甲基丙烯酸基、桂皮醯基等之不飽和雙鍵的基；源自苯并環丁烯之基等。交聯性化合物可為單體、低聚物、聚合物中之任意者。交聯性化合物可僅含有一種，亦可以任意組合及比例含有兩種以上。

【0204】 作為交聯性化合物，較佳為使用含有交聯性基之電洞輸送性化合物。作為電洞輸送性化合物，可列舉上述所例示者，對於該等電洞輸送性化合物而言，可列舉交聯性基鍵結於主鏈或側鏈上者。尤佳為交聯性基經由伸烷基等連結基而鍵結於主鏈上。又，尤其作為電洞輸送性化合物，較佳為包含具有交聯性基之重複單位的聚合體，且較佳為具有交聯性基直接或經由連結基而鍵結於上述式(II)或式(V-1)~(V-3)上之重複單位的聚合體。

【0205】 作為交聯性化合物，較佳為使用含有交聯性基之電洞輸送性化合物。若列舉電洞輸送性化合物之例，則可列舉吡啶衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、三吡啶衍生物、喹啉衍生物、啡啉衍生物、呋啉衍生物、酞青衍生物、卟啉衍生物等含氮芳香族化合物衍生物；三苯胺衍生物；矽茂衍生物；寡聚噻吩衍生物、縮合多環芳香族衍生物、金屬錯合物等。其中，較佳為吡啶衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、三吡啶衍生物、喹啉衍生物、啡啉衍生物、呋啉衍生物等含氮芳香族衍生物，三苯胺衍生物、矽茂衍生物、縮合多環芳香族衍生物、金屬錯合物等，尤其更佳為三苯胺衍生物。

【0206】 為了將交聯性化合物交聯而形成電洞輸送層 4，通常製備將交聯性化合物溶解或分散於溶劑中而成之電洞輸送層形成用組成

物，並藉由濕式成膜進行成膜而使之交聯。電洞輸送層形成用組成物中除了交聯性化合物以外，亦可含有促進交聯反應之添加物。若列舉促進交聯反應之添加物之例，則可列舉烷基苯酮化合物、醯基氧化磷化合物、二茂金屬化合物、肪酯化合物、偶氮化合物、鎊鹽等聚合起始劑及聚合促進劑；縮合多環烴、吡啶化合物、二芳基酮化合物等光敏劑等。

【0207】 又，進而亦可含有調平劑、消泡劑等塗佈性改良劑；電子接受性化合物；黏合劑樹脂等。電洞輸送層形成用組成物含有交聯性化合物通常 0.01 重量%以上，較佳為 0.05 重量%以上，進而較佳為 0.1 重量%以上，且通常 50 重量%以下，較佳為 20 重量%以下，進而較佳為 10 重量%以下。

【0208】 使以此種濃度含有交聯性化合物之電洞輸送層形成用組成物於下層(通常為電洞注入層 3)上成膜後，進行加熱並照射光等活性能量之至少 1 種，藉此使交聯性化合物交聯而形成網狀高分子化合物。成膜時之溫度、濕度等條件與上述電洞注入層之濕式成膜時相同。成膜後之加熱之方法並無特別限定。作為加熱溫度條件，通常為 120℃ 以上，較佳為 400℃ 以下。

【0209】 加熱時間通常為 1 分鐘以上，較佳為 24 小時以下。加熱手段並無特別限定，可使用將具有成膜之層之積層體置於加熱板上，或於烘箱內進行加熱等手段。例如可使用在加熱板上，於 120℃ 以上之溫度下加熱 1 分鐘以上等條件。

【0210】 於照射光等活性能量之情形時，可列舉如下方法：直接使用超高壓水銀燈、高壓水銀燈、鹵素燈、紅外燈等紫外光源、可見光源、紅外光源進行照射之方法；或使用內藏上述光源之光罩對準曝光機、輸送帶型光照射裝置進行照射之方法等。作為光以外之活性能量照射，例如可列舉使用照射藉由磁控而產生之微波之裝置、即所謂電子爐進行照射之方法。作為照射時間，較佳為設定使膜之溶解性降低所需之條件，通常照射 0.1 秒以上，較佳為 10 小時以下。

【0211】 加熱及光等之活性能量照射可分別單獨進行，或可組合

進行。於組合之情形時，實施順序並無特別限定。以上述方式形成之電洞輸送層 4 之膜厚通常為 5 nm 以上，較佳為 10 nm 以上，且通常為 300 nm 以下，較佳為 100 nm 以下。

【0212】 {發光層}

於電洞注入層 3 上、或在設有電洞輸送層 4 之情形時係於電洞輸送層 4 上設置發光層 5。發光層 5 係藉由自陽極 2 注入之電洞與自陰極 9 注入之電子於提供電場之電極間再結合而激發，成為主要發光源之層。關於該發光層 5，適用上述[發光層]之說明。

【0213】 {電洞緩和層}

圖 1 中雖未圖示，但本發明之有機電場發光元件亦可具有電洞緩和層。電洞緩和層係與發光層之陰極側鄰接而形成之層，且係發揮緩和電洞向發光層與電洞緩和層界面之堆積之作用的層。又，亦具有高效率地將電子向發光層之方向輸送之作用。

【0214】 再者，電洞緩和層可形成於上述塗佈發光層與蒸鍍發光層之間。電洞緩和層之游離電位通常為 5.5 eV 以上，較佳為 5.6 eV 以上，更佳為 5.7 eV 以上，且通常為 6.7 eV 以下，較佳為 6.4 eV 以下，更佳為 6.0 eV 以下。該游離電位之值過大、過小均有使電洞滯留於發光層與電洞緩和層之界面之可能性。

【0215】 電洞緩和層之膜厚只要不明顯損害本發明之效果，則為任意，較佳為 0.3 nm 以上，更佳為 0.5 nm 以上，且較佳為 100 nm 以下，更佳為 50 nm 以下。若電洞緩和層之膜厚過薄，則有薄膜產生缺陷之可能性，若過厚，則有驅動電壓升高之可能性。電洞緩和層較佳為藉由真空蒸鍍法而形成，作為真空蒸鍍法可列舉上述方法。

【0216】 於電洞緩和層之陰極側通常鄰接而形成電子輸送層，電洞緩和層與電子輸送層之游離電位之差只要不明顯損害本發明之效果，則為任意，通常為未滿 0.5 eV，較佳為未滿 0.3 eV，更佳為未滿 0.2 eV。若游離電位之差過大，則電洞積存於電洞緩和層內，有成為劣化之原因之可能性。

【0217】 於本發明中，電洞緩和層中係使用具有電洞輸送性之單

元與電子輸送性之單元之有機化合物作為電洞緩和材料。此處所謂電洞輸送性之單元(電洞輸送單元)，係對電洞之耐久性優異、具有電洞輸送特性之構造(單元)。又，所謂電子輸送性之單元(電子輸送單元)，係對電子之耐久性優異、具有電子輸送特性之構造(單元)。

【0218】 本發明之電洞緩和材料之電洞遷移率 μH 係藉由下述電荷遷移率之測定方法測定，通常為 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以上，較佳為 $1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以上，更佳為 $1 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以上。電洞遷移率越快，越可降低製成元件時之驅動電壓，因此並不特別存在上限值，通常為 $1 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以下。

【0219】 又，電洞緩和材料之電子遷移率 μE 係藉由下述電荷遷移率之測定方法測定，通常為 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以上，較佳為 $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ ，更佳為 $1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以上。電子遷移率越快，越可降低製成元件時之驅動電壓，因此並不特別存在上限值，通常為 $1 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以下。

【0220】 若為上述範圍內，則層內之電荷之停留時間較短，電洞或電子不易導致層劣化，故而較佳。又，電洞緩和材料之電子遷移率與電洞遷移率之比例($\mu E/\mu H$)通常為 100~0.1 之範圍，較佳為 50~0.5 之範圍，更佳為 10~0.5 之範圍。若該比例($\mu E/\mu H$)處於上述範圍內，則由於電洞或電子不易自發光層流向其他層，故而不易產生電洞或電子導致之元件之劣化，所得之元件之驅動壽命較長，就該方面而言較佳。

【0221】 本發明所使用之電洞緩和材料係具有以任意比例組合 1 個以上電洞輸送單元與 1 個以上電子輸送單元而成之構造的有機化合物。本發明中所謂電洞輸送單元，係對電洞之耐久性優異、具有電洞輸送性之構造(單元)。更具體而言，係具有容易自發光層取出電洞之游離電位、且電洞安定之單元。

【0222】 所謂容易自發光層取出電洞之游離電位，通常為 5.4~6.3 eV，較佳為 5.5~6.2 eV，更佳為 5.6~6.1 eV。又，所謂電洞安定，係即便電洞輸送單元成為自由基狀態亦難以分解。此係藉由將自由基

陽離子非定域化，即便為自由基狀態亦安定化。

【0223】 作為具有如上述之性能之單元的構造，可列舉包含具有 sp^3 軌域之雜原子之構造，或碳數為 $4n$ 系之芳香族縮合環。更具體而言，可列舉吡啶環、酞青環、萘酞青構造、卟啉構造、三芳基胺構造、三芳基膦構造、苯并咪喃環、二苯并咪喃環、芘環、苯二胺構造、吡咯環、聯苯胺構造、苯胺構造、二芳基胺構造、咪唑啉酮構造、吡啶環等。

【0224】 其中較佳為吡啶環、苯并咪喃環、二苯并咪喃環、芘環、三芳基胺構造，更佳為吡啶環、苯并咪喃環、二苯并咪喃環、芘環，尤佳為吡啶環、芘環，最佳為吡啶環。本發明中所謂電子輸送單元，係對電子之耐久性優異、具有電子輸送特性之構造(單元)。更具體而言，係電子容易進入單元、且易於使進入之電子安定化之單元。例如吡啶環等因氮原子導致環略有電子不足，容易接受電子，藉由使進入環之電子非定域化，而在吡啶環上得以安定化。

【0225】 作為具有如上述之性能之單元之構造，可列舉含有包含 sp^2 混成軌域之雜原子之單環或縮合環。更具體而言，可列舉喹啉環、喹啶環、喹啉環、啡啉環、吡啶環、嘧啶環、嗒吡啶環、吡吡啶環、三吡啶環、噻二唑環、苯并噻二唑環、羧喹啉金屬錯合物、啡啉金屬錯合物、六氮雜聯三伸苯構造、四唾液基苯并喹啉構造等。

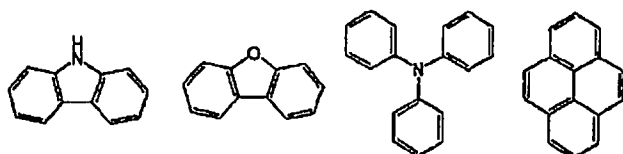
【0226】 其中較佳可列舉喹啉環、喹啶環、喹啉環、啡啉環、吡啶環、嘧啶環、嗒吡啶環、吡吡啶環、三吡啶環，其中就電性安定性優異之方面而言，尤佳為喹啉環、喹啶環、吡啶環、嘧啶環、三吡啶環、1,10-啡啉環。再者，於上述電子輸送單元為含有氮原子之6員環之單環或縮合環之情形時，較佳為氮原子之鄰位及對位全部經芳香族環取代。

【0227】 其原因在於，含有氮原子之6員環之鄰位及對位為活性部位，藉由使此處經芳香族環基取代，電子得以非定域化，藉此電子變得更安定。即，本發明之電洞緩和材料對電性氧化還原之耐久性優異。

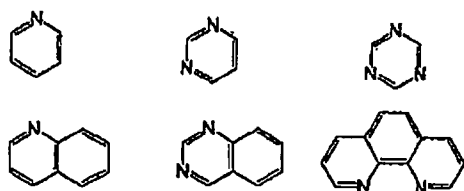
【0228】再者，於上述電子輸送單元為縮合環之情形時，氮原子之鄰位及對位中未形成縮合環之一部分部位經芳香族環基取代即可。作為電洞緩和材料，更佳為具有下述(a)群組(電洞輸送單元)所列舉之環之衍生物與下述(b)群組(電子輸送單元)所列舉之環之衍生物之組合的有機化合物。

【0229】 [化 45]

<(a)群組>

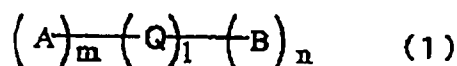


<(b)群組>



【0230】(其中，上述(b)群組中所含之環均於氮原子之鄰位及對位全部經芳香族環取代)。上述(b)群組中之取代氮原子之相同環狀的2、4、6位之碳原子上之氫原子的芳香族環基並無特別限制。即，可為芳香族烴基，亦可為芳香族雜環基，就對於電性氧化具有優異之耐久性之方面而言，較佳為芳香族烴基。作為電洞緩和材料，例如可列舉含有下述通式(1)所表示之構造之化合物。

【0231】 [化 46]



【0232】(通式(1)中，A 各自獨立地表示碳數 1~30 之電洞輸送單元，B 各自獨立地表示碳數 1~30 之電子輸送單元，Q 表示碳數 1~10 之伸烷基、碳數 2~10 之伸烯基、或碳數 6~30 之 2 價芳香族烴基，該等可含有取代基；n 及 m 表示 1~4 之整數，l 表示 0~3 之整數；通式(1)中，於 l、m、n 為 2 以上之情形時，包含複數個之 Q、A、B 分別可相同，亦可不同)

【0233】 作為電洞輸送單元 A 及電子輸送單元 B，可列舉上述者。具體例及較佳之態樣亦相同。

【0234】 式(1)中，Q 表示碳數 1~10 之伸烷基、碳數 2~10 之伸烯基或碳數 6~30 之 2 價芳香族烴基。作為碳數 1~10 之伸烷基，較佳為碳數 1~8 之伸烷基，作為其具體之例，可列舉亞甲基、1,2-伸乙基、1,3-伸丙基、1,4-伸丁基、1,5-伸戊基、1,8-伸辛基等，就合成簡便之方面而言，較佳為亞甲基、1,2-伸乙基。

【0235】 又，作為碳數 2~10 之伸烯基，較佳為碳數 2~6 之伸烯基，作為其具體例，可列舉 1,2-伸乙烯基、1,3-伸丙烯基、1,2-伸丙烯基、1,4-伸丁烯基等，進而就藉由提高分子之平面性而擴大共軛面，並藉由使電荷更非定域化而提高化合物之安定性之方面而言，較佳為伸乙烯基。

【0236】 又，作為碳數 6~30 之 2 價芳香族烴基，可列舉單環及 2~5 縮合環、或複數個該等連結而成之 2 價基。此處，就環之安定性較高之方面而言，該複數個通常為 2~8 個，較佳為 2~5 個。作為該 2 價芳香族烴基之具體例，可列舉源自苯環、萘環、菲環、蒽環、聯三伸苯環、蒽環、稠四苯環、芘環、蒽環等之 2 價芳香族烴基，就環之安定性較高之方面而言，較佳為源自苯環、萘環、蒽環、聯三伸苯環之 2 價基。

【0237】 電洞緩和材料之分子量通常為 10000 以下之範圍，較佳為 5000 以下之範圍，更佳為 4000 以下之範圍，進而較佳為 3000 以下之範圍，又，通常為 100 以上之範圍，較佳為 200 以上之範圍，更佳為 300 以上之範圍，進而較佳為 400 以上之範圍。

【0238】 {電洞阻擋層}

可將電洞阻擋層 6 設置於發光層 5 與下述電子注入層 8 之間。電洞阻擋層 6 係以與發光層 5 之陰極 9 側之界面相接之方式積層於發光層 5 上之層。即，可設置電洞阻擋層 6 代替上述電洞緩和層。該電洞阻擋層 6 具有以下作用：阻擋自陽極 2 移動而來之電洞到達陰極 9；將自陰極 9 注入之電子高效率地向發光層 5 之方向輸送。作為對構成電

洞阻擋層 6 之材料所要求之物性，可列舉電子遷移率較高，電洞遷移率較低；能隙(HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital，最高佔有分子軌域)、LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital，最低未占分子軌域)之差)較大；激發三重態能階(T1)較高。作為滿足此種條件之電洞阻擋層 6 之材料，例如可列舉：雙(2-甲基-8-羥基喹啉)(苯酚)鋁、雙(2-甲基-8-羥基喹啉)(三苯基矽烷醇)鋁等混合配位子錯合物；雙(2-甲基-8-喹啉基)鋁- μ -側氧基-雙(2-甲基-8-喹啉基)鋁二核金屬錯合物等金屬錯合物；二苯乙烯基聯苯衍生物等苯乙烯化合物(日本專利特開平 11-242996 號公報)；3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-第三丁基苯基)-1,2,4-三唑等三唑衍生物(日本專利特開平 7-41759 號公報)；浴銅靈等啡啉衍生物(日本專利特開平 10-79297 號公報)等。進而，亦較佳為以國際公開第 2005-022962 號所記載之含有至少 1 個 2、4、6 位經取代之吡啶環的化合物作為電洞阻擋層 6 之材料。

【0239】再者，電洞阻擋層 6 之材料可僅使用一種，亦可以任意組合及比例併用兩種以上。電洞阻擋層 6 之形成方法並無限制。因此，可藉由濕式成膜法、蒸鍍法或者其他方法而形成。電洞阻擋層 6 之膜厚只要不明顯損害本發明之效果，則可為任意，通常為 0.3 nm 以上，較佳為 0.5 nm 以上，又，通常為 100 nm 以下，較佳為 50 nm 以下。

【0240】{電子輸送層}

可將電子輸送層 7 設置於發光層 5 與下述電子注入層 8 之間。電子輸送層 7 係為了進一步提高元件之發光效率而設置，於提供電場之電極間，由可將自陰極 9 注入之電子高效率地向發光層 5 之方向輸送之化合物所形成。

【0241】作為電子輸送層 7 所使用之電子輸送性化合物，通常使用自陰極 9 或電子注入層 8 之電子注入效率較高，且具有較高之電子遷移率、可高效率地輸送所注入之電子的化合物。作為滿足此種條件之化合物，例如可列舉：8-羥基喹啉之鋁錯合物等金屬錯合物(日本專利特開昭 59-194393 號公報)、10-羥基苯并[h]喹啉之金屬錯合物、喹二唑衍生物、二苯乙烯基聯苯衍生物、矽茂衍生物、3-羥基黃酮金屬錯

合物、5-羥基黃酮金屬錯合物、苯并噁唑金屬錯合物、苯并噻唑金屬錯合物、三苯并咪唑基苯(美國專利第 5645948 號說明書)、喹啉化合物(日本專利特開平 6-207169 號公報)、啡啉衍生物(日本專利特開平 5-331459 號公報)、2-第三丁基-9,10-N,N'-二氰基蒽醌二亞胺、n 型氫化非晶質碳化矽、n 型硫化鋅、n 型硒化鋅等。

【0242】再者，電子輸送層 7 之材料可僅使用一種，亦可以任意組合及比例併用兩種以上。電子輸送層 7 之形成方法並無限制。因此，可藉由濕式成膜法、蒸鍍法或其他方法而形成。電子輸送層 7 之膜厚只要不明顯損害本發明之效果，則可為任意，通常為 1 nm 以上之範圍，較佳為 5 nm 以上之範圍，又，通常為 300 nm 以下之範圍，較佳為 100 nm 以下之範圍。

【0243】{電子注入層}

電子注入層 8 係發揮將自陰極 9 注入之電子高效率地注入發光層 5 之作用。為了高效率地進行電子注入，形成電子注入層 8 之材料較佳為工作函數較低之金屬。作為例子，可使用鈉或銫等鹼金屬、鋇或鈣等鹼土金屬等，其膜厚通常較佳為 0.1 nm 以上、5 nm 以下。

【0244】進而，藉由於以 4,7-二苯基-1,10-啡啉等含氮雜環化合物或 8-羥基喹啉之鋁錯合物等金屬錯合物為代表之有機電子輸送化合物中摻雜鈉、鉀、銫、鋰、銣等鹼金屬(日本專利特開平 10-270171 號公報、日本專利特開 2002-100478 號公報、日本專利特開 2002-100482 號公報等中所記載)，可提高電子注入/輸送性，同時實現優異之膜質，故而較佳。此情形時之膜厚通常為 5 nm 以上，其中較佳為 10 nm 以上，又，通常為 200 nm 以下，其中較佳為 100 nm 以下。

【0245】再者，電子注入層 8 之材料可僅使用一種，亦可以任意組合及比例併用兩種以上。電子注入層 8 之形成方法並無限制。因此，可藉由濕式成膜法、蒸鍍法或其他方法而形成。

【0246】{陰極}

陰極 9 發揮將電子注入發光層 5 側之層(電子注入層 8 或發光層 5 等)中之作用。作為陰極 9 之材料，可使用上述陽極 2 所使用之材料，

爲了高效率地進行電子注入，較佳爲工作函數較低之金屬，例如可使用錫、鎂、銻、鈣、鋁、銀等適當之金屬或該等之合金。作爲具體例，可列舉鎂-銀合金、鎂-銻合金、鋁-鋰合金等低工作函數合金電極。再者，陰極 9 之材料可僅使用一種，亦可以任意組合及比例併用兩種以上。陰極 9 之膜厚通常與陽極 2 相同。

【0247】 進而，爲了保護由低工作函數金屬所構成之陰極 9，於其上進而積層工作函數較高、對大氣較安定之金屬層，可提高元件之安定性，故而較佳。爲此，例如可使用鋁、銀、銅、鎳、鉻、金、鉑等金屬。再者，該等材料可僅使用一種，亦可以任意組合及比例併用兩種以上。

【0248】 {其他層}

本發明之有機電場發光元件於不脫離其意旨之範圍內亦可具有其他構成。例如只要無損其性能，於陽極 2 與陰極 9 之間，除了上述說明之層以外，亦可含有任意層，又，亦可省略任意層。作爲除了上述說明中之層以外亦可含有之層，例如可列舉電子阻擋層。

【0249】 電子阻擋層設置於電洞注入層 3 或電洞輸送層 4 與發光層 5 之間，並發揮以下作用：藉由阻擋自發光層 5 移動而來之電子到達電洞注入層 3，增加發光層 5 內電洞與電子之再結合機率，將所生成之激子封入發光層 5 內；將自電洞注入層 3 注入之電洞高效率地向發光層 5 之方向輸送。尤其於使用磷光材料，或使用藍色發光材料作爲發光材料之情形時，設置電子阻擋層較爲有效。

【0250】 作爲對電子阻擋層所要求之特性，可列舉：電洞輸送性較高，能隙(HOMO、LUMO 之差)較大；激發三重態能階(T1)較高等。進而，於本發明中，於以發光層 5 作爲本發明之有機層、藉由濕式成膜法製作之情形時，對電子阻擋層亦可要求濕式成膜之適用性。作爲可用於此種電子阻擋層之材料，可列舉以 F8-TFB 爲代表之二辛基芴與三苯胺之共聚合體(國際公開第 2004/084260 號)等。

【0251】 再者，電子阻擋層之材料可僅使用一種，亦可以任意組合及比例併用兩種以上。電子阻擋層之形成方法並無限制。因此，可

藉由濕式成膜法、蒸鍍法或其他方法而形成。

【0252】 進而，於陰極 9 與發光層 5 或電子輸送層 7 之界面插入例如藉由氟化鋰(LiF)、氟化鎂(MgF₂)、氧化鋰(Li₂O)、碳酸鈉(II)(CsCO₃)等所形成之極薄絕緣膜(0.1~5 nm)亦係提高元件之效率之有效方法(參照 Applied Physics Letters, 1997 年, Vol.70, pp.152; 日本專利特開平 10-74586 號公報; IEEE Transactions on Electron Devices, 1997 年, Vol.44, pp.1245; SID 04 Digest, pp.154 等)。

【0253】 又，以上所說明之層構成中，亦可以相反之順序積層基板以外之構成要素。例如若為圖 1 之層構成，則可於基板 1 上以陰極 9、電子注入層 8、電子輸送層 7、電洞阻擋層 6 或電洞緩和層、發光層 5、電洞輸送層 4、電洞注入層 3、陽極 2 之順序設置其他構成要素。進而，藉由於至少一者具有透明性之 2 片基板之間積層基板以外之構成要素，亦可構成本發明之有機電場發光元件。

【0254】 又，亦可將基板以外之構成要素(發光單元)設為多段重疊之構造(積層數個發光單元而成之構造)。於此種情形時，若設置例如由五氧化二釩(V₂O₅)等所構成之電荷產生層(Carrier Generation Layer: CGL)代替各段間(發光單元間)之界面層(陽極為 ITO、陰極為 Al 之情形時為該 2 層)，則段間之障壁減少，就發光效率、驅動電壓之觀點而言更佳。

【0255】 進而，本發明之有機電場發光元件可作為單個有機電場發光元件而構成，亦可適用於將複數個有機電場發光元件配置為陣列狀之構成，亦可適用於將陽極與陰極配置為 X-Y 矩陣狀之構成。又，只要不明顯損害本發明之效果，則於上述各層中，亦可含有說明以外之成分作為材料。

【0256】 《有機 EL 顯示裝置》

本發明之有機 EL 顯示裝置係使用上述本發明之有機電場發光元件者。關於本發明之有機 EL 顯示裝置之型式或構造並無特別限制，可使用本發明之有機電場發光元件並依照常法進行組裝。例如，可藉由如「有機 EL 顯示器」(Ohmsha、2004 年 8 月 20 日發行、時任靜士、

安達千波矢、村田英幸著)中所記載之方法形成本發明之有機 EL 顯示裝置。

【0257】 《有機 EL 照明》

本發明之有機 EL 照明係使用上述本發明之有機電場發光元件者。關於本發明之有機 EL 照明之型式或構造，並無特別限制，可使用本發明之有機電場發光元件並依照常法進行組裝。

[實施例]

【0258】 其次，藉由實施例更具體地說明本發明，本發明只要不超出其要旨，則並不限定於以下實施例之記載。再者，以下之實施例及比較例所使用之發光材料之最大發光波長係藉由如下方式求出：針對各材料，製備 1.0×10^{-5} M 至 1.0×10^{-6} M 左右之甲苯(難溶之情形時為二氯甲烷)溶液，使用該溶液，利用日立製作所(股)製造之分光光度計「F4500」測定發光光譜。將各發光材料之最大發光波長示於以下之表 1。

【0259】 [表 1]

表 1

發光材料	最大發光波長(nm)
GD-1	515
GD-2	518
RD-1	616
RD-2	596
RD-3	629
BD-1	461
BD-2	456
BD-3	459

【0260】 [實施例 1]

除省略電洞阻擋層 6 以外，製造圖 1 所示之構成之有機電場發光元件。

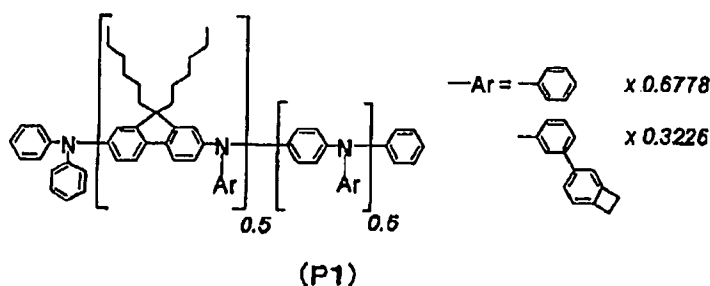
<陽極>

於玻璃基板上，藉由通常之光微影技術將使氧化銦錫(ITO)透明導電膜成膜為厚度 150 nm 者(濺鍍成膜品、薄片電阻 15 Ω)圖案化為 2 mm 寬之條紋而形成陽極 2。依序對形成有陽極 2 之基板 1 進行利用丙酮之超音波清洗、利用純水之水洗、利用異丙醇之超音波清洗後，藉由氮吹將其乾燥，最後進行紫外線臭氧清洗等處理。

【0261】 <電洞注入層>

繼而，以如下方式藉由濕式成膜法形成電洞注入層 3。作為電洞注入層形成用組成物，係製備將含有下述式(P1)之重複構造之電洞輸送性高分子化合物 2 重量%與作為氧化劑之 4-異丙基-4'-甲基二苯基鎂四(五氟苯基)硼酸鹽 0.8 重量%溶解於苯甲酸乙酯中而成之組成物，於上述 ITO 基板上藉由旋轉塗佈而將該組成物成膜。

【0262】 [化 47]

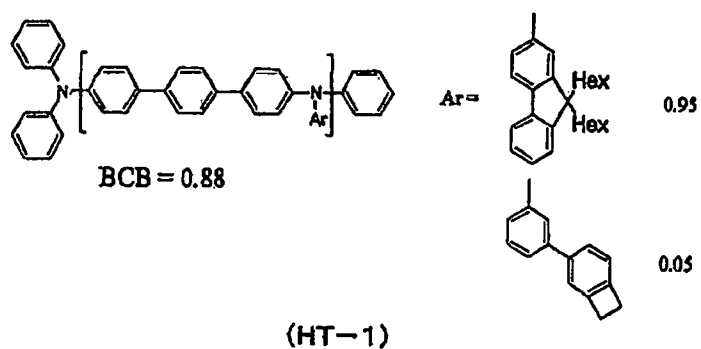


【0263】 作為旋轉塗佈條件，係藉由攪拌子轉速 500 rpm、攪拌子旋轉時間 2 秒，繼而攪拌子轉速 1500 rpm、攪拌子旋轉時間 30 秒之 2 個階段而進行。乾燥係利用 230°C 之潔淨烘箱加熱 1 小時而進行，從而形成膜厚 40 nm 之電洞注入層 3。

【0264】 <電洞輸送層>

繼而，以如下方式，於所形成之電洞注入層 3 上形成電洞輸送層 4。作為交聯性化合物，係製備含有如下所示之重複構造之高分子化合物(HT-1)(重量平均分子量：45000)及作為溶劑之環己基苯的電洞輸送層形成用組成物。該電洞輸送層形成用組成物中之該高分子化合物(HT-1)之濃度為 1.0 重量%。

【0265】 [化 48]

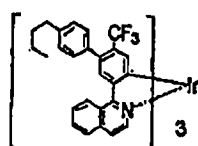
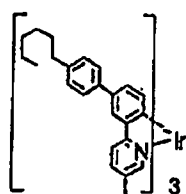
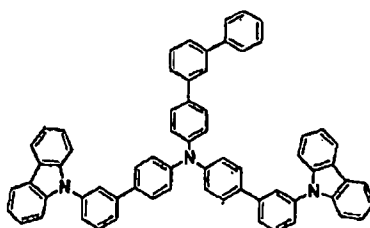
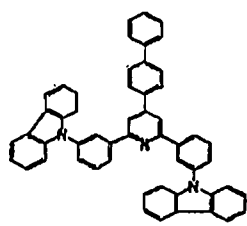


【0266】 藉由攪拌子轉速 500 rpm、攪拌子旋轉時間 2 秒，繼而攪拌子旋轉 1500 rpm、攪拌子旋轉時間 120 秒之 2 個階段，將該電洞輸送層形成用組成物旋轉塗佈於電洞注入層 3 上。其後，於 230℃ 下加熱 60 分鐘，使該高分子化合物(HT-1)進行交聯反應而進行硬化。藉由以上操作，形成膜厚 10 nm 之均勻之電洞輸送層 4 之薄膜。

【0267】 <塗佈發光層>

繼而，以如下方式，於所形成之電洞輸送層 4 上形成塗佈發光層。以 25:75:10:0.7 之重量比混合以下所示之化合物(GH-1)、(GH-2)、(GD-1)及(RD-1)，製備將該混合物 1.7 重量%溶解於環己基苯中而成之組成物，於氮氣環境下，於上述電洞輸送層 4 上藉由旋轉塗佈將該組成物成膜。

【0268】 [化 49]



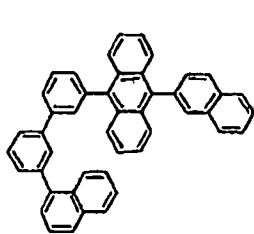
【0269】 作為旋轉塗佈條件，係藉由攪拌子轉速 500 rpm、攪拌

子旋轉時間 2 秒，繼而攪拌子轉速 1500 rpm、攪拌子旋轉時間 120 秒之 2 個階段而進行。其後，於 130°C 下乾燥 1 小時，藉此形成膜厚 20 nm 之塗佈發光層。再者，上述化合物(GD-1)係於 515 nm 具有最大發光波長之綠色磷光發光材料，上述化合物(RD-1)係於 616 nm 具有最大發光波長之紅色磷光發光材料。

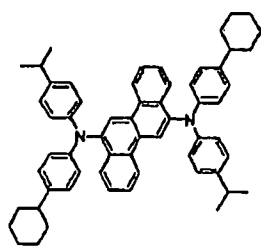
【0270】 <蒸鍍發光層>

繼而，藉由真空蒸鍍法於所形成之塗佈發光層上形成蒸鍍發光層。以 100:5 之重量比，藉由真空蒸鍍法蒸鍍以下所示之化合物(BH-1)與(BD-1)而成膜，藉此形成膜厚 30 nm 之蒸鍍發光層。

【0271】 [化 50]



(BH-1)



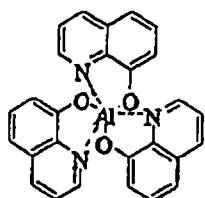
(BD-1)

【0272】 再者，上述化合物(BD-1)係於 461 nm 具有最大發光波長之藍色螢光發光材料。

<電子輸送層>

繼而，於所形成之蒸鍍發光層上，藉由真空蒸鍍法將以下所示之化合物(ET-1)以膜厚成爲 20 nm 之方式形成爲電子輸送層 7。

【0273】 [化 51]



(ET-1)

【0274】 <電子注入層、陰極>

此處，自上述真空蒸鍍裝置內將蒸鍍進行至電子輸送層 7 之元件一次取出至大氣中，使作爲陰極蒸鍍用之遮罩的與陽極 2 即 ITO 條紋

正交之形狀之寬 2 mm 的條紋狀蔽陰遮罩密接於元件上，設置於別的真
空蒸鍍裝置內，藉由與電子輸送層 7 相同之真空蒸鍍法，積層膜厚 0.5
nm 之氟化鋰(LiF)作為電子注入層 8，繼而積層膜厚 80.0 nm 之鋁作為
陰極 9。

【0275】 <密封>

接著，為了防止元件於保管過程中因大氣中之水分等而導致劣
化，藉由以下所記載之方法進行密封處理。於真空蒸鍍裝置所連結之
氮氣手套箱中，以約 1 mm 之寬度將光硬化性樹脂塗佈於 23 mm×23 mm
尺寸之玻璃板之外周部，於中央部設置吸濕片。以經蒸鍍之面與乾燥
劑片相對向之方式將已形成陰極之基板貼合於其上。其後，僅對塗佈
有光硬化性樹脂之區域照射紫外光，使樹脂硬化。藉此，獲得含有 2
mm×2 mm 尺寸之發光面積部分的有機電場發光元件。

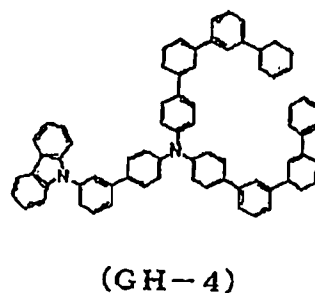
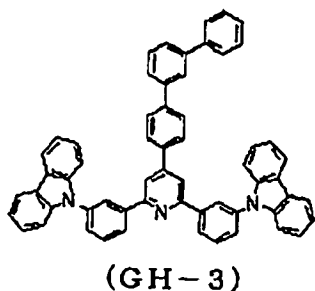
【0276】 [比較例 1]

除了將發光層變更為如下所述之僅由 2 層蒸鍍發光層構成者以
外，以與實施例 1 相同之方式製作元件。基於蒸鍍裝置之制約，僅可
進行 3 元蒸鍍，因而作為發光層之材料，藉由真空蒸鍍法，以 100:10
:0.7 之重量比蒸鍍上述化合物(GH-2)、(GD-1)及(RD-1)而成膜，於電洞
輸送層 4 上形成膜厚 40 nm 之蒸鍍發光層。繼而，藉由真空蒸鍍法，
以 100:5 之重量比蒸鍍上述化合物(BH-1)與(BD-1)而成膜，積層形成膜
厚 20 nm 之蒸鍍發光層。

【0277】 [實施例 2]

於實施例 1 中，作為形成塗佈發光層所使用之材料，係使用以下
所示之化合物(GH-3)、(GH-4)與上述化合物(GD-1)及(RD-1)，將其混合
比例變更為(GH-3):(GH-4):(GD-1):(RD-1)=25:75:7:1.5 之比例(重量
比)，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作有機電場發光元件。

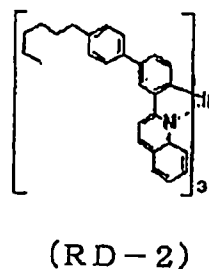
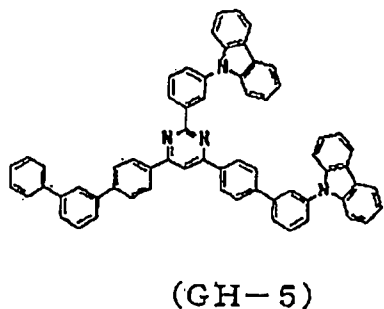
【0278】 [化 52]



【0279】 [實施例 3]

於實施例 1 中，作為形成塗佈發光層所使用之材料，係使用以下所示之化合物(GH-5)與上述化合物(GH-4)、(GD-1)與以下所示之化合物(RD-2)，將其混合比例設為(GH-5):(GH-4):(GD-1):(RD-2)=25:75:10:1 之比例(重量比)，製備將該混合物 2.5 重量%溶解於環己基苯中而成之組成物，於氮氣環境下，於上述電洞輸送層上藉由旋轉塗佈將該組成物成膜，而形成膜厚 30 nm 之塗佈發光層，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作有機電場發光元件。

【0280】 [化 53]

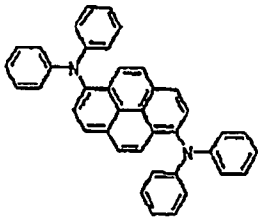


【0281】 再者，上述化合物(RD-2)係於 596 nm 具有最大發光波長之紅色磷光發光材料。

【0282】 [實施例 4]

於實施例 2 中，將蒸鍍發光層所使用之發光材料之化合物(BD-1)變更為以下所示之化合物(BD-2)，除此以外，以與實施例 2 相同之方式製作有機電場發光元件。

【0283】 [化 54]



(BD-2)

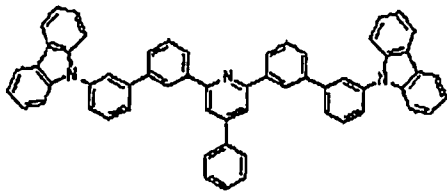
【0284】再者，上述化合物(BD-2)係於 456 nm 具有最大發光波長之藍色螢光發光材料。

【0285】 [實施例 5]

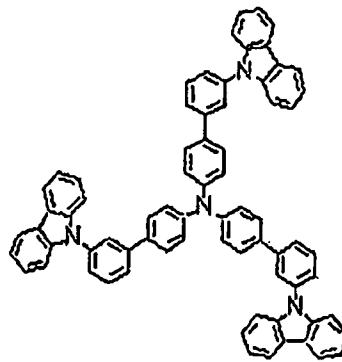
於實施例 1 中，將塗佈發光層所使用之材料設為以下所示之化合物(GH-6)、(GH-7)、(GD-2)及(RD-3)，將其混合比例變更為(GH-6):(GH-7):(GD-2):(RD-3)=25:75:10:0.7 之比例(重量比)，同樣地形成塗佈發光層，其後以與實施例 1 相同之方式形成蒸鍍發光層，進而使用上述化合物(GH-1)，藉由真空蒸鍍法於其上形成膜厚 5 nm 之電洞緩和層，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作有機電場發光元件。

【0286】

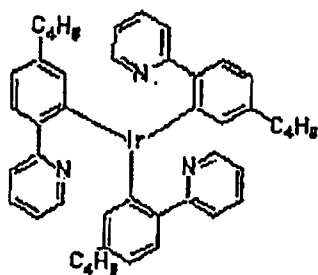
[化 55]



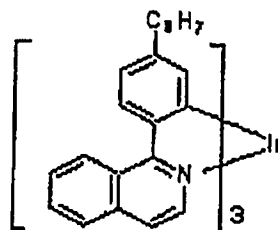
(GH-6)



(GH-7)



(GD-2)



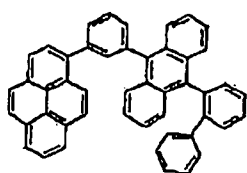
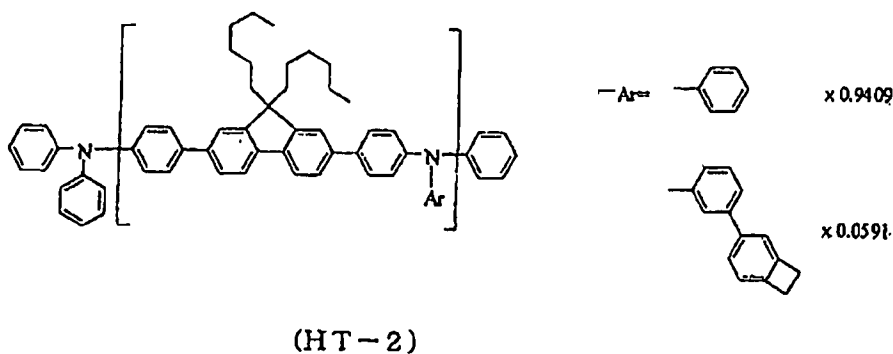
(RD-3)

【0287】再者，上述化合物(GD-2)係於 518 nm 具有最大發光波長之綠色磷光發光材料，化合物(RD-3)係於 629 nm 具有最大發光波長之紅色磷光發光材料。

【0288】 [實施例 6]

於實施例 1 中，將電洞輸送層所使用之高分子化合物(HT-1)變更爲以下所示之重複構造之高分子化合物(HT-2)(重量平均分子量：68000)，將蒸鍍發光層所使用之化合物(BH-1)變更爲以下所示之化合物(BH-2)，同樣地形成蒸鍍發光層後，藉由真空蒸鍍法，使用上述化合物(GH-1)於其上形成膜厚 10 nm 之電洞緩和層，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作有機電場發光元件。

【0289】 [化 56]



(BH-2)

【0290】 [實施例 7]

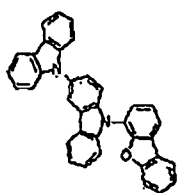
於實施例 2 中，進而使用上述化合物(BH-2)，藉由真空蒸鍍法於塗佈發光層上形成膜厚 5 nm 之中間層，除此以外，以與實施例 2 相同之方式製作有機電場發光元件。

【0291】 [比較例 2]

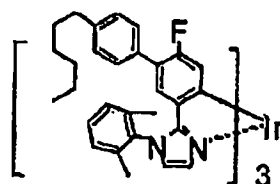
於實施例 1 中，將蒸鍍發光層所使用之材料變更爲以下所示之化合物(BH-3)與(BD-3)，藉由真空蒸鍍法，以(BH-3):(BD-3)=100:5 之

重量比進行真空蒸鍍，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作有機電場發光元件。

【0292】 [化 57]



(BH-3)



(BD-3)

【0293】 再者，上述化合物(BD-3)係於 459 nm 具有最大發光波長之藍色磷光發光材料。

【0294】 [比較例 3]

於比較例 2 中，不形成電洞輸送層，於電洞注入層上直接積層塗佈發光層，除此以外，以與比較例 2 相同之方式製作元件。

【0295】 [比較例 4]

於實施例 1 中，將形成塗佈發光層所使用之材料設為聚乙烯吡啶(PVK；重量平均分子量：440000)與上述化合物(GD-1)及(RD-1)，將以 PVK:(GD-1):(RD-1)=100:10:0.7 之比例(重量比)混合而得之混合物以濃度 0.35 重量%溶解於甲苯:大茴香醚之 1:1(體積比)混合溶劑中，並使用所得之組成物，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作有機電場發光元件。再者，該 PVK 為高分子電荷輸送性材料。

【0296】 [實施例 8]

於實施例 1 中，作為形成塗佈發光層所使用之材料，係使用上述化合物(GH-2)、(GD-1)及(RD-1)，以(GH-2):(GD-1):(RD-1)=100:10:0.7 之比例(重量比)進行混合，製備將該混合物 3.3 重量%溶解於環己基苯中而成之組成物，於氮氣環境下，於上述電洞輸送層上藉由旋轉塗佈將該組成物成膜，而形成膜厚 40 nm 之塗佈發光層，使蒸鍍發光層之膜厚成爲 20 nm，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作有機電場發光元件。

【0297】 [元件之評估]

使用分光器 USB4000(Ocean Optics 公司製造)測定實施例 1~8 及比較例 1~4 所得之元件之發光光譜，調查最大發光波長。又，測定施加 8 V 電壓作為驅動電壓時之 CIE 色度。將結果示於表 2、3。又，對實施例 1~8 及比較例 1~4 中所得之各元件通入 10 mA/cm^2 之電流密度之電流，測定此時之驅動電壓與電力發光效率。進而通入 250 mA/cm^2 之電流密度之電流，測定相對於初始亮度之通電 32 秒後之相對亮度，對耐久性進行評估。將結果示於表 2、3。

【0298】 [表 2]

表 2

	發光層之構成				@10 mA/cm ² 驅動 電壓 [V]	電力發 光效率 [lm/W]	通入 250 mA/cm ² 電流 32 秒後之相對 亮度	最大發光波長 λ max (nm)			8 V 時之色 度座標
	第一層(下層)		第二層(上層)					440~500 nm (藍)	510~550 nm (綠)	580~630 nm (紅)	
	種類	材料	膜厚 (nm)	種類							
實施例 1	塗佈發 光層	(GH-1) (GH-2) (GD-1) (RD-1)	20	蒸鍍發 光層	(BH-1) (BD-1)	30	466	520	612	(0.35, 0.36)	
實施例 2	塗佈發 光層	(GH-3) (GH-4) (GD-1) (RD-1)	20	蒸鍍發 光層	(BH-1) (BD-1)	30	464	518	614	(0.33, 0.32)	
實施例 3	塗佈發 光層	(GH-5) (GH-4) (GD-1) (RD-2)	30	蒸鍍發 光層	(BH-1) (BD-1)	30	464	520	584	(0.41, 0.42)	
實施例 4	塗佈發 光層	(GH-3) (GH-4) (GD-1) (RD-1)	20	蒸鍍發 光層	(BH-1) (BD-2)	30	464	518	614	(0.34, 0.34)	
實施例 5	塗佈發 光層	(GH-6) (GH-7) (GD-2) (RD-3)	20	蒸鍍發 光層	(BH-1) (BD-1)	30	462	512	622	(0.40, 0.39)	
實施例 6	塗佈發 光層	(GH-1) (GH-2) (GD-1) (RD-1)	20	蒸鍍發 光層	(BH-2) (BD-1)	30	468	518	612	(0.33, 0.39)	
實施例 7	塗佈發 光層	(GH-3) (GH-4) (GD-1) (RD-1)	20	蒸鍍發 光層	(BH-1) (BD-1)	30	462	516	612	(0.28, 0.30)	

【0299】 [表 3]

表 3

	發光層之構成						通過 250 mA/cm ² 電流 32 秒後之相 對亮度	最大發光波長 λ max(nm)			8 V 時之色 度座標	
	第一層(下層)		第二層(上層)		@10 mA/cm ²			440~500nm (藍)	510~550 nm (綠)	580~630 nm (紅)		
	種類	材料	膜厚 (nm)	種類	材料	膜厚 (nm)						驅動 電壓 [V]
比較例 1	蒸鍍發 光層	(GH-2) (GD-1) (RD-1)	40	蒸鍍發 光層	(BH-1) (BD-1)	20	9.9	2.5	462	516	612	(0.45, 0.32)
比較例 2	塗佈發 光層	(GH-1) (GH-2) (GD-1) (RD-1)	20	蒸鍍發 光層	(BH-3) (BD-3)	30	9.6	3.9	462	512	612	(0.33, 0.34)
比較例 3	塗佈發 光層	(GH-1) (GH-2) (GD-1) (RD-1)	20	蒸鍍發 光層	(BH-3) (BD-3)	30	9.7	2.6	462	514	612	(0.32, 0.36)
比較例 4	塗佈發 光層	PVK (GD-1) (RD-1)	20	蒸鍍發 光層	(BH-1) (BD-1)	30	10.9	1.7	466	518	612	(0.33, 0.32)
實施例 8	塗佈發 光層	(GH-2) (GD-1) (RD-1)	40	蒸鍍發 光層	(BH-1) (BD-1)	20	8.8	2.8	462	518	614	(0.41, 0.31)

【0300】 由以上結果得知，本發明之有機電場發光元件係於低電壓下以較高之效率進行白色發光且耐久性較高之元件。

【0301】 以上，參照特定之實施形態，詳細地說明了本發明，但本領域技術人員明瞭可於不脫離本發明之精神與範圍之情況下施加各種變更或修正。本申請案係基於 2012 年 1 月 17 日提出申請之日本專利申請案(日本專利特願 2012-007131)者，其內容作為參照而併入本文。

【符號說明】

【0302】

- | | |
|----|----------|
| 1 | 基板 |
| 2 | 陽極 |
| 3 | 電洞注入層 |
| 4 | 電洞輸送層 |
| 5 | 發光層 |
| 6 | 電洞阻擋層 |
| 7 | 電子輸送層 |
| 8 | 電子注入層 |
| 9 | 陰極 |
| 10 | 有機電場發光元件 |

申請專利範圍

1. 一種有機電場發光元件，其係包含陽極及陰極、以及形成於該陽極與該陰極之間的發光層，並於該陽極與該發光層之間，包含由電洞輸送材料所構成之電洞輸送層者，

該發光層係由 2 層以上含有各不相同之發光材料之層所構成，

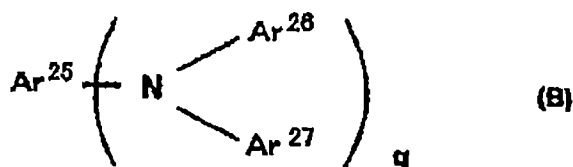
該發光層自陽極側起依序包含藉由濕式成膜法所形成之層與藉由真空蒸鍍法所形成之層，

該藉由濕式成膜法所形成之層係含有屬於低分子化合物之磷光發光材料與屬於低分子化合物之電荷輸送材料之層，

該藉由真空蒸鍍法所形成之層係含有屬於低分子化合物之螢光發光材料與屬於低分子化合物之電荷輸送材料之層，

該螢光發光材料為下述式(B)所表示者：

[化 1]



(式中， Ar^{25} 為經取代或未經取代之萘基、蔥基、菲基、芘基、蒽基、蔻基、聯苯基、聯三苯基、二苯基蔥基、咪唑基、苯并噁啉基、茚基、茚并茚基、芘基， Ar^{26} 及 Ar^{27} 分別獨立為經取代或未經取代之苯基、萘基、蔥基、菲基、芘基、蒽基、蔻基、聯苯基、聯三苯基、吡咯基、咪喃基、噻吩基、苯并噻吩基、噁二噻基、二苯基蔥基、吡啶基、咪唑基、吡啶基、苯并噁啉基、茚基、茚并茚基或芘基；

再者，於 Ar^{25} 、 Ar^{26} 及 Ar^{27} 含有取代基之情形時，作為取代基係從碳數 1~6 之烷基、碳數 1~6 之烷氧基、核原

子數為 5~40 之芳基、經核原子數 5~40 之芳基取代之胺基、含有核原子數 5~40 之芳基之酯基、含有碳數 1~6 之烷基之酯基、氰基、硝基及鹵素原子所組成之群中選擇之至少一種； q 為 1~4 之整數；)

該磷光發光材料為下述式(III)所表示之化合物：

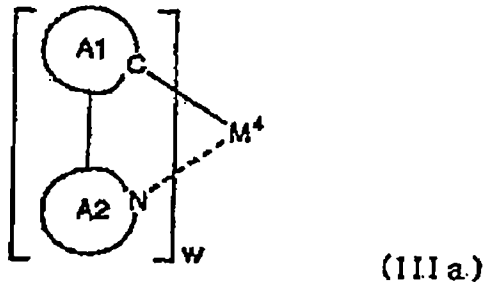


(式(III)中， M 代表金屬， q 代表上述金屬之價數； L 及 L' 係表示雙牙配位子，又， L 及 $/$ 或 L' 表示 2-芳基吡啶系配位子； j 表示 0、1 或 2 之數；)

該電洞輸送材料為具有交聯基之多芳基胺衍生物及 $/$ 或具有交聯基之聚伸芳基衍生物。

2. 如申請專利範圍第 1 項之有機電場發光元件，其中，該磷光發光材料為從下述式(IIIa)、(IIIb)、(IIIc)所表示之化合物中所選出者；

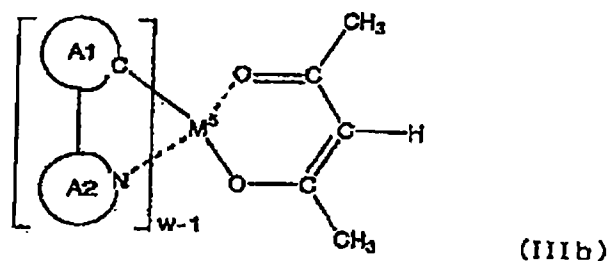
[化 2]



(式(IIIa)中， M^4 表示鈥、銻、鈹、銀、銻、鐵、銻、鉑或金； w 表示上述金屬之價數；環 A1 表示可含有取代基之苯基、聯苯基、萘基、蔥基、噻吩基、呋喃基、苯并噻吩基、苯并呋喃基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基或咪唑基；環 A2 表示可含有取代基之吡啶基；

環 A1 及環 A2 可含有之取代基為從鹵素原子、烷基、烯基、烷氧羰基、烷氧基、芳氧基、二烷基胺基、二芳基胺基、咪唑基、醯基、鹵化烷基、氰基中選擇之至少一種，該取代基亦可互相連結形成環；)

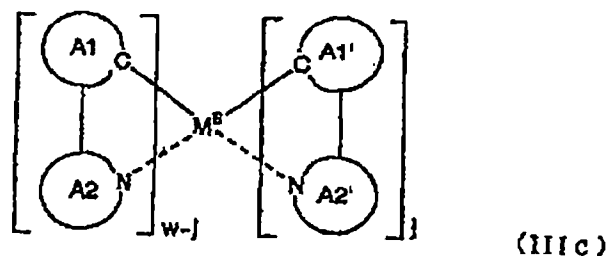
[化 3]



(式(IIIb)中， M^5 表示鈺、銻、鈹、銀、銻、鐵、銻、鉑或金； w 表示上述金屬之價數；環 A1 表示可含有取代基之苯基、聯苯基、萘基、蔥基、噻吩基、呋喃基、苯并噻吩基、苯并呋喃基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基或卟啉基；環 A2 表示可含有取代基之吡啶基；

環 A1 及環 A2 可含有之取代基為從鹵素原子、烷基、烯基、烷氧羰基、烷氧基、芳氧基、二烷基胺基、二芳基胺基、卟啉基、醯基、鹵化烷基、氰基中選擇之至少一種，該取代基亦可互相連結形成環；)

[化 4]

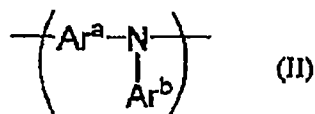


(式(IIIb)中， M^6 表示鈺、銻、鈹、銀、銻、鐵、銻、鉑或金； w 表示上述金屬之價數； j 表示 0、1 或 2；環 A1 及環 A1'各自獨立表示可含有取代基之苯基、聯苯基、萘基、蔥基、噻吩基、呋喃基、苯并噻吩基、苯并呋喃基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基或卟啉基；環 A2 表示可含有取代基之吡啶基；環 A2'表示可含有取代基之吡啶基、嘧啶基、吡嗪基、三吡嗪基、苯并噻啉基、苯并嘧啉、苯并咪啉基、喹啉基、異喹啉基、喹啉基或啡啉基；

環 A1、環 A1'、環 A2 及環 A2'可含有之取代基為從鹵素原子、烷基、烯基、烷氧羰基、烷氧基、芳氧基、二烷基胺基、二芳基胺基、咪唑基、醯基、鹵化烷基、氰基中選擇之至少一種，該取代基亦可互相連結形成環)。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之有機電場發光元件，其中，多芳基胺衍生物為含有下述式(II)所表示之重複單位之聚合體；

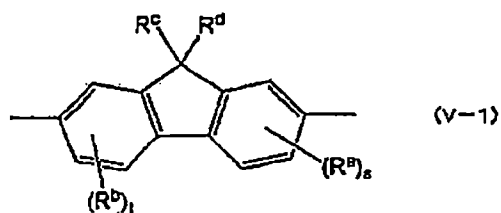
[化 5]



(式(II)中，Ar^a及 Ar^b各自獨立地表示源自從包含苯環、萘環、蔥環、菲環、聯三伸苯環、芘環、噻吩環、吡啶環、茚環之群組選出之環的基，或 2 個以上苯環連結而成之基；又，該等環亦可含有烷基、烯基、炔基、烷氧基、芳氧基、烷氧羰基、二烷基胺基、二芳基胺基、醯基、鹵素原子、鹵化烷基、烷硫基、芳硫基、矽烷基、矽氧基、氰基、芳香族烴環基或芳香族雜環基作為取代基)。

4. 如申請專利範圍第 3 項之有機電場發光元件，其中，前述式(II)中，Ar^a及 Ar^b係源自苯環之基或源自茚環之基。
5. 如申請專利範圍第 1 項之有機電場發光元件，其中，聚伸芳基衍生物為含有下述式(V-1)及／或下述式(V-2)所構成之重複單位之聚合體；

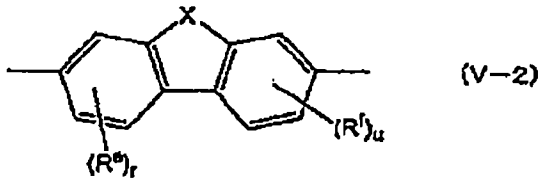
[化 6]



(式(V-1)中，R^a、R^b、R^c及 R^d各自獨立地表示烷基、烷氧基、苯基烷基、苯基烷氧基、苯基、苯氧基、烷基苯基、

烷氧基苯基、烷羰基、烷氧羰基或羧基； t 及 s 各自獨立地表示 $0 \sim 3$ 之整數；於 t 或 s 為 2 以上之情形時，一分子中所含之複數個 R^a 或 R^b 可相同亦可不同，鄰接之 R^a 或 R^b 彼此可形成環；)

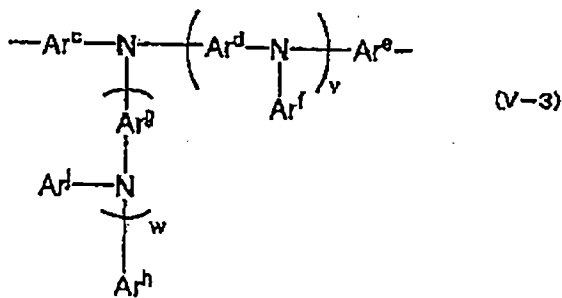
[化 7]



(式(V-2)中， R^e 及 R^f 各自獨立地與上述式(V-1)中之 R^a 、 R^b 、 R^c 或 R^d 之含義相同； r 及 u 各自獨立地表示 $0 \sim 3$ 之整數；於 r 或 u 為 2 以上之情形時，一分子中所含之複數個 R^e 及 R^f 可相同亦可不同，鄰接之 R^e 或 R^f 彼此可形成環； X 為 $-O-$ 、 $-BR-$ 、 $-NR-$ 、 $-SiR_2-$ 、 $-PR-$ 、 $-SR-$ 、 $-CR_2-$ 或該等鍵結而成之基；再者， R 表示氫原子或任意有機基；所謂有機基為含有至少一個碳原子之基)。

6. 如申請專利範圍第 5 項之有機電場發光元件，其中，含有下述式(V-3)所表示之重複單位；

[化 8]



(式(V-3)中， $Ar^c \sim Ar^j$ 各自獨立地表示源自從包含苯環、萘環、蔥環、菲環、聯三伸苯環、芘環、噻吩環、吡啶環、萸環之群組選出之環的基，或 2 個以上苯環連結而成之基；又，該等環亦可含有烷基、烯基、炔基、烷氧基、芳氧基、烷氧羰基、二烷基胺基、二芳基胺基、醯基、鹵素

原子、鹵化烷基、烷硫基、芳硫基、矽烷基、矽氧基、氫基、芳香族烴環基或芳香族雜環基作為取代基；v 及 w 各自獨立地表示 0 或 1)。

7. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之有機電場發光元件，其中，上述發光層中所含之上述藉由濕式成膜法所形成之層，係於 440~500 nm 區域、510~550 nm 區域及 580~630 nm 區域中之至少 2 個區域具有最大發光波長之層。
8. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之有機電場發光元件，其中，上述發光層中所含之上述藉由濕式成膜法所形成之層，係於 510~550 nm 區域及 580~630 nm 區域中具有最大發光波長之層。
9. 一種有機 EL 照明，其包含申請專利範圍第 1 至 8 項中任一項之有機電場發光元件。
10. 一種有機 EL 顯示裝置，其包含申請專利範圍第 1 至 8 項中任一項之有機電場發光元件。
11. 一種有機電場發光元件之製造方法，該有機電場發光元件係包含陽極及陰極、以及形成於該陽極與該陰極之間的發光層，並於該陽極與該發光層之間包含由電洞輸送材料所構成之電洞輸送層者，

該發光層係由 2 層以上含有各不相同之發光材料之層所構成；

該製造方法包含：

藉由濕式成膜法形成該發光層中位於陽極側之第一發光層之步驟；及

藉由真空蒸鍍法形成自陽極側起介隔第一發光層所形成之第二發光層之步驟；

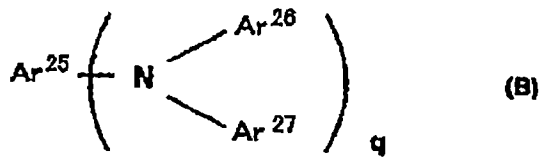
該第一發光層係含有屬於低分子化合物之磷光發光材料與屬於低分子化合物之電荷輸送材料之層，

該第二發光層係含有屬於低分子化合物之螢光發光

材料與屬於低分子化合物之電荷輸送材料之層，

該螢光發光材料為下述式(B)所表示者：

[化 1]



(式中， Ar^{25} 為經取代或未經取代之萘基、蔥基、菲基、芘基、蒽基、蒽基、聯苯基、聯三苯基、二苯基蔥基、咪唑基、苯并噻啉基、葑基、茚并葑基或茚基； Ar^{26} 及 Ar^{27} 分別獨立為經取代或未經取代之苯基、萘基、蔥基、菲基、芘基、蒽基、蒽基、聯苯基、聯三苯基、吡咯基、呋喃基、噻吩基、苯并噻吩基、噁二唑基、二苯基蔥基、吡啶基、咪唑基、咪唑基、吡啶基、苯并噻啉基、葑基、茚并葑基或茚基；

再者，於 Ar^{25} 、 Ar^{26} 及 Ar^{27} 含有取代基之情形時，作為取代基係從碳數 1~6 之烷基、碳數 1~6 之烷氧基、核原子數為 5~40 之芳基、經核原子數 5~40 之芳基取代之胺基、含有核原子數 5~40 之芳基之酯基、含有碳數 1~6 之烷基之酯基、氰基、硝基、鹵素原子所組成之群中選擇之至少一種； q 為 1~4 之整數；)

該磷光發光材料為下述式(III)所表示之化合物：



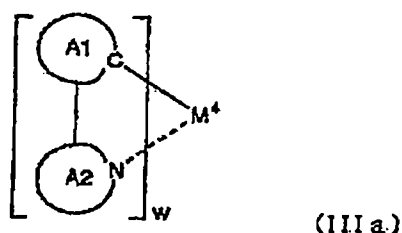
(式(III)中， M 代表金屬， q 代表上述金屬之價數； L 及 L' 係表示雙牙配位子，又， L 及 $/$ 或 L' 表示 2-芳基吡啶系配位子； j 表示 0、1 或 2 之數；)

該電洞輸送材料為具有交聯基之多芳基胺衍生物及 $/$ 或具有交聯基之聚伸芳基衍生物。

12. 如申請專利範圍第 11 項之有機電場發光元件之製造方法，其中，該磷光發光材料為從下述式(IIIa)、(IIIb)、(IIIc)

所表示之化合物中所選出者；

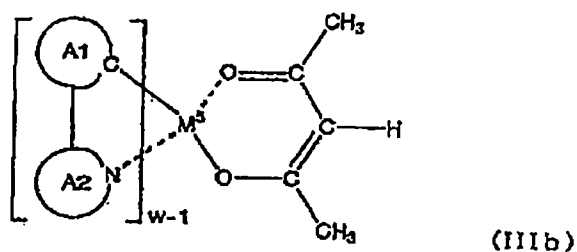
[化 2]



(式(IIIa)中， M^4 表示鈺、銻、鈹、銀、銻、鐵、銥、鉑或金； w 表示上述金屬之價數；環 A1 表示可含有取代基之苯基、聯苯基、萘基、蔥基、噻吩基、呋喃基、苯并噻吩基、苯并呋喃基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基或呋啶基；環 A2 表示可含有取代基之吡啶基；

環 A1 及環 A2 可含有之取代基為從鹵素原子、烷基、烯基、烷氧羰基、烷氧基、芳氧基、二烷基胺基、二芳基胺基、呋啶基、醯基、鹵化烷基、氰基中選擇之至少一種，該取代基亦可互相連結形成環；)

[化 3]

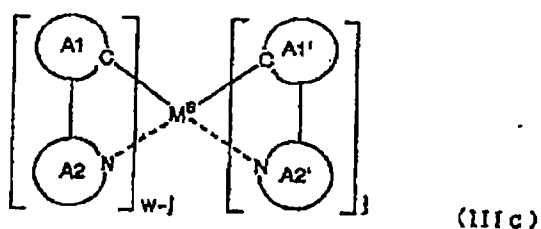


(式(IIIb)中， M^5 表示鈺、銻、鈹、銀、銻、鐵、銥、鉑或金； w 表示上述金屬之價數；環 A1 表示可含有取代基之苯基、聯苯基、萘基、蔥基、噻吩基、呋喃基、苯并噻吩基、苯并呋喃基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基或呋啶基；環 A2 表示可含有取代基之吡啶基；

環 A1 及環 A2 可含有之取代基為從鹵素原子、烷基、烯基、烷氧羰基、烷氧基、芳氧基、二烷基胺基、二芳基

胺基、咪唑基、醯基、鹵化烷基、氰基中選擇之至少一種，該取代基亦可互相連結形成環；)

[化 4]

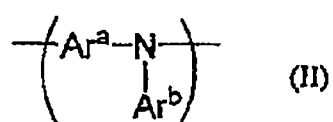


(式(IIIb)中， M^6 表示鈺、銻、鈮、銀、銻、鐵、銻、鉑或金； w 表示上述金屬之價數； j 表示0、1或2；環A1及環A1'各自獨立表示可含有取代基之苯基、聯苯基、萘基、蔥基、噻吩基、呋喃基、苯并噻吩基、苯并呋喃基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基或咪唑基；環A2表示可含有取代基之吡啶基；環A2'表示可含有取代基之吡啶基、嘧啶基、吡嗪基、三吡嗪基、苯并噻唑基、苯并噁唑、苯并咪唑基、喹啉基、異喹啉基、喹噁啉基或啡啶基；

環A1、環A1'、環A2及環A2'可含有之取代基為從鹵素原子、烷基、烯基、烷氧羰基、烷氧基、芳氧基、二烷基胺基、二芳基胺基、咪唑基、醯基、鹵化烷基、氰基中選擇之至少一種，該取代基亦可互相連結形成環)。

13. 如申請專利範圍第11或12項之有機電場發光元件之製造方法，其中，多芳基胺衍生物為含有下述式(II)所表示之重複單位之聚合體；

[化 5]

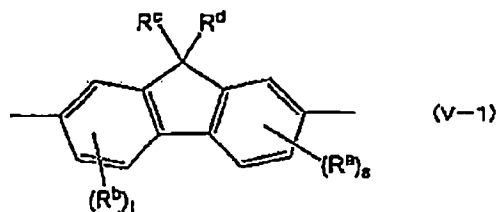


(式(II)中， Ar^a 及 Ar^b 各自獨立地表示源自從包含苯環、萘環、蔥環、菲環、聯三伸苯環、芘環、噻吩環、吡啶環、萸環之群組選出之環的基，或2個以上苯環連結而成之基；又，該等環亦可含有烷基、烯基、炔基、烷氧基、芳氧基、

烷氧羰基、二烷基胺基、二芳基胺基、醯基、鹵素原子、鹵化烷基、烷硫基、芳硫基、矽烷基、矽氧基、氰基、芳香族烴環基或芳香族雜環基作為取代基)。

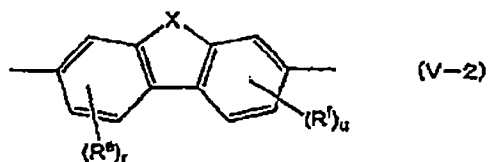
14. 如申請專利範圍第 13 項之有機電場發光元件之製造方法，其中，前述式(II)中， Ar^a 及 Ar^b 係源自苯環之基或源自萸環之基。
15. 如申請專利範圍第 11 項之有機電場發光元件之製造方法，其中，聚伸芳基衍生物為含有下述式(V-1)及/或下述式(V-2)所構成之重複單位之聚合體；

[化 6]



(式(V-1)中， R^a 、 R^b 、 R^c 及 R^d 各自獨立地表示烷基、烷氧基、苯基烷基、苯基烷氧基、苯基、苯氧基、烷基苯基、烷氧基苯基、烷羰基、烷氧羰基或羧基； t 及 s 各自獨立地表示 0~3 之整數；於 t 或 s 為 2 以上之情形時，一分子中所含之複數個 R^a 或 R^b 可相同亦可不同，鄰接之 R^a 或 R^b 彼此可形成環；)

[化 7]



(式(V-2)中， R^e 及 R^f 各自獨立地與上述式(V-1)中之 R^a 、 R^b 、 R^c 或 R^d 之含義相同； r 及 u 各自獨立地表示 0~3 之整數；於 r 或 u 為 2 以上之情形時，一分子中所含之複數個 R^e 及 R^f 可相同亦可不同，鄰接之 R^e 及 R^f 彼此可形成環； X

圖式

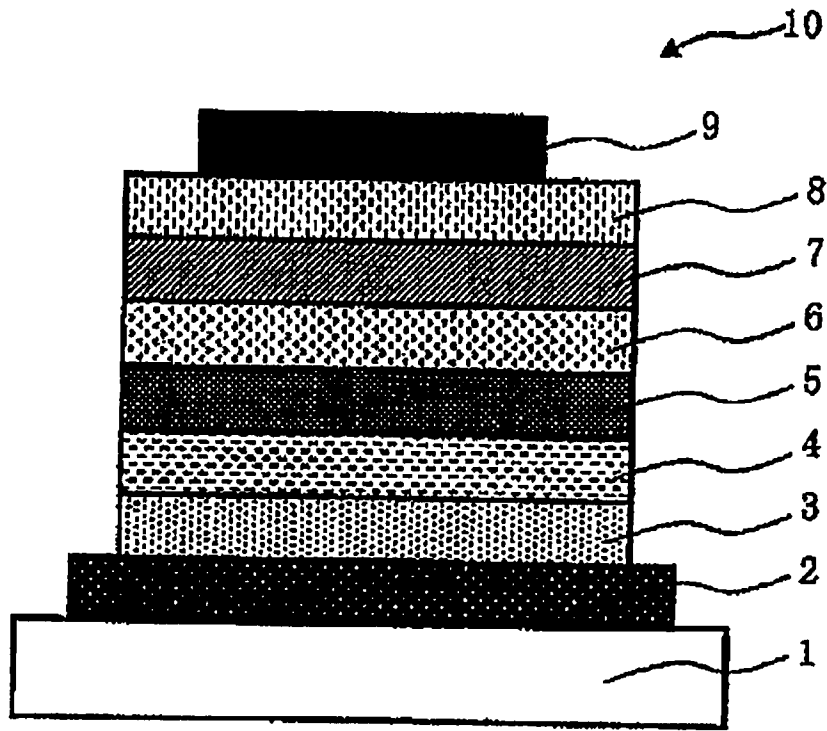


圖1