

(21)申請案號：101124032

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 04 日

(51)Int. Cl. : *C09K11/06 (2006.01)*

H01L51/54 (2006.01)

(30)優先權：2011/07/06 日本

2011-149643

(71)申請人：半導體能源研究所股份有限公司 (日本) SEMICONDUCTOR ENERGY
LABORATORY CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：大澤信晴 OHSAWA, NOBUHARU (JP) ; 門間裕史 KADOMA, HIROSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：25 共 100 頁

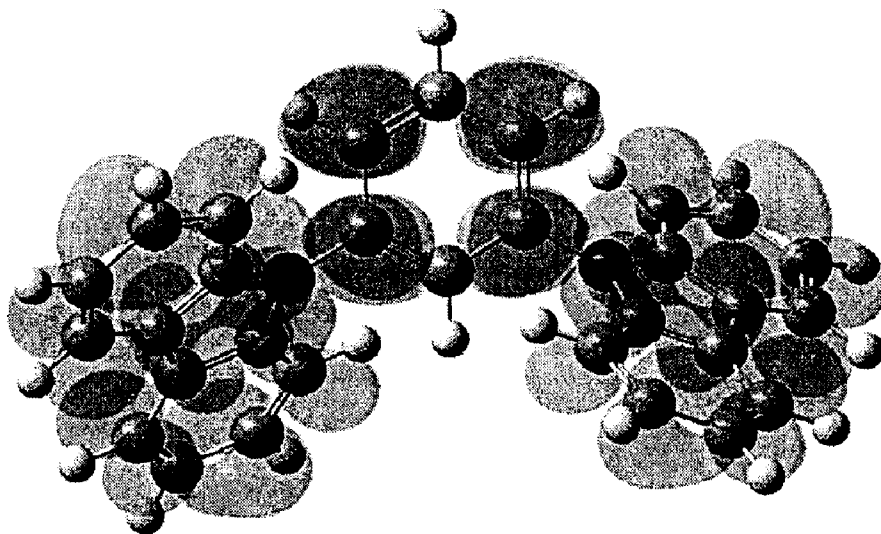
(54)名稱

發光元件、發光裝置、顯示裝置、照明設備以及電子裝置

LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE, DISPLAY DEVICE, LIGHTING
DEVICE, AND ELECTRONIC DEVICE

(57)摘要

本發明提供一種發光元件，其中主體材料及電洞傳輸材料分別由卟啉骨架及卟啉骨架以外的骨架构成。電洞傳輸材料的最高佔據分子軌域(HOMO)及最低未佔據分子軌域(LUMO)都分佈在卟啉骨架上。主體材料的 HOMO 分佈在卟啉骨架上，而其 LUMO 分佈在卟啉骨架以外的骨架构上。電洞傳輸材料與主體材料的組合能夠製得發光效率高且驅動電壓低的發光元件。



(21)申請案號：101124032

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 04 日

(51)Int. Cl. : *C09K11/06 (2006.01)*

H01L51/54 (2006.01)

(30)優先權：2011/07/06 日本

2011-149643

(71)申請人：半導體能源研究所股份有限公司 (日本) SEMICONDUCTOR ENERGY
LABORATORY CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：大澤信晴 OHSAWA, NOBUHARU (JP) ; 門間裕史 KADOMA, HIROSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：25 共 100 頁

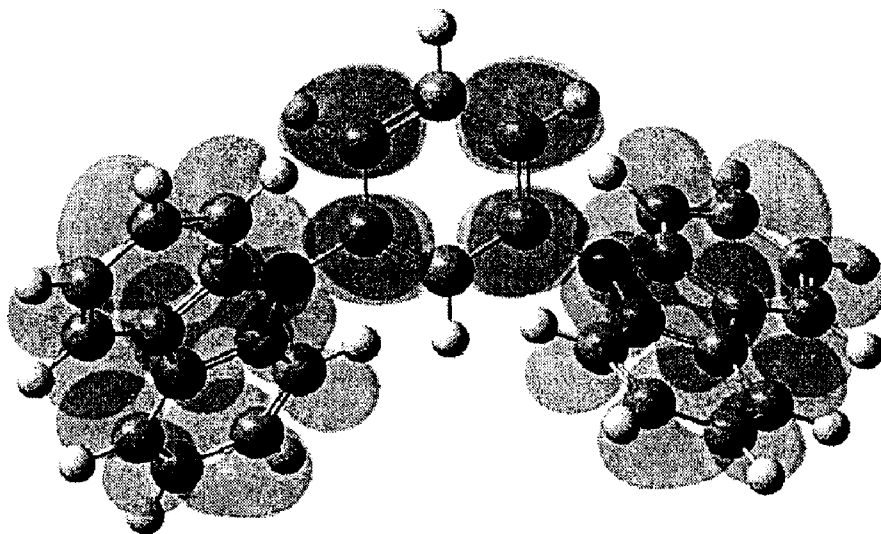
(54)名稱

發光元件、發光裝置、顯示裝置、照明設備以及電子裝置

LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE, DISPLAY DEVICE, LIGHTING
DEVICE, AND ELECTRONIC DEVICE

(57)摘要

本發明提供一種發光元件，其中主體材料及電洞傳輸材料分別由卟啉骨架及卟啉骨架以外的骨架构成。電洞傳輸材料的最高佔據分子軌域(HOMO)及最低未佔據分子軌域(LUMO)都分佈在卟啉骨架上。主體材料的 HOMO 分佈在卟啉骨架上，而其 LUMO 分佈在卟啉骨架以外的骨架构上。電洞傳輸材料與主體材料的組合能夠製得發光效率高且驅動電壓低的發光元件。



發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101124032

※申請日：101 年 07 月 04 日

※IPC 分類：C09K 11/06 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

發光元件、發光裝置、顯示裝置、照明設備以及電子裝置

Light-emitting element, light-emitting device, display device, lighting device, and electronic device

二、中文發明摘要：

本發明提供一種發光元件，其中主體材料及電洞傳輸材料分別由咔唑骨架及咔唑骨架以外的骨架构成。電洞傳輸材料的最高佔據分子軌域（HOMO）及最低未佔據分子軌域（LUMO）都分佈在咔唑骨架上。主體材料的 HOMO 分佈在咔唑骨架上，而其 LUMO 分佈在咔唑骨架以外的骨架构上。電洞傳輸材料與主體材料的組合能夠製得發光效率高且驅動電壓低的發光元件。

三、英文發明摘要：

A light-emitting element is disclosed where a host material and a hole-transport material each consist of a carbazole skeleton and another skeleton other than the carbazole skeleton. Both the highest occupied molecular orbital (HOMO) and the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO) of the hole-transport material are distributed over the carbazole skeleton, while the HOMO of the host material is distributed over the carbazole skeleton and the LUMO thereof is distributed over the skeleton other than the carbazole skeleton. This combination of the hole-transport material and the host material allows the fabrication of a light-emitting element with high emission efficiency and low driving voltage.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第 (17A) 圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種在一對電極之間具有包括有機化合物的發光層的發光元件以及使用發光元件的發光裝置、顯示裝置、照明設備和電子裝置。

【先前技術】

近年來，對在一對電極之間設有包括有機化合物的發光層（以下也稱為 EL 層）的發光元件（電致發光元件，也稱為 EL 元件）進行積極的研究開發。其用途關於到顯示裝置、照明設備、電子裝置的光源等多個領域。這是因為 EL 元件具有很多有利的特徵，諸如：能夠對輸入快速回應；能夠被製造得薄且輕；能夠實現面發光。

另外，由於 EL 元件將電力轉換為光的效率高且具有較高的節能可能性而備受矚目。又，取決於所選擇的基板可以提供具有撓性的顯示裝置或照明設備、具有對於物理破壞的耐衝擊性強的顯示裝置或照明設備以及非常輕的顯示裝置或照明設備。

由於最近能源問題越來越嚴重，所以這種顯示裝置和照明設備等的低耗電量化是很重要的課題。專利文獻 1 公開了藉由設置使用特定的主體材料的發光層和由特定的材料構成的電洞傳輸層，能夠獲得發光效率良好的發光元件。

[專利文獻 1]日本專利申請公開第 2009-010364 號

作為獲得發光效率高的有機發光元件的方法之一，可以舉出作為發光中心物質（客體）利用發射磷光的發光物質的方法。

然而，發射磷光的能階，即三重態能階，的能量比發射螢光的單重態能階低。因此，為了使磷光發光元件發射與螢光發光元件相同波長的光，需要將具有更寬的能隙的主體材料及載子傳輸材料用於磷光發光元件，但是比其他材料相比，這種材料的開發遲遲未能實現。

另外，即使使用這種具有寬能隙的材料，根據用於各層的材料組合，也不能發揮發射磷光的發光物質本來的發光效率，或者會增大驅動電壓。

【發明內容】

鑒於上述問題，本發明的目的是提供一種發光效率高的發光元件。此外，本發明的目的是提供一種驅動電壓低的發光元件。此外，本發明的目的是提供一種耗電量少的發光元件、發光裝置、顯示裝置、照明設備以及電子裝置。

本發明至少可以達到上述目的中的一個。

本發明人發現藉由使用如下發光元件能夠解決上述課題，在該發光元件中，作為主體材料及電洞傳輸材料分別使用具有呋唑骨架的不同物質，並且電洞傳輸材料的最高佔據分子軌域（HOMO）及最低未佔據分子軌域（LUMO）都分佈在呋唑骨架上，主體材料的 HOMO 分佈

在咔唑骨架上，而其 LUMO 分佈在咔唑骨架以外的骨架上。要注意的是，在本說明書中，“HOMO 分佈在某個骨架上”是指與其他骨架相比 HOMO 更廣泛擴展於該骨架的情況。同樣地，“LUMO 分佈在某個骨架上”是指與其他骨架相比 LUMO 更廣泛擴展於該骨架的情況。

換言之，本發明的一個方式是具有如下結構的發光元件。該發光元件包括陽極、陰極以及夾在陽極與陰極之間的 EL 層，其中，EL 層至少包括：發光層，該發光層包括發光中心物質及使發光中心物質分散的主體材料；以及以接觸於發光層的陽極一側的方式設置的包括電洞傳輸材料的電洞傳輸層，電洞傳輸材料是由咔唑骨架及咔唑骨架以外的骨架構成的第一咔唑衍生物，主體材料是由咔唑骨架及咔唑骨架以外的骨架構成的第二咔唑衍生物，第一咔唑衍生物的 HOMO 及 LUMO 都分佈在咔唑骨架上，並且，第二咔唑衍生物的 HOMO 分佈在咔唑骨架上，其 LUMO 分佈在咔唑骨架以外的骨架上。

本發明的另一實施態樣是一種具有上述結構之發光元件，其中第一咔唑衍生物是 N-苯基咔唑衍生物。

本發明的進一步一實施態樣是一種具有上述結構之發光元件，其中第二咔唑衍生物的咔唑骨架以外的骨架包括具有電子傳輸性的骨架。

本發明的再一實施態樣是一種具有上述結構之發光元件，其中第二咔唑衍生物是具有芳基的咔唑衍生物。

本發明的仍一實施態樣是一種具有上述結構之發光元

件，其中第二咪唑衍生物是具有雜芳基的咪唑衍生物。

本發明的另一實施態樣是一種具有上述結構之發光元件，其中第一咪唑衍生物是 9,9'-(1,3-伸苯基)雙-9H-咪唑（簡稱：mCP）並且第二咪唑衍生物是 9,9'-(3',5'-二苯基-1,1'-聯苯-3,5-二基)雙-9H-咪唑（簡稱：mTPmCP）。

本發明的另一方式是一種發光元件，其中，在上述結構中，從發光中心物質發射的光為藍色螢光。

本發明的另一實施態樣是一種具有上述結構之發光元件，其中從發光中心物質發射的光為比藍綠色短波長的磷光。

本發明的另一實施態樣是一種作為光源具有上述發光元件的發光裝置。

本發明的另一實施態樣是一種包括具有上述發光元件的顯示部分的顯示裝置。

本發明的另一實施態樣是一種作為光源具有上述發光元件的照明設備。

本發明的另一實施態樣是一種具有上述發光元件的電子裝置。

本發明的發光元件是一種能夠實現較高的發光效率的發光元件。另外，本發明的發光元件是能夠減少驅動電壓的發光元件。另外，本發明提供耗電量小的發光元件、發光裝置、顯示裝置、照明設備以及電子裝置。

【實施方式】

以下，參照圖式說明本發明的實施方式。但是，本發明可以以多個不同形式來實施，所屬技術領域的普通技術人員可以很容易地理解本發明的方式及詳細內容在不脫離本發明的宗旨及其範圍的情況下可以被變換為各種各樣的形式。因此，本發明不應該被解釋為僅限於以下所示的實施態樣的記載內容。

要注意的是，為了容易理解，在用於說明的圖式中，各個要素的放大率及縮小率不恆定。因此，圖式中的各個要素的厚度、長度、尺寸的比例不是直接表示本發明的一個方式的發光裝置的厚度、長度、尺寸的比例。有關元件符號，有時將數字相同而字母符號不同的符號看為同一組，而當只示出數字時，是指包括所有不同字母的符號的組。

實施態樣 1

圖 1A 和圖 1B 示出本發明的一個方式的發光元件的剖面圖的示意圖。本實施方式所說明的發光元件具有 EL 層 103，該 EL 層 103 夾在包含用作陽極的電極（以下稱為陽極）和用作陰極的電極（以下稱為陰極）的一對電極（第一電極 101 和第二電極 102）之間。EL 層 103 由分別具有不同功能的多個層構成，並且本實施方式的發光元件至少包含有電流流過而發光的發光層 113 以及以接觸於該發光層的陽極一側接觸的方式設置的電洞傳輸層 112。

電洞傳輸層 112 是包含電洞傳輸材料的層，該電洞傳輸材料是包含咔唑骨架的第一咔唑衍生物。另外，第一咔唑衍生物的 HOMO 及 LUMO 都分佈在咔唑骨架上。作為這種咔唑衍生物，使用 N-苯基咔唑衍生物較佳。

發光層 113 至少包含用來獲得所希望的發光的發光中心物質及用來分散發光中心物質的主體材料。另外，主體材料由包含咔唑骨架的第二咔唑衍生物構成。除了咔唑骨架以外，第二咔唑衍生物還具有其他骨架，並且第二咔唑衍生物的 HOMO 分佈在咔唑骨架上，其 LUMO 不分佈在咔唑骨架上而分佈在咔唑骨架以外的骨架上。

在具有上述結構的本實施態樣的發光元件中，由於電洞傳輸層 112 的電洞傳輸材料的 HOMO 及發光層 113 的主體材料的 HOMO 都分佈在咔唑骨架上，電洞被注入到各個咔唑骨架。所以實質上 HOMO 能階由咔唑骨架決定，所以能夠容易使發光層 113 的 HOMO 能階和電洞傳輸層 112 的 HOMO 能階一致。因此，將電洞從電洞傳輸層 112 順利地注入到發光層 113，而能促進驅動電壓小的發光元件之製造。

另一方面，在本實施態樣的發光元件中，電洞傳輸層 112 的電洞傳輸材料的 LUMO 分佈在咔唑骨架上，而發光層 113 的主體材料的 LUMO 分佈在咔唑骨架以外的骨架上。因此，電子分別被注入到不同的骨架。電子不容易被注入到咔唑骨架，所以電洞傳輸材料的 LUMO 能階比主體材料的 LUMO 能階淺（絕對值小的）。由此，能夠防止電

子穿過發光層 113 到達電洞傳輸層 112，能夠增大複合概率，從而能夠獲得發光效率高的發光元件。

由於咔唑骨架的能隙非常寬，所以第一咔唑衍生物具有寬能隙，進而具有較高的 T1 能階。另外，由於咔唑骨架的 HOMO 能階深（絕對值大），所以第二咔唑衍生物也具有較寬的能隙。因此，本實施態樣的發光元件的結構能夠適用於利用藍色的螢光或綠色至藍色的磷光的發光元件。

第二咔唑衍生物中的咔唑骨架以外的骨架較佳的是包含具有電子傳輸性的骨架。這是因為如下緣故，即由於包含具有電子傳輸性的骨架，能夠使電子容易流到發光層 113，由此能夠實現驅動電壓的下降。此外，還能夠防止發光層 113 的電子傳輸層一側的發光區域的偏差，能夠抑制濃度淬滅或 T-T 湮滅的發生，從而能夠抑制發光效率的降低。另外，即使該骨架增大電子傳輸性，由於電洞傳輸材料的 LUMO 比與主體材料的 LUMO 淺，所以能夠防止電子到達電洞傳輸層 112，由此能夠抑制發光效率的降低。另外，在此情況下，第二咔唑衍生物的 LUMO 也可以分佈在該具有電子傳輸性的骨架上，但是如果咔唑骨架以外的骨架還具有其他骨架，則 LUMO 也可以分佈在該骨架上。

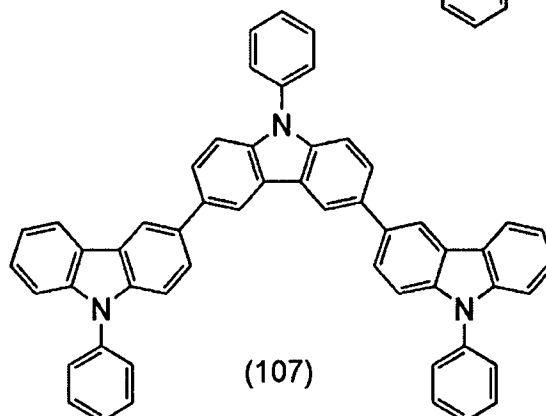
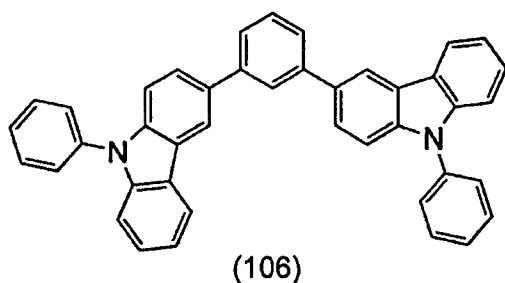
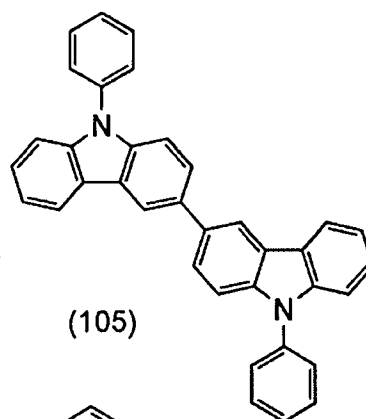
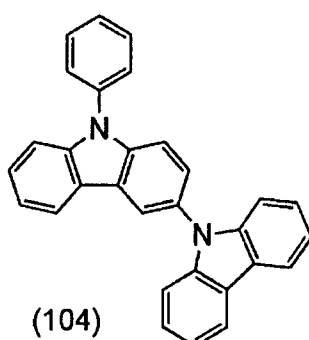
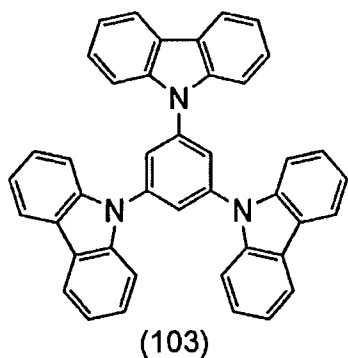
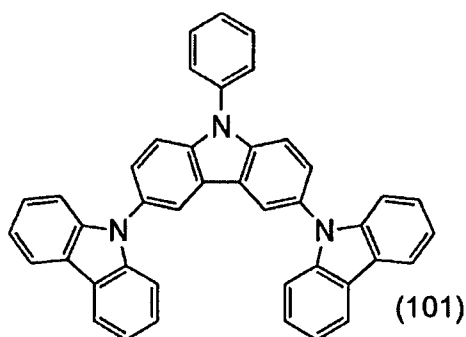
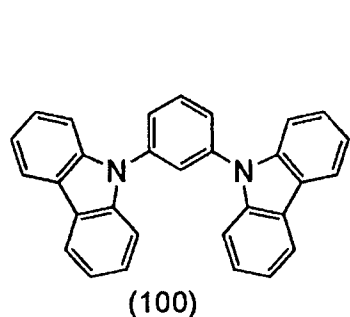
作為具有電子傳輸性的骨架，可以舉出芳香烴基或缺 π 電子雜環芳香基等。其中，芳香烴基是較佳的。

當作為芳香烴基使用萘基、聯苯基、三聯苯基、芴

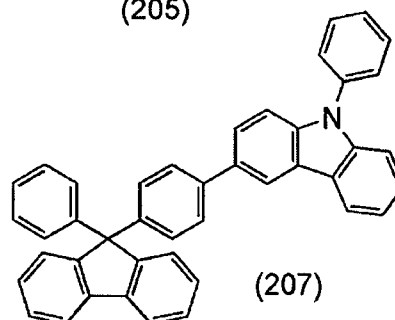
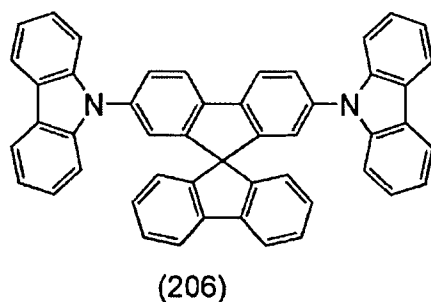
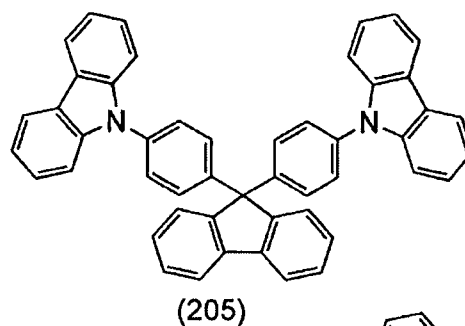
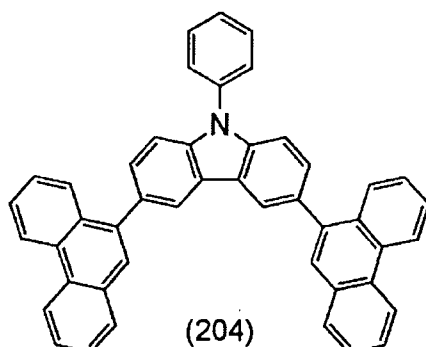
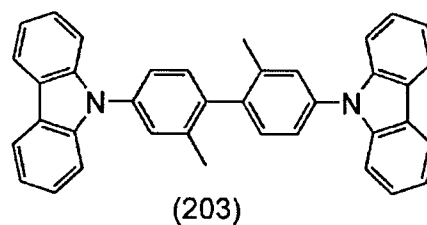
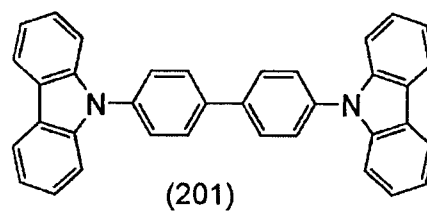
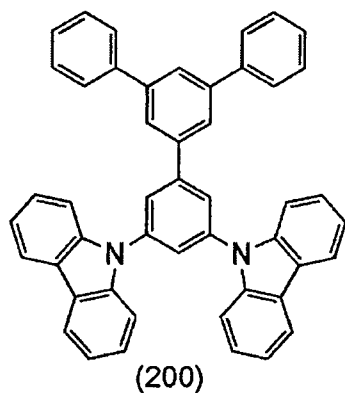
基、三亞苯基 (triphenylenyl) 等時，能夠保持第二咔唑衍生物的寬的能隙及高三重態能階，所以是較佳的。

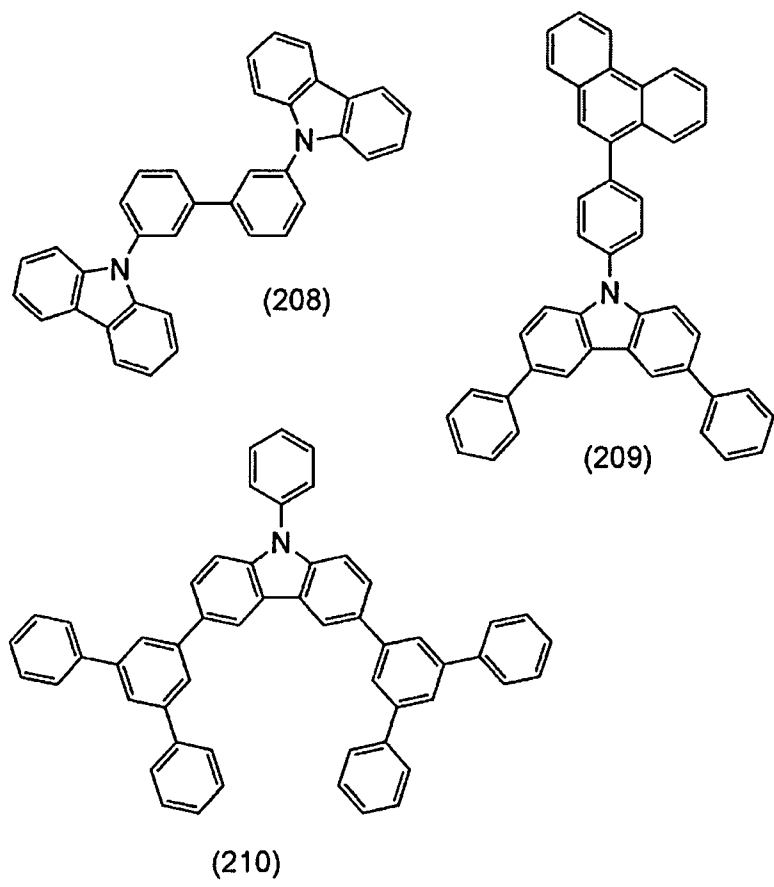
另外，當作爲雜環芳香基使用吡啶基、咪唑基、三唑基、噁二唑基、苯並咪唑基、苯並噁唑基、吡啶基、吡嗪基、嘧啶基、啡啶基等時，能夠保持第二咔唑衍生物的寬的能隙及高三重態能階，所以是較佳的。

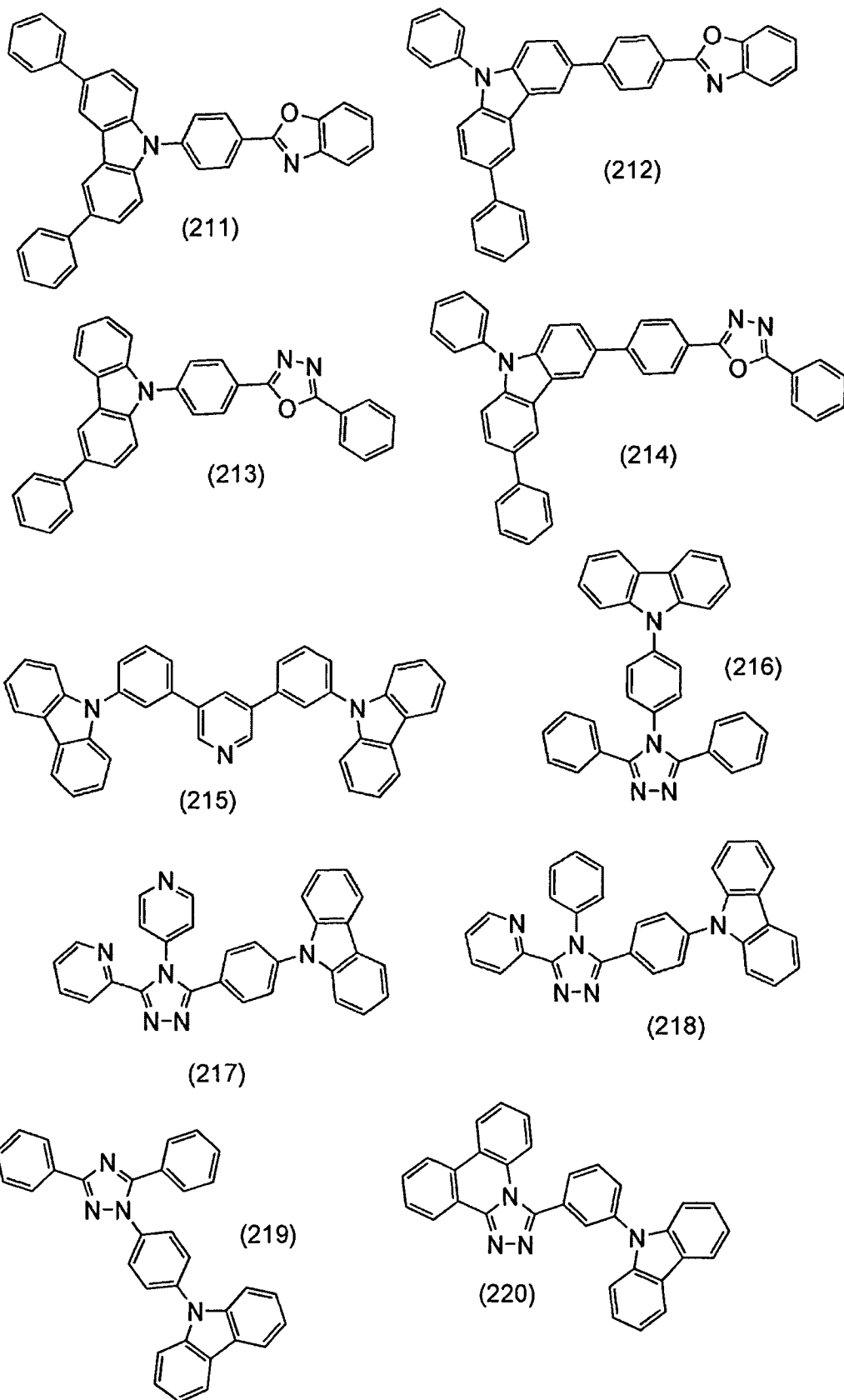
以下結構式 (100) 至 (107) 示出適用於第一咔唑衍生物的咔唑衍生物的具體例子。注意，可用於第一咔唑衍生物的咔唑衍生物不侷限於這些例子。



以下結構式（200）至（220）示出適用於第二咔唑衍生物的咔唑衍生物的具體例子。注意，可用於第二咔唑衍生物的咔唑衍生物不侷限於這些例子。







下面，對發光元件的結構進行說明。

在圖 1A 中的第一電極 101 和第二電極 102 分別是陽極和陰極。這些電極中的至少一方使用具有透光性的材料

形成。在這些電極之間夾著 EL 層 103，藉由對這些電極之間施加電壓使電流流過 EL 層 103，能夠使形成在 EL 層 103 中的發光層 113 發光。如上所述，EL 層 103 至少具有採用使發光中心物質分散到主體材料中的結構的發光層 113 以及以接觸於發光層 113 的陽極一側的方式形成的電洞傳輸層 112。

作為形成陽極的物質，較佳的是使用高功函數（明確而言， 4.0eV 以上）的金屬、合金、導電化合物以及這些物質的混合物。明確而言，例如可以舉出氧化銦-氧化錫（ITO：Indium Tin Oxide）、包含矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫、氧化銦-氧化鋅（Indium Zinc Oxide）、包含氧化鎢及氧化鋅的氧化銦等。這些導電金屬氧化物膜通常利用濺射法形成，但是也可以利用溶膠-凝膠法等形成。例如，氧化銦-氧化鋅可以藉由使用在氧化銦中添加 1 至 20wt% 的氧化鋅而成的靶材並利用濺射法形成。另外，包含氧化鎢和氧化鋅的氧化銦可以藉由使用在氧化銦中添加 0.5 至 5wt% 的氧化鎢和 0.1 至 1wt% 的氧化鋅而成的靶材並利用濺射法來形成。另外，可以舉出金（Au）、鉑（Pt）、鎳（Ni）、鎢（W）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、鐵（Fe）、鈷（Co）、銅（Cu）、鈀（Pd）或金屬材料的氮化物（例如，氮化鈦）等。另外，可用石墨烯（graphene）。

作為形成陰極的物質，可以使用低功函數（明確而言， 3.8eV 以下）的金屬、合金、導電化合物以及這些物

質的混合物等。作為這種陰極材料的具體例子，可以舉出：屬於元素週期表中的第一族或第二族的元素諸如鋰（Li）、銫（Cs）、鎂（Mg）、鈣（Ca）、銦（Sr）等；包含這些元素的合金（MgAg、AlLi）；稀土金屬諸如銦（Eu）、鐿（Yb）等；包含這些元素的合金等。然而，藉由在陰極與電子傳輸層 114 之間設置電子注入層 115，可以與功函數的大小無關地將 Al、Ag、ITO、含有矽或氧化矽的氧化銦-氧化錫等各種導電材料用作陰極。這些導電材料可以藉由濺射法、噴墨法、旋塗法等形式。

只要採用上述結構，就對 EL 層 103 的疊層結構沒有特別的限制，可以適當地組合包含載子傳輸性高的物質的載子傳輸層、包含載子注入性高的物質的載子注入層、包含雙極性的物質（具有高電子傳輸性及高電洞傳輸性的物質）的層等構成 EL 層 103。例如，可以如圖 1A 那樣適當地將電洞注入層 111、電子傳輸層 114 及電子注入層 115 等與電洞傳輸層 112 及發光層 113 組合而構成 EL 層 103。當然，也可以設置具有其他功能的層，又可以設置具有多個功能的層。在本實施態樣中，對如下 EL 層 103 進行說明，該 EL 層 103 具有在第一電極 101 上依次層疊有電洞注入層 111、電洞傳輸層 112、發光層 113、電子傳輸層 114 及電子注入層 115 的結構。下面具體示出構成各層的材料。

電洞注入層 111 是與陽極接觸地設置的包含高電洞注入性物質的層。作為電洞注入層 111 可以使用鉬氧化物、

釩氧化物、鈮氧化物、鎢氧化物、錳氧化物等。另外，也可以使用如下材料形成電洞注入層 111，即：基於酞菁的化合物諸如酞菁（簡稱： H_2Pc ）或銅酞菁（簡稱： $CuPc$ ）等；芳香胺化合物諸如 4,4'-雙[N-（4-二苯基胺基苯基）-N-苯基胺基]聯苯（簡稱：DPAB）、N,N'-雙{4-[雙（3-甲基苯基）胺基]苯基}-N,N'-二苯基-（1,1'-聯苯）-4,4'-二胺（簡稱：DNTPD）等；聚合物諸如聚（乙烯二氧噻吩）/聚（苯乙烯磺酸）（PEDOT/PSS）等。

另外，作為電洞注入層 111，也可以使用使高電洞傳輸性物質包含對該高電洞傳輸性物質呈現受體性的物質的複合材料。另外，藉由以接觸於陽極的方式形成該複合材料，可以與功函數無關地選擇形成陽極的材料。就是說，作為構成陽極的材料，不僅可以使用高功函數的材料，而且還可以使用低功函數的材料。作為呈現受體性的物質，可以舉出 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氰醌二甲烷（簡稱： F_4-TCNQ ）、氯醌等。另外，還可以舉出過渡金屬氧化物。例如，還可以使用屬於元素週期表中的第 4 族至第 8 族的金屬的氧化物。明確地說，較佳的是使用氧化釩、氧化鈮、氧化鉬、氧化鉍、氧化鎢、氧化錳、氧化銻，因為上述金屬氧化物的電子接受性高。尤其使用氧化鉍較佳，因為其在大氣中穩定，吸濕性低，並且容易處理。

作為用於複合材料的高電洞傳輸性物質，可以使用芳香胺化合物、吡啶衍生物、芳香烴、聚合物化合物（包含

低聚物、樹枝狀聚合物)等各種化合物。明確地說,較佳的是使用具有 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞遷移率的物質。注意,只要是電洞傳輸性高於電子傳輸性的物質,就可以使用上述以外的物質。以下具體地舉出可用於複合材料的有機化合物。

例如,作為芳香胺化合物,可以舉出 N,N'-二(對-甲苯基)-N,N'-二苯基-對-苯二胺(簡稱:DTDPPA)、DPAB、DNTPD、1,3,5-三[N-(4-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基]苯(簡稱:DPA3B)等。

作為可用於複合材料的咔唑衍生物,明確而言,可以舉出 3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑(簡稱:PCzPCA1)、3,6-雙[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基胺基]-9-苯基咔唑(簡稱:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)胺基]-9-苯基咔唑(簡稱:PCzPCN1)等。

另外,作為可用於複合材料的咔唑衍生物,還可以使用:4,4'-二(N-咔唑基)聯苯(簡稱:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(簡稱:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(簡稱:CzPA)、1,4-雙[4-(N-咔唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

另外,作為可用於複合材料的芳香烴,例如可以舉出 2-第三丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(簡稱:t-BuDNA)、2-第三丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-雙(3,5-二苯基苯基)蒽(簡稱:DPPA)、2-第三丁基-9,10-雙(4-苯基苯

基) 蔥 (簡稱: t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基) 蔥 (簡稱: DNA)、9,10-二苯基蔥 (簡稱: DPAnth)、2-第三丁基蔥 (簡稱: t-BuAnth)、9,10-雙(4-甲基-1-萘基) 蔥 (簡稱: DMNA)、2-第三丁基-9,10-雙[2-(1-萘基) 苯基]蔥、9,10-雙[2-(1-萘基) 苯基]蔥、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基) 蔥、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基) 蔥、9,9'-聯蔥 (bianthryl)、10,10'-二苯基-9,9'-聯蔥、10,10'-雙(2-苯基苯基)-9,9'-聯蔥、10,10'-雙[(2,3,4,5,6-五苯基) 苯基]-9,9'-聯蔥、蔥、稠四苯、紅螢烯、茈、2,5,8,11-四(第三丁基) 茈等。除了上述之外，還可以使用稠五苯、蔻等。像這樣，使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電洞遷移率且碳數為 14 至 42 的芳香烴更佳。

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

另外，也可以使用聚(N-乙烯基吡啶) (簡稱: PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺) (簡稱: PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基胺基) 苯基] 苯基-N'-苯基胺基} 苯基) 甲基丙烯醯胺] (簡稱: PTPDMA)、聚[N,N'-雙(4-丁基苯基)-N,N'-雙(苯基) 聯苯胺] (簡稱: Poly-TPD) 等的聚合物化合物。

另外，由這種複合材料構成的層不管厚度多少，幾乎

不發生驅動電壓的變化。由此，這種由這種複合材料構成的層適用於用來控制從發光層 113 發射的光的取出效率及指向性等的光學設計。

電洞傳輸層 112 是包含電洞傳輸材料的層，該電洞傳輸材料是包含咔唑骨架的第一咔唑衍生物。另外，第一咔唑衍生物的 HOMO 及 LUMO 都分佈在咔唑骨架上。

作為上述第一咔唑衍生物，可以使用由上述結構式 (100) 至 (107) 表示的物質。

發光層 113 是包含發光物質的層。如上所述，發光層 113 是在主體材料中分散有發光中心物質的所謂的主體-客體型的發光層。

對使用的發光中心物質沒有限制，可以使用已知的發射螢光或發射磷光的材料。作為螢光發光材料，例如，可以舉出 N,N'-雙[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺（簡稱：YGA2S）、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺（簡稱：YGAPA）等，此外還可以舉出發光波長為 450nm 以上的 4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺（簡稱：2YGAPPA）、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺（簡稱：PCAPA）、芴、2,5,8,11-四-第三丁基芴（簡稱：TBP）、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺（簡稱：PCBAPA）、N,N''-(2-第三丁基蒽-9,10-二基二-4,1-亞苯基)雙[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺]（簡稱：DPABPA）、N,9-二苯基-N-[4-

(9,10-二苯基-2-蒽基) 苯基]-9H-咔唑-3-胺 (簡稱 : 2PCAPPA) 、 N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基) 苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺 (簡稱 : 2DPAPPA) 、 N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯並 [g,p] 屈 (chrysene) -2,7,10,15-四胺 (簡稱 : DBC1) 、 香豆素 30 、 N-(9,10-二苯基-2-蒽基) -N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺 (簡稱 : 2PCAPA) 、 N-[9,10-雙 (1,1'-聯苯-2-基) -2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺 (簡稱 : 2PCABPhA) 、 N-(9,10-二苯基-2-蒽基) -N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺 (簡稱 : 2DPAPA) 、 N-[9,10-雙 (1,1'-聯苯-2-基) -2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺 (簡稱 : 2DPABPhA) 、 9,10-雙 (1,1'-聯苯-2-基) -N-[4-(9H-咔唑-9-基) 苯基]-N-苯基蒽-2-胺 (簡稱 : 2YGABPhA) 、 N,N,9-三苯基蒽-9-胺 (簡稱 : DPhAPhA) 、 香豆素 545T 、 N,N'-二苯基喹吖啶酮 (簡稱 : DPQd) 、 紅螢烯 、 5,12-雙 (1,1'-聯苯-4-基) -6,11-二苯基稠四苯 (簡稱 : BPT) 、 2-(2-{2-[4-(二甲基胺基) 苯基] 乙烯基 }-6-甲基-4H-吡喃-4-亞基 (ylidene)) 丙二腈 (簡稱 : DCM1) 、 2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯並 [ij] 喹啉 (quinolizin) -9-基) 乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基 } 丙二腈 (簡稱 : DCM2) 、 N,N,N',N'-四 (4-甲基苯基) 稠四苯-5,11-二胺 (簡稱 : p-mPhTD) 、 7,14-二苯基-N,N,N',N'-四 (4-甲基苯基) 萘並 (acenaphtho) [1,2-a] 蒽-3,10-二胺 (簡稱 : p-mPhAFD) 、 2-{2-異丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-

四氫-1H,5H-苯並[ij]喹嗪-9-基) 乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基} 丙二腈 (簡稱: DCJTI)、2-{2-第三丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯並[ij]喹嗪-9-基) 乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基} 丙二腈 (簡稱: DCJTB)、2-(2,6-雙{2-[4-(二甲基胺基) 苯基] 乙烯基}-4H-吡喃-4-亞基) 丙二腈 (簡稱: BisDCM)、2-{2,6-雙[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H-苯並[ij]喹嗪-9-基) 乙烯基]-4H-吡喃-4-亞基} 丙二腈 (簡稱: BisDCJTM) 等。作為磷光發光材料, 例如, 可以舉出雙[2-(4',6'-二氟苯基) 吡啶-N,C^{2'}]銥(III) 四(1-吡啶基) 硼酸鹽 (簡稱: FIr6), 此外, 還可以舉出: 發光波長在 470nm 至 500nm 的範圍內的雙[2-(4',6'-二氟苯基) 吡啶-N,C^{2'}]銥(III) 吡啶甲酸鹽 (簡稱: FIrp_{pic})、雙[2-(3',5'-雙三氟甲基苯基) 吡啶-N,C^{2'}]銥(III) 吡啶甲酸鹽 (簡稱: Ir(CF₃ppy)₂(pic))、雙[2-(4',6'-二氟苯基)]吡啶-N,C^{2'}]銥(III) 乙醯丙酮 (簡稱: FIracac); 發光波長為 500nm (綠色發光) 以上的三(2-苯基吡啶)銥(III) (簡稱: Ir(ppy)₃)、雙(2-苯基吡啶)銥(III) 乙醯丙酮 (簡稱: Ir(ppy)₂(acac))、三(乙醯丙酮)(單啡啉)銥(III) (簡稱: Tb(acac)₃(Phen))、雙(苯並[h]喹啉)銥(III) 乙醯丙酮 (簡稱: Ir(bzq)₂(acac))、雙(2,4-二苯基-1,3-噁唑-N,C^{2'})銥(III) 乙醯丙酮 (簡稱: Ir(dpo)₂(acac))、雙[2-(4'-全氟烷苯基苯基) 吡啶]銥(III) 乙醯丙酮 (簡稱: Ir(p-PF-ph)₂(acac))、雙(2-苯

基苯並噻唑 -N,C^{2'}) 銥 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : Ir(bt)₂(acac)) 、 雙 [2- (2'- 苯並 [4,5- α] 噻吩基) 吡啶 -N,C^{3'}] 銥 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : Ir(btp)₂(acac)) 、 雙 (1- 苯基異喹啉 -N,C^{2'}) 銥 (III) 乙醯丙酮 (簡稱 : Ir(piq)₂(acac)) 、 (乙醯丙酮) 雙 [2,3-雙 (4- 氟苯基) 噻噁啉並 (quinoxalinato)] 銥 (III) (簡稱 : Ir(Fdpq)₂(acac)) 、 (乙醯丙酮) 雙 (2,3,5- 三苯基吡嗪) 銥 (III) (簡稱 : Ir(tppr)₂(acac)) 、 2,3,7,8,12,13,17,18- 八乙基 -21H,23H- 卟啉鉑 (II) (簡稱 : PtOEP) 、 三 (1,3- 二苯基 -1,3- 丙二酮) (單啡啉) 銦 (III) (簡稱 : Eu(DBM)₃(Phen)) 、 三 [1- (2- 噻吩甲醯基) -3,3,3- 三氟丙酮] (單啡啉) 銦 (III) (簡稱 : Eu(TTA)₃(Phen)) 等。可以根據各 EL 元件的發光顏色，從上述材料或其他已知材料中選擇發光中心物質。

主體材料由包含咔唑骨架的第二咔唑衍生物構成。除了咔唑骨架以外，第二咔唑衍生物還具有其他骨架 (第二骨架) ，並且第二咔唑衍生物的 HOMO 分佈在咔唑骨架上，而其 LUMO 分佈在咔唑骨架以外的骨架上。

作為可用於第二咔唑衍生物的物質，可以使用由上述結構式 (200) 至 (220) 表示的咔唑衍生物。如後面所述，由結構式 (200) 表示的 mTPmCP 的 HOMO 分佈在咔唑骨架上。另外，mTPmCP 作為上述第二骨架具有 m- 三聯苯骨架，並且 mTPmCP 的 LUMO 分佈在 m- 三聯苯骨架上。

電子傳輸層 114 是包含具有高電子傳輸性的物質的層。例如，可以使用包含具有喹啉骨架或苯並喹啉骨架的金屬錯合物等的層，諸如三（8-羥基喹啉）鋁（簡稱：Alq）₃、三（4-甲基-8-羥基喹啉）鋁（簡稱：Almq₃）、雙（10-羥基苯並[h]-喹啉）鈹（簡稱：BeBq₂）、雙（2-甲基-8-羥基喹啉）（4-苯基苯酚）鋁（簡稱：BAIq）等。此外，可以使用具有基於噁唑或噻唑的配體的金屬錯合物等諸如雙[2-（2-羥基苯基）苯並噁唑]鋅（簡稱：Zn(BOX)₂）、雙[2-（2-羥基苯基）苯並噻唑]鋅（簡稱：Zn(BTZ)₂）等。除了金屬錯合物之外，還可以使用 2-（4-聯苯基）-5-（4-第三丁基苯基）-1,3,4-噁二唑（簡稱：PBD）、1,3-雙[5-（對-第三丁基苯基）-1,3,4-噁二唑-2-基]苯（簡稱：OXD-7）、3-（4-聯苯基）-4-苯基-5-（4-第三丁基苯基）-1,2,4-三唑（簡稱：TAZ）、紅菲繞啉（簡稱：BPhen）、浴銅靈（簡稱：BCP）等。在此提及的物質主要是各自具有 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的電子遷移率的物質。注意，只要是電子傳輸性高於電洞傳輸性的物質，就可以將上述以外的物質用於電子傳輸層 114。

另外，電子傳輸層 114 並不只限於單層，而可以是層疊有兩層以上的包含上述物質的層。

另外，也可以在電子傳輸層 114 與發光層 113 之間設置用來控制電子的遷移的層。這是對上述電子傳輸性高的材料添加少量的電子捕捉性高的物質而成的層。藉由抑制電子的遷移，可以調節載子平衡。這種結構對由於電子不

復合併穿過發光層 113 而發生的問題（例如，元件的使用壽命降低）的抑制發揮很大的效果。

作為電子注入層 115，可以使用鹼金屬、鹼土金屬或這些物質的化合物諸如鋰、鈣、氟化鋰（LiF）、氟化銫（CsF）和氟化鈣（CaF₂）等。此外，作為電子注入層 115，可以使用由電子傳輸性物質構成的層中含有對該電子傳輸性物質呈現電子給予性的物質（典型的是鹼金屬、鹼土金屬或這些物質的化合物）的材料（具有施體能階的材料），例如，使 Alq 中含有 Mg 的材料等。另外，較佳的是，採用作為電子注入層 115 使用具有施體能階的材料的結構，因為有效地從陰極注入電子。

另外，如圖 1B 那樣上述 EL 層 103 也可以採用在第一電極 501 與第二電極 502 之間層疊有多個發光單元的結構。在此情況下，較佳的是在層疊的第一發光單元 511 與第二發光單元 512 之間設置電荷產生層 513。電荷產生層 513 可以使用上述複合材料形成。另外，電荷產生層 513 也可以採用層疊有由複合材料構成的層和由其他材料構成的層的結構。在此情況下，作為由其他材料構成的層，可以使用包含電子給予性物質和高電子傳輸性物質的層或由透明導電膜構成的層等。

具有這種結構的 EL 元件不容易發生發光單元之間的能量轉移和淬滅等的問題，並且藉由從更多的材料中選擇材料，由此可以容易實現具有高發光效率和長使用壽命的 EL 元件。另外，也容易從一方的發光單元得到磷光發

光，而從另一方的發光單元得到螢光發光。

雖然圖 1B 示出層疊有兩個發光單元（第一發光單元 511 和第二發光單元 512）的結構，但是也可以層疊三層以上的發光單元。此時，較佳的是，在各發光單元之間設置有電荷產生層。

各發光單元分別具有與圖 1A 中的 EL 層 103 同樣的結構，除了發光層及電洞傳輸層以外，可以適當地組合在圖 1A 中作為 EL 層的結構說明的各種功能層諸如電子傳輸層、電洞傳輸層、電子注入層、電洞注入層、雙極層等而構成。在本實施態樣的發光元件中，沒必要一定設置除了發光層和電洞傳輸層之外的這些功能層，並且也可以具備上述之外的其他功能層。作為這些層的詳細說明是如上所述的，所以省略反復說明。關於這些層的詳細說明，參照圖 1A 的 EL 層 103 的說明。

作為 EL 層 103 的形成方法，無論是乾處理或濕處理可以使用多種方法。例如，可以使用真空蒸鍍法、噴墨法或旋塗法等。另外，也可以使用不同的成膜方法形成各電極或各層。

關於電極，既可以利用溶膠-凝膠方法藉由濕處理形成，又可以使用金屬膏藉由濕處理形成。此外，也可以利用濺射法或真空蒸鍍法等乾處理形成電極。

在具有上述結構的發光元件中，在第一電極 101 與第二電極 102 之間產生的電位差使電流流過，從而在包含發光性高的物質的層的發光層 113 中電洞與電子複合而發

光。換言之，這是發光層 113 形成有發光區域的結構。

發射的光經過第一電極 101 和第二電極 102 中的一者或兩者被提取到外部。因此，第一電極 101 和第二電極 102 中的一者或兩者使用具有透光性的電極。例如，當只第一電極 101 具有透光性時，發射的光經過第一電極 101 從基板一側被提取。另外，當只第二電極 102 具有透光性時，發射的光經過第二電極 102 從與基板相反一側被提取。當第一電極 101 和第二電極 102 都具有透光性時，發射的光經過第一電極 101 和第二電極 102 從基板一側和與基板相反一側這兩側被提取。

雖然設置在第一電極 101 與第二電極 102 之間的層的結構不限於上述結構。但是較佳的是，將電洞與電子複合的發光區域設置在遠離第一電極 101 和第二電極 102 的部分，以抑制發光區域接近電極或用於載子注入層的金屬導致的淬滅。

另外，較佳的是作為直接接觸於發光層的電子傳輸層 114 的能隙高於包含在發光層 113 中的主體材料及發光中心物質，以抑制從在發光層 113 中產生的激子能量轉移。另外，在本實施態樣的發光元件中，構成電洞傳輸層 112 的電洞傳輸材料必然具有比主體材料高的能隙，所以從發光層 113 到電洞傳輸層 112 的能量轉移被抑制，由此抑制發光效率的降低。

實施態樣 2

在本實施態樣中，對使用實施態樣 1 所記載的發光元件的發光裝置進行說明。

在本實施態樣中，參照圖 2A 和圖 2B 對使用實施態樣 1 所示的發光元件製造的發光裝置的一個例子進行說明。另外，圖 2A 是示出發光裝置的俯視圖，圖 2B 是沿著圖 2A 的線 A-B 及線 C-D 切割的剖面圖。該發光裝置包含由虛線表示的驅動電路部分（源極線驅動電路）601、像素部分 602 以及驅動電路部分（閘極線驅動電路）603。這些部分用來控制發光元件的發光。此外，元件符號 604 表示密封基板，元件符號 605 表示密封材料，並且由密封材料 605 圍繞的區域為空間 607。

另外，引入線 608 是用來傳送輸入到源極線驅動電路 601 及閘極線驅動電路 603 的信號並且從作為外部輸入端子的 FPC（軟性印刷電路）609 接受視頻信號、時脈信號、起始信號、重設信號等的佈線。注意，雖然在此只顯示 FPC，但也可以將印刷線路板（PWB）連接到 FPC 上。本說明書中的發光裝置不僅包括發光裝置本身，而且還包括安裝有 FPC 或 PWB 的模組。

接著，參照圖 2B 說明剖面結構。在元件基板 610 上形成有驅動電路部分（601、603）及像素部分 602。在此示出作為驅動電路部分的源極線驅動電路 601 和像素部分 602 中的一個像素。

另外，在源極線驅動電路 601 中形成組合 n 通道型 TFT623 和 p 通道型 TFT624 的 CMOS 電路。此外，驅動電

路也可以使用各種 CMOS 電路、PMOS 電路或 NMOS 電路形成。另外，在本實施態樣中，雖然示出在基板上形成驅動電路的驅動器一體形式，但驅動電路沒必要一定形成在基板上，而可以形成在基板外部。

此外，像素部分 602 由多個像素形成，該多個像素各自包括開關 TFT611、電流控制 TFT612 和電連接到電流控制 TFT612 的汲極的第一電極 613。另外，以覆蓋第一電極 613 的端部的方式形成有絕緣物 614。在此，使用正性光敏丙烯酸樹脂膜形成絕緣物 614。

此外，爲了提高覆蓋性，以具有曲面的方式形成絕緣物 614 的上端部或下端部。例如，當將正性光敏丙烯酸樹脂用作絕緣物 614 的材料時，較佳的是僅使絕緣物 614 的上端部具有帶有曲率半徑（ $0.2\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ ）的曲面。此外，作爲絕緣物 614，可以使用藉由光照射變成在蝕刻劑中不能溶解的負性光敏材料或藉由光照射變成在蝕刻劑中能溶解的正型光敏材料。

在第一電極 613 上形成有含有有機化合物的層 616 及第二電極 617。在此，作爲用作陽極的第一電極 613 的材料，使用高功函數的材料較佳。例如，可以使用：單層的 ITO 膜、包含矽的氧化銦錫膜、包含 2 至 20wt% 的氧化鋅的氧化銦膜、氮化鈦膜、鉻膜、鎢膜、Zn 膜、Pt 膜等；氮化鈦膜和以鋁爲主要成分的膜的疊層；氮化鈦膜、以鋁爲主要成分的膜和氮化鈦膜的三層結構等。另外，當採用疊層結構時，用作佈線時的電阻低，可以實現良好的歐姆

接觸，並且可以將其用作陽極。

此外，含有有機化合物的層 616 是實施態樣 1 所說明的 EL 層，藉由使用蒸鍍掩模的蒸鍍法、噴墨法、旋塗法等各種方法形成該含有有機化合物的層 616。另外，作為構成含有有機化合物的層 616 的其他材料，也可以使用低分子化合物或者聚合物化合物（包括低聚物、樹枝狀聚合物）。

另外，作為用於形成在含有有機化合物的層 616 上且用作陰極的第二電極 617 的材料，較佳的是使用低功函數的材料（Al、Mg、Li、Ca、或這些元素的合金或化合物諸如 MgAg、MgIn、AlLi 等）。另外，在使在含有有機化合物的層 616 中產生的光透過第二電極 617 的情況下，作為第二電極 617，較佳的是使用形成薄的金屬薄膜和透明導電膜（ITO、包含 2 至 20wt% 的氧化鋅的氧化銦、包含矽的氧化銦錫、氧化鋅（ZnO）等）的疊層。

另外，第一電極 613、含有有機化合物的層 616 及第二電極 617 構成發光元件 618。該發光元件 618 是具有實施態樣 1 所記載的結構的發光元件。另外，像素部分由多個發光元件形成，但是本實施態樣的發光裝置也可以包含具有實施態樣 1 所示的結構的發光元件以及具有其他結構的發光元件的兩者。

再者，藉由用密封材料 605 將密封基板 604 和元件基板 610 貼合在一起，獲得在由元件基板 610、密封基板 604 以及密封材料 605 圍繞而成的空間 607 中設置有發光

元件 618 的結構。另外，空間 607 填充有填料，例如除了填充惰性氣體（氮或氬等）的情況以外，還有填充密封材料 605 的情況。在本實施態樣中，在空間 607 中填充有惰性氣體，並且設置有乾燥劑 625。

另外，作為密封材料 605，使用環氧類樹脂較佳。此外，較佳的是，這些材料為盡可能地不透過水分或氧的材料。此外，作為用於密封基板 604 的材料，除了玻璃基板或石英基板以外，還可以使用由 FRP（玻璃纖維強化塑膠）、PVF（聚氟乙烯）、聚酯或丙烯酸樹脂等形成的塑膠基板。

藉由上述方式，能夠獲得使用實施方式態樣 1 所記載的發光元件製造的發光裝置。

由於本實施態樣的發光裝置使用實施態樣 1 所記載的發光元件，所以能夠獲得具有良好特性的發光裝置。明確而言，由於實施方式 1 所示的發光元件是發光效率良好的發光元件，所以能夠獲得耗電量被降低的發光裝置。另外，由於能夠獲得驅動電壓小的發光元件，所以能夠獲得驅動電壓小的發光裝置。此外，由於能夠獲得可靠性高的發光元件，所以能夠獲得可靠性高的發光裝置。

上面對主動矩陣型發光裝置進行說明，下面就對被動矩陣型發光裝置進行說明。圖 3A 和圖 3B 示出應用本發明製造的被動矩陣型發光裝置。圖 3A 是示出發光裝置的立體圖，圖 3B 是沿著圖 3A 的線 X-Y 切割的剖面圖。在圖 3A 和圖 3B 中，在基板 951 上的電極 952 與電極 956 之間

設置有作為實施態樣 1 所說明的 EL 層的含有有機化合物的層 955。電極 952 的端部被絕緣層 953 覆蓋。並且，在絕緣層 953 上設置有隔壁層 954。隔壁層 954 的側壁具有如下傾斜，即越接近於基板表面，兩個側壁之間の間隔越窄。換言之，隔壁層 954 的短邊方向上的剖面為梯形，並且底邊（朝向與絕緣層 953 的面方向同樣的方向且與絕緣層 953 接觸的一邊）比上邊（朝向與絕緣層 953 的面方向同樣的方向且不與絕緣層 953 接觸的一邊）短。像這樣，藉由設置隔壁層 954，能夠防止起因於串音（crosstalk）等的發光元件的缺陷。另外，在被動矩陣型發光裝置中，也可以藉由使用以低驅動電壓工作的實施態樣 1 所記載的發光元件，能夠使該發光裝置以低耗電量驅動。

由於如上所示的發光裝置能夠抑制配置為矩陣狀的各個多個微小的發光元件，所以該發光裝置可以適用於進行影像的顯示的顯示裝置。

實施態樣 3

在本實施態樣中，對在其一部分包括實施態樣 1 所示的發光元件的電子裝置進行說明。實施態樣 1 所記載的發光元件的發光效率高，並且其耗電量被降低。結果，本實施態樣所記載的電子裝置可以提供耗電量被降低的電子裝置。

作為採用上述發光元件的電子裝置，可以例如舉出電視機（也稱為電視機或電視接收機）、用於電腦等的顯示

器、數位相機、數位視頻攝像機、數位相框、行動電話機（也稱為行動電話、行動電話裝置）、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、音頻再生裝置、彈子機等大型遊戲機等。以下，示出這些電子裝置的具體例子。

圖 4A 示出電視機的一個例子。在電視機中，外殼 7101 組裝有顯示部分 7103。此外，在此示出利用支架 7105 支撐外殼 7101 的結構。可以利用顯示部分 7103 顯示影像，並且將實施方式 1 所說明的發光元件排列為矩陣狀而構成顯示部分 7103。由於該發光元件的發光效率高且驅動電壓小，所以具有由該發光元件構成的顯示部分 7103 的電視機的耗電量被降低。

可以藉由利用外殼 7101 所具備的操作開關或另外提供的遙控器 7110 進行電視機的操作。藉由利用遙控器 7110 所具備的操作鍵 7109，可以控制頻道及音量的操作，由此可以控制在顯示部分 7103 中顯示的影像。此外，也可以在遙控器 7110 中設置用來顯示從該遙控器 7110 輸出的資訊的顯示部分 7107。

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

圖 4B 示出電腦，該電腦包括主體 7201、外殼 7202、顯示部分 7203、鍵盤 7204、外部連接埠 7205、指向裝置

7206 等。另外，該電腦藉由將實施態樣 1 所說明的發光元件排列為矩陣狀並將其用於顯示部分 7203 而形成。由於該發光元件的發光效率高且驅動電壓小，所以具有由該發光元件構成的顯示部分 7203 的電腦的耗電量被降低。

圖 4C 示出可攜式遊戲機，該可攜式遊戲機由外殼 7301 和外殼 7302 的兩個外殼構成，並且藉由連接部分 7303 連接彼此而可打開或關上。外殼 7301 組裝有將實施態樣 1 所說明的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部分 7304，並且外殼 7302 組裝有顯示部分 7305。此外，圖 4C 所示的可攜式遊戲機還具備揚聲器部分 7306、儲存介質插入部分 7307、LED 燈 7308、輸入單元（操作鍵 7309、連接端子 7310、感測器 7311（包括測定如下因素的功能：力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉動數、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、斜率、振動、氣味或紅外線）、麥克風 7312）等。當然，可攜式遊戲機的結構不侷限於上述結構，只要在顯示部分 7304 和顯示部分 7305 中的至少一者或兩者使用將與實施態樣 1 所說明的發光元件同樣的發光元件排列為矩陣狀而製造的顯示部分即可，而可以採用適當地設置有其他附屬設備的結構。圖 4C 所示的可攜式遊戲機具有如下功能：讀出儲存在儲存介質中的程式或資料並將其顯示在顯示部分上；以及藉由與其他可攜式遊戲機之間進行無線通信而實現資訊共用。另外，圖 4C 所示的可攜式遊戲機的功能不侷限

於此，可以具有各種各樣的功能。由於在上述具有顯示部分 7304 的可攜式遊戲機中，用於顯示部分 7304 的發光元件具有良好的發光效率，從而可以提供耗電量被降低的可攜式遊戲機。

圖 4D 示出行動電話機的一個例子。行動電話機除了組裝在外殼 7401 中的顯示部分 7402 以外，還具備操作按鈕 7403、外部連接埠 7404、揚聲器 7405、麥克風 7406 等。另外，行動電話機包括將實施態樣 1 所說明的發光元件排列為成矩陣狀而製造的顯示部分 7402。由於該發光元件的發光效率高且驅動電壓小，所以具有由該發光元件構成的顯示部分 7402 的行動電話機的耗電量被降低。

圖 4D 所示的行動電話機也可以具有用手指等觸摸顯示部分 7402 來輸入資訊的結構。在此情況下，能夠用手指等觸摸顯示部分 7402 來進行打電話或編寫電子郵件等的操作。

顯示部分 7402 主要有三種螢幕模式。第一是以影像的顯示為主的顯示模式，第二是以文字等的資訊的輸入為主的輸入模式，第三是混合顯示模式和輸入模式的兩個模式的顯示輸入模式。

例如，在打電話或編寫電子郵件的情況下，可以採用將顯示部分 7402 主要用於輸入文字的文字輸入模式而輸入在螢幕上顯示的文字。在此情況下，較佳的是在顯示部分 7402 的螢幕的大多部分中顯示鍵盤或號碼按鈕。

此外，藉由在行動電話機內部設置具有陀螺儀和加速

度感測器等檢測傾斜度的感測器的檢測裝置，可以判斷行動電話機的方向（縱或橫）而自動進行顯示部分 7402 的螢幕顯示的切換。

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

此外，在輸入模式下藉由顯示部分 7402 的光感測器檢測觸摸操作輸入。當得知在一定期間內沒有顯示部分 7402 的觸摸操作輸入時，也可以進行控制以將螢幕模式從輸入模式切換成顯示模式。

也可以將顯示部分 7402 用作影像感測器。例如，藉由用手掌或手指觸摸顯示部分 7402，來拍攝掌紋、指紋等，能夠進行個人識別。此外，藉由在顯示部分中使用發射近紅外光的背光或發射近紅外光的感測用光源，也能夠拍攝手指靜脈、手掌靜脈等。

另外，本實施態樣所示的結構可以適當地與實施態樣 1 或實施態樣 2 所示的結構組合而使用。

如上所述，具備實施態樣 1 所記載的發光元件的發光裝置的應用範圍極為廣泛，而能夠將該發光裝置應用到各種領域的電子裝置。藉由使用實施態樣 1 所記載的發光元

件，可以得到耗電量被降低的電子裝置。

此外，也可以將實施方式態樣 1 所記載的發光元件用於照明設備。參照圖 5 說明將實施態樣 1 所記載的發光元件用於照明設備的一個方式。另外，照明設備是指作為發射光的單元具有實施方式 1 所記載的發光元件且至少具有對該發光元件供應電流的輸入輸出端子部分。另外，利用密封單元發光元件與外部氛圍（尤其是水）隔絕較佳。

圖 5 表示將實施態樣 1 所記載的發光元件用於背光的液晶顯示裝置的一個例子。圖 5 所示的液晶顯示裝置包括外殼 901、液晶層 902、背光 903 以及外殼 904，液晶層 902 與驅動器 IC905 連接。此外，在背光 903 中使用實施態樣 1 所記載的發光元件，並且藉由端子 906 將電流供應到背光 903。

藉由將實施方式 1 所記載的發光元件用於液晶顯示裝置的背光，可以得到耗電量被降低的背光。此外，藉由使用實施態樣 1 所記載的發光元件，能夠製造面發射的照明設備，還能夠實現大面積化。由此能夠實現背光的大面積化及液晶顯示裝置的大面積化。再者，使用實施態樣 1 所記載的發光元件的背光可以形成為比習知的背光薄，所以還能夠實現顯示裝置的薄型化。

圖 6 表示將實施方式 1 所記載的發光元件用於照明設備的檯燈的例子。圖 6 所示的檯燈包括外殼 2001 和光源 2002，並且作為光源 2002 使用實施方式 1 所記載的發光元件。

圖 7 表示將實施態樣 1 所記載的發光元件用於室內的照明設備 3001 的例子。因為實施態樣 1 所記載的發光元件是耗電量被降低的發光元件，所以能夠提供耗電量被降低的照明設備。此外，因為實施態樣 1 所記載的發光元件能夠實現大面積化，所以能夠用於大面積的照明設備。此外，因為實施態樣 1 所記載的發光元件的厚度薄，所以能夠製造薄型化了的照明設備。

還可以將實施態樣 1 所記載的發光元件用於汽車的擋風玻璃或儀錶盤。圖 8 示出將實施態樣 1 所記載的發光元件用於汽車的擋風玻璃或儀錶盤的一個方式。區域 5000 至區域 5005 是使用實施態樣 1 所記載的發光元件形成的顯示。

區域 5000 和區域 5001 是安裝有設置在汽車的擋風玻璃中的實施態樣 1 所記載的發光元件的發光裝置。藉由使用具有透光性的電極形成第一電極和第二電極，可以將實施態樣 1 所記載的發光元件形成爲能看到對面的景色的所謂的透視式發光裝置。若採用透視式顯示，即使設置在汽車的擋風玻璃中，也不妨礙視界。另外，在將用來驅動的電晶體等設置在發光裝置中的情況下，使用具有透光性的電晶體較佳，諸如使用有機半導體材料的有機電晶體或使用氧化物半導體的電晶體等。

區域 5002 是設置在立柱部分（pillar portion）的安裝有實施態樣 1 所記載的發光元件的發光裝置。藉由在區域 5002 上顯示來自設置在車廂上的成像裝置的影像，可

以補充被立柱遮擋的視界。此外，同樣地，設置在儀錶盤部分中的區域 5003 藉由顯示來自設置在汽車外側的成像裝置的影像，能夠補充被車廂遮擋的視界的死角，而提高安全性。藉由顯示影像以補充不看到的部分，更自然且簡單地確認安全。

區域 5004 和區域 5005 可以提供導航資訊、速度表、轉速計、行車距離、加油量、排檔狀態、空調的設定以及其他各種資訊。使用者可以適當地改變顯示專案及佈置。另外，這些資訊也可以顯示在區域 5000 至區域 5003 上。另外，也可以將區域 5000 至區域 5005 用作照明。

實施態樣 1 所記載的發光元件是驅動電壓小且耗電量小的發光元件。由此，即使設置多個區域 5000 至區域 5005 那樣的大面積螢幕，也可以減少電池的負載而舒適地使用。從而，可以將使用實施方式 1 所記載的發光元件的發光裝置適用於車載用發光裝置。

實施態樣 4

在本實施態樣中，參照圖 9A 和圖 9B 對將實施態樣 1 所記載的發光元件用於照明設備的例子。圖 9B 是照明設備的俯視圖，圖 9A 是圖 9B 中的沿著線 e-f 切割的剖面圖。

在本實施態樣的照明設備中，在用作支撐體的具有透光性的基板 400 上形成有第一電極 401。第一電極 401 相當於實施態樣 1 中的第一電極 101。當從第一電極 401 一

側提取光時，第一電極 401 使用具有透光性的材料形成。

在基板 400 上形成用來對第二電極 404 供應電壓的焊盤（pad）412。

在第一電極 401 上形成有 EL 層 403。EL 層 403 的結構相當於實施方式 1 中的 EL 層 103 的結構或組合發光單元 511、512 和電荷產生層 513 的結構等。注意，關於各結構，可參照實施態樣 1。

以覆蓋 EL 層 403 的方式形成第二電極 404。第二電極 404 相當於實施態樣 1 中的第二電極 102。當從第一電極 401 一側取出光時，第二電極 404 使用反射率高的材料形成。藉由使第二電極 404 與焊盤 412 連接，將電壓供應到第二電極 404。

如上所述，本實施態樣所示的照明設備具有包含第一電極 401、EL 層 403 以及第二電極 404 的發光元件。由於該發光元件是發光效率高的發光元件，所以本實施態樣的照明設備可以提供耗電量小的照明設備。

藉由使用密封材料 405、406 固定密封基板 407 進行發光元件的密封來製造照明設備。也可以僅使用密封材料 405 和 406 中的一方。另外，也可以在內側的密封材料 406（在圖 9B 中未圖示）中混合乾燥劑，由此可以吸收水分而提高可靠性。

另外，藉由將焊盤 412 及第一電極 401 的一部分以延伸到密封材料 405、406 的外部的方式設置，可以將該延伸出的部分用作外部輸入端子。另外，也可以在此上設置

安裝有轉換器等 IC 晶片 420。

由於本實施態樣所記載的照明設備包含實施態樣 1 所示的發光元件，所以可以提供耗電量小的照明設備。

實施例 1

利用量子化學計算求出 9,9'-(1,3-伸苯基)雙-9H-咔唑(簡稱:mCP)及 9,9'-(3',5'-二苯基-1,1'-聯苯-3,5-二基)雙-9H-咔唑(簡稱:mTPmCP)的 HOMO 及 LUMO 的分佈。圖 17A 至圖 18B 示出其結果。

在計算中，在進行分子的結構最優化之後，對最穩定結構中的 HOMO 及 LUMO 進行解析。

另外，作為結構最優化計算方法使用利用高斯基(Gaussian Basis)的密度泛函理論(DFT)。在 DFT 中，由於使用以電子密度表示的單電子勢的泛函(函數的函數)來近似表示交換相關作用，所以計算速度快。在此，利用作為混合泛函的 B3LYP 來規定關於交換相關能的各參數的權重。此外，將作為基底函數的 6-311G(對各原子價軌道使用三個縮短函數的三重分裂價層(triple split valence)基底類的基底函數)用於所有原子。根據上述基底函數，例如在氫原子的情況下考慮 1s 至 3s 的軌道，而在氮原子的情況下考慮 1s 至 4s、2p 至 4p 的軌道。再者，作為極化基底類，對氫原子加上 p 函數，對氫原子以外的原子加上 d 函數，也可考慮 p 軌道或 d 軌道，以便提高計算精度。

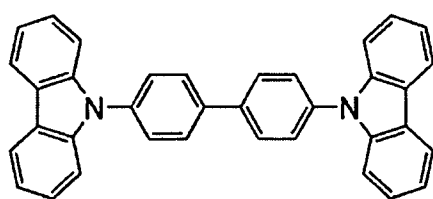
作為量子化學計算程式，使用 Gaussian 09。使用高性能電腦（日本 SGI 株式會社製造，Altix4700）來進行計算。

圖 17A 和圖 17B 示出藉由結構最優化得到最穩定結構中的 mCP 的 HOMO 及 LUMO，並利用 Gauss View5.0.8 使其可見化的圖。同樣地，圖 18A 和圖 18B 示出藉由結構最優化得到最穩定結構中的 mTPmCP 的 HOMO 及 LUMO，並利用 Gauss View5.0.8 使其可見化的圖。另外，圖 17A 和圖 18A 示出 LUMO 的分佈位置，圖 17B 和圖 18B 示出 HOMO 的分佈位置。

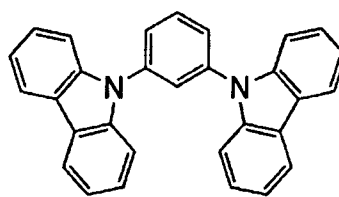
從圖 17A 和圖 17B 可知：電洞傳輸層所包含的電洞傳輸材料的 mCP 的 HOMO 及 LUMO 都主要分佈在咔唑骨架上。另外，從圖 18A 和圖 18B 可知：mTPmCP 的 HOMO 分佈在咔唑骨架上，其 LUMO 分佈在 m-三聯苯骨架上。

根據上述結果，將 mCP 用作電洞傳輸層所包含的電洞傳輸材料，並將 mTPmCP 用作發光層所包含的主體材料來製造作為實施態樣 1 的實施例的發光元件 1，並且對其進行評估。另外，作為比較例子同時製造發光元件 2 至 4，並對其進行評估。

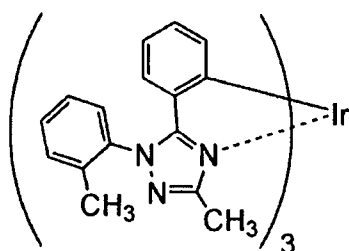
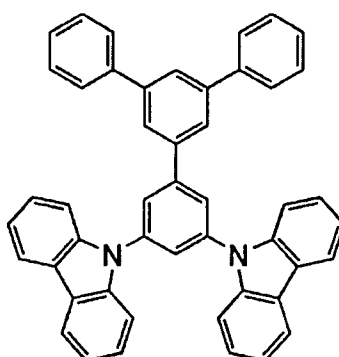
另外，在本實施例中，製造使用發射藍色磷光的發光中心物質的發光元件。此外，以下示出在本實施例中使用的有機化合物的分子結構。



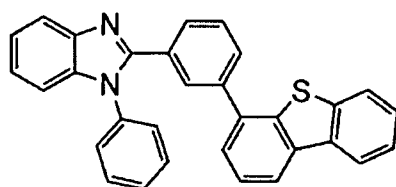
(i) CBP



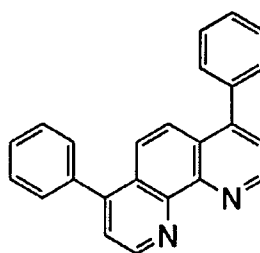
(ii) mCP

(iii) [Ir(Mptz1-mp)₃]

(iv) mTPmCP



(v) mDBTBIm-II



(vi) BPhen

《發光元件 1 至發光元件 4 的製造》

首先，準備作為第一電極 101 形成有厚度為 110nm 的含矽的氧化銦錫 (ITSO) 膜的玻璃基板。以露出 2mm×2mm 的區域的方式使用聚醯亞胺膜覆蓋 ITSO 表面的四周，並且將電極面積設定為 2mm×2mm。作為用來在該基板上形成發光元件的預處理，用水洗滌基板表面，並以 200℃ 下進行 1 小時的焙燒，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。然後，將基板放進其內部被減壓到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，在真空蒸鍍裝置內的加熱室中以 170℃ 進行 30 分鐘的真空焙燒，之後對基板進行 30 分鐘左右的冷

卻。

接著，以使形成有第一電極 101 的面朝向下方的方式將基板固定在設置在真空蒸鍍裝置內的支架上。

在將真空蒸鍍裝置減壓到 10^{-4} Pa 左右之後，藉由以由上述結構式 (i) 表示的 CBP：氧化鉬 = 2：1 (重量比) 的方式共蒸鍍 CBP 和氧化鉬 (VI)，形成電洞注入層 111。將其膜厚度設定為 80 nm。注意，共蒸鍍是指將多個不同物質分別從不同的蒸發源同時蒸發的蒸鍍法。

接著，在發光元件 1 及發光元件 2 中，藉由蒸鍍厚度為 20 nm 的由上述結構式 (ii) 表示的 mCP 形成電洞傳輸層 112，而在發光元件 3 及發光元件 4 中，藉由蒸鍍厚度為 20 nm 的由上述結構式 (iv) 表示的 mTPmCP 形成電洞傳輸層 112。

再者，在發光元件 1 及發光元件 4 中，在電洞傳輸層 112 上藉由層疊如下膜形成發光層 113，即：以 mTPmCP：由上述結構式 (iii) 表示的三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑(triazolato)]銱(III) (簡稱：[Ir(Mptzl-mp)₃]=1：0.08 (重量比) 的方式共蒸鍍 mTPmCP 和 [Ir(Mptzl-mp)₃]形成的厚度為 30 nm 的膜；然後以由上述結構式 (v) 表示的 2-[3-(二苯並噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯並咪唑 (簡稱：mDBTBIIm-II)：[Ir(Mptzl-mp)₃]=1：0.08 (重量比) 的方式共蒸鍍 mDBTBIIm-II 和 [Ir(Mptzl-mp)₃]形成的厚度為 10 nm 的膜。

在發光元件 2 及發光元件 3 中，藉由層疊如下膜形成發光層 113，即：以 $\text{mCP}:[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]=1:0.08$ (重量比)的方式共蒸鍍 mCP 和 $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ 形成厚度為 30nm 的膜；然後 $\text{mDBTBIm-II}:[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]=1:0.08$ (重量比)的方式共蒸鍍 mDBTBIm-II 和 $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ 形成厚度為 10nm 的膜。

接著，藉由在蒸鍍 15nm 的由上述結構式 (vi) 表示的紅菲繞啉(簡稱：BPhen)來形成電子傳輸層 114。

再者，藉由在電子傳輸層 114 上蒸鍍 1nm 的氟化鋰，形成電子注入層 115。最後，作為用作陰極的第二電極 102 形成 200nm 的鋁，由此形成發光元件 1 至發光元件 4。在上述蒸鍍過程中，均採用電阻加熱法進行蒸鍍。

在形成的發光元件中，發光元件 1 是具有實施態樣 1 所示的結構的作為實施例的發光元件，發光元件 2 至發光元件 4 是作為比較例子製造的發光元件。以下示出各個發光元件的元件結構的表。

[表 1]

	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層		電子傳輸層	電子注入層
	80nm	20nm	30nm	10nm	15nm	1nm
發光元件 1	CBP:MoOx (4:2)	mCP	mTPmCP:Ir(Mptzl-mp) ₃ (1:0.08)	mDBTBlm-II: Ir(Mptzl-mp) ₃ (1:0.08)	BPhen	LiF
發光元件 2		mCP	mCP:Ir(Mptzl-mp) ₃ (1:0.08)			
發光元件 3		mTPmCP	mCP:Ir(Mptzl-mp) ₃ (1:0.08)			
發光元件 4		mTPmCP	mTPmCP:Ir(Mptzl-mp) ₃ (1:0.08)			

《發光元件 1 至發光元件 4 的操作特性》

以不使發光元件暴露於大氣的方式將藉由上述步驟得到的發光元件 1 至發光元件 4 放進氮氛圍的手套箱中並進行密封，然後對這些發光元件的操作特性進行測量。此外，在室溫下（在保持為 25℃ 的氛圍中）進行測量。

圖 10 示出發光元件 1 至發光元件 4 的電流密度-亮度特性，圖 11 示出其電壓-亮度特性，圖 12 示出其亮度-電流效率特性，圖 13 示出其電壓-電流特性，圖 14 示出其亮度-功率效率特性，圖 15 示出其亮度-外部量子效率特性。在圖 10 中，縱軸表示亮度（ cd/m^2 ），而橫軸表示電流密度（ mA/cm^2 ）。在圖 11 中，縱軸表示亮度（ cd/m^2 ），而橫軸表示電壓（V）。在圖 12 中，縱軸表示電流效率（ cd/A ），而橫軸表示亮度（ cd/m^2 ）。在圖 13 中，縱軸表示電流（mA），而橫軸表示電壓（V）。在圖 14 中，縱軸表示功率效率（ lm/W ），而橫軸表示亮度（ cd/m^2 ）。在圖 15 中，縱軸表示外部量子效率（%），而橫軸表示亮度（ cd/m^2 ）。

從圖 12、圖 14、圖 15 可知：與發光元件 2 至發光元件 4 相比，作為實施例的發光元件 1 具有非常高的亮度-電流效率特性、亮度-功率效率特性以及亮度-外部量子效率特性，所以該發光元件是發光效率高的發光元件。另外，從圖 11 和圖 13 可知：發光元件 1 具有較高的電壓-亮度特性及電壓-電流特性，所以該發光元件是驅動電壓小的發光元件。

另外，圖 16 示出使 0.1mA 的電流流過製造的發光元件 1 至發光元件 4 的歸一化了的發光光譜。從圖 16 可知：這些發光光譜幾乎彼此重疊，因此發光元件 1 至發光元件 4 都發射起因於發光中心物質的 $[Ir(Mptz1-mp)_3]$ 的藍色光。另外，在圖式中，由粗線表示的一條實線表示實施例的發光元件 1 的光譜。

以下示出發光元件 1 至發光元件 4 的 1000cd/m^2 附近的主要特性的表。

[表 2]

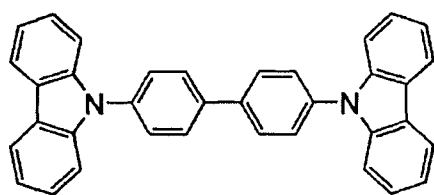
	電壓 (V)	色度		電流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	量子效率 (%)
		x	y			
發光元件 1	5.4	0.16	0.30	40.8	23.8	22.2
發光元件 2	6.6	0.16	0.30	26.8	12.8	14.8
發光元件 3	8.1	0.16	0.29	7.7	3.0	4.3
發光元件 4	6.6	0.17	0.30	13.4	6.4	7.2

由此可知：實施態樣 1 所記載的發光元件的發光元件 1 是發光效率高的發光元件，也是驅動電壓小的發光元件。在此，發光元件 1 與發光元件 2 的不同點只不過是電洞傳輸材料（mCP）與發光層的主體（mTPmCP）相互調換而已。再者，這些材料的結構非常相似。換言之，發光元件 1 與發光元件 2 的結構大致相同。然而，如上所述發

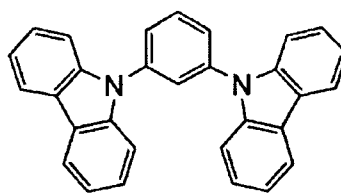
光元件 1 與發光元件 2 的特性差異很大。從而，可以說本發明的獨特的概念在於：即使使用結構相似的材料，藉由利用 HOMO 及 LUMO 的分佈差異製造 EL 元件，也能夠顯著提高元件特性。

實施例 2

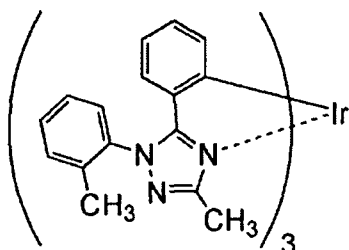
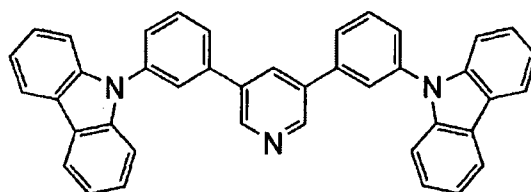
在本實施例中，將 mCP 用作電洞傳輸層所包含的電洞傳輸材料，並將 3,5-雙[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶（簡稱：35DCzPPy）用作發光層所包含的主體材料，來製造使用發射藍色磷光的發光中心物質的發光元件。另外，mCP 的 HOMO 及 LUMO 都分佈在咔唑骨架上，35DCzPPy 的 HOMO 分佈在咔唑骨架上，其 LUMO 不分佈在咔唑骨架上而分佈在其他骨架上。以下示出在本實施例中使用的有機化合物的分子結構。



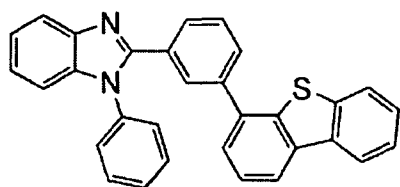
(i) CBP



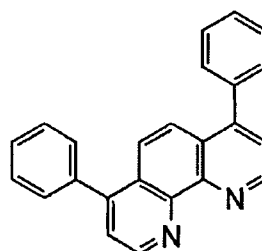
(ii) mCP

(iii) [Ir(Mptz1-mp)₃]

(vii) 35DCzPPy



(v) mDBTBIm-II



(vi) BPhen

《發光元件 5 至發光元件 8 的製造》

首先，準備作為第一電極 101 形成有厚度為 110nm 的含矽的氧化銦錫（ITSO）膜的玻璃基板。以露出 2mm×2mm 的區域的方式使用聚醯亞胺膜覆蓋 ITSO 表面的四周，並且將電極面積設定為 2mm×2mm。作為用來在該基板上形成發光元件的預處理，用水洗滌基板表面，並以 200℃ 下進行 1 小時的焙燒，然後進行 370 秒的 UV 臭氧處理。然後，將基板放進其內部被減壓到 10^{-4} Pa 左右的真空蒸鍍裝置中，在真空蒸鍍裝置內的加熱室中，以 170℃ 進行 30 分鐘的真空焙燒，之後對基板進行 30 分鐘左右的冷卻。

接著，以使形成有第一電極 101 的面朝向下方的方式將基板固定在設置在真空蒸鍍裝置內的支架上。

在將真空蒸鍍裝置減壓到 10^{-4} Pa 左右之後，藉由以由上述結構式 (i) CBP：氧化鉬 = 2：1 (重量比) 的方式共蒸鍍 CBP 和氧化鉬 (VI)，形成電洞注入層 111。將其膜厚度設定為 80 nm。

接著，在發光元件 5 及發光元件 6 中，藉由蒸鍍厚度為 20 nm 的由上述結構式 (ii) 表示的 mCP 形成電洞傳輸層 112，而在發光元件 7 及發光元件 8 中，藉由蒸鍍厚度為 20 nm 的由上述結構式 (vii) 表示的 35DCzPPy 形成電洞傳輸層 112。

再者，在發光元件 5 及發光元件 8 中，在電洞傳輸層 112 上藉由層疊如下膜形成發光層 113，即：以 35DCzPPy：由上述結構式 (iii) 表示的 $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ = 1:0.08 (重量比) 的方式共蒸鍍 35DCzPPy 和 $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ 形成的厚度為 30 nm 的膜；然後以由上述結構式 (v) 表示的 mDBTBIm-II： $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ = 1：0.08 (重量比) 的方式共蒸鍍 mDBTBIm-II 和 $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ 形成的厚度為 10 nm 的膜。

在發光元件 6 及發光元件 7 中，藉由層疊如下膜形成發光層 113，即：以 mCP： $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ = 1:0.08 (重量比) 的方式共蒸鍍 mCP 和 $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ 形成的厚度為 30 nm 的膜；然後 mDBTBIm-II： $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ = 1：0.08 (重量比) 的方式共蒸鍍 mDBTBIm-II 和 $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ 形成的厚度為 10 nm 的膜。

接著，藉由在蒸鍍 15nm 的由上述結構式 (vi) 表示的 BPhen 來形成電子傳輸層 114。

再者，藉由在電子傳輸層 114 上蒸鍍 1nm 的氟化鋰，形成電子注入層 115。最後，作為用作陰極的第二電極 102 形成 200nm 的鋁，由此形成發光元件 5 至發光元件 8。在上述蒸鍍過程中，均採用電阻加熱法進行蒸鍍。

在形成的發光元件中，發光元件 5 是具有實施方式 1 所示的結構的作為實施例的發光元件，發光元件 6 至發光元件 8 是作為比較例子製造的發光元件。以下示出各個發光元件的元件結構的表。

[表 3]

	電洞注入層	電洞傳輸層	發光層		電子傳輸層	電子注入層
			30nm	10nm		
發光元件 5	CBP:MoOx (4:2)	mCP	35DCzPPy:Ir(Mptzl-mp) ₃ (1:0.08)	mDBTIm-II: Ir(Mptzl-mp) ₃ (1:0.08)	BPhen	LiF
發光元件 6		mCP	mCP:Ir(Mptzl-mp) ₃ (1:0.08)			
發光元件 7		35DCzPPy	mCP:Ir(Mptzl-mp) ₃ (1:0.08)			
發光元件 8		35DCzPPy	35DCzPPy: Ir(Mptzl-mp) ₃ (1:0.08)			

《發光元件 5 至發光元件 8 的操作特性》

以不使發光元件暴露於大氣的方式將藉由上述步驟得到的發光元件 5 至發光元件 8 放進氮氛圍的手套箱中並進行密封，然後對這些發光元件的操作特性進行測量。此外，在室溫下（在保持為 25℃ 的氛圍中）進行測量。

圖 19 示出發光元件 5 至發光元件 8 的電流密度-亮度特性，圖 20 示出其電壓-亮度特性，圖 21 示出其亮度-電流效率特性，圖 22 示出其電壓-電流特性，圖 23 示出其亮度-功率效率特性，圖 24 示出其亮度-外部量子效率特性。關於各個軸的定義與圖 10 至圖 15 同樣。

從圖 21、圖 23、圖 24 可知：與發光元件 6 至發光元件 8 相比，實施例的發光元件 5 具有非常良好的亮度-電流效率特性、亮度-功率效率特性以及亮度-外部量子效率特性，所以該發光元件是發光效率良好的發光元件。另外，從圖 20 和圖 22 可知：發光元件 5 具有良好的電壓-亮度特性及電壓-電流特性，所以該發光元件是驅動電壓小的發光元件。

另外，圖 25 示出使 0.1mA 的電流流過製造的發光元件 5 至發光元件 8 的歸一化了的發光光譜。從圖 25 可知：這些發光光譜幾乎彼此重疊，因此發光元件 5 至發光元件 8 都發射起因於發光中心物質的 $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ 的藍色光。另外，在圖式中，由粗線表示的一條實線表示實施例的發光元件 5 的光譜。

以下示出發光元件 5 至發光元件 8 的 1000cd/m^2 附近

的主要特性的表。

[表 4]

	電壓 (V)	色度		電流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	量子效率 (%)
		x	y			
發光元件 5	6.3	0.17	0.30	39.6	19.7	21.1
發光元件 6	6.0	0.17	0.28	34.1	17.9	19.3
發光元件 7	7.5	0.17	0.28	18.3	7.7	10.5
發光元件 8	8.7	0.17	0.30	10.3	3.7	5.5

由此可知：實施態樣 1 所記載的發光元件的發光元件 5 是發光效率良好的發光元件，也是耗電量小的發光元件。

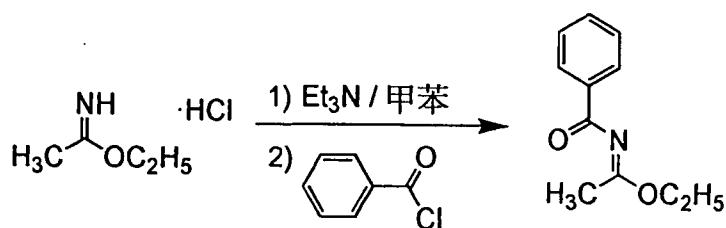
(參考例 1)

示出在上述實施例中使用的材料的三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]銱(III)(簡稱： $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$)的合成的例子。

[步驟 1：N-(1-乙氧基亞乙基)苯甲醯胺的合成]

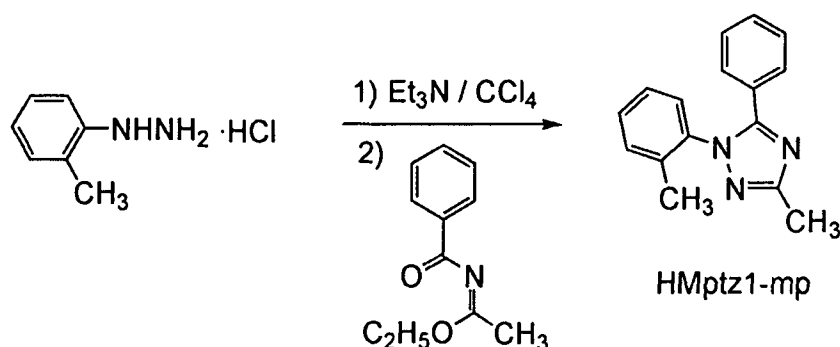
首先，將 15.5g 乙基乙醯亞胺鹽酸鹽、150mL 甲苯、31.9g 三乙胺(Et_3N)放在 500mL 三口燒瓶中，並在室溫下攪拌 10 分鐘。使用滴液漏斗將 17.7g 苯甲醯氯的 30mL

甲苯的溶劑 50ml 滴加到該混合物中，然後在室溫下攪拌 24 小時。反應後，對反應混合物進行抽濾，並使用甲苯洗滌固體。濃縮所得到的濾液來得到 N-(1-乙氧基亞乙基) 苯甲醯胺 (紅色油狀物，產率為 82%)。以下示出步驟 1 的合成方案。



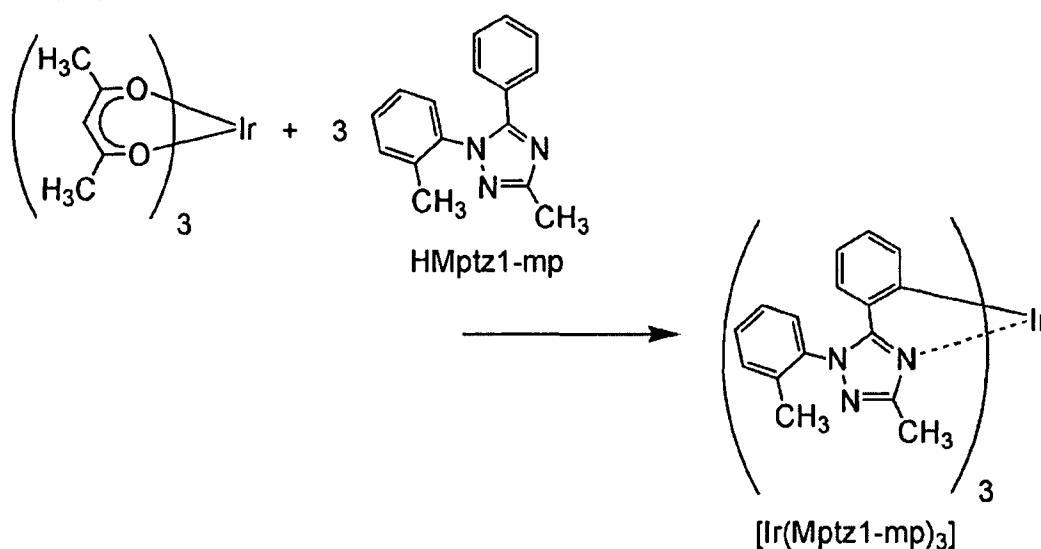
[步驟 2：3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑 (簡稱：HMptz1-mp) 的合成]

接著，將 8.68g 鄰-甲苯基胼鹽酸鹽、100mL 四氯化碳、35mL 三乙胺 (Et_3N) 放在 300mL 茄形燒瓶 (recovery flask) 中，並在室溫下攪拌 1 小時。反應後，對該混合物添加藉由上述步驟 1 得到的 8.72g N-(1-乙氧基亞乙基) 苯甲醯胺，且在室溫下攪拌 24 小時。反應後，對反應混合物添加水，使用氯仿萃取水層。使用飽和食鹽水洗滌該有機層，並添加無水硫酸鎂進行乾燥。對所得到的混合物進行自然過濾，並且濃縮濾液以得到油狀物。藉由利用矽膠柱層析法使所得到的油狀物得到純化。濃縮所得到的餾分來得到 HMptz1-mp (橙色油狀物，產率為 84%)。以下示出步驟 2 的合成方案。



[步驟 3： $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ 的合成]

接著，將藉由上述步驟 2 得到的 2.71g 配體 HMptz1-mp 及 1.06g 三（乙醯丙酮）銱（III）放在安裝有三通旋塞的反應容器中。用氬取代反應容器中的空氣，並以 250℃ 進行 48 小時的加熱，並使反應發生。將該反應混合物溶解於二氯甲烷中，藉由矽膠柱層析法進行純化。作為展開溶劑，首先使用二氯甲烷，然後二氯甲烷：乙酸乙酯 = 10：1（v/v）的混合溶劑。濃縮所得到的餾分來得到固體。使用乙酸乙酯洗滌該固體，然後使用二氯甲烷和乙酸乙酯的混合溶劑進行重結晶，從而得到有機金屬錯合物 $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$ （黃色粉末，產率為 35%）。以下示出步驟 3 的合成方案。



下面示出利用核磁共振法 (^1H NMR) 的藉由上述步驟 3 得到的黃色粉末的分析結果。從其結果可知獲得了 $[\text{Ir}(\text{Mptzl-mp})_3]$ 。

下面示出所獲得的物質的 ^1H NMR 資料。

^1H NMR, δ (CDCl_3) : 1.94-2.21 (m, 18H) , 6.47-6.76 (m, 12H) , 7.29-7.52 (m, 12H) 。

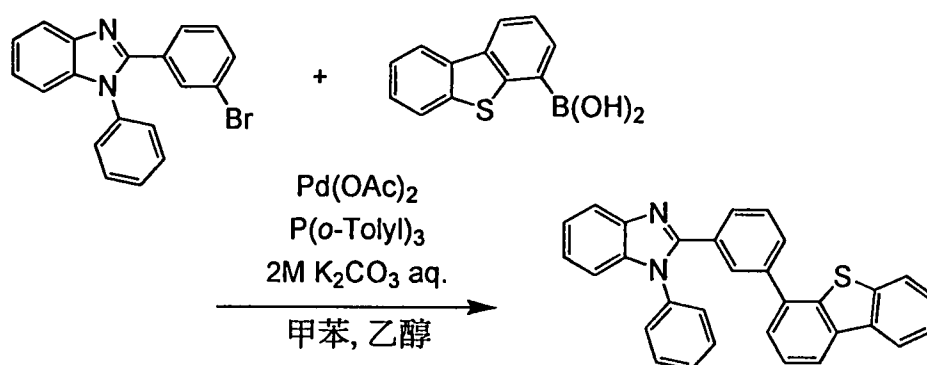
(參考例 2)

示出在上述實施例中使用的材料的 mDBTBIIm-II 的合成的例子。

[mDBTBIIm-II 的合成]

將 1.2g (3.3mmol) 的 2- (3-溴苯基) -1-苯基-1H-苯並咪唑、0.8g (3.3mmol) 的二苯並噻吩-4-硼酸及 50mg (0.2mmol) 的三 (鄰-甲苯基) 膦放在 50mL 的三口燒瓶中，並用氮取代反應容器中的空氣。藉由對該混合物添加 3.3mL 的 2.0mmol/L 的碳酸鉀水溶液、12mL 的甲苯、4mL 的乙醇，並在減壓下攪拌，來進行脫氣。對該混合物添加 7.4mg (33 μmol) 的醋酸鈮 (II) ，並在氮氣流下以 80 $^{\circ}\text{C}$ 攪拌 6 小時。在經過預定時間之後，使用甲苯萃取所得到的混合物的水層。混合所得到的抽出溶液和有機層合併，使用飽和食鹽水進行洗滌，然後使用硫酸鎂進行乾燥。藉由自然過濾分離該混合物，並且濃縮濾液以得到油狀物。

藉由矽膠柱層析法使該油狀物得到純化。將甲苯用作展開溶劑進行矽膠柱層析法。將所得到的餾分濃縮獲得油狀物。藉由高效液相層析法 (high performance liquid chromatography) 使該油狀物得到純化。將展開溶劑用作氯仿而進行高效液相層析法。將所得到的餾分濃縮獲得油狀物。藉由使用甲苯和己烷的混合溶劑稀釋該油狀物來析出固體，以 51% 的產率得到 0.8g 的目的物的淡黃色粉末。以下式子示出合成方案。



藉由利用梯度昇華法昇華精煉所得到的目的物的 0.8g 的淡黃色粉末。在昇華精煉中，在壓力為 3.0Pa 且氬流量為 5mL/min 的條件下以 215℃ 加熱淡黃色粉末。在昇華精煉後，以 82% 的產率得到 0.6g 的目的物的白色粉末。

藉由核磁共振法 (NMR) 確認到該化合物為目的物的 2-[3-(二苯並噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯並咪唑 (簡稱：mDBTBIIm-II)。

下面示出所獲得的化合物的 ¹H NMR 資料。

¹H NMR (CDCl₃, 300MHz) : δ (ppm) = 7.23-7.60 (m, 13H)、7.71-7.82 (m, 3H)、7.90-7.92 (m, 2H)、8.10-8.17 (m, 2H)。

【圖式簡單說明】

在圖式中：

圖 1A 和圖 1B 是發光元件的示意圖；

圖 2A 和圖 2B 是主動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 3A 和圖 3B 是被動矩陣型發光裝置的示意圖；

圖 4A 至圖 4D 是示出電子裝置的圖；

圖 5 是示出電子裝置的圖；

圖 6 是示出照明設備的圖；

圖 7 是示出照明設備的圖；

圖 8 是示出車載顯示裝置以及照明裝置的圖；

圖 9A 和圖 9B 是示出照明設備的圖；

圖 10 是示出發光元件 1 至發光元件 4 的電流密度-亮度特性的圖；

圖 11 是示出發光元件 1 至發光元件 4 的電壓-亮度特性的圖；

圖 12 是示出發光元件 1 至發光元件 4 的亮度-電流效率特性的圖；

圖 13 是示出發光元件 1 至發光元件 4 的電壓-電流特性的圖；

圖 14 是示出發光元件 1 至發光元件 4 的亮度-功率效率特性的圖；

圖 15 是示出發光元件 1 至發光元件 4 的亮度-外部量子效率特性的圖；

圖 16 是示出發光元件 1 至發光元件 4 的發光光譜的圖；

圖 17A 和圖 17B 是說明 mCP 的 HOMO 和 LUMO 的分佈位置的圖；

圖 18A 和圖 18B 是說明 mTPmCP 的 HOMO 和 LUMO 的分佈位置的圖；

圖 19 是示出發光元件 5 至發光元件 8 的電流密度-亮度特性的圖；

圖 20 是示出發光元件 5 至發光元件 8 的電壓-亮度特性的圖；

圖 21 是示出發光元件 5 至發光元件 8 的亮度-電流效率特性的圖；

圖 22 是示出發光元件 5 至發光元件 8 的電壓-電流特性的圖；

圖 23 是示出發光元件 5 至發光元件 8 的亮度-功率效率特性的圖；

圖 24 是示出發光元件 5 至發光元件 8 的亮度-外部量子效率特性的圖；

圖 25 是示出發光元件 5 至發光元件 8 的發光光譜的圖。

【主要元件符號說明】

101：第一電極

102：第二電極

103：EL 層

111：電洞注入層

112：電洞傳輸層

113：發光層

114：電子傳輸層

115：電子注入層

400：基板

401：第一電極

402：輔助電極

403：EL 層

404：第二電極

405：密封材料

406：密封材料

407：密封基板

412：焊盤

420：IC 晶片

501：第一電極

502：第二電極

511：第一發光單元

512：第二發光單元

513：電荷產生層

601：驅動電路部分（源極線驅動電路）

602：像素部分

603：驅動電路部分（閘極線驅動電路）

- 604：密封基板
- 605：密封材料
- 607：空間
- 608：引入線
- 609：FPC（軟性印刷電路）
- 610：元件基板
- 611：開關 TFT
- 612：電流控制 TFT
- 613：第一電極
- 614：絕緣物
- 616：含有有機化合物的層
- 617：第二電極
- 618：發光元件
- 623：n 通道型 TFT
- 624：p 通道型 TFT
- 901：外殼
- 902：液晶層
- 903：背光
- 904：外殼
- 905：驅動器 IC
- 906：端子
- 951：基板
- 952：電極
- 953：絕緣層

954：隔壁層

955：含有有機化合物的層

956：電極

2001：外殼

2002：光源

3001：照明設備

5000：區域

5001：區域

5002：區域

5003：區域

5004：區域

5005：區域

7101：外殼

7103：顯示部分

7105：支架

7107：顯示部分

7109：操作鍵

7110：遙控器

7201：主體

7202：外殼

7203：顯示部分

7204：鍵盤

7205：外部連接埠

7206：指向裝置

7301：外殼

7302：外殼

7303：連接部分

7304：顯示部分

7305：顯示部分

7306：揚聲器部分

7307：儲存介質插入部分

7308：LED燈

7309：操作鍵

7310：連接端子

7311：感測器

7312：麥克風

7401：外殼

7402：顯示部分

7403：操作按鈕

7404：外部連接埠

7405：揚聲器

7406：麥克風

七、申請專利範圍：

1.一種發光裝置，包括：

陽極；

該陽極上的電洞傳輸層，該電洞傳輸層包括第一咔唑衍生物；

該電洞傳輸層上的發光層，該發光層包括第二咔唑衍生物及分散於該第二咔唑衍生物中的發光物質；以及

該發光層上的陰極，

其中，該第一咔唑衍生物由第一咔唑骨架及該第一咔唑骨架以外的骨架構成，

其中，該第二咔唑衍生物由第二咔唑骨架及該第二咔唑骨架以外的骨架構成，

其中，與該第一咔唑骨架以外的骨架相比，該第一咔唑衍生物的最高佔據分子軌域及最低未佔據分子軌域都更廣泛擴展於該第一咔唑骨架，

其中，與該第二咔唑骨架以外的骨架相比，該第二咔唑衍生物的最高佔據分子軌域更廣泛擴展於該第二咔唑骨架，以及

其中，與該第二咔唑骨架相比，該第二咔唑衍生物的最低未佔據分子軌域更廣泛擴展於該第二咔唑骨架以外的骨架。

2.根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，其中該發光物質是磷光材料。

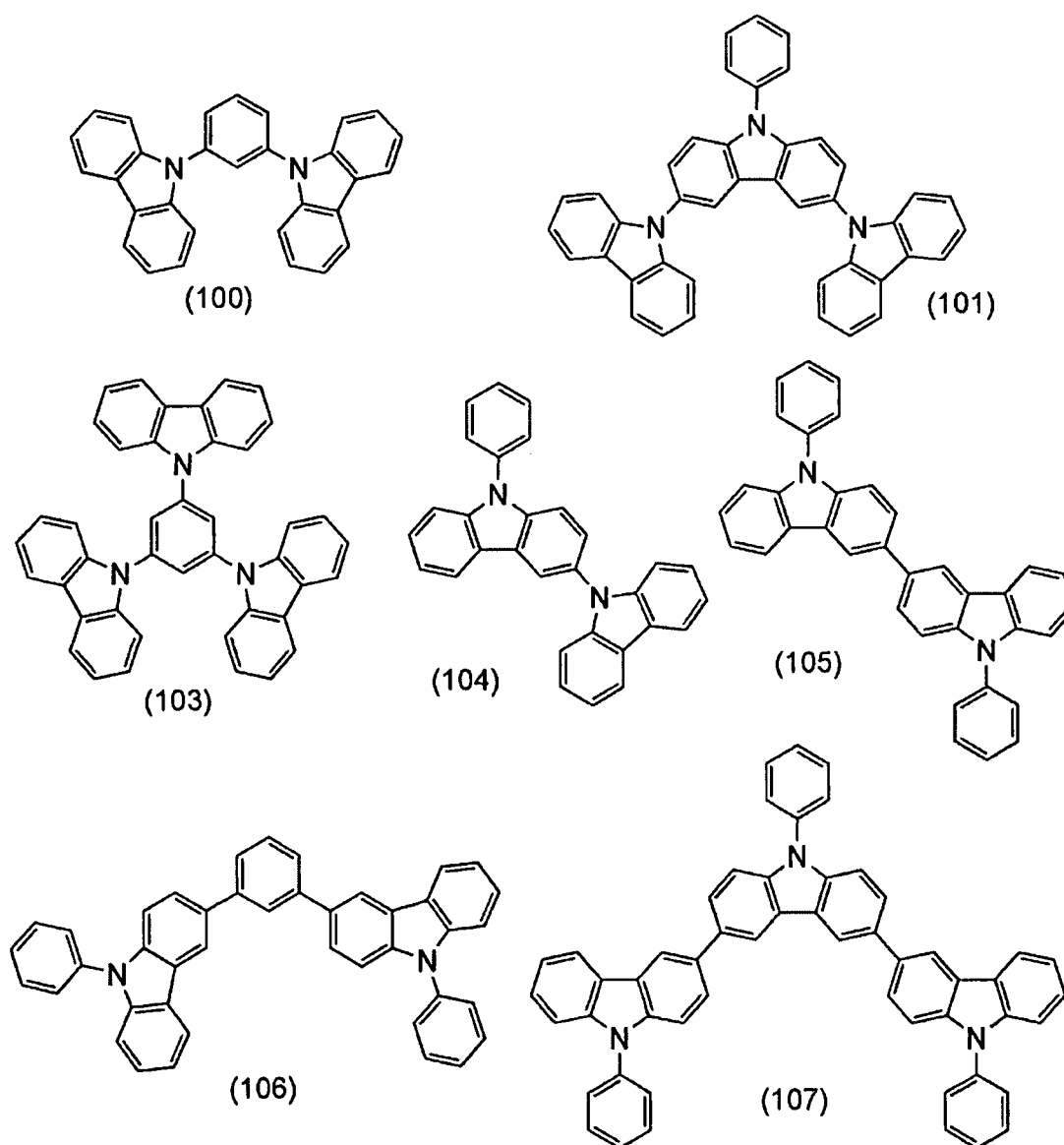
3.根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，其中該發光

物質是發射藍色光的磷光材料。

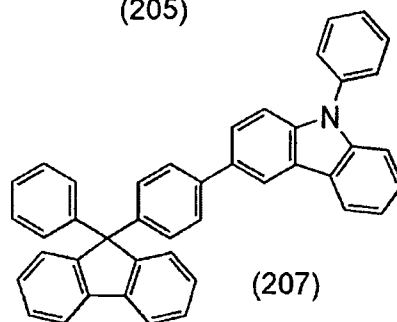
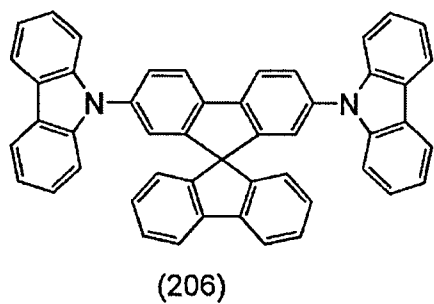
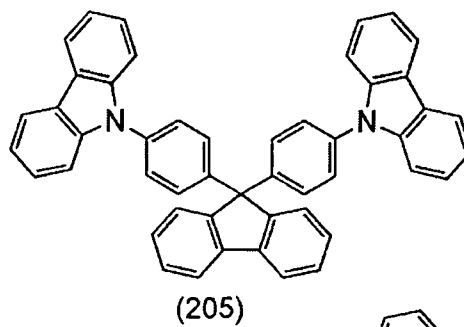
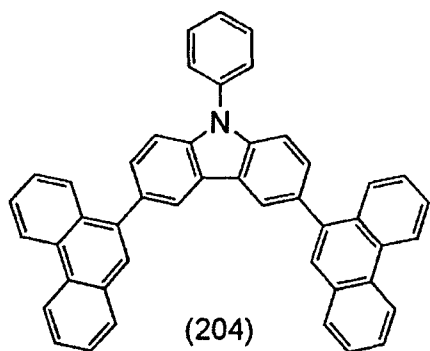
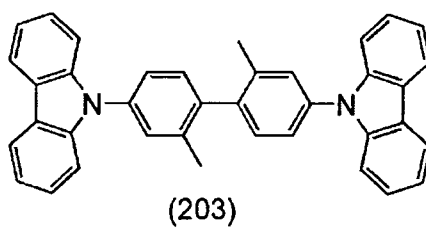
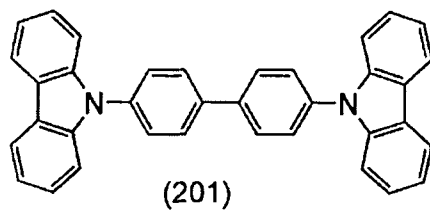
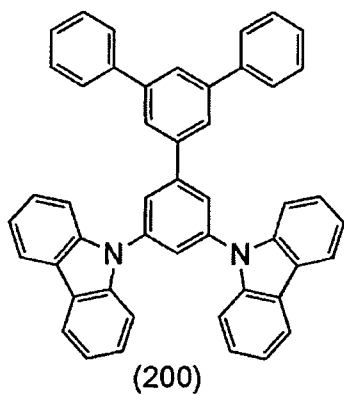
4.根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，其中該第二咔唑衍生物的該第二咔唑骨架以外的骨架包括具有電子傳輸性的骨架。

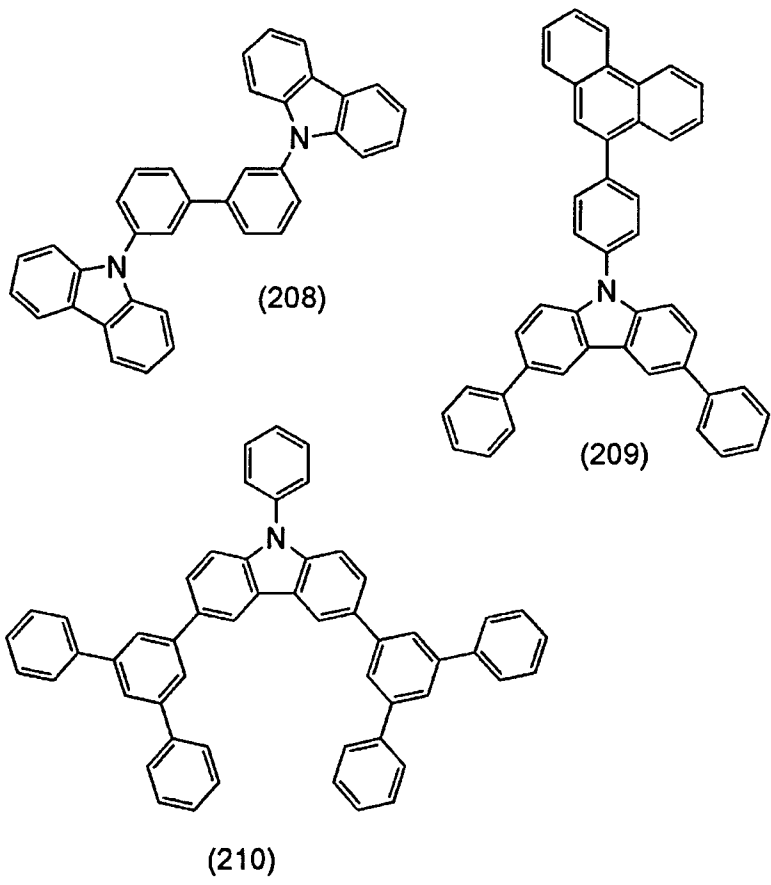
5.根據申請專利範圍第 4 項之發光裝置，其中具有電子傳輸性的該骨架選自芳香烴基和缺 π 電子雜環芳香基。

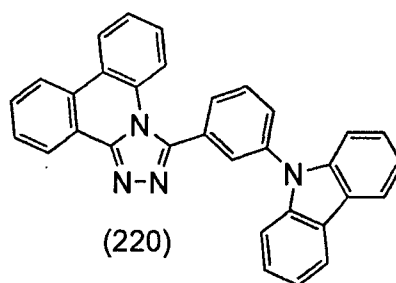
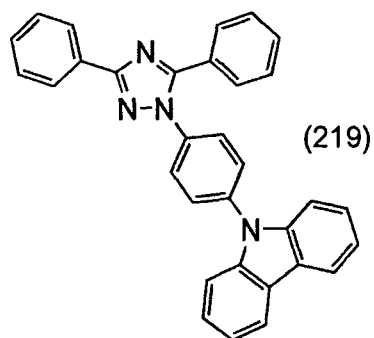
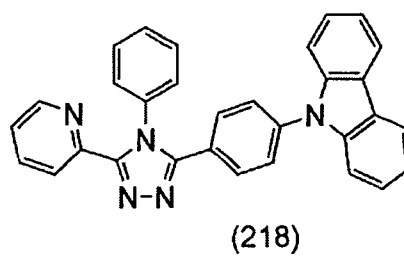
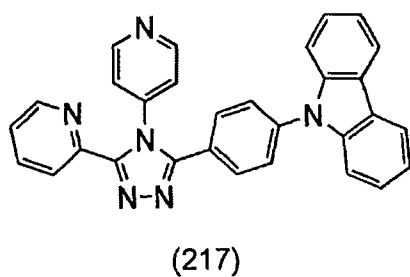
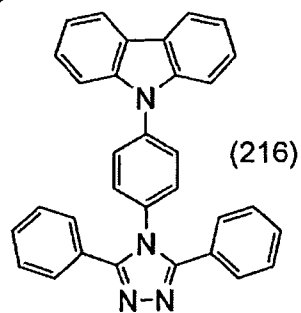
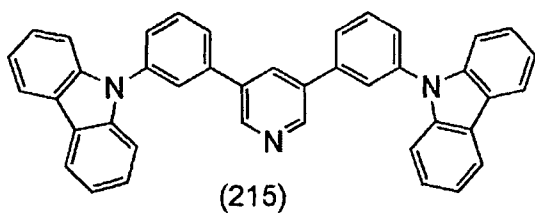
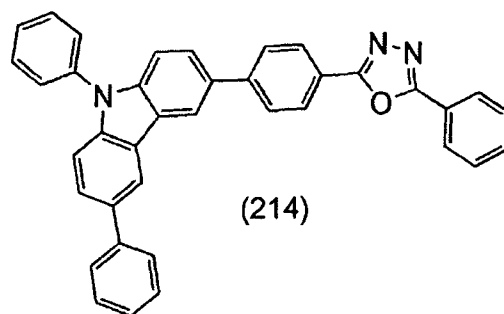
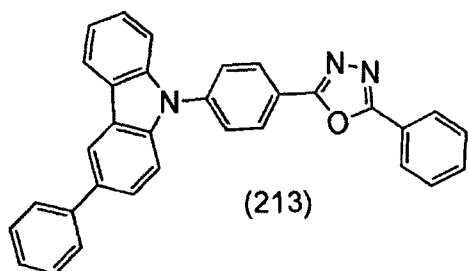
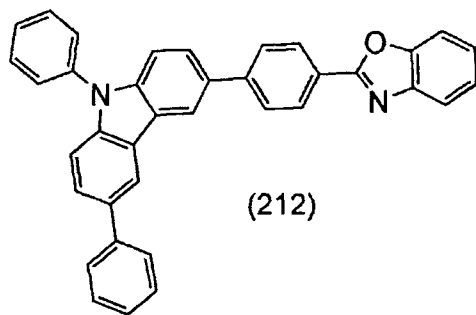
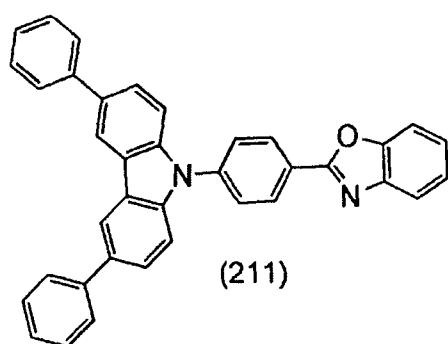
6.根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，其中該第一咔唑衍生物選自由式 (100) 至 (107) 表示的化合物：



7. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，其中該第二
 呋唑衍生物選自由式 (200) 至 (220) 表示的化合物：



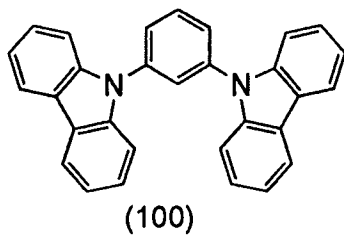




8. 根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置，

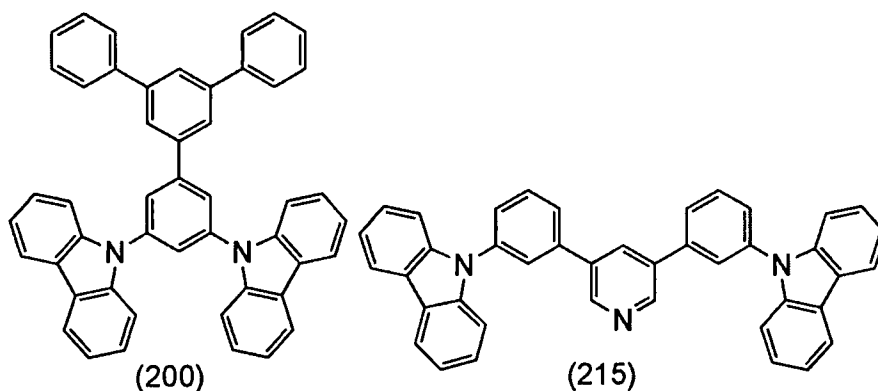
其中該第一咪唑衍生物是由式 (100) 表示的化合

物：



，以及

其中，該第二吡啶衍生物選自由式（200）和（215）表示的化合物：



9.一種包括根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置的電子裝置。

10.一種包括根據申請專利範圍第 1 項之發光裝置的照明設備。

11.一種發光裝置，包括：

陽極；

該陽極上的電洞傳輸層，該電洞傳輸層包括第一吡啶衍生物；

該電洞傳輸層上的第一發光層，該第一發光層包括第二吡啶衍生物及分散於該第二吡啶衍生物中的發光物質；

該第一發光層上的第二發光層，該第二發光層包括該

發光物質；以及

該第二發光層上的陰極，

其中，該第一咔唑衍生物由第一咔唑骨架及該第一咔唑骨架以外的骨架構成，

其中，該第二咔唑衍生物由第二咔唑骨架及該第二咔唑骨架以外的骨架構成，

其中，與該第一咔唑骨架以外的骨架相比，該第一咔唑衍生物的最高佔據分子軌域及最低未佔據分子軌域都更廣泛擴展於該第一咔唑骨架，

其中，與該第二咔唑骨架以外的骨架相比該第二咔唑衍生物的最高佔據分子軌域更廣泛擴展於該第二咔唑骨架，以及

其中，與該第二咔唑骨架相比該第二咔唑衍生物的最低未佔據分子軌域更廣泛擴展於該第二咔唑骨架以外的骨架。

12.根據申請專利範圍第 11 項之發光裝置，其中該發光物質是磷光材料。

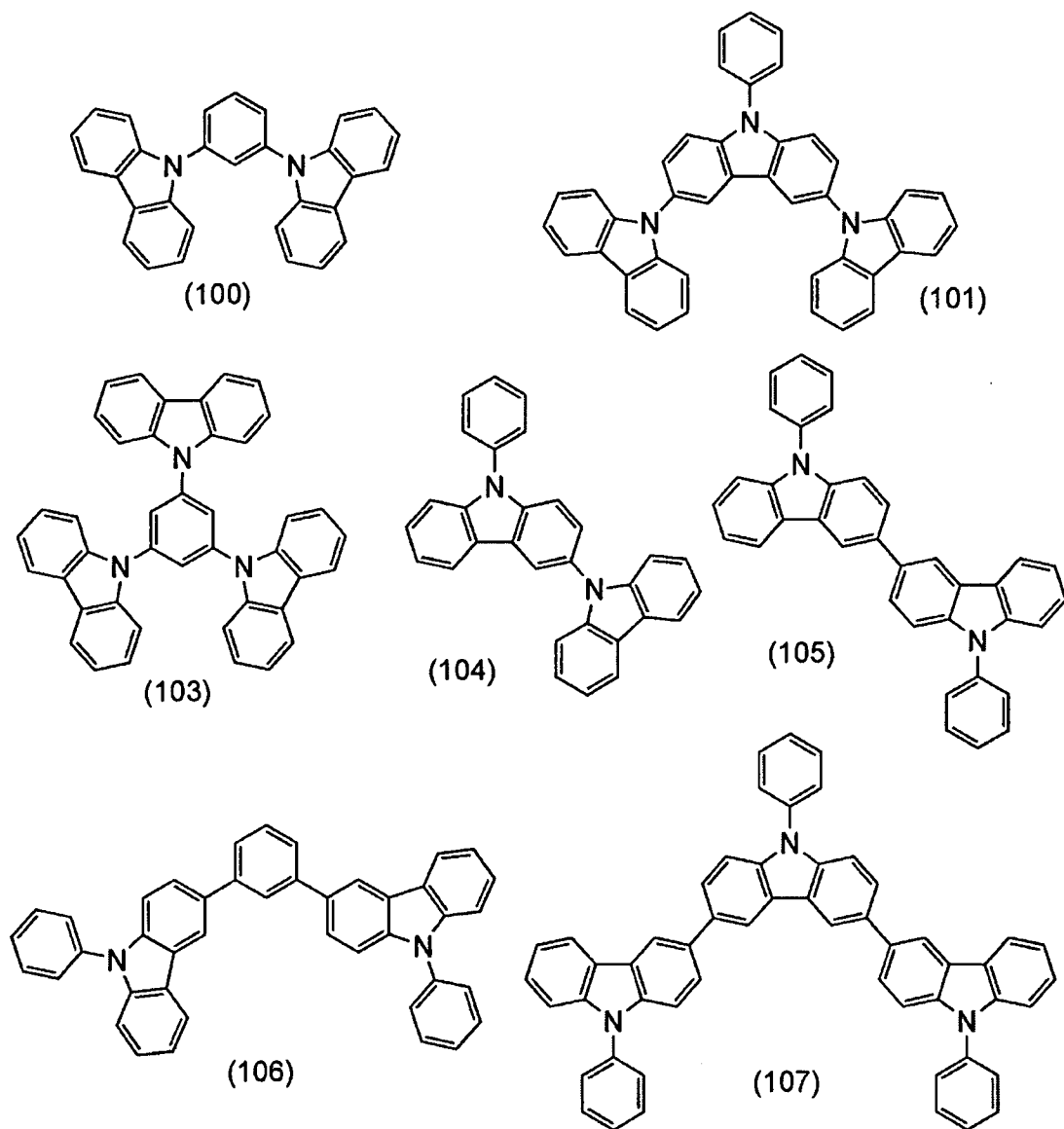
13.根據申請專利範圍第 11 項之發光裝置，其中該發光物質是發射藍色光的磷光材料。

14.根據申請專利範圍第 11 項之發光裝置，其中該第二咔唑衍生物的該第二咔唑骨架以外的骨架包括具有電子傳輸性的骨架。

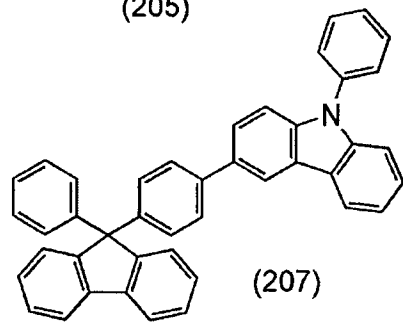
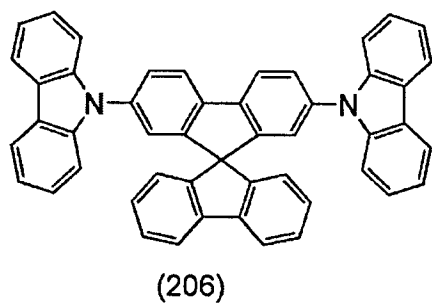
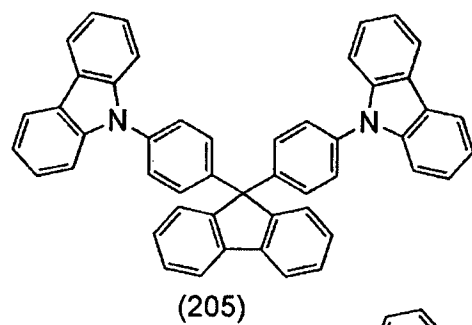
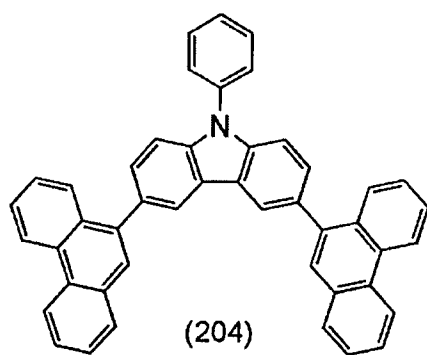
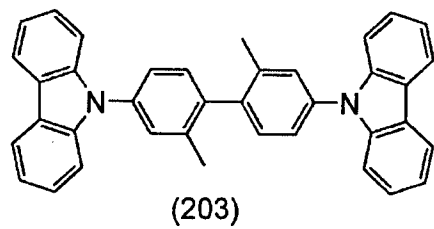
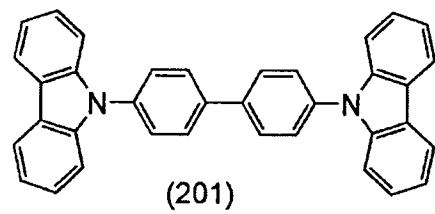
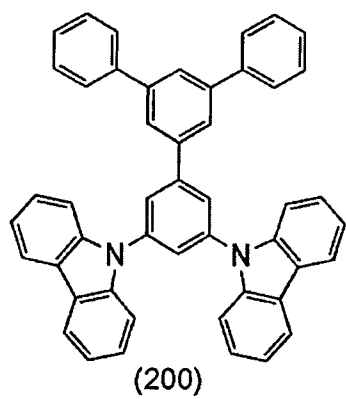
15.根據申請專利範圍第 14 項之發光裝置，其中具有電子傳輸性的該骨架選自芳香烴基和缺 π 電子雜環芳香

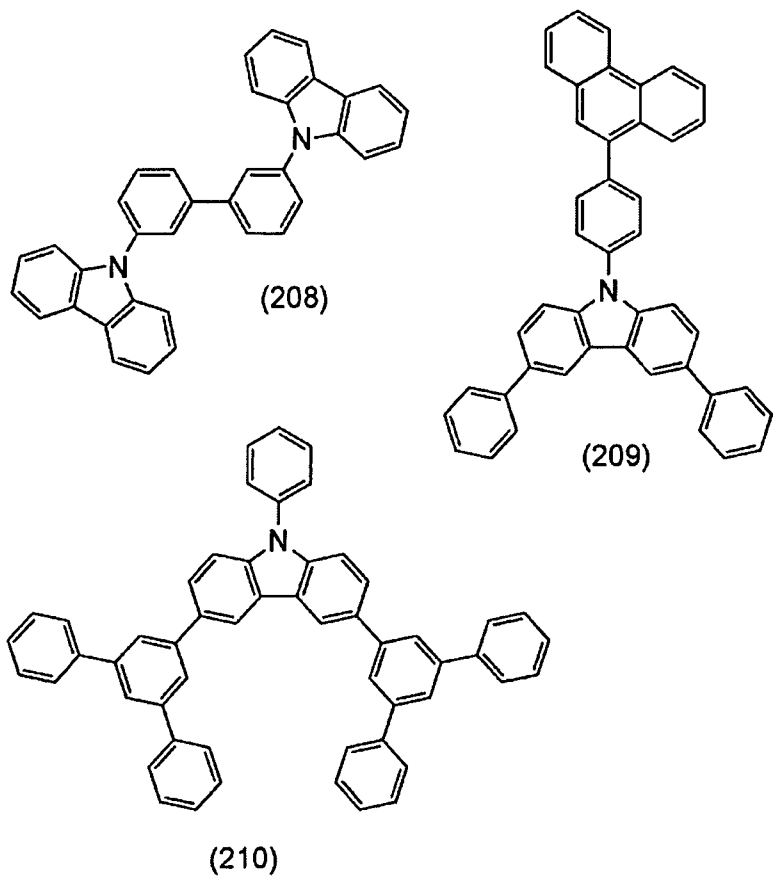
基。

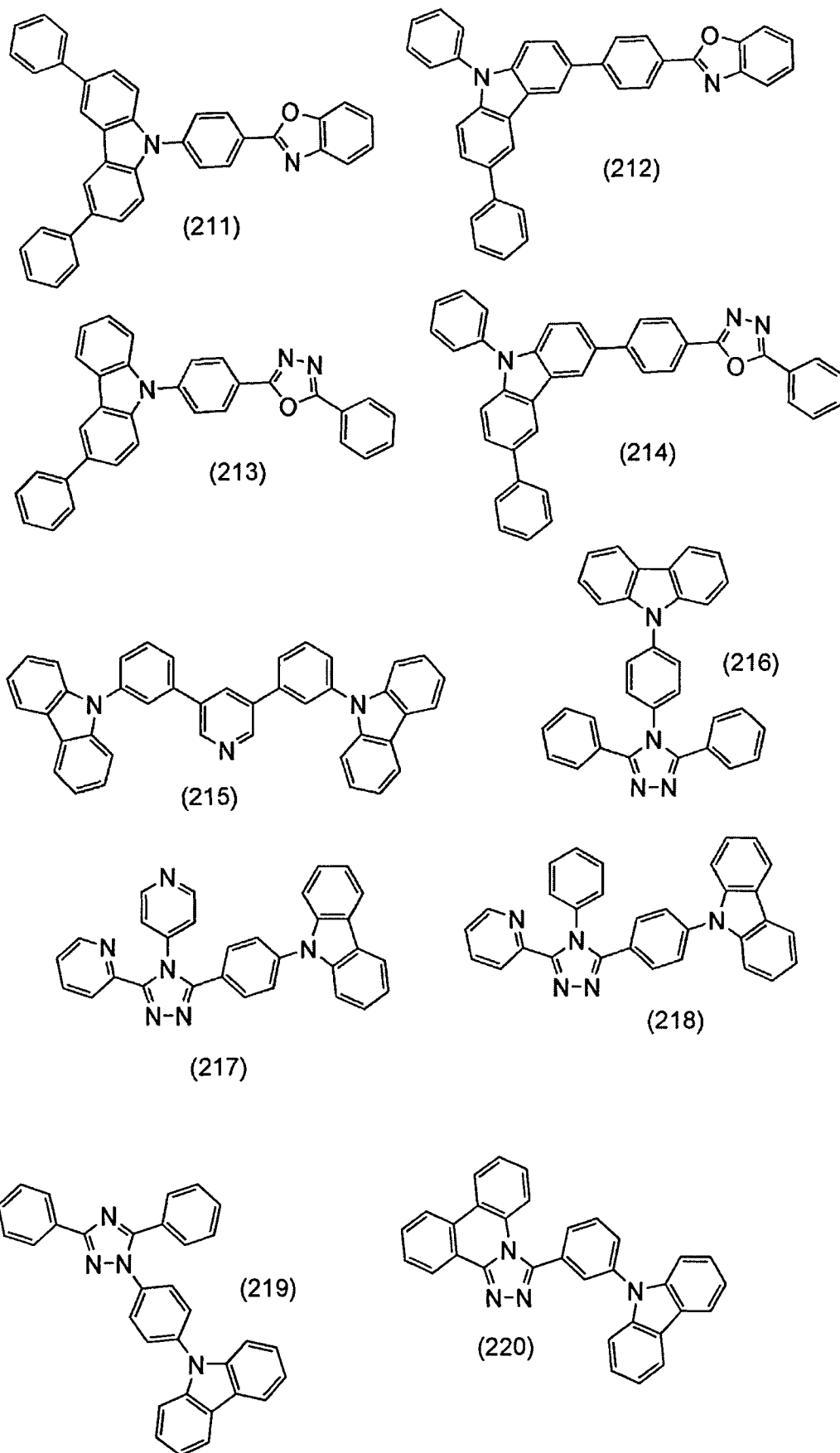
16. 根據申請專利範圍第 11 項之發光裝置，其中該第一咔唑衍生物選自由式 (100) 至 (107) 表示的化合物：



17. 根據申請專利範圍第 11 項之發光裝置，其中該第二咔唑衍生物選自由式 (200) 至 (220) 表示的化合物：



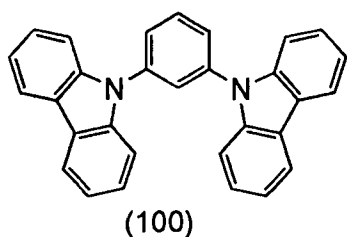




18. 根據申請專利範圍第 11 項之發光裝置，

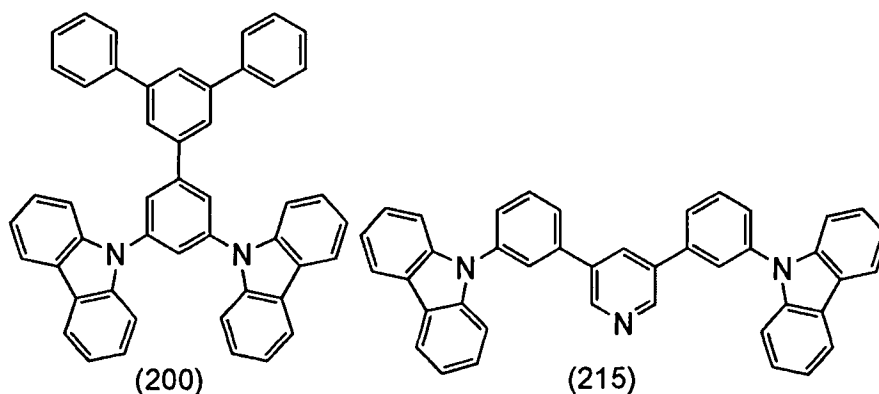
其中該第一咪唑衍生物是由式 (100) 表示的化合

物：



，以及

其中該第二咪唑衍生物選自由式（200）和（215）表示的化合物：



19.一種包括根據申請專利範圍第 11 項之發光裝置的電子裝置。

20.一種包括根據申請專利範圍第 11 項之發光裝置的照明設備。

21.一種發光裝置，包括：

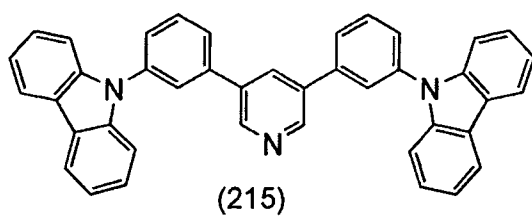
陽極及陰極；以及

該陽極與該陰極間之包括咪唑衍生物的層，

其中，該咪唑衍生物包括夾在兩個咪唑基之間的雜環芳香基。

22.根據申請專利範圍第 21 項之發光裝置，其中該雜環芳香基是吡啶基。

23.根據申請專利範圍第 21 項之發光裝置，其中該咪唑衍生物由式（215）表示：



24.一種包括根據申請專利範圍第 21 項之發光裝置的電子裝置。

25.一種包括根據申請專利範圍第 21 項之發光裝置的照明設備。

圖 1A

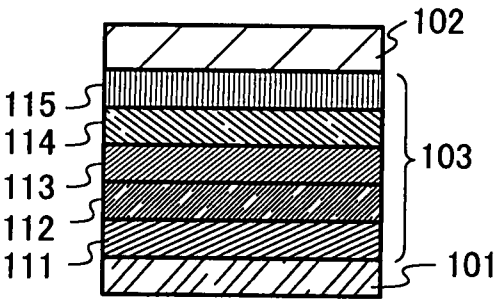
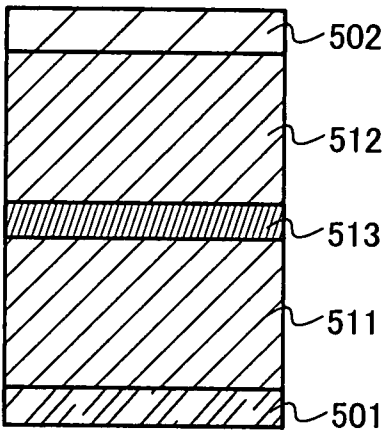
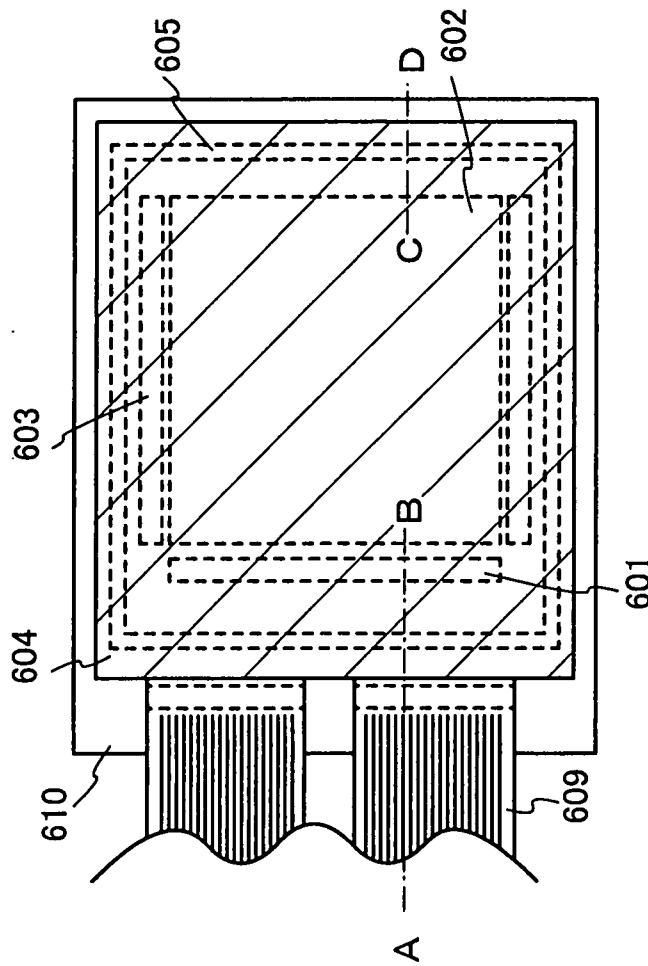


圖 1B



2A



2B

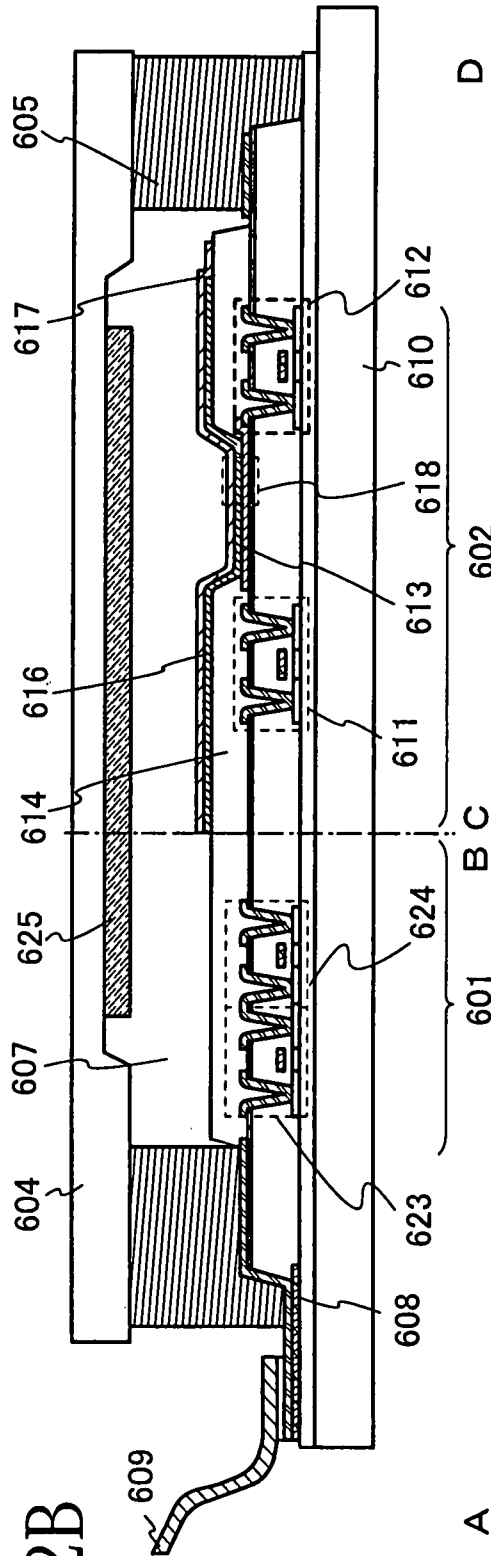


圖 3A

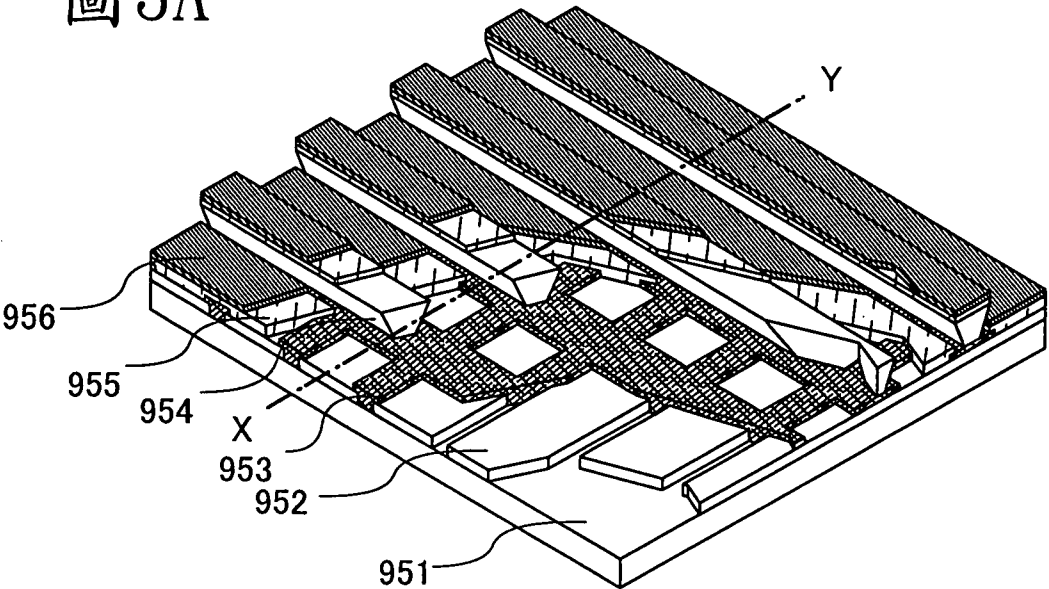


圖 3B

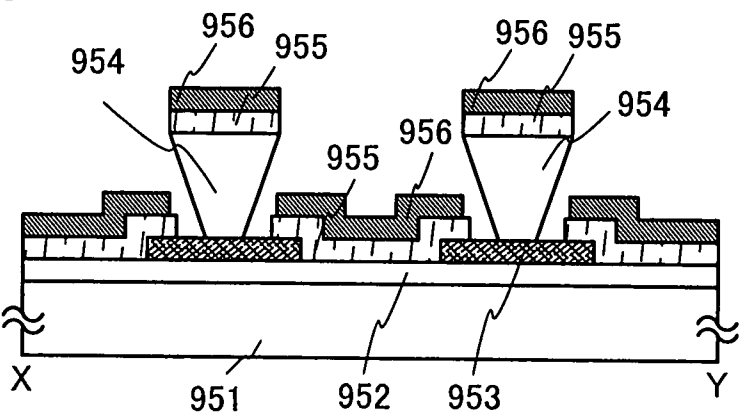


圖 4A

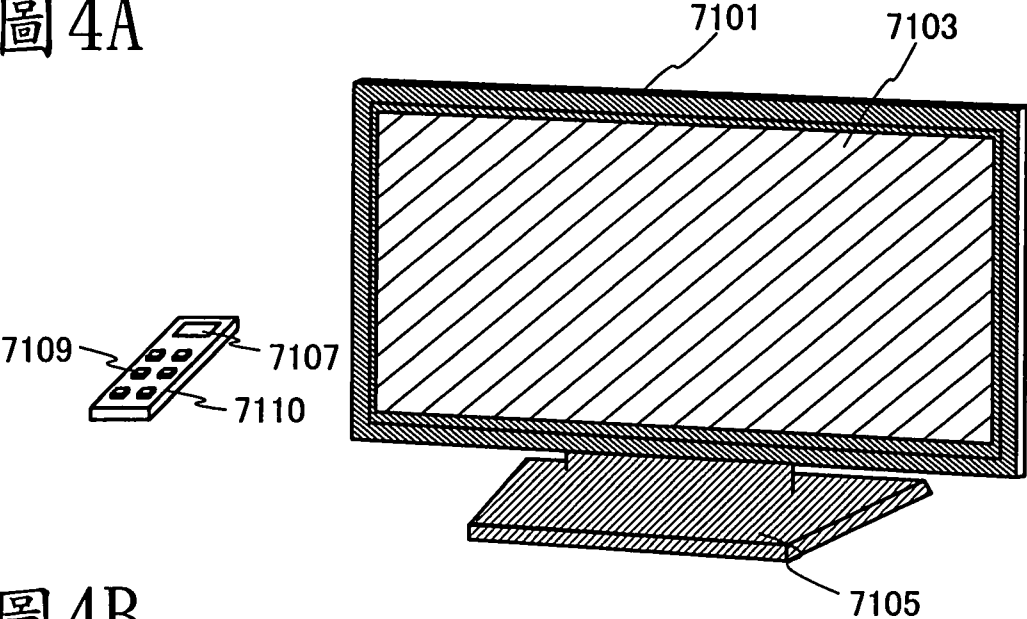


圖 4B

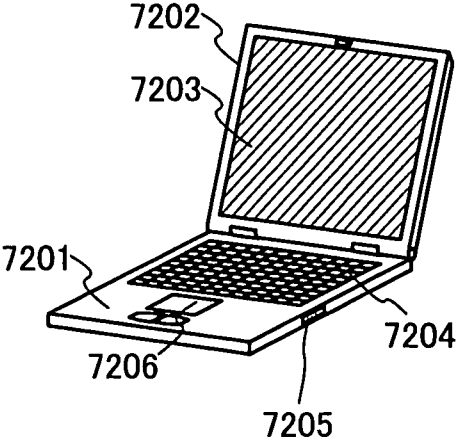


圖 4C

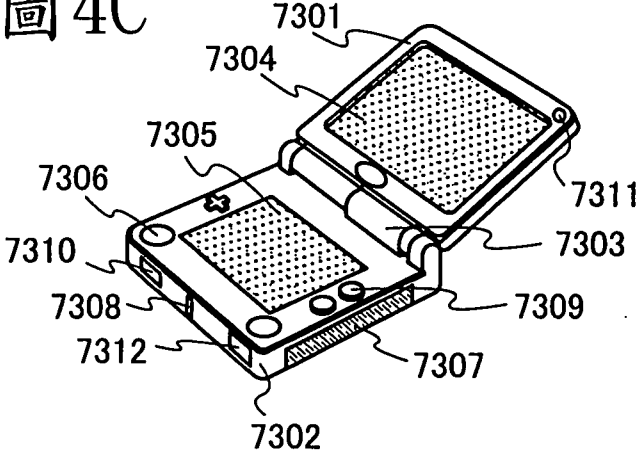


圖 4D

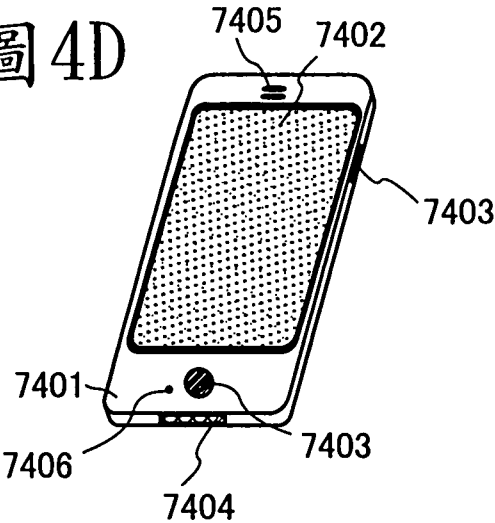


圖5

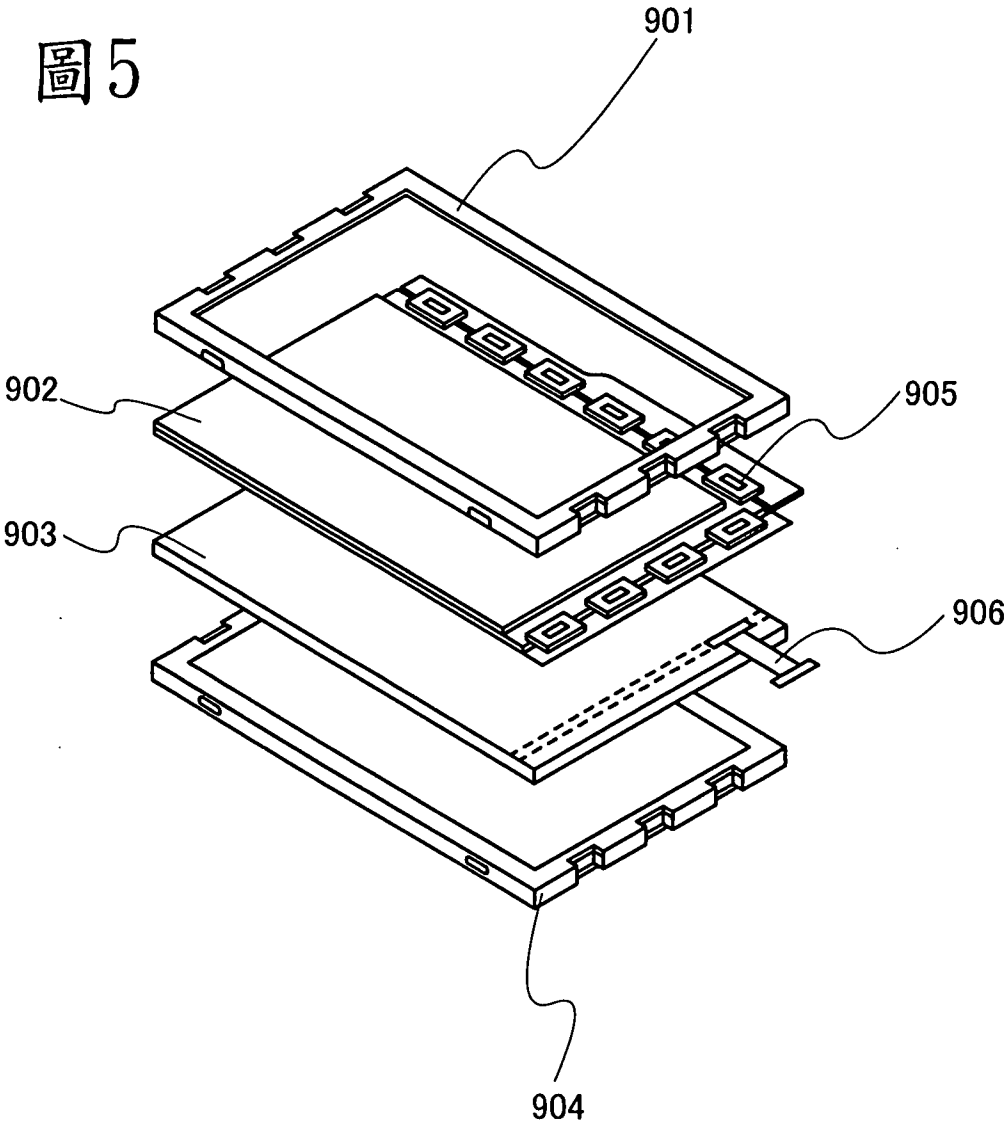


圖 6

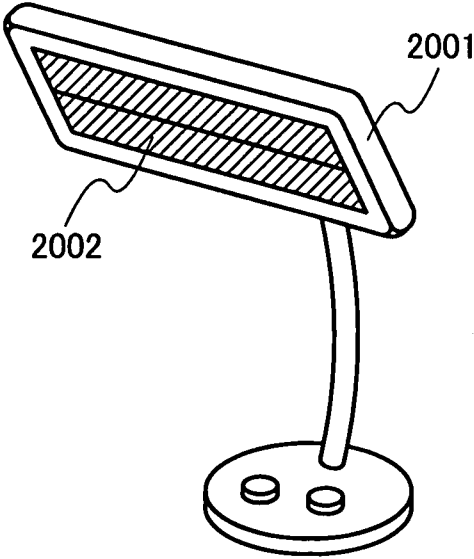


圖 7

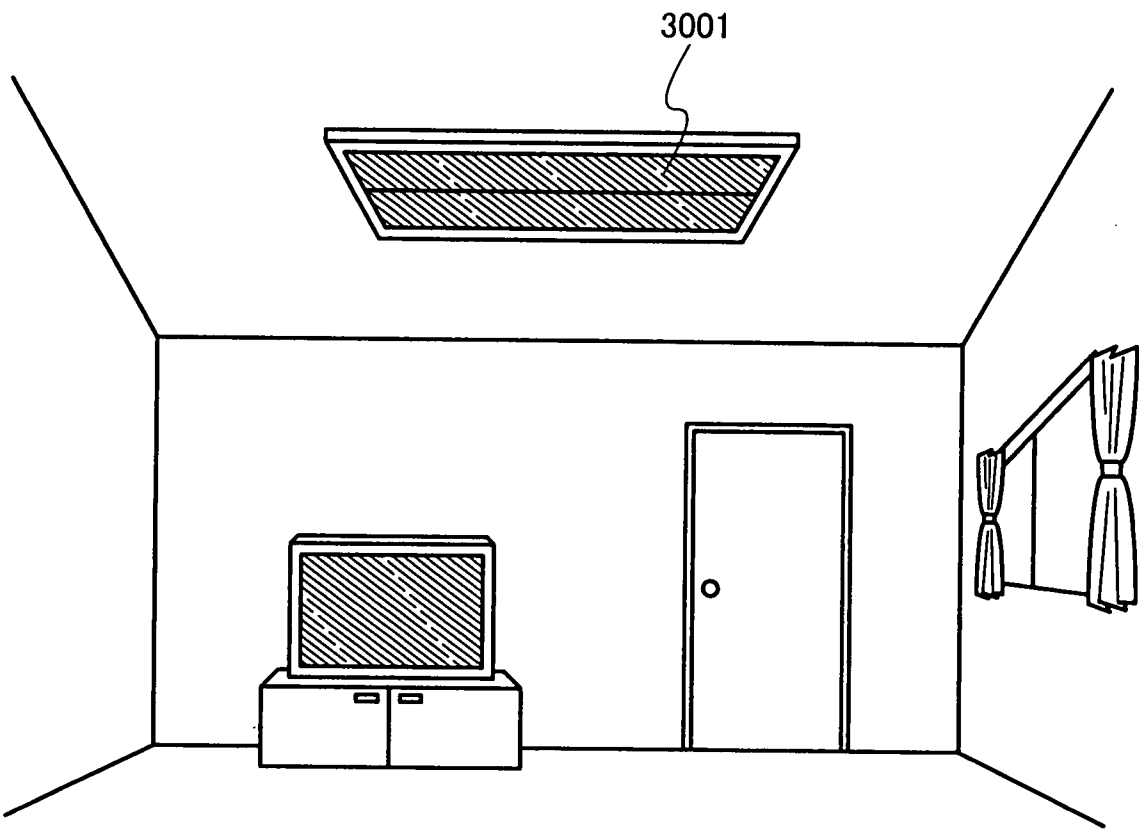


圖 8

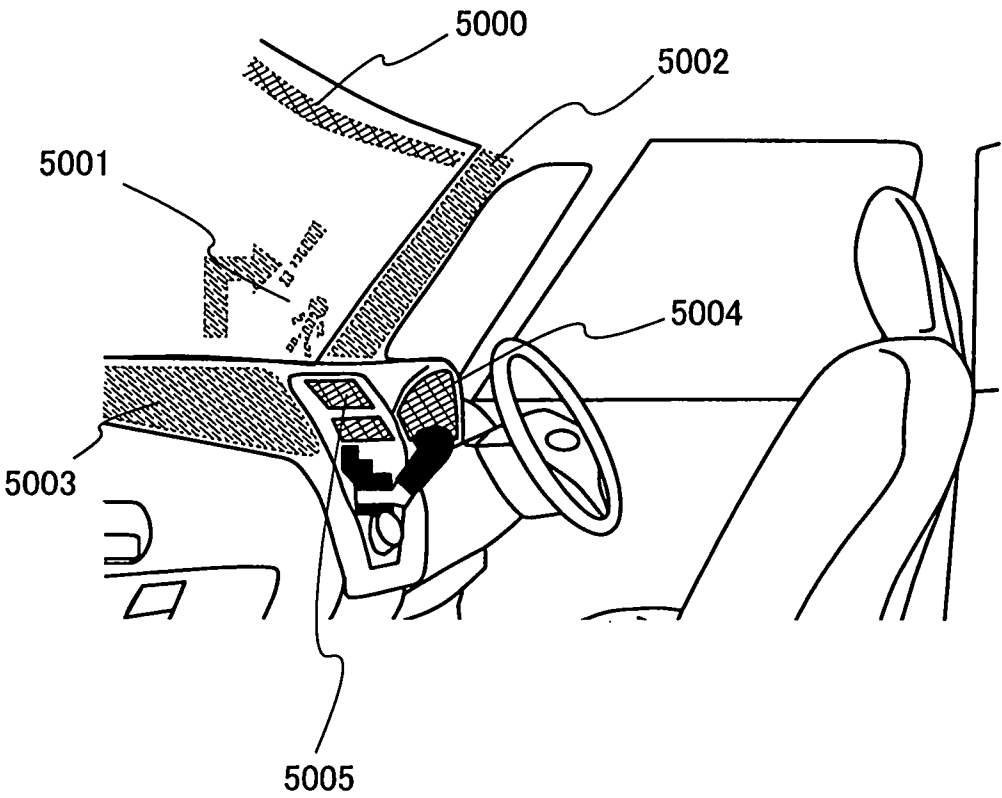


圖 9A

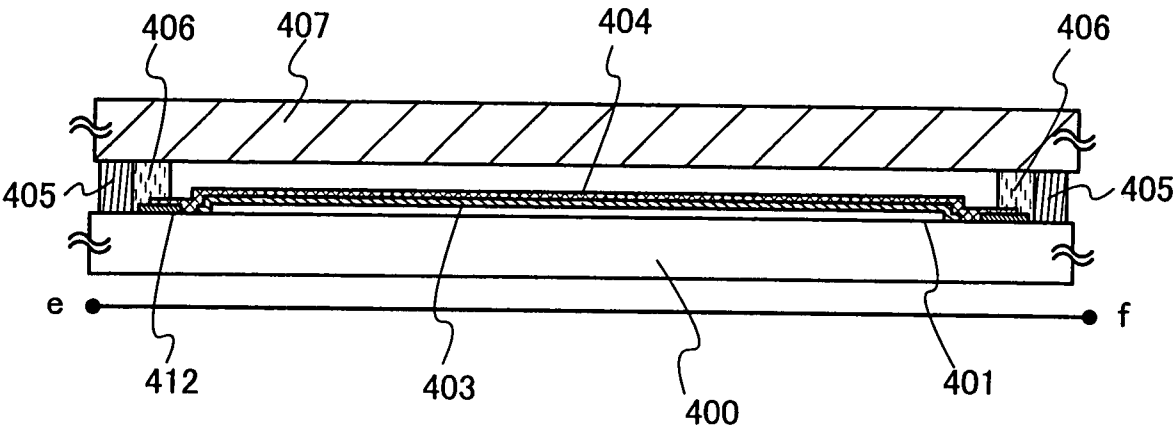


圖 9B

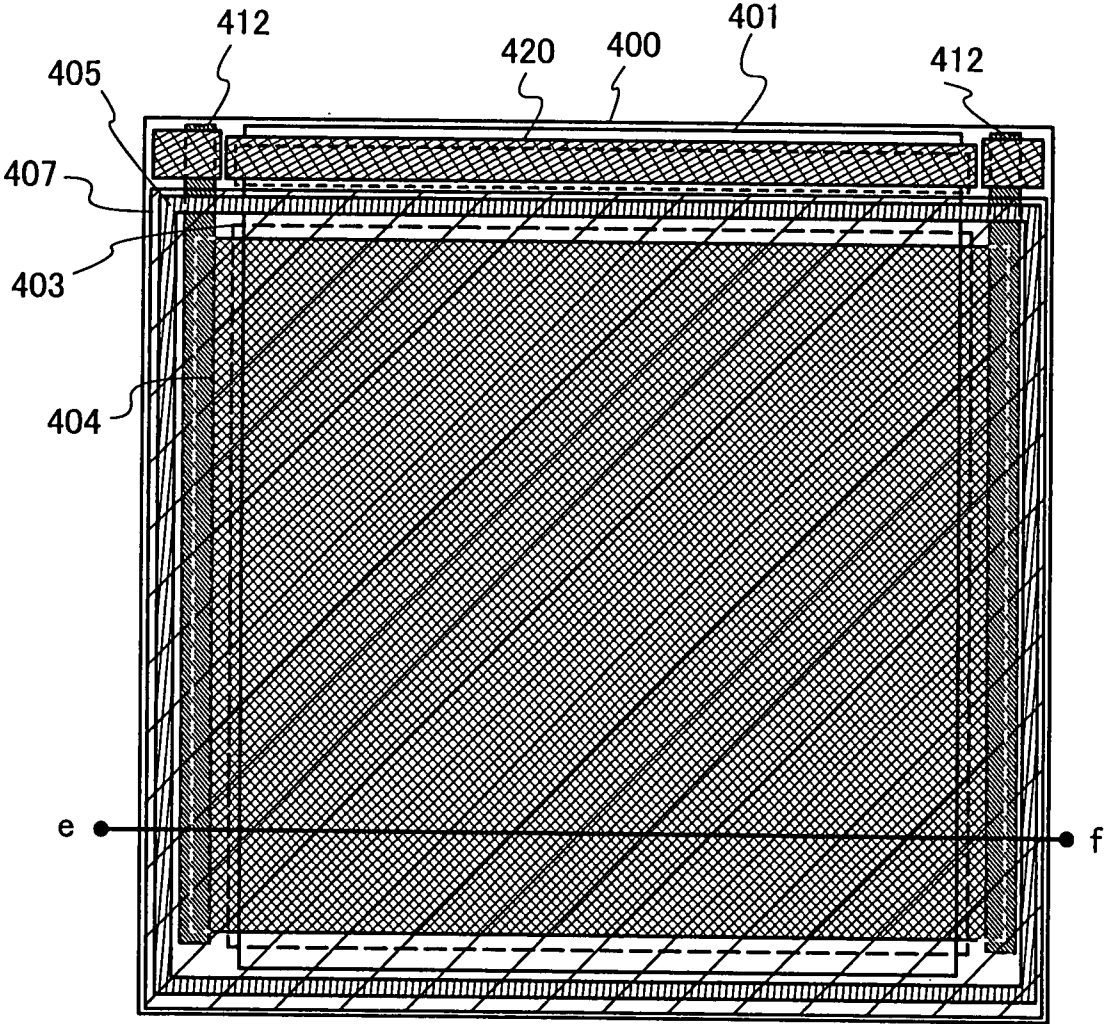


圖 10

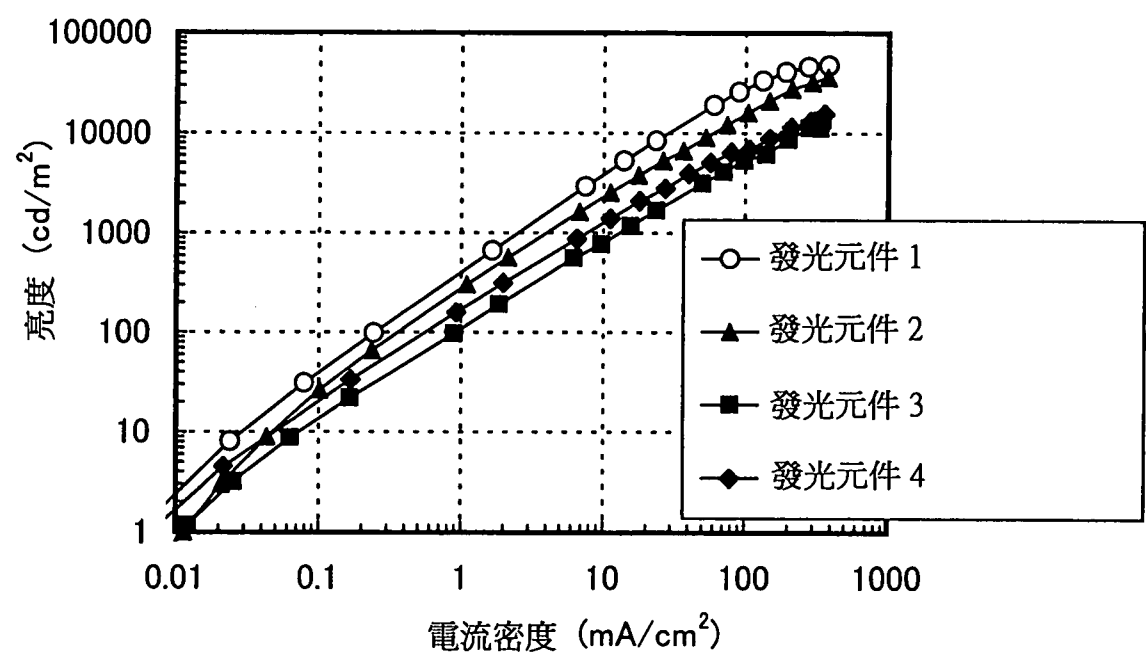


圖 11

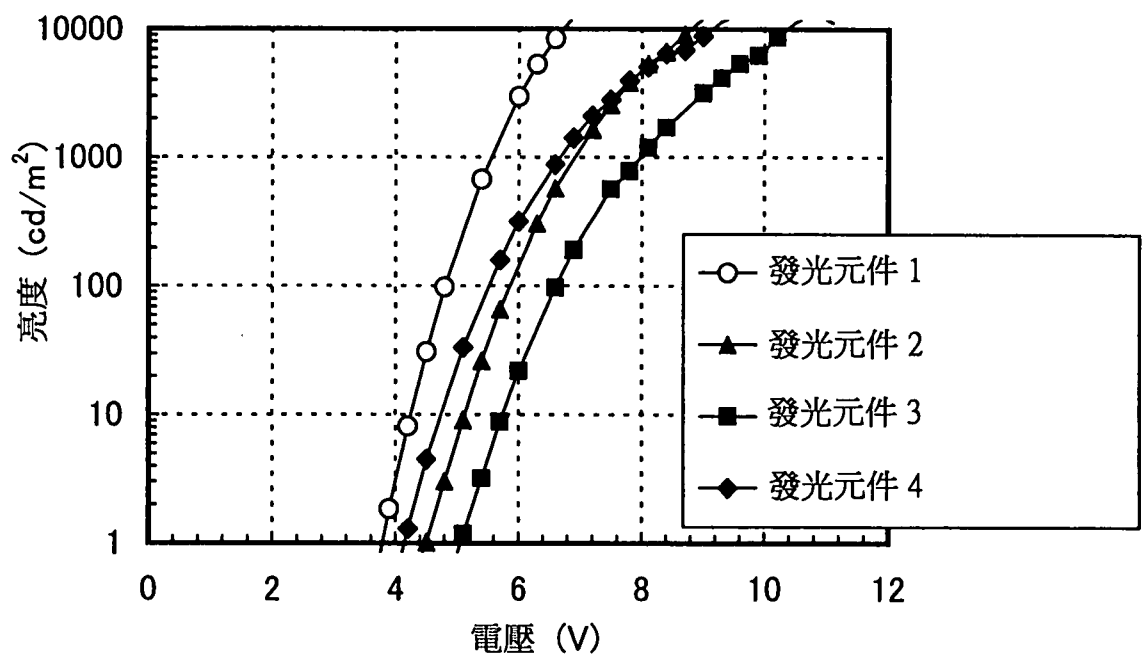


圖 12

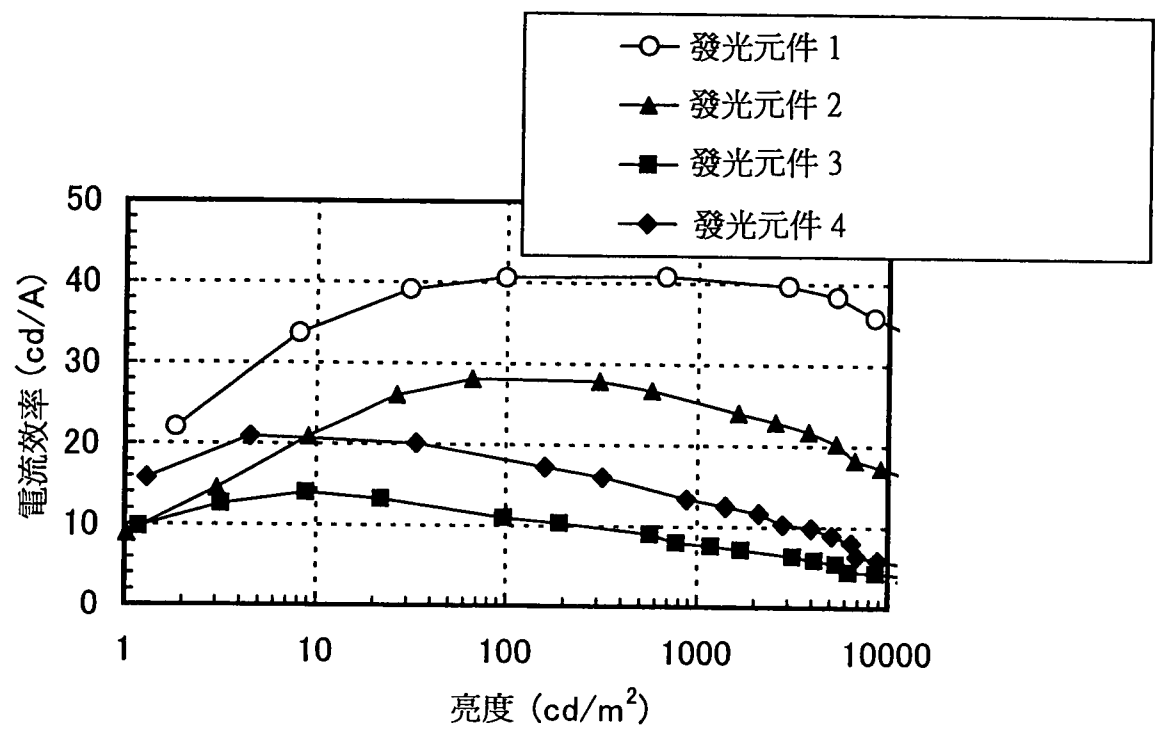


圖 13

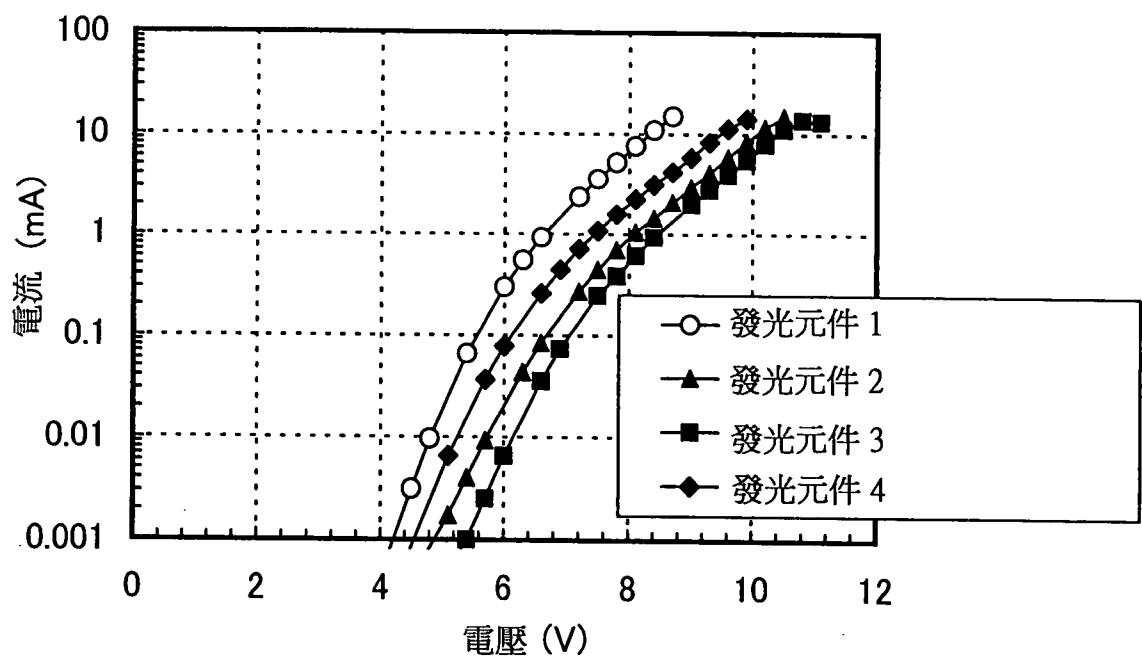


圖 14

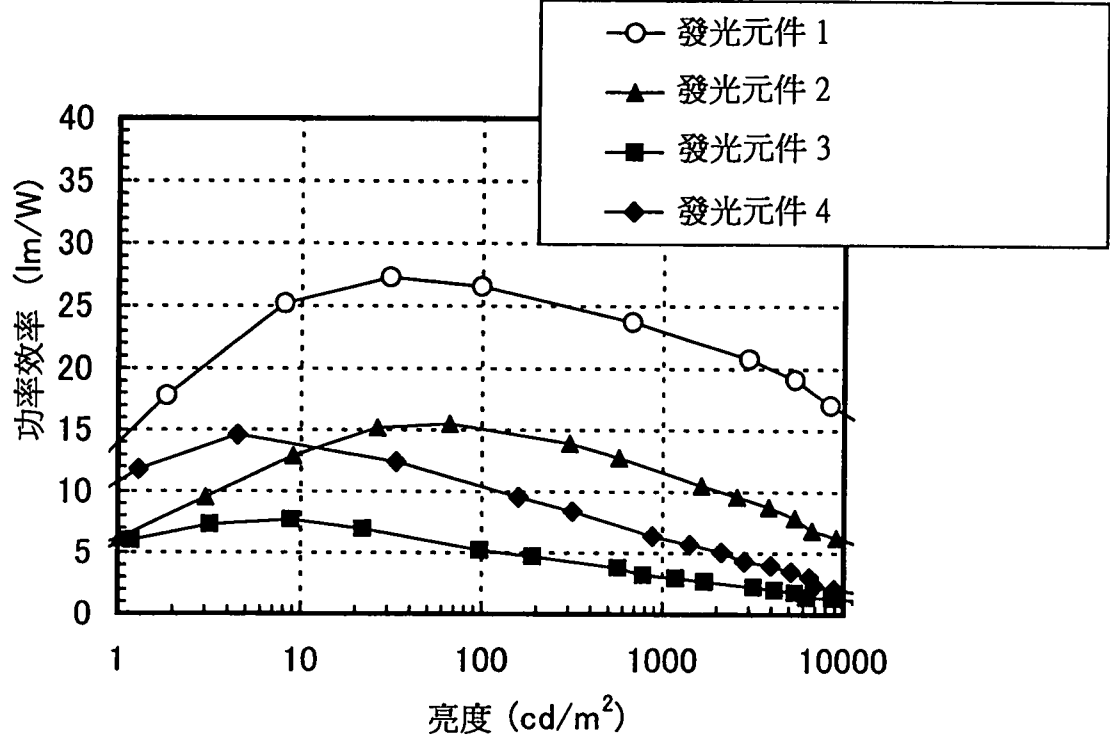


圖 15

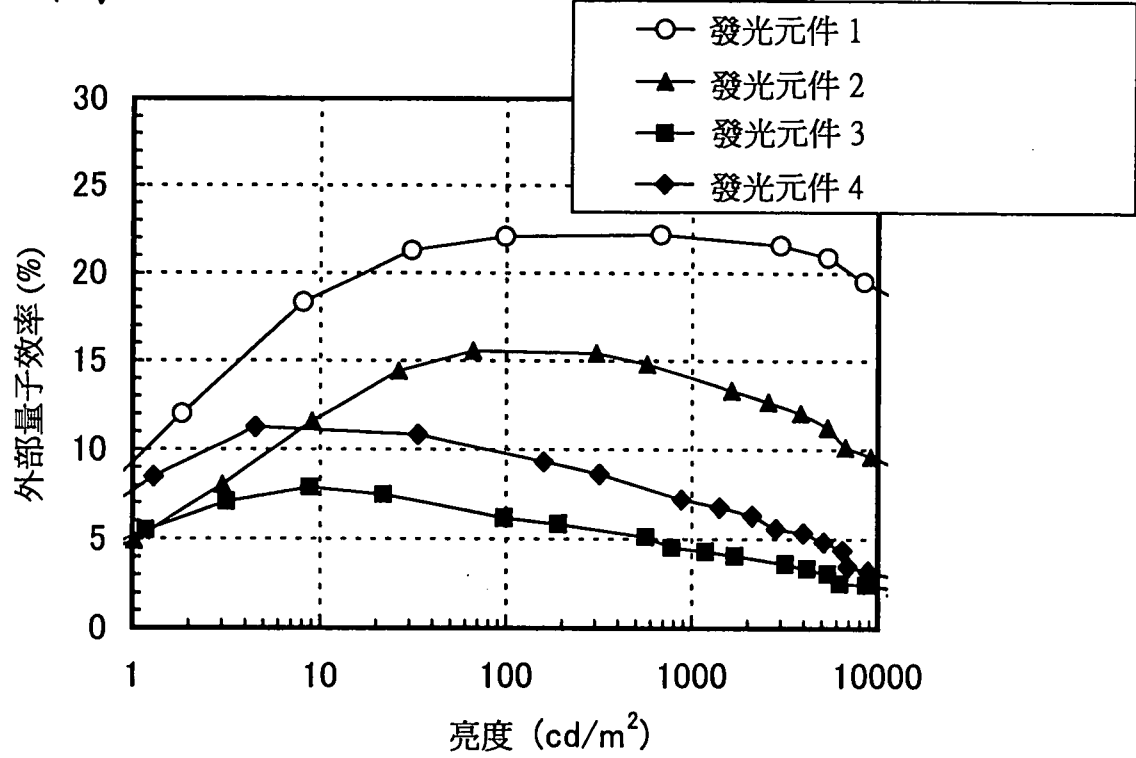


圖 16

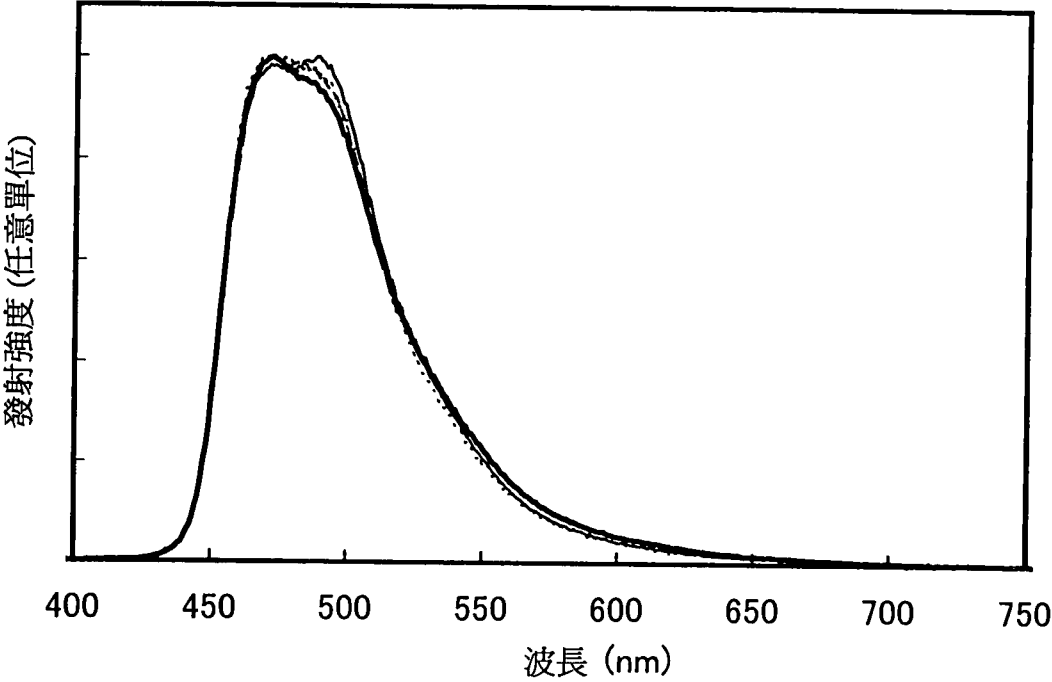


圖 17A

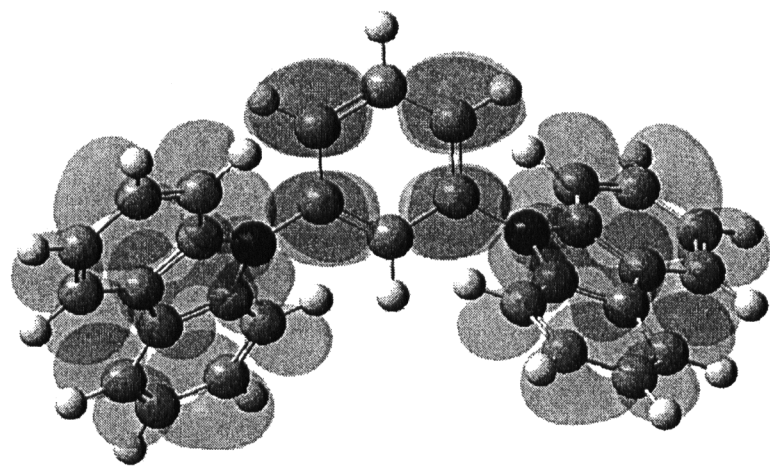


圖 17B

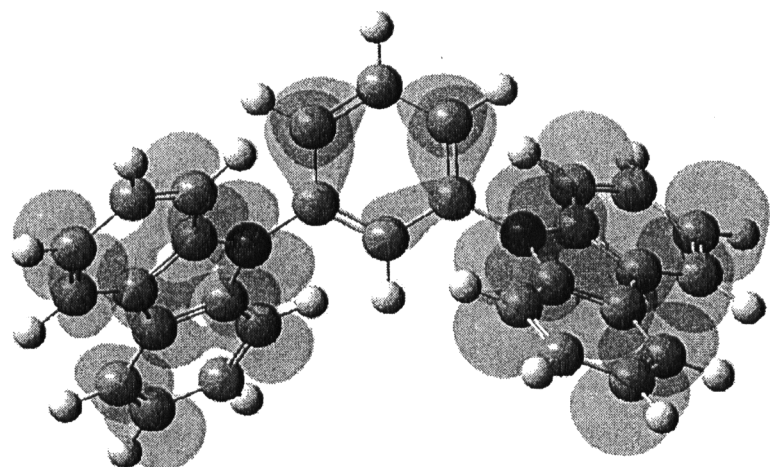


圖 18A

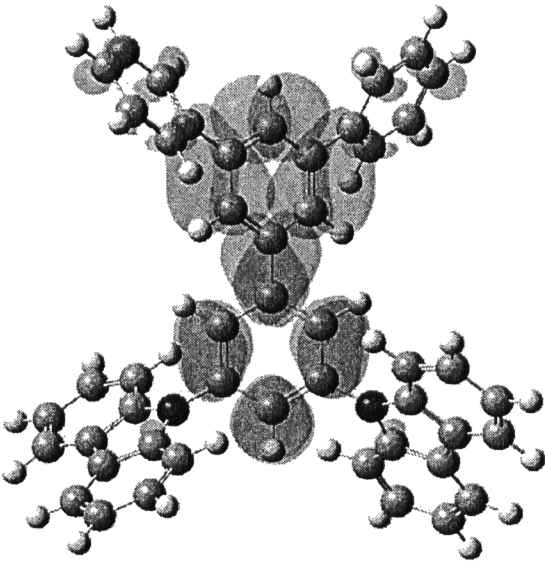


圖 18B

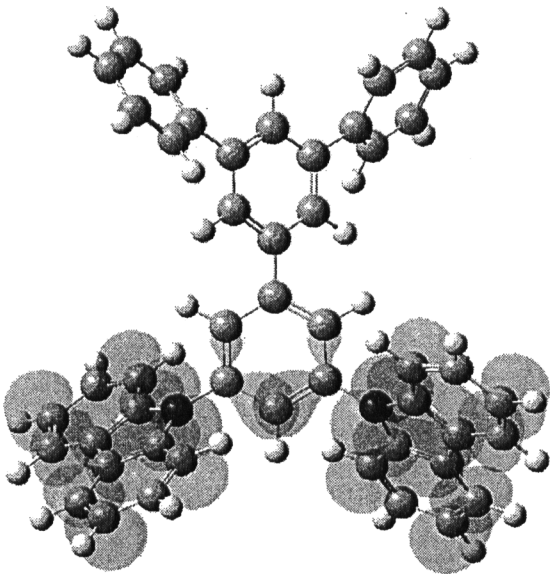


圖 19

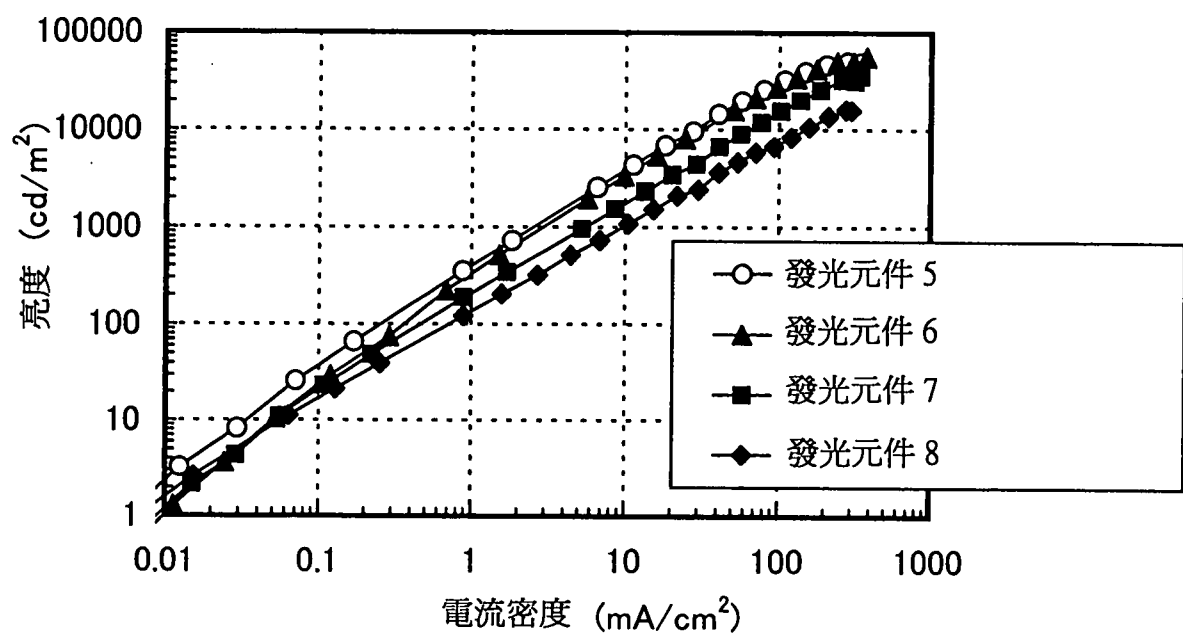


圖 20

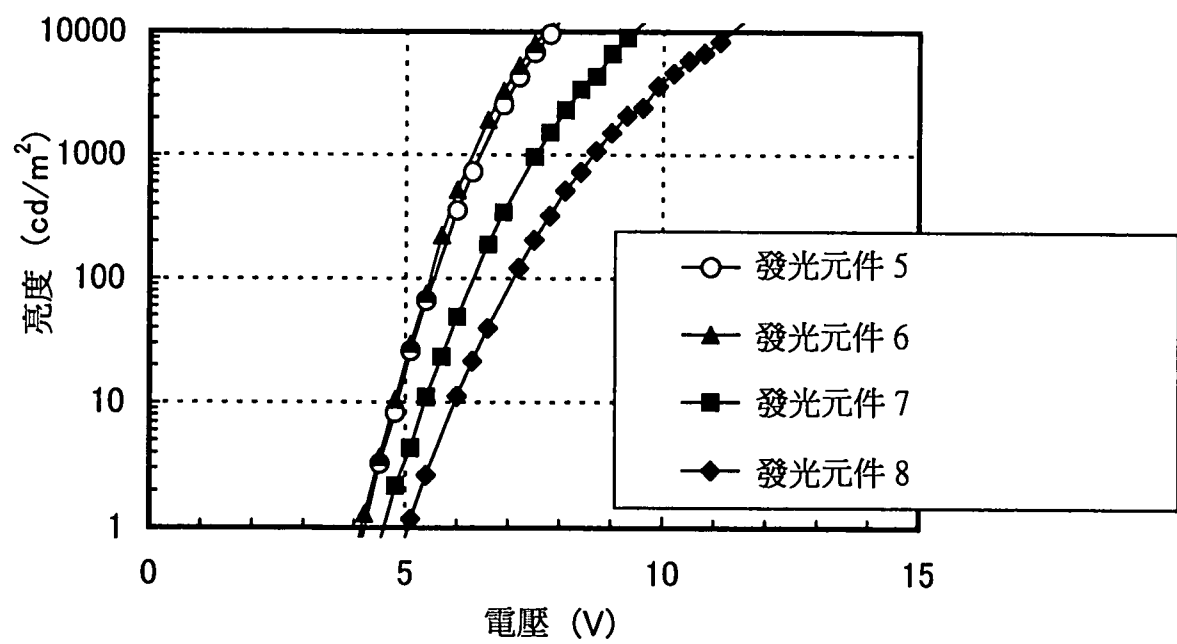


圖 21

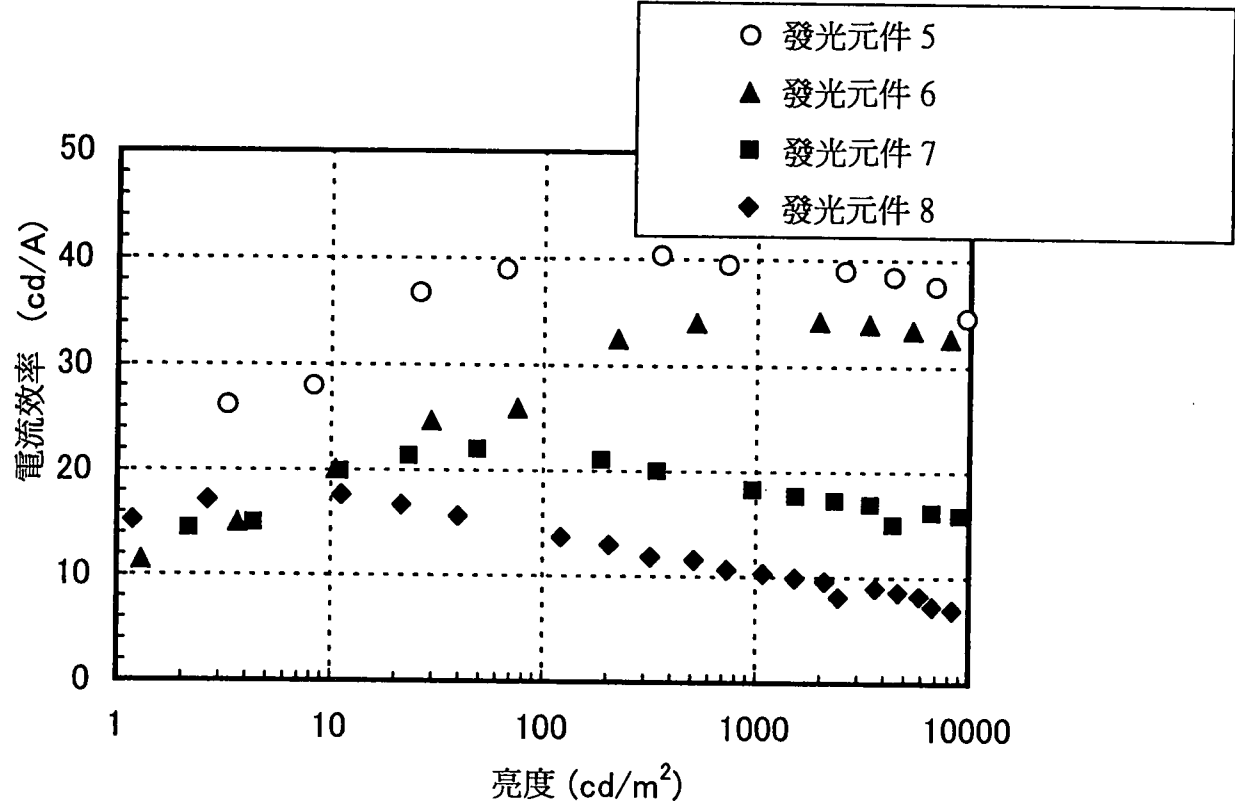


圖 22

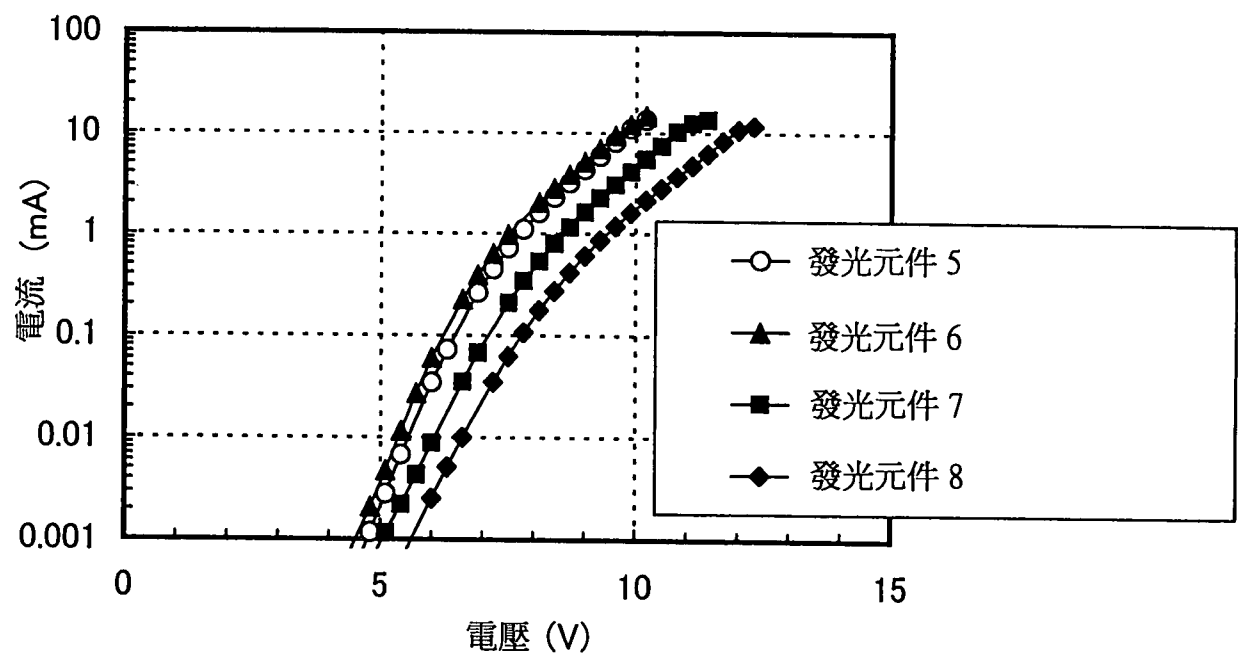


圖 23

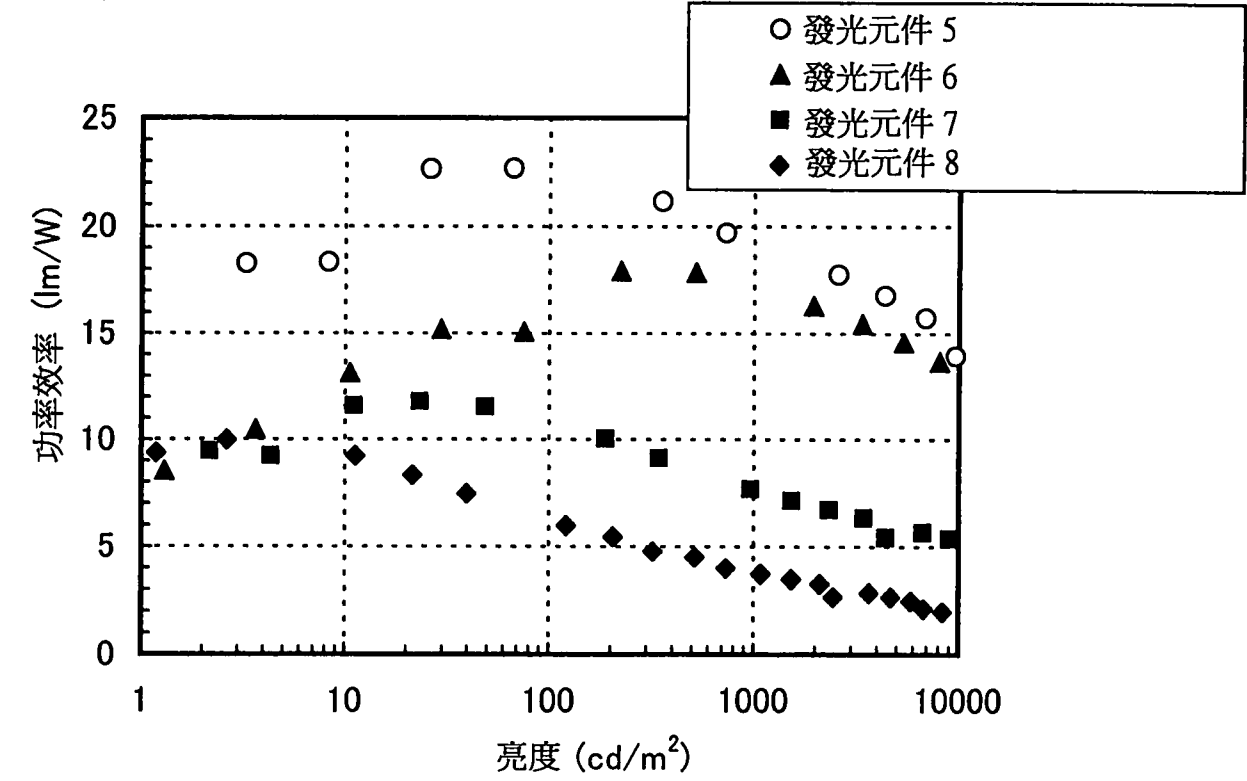


圖 24

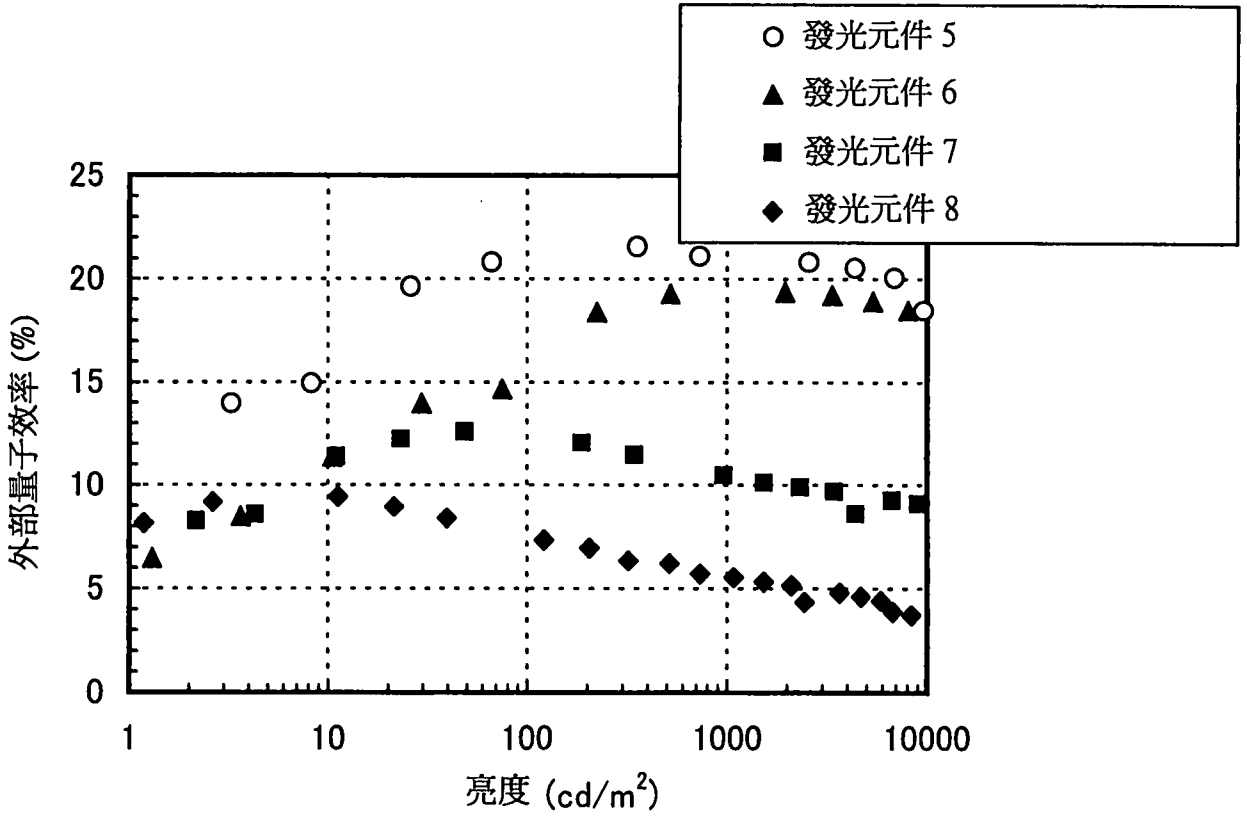


圖 25

